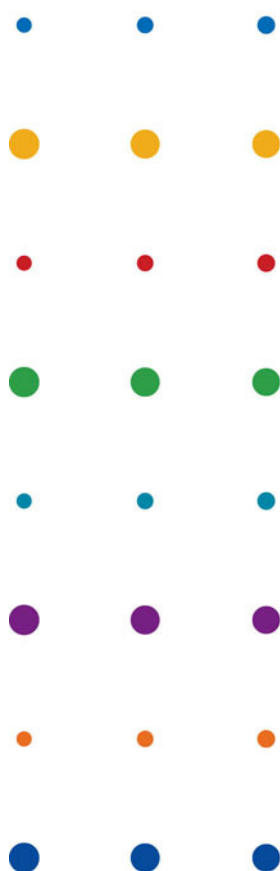


Zeetoegang IJmond

Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1

Proof of Concept



Ontwerpnota Ontwerpdossier Variant 1 (65m breedte) met sectordeuren

Rijkswaterstaat Noord-Holland

februari 2012
Definitief

Zeetoegang IJmond

Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1

Proof of Concept

Ontwerpnota Ontwerpdossier Variant 1 (65m breedte) met sectordeuren

dossier : BA3334-102-102

registratienummer : WPPoC-20111213-JSL-01

versie : 2.0

classificatie : Klant vertrouwelijk

Rijkswaterstaat Noord-Holland

februari 2012

Definitief

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	4
1.1	Doel en kader	4
1.2	Scope en diepgang	5
1.3	Leeswijzer	7
2	LOCATIE	8
3	NAUTISCH ONTWERP	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Opzet onderzoek	9
3.3	Conclusies simulatoronderzoek	10
3.4	Aanbevelingen simulatoronderzoek	11
3.5	Gevoeligheidsanalyse	12
3.6	Risico's tijdens de bouw	12
4	HYDRAULISCH ONTWERP	13
4.1	Inleiding	13
4.2	Rekenmethodiek Lockfill	14
4.3	Basisontwerp (65 m breed met gekromde roldeuren)	14
4.4	Variatie van parameters en omstandigheden	15
4.5	Sluisvariant 65m breedte met sectordeuren	15
4.6	Gevoeligheidsanalyse en aanbevelingen	15
5	WEGONTWERP	17
6	ONTWERP DEUREN EN BEWEGINGSWERKEN	18
6.1	Inleiding	18
6.2	Ontwerpuitgangspunten	18
6.3	Uitwerking hoofdconstructie	33
6.4	Uitwerking draaipunt	43
6.5	Uitwerking overigen	50
6.6	Aandachtspunten	55
7	BEDIENING-, BESTURINGS- EN ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIE	56
7.1	Inleiding	56
7.2	Bediening- en besturingssysteem	56
7.3	Energielevering	60
7.4	Elektrotechnische installaties	62
7.5	Risico's en aandachtspunten	66
8	ONTWERP SLUSHOOFD INCL. DREMPEL	67
8.1	Inleiding	67
8.2	Ontwerpuitgangspunten	67
8.3	Resultaten	71
8.4	Kansen en risico's	73

9	ONTWERP KOLKWANDEN EN KOLKBODEM	74
9.1	Inleiding	74
9.2	Ontwerp Kolkwanden	74
9.3	Ontwerp kolkbodem	84
10	ONDERHOUDSCONCEPT	103
10.1	Inleiding	103
10.2	Discipline Bediening, Besturing & Elektrische Installaties	103
10.3	Discipline Waterbouw	106
10.4	Discipline Civiele constructies	107
10.5	Discipline Werktuigbouwkundige constructies	110
11	BESCHIKBAARHEIDS- EN BETROUWBAARHEIDSANALYSE	116
11.1	Inleiding	116
11.2	Systeemanalyse en FMECA	116
11.3	Foutenboomanalyse	125
11.4	Beschik- en betrouwbaarheidsanalyse	131
11.5	Gevoeligheidsanalyse	133
12	EFFECTEN OP OMLIGGENDE CONSTRUCTIES	137
12.1	Inleiding	137
12.2	Hydraulisch	137
12.3	Scheepvaart	138
12.4	Constructie	141
12.5	Bediening en besturing	142
13	INTEGRALE VEILIGHEID	143
13.1	Inleiding	143
13.2	Constructieve veiligheid	143
13.3	Brandveiligheid	143
13.4	Arbeidsveiligheid	143
13.5	Sociale veiligheid	144
13.6	Security	144
13.7	Machineveiligheid	144
13.8	Verkeersveiligheid (wegverkeer)	145
13.9	Verkeersveiligheid (scheepvaartveiligheid/zee- en binnenvaart)	145
13.10	Veiligheid tegen overstromingen	145
13.11	Externe veiligheid (transport gevaarlijke stoffen)	145
13.12	Hulpverlening (calamiteitenbestrijding)	146
14	UITVOERING/BOUWFASERING	147
14.1	Inleiding	147
14.2	Fasering	147
14.3	Hinder tijdens de bouw	153

15	RISICO'S EN BEHEERSMAATREGELEN	155
15.1	Ondergrond	155
15.2	Stroming en golven	155
15.3	Bestuurlijke politieke economische dynamiek	156
15.4	Vorbereiding	156
15.5	Bouwhinder	156
15.6	Aanvaring	156
15.7	Toekomstbestendigheid	157
16	SYSTEEMSPECIFICATIE	158
17	REFERENTIES	159
18	COLOFON	160

BIJLAGEN

1	Uitgangspunten civiele constructies
2	Update hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden Nieuwe Zeesluis IJmuiden
3	Tekeningen ontwerp Nieuwe Zeesluis
4	Nautisch onderzoek
5	Stromingsberekeningen
6	Lockfill berekeningen nivelleersysteem
7	Ontwerpberekeningen deur en bewegingswerk
8	Schema's besturing en bediening
9	Ontwerpberekeningen sluishoofd en drempel
10	Ontwerpberekeningen kolkwanden, fuikwand en kolkbodem
11	Schema's beschikbaarheid- en betrouwbaarheidsanalyse
12	Integraal Veiligheids Plan
13	Systeemspecificatie Nieuwe Zeesluis

1 INLEIDING

1.1 Doel en kader

Voorliggend document beschrijft het resultaat van de uitwerking van de gekozen integrale subvariant 1 (65m brede kolk met sectordeuren) tot voorontwerpniveau.

Dit rapport maakt samen met de andere deelproducten onderdeel uit van hoofdproduct Rapport Proof of Concept. De lijst met deelproducten van de Proof of Concept is hieronder opgenomen, waarbij de positie van onderhavig rapport is gemarkeerd.

1. Klanten Eisen Specificatie (KES) [1]
2. Operationeel Concept Document(OCD) [2]
3. Subvariantennota [3]
4. Memo voorstel uit te werken integrale subvarianten [4]
- 5. Ontwerpdossier variant 1 (65m breedte) met sectordeuren**
6. Ontwerpdossier variant 2 (70m breedte) met puntdeuren
7. Ontwerpdossier variant 1 t/m 3 en nulvariant met rechte roldeuren
8. Ramingsdossier
9. Schattingen kosten en effecten van afwijkende afmetingen
10. Rapport Proof Of Concept (overkoepelend rapport)

De hoofddoelstelling van de Voorontwerpfase is vierledig:

1. Kostenraming met een variatiecoëfficiënt van maximaal 25% bij een trefzekerheid van 70%
2. Aantoonbaar maken dat voldaan wordt aan nautische- en beschikbaarheids-eisen
3. Risico's acceptabel en goed beheersbaar voor Opdrachtgever
4. Voldoen aan toepisen.

Daarnaast dient er voor planstudie fase 2 voldoende informatie beschikbaar te zijn om:

1. Binnen de planning tot een uitwerking te komen die juridisch en inhoudelijk robuust is
2. Eventuele vergunning aan te vragen.

Eerder verschenen deelrapportages m.b.t uitgangspunten, randvoorwaarden, nautische simulatie, hydraulische ontwerp, ontwerp deuren, bewegingswerken, bediening en besturing, sluishoofd, sluis-kolk, onderhoudsconcept, beschikbaar- en betrouwbaarheidanalyse, Integraal Veiligheids Plan, Objectspecificaties maken integraal onderdeel uit van deze ontwerpnota. De deelrapportages zijn verwerkt als hoofdstuk en/of als bijlage toegevoegd aan deze nota.

1.2 Scope en diepgang

De volgende integrale subvariant is nader uitgewerkt:

- Deurtype : Sectordeuren (1 set deuren per hoofd)
1 set reservedeuren aan zeezijde en 1 set reservedeuren aan kanaalzijde
- Netto kolk lengte : 545m
- Bruto kolk breedte : 65m
- Drempeldiepte : NAP -18m
- Locatie : Tussen Noordersluis en Middensluis, waarbij de sluishoofden om de constructie van de Noordersluis zijn 'gevouwen'

- Kolkwand : Ter plaatse van bestaande constructies: Ontlastvloer
Ter plaatse van water: Kistdamconstructie
- Sluishoofd : Betonnen elementen (pneumatisch afzinken)
- Drempel : Prefab betonnen elementen (afzinken) en koppelen aan caisson
- Kolkvloer : Prefab betonblokken(matten)
- Nivelleersysteem : Deurvulling

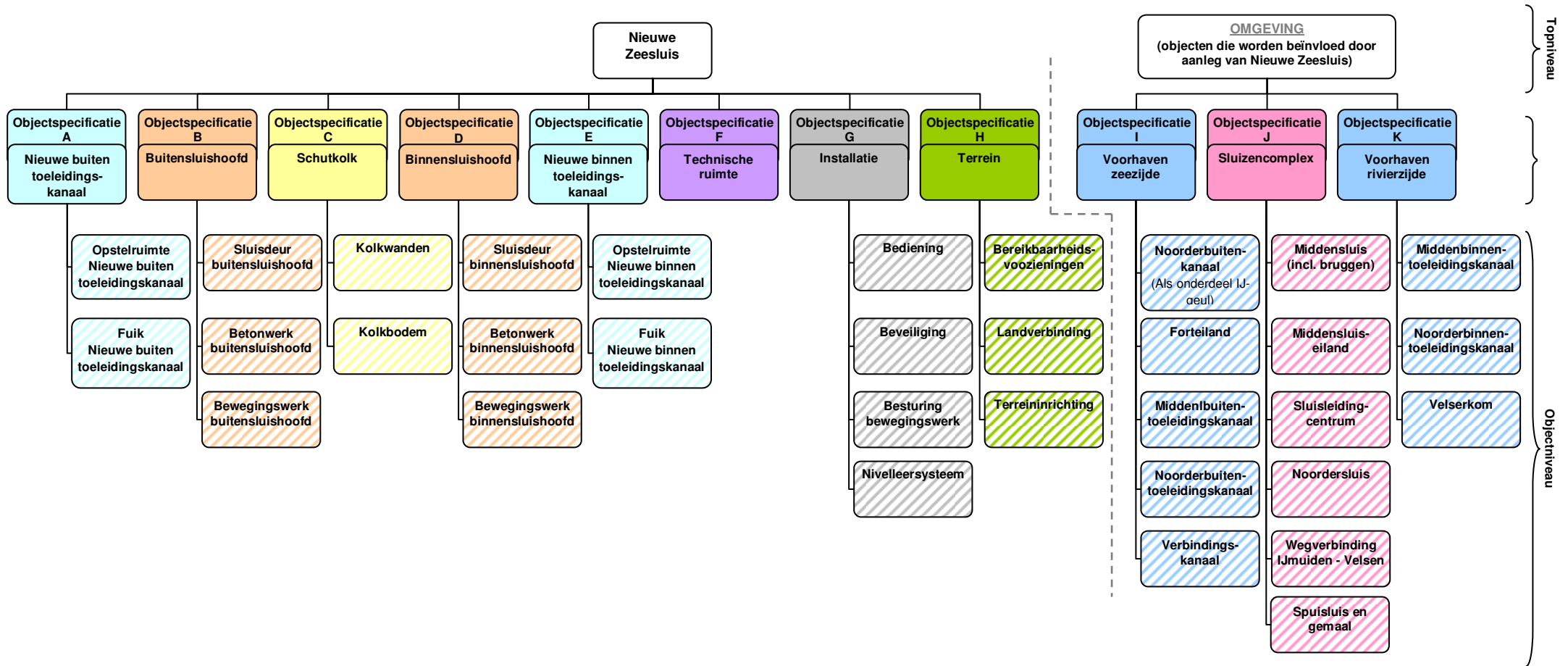
In Figuur 1-1 is de opgestelde en gehanteerde objectenboom weergegeven.

Om aan de vereiste **ramingnauwkeurigheid** te kunnen voldoen zijn alleen die onderdelen van de sluis uitwerkt die een substantieel aandeel van de kosten innemen: deuren, sluishoofden en in mindere mate de kolkwanden. Andere onderdelen zoals weg, terreininrichting worden alleen op hoofdlijn schetsontwerpniveau ontworpen. Voorts zijn specifieke onderdelen nader uitgewerkt op aangeven van Advisory Board en het Technisch Team van Rijkswaterstaat en Haven Amsterdam.

De **nautische veiligheid** wordt aangetoond door een real-time simulatie. Door middel van een gedegen en conservatieve Beschikbaarheidsanalyse, waarbij ook gebruik gemaakt is van de resultaten van het T0 onderzoek Noordersluis, is met een hoge mate van zekerheid aangetoond dat de sluis en dan met name de sluisdeur incl. bewegingswerk, bediening- en besturingsinstallatie voldoet aan de **beschikbaarheids-eisen**.

De **risico's** die in de vorige en het begin van deze fase zijn geïdentificeerd, onder andere door het uitvoeren van een risicosessie, worden beheerst door gedegen ontwerpwerk. Omdat een groot deel van de risico's betrekking hebben op de grondgesteldheid heeft RWS een archiefonderzoek gedaan naar beschikbare grondonderzoeken. DHV heeft deze vervolgens beoordeeld op bruikbaarheid. Hieruit blijkt dat een beperkt deel bruikbaar is en leidt tot een voorlopige conclusie dat de aannames die gedaan zijn aan de conservatieve kant zijn. Aan het einde van het ontwerpwerk is nogmaals een risicosessie gehouden en zijn beheersmaatregelen geformuleerd voor de volgende fasen. Hieruit blijkt dat de risico's beperkt van omvang en beheersbaar zijn.

Het sluisontwerp is, voor zover nodig om aan de toepisen en de hierboven genoemde hoofddoelstellingen te voldoen, **geoptimaliseerd**. Zo is bijvoorbeeld de kistdamconstructie versmald van 30 naar 22,5m en in het ontwerp ter plaatse van bestaande constructies (constructies Noordersluis en Middensluis) een ontlastvloerconstructie voorzien. Doordat de breedte is beperkt is er meer nautische ruimte in het Middenbinnentoeleidingskanaal (voorhaven binnen) van de Middensluis 'gewonnen'. Verdergaande optimalisatiemogelijkheden zijn aangedragen voor de volgende ontwerpfasen passend bij een voorgenomen DBFM contractering.



Figuur 1-1: Objectenboom Nieuwe Zeesluis te IJmuiden

1.3 Leeswijzer

Voorafgaand aan het uitwerken van de integrale subvariant zijn de hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp geactualiseerd en zijn de uitgangspuntendocument voor de civiele constructies bepaald. Het document "Uitgangspunten Civiele Constructies" is opgenomen in bijlage 1, het document "Update Hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden" is opgenomen in bijlage 2.

In lijn met het ontwerpproces zijn de volgende hoofdstukken achter elkaar gezet. Te beginnen met een beschrijving van de locatie van de sluis in hoofdstuk 2. Gevolgd door een samenvatting van de nautische simulatie en het hydraulisch ontwerp in resp. hoofdstuk 3 en 4. Het wegontwerp is beschreven in hoofdstuk 5.

Hierna volgt de kern van een sluis te weten: een beschrijving van de uitgangspunten, methodiek en de resultaten van de deuren met bewegingswerk in hoofdstuk 6. Het ontwerp van de Bediening-, Besturings- en Elektrotechnische installaties is behandeld in hoofdstuk 7. Hierna wordt het ontwerp van de civiele onderdelen van de sluis beschreven nl. het sluishoofd met drempel, kolk- en fuikwanden en kolkbodem in resp. hoofdstuk 8 en 9.

In het onderhoudsconcept komen bovenstaande onderdelen weer samen in hoofdstuk 10 om vervolgens gebruikt te worden bij de beschikbaarheid- en betrouwbaarheidsanalyse in hoofdstuk 11. De effecten van de nieuwe zeesluis op omliggende objecten worden behandeld in hoofdstuk 12. In hoofdstuk 13 wordt een samenvatting gegeven van het Integraal Veiligheids Plan. De uitvoering van het ontwerp wordt in hoofdstuk 14 behandeld en dan met name de bouwfasering in relatie tot handhaven van de functies primaire waterkering, vaar- en wegverbinding. Hierna volgt in hoofdstuk 15 een overzicht van de belangrijkste risico's met bijbehorende beheersmaatregelen. Kort wordt de actualisatie van de objectspecificaties beschreven in hoofdstuk 16. De aanbevelingen voor de volgende projectfasen zijn per onderdeel van de sluis behandeld maar komen deels ook terug in hoofdstuk 15.

Voor de leesbaarheid zijn uitgebreide berekeningen, tekeningen, overzichten en schema's in de bijlagen weergegeven.

2 LOCATIE

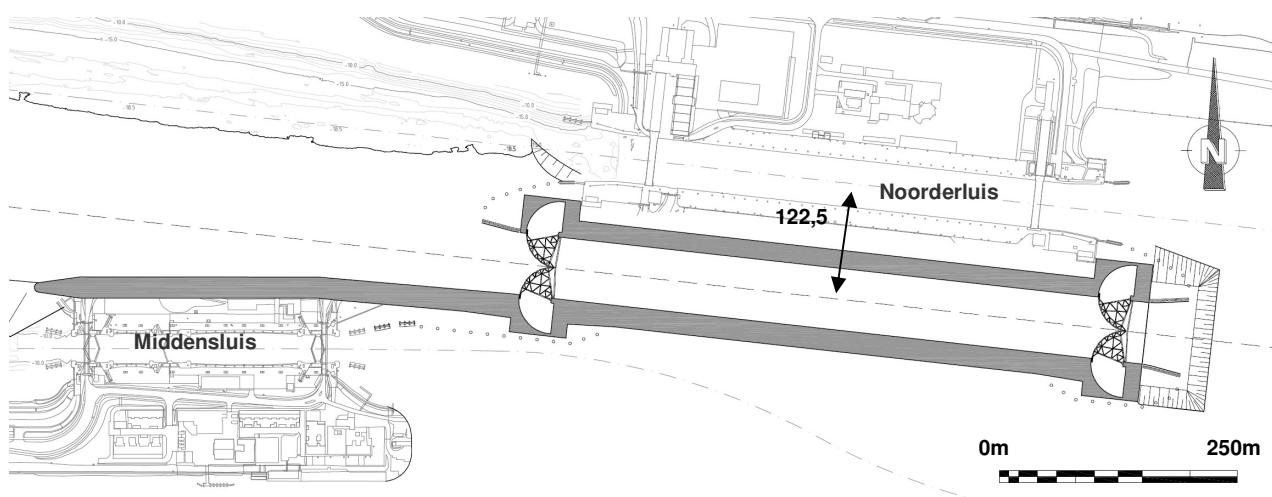
De locatie van de nieuwe sluis is vooral van belang voor de nautische topeisen veilig en vlot schepen laten passeren van de nieuwe sluis met zomin mogelijk des-investering in de bestaande (sluis) infrastructuur en dus zo min mogelijk nadelen voor de bestaande functies en objecten.

Uit de subvariantennota en de memo voorstel uit te werken integrale subvarianten blijkt dat een situering van de sluis zo dicht mogelijk tegen de Noordersluis, evenwijdig aan de as van de Noordersluis en met het binnenhoofd van de Nieuwe Zeesluis op zelfde hoogte als het binnenhoofd van de Noordersluis het beste aan de eisen voldoet.

Door optimalisatie van de kolkwandconstructies is het ruimtebeslag in de breedte geminimaliseerd. Het type constructie is afgestemd op de aanwezige constructies van zowel de Noordersluis als de Middensluis. Bij de bepaling van de constructies is de bouwmethodiek expliciet in beschouwing genomen. Deze optimalisatieslag heeft geresulteerd in meer nautische ruimte in het Middenbinnentoeleidingskanaal. Zowel tijdens de bouw- als de gebruiksfase is het mogelijk om veilig de Middensluis in en uit te kunnen varen aan de Noordzeekanaalzijde. Echter moet wel de kanttekening worden geplaatst dat minder aan de eis/wens kan worden voldaan voor een vrije ruimte van 20m voor sleepboothulp naast de dagzijde van de sluisolk van de Noordersluis en ter plaatse van de fuikwand.

De sluis past binnen de locatiegrenzen zoals die in de vorige ontwerpfase zijn bepaald.

De vaarassen van de Nieuwe Zeesluis en de Noordersluis liggen 122,5m uit elkaar. Zie Figuur 1-1 voor de ligging van de Nieuwe Zeesluis in het sluisencomplex. Voor meer details met betrekking tot de situering en de constructies wordt verwezen naar de tekeningenset in bijlage 3.



Figuur 2-1: Locatie Nieuwe Zeesluis, vereenvoudigde weergave

3 NAUTISCH ONTWERP

3.1 Inleiding

In het kader van de Proof of Concept is door Marin een real-time simulatie uitgevoerd met als doel het beoordelen van de nautische veiligheid van de toekomstige Nieuwe Zeesluis. De resultaten van de door Deltares uitgevoerde studie ten aanzien van de gelaagde stroompatronen in de voorhavens en ten gevolge van spuien hebben als input gediend voor de real-time simulatie.

De conclusies en aanbevelingen volgend uit de studie door Marin naar de nautische aspecten van de Nieuwe Zeesluis worden in dit hoofdstuk weergegeven, in bijlage 4 wordt het volledige rapport weergegeven. Voor de gebruikte stromingsberekeningen van Deltares wordt verwezen naar bijlage 5.

3.2 Opzet onderzoek

Het simulatoronderzoek naar de nautische veiligheid van het nieuw te bouwen sluiscomplex IJmuiden is uitgevoerd met een containerschip ('MSC Beatrice' type, 366 x 51,5 m) en een gelichterde en geballaste bulkcarrier (366 x 51 m). De schepen werden geassisteerd door drie ASD sleepboten met een bollard pull van 80 ton elk. De invaart vanuit het westen en vanuit het oosten en de uitvaart naar het westen is onderzocht onder een aantal maatgevende stroomcondities, waarbij een variërende dwarsstroom optrad ten gevolge van het openen van een sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis of de bestaande Noordersluis, vlak voor de nadering van de schepen.

De stroomscenario's omvatten de door Deltares berekende Delft3D-modellering van de volgende situaties:

- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem laagwater (waterstand NAP -1,7 m) met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijk deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem hoogwater (waterstand NAP 2,35 m) zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijke deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP -0,4 m met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis);
- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP -0,4 m zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis).

De gelaagde stroomvelden (16 lagen), zoals berekend door Deltares, zijn voor de drie schepen omgerekend, via kwadratische middeling van stroomsnelheid en –richting over de diepgang van het schip, naar 2-D stroomvelden (per schip en per stroomscenario) voor de simulator.

De effecten van de diverse snelheden en richtingen in de verschillende lagen worden op deze manier op een geschematiseerde wijze meegenomen in het manoeuvreergedrag van het schip. Hiermee worden uitdrukkelijk niet de effecten van de dichtheidsverschillen op het varende schip buiten de sluis gemodelleerd en ook de interactie tussen het bewegende schip en dichtheidsstromen tijdens het invaren van de sluis wordt niet meegenomen.

De simulatorvaarten zijn uitgevoerd onder ZW en NW windcondities, die overeenkomen met een referentie windsnelheid van 8,0 m/s, 15,4 m/s en 19,0 m/s op zee. Deze windsnelheid reduceert t.g.v. de ruwheid van het voorland (gebouwen, bomen etc.) tot 80% van deze waarde ten oosten van het sluisencomplex.

De resultaten van het simulatoronderzoek leiden tot de volgende conclusies en aanbevelingen. Hierbij gelden de volgende restricties t.a.v. de modellering van de krachten, die op het schip werken door de effecten van zoet/zout verschillen in de voorhavens bij het openen van een sluisdeur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis:

- Het gebruikte manoeuvreermodel is niet aangepast voor gebruik van de 3-D stroomgegevens uit Delft3D;
- De invoergrids van de simulator zijn niet aangepast voor het inlezen van plaats- en tijdsafhankelijke 3-D stroom- en dichtheidsinformatie;
- De dwarskrachten op het schip door dichtheidsverschillen zijn niet meegenomen;
- De hydromechanica rond het invaren van de sluis (WAROS) is niet doorgerekend door Deltares en er heeft daarom ook geen koppeling plaatsgevonden tussen WAROS en de simulator.

Ook de invloed van de aanwezigheid van het schip op de stroming in en vlak voor de sluis is niet meegenomen in de modellering.

Bovenstaande restricties met betrekking tot de diepgang van het onderzoek zijn afgestemd met Rijkswaterstaat.

3.3 Conclusies simulatoronderzoek

Ontwerp van de sluis

- De vaarten naar de Nieuwe Zeesluis, vanuit het westen zowel als vanuit het oosten, geven aan dat de ligging van de sluis als goed wordt ervaren; zowel de lengte om op te lijnen als de locatie t.o.v. de nadering langs het Forteiland zijn goed;
- De bocht naar de sluis noordoostelijk van het Forteiland moet ongeveer 25m (0,5 B) uitgebaggerd worden zodat het schip, vooral bij ZW wind, hoogte kan houden voor de aanloop naar de sluis;
- De geleidemuur (fuikwand) aan de zuidkant, in westelijke richting, wordt als hinderlijk ervaren. Er is hierdoor geen ruimte voor de sleepboten en er kan door de asymmetrie van de lay-out zuiging ontstaan bij het oplijnen voor de sluis of bij de uitvaart bij NW wind. Daarnaast wordt het schip gedwongen om bij enige drifthoek (om wind te compenseren) noordelijk van de hartlijn van de sluis te varen;
- Bij het aanlopen van de Nieuwe Zeesluis vanuit het westen en bij het uitvaren van de sluis naar het westen met het containerschip wordt meer ruimte naar het noorden gebruikt. Hierdoor kan de vaart naar en van de Noordersluis tijdelijk worden gehinderd. De in- en uitvaart met de bulkcarrier en ook de invaarten vanuit het oosten met beide schepen vragen minder padbreedte waardoor er bij deze vaarten geen hinder ontstaat voor de vaart naar de Noordersluis.

Wind- en stroomcondities

- De resultaten van de invaart vanuit het westen met het containerschip in ZW wind Bft 8 geven aan dat deze conditie, ook onafhankelijk van de stroom, onveilig is. Hier is maar één vaart mee gemaakt omdat deze situatie als onveilig werd ervaren. Omdat de statische

windkrachtberekeningen ook aangeven dat het containerschip niet veilig te controleren is bij wind Bft 8 zijn er daarom verder geen simulaties in wind Bft 8 condities uitgevoerd met dit schip;

- De geteste stroomcondities (stroomsenario's 5 en 6, dwarsstroom t.g.v. het openen van de westelijke deur van de Noordersluis) bij de uitvaart naar het westen geven in combinatie met NW wind Bft 7 met het containerschip een zodanige verstoring dat een veilige vaart bij die windconditie niet meer mogelijk is. Ook de invaart vanuit het oosten geeft met het containerschip bij de maximale dwarsstroomvariatie (stroomsenario 8, dwarsstroom t.g.v. het openen van de oostelijke deur van de Noordersluis) een onveilige invaart;
- Uit de overige simulaties, ondersteund door de statische windkrachtberekeningen, blijkt dat de geteste windcondities van Bft 7 als maximaal moeten worden aangehouden voor het geteste containerschip. Het gebruik van boegschroef en sleepboten voldoet juist aan de gestelde criteria, maar bij een hogere windsnelheid worden deze wel overschreden;
- Boegschroeven van het geteste vermogen (2 x 1700 kW) zijn bij de geteste maat containerschip essentieel voor een veilige vaart in Bft 7 windcondities;
- Voor containerschepen met even grote windoppervlakken maar met minder boegschroefvermogen zullen de maatgevende windsnelheden lager liggen dan zoals getest bij dit onderzoek. Het gebruik van sleepboten met meer vermogen heft dit probleem slechts gedeeltelijk op omdat de sleepboten in de sluis onder een ongunstige hoek trekken;
- Over het algemeen geven de geteste stroomsenario's, zoals geïmplementeerd in de simulator, geen grote verstoringen van de in- of uitvaart. De variërende dwarsstroom wordt wel als hinderlijk ervaren maar heeft veel minder invloed dan de wind. Daarbij wordt aangetekend dat, zoals al is aangeduid, de krachten t.g.v. de dichtheidsverschillen over de vertikaal en de krachten t.g.v. de interactie met de directe omgeving (de sluis en de geleidewand) niet c.q. niet volledig worden meegenomen. Het meenemen van deze effecten zou tot een verschuiving in de gevonden grenzen kunnen leiden.

Gebruik ANMS

- Bij het varen met de maatgevende schepen in de geteste situaties is het essentieel om het ANMS systeem beschikbaar te hebben. Op zicht en ondersteund door radar zijn de positie, koers bewegingen en langs/dwarssnelheden en Rate of Turn van het schip niet voldoende nauwkeurig te schatten, waardoor het schip niet 'rustig' te krijgen is in de geteste maatgevende windomstandigheden.

3.4 Aanbevelingen simulatoronderzoek

Onderstaand enkele aanbevelingen volgend uit het simulatoronderzoek.

- Om onveilige combinaties van wind en dwarsstroom in de aanloop van de sluis te voorkomen zal er bij de invaart vanuit het Noordzeekanaal 5 à 10 minuten gewacht moeten worden om de ontstane stromingen door zoet/zout verschillen te laten uitdempen; voor de invaart vanuit het zee zal 10 à 15 minuten gewacht moeten worden;
- Omdat de zuidelijke geleidemuur (fuikwand) in principe de werkbaarheid van de sleepboten bij de invaart met ZW wind vermindert en ook de uitvaart met NW hindert, is het van belang dat de geleidemuur zo snel mogelijk wegloopt naar het westen toe zodat de beschikbare vaarbreedte geoptimaliseerd wordt. Het is daarom ook niet aan te bevelen om de door asymmetrische stroming of zuiging door een asymmetrische voorhaven op te lossen door het bouwen van scheidingsmuren tussen de Noordersluis en de Nieuwe Zeesluis. In dit geval heeft de beperking van de ruimte in de voorhaven een negatiever effect dan het opheffen van de asymmetrie;

- Omdat voor deze simulaties een aantal hydrodynamische effecten t.a.v. de vaart naar, de invaart in de sluis, de uitvaart uit de sluis en het varen vanuit de sluis door de voorhavens (zie de vier hierboven genoemde punten), wordt aanbevolen om vervolg onderzoek op een simulator uit te voeren met een meer gedetailleerde modellering van de bovengenoemde hydrodynamische effecten. Deze effecten zijn als input wel beschikbaar uit de 3-D stroomberekeningen, zoals uitgevoerd door Deltares en uit een toe te voegen modellering met WAROS.

3.5 Gevoeligheidsanalyse

De ligging en de buitenafmetingen van de Nieuwe Zeesluis hebben invloed op het gebruik van deze sluis en de overige sluisen (Noordersluis en Middensluis). Omdat er door RWS later in het proces een ander type deur is gekozen namelijk sectordeuren in plaats van gekromde roldeuren, heeft MARIN een kwalitatieve beoordeling uitgevoerd op grond van een schatting van eventuele veranderingen van de stroming en op grond van de uitkomsten van de uitgevoerde real-time simulaties.

Conclusies gevoeligheidsanalyse

Uit de kwalitatieve beoordeling worden de volgende conclusies getrokken:

- De ligging en vormgeving van de oostelijke sluishoofden zullen geen merkbare invloed hebben op de invaart en uitvaart aan de kanaalzijde t.o.v. de geteste variant;
- De ligging en vormgeving van het westelijke sluishoofd zal geen merkbare invloed hebben op de invaart en uitvaart aan de zeezijde t.o.v. de geteste variant. Wel zorgt de extra knik in de geleidemuur ervoor dat een onduidelijke situatie ontstaat, omdat tijdens het in- en uitvaren van de sluis de hoek tussen geleidemuur en schip ineens veranderd, waardoor de positie en koers van het schip moeilijk zijn te beoordelen. Het ontwerp van deze variant laat vermoedelijk wel een rechte, uitlopende geleidemuur toe.

Aanbeveling gevoeligheidsanalyse

De plaatsing van een geleidemuur in het verlengde van de sluis moet voorkomen worden. Een geleidemuur(fuikwand) moet geen knik hebben en zo snel en zo veel mogelijk naar buiten lopen om de sleepboten en het schip zo veel mogelijk ruimte te geven.

3.6 Risico's tijdens de bouw

De risico's tijdens de bouw zijn afgeleid uit de hinder die van de drie soorten activiteiten (tijdelijke havenvoorziening, wegbaggeren van bestaande stukken land en bouw zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en westelijke voorhaven wand) wordt verwacht.

In de diverse bouwfasen zal hinder ontstaan voor de scheepvaart naar de bestaande sluisen. Hinder zal per definitie tot verhoging van risico leiden of tot enig tijverlies. De hinder is echter over het algemeen zeer beperkt en zal niet tot een merkbare verhoging van het risico leiden.

4 HYDRAULISCH ONTWERP

4.1 Inleiding

In het kader van de Proof of Concept is door Deltares een studie uitgevoerd naar de te verwachten krachten op schepen in de sluis tijdens het nivelleren. De berekeningen zijn gebaseerd op de resultaten van basisvariant 65m breedte. Hieronder volgt een samenvatting met conclusies en aanbevelingen van de door Deltares uitgevoerde studie. De volledige studie, inclusief berekening(en) is bijgevoegd in bijlage 6.

De kenmerken van de beschouwde varianten (basisvariant en ontwerpvariant) zijn in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 4-1: Overzicht kenmerken beschouwde varianten hydraulisch ontwerp Nieuwe Zeesluis

Sluis		Basis- 65 m	65 m
Type deuren		gekromde roldeuren	sectordeuren
Kolklengte	m	500	545
Hydraulische lengte *)	m	525	663
Breedte	m	65	65
Bodem t.o.v. NAP	m	-18	-18
Schip			
Lengte	m	366	366
Breedte	m	51	51
Diepgang	m	13,75	13,75
Waterverplaatsing **)	ton	192.500	192.500
Afstand boeg - deur	m	50	100
Nivelleeropeningen: Totale afmetingen per sluishoofd (twee deuren)			
Totale breedte ***)	m	40/30	40
Maximale hoogte	m	3	3
Opp. tpv de schuiven	m ²	120/90	120
afvoercoëfficiënten	-	0,65-0,70	0,65-0,70
Bruto uitstroomopp. aan de kolkzijde (incl. opp. breekbalken)	m ²	200/150	200
hefsnelheid ****)	mm/s	3	3

*) De hydraulische lengte is de lengte die wordt gehanteerd in de Lockfill berekeningen.

**) De waterverplaatsing van de schepen is berekend op basis van lengte, breedte en diepgang met een aangenomen blokcoëfficiënt van 0,75 een gemiddelde waarde.

***) De totale breedte van de hefschuiven is voor het basisontwerp van de sluis gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp.

****) De hefsnelheid van de schuiven is gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp. Ook is voor de kleinere sluisvariant (50 m breed) opnieuw de hefsnelheid gevarieerd om te kijken of acceptabele krachten verkregen konden worden.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Lockfill. Omdat dit programma onvoldoende was gevalideerd voor situaties met dichtheidsverschillen zijn eerst modelproeven voor de Rozenburgse Sluis nagerekend.

Uit de vele berekeningen die in het kader van dit project zijn uitgevoerd volgen de onderstaande resultaten, conclusies en aanbevelingen.

4.2 Rekenmethodiek Lockfill

De verificatie van Lockfill aan de modelproeven voor de Rozenburgse Sluis tonen in het algemeen een redelijke overeenkomst van nivelleerkrachten en -tijden. Er zijn echter nog wel afwijkingen, gerelateerd aan:

- De verticale hoek van het instromende water;
- Een bepaling van het drukverschil over de nivelleeropeningen op basis van een vast aangenomen hoogte van deze leidingen.

Verder stopt de berekening als het debiet gelijk is aan nul, terwijl de krachten door dichtheid en door translatiegolven na dat moment nog grotere waarden kunnen vertonen dan voor dat moment. Lockfill zou (ook) op dit punt aangepast moeten worden.

Hieruit volgt de conclusie dat de resultaten als indicatief gelden; de resultaten zijn voldoende voor de huidige fase van het project, maar geven nog niet het finale antwoord.

4.3 Basisontwerp (65 m breed met gekromde roldeuren)

Uit berekeningen voor waterstanden gerelateerd aan de schutpeilen van 2010 (NAP + 2,95m) en 2110 (NAP + 3,55m) blijkt dat de krachten te groot worden als gestreefd wordt naar nivelleertijden rond de gevraagde 12 minuten. De daarbij gekozen afmetingen van de nivelleeropeningen (totale breedte 40 m, hoogte 3 m, oppervlak aan de kolkzijde 200 m²) zijn dus groot genoeg voor de nivelleertijd, maar te groot voor de krachten. Gedurende het project is besloten deze schutpeilen te beschouwen als extreme condities waarvoor een nivelleertijd van 19 minuten geldt. Door langzamer te schutten zijn de krachten ook te reduceren. De hierbij te volgen procedure is niet verder uitgewerkt.

Van alle componenten in de nivelleerkrachten zijn de dichtheidskrachten dominant. Anderzijds blijkt dat de maximale totale krachten relatief weinig veranderen bij het halveren van het dichtheidsverschil. Dit heeft te maken met het verloop van de verschillende componenten in de tijd.

De krachten blijven voldoende klein als er voldoende afstand tussen het schip en de deur wordt gehouden. Door het mee-schutten van sleepboten wordt aan deze voorwaarde al snel voldaan. Hierbij is het wel noodzakelijk dat het uitstroomoppervlak van de nivelleeropeningen (naar de kolk toe) voldoende groot is (zoals opgegeven) en de stroming goed verdeeld wordt over de hoogte en de breedte van het sluishoofd (o.a. door breekbalken of vergelijkbare constructies). Dit zal met name voor de sectordeuren van de 65 m brede variant extra aandacht vragen. Voor kleinere schepen waarbij geen sleepboten mee gaan in de sluis zijn geen aparte berekeningen gedaan. De minimale afstand zal voor die schepen in een later stadium nader moeten worden bepaald.

4.4 Variatie van parameters en omstandigheden

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een 'gemiddeld' schip, gekenmerkt door een blokcoëfficiënt van 0,75. Deze blokcoëfficiënt is bepalend voor de waterverplaatsing van het schip bij gegeven hoofdafmetingen. De relatieve nivelleerkrachten (uitgedrukt als promillage van de waterverplaatsing van het schip) worden groter als de waterverplaatsing kleiner is en vice versa. Dit leidt er toe dat:

- Voor een containerschip (een blokcoëfficiënt van 0,65 i.p.v. 0,75) ca. 12% grotere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd;
- Voor een bulkcarrier of tanker (een blokcoëfficiënt van 0,85 i.p.v. 0,75) ca. 15% kleinere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd.

In meer dagelijkse condities (een waterstand aan de zeezijde van NAP +1,30m, 0,15m boven een gemiddeld springtij) is het wel mogelijk om te voldoen aan de normen voor zowel de krachten als de nivelleertijden. Onder deze premisse is het nivelleren via de deuren dus mogelijk, en hoeft niet te worden uitgeweken naar een ander (duurder) nivelleersysteem.

Het is mogelijk om de krachten te reduceren door het hefprogramma te optimaliseren, d.w.z. door de hefsnelheid van de schuiven te variëren over de hefafstand, en evt. ook een deel van de schuiven anders te behandelen dan de rest (o.a. eerder/later starten etc.). Dit heeft steeds consequenties voor de nivelleertijd. In plaats van (of in combinatie met) het regelen van de hefsnelheid kan hiertoe ook de vormgeving van de nivelleeropening worden geoptimaliseerd.

4.5 Sluisvariant 65m breedte met sectordeuren

- Ten opzichte van de basisvariant 65 m met gekromde roldeur nemen de krachten toe door een groter kolkoppervlak en daardoor grotere debieten. Bij beperkte vervallen lijkt het haalbaar om te nivelleren via de deuren binnen 0,2‰ en 12 minuten.
- Er is voor de variant van 65 m breed met sector deuren speciale aandacht nodig voor het realiseren van een goede verdeling van het instromende debiet over de breedte en hoogte van de kolk.

4.6 Gevoeligheidsanalyse en aanbevelingen

Het criterium voor de langskrachten, gesteld op 0,2 ‰ van de waterverplaatsing lijkt aan de hoge kant in vergelijking tot het criterium gesteld in Panama van 0,13 ‰. Het verschil kan verband houden met verschillen in de definitie en verschillen volgend uit het type nivelleersysteem.

De krachten op de schepen worden in hoge mate bepaald door de aanwezigheid van een dichtheidsverschil tussen zeezijde en kanaalzijde. Deze krachten werken bovendien lang door, ook na het einde van het nivelleren en na het openen van de deuren.

Deze krachten worden niet anders indien men, i.p.v. voor nivelleren door openingen in de deuren, voor korte omloopriolen zou kiezen. Voor een reductie van de dichtheidskrachten zou men langstriolen moeten gebruiken om het vullen over ten minste twee openingen te verdelen. Om daarbij dwarskrachten te vermijden zouden deze openingen in de twee sluishoofden moeten worden voorzien of op de bodem van de sluis.

Gegeven dat er genivelleerd wordt door de deuren, worden de krachten op het schip bepaald door de snelheid van het nivelleren (het debiet) en de translatiegolven (bepaald door de toename en afname van het debiet). De berekeningen geven aan dat de aangenomen openingen voldoende groot zijn om (voor beperkte vervallen) met enige marge binnen de 12 minuten te nivelleren.

Dat hierbij de krachten redelijkerwijs binnen de criteria blijven is vooral toe te schrijven aan de relatief grote diepte van de sluis t.o.v. de diepgang van het schip.

De marge in de nivelleertijd geeft ruimte voor verdere optimalisatie aan de vorm van de openingen en het hefprogramma, om de krachten te reduceren (bij beperkte toename van de nivelleertijd). Dit kan noodzakelijk zijn om ook voor de containerschepen aan de criteria te voldoen.

Om in te kunnen spelen op de verschillende situaties wat betreft het verval en de richting daarvan (vullen of ledigen), en eventuele andere parameters (dichtheid?, scheepstype in de sluis?) is het wenselijk om het totale oppervlak van de nivelleeropeningen te verdelen over een voldoende aantal kleinere openingen. Hierdoor is het mogelijk het aantal gebruikte openingen te variëren naar behoefte. (Ook geeft dit ruimte om onderhoud te doen aan een deel van de schuiven of delen daarvan.)

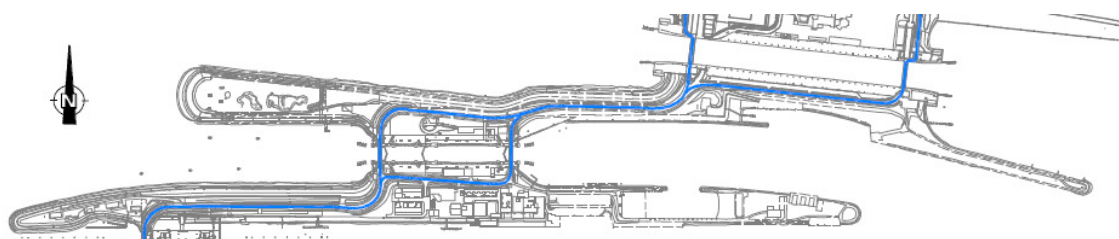
Om het eindverval over de deuren te beperken, en daarmee de krachten op deuren en op de schepen in de sluis tijdens het openen van de deuren, wordt sterk aanbevolen de nivelleeropeningen niet te laag in de deur aan te brengen, maar op ca. de halve hoogte.

Met klem wordt er aandacht gevraagd voor de situatie die optreedt bij het openen van de deuren aan het eind van het nivelleerproces. Er kunnen op dat moment grote krachten optreden, deels ten gevolge van het eindverval, maar vooral door het te verwachten uitwisselingsdebiet. Dit debiet is nu niet gerelateerd aan de schuttschijf, zoals bij nivelleren, maar aan het volume van de hele kolk: een orde groter dan het volume van de schuttschijf. Als gevolg daarvan kunnen de krachten bij het openen van deuren veel groter worden dan nu bepaald voor het nivelleren. Daarbij speelt een rol dat de grote diepte van de sluis kolk gunstig is voor de nivelleerkrachten, maar waarschijnlijk ongunstig voor de krachten als de deuren open gaan.

In deze studie zijn dwarskrachten op de schepen niet onderzocht. Deze zullen voor een goed ontworpen deurvuulstelsel beperkt zijn. Dwarskrachten als gevolg van dichtheidsverschillen kunnen vooral relevant worden bij het openen van de deuren bij een asymmetrische geometrie. Dit kan te maken hebben met een asymmetrische deuropstelling, waaronder roldeuren, of door een asymmetrische positie van schepen in de sluis kolk.

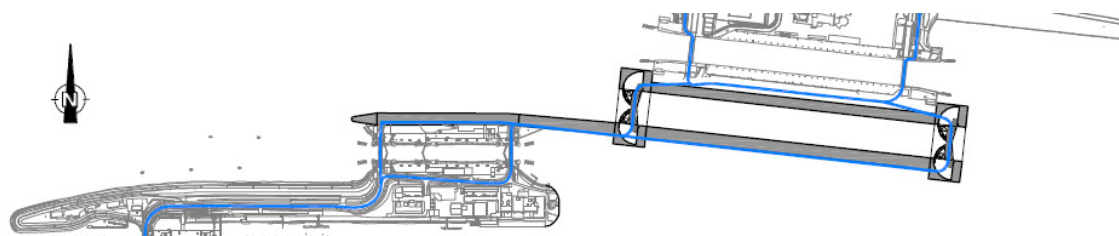
5 WEGONTWERP

De bestaande wegen over het sluisencomplex hebben de functie als lokale wegverbinding voor personenvervoer tussen Velsen en IJmuiden. Figuur 5-1 geeft een schematische weergave van de huidige verkeersverbinding over het sluisencomplex.



Figuur 5-1: Schematische weergave verloop landverbinding in huidige situatie

De Nieuwe Zeesluis zal onderdeel uitmaken van het huidige sluisencomplex te IJmuiden en zal de functie van lokale wegverbinding moeten vervullen. Het uitgangspunt wat hierbij gehanteerd is betreft de mogelijkheid om te allen tijde de Nieuwe Zeesluis te kunnen passeren, een versmalling van het wegprofiel ter plaatse van de sluisdeuren wordt geaccepteerd. Na uitwerking van deze eis zal het verloop van de landverbinding eruit zien zoals schematisch is weergegeven in Figuur 5-2.



Figuur 5-2: Schematische weergave verloop landverbinding in toekomstige situatie

Gezien het feit dat in de toekomstige situatie minder ruimte beschikbaar is dan in de huidige situatie is de wegingeling geoptimaliseerd door toepassing van een tweezijdig bereden fietspad, gescheiden van de weg met een barrier of een groenstrook. Daar waar het fietspad aan water ligt is dat daarvan afgeschermd met een leuning. Tussen de weg en het sluisplateau is een hek geplaatst. De totale breedte van dit wegprofiel bedraagt 10,6m. De landverbinding loop over de sluisdeuren van het binnensluishoofd en buitensluishoofd. Op de sluisdeuren is een versmalling van het wegprofiel toegepast, twee rijbanen met een breedte van 3,1m. Op de deuren is een voertuigerende leuning geplaatst.

Bochtstralen zijn dusdanig gekozen dat een busje met aanhanger de bocht kan maken. Er is voldoende ruimte om het hoogteverschil van ca. 2 m tussen het sluisplateau van de Noordersluis en de Nieuwe Zeesluis met helling van ca. 5% te overbruggen. Als verharding is vooralsnog gekozen voor asfalt. Daar waar sprake is van overgangen met harde onderliggende constructies zijn stootplaten toegepast om zettingsverschillen te overbruggen.

Een principeoplossing voor passage van de deur en deurkas wordt gegeven in het hoofdstuk van het deurontwerp, hoofdstuk 6. Voor visualisatie van de landverbinding over het sluisencomplex wordt verwezen naar de tekeningenset in bijlage 3.

6 ONTWERP DEUREN EN BEWEGINGSWERKEN

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van de puntdeuren en bijhorende bewegingswerken nader toegelicht. Paragraaf 6.2 gaat in op de ontwerppuitgangspunten voor het voorontwerp van de sectordeuren bij een kolkbreedte van 65 meter. Het systeem, de opbouw van de deurgeometrie en de berekeningsuitgangspunten voor het voorontwerp zijn hierin beschreven.

Paragraaf 6.3 tot en met 6.5 omvatten de verdere constructieve uitwerking van de deuren en de bewegingswerken. Dit betreft de berekening van de staalconstructie, waaruit het deurgewicht resulteert en het ontwerp van de bewegingswerken van de deuren en nivelleerschuiven. Vervolgens worden de draaipunten gepresenteerd, zowel met de krachtsinleiding naar de onderbouw als in de puntdeur. Tot slot wordt de stabiliteit van de deur in drijvende situatie getoetst op basis van het berekende ontwerp.

Afgesloten wordt met paragraaf 6.6 waarin de aandachtspunten van het ontwerp voor de volgende ontwerpfasen weergegeven.

De ontwerpen zijn gevisualiseerd in de tekeningen BA3334-102-102-007 en 008 (Bijlage 3)

6.2 Ontwerppuitgangspunten

6.2.1 Inleiding ontwerppuitgangspunten

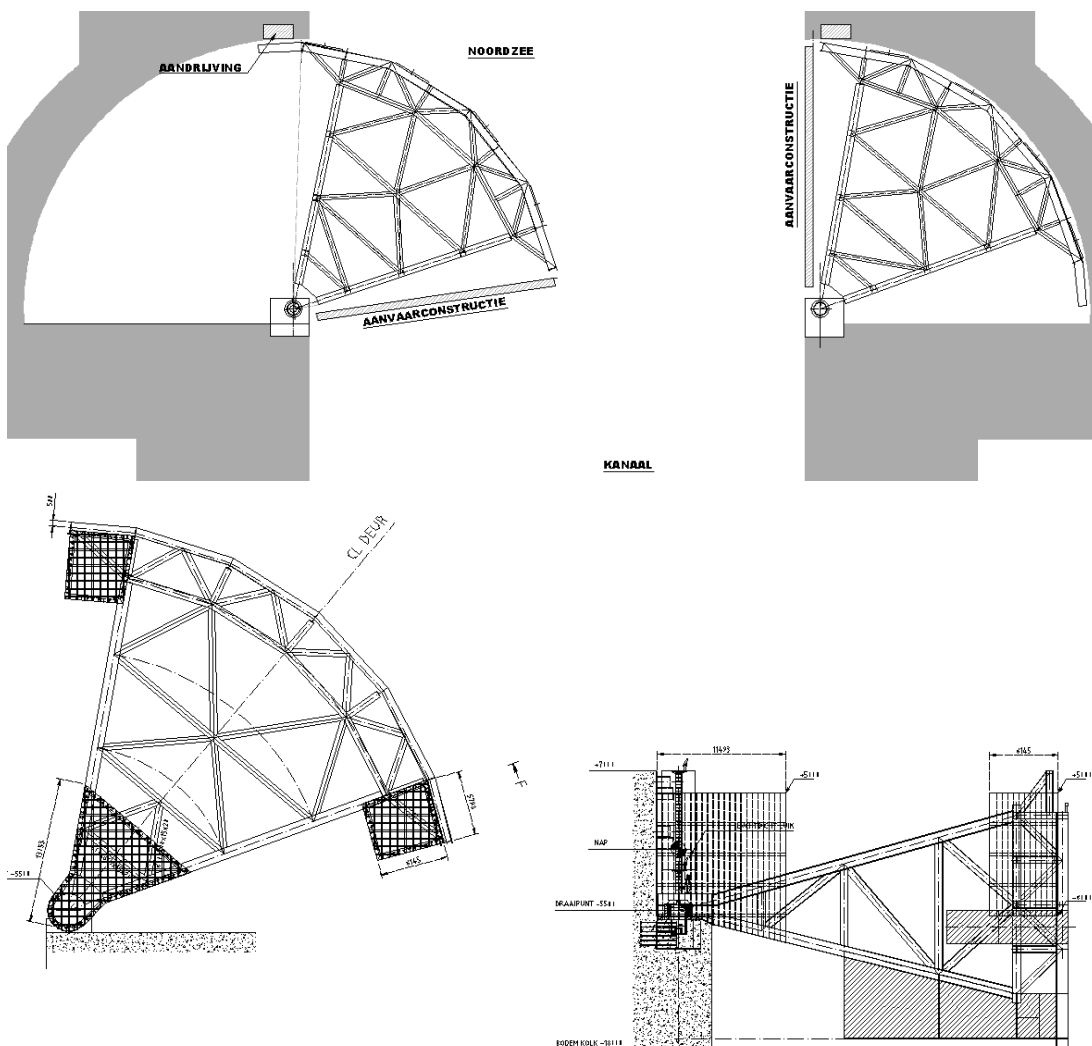
In deze paragraaf worden de ontwerppuitgangspunten voor het voorontwerp vastgesteld. Als eerst worden de ontwerppuitgangspunten voor de sectordeuren behandeld waarna de ontwerppuitgangspunten voor de hoofdconstructie worden behandeld en als laatst worden de ontwerppuitgangspunten voor het bewegingswerk behandeld.

6.2.1.1 *Ontwerppuitgangspunten concept sectordeuren*

De sluishoofden aan de bovenstrooms zijde (NZK) en benedenstrooms zijde (NZ) zijn beide voorzien van één set sectordeuren. Er wordt vanuit gegaan dat alle deuren identiek zijn in verband met uitwisselbaarheid. Dit VO bestaat uit het uitwerken van één sectordeur inpasbaar in elke van de vier locaties. Aan beide zijden van de kerende wand wordt de mogelijkheid voor een uitbouw voorzien als vasthoudconstructie in gesloten stand.

Deze paragraaf bestaat uit een beschrijving van het VO concept. De belangrijkste kenmerken en functionaliteiten worden stuk voor stuk aangehaald. Opgemerkt moet worden dat het concept iets is veranderd ten opzichte van het SO, door de keuze van een ander oplegsysteem.

In Figuur 6-1 zijn ter indicatie een boven- en zijaanzicht weergegeven van het voorontwerp.



Figuur 6-1: Voorontwerp sectordeur

Oplegsysteem

Voor het voorontwerp van de sectordeur is gekozen voor één enkel draaipunt bestaande uit een bolscharnier onder water en twee glijopleggingen onder de kerende wand. Omdat de sectordeur aan de kerende wandzijde is opgelegd op twee glijvlakken, blijft bij een keuze voor één enkel draaipunt het gehele systeem statisch bepaald. Op deze wijze blijven het krachtenspel in de constructie en draaipunt van de sectordeur voorspelbaar en controleerbaar en is de constructie ongevoelig voor mogelijke (verschil)zettingen t.p.v. de twee glijvlakken aan de voorzijde van de sectordeur.

Verticale belasting wordt verdeeld over het bolscharnier en de glijopleggingen. De horizontale belastingen worden volledig overgedragen naar het bolscharnier. Omdat het zwaartepunt van de horizontale belasting niet altijd op het zelfde niveau ligt als het bolscharnier zal er een extra koppel ontstaan die zich vertaalt als verticale reacties op het bolscharnier en de glijopleggingen. Door het eigen gewicht van de deur en

ballastwater in de luchtkamers kan voorkomen worden dat er opwaartse reacties ontstaan. Het bolscharnier wordt geborgd tegen opwaartse belasting ondanks dat het ontwerp wordt uitgelegd op het voorkomen van trekkrachten. De hoogteligging van het draaipunt is gekozen in het belastingscentrum van de grootste horizontale belasting door positief verval met golf. De vervorming van de deur wordt hierdoor geminimaliseerd. Het bolscharnier bevindt zich onder water, doch in een droge omgeving. Hier wordt verder op ingegaan bij de uitwerking van het draaipunt. De verticale oplegpunten onder de kerende wand zijn gedacht als UHMWPE glijblokken over een roestvast stalen vlakke baan opgenomen in de sluishoofdvlouer (drempelconstructie).

Opbouw constructie

De deurconstructie is opgebouwd uit plaatvelden en vakwerkconstructies. Hiermee wordt een buig- en torsiestijve deur verkregen. De plaatvelden van de luchtkamers doen mee in de globale krachtswerking. De waterkering bestaat uit een verstijfde stalen huidplaat aan de benedenstroomse zijde. De oriëntatie van de wandverstijvers is vertikaal. Er is gekozen de hoofdprofilering uit te voeren als samengestelde plaatliggers, danwel walsprofielen (HE, T-profielen). Het toepassen van holle profielen als troggen en buizen wordt zoveel mogelijk vermeden om fluctuaties in onderdompelt volume als gevolg van wisseling in waterstanden rond de constructie te minimaliseren.

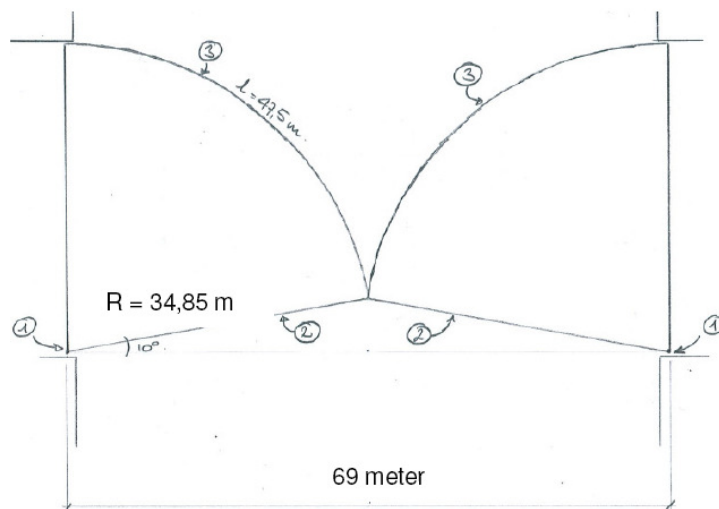
De lay-out van de sectordeur uit het SO is aangepast als gevolg van de keuze voor het oplegsysteem met één draaipunt. Twee horizontale segmentvormige vakwerkconstructies komen samen in het scharnier en worden onderling gekoppeld door verticale verbanden. Het horizontale verband beslaat een hoek van 60 graden van de totale segmenthoek van 80 graden van de deur. Door het naar binnen halen van de buitenwanden van de tanks en het voorzien van een aanvaarconstructie wordt de betrouwbaarheid verhoogd. De luchtkamers zijn in de breedte hierdoor smaller geworden. Dit volume is terug gewonnen door in lengterichting de luchtkamers te vergroten. Ten opzichte van het SO is de lay-out van de luchtkamers veranderd. De afzonderlijke luchtkamers aan draaipuntzijde en kerende wandzijde zijn geïntegreerd tot één groot luchtkamer. Hierdoor wordt voldoende drijfvolume gevonden en kan het middendeel benut worden als corridor tussen de verschillende compartimenten. De luchtkamers zijn laag gehouden om te alle tijden onder water te blijven en om de uitstroom van de nivelleeropeningen boven de luchtkamer mogelijk te maken. In Figuur 6-1 is de beoogde vorm en locatie van de luchtkamers te zien. Het dak van de luchtkamers is geïntegreerd met het vlak van het horizontale vakwerk.

Geometrie

De volgende afmetingen en niveaus worden in basis aangehouden. Zie ter onderbouwing Figuur 6-2.

▪ Straal buitenkant kerende zijde tot hart taats (2)	34,85 meter
▪ Totale hoek segment punt	80 graden
▪ Omsloten hoek horizontale segment punt	60 graden
▪ Lengte kerende zijde (3)	48,7 meter
▪ Hart op hart draaipunten deuren onderling (1)	69.0 meter
▪ Niveau bovenkant sluiswands wand	NAP + 7.0 meter
▪ Niveau bovenkant kerende wand deur	NAP + 7.0 meter
▪ Niveau bovenkant sluiswands vloer	NAP - 18.0 meter
▪ Niveau bolschanier	NAP - 5.5 meter*
▪ Niveau afdichting	NAP - 18.0 meter*
▪ Niveau aandrijving	NAP - 3.0 meter*

* Deze waarden zijn iets afwijkend gekozen ten opzichte van het schetsontwerp. De constructieve uitwerking zal resulteren in definitieve waarden.



Figuur 6-2: Outline sectordeur

6.2.1.2 Luchtkamers en drijflichamen

Luchtkamers

De segmentdeuren worden voorzien van permanente aanwezige luchtkamers. De functie hiervan is tweeledig:

1. Het reduceren van het bedrijfsgewicht en daarmee ontlasting van de belasting op de draai- en oplegpunten.
2. Een drijfbare deur is wenselijk voor installatie, danwel voor het transporteren naar een onderhoudslocatie. Luchtkamers dienen permanent aanwezig te zijn in verband met het minimaliseren van de uitwisseltijd volgend uit de beschikbaarheidsis.

Om de deur na aanvaring ook drijfbaar te kunnen krijgen wordt er voldoende oprijfvolume gefaciliteerd en wordt de luchtkamer gecompartmenteerd om het verlies in drijfvermogen te compenseren en weg te trimmen.

Ballast

Alle luchtkamers kunnen worden geballast met water. Dit betekent dat ook alle tanks moeten voorzien worden van E&I om de ballast te kunnen regelen. Ballast wordt voorzien om:

- In geval van aanvaring het verlies van oprijfkracht te kunnen compenseren
- Aangroei en sediment te kunnen compenseren
- In normale bedrijfstoestand het juiste minimale bedrijfsgewicht in te stellen. De hoeveelheid ballast kan geregeld worden per compartiment om de deur te kunnen trimmen.

Minimale oplegdruk

Uitgangspunt in het VO voor het droge totale gewicht van de deur = 2300 ton. Te allen tijde is druk op de opleggingen gewenst. Richtwaarde voor de minimale oplegdruk van alle mogelijke combinaties op enkel bolscharnier is gesteld op ca. 100 kN. Hetzelfde geldt voor de glijopleggingen onder de kerende wand samen. Geverifieerd zal worden of het ontwerp leidt tot voldoende minimale oplegdruk op de opleggingen onder normale bedrijfscondities.

Grootte en ligging

Globale positie van de luchtkamers is aangegeven in Figuur 6-1. De verticale ligging van de tanks is laag in de deur vanwege de nivelleeropeningen die bovenlangs benodigd zijn. De grootte van de tanks wordt zodanig gekozen dat de deur 2,0 meter vrij boven de vloer kan drijven bij een minimum waterstand NAP - 2,2 meter. De tanks worden gecompartmenteerd om verlies van drijfkracht door lekragen na aanvaring te minimaliseren. Uitgangspunt in het VO is dat de deur bij het aangegeven minimum peil op kan drijven ondanks het verlies in drijfvermogen van twee luchtkamers door aanvaring (ca. 20-25% van totale opdrijvend vermogen van de luchtkamers). De opdrijfhoogte is nodig om het draaipunt te kunnen lichten voor aanvang van het transport en voor voldoende vrijloop met de bodem tijdens transport. Hoger opdrijven is niet mogelijk vanwege de beperking opgelegd door de weg die over de deurkas loopt. De compartimentering is afgestemd om het verlies te minimaliseren. Daarbij is zoveel mogelijk rekening gehouden met het faciliteren van toegangsgangen, vluchtwegen etc. Er zijn in totaal twee toegangsschachten.

Fluctuatie oplegdruk

Wisselen van de waterspiegel, zorgt voor wisseling van de oplegdruk. Om grote fluctuatie op de draaipunten te voorkomen dienen de kisten tijdens bedrijf bij alle waterstanden volledig onder water te blijven. De invloed van ondergedompelde volumes van de hoofdconstructie en toegangsschachten wordt in de VO zo goed mogelijk meegenomen.

Drijflichamen

De sectordeuren worden voorzien van permanente aanwezige drijflichamen. Voor het verkrijgen van drijfstabiliteit tijdens opdrijven en transport, zijn waterdoorsnijdende drijflichamen nodig. Er worden drie drijflichamen opgenomen in de constructie in de uiterste hoeken van het segment. De ligging van de lichamen is hoog in de deur. De hoogte van de compartimenten zelf zijn zodanig dat ze bij elke waterstand, waarbij de deur opgedreven dient te worden, waterdoorsnijdend zijn. In normale bedrijfs situatie zouden deze lichamen, indien afgesloten, zorgen voor fluctuatie in oplegdruk. Daartoe worden er in de lichamen afsluitbare gaten voorzien. In de bedrijfs situatie communiceert het water in de tanks gewoon met het water daar buiten. De deur kan opgedreven worden door voor aanvang van dit proces de gaten af te sluiten en de tanks leeg te pompen. Het verkregen opdrijvend vermogen van deze drijftanks, samen met de lager gelegen luchtkamers, zorgt voor het opdrijvend vermogen van de deur tot een stabiel drijvende deur. Net als de luchtkamers dienen de drijflichamen permanent aanwezig te zijn in verband met het minimaliseren van de uitwisseltijd volgend uit de beschikbaarheids eis.

6.2.1.3 Nivelleeropeningen

De gegevens van de benodigde nivelleeropeningen zijn gebaseerd op het document 'Memo Lockfill berek IJmuiden 28 november 2011' opgesteld door Deltares en navolgend onderzoek. Uitgangspunten hieruit voortvloeiend voor de inpassing in de sectordeur zijn:

- Het netto oppervlak van de instroomopeningen bedraagt 120 m² voor de gehele kering, dus 60 m² per sectordeur.
- Het bruto oppervlak van de uitstroomopeningen bedraagt 200 m² voor de gehele kering, dus 100 m² per sectordeur.
- Maximale hoogte openingen bedraagt: 3 meter.
- Er is in de berekening van de nivelleeropeningen rekening gehouden met de toepassing van breekbalken.
- De stroomrichting door de deur is evenwijdig aan de sluisas.
- De ligging in hoogte van de openingen is aanbevolen halverwege de kerende hoogte van de deur. Daartoe zijn de openingen gepositioneerd gedacht boven de luchtkamers.

6.2.1.4 Afdichting

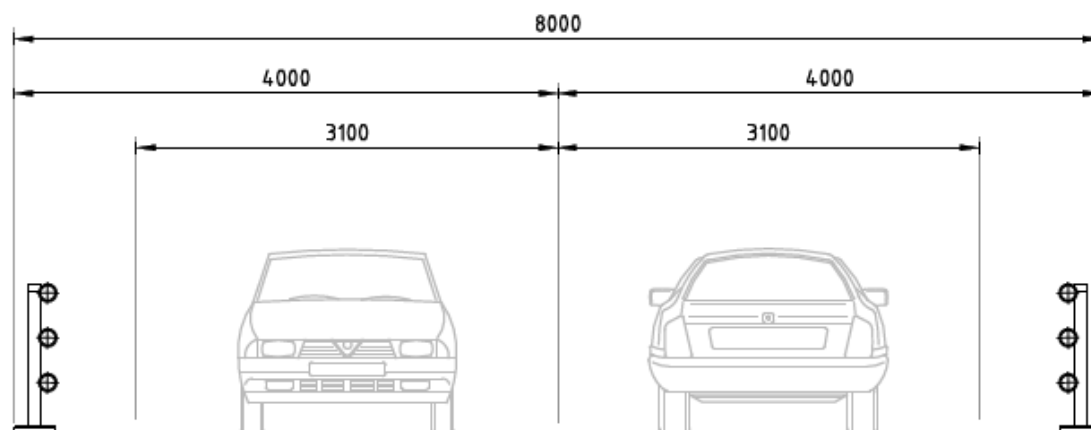
De keuze van het type afdichting hangt af van de gestelde lekeis. In deze fase van het project is deze nog niet gegeven. Beoogt principe van afdichting is gebruikmaken van standaard rubberafdichtingen. Aandachtspunt is de mogelijkheid van het keren van zowel een positief als negatief verval. De afdichting wordt dynamisch belast. Het is reëel een levensduur te stellen die korter is dan de 100 jaar, die geldt voor de hoofdconstructie van de sectordeuren. De reële levensduur voor afdichtingen op een sluis is 20 jaar. De belastingen op de deur zijn uitgelegd op versterking van de deur na 50 jaar. De deur zal op dat moment een complete revisie krijgen, waaronder mogelijkheid tot vervanging van de afdichting. Met de levensduur van de afdichting van 20 jaar wordt er rekening gehouden dat tussentijds 2 keer de afdichting vervangen kan worden.

6.2.1.5 Verkeersweg

De verkeersweg over de sectordeur bestaat uit twee rijstroken met een breedte van 3,1 meter per rijstrook, zie Figuur 6-3. Voor de verkeersweg geldt een aslast beperking van 3 ton. Voor de gelijkmatig verdeelde belasting wordt 5 kN/m^2 aangehouden. Aan weerszijden van de wegverbinding worden er voertuigkerende leuning toegepast.

De verkeersweg wordt een zelfdragende brugconstructie, die uiteindelijk zijn krachten overdraagt aan de sectordeur of deurkaswanden. De brugconstructie op de sectordeur zal in gesloten stand een verbinding vormen over de vaarweg. In geopende stand zal de brugconstructie volledig vrij uit de doorvaart gedraaid zijn.

Het ontwerp van de verkeersweg beperkt zich in de VO tot het aangeven van het principe en een indicatieve gewichtsbepaling.



Figuur 6-3: Principe wegingdeling

6.2.1.6 Bewegingswerk

De sectordeur wordt geopend en gesloten met een bewegingswerk bestaande uit een pennenbaan/tandbaan voorop de kerende wand van de deur en een bonkelaar aan de kadezijde.

6.2.2 Berekeningsuitgangspunten hoofdconstructie

6.2.2.1 Belastingcondities

Er worden drie hoofd belastingcondities onderkend:

1. Deur in gesloten situatie;

Maatgevend voor de profilering van de sectordeuren en uiterste grenswaarden voor het ontwerp van het draaipunt. Beschouwd wordt belastingcombinaties voor sterkte en vermoeiing.

2. Deur tijdens bewegen;

Maatgevend voor het ontwerp van het bewegingswerk van de sector deuren. Met het resulterende bewegingswerk kan gecheckt worden wat de belasting op de deur tijdens bewegen wordt.

3. Deur in onderhoud;

Deze conditie wordt wel aangehaald, maar niet uitgewerkt. Voorstel is de deur op drie steunpunten te ondersteunen. Eén ter plaatse van het draaipunt en twee op de hoeken aan de kerende zijde. De constructie is dan stabiel en is ongevoelig voor onderling hoogteverschil tussen de ondersteuning.

In navolgende paragrafen worden de beschouwde combinaties van belastinggevallen beschreven.

6.2.2.2 Belastingen voor sterkte

Op basis van TAW Leidraad Kunstwerken worden de volgende belastingcombinaties beschouwd voor de sluisdeuren. De naamgeving van de belastingen en belastingcombinaties zijn conform het boek 'Ontwerpen van Schutsluizen'. Na de tabel worden de belastinggevallen afzonderlijk toegelicht. Tabel 6-3 geeft de belastingen weer tijdens het bewegen.

Tabel 6-1: Belastingcombinaties (voor UGT)

Belastingcombinaties (voor UGT)		bcs1a	bcs1c	bcs1e	bcs1g	bcs1i	bcs3a	bcs4a	
Permanent	F0	Eigen gewicht	1.32	1.32	1.32	1.00	1.00	1.00	1.76
	F1.zoet	Opdrijvende kracht	1.32	1.32	1.32	1.00	1.00	1.00	
	F2	Aanhangend gewicht	1.32	1.32	1.32	1.00	1.00	1.00	
Veranderlijk	F10 ₁₀₀₀₀	Max. pos. verval	1.10						
	F11 ₁₀₀₀₀	Max. neg. verval		1.10					
	F12	Vervalbelast. bij max. schutpeil			1.10	1.00	1.00	1.00	
	F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (pos.)	1.10						
	F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (neg.)		1.10					
	F13 ₁₀	Golf belasting			1.10				
	F16	Verkeersbelasting			1.69				
Bijzonder	F40	Obstakel					1.00		
	F53 _{1000.zoet}	IJsdruk (250 kN/m) (+4.17m NAP)				1.00			
	F53 _{1000.zoet}	IJsdruk (400 kN/m) (+0.67m NAP)							
	F55 _{1000.zoet}	Lekraken drijfkist				1.00			

Toelichting bij tabel:

Combinaties en belastingfactoren gerelateerd aan levensduur 100 jaar

Belastingcombinaties bcs1a, bcs1e, bcs1g, bcs1i en bcs3a hebben betrekking op de sluisdeur tijdens gebruik. Belastingcombinatie bcs4a heeft betrekking op de sluisdeur tijdens onderhoud. De sluisdeur staat in een droogdok voor onderhoud.

De belastingfactoren komen voort uit het boek 'Ontwerpen van Schutsluizen'. Conform het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies worden de waarde vermenigvuldigd met 1.1 om het verschil in betrouwbaarheidsniveau tussen Eurocode en NEN (basis van 'Ontwerpen van Schutsluizen') te verdisconteren. Voor de permanente belastingen in bcs4a betekent dit een factor $1.1 * 1.6 = 1.76$. De factor 1.6, is de belastingfactor voor het eigen gewicht van 1.35 inclusief een stootfactor. Er is een verschil in interpretatie van de basis belastingfactor op permanente belasting in bcs4a tussen Eurocode 1991 en 'Ontwerpen van Schutsluizen', namelijk 1.35 versus 1.2. Aangezien het hier om een schutsluis gaat en niet een algemene staalconstructie, wordt de factor 1.2 aangehouden. Dit resulteert in een factor 1.32 op de permanente belasting. Onderbouwing van de gehanteerde hydraulische belastingfactoren is opgenomen in het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies en zijn gerelateerd aan een levensduur van 100 jaar. Uitgangspunt hierin is dat de constructie na 50 jaar versterkt kan worden.

In de uitwerking van de belastingen worden de volgende dichtheden en zwaartekracht versnelling aangehouden.

- Dichtheid zout water $10,22 \text{ kN/m}^3$
- Dichtheid zoet water $10,00 \text{ kN/m}^3$
- $G = 10 \text{ m/s}^2$, tenzij anders vermeld.

F0: Eigen gewicht van de constructie

Het totale gewicht van het VO is ca. 2300 ton. Dit is het totale droge gewicht van de deur incl. een toeslag van 10% voor verbindingen, de wegconstructie, nivelleerschuiven, anodes, voorzieningen bewegingswerken schuiven, voorzieningen voor toegang en ballasten drijflichamen, afwerking wegverbinding (slijtlaag, kering), draaipunt etc.

F1: Oprijvende kracht

Dit is het totaal van opwaartse drijfkracht van de luchtkamers, toegangsschachten en ondergedompeld (staal)volume en het neerwaartse permanente ballastwater. Dit belastinggeval zorgt in combinatie met het eigen gewicht van de deur voor de gewenste minimale oplegdruk. Doordat deze belastingen samenwerken is de belastingfactor voor F0 en F1 voor alle combinaties gelijk.

F2: Aanhangend gewicht op de constructie

Extra massa van 120 ton ten gevolge van aangroei, slib, aanhangend water, ijs e.d. Voor de variant is 200 ton in rekening gebracht. Het verschil van 80 ton zit in het verschil in toeslagen in F0.

F10₁₀₀₀₀: Extreem hydraulische belasting

Veroorzaakt door de waterbelasting bij hoog water zoals vastgesteld in het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies: Noordzee: NAP + 7,63 m
Noordzeekanaal: NAP – 0,88 m

De situatie 'laag water' is niet maatgevend en daartoe niet verder beschouwd voor de uitwerking van het VO van de hoofdconstructie en draaipunten.

F12: Hydraulische belasting bij maximaal schutpeil

Maximaal schutpeil aan de zeezijde is NAP +3,92 m, conform het rapport Update hydraulische ontwerprandvoorwaarden. Daarboven worden voor seiches 0,25 m opgeteld, waardoor de waterstand gelijk is aan NAP +4,17 m. In deze beschouwing is het peil in het Noordzeekanaal: NAP -0,88 m.

F13₁₀₀₀₀: Extremes golfbelasting

Golven conform het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies: in geval van golven uit zee worden de berekeningsresultaten van Goda gebruikt. Voor negatief verval wordt de waterstandverlaging aan de zeezijde met 0,5 m verlaagd (NAP -3,50 m). Golven vanuit het Noordzeekanaal worden niet beschouwd. Uitgangspunten voor de berekening van een extreme golf aan de hand van methode Goda.

- $H_s = 2,24$ m
- $T_s = 5,0$ s

F13₁₀: Golfbelasting:

Idem als beschreven onder F13₁₀₀₀₀. Met het verschil dat voor golven vanuit zee een andere hoogte en periode geldt.

- $H_s = 0,90$ m
- $T_s = 2,60$ s

F16: Verkeersbelasting

Er zijn twee rijbanen. Beide rijbanen kunnen tegelijkertijd worden belast. Er wordt rekening gehouden met laststelsel configuratie LM1 conform NEN6706 LM1 (art. 7.2.2.2), met afwijkende aslasten. Twee assen van elk 3,0 ton. Verdeelde belasting per rijbaan en voetpad is 5,0 kN/m². Conservatief wordt verondersteld dat de volle 8,0 meter breedte kan worden belast.

F40: Obstakel

Een obstakel ter plaatse van de bodem van de sluis (voor de drempel) die de deur verhindert te sluiten, terwijl het bewegingswerk de deur wil dichtdraaien. De opgelegde kracht op de constructie volgt uit de maximaal over te dragen belasting uit het bewegingswerk. De belasting wordt overgedragen als koppel tussen de oplegpunten onder de kerende wand. Afhankelijk van de openingshoek van de deur wordt een klein deel opgenomen als koppel tussen bolscharnier en opleggingen onder de kerende wand. Dit wordt in het VO verwaarloosd.

F53₁₀₀₀₀: Ijsbelasting

Conform het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies.

- Horizontale werkende lijnlast van 250 kN/m' op de meest ongunstige locatie i.g.v. zout water;
- Horizontale werkende lijnlast van 400 kN/m' op de meest ongunstige locatie i.g.v. zoet water;
- Een horizontale puntlast van 1,5 MN op details die hierop direct belast kunnen worden.

Ijsbelasting wordt beschouwd voor normaal hoog water en normaal laag water.

Belasting door ijs tijdens bewegen wordt overruled door het belastinggeval obstakel. Beide zijn gelimiteerd door de capaciteit van het bewegingswerk, echter is er een verschil in koppel.

F55₁₀₀₀₀: Lek raken luchtkamer

Verlies van het drijfvermogen van twee luchtkamers door aanvaring. Ca. 20-25% van het totale luchtkamervolume. Berekening van luchtkamers in bijlage 7.4 geeft de uiteindelijke verliezen van het drijfvermogen.

6.2.2.3 Belastingen voor vermoeiing

De gehanteerde methode bestaat uit een schadeberekening. Gerekend wordt met vermoeiing als gevolg van waterstandfluctuaties. Verkeer geeft binnen dit project geen vermoeiingsbelasting. De vermoeiingsanalyse wordt uitgevoerd aan de hand van de gemiddelde waterstanden op zee en de gemiddelde waterstand (streefpeil) van het Noordzeekanaal. Conform het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies, paragraaf 3.6, worden de volgende waterstanden aangehouden:

- Gemiddeld hoogwaterstand zee: NAP +0,97 m (*)
- Gemiddelde waterstand kanaal: NAP -0,40 m (streefpeil)

(*) De gemiddelde hoogwaterstand moet gecorrigeerd worden voor de te verwachten zeespiegelstijging. Conform het rapport uitgangspunten Civiele Constructies wordt een zeespiegelrijzing van 0,85 m aangehouden. Hiermee komt de gemiddelde hoogwaterstaand op NAP + 1,82 m. Het waterstandverschil is hiermee 2.22 meter.

Ter vereenvoudiging van het verloop van getijde golven wordt aangenomen dat het, over een tijdsduur van 24 uur de helft van de tijd (12 uur) gemiddeld hoogwater is. Dit is een conservatieve benadering van de werkelijkheid. Voor het aantal wisselingen wordt gerekend met 1 wisseling per uur (2 keer schutten per uur). Er wordt dus gerekend met 12 wisselingen per dag. Over de gehele levensduur (100 jaar) komt dit neer op $n = 12 \times (3 \times 365 + 366) \times 100 / 4 = 438\,300$ wisselingen.

Vermoeiingsdetails worden conform EC 1993-1-9 geassocieerd naar hun toelaatbare spanningsniveau bij 2.000.000 wisselingen. Doordat er één spanningswissel wordt beschouwd, kan berekend worden wat de toelaatbare spanning opgelegd door de vermoeiingsbelasting mag zijn bij 438.000 wisselingen middels een correctiefactor. In navolgende tabel is aangegeven wat per detailklasse de toelaatbare spanning is, met in achtname van de correctiefactor en model factor.

Correctiefactor op normaalspanning en schuifspanning:

$$\text{correction factor on } \Delta\sigma_c : \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.66$$

$$\text{correction factor on } \Delta\tau_c : \sqrt[5]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.36$$

Conform EN 1993-1-9 wordt gerekend met een modelfactor: γ_{Mf} van 1.35.
De belasting factor = 1.0

Tabel 6-2: Toelaatbare spanningswissels voor vermoeiing

Classificatie EC	Gecorrigeerde toelaatbare spanningswissel	
	Inclusief $\gamma_{Mf} = 1.35$	
$\Delta\sigma_c$ or $\Delta\tau_c$	$\Delta\sigma_{c;cor}$	$\Delta\tau_{c;cor}$
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
36	44	36
40	49	40
45	55	45
50	61	50
56	69	56
63	77	63
71	87	72
80	98	81
90	111	91
100	123	101
112	138	113
125	154	126
140	172	141
160	197	161

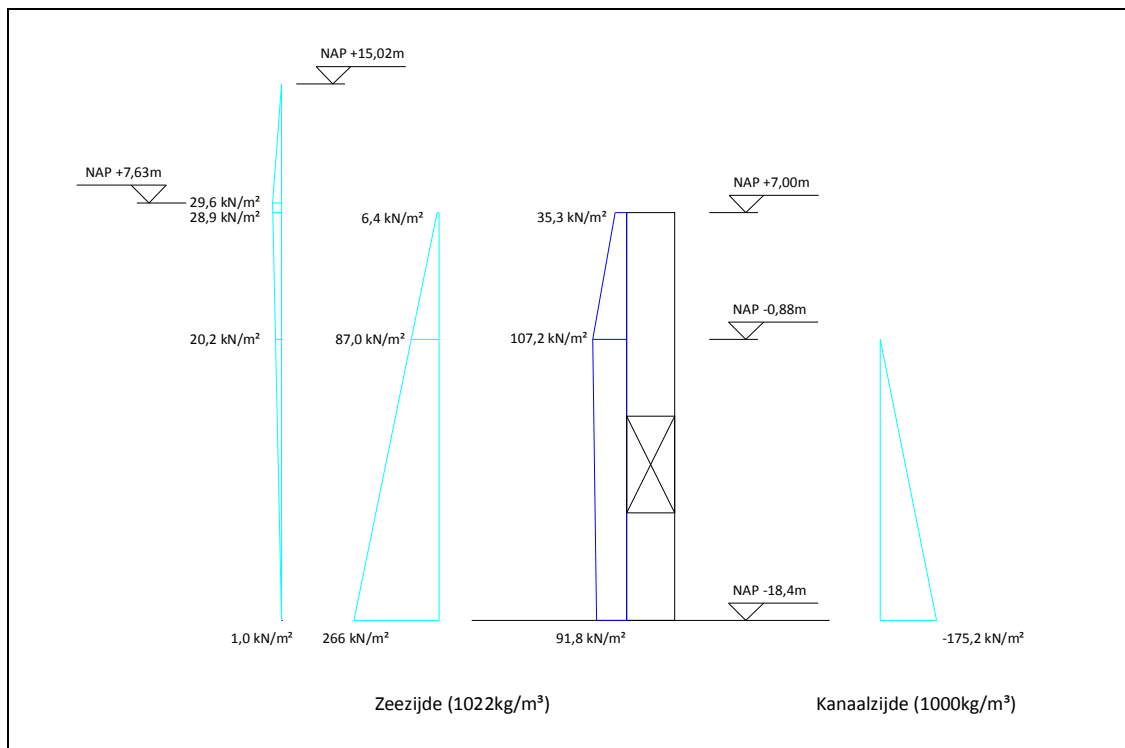
Noot:

Volgens EN 1993-1-9 dient voor bepaalde details met plaatdikten (t) hoger dan 25 mm, bovengenoemde waarden in de tabel te worden vermenigvuldigd met een reductiefactor van $k_s = (25/t)0.2$. Voor elk beschouwd detail wordt nagegaan of de reductie van toepassing is.

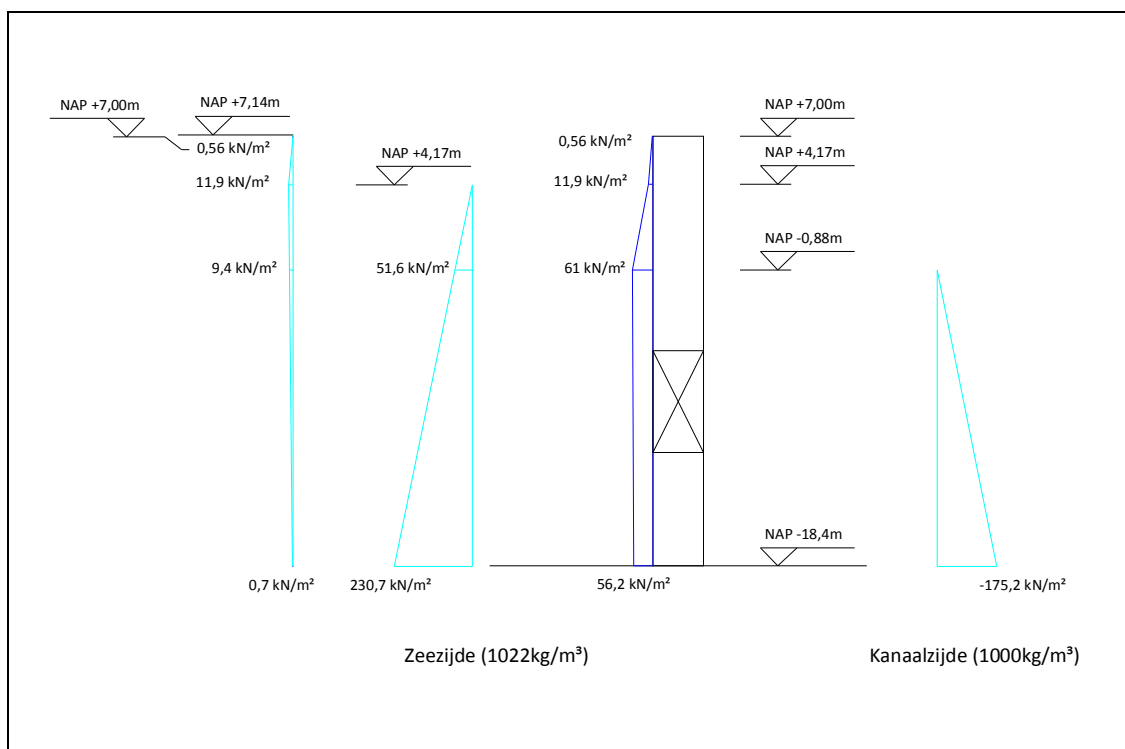
6.2.2.4 **Belastingschema's**

De belastingschema's van de waterbelastingen (F10₁₀₀₀₀, F12, F13₁₀₀₀₀, F13₁₀ en vermoeiing) worden hieronder geschematiseerd. Overige belastinggevallen zijn afhankelijk van de constructie geometrie. De golfbelastingen zijn bepaald aan de hand van methode Goda. De berekening is opgenomen als bijlage 7.2 in dit rapport.

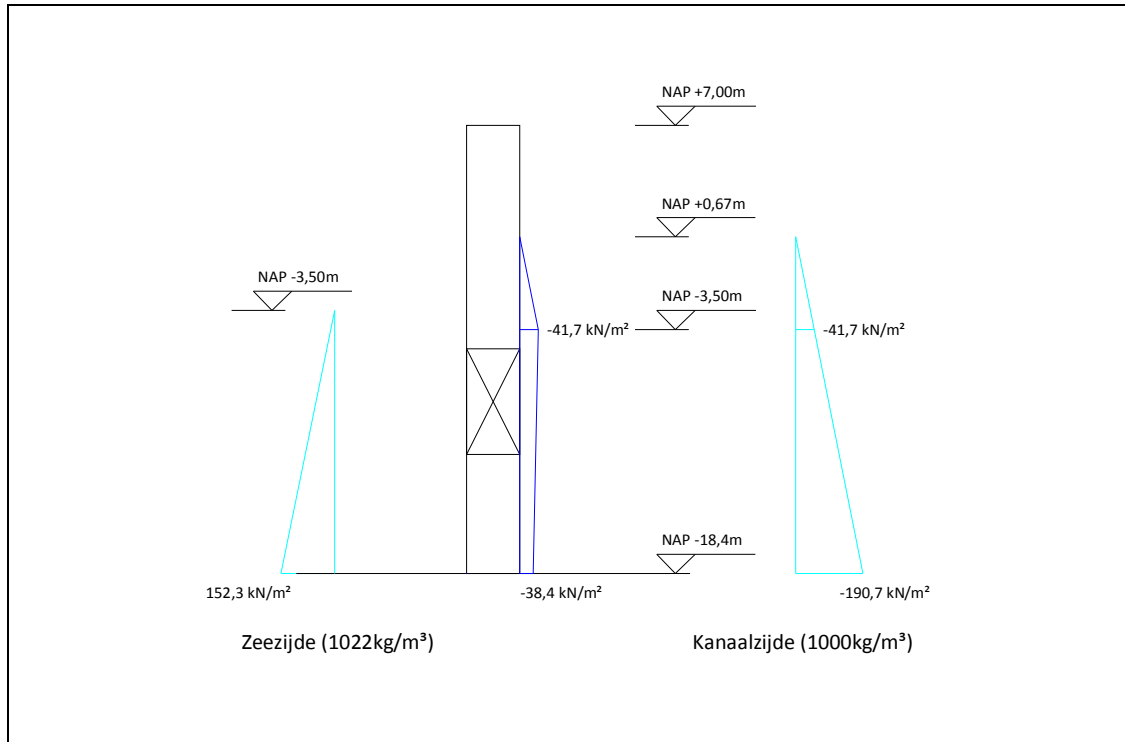
Onderstaande schema's hebben alleen globale effecten. Locale effecten worden waar nodig bepaald.



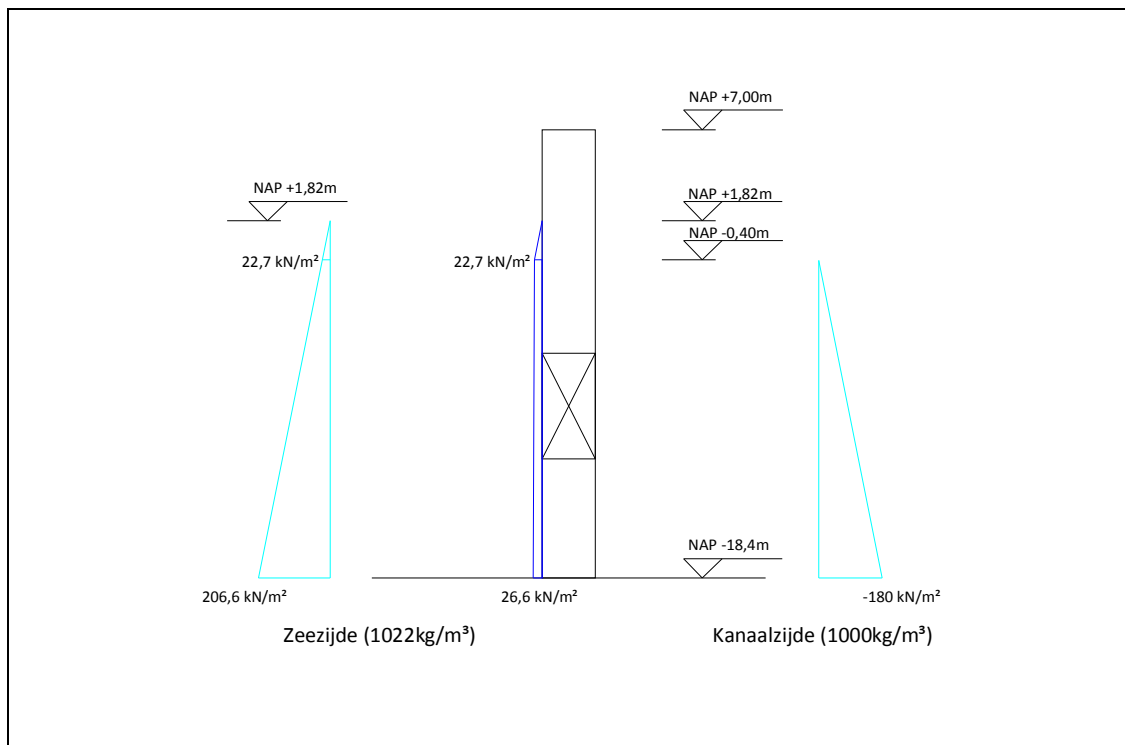
Figuur 6-4: Representatieve waarde van belasting bij F10₁₀₀₀₀+F13₁₀₀₀ (Pos. Hoog water Keren)



Figuur 6-5: Representatieve waarde van belasting op deur bij F12+F13₁₀ (Maximaal schutpeil)



Figuur 6-6: Representatieve waarde van belasting bij F11₁₀₀₀₀ "+" F13₁₀₀₀ (Neg. Hoog water keren)



Figuur 6-7: Representatieve waarde van belasting op de deur bij 'Vermoeing uit water'

6.2.2.5 Materialen

Omdat stabiliteit en vermoeiing bepalend zijn voor de profilering van de sluisdeur wordt geen hoog sterkte staal toegepast. Uitgegaan wordt van staalsoort S355. Er wordt geen rekening gehouden met materiaalaafname.

Materiaalfactoren aangehouden volgens EC1993-1-1 plus Nationale Bijlage:

- $\gamma_m = 1,0$ voor sterkte en stabiliteit.
- $\gamma_m = 1,25$ voor verbindingen

6.2.2.6 Overige aspecten

Temperatuur

Door temperatuurwisselingen zal de constructie uniform uitzetten dan wel krimpen. Voorlopig wordt een temperatuur gradiënt aangehouden conform het rapport Uitgangspunten Civiele Constructies.

- Ontwerptemperatuur = +10 graden Celsius
- Minimale temperatuur = -25 graden Celsius
- Maximale temperatuur = +30 graden Celsius

Het oplegsysteem is statisch bepaald. Voor het ontwerp van de afdichting tussen de deuren onderling en de dorpel in de vloer wordt rekening gehouden met:

- Maximale verlenging = $12 \cdot 10^{-6} \cdot 34000 \cdot 20$ = 9 mm
- Maximale verkorting = $12 \cdot 10^{-6} \cdot 34000 \cdot 35$ = 15 mm

Noot: De sectordeur staat in het water. De werkelijke temperatuur gradiënt zal daarom lager zijn. Indien voorgenoemde gradiënt niet past in het afdichtingsontwerp kan dit nader bekeken worden.

6.2.3 Berekeninguitgangspunten bewegingswerk

Belastingcombinaties worden bepaald op basis van het document 'Belastingen op bewegingswerken sectordeuren', uitgegeven door RWS met toevoeging van het belastinggeval deining.

Onder deze alinea worden de belastingcombinaties genoemd aanvullend op de belastingcombinaties genoemd voor de controle op sterkte en vermoeiing van de deur. Belastingfactoren voor sterkte en vermoeiing voor het bewegingswerk wijkt af ten opzichte van de controle van de hoofdconstructie.

6.2.3.1 *Bewegingswerk deuren*

Aanvullende belastingen die tijdens bewegen beschouwd zijn worden hieronder benoemd.

Omschrijving

- Massatraagheid
- Wrijving van de steunpunten door horizontale belastingen. Hieronder vallen:
 - Zouthedverschil
 - Restverval van 0,10m
 - Translatiegolf
 - Seiche
 - Deining
- Stromingsweerstand door waterhoogteverschil. Hieronder vallen:
 - Zouthedverschil
 - Restverval van 0,10m
 - Translatiegolf
 - Seiche
 - Deining
- Stromingsweerstand van de deur
- Wrijving van de steunpunten door verticale belasting

6.2.3.2 *Bewegingswerk nivelleerschuiven*

Aanvullende belastingen die tijdens bewegen beschouwd zijn worden hieronder benoemd.

- Schuifweerstand tegen geleiding bij verval
- Massa schuif
- Weerstand door zuigeffect
- Opspankracht door negatief verval

6.3 Uitwerking hoofdconstructie

6.3.1 Bevindingen reactiekrachten

Bijlage 7.1 geeft een overzicht van de reacties per belasting en combinatie volgend uit het oplegsysteem. Deze paragraaf geeft een samenvatting van de belangrijkste bevindingen.

- De horizontale belastingen op de draaipunten zijn groot.
 - Extreem positieve rekenwaarde belasting op het bolscharnier ca. 120 MN (druk door positief verval en golf vanuit zee).
 - Extreem negatieve rekenwaarde belasting op het bolscharnier ca. 33 MN (trek door negatief verval en niveaudaling door golfdal).
- De minimale verticale belasting op het draaipunt is 83 kN. Dit is in het geval van een positief verval met een voorkomen van 1/10000 jaar. Onder normale bedrijf condities is de minimale oplegdruk ca. 3500 kN en nominaal 4850 kN (ca. 20% van het gewicht van de deur). De minimale belasting op de opleggingen onder de kerende wand is 72 kN. Dit is in het geval van een negatief verval. Onder normale bedrijf condities is de minimale oplegdruk ca. 3300 kN. Geconcludeerd kan worden dat de opleggingen te allen tijde onder druk blijven, met acceptabele minimale drukken.
- Het verkeer is geen maatgevende belasting voor de hoofdconstructie en draaipunt. Deze belasting dient enkel beschouwd te worden in het ontwerp van het wegdek.
- Ijsbelasting is geen maatgevende belasting voor het globale ontwerp van de hoofdconstructie en draaipunten. Echter zal dit dominant zijn voor de bepaling van de locale elementen als huidplaat en verstijvers in de bovenste regionen van de constructie. Dit is op het niveau waar de waterspiegel zich kan bevinden. Dit is in het VO buiten beschouwing gelaten.

6.3.2 Hoofdprofilering staalconstructie

6.3.2.1 Algemeen

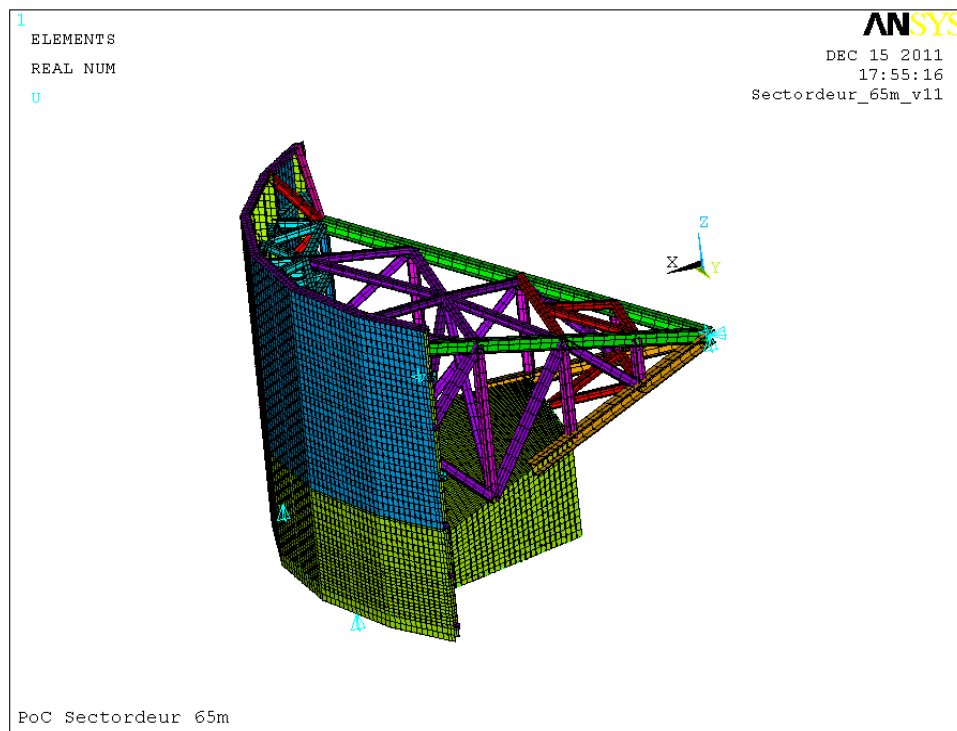
Voor de ontwerpberoeeningen is gebruik gemaakt van een FEM- model in het programma ANSYS. De resultaten (globale krachten en spanningen) die uit dit model volgen zijn gebruikt als input gebruikt voor de sterkte-, stabiliteit- en vermoeiingsanalyses van de verschillende constructieve onderdelen van de sectordeur. In deze analyses is gewerkt met de verschillende eurocode- delen (EC1990, EC1991 & EC1993).

Onder constructieve onderdelen wordt verstaan:

1. De vakwerkstaven van de globale constructie;
2. De platen en verstijvers van de kerende wand;
3. De platen en verstijvers van de drijfkist;

Voor de modelomschrijving en de berekeningen van de verschillende constructieonderdelen wordt verwezen naar bijlage 7.4. In de hiernavolgende paragrafen wordt een beschrijving gegeven van de gemaakte analyses en het rekenmodel.

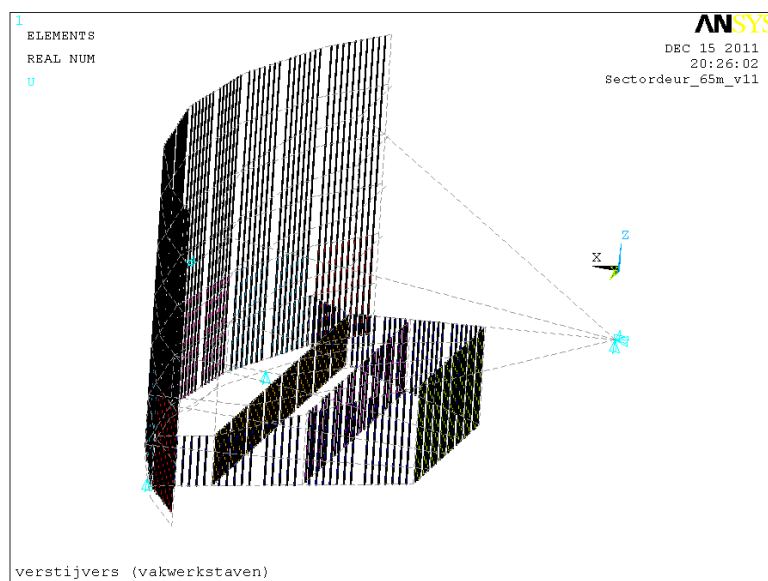
De constructie zoals weergegeven op de tekening komt niet geheel overeen met het FEM-model. De constructie is aangepast om ruimte te creëren voor de nivelleeropeningen. Enkele profielen rondom de openingen zullen verzaard moeten worden. Het effect op het totale gewicht is verwaarloosbaar.



Figuur 6-8: Ansys model 'PoC Sectordeur 65 m'

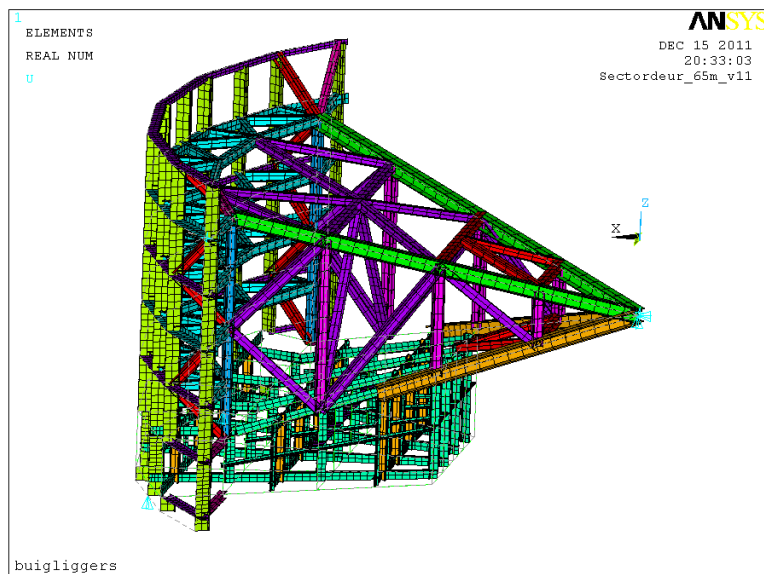
6.3.2.2 Omschrijving ANSYS model

Het ANSYS model bestaat uit vakwerkstaven, liggers en Shell-elementen (zie onderstaande figuren voor de locatie van de verschillende type elementen).

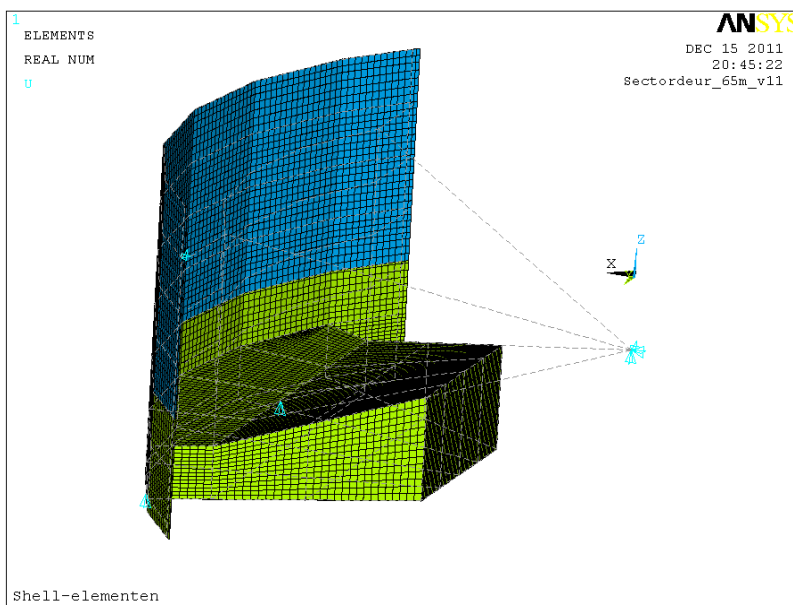


Figuur 6-9: Overzicht plaatverstijvers

In de Figuur 6-9 zijn de verstijvers weergegeven. Deze staven zijn als vakwerkstaven (Link8-ementen) gemodelleerd. Dit betekent dat deze staven enkel normaalkrachten op kunnen nemen. Reden hiervoor is om de modelgrootte te reduceren, dat de rekentijd aanzienlijk beperkt. De consequentie is dat de belastingen in het model niet direct op de platen kunnen aangrijpen, maar enkel op de buigliggers. Lokale plaatspanningen t.b.v. sterkte-, stabiliteits- en vermoeiingstoetsen zijn m.b.v. spreadsheets bepaald.



Figuur 6-10: Overzicht balkelementen



Figuur 6-11: Overzicht plaelementen

Voor de verdere omschrijving van - en resultaten volgend uit het ANSYS-model wordt verwezen naar Bijlage 7.4.

6.3.2.3 Vakwerkstaven van de globale staafconstructie

De vakwerkconstructie is ontworpen op sterkte en stabiliteit. Een vermoeiingsanalyse is achterwege gelaten vanwege onderstaande redenering:

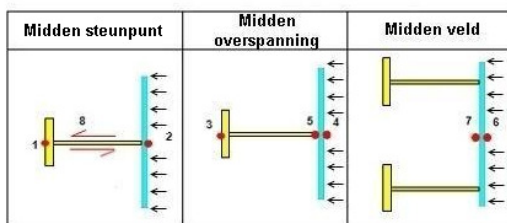
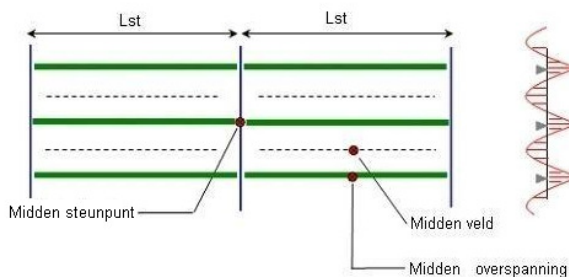
Tussen de optredende reacties van de maatgevende combinaties voor sterkte en vermoeiing zit minimaal een factor 4 verschil (op te maken uit Bijlage 7.1: Schetsontwerp sectordeuren). Als de constructie is uitgelegd op de vloeigrens (355 MPa), kan afgeschat worden dat de vermoeiingsspanning ca. 90 MPa is. Op basis van de correctietabel van de toelaatbare vermoeiingsspanning kan voorzichtig gezegd worden dat een K80 detail voldoet op spanning. Wanneer zorg besteed wordt aan detaillering is dit in veel gevallen goed te halen. Daar veel elementen gedictieerd zullen worden door stabiliteit, zal het spanningsniveau in vele gevallen lager zitten, waardoor lagere detailcategorieën ook al toereikend zullen zijn. Aangezien een klasse 80 detail niet overal mogelijk is, zijn voor diverse details een lagere classificatie aangehouden. In dat geval is aangetoond d.m.v. een schadeberekening of dat mogelijk is.

Het aantal verbindingen in de vakwerkconstructie is, in vergelijking met het aantal lassen ter plaatse van de platen en de verstijvers dusdanig laag dat een aanname voor een K80 detail een economisch goede afweging is tussen enerzijds materiaalkosten en anderzijds arbeidskosten.

6.3.2.4 Platen en verstijvers van de kerende wand en de drijfkisten

Voor de ontwerpberekeningen van de verstijvers en de kerende wand wordt verwezen naar Bijlage 7.4. De volgende controleberekeningen zijn uitgevoerd:

- Sterktoetsing: bepaling van (Von-Mises)-spanningen op een achttal locaties (zie onderstaande figuur)
- Stabiliteitstoetsing: De verstijvers zijn getoetst conform NEN-EN 1993-1-1; 6.2.3.4
- Vermoeiingstoetsing: De huid en de verstijvers zijn getoetst conform NEN-EN 1993-1-9;



Figuur 6-12: Locaties voor toetsing voor kerende wand

6.3.3 Ontwerp luchtkamers en drijflichamen

6.3.3.1 *Instelling bedrijfsgewicht en drijfstabiliteit*

De Lay-out van de luchtkamers wordt gedicteerd door de volgende criteria:

1. Instelling bedrijfsgewicht tot het verkrijgen van de gewenste minimale oplegreacties, met behoud van mogelijkheid tot uittrimmen van de deur, zoals gesteld in uitgangspunten.
2. Stabiel opdrijven en transporteren van de deur. De deur moet daarbij 1,5 meter opgedreven worden. Ook in het geval van maximaal mogelijk verlies van het drijfvermogen (het lek raken van twee luchtkamers na aanvaring

Instelling bedrijfsgewicht

Uitgezocht is hoe de luchtkamers gevuld moeten worden met ballastwater, opdat de gewenste oplegreacties worden verkregen. Bijlage 7.1 geeft het overzicht van reacties volgend uit de combinaties van belastingen op de deur, bij een zekere verdeling van ballast over de tanks. Het komt erop neer dat $7990 + 6208 + 1256 = 15454$ kN aan ballast met een zekere verdeling het gewenste resultaat van oplegreacties oplevert. De totale ruimte voor ballast is 26460 kN. Er is dus voldoende ruimte voor trimmen van de deur.

Stabiel opdrijven en transporteren van de deur

Het eerste deel van Bijlage 7.5 omvat de analyse van de drijfstabiliteit van de sectordeur. Hierin wordt aangetoond dat de voorgestelde waterdoorsnijdende drijflichamen toereikend zijn om de deur te allen tijde stabiel op te drijven.

Het tweede deel van Bijlage 7.5 bevat een berekening die aantoont dat de luchtkamers voldoende groot zijn om door het vullen en ledigen van tanks, het drijfpunt in lijn met het zwaartepunt kan worden gebracht. Beschouwde situaties zijn normaal opdrijven en opdrijven na lek raken van twee compartimenten op de meest destabiliserende plaats.

6.3.3.2 *Faciliteiten t.b.v. leegpompen luchtkamers en drijflichamen*

In normale bedrijfsstoestand zijn de luchtkamers onderin de deur volledig, danwel deels gevuld. Voor de deurenwissel is het van belang om de luchtkamers (deels) leeg te kunnen maken. Om het leegpompen niet lang te laten duren is het van belang dat hiervoor voldoende pompcapaciteit aanwezig is. Voor het leegpompen van 2650 m^3 in 1 uur, zijn 4 pompen nodig die ieder 200 l/s pompen. Het hoogteverschil (inclusief verlies) dat overbrugd dient te worden is dan 25 m. De afmetingen van een dergelijke bouwpomp is 1,8 bij 1,8 meter en heeft een gewicht van circa 1500 kg. Omdat het gebruik van slangen niet functioneel is op deze diepte, dient het water via een persleiding te worden afgevoerd. Of de pompen permanent in de luchtkamers aanwezig dienen te zijn of het beste alleen tijdens deurenwissels aangebracht moeten worden moet in een latere ontwerpfase worden geoptimaliseerd. In het geval van niet permanente plaatsing kan de persleiding tevens gebruikt worden als ophangconstructie om de pomp in de luchtkamer te plaatsen/verwijderen.

Voor de deurenwissel is het tevens van belang om de drijflichamen (enkel actief na afsluiten van de luiken in de vloer) volledig leeg te kunnen maken. Om het leegpompen niet lang te laten duren is het van belang dat hiervoor voldoende pompcapaciteit aanwezig is. Voor het leegpompen van 1325 m^3 in 1 uur, zijn 2 pompen nodig die ieder 200l/s pompen. Het hoogteverschil (inclusief verlies) dat overbrugd dient te worden is dan 15 m. De afmetingen van een dergelijke bouwpomp is 1,0 bij 1,0 meter en heeft een gewicht van circa 500 kg. Deze pompen kunnen via de luchtschachten geplaatst worden in de drijflichamen. De pomp dient hiervoor bevestigd te worden aan een persleiding die tevens als ophangconstructie gebruikt kan worden voor het plaatsen/verwijderen van de pomp.

6.3.3.3 Overige faciliteiten

De luchtkamers zijn bereikbaar door het opnemen van twee toegangsschachten uitkomend op een gang, via welke de compartimenten toegankelijk zijn. Uit het oogpunt van veiligheid dient elke tank voorzien te zijn van twee toegangen welke van beide zijden te openen zijn. De schachten zijn bereikbaar vanaf opgenomen bordes langs de kerende wand. Dit bordes is ook nodig voor bereikbaarheid van de nivelleerschuiven.

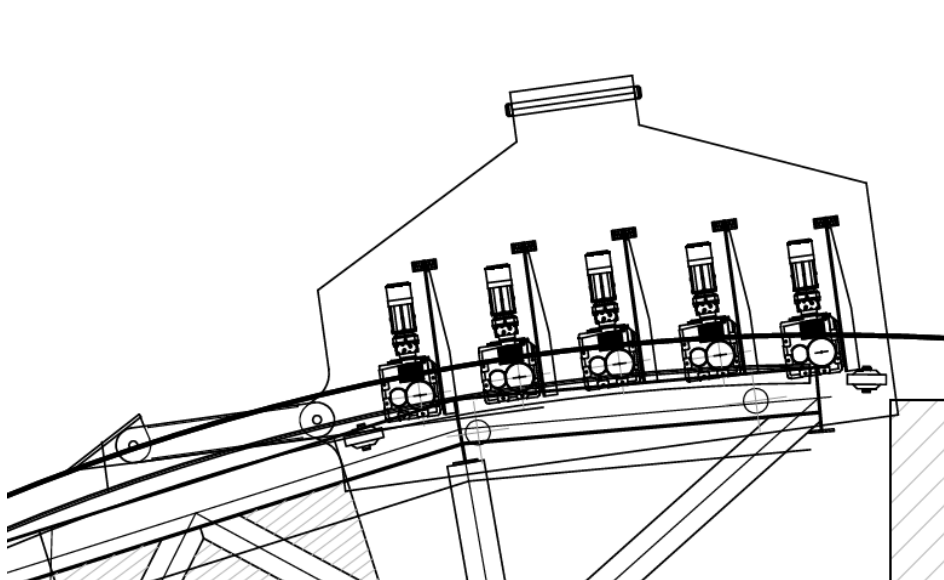
De hooggelegen drijflichamen dienen ook toegankelijk voor het kunnen openen of sluiten van de luiken in de bodem.

6.3.4 Uitwerking bewegingswerken

6.3.4.1 Ontwerp bewegingswerk deuren

Opstelling

De totale kracht benodigd voor de aandrijving wordt overgebracht via het 'bonkelaar-principe'. Dat wil zeggen dat de aandrijving wordt verzorgd met een machinehuis dat wordt vastgehouden door een trek-duwstang, waarbij het machinehuis de beweging van de deur verzorgt via een tandbaan.



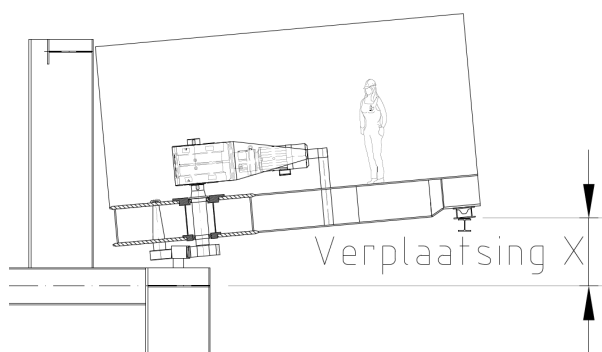
Figuur 6-13: Opstelling bewegingswerk

De aandrijving ziet er als volgt uit:

- Elke deur heeft 1 "tractor" aan de kade zijde (onder maaiveld).
- Elke "tractor" bestaat uit 5 aandrijvingen, waarvan 4 nodig zijn en 1 redundant is op overbelasting.
- Elke aandrijving bestaat uit een motor, een rem, een tandwielkast, de nodige afdichtingen en lagers en een rondsels. Het rondsels zit door middel van dwangrollen op de tandbaan vast. De "tractor" kan d.m.v verticale wielen op de tandbaan afsteunen en zo gemakkelijk de tandbaan langs de rondsels leiden.
- De trek-duwstang houdt de "tractor" verbonden aan de kade.
- De stroomtoevoer voor de tractor kan via de trek-duwstang.

Het gewicht van het machinehuis is geschat op 55 ton. Bij het wegnemen van een sectordeur dient eerst het machinehuis te worden verwijderd. Dit kan doormiddel van een mobiele kraan. Aandachtspunten hierbij zullen voornamelijk de positie en het hijsvermogen van de mobiele kraan zijn. De bovenkant van het machinehuis zit op NAP + 7,00m waarmee de toegang voor het uithijzen relatief eenvoudig kan zijn. Het machinehuis dient voorzien te zijn van diverse hijsogen. De inkassing in het beton dient te zijn voorzien van een zoekerinrichting voor het terugplaatsen van het machinehuis. De dwangrollen en de rondsels zijn voorzien van voldoende excentriciteit. Hierdoor wordt beschadigingen van de rondsels en de tandbaan voorkomen, dat het wegnemen en terugplaatsen van een machinehuis ten goede komt. Het machinehuis dient waterdicht te worden uitgevoerd. Ook bij de uitwerking van de toegang tot het machinehuis dient hiermee rekening gehouden te worden.

Het machinehuis steunt vertikaal af op de deur met 2 wielen en op het beton met 1 steunpunt. De wielen zijn toegankelijk voor inspectie vanaf de kade. Het smeren en demonteren kan vanuit het machinehuis. De wielen steunen af op de bovenkant van de tandbaan. Vanwege de ronding van de tandbaansegmenten dienen de wielen te worden uitgevoerd als kegelwielen. Het steunpunt op het beton is voorzien van een in hoogte verstelbaar glijpad dat kleine bewegingen toestaat. Door dit punt tot steunpunt te maken kan er een hoekverdraaiing ontstaan tussen de rondsels en de tandbaan bij elke verticale beweging van de deur. Een beweging als deze kan bijvoorbeeld door de toleranties op de ingestorte stalen glijbaan waar de UHMWPE-steunpunten van de deur op glijden. Figuur 6-14 maakt de hoekverdraaiing visueel (noot; getekende situatie is sterk overdreven). In het voorontwerp is uitgegaan van een tolerantie op de ingestorte stalen baan van ± 10 mm. De bijbehorende hoekverdraaiing zal dan neerkomen op 0.13° .



Figuur 6-14: Hoekverdraaiing door steunpunt

Het machinehuis moet tegen opwaartsgerichte verplaatsing worden geborgd. De gelijkloop, verplaatsing, positie en snelheid van de deuren kan worden gerealiseerd door meetapparatuur aan te sluiten op een extra meedraaiend niet aangedreven kunststof rondsels.

De trek-duwstang neemt alle belastingen op in de axiale richting. De bevestigingspunten van de trek-duwstang worden voorzien van bollagers. De krachtinleiding in het beton kan gerealiseerd worden door stalen frames in te storten. De stroomtoevoer naar het machinehuis kan via de trek-duwstang. De positionering van de trekduwstang dient in het verlengde te liggen van de vector van de krachtafdracht van de rondsels aan de tandbaan.

De hoogte van het hart van de tandbaan staat in het voorontwerp op NAP + 4.00m. De tandbaan bestaat uit aan elkaar bevestigde segmenten die, door steunen, op de deur zitten gelast. De bevestiging van de segmenten kan door middel van bouten. De hoogte van de tandbaan in het voorontwerp is 280 mm. De

hoogte van het rondsel is 260 mm. De moduul is 24 mm en het rondsel heeft 20 tanden. De tandbaan dient te worden voorzien van een beschermkap voor vallende voorwerpen van bovenaf, zoals regenwater, takken of stenen. Aangezien de tandbaan minder intensief belast wordt dan de rondsels kan de tandbaan worden vervaardigd van Gietstaal 60 (GS60) terwijl het rondsel van 42CrMo4 (of minimaal gelijkwaardig) vervaardigd moet worden. Bijlage 7.6 toont de berekening van dit voorontwerp.

De rondsels kan vanuit het machinehuis worden geplaatst. De busen rondom de lagers dienen excentrisch te worden uitgevoerd zodat het rondsel nauwkeurig kan worden ingesteld. Ook de dwangrollen dienen van een excentrische inrichting te zijn voorzien. In het voorontwerp is voor de dwangrollenas een excentriciteit aangehouden van 12 mm en voor de rondsels 3 mm. De rondsellen dienen tevens met dubbele spiebaan te worden uitgevoerd. De afdichting van zeewater, respectievelijk kanaalwater, bij de assen is in het voorontwerp gerealiseerd bij de lagers. Dit is ook het uitgangspunt bij de verticale wielen. Smearing van de lagers dient vanuit het machinehuis te gebeuren. Een hele aandrijfunit kan worden uitgewisseld tussen de schutbedrijven door, rekening houdend met het waterniveau. Voor de vermoeingsberekeningen is aangehouden dat er 5 aandrijvingen in werking zijn. Bij het optreden van de maximale belasting is rekening gehouden met 4 werkende aandrijvingen. Voor onderhoud en inspectie aan de tandbaan, rondsels en wielen moet het mogelijk zijn om onder het machinehuis toegang te verschaffen middels vaste of plaatsbare bordessen.

6.3.4.2 Belastingen

In Tabel 6-3 zijn de belastingen op het bewegingswerk gepresenteerd, de berekening is opgenomen in bijlage 7.6.

Tabel 6-3: Belastingen bewegingswerk deuren tijdens bewegen

Omschrijving	Vermoeings belasting [kN]	Maximale belasting [kN]
Massatraagheid	5	5
Massatraagheid van het bewegingswerk	Niet meegenomen	Niet meegenomen
Wrijving van de steunpunten door horizontale belastingen. Hieronder vallen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zouthedverschil ▪ Windgolven ▪ Translatiegolf ▪ Seiche ▪ Deining 	3	55
Stromingsweerstand door waterhoogteverschil. Hieronder vallen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zouthedverschil ▪ Windgolven ▪ Translatiegolf ▪ Seiche ▪ Deining 	122	190
Stromingsweerstand van de deur	25	25
Wrijving van de steunpunten door verticale belasting	765	898
Totaal (incl. factoren)	1050	1300

De windbelasting treedt in het meest ongunstige geval op vanaf de kanaalzijde bij negatief verval bij laag waterstand. Dit geeft namelijk het grootste wind oppervlak en dus de grootste verhoogde belasting op de steunpunten onder de deur. Aangezien deze belastingcombinatie niet maatgevend is wordt windbelasting niet in bovenstaande tabel meegenomen.

6.3.4.3 Resultaat

De benodigde vermogens per "tractor":

- 5 x E-motor 298 Nm (± 40 kW)
- 5 x Rem 80 - 525 Nm (trommelrem)
- 5 x Tandwielkast $i = 193$ / $M_{a,max} = 50kN*m$
- 5 x Rondsel Mat. 42CrMo4 $d = 480$ mm / $m = 24$ mm / $b = 260$ mm
- 1 x tandbaan Mat. GS60 $d = 71.2$ m / $m = 24$ mm / $b = 280$ mm

6.3.5 Ontwerp bewegingswerk nivelleerschuiten

6.3.5.1 Opstelling

- De hoogteligging in hoogte van de openingen is door Deltares aanbevolen halverwege de kerende hoogte van de deur. Daartoe zijn de openingen gepositioneerd boven de luchtkamers. De verticale ligging ligt tussen NAP -5.0 en -9.0 meter. De voordelen zijn kortere cilinderstangen en lagere drücken op de nivelleerleppen, lager zwaartepunt van de deur en minder totale aangroei. De nadelen zijn hogere drücken op luchtkamers en een verlaging van het opdrijfpunt (Center of Buoyancy). Hier is rekening mee gehouden in het ontwerp.
- Er worden per sectordeur 4 nivelleeropeningen toegepast van elk 3,0 meter hoog en 5,0 meter breed.
- De stroomrichting door de deur is evenwijdig aan de sluisas.
- Er is in de berekening van de nivelleeropeningen door Deltares rekening gehouden met de toepassing van breekbalken. De aanvaarconstructie bestaande uit houten balken dienen tevens als stroombreekbalken.
- Bij de afdichting van de nivelleerschuiten is rekening gehouden met een voorspanning op het afdichtingsprofiel om te voorzien in de functie dubbelzijdig keren. De oplegdruk wordt gerealiseerd door de werkende zwaartekracht op de schuif, wat inhoudt dat de cilinder niet op de schuif hoeft te drücken.
- De nivelleerschuiten worden bewogen door een cilinder die aangrijpt op een A-frame boven de schuif. De cilinder is boven het normaal schutpeil geplaatst. Hierdoor is de toegankelijk voor onderhoud en inspectie relatief eenvoudig. Per sectordeur zijn er 4 cilinders die gezamenlijk op een aggregaat staan aangesloten. Hiermee is rekening gehouden in de berekeningen.
- Stroomtoevoer kan via het draaipunt van de sectordeur.

6.3.5.2 Belastingen

In Tabel 6-4 zijn de belastingen op het bewegingswerk gepresenteerd, de berekening is opgenomen in bijlage 7.6.

Tabel 6-4: Belastingen bewegingswerk nivelleerschuiven tijdens bewegen

Omschrijving	Maximale belasting [kN]
Schuifweerstand tegen geleiding bij verval	130
Massa schuif	70
Weerstand door zuigeffect	34
Opspankracht door negatief verval	125
Totaal (incl. factoren)	390

6.3.5.3 Uitwerking cilinder

Voor het bepalen van een cilinder is de trekkracht in de cilinder maatgevend. In principe behoort de schuif door eigen massa te dalen. Om deze reden is de kracht niet bepaald. Het begrenzen van de werkdruk is een aspect dat wel uitgezocht dient te worden in het definitief ontwerp. In geval van schranken bestaat de kans dat bij een te hoge werkdruk dat de cilinder kan uitknikken of de geleiding dan wel de schuif kan bezwijken.

Aan de hand van de cilinderkrachten is een standaard cilinder gekozen met een plunjerdiameter van 250 mm en een stangdiameter van 140 mm. De hydraulische cilinder maakt een slag van ca. 3,6 m. Aangenomen is dat 4 cilinders worden aangestuurd door 1 aggregaat. Het aggregaat heeft dan een debiet nodig van 53,5 Liter per minuut en een pompvermogen van ruim 8,5 kW bij een aangenomen rendement van 0,73.

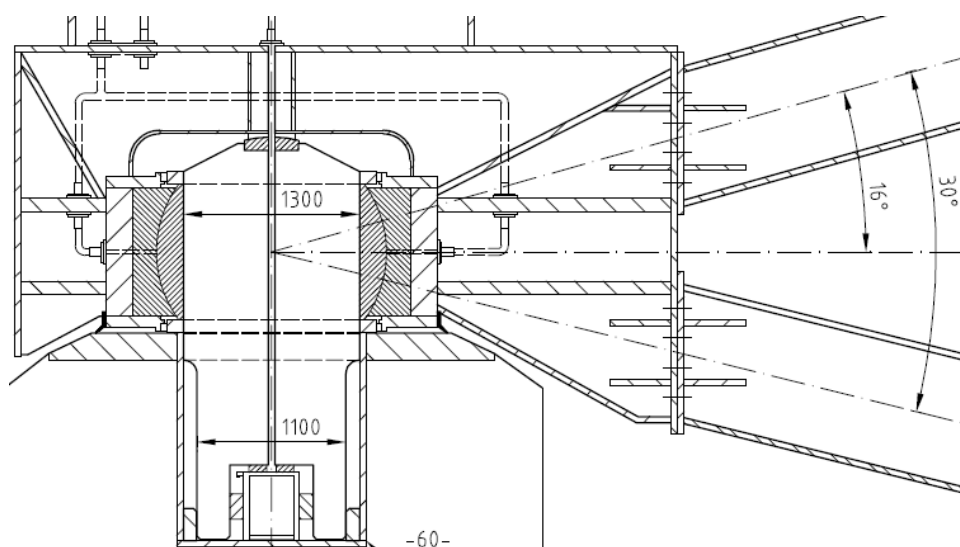
6.4 Uitwerking draaipunt

6.4.1 Toelichting ontwerp

6.4.1.1 *Principe*

Het concept van het draaipunt van de sectordeur omvat een bolscharnier (gewrichtslager) die een rotatievrijheid heeft ten behoeve van de draaihoek voor het openen en sluiten van de deuren. Tevens kent dit lagerprincipe enige mate van rotatievrijheid om de horizontale as om eventuele verticale verplaatsingen/schommelingen aan de voorzijde van de sectordeur toe te kunnen staan, zonder dat zich hierbij grote krachten manifesteren in het draaipunt. De radiale lager kan zowel de krachten bij positief alswel negatief verval opvangen en voldoet daarmee aan de eis dat de sectordeur een tweezijdig kerend vermogen dient te hebben.

De hartlijnen van de vakwerkarmen van de deurconstructie (en daarmee ook het zwaartepunt van de belastingen uit de vakwerkarmen) worden centrisc aangesloten op het hart van het draaipunt dat gunstig is voor het dimensioneren van het draaipunt. De krachten die ontstaan ten gevolge van het positief keren en negatief keren worden daarmee louter als een horizontale kracht ingeleid op de radiale glijlager.



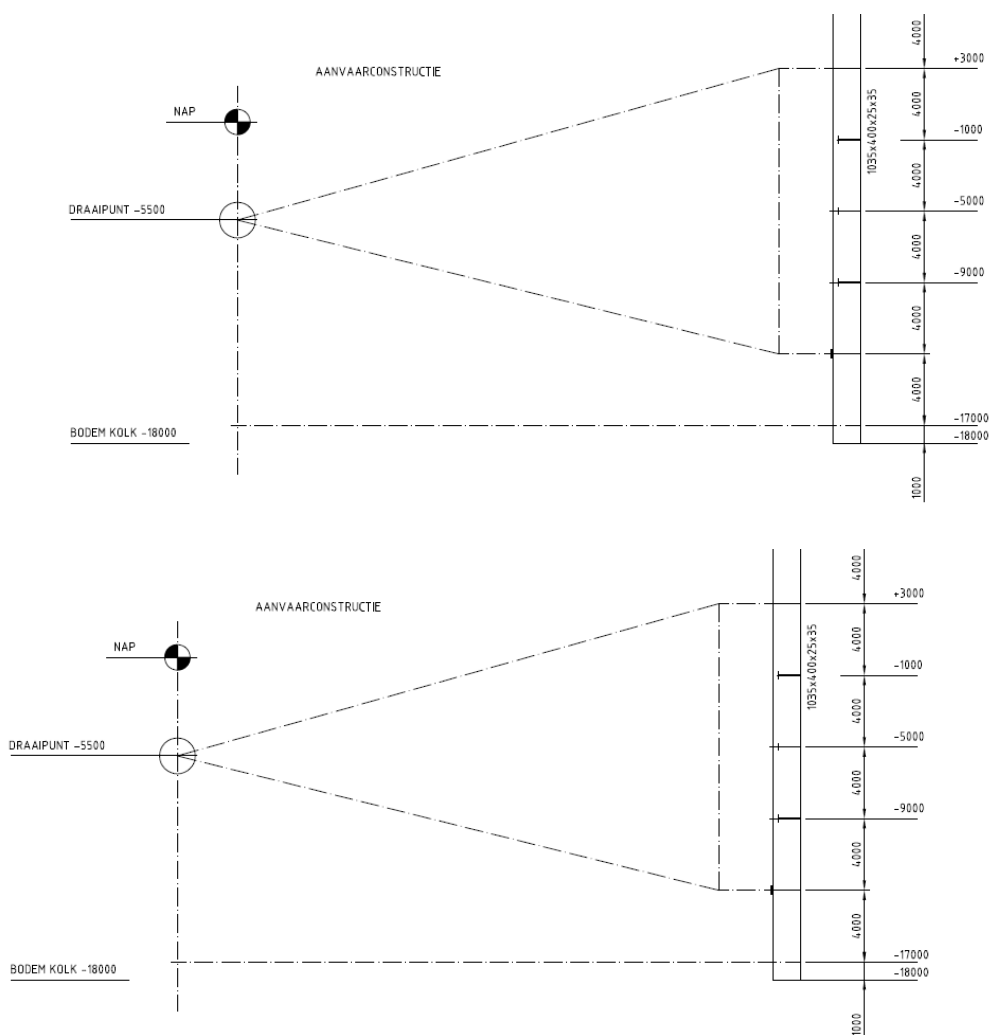
Figuur 6-15: Hartlijnen vakwerk door hart lager-as

Er is beoogd om in alle condities een verticale reactie naar beneden te hebben ter plaatse van het draaipunt. Op deze wijze zal de lager met de as altijd een naar beneden gerichte netto reactie hebben en daarmee in de kom geborgd blijven.

6.4.1.2 Positionering

In verticale richting is de hoogteligging van het draaipunt gekozen ter plaatse van het zwaartepunt van de maatgevende hydrostatische belasting van maximaal verval (1/10000 jr) plus golf. In dit ontwerp is de hoogteligging van het draaipunt vastgesteld op NAP -5.5m.

In de horizontale richting is het hartpunt van het draaipunt 2 m naar binnen toe gepositioneerd ten opzichte van de kolkwand zodat de constructie van het draaipunt buiten het profiel van vrije ruimte valt van de sluiscolk.



Figuur 6-16: Hoogteligging draaipunt

6.4.1.3 Plaatsing, Onderhoudbaarheid en Vervangbaarheid

Het huidige concept van het draaipunt met glijlager en as wordt integraal opgenomen in de deurconstructie. Op deze wijze kan de deur met draaipunt en al worden geplaatst. Tevens kan in geval van gepland onderhoud ofwel na calamiteit de deur compleet met de onderhoudsgevoelige componenten (zoals as en lager) uitgewisseld worden.

6.4.1.4 Componenten draaipunt

Lagerhuis/klok

De sferische glijlager en de as zijn ingebouwd in een stalen doosconstructie waarop de vakwerkarmen van de sectordeur zijn aangesloten. De krachten in de vakwerkarmen worden door de stalen doosconstructie overgebracht naar de lager en de as.

Een belangrijk uitgangspunt voor dit lagerhuis is dat deze luchtdicht wordt uitgevoerd. Op deze wijze fungeert het lagerhuis als een soort duikklok zodat de lager zich in droge condities bevindt op -5.5 m NAP. Door middel van een compressorinstallatie wordt de klok permanent droog gehouden en onder druk gezet.

De benodigde pompinstallaties hiervoor worden opgenomen in de schacht boven het draaipunt. Er wordt een rubberen slab aangebracht om de lager heen ter voorkoming dat de lager in aanraking komt met eventueel spatwater.

De lager zal geborgd en geseald worden in de box-constructie van de klok. Eenmaal gemonteerd zal de lager niet inspecteerbaar zijn, dit is alleen mogelijk als bij regulier onderhoud de sectordeur wordt uitgewisseld en naar een droogdok wordt gebracht. Een smerleiding wordt opgenomen die smering van de lager mogelijk maakt dat ten goede komt aan de levensduur van het lager.

Om de lager toch enigszins inspecteerbaar te maken kan gedacht worden om in de bovenkant van de klok inspectievensters op te nemen. Vanuit de schacht kan dan het lager visueel worden geïnspecteerd door de inspectievensters, zonder dat daarvoor fysieke toegang tot de klok benodigd is (die onderhevig is aan een ander luchtdruk omstandigheid).

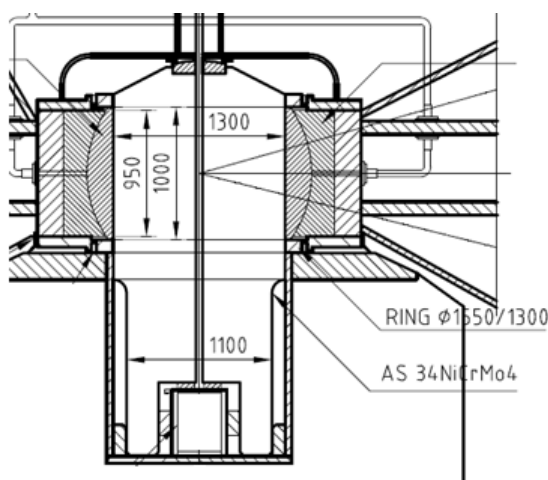
Schacht/Luchtsluis

Op het lagerhuis is een verticale schacht tot de bovenkant van de kolkwand aangebracht. Deze schacht heeft een aantal functies en faciliteiten. Allereerst dient deze als toegangsschacht voor bediening, onderhoud en inspectie mogelijkheden aan elektromechanische installatieonderdelen die opgenomen zijn in de schacht. Er zal een lucht/compressor pomp en het luchtdruk detectie systeem geplaatst zijn t.b.v. luchtdruk regulering in de klok. Ook zal er een hydraulische pomp gefaciliteerd zijn t.b.v. bediening van de vijzel die opgenomen is in de as van het draaipunt. Het benodigde leidingwerk zal doorgevoerd moeten worden door de compartimentering heen en naar de klok gevoerd zijn. Deze doorvoeren, leidingen zullen inspecteerbaar zijn tot het niveau van de bovenkant van de klok. Ten behoeve van deze bediening en inspecteerbaarheid zal de schacht gecompartmenteerd worden. De compartimentering heeft als nevenfunctie dat in geval van lekkage van de klok, water in de schacht wordt voorkomen. Op de schacht en in de kolkwand wordt een zoekerinrichting aangebracht, die als hulpmiddel dient om tijdens het plaatsen (en vervangen) van de deur, de positionering van het draaipunt boven de as-kom en stoelconstructie te vergemakkelijken. Tijdens het indrijven van de deur kan deze in de zoekerinrichting worden gepositioneerd zodat deze hulpconstructie de drijvende deur in het horizontale vlak fixeert. In verticale richting kan de deur gecontroleerd geballast worden en de as met nauwkeurigheid in de as-kom constructie worden afgezonken.

Een andere nevenfunctie van de hulpconstructie, op de schacht en de kolkwand, is om de deur verticaal bij het draaipunt te borgen. In principe is de belasting te allen tijde neerwaarts. Dit moet gezien worden als zekerheid in onvoorziene situaties (bijvoorbeeld aanvaring door een schip). De verticale borging op de schacht is demontabel, om in geval van calamiteit of gepland onderhoud de deur uit zijn positie te kunnen wegdrijven. Tevens dient de verticale borging demonteerbaar te zijn omdat de deur in elke positie uitneembaar moet zijn (zowel in open- als gesloten stand).

Lager en glijvlak

Het draaipunt bestaat uit een radiaal geplaatste lager om een as, welke de horizontale belasting overdraagt en inleedt op de as. Een glijvlak is geplaatst bovenop de as om de verticale reactie uit de sectordeur op te nemen en centrisch in te leiden in de as. De lager ontleent zijn glijcapaciteit aan een staaloppervlak dat contact maakt met een vezel versterkt weefsel materiaal dat geborgd is tussen een stalen buitenring en binnenring.



Figuur 6-17: Radiaal lager om de as en glijvlak op de as

De lager is voorzien van een gedeelde buitenring en gemaakt uit RVS staal. De RVS buitenring kan voorzien worden van een keramische laag t.b.v. glijeigenschappen van de lager.

De binnenring bestaat uit een composiet materiaal.

De rotatiecapaciteit (oftewel scheefstand op de lager) om de horizontale as is 2 á 3 graden. Deze is in principe ruim voldoende om optredende hoekverdraaiingen in zowel bedrijfssituatie als tijdens opdrijven op te vangen zonder dat er krachten worden gegenereerd.

Het lager is gedimensioneerd op lage oppervlaktedrukken op het geprojecteerde lageroppervlak. Algemene richtlijnen geven specifieke geadviseerde toelaatbare vlaktedrukken van 60-100 N/mm², voor lagers in sluisen en keringen. Dit is in acht genomen zodat het glijlager niet onderhevig is aan excessieve slijtage ten gevolge van het dagelijkse gebruik. Het huidige ontwerp laat zien dat bij een dagelijks normale verval de vlaktedruk ca. 50 N/mm² bedraagt.

De dimensies van het radiale lager zijn circa:

- Binnendiameter 1300mm
- Buitendiameter 1800mm
- Breedte buitenschaal 950mm
- Breedte binnenschaal 1000mm

Seal en borging

De radiale lager en het glijvlak zullen geborgd worden middels insluitingen van stalen platen. Deze borging is nodig om de optredende split-kracht op te nemen die ontstaat in de gedeelde buitenring aan de lager. Deze splitkracht is zeer significant ten opzichte van de radiaal optredende kracht in de lager. Hieraan zal tevens een seal worden bevestigd om de lager en het glijvlak te beschermen tegen indringen van vocht en

andere corrosieve en vervuilende omgevingsinvloeden. Tevens dient de seal voor het vasthouden van smeermiddelen van de lager. Het exacte seal materiaal vergt nadere uitwerking en onderzoek maar zal van een rubber- of elastomeer achtige materiaal zijn.

As

De horizontale belasting wordt overgedragen uit het radiale lager op een ronde as. De as wordt geplaatst in een stalen ronde buis (kom). In deze kom heeft de as boven- en onderin een oplegvlak waarop de as zijn reactiekrachten kan afzetten. De excentriciteit van de krachtleiding van de lager is ca. 700 mm geplaatst boven het bovenste oplegvlak van de as in de kom. De doorsnede van de as is bepaald op basis van een combinatie van dwarskracht en moment die maatgevend is op die doorsnede. De benodigde diameter van de as is gedicteerd door de benodigde statische sterkte van de as ten gevolge van de excentriciteit van het aangrijpingspunt van de krachten en het bovenste oplegvlak van de as in de kom.

De as is verjongd van een diameter van 1300mm, bovenin de as, tot een diameter onderin van 1100 mm. Deze verjonging fungeert als een zoekerinrichting ten tijde van plaatsing (en uitwisseling) van de gehele sectordeur met draaipunt. Tezamen met een marginale speling tussen de as en de kom, wordt dit voldoende geacht om plaatsing van de as in de kom mogelijk te maken integraal met de sectordeur. De speling is getoetst op optredende hertze spanningen (contactspanningen) tussen de as en de kom.

Vanwege de sterke technische benodigdheden is gekozen voor het materiaal 34CrNiMo6 dat een hoge vloeigrens kent. De excentriciteit van de krachtleiding van 700 mm heeft geleid tot een gedrongen afmeting van de as:

- Diameter boven 1300 mm
- Diameter onder 1100 mm
- Materiaal 34CrNiMo6

Bij nadere detaillering kan de as nog worden voorzien van een spie-constructie om te voorkomen dat de as gaat meedraaien in de kom.

Corrosiebestendigheid van de as en de kom

Het nadeel van het materiaal van de as en de kom (in de schoenconstructie) is dat het een slechte corrosiebestendigheid kent. Dit kan echter ondervangen worden met een NikkelChroom (of gelijkwaardig) oppervlakte behandeling (bijvoorbeeld met NIKROM 350¹). Aanbrengen zou kunnen met bijvoorbeeld vlamspuittechnieken². Een juist gekozen coating met een dergelijke techniek kan de slijtvastheid, krasvastheid en corrosievastheid van de as verbeteren. Tevens kan het oppervlak van de kom op eenzelfde wijze worden behandeld. Eigenschappen als slijtvastheid en krasvastheid kunnen van pas komen tijdens de plaatsing van de as (die integraal is opgenomen in de klokconstructie) die in de kom moet afzakken. De toegevoegde eigenschappen, door een oppervlaktebehandeling toe te kennen aan de as en komconstructie, zijn van belang bij een as in een draaipunt.

Vijzel en persleiding

In de as is een vijzel opgenomen die geactiveerd wordt bij het vervangen van de gehele deurconstructie en de as uit de kom drukt. Centrisch in de as wordt een kanaal aangebracht (diameter van 50 mm orde grootte) die de persleiding van de vijzel kan faciliteren.

1 www.globalmetals.com.au

2 www.revamo.nl

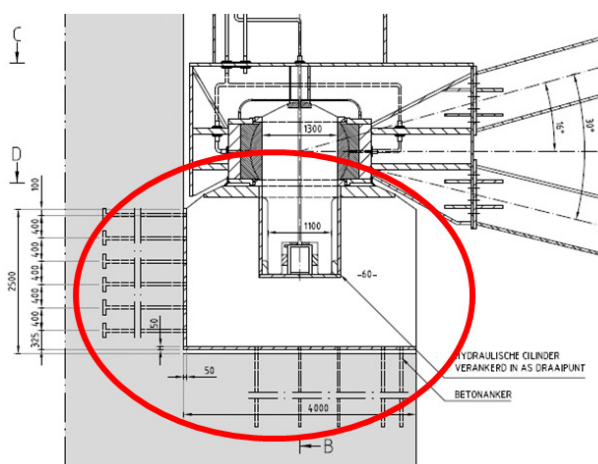
Het huidige ontwerp geeft een vijzel met gekozen dimensies van een CLL-6006 met een cilindercapaciteit van ongeveer 600 ton. De vijzel benodigd een persleiding die centrish is doorgevoerd in de as. De benodigde pompinstallatie voor de hydrauliek wordt opgenomen in de schacht boven die boven de klok is gelegen. Hiertoe dient de leiding waterdicht doorgevoerd te worden van de klok naar installatieruimte bovenin de schacht.

Ontwateringskanaal

Het kanaal dat centrish is aangebracht in de as kan tevens dienen om overtollig water weg te pompen dat achter is gebleven in de kom tijdens plaatsen van de sectordeur. Voor het plaatsen zal de as-kom namelijk vol zitten met water omdat deze op NAP -5,5m geplaatst wordt

Stoelconstructie

De stoelconstructie voor het draaipunt bestaat uit een gelaste stalen plaatconstructie die als één geheel geplaatst en gepositioneerd kan worden op een specifiek ingerichte locatie in de betonnen kolkwand.



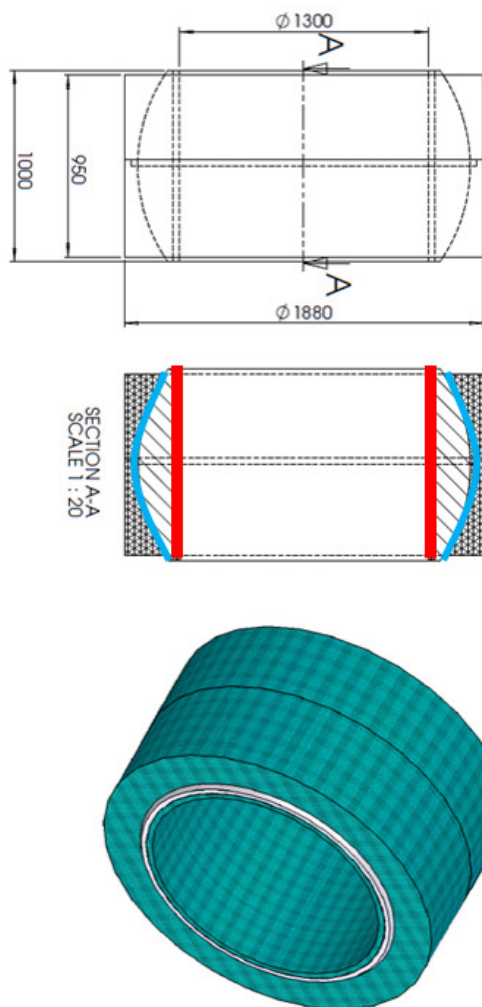
Figuur 6-18: Stoelconstructie

Voorspanstelsysteem

Bij negatief verval zal de sectordeur horizontaal een trekkracht genereren op het draaipunt ter grootte van circa 30 MN. Middels een voorspanstelsysteem van massieve Dywidag staven wordt deze trekkracht op het draaipunt en ankerconstructie overgedragen aan de kolkwandconstructie. Het huidige ontwerp omvat massieve Dywidag staven van het materiaal Fep1230 met een diameter van 36 mm. Een Dywidag staaf wordt samen met de mantelbuis opgenomen in een holle buisprofiel dat voor axiale krachtinleiding dient en tevens een waterdicht omhulning is voor de Dywidag voorspanstaaf. De stoelconstructie blijft daardoor altijd te demonteren voor eventueel onderhoud.

Alternatief lagerprincipe

Ten aanzien van slijtmechanismen van de glijlagen valt het huidige lager verder te optimaliseren door een extra bus op te nemen in het lager. Op deze wijze wordt dan de rotatie van de deur gefaciliteerd op de glijbus, en de eventuele schieffstand op het sferische glijvlak. Dit resulteert in een gescheiden slijtage mechanismen en dus minder slijtage per glijvlak. De scheiding van deze twee glijvlakken is aangegeven in de onderstaande afbeelding.



Figuur 6-19: Scheiding van glijvlakken voor rotatie en scheefstand

6.4.2 Berekening draaipunt

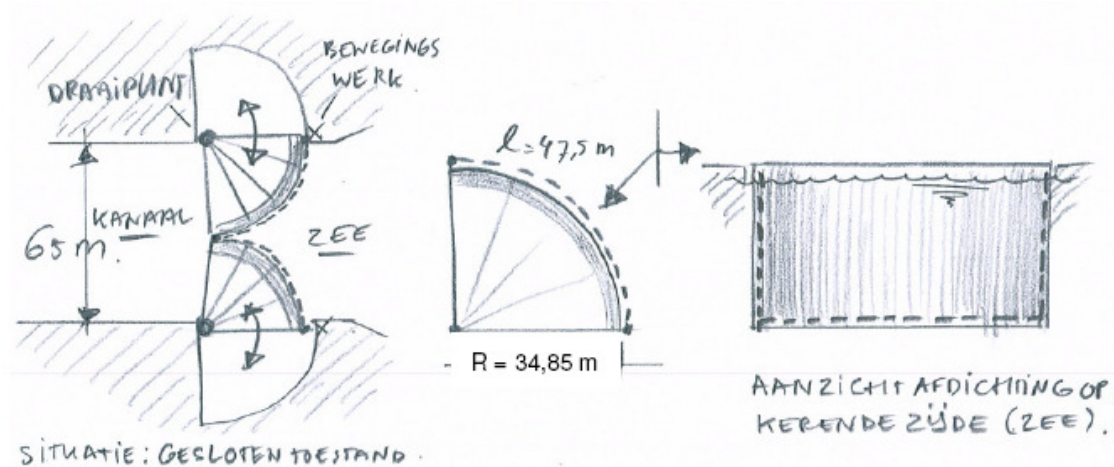
De berekening, van de beschreven onderdelen van het draaipunt in dit hoofdstuk, is opgenomen in Bijlage 7.

6.5 Uitwerking overigen

6.5.1 Ontwerp afdichting

6.5.1.1 Basis

De kerende richting kan zowel positief als negatief zijn. Uitgangspunt is een U-vormig raamwerk van afdichting in het vlak van de kerende wand. Over de verticale lijnen dicht de deur af aan een zijde tegen de kolkwand en aan de andere zijde tegen de naastliggende deur. De sluisvloer is vlak op een niveau van NAP -18 meter. Het horizontale afdichtingsvlak bevindt zich aan de onderzijde van de deur.



Figuur 6-20: Indicatie afdichtingsvlak

Kenmerken:

- Aantal deuren per sluishoofd : 2 stuks
- Aantal deuren per sluis : 4 stuks
- Aantal reserve deuren : 4 stuks
- Totaal aantal deuren in levering : 8 deuren.

Deuren dienen uitwisselbaar te zijn.

Totale lengte U-vormig raamwerk afdichting per deur ($2 \times 25 + 48,7 =$) 98,7 meter.

Opbouw:

- Peil bovenkant afdichting = NAP +7,00 meter
- Peil onderkant afdichting = NAP -18 meter
- Totale hoogte afdichting per zijde = 25,0 meter
- Lengte boogsegment = 48,7 meter

Levensduur afdichting gesteld op : 20 jaar

Vervorming mogelijkheid verticale afdichting tussen kerende wand en sluishoofd : 11-75 mm

Opbouw:

- Nominale speling bij 10 graden tussen kerende wand en sluishoofd : 40 mm.
- Maximale fluctuatie speling rekening houdend met uitzetting/krimp : +9/-15 mm.
- Tolerantie op constructie deur gesteld op : +10/-10 mm
- Tolerantie op civiele constructie gesteld op : +10/-10 mm

Vervorming mogelijkheid verticale afdichting tussen deuren onderling (ruimte voor 1 deur) : 21-65 mm

Opbouw:

- Nominale speling bij 10 graden tussen deuren onderling (per deur) : 40 mm.
- Maximale fluctuatie speling rekening houdend met uitzetting/krimp (per deur) : +9/-15 mm.
- Tolerantie op constructie deur gesteld op (per deur) : +10/-10 mm

Maximale belasting waar bij de afdichting moet keren;

- Positief verval incl. golf, d.w.z. peil zee hoger dan Noordzeekanaal : 92 kN/m²
- Negatief verval, d.w.z. peil Noordzeekanaal hoger dan zee : 38,4 kN/m²

Belasting tijdens bewegen, waarbij de afdichting vrij moet komen van de dorpel

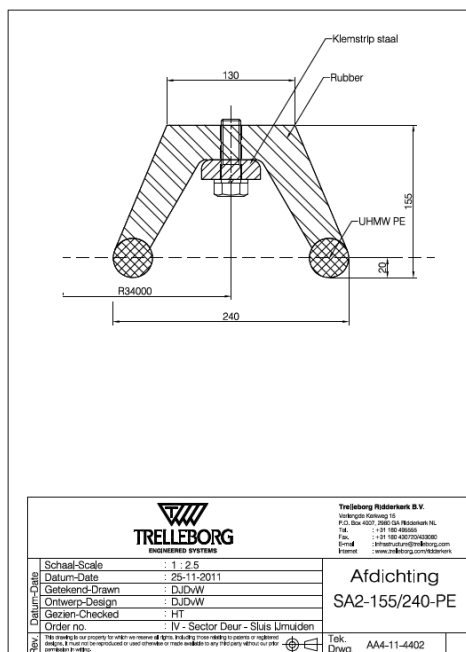
- Rest verval: 0,1 meter : 1 kN/m²

Minimale belasting waar bij de afdichting moet keren;

Elk peilverschil tussen Noordzeekanaal en Noordzee is mogelijk. Het ontwerp van de afdichting resulteert in een minimale druk waarbij de afdichting zal keren. Getoetst dient te worden of het lekdebiet bij een zeker minimaal peilverschil voldoet aan de lekeis.

6.5.1.2 Uitwerking

De afdichting langs de onderzijde van deur is volgens Figuur 6-21. De basis is een rubber profiel die zowel zelfsluitend is onder positief als negatief verval. Als contactvlakken met de roestvast stalen baan in de sluiscolkvloer is UHMWPE voorzien. Hierdoor wordt bij het openen met een restverval schade aan het afdichtingsprofiel voorkomen en een lage wrijvingsweerstand verkregen. Het afdichtingsprofiel bestaat uit rechte lengten die tegen elkaar in een straal onder aan deur worden bevestigd middels een klemverbinding met bouten. Afhankelijk van de lekeis mag er een onderlinge kier zijn tussen de afdichtingen onderling, dan wel worden de elementen onderling in het werk gevulkaniseerd.



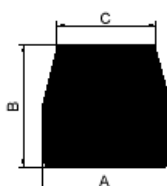
Figuur 6-21: Principe afdichting profiel onderlangs de deur

De verticale afdichting aan de einden van de deur geschiedt door middel van een zogenaamde A5 profiel van Trelleborg. Aan de bovenzijde zit een UHMWPE laag om wrijving door mogelijk deur bewegingen zo klein mogelijk te houden en slijtage te verminderen. Dit profiel heeft voldoende capaciteit om opgedrukt te worden en daarbij de benodigde vervorming te volgen. Horizontale en verticale afdichtingsprofielen zijn beiden eenvoudig te bewerken en op elkaar aan, zodat er een gesloten afdichtingslijn rondom de deur ontstaat.

CS5A

Technical Data

See the table and the graph for technical data about this type of compression seal.



Type	A mm	B mm	C mm	Weight kg/m
CS5A-80	80	80	60	7.1
CS5A-100	100	100	74	10.4
CS5A-120	120	120	88	12.1
CS5A-150	150	150	110	24.0

Figuur 6-22: Principe afdichting profiel verticale delen

6.5.2 Conservering

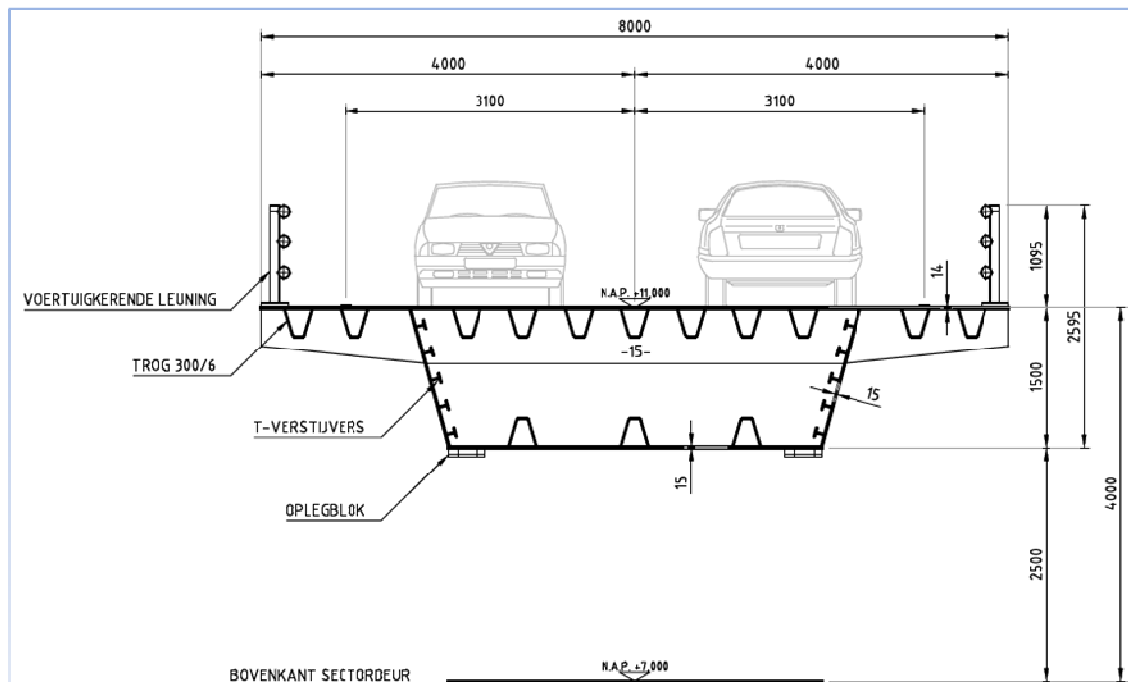
De conservering bestaat uit een combinatie van coating en anodes. Het ontwerp van het coating systeem valt buiten de scope van dit VO.

6.5.3 Verkeersweg

6.5.3.1 Dwars- en langsprofiel

Het dwarsprofiel van de verkeersweg heeft een breedte van acht meter, die opgebouwd is uit de volgende onderdelen:

- Twee rijstroken van 3,1 meter
- Voertuigerende leuning aan weerszijden van de brug
- Reststroken t.b.v. extra manoeuvreerruimte.

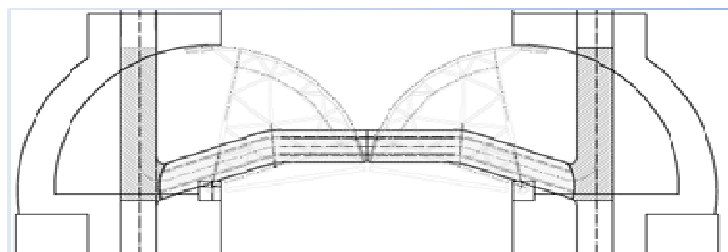


Figuur 6-23: Typische dwarsprofiel van wegverkeer en brugconstructie

De brugconstructie over de deurkas biedt een beweegruimte van 2,5 meter vanaf onderkant koker tot bovenkant sectordeur, zodat de sectordeur ook in geopende stand uitgewisseld kan worden. Hierdoor moet er een hoogte verschil van NAP +7,00 meter naar NAP +11,00 meter overbruggd worden. Dit wordt gedaan middels een helling van circa honderd meter lang, die bestaat uit een voetboog en een topboog met elk een straal van 675 meter.

6.5.3.2 Inpassing en vrijdraaien

De brug over de deurkas en de brug op de sectordeur liggen op dezelfde hoogte (NAP + 11,00 meter). Hierdoor draait de brugconstructie (op de sectordeur) langs de brug (over de deurkas), om vervolgens parallel aan de brug over de deurkas te 'parkeren'. Zie figuren hieronder.



Figuur 6-24: Verkeersweg sectordeur gesloten



Figuur 6-25: Verkeersweg sectordeur geopend

6.5.3.3 Brugconstructie

Ter plekke van de sluishoofden wordt er voor de verkeersweg onderscheidt gemaakt tussen een brugconstructie over de deurkas en een brug constructie op de sectordeur.

De brugconstructie over de deurkas heeft een overspanning van circa 34 meter, die opgelegd wordt op de wanden van de deurkas. De onderkant van de koker ligt 2,5 meter hoger dan de bovenkant van de sectordeur (NAP +7,00 meter).

De brugconstructie op de sectordeur steunt af op de hoofdconstructie van de sectordeur. Deze wordt dusdanig gemonteerd, zodat deze demontabel is in geval van het uitwisselen van de sectordeuren.

De brugconstructie van beide bruggen (op de sectordeur en over de deurkas) bestaan uit een (torsie)stijve kokerdoorsnede met daarin dwarsdragers en plaatverstijvers. Hierdoor kan de benodigde stijfheid ter plekke van het vrijdraaipunt en het overstek gerealiseerd worden.

6.5.4 Wrijfhout en stroombrekbalken

Schade aan kritieke onderdelen van de hoofdconstructie door aanvaring worden vermeden door het voorzien van een wrijfhout. De meest kritieke onderdelen in volgorde van belangrijkheid zijn de hoog gelegen drijflichamen, die waterdoorsnijdend zijn, gevolgd door de luchtkamers onderin de deur en de rest van de constructie.

Er is een wrijfhout voorzien in het binnenvlak (benedenstrooms zijden) van de sector deuren. Deze constructie ligt in het geval van een geopende sluis in het vlak van de sluiswand en dient dan als geleidewerk. In gesloten toestand dient de constructie als bumper voor het opvangen van schepen aanvarend vanuit het kanaal. De wrijfhout moet robuust genoeg zijn omdat het bewegingswerk de zwakste schakel is.

Er is langs de buitenzijde van de huid geen wrijfhout. Schepen aanvarend vanuit zee kunnen de luchtkamers onder in de deur beschadigen. De kritieke waterdoorsnijdende drijflichamen zitten in een veilige zone wat aanvaring vanuit zee betreft. Zowel het binnenste als buitenste drijflichaam bevinden zich buiten het bereik van schepen met voldoende energie om schade aan te richten, door de afmetingen en vorm van deze schepen.

De wrijfhout bestaat uit met regelmaat aangebrachte horizontale houten balken over de gehele hoogte van de constructie. Hardhouten balken van 20 bij 30 cm worden toereikend geacht. Vier stuks per meter hoogte. De balken steunen af op de knooppunten van de achterliggende hoofdconstructie.

Beoogd is de balken van de wrijfhout tevens te laten fungeren als stroombrekbalken. In een verder stadium van het ontwerp moet aangetoond worden of deze configuratie van balken toereikend is te fungeren als wrijfhout dan wel als stroombrekbalken.

In een volgende fase kunnen de houten balken in kunststof uitgevoerd worden.

6.6 Aandachtspunten

Overzicht van aandachtspunten die volgen uit het voorontwerp (niet sluitend):

- De mate van sedimentaangroei en verzanding in de deurkas dient onderzocht te worden. Als dit aanzienlijk is, is het verstandig hiervoor maatregelen te nemen. Waaronder het voorzien van een aantal sediment propellers.
- De glijshoenen en afdichting over de kolkbodem is onderhevig aan slijtage. De mate van slijtage dient onderzocht te worden. Aangetoond dient te worden dat de optredende slijtage binnen de onderhoudstermijn valt.
- Het aangegeven systeem van nivelleeropeningen met schuiven is indicatief. Bij verdere uitwerking dient rekening gehouden te worden met de volgende punten:
 - Scherpe hoeken moeten worden vermeden om extra weerstand en dynamische belasting op de schuiven te voorkomen.
- Een alternatief waarbij genivelleerd wordt met omloopriolen lijkt goed mogelijk. Geadviseerd wordt dit alternatief in een volgende fase nader te onderzoeken, met betrekking tot krachten op de schepen, en optimalisatie van de deurconstructie door het afwezig zijn van de nivelleeropeningen in de deur zoals aantal, ligging en grootte van de luchtkamers.
- Voor de wrijfhoutconstructie moet aangetoond worden of de voorgestelde configuratie van balken toereikend is te fungeren als wrijfhoutconstructie dan wel als stroombrekbalken.

7 BEDIENING-, BESTURINGS- EN ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIE

7.1 Inleiding

In dit voorontwerp wordt een 'proof of concept' uitgevoerd van een voorontwerp van de Nieuwe Zeesluis op punten als kosten, energieverbruik en betrouwbaarheid. Alle elektrotechnische en bediening- en besturingstechnische installaties op de Nieuwe Zeesluis maken deel uit van de scope.

De bediening- en besturingsinstallatie wordt alleen ontworpen voor de bediening van de Nieuwe Zeesluis. De energielevering wordt ontworpen voor het maximale verbruik dat kan plaatsvinden bij het schutproces. Indien mogelijk wordt er gebruik gemaakt van het middenspanningsnet van het sluizencomplex IJmuiden, dus ook van de inkoop punten van dit complex. Ook de noodvoeding van de sluis wordt, indien mogelijk, van het middenspanningsnet van het sluizencomplex afgehaald.

Het voorontwerp is onderverdeeld in drie hoofdonderdelen, te weten:

- Bediening- en besturingsinstallatie;
- Energielevering;
- Elektrotechnische installatie.

Deze onderdelen vormen de technische hoofdstukken van dit document. Alle installaties die deel uitmaken van deze onderdelen worden in sub paragrafen onder de betreffende hoofdstukken ingedeeld. In bijlage 8 zijn de grond- en configuratieschema's, kabeltracé en flowdiagram weergegeven.

7.2 Bediening- en besturingssysteem

7.2.1 Algemeen

Voor de normale bediening van de sluis wordt er een bedieningslessenaar in de bedieningsruimte van het bedieningsgebouw geplaatst. In de gebouwen op de hoofden aan beide zijden van de sluis wordt een onderhoudsbediening aangebracht. Daarnaast zal het ten behoeve van de noodbediening mogelijk zijn om elk hydraulisch aggregaat lokaal te bedienen vanaf de schakelkast van het betreffende aggregaat.

7.2.2 Hardware bediening- en besturingssysteem

PLC

Gezien de omvang en geringe complexiteit wordt voor de besturing van de Nieuwe Zeesluis gebruik gemaakt van PLC systemen. Er is niet gekozen voor het toepassen van DCS systemen, omdat deze systemen inclusief de applicatie software, duurder zijn en geen extra betrouwbaarheid opleveren t.o.v. PLC systemen. Op elk hoofd worden aan beide zijden van de kolk een redundant PLC systeem geplaatst om te voldoen aan de genoemde beschikbaarheidseis in de Klant Eisen Specificatie (KES-0204). Eén PLC eenheid van het redundante PLC systeem zal als back-up systeem fungeren (hot-standby). De redundante PLC systemen zullen in de besturingskasten in de betreffende ruimte worden ondergebracht.

Bedieningslessenaar

In de bedieningsruimte in het bedieningsgebouw wordt een bedieningslessenaar geplaatst. In deze lessenaar zal voor de bediening van de sluis een beeldschermbedieningssysteem worden geplaatst. Daarnaast zal in de bedieningslessenaar de bediening van de overige installaties (landverkeersinstallatie, IVS, marifoon e.d.) worden ondergebracht. Ook de noodstop zal een plaats krijgen in de lessenaar. Via deze Bedienplaats is de sluis centraal te bedienen overeenkomstig de KES-0015, KES-0184 en KES-0053.

Onderhoudsbediening

Ter plaatse van de technische ruimten op de hoofden zal een onderhoudsbediening worden geplaatst (vier in totaal). Via de onderhoudsbediening zullen beide hoofden bediend kunnen worden. Ter plaatse van de onderhoudsbediening zullen geen voorzieningen voor CCTV beelden of audio worden aangebracht.

Noodbediening

Op de systeemkast van elk hydraulisch aggregaat wordt doormiddel van schakelaars, drukknoppen en signaallampen noodbediening mogelijk gemaakt. De noodbediening wordt buiten de PLC om lokaal aangesloten op het aggregaat. Vanaf deze plek zal enkel de bediening van het betreffende hydraulische aggregaat en de daardoor aangedreven deuren en nivelleerschuiven mogelijk zijn. De noodbediening wordt niet voorzien van ondersteunende installaties, zoals CCTV en audio.

Noodstop

Op elke Bedienplaats zal een noodstop-schakelaar worden aangebracht. Het noodstopcircuit zal via de PLC's en het besturingsnetwerk lopen. De PLC's zullen hiervoor uitgevoerd worden als safety PLC. Door het gebruik van de safety PLC in plaats van veiligheidsrelais zal de betrouwbaarheid van het circuit worden verhoogd.

Server

In het bedieningsgebouw worden twee servers geplaatst. Op deze servers draait de SCADA software waarmee de sluis te bedienen is. Voor de normale besturing wordt één server gebruikt. Eén server zal als back-up systeem stand-by staan. Redundante servers zijn nodig om te voldoen aan KES-0204.

7.2.3 Software

Voor de weergave van de bediening van de sluis zal er gebruik worden gemaakt van een SCADA pakket. Binnen dit pakket zullen de nodige bedieningsniveaus worden ingesteld. Deze software zal op zowel de beeldschermbediening in de bedieningsruimte als op de onderhoudsbediening in de gebouwen ter plaatse van de hoofden worden toegepast. De beeldschermbediening zal worden opgebouwd volgens het document B-DOC-17 'Uniform MMI ontwerp voor (centrale) bediening van beweegbare bruggen en sluizen'.

7.2.4 Registratiesystemen

Storingen en alarmen

Voor de registratie van storingen en alarmen wordt een verslagleggingsinstallatie geïnstalleerd in het bedieningsgebouw. Dit systeem zal de gegevens van storingen en alarmen verkrijgen vanuit het besturingssysteem.

Audiologgingsystemen

Ten behoeve van de registratie en opslag van audiogegevens wordt een audiologgingsysteem geïnstalleerd in het bedieningsgebouw. In dit systeem zullen alle gesprekken die via de omroepinstallatie en intercominstallatie worden gevoerd, worden opgeslagen.

Videologgingsystemen

Ten behoeve van de registratie en opslag van videogegevens wordt een videologgingsysteem geïnstalleerd in het bedieningsgebouw. In dit systeem zullen alle videosignalen van de camera's worden opgeslagen.

7.2.5 Bedieningsmogelijkheden

De bediening van de Nieuwe Zeesluis kan op drie manieren, te weten:

1. Procesbediening, bediening en weergave van de sluis via SCADA;
2. Onderhoudsbediening, bediening en weergave van de sluis via operatorpaneel (touchscreen) in technische ruimte met de mogelijkheid om voorwaarden te overbruggen;
3. Noodbediening, hardwarematige bediening van het betreffende hydraulische aggregaat.

De procesbediening is de dagelijkse bediening en vindt plaats in de bedieningsruimte van het bedieningsgebouw. De onderhoudsbediening zal plaatsvinden plaats in de technische ruimte van de kelders op het binnen- en buitenhoofd. De noodbediening zal op de systeemkast van elk hydraulisch aggregaat plaats vinden.

In de SCADA software worden twee autorisatieniveaus toegepast, te weten:

- Autorisatieniveau 'bediening';
- Autorisatieniveau 'onderhoud'.

7.2.6 Informatie en Volgsysteem Scheepvaart, IVS

Ten behoeve van de identificatie van passerende schepen zal gebruik gemaakt worden van het informatie- en volgsysteem scheepvaart van het Havenbedrijf Rotterdam genaamd PONTIS.

Met behulp van dit systeem registreert de schipper zijn scheep- en ladingsgegevens.

Na aanmelding van de gegevens blijven deze gegevens langs de hele vaarroute beschikbaar.

De uitlezing van dit systeem zal mogelijk worden gemaakt in de bedieningsruimte.

7.2.7 CCTV installatie

Om voldoende zicht op het schutproces te hebben vanuit de bedieningsruimte, wordt er voorzien in een CCTV installatie met digitale camera's (KES-0183).

Voor de weergave van de camera's zullen voldoende beeldschermen worden geïnstalleerd. De correcte werking van CCTV camera's bij nacht is sterk afhankelijk van het lichtniveau. Door de toepassing van lichtgevoelige camera's kan het lichtniveau laag worden gehouden.

Op elk hoofd zullen voldoende camera's worden geplaatst om de sluis op afstand en vanaf de bedieningslessenaar te kunnen bedienen. Aan beide zijden van de kolk zal tevens een draaibare overzichtscamera worden geplaatst.

Tevens zullen er op het terrein en op de remmingswerken voldoende overzichtscamera's worden geplaatst ten behoeve van de veiligheid op deze locaties.

Ten behoeve van de veiligheid van het wegverkeer ter plaatse van elke sluisovergang, worden ook nabij de afsluitbomen camera's geplaatst. De systeemkasten voor de CCTV installatie zullen in het bedieningsgebouw worden geplaatst.

7.2.8 Audio installatie

Op het terrein en op de remmingswerken van de Nieuwe Zeesluis en op de remmingswerken wordt een audio installatie geïnstalleerd. Dit systeem zal bestaan uit luidsprekers, systeemkasten en een bedieningspaneel. Het bedieningspaneel zal in de bedieningslessenaar worden opgenomen. De systeemkasten zullen worden ondergebracht in het bedieningsgebouw en de gebouwen op beide hoofden.

7.2.9 Radarinstallatie

In het bedieningsgebouw worden beeldschermen geplaatst voor de weergave van radarbeelden.

De Nieuwe Zeesluis zal gebruik gaan maken van het walradar-VTS-systeem dat langs het Noordzeekanaal is geïnstalleerd. Dit systeem bestaat uit verschillende radarposten die samen het hele Noordzeekanaal en de omgeving van het complex IJmuiden en complex Oranjesluizen in beeld brengen. Ten behoeve van de communicatie met dit systeem wordt er een systeemkast in het bedieningsgebouw geplaatst.

7.2.10 Beveiliging

Om de kans op verkeerde handelingen door de bedienaar te verminderen, worden tussen verschillende processtappen van het schutproces softwarematige beveiligingen toegevoegd. Boven een bepaald waterniveau zal de sluis fungeren als waterkering en zullen de sluisdeuren niet meer worden bediend.

Zie Flowdiagram 58502 voor de processtappen van het schutproces.

7.2.11 Communicatievoorzieningen

Intercominstallatie

In de technische ruimten van elk gebouw en in elke kelder wordt een intercominstallatie aangebracht. Deze installatie zal bestaan uit een intercomkastje met in elke technische ruimte en een bedienpaneel in de bedieningsruimte. Het bedieningspaneel zal in de bedieningslessenaar worden aangebracht.

Marifoon

Ten behoeve van de communicatie door de bedienaar met de scheepvaart in de omgeving van de sluis, wordt er een marifooninstallatie geïnstalleerd. De installatie zal in het bedieningsgebouw worden geplaatst. De bediening van deze installatie zal plaatsvinden in op de bedieningslessenaar in de bedieningsruimte.

Telefooninstallatie

In de technische ruimten, kantoren en de bedieningsruimte wordt een telefooninstallatie geplaatst. De installatie zal bestaan uit telefoons en een systeemkast. De telefooninstallatie zal worden aangesloten op het regionale telefoonnet voor de communicatie buiten het complex.

Praatpaalinstallatie

Op de Nieuwe Zeesluis wordt een praatpaalinstallatie geïnstalleerd. Deze installatie zal bestaan uit een bedieningspaneel, een systeemkast in het bedieningsgebouw en praatpalen op de remmingswerken en langs de kolk. De bediening zal gebeuren vanuit het bedieningsgebouw.

Netwerk

Op de Nieuwe Zeesluis zullen voor de bediening en besturing van de sluis twee netwerken worden geïnstalleerd. De PLC systemen en OS servers zullen in het besturingsnetwerk worden aangesloten. De operator stations zullen in een supervisenetwerk verbonden worden met de OS servers. Beide netwerken zullen gebruik maken van het ethernet protocol en worden als ringleiding uitgevoerd, zodat een hogere beschikbaarheid wordt verkregen. Zie tekening configuratieschema 58302 voor meer informatie.

7.3 Energielevering

7.3.1 Hoogspanningsinstallaties

Ten behoeve van de voeding van alle sluizen op het sluizencomplex IJmuiden is een 10 kV leiding aanwezig op het terrein. Deze leiding is aan de noordzijde en zuidzijde van het complex aangesloten op het openbare elektriciteitsnet. Gebaseerd op het document "Evaluatie energiesystemen sluizencomplex IJmuiden" van 10 juli 2001 komen wij op de onderstaande vermogensgegevens. Door gebrek aan bruikbare documentatie van na 2001 is dit document ons uitgangspunt voor het energieverbruik van de bestaande objecten.

Het maximale vermogen vanaf inkooppunt Velsen Noord is 2000 kVA. De huidige contractuele aansluitcapaciteit is 1600 kVA. Het werkelijke verbruik van de bestaande objecten ligt nabij de 1050 kVA (inschatting Rijkswaterstaat).

Voor de aandrijving van de sectordeuren worden per deur één tractor geïnstalleerd. De aandrijving van deze tractor gebeurt door middel van vijf motoren met een totaal vermogen van 40 kW waarvan één reservemotor.

Op de sectordeuren worden vier nivelleerschuiven geplaatst welke hydraulisch worden aangedreven. Voor de hydraulische aandrijving van deze schuiven zal per deur één hydraulische aggregaat worden geplaatst met een vermogen van 9 kW. De deuren en de nivelleerschuiven zullen nooit tegelijk worden bewogen.

Het maximale gelijktijdige verbruik voor de aandrijving van de deuren zal 80 kW zijn.

Daarnaast zal door de assisterende installaties, zoals bediening en besturing, objectverlichting en gebouwinstallaties naar schatting gelijktijdig maximaal 100 kW worden verbruikt. De huidige aansluiting kan worden gebruikt als voeding van de Nieuwe Zeesluis.

In het document "Evaluatie energiesystemen sluizencomplex IJmuiden" wordt gesteld dat er bij het energieverbruik dat op dat moment bekend was voldoende capaciteit in de infrastructuur van de hoogspanningsringleiding is om de Nieuwe Zeesluis hierin op te nemen. In dit document wordt rekening gehouden met een vermogen van 600 kW voor de nieuwe Zeesluis. Het vermogen van het ontwerp wat nu is uitgedacht ligt zoals gezegd nabij de 180 kW. De aanpassingen van de 10kV ring zal hier van uitgaande minimaal zijn.

De voedingskabel tussen de Middensluis en de Noordersluis zal worden onderbroken. De afgaande groep van de Noordersluis en de Middensluis zal naar verwachting niet voldoen voor de Nieuwe Zeesluis. De voeding vanaf de Noordersluis en vanaf de Middensluis wordt aangesloten op een nieuwe hoogspanning hoofdverdelers ter plaatse van de nieuwe sluis.

Over het terrein van de Nieuwe Zeesluis zal een 10kV ringleiding worden gelegd tussen de hoogspanningsverdelers op het binnen- en buitenhoofd.

Ter plaatse van iedere hydraulisch aggregaat wordt een transformator geplaatst met een vermogen van 400 kVA voor zowel de aandrijving van de deur en de nivelleerschuiven als de overige installaties.

Zie tekening 58102 voor meer informatie.

In verband met de leeftijd van de laatst beschikbare informatie, het rapport "Evaluatie energiesystemen sluizencomplex IJmuiden", bestaat het risico dat het werkelijke vermogen afwijkt van dit rapport.

In geval dat de huidige energievoorziening en het huidige verbruik niet overeenkomt met de werkelijkheid, resulterend in een tekort aan beschikbaar vermogen, dan dient een afwijkend ontwerp aangehouden te worden. In dit geval zal er vanaf beide transportstations van de netbeheerder, Velsen Noord en IJmuiden, een nieuwe voeding worden aangelegd. De voedingskabels zullen via nieuwe zinkers in de voorhavens van bestaande sluizen / kanaal worden getrokken en worden aangesloten op de nieuwe hoofdverdelers van de nieuwe Zeesluis. Voor deze afwijking wordt een stelpost in de kostenraming opgenomen.

Voeding vanaf Velsen Noord blijft de primaire voeding van het complex. De voeding vanaf IJmuiden kan in geval van spanningsuitval van Velsen Noord de voeding leveren voor alle objecten van sluizencomplex IJmuiden.

7.3.2 Laagspanningsinstallatie

Van de nieuwe 400 kVA transformatoren wordt de 400V voeding voor de sluisinstallaties afgenomen.

Op elk hoofd aan beide zijden van de kolk wordt een laagspanningsruimte geplaatst.

In deze ruimten wordt een laagspanningsverdelers geplaatst.

Kabeltracés

Het kabeltracé van de energievoorziening van de Nieuwe Zeesluis (hoogspanning / laagspanning) is weergegeven op tekening 59402. De kabelkruising in de nieuwe zeesluis zal via de drempels in de sluishoofden plaatsvinden.

Het bedieningsgebouw zal aan de noordzijde van de Noordersluis worden gebouwd. Alle bekabeling tussen het bedieningsgebouw en de Nieuwe Zeesluis zal in de nieuwe situatie via het bestaande kabeltracé onder de kolk van de Noordersluis lopen.

De kabels van de bestaande sluizen moeten worden verlegd ter plaatse van de nieuwe zeesluis. Omdat de bestaande sluizen in bedrijf moeten blijven tijdens de aanleg van de nieuwe zeesluis is het verleggen van de kabels een risico en aandachtspunt.

7.3.3 Noodstroom installatie (roterend)

In geval van spanningsuitval op het sluisencomplex IJmuiden worden de objecten voorzien van noodstroom vanaf twee noodstroomaggregaten welke ter plaatse van de Middensluis zijn geplaatst. Deze noodstroomaggregaten kunnen ieder een vermogen van 250 kVA leveren voor het hele complex. Er is niet voldoende vermogen beschikbaar om ook de Nieuwe Zeesluis van energie te voorzien.

Nabij de hoogspanning hoofdverdeler worden daarom twee noodstroomaggregaten geplaatst van ieder 250 kVA. Wanneer de voeding noord en zuid uitvallen, zullen alle twee de aggregaten worden ingeschakeld. De noodstroom aggregaten worden aangesloten op de hoogspanningsringleiding. Hier vandaan worden alle installaties van de Nieuwe Zeesluis bij spanningsuitval van stroom voorzien.

In de technische ruimte op het binnen- en buitenhoofd aan beide zijden van de kolk wordt een no-break systeem geplaatst. De installatie zal bestaan uit no-break verdelers en noodstroomaccu's. Het no-break systeem dient ten behoeve van de voeding van de meest kritische installaties. De noodvoeding zal voor deze installaties de voeding verzorgen in de tijd tussen spanningsuitval en de bijschakeling van het noodstroomaggregaat. De installatie zal voldoende capaciteit hebben om minimaal de voeding te verzorgen voor de centrale bediening en signalering, de verslagleggingsinstallatie, de brandmeldinstallatie, de geluidsinstallatie, de CCTV installatie, de objectverlichting en de monitoren van de bediening en CCTV weergave.

7.4 Elektrotechnische installaties

7.4.1 Aandrijving- en bewegingswerk elektromechanisch

Voor de beweging van de deuren wordt er gebruik gemaakt van tractor welke door motoren worden aangedreven. Per hoofd worden er twee sectordeuren geplaatst. Elke deur zal worden aangedreven door één tractor. Deze tractoren zullen worden opgesteld op de kant bij elke deur en zullen doormiddel van een op de deur gemonteerde tandbaan de deuren bewegen. Ten behoeve van de aandrijving van de tractoren worden er per tractor vijf motoren geïnstalleerd. Eén motor wordt als reservemotor gebruikt en is bij te schakelen in geval van een storing aan één van de motoren.

De aandrijving van de deur zal voorzien worden van naderingschakelaars en een wegmeetsysteem ten behoeve van de plaats bepaling van de deur.

De schakelkast van de aandrijving wordt in de nabij gelegen kelder geplaatst. Doormiddel van knoppen op deze kast kan de betreffende deur worden bediend.

7.4.2 Aandrijving en bewegingswerk elektrohydraulisch

Iedere deur wordt voorzien van vier schuiven ten behoeve van het nivelleren. Deze schuiven worden door middel van hydraulische cilinders op en neer bewogen. Ten behoeve van de aandrijving van de schuiven wordt in de kelder nabij elke deur een hydraulisch aggregaat geplaatst. Het hydraulisch aggregaat zal aangedreven worden door drie elektromotor van elk 3kW.

De schakelkast van de hydraulische aggregaten zal in de kelder nabij elk hydraulisch aggregaat worden geplaatst. Vanaf deze kast zal doormiddel van knoppen en schakelaars de noodbediening van het betreffende aggregaat plaats kunnen vinden

7.4.3 Aarding- en Bliksembeveiliging installatie

De bestaande aardingsinstallatie van het sluisencomplex wordt uitgebreid met de aardingsinstallatie van de Nieuwe Zeesluis.

Aan de hand van de rekenmethode volgens de NPR 1014 is bepaald of een bliksembeveiliging geïnstalleerd moet worden. Gezien de financiële schade die kan ontstaan als gevolg van blikseminslag in het bedieningsgebouw, is het raadzaam om een bliksemafleiderinstallatie te installeren op het gebouw. Het bedieningsgebouw heeft een belangrijke rol voor de scheepvaartroute van en naar Amsterdam en omgeving. Het uitvallen van de functies binnen dit gebouw zal grote gevolgen hebben voor de scheepvaart in de omgeving van de sluis. Om die reden zal er een beveiligingsniveau LPL II aangehouden worden.

Rondom de sluis zal worden getracht zoveel mogelijk installaties ondergronds op te stellen.

7.4.4 Afsluitboominstallatie

De sluisdeuren van de Nieuwe Zeesluis worden gebruikt als verkeersroute voor motorvoertuigen, fietsers en voetgangers. Op elke deur wordt een voetpad en een weg voor tweerichtingsverkeer van motorvoertuigen en fietsers en aangebracht. Ten behoeve van het landverkeer worden er afsluitbomen geplaatst aan beide zijden van elk hoofd.

Op elk hoofd wordt per zijde van de kolk voor zowel de eb- als de vloeddeur een afsluitboomkast geplaatst. De afsluitbomen worden voorzien van LED signaallampen.

In de technische ruimten op beide hoofden worden de systeemkasten van de afsluitboominstallatie geplaatst.

7.4.5 Bebording

Omdat de sluis 24 uur per dag in bedrijf is, worden alle scheepvaartverkeersborden voorzien van aanstraalverlichting. Bij de keuze van de armaturen wordt gekeken naar de meest duurzame armatuur voor elke specifieke situatie.

Voor informeren van de scheepvaart over de waterstand in de sluis wordt op beide hoofden een matrixbord geïnstalleerd.

7.4.6 Binnenverlichting

Binnenverlichting wordt geïnstalleerd in alle gebouwen en kelders van het complex.

De binnenverlichting wordt conform de NEN-EN 12464-1 uitgevoerd.

Voor de systeemkeuze wordt gestreefd naar de meest duurzame oplossing bij de functie en het gebruik van elke ruimte. Om dit te bereiken zal gebruik worden gemaakt van LED verlichting en energiezuinige TL-verlichting. Voor de bediening van de verlichting zal voor minder bezochte ruimten gebruik worden gemaakt van aanwezigheidsdetectie om zo het energieverbruik verder te beperken.

7.4.7 Brandmeld- en ontruimingsinstallaties

In alle gebouwen en kelders wordt voorzien in brandmeldinstallatie. Deze installatie bestaat uit rookmelders, handmelders, optische- en akoestische signalering en in de bedieningsruimte een brandmeldpaneel. Alle brand- en handmelders worden centraal uitgelezen op een brandmeldpaneel in de bedieningsruimte.

7.4.8 Hydro-/meteomeetinstallaties

Op elk hoofd wordt een niveaumeetinstallatie geplaatst. Elke installatie meet het waterniveau binnen en buiten de kolk. De gemeten waarden worden aangeboden aan het besturingssysteem. De meetwaarden zullen af te lezen zijn op het beeldschermbedieningssysteem. Het niveauverschil over de deur wordt in het besturingssysteem berekend.

Op het buitenhoofd wordt tevens een windmeting geïnstalleerd. Deze installatie zal bestaan uit een windmeter en een systeemkast. De gemeten waarden zullen in de SCADA weergave van de bediening zichtbaar worden gemaakt.

7.4.9 Objectverlichting

Op de remmingswerken, aan beide kanten van de kolk en op het terrein dient objectverlichting te worden aangebracht. Als uitgangspunt voor de verlichtingseisen op de Nieuwe Zeesluis wordt Richtlijn Vaarwegen 2005 (RVW) aangehouden. Alle objectverlichting zal worden uitgevoerd met LED armaturen. De objectverlichting voor de kolk dienen LED schijnwerpers te zijn. Door de uitzonderlijke breedte van de kolk is de huidige generatie LED schijnwerpers niet geschikt om de kolkwanden en de sluisdeuren voldoende te verlichten. Er wordt daardoor niet voldaan aan de minimale verticale verlichtingseisen.

De breedte van de sluis heeft tevens als nadeel dat als de verlichtingseisen gehaald worden de horizontale lichtsterkte hoger uitkomt dan geëist. Hierdoor kan er geen optimaal lichtbeeld worden gecreëerd, waarbij zo min mogelijk energie verspild wordt.

De kolkwanden en sluisdeuren worden daarom voorzien van LED aanstraalverlichting, waardoor het licht niveau langs de kolk kan worden verminderd.

De belangrijkste functie van de objectverlichting voor een sluis is het gebruik van de CCTV installatie 24 uur per dag mogelijk maken. Door het gebruik van lichtgevoelige camera's op de Nieuwe Zeesluis zal het minimaal vereiste lichtniveau voor de CCTV installatie lager liggen dan normaal. LED verlichting heeft naast energiezuinigheid als voordeel dat de kleurweergave zeer hoog is ten opzichte van conventionele terreinverlichting. Door toepassing van LED verlichting zal daardoor voor een gelijkwaardig lichtbeeld minder verlichting nodig zijn dan bij conventionele verlichting.

De objectverlichting kan hierdoor worden gedimd tot een lager lichtniveau waarbij het veiligheidsniveau aanvaardbaar blijft. Dit resulteert in een hogere energiebesparing (KES-0202 en KES-0179).

Ook ten behoeve van de situaties "nacht" en "mist" dient het lichtniveau van de sluisverlichting te worden gedimd (KES-0173 en KES-0141).

Het aan- en uitschakelen van de objectverlichting gebeurt doormiddel van een schemerschakelaar op het complex.

7.4.10 Pompinstallatie

Elke kelder wordt voorzien van een pompinstallatie om wateroverlast te voorkomen. De installatie bestaat uit een pomp, niveauschakelaars en een lokaal bedienpaneel.

Om de ballasttanks van de sluisdeuren te kunnen legen, wordt gebruikt gemaakt van mobiele pompen die lokaal opgeslagen staan. In de deur wordt een in een aansluiting voorzien voor deze pompen. Op de nieuwe sluis zullen twee pompen paraat staan.

7.4.11 Scheepverkeersbeseining

Op de remmingswerken en nabij de sluisdeuren wordt scheepvaartverkeersbeseining aangebracht.

De scheepvaartverkeersbeseining bestaat uit scheepvaartseinen en in- uitvaarseinen en systeemkasten. De seinen worden uitgevoerd met LED2 optieken met lampbewaking, met als doel het energieverbruik te minimaliseren, de beschikbaarheid van de seinen te verhogen en onderhoud te minimaliseren.

Het lichtniveau van de scheepvaartseinen en in- en uitlaatseinen wordt geschakeld in de standen dag, nacht en mist, gebruikmakend van de schemerschakelaar van de objectverlichting.

7.4.12 Toegangshek

Rondom het complex van de Nieuwe Zeesluis wordt een afscherming aangebracht ten behoeve van de beveiliging tegen vandalisme en diefstal op het terrein. Aan de noordzijde en zuidzijde wordt een elektromechanisch aangedreven toegangshek geplaatst. Doormiddel van een afstandsbediening die ook voor de toegang van de andere objecten op het complex dient, kunnen toegangshekken lokaal worden bediend. De toegangshekken kunnen tevens centraal worden bediend vanuit de bedieningsruimte in het bedieningsgebouw. Ten behoeve van de bediening wordt een camera nabij elk toegangshek geplaatst.

7.4.13 Winchkoppen

Om het vastleggen van schepen in de kolk te vereenvoudigen zullen aan beide zijden van de kolk elektrische winches worden aangebracht. De winches worden gevoed vanuit de laagspanningsverdeler op de sluishoofden.

7.4.14 Landverkeerinstallatie

Nabij de verkeersroutes over de kolk van de Nieuwe Zeesluis wordt een landverkeerinstallatie geïnstalleerd. De installatie zal bestaan uit stopseinen aan beide zijden van de deuren ten behoeve van motorvoertuigen, fietsers en voetgangers en uit systeemkasten op beide sluishoofden. De verkeerslichten worden uitgevoerd met LED2 optieken met lampbewaking.

Nabij de toegangsweg aan beide zijden van de sluis wordt een matrixbord geplaatst voor de aanwijzing van de actuele verkeersroute over de sluis.

7.4.15 Gebouwinstallatie

Het nieuwe bedieningsgebouw wordt verder voorzien van intercom, airconditioning en rolluiken ten behoeve van de bedienaars.

De intercominstallatie dient voor de toegangsbeveiliging van het bedieningsgebouw. Deze installatie zal bestaan uit een bedieningspaneel, videofoon en elektrisch vergrendelbare sloten. Het bedieningspaneel wordt in de lessenaar opgenomen.

In het bedieningsgebouw en in alle elektrotechnische ruimten op de Nieuwe Zeesluis, wordt klimaatbeheersing aangebracht. In de elektrotechnische ruimten zal de klimaatbeheersing bestaan uit een airconditioning en elektrische verwarmingselementen.

In het bedieningsgebouw wordt een centrale airconditioning geplaatst voor alle technische-, kantoor- en bedieningsruimten in het gebouw.

In de bedieningsruimte worden elektrische zonneschermen aangebracht.

Alle gebouwen en kelders worden voorzien van vluchtwegverlichting en noodverlichting.

Het bedieningsgebouw wordt beveiligd met een inbraakbeveiligingsinstallatie. Deze installatie zal bestaan uit bewegingsmelders, een systeemkast en een bedieningspaneel.

7.4.16 Benodigde afmeting schakelkasten in technische ruimte

Voor het onderbrengen van de elektrische installatie in de kelders van de sluishoofden is de volgende kastruimte (breedte) nodig per sluishoofd en sluiszijde:

	breedte	
LS verdeler	3.000	mm
Besturingskast (incl. PLC)	2.200	mm
UPS	800	mm
No-break	800	mm
Afsluitboom installatie	800	mm
Aandrijf hydrauliek incl. FO's	4.000	mm
Licht- & Krachtkast	800	mm
Hydro- /meteomeetinst.	600	mm
Brandmeldinstallatie	600	mm
SVS / LVS	800	mm
Audio installatie	600	mm
Totaal	15.000	mm

7.5 Risico's en aandachtspunten

De volgende risico's en aandachtspunten worden onderkend:

- Het aanleggen van een energie aansluiting voor de nieuwe zeesluis vanaf de Noordzijde (Velsen) en vanaf de Zuidzijde (Ijmuiden);
- Het verleggen van kabels en leidingen op de locatie van de nieuwe zeesluis.

8 ONTWERP SLUISHOOFD INCL. DREMPEL

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de berekeningen van het sluishoofd en de drempel constructie opgenomen. Tevens zullen deze ontwerpen toegelicht worden.

Voor de sluishoofd constructie wordt een caissonconstructie uitgewerkt. De drempel bestaat uit losse elementen die worden afgezonken tussen de sluishoofden en aan het sluishoofd worden bevestigd door middel van voorspanning.

Het ontwerp is gevisualiseerd in tekening BA3334-102-102-VO-500, zie bijlage 3.

8.2 Ontwerputgangspunten

8.2.1 Ontwerputgangspunten sluishoofd

8.2.1.1 Belastingen

Waterstanden

De sluishoofden en de sluiskolk worden beschouwd als civiele onderdelen welke gedurende de levensduur van 100 jaar niet vervangbaar zijn. De gehanteerde waterstanden zijn daarom gerelateerd aan de waarden die de Commissie Veerman heeft opgesteld. (De commissie Veerman gaat uit van een absolute zeespiegelrijzing van 120 cm/eeuw). In onderstaande figuur een schematisatie van de gehanteerde waterstanden.

Noordzeezijde		Kolkzijde
	Hoog water	
(NAP + 8,02 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$ Grondwaterstand: (NAP + 7,35m)		(NAP -0,88 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,00 \text{ kN/ m}^3$
	Laag water	
(NAP - 3,50 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/ m}^3$		(NAP - 0.67 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/ m}^3$

Figuur 8-1: Maatgevende waterstanden voor sluishoofd

Bovenbelastingen

De bovenbelasting van 20 kN/m² treedt niet gelijktijdig op met het grootste verval. Deze belasting wordt alleen beschouwd voor de controle van lokale onderdelen van het sluishoofd. Ook kan een verkeersbelasting aanwezig zijn, hiervoor wordt gerekend met 4 assen van 1,5 ton.

Bolderkrachten

Niet beschouwd. Er zijn geen bolders op de sluishoofden aanwezig.

Spatkrachten

De stabiliteit van en krachtsverdeling in het sluishoofd wordt getoetst in combinatie met de spatkrachten behorende bij het maatgevend verval zie. In deze situatie staat het grondwater tot een niveau van NAP +8.00m.

De spatkrachten zijn overgenomen uit het ontwerprapport voor de deuren. Hieruit is af te leiden dat de maatgevende belasting een puntlast geeft van ongeveer 120 MN. Deze grijpt aan onder 40 graden, wat resulteert in een kracht van 93 MN in de lengterichting van de kolk en 78 MN dwars op de kolk. Dit zijn rekenwaarden.

8.2.1.2 Grondgegevens

Op basis van de nu bekende geotechnisch gegevens (zie uitgangspuntenrapport) is het grondprofiel aangenomen zoals weergegeven in Tabel 8-1.

Tabel 8-1: Grondeigenschappen

Grondsoort	Bovenzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	φ' [o]	ψ [o]	δ' [o]	c' [kPa]
Zand met kleilagen (DKL)	+5 m	18/20	27	0	2/3 φ	0,1
Pleistoceen Zand	-20 m	18/20	32,5	2,5	2/3 φ	0,1

8.2.1.3 Belastingafdracht

De sluishoofd constructie is als volgt opgebouwd. Een sluishoofd wand bestaat uit 3 betonnen caissons, betonnen dozen met interne vloeren, wanden en snijranden. Ter plaatse van de kas zelf wordt in de bouwfasen een tijdelijke wand (beton of staal) geplaatst zodat een gladde rechthoekige doos ontstaat. Ditzelfde geldt voor de plaatsen waar de elementen aan elkaar worden verbonden. Om de elementen op diepte te krijgen kan gebruik worden gemaakt van een groutsmering om de wrijving met de grond langs de wanden te verminderen.

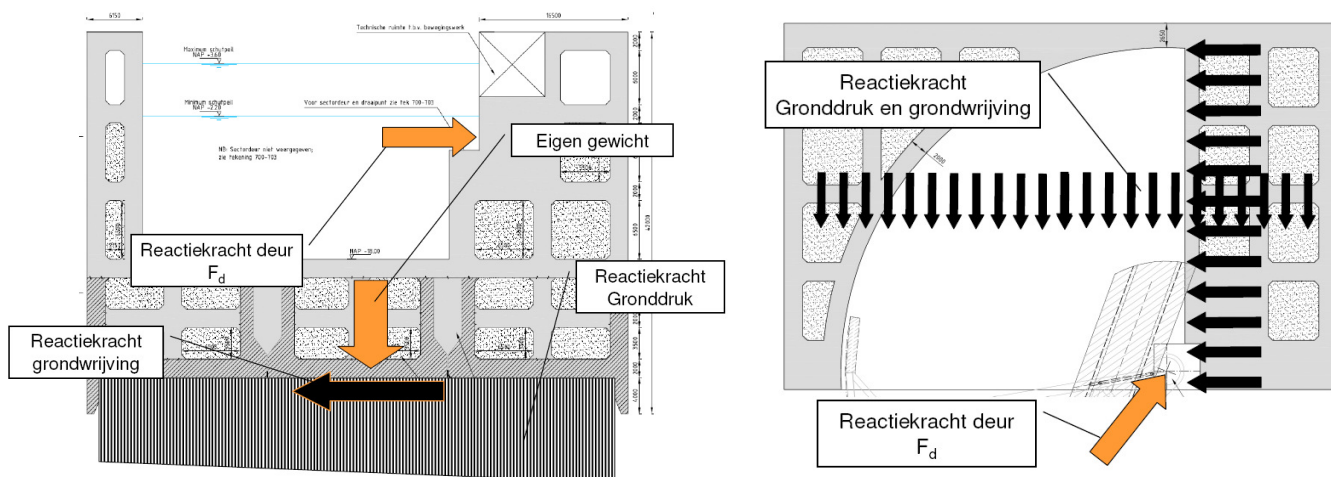
De vloer van een sluishoofd bestaat uit 6 afgezonken prefab betonnen elementen. Deze worden na plaatsing gekoppeld aan de wanden.

De toepassing van sectordeuren met 1 scharnier in een sluishoofd heeft als voordeel dat kleine vervormingen van het sluishoofd geen nadelige gevolgen hebben voor de deur of de afdichting. Toch moeten al te grote vervormingen worden voorkomen. De wanden zijn ontworpen met een hoge buigstijfheid en als uitgangspunt voor de belastingafdracht is gekozen om door middel van wrijving met de ondergrond evenwicht te vinden. Deze vorm van afdracht is (nagenoeg) niet gekoppeld aan verplaatsingen. Het vinden van evenwicht in de ondergrond d.m.v. het activeren van passieve gronddruk gaat gepaard met relatief grote verplaatsingen (min. 1 a 2 cm) en is niet gewenst.

De lokale krachtswerking van de sluishoofden is als volgt (zie Figuur 8-2)

De spatkrachten worden afgedragen op de sluishoofden. Via buiging en dwarskracht worden deze krachten naar de drempel overgebracht. (Verder werken en nog waterdrukken en (neutrale) gronddrukken op de hoofden.) Het moment wat ontstaat (in bovenaanzicht) wordt opgenomen door de drempelconstructie. De drempel fungeert tevens als horizontaal steunpunt en is door middel van voorspanning verbonden aan de hoofden, waarbij wordt uitgegaan van een scharnierende verbinding (wanneer in doorsnede beschouwd).

Het moment wat aanwezig is in de sluishoofden geeft een horizontale reactiekracht ter plaatse van de bodem van de caissons (35.00 – m NAP). Dit vormt het tweede horizontale steunpunt voor het totaalevenwicht. Door het eigengewicht van de constructie ontstaan op het funderingsniveau hoge wrijvingskrachten met de grond waardoor dit mogelijk is.



Figuur 8-2: Belastingafdracht sluishoofd lokaal

8.2.1.4 Piping

Voor de onderkant van de kwelchermen en caissons wordt een niveau aangehouden van NAP -35,00 m. Dit is minimaal nodig om piping tegen te gaan, volgens de methode van Lane en op basis van een inschatting van de doorlatendheid van de grond:

$$L_{piping} \geq C_{w;creep} \cdot (H_{bu} - H_{bi})$$

$$17.2 + 18 + 22.5 = 58 \text{ m} \approx 6.5 \cdot (8,00 + 0,90) = 58 \text{ m}$$

Op basis van meer grondgegevens kan in een volgende fase een grondwater stromingsmodel worden gemaakt om de exact benodigde lengte te berekenen.

8.2.2 Ontwerpuitgangspunten drempel

8.2.2.1 Belastingen

Waterdruk

Bovenkant drempel	NAP +15,0m (inclusief golf, zie ontwerprapport puntdeuren)
Onderkant drempel	NAP -0,40m (corresponderend grondwaterniveau)

Doordat een hoge golfbelasting is meegenomen in de hydrostatische druk, kan worden aangenomen dat deze belasting maatgevend is ten opzichte van belastingen uit scheepsschroeven. Deze laatste belastingen zullen bovendien erg lokaal aangrijpen, in tegenstelling tot de ontwerpwaterstand.

Bovenbelastingen

Er wordt aangenomen dat er een laag slib van 0,2 meter op de hele drempel aanwezig is. Dit geeft een belasting van $0,2 \text{ m} \times (20-10) \text{ kN/m}^3 = 2.0 \text{ kN/m}^2$.

8.2.2.2 Belastingsafdracht

De drempel bestaat uit holle elementen die geprefabriceerd kunnen worden en met relatief weinig hefvermogen kunnen worden vervoerd in het water. Eenmaal afgezonken wordt er zand in de elementen aangebracht (gepompt). Hierdoor zullen de elementen niet opdrijven. De krachtsafdracht vindt plaats via het grindbed (zodat krachten worden verdeeld) op de ondergrond (zand).

8.3 Resultaten

8.3.1 Resultaten sluishoofden

De sluishoofdwanden zijn relatief forse betonconstructies. Voor het onderste deel van de wand is het van belang dat tijdens het afzinken de elementen voldoende torsiestijf zijn en vormvast blijven. Resultierend geeft dit een buitenwand dikte van 2.65m. Van groot belang is ook dat de gehele sluishoofdwand in de gebruiksfase in zijn geheel gaat samenwerken om de totale spatkracht te kunnen spreiden naar de ondergrond. Dit vraagt om een grote buigstijfheid van de wand in horizontale richting. De berekende horizontale vervormingen in deze fase is 5 mm. Deze vervormingen zijn toelaatbaar. De berekende verticale vervormingen, zettingen zijn in de orde van grootte van 14mm en zijn indicatief. De bepaling van de verticale veerstijfheid van de grond is hierbij van belang en moet in de vervolgfase nader worden bepaald. De maximale spanning in de grond onder het sluishoofd bedragen ongeveer 0.5 N/mm^2 in de extreme situatie. Gezien de aanlegdiepte van NAP – 35.0m en de aanwezigheid van samengepakt zand wordt dit acceptabel geacht.

De dimensies van de buitenwanden zijn zodanig bepaald dat er geen dwarskrachtwapening benodigd is. In de bijlage zijn de berekeningen betreffende de sluishoofden weergegeven. Beschouwd zijn de volgende zaken:

- Gewichtsberekening voor de bouwfase (hefschep 8000 ton)
- Gewichtsberekening voor de eindsituatie (ten behoeve van de stabiliteit). Hierbij is aangenomen dat alle holle ruimten onder een niveau van NAP – 18.00m worden gevuld met zand.
- Stabiliteit sluishoofd bij maatgevend verval met bijbehorende spatkrachten. Hierbij is een oostelijk hoofd gecontroleerd, omdat hierbij aan de oostkant geen kolkwand (grond) aanwezig is. De controle is gedaan met een 3d EEM berekening. Deze berekening is gemaakt om inzicht te krijgen in het vervormingsgedrag van de constructie, de grondspanningen en de krachten op de drempel.

In detail zijn de volgende zaken beschouwd:

- Krachten in buitenwanden
- Krachten in wand achter draaipunt deur
- Krachten op snijranden
- Krachten op buitenwanden en bepaling maximale hart op hart afstand vloeren
- Wapening in beschouwde onderdelen.

8.3.2 Resultaten drempel

De drempel elementen hebben een hoogte van 7.00m en een breedte van 20,00m. De holle ruimtes in de drempel hebben afmetingen van ong. 6.00 x 3.50m, waardoor de drempel voldoende opdrijvend vermogen bezit om via water te kunnen worden vervoerd tijdens de bouwfase.

Na afzinken worden de holle ruimtes gevuld met zand om opdrijven tijdens de gebruiksfase te voorkomen. De elementen worden aan de beide uiteinden voorzien van toegangsschachten om de koppelingen met de wand in den droge te kunnen realiseren. Dit geldt ook voor de locatie van de koppeling met het kwelscherm. In deze fase van het ontwerp is deze detaillering nog niet verder uitgewerkt.

De koppeling van de drempel met de wanden geschied door middel van voorspanelementen. De voorspankracht wordt daarna in de onder- en bovenrand van de drempel opgenomen door wapeningstaven.

De gehele drempel constructie fungeert voornamelijk als horizontaal steunpunt voor de wanden en vervormingen worden bepaald door de druk= trekstijfheid van het beton. Overige belastingen als opwaartse druk leveren nagenoeg geen vervormingen in de drempel op.

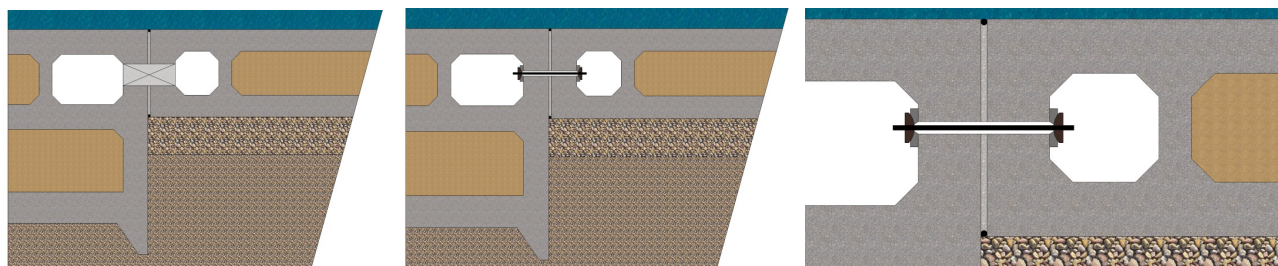
In bijlage 9 zijn de berekeningen betreffende de drempel weergegeven. Beschouwd zijn de volgende zaken:

- Controle opdrijven
- Gewicht in bouwfase
- Aansluiting op sluishoofd door middel van voorspanning.
- Wapening in drempel vloeren

Onder de baan van de sectordeur wordt een rvs plaat ingestort. De verticale en horizontale krachten uit de deur kunnen lokaal worden opgenomen, aangezien de drempel minimaal 1.75 dik is.

8.3.3 Technische haalbaarheid pneumatisch afzinken + connectie sluishoofd - drempel

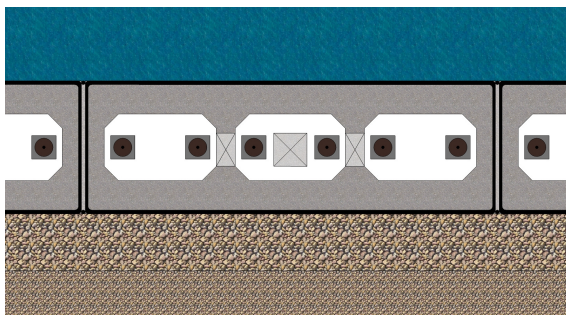
Na het afzinken van de caissons kunnen de drempel-elementen worden afgezonken op het grindbed. Het afzinken van de caissons is qua methode vergelijkbaar met o.a. Fernbahntunnel, Potsdamer Platz, Sluis Lith en Sluis Almere Haven. De afzonderlijke elementen zijn voorzien van stelpoten, waardoor nauwkeurige positionering in de hoogterichting mogelijk is. Deze methode is ook toegepast bij diverse verkeerstunnels. De marge op de kopse kanten van drempel worden geschat op 200 a 300 mm. De drempel elementen zijn aan de kopse kanten rondom voorzien van opblaasbare rubber profielen. Na plaatsing van de drempel-elementen worden deze profielen vol geblazen met lucht, waardoor een waterdichte afsluiting ontstaat.



Figuur 8-3: Doorsnede connectie sluishoofd - drempel

De buitwanden van de caissons, ter plaatse van de aansluiting met de drempel, worden vooraf injectienippels aangebracht. De ruimte tussen de caissons en de drempel kan hierdoor vanuit de caisson

worden gevuld met grout. In zowel de caissons als de drempелеlementen worden vooraf sparingen aangebracht, welke tijdens het afzinken dicht worden gehouden. Na het volgrouwen van de ruimte tussen drempel en caisson kunnen de sparingen weer worden opengemaakt. Hierdoor ontstaan zowel mangaten om vanuit het caisson in de drempel te kunnen komen, als gaten voor de voorspanning. Er wordt vanuit gegaan dat de caissons en de drempel na plaatsing en vulling (met zand) nauwelijks meer zullen zetten. Door de voorspankoppelen te voorzien van gebolde kopplaten zullen bij eventuele kleine verschilzettingen tussen de caisson en de drempel er geen dwarskrachten in de voerspandraden of stangen komen. Doordat in zowel de caisson als de drempel een toegangskoker aanwezig is (wordt niet gevuld met zand), zijn de voorspanelementen ook op latere tijdstippen controleerbaar. Ook de aansluiting van de drempel op het kwelscherm is hierdoor later nog inspecteerbaar.



Figuur 8-4: Doorsnede drempelelement

8.4 Kansen en risico's

Kansen

- Optimalisatie constructiediktes

Risico's

- Scheefzakken van sluishoofden waardoor deuren niet meer functioneren of hard slijten.
- Niet op diepte krijgen van caissons door opstakels of harde grondlagen
- Doorlatendheid grond hoger dan aangehouden waardoor meer diepte nodig is om piping te voorkomen.

9 ONTWERP KOLKWANDEN EN KOLKBODEM

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de berekeningen van de kolkwandconstructies en de kolkbodembodem/bescherming opgenomen. Tevens zullen deze ontwerpen toegelicht worden.

Er worden 2 typen kolkwandconstructies beschouwd:

- Kistdamconstructie, bestaande uit 2 rijen damwanden welke onderling gekoppeld zijn door ankers
- Ontlastvloerconstructies in combinatie met damwanden, palen en ankers.

Verder wordt de keuze voor de kolkbodembodem beschreven en onderbouwd.

In het hoofdstuk wordt tevens aangegeven waar welke constructie wordt toegepast en met welke reden. Indeling van bolders, haalkommen, fenders en overig sluismeubilair wordt weergegeven op tekeningen.

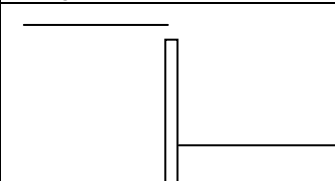
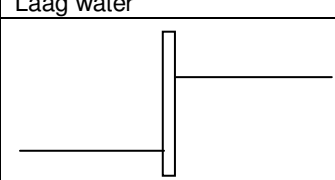
9.2 Ontwerp Kolkwanden

9.2.1 Uitgangspunten kolkwanden algemeen

9.2.1.1 Belastingen

Waterstanden

De sluishoofden en de sluis kolk worden beschouwd als civiele onderdelen welke gedurende de levensduur van 100 jaar niet vervangbaar zijn. De gehanteerde waterstanden zijn daarom gerelateerd aan de waarden die de Commissie Veerman heeft opgesteld. (De commissie Veerman gaat uit van een absolute zeespiegelrijzing van 120cm/eeuw). In onderstaande figuur een schematisatie van de gehanteerde waterstanden.

Noordzeezijde		Kolkzijde
	Hoog water	
(NAP + 8,02 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$ Grondwaterstand: (NAP + 7,35 m)		(NAP -0,88 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,00 \text{ kN/m}^3$
	Laag water	
(NAP - 3,50 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$		(NAP - 0.67 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$

Figuur 9-1: Maatgevende waterstanden voor kolkwanden

Bovenbelastingen

De bovenbelasting bedraagt 20 kN/m². Deze belasting treedt niet gelijktijdig op met het grootste verval.

Bolderkrachten

De bolderkracht bedraagt (2000 kN / 30 m). Deze belasting treedt niet gelijktijdig op met het grootste verval.

Haalkommen

De haalkommen worden geplaatst om de 15 meter (in lengte richting kolk) op meerdere hoogten. De belasting bedraagt 300 kN per haalkom. Deze belasting wordt alleen beschouwd voor de controle van locale onderdelen van de kolkwand.

9.2.1.2 Grondgegevens

Op basis van de nu bekende geotechnische gegevens (zie uitgangspuntenrapport) is het grondprofiel aangenomen zoals weergegeven in Tabel 9-1.

Tabel 9-1: Grondeigenschappen

Grondsoort	Bovenzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	ϕ' [o]	ψ [o]	δ' [o]	c' [kPa]
Zand met kleilagen (DKL)	+5 m	18/20	27	0	2/3 ϕ	0,1
Pleistoceen Zand	-20 m	18/20	32,5	2,5	2/3 ϕ	0,1
Diepe klei	-50 m	19/19	25	0	nvt	15
Aanvulzand	+7,00 m	18/20	32,5	2,5	2/3 ϕ	0,1

9.2.1.3 Corrosie

Op basis van bekende corrosieprofielen (onderdeel in bijlage 10) wordt onder water uitgegaan van 0,05 mm/jaar, wat resulteert in 5 mm voor 100 jaar. Voor de binnenzijde van buisprofielen wordt 0,01 mm/jaar corrosie aangehouden. Het ontwerp wordt verder zo gekozen dat stalen profielen zich constant onder water bevinden.

9.2.1.4 Uitvoering

Noordzijde en langs de middensluis

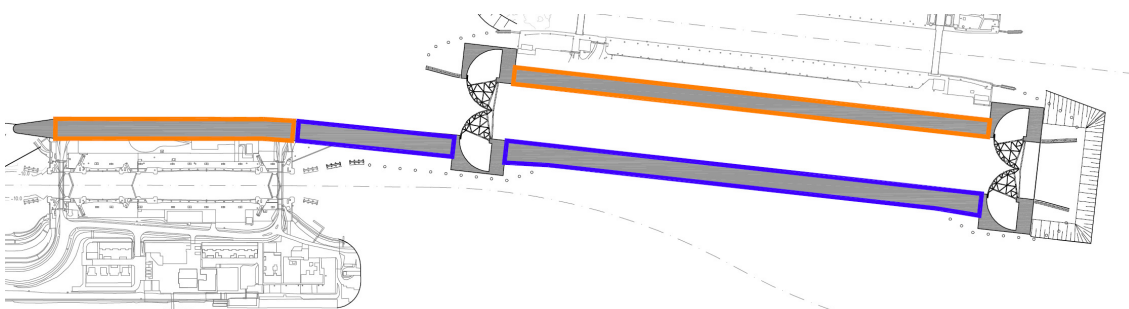
Voor de uitvoering geldt dat in principe zoveel mogelijk bouwmethodieken worden toegepast welke niet of nauwelijks trillingen in de ondergrond veroorzaken. Ervaring leert dat trillingen zettingsvloeiingen in de ondergrond kunnen veroorzaken in het gebied van het sluisencomplex. Omdat de bouw van de Nieuwe Zeesluis nabij de bestaande Noordersluis en Middensluis gaat plaatsvinden is het risico op schade door trillingen groot. Dit is ook besproken in de risico sessie die is gehouden door Rijkswaterstaat. Er is weinig grondonderzoek beschikbaar waarmee deze risico's in dit stadium goed kunnen worden beoordeeld. Daarom worden vooralsnog hier alleen trillingsarme en trillingsvrije oplossingen beschouwd.

Zuidzijde

Het bovengenoemde probleem van trillingen tijdens de bouw wordt niet van toepassing geacht op de constructie aan de zuidzijde. De afstand tot de bestaande constructies is hier zodanig dat problemen door trillingen niet worden verwacht. Dit moet worden aangetoond na uitvoering van aanvullend grondonderzoek.

9.2.1.5 Locatie

In dit rapport zijn 2 typen constructie voor de kolkwand beschouwd. In Figuur 9-2 is aangegeven waar welk type constructie wordt aangebracht.



Figuur 9-2: Constructietypen in plattegrond (ontlastconstructie in oranje, kistdam in blauw)

Noordelijke kolkwand

Aan de noordelijke kant van de sluis kolk wordt de ontlastconstructie toegepast waar mogelijk. Dit omdat hiermee de beperkte constructie breedte benut kan worden. Op een aantal plaatsen is de ontlastconstructie niet aan te brengen omdat de ankers hier conflicteren met bestaande constructies of in het water moeten worden geplaatst. Op deze plaatsen wordt de kistdam geplaatst.

Zuidelijke kolkwand

Omdat hier geen ruimte is voor ankers wordt hier de kistdamconstructie aangebracht.

Fuikwand

De fuikwand wordt opgedeeld in twee stukken. In het stuk tussen de Middensluis en de nieuwe kolk wordt dezelfde kistdamconstructie aangebracht als bij de zuidelijke kolkwand. In het stuk langs de Middensluis, waar ook grond moet worden gekeerd, wordt gekozen voor de ontlastvloer constructie. Er wordt verwacht dat de vervormingen van de grond rond de Middensluis groot worden wanneer hier een kistdam wordt toegepast. In verband met de staat van de Middensluis wordt vooralsnog aangenomen dat hier een verankerde ontlastconstructie een veiligere keuze is. In een vervolgfase kan na aanvullend grondonderzoek deze keuze heroverwogen worden. Door het toepassen van de ontlastconstructie kan ook in de breedterichting ruimte worden gewonnen waardoor de voorhaven breder kan worden.

9.2.2 Ontlastvloer constructie

9.2.2.1 Geometrie

De ontlast vloer constructie bestaat uit de volgende onderdelen:

- Damwand constructie
- Betonnen ontlast constructie
- Verankering
- Palen

Het hoofdonderdeel van de kolkwand is de damwand met de verankering. Om de horizontale belasting op de combiwand en dus het anker te beperken wordt een ontlastconstructie op palen aangebracht. Deze ontlastconstructie draagt de horizontale en verticale belastingen van de bovenste paar meter direct af naar de palen en ankers. Er wordt voor gekozen de om de onderkant van de ontlastconstructie zo te kiezen dat

deze in de droge kan worden aangelegd, op NAP -0,50 m. De bovenkant van de constructie ligt op NAP +7,00 m, in de berekening is NAP +8,00 m aangehouden in verband met toekomstige verhoging. De ontlastconstructie bestaat uit een laaggelegen vloer en een hooggelegen vloer. Deze hoog gelegen vloer (koker) wordt gebruikt om de bolders en haalkommen op te bevestigen. Voor de damwand wordt uitgegaan van een stalen combiwand, in verband met de hoge buigende momenten. Deze wordt geplaatst in een bentoniet sleuf, om zo een trillingsvrije uitvoering te kunnen garanderen. Voor een vlakke afwerking wordt tussen de onderkant van de ontlastvloer en het laagste schutpeil een prefab beton scherm voor de wand gehangen. Voor de onderkant van de combiwand wordt een niveau aangehouden van NAP -35,00 m. Dit is minimaal nodig om piping tegen te gaan, volgens de methode van Lane en op basis van een inschatting van de doorlatendheid van de grond:

$$L_{piping} \geq C_{w,creep} \cdot (H_{bu} - H_{bi})$$

$$17 + 35 + 8 = 60 \text{ m} \approx 7 \cdot (8,00 + 0,90) = 62 \text{ m}$$

Op basis van meer grondgegevens kan in een volgende fase een grondwater stromingsmodel worden gemaakt om de exact benodigde lengte te berekenen.

9.2.2.2 Berekening

Om de interactie tussen de grond en de constructie te kunnen benaderen is de constructie als volgt berekend. Als eerste is een model gemaakt met behulp van het softwarepakket D-Sheet-Pilling van Deltares. Hierin is de combiwand gemodelleerd met de verschillende grondlagen. Ter plaatse van de ontlastvloer is een star verticaal steunpunt gemodelleerd. De grond achter de ontlastvloer is als bovenbelasting ingevoerd, evenals de belasting uit de kolkvloer. De volgende fasen zijn hierin beschouwd:

Tabel 9-2: Berekeningsfasen ontlastvloer constructie

Fase	Waterpeil kolk	Grondwaterpeil
	m NAP	m NAP
Normaal	-2,20	-0,40
Laag water	-3,50	-0,40
Hoog water	-0,90	+8,00

In het D-Sheet model wordt het buigend moment getoetst. Hiervoor wordt gerekend met de Eurocode (RC3), waarbij de belastingsfactoren zijn verhoogd met een factor 1.1. De optredende horizontaal kracht op de gemodelleerde oplegging dient als input voor de EEM berekening.

De ontlastvloer constructie is gemodelleerd in het EEM-software pakket Scia Engineer 2010. Hierbij is alleen de hoog water fase beschouwd, hierin treden de hoogste (horizontaal) belastingen op de ontlastconstructie op. Uit het Scia model volgen de snedekrachten op de vloer en de paalreacties (op de palen en combiwand).

Voor de krachtsafdracht is de volgende versimpelde krachtsafdracht aangehouden:

- De trekankers zijn gemodelleerd als 1 paal met een stijfheid van 2 palen. Om de stijfheid van de grond mee te nemen is een factor 0.5 op de stijfheid gezet.
- De drukpalen zijn gemodelleerd als 1 paal, met de stijfheid van 3 palen. Ook hier is een factor 0.5 voor de grond meegenomen.
- De trekpalen zijn niet gemodelleerd.

- Er is een stramien van 3 meter beschouwd. Hierin komen alle palen voor. De krachten uit de combiwand en bovenop de ontlastvloer zijn tevens ingevoerd per 3 meter. De berekeningen en resultaten zijn bijgevoegd in bijlage 10.1.

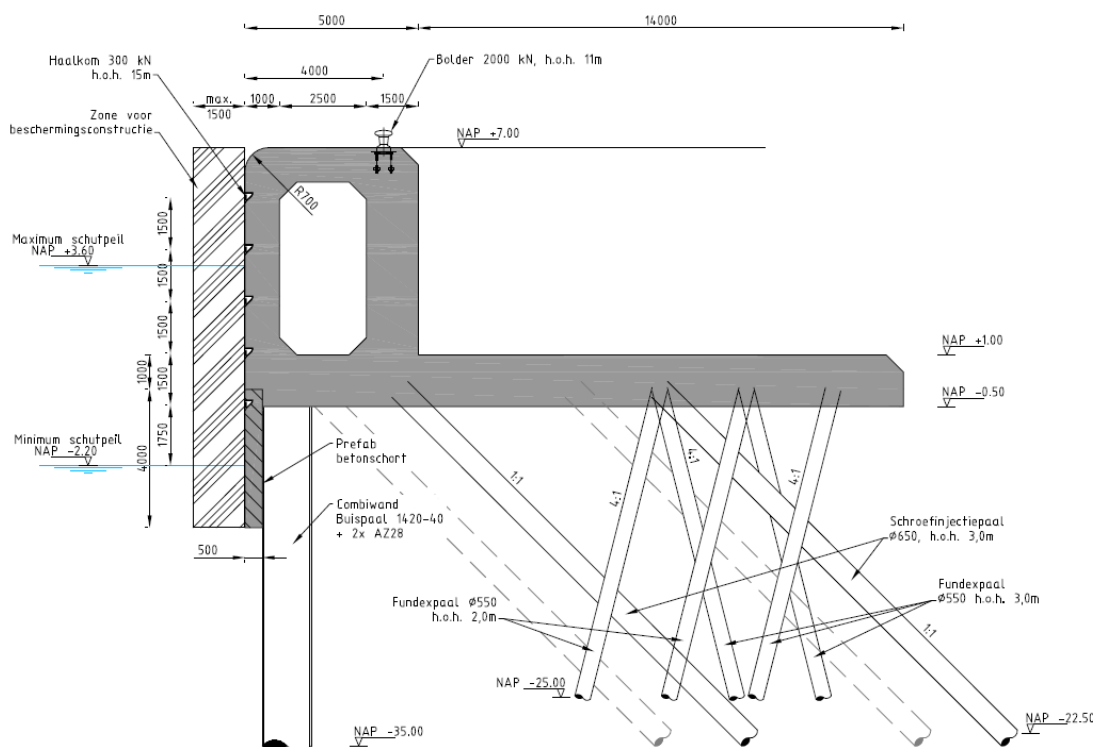
9.2.2.3 Resultaten

Uit de D-Sheet berekening volgen de volgende resultaten:

- Het maximaal buigend moment in de combiwand is $M_d = 7300 \text{ kNm/m}$. Hiervoor is een combiwand 1420-40+2xAZ28-700 benodigd.
- De maximale horizontale oplegreactie bij de ontlastvloer is $F_d = 1200 \text{ kN/m}$. Wanneer deze onder een helling van 1:1 worden geplaatst is de benodigde ankerkracht $\approx 1700 \text{ kN/m}$. Hiervoor worden stalen schroefbuisankers met groutinjectie toegepast, vanwege het hoge trekvermogen en de trillingsvrije uitvoeringsmethode. Op basis van referentiegetallen wordt aan deze ankers een trekvermogen van 3000 kN toegekend (buispaal $\text{\O}650-20$). Hiervan worden 2 geplaatst per snede, hart op hart 7.50 meter (horizontaal gemeten). In de lengterichting van de kolk worden de ankers h.o.h. 3 meter verspringend geplaatst. Het verspringen is noodzakelijk om een minimale afstand tussen de ankers (6D) te creëren.

Uit de Scia Engineer berekening en de aanvullende betonberekeningen volgt:

- Voorwand en bovenste vloer krijgen een dikte van 1.0 meter, praktische gewapend.
- Achterwand en onderste vloer krijgen een dikte van 1.5 meter, zwaar gewapend in verband met de aanwezige trekkracht.
- De resulterende kracht in de palen (normaalkracht) bedraagt 2200 kN per paal. Dit wordt opgenomen door Fundex palen (of vergelijkbaar)



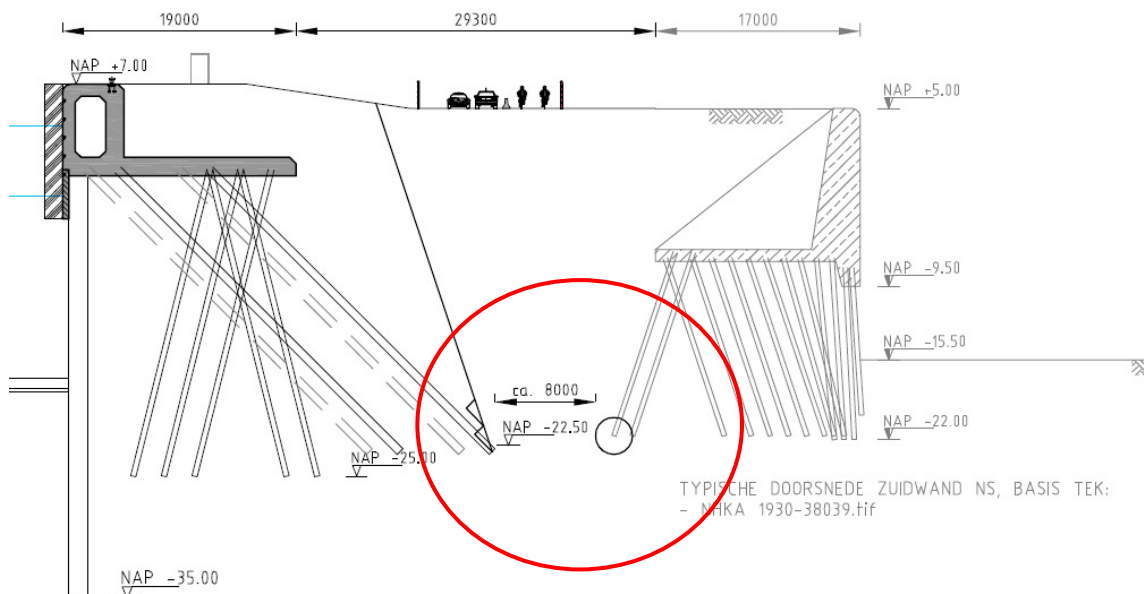
Figuur 9-3: Doorsnede ontlastvloerconstructie

9.2.2.4 Uitvoering

Voor de ontlastvloer wordt de volgende uitvoeringsmethode aangehouden:

1. Ontgraven grond tot onderkant ontlastvloer
2. Graven sleuf en aanbrengen bentoniet voor steundruk tijdens ontgraven.
3. Aanbrengen combiwand elementen in bentoniet sleuf.
4. Aanbrengen grout en verwijderen bentoniet
5. Boren trekelementen
6. Aanbrengen palen
7. Bouwen ontlastconstructie inclusief prefab schorten voor combiwand
8. Grondaanvulling en afbouw (bolder, bestrating, verlichting, etc.)

Het aanbrengen van combiwand in een bentoniet sleuf wordt nodig geacht omdat vlakbij de bestaande Noordersluis wordt gebouwd. Op deze manier kan trillingsvrij worden gewerkt. Ook voor de anker-elementen is om dezelfde reden gekozen voor een trillingsvrije methode. De minimale afstand van de ankers tot de palen van de Noordersluis is als volgt bepaald: Vanuit de dichtstbijzijnde paal is een straal van 1.5 m ($\approx 4D$) aangehouden. Vanuit de voet van het ankers is een plug onder een hoek van 2:1 aangehouden. Door deze 2 grenzen elkaar niet te laten snijden, kan voorlopig worden aangenomen dat de constructies elkaar niet beïnvloeden. Hierbij wordt een marge van 5 meter opgeteld omdat een grove ankerberekening is gemaakt. Hierbij is aangenomen dat het anker tot een niveau van 22,50 – m NAP wordt aangebracht. Bovenstaande grenzen zijn hieronder weergegeven. Hieruit blijkt dat een typische doorsnede t.p.v. de zuidelijke bestaande kolkwand van de Noordersluis voldoet. De marge is hier circa 8m.



Figuur 9-4: Afstand tot Noordersluis (typische doorsnede)

9.2.2.5 Kansen en risico's

Kansen

- Wanneer het mogelijk blijkt de combiwand spuitend of trillend aan te brengen, kan de bentoniet sleuf achterwege blijven. Dit bespaart kosten. Deze kans kan alleen worden benut wanneer het risico op schade aan de Noorder- en Middensluis kan worden beperkt.

Risico's

- De invloed van de ankers op de Noorder- en Middensluis is onderschat
- De schoorstand van de palen onder de Noorder- en Middensluis is anders dan op tekening aangegeven en conflicteert met de ankers van de kolkwand.
- De grondgesteldheid blijkt slechter dan aangenomen is. Hierdoor zijn mogelijk meer of zwaardere palen, ankers of combiwanden nodig.

9.2.3 Kistdamconstructie

9.2.3.1 Inleiding

Deze paragraaf beschrijft het voorlopig ontwerp voor de kistdam aan de zuidzijde van de toekomstige sluis (aan beide zijden van de kistdam water) en voor de kistdam ter plaatse van de Middensluis (grondkerende kistdam).

Omdat de zuidelijke kolkwand in het water wordt geplaatst wordt hier een beperkte constructiebreedte mogelijk geacht. In verband met de minimaal benodigde ruimte op de kolkwand wordt hier gerekend met een breedte van 22,5 meter. In de berekeningen wordt uitgegaan van een hart op hart afstand van 20,0 meter van de combiwanden. Ter plaatse van de Middensluis zal de constructie ook grond moeten keren. Hierdoor is een bredere constructie benodigd. Uitgegaan wordt van een hart op hart afstand van 25,0 meter voor de combiwanden.

De gepresenteerde berekeningen en resultaten zijn indicatief en gebaseerd op grove aannames en beperkte uitgangspunten.

9.2.3.2 Uitgangspunten

Bodemopbouw

De bodemopbouw is geschematiseerd op basis van beperkt grondonderzoek bestaande uit sonderingen in de omgeving. De onderstaande tabel geeft de gemodelleerde bodemopbouw en (waarschijnlijk conservatief) geschatte representatieve grondparameters voor het Plaxis Hardening Soil model weer. In het model is gedraineerd gerekend en er is geen onderzoek gedaan naar grondwaterstroming.

Tabel 9-3: Schematische bodemopbouw t.b.v. ontwerp kistdamconstructie

Grondsoort	Bovenzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	ϕ' [o]	ψ [o]	δ' [o]	c' [kPa]	E50≈Eoed [kN/m ²]	Eur [kN/m ²]	m [-]
Zand met kleilagen (DKL)	+5 m	18/20	27	0	2/3 ϕ	0,1	30.000	90.000	0,5
Pleistoceen Zand	-20 m	18/20	32,5	2,5	2/3 ϕ	0,1	45.000	135.000	0,5
Diepe klei	-50 m	19/19	25	0	nvt	15	10.000	30.000	1,0
Aanvulzand	+7,00 m	18/20	32,5	2,5	2/3 ϕ	0,1	45.000	135.000	0,5

Zandlagen hebben een cohesie van 0,1. Cohesie van 0 is rekenkundig lastig bij lage spanningen.

Waterstanden

De volgende waterstanden zijn in rekening gebracht:

- Hoog grondwater (gelijk aan MV) = NAP +7,35 m *)
- Gemiddelde waterstand kanaal = NAP -0,4 m
- Laag kanaalpeil bij MHW = NAP -0,9 m
- Laag water zeezijde = NAP -3,5 m
- Grondwaterstand bij laag water = NAP -0,0 m

Het waterstandsverschil treedt op over de hele breedte van de kistdam.

Stijfheid constructie-elementen

Combiwanden: Buispalen 1420-40 met dubbele AZ28-700 ertussen

Elastic

- EA = 10,27E6 kN/m
- EI = 2,5E6 kNm²/m
- w = 3,83 kN/m/m

Ankers: Dubbele 4.5" anker h.o.h. 2,65m op niveau NAP -0,4 m

Elastic

- EA = 4,35E6 kN
- Spacing = 2,65 m

Balkenframe hart op NAP +3,85 m:

Elastic

- EA = 120E6 kN
- Spacing = 15 m

Belastingen

De volgende belastingen zijn gemodelleerd:

- Bolderkracht van 70 kN/m
- Bovenbelasting 20 kPa
- Bodembescherming = 7 kPa (effectief gewicht halve meter beton)

Niveaus

De volgende niveaus zijn gemodelleerd:

- Huidig maaiveld = NAP +5m
- Huidig bodem niveau = NAP -11m (= ook 'toekomstig bodemniveau kanaal' aanname: geen toekomstige baggerwerkzaamheden in het kanaal)
- Bovenzijde kistdam = NAP +7,35m *)
- Bodemniveau kolk = NAP -19m (= onderzijde bodembescherming)

*) De hoogte van NAP +7,35m wijkt af van NAP +8,00m. Omdat hier een globale berekening is gemaakt op basis van aannamen van de grondgegevens, wordt verwacht dat dit in de vervolgfase slechts tot een kleine toename in hoeveelheden zal leiden. Dit is meegenomen in de bandbreedte van de kostenraming.

9.2.3.3 Resultaten kistdam

Tabel 9-4 geeft de resultaten van de berekening weer. Opgemerkt wordt dat de berekening primair is uitgevoerd voor een diepe kolkvariant (kolkbodem ca. NAP -18m). De resultaten voor de overige varianten zijn afgeschat op basis van ervaring en de uitgevoerde berekeningen.

Tabel 9-4: Resultaten kostdam kolkwand zuidzijde

Kistdam met aan twee zijden water / breedte kistdam = 20 m / Teenniveau combiwanden = NAP -30 m model naam: Kolkwand zuidzijde						
Fase	Fase nr	Phi/c reductie	Mrep kolkwand kNm	Mrep achterwand kNm	Frep-anker (NAP -0,4 m) kN/m	Frep- balkenframe (NAP +3,85 m) kN/m
Aanvullen tot NAP -0,4 m	5	-	1090	1090	-	-
Aanvullen NAP +3 m	6	-	1050	1050	190	-
Aanvullen NAP +7,35 m	8	-	1010	1071	680	-70
Baggeren tot NAP -19 m	10	-	2870	2720	1660	-520
Bodembescherming	11 (12)	2,91	2870	2720	1660	-520
Hoog water	13	-	3150	2570	1670	-500
met bovenbelasting	14 (15)	2,61	3140	2640	1710	-480
en bolderkracht	16 (17)	2,45	3140	2780	1720	-390
Laag water	18	-	3630	3610	1990	-710
met bovenbelasting	19 (20)	2,32	4060	4080	2180	-780
en bolderkracht	21 (22)	2,24	4270	4100	2210	-710

Gestreefd is naar een waarde van de phi/c-reductie van 1,5 in de maatgevende fase. Deze waarde wordt in elke fase met gemak gehaald. De berekende veiligheid is echter sterk afhankelijk van de eigenschappen van de bestaande deklaag. Vanwege corrosie, om vervormingen te beperken en om piping te voorkomen is vooralsnog gekozen voor de beschreven dimensies. In een vervolgfase kan naar verwachting verder geoptimaliseerd worden aan de hand van uit te voeren grondonderzoek.

De figuren in bijlage 10.2 geven de ontwikkelingen van de gemobiliseerde schuifspanning en de vervormingen weer. De helft van de totale horizontale vervorming van de kistdam treedt op bij het baggeren. De vervorming van de kistdam kan naar verwachting beperkt worden door:

1. Grondonderzoek. Met behulp van grondonderzoek kan een gefundeerde (minder conservatieve) inschatting gemaakt worden van de stijfheid en sterkte van de grondlagen.
2. Bouwfasering. Door eerst te baggeren en daarna de kistdam te bouwen. Deze wijziging in de bouwfasering leidt echter wel tot een toename van de vervormingen voor dat de ankers worden aangebracht. In een vervolgfase dient de invloed van de fasering nader onderzocht te worden.
3. Grondverbetering. De kleilagen in de kistdam zo veel mogelijk verwijderen en vervangen voor zand. Boven water kan het zand laagsgewijs aangebracht worden en verdicht worden door middel van plaattrillen. Onder water kan gedacht worden aan bijvoorbeeld vibroflotation.

9.2.3.4 Aandachtspunten voor volgende ontwerpfases

- Gemodelleerde bodemopbouw en grondparameters zijn grove schattingen welke grote invloed hebben op de uitkomsten. Grondonderzoek is vereist. Aangezien vervormingen maatgevend zijn en de grondstijfheid conservatief is ingeschat, wordt verwacht dat dit eerder gunstig dan ongunstig zal uitvallen.
- Grondwaterstromen zijn nog niet in rekening gebracht. Wel is door middel van de methode van Lane aangetoond dat piping waarschijnlijk niet optreedt met de gekozen inheidiepten.
- Liquifactie is niet beschouwd.
- Eventuele toekomstige baggerwerkzaamheden in het kanaal zijn niet beschouwd.
- Aanvaringen zijn niet beschouwd.
- Constructieve elementen en bijbehorende stijfheden moeten aangepast worden op het ontwerp.
- Optimalisatiemogelijkheden in de ankerniveaus, bouwfasering en grondverbetering.
- Ontwerp afstemmen op toelaatbare vervormingen (welke vervormingen toelaatbaar zijn dient gedefinieerd te worden).
- Rekenwaarde van momenten en krachten bepalen bij een ϕ/c reductie van 1,2.
- Rekenwaarde van de bovenbelasting en de bolderkracht toevoegen.
- Ongedraineerd gedrag van eventuele kleilagen.
- Verticale belasting op ankers door eventuele zetting (ook hier kan het vervangen van de kleilagen in de kistdam uitkomst bieden).
- Stijfheden en vervormingen.

9.3 Ontwerp kolkbodem

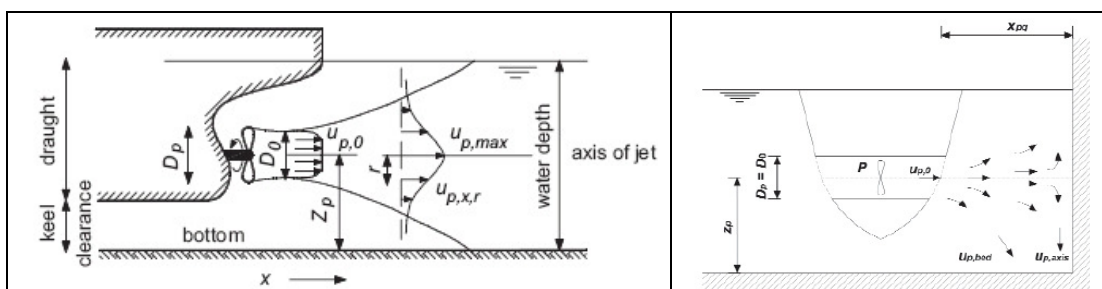
9.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt het ontwerp van de kolkbodem cq. bodembescherming beschreven. Hierbij is uitgegaan van pasblokken. Deze bodembescherming is nodig om ontgronding tegen te gaan. Ontgronding kan leiden tot ondermijning van de sluiswanden en/of sluishoofden, resulterend in zettingen en mogelijk instabiliteit. Bovendien vermindert bij ontgronding de kwelweglengte en kan piping optreden ter plaatse van een erosiekuil.

De gemaakte berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 10.3.

9.3.2 Belastingen uit schroefstralen

Schroefstraalbelastingen komen voort uit de stroming opgewekt door schepsschroeven. In het algemeen wordt er voor conventionele schroeven een onderscheid gemaakt tussen hoofdschroef en boeg-(of hek) schroeven. De laatstgenoemden bevinden zich vaak in een straalbuis waardoor de resulterende jet meer geconcentreerd is, zie Figuur 9-5.

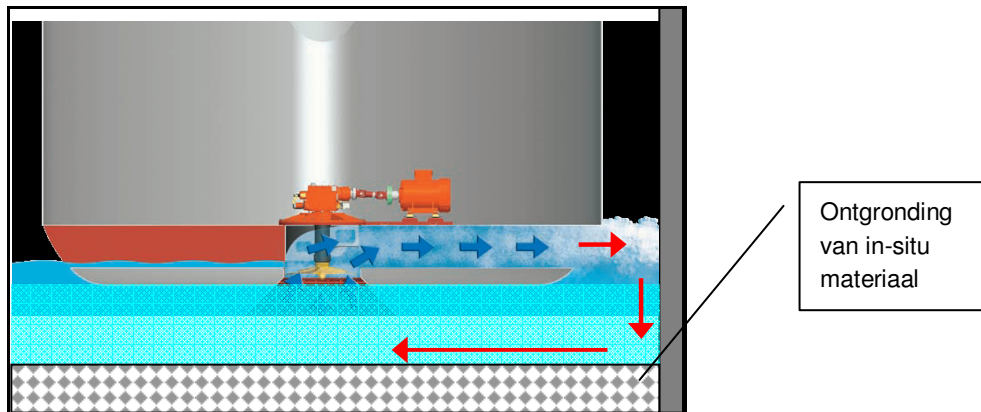


Figuur 9-5: Stromingsmodel voor hoofdschroef (links) en boegschroef (rechts)

Steeds vaker blijkt dat boeg- en hekschroeven een veel zwaardere belasting op de bodem geven dan hoofdschroeven. Dit komt omdat deze schroeven aan de rand van het schip zitten en dus dicht bij de kade. Daarbij zijn de schroefstralen vaak geconcentreerder (kleinere ruimtelijke spreiding) zodat de snelheid ter plaatse van de bodem nog steeds hoog is. De aanwezigheid van en het vermogen van eventuele boeg- en hekschroeven bij schepen is vaak niet duidelijk. Containerschepen zijn altijd uitgerust met boegschroeven (en soms ook met hekschroeven), terwijl bulkschepen deze vaak niet hebben (afgezien van de HandyMax klasse die veelal uitgerust zijn met boegschroeven). Ook bij binnenvaartschepen is dit niet vast omschreven, maar de trend is dat het vermogen van de boeg- en hek schroeven toeneemt. Volgens de Richtlijn Vaarwegen 2005, zijn de meeste binnenvaartschepen uitgerust met boegschroeven. Voor de klassen IV en V ligt het percentage boven de 95%.

Grote belastingen kunnen tevens voorkomen uit schroeven van passagiersschepen. Deze kunnen uitgerust zijn met jets of met azimuth schroeven die 360^0 om hun verticale as kunnen roteren.

De belasting op de bodem uit boegschroeven is een functie van de afstand van einde straalbuis tot de wand, vermogen en kielspeling van het schip. Het is hierdoor niet gezegd dat de kleinste kielspeling (vaak geassocieerd met de maximale diepgang van het ontwerpschip) ook leidt tot de hoogste belasting.



Figuur 9-6: Visualisatie van belastingen door straalbuis haaks op de kade

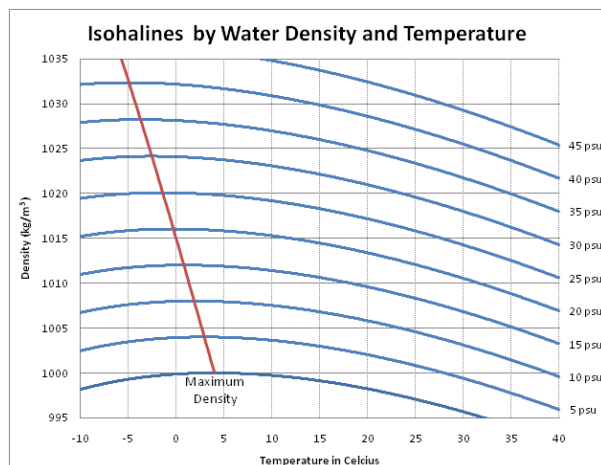
Voor de Nieuwe sluis zijn de volgende maximale ontwerpschepen gebruikt:

- Containerschip 'Emma Maersk', met LOA =398m en B = 56.4m
- Bulk carrier, met maximale lengte LOA = 366m en B=51m, of een schip met maximale breedte B=57m met een LOA van 300m.
- Queen Mary 2, met LOA 345m en B= 41-44m (kiel / dek). Maximale diepgang = 10m.

De diepgang (na lichtenen) is 13,75 m voor alle scheepsklassen. Dit is in principe de maximale diepgang in de sluis. Deze wordt als maximum aangehouden tijdens het lichtenen wat plaats vindt in de voorhaven. In de sluis is het water echter minder zout waardoor de diepgang zal toenemen ten opzichte van de diepgang in de voorhaven.

Volgens rapport 'Zoutindringing Sluizen IJmuiden, Effect nieuwe sluis op Noordzeekanaal' (C03041.002769.001 Arcades, oktober 2011) is de maximale saliniteit in de voorhaven 23,2 PSU. De saliniteit in het Noordzeekanaal, direct naast de sluis varieert afhankelijk van de omstandigheden (schutcycli, volumes, spuien of niet, etc.) en bedraagt ongeveer 7 PSU. Bij de bodem is dit meer (tot 18 PSU) dan aan het oppervlak (5-7PSU).

Uitgaande van 7 PSU (maatgevend) en bij een temperatuur van 10 graden celcius is de waterdichtheid 1017kg/m^3 en 1006kg/m^3 voor een PSU van respectievelijk 23 en 7, zie Figuur 9-7.



Figuur 9-7: Waterdichtheid bij bepaalde temperatuur en zoutgehalte (PSU)

De ratio van het dichtheidsverschillen kan gelijk worden gesteld aan de ratio in diepgangverschil tussen zout en zoet water. Dit is gelijk aan $1017/1006=1.0109$. Voor het brakke water in de sluis wordt de maximale diepgang dus 13,90m ipv 13,75m. Omdat deze situatie zeer zelden voorkomt, wordt in het ontwerp uitgegaan van een diepgang van 13,75m en zal een korte gevoeligheidsanalyse voor een diepgang van 13,9m gedaan worden.

Details over boeg- en hoofdschroefvermogens van schepen zijn in het algemeen lastig te achterhalen. De volgende gegevens zijn verkregen:

1. E-class Container schip Emma Maersk.

- LOA = 397m, Breedte 56m, maximale diepgang 15,5m (13,75m na lichten)
- 13.500 – 15.200 TEU
- Hoofdschroef, 80MW vermogen, diameter schroef: 9,6m
- Boegschroef: 3,3MW vermogen (aannname), diameter 3.2m (gebaseerd op algemene relaties, zie Figuur 9-8)
- Hekschroef: 3,3MW vermogen (aannname), diameter 3.2m (gebaseerd op algemene relaties, zie Figuur 9-8)

2. Bulk carriers (> 175,000 DWT), details van de “Berge Stahl Carrier” zijn gebruikt:

- LOA = 328m, breedte 63m, maximale diepgang 23m (13,75m na lichten)
- 360.000DWT
- Alleen hoofdschroef, 20,5MW vermogen, diameter schroef: $9.0m^3$

3. Passagierschip QM2

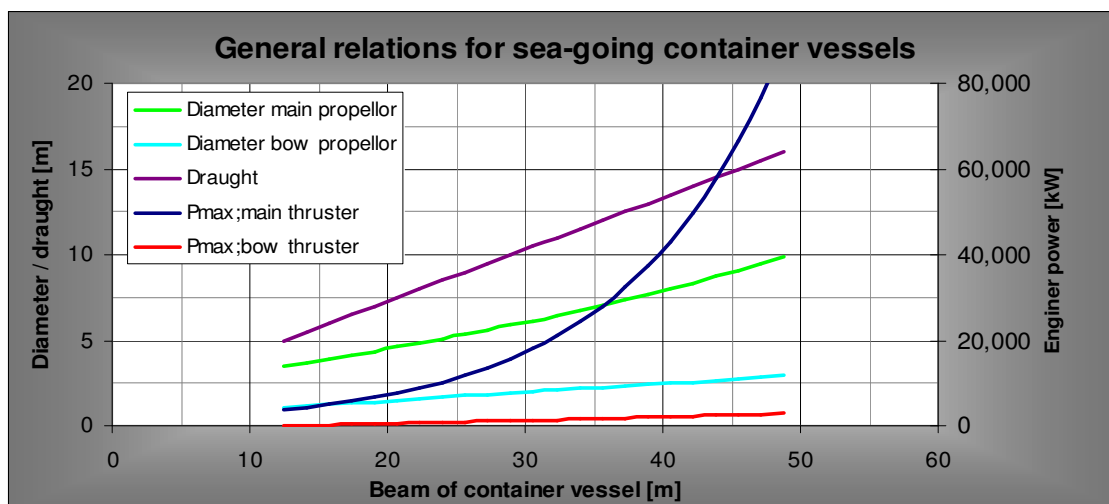
- LOA = 345m, B=41-44m, 4 Azimuth met 20,5MW vermogen, diameter 6.0m (geschat), max. diepgang 10m

Naast de maximale ontwerpschepen kunnen kleinere schepen ook maatgevende belastingen geven. Kleinere schepen kunnen een grotere belasting op de bodem geven doordat de straalbuis dicht bij de kade zit. Daarom zijn de volgende hypothetische schepen bekeken:

³ Deze waarde wordt gevonden op diverse websites, waaronder <http://maritime-connector.com/worlds-largest-ships/>

4. Kleinere schepen

- Er is onderzoek gedaan naar het verband tussen scheepsafmetingen en schroefkarakteristieken. Gebaseerd op een analyse van een database van 140 container schepen (waarvan 47 zeegaand)⁴, zijn de volgende algemene relaties afgeleid, zie Figuur 9-8.
- Op basis van deze database zijn twee hypothetische schepen gedefinieerd:
 - i. Hypothetisch container schip 1,
B=30m, D=10,5m, Phooftschroef = 18MW (d=6,2m), Pboeg = 1300kW (d=2m), aangewend vermogen hoofdschroef 30%, lengte halve straalbuis: 5m & 10m (gevoeligheid)
 - ii. Hypothetisch container schip 2,
B=20m, D=7,5m, Phooftschroef = 7.6MW (d=4,6m), Pboeg = 600kW (d=1,5m), aangewend vermogen hoofdschroef: 50%, lengte halve straalbuis: 5m



Figuur 9-8: Algemene relaties voor containerschip afmetingen en schroef vermogens (Roubos 2006)

De algemene berekeningsmethodiek ter bepaling van de stroomsnelheden uit schroefstralen bij de bodem is gebaseerd op de Blokland (Blokland 1997) formules. Deze is vrijwel identiek aan de methodiek beschreven in CUR/CIRIA C683 'The Rock Manual', afgezien van kleine afwijkingen in factoren.

De berekende stroomsnelheden kunnen worden gebruikt om de grootte van de benodigde steenbestorting of dikte van een eventuele blokkenmat te bepalen.

⁴ Afstudeerwerk: "Omgaan met onzekerheden bij het ontwerpen van bodembescherming nabij kademuuren, A.A. Roubos, Delft University/Gemeentewerken Rotterdam, December, 2006".

9.3.3 Berekeningsuitgangspunten

In deze paragraaf worden de berekeningsuitgangspunten weergegeven voor de volgende belastingen:

- Belastingen uit schroefstralen van manoeuvrerende schepen.
- Belastingen door de nivelleerstromingen (stroming ten gevolge van het schutten (door de vulopeningen))
- Belastingen door de spuistromingen (ten gevolge van het spuien (door de vulopeningen))
- Belastingen uit retourstromen van invarende schepen
- Belastingen uit dichtheidsstromen
- Belastingen door overdrukken onder de sluisbodem

Schroefstraalbelastingen

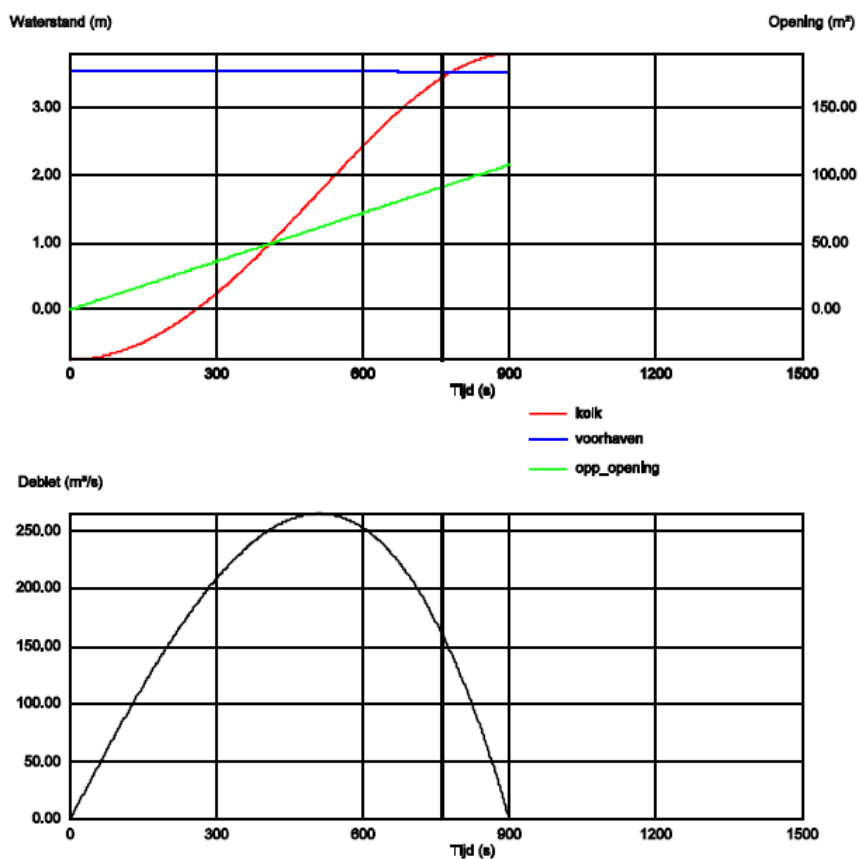
- Het aangewend vermogen is 100% bij boegschroeven en 15-50% bij hoofdschroeven (bij grote containerschepen $B > 30\text{m}$). Een gevoeligheidsanalyse wordt gedaan voor variërend vermogen van de hoofdschroef van 15, 30 en 50%.
- De afstand boegschroef tot de kade is gelijk aan halve breedte schip, minus de halve lengte van de straalbuis (=3m bij Emma Maersk, maar meer bij meer rechthoekige scheepsdoorsneden). Een gevoeligheidsanalyse zal gedaan worden variërend van $\frac{1}{2} L_{\text{straalbuis}}$ van 3 tot 10m.
- Naast conventionele hoofd- en boegschroeven zijn er ook zogenaamde onconventionele schroeven aanwezig. Met onconventionele schroeven worden straaljets op veerboten bedoeld (fastferry's)
- Dichtheid stortsteen: 2650kg/m^3 , dichtheid beton 2350kg/m^3 (ongewapend)
- Dichtheid water: 1025kg/m^3
- Aangezien de belasting veelal op dezelfde plek zal aangrijpen (door de vaste afmeerconfiguratie van grotere schepen) wordt als stabiliteitscriterium 'geen beweging' voor losse stortsteen gehanteerd. Dit leidt tot een turbulentiefactor $K_t^2 = 6$ (in de stabiliteitsformule voor stortsteen zoals voorgesteld in de Rock Manual).
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor de maatgevende laagwater stand in de sluis (NAP -2,5m). Dit leidt tot een kielniveau van het gelichterde schip van -16,25m NAP. Bij een kolkbodem niveau van NAP -17m is de kielspeling dan 0,75m. Dit is ongeveer 5% van de diepgang van het maatgevende schip, welk een absolute ondergrens is voor de kielspeling. Meestal wordt 7-10% aangehouden, zeker bij harde bodems, wat dus leidt tot een minimale kielspeling van 1-1,4m. Een gevoeligheidsanalyse zal worden uitgevoerd voor grotere kielspelingen.
- Voor de QM2, is de kielspeling 4,5m (10m diepgang bij NAP -0,75m)
- De factor f in de Blokland formules is 1,0 voor grote schepen en 1,2 voor kleine schepen (op advies van Dhr T. Blokland)

Nivelleerstromen (bij schutten)

Tijdens het schutten wordt de waterstand genivelleerd. Voor het nivelleren stroomt er uit de openingen in de deuren langs de bodem. In het Deltares rapport "*Proof of Concept*" *nieuwe zeesluis IJmuiden – Evaluatie van het nivelleersysteem*", 2011, zijn diverse scenario's voor het schutten bekeken. Het maatgevende scenario voor de maximale stroomsnelheden vanuit het nivelleersysteem bij de bodem wordt in dit hoofdstuk gebruikt ter controle van de stabiliteit, zie Figuur 9-9.

- Het maatgevende scenario is IJ5 – Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, resulterend in een maximaal debiet van $265\text{m}^3/\text{s}$ bij een totale opening van 60m^2 (50%)
- De totale instroom opening is 120m^2 per hoofd
- De maximale uitstroom opening is 200m^2 per hoofd.
- Onderkant opening in de deur is ongeveer NAP -12,7m (4,3m boven de bodem)

- De nivelleeropeningen bevatten breekbalken
- De aangenomen spreiding van de stroming na passage van de deur is 1:10 (ref: Ontwerp van Schutsluizen).
- De stroming is sterk turbulent door de aanwezigheid van de breekbalken (tot $r=0,35$ volgens Ontwerp van Schutsluizen, of $\beta = 1,4$ in Izbash vergelijking voor sterk-turbulente stroming)



Figuur 9-9: Debiet en oppervlakte van de vulopeningen voor scenario IJ5 (Deltares 2011)

Spuien

De nieuwe sluis heeft tevens een spui functie. Het maximaal vereiste debiet is 110m³/s bij een verval van 1m. De optredende snelheid is dan ongeveer 3,1m/s (met $v = 0,7\sqrt{[2g\Delta h]}$). Het spuien vindt plaats door de nivelleeropeningen in de sluisdeuren. Dezelfde uitgangspunten als bij schutten vermeld zijn, worden gebruikt voor het spuien.

Retourstromen

Retourstromen ontstaan door schepen die de sluis binnenvaren. Een groot scheepsprofiel ten opzichte van het nat oppervlak is maatgevend, alsmede de snelheid van het schip. De maximale retourstroom wordt berekend voor de volgende drie maximaal geladen (na lichtenen) schepen:

- E-class Container schip Emma Maersk.
LOA = 397m, Breedte 56m, maximale diepgang 15,5m (13,75m na lichtenen)
- Bulk carriers (> 175,000 DWT), details van de "Berge Stahl Carrier" zijn gebruikt:
LOA = 328m, breedte 63m, maximale diepgang 23m (13,75m na lichtenen)
- Passagierschip QM2
LOA = 345m, B=41-44m, max. diepgang 10m.

Voor de turbulentie-intensiteit wordt een factor $r = 0.20-0.25$ aangehouden (ref Handboek Ontwerp Schutsluizen, of een KT factor die ongeveer factor 1.5 boven die van normale stroming ligt volgens PIANC/DIPRO+).

Dichtheidsstromen

Dichtheidsstromen ontstaan door het verschil in dichtheid tussen zoet en zout water en treden op bij het openen van de deuren. Een hoge waterstand is maatgevend. Door het dichtheidverschil tussen zoet en zout water ontstaat er gelaagdheid in het water. Deze gelaagdheid zorgt voor circulatiestromen. De berekening wordt uitgevoerd voor de volgende randvoorwaarden/uitgangspunten:

- Zoet water: 1006 kg/m^3
- Zout water: 1017 kg/m^3
- Maximale waterstand (zee zijde): NAP +3.60m.

Overdrukken

Overdrukken ontstaan doordat water onder de sluisvloer relatief traag reageert op het nivelleren van de waterstand in de sluis. Na een hoog sluispeil wordt het kolkpeil in ca. 10 – 15 min verlaagd tot gelijk de binnenwaterstand. De bodem onder de sluisvloer is nog ingesteld op eerdere stijghoogte, terwijl de druk door de waterkolom is afgenomen. De grotere stijghoogte onder sluisvloer zorgt voor opwaartse drukken. De exacte grootte van de opwaartse drukken onder de sluisbodem hangt af van de grondopbouw onder en rondom de sluis, de opbouw van de sluisbodem en van de maatgevende waterstandsverschillen over de sluis. Vooralsnog wordt rekening gehouden met een opwaartse druk in de orde van 4m waterkolom. Deze geldt bij een ondoorlatende bodem. Deze waarde zal later worden geverifieerd aan de hand van de resultaten van het grondonderzoek en gedetailleerde analyse van de grondwaterstroming en drukken onder maatgevende omstandigheden.

9.3.4 Bepaling ontwerp stroomsnelheden

De ontwerpsnelheden worden bepaald aan de hand van enkele referentiedocumenten. Deze documenten beschrijven verschillende aspecten van de belastingen op de bodembescherming. De aspecten tezamen vormen de basis van het ontwerpproces. De gebruikte referenties:

- Handboek Ontwerp Schutsluizen, RWS 1990
- The Rock Manual, CUR/CIRIA C683, 2007: formule Escarameia and May (1992)
- CRESS - PIANC/DIPRO+).

9.3.4.1 Schroefstralen (conventionele schroeven)

In paragraaf 9.3.2 zijn vijf typen schepen gedefinieerd. De berekeningen voor belastingen uit conventionele schroefstalen hieronder zijn uitgevoerd voor de maatgevende waterstand in de sluis van NAP -2.5m , tenzij anders vermeld. Deze waterstand is maatgevend omdat de schroefstraalbelasting dan het dichtst bij de bodem zit. De algemene berekeningsmethodiek ter bepaling van de stroomsnelheden uit schroefstralen bij de bodem is gebaseerd op de Blokland (Blokland 1997) formules. Deze is vrijwel identiek aan de methodiek beschreven in CUR/CIRIA C683 'The Rock Manual', afgezien van kleine afwijkingen in factoren. De volgende resultaten zijn verkregen:

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| 1. Emma Maersk: | $\frac{1}{2}L_{\text{buis}} = 3 \text{ m}$ | $V_{\text{bodem,max}} = 2,3 \text{ m/s}$ (boegschroef) |
| | $\frac{1}{2}L_{\text{buis}} = 6 \text{ m}$ | $V_{\text{bodem,max}} = 2,5 \text{ m/s}$ (boegschroef) |
| | $\frac{1}{2}L_{\text{buis}} = 10 \text{ m}$ | $V_{\text{bodem,max}} = 3,0 \text{ m/s}$ (boegschroef) |
| | Hoofdschroef 15% | $V_{\text{bodem,max}} = 2,7 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) |
| | Hoofdschroef 30% | $V_{\text{bodem,max}} = 3,4 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) |
| | Hoofdschroef 50% | $V_{\text{bodem,max}} = 4,0 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) (extreme situatie) |
| | Hoofdschroef 50% | $V_{\text{bodem,max}} = 3,1 \text{ m/s}$ (met sluispeil NAP -0,75m) |
| 2. Bulk Carrier ("Berge Stahl"): | | |
| | Hoofdschroef 15% | $V_{\text{bodem,max}} = 1,8 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) |
| | Hoofdschroef 30% | $V_{\text{bodem,max}} = 2,2 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) |
| | Hoofdschroef 50% | $V_{\text{bodem,max}} = 2,6 \text{ m/s}$ (hoofdschroef) |
| | Hoofdschroef 50% | $V_{\text{bodem,max}} = 2,9 \text{ m/s}$ (hoofdschroef schuin) |
| 3. Hypothetisch schip 1: | | |
| a. Halve straalbuis 5m: | | $V_{\text{bodem,max}} = 2,7 \text{ m/s}$ (boegschroef) |
| b. Halve straalbuis 10m: | | $V_{\text{bodem,max}} = 2,7 \text{ m/s}$ (boegschroef) → NB geen invloed door grotere kielspeling |
| 4. Hypothetisch schip 2: | | $V_{\text{bodem,max}} = 1,3 \text{ m/s}$ (boegschroef) |
| 5. QM2: | | |
| | | $V_{\text{bodem,max}} = 2,4 \text{ m/s}$ (2xhoofdschroef 100%) |
| | | $V_{\text{bodem,max}} = 4,0 \text{ m/s}$ (boegschroef 30% haaks op de sluiswand) (maatgevende ontwerpsituatie) |
| | | $V_{\text{bodem,max}} = 3,7 \text{ m/s}$ (boegschroef 50% onder een hoek van 45° op de sluiswand) |
| | | $V_{\text{bodem,max}} = 3,5 \text{ m/s}$ (boegschroef 30% onder een hoek van 90° op de sluiswand en normaal sluispeil NAP - 0,75m) |
| | | $V_{\text{bodem,max}} = 3,5 \text{ m/s}$ (boegschroef 50% onder een hoek van 45° op de sluiswand en normaal sluispeil NAP - 0,75m) |

Conclusie: bij de container- en bulkschepen wordt de maatgevende stroomsnelheid veroorzaakt door de Emma Maersk. De maatgevende belasting uit bovengenoemde situaties is het gebruik van de hoofdschroef met 50% van het maximaal vermogen. Het verschil in stroomsnelheden bij extreem laagwater van NAP -2,5m en normaal sluispeil van NAP -0,75m is 0,9m/s (4,0m/s en 3,1m/s respectievelijk). De combinatie 50% gebruik hoofdschroef en extreem laag water heeft een zeer lage kans van voorkomen. Daarom wordt als ontwerpstroomsnelheid voor de kolkbodem voor container- en bulkschepen een snelheid van 3,4m/s gehanteerd (30% hoofdschroef gebruik bij extreem laag water).

De schroeven van de Queen Mary 2 zijn Azimuth schroeven, welke 360⁰ kunnen roteren. Er wordt aangenomen dat de kapitein de schroeven niet voluit zal gebruiken om het schip te sturen. De aanname is dat 30% van het vermogen maximaal zal worden toegepast in geval de schroef loodrecht op de sluiswand staat en dat 50% zal worden toegepast indien de schroef onder een hoek van 45⁰ op de wand staat. Dit zou leiden tot een maximale stroomsnelheid bij de bodem van 4,0m/s. Bij normale waterstand van NAP - 0,75m wordt de stroomsnelheid 3.5m/s voor beide situaties.

Nadere info dient te worden verkregen over het daadwerkelijk aangewend vermogens in relatie tot de kans van gelijktijdig optreden van een extreem laag sluispeil (NAP -2,5m) en een situatie die 50%-100% van de schroefvermogens vereist. Vooralsnog zal voor de berekening worden uitgegaan van 30% benutting van het maximaal vermogen van de boeg/hekschroeven van de QM2, onder een hoek van 90⁰ (in horizontale vlak) met de sluiswand bij maatgevend sluispeil (NAP -2,5m). Dit leidt tot een ontwerp stroomsnelheid van 4,0m/s, welke groter is dan de verkregen stroomsnelheid bij (NAP -2,5m) voor de meeste van de hierboven beschouwde situaties.

In de navigatiestudie die door MARIN voor het project IJmond is uitgevoerd is nadere informatie verkregen ten aanzien van het daadwerkelijk aangewende boeg- en hoofdschroefvermogen van bulk- en containerschepen. In Tabel 9-5 is een overzicht gegeven voor de containerschepen die in de simulatie gebruikt zijn:

Kenmerken:

- Hoofdschroefvermogen: 72.4MW (max vermogen, gelijk aan 104RPM)
- Boegschroefvermogen: 3,4MW (max vermogen; 70% vermogen is gelijk aan 250 RPM)

Tabel 9-5: Resultaten MARIN simulaties

Hoofdscenario	Hoofdschroef [RPM]*	Boegschroef [RPM]*
E1-West-in	~35	~300
E2-West-in	~40	~250/-300
E3-West-in	~30	~200/-300
E4-West-uit	~40	~250/-300
E5-West-uit	~40	~300/-300
E6-Oost-in	~40	~100/-300
E7-Oost-in	~25	~-300

*RPM is schroefomwentelingssnelheid

Volgens PIANC WG22 is de relatie tussen vermogen P en de schroefomwentelingsnelheid (in RPM) een derde-machts-relatie. De volgende relatie kan worden afgeleid:

$$P_{\text{aangewend}} = (RMP/RMP_{\text{max}})^3 * P_{\text{max}}$$

Navraag bij MARIN leert dat deze relatie geldt voor varende schepen. Voor stilliggende schepen geldt een 2^{de}-machtsrelatie⁵. De volgende relatie is aangenomen:

$$P_{\text{aangewend}} = (RMP/RMP_{\text{max}})^2 * P_{\text{max}}$$

Voor de boegschroef betekent dit, dat feitelijk vol vermogen wordt gebruikt, en voor de hoofdschroef dat maximaal $0,4^2 = 16\%$ van het maximale vermogen zou worden toegepast. De laatste waarde is lager dan de aangenomen hoofdschroefvermogens in de berekeningen. Echter, het moet opgemerkt worden dat de simulaties niet geheel accuraat zijn omdat de invloed van retourstroming, translatiegolf en dichtheidsstromingen niet wordt gesimuleerd. Hierdoor zou het daadwerkelijk aangewende vermogen onderschat kunnen worden. Om deze reden worden de eerder genoemde uitgangspunten gehandhaafd.

9.3.4.2 **Belastingen uit onconventionele schroeven**

De voorgaande berekeningen zijn uitgevoerd voor schroefstralen die ontstaan ten gevolge van conventionele schroeven. Het is echter bekend dat onder andere veerboten gebruik maken van straaljets voor de voortstuwing. Deze jets kennen bijna geen ruimtelijke spreiding vergeleken met conventionele schroeven, met als gevolg dat de snelheden in het hart van de jet hoog blijven tot relatief grote afstand uit de schroef. Voor een horizontaal gerichte jet is dit positief voor de aanval op de bodem aangezien bijna geen spreiding plaatsvindt. Echter, voor een naar beneden gerichte jet, of een jet die tegen een verticale begrenzing kaatst en naar beneden afgebogen wordt, zijn de belastingen op de bodem potentieel vrij hoog. Voor een project in Harlingen is in 2008 door DHV een studie uitgevoerd naar ontgrondingen ten gevolge van dit type schroeven. De veerpont die daar in gebruik was maakte gebruik van 2x2000kW jets die in geval van achteruit varen schuin naar onder gekanteld werden. De pont had de volgende karakteristieken:

- Diepgang: 1,4 m
- Hoek waterjets met waterlijn: 35 graden;
- Diameter hoofdschroef 0,8 m;
- Vermogen bij manoeuvreren 780 kW (40%) per schroef.

Op basis van deze gegevens is een check gemaakt voor de optredende stroomsnelheid bij de bodem in de sluis. Ondanks de zeer geringe diepgang en het lagere toegepaste vermogen zijn de snelheden die bij de bodem optreden in de orde van 2,4m/s. Dit is lager dan de ontwerpsnelheid van 4,0m/s. Als 100% van het vermogen aangewend wordt, bedraagt de snelheid in de orde van 3,2m/s. Deze snelheden zijn bepaald met de Verheij-formules voor 'low-powered jets': $V_0 = 0.9 * (P / (\rho * A))^{0.33}$, en $V_{x,r} = 2.8 (D_0/x)^{0.85} * V_0$, vermenigvuldigd met factor $\sqrt{2}$ voor de dubbele jet. De maximale snelheid geldt in het hart van de jet. De afname op afstand 'r' uit het hart is $\exp(-25r^2/x^2)$. Met $r=0$ is deze factor 1.0.

In geval van ander type schepen zoals in de Stena Discovery wordt er gesproken over 'high-powered' jets die snelheden in de orde van 4-5m/s kunnen geven ter plaatse van de bodem.

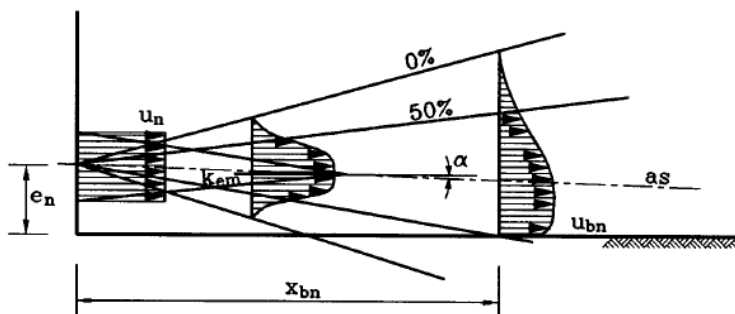
⁵ *Gesprek met Freek Verkerk/Marin, 10-11-2011*

Voor dit voorontwerp wordt vooralsnog aangenomen dat de gebruikte randvoorwaarden conservatief zijn. In het definitief ontwerp zal echter extra aandacht besteed dienen te worden aan belastingen uit niet-conventionele schroeven.

9.3.4.3 Nivelleerstromen (bij schutten)

De nivelleerstromen uit het schutproces worden bepaald met een vergelijking uit het Handboek Schutsluizen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de voornoemde uitgangspunten. Volgens vergelijking 16.4 uit Handboek Schutsluizen is de snelheid bij de bodem dan gelijk aan:

$$U_{\text{bodem}} = 2.5 \cdot U_{\text{max}} \cdot \sqrt{(D_n/X_{bn})}$$



Figuur 9-10: Stroombeeld voor stroming door de nivelleerschuiven (geldt ook voor spuien). Bron Handboek Ontwerp van Schutsluizen

De afstand X_{bn} wordt bepaald op basis van een hoek α van 5.7° (1:10 helling).

Er wordt een maximale stroomsnelheid U_{max} aan de instroomzijde van 4,42m/s berekend (60m² oppervlak). Aan de uitroomzijde van de deur is het stroomoppervlak toegenomen. Als de schuif volledig geopend is wordt gerekend met een verschaling van 120 m² naar 200m². Dezelfde verschaling wordt hier aangehouden, resulterend in 2,65m/s. De maximale stroomsnelheid wordt over een afstand van ca. 40m (X_{bn}) bereikt.

D_n is de hoogte van de straalopeningen, welke maximaal 3,125m bedraagt. U_{bodem} wordt dan 1,9m/s. Bij een kleinere straalhoogte wordt de snelheid lager, dus voorgaand is een conservatieve berekening.

In geval het oppervlak aan de instroomzijde wordt aangehouden, dan is U_{max} gelijk aan 4,42m/s en U_{bodem} 2,1m/s (op basis van 1,5m straalhoogte).

9.3.4.4 Spuien

De stroom snelheden die optreden bij het spuien worden bepaald met dezelfde vergelijking als de nivelleerstromen (hierboven).

Op basis van 110m³/s en 1m verval wordt een ontwerpsnelheid in de schuif van 3,1m/s aangehouden. Het benodigde oppervlak is dan 35m², oftewel gelijk aan ongeveer 2 schuiven die volledig geopend zijn (15m² per schuif).

De maximale snelheid bij de bodem wordt dan ongeveer $2,5 \cdot 3,1 \cdot \sqrt{(3.125/40)} = 2,2\text{m/s}$.

Waarbij D_n de hoogte van de straalopeningen is, welke maximaal 3,125m bedraagt. De maximale stroomsnelheid wordt over een afstand van ca. 40m (X_{bn}) bereikt.

9.3.4.5 Retourstromen

De berekeningen voor retourstromen zijn gemaakt volgens de formules zoals vermeldt in de Rock Manual (CUR/CIRIA 2007) en zoals in het Handboek Ontwerp Schutsluizen, voor volgeladen schepen. De resultaten in Figuur 9-11 samengevat:

Ontwerpschip	FORMULES ROCK MANUAL			FORMULES HANDBOEK SCHUTSLUIZEN		
	Limietsnelheid [m/s]	Ontwerpsnelheid [m/s]	Retourstroomsnelheid [m/s]	Limietsnelheid [m/s]	Ontwerpsnelheid [m/s]	Retourstroomsnelheid [m/s]
Emma Maersk	1.2	1.1	3.1	0.9	1.4	3.0
Berge Stahl	0.7	0.7	2.8	0.7	0.9	4.1
Queen Mary 2	2.5	2.3	3.1	2.1	3.2	2.1

Figuur 9-11: Resultaten berekening retourstroomsnelheid

De maximale invaarsnelheid is 3,2m/s voor de QM2, gebaseerd op 1,5 maal de limietsnelheid. Dit is aan de hoge kant. Vooralsnog worden deze waarden echter aangehouden.

De maximale retourstroomsnelheid wordt gevonden met de formules in Handboek Ontwerp Schutsluizen, voor de Berge Stahl (ie 4,1m/s). Het wordt opgemerkt dat de verhouding $A_{\text{schip}}/A_{\text{sluis}}$ buiten het geldigheidsbereik van de formule valt.

Vooralsnog wordt met deze snelheid echter rekening gehouden, in combinatie met een turbulentie-intensiteit $r=0,25$.

9.3.4.6 Dichtheidsstromen

Volgens formule 21.4 uit het Handboek Ontwerp Schutsluizen is de voortplantingssnelheid van het zoete front:

$$c_i = 0.53 \sqrt{\epsilon g (h_{bi} - z_k)}$$

Voor een zout front is de factor 0.47 in plaats van 0.53.

Dit leidt tot de volgende maximale snelheid aan de bodem (voor zout water):

Hoog zeeniveau (NAP +3.60m): **1,06m/s** (zout water)

De dichtheidsstroming kan beschouwd worden als een laagturbulente stroom.

Met bovenstaande beschouwing wordt ook een correctie voorgesteld in de rapportage ten aanzien van de dichtheidsstroming. Die is ten behoeve van het ontwerp van de bodembescherming conservatief bepaald met een volledig zout front in volledig zoet water. Dit leidde niet tot een maatgevende situatie. De berekende snelheid van 1.06m/s wordt met formule $c_i=0.47\sqrt{\epsilon g(h_{bi}-z_k)}$ en $\epsilon = (\rho_1 - \rho_2) / \rho_1 = 0.0109$ nu 0.7m/s.

9.3.4.7 Conclusie bepaling ontwerpsnelheden

Er is grote variatie in ontwerpformules voor diverse typen bovenbescherming. Over deze variatie van formulies kan in het algemeen gesteld worden dat de belasting en benodigde dikte/diameter evenredig is met $[U_{\text{bodem}} (1+3r)]^2$. Deze factor is in bovenstaande tabel gepresenteerd. Hieruit blijkt dat de retourstroming en schroefstroming maatgevend zijn, gebaseerd op de r-factoren die in Handboek Ontwerp van Schutsluizen zijn gepresenteerd. Uit analyse van de ontwerpformules in andere bronnen blijkt dat de turbulentieintensiteit van schroefstraalstromen (nog) hoger wordt ingeschat, wat impliciet tot uiting komt in de stabiliteitsfactor K_T (of β). Als gevolg hiervan zijn de schroefstromingen duidelijk maatgevend.

Een samenvatting van voorgaande berekeningsuitkomsten is hieronder weergegeven in Tabel 9-6.

Tabel 9-6: Berekeningsresultaten

Belastinggeval	U_{bodem} [m/s]	Turbulentie-intensiteit r [-]	Equivalente belasting $[U_{\text{bodem}} (1+3r)]^2$ $[m^2/s^2]$
Conventionele schroeven (hoofd- en boegschroeven)	4.0m/s	0.4	77
Onconventionele schroeven	3.2m/s (4.5m/s voor high-power jets)	0.4	50 (98)
Schutten	1.9m/s	0.35	15
Spuien	2.2m/s	0.35	20
Retourstromen	4.1m/s	0.25	51
Dichtheidsstromen	1.1m/s	0.10	2

Een uitgebreide behandeling van de verschillende ontwerpformules is voor bodembeschermingen in paragraaf 9.3.5 gegeven.

Ontwerpformules bodembeschermingen

Diverse ontwerpformules bestaan om de stabiliteit van bodembescherming te bepalen.

Bron 1 Rekenregels voor waterbouwkundig ontwerpen, RWS 1990: Izbash – type formule

Bron 2a The Rock Manual, CUR/CIRIA C683, 2007: Vergelijking 5.226 specifiek voor schroefstroomaanval

Bron 2b The Rock Manual, CUR/CIRIA C683, 2007: formule Escameia and May (1992)

Bron 3 CRESS, welk verwijst naar DIPRO+ en PIANC 1997 (WG 4)

De ontwerpformules worden hieronder stuk voor stuk kort behandeld om enige achtergrond te presenteren.

Bron 1 (Rekenregels voor waterbouwkundig ontwerpen, RWS 1990):

Izbash – type formule:

$$\Delta \cdot D = m_h m_s \beta \frac{u^2}{2g}$$

De benodigde dikte D is gelijk aan D_{50} van stortsteen en aan de dikte van een blokkenmat of gezette steenbekleding, en u de lokale snelheid boven de bodem.

De factor Δ is de relatieve dichtheid van het materiaal, welk bepaald wordt met:

$$\Delta = \frac{[(1 - \varepsilon)\rho_b + \varepsilon\rho_v] - \rho_w}{\rho_w}$$

De factor ε is de porositeit van bv blokkenmatten of gabions, ρ_v de dichtheid van eventueel vulmateriaal, ρ_b de dichtheid van het materiaal en ρ_w de dichtheid van het water.

De factor m_h is voor de hoek van de stromingsaanval ($m_h = \sin^2 \alpha$) en is gelijk of kleiner dan 1.0. De factor m_s is een hellingfactor welke bij een vlakke bodem 1.0 bedraagt.

De factor β verdisconteert in de Izbash formule zowel de turbulentie als een stabiliteitsfactor voor het type bekleding. Voor de factor β geeft RWS 1990 de volgende factoren:

- stortsteen: $\beta = 0.7$ (vlak bed, normale turbulentie) – $\beta = 1.4$ (uitstekende stenen, sterke turbulentie)
- gezette steen: $\beta = 0.13-0.2$ (kort durende stroom) en $\beta = 0.2-0.6$ voor lang-durende stroom
NB: er wordt hier geen opmerking gemaakt over het turbulentie niveau
- blokkenmatten (niet bestort): $\beta = 0.22-0.25$ voor normale stroming en $\beta = 0.25-0.5$ voor turbulente stroming. Deze waarden gelden voor de matrand. Voor normale stroming wordt voor het midden van de mat een waarde van $\beta = 0.1$ genoemd.

Bron 2 (The Rock Manual, CUR/CIRIA C683, 2007):

De Rock Manual geeft voor het bepalen van de stabiliteit van stortsteen de volgende vergelijkingen:

Bron 2a: Vergelijking 5.226 in hoofdstuk 5.2.3.1, specifiek voor schroefstroomaanval:

$$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$$

Met $k_t^2 = 5.2$ (varierende afmeerlocatie) tot $k_t^2 = 6.0$ (zelfde afmeerlocatie). Dit komt neer op een 'Izbash' vergelijking met $\beta = 2.6-3.0$.

Bron 2b: Escarameia and May formule (1992)

In de Rock Manual wordt verder de Escarameia and May formule (1992) gepresenteerd die qua vorm gelijk is aan Izbash, met in plaats van β = een c_T factor gelijk aan $12.3r-0.3$ (r = turbulentie intensiteit) en in plaats van D_{50} D_{n50} . Vergelijken met vergelijking 5.226 suggereert dit een intensiteit van $r = 0.2-0.22$ wat aan de lage kant lijkt voor schroefstralen (handboek 'ontwerp van schutsluizen' geeft 0.35-0.4). Met factor $r=0.3$ komt de β – factor op 4.15 (voor stortsteen).

Bron 3 (CRESS, welk verwijst naar DIPRO+ en PIANC 1997 (WG 4):

Voor stortsteen:

$$\Delta \cdot D_{50} = \frac{1.4K_T u^2}{\psi_{u,s} k 2g}$$

Waarbij K_T =

- 0.67 voor normale stroming
- 1.0 voor retourstroming
- 2.15 voor stroming veroorzaakt door sloopsschroeven (stilliggend schip)

En $\psi_{u,s} = 0.6 - 1.0$ voor stortsteen

Elders in het programma CRESS wordt een specifiekere vergelijking gegeven voor de stabiliteit van blokkenmatten:

$$\Delta \cdot D_{bm} = \left(\frac{1.0K_T u^2}{\psi_{u,s} k 2g} \right) \cdot 0.84$$

Waarin $K_T = 2.15$ voor schroefstroomaanval en $\psi_{u,s} = 3.0$ voor blokkenmatten. In de laatste formule is een correctiefactor 0.84 toegepast (factor $D_{50} \rightarrow D_{n50}$)

In Izbash-vorm geschreven, komt de factor komt dit op het volgende neer (voor schroefstromen):

- Voor stortsteen: $\beta = 3.0$ (met $\psi_{u,s} = 1.0$)
- Voor blokkenmatten: $\beta = 0.6$

Samenvattend is er dus sprake van een redelijke spreiding in stabiliteit- en turbulentiefactoren in de diverse formules. Voor een vlakke bodem, en rechte stromingsaanval kan het overzicht worden gemaakt zoals weergegeven in Tabel 9-7.

Tabel 9-7: Overzicht formules

Izbash-type vergelijking $\Delta \cdot D = \beta \frac{u^2}{2g}$	Stortsteen D=D ₅₀	Gezette steen D=D _{steen}	Blokkenmatten D=D _{mat}
Izbash (RWS 1990)	$\beta = 1.4$ (bovenwaarde, sterk turbulent)	$\beta = 0.6$ (bovenwaarde, turbulentie onbekend)	$\beta = 0.5$ (turbulent, bovenwaarde)
The Rock Manual (2007) Specifiek vergelijking (5.226)	$\beta = 2.6 - 3.0$ (specifiek voor schroefstralen)		
The Rock Manual (2007) Escarameia and May (1992)	$\beta = 4.15$ (met r=0.3)		
CRESS (DIPRO+, PIANC) Specifiek schroefstralen	$\beta = 3.0$		$\beta = 0.6$

Uit dit overzicht blijkt dat de stabiliteitsverhoging door het toepassen van blokkenmatten ongeveer factor 3-5 is. Voor de toename in stabiliteit van zetsteen ten opzichte van stortsteen geeft Izbash in RWS 1990 een factor van ongeveer 2,3 (gebaseerd op bovenwaardes, turbulent), maar slechts een factor 1,2 als er van uitgegaan wordt dat de β -factoren voor zetsteen gebaseerd zijn op normaal turbulente stroming. Schiereck 2001 (Bed, bank and shoreline protection) suggereert op basis van dezelfde bron een factor 1,5-2,0 tussen stortsteen en zetsteen.

De β – factor voor blokkenmatten lijkt laag. Vanwege het feit dat RWS (RWS, 1990) een veel lagere waarde geeft voor stortsteen onder turbulente stromingsaanval ($\beta = 1.4$) dan bijvoorbeeld de Rock Manual ($\beta = 2.6-3.0$) lijkt het alsof de invloed van de hoge turbulentie in schroefstralen niet meegenomen. De β – factor voor blokkenmatten onder schroefstroomaanval zou hierdoor ook aan de lage kant zijn. Echter, in CRESS wordt een vergelijkbare waarde gehanteerd ($\beta = 0.6$) terwijl hier voor stortsteen een β – waarde wordt aangehouden die wel vergelijkbaar is aan die voorgesteld door de Rock Manual. Enige terughoudendheid is echter geboden.

In de hier volgende berekeningen zullen de volgende conservatieve factoren worden aangehouden (schroefstraalbelasting):

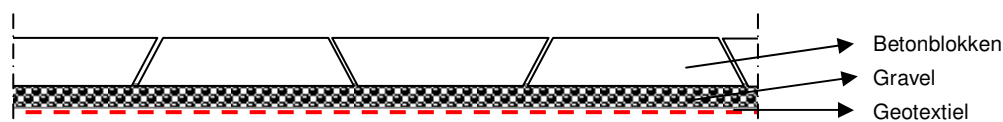
Zetsteen: $\beta = 1.5$ (factor 2 lager dan stortsteen, factor 2.5 hoger dan gesuggereerd in RWS 1990, aangezien daar het turbulentie niveau niet vermeld is)

Blokkenmat: $\beta = 0.75$ (veiligheidsfactor 1.25-1.5 op de gegeven waardes).

9.3.5 Gekozen ontwerp

Een bodembescherming van betonblokken is uitvoerbaar in vele vormen. Deze hebben als voordeel dat het een relatief eenvoudige en goedkope oplossing is. Voor dit ontwerp wordt uitgegaan van zogenaamde pasblokken. Een mogelijke oplossing zijn pasblokken in de vorm hieronder, waarbij eventuele opwaartse drukken bij de helft van de blokken leidt tot een vergroting van de porositeit doordat de spleet groter wordt bij een verticale verplaatsing. Deze blokken zetten onder invloed van hun eigen gewicht. Bij grote waterdruk van onder kunnen we kort worden opgelicht.

De schuine kanten zijn een initieel idee die verder uitgezocht dient te worden in vervolgstudies. De schuine kanten in één richting aangebracht worden terwijl in de andere richting verticale kanten kunnen worden toegepast. Hierdoor wordt plaatsing (in die richting) eenvoudiger. Er kunnen verder gaten in de blokken worden aangebracht om de doorlatendheid te vergroten.



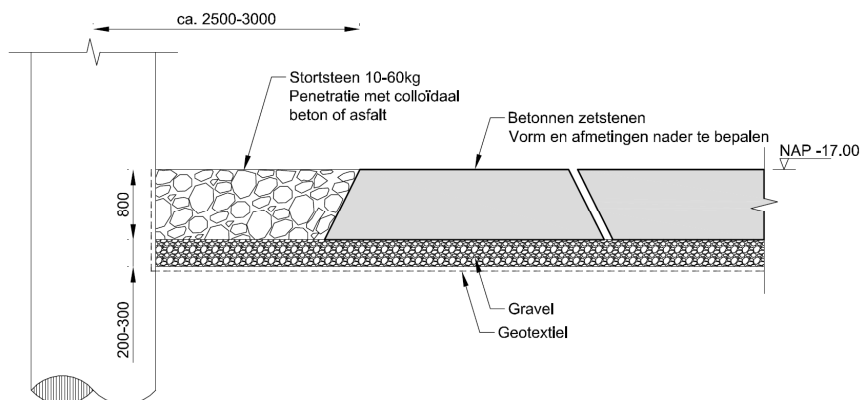
Figuur 9-12: Schematisatie ontwerp pasblokken

De benodigde dikte met de aangehouden β factor van 1.5 en $v=4.0\text{m/s}$ is 0.8m (met $\Delta \cdot D = \beta \frac{u^2}{2g}$).

Hierbij is uitgegaan van zwaar beton met een dichtheid van minstens 2500kg/m³.

De installatie van pasblokken onder water is gecompliceerd. Voor dat doeleinde zouden dus zo groot mogelijke blokken moeten worden gemaakt die met een kraan nog geplaatst kunnen worden. Het alternatief is plaatsing met een hijsvoorziening die gelijktijdig plaatsen mogelijk maakt. Assistentie van duikers en goede kwaliteitscontrole is nodig.

Onder de blokken moet een geotextiel worden aangebracht. Om mogelijke beschadiging van het geotextiel te voorkomen, wordt een vleilaag voorgesteld van zo'n 20-30cm granulair materiaal. Dit zorgt er tevens voor dat de vlakheid van de bodem kan worden gegarandeerd.



Figuur 9-13: Aansluiting op kolkwand

9.3.6 Bepaling benodigde dikte

Voor de bepaling van de dikte van de bodembescherming speelt het niveau van de kolkbodem een rol. De voorgaande berekening is uitgevoerd voor een sluisbodem op NAP -17m.

Bij een sluisbodem op NAP -18m ontstaat er in principe meer diepgang. Voor de gelichterde schepen betekent dit echter dat er minder gelichterend hoeft te worden en dat een minimale kielspeling van 0,75m blijft gelden. De berekende maximale stroomsnelheden voor de gelichterde schepen blijven dus onveranderd (maximale waarde van 3,4m/s aangehouden).

De maatgevende stroomsnelheid aangehouden in het ontwerp voor de -17m kolkbodemvariant is 4,0m/s. Deze geldt voor de schroefstralen van de QM2, met een diepgang van 10m. Met een diepere bodemligging neemt deze snelheid af naar 3,8m/s. Dit betekent dat de benodigde dikte van de zetsteen 0,74m wordt.

Bij een hogere kolkbodempligging wordt de dikte van de bescherming bepaald door de schroefstromen van de QM2 omdat de overige beschouwde schepen gelichtert zullen worden zodat een minimale kielspeling van 0,75m behouden blijft. Voor een kolkbodem op -16m NAP en -15m NAP worden de ontwerpstroomsnelheden 4,2 en 4,4 m/s (resp.). De benodigde dikte van de zetsteenblokken wordt dan 0,9m en 1,0m (resp.).

Voor een blokkenmat oplossing geldt dat de benodigde dikte varieert tussen 0,6 en 0,77m voor kolkbodemniveaus tussen -18m en -15m NAP. Deze diktes liggen ver buiten de standaard leverbare afmetingen. Alhoewel het concept bewezen is, zou met deze dikte aanvullende validatie nodig zijn alsmede aanpassingen aan kabels en doek. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van de zetsteenblokken.

Voor een oplossing met stortsteen geldt dat de benodigde D_{n50} varieert tussen 1,2 en 1,55m voor kolkbodemniveaus tussen -18m en -15m NAP. Dit betekent een gewicht tussen 4,5 en 10ton voor de toplaag, gebaseerd op een berekening die weinig tot geen beweging van de stenen toelaat. De totaal benodigde laagdikte is vele malen groter door de dubbele laagdiktes en benodigde filterlagen.

De variatie in kolkbodemniveau leidt tot een variatie in benodigde dikte van de bodembescherming. Er kan worden geconcludeerd dat alle oplossingen vergelijkbare ontwerpen voor de kolkbodem opleveren; er is geen sprake van een plotselinge trendbreuk bij een ander kolkbodemniveau. De dikte van de stortsteenoplossing alsmede de betonblokkenmatten wordt té groot geacht. Voor de stortsteenoplossing omdat de grote pakketdikte tot onnodig hoge kosten leidt (voor kolkwanden). Voor de betonblokkenmatten omdat standaard leverbare (en toegepaste) diktes tot ca. 0,3m gaan.

Voor het ontwerp wordt uitgegaan van de zetsteenblokken, met een dikte van ca. 0,75m (behorend bij een sluisbodemniveau van NAP -18m).

9.3.7 Locatie

De bodembescherming wordt in de kolk, voor de sluishoofden en voor de fuikwand en de zuidelijke kolkwand in de Voorhaven van de Middensluis toegepast.

Buiten de sluishoofden wordt voorlopig een lengte van 50 meter aangehouden. Dit is een praktische inschatting van wat benodigd wordt geacht. Deze lengte kan worden geoptimaliseerd op basis van het gegeven dat een erosiekuil naast de bestorting geen invloed zal krijgen op de sluisconstructie. Een oplossing van (gepenetreerde) stortsteen is mogelijk een goede oplossing.

Voor de overgang naar onbeschermde bodem wordt een strook flexibele bestorting voorgesteld.

Voor de fuikwand en de zuidelijke kolkwand wordt een breedte van 25 m aangehouden.

9.3.8 Kansen en risico's

Kansen

- Toepassing van 'interlocking' pasblokken die de stabiliteit verhogen waardoor de benodigde dikte minder kan worden.
- Fysische modelonderzoek naar de stabiliteit waardoor de werkelijke belastingen beter kunnen worden bepaald en de ontwerpdikte mogelijk minder kan worden.
- Toepassing van blokkenmatten, na aanvullend onderzoek.
- De toepassing van losse breuksteen (eventueel gepenetreerd) in plaats van pasblokken aan de buitenzijde van de kolk

Risico's

- De onbekendheid van het exacte effect van hoogturbulente schroefstralen in een opgesloten ruimte als een sluis kolk. Dit kan mogelijk worden onderzocht in een fysisch model waardoor de ontworpen dikte van de pasblokken (of betonblokkenmat) geverifieerd kan worden.

10 ONDERHOUDSCONCEPT

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt naar aanleiding van de opgestelde ontwerpdocumenten een instandhoudingsplan op hoofdlijnen gepresenteerd ten behoeve van het nemen van een voorkeursbeslissing. Het doel hiervan is inzichtelijk te maken op welke wijze de 65 meter-variant van de nieuwe sluis te IJmuiden kan worden onderhouden.

Bij het opstellen van de onderhoudsmaatregelen in dit document is gekozen voor een indeling op basis van ontwerpdiscipline. De in dit hoofdstuk vermelde gegevens zijn overgenomen uit de VO-hoofdstukken per discipline. Als uit een faalkansanalyse (RAMS-analyse) bleek dat falen van een onderdeel leidt tot een te grote niet-beschikbaarheid, is ervoor gekozen deze onderdelen als reserve op locatie te hebben.

10.2 Discipline Bediening, Besturing & Elektrische Installaties

10.2.1 Bediening en besturing

PLC

Aan de PLC is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Daarvoor zijn enkele ingangskarten en uitgangskarten als reserve onderdelen aanwezig op het sluiscomplex. De PLC wordt uitgevoerd als redundante PLC, zodat een storing in de PLC geen gevolg heeft voor de beschikbaarheid.

De technische levensduur van de PLC is 15 jaar. Bij het vervangen van de PLC zal tijdelijk lokaal moeten worden bediend, waardoor dit geen consequenties voor de beschikbaarheid hoeft te hebben.

Hardware SCADA

Aan de hardware is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Er worden meerdere bedieningsstations voorzien, zodat een uitval van één bedieningsstation geen gevolg heeft voor de beschikbaarheid. Er zijn daarom ook geen reservematerialen beschikbaar op de sluis.

De technische levensduur van SCADA systeem is 10 jaar.

Server

Aan de server is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt de betreffende server vervangen. De server wordt redundant uitgevoerd, zodat een storing in een server geen gevolg heeft voor de beschikbaarheid.

De technische levensduur van de server is 10 jaar.

Hardware PLC netwerk

Aan de hardware van het PLC-netwerk is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Het PLC-netwerk is uitgevoerd als ringleiding, zodat één storing geen gevolg heeft voor de beschikbaarheid.

De technische levensduur van de hardware van het PLC-netwerk is 15 jaar.

Software PLC en SCADA

Aan de software is geen regulier onderhoud nodig.

De technische levensduur van de software is 15 jaar.

10.2.2 Energievoorziening en -verdeling

Hoogspanningsinstallatie

Aan de hoogspanningsinstallatie is geen regulier onderhoud nodig. De hoogspanningsinstallatie moet minimaal eens in de vijf jaar worden geïnspecteerd. (NEN 3840)

De technische levensduur van de hoogspanningsinstallatie is 25 jaar. Bij een geplande vervanging is er sprake van 2 dagen stremming. Er zijn geen reserveonderdelen (zoals transformatoren of hoogspanningsbekabeling) aanwezig. Wel zijn er zekeringen als reservemateriaal beschikbaar.

Laagspanningsinstallatie

Aan de laagspanningsinstallatie is geen regulier onderhoud nodig. De laagspanningsinstallatie moet minimaal eens in de vijf jaar worden geïnspecteerd. (NEN 3140)

De technische levensduur van de laagspanningsinstallatie is 25 jaar. Deze wordt tegelijk met de hoogspanningsinstallatie vervangen. T.b.v. het snel verhelpen van storingen zijn zekeringen, automaten en relais aanwezig als reserve-onderdelen op sluiscomplex. Er is geen reserve laagspanningsbekabeling aanwezig.

Noodstroom installatie (roterend)

De noodstroomaggregaten moeten 1 keer per jaar worden getest op het juist functioneren. Hiervoor is een halve dag stremming benodigd.

De technische levensduur van de noodstroomaggregaten is 25 jaar. Deze kan zonder stremming vervangen worden.

Noodstroom installatie (statisch)

De no-break installatie moet 1x per jaar worden getest op het juist functioneren. Deze test vindt tegelijk met de test van de roterende noodstroominstallatie plaats.

De technische levensduur van de no-break installatie is 15 jaar. Deze kan eveneens zonder stremming worden vervangen.

10.2.3 Overige elektrische installaties

De overige elektrische installaties van de schutsluis, zijn hieronder opgesomd. Kenmerkend voor deze installaties is dat ze gebruikt worden ten behoeve van de niet-primaire functies van de sluis. Het gaat dus om ondersteunende installaties die niet continu noodzakelijk zijn. Vervanging heeft daardoor geen beperkende invloed op de primaire sluisfuncties.

Aarding- en Bliksembeveiliging installatie

De aardingsinstallatie en bliksembeveiliging moet regelmatig worden geïnspecteerd op juist functioneren. Deze inspectie maakt onderdeel uit van de NEN 3140 inspectie.

De technische levensduur van de aarding- en bliksembeveiliging installatie is 40 jaar

Informatie en Volgsysteem Scheepvaart, IVS

Aan het IVS is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen.

De technische levensduur van het IVS is 15 jaar.

CCTV installatie

Aan de CCTV installatie is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Daarvoor zijn camera's als reserve onderdelen aanwezig. Indien nodig is er ook een CCTV-server beschikbaar.

De technische levensduur van de CCTV installatie is 15 jaar.

Audio installatie

Aan de audio installatie is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen.

De technische levensduur van de audio installatie is 15 jaar.

Radarinstallatie

Aan de radarinstallatie is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen.

De technische levensduur van de radarinstallatie is 15 jaar.

Hydro-meteomeetinstallaties

Aan de hydro- / meteomeetinstallatie is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Ten behoeve van de installatie zijn niveaumeting en naderingschakelaars als reserve onderdelen aanwezig op sluiscomplex.

De technische levensduur van de hydro- /meteomeetinstallatie is 15 jaar.

Communicatievoorzieningen

Aan de communicatievoorzieningen is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Aangezien onderdelen goed verkrijgbaar zijn, worden er geen reservedelen op voorraad op het sluiscomplex gehouden.

De technische levensduur van de communicatievoorzieningen is 15 jaar.

Landverkeerinstallatie

Aan de landverkeersinstallatie is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Daarvoor is één LED armatuur als reserve op het complex aanwezig.

De technische levensduur van de landverkeerinstallatie is 25 jaar.

Afsluitboom installatie

De afsluitboominstallatie behoeft geen regulier onderhoud. Bij storing wordt het betreffende onderdeel gerepareerd of vervangen. Daarvoor is een afsluitboom als reserve aanwezig.

De technische levensduur van de afsluitboominstallatie is 25 jaar.

Scheepvaartbeseining

Aan de scheepvaartbeseining is geen regulier onderhoud nodig. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen. Daarvoor is één LED armatuur als reserve op het complex aanwezig.

De technische levensduur van de scheepvaartbeseining is 25 jaar.

Gebouwinstallatie

Binnenverlichting

De binnenverlichting behoeft geen regulier onderhoud. Bij storing wordt het betreffende onderdeel gerepareerd of vervangen.

De technische levensduur van de binnenverlichting is 15 jaar.

Brandmeld- en ontruimingsinstallatie

De brandmeld- en ontruimingsinstallatie moet jaarlijks worden geïnspecteerd op juist functioneren. (NEN 2654-1)

De technische levensduur van de brandmeld- en ontruimingsinstallatie is 15 jaar.

Inbraakbeveiliging

De inbraakbeveiliging moet jaarlijks worden geïnspecteerd op juist functioneren.

De technische levensduur van de inbraakbeveiliging is 15 jaar.

10.3 Discipline Waterbouw

De bodembescherming is opgebouwd uit: geotextiel, een gravellaag met daarop betonblokken. Aansluitingen met kolkwand wordt uitgevoerd in de vorm van gepenetreerde breuksteen (asfalt dan wel colloïdaal beton). De bodembescherming dient 1 maal per jaar door middel van multibeamloding, sonar meting (bepaling afwijkende vormen) en inspectie onder water in kaart gebracht te worden. De inmeting van de bodembescherming kan plaats vinden tussen het scheepvaartverkeer door, stremming is niet noodzakelijk.

De technische levensduur van de bodembescherming (geotextiel, gravel en betonblokken) bedraagt 100 jaar. Er wordt voorzien dat eens per 25 jaar onderhoud nodig is. Voor 'kleine' reparaties is geen stremming van de scheepvaart noodzakelijk, bij een geplande vervanging van enkele betonblokken is sprake van ca. Enkele dagen stremming.

10.4 Discipline Civiele constructies

10.4.1 Sluishoofden

De sluishoofden bestaan uit betonnen constructies, voorzien van ruimten/ kamers die voornamelijk gevuld zijn met zand. Het betonwerk dient 1 maal per 5 jaar geïnspecteerd te worden, met uitzondering van de drempelconstructie. De drempelconstructie dient 2 maal per jaar geïnspecteerd te worden in de vorm van een duikinspectie. Voor inspectie van het betonwerk (hoofd en drempel) is geen stremming noodzakelijk. De technische levensduur van het sluishoofd bedraagt 100 jaar. Variabel onderhoud aan het betonwerk zal naar verwachting 1 in de 50 jaar plaatsvinden. Het betonwerk boven LW zal 2 maal per jaar schoongemaakt worden.

NB: De kwelchermen onder de drempelconstructie zijn niet toegankelijk. Er vinden dan ook geen inspecties plaats.

10.4.2 Sluiskolk en fuik

Kolk- en fuikwanden

De kolkwanden bestaan uit stalen buispalen en damwanden met een betonnen bovenbouw. Het betonwerk dient 1 maal per 5 jaar geïnspecteerd te worden. De stalen buispalen en damwanden bevinden zich altijd onder water en in de dimensionering is rekening gehouden met afroesting.

De technische levensduur van de kolkwand bedraagt 100 jaar. Het betonwerk boven LW zal 2 maal per jaar schoongemaakt worden.

Beschermingsconstructie

Voorgesteld wordt om rubberen fenders in de sluis toe te passen.

De beschermingsconstructie in de schutkolk bestaat uit V of W type fenders. De fenders worden 2 maal per 1 jaar visueel geïnspecteerd. Vervanging van een fender zal niet leiden tot stremming van de scheepvaart.

De technische levensduur van de beschermconstructie bedraagt 15-20 jaar.

Bolders

Op bolders dienen om de ca.10 jaar trekproeven uitgevoerd te worden. Hiervoor is geen stremming van het scheepvaartverkeer noodzakelijk.

De technische levensduur van de bolders bedraagt 50 jaar. Gedurende de levensduur zullen de bolders 1 maal in de 10 jaar opnieuw worden voorzien van een beschermlaag.

Winchkoppen

De winchkoppen worden elektrisch aangedreven. Regulier onderhoud is noodzakelijk. Bij storing zullen de onderdelen vervangen worden.

De technische levensduur van de vaste winchkoppen bedraagt 25 jaar.

Haalkommen

De haalkommen behoeven geen regulier onderhoud.

De technische levensduur van de haalkommen bedraagt 50 jaar. Gedurende de levensduur van de haalkommen dienen de haalkommen 1 maal in de 15 jaar voorzien te worden van een nieuwe conserveringslaag.

Ladders

De ladders dienen 1 maal in de 5 jaar geïnspecteerd te worden.

De technische levensduur van de ladders bedraagt 25 jaar.

Verharding

De verharding bestaat uit een nader te bepalen materiaal. Uitgaande van straatwerk zal regulier onderhoud plaatsvinden. Verzakkingen van het straatwerk of breuk van de straatstenen zal moeten worden hersteld. Geschat wordt ca. 25% van het aanwezige oppervlak opnieuw aangebracht dient te worden gedurende de technische levensduur.

De technische levensduur van de verharding bedraagt 20 jaar. Voor vervanging van de verharding is geen stremming van de scheepvaart noodzakelijk.

10.4.3 Remming- en geleidewerken

Remmingwerken Nieuwe Zeesluis

Het remmingwerk dient 1 maal per 1 jaar geïnspecteerd te worden.

De technische levensduur van het remmingwerk bedraagt 50 jaar. Elke 1 maal per 15 jaar dient de conserveringslaag bijgewerkt te worden.

Remmingwerken t.b.v. bescherming sluishoofd en schutkolkmuur.

Ter bescherming van de civiele constructie worden remmingpalen geplaatst. Deze stalen palen behoeven geen regulier onderhoud.

De technische levensduur van de palen bedraagt 100 jaar. Elke 15 jaar dient de conserveringslaag van de witte markering op de paalkoppen te worden geïnspecteerd en bijgewerkt.

10.4.4 Terreininrichting

Landverbinding

Asfalt

Het asfalt dient jaarlijks geïnspecteerd te worden. Scheuren dienen jaarlijks gerepareerd te worden. Elke 5 a 8 jaar zal ca. 25% van het oppervlak moeten worden voorzien van een nieuwe laag. Per 20 jaar zal ca. 60% van de opsluitbanden (betonbanden) opnieuw aangebracht moeten worden.

De technische levensduur van het asfalt bedraagt 15-20 jaar.

Leuning

De leuning dient jaarlijks geïnspecteerd te worden. Onregelmatigheden dienen te worden bijgewerkt.

De technische levensduur van de leuning bedraagt 10 a 15 jaar.

Verlichting

Aan de verlichting is geen regulier onderhoud noodzakelijk. Bij storing wordt het betreffende onderdeel vervangen.

De technische levensduur van de verlichting is 25 jaar.

Hekwerk

Aan het hekwerk is geen regulier onderhoud noodzakelijk. Bij mankementen wordt het betreffende deel vervangen.

De technische levensduur van het hekwerk is 25 jaar.

Wegmeubilair/ markeringen

Het wegmeubilair dient jaarlijks geïnspecteerd te worden. Onregelmatigheden dienen te worden bijgewerkt.

De technische levensduur van het wegmeubilair bedraagt 10 jaar. De technische levensduur van de wegmarkeringen bedraagt 7 jaar.

10.4.5 Gebouwen

Te denken valt aan:

- Een bedienpost
- Ruimte voor noodstroomvoorzieningen
- Ruimte voor opslag reservemateriaal (bij voorkeur gekoppeld aan deurdok)
- Ruimtes voor E-installaties en hydro-units. Bij voorkeur worden deze niet in ruimtes geplaatst die via een cilinderopening in verbinding staan met het water.

10.4.6 Deurenbergplaatsen

Onderhoudsdok

Grenzend aan het Noordzeekanaal wordt een deurdok gecreëerd, waar onderhoudswerkzaamheden in het droge kunnen worden uitgevoerd. Het deurdok biedt plaats aan 2 deuren, die verticaal drijvend het dok in worden gevoerd. Het dok is overdekt, zodat onderhoudswerkzaamheden in geconditioneerde omstandigheden kunnen plaatsvinden. De ruimte in het verlengde van het dok wordt gebruikt als opslag voor deur gerelateerd reservemateriaal, zoals reservecilinders, aanslagen, wrijfhout, nivelleerschuiven ed. De beoogde locatie bevindt zich aan de noordoostzijde van de Noordersluis.

De minimale grootte van het dok bedraagt:

- Lengte 89,0 meter (totale lengte deuren + 2 x steigerwerk)
- Breedte 46,0 meter (2 deurdiktes + 3 x steigerwerk)
- Diepte ca. 17 meter (deurdiepte als deze volledig ontlast is)

De opening van het dok heeft een breedte van 40 meter. De drempeldiepte is ca. NAP-16 m en de afdichting reikt tot ± 1 meter + NAP. Deze afdichting wordt gerealiseerd d.m.v. betonnen schotbalken, die in de schotbalkspanning worden gehesen.

Vanwege de aanzienlijke diepte en het feit dat het dok geheel droog gepompt kan worden, wordt er rekening gehouden met voorzieningen die opdrijven moeten voorkomen.

Alternatief: een bestaand dok gebruiken

Wellicht is het mogelijk de deuren in een bestaand dok te conserveren. Daarvoor zou een scheepsdok in bijv. Amsterdam een mogelijkheid zijn. In dat geval is aan de binnenzijde van de sluis slechts een deurenbergplaats (vergelijkbaar met die aan de buitenzijde) benodigd. In de volgende fase kan het alternatief worden bekeken van gebruik van een bestaand dok als onderhoudsdok als mogelijke optimalisatieslag.

Het gebruik van een bestaand dok als onderhoudsdok stelt aanvullende eisen aan het ontwerp van de deuren, aangezien deze horizontaal getransporteerd en in het dok gevaren moeten worden. Ook heeft het een prijsopdrijvend effect op de sluisdeur, aangezien deze gekanteld moet kunnen worden. Aan de andere

kant kunnen mogelijk bouw- en onderhoudskosten worden bespaard, die vergeleken kunnen worden met huurkosten van een bestaand dok.

Risico's bij het gebruik van een bestaand dok als onderhoudsdok betreffen vooral de beschikbaarheid van het dok, aangezien de deuren in onderhoud tevens de reservedeuren in geval van calamiteiten zijn.

Deurenbergplaats buitenzijde

De deurenbergplaats bestaat uit stalen palen en een onderwaterbetonvloer.

10.5 Discipline Werktuigbouwkundige constructies

10.5.1 Sluisdeuren

Alle sluisdeuren worden identiek uitgevoerd, zodat deze vrij uitwisselbaar zijn. Het is de bedoeling jaarlijks 1 deur te onderhouden in een droge deurenbergplaats (dok) aan de binnenzijde van de sluis. Vanwege het aanvaarrisico van de sluisdeuren wordt ook één deur aan de buitenzijde van de sluis bewaard. In totaal zijn er 4 sluisdeuren. Deze zijn ontworpen voor een levensduur van 100 jaar.

Aangezien de deuren in de buitendeurenbergplaats alleen worden ingezet in calamiteitsituaties, worden deze niet voorzien van nivelleerschuifcilinders.

Een uitwisselingsprogramma voor de deuren ziet er dan uit zoals weergegeven in Tabel 10-1.

Tabel 10-1: Uitwisselingsprogramma deursets

Locatie	Omschrijving	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	jaar 6	jaar 7
Locatie 1	Buitenhoofd	Deur 1	Deur 4	....	....	Deur 3	....	....
Locatie 2	Deurenbergplaats Buitenhoofd	Deur 2	....	Deur 1	....	....	Deur 4	....
Locatie 3	Binnenhoofd	Deur 3	....	....	Deur 2	....	....	Deur 1
Locatie 4	Onderhoudsdok Binnenhoofd	Deur 4	Deur 1	Deur 2	Deur 3	Deur 4	Deur 1	Deur 2

Aan Tabel 10-1 is te zien dat iedere sluisdeur 3 jaar functioneert op één locatie, vervolgens 1 jaar in onderhoud is in het droogdok en vervolgens weer 3 jaar op een volgende locatie functioneert.

Het onderhoudsregime betreft in dit geval gebruiksafhankelijk onderhoud.

Bij het uitwisselen van de deuren worden alle daarbij behorende onderhoudsacties, zoals reinigen, conserveren, vervangen van de lagering in het draaipunt, vervangen van de slijtlaag op de deuren, vervangen van aanslagen enz. in één gecombineerde actie uitgevoerd. Tegelijkertijd worden ook de eventuele herstelwerkzaamheden uitgevoerd.

Ten behoeve van het balanceren van de deur zijn diverse luchtkamers aangebracht. Ook het draaipunt wordt d.m.v. een met lucht gevulde overkapping droog gehouden. Voor het met lucht vullen van de betreffende luchtkamers kunnen voorzieningen worden getroffen in de vorm van pompinstallaties. Zie het ontwerprapport § 3.3.2. Tevens wordt een extra mobiele set pompen gebruikt voor het leegpompen van de ballastanks van de deuren.

Voor de totale uitwisselactie is uitgegaan van 24 uur stremming. Dit is overeenkomstig de aangenomen stremmingsduur voor de Beschikbaarheidsanalyse. De detaillering om de deurenwissel in 24 uur uit te voeren, is beschreven in het ontwerpdocument van de deuren.

10.5.2 Draaipunten

Alle deuren zijn voorzien van draaipunten. Deze passen op in de sluishoofden aanwezige draaipunten. De onderdelen van de draaipunten op de deuren en de sluishoofden zijn fysiek aan elkaar verbonden, maar bewegen ook ten opzichte van elkaar, wat slijtage kan veroorzaken. Slijtagegevoelige onderdelen zijn op een qua vormgeving, dimensionering en materiaalkeuze hiervoor geëigende wijze gekozen, zodat een hoge levensduur en een goede vervangbaarheid gecombineerd worden.

Dit houdt specifiek in dat na een periode van 50 jaar de volgende onderdelen (afhankelijk van de toestand) worden vervangen:

- De stalen kom / stoelconstructie in het sluishoofd. (Totaal 8 stuks.) Dit vereist een stremming, gedurende een periode van 3 tot 4 dagen. Deze tijdsduur is afhankelijk van de voortgang van de werkzaamheden, waarbij de deur verwijderd moet worden. Deze werkzaamheden kunnen alleen in het droge (dus m.b.v. een droog gepompte taatskuip) worden uitgevoerd. Aangezien de ontwerp levensduur van 50 jaar voor een stalen kom / stoelconstructie een conservatieve schatting is en de niet-beschikbaarheid beperkt blijft (tot ca. 8 dagen per 100 jaar) is het effect van de niet-beschikbaarheid vanwege deze maatregel niet meegenomen in de beschikbaarheidsanalyse.
- De sferische lager (incl. composiet glijlaag en bijbehorende afdichtingen) en de 34CrNiMo6 as in de deur met de daartoe behorende hydraulische componenten. (Totaal 8 stuks.) Deze worden gedurende de onderhoudsperiode in het droogdok vervangen (afhankelijk van de toestand). Het vervangen van de betreffende componenten vereist dus geen stremming.

De draaipunten vormen een aandachtspunt voor het dagelijks beheer. De deuren zijn hiertoe voorzien van vetsmeerleidingen, zodat vet of olie als smeermiddel tussen ten opzichte van elkaar draaiende onderdelen op qua arbeidsomstandigheden verantwoorde wijze en zonder de sluisfuncties te beïnvloeden kan worden aangebracht.

10.5.3 Aandrijving- en Bewegingswerken

Alle aandrijving- en bewegingswerken van de sectordeuren zijn elektromechanisch.

Iedere deur wordt aangedreven door een "tractor" aan de kade zijde (onder maaiveld).

- Elke "tractor" bestaat uit 5 aandrijvingen, waarvan 4 nodig zijn en 1 redundant is.
- Elke aandrijving bestaat uit een elektromotor, een rem, een tandwielkast, de nodige afdichtingen en lagers en een rondsel. Het rondsel zit d.m.v. dwangrollen (nog geen gegevens beschikbaar) op de tandbaan vast. De "tractor" kan d.m.v. verticale wielen (nog geen gegevens beschikbaar) op de tandbaan afsteunen en zo gemakkelijk de tandbaan langs de rondsels leiden.
- De "tractor" is d.m.v. een frame verbonden aan de kade. Deze ondersteunt ook de bekabeling (kracht en bediening- en besturing)

De benodigde vermogens per "tractor":

- | | | | |
|--------------------|---------------|------------------------------|--|
| ▪ 5 x E-motor | SEW DV200L4M5 | 205 Nm (± 30 kW) | |
| ▪ 5 x Rem | Römer RT315 | 80 - 525 Nm (trommelrem) | |
| ▪ 5 x Tandwielkast | SEW K187R107 | $i=193 / M_{a,max}=50kN*m$ | |
| ▪ 5 x Rondsel | Mat. 42CrMo4 | $d=480mm / m=24mm / b=170mm$ | |
| ▪ 1 x tandbaan | Mat. GS60 | $d=71.2m / m=24mm / b=200mm$ | (gedeeltelijk nog afhankelijk van verticale verplaatsing sectordeur) |

Door middel van vast jaarlijks onderhoud wordt de deuraandrijving in conditie gehouden. De volgende onderhoudsacties worden opgenomen in de planning en begroting:

- Vervangen van de E-motoren incl. remmen; interval 25 jaar
- Reviseren / vervangen van de tandwielkasten; interval 25 jaar
- Reviseren / vervangen van rondsels; interval 25 jaar

Aangezien bovenstaande acties alleen tijdens een stremming kunnen worden uitgevoerd, worden de betreffende acties uitgevoerd tijdens een deurswissel. Om een gehele aandrijving van een deursset binnen 24 uur te vervangen, moeten 2 complete tractoren in reserve beschikbaar worden gehouden. Het reviseren en vervangen van tractoren wordt uitgevoerd door de gemonteerde tractor te vervangen door een gereviseerde of nieuwe reserveset en daarna de verwijderde tractor te reviseren ten behoeve van gebruik als reserve.

Op iedere deur zijn 4 nivelleerschuiten aangebracht. Deze worden aangedreven door één cilinder per schuif. De cilinder ($\varnothing 250$ mm x $\varnothing 110$ mm) heeft een slag van ca. 3,6 meter.

De 4 stuks cilinders van iedere deur zijn aangesloten op één hydraulisch aggregaat per deur. Het hydraulisch aggregaat wordt op druk gebracht door 3 elektromotoren.

Tevens worden 2 sets van 4 nivelleerschuifcilinders in reserve gehouden, zodat deze óf bij een reguliere deurenwissel of bij een deurenwissel als gevolg van een calamiteit al dan niet gepland kunnen worden gemonteerd en ingezet. T.b.v. het vervangen van hydraulische aggregaten tijdens een deurswissel, zijn 2 aggregaten als reserve vereist.

De aandrijving- en bewegingswerken vormen een aandachtspunt voor het dagelijks beheer, evt. in combinatie met storingsafhankelijk onderhoud.

De volgende onderhoudsacties zijn in de planning en begroting opgenomen:

- Vervangen hydraulische olie; interval 20 ± 5 jaar
- Vervangen pompunit; interval 25 ± 5 jaar
- Vervangen hydr.slangen; interval 20 ± 5 jaar (binnen) en 8 ± 3 jaar (buiten)
- Vervangen hydr.leidingen; interval 40 ± 10 jaar
- Revisie cilinders; interval 25 ± 10 jaar
- Vervangen cilinders; interval 50 – 100 jaar

Aangezien bovenstaande acties alleen tijdens een stremming kunnen worden uitgevoerd, worden de betreffende acties uitgevoerd voorafgaand aan en tijdens een deurswissel. (Deuren worden zo compleet mogelijk aangeleverd en vervangen van essentiële onderdelen vindt plaats gedurende een deurswissel. Dit leidt dus niet tot extra stremming.) Het reviseren en vervangen van cilinders wordt uitgevoerd door de gemonteerde cilinders te vervangen door een gereviseerde of nieuwe reserveset en daarna de verwijderde cilinders te reviseren ten behoeve van gebruik als reserve.

10.5.4 Overige installaties

In het deurdok zijn diverse installaties benodigd. Het gaat hierbij de benodigde pompcapaciteit (2.000 m³/uur), waarmee het dok drooggezet en gehouden moet kunnen worden. Een dergelijke pomp pompt het dok in 24 uur leeg.

De pomp wordt met vast onderhoud in conditie gehouden en één keer per 25 jaar vervangen.

Om de deuren in het dok te trekken en te fixeren zijn meerdere lierinstallaties benodigd.

Deze worden met vast onderhoud bijgehouden en gaan naar verwachting de gehele levensduur van het deurdok mee.

Verder is een klimaatinstallatie en een afzuiginstallatie van belang voor het bereiken van optimale omstandigheden voor straal- en conserveringswerkzaamheden.

Deze hebben een levensduur van 25 jaar en worden dan vervangen. Tussendoor worden deze met vast onderhoud bijgehouden.

Voor het uitwisselen van wrijfhout, aanslagen en nivelleermiddelen (schuiven & cilinders) is de aanwezigheid van een portaalkraan (overspanning 45 meter) nuttig.

Het is de verwachting dat deze de gehele levensduur van het deurdok mee gaat en jaarlijks wordt geïnspecteerd en onderhouden.

10.5.5 aanbevelingen voor de volgende fase

In een volgende ontwerpfase zou het raadzaam zijn de volgende zaken verder uit te werken:

Aangezien het uitwisselen van één set deuren nauwelijks meer tijd kost dan het uitwisselen van één deur, heeft het de voorkeur de deuren per set uit te wisselen. Het zou verantwoord zijn een groter onderhoudsinterval toe te passen, waarbij de deuren 6 jaar op locatie functioneren en vervolgens 2 jaar in geconditioneerde omstandigheden worden onderhouden en bewaard, zie

- Tabel 10-2.
- Een variatie op het voorgaande punt is in 4 jaar tijd alle deuren te onderhouden, waarna het onderhoud voor enkele jaren wordt “gepauzeerd”. Daarbij moet, gezien de doorlooptijd van het onderhoudsproces, tijdig weer worden begonnen met het onderhoud om het maximaal verantwoorde interval (wat in dit geval gezien de omstandigheden wordt ingeschat op 6 jaar) niet te overschrijden en daarbinnen nog ruimte te reserveren voor het opvangen van calamiteiten. Dit houdt in dat een pauze van niet meer dan 2 jaar verantwoord wordt geacht, zie Tabel 10-3.
- De deurenbergplaats aan de binnenzijde zou kunnen bestaan uit 2 locaties: Eén wat kleiner deurdok, wat geschikt is voor het onderhouden van één deur en één natte bergplaats. Hiermee kunnen bouwkosten worden bespaard, maar moet wel rekening worden gehouden met extra transportkosten voor het wisselen van de deuren tussen de 2 locaties, zodra het onderhoud van één deur gereed is.

Tabel 10-2: Uitwisselingsprogramma deursets (Variant 1)

Locatie	Omschrijving	jaar 1	jaar 3	jaar 5	jaar 7	jaar 9	jaar 11	jaar 13
Locatie 1	Buitenhoofd	Set 1	Set 4	....	....	Set 3	....	....
Locatie 2	Deurenbergplaats Buitenzijde	Set 2	....	Set 1	....	....	Set 4	....
Locatie 3	Binnenhoofd	Set 3	....	....	Set 2	....	....	Set 1
Locatie 4	Onderhoudsdok Binnenzijde	Set 4	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 1	Set 2

Tabel 10-3: Uitwisselingsprogramma deursets (Variant 2)

Locatie	Omschrijving	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	jaar 6	jaar 7
Locatie 1	Buitenhoofd	Set 1	Set 4	....	....	....	....	Set 3
Locatie 2	Deurenbergplaats Buitenzijde	Set 2	....	Set 1	....	....	....	....
Locatie 3	Binnenhoofd	Set 3	....	....	Set 2	....	....	....
Locatie 4	Onderhoudsdok Binnenzijde	Set 4	Set 1	Set 2	Set 3	....	....	Set 4

- Een ander punt betreft de deuraandrijvingen. In de huidige situatie wordt één extra aandrijving opgenomen per tractor. Hierdoor ontstaat een redundancy, waardoor reserve- aandrijvingen niet nodig zijn. Echter is vanwege het snel uitwisselen bij het einde van de levensduur juist wel reservemateriaal nodig, bestaande uit 2 complete tractoren. Mogelijk kan in de optimalisatie worden bekeken of de ene redundante aandrijving per deur daardoor kan komen te vervallen.

11 BESCHIKBAARHEIDS- EN BETROUWBAARHEIDSANALYSE

11.1 Inleiding

Op basis van dit voorontwerp wordt in dit hoofdstuk het volgende behandeld:

- De niet-beschikbaarheid van de schutfunctie van de nieuwe sluis bepaald;
- Een betrouwbaarheidsanalyse van de kerende functie uitgevoerd, d.w.z. de kans op niet sluiten van de sluis wordt getoetst aan de normfrequentie;
- Een gevoeligheidsanalyse van de schutfunctie wordt uitgevoerd, waarin op basis van de uitkomsten van de beschikbaarheidsanalyse wordt gekeken op welke wijze de beschikbaarheid naar 99% zou kunnen worden opgevoerd.

De verschillende analyses zijn uitgevoerd conform de Leidraad RAMS, de aanpak is beschreven in de *Generieke aanpak integrale RAMS-analyse*, die is opgesteld t.b.v. het T0-onderzoek.

In paragraaf 11.2 worden het systeem en proces van het object beschreven, en de Failure Mode, Effects & Criticality Analysis (FMECA) die op basis hiervan is opgesteld wordt per deelsysteem toegelicht. Met behulp van een foutenboomanalyse is de beschikbaarheid van de schutfunctie bepaald. De foutenboom en de kwantificering hiervan worden behandeld in paragraaf 11.3. In paragraaf 11.4 zijn de resultaten opgenomen, en in paragraaf 11.5 wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te analyseren hoe de beschikbaarheid kan worden verhoogd. In paragraaf 11.4 wordt ook ingegaan op de betrouwbaarheid van de kerende functie.

11.2 Systemanalyse en FMECA

In deze paragraaf wordt een korte beschrijving van het object gegeven. In een detailbeschrijving per deelsysteem wordt ingegaan op de resultaten van de Failure Mode Effects & Criticality Analysis (FMECA).

Dit voorontwerp betreft een schutsluis met stalen sectordeuren bij een kolkbreedte van 65 m. De kolk lengte is 545 m. en de drempel ligt op NAP -18,0 m. De sluis is voorzien van twee sluishoofden met elk twee sectordeuren, in totaal dus 4 sectordeuren. Er wordt via de deuren genivelleerd, elke deur heeft 4 stalen nivelleerschuiten. De deuren worden elektromechanisch aangedreven. De schuiten worden aangedreven middels hydraulische aggregaten en bewogen via hydraulische cilinders. Het oplegsysteem van de sectordeuren bestaat uit een bolscharnier. Over elke sectordeur lopen twee rijstroken voor het wegverkeer. Voor de besturing wordt gebruik gemaakt van PLC-systemen, de bediening vindt plaats via een SCADA-systeem.

Het schutproces verloopt als volgt. In een uitgangssituatie waarbij het binnenhoofd gesloten is en het buitenhoofd geopend (met geopende nivelleerschuiten) worden de volgende stappen doorlopen:

Merk op dat er in het geval van schutten met sectordeuren geen onderscheid hoeft te worden gemaakt in de richting van het verval. Beide schema's zijn gelijk.

Tabel 11-1: Stappen in het schutproces

Peil Noordzee > Noordzeekanaal	Peil Noordzee < Noordzeekanaal
• Invaren scheepvaart westzijde [1]	• Invaren scheepvaart westzijde [1]
• Sectordeuren west sluiten	• Sectordeuren west sluiten
• Nivelleerschuiwen sectordeuren west sluiten	• Nivelleerschuiwen sectordeuren west sluiten
• Nivelleerschuiwen sectordeuren oost openen	• Nivelleerschuiwen sectordeuren oost openen
• <i>Waterniveau goed</i>	• <i>Waterniveau goed</i>
• Sectordeuren oost openen	• Sectordeuren oost openen
• Uitvaren scheepvaart oostzijde	• Uitvaren scheepvaart oostzijde
• Invaren scheepvaart oostzijde	• Invaren scheepvaart oostzijde
• Sectordeuren oost sluiten	• Sectordeuren oost sluiten
• Nivelleerschuiwen sectordeuren oost sluiten	• Nivelleerschuiwen sectordeuren oost sluiten
• Nivelleerschuiwen sectordeuren west openen	• Nivelleerschuiwen sectordeuren west openen
• <i>Waterniveau goed</i>	• <i>Waterniveau goed</i>
• Sectordeuren west openen	• Sectordeuren west openen
• Uitvaren scheepvaart westzijde	• Uitvaren scheepvaart westzijde
• Invaren scheepvaart westzijde [1]	• Invaren scheepvaart westzijde [1]
• <i>Etc.</i>	• <i>Etc.</i>

Bij al deze stappen zal scheepverkeersbeseining op de juiste stand worden gezet. Ook wordt het landverkeer om-en-om over de beschikbare deur geleid met behulp van een landverkeers- en afsluitboominstallatie. Als er geen scheepvaartaanbod is, worden de deuren gesloten tot er weer een schip wordt aangemeld.

De nieuwe zeesluis heeft een schutfunctie: de functie de scheepvaart binnen een bepaalde schuttijd een waterstandsverschil te laten overbruggen.

De faaldefinitie conform de T0-analyse is: *“Een schutsluis faalt ten aanzien van de schutfunctie indien de vereiste schutting niet binnen $T_{schut} + \theta_{schut}$ plaatsvindt.”*

T_{schut} is de tijd vanaf het moment dat alle te schutten schepen zich in de kolk bevinden en de invaardeuren dicht gaan. De schuttijd stopt op het moment dat het (laatste) schip met zijn hek de ‘uitvaardeuren’ passeert. De maximaal toelaatbare vertraging van het schutproces wordt gerepresenteerd door de faalduur θ_{schut} . Op verzoek van Rijkswaterstaat wordt voor $(T_{schut} + \theta_{schut})$ één (1,0) uur gehanteerd.

De definitie van niet-beschikbaarheid van de schutfunctie van de sluis conform de uitvraag is als volgt:

“De tijd voor niet-beschikbaarheid bestaat uit planbaar onderhoud, niet-gepland onderhoud en niet-beschikbaarheid door overschrijding maximaal schutpeil en onderscheiding minimaal schutpeil.”

In de analyse is rekening gehouden met aanvaringen, een bedienfout, brand, bliksem en meer externe factoren.

In een FMECA is van alle onderdelen van het object nagegaan wat de functie is, hoe het onderdeel kan falen, wat de oorzaak hiervan is en of falen van het onderdeel falen van de schutfunctie van het object tot gevolg kan hebben volgens deze definitie. De complete FMECA is opgenomen in bijlage 11.1.

Hieronder volgt voor elk deelsysteem een korte beschrijving van de FMECA.

1.1 – 1.2.5 & 1b.3.1 – 1b.6 Aandrijving- en bewegingswerk elektrohydraulisch (nivelleerschuiwen)

Voor de beweging van de nivelleerschuiwen wordt gebruik gemaakt van hydraulische cilinders, die via cardanische ophangingen door hydraulische aggregaten worden aangedreven. Aan elke zijde van elk hoofd wordt één hydraulisch aggregaat geplaatst. Elk aggregaat drijft vier nivelleerschuiwen aan. Een nivelleerschuiw wordt door één hydraulische cilinder bewogen.

Elk hydraulisch aggregaat bestaat uit leidingwerk, drie motoren, drie pompen, overstortventielen en een oliereservoir. De overstortventielen zullen ervoor zorgen dat de werkdruk niet overschreden wordt.

Hoewel het mogelijk is om met twee E-motoren te werken - de nivelleerschuiwen zullen dan langzamer openen - wordt er hier conservatief van uitgegaan dat alle drie de pompen en E-motoren moeten functioneren om het sluiten van het stel deuren binnen de vereiste tijd (één uur, zie boven) af te ronden.

De stand van de nivelleerschuiwen wordt bepaald door twee eindschakelaars.

1a.3.1 – 1a.7 Aandrijving- en bewegingswerk elektromechanisch (sectordeuren)

Voor de beweging van de deuren wordt gebruik gemaakt van rondsels op een tandbaan. Er zijn vijf stellen rondsels die over één tandbaan lopen. Het geheel van de vijf motoren, tandwielkasten en rondsels wordt een tractor genoemd. Eén tractor drijft één sectordeur aan. Eén van de rondselaandrijvingen (als onderdeel in de tractor) is redundant: de deur kan met voldoende snelheid worden gesloten als één van de vijf aandrijvingen uitvalt.

Elk van de vijf aandrijvingen (als onderdeel van de tractor) per sectordeur bestaat uit een E-motor met rem, een tandwielkast, die via de uitgaande as is verbonden aan de rondsels-as en een rondsels.

De stand van de deuren wordt bepaald via eindstandschakelaars en wegmeetsystemen. Als een eindschakelaar faalt, kan met het wegmeetsysteem nog worden bepaald wanneer de deur haar eindstand bereikt heeft.

Elk aandrijving- en bewegingswerk zal worden voorzien van een lokaal bedienpaneel. Lokale bediening wordt in de foutenboom niet meegenomen als back-up om mee te schutten.

2 Aarding- en bliksembeveiligingsinstallatie

De bestaande aardingsinstallatie van het sluisencomplex wordt uitgebreid met de aardingsinstallatie van de Nieuwe Zeesluis. Er zal een bliksembeveiligingsniveau (*Lightning Protection Level*) LPL II aangehouden worden. Falen van de installatie heeft niet direct gevolgen voor de sluis. Langdurig falen kan de kans op schade door blikseminslag vergroten. Aangenomen wordt dat falen tijdig wordt hersteld en derhalve een te verwaarlozen bijdrage levert aan het falen van de sluis.

3 Afsluitboominstallatie

De sluisdeuren van de Nieuwe Zeesluis worden gebruikt als verkeersroute voor motorvoertuigen, fietsers en voetgangers. Op de sectordeuren wordt een voetpad en een weg voor tweerichtingsverkeer van motorvoertuigen en fietsers en aangebracht. Ten behoeve van het landverkeer worden er afsluitbomen geplaatst aan beide zijden van elk hoofd. Als de afsluitboominstallatie de weg over een stel deuren niet kan afsluiten voor wegverkeer, kunnen de deuren niet geopend worden voor scheepvaartverkeer. Conservatief wordt aangenomen dat falen van de afsluitboominstallatie altijd betekent dat een stel deuren niet kan worden bewogen, en dus het schutproces geen doorgang kan vinden.

4 Audiologgingsysteem

Ten behoeve van de registratie en opslag van audiogegevens wordt een audiologgingsysteem geïnstalleerd in het bedieningsgebouw. In dit systeem zullen alle gesprekken die via de omroepinstallatie en intercominstallatie worden gevoerd, worden opgeslagen. Falen van dit systeem heeft geen effect op de schutfunctie.

5 Bebording en bewegwijzering

Bij de sluis komen diverse land- en scheepvaartverkeersborden. Voor informeren van de scheepvaart over de waterstand in de sluis wordt op beide hoofden een matrixbord geïnstalleerd. Falen hiervan heeft geen gevolgen. Informeren van de scheepvaart kan ook via bijvoorbeeld de marifoon.

6 Bediening- en besturingssysteem

Op elk hoofd wordt aan beide zijden van de kolk een redundant PLC-systeem geplaatst. Eén PLC van het redundante systeem zal als back-up fungeren (hot-stand-by). In de bedieningsruimte in het bedieningsgebouw worden twee (redundante) Bedienplaatsen gecreëerd. In de bedieningslessenaars zal voor de bediening van de sluis een beeldschermbedieningssysteem worden geplaatst. In het bedieningsgebouw worden twee servers geplaatst. Op deze servers draait de SCADA software waarmee de sluis te bedienen is. Voor de normale besturing wordt één server gebruikt. Eén server zal als back-up systeem stand-by staan. Voor de weergave van de bediening van de sluis zal er gebruik worden gemaakt van een SCADA-pakket. Het kantoor- en besturingsnetwerk wordt in een ring aangelegd. Er worden ook voorzieningen voor onderhouds- en noodbediening op de hoofden en lokaal bij de aggregaten aangebracht. Aangenomen wordt dat het centrale bediening- en besturingssysteem moet functioneren om te kunnen schutten.

7 Binnenverlichting

Binnenverlichting wordt geïnstalleerd in alle gebouwen en kelders van het complex. Falen is vooral 's nachts onhandig en zou voor vertraging van onderhoudswerkzaamheden kunnen zorgen, maar aangenomen wordt dat het schutproces niet wordt gestaakt.

8 Bodembescherming

De bodembescherming bestaat uit betonnen zetstenen, 80 cm dik op geotextiel. Falen van lokale elementen heeft op korte tot middellange termijn geen falen van de schutfunctie tot gevolg.

10 Brandmeld- en ontruimingsinstallatie

In alle gebouwen en kelders wordt voorzien in brandmeldinstallatie. Deze installatie bestaat uit rookmelders, handmelders, optische- en akoestische signalering en in de bedieningsruimte een brandmeldpaneel. Alle brand- en handmelders worden centraal uitgelezen op een brandmeldpaneel in de bedieningsruimte.

11 Closed Circuit TeleVision (CCTV) installatie

Om voldoende zicht op het schutproces te hebben vanuit de bedieningsruimte, wordt er voorzien in een CCTV-installatie met digitale camera's. Voor de weergave van de camera's zullen voldoende beeldschermen worden geïnstalleerd. Op elk hoofd zullen voldoende camera's worden geplaatst om de sluis op afstand en vanaf de bedieningslessenaar te kunnen bedienen. Aan beide zijden van de kolk zal tevens een draaibare overzichtscamera worden geplaatst. Ook zullen er op het terrein en op de remmingswerken voldoende overzichtscamera's worden geplaatst ten behoeve van de veiligheid op deze locaties. Ten behoeve van de veiligheid van het wegverkeer ter plaatse van elke sluisovergang, worden ook nabij de afsluitbomen camera's geplaatst. Conservatief wordt aangenomen dat beelden van een aantal camera's (6) zichtbaar moeten zijn op de Bedienplaats om het schutproces te kunnen uitvoeren.

13 Gebouw

De sluis heeft een bedieningsgebouw en op elk sluishoofd aan beide zijden gebouwen voor de plaatselijke (E-)installaties. Aangenomen wordt dat constructief falen van één van deze gebouwen zal zorgen voor een stremming van het schutproces.

15 Hydro-/meteomeetinstallatie

Op elk hoofd wordt een niveaumeetinstallatie geplaatst. Elke installatie meet het waterniveau binnen en buiten de kolk. De gemeten waarden worden aangeboden aan het besturingssysteem. De meetwaarden zullen af te lezen zijn op het beeldschermbedieningssysteem. Als niveaumeting wordt een drukverschilmeting toegepast. Het niveauverschil over de deur wordt in het besturingssysteem berekend. Als dit niet goed werkt, zal het niet duidelijk zijn wanneer gelijk water bereikt is en kunnen de deuren niet bewogen worden voor het schutten.

Op het buitenhoofd wordt tevens een windmeting geïnstalleerd. De gemeten waarden zullen in de SCADA weergave van de bediening zichtbaar worden gemaakt. Deze hebben geen kritische functie.

16 Inbraakbeveiligingsinstallatie

Het bedieningsgebouw wordt beveiligd met een inbraakbeveiligingsinstallatie. Falen van de installatie wordt niet gezien als risico voor het functioneren van de sluis.

17 Informatie- en volgsysteem Scheepvaart, IVS

Ten behoeve van de identificatie van passerende schepen zal gebruik gemaakt worden van het informatie- en volgsysteem scheepvaart van het Havenbedrijf genaamd PONTIS. Met behulp van dit systeem registreert de schipper zijn scheeps- en ladinggegevens. Na aanmelding van de gegevens blijven deze gegevens langs de hele vaarroute beschikbaar. De uitlezing van dit systeem zal mogelijk worden gemaakt in de bedieningsruimte. Als de informatie niet beschikbaar is, zullen de gegevens via bijvoorbeeld marifoon worden doorgegeven. Het systeem is niet kritisch voor het schutproces.

18 Intercominstallatie

In de technische ruimten van elk gebouw wordt een intercominstallatie aangebracht. Deze installatie zal bestaan uit een intercomkastje in elke technische ruimte en een bedienpaneel in de bedieningsruimte. Buiten wordt een praatpaalinstallatie geïnstalleerd. Deze installatie zal bestaan uit een bedieningspaneel in de bedieningsruimte en praatpalen op de remmingswerken en langs de kolk. Deze installaties zijn niet kritisch voor het functioneren van de sluis.

20 Laagspanningsinstallatie

Van de nieuwe 400 kVA transformatoren (zie onderdeel 22 *Hoogspanningsinstallatie*) wordt de 400V voeding voor de sluisinstallaties afgenomen. Op elk hoofd aan beide zijden van de kolk wordt een laagspanningsruimte geplaatst. In deze ruimten wordt een laagspanningsverdeler geplaatst. Als de verdelers of bekabeling faalt, wordt aangenomen dat kritische installaties t.a.v. het functioneren van de sluis, uitvallen.

21 Marifooninstallatie

Ten behoeve van de communicatie door de bediener met de scheepvaart in de omgeving van de sluis, wordt een marifooninstallatie geïnstalleerd. De installatie zal in het bedieningsgebouw worden geplaatst. De bediening van deze installatie zal plaatsvinden in op de bedieningslessenaar in de bedieningsruimte. Mede omdat de marifooninstallatie als back-up wordt beschouwd voor andere systemen, wordt deze als kritiek beschouwd voor het uitvoeren van de schutfunctie.

22 Hoogspanningsinstallatie

Voor de VO variant met sectordeuren voldoet de huidige aansluiting als voeding van de Nieuwe Zeesluis. Er wordt aangesloten op de bestaande voeding; er wordt een nieuwe hoofdverdeler geplaatst voor de voeding van de nieuwe sluis.

Over het terrein van de Nieuwe Zeesluis zal een 10kV ringleiding worden gelegd tussen de hoogspanningsverdelers op het binnen- en buitenhoofd.

Ter plaatse van de tractoren wordt een transformator geplaatst van 400 kVA. Bij falen van delen van de hoogspanningsinstallatie die na de noodstroomvoorziening zijn aangesloten zal (een deel van) de sluis geen voeding krijgen, zodat het schutten niet door kan gaan. Hieronder vallen de transformatoren, de hoogspanningsverdelers en de bekabeling aan beide zijden van de trafo.

23 Noodstroominstallatie, roterend

Nabij de hoofdverdeler worden twee noodstroomaggregaten geplaatst. Wanneer de voedingen noord en zuid uitvallen, zullen de twee aggregaten worden ingeschakeld. Door het gebruik van twee aggregaten kan er, bij uitval van één aggregaat, nog steeds geschut worden. De NSA's zijn van een dusdanig vermogen dat de maximale deuropenings- en sluitingstijden niet overschreden worden. De noodstroomaggregaten worden aangesloten op de 10kV-ringleiding. Hiervandaan worden alle installaties van de Nieuwe Zeesluis bij spanningsuitval van stroom voorzien. De aggregaten zullen jaarlijks volledig worden getest.

24 Noodstroominstallatie, statisch

In de technische ruimte op het binnen- en buitenhoofd aan beide zijden van de kolk wordt een no-break systeem geplaatst. Het no-break systeem zal voor de meest kritische installaties de voeding verzorgen in de tijd tussen spanningsuitval en de bijschakeling van de noodstroomaggregaten. De installatie zal voldoende capaciteit hebben om minimaal de voeding te verzorgen voor de centrale bediening en signalering, de verslagleggingsinstallatie, de brandmeldinstallatie, de geluidsinstallatie, de CCTV installatie en de monitoren van de bediening en CCTV weergave. Falen geeft bij stroomuitval een probleem, omdat dan deze installaties uitvallen en om op te starten en opnieuw te laten functioneren, zal de sluis enige tijd niet-beschikbaar zijn.

25 Objectverlichting

Op de remmingswerken, aan beide kanten van de kolk en op het terrein wordt objectverlichting aangebracht. De kolkwanden en sluisdeuren worden voorzien van LED aanstraalverlichting. De belangrijkste functie van de objectverlichting voor een sluis is het gebruik van de CCTV installatie 24 uur per dag mogelijk maken. Het aan- en uitschakelen van de objectverlichting gebeurt door middel van een schemerschakelaar op het complex. Aangenomen wordt dat falen van de objectverlichting 's nachts voor zoveel zichtbeperking zorgt dat niet meer geschut wordt.

26 Oeverbescherming

De oeverbescherming bestaat uit damwanden. Falen is niet van invloed op het functioneren van de sluis.

27 Omroepinstallatie

Op het terrein en op de remmingswerken van de Nieuwe Zeesluis worden luidsprekers geïnstalleerd. Het bedieningspaneel zal in de bedieningslessenaar worden opgenomen. Men zal niet stoppen met het schutproces als de omroepinstallatie niet functioneert.

29 Pompinstallatie

Elke kelder wordt voorzien van een pompinstallatie om wateroverlast te voorkomen. De installatie bestaat uit een pomp, niveauschakelaars en een lokaal bedienpaneel. Als de installatie faalt, zal er mogelijk wateroverlast ontstaan, maar aangenomen wordt dat de installaties zullen blijven functioneren en dat dit met bijvoorbeeld een mobiele pomp kan worden verholpen.

30 Radarinstallatie

In het bedieningsgebouw worden beeldschermen geplaatst voor de weergave van radarbeelden. De Nieuwe Zeesluis zal gebruik gaan maken van het walradar-VTS-systeem dat langs het Noordzeekanaal is geïnstalleerd. Dit systeem bestaat uit verschillende radarposten die samen het hele Noordzeekanaal en de omgeving van het complex IJmuiden en complex Oranjesluizen in beeld brengen. De radarinstallatie wordt gezien als hulpmiddel; als het systeem niet beschikbaar is, zullen de gegevens via bijvoorbeeld marifoon worden doorgegeven. Het systeem hoeft niet te functioneren om te kunnen schutten.

31 Scheepverkeersbeseining

Op de remmingswerken en nabij de sluisdeuren wordt scheepverkeersbeseining aangebracht. De scheepverkeersbeseining bestaat uit scheepvaartseinen en in- uitvaarseinen en systeemkasten. Het schutproces wordt gestaakt als de scheepverkeersbeseining niet functioneert.

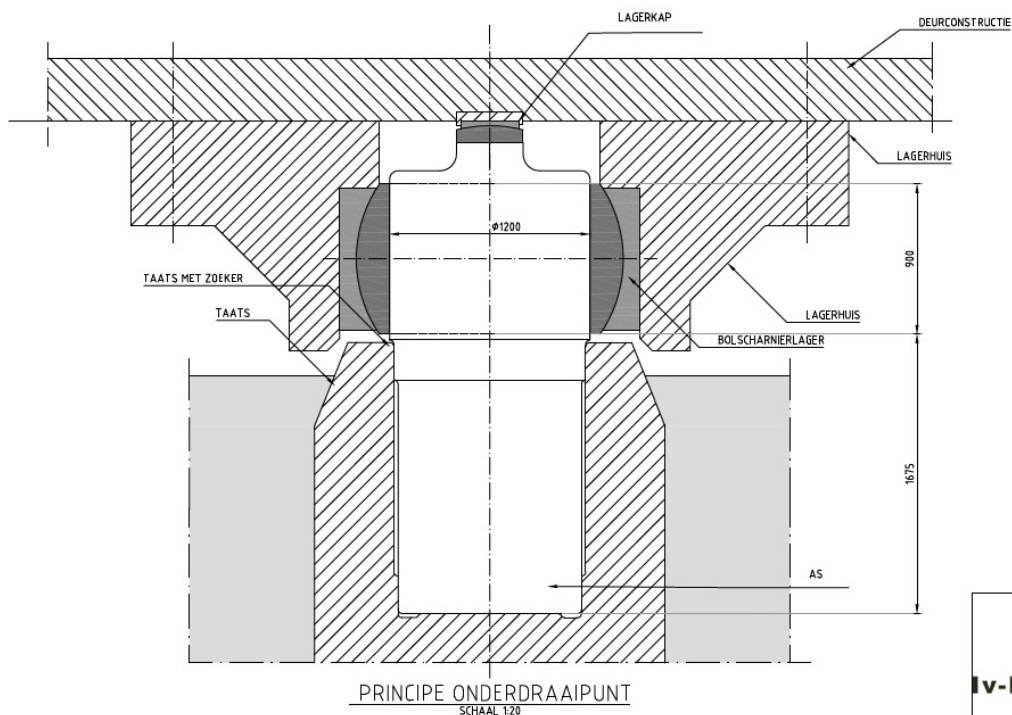
33 Sluisdeur: sectordeur

Er zijn vier stalen sectordeuren met elk vier nivelleerschuiven. Conservatief uitgangspunt is hier dat als één van de vier schuiven niet functioneert, het nivelleerproces dusdanig wordt vertraagd dat de schutfunctie als gefaald wordt beschouwd.

Het enkele draaipunt van de deur is een zogenaamd bolscharnier, opgebouwd uit een taats (of askom) met zoeker, een as met zoeker, een glijvlak voor het bolscharnier, een bolscharnier-lager die om de as heen valt en een lagerhuis. Elk van deze onderdelen is kritiek voor het bewegen van de sectordeur. Zie ook Figuur 11-1: Bolscharnier, ophanging sectordeur.

De sectordeuren zijn voorzien van UHMWPE glij schoenen, die als kritiek worden beschouwd. De schoenen glijden over een stalen plaat, die is benoemd als onderdeel van de sluis kolk.

Er worden twee sets reservedeuren ter plaatse klaar gelegd, waardoor de deuren voor gepland onderhoud en bij calamiteiten snel verwisseld kunnen worden.



lv-Infra

Figuur 11-1: Bolscharnier, ophanging sectordeur

34 Sluishoofd

De sluishoofden bestaan uit betonnen caissonconstructies, met daarin ruimtes voor de installaties opgenomen. Falen heeft tot gevolg dat sluis niet meer kan worden gebruikt.

35 Sluiskolk

De sluiskolk bestaat uit verankerde damwanden met ontlastvloer en kistdamconstructies. Aangenomen wordt dat het schutproces wordt gestaakt indien de kolkconstructie faalt.

In de sluiskolk zijn stalen platen in het beton gestort voor de geleiding van de sectordeur. Aangenomen is dat wanneer deze stalen platen falen, het schutproces gestaakt moet worden.

36 Terrein

Rondom het complex van de Nieuwe Zeesluis wordt een afscherming aangebracht ten behoeve van de beveiliging tegen vandalisme en diefstal op het terrein. Aangenomen wordt dat falen geen gevolgen heeft voor het schutten.

37 Toegangshek

Aan de noord- en zuidzijde wordt een elektromechanisch aangedreven toegangshek geplaatst. Door middel van een afstandsbediening die ook voor de toegang van de andere objecten op het complex dient, kunnen de toegangshekken lokaal worden bediend. De toegangshekken kunnen tevens centraal worden bediend vanuit de bedieningsruimte in het bedieningsgebouw. Ten behoeve van de bediening wordt een camera nabij elk toegangshek geplaatst. Aangenomen wordt dat falen geen gevolgen heeft voor het schutten.

38 Landverkeerinstallatie

Nabij de verkeersroutes over de kolk van de Nieuwe Zeesluis wordt een landverkeerinstallatie geïnstalleerd. Er worden stopseinen aan beide zijden van de deuren geplaatst ten behoeve van motorvoertuigen, fietsers en voetgangers. Nabij de toegangsweg aan beide zijden van de sluis wordt een matrixbord geplaatst voor de aanwijzing van de actuele verkeersroute over de sluis. Aangenomen wordt dat de deurbeweging niet kan plaatsvinden als de stopseinen niet functioneren en dus het schutproces niet kan worden vervolgd.

39 Gebouwinstallatie

In de technische ruimten, kantoren en de bedieningsruimte wordt een telefooninstallatie geplaatst. De telefooninstallatie zal worden aangesloten op het regionale telefoonnet voor de communicatie buiten het complex. Het nieuwe bedieningsgebouw wordt verder voorzien van intercom, airconditioning en rolluiken ten behoeve van de bedienaars. Deze intercominstallatie dient voor de toegangsbeveiliging van het bedieningsgebouw. Alle gebouwen en kelders worden voorzien van vluchtwegverlichting en noodverlichting. Falen van de gebouwinstallaties geeft ongemak, maar heeft geen directe gevolgen voor het schutproces.

Overige gebeurtenissen

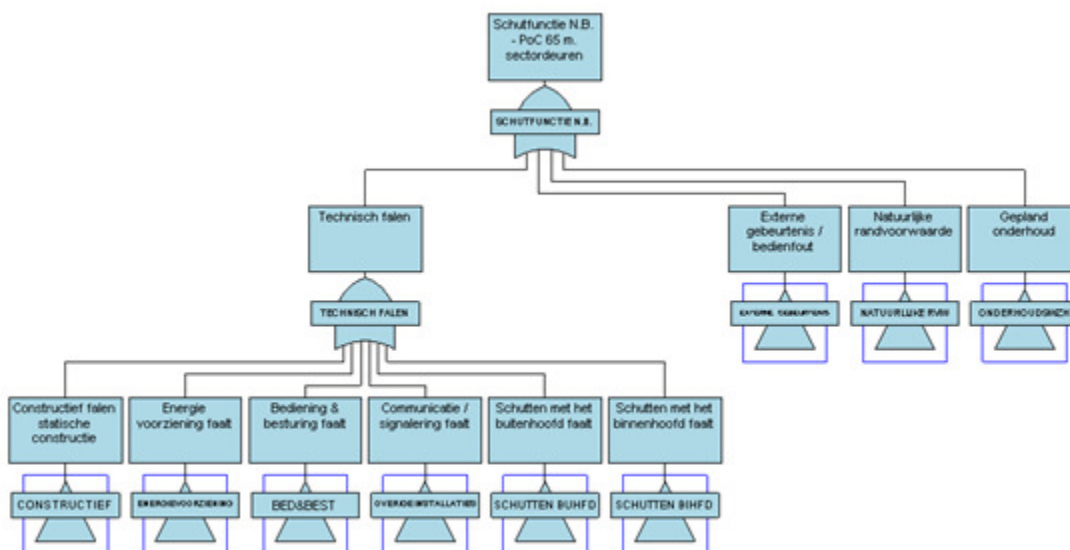
Naast de verschillende onderdelen zijn ook externe gebeurtenissen, natuurlijke randvoorwaarden, bedienfouten en onderhoudswerkzaamheden opgenomen in de FMECA. Deze gebeurtenissen kunnen ook voor niet-beschikbaarheid van de schutfunctie van de sluis zorgen. De externe gebeurtenissen die zijn beschreven, zijn: aanvaring, blikseminslag, brand, uitval van het openbaar energienet, en een obstakel tussen de deur. De enige bedienfout die wordt meegenomen, is het te vroeg sluiten van een deurstel. Natuurlijke randvoorwaarden zijn: hoog en laag water (d.w.z. boven maximaal of onder minimaal schutpeil), mist, vorst en wind. Aangenomen wordt dat in extreme omstandigheden hiervan niet wordt geschat. Onderhoudswerkzaamheden zoals een deurenwissel kunnen niet plaatsvinden zonder de sluis te stremmen, daarom zijn deze ook, onder één noemer, in de FMECA opgenomen.

11.3 Foutenboomanalyse

Om de verwachte beschikbaarheid van de schutfunctie van de nieuwe sluis te bepalen, is een foutenboomanalyse opgesteld. De complete analyse is opgenomen in Bijlage 11.2.

De ongewenste topgebeurtenis is: "De schutfunctie is niet beschikbaar". Daaronder zijn de verschillende faalmechanismen uit de FMECA opgenomen. De opbouw van de bovenste delen van de foutenboom is afgebeeld in Figuur 11-2. Te zien is dat onderscheid wordt gemaakt in niet-beschikbaarheid door technisch falen, door externe gebeurtenissen, natuurlijke randvoorwaarden en door gepland onderhoud. In het gedeelte met technisch falen zijn alle faalmechanismen uit de FMECA opgenomen die als kritisch voor de schutfunctie zijn aangemerkt. Falen van de civiele constructies staat helemaal links, rechts daarnaast staat falen van de energievoorziening, vervolgens falen van het bediening- en besturingssysteem, falen van de kritische communicatievoorzieningen en signalering en daarnaast falen van het schutten per sluishoofd, waaronder alle werktuigbouwkundige en stalen onderdelen zijn opgenomen: de deuren, schuiven en aandrijving- en bewegingswerken.

De kwantificering van de verschillende faalmechanismen uit de FMECA met invloed op de schutfunctie wordt beschreven in §11.3.1 t/m §0. De lijst met gebruikte data is ook in de FMECA opgenomen.



Figuur 11-2: Top foutenboom schutfunctie

De kwantificering van de verschillende faalmechanismen uit de FMECA met invloed op de schutfunctie wordt beschreven in §11.3.1 t/m §0. De lijst met gebruikte data is ook in de FMECA opgenomen.

11.3.1 Kwantificering technisch falen

Voor veel onderdelen wordt de faalfrequentie gebruikt waaraan het object volgens de norm moet voldoen. Daarbij wordt de kans op falen bij de uiterste grenstoestand (UGT) beschouwd. Bij de stalen en civiele onderdelen wordt veiligheidsklasse 3 ($\beta = 3,6$) met een referentieperiode van 100 jaar aangehouden. Hieruit volgt een faalfrequentie van $1,59 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Voor werktuigbouw wordt een referentieperiode van 50 jaar aangehouden, waaruit een faalfrequentie volgt van $3,18 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Civiele constructies

De civiele onderdelen voldoen allemaal in de uiterste grenstoestand. Daarom is hiervoor de bijbehorende faalfrequentie gebruikt: $1,59 \cdot 10^{-6}$ per jaar, d.w.z. $1,815 \cdot 10^{-10}$ per uur. Als verwachte reparatietijd is voor de kolk en de sluishoofden een jaar aangehouden, en voor het gebouw een half jaar.

Stalen onderdelen

De stalen onderdelen voldoen ook op alle faalmechanismen in de uiterste grenstoestand. Daarom wordt dezelfde faalfrequentie aangehouden als van de civiele delen. De hersteltijd is echter veel korter. Omdat gezorgd wordt voor reserve-deuren en schuiven wordt aangenomen dat een defecte deur of schuif binnen 48 uur verwisseld is. Een geplande wissel zal ongeveer 24 uur duren en aangenomen wordt dat de situatie ongepland gemiddeld 48 uur duurt.

Werktuigbouwkundige onderdelen

Diverse faalmechanismen van werktuigbouwkundige onderdelen zijn in de foutenboom opgenomen. Deze voldoen in de UGT, en krijgen daarom een faalfrequentie van $3,18 \cdot 10^{-6}$ per jaar, dat is $3,630 \cdot 10^{-10}$ per uur. De reparatietijden lopen uiteen.

Er worden twee complete cilinders op voorraad genomen voor de aandrijving van de nivelleerschuiven. Daarom krijgen deze net als de deuren een MTTR van 48 uur. Andere onderdelen kunnen sneller worden gerepareerd, zoals een oliereservoir. De pompen, motoren en lagers zijn kooponderdelen. Van de pompen en motoren wordt verwacht dat deze een langere levertijd hebben, uitgegaan wordt van een maand (730 uur) of meer (1680). Voor de lagers is een week (168 uur) aangehouden. De draipunten hebben een gemiddelde hersteltijd van 730 uur.

Bediening- besturing en elektrotechnische installaties

De faalfrequenties van de elektrotechnische onderdelen zijn gebaseerd op standaard MTTF (Mean Time To Failure)-getallen voor deze installaties. Omdat bij dergelijke onderdelen uitgegaan wordt van constant faalgedrag, is de faalfrequentie gelijk genomen aan $1/\text{MTTF}$ per jaar. Dit wordt toegelicht in een voorbeeld.

De levensduur (MTTF) van de bekabeling wordt geschat op 50 jaar. De faalkans per jaar wordt dan $1/\text{MTTF} = 1/50 = 0,02 = 2\%$ per jaar. Om de faalkans om te rekenen naar een faalkans per uur wordt dan nog gedeeld door het aantal uren per jaar (8760). Dit geeft een faalkans voor de bekabeling van $0,02/8760 = 2,28311 \cdot 10^{-6}$.

De gemiddelde reparatieduren zijn in overleg met de ontwerpers van het BBE-gedeelte gekozen. Hierbij is (conservatief) niet uitgegaan van reserveonderdelen op voorraad. Een PLC heeft bijvoorbeeld een MTTR van een dag (24 uur), een eindschakelaar één van 4 uur, en een noodstroomaggregaat één van een maand (730 uur).

Common Cause Failure (CCF)

Verschillende (elektrotechnische) onderdelen zijn redundant uitgevoerd. Voor deze onderdelen is rekening gehouden met afhankelijk falen (Common Cause Failure). De waarschijnlijkheid dat afhankelijk falen optreedt wordt (conservatief) gemodelleerd aan de hand van het β -factor model, waarbij (conservatief) de β -factor 0,1 is aangenomen.

11.3.2 Kwantificering externe gebeurtenissen

Aanvaring

De kans op een aanvaring kan niet worden gebaseerd op ervaringsgetallen van de sluis. Daarom is gebruik gemaakt van de kans van optreden uit de *TAW Leidraad Kunstwerken*. Hierin staat dat de kans per schip gemiddeld $3 \cdot 10^{-5}$ is. In de analyses van dit voorontwerp wordt rekening gehouden met 2 schuttingen per uur, aangenomen wordt dat in 75% hiervan een schip de sluis passeert (dit komt ongeveer overeen met de situatie van de Noordersluis). Dit komt neer op 13.140 schepen per jaar. De kans dat de sluis wordt aangevaren is dan $4,5 \cdot 10^{-5}$ per uur, dit is eens in de 2,5 jaar. De meeste aanvaringen zullen niet meer dan enkele uren aan afhandeling kosten. Een aanvaring zou ook een deurenwissel tot gevolg kunnen hebben, dit kan een paar dagen stremming betekenen. Aangenomen wordt dat de situatie gemiddeld genomen binnen 12 uur weer hersteld is.

Blikseminslag

De afmetingen van het bedieningsgebouw zijn niet in detail uitgewerkt. Dit zal echter een hoog gebouw zijn, dominant in de omgeving m.b.t. blikseminslag (m.a.w. de omgevingsfactor is $C_d = 2$). Voor de afmetingen zijn de volgende aannamen gedaan: hoogte = 15m, lengte, breedte = 12m. De bliksembeschermingsinstallatie heeft Lightning Protection Level (LPL) II. Als MTTR wordt een periode van 1 week (168 uur) aangehouden. Dit geeft de volgende kans op schade door blikseminslag:

Tabel 11-2: Bliksemanalyse

Object	h (m)	b (m)	l (m)	C_d	A_{eff} (m ²)	N_i [/km ² /jaar]	P_{inslag} [/jaar]	LPL	P_{schade} [/inslag]	P_{schade} [/uur]	MTTR [uur]
Bediengebouw	15	12	12	2	37864	0,3	0,01136	II	0,05	6,484E-08	168

Brand

Ten behoeve van de brandanalyse is gekeken welke ontstekingsbronnen zich op de nieuwe sluis zullen bevinden. Als brand ontstaat in één van deze ontstekingsbronnen kan dit leiden tot het noodgedwongen staken dan wel uitvallen van het schutproces. Alle ruimtes zijn voorzien van branddetectie. Er is een brandmeldcentrale in het bedieningsgebouw. Voor de MTTR wordt daarom uitgegaan van gemiddeld twee weken (336 uur).

Tabel 11-3: Brandanalyse

Ontstekingsbron	Aantal	Ontstekingsfrequentie per component per jaar:	Kans op brand	
Transformator	4	1,50E-04 per jaar	6,00E-04 per jaar	6,85E-08 per uur
E-Motor	28	2,50E-04 per jaar	7,00E-03 per jaar	7,99E-07 per uur
E-kast	20 ⁶	6,00E-05 per jaar	1,20E-03 per jaar	1,37E-07 per uur
Regelkamer	1	1,00E-03 per jaar	1,00E-03 per jaar	1,14E-07 per uur
Totaal			9,80E-03 per jaar	1,12E-06 per uur

⁶ Aanname: het aantal E-kasten is in dit voorontwerp niet in detail uitgewerkt.

Uitval van het openbaar energienet

Voor de kans op uitval van het energienet worden dezelfde waarden gehanteerd als in de T0-analyse van de Noordersluis. Hieruit blijkt dat de voorziening vanaf de noordzijde gemiddeld eens per 5 jaar wegvalt, en vanaf de zuidzijde eens per 3 jaar. Daarbij is de verwachte hersteltijd resp. 1,17 uur en 1,33 uur. Er wordt ook rekening gehouden met afhankelijk falen van beide aansluitingen. In de foutenboom wordt netuitval onder technisch falen, 'subtak/branch' falen energievoorziening opgenomen, zodat de NSA's en UPS'en samen met de externe energie een enigszins logische 'tak/branch' vormen.

Obstakel tussen de deur

De kans op een obstakel tussen de deur kan niet worden gebaseerd op ervaringsgetallen van de sluis. Daarom is gebruik gemaakt van de kans van optreden uit de *TAW Leidraad Kunstwerken*. Hierin staat dat de kans per vraag gemiddeld $1 \cdot 10^{-4}$ is. In de analyses van dit voorontwerp wordt rekening gehouden met 2 schuttingen per uur, dit wordt als het aantal vragen aangehouden. De kans dat een obstakel tussen de deur komt is dan $2 \cdot 10^{-4}$ per uur. Aangenomen wordt dat dit binnen 2 uur hersteld is.

Bedienfout

Om de kans op verkeerde handelingen door de bedienaar te verminderen, worden tussen verschillende processtappen van het schutten softwarematige beveiligingen toegevoegd. De enige bedienfout die nog kan worden gemaakt, is de fout van het te vroeg sluiten van een stel deuren. Een schip zal groene seinen krijgen om in te varen, maar daarna kan de sluiswachter de seinen op rood zetten en de deuren sluiten. Als dit gebeurt als het schip nog ter plaatse van de deuren vaart, kunnen de deuren het schip raken. Daardoor kan schade ontstaan aan de sluisdeuren of het schip, beide situaties zullen enige stremming veroorzaken. Er wordt uitgegaan van een hersteltijd van 24 uur. De kans op niet sluiten is bepaald met behulp van het zogenaamde Opschepmodel, zie Tabel 11-4.

Tabel 11-4: Opschepmodel te vroeg sluiten sectordeuren
Bedienfout: Te vroeg sluiten sectordeuren

Classificatie	
<i>Uitvoeringsfout (P3) in combinatie met falen technische herstel actie (P1,4,5)</i>	
Conditie P3	
<i>Andere componenten in de buurt die er hetzelfde uitzien</i>	
<i>Er is sprake van een (zeer) eenvoudige taak</i>	
<i>Werkinstructies beschikbaar</i>	
Kans op bedienfout "te vroeg sluiten sectordeur" door uitvoeringsfout (P3)	3,330E-04
Faalkans van bedienactie	3,330E-04
Conditie P1	
<i>Geen</i>	
Kans op stellen onjuiste diagnose (P1)	1,000E-05
Responsietijd	
<i>Beschikbare tijd voor herstel actie</i>	10 sec
<i>Benodigde tijd voor herstel actie</i>	1 sec
<i>Mediane beslissingstijd voor herstel actie</i>	2 sec
Omstandigheden	
<i>Gunstig</i>	
Kans op niet formuleren of niet uitvoeren van herstel actie (P4)	1,000E-05
Omstandigheden	
<i>Taak met stress</i>	
<i>Eén of twee handelingen</i>	
Kans op niet correct uitvoeren van herstel actie (P5)	3,000E-03
Faalkans van de technische herstelactie	3,020E-03
Kans op te vroeg sluiten sectordeuren -> per vraag	1,006E-06
<i># Scheeps passages per jaar</i>	1,314E+04
# Vragen per uur	1,500E+00
Kans op te vroeg sluiten sectordeuren (P3*P6'') -> per uur	1,508E-06

11.3.3 Kwantificering natuurlijke randvoorwaarden

Hoog en laag water

Voor de nieuwe zeesluis zal een maximaal Noordzeepil gelden waarboven gestopt wordt met schutten, en een minimaal Noordzeepil waaronder gestopt wordt met schutten. Beide schutpeilen zijn zo gekozen dat deze samen 0,2 uur per jaar voorkomen. Beide situaties zijn in de foutenboom gemodelleerd als 'fixed unavailability' van $[0,2 / 8760 =] 0,00228\%$.

Mist

Conservatief wordt aangenomen dat bij dichte mist (zicht < 100m) niet geschut zal worden. Volgens gegevens van het KNMI komt dit ter plaatse 2,215 keer per jaar voor; aangenomen wordt dat dit gemiddeld 2 uur duurt. Dit geeft een vaste niet-beschikbaarheid van $[(2 * 2,215) / 8760 =] 0,0506\%$.

Vorst

Uit de T0-analyse blijkt dat vorst door het brakke water niet snel een probleem vormt. Aangenomen wordt daarom dat bij zeer strenge vorst (< -15°C) niet geschut zal worden. Volgens gegevens van het KNMI komt dit één keer per 13,4 jaar voor. Aangenomen wordt dat dit gemiddeld 8 uur duurt. Dit geeft een vaste niet-beschikbaarheid van $[(8 / (13,4 * 8760) =] 0,006815\%$.

Wind

Conservatief wordt aangenomen dat bij een zware storm (\geq Windkracht 10 Bft.) niet geschut zal worden. In de T0-analyse van de Noordersluis is bepaald dat dit eens per 50 jaar gedurende 3 uur voorkomt. Dit geeft een vaste niet-beschikbaarheid van $[(3 / (50 * 8760) =] 0,000685\%$.

11.3.4 Kwantificering gepland onderhoud

Enkele onderhoudswerkzaamheden kunnen niet plaatsvinden zonder de sluis te stremmen. Ieder jaar wordt 24 uur besteedt aan het wisselen van de deuren. Aangenomen wordt dat andere werkzaamheden zo nodig binnen diezelfde stremming kunnen plaatsvinden. Daarom wordt voor gepland onderhoud aangenomen dat de sluis daardoor 24 uur per jaar gestremd is, dit betekent een vaste niet-beschikbaarheid van $[(24 / 8760) =] 0,273973\%$.

Vervanging van systemen aan het einde van de levensduur is niet opgenomen in de niet-beschikbaarheid. In het geval van de sectordeuren zou de gemiddelde verwachte jaarlijkse niet-beschikbaarheid stijgen met 8,26 uur. Hieronder is een tabel gegeven met de onderhoudswerkzaamheden die niet samen kunnen vallen met een deurenwissel en dus leiden tot additionele stremming.

Tabel: Gepland onderhoud leidend tot stremming				
Deelsysteem	# stremmingen (gepland)	duur stremming (gepland) [uur]	uur per jaar over levensduur	Opmerkingen
20 Laagspanningsinstallatie				
22 Hoogspanningsinstallatie	1	730	7,3	Betreft renovatie E-systeem na vijftig jaar
22 Hoogspanningsinstallatie	2	48	0,96	Vervangen installatie elke 25 jaar, tweede vervanging valt samen met renovatie, vierde met einde levensduur
20 Laagspanningsinstallatie	-	48	-	Tegelijkertijd met vervangen hoogspanningsinstallatie en renovatie E-systeem
Totaal gemiddeld uren per jaar aan stremming:			8,26 uur	ten gevolge van einde levensduur E-installaties

Tabel 11-5: Gepland onderhoud einde levensduur leidend tot stremming

Als de niet-beschikbaarheid wordt gezien als een langjarig gemiddelde is de duur van de hierboven opgenomen stremmingen geen probleem. De sectordeuren variant zal over de lange termijn aan de beoogde beschikbaarheid van 98% voldoen. Echter, in jaar 50 zal de beschikbaarheid van 98% op jaarlijkse basis in dat jaar niet worden gehaald. Of het mogelijk is de beschikbaarheid van de sluis in jaar 25 en 75 boven de 98% te houden is afhankelijk van de overige gebeurtenissen in dat jaar.

11.4 Beschik- en betrouwbaarheidsanalyse

11.4.1 Beschikbaarheidsanalyse schutfunctie

De resultaten van de foutenboomanalyse met topgebeurtenis “de schutfunctie niet beschikbaar” zijn te zien in Tabel 11-6. Het verwachte percentage beschikbaarheid op jaarbasis is 98,65%. De bijdrage aan de niet-beschikbaarheid van technisch falen is 77,35 uur, dat is een technische niet-beschikbaarheid van iets minder dan 0,9%. Externe gebeurtenissen hebben een bijdrage van ongeveer 12 uur, door natuurlijke randvoorwaarden wordt 5,5 uur niet beschikbaarheid per jaar verwacht en gepland onderhoud vindt plaats gedurende gemiddeld 24 uur per jaar.

Tabel 11-6: Beschikbaarheid schutfunctie

Availability (A) voor schutfunctie		
Uren op jaarbasis	8760	[uur]
Uren op jaarbasis dat de functie vervuld zou moeten worden (eis)	8584,8	[uur]
Eis: gemiddeld percentage op jaarbasis	98,00	[%]
Uren op jaarbasis dat de functie vervuld kan worden	8641,8	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	98,65	[%]
Onderbouwing:		
<u>Algemene niet-beschikbaarheid</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	118,21	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	1,35	[%]
<u>Niet-beschikbaarheid t.g.v. niet-bediende tijd</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	0	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	-	[%]
<u>Niet-beschikbaarheid t.g.v. technisch falen</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	102,37	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	1,17	[%]
<u>Niet-beschikbaarheid t.g.v. natuurlijke randvoorwaarden</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	5,49	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	0,06	[%]
<u>Niet-beschikbaarheid t.g.v. externe gebeurtenissen en menselijk falen</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	11,8	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	0,13	[%]
<u>Niet-beschikbaarheid t.g.v. vast en variabel onderhoud (preventief)</u>		
Verwacht gemiddeld aantal uren op jaarbasis	24	[uur]
Gemiddeld percentage op jaarbasis	0,27	[%]

In paragraaf 11.2 is beschreven dat falen van veel onderdelen conservatief gezien wordt als oorzaak/rede om niet te schutten. De kwantificering van vooral de reparatietijden is daarbij ook conservatief. In deze analyse is nog geen rekening gehouden met elektrotechnische en mechanische reserveonderdelen. De verwachte niet-beschikbaarheid van ongeveer 1,35% kan dus als conservatief gezien worden.

In paragraaf 11.5 is een gevoeligheidsanalyse beschreven. Daarin wordt beschreven met welke maatregelen (bijvoorbeeld: het aanhouden van reserveonderdelen) de beschikbaarheid van de schutfunctie 99% kan worden en wat de extra kosten daarvan zullen zijn.

Hieronder wordt de tabel met de top-40 van minimale deelverzamelingen zonder aanvullende maatregelen weergegeven.

Tabel 11-7: Top 40 minimale deelverzameling schutfunctie, zonder aanvullende maatregelen

#	CutSetID	CutSetDescr	Unavailability	QImportance	Frequency	WImportance
1	0.13-ONDERHOUD	Vast en variabel onderhoud	0,2740%	16,7069%	0	0,0000%
2	15.2-NIVMET	Drukverschilmeting faalt door storing	0,1151%	7,0168%	2,39724E-05	2,9871%
3	15.2-NIVMET1	Drukverschilmeting faalt door storing	0,1151%	7,0168%	2,39724E-05	2,9871%
4	20.3-VERDELER-LS	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%
5	20.3-VERDELER-LS1	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%
6	20.3-VERDELER-LS2	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%
7	20.3-VERDELER-LS3	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%
8	21-MARIFOON	Marifoon installatie faalt door storing	0,0548%	3,3397%	1,14097E-05	1,4217%
9	0.1-AANV	Aanvaring	0,0540%	3,2912%	4,49757E-05	5,6042%
10	0.11-MIST	Dichte mist	0,0506%	3,0833%	0	0,0000%
11	20.1-KAB-LS	Bekabeling faalt door defect	0,0447%	2,7239%	2,65881E-06	0,3313%
12	0.6-OBSTAKEL	Obstakel tussen deur	0,0400%	2,4382%	0,00019992	24,9110%
13	11.4-SERVER-CCTV	Server faalt door storing	0,0365%	2,2268%	7,60757E-06	0,9479%
14	0.3-BRAND	Brand	0,0360%	2,1977%	1,07261E-06	0,1337%
15	11.2-CAMERA6	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
16	11.2-CAMERA1	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
17	11.2-CAMERA2	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
18	11.2-CAMERA3	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
19	11.2-CAMERA4	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
20	11.2-CAMERA5	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%
21	38-LVI	Landverkeers installatie faalt door defect	0,0219%	1,3363%	4,5652E-06	0,5688%
22	3-ABI	Afsluitboom installatie faalt door storing	0,0219%	1,3362%	4,565E-06	0,5688%
23	6.2.1-KAB-BEST@6.2.1-KAB-BEST1	Besturingsnetwerk faalt door defect	0,0207%	1,2627%	5,67311E-07	0,0707%
24	22.3.2-TRAFO	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%
25	22.3.2-TRAFO1	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%
26	22.3.2-TRAFO2	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%
27	22.3.2-TRAFO3	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%
28	25-OBJVERL	Objectverlichting faalt door defect	0,0091%	0,5569%	7,60971E-06	0,9482%
29	0.10-VORST	Zeer strenge vorst	0,0068%	0,4162%	0	0,0000%
30	22.2-VERDELER-HS1	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%
31	22.2-VERDELER-HS2	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%
32	22.2-VERDELER-HS3	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%
33	22.2-VERDELER-HS4	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%
34	CCF BEDIENPANEEL	CCF bedienpanelen	0,0055%	0,3340%	1,14093E-06	0,1422%
35	31-SVS	Scheepverkeers beseining faalt door defect	0,0048%	0,2927%	9,99952E-07	0,1246%
36	1b.6-EINDSCH32	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%
37	1b.6-eindsch33	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%
38	1b.6-eindsch34	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%
39	1b.6-eindsch35	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%
40	1b.6-eindsch36	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%

11.4.2 Beschikbaarheidsanalyse schutfunctie

In *Ontwerpen van schutsluizen – deel I, §2.3.2* (p.2-9) worden de eisen aan de betrouwbaarheid van de kerende functie van de sluis besproken, zoals afgeleid van *TAW Leidraad Kunstwerken*. In dit geval zijn het buitenhoofd en het binnenhoofd voldoende hoogwaterkerend. Dit betekent dat er altijd sprake is van een sluiting met voldoende kerende hoogte, onder de aanname dat er niet met 'open kolk' geschut zal worden.

Voor deze situatie worden geen aparte eisen gesteld aan de betrouwbaarheid van de sluiting. Het ontwerp voldoet aan de vereiste betrouwbaarheid voor de kerende functie zoals verwoord in de *TAW Leidraad Kunstwerken*.

11.5 Gevoeligheidsanalyse

Om te bepalen hoe de beschikbaarheid van de schutfunctie kan worden verhoogd tot 99%, is bekeken welke gebeurtenissen de grootste bijdrage aan de niet-beschikbaarheid hebben (zie Tabel 11-7), en hoe deze bijdrage zou kunnen worden beperkt. Omdat de faalfrequenties voor technisch falen van de verschillende onderdelen gebaseerd zijn op standaard waarden afgeleid van de gehanteerde normen, zal vooral gekeken worden naar de gestelde gemiddelde reparatietijden. Door onderdelen op voorraad aan te houden kan de hersteltijd gereduceerd worden.

De kosten die in deze sectie worden genoemd betreffen de aanschafkosten van het reserve-onderdeel. Dit is een éénmalige kostenpost (investeringskosten), ervan uitgaande dat er geen degradatie optreedt als het onderdeel op voorraad ligt. De kosten zijn gebaseerd op het *DACE Prijzenboekje*. De genoemde éénmalige investeringskosten zijn exclusief toeslagen/opslagen als onvoorzien, BTW, engineeringkosten, algemene kosten, winst en risico, uitvoeringskosten, bouwplaatskosten, etc.

De volgende maatregelen worden voorgesteld:

1. Reserveonderdelen landverkeersinstallatie (LED-armatuur) aanwezig op sluiscomplex.
Extra kosten: €5.000,-.
2. Reserveonderdelen afsluitboominstallatie aanwezig op sluiscomplex. *Extra kosten: €2.000,-.*
3. Reserveonderdelen scheepverkeersbeseining (LED-armatuur) aanwezig op sluiscomplex.
Extra kosten: €5.000,-.
4. Reserveonderdelen laagspanningsverdelers (zekeringen, automaten, relais) aanwezig op sluiscomplex. *Extra kosten: €25.000,-*
5. Reserveonderdelen hoogspanningsverdelers (zekeringen, automaten) aanwezig op sluiscomplex.
Extra kosten: €40.000,-.
6. Niveaumeting redundant uitvoeren. *Extra kosten: €10.000,-*
7. Reserveonderdelen camera's aanwezig op sluiscomplex. *Extra kosten: €5.000,-*

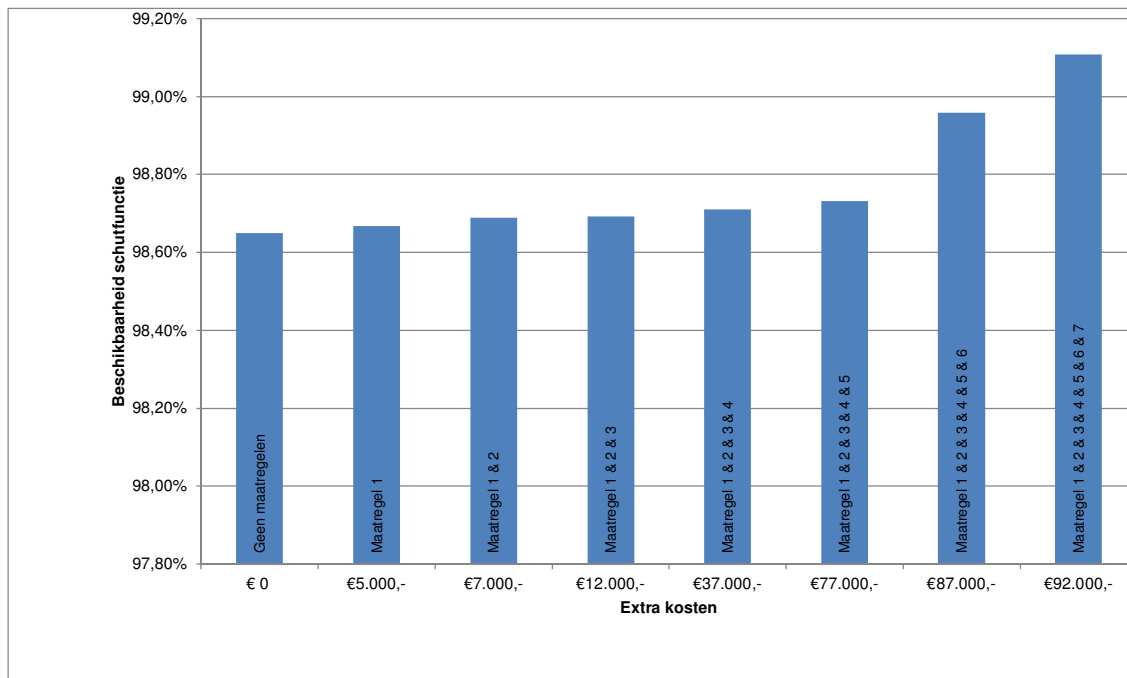
In Tabel 11-8, Tabel 11-9 en in Figuur 11-3 worden de resultaten t.a.v. de niet-beschikbaarheid op een rij gezet. Hieruit blijkt dat met deze maatregelen de verwachte 99% beschikbaarheid haalbaar is. Met extra kosten vanaf € 92.000,- is dit mogelijk.

Tabel 11-8: Faaldata voor en na maatregelen

Nr	Maatregel	Cut set(s)	Faalfrequentie [-/uur]		MTTR [uur]		Kosten maatregel
			Orig.	Na maatregel	Orig.	Na maatregel	
1	Reserveonderdelen landverkeers-installatie	38-LVI	4,5662E-06	4,5662E-06	168	8	€5.000,-
2	Reserveonderdelen afsluitboom-installatie	3-ABI	4,5662E-06	4,5662E-06	168	4	€2.000,-
3	Reserveonderdelen scheepverkeers-beseining	31-SVS	1,0E-06	1,0E-06	168	8	€5.000,-
4	Reserveonderdelen laagspannings-verdelers	20.3-VERDELER-LS 20.3-VERDELER-LS1 20.3-VERDELER-LS2 20.3-VERDELER-LS3	2,7E-07	2,7E-07	168	4	€25.000,-
5	Reserveonderdelen hoogspannings-verdelers	22.2-VERDELER-HS 22.2-VERDELER-HS1 22.2-VERDELER-HS2 22.2-VERDELER-HS3 22.2-VERDELER-HS4	3,3E-07	3,3E-07	168	4	€40.000,-
6	Niveaumeting redundant uitvoeren	15.2-NIVMET 15.2-NIVMET1	2,4E-05	2,4E-05	48	48	€10.000,-
7	Reserveonderdelen camera's	11.2-CAMERA1 11.2-CAMERA2 11.2-CAMERA3 11.2-CAMERA4 11.2-CAMERA5 11.2-CAMERA6	1,1416E-05	1,1416E-05	24	2	€5.000,-

Tabel 11-9: Effect maatregelen op niet-beschikbaarheid en kosten

#	Beschikbaarheid na maatregel (cumulatief)	Niet-beschikbaarheid cumulatief [uur]	Effect maatregel [uur]	Kosten maatregel [€]	Effect [€/uur]
-	98,65%	118,21	-	€ -	-
1	98,67%	116,63	1,58	€ 5.000,00	€ 3.164,56
2	98,69%	114,90	1,73	€ 2.000,00	€ 1.156,07
3	98,69%	114,55	0,35	€ 5.000,00	€ 14.285,71
4	98,71%	113,00	1,55	€ 25.000,00	€ 16.129,03
5	98,73%	111,15	1,85	€ 40.000,00	€ 21.621,62
6	98,96%	91,23	19,92	€ 10.000,00	€ 502,01
7	99,11%	78,16	13,07	€ 5.000,00	€ 382,56



Figuur 11-3: Effect maatregelen op niet-beschikbaarheid en kosten

De top 40 minimale deelverzamelingen ten aanzien van de niet-beschikbaarheid van de schutfunctie na het uitvoeren van alle maatregelen is opgenomen in Tabel 11-10. De grootste bijdrage wordt geleverd door gepland onderhoud, dit is 24 uur per jaar.

Tabel 11-10: Top 40 minimale deelverzamelingen na maatregelen

#	CutSetID	CutSetDescr	Unavailability	Qimportance	Frequency	Wimportance
	0.13-ONDERHOUD	Vast en variabel onderhoud	0,2740%	30,6153%	0	0,0000%
	21-MARIFOON	Marifoon installatie faalt door storing	0,0548%	6,1200%	1,14097E-05	1,5379%
	0.1-AANV	Aanvaring	0,0540%	6,0310%	4,49757E-05	6,0620%
	0.11-MIST	Dichte mist	0,0506%	5,6502%	0	0,0000%
	20.1-KAB-LS	Bekabeling faalt door defect	0,0447%	4,9915%	2,65881E-06	0,3584%
	0.6-OBSTAKEL	Obstakel tussen deur	0,0400%	4,4681%	0,00019992	26,9462%
	11.4-SERVER-CCTV	Server faalt door storing	0,0365%	4,0806%	7,60757E-06	1,0254%
	0.3-BRAND	Brand	0,0360%	4,0273%	1,07261E-06	0,1446%
	6.2.1-KAB-BEST@6.2.1-KAB-BEST1	Besturingsnetwerk faalt door defect	0,0207%	2,3139%	5,67311E-07	0,0765%
	22.3.2-TRAFO	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,8770%	9,99832E-07	0,1348%
	22.3.2-TRAFO1	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,8770%	9,99832E-07	0,1348%
	22.3.2-TRAFO2	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,8770%	9,99832E-07	0,1348%
	22.3.2-TRAFO3	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,8770%	9,99832E-07	0,1348%
	25-OBJVERL	Objectverlichting faalt door defect	0,0091%	1,0204%	7,60971E-06	1,0257%
	0.10-VORST	Zeer strenge vorst	0,0068%	0,7627%	0	0,0000%
	CCF BEDIENPANEEL	CCF bedienpanelen	0,0055%	0,6120%	1,14093E-06	0,1538%
	1b.6-EINDSCH32	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch33	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch34	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch35	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch36	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch37	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch38	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch39	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch72	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch73	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch74	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch75	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch76	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch77	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch78	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch79	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch80	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch81	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch82	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch83	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch84	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch85	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%
	1b.6-eindsch86	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,4470%	9,9996E-06	1,3478%

12 EFFECTEN OP OMLIGGENDE CONSTRUCTIES

12.1 Inleiding

Op basis van een risicosessie in aanvulling op de reeds uitgevoerde sessies (23 maart, 5 augustus en 24 november) zijn de effecten van (bouw) nieuwe sluis op bestaande constructies inclusief te nemen beheersmaatregelen in dit hoofdstuk weergegeven.

Gekeken is naar risico's ten aanzien van veranderende hydraulische randvoorwaarden, effect op scheepvaart, risico's met betrekking tot bediening en besturing en risico's ten aanzien van de (bestaande en nieuwe) constructies.

12.2 Hydraulisch

Tabel 12-1: Overzicht hydraulische risico's ten aanzien van omliggende constructies

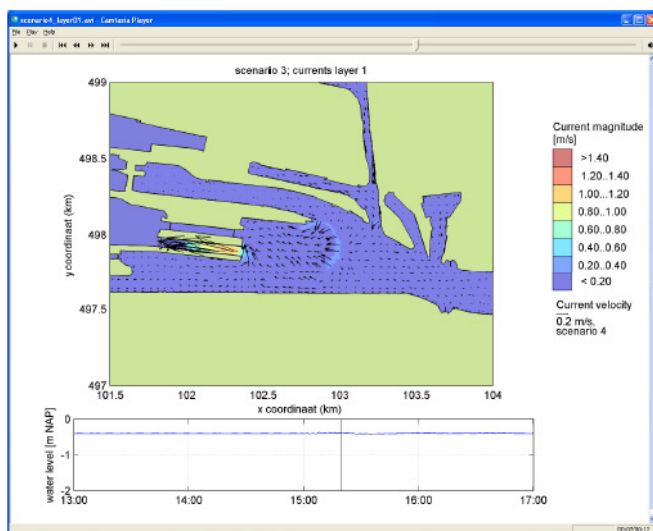
(mogelijk) Risico	Inschatting effect	Beheersmaatregel
Seiches en golven hebben 'vrijspel' in de voorhavens door het verwijderen van het Middensluiseland west waardoor gerekend dient te worden met hogere belastingen op de (bestaande) constructie dan tot nu toe wordt gehanteerd.	Geen/ gering effect. Door verwijderen van Middensluiseland west kunnen de golven verder spreiden. Opmerking hierbij: hekgolven kunnen doordringen → hogere golven in gebruiksfase bij Middensluis.	In volgende ontwerpfase bekijken
De golfhoogte van de windgolven in het kanaal nemen toe doordat de sluiselanden verwijderd worden waardoor de scheepvaart hinder ondervindt bij het in- en uitvaren van de sluisen.	Geen De golven op het kanaal zijn gering en zullen door verwijderen van de sluiselanden niet/ gering toenemen.	Geen.

12.3 Scheepvaart

Tabel 12-2: Overzicht scheepvaart risico's ten aanzien van omliggende constructies

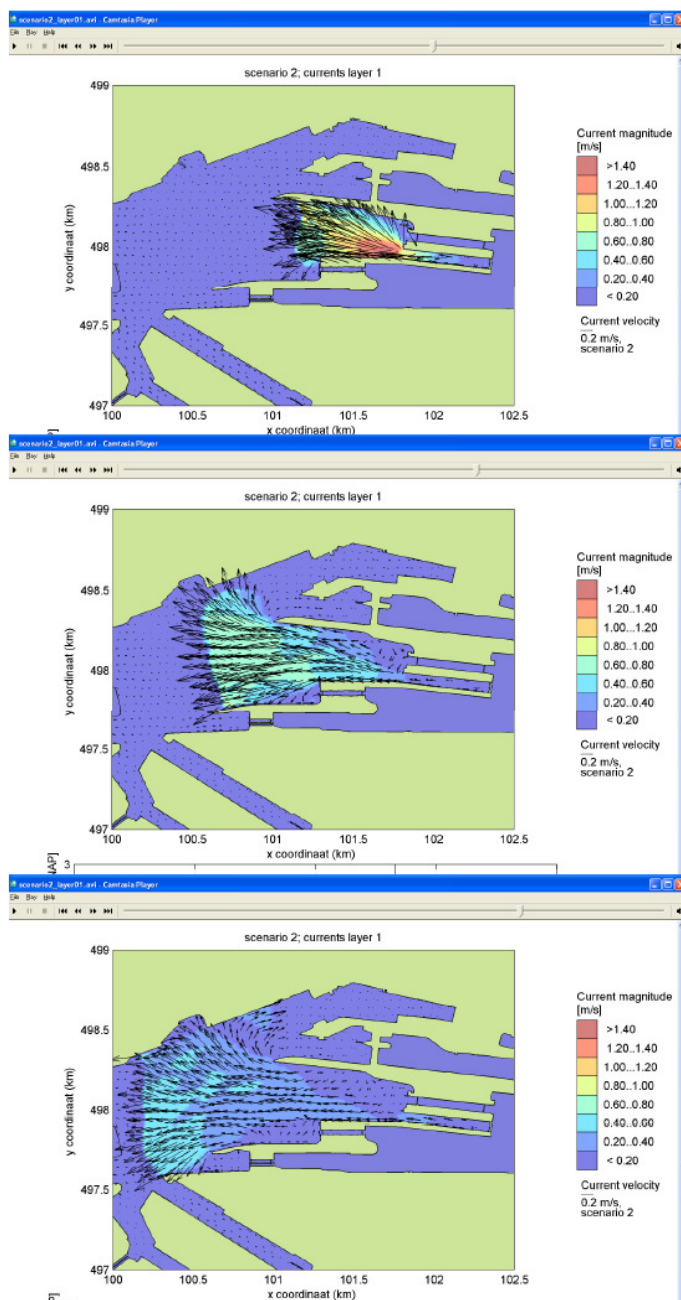
(mogelijk) Risico	Inschatting effect	Beheersmaatregel
<p>Er treden negatieve stromingen (met name dwarsstroming) op nabij overige sluisen van het sluisencomplex IJmuiden door het ledigen van de Nieuwe Zeesluis (verplaatsing water vanuit Nieuwe Zeesluis richting zeezijde) waardoor het scheepvaart hinder ondervindt bij het in- en uitvaren van de sluisen.</p>	<p>Op basis van berekeningen Deltares (blz. 20-22 van rapportage) geen merkbare invloed op stromingen voor de Middensluis, en al helemaal niet op de Kleine- en Zuidersluis. Effect op stromingen bij Noordersluis zijn daarentegen groot, tot 1 m/s. (De berekeningen zijn uitgevoerd met het maximaal spuien door de spuisluisen, die forse stromingen veroorzaakt. Het is niet uit te sluiten dat er wel beïnvloeding ontstaat wanneer niet wordt gespuid, maar dat effect zal naar verwachting niet groot zijn). → Zie onder deze tabel voor karakteristieke situaties.</p>	<p>In verkeersmanagement rekening houden met deze effecten door bijv. schepen te laten wachten. Zie ook hoofdstuk 3</p>
<p>Door het openen van de deuren van de Nieuwe Zeesluis (kanaalzijde) ontstaan sterke stromingen voor de Noordersluis waardoor de scheepvaart in de binnen toeleidingskanalen hinder ondervindt.</p>	<p>Bij openen van de deuren van de Nieuwe Zeesluis ontstaan lokaal stromingen t.p.v. de Noordersluis (>0,4m/s). Dit heeft negatieve invloed op de scheepvaart dat de Noordersluis in- of uitvaart. Er ontstaat ook enige hinder voor de scheepvaart naar de overige sluisen van het sluisencomplex.</p>	<p>In verkeersmanagement rekening houden met deze effecten door bijv. schepen te laten wachten. Zie ook hoofdstuk 3</p>
<p>Gedurende de gebruiksfase van de Nieuwe Zeesluis ontstaat meer gelaagdheid (zoet - zout) in de voorhavens doordat meer schuttingen plaatsvinden waardoor de scheepvaart hinder ondervindt.</p>	<p>De zone van beïnvloeding wordt groter doordat meer schuttingen plaatsvinden. Menging door getij is maar beperkt. Door veel spuien ontstaat ook een groter invloedsgebied. Voor normale omstandigheden heeft dit geen effect, alleen in maatgevende condities. Geconstateerd wordt dat waterhuishouding voorgaat op scheepvaartverkeer.</p>	<p>Gedetailleerd modelonderzoek Training van loodsen/schippers. Zie ook hoofdstuk 3.</p>

Onderstaand de meest karakteristieke situaties van het vullen en ledigen van de Nieuwe Zeesluis inclusief enkele bevindingen. NB: De figuren geven de oppervlakte stromingen weer, die sterker zijn dan (scheeps)gemiddeld, de gemelde waarden zijn dus als conservatief te beschouwen.



•Bij het vullen van de nieuwe sluis vanuit NZK kant lokaal stromingen voor de Noordersluis (> 0,4 m/s)

Figuur 12-1: Karakteristieke situatie voor het vullen van de nieuwe zeesluis vanuit NZK



ledigen nieuwe sluis

- Sterke dwarsstroming voor de Noordersluis (> 1 m/s)

- Relatief sterke dwarsstroming voor de Middensluis (> 0,6 m/s)

- Relatief sterke dwarsstroming voor de Zuidersluis (> 0,4 m/s)

Figuur 12-2: Karakteristieke situaties voor ledigen nieuwe zeeluis

12.4 Constructie

Tabel 12-3: Overzicht constructie risico's ten aanzien van omliggende constructies

(mogelijk) Risico	Inschatting effect	Beheersmaatregel
<p>De nieuwe kolkwand constructie (ontlastvloer) beïnvloed de bestaande constructie van de Noordersluis, omdat de afstand tussen de nieuwe en bestaande constructie niet voldoende groot is en/ of de ondergrond niet genoeg draagvermogen heeft en/of ongewenste trillingen in de ondergrond optreden. Hierdoor wordt de vormvastheid van de nieuwe en bestaande constructie niet gehandhaafd kan worden.</p>	<p>Gering. Wordt bij huidige inzichten voldoende afstand tot bestaande constructie Noordersluis in ontwerp meegenomen, bovendien worden trillingsvrije / trillingsarme bouwmethoden toegepast.</p>	<p>Tijdens definitief ontwerp:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geavanceerd 3d model maken om effecten in ondergrond in beeld te brengen; <p>Tijdens uitvoering:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoren bestaande constructie,
<p>De nieuwe fuikwand constructie (ontlastvloer) beïnvloed de bestaande constructie van de Middensluis, omdat de afstand tussen de nieuwe en bestaande constructie niet voldoende groot is en/ of de ondergrond niet genoeg draagvermogen heeft en/of ongewenste trillingen in de ondergrond optreden. Hierdoor wordt de vormvastheid van de nieuwe en bestaande constructie niet gehandhaafd. Uit T0-onderzoek Middensluis komt naar voren dat het binnensluishoofd kritisch blijkt te zijn bij het uitvoeren van de berekeningen. Betreft met name het evenwichtsdragvermogen van de paalfundering. Tevens is de fundering van de kolk opgebouwd uit o.a. stampbeton en metselwerk..</p>	<p>Gering. Wordt bij huidige inzichten voldoende afstand tot bestaande constructie Middensluis in ontwerp meegenomen, bovendien worden trillingsvrije / trillingsarme bouwmethoden toegepast.</p>	<p>Tijdens definitief ontwerp:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geavanceerd 3d model maken om effecten in ondergrond in beeld te brengen; - Controle op beïnvloeding actieve en passieve wig. <p>Tijdens uitvoering:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoren, bij mogelijke verzakking opvijzelen bestaande constructie.

12.5 Bediening en besturing

Tabel 12-4: Overzicht bediening en besturing risico's ten aanzien van omliggende constructies

(mogelijk) Risico	Inschatting effect	Beheersmaatregel
De functies van het SLS zijn nog niet elders ondergebracht omdat er geen uitspraak gedaan wordt over de locatie vanwaar de Noordersluis en de Nieuwe Zeesluis bediend gaan worden (HOC of nieuw bedieningsgebouw) wat resulteert in vertraging in de volgende fasen.	Risico is aanwezig, daar de discussie over bediening voortdurend loopt. In kader van beschikbaarheid is het gunstiger om bedieningshuis op/ in directe nabijheid van de sluis te realiseren.	In ontwerp meenemen dat een bedieningshuis op/ nabij de sluis wordt gerealiseerd.

13 INTEGRALE VEILIGHEID

13.1 Inleiding

In de vorige Schetsontwerpfase is een Integraal Veiligheid Plan opgesteld conform de vigerende richtlijnen en de opzet zoals gehanteerd bij de Planstudie Lichtenen. Dit plan is besproken met het veiligheidsteam van RWS en vervolgens geactualiseerd op basis van de resultaten van dit VO.

Per veiligheidsaspect worden hieronder kort de bevindingen genoemd. In bijlage12 staat het volledige IVP incl. Veiligheid- en Gezondheidsplan.

13.2 Constructieve veiligheid

‘De veiligheid van personen met betrekking tot het bezwijken van een constructie.’

Gezien de scope van het project spelen de constructieve sterkte en stabiliteit van de sluiswanden, sluishoofden van zowel de nieuw te bouwen sluis als van de bestaande objecten zoals Noordersluis en waterkering alsmede de wegen een grote rol zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase. In het hoofdstuk constructief ontwerp (hoofdstuk 6,8, 9 en 14) komt dit uitgebreid aan de orde. Het ontwerp is robuust en met een goede bouwfasering veilig is uit te voeren. Hiermee wordt de constructieve veiligheid gewaarborgd.

13.3 Brandveiligheid

‘De veiligheid van personen met betrekking tot brand en de gevolgen daarvan.’

Brand dient zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase te worden voorkomen. Het gaat hierbij om:

- Het beperken van de kans op brand;
- Het beperken van de kans op uitbreiding van brand (binnen een object);
- Het zorgdragen dat mensen tijdig een veilige plaats kunnen bereiken;
- Het beperken van de kans op uitbreiding van de brand naar een ander object of perceel, eventueel met behulp van de brandweer.

In de paragraaf 11.3.2 van de beschikbaarheidsanalyse wordt ingegaan op de kans op brand. De brandmeldinstallatie wordt in paragraaf 7.4.6 van het ontwerp van de elektrotechnische installatie beschreven. De bereikbaarheid tijdens bouw en gebruiksfase is gegarandeerd doordat er altijd een mogelijkheid is de sluis te bereiken, zie wegontwerp in hoofdstuk 5 en bouwfasering in hoofdstuk 14.

13.4 Arbeidsveiligheid

‘De veiligheid van personen die beroepshalve aanwezig zijn.’

In de uitvoeringsfase dient de veiligheid en de arbeidsomstandigheden van het uitvoerende personeel (en derden) gewaarborgd te worden. Ook verdient hinder voor de omgeving aandacht, bijvoorbeeld veroorzaakt door het bouwverkeer te water. Naast de gebruikelijk veiligheidsmaatregelen als helmen, hekken, reddingsmiddelen dient vooral het vervoeren en plaatsen van grote elementen van de

sluishoofden en het werken onder verhoogde luchtdruk onder de caissons voor het pneumatisch afzinken speciale aandacht in de volgende fase.

Daarnaast dient het eindresultaat van de Zeetoegang IJmond te waarborgen dat gebruik van de toekomstige sluis door passanten en bezoekers evenals beheer en onderhoud van alle objecten door de verschillende beheerders op een veilige manier en onder goede arbeidsomstandigheden mogelijk is. In het ontwerp zijn voorzieningen zoals hekken, poorten, leuning en vluchtplaatsen voor de vletterlieden opgenomen, zie tekeningen in bijlage 3.

13.5 Sociale veiligheid

'De mate waarin mensen beschermd zijn en zich beschermd voelen tegen persoonlijk leed door misdrijven (criminaliteit), overtredingen en overlast door andere mensen.'

In het ontwerp zijn maatregelen getroffen om overlast en/of criminaliteit, inclusief terroristische aanslagen te voorkomen m.b.t. opslag- en werkterreinen zoals afscherming, verlichting en persoonlijke en camera bewaking. Zie hoofdstuk 7.

Het gebied heeft een industrieel karakter met grote schepen, gevaarlijke stromingen en dergelijk en is daardoor gevaarlijk voor onbevoegden. De sociale veiligheid verdient daardoor ook in de gebruiksfase de nodige aandacht, b.v. door het vermijden van onoverzichtelijke en donkere hoeken en uitgebreide camerabewaking. In hoofdstuk 7 en het Operationeel Concept Document[2] wordt hier de nodige aandacht aan geschonken.

13.6 Security

'De bescherming of beveiliging van inrichtingen, personen en infrastructuur tegen moedwillige verstoringen.'

In het verlengde van het aspect sociale veiligheid kunnen mogelijk moedwillige verstoringen of sabotageacties tijdens de uitvoeringsfase plaatsvinden. Daartegen kunnen soortgelijke maatregelen (wanneer vanuit risico-oogpunt noodzakelijk) als bijvoorbeeld afschermingen en camerabewaking een uitkomst bieden.

Ook in de gebruiksfase is dit van belang omdat diverse op afstand bestuurd worden en het essentieel is dat ze op het juiste moment moeten kunnen functioneren.

13.7 Machineveiligheid

De veiligheid voor (vaarweg-, weg- en algemene) gebruikers en onderhouds- en bedienend personeel van machines.

Een groot deel van werk vindt plaats op, vanaf of onder water. De machines die daarbij zullen worden ingezet moeten veilig bediend en onderhouden kunnen worden. Ook in de gebruiksfase dienen machines (met name de bewegingswerken en nivelleersysteem van de sluisen) veilig bediend en onderhouden kunnen worden. Aan dit onderwerp wordt, net als bij sociale veiligheid, de nodige aandacht geschonken in het Operationeel Concept Document. De machines dienen bij oplevering en/of ingebruikname voorzien te zijn van een CE markering.

13.8 Verkeersveiligheid (wegverkeer)

'Veiligheid met betrekking tot het transport over de weg' De bestaande wegverbinding over het sluiscomplex dient na de aanleg van de nieuwe sluis beschikbaar te blijven. In de huidige situatie is de verkeersverbinding formeel een eigenweg van Rijkswaterstaat. Maar openbaar gebruik is wel toegestaan. De verbinding bestaat uit een weg voor gemotoriseerd verkeer en een fietsverbinding. Op de plek van de nieuwe sluis zal een nieuwe verbinding moeten worden gecreëerd. In de gebruiksfase is het van essentieel belang dat de verkeersverbinding over de sluiskolk bestuurt kan worden in relatie met de overig onderdelen van het sluiscomplex, zowel de reeds bestaande objecten als de nieuwe sluis. Daarnaast moet de veiligheid in het weg- en fietspad ontwerp voor alle verkeersdeelnemers geborgd zijn. Zie wegontwerp in hoofdstuk 5, bouwhinder in paragraaf 14.4.2 en de tekeningen in bijlage 3 voor de uitwerking.

13.9 Verkeersveiligheid (scheepvaartveiligheid/zee- en binnenvaart)

'Veiligheid met betrekking tot het transport over water, rivieren en zee'

Tijdens de uitvoeringsfase ondervindt het scheepvaartverkeer in het toegangskanaal vanaf open zee, de Velserkom en de haven van Amsterdam mogelijk hinder van transport van materiaal en/of materieel door de aannemer. Zie paragraaf 14.4.1 voor bouwhinder en voor een gedetailleerde beschrijving van de omgeving zie het systeemcontext diagram in de Klant Eis Specificatie[1].

13.10 Veiligheid tegen overstromingen

'Veiligheid van personen of objecten met betrekking tot hoog water.'

Tijdens de realisatiefase kunnen als gevolg van onjuiste werkvolgorde in combinatie met hoog water gevaarlijke situaties ontstaan. In de gebruiksfase kunnen bewoners en andere in het gebied aanwezig, inclusief dieren ingesloten raken. Daarvoor moeten calamiteitenroutes worden aangelegd. Continue aandacht voor het veilig functioneren van de primaire waterkering in zowel de planstudiefase, ontwerpfase, realisatiefase als de gebruiksfase is dan ook van het grootste belang. Zie voor bouwfaserings in hoofdstuk 14.

13.11 Externe veiligheid (transport gevaarlijke stoffen)

'Veiligheid van de omgeving als gevolg van transport (weg, water, spoor, leiding).'

Zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase m.b.t. transport van gevaarlijke (b.v. brandbaar, explosief, bijtende) stoffen dient het externe veiligheidsrisico acceptabel laag te zijn. Individueel en groepsrisico dienen acceptabel laag te zijn. Voor verdere inhoudelijke uitwerking zie het Deelrapport Externe Veiligheid van de Milieutoets[5].

13.12 Hulpverlening (calamiteitenbestrijding)

'De mate waarin hulpverlening (qua bereikbaarheid, middelen en organisatie) kan plaatsvinden tijdens een incident, waarbij de veiligheid van personen in het geding komt.'

Tijdens de uitvoeringswerkzaamheden is het van belang dat bereikbaarheid voor hulpverleningdiensten te allen tijde geborgd is. Ook dient aansluiting te worden gevonden op de bestaande procedures en afspraken die tussen de huidige bedienaars, beheerders en de hulpverleningsdiensten zijn gemaakt (zoals vastgelegd in het calamiteitenplan en ontruimingsplannen).

Ook in de gebruiksfase moet de bereikbaarheid voor hulpverleners geborgd zijn zodat passanten, bewoners en andere in het gebied aanwezig en ook dieren tijdig geïnformeerd kunnen worden en de nodige assistentie adequaat kan worden verleend. Vanwege de wijzigende omgeving (de nieuwe sluis die aan het bestaande complex wordt toegevoegd) dienen calamiteiten en ontruimingsplannen op dit punt grondig te worden beoordeeld en aangepast, in het Operationeel Concept Document wordt de nodige aandacht aan dit onderwerp geschonken.

14 UITVOERING/BOUWFASERING

14.1 Inleiding

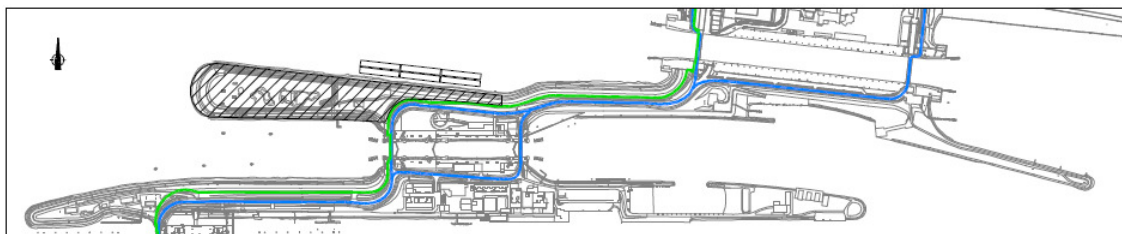
In dit hoofdstuk is een mogelijke globale uitvoering (8 faseringen) gegeven. Voor het bepalen van de overall uitvoering zijn met name de volgende aspecten van belang:

1. Te allen tijde waarborgen van de primaire waterkering (op schetsen in groen weergegeven);
2. Scheepvaart mag nagenoeg geen hinder ondervinden van de aanleg van de Nieuwe Zeesluis (met andere woorden, volledig operationeel blijven van de huidige sluisen gedurende de bouw en na realisatie);
3. De wegverbinding tussen IJmuiden – Velsen dient in stand gehouden te worden tijdens en na de bouw. Een korte stremming van het wegverkeer is toegestaan. (De wegverbinding is in blauw schematisch weergegeven)

De uitwerking van de bouwfasering heeft als doel de technische haalbaarheid van de bouw aantoonbaar te maken.

14.2 Fasering

14.2.1 Bouwfase 1 – Voorbereidende werkzaamheden

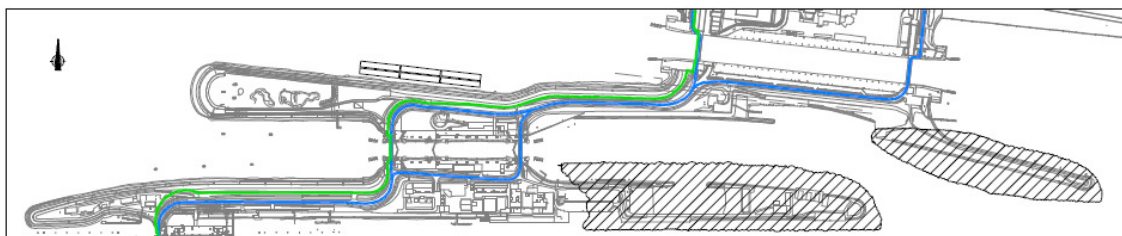


Figuur 14-1: Bouwfase 1 – Voorbereidende werkzaamheden

In de voorbereidingfase dienen onderstaande werkzaamheden te worden verricht.

- Het verwijderen van het bestaande bedieningsgebouw. Er dient te worden voorzien in een tijdelijk bedieningsgebouw voor de bediening van de bestaande Noordersluis. Een locatie hiervoor dient te zijner tijd te worden vastgesteld. Behalve het tijdelijke bedieningsgebouw moeten ook alle noodzakelijke bekabeling worden gelegd dan wel omgelegd. Een optie is om het tijdelijke gebouw zodanig te construeren dat aanpassing tot een definitief centraal bedieningsgebouw mogelijk is.
- Het bouwrijp maken van het terrein. Dit betreft het verwijderen van alle aanwezige objecten die de bouw van de Nieuwe Zeesluis in de weg staan. Objecten zonder functie kunnen worden verwijderd, overige functies dienen te elders te worden ondergebracht/ verplaatst.
- Aangezien de bestaande wegverbinding over het sluisencomplex beperkingen met zich meedraagt m.b.t. tonnage van voertuigen, moet nagenoeg al het materialen en materieel over water aangevoerd worden. Het Middensluiseliland west wordt hiervoor ingericht. Er dienen tijdelijke aanlegkades gesitueerd te worden om aan- en afvoer van materieel en materiaal mogelijk te maken. Tevens is hier ruimte voor het plaatsen van bouwketen.

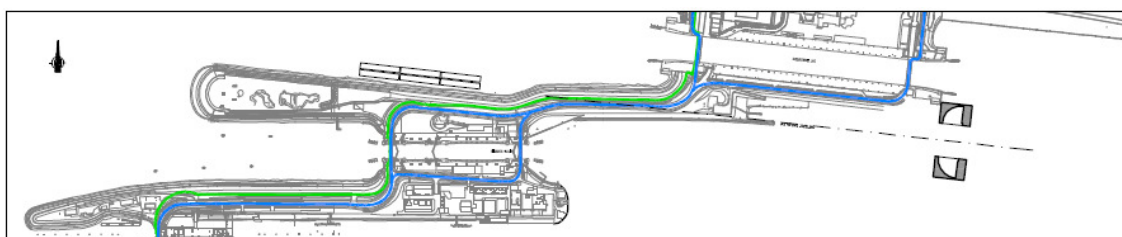
14.2.2 Bouwfase 2 – Verwijderen Middensluiseiland oost + Zuidersluiseiland oost



Figuur 14-2: Bouwfase 2 - Verwijderen van Middensluiseiland oost + Zuidersluiseiland oost

- De bestaande sluzen dienen zowel in de bouwfase van de Nieuwe Zeesluis als in de gebruiksfase volledig operationeel te blijven. Door plaatsing van het binnensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis ontstaat er een vernauwing voor het uit- en invaren van de Middensluis. Om dit knelpunt op te lossen dient het Zuidersluiseiland oost te worden geamoveerd. De werkzaamheden zullen in hoofdzaak bestaan uit het verwijderen van bestaande constructies (o.a. afmeerpalen, steenbestorting, ontmanteling werkterrein) en het droog en nat ontgraven van het eiland. De kop van het ingekorte Zuidersluiseiland zal worden voorzien van een oeverbekleding.
- Voor inpassing van het binnensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis is het noodzakelijk om een deel van het Middensluiseiland oost te amoveren. De werkzaamheden zullen in hoofdzaak bestaan uit het verwijderen van bestaande constructies (o.a. afzetplaats auto's, afmeerpalen, steenbestorting) en het droog en nat ontgraven van het eiland.
- Aan de zuidzijde van het werkterrein van de Nieuwe Zeesluis worden tijdelijke beschermopalen geplaatst met als doel een duidelijke markering te vormen voor de in- en uitvarende schepen van de Middensluis.

14.2.3 Bouwfase 3 – Realisatie binnensluishoofd

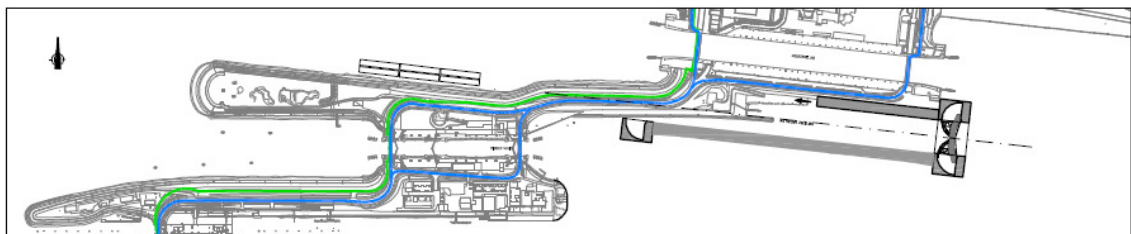


Figuur 14-3: bouwfase 3 – Realisatie binnensluishoofd

- De bouw van de noordelijke sluishoofdwal van de deur van het binnensluishoofd zal gefaseerd worden uitgevoerd. Het onderste gedeelte van deze wal wordt gebouwd op het Middensluiseiland west. Er worden 3 betonnen elementen gebouwd welke worden voorzien van een snijrand. De hoogte van deze elementen bedraagt circa 17m. Met behulp van een drijvende pontonkraan worden de elementen op de definitieve locatie geplaatst. De hoogte van de elementen (17m) is zodanig gekozen dat de bovenzijde circa 2m boven kanaalpeil reikt. De elementen worden door middel van een natte knoop aan elkaar gekoppeld en het bovengedeelte van de wal wordt ter plaatse gebouwd. Het geheel wordt na volledige uitharding pneumatisch afgezonken tot op de vereiste diepte van NAP -35,00m. Deze fasering wordt herhaald voor de zuidelijke sluishoofdwal, welke uit 1 deel bestaat.

- Aansluiting/ koppeling tussen het binnensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis en binnensluishoofd Noordersluis dien te worden gerealiseerd.
- De bouw van de vloer van het gehele sluishoofd bestaat uit prefab zinkelementen. De grond tussen de beide sluishoofd wanden wordt verwijderd, waarna de damwanden t.b.v. de onderloopsheidschermen worden geplaatst. De wanden worden met behulp van een hoogfrequent trilblok ingebracht. Een goede aansluiting met de sluishoofden wordt gerealiseerd door vooraf ingestorte damwandnaalden in de sluishoofdwanden in het ontwerp op te nemen.
- De prefab vloer elementen worden ingevaren en afgezonken. De koppeling van met de onderloopsheidschermen geschiedt door middel van groutinjectie. De drempel elementen worden gekoppeld aan de wanden door middel van stalen trekstaven.
- Na het gereedkomen van de gehele ruwbouw kan de deur worden geplaatst en afgemonteerd. Deze activiteit ligt niet op het kritieke pad, maar moet wel plaatsvinden voordat begonnen wordt met de bouw van de drempel van het westelijke sluishoofd. Hierbij wordt namelijk de bestaande primaire kering doorbroken en moet de zuidelijke kolkwand, het binnensluishoofd en de noordelijke kolkwand deze functie (waterkeren) overnemen.
- Tijdens deze bouwfase is een verhoogde kans van aanvaren van het binnensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis gezien deze grens aan de vaargeul en sluishoofd van het binnensluishoofd van de Noordersluis. Een goede afstemming is hiervoor vereist. Tevens wordt er voorzien in het plaatsen van beschermipalen om het aanvaarrisico te beperken. De werkzaamheden voor plaatsen van het binnensluishoofd van de Noordersluis kan leiden tot enige hinder of een nachtelijke stremming van het scheepvaartverkeer.

14.2.4 Bouwfase 4 – Realisatie kolkwanden + zuidelijk deel buitensluishoofd



Figuur 14-4: Bouwfase 4 – Realisatie kolkwanden en zuidelijk deel van buitensluishoofd

Zuidelijke kolkwand

- De zuidelijke kolkwand wordt gerealiseerd. Gestart wordt bij het binnensluishoofd en er wordt gewerkt in westelijke richting, richting buitensluishoofd. Deze wand bestaat uit een kistdamconstructie. Stalen combiwanden wordt ingebracht door middel van een hoog frequent trillingsblok. De afstand tot de bestaande Noordersluis is meer dan 50m en der halve wordt het risico tot schade aan de bestaande constructie als gevolg van trillen aanvaardbaar geacht. De ruimte tussen de damwanden wordt aangevuld met zand tot verankeringsniveau. Na het aanbrengen van de verankering, het bouwen van de betonnen bovenbouw (deksloof en betonnen 'raamwerk') wordt verder aangevuld tot sluisplateau niveau van NAP +7.00m. Een goede aansluiting met de sluishoofden wordt verkregen door vooraf ingestorte damwandnaalden in de betonwanden van de sluishoofden.

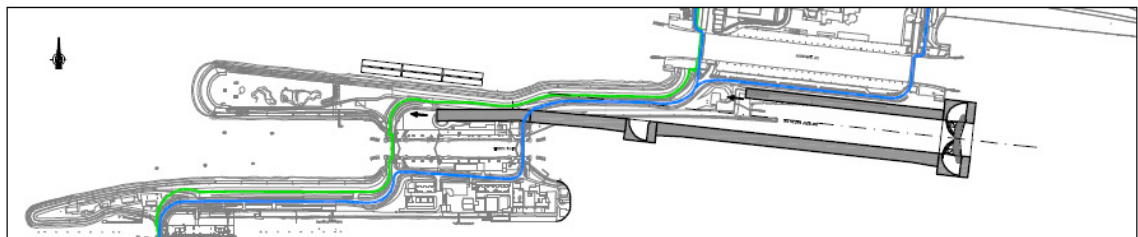
Zuidelijk gedeelte buitensluishoofd

- Het zuidelijke gedeelte van het buitensluishoofd wordt op identieke wijze gerealiseerd als de bouw van het zuidelijke gedeelte van het binnensluishoofd en voor de beschrijving wordt dan ook verwezen naar bouwfase 3.

Noordelijke kolkwand

- De noordelijke sluiscolkwand bestaat uit een L-wand constructie (ontlastvloerconstructie). Voor een deel, ter hoogte van het buitensluishoofd van de Noordersluis, kan een aangepaste paal en anker configuratie nodig zijn in verband met de aanwezige bestaande constructies. Gestart wordt met de ontlastvloerconstructie ter plaatse van het buitensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis. Gewerkt wordt in westelijke richting. Deze constructie heeft beperkingen ten aanzien van de toekomstige uitbreidbaarheid maar om het feit dat dit type wand zich beter gedraagt ten aanzien van zettingen, minder horizontale verplaatsingen geeft en in kosten goedkoper is in vergelijking met de kistdamconstructie, is (door de opdrachtgever) voor deze oplossing gekozen. De voorwand bestaat uit een stalen combiwand. Vanwege het feit dat deze wand dicht bij de bestaande constructie staat wordt de wand geplaatst in een bentoniet sleuf. Daar waar een bentoniet sleuf niet mogelijk is worden de damwanden hoog frequent ingebracht al of niet gecombineerd met spuiten. De benodigde trek- drukpalen zijn in de grond gevormde palen en worden trillingsvrij aangebracht. Na het gereedkomen van de voorwand en de paalfundering wordt de betonnen L-wand constructie gestort. De huidige wegverbinding ligt in horizontale zin ver genoeg van de ontlastvloer constructie om het wegverkeer ongehinderd door te kunnen laten gaan.
- In bouwfase 4 wordt nog niet de volledige L-wand constructie gerealiseerd gezien er een knelpunt ontstaat met betrekking tot de wegverbinding en primaire waterkering ter plaatse van het buitensluishoofd van de Noordersluis.

14.2.5 Bouwfase 5 – Realisatie fuikwand

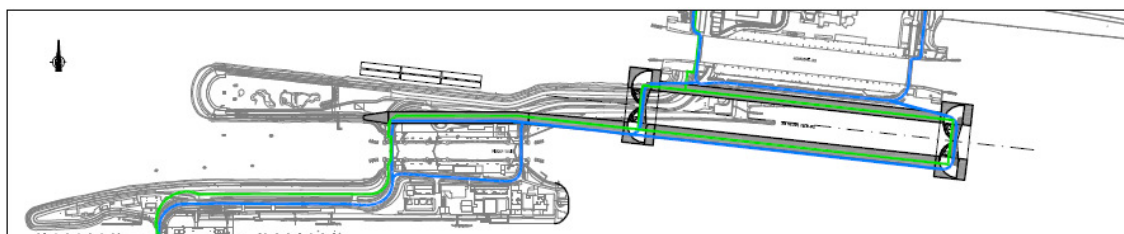


Figuur 14-5: Bouwfase 5 – Realisatie fuikwand (zuidzijde Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal)

- In fase 5 wordt de fuikwand (zuidzijde Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal) gebouwd worden. De fuikwand is in feit in 3 verschillende secties opgedeeld. Tussen het buitensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis en het binnensluishoofd van de Middensluis is in het ontwerp een kistdamconstructie voorzien (bouwmethode gelijk aan bouw zuidelijke kolkwand Nieuwe Zeesluis) gezien aan beide zijden water aanwezig is. Ter hoogte van de Middensluis is een L-wand constructie voorzien (bouwmethode gelijk aan bouw noordelijke kolkwand Nieuwe Zeesluis). Als eindconstructie is een 'kistdamconstructie' voorzien.
- Ten aanzien van de bouw van de kistdamconstructie zal mogelijk enige hinder/ restrictie voor de scheepvaart, die gebruikt maakt van de Middensluis, optreden.

- Na het gereedkomen van de fuikwand kan het wegverkeer over de fuikwand, het zuidelijk deel van het buitensluishoofd, de zuidelijke kolkwand en het binnensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis omgeleid worden.
- Ten behoeve van de bouw van de fuikwand zal het wegverkeer enige hinder ondervinden. Bij realisatie van de bouw van de fuikwand ter hoogte van het binnensluishoofd van de Middensluis zal het wegverkeer alleen gebruik kunnen maken van de wegverbinding over het buitensluishoofd van de Middensluis. Na voltooiing van de fuikwand ter hoogte van het binnenhoofd zal het wegverkeer over de fuikwand rijden. Het verkeer kan tijdelijk alleen gebruik maken van de wegverbinding over het binnensluishoofd van de Middensluis.

14.2.6 Bouwfase 6 – Realisatie noordelijke kolkwand en noordelijk deel buitensluishoofd



Figuur 14-6: Bouwfase 6 – Realisatie Noordelijke kolkwand en noordelijk deel buitensluishoofd

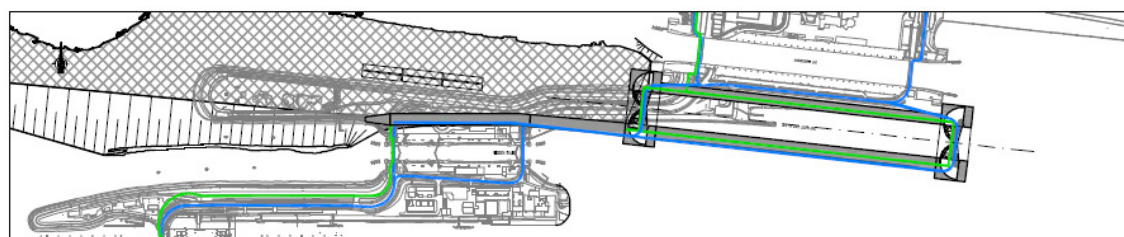
Noordelijk gedeelte buitensluishoofd

- Het noordelijke gedeelte van het buitensluishoofd wordt op identieke wijze gerealiseerd als de bouw van het noordelijke gedeelte van het binnensluishoofd en voor de beschrijving wordt dan ook verwezen naar bouwfase 3.

Noordelijke kolkwand

- Na voltooiing van het buitensluishoofd wordt de noordelijke kolkwand, ontlastvloerconstructie, gereed gemaakt. De bouw van de ontlastvloerconstructie is reeds beschreven bij bouwfase.

14.2.7 Bouwfase 7 – Afbouw buitensluishoofd en realisatie kolkbodem



Figuur 14-7: Bouwfase 7 – Afbouw buitensluishoofd en realisatie kolkbodem

Buitensluishoofd

- Tussen de kolkwanden en de wanden van het buitensluishoofd wordt de bodem weggebaggerd tot de vereiste diepte. Deze werkzaamheden kunnen deels parallel lopen met de afbouw van de sluishoofden + inrichting van de kolkwanden.
- Voor de afbouw van het buitensluishoofd worden eerst de onderloopse schermen geplaatst. De prefab vloerdelen worden ingevaren, afgezonken en gekoppeld aan de wanden van het sluishoofd.

- Na gereedkomen van het betonwerk kan de deur worden ingevaren en geplaatst.

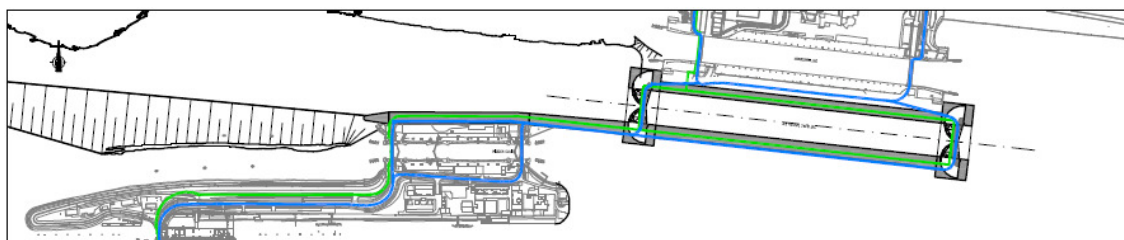
Baggeren voorhavens (inclusief verwijderen Middensluiseiland west)

- Ten behoeve van het in- en uitvaren van de maatgevende schepen dient de nieuwe zeesluis aan te sluiten op de vaargeulen van de binnen- en buiten toeleidingskanalen (bestaande vaargeulen). Het Middensluiseiland west wordt verwijderd en de toeleidingskanalen/ voorhavens worden op diepte gebaggerd.

De kolkbodem

- Nadat de sluisbodem op de vereiste diepte is ontgraven wordt de kolkvloer aangebracht. Een doek van geotextiel met daarop een vleilaag van granulair materiaal wordt op de bodem aangebracht. Hierop worden prefab betonnen blokken (zetblokken) geplaatst. Aandacht moet worden besteed aan een goede aansluiting met de damwandprofielen van de kolkwanden en het betonwerk van de drempelconstructie. Deze aansluiting zal gerealiseerd worden in de vorm van gepenetreerde stortsteen.

14.2.8 Bouwfase 8 – Afbouw van de sluis



Figuur 14-8: bouwfase 8 – Afbouw van de sluis

In fase 8 wordt onderscheid gemaakt in het opschonen van het werkterrein (ontmanteling bouwterrein Middensluiseiland west), het baggeren van de voorhavens (inclusief verwijderen Middensluiseiland west) en het afbouwen van de sluis.

Ontmanteling bouwterrein

- Ten behoeve van het afronden van de werkzaamheden dient het bouwterrein opgeschoond te worden. Het betreft het verwijderen van de keten/ kantoren, het opruimen van materiaal en materieel.

Afbouwen van de Nieuwe Zeesluis

- Het afbouwen van de Nieuwe Zeesluis betreft onder andere de volgende werkzaamheden (niet uitputtend):
- Het installeren van de bewegingswerken voor de deuren. Het besturingssysteem en de benodigde hard- en software in het bedieningsgebouw worden geïnstalleerd. Na het gereedkomen wordt de gehele installatie getest en beproefd.
- Het maken van de definitieve wegverbinding over de kolkwanden en deuren. Gedurende alle bouwfases wordt het wegverkeer enkele malen omgelegd, maar zal doorgang mogelijk zijn. De doorgang zal eventueel met tijdelijke hulpbruggen/ constructies moeten plaatsvinden en in deze fase van ontwerp nog niet helemaal in detail uitgezocht.
- Het plaatsen van de benodigde geleidewerken voor de Nieuwe Zeesluis en de bestaande Middensluis.

14.3 Hinder tijdens de bouw

14.3.1 Hinder voor de scheepvaart (Risico's tijdens de bouw)

Voor het beoordelen van de risico's voor de scheepvaart tijdens de bouw van de Nieuwe Zeesluis is een kwantitatieve beoordeling gegeven door Marin aan de hand van een 8-tal geleverde tekeningen van de globale bouwfasering, zie bijlage 4. In de rapportage zijn de werkzaamheden in drie soorten activiteiten opgesplitst en vervolgens wordt de hinder en de daaruit voortvloeiende risico's beoordeeld. Opgemerkt wordt dat de risico's in kaart zijn gebracht voor de variant zoals gesimuleerd en niet voor een variant voor waarbij de sluishoofden van de Nieuwe Zeesluis om de sluishoofden van de Noordersluis zijn gelegen.

Tijdelijke havenvoorzieningen

De tijdelijke havenvoorziening bestaat in de bouwfases 1 t/m 6 uit meerpalen met daaraan afgemeerd maximaal 6 Europa II bakken. Deze meerpalen worden geplaatst tegen het noord- talud van de westzijde van het dan nog aanwezige Middensluiseland. Deze bakken kunnen in de praktijk door de diepstekende schepen voor de Noordersluis niet geraakt worden. De zeeschepen lopen namelijk vast op het talud, voordat ze de bakken kunnen raken.

Voor kleine schepen is er nog steeds ruim voldoende ruimte voor de aanloop naar de Noordersluis. De enige restrictie die opgelegd moet worden is dat de schepen de gemeerde bakken met matige snelheid passeren om de bakken niet van de palen los te trekken. In de aanloop naar de Noordersluis zullen de schepen al snelheid minderen zodat deze restrictie in de praktijk geen probleem oplevert. De restrictie is besproken met de loodsen uit IJmuiden, die het simulatoronderzoek uitvoerden. Zij zagen ook geen enkel probleem met de tijdelijke havenvoorzieningen en de daar gemeerde bakken.

Wegbaggeren van bestaande sluiselanden

In de bouwfases 1 en 7 worden bestaande stukken land weggebaggerd. Omdat deze stukken buiten de bestaande vaargeulen liggen levert dit slechts zeer geringe hinder op voor de scheepvaart vanuit het Noordzeekanaal naar de Noordersluis (in fase 1) omdat dit gebied ver buiten de vaarbaan van de Noordersluis is gelegen.

In fase 7 wordt ten westen van de Noordersluis en de Middensluis gebaggerd. Omdat deze gebieden dicht bij de vaarbanen naar de sluis liggen kan hier iets meer hinder ontstaan dan in fase 1. Er wordt echter nog steeds naast en niet in de vaargeulen naar de sluisen gebaggerd. De hinder beperkt zich daarom tot het af en toe manoeuvreren van de baggerschepen en gerelateerde vaart in de vaargeulen. Dit geeft veel minder hinder dan baggeren van materiaal in de vaargeul.

Bouw zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en fuikwand

In de bouwfases 3,4 en 5 worden de zuidelijke kolkwanden, het sluishoofd en de fuikwand gebouwd. Dit zal voor de vaart uit het Noordzeekanaal voor de Middensluis hinder opleveren. Afhankelijk van de gekozen bouwmethodiek zal de aanloplengte en beschikbare breedte beperkt worden.

Voor de vormgeving van de voorhaven van de Middensluis zijn reeds real-time simulaties uitgevoerd voor diverse breedtevarianten van de Nieuwe Zeesluis. Uit de resultaten van die simulaties kunnen ook adviezen volgen voor de bouwfases 3, 4 en 5.

Optredende Risico's

Zoals beschreven in de bovenstaande paragrafen zal er in enkele bouwfases hinder ontstaan voor de scheepvaart naar de bestaande sluisen. Hierdoor zal per definitie tot verhoging van risico leiden of tot enig tijverlies. De hinder is echter over het algemeen zeer beperkt en zal niet tot een merkbare verhoging van het risico leiden. De meest kritieke aspecten zijn de bouw van de kistdam tussen het buitensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis en het binnensluishoofd van de Middensluis en de bouw van de noordelijke sluishoofden, zowel binnen- als buitensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis.

14.3.2 Hinder voor wegverkeer (Risico's tijdens de bouw)

De hinder voor het wegverkeer over het sluisencomplex zal gedurende de bouw van de Nieuwe Zeesluis enige hinder ondervinden. Het wegverkeer zal met name hinder ondervinden in bouwfase 5. Het wegverkeer zal in deze fase alleen gebruik kunnen maken van óf het binnensluishoofd van de Middensluis óf het buitensluishoofd van de Middensluis. Een volledige stremming lijkt vooralsnog niet van toepassing.

15 RISICO'S EN BEHEERSMAATREGELEN

In een tweetal risicosessie met OG en ON team voorafgaande en aan het einde van de VO fase en door de ontwerpers tijdens de VO fase zijn met name de technische risico's geïnventariseerd, gekwantificeerd, beheersmaatregelen uitgevoerd. Vervolgens zijn de restrisico's met beheersmaatregelen geformuleerd voor de volgende ontwerpfase en met name voor de uitvoering- en gebruiksfase. De risico's met gevolgen voor geld zijn verwerkt in de investeringsraming en de onderhoudskostenraming en separaat gerapporteerd in het Kostenrapport[7] van het Ramingsdossier. De risico's met gevolgen voor tijd zijn verwerkt in de PPI planning[8] en separaat gerapporteerd. Alle risico's zijn verwerkt in het Risicodossier[9] en separaat gerapporteerd.

Hieronder volgende belangrijkste technische risico's gerubriceerd naar aard, fase en beheersmaatregelen voor de volgende projectfasen.

15.1 Ondergrond

De grondslag is ongunstiger dan aangenomen waardoor de volgende ongewenste gebeurtenissen optreden:

- Blijvende zettingen of zettingverschillen op van de sluishoofden met als gevolg dat deuren niet meer functioneren.
- Uitspoeling van zand omdat kwelscherm te kort is met als gevolg verzakkingen van bijv. de verharding
- Fundering- en anker-elementen zijn te kort waardoor meer vervormingen en/of instabiliteit ontstaat
- Er vinden zettingsvloeiingen plaats tijdens uitgraven voorhavens waardoor hinder voor scheepvaart ontstaat.

Uit de probleeminventarisatie en analyse **Conventionele Explosieven** is gebleken dat de bouwlocatie een risicogebied is, daarom wordt er **detectieonderzoek** sterk aanbevolen.

Door onverwachte obstakels zoals oude funderingen, niet gesprongen explosieven of andere schoorstand en /of aanlegniveau van de palen van de Noordersluis of Middensluis gebeurt het volgende:

- Damwanden en/of palen kunnen niet op diepte gebracht voordat obstakels zijn verwijderd of er een vervangende constructie wordt aangebracht.

De beheersmaatregel is het uitvoeren van **gedegen grondonderzoek voorafgaande aan de volgende ontwerpfase** opdat **ontwerp aangepast** kan worden. Voorts kan **monitoring** in de uitvoeringsfase van de zettingen worden overwogen.

15.2 Stroming en golven

Onderschatting van negatieve effecten van:

- Negatieve golfeffecten ten gevolge van de nieuwe harde fuikwand in de buitenvoorhaven veroorzaakt meer hinder van de scheepvaart
- Er treedt onverwachte stroming ten gevolge van zout/zoet uiwisseling bij openen van de deuren waardoor onveilige of oncomfortabele situatie voor de scheepvaart kan ontstaan.
- Spuien via de sluis waardoor ongewenste trillingen kunnen optreden waardoor schade aan deur kan ontstaan.

In eerste instantie is **meer gedetailleerd hydraulisch en nautisch onderzoek** nodig om het risico en de gevolgen beter te kwantificeren. Daarna kan er **aanpassing van het ontwerp nodig zijn of beperking van het gebruik in bepaalde situaties**.

15.3 Bestuurlijke politieke economische dynamiek

Door de lange looptijd van het project kunnen er volgende gebeurtenissen zich voordoen:

- Informatie (kosten en baten) uit planstudie fase sluit niet aan op inzichten die ontstaan voor of tijdens aanbesteding
- Bestuurlijke verkiezingen gedurende de realisatie waardoor Er gaan andere mensen op bestuurlijk niveau zich bemoeien met het project. Hierdoor ontstaan nieuwe/andere inzichten en bestuurlijke vertraging in het vergunningen traject.

Helaas valt hier naast het al gehanteerde principe van "sneller en beter" niet veel aan te beheersen.

15.4 Voorbereiding

In de voorbereiding van de bouw van de sluis kunnen nog de volgende risico's optreed:

- Te verwijderen sluiseilanden zijn niet functievrij omdat er onvoldoende is gecommuniceerd met belanghebbenden zoals vletterdienst, sleepdienst, kabel en leidingbeheerders.
- Staal onderaannemer wordt onvoldoende / te laat betrokken bij aanbesteding van hoofdaannemer (civiel) waardoor het ontwerp en/of uitvoering achteraf niet juist of kwalitatief slecht is.

Tijdige communicatie en adequate voorbereiding is essentieel en juiste voorselectie van inschrijvers ook.

15.5 Bouwhinder

Tijdens de bouw kan er met name door de zeer beperkte ruimte om te bouwen in een blijvend functionerend sluisencomplex het risico optreden dat de functies onvoldoende geborgd worden of er meer hinder ontstaat dan verwacht. **Goede communicatie, voorbereiding en zware boete die in verhouding staat tot de maatschappelijke schade zijn essentiële beheersmaatregelen.**

15.6 Aanvaring

Schade aan constructies zoals sluisdeuren, draaipunten of zuidelijke kolkwand en noordwestelijke sluishoofdwand ten gevolgen van een aanvaring tijdens de uitvoering is reëel risico omdat ruimte beperkt is. Tijdelijk beschermingsconstructies al dan niet in combinatie van enige beperking van de scheepvaartverkeer kunne grote gevolgen beperken.

Aanvaarschade in de gebruiksfase omdat de kans van optreden en de mogelijkheden om de gevolgen te beperken worden onderschat is ook een mogelijk risico. Overwogen moet worden om bijv. de deurcilinders beter af te schermen of in een andere configuratie te zetten, echter daarbij dient voorkomen te worden dat dit ten koste gaat van de beschikbaarheid of leidt tot hoger extra kosten die niet opwegen tegen accepteren of verzekeren van het risico.

15.7 Toekomstbestendigheid

De mogelijkheid bestaat dat de ontwikkelingen met toekomstige hoofd- en boegschroef grotere belastingen veroorzaken en de bodembescherming instabiel wordt. Overwegen om extra te overdimensioneren of het risico te accepteren dat bodembescherming in de toekomst vervangen of verzaamd moet worden.

16 **SYSTEMSPECIFICATIE**

Conform het stappenplan System Engineering (hoofdstuk 3) incl. bijbehorende werkwijzebeschrijvingen is de systeem- en objectspecificatie op basis van de uitkomsten van het voorontwerp geactualiseerd. Hierbij is gekeken welke ontwerpkeuzes zeer waarschijnlijk niet meer veranderen zoals de locatie van de sluis en ontwerpkeuzes die nog wel kunnen veranderen door bijv. verdere optimalisatie of een andere afweging door een andere ontwerpende partij in het kader van een DBFM contractering. Zo wie zo dient er in dat kader nog een vraagspecificatie opgesteld te worden.

De objectspecificaties zijn in bijlage 13 weergegeven.

17 REFERENTIES

- [1] Klanten Eisen Specificatie, DHV&lv-Infra, 8 september 2011
- [2] Operationeel Concept Document, DHV&lv-Infra, 7 februari 2012
- [3] Subvariantennota, DHV&lv-Infra, 26 september 2011
- [4] Memo voorstel uit te werken integrale subvarianten, DHV&lv-Infra, 10 oktober 2011
- [5] Deelrapport Externe Veiligheid, DHV&lv-Infra, november 2011
- [6] Kostenrapport, DHV&lv-Infra, februari 2012
- [7] PPI planning, DHV&lv-Infra, december 2011
- [8] Risicodossier, DHV&lv-Infra, december 2011

Opdrachtgever	: Rijkswaterstaat Noord-Holland
Project	: Zeetoegang IJmond
Dossier	: BA3334-102-102
Omvang rapport	: 160 pagina's
Auteur	: E.A. Brassier
Bijdrage	: W.P.J.Langendijk,K. Benayad, B. de Ruiter, E. Persoon(Iv-Infra), JJ. Van Sloten, K. G.T.M. Smits, A.F. van der Plas, M.Sokolewicz, M Visser, C. Vreman (DHV), F. Verkerk(Marin), B.v. Vossen, R. de Jong, O. Weiler(Deltares)
Interne controle	: G.T.M. Smits, H. Vos, W.D. van der Wiel, E. Brassier, P.J.C. van Lierop
Projectleider	: E. A. Brassier
Projectmanager	: W.H.G. Klomp
Datum	: 13 februari 2012

DHV B.V.

*Delta Development
Laan 1914 nr. 35
3818 EX Amersfoort
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
T (033) 468 20 00
F (033) 468 28 01
E info@dhv.com
www.dhv.nl*

BIJLAGE 1 Uitgangspunten Civiele Constructies

Zeetoegang IJmond

Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1

Proof of Concept



Uitgangspunten Civiele Constructies

Rijkswaterstaat Noord-Holland

januari 2012
Definitief

Zeetoegang IJmond

Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1

Proof of Concept

Uitgangspunten Civiele Constructies

dossier : BA3334-102-100

registratienummer : WPPoC-20110411-JSL-01

versie : 4.0

classificatie : Klant vertrouwelijk

Rijkswaterstaat Noord-Holland

januari 2012

Definitief

INHOUD**BLAD**

1	INLEIDING	3
1.1	Doel	3
1.2	Scope	3
1.3	Leeswijzer	3
2	NORMEN EN RICHTLIJNEN	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Overzicht	4
3	RANDVOORWAARDEN	7
3.1	Inleiding	7
3.2	Bestaande situatie	7
3.3	Taakstellende faalkans	8
3.4	Scheepvaart	9
3.5	Geologische randvoorwaarden	9
3.6	Hydraulische randvoorwaarden	10
3.7	Kabels en leidingen	12
3.8	Obstakels	12
4	VEILIGHEIDFILOSOFIE	13
4.1	Inleiding	13
4.2	Primaire waterkering	13
4.3	Overige onderdelen.	15
4.4	Samenvatting	15
5	UITGANSGPUNTEN	16
5.1	Ontwerplevensduur	16
5.2	Uitgangspunten betreffende de scheepvaart	16
5.3	Uitgangspunten betreffende de waterkering	18
5.4	Hydraulische uitgangspunten voor schutcyclus	19
5.5	Uitgangspunten betreffende waterbeheer	20
5.6	Uitgangspunten betreffende de kruisende infrastructuur	21
5.7	Geotechnische uitgangspunten	22
5.8	Bouwfaserings	23
6	BELASTINGEN / BELASTINGCOMBINATIES	25
6.1	Permanente belastingen	25
6.2	Veranderlijke belastingen	25
6.3	Bijzondere belastingen	28
6.4	Belastingcombinaties	28
7	REFERENTIELIJST	29
8	COLOFON	31

BIJLAGE

DHV B.V.

1 Bepalen belastingfactor.

1 INLEIDING

1.1 Doel

Dit document beschrijft de uitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp voor de nieuwe zeesluis. Deze nieuwe schutsluis wordt ingepast in het bestaande sluisencomplex IJmuiden. Beschreven wordt welke uitgangspunten en randvoorwaarden van belang zijn voor de civieltechnische uitwerking van de schutsluis. Het doel van dit document is het vastleggen van de meest belangrijke randvoorwaarden en uitgangspunten voor de diverse onderdelen van de schutsluis.

1.2 Scope

Deze beschrijving beperkt zich tot het civiel technisch ontwerp van de nieuwe zeesluis in het bestaande sluisencomplex in het Noordzeekanaal bij IJmuiden.

Dit ontwerp uitgangspuntendocument is opgesteld als basis voor de constructieve uitwerking van alle integrale subvarianten van de nieuwe zeesluis.

Na vaststelling van de Klanten Eisen Specificatie, het Operationeel Concept Document en onderhavig document worden de Objectspecificaties definitief vastgesteld.

Afbakening;

De nieuwe zeesluis heeft de volgende functionele (top) eisen. Het keren van water, het beheren van water, het faciliteren voor scheepvaart- en wegverkeer.

In dit uitgangspunten document wordt geen volledige opsomming gegeven van alle eisen die voor het object van toepassing zijn. Hiervoor wordt verwezen naar het document Objectspecificaties.

1.3 Leeswijzer

De opzet van dit document is als volgt:

Hoofdstuk 2 beschrijft welke normen en richtlijnen voor het ontwerp dienen te worden aangehouden.

Hoofdstuk 3 beschrijft welke randvoorwaarden bij het ontwerp van belang zijn.

Hoofdstuk 4 beschrijft de ontwerp methodiek die bij het ontwerp van belang zijn.

In hoofdstuk 5 worden de uitgangspunten voor de diverse onderdelen beschreven.

In hoofdstuk 6 worden de uitgangspunten vertaald naar belastingen en worden de belasting combinaties weergegeven.

2 NORMEN EN RICHTLIJNEN

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke normen en richtlijnen toegepast dienen te worden voor het technisch ontwerp van de nieuwe zeesluis.

2.2 Overzicht

In de navolgende tabel zijn behalve de te hanteren normen ook de leidraden, publicaties, aanbevelingen, richtlijnen en van toepassing zijnde vakliteratuur opgenomen welke leidend zijn voor het ontwerp:

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
Normen	E-1	– Eurocodes: Grondslagen: NEN-EN 1990 Belastingen: NEN-EN 1991 Beton: NEN-EN 1992 Staal: NEN-EN 1993 Hout: NEN-EN 1995 Geotechniek: EN 1997 alle van toepassing zijnde subnormen van de hier bovengenoemde normen			
Leidraden	L-1	Leidraad “Duurzaam Ontwerpen GWW”, CUR-rapport 99-6, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) i.o.v. Ministerie van Verkeer en Water, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat	1999	CUR	
	L-2	Leidraad “Milieuzorg - handleiding bij onderhouds- en renovatiewerkzaamheden”, rapportnummer DUBOP-R-97154, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Programmabureau DuBo-GWW		RWS	
	L-3	Leidraad afvalstoffen Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.		RWS	
	L-4	Leidraad Bouwstoffen RWS, Deel I en II.	2007	RWS, DWW	

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
	L-5	Leidraad Kunstwerken TAW	maart 2003	TAW	
	L-6	Leidraad Afdeling Veiligheid; RA kader, Bouwdienst	April 2007 versie 3.0	RWS	document nog verder te ontwikkelen
	L-7	relevante documenten uit het programma IDVV (Impuls Dynamisch Verkeersmanagement Vaarwegen)	?	?	Volgt uit KES-0131
	L-8	Alle relevante documenten vanuit het uitvoeringsplan Scheepvaartverkeersmanagement 2009-2012 en de uitwerking daarvan	?	?	Volgt uit KES-0130
	L-9	Handleiding Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid	?	?	Volgt uit KES 0196
	L-10	Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006)	2006	TAW	
	L-11	Leidraad rivierdijken	1985	TAW	
Richtlijnen	R-1	Richtlijnen voor het ontwerpen van Betonnen Kunstwerken (ROBK)	Versie 6	RWS-BD	
	R-2	Aanvullingen en wijzigingen voor tunnels en aquaducten op: Richtlijnen voor het Ontwerpen van Betonnen Kunstwerken, versie 6 (ROBK).		RWS-BD	
	R-3	richtlijnen Vaarwegen RVW 2005 (Commissie Vaarweg Beheer).		RWS	
	R-4	Richtlijn scheepvaarttekens		RWS, AVV	
	R-5	Binnenvaart Politie Reglement (BPR), ISBN 90 6110 192-1			
	R-6	Technisch rapport Zandmeevoerende wellen		TAW	
	R-7	Richtlijn Bestaande Betonnen Kunstwerken (RBBK)		RWS-BD	
	R-8	RAW Suppletie Bouwdienst Rijkswaterstaat Paragrafen: 42.12.14 lid 06 42.12.19 lid 03 en 04 42.12.23 42.15.03 42.15.09 42.15.10 42.15.13 42.16.04 42.22.23		RWS-BD	
	R-9	PIANC guideline for design of fender systems: 2002		Pianc	

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
CUR-publicaties	C-1	CUR 166 damwandconstructies		CUR	
	C-2	CUR 99-8 Energie zuinig ontwerpen van civiele kunstwerken		CUR	
	C-3	CUR 213 Hout in de GWW-sector "duurzame detaillering in hout"		CUR	
	C-4	CUR 128 Koelen van beton		CUR	
	C-5	CUR 2001-4 Ontwerpregels voor trekpalen		CUR	
	C-6	A89 CUR-Aanbeveling 2002 Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (ASR)		CUR	
	C-7	CUR rapport BR 11 Duurzaam bouwen in de grond-, weg- en waterbouw		CUR	
	C-8	CUR 77 Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren, Aanbeveling		CUR	
	C-9	CUR rapport 85 Scheurvorming door krimp en temperatuurwisselingen in wanden		CUR	
Aanbevelingen	A-1	Beheer- en onderhoudssystematiek kunstwerken. Map 1: Systematiek.	Maart 2000, versie 2.0	RWS, Bouwdienst	
	A-2	Beheer- en onderhoudssystematiek kunstwerken. Map 2: Systematiek. (wel verouderd, nieuwe versie in ontwikkeling, beschikbaar in januari 2008)	Maart 2000, versie 2.0	RWS, Bouwdienst	
	A-3	"Checklist productverbetering kunstwerken RWS in ontwerp en onderhoud".	Maart 2003,	RWS, Bouwdienst	
	A-4	Aanbeveling van de keuring van hydrofobeermiddelen voor beton, volgens de eisen van Bouwdienst Rijkswaterstaat.		RWS, Bouwdienst	
	A-5	RBA duurzaam inkopen (Rijkswaterstaat Brede Afspraak)	8 januari 2010	RWS	
Vakliteratuur	V-1	EAU Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufer einfassungen" Hafen und Wasserstraben	2004	DGG	
	V-2	Ontwerp van Schutsluizen Deel 1 en 2	2000	RWS	

3 RANDVOORWAARDEN

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is beschreven welke randvoorwaarden van belang zijn voor het civieltechnische ontwerp van de sluis. Deze randvoorwaarden zijn opgesplitst in:

- Bestaande situatie
- Taakstellende faalkans
- Scheepvaart
- Geologische randvoorwaarden
- Hydraulische randvoorwaarden
- Kabels en leidingen
- Obstakels

3.2 Bestaande situatie

De nieuwe zeesluis wordt gebouwd in het gebied tussen de bestaande Middensluis en Noordersluis. Deze randvoorwaarde is vastgelegd in de vraagspecificatie.

De voorkeurslocatie voor de nieuwe zeesluis wordt bepaald in de subvariantennota.

Tevens wordt in deze nota studie verricht naar de bouwfaserings van de nieuwe zeesluis. De randvoorwaarden die uit deze bouwfaserings volgen worden opgenomen in het document objectspecificaties.

Een korte omschrijving van de voorhavens (buiten en binnen) en het sluisencomplex volgt hieronder. Voor een volledige omschrijving van alle objecten wordt verwezen naar het document objectspecificaties.

Voorhaven buiten

Voor dit project verstaan we onder "voorhaven buiten" het gebied tussen de pieren en het sluisencomplex en bestaat uit de volgende delen:

- ♦ De Buitenhaven: deze haven wordt aan de zeezijde omsloten door de pieren,
- ♦ Aan de zuidzijde van de Buitenhaven ligt de jachthaven Seaport Marina. Tezamen met het Kennemerstrand biedt dit gebied diverse recreatieve mogelijkheden. Ten oosten van Seaport Marina, aan het Zuiderbuitenkanaal, is de IJmondhaven aangelegd. Daarnaast bevinden zich de visserijhavens en een cruise-terminal,
- ♦ Het Forteiland: onderdeel van de stelling van Amsterdam is UNESCO werelderfgoed,
- ♦ Aan de noordzijde van het Forteiland, grenzend aan het Noorderbuitenkanaal, wordt een nieuwe lichterhaven geprojecteerd. Naar verwachting is deze in 2015 operationeel.
- ♦ Het gebied tussen het Forteiland en de sluisen, bestaande uit het Noorderbuitenkanaal, de buitenkaden van Tata Steel en de IJpalen (ook wel aangeduid als lichtervoorziening).

Sluisencomplex

Het sluisencomplex van IJmuiden is de entree van de Noordzee naar de havens van Amsterdam, Velsen, Beverwijk en Zaandam. Het bestaat uit de Kleine- en Zuidersluis (in gebruik genomen in 1876), de Middensluis (in gebruik genomen in 1896), de Noordersluis (in gebruik genomen in 1929), de Spuisluizen en het Gemaal. De Noordersluis is de grootste sluis van het complex. Hier kunnen schepen terecht met een maximale lengte van circa 325 m, een maximale breedte van 45 m of een maximum diepgang van maximaal 13,75 m (in zout water). Dieper stekende bulkschepen

worden buiten de sluisen - aan de IJpalen - gelichter, waarna ze de Noordersluis wel kunnen passeren. De Middensluis is de op één na grootste sluis waar schepen geschut kunnen worden tot 185 m lang en 24 m breed en met 8,5 m diepgang. In de praktijk worden zeeschepen met de hier geldende maximale afmetingen evenwel alleen in uitzonderlijke situaties door de Middensluis geschut. In beginsel gaan zeeschepen met een lengte van > 180 m, een breedte van > 18 m en een diepgang van > 8 m in de dagelijkse praktijk door de Noordersluis. In de Zuidersluis en Kleine Sluis worden vooral binnenvaartschepen en recreatievaartuigen geschut. In onderstaande tabel zijn de afmetingen van de sluisen en de maximale afmetingen van de schepen die in de verschillende sluisen geschut kunnen worden samengevat.

Sluis	In gebruik genomen/ gerenoveerd	Afmeting van de sluis			Afmeting te schutten zeeschepen. (=maximale afmeting binnenvaartschepen)	
		Lengte (m) tussen de deuren	Breedte (m) tussen de wanden	Diepte (m) t.o.v. NAP	Maximale lengte (m)	Maximale breedte (m)
Noordersluis	1929/2003	400	49,19*	-15,00	325	45
Middensluis	1896/1996	225	25	-10,00	185 (200)	24 (24,7)
Zuidersluis	1876/2000	120	18	-7,85	95 (100)	17 (17,9)
Kleine sluis	1876/1999	111	11	-3,75	(70)	(9,5)

Tabel 3-1: Afmetingen sluisen en maximale scheepsafmetingen [bron: technisch achtergronddocument RWS]

*) maatgevend als gevolg van oorlogsschade

Over het sluisencomplex ligt een wegverbinding tussen IJmuiden en Velsen-Noord (alleen geschikt voor personenauto's en langzaam verkeer). Daarnaast heeft het sluisencomplex (inclusief gemaal en spuisluis) ook de functie van primaire waterkering.

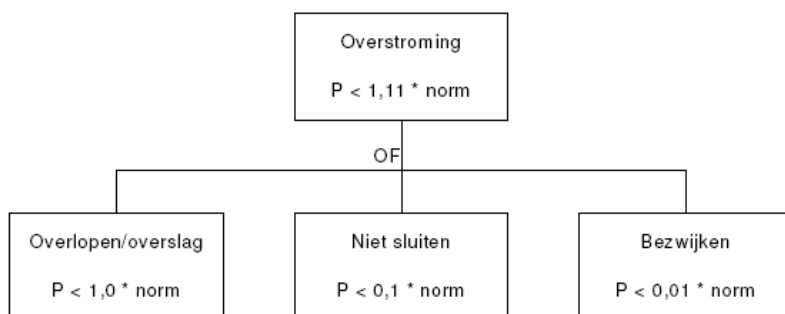
Voorhaven binnen

Ten oosten van het sluisencomplex (landzijde) ligt de zogeheten Velserkom, die de aansluiting vormt naar het Noordzeekanaal.

3.3 Taakstellende faalkans

Vanuit de waterkerende functie is de nieuwe zeesluis ingedeeld in constructietype I volgens de Leidraad kunstwerken 2003 [9]

Het sluiscomplex moet voorkomen dat er een ongewenste top gebeurtenis plaats vindt: Overstroming van het achterland. De taakstellende faalkans is conform Leidraad kunstwerken 2003 [9]



Figuur 3-1: Taakstellende faalkans.

P is de normfrequentie van de dijkring = 1:10.000 per jaar.

De genoemde sluisen en het gemaal welke onderdeel uitmaken van het gehele sluiscomplex IJmuiden worden beschouwd als aparte constructies. Deze constructies zijn aaneengeschaakeld door dijklichamen en coupures. Iedere constructie moet voldoen aan de gestelde faalkans. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de nieuwe zeesluis dus onafhankelijk van het gehele sluiscomplex moet voldoen aan de taakstellende faalkans. Dit is in overeenstemming met de Leidraad kunstwerken en de aanbeveling in [11]

3.4 Scheepvaart

Voor het ontwerp van de nieuwe zeesluis worden de volgende afmetingen voor het maatgevende schip aangehouden bij de 3 integrale subvarianten:

Schip	Type	Afmeting (m)	Variant 60 meter	Variant 65 meter	Variant 70 meter
Containerschip	Emma Mearsk	398*56,4*13,75			X
		366*51*13,75		X	
		350*46*13,75	X		
Bulkcarrier		300*57*13,75			X
		366*51*13,75		X	
		330*47*13,75	X		

*= in zout water

Table 3-1 Scheepsafmeting voor de integrale subvarianten

Bron: [12]

Vaarsnelheid:

Bij in- en uitvaren: 5 km/h (= 1,4 m/s)

De in- en uitvaarsnelheid is maximaal gelijk aan de snelheid die de matroos loopt, omdat hij de trossen moet kunnen vast maken.

In een volgende fase zullen de er kleinere schepen worden toegevoegd. Hierbij wordt aangenomen dat schepen kleiner dan 18 x 120 x 4,5 m geen gebruik maken van de nieuwe zeesluis.

3.5 Geologische randvoorwaarden

Uit het bekende grondonderzoek komt het volgende gemiddelde beeld naar voren:

- De bodem boven NAP (eilanden) tot ca. NAP-5.0 m bestaat voornamelijk uit zand. Afhankelijk van de locatie variëren de conusweerstand tussen 2 en 10 MPa.
- Van NAP -5.0 m tot NAP-13.0 m, zand matig tot zwak siltig met conusweerstand tot maximaal 10 MPa.
- Van NAP -13.0 m tot NAP-15.0 m, zand matig kleilig met kleilagen met conusweerstand van 20 tot 30 MPa.
- Van NAP -15.0 m tot NAP-18.0 m, afwisselend zand- en kleilagen met conusweerstand van gemiddeld 5 MPa.
- Van NAP -18.0 m tot NAP-19.0 m, klei- en veenlagen met conusweerstand van gemiddeld 2 MPa.
- Vanaf NAP -19.0 m ligt het pleistocene zand welke zwak siltig is met hoge conusweerstand van minimaal 20 Mpa, maar geregeld meer dan 30 Mpa. Einde sonderingen op ca. NAP-25.0 m.

Vanuit ontwerpnota's van verschillende objecten nabij de projectlocatie is een globale beschrijving van de bodemopbouw gemaakt.

Globaal Geologisch profiel:

- Groot (fijn)zandpakket met schelpen, doorsneden met (niet noemenswaardige) klei- en veenlaagjes.
- Zettingsvloei gevoelig.
- 1e vaste kleilaag NAP-17.0 m tot NAP-19.0 m
- Watervoerend pakket (zoet); stijghoogte NAP 0.00 m.
- 2e kleilaag NAP-38.0 m tot NAP-42.0 m*.
- Watervoerend pakket (brak); stijghoogte NAP 0.00 m.
- 3e kleilaag NAP-97.0 m tot NAP-102.0 m.
- Watervoerend pakket (zout); stijghoogte NAP 0.00 m.

(Bron: [4] Inventarisatie bodemgesteldheid en advies grondonderzoek Grote Sluis IJmuiden, 6592-T-2002.0004, 26-06-2003)

[**Noot:** Deze gegevens komen niet overeen met gegevens uit TNO-dinoloket. In TNO-dinoloket varieert de bovenkant van de 2^e kleilaag, daarom wordt voorlopig uitgegaan dat de bovenkant 2^e kleilaag op NAP -50 zit.]

3.6 Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische randvoorwaarden zijn te vinden het rapport: [3] *Rapport; Zeetoegang IJmond update hydraulische randvoorwaarden ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden, versie 3, datum 07-10-2011, LW-AF20112415 van DHV.*

De waarden in onderstaande tabellen zijn overgenomen uit bovengenoemd rapport. Voor de Noordzezijde geldt:

	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
Gemiddeld springtij	NAP +1,15 m	NAP -0,75 m
Gemiddeld getij	NAP +0,97 m	NAP -0,73 m
Gemiddeld doortij	NAP +0,75 m	NAP -0,64 m
Extreem astronomisch getij	NAP +1,45 m	NAP -1,07 m

Table 3-2 Dagelijkse waterstanden

Frequentie	Waterstand ter hoogte van de Nieuwe Sluis*
1/1 jaar	NAP +2,40 m
0,63 / jaar	NAP +2,50 m
0,5 / jaar	NAP +2,57 m
10 ⁻¹ /jaar	NAP +3,07 m
10 ⁻² /jaar	NAP +3,80 m
10 ⁻³ /jaar	NAP +4,60 m
10 ⁻⁴ /jaar	NAP +5,44 m
10 ⁻⁵ /jaar**	NAP +6,15 m
10 ⁻⁶ /jaar**	NAP +6,91 m

Table 3-3 Extreem hoogwaterstanden

Frequentie	Waterstand
1 / jaar	NAP -1,75 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP -2,20 m
10 ⁻² / jaar	NAP -2,50 m
10 ⁻³ / jaar	NAP -2,75 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP -3,00 m
10 ⁻⁵ / jaar	NAP -3,25 m
10 ⁻⁶ / jaar	NAP -3,50 m

Table 3-4 Extreem laagwaterstanden

	W+ scenario (KNMI)	Commissie Veerman
Zeespiegelstijging	0,85 m	1,20 m

Table 3-5 Absolute zeespiegelstijging voor 100 jaar

De waarden die in deze paragraaf zijn genoemd zijn exclusief: - Seiches.- Deining.

Voor de Noorzeekanaalzijde geldt:

Frequentie	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
1/1 jaar	NAP -0,07 m	NAP -0,58 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP +0,01 m	NAP -0,61 m
10 ⁻² / jaar	NAP +0,09 m	NAP -0,64 m
10 ⁻³ / jaar	NAP +0,17 m	NAP -0,67 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP +1,30 m	NAP -0,70 m

Table 3-6: Waterstanden op het Noorzeekanaal in extreme situatie

Frequentie	Op/afwaaiing
1/1 jaar	+/- 0,20 m
10 ⁻⁴ /jaar	+/- 0,30 m

Table 3-7 Opwaaiing en afwaaiing op het Noorseekanaal in extreme situatie

De optredende golven zijn in [3] bijlage 5 weergegeven.

3.6.1 Dichtheid water

Volumiek gewicht van zout water is 10,22 kN/m³

Volumiek gewicht van zoet water is 10,00 kN/m³

(bron [3])

Voor de constructieve berekeningen t.b.v. het voorontwerp worden bovenstaande waarden voldoende nauwkeurig geacht.

3.7 Kabels en leidingen

Ter plaatse van de nieuw te bouwen zeesluis zijn kabels en leidingen aanwezig en zal het bestaande bedieningshuis moeten worden verplaatst.

De aanwezige kabels en leidingen zullen moeten worden omgelegd in de bouwfase en in de eindfase moeten kabeldoorvoergoten in de constructie van de sluishoofden worden opgenomen om de noodzakelijke verbindingen tot stand te brengen. Aan het einde van de voorontwerpfase zullen eventuele eisen en randvoorwaarden omtrent kabels en leidingen opgenomen worden in de objectspecificatie.

3.8 Obstakels

In het voorontwerp wordt geen rekening gehouden met aanwezige obstakels. Als uitgangspunt wordt gesteld dat eventuele obstakels zullen verwijderd worden. Indien uit aanvullend bodem onderzoek blijkt dat er obstakels in het bouwgebied aanwezig zijn zullen deze als eis in de objectspecificatie worden meegenomen.

4 VEILIGHEIDFILOSOFIE

4.1 Inleiding

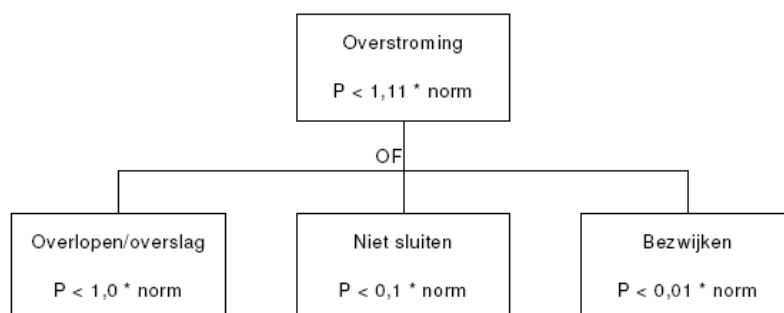
De sluis wordt voor de veiligheidfilosofie opgedeeld in 2 componenten:

1. De primaire waterkering
2. Overige onderdelen.

De overige onderdelen worden ontworpen in overeenstemming met de Eurocode, (zie hoofdstuk 2). Voor de primaire waterkering is een beschouwing gemaakt van de toe te passen normen. Deze afweging is in dit hoofdstuk weergegeven.

4.2 Primaire waterkering

Figuur 4-1 geeft de taakstellende faalkansen weer.



Figuur 4-1: Taakstellende faalkans.

P is de normfrequentie van de dijkring = 1:10.000 per jaar.

4.2.1 Bezwijken

Zoals uit Figuur 4-1 is te zien moet de sluis een kans op bezwijken lager zijn dan 10^{-6} per jaar zijn. In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe aan getoond gaat worden hoe aan deze eis voldaan wordt.

4.2.1.1 Keuze van normen

Zoals in 3.3 is aangegeven moet de sluis een bepaalde faalkans onderschreiden. Er zijn verschillende methodes om aan te tonen dat de gewenste faalkans verkregen is.

1. Leidraad kunstwerken toepassen in combinatie met de TGB
2. Leidraad kunstwerken toepassen in combinatie met de EuroCodes
3. EuroCodes toepassen met de hoogste betrouwbaarheids klasse

Als methode 1 juist wordt toegepast, dan voldoet de sluis aan de huidige normen en richtlijnen en dus aan het benodigde veiligheidsniveau. Om de nieuwe zeesluis ook in de toekomst te laten voldoen is het wenselijk om de sluis conform de Eurocodes te berekenen.

Daarom is methode 1 niet aan te bevelen.

Het nadeel van methode 2 is dat de leidraad kunstwerken nog niet geheel geënt is op de Eurocodes. Daarom is er onderzocht of met behulp van de Eurocodes voldoende veiligheid wordt gekregen. Een goede manier om dit te vergelijken is de betrouwbaarheidsindex te vergelijken.

De TGB veiligheidsklasse 3 geeft een betrouwbaarheidsindex van $\beta = 3,6$

De Eurocodes Betrouwbaarheidsklasse RC2 geeft een betrouwbaarheidsindex van $\beta = 3,8$

De betrouwbaarheidsindex van de Eurocodes is hoger dan de TGB en daarom dus ook veiliger. Daarom is met het oog op veiligheid geen bezwaar tegen het toepassen van methode 2.

De betrouwbaarheidsindex van de Betrouwbaarheidsklasse RC3 conform de eurocode is $\beta = 4,3$. Dit is de benodigde betrouwbaarheidsindex conform de Leidraad kunstwerken (paragraaf B4.3) voor een normfrequenties 1:10.000 per jaar.

Gekozen ontwerp methodiek

Aangezien de leidraad kunstwerken bedoelt is voor primaire waterkeringen wordt geadviseerd deze toe te passen. Om de nieuwe zeesluis ook aan de toekomstige normen en richtlijnen te laten voldoen wordt geadviseerd om ipv van de TGB de Eurocodes toe te passen.

4.2.1.2 Belastingfactor op waterdrukverschil

Conform de leidraad kunstwerken mag een belasting factor van $\gamma_H = 1,25$ worden toegepast.

Appendix B4.2 van de leidraad kunstwerken geeft een mogelijkheid de belastingfactor γ_H te berekenen. Hieruit volgt dat een belastingfactor van $\gamma_H = 1.10$ toegepast kan worden. In bijlage 1 is de berekening weergegeven.

Gekozen belastingfactor op waterdrukverschil

Bij de uitwerking van de diverse (integrale) subvarianten wordt gerekend met een belasting factor van $\gamma_H = 1.10$. Hierdoor wordt de meeste economische oplossing gekregen

4.2.2 Overlopen/overslag

Zoals in Figuur 4-1 is te zien moet de kans op overlopen kleiner zijn dan 10^{-4} per jaar zijn.

Om de kerende hoogte vast te stellen kan Leidraad kunstwerken 2003 gebruikt worden.

Hierbij wordt uitgegaan van een maximaal kombergend vermogen van $21,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ [11].

In [11] zijn verschillende berekeningen gemaakt om de kerende hoogte te bepalen. Hieruit volgt dat een kerende hoogte van NAP + 5,85 m voldoende is.

Hoewel een kerende hoogte van NAP + 5,85 m voldoende is wordt toch geadviseerd om de kerende hoogte gelijk aan MHW + opwaaiing + seiches + zeespiegelrijzing + robuustheidstoeslag aan te houden.

Gekozen constructie hoogte

Het bovenstaande advies wordt overgenomen. In bijlage 7 van [3] is berekend: NAP +6,99m (uitgaande van NWP). Hierbij moet nog 0,04 m bodemdaling worden opgeteld = NAP + 7,03. De sluis wordt aangelegd op NAP + 7,00.

Bij deze constructie hoogte is er geen spraken van overlopen, maar wel van overslag, hierbij moet rekening gehouden met het ontwerp van de terrein verharding.

4.2.3 Niet sluiten

Er zijn twee mogelijkheden om te voldoen aan de eis ten aanzien van niet sluiten:

DHV B.V.

1. Er moet altijd een dichte kering zijn, dit kan bereikt worden door de gehele sluis waterkerend te maken.

Of

2. Het buitenhoofd voorzien van een dubbele volwaardige keermiddelen.

In het ontwerp van de nieuwe zeesluis is gekozen voor optie 1. Het blijkt veel goedkoper te zijn de kolkwanden ook onderdeel te maken van de primaire kering (verhogen van de kolkwanden) dan een extra buitenhoofd te bouwen met daarin een volwaardig keermiddel.

4.3 Overige onderdelen.

De onderdelen die geen onderdeel zijn van de waterkering (zoals wegverbinding) worden berekend conform de eurocodes.

De nieuwe zeesluis wordt in betrouwbaarheidsklasse RC3 geplaatst.

Hierdoor moeten de belastingsfactoren, die in de Eurocodes vermeldt staan, verhoogd worden. Conform tabel B3 van de NEN-EN 1990:2002 moet de belastingfactor γ_F vermenigvuldigd worden met 1,1.

Aangezien de nieuwe zeesluis een levensduur heeft van 100 jaar ipv 50 jaar, moet er een levensduurbelastingfactor toegepast worden. De levensduur belastingfactor is bepaald conform de NEN-EN 1990:2002/NB:2007

$$F_t = F_{t_0} \cdot \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_1}{9} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

F_t = is aangepaste extreme waarde van de veranderlijke gelijkmatige verdeelde belasting bij de gekozen ontwerp levensduur;

F_{t_0} = is de extreme waarde van de veranderlijke gelijkmatig verdeelde belasting bij de ontwerp levensduur van 50 jaar.

ψ_1 = is de ψ -factorwaarde (momentaanfactor), dit is conform tabel A1.1 Categorie F = 0,7

t = is de gekozen ontwerp levensduur = 100 jaar

t_0 = is de ontwerp levensduur van 50 jaar.

$$F_t = F_{t_0} \cdot \left\{ 1 + \frac{1 - 0,7}{9} \ln \left(\frac{100}{50} \right) \right\} = F_{t_0} \cdot 1,023$$

Hierdoor worden de volgende belastingsfactoren gebruikt.

Permanente belasting (γ_G) in combinatie met momentane veranderlijke belasting = $1.1 \cdot 1.35 = 1.49$

Permanente belasting (γ_G) in combinatie met extreme veranderlijke belasting = $1.1 \cdot 1.20 = 1.32$

Veranderlijke belasting (γ_Q) = $1.1 \cdot 1.50 \cdot 1.023 = 1.69$

De belastingfactor op waterdrukverschil wordt conform de leidraad kunstwerken bepaald, zie paragraaf 4.2.1.2

4.4 Samenvatting

Kerende hoogte constructie = = NAP +7,00 m

De volgende belasting factoren worden aangehouden:

Permanente belasting (γ_G) in combinatie met momentane veranderlijke belasting = $1.1 \cdot 1.35 = 1.49$

Permanente belasting (γ_G) in combinatie met extreme veranderlijke belasting = $1.1 \cdot 1.20 = 1.32$

Veranderlijke belasting (γ_Q) = $1.1 \cdot 1.50 \cdot 1.023 = 1.69$

Waterdruk verschil (γ_H) = 1.10

5 UITGANGSPUNTEN

5.1 Ontwerplevensduur

Niet vervangbare civiele onderdelen moet een levensduur hebben van minimaal 100 jaar.
Eenvoudig vervangbare onderdelen moet een levensduur hebben van minimaal 50 jaar.

Ontwerplevensduur voor staalconstructies	50 jaar.
Ontwerplevensduur voor werktuigbouwkundige installaties	25 jaar.
Ontwerplevensduur voor Electro technische installaties	15 jaar.
Ontwerplevensduur voor besturingssystemen	10 jaar.

5.2 Uitgangspunten betreffende de scheepvaart

De uitgangspunten zijn enkel opgesteld voor de kolk en sluishoofden.

5.2.1 Beschikbaarheidseis

De beschikbaarheidseis voor het schutten van schepen is gesteld op 98%.

5.2.2 Hoofdafmetingen

Voor de hoofdafmetingen van de integrale subvarianten wordt verwezen naar de vraagspecificatie.[2]

5.2.3 Vormgeving

De voorkeur gaat uit naar het U-vormige prismatische bakprofiel met rechte, gladde kolkwanden (waarin bolders, haalkommen en ladders zijn weggewerkt) en waarbij de hoofden en de kolk één geheel vormen.
[bron:[5]]

5.2.4 De inrichting

Sluisplateau (dekzerkhoogte)

Vanuit waterkerende functie moeten de sluisdeuren, sluishoofden en kolken een hoogte hebben van minimaal NAP +7,00 m.

De nieuwe zeesluis kan eventueel ook gebruikt worden door binnenvaartschepen. Voor CEMT klasse VI schepen wordt de hoogte van 2,5 m hoger dan maximaal schutpeil aangehouden. Dit komt neer op: NAP +3,60 + 2,50 = 6,10 m. De hoogte van NAP +7,00 m voldoet.

In bron [5] staat dat de sluishoofden 4,5 m hoger moeten zijn dan maximum schutpeil. Deze richtlijn is bedoeld om schade door overstekende duwsteven te voorkomen. Aangezien de eerste 7 m geen belemmerende objecten aanwezig mogen zijn, wordt deze richtlijn niet meegenomen. De hoogte van de sluishoofden wordt op NAP + 7,00 m aangehouden.

DHV B.V.

Bolder en haalkommen

Uit veiligheidsoverwegingen dient het schip tijdens het nivelleren aan de kolkwand te kunnen worden vastgemaakt, ten einde ongewenste bewegingen veroorzaakt door de waterbeweging in de kolk te kunnen opvangen.

De zeeschepen zullen enkel de bolders gebruiken.

Uitgaande van een schip met een lading van meer dan 200.000 ton wordt een bolderbelasting van 2000 kN per bolder aangehouden.

(Bron: EAU 2004, paragraaf 5.12.2)

De h.o.h. van de bolder zullen gelijk zijn aan die van de Noordersluis.

De haalkommen worden enkel gebruikt door binnenvaartschepen en eventueel duwboten.

Conform de RVW 2005 paragraaf 4.3 moeten de haalkommen gedimensioneerd worden op een belasting van 250 kN. (klasse VI) schepen. Conform advies AB wordt met 300 kN gerekend.

De onderste haalkom zit op 1.75 m boven minimaal schutpeil en hebben een verticale h.o.h. afstand van 1,5 m. In horizontale zin is de h.o.h. afstand 15,0 m.

Afstandskenmerken

Vanaf de stopstreep om de 5 m afstandskenmerken op het sluisplateau en op de kolkwand plaatsen over een lengte van 40 m, (teneinde het positioneren van de voorste respectievelijk achterste schepen vlot en veilig te laten verlopen)

5.2.5 Schutpeilen

Schutten zeezijde (frequentie van 10^{-1} /jaar = 0,2 uur per jaar)

Minimaal schutpeil (2010)	NAP - 2.20 m.
Minimaal schutpeil (2110)	NAP - 1.60 m.
Maximaal schutpeil (2010)	NAP + 2.95 m.
Maximaal schutpeil (2110)	NAP + 3.60* m.

Schutten kanaalzijde (frequentie van 10^{-1} /jaar = 0,2 uur per jaar)

Minimaal peil	NAP - 0.54 m.
Maximaal peil	NAP - 0.29 m.
Afwaaïing	+/- 0.20 m.

Bron: [1]

*) wijkt af van bron [1], waarin maximum schutpeil van NAP +3,55m wordt gehanteerd.

De huidige schutpeilen staan in de Klant eisen specificatie genoemd.

5.2.6 Nivelleertijden

Er wordt uitgegaan van een gemiddelde nivelleertijd van 12 minuten onder normale omstandigheden.

Onder normale omstandigheden wordt verstaan de dagelijkse waterstanden aan de Noordzezijde bij extreem astronomisch getij. Hoogwaterstand NAP +1,45 m en Laagwaterstand NAP -1,07 m.

Waterstand op Noordzeekanaal is NAP -0,40 m

Bij extreme situatie (maximale schutpeil verschillen) mag de nivelleertijd maximaal 19 minuten zijn, dit is conform de huidige nivelleertijden van de bestaande Noordersluis.

Mogelijke optimalisatie met betrekking tot wachttijdreductie wordt behandeld in de subvariantennota.

5.3 Uitgangspunten betreffende de waterkering

Zowel het buitenhoofd, kolk en binnenhoofd zijn onderdeel van de primaire waterkering.

In deze paragraaf worden de aangehouden waterhoogtes t.b.v. de berekening van de waterkerende onderdelen van de sluis bepaald. De sluis moet voldoen aan de waterstanden conform Cie Veerman, tenzij het mogelijk is de constructie in de toekomst te versterken, dan mogen de waterstanden volgens NWP bepaald worden. Voor de civiele constructies gelden de waterstanden conform Cie Veerman. Voor de overige constructie gelden de waterstanden conform NWP.

Hoogwater situatie:

Maatgevend verval, conform [3] bijlage 7

positief verval (2111, NWP)	NWP	Cie. Veerman	
waterstand NZ zijde, incl. opwaaiing (10^{-4})	6.86	7.21	m +NAP
waterstand NZK zijde (1/1)	-0.58	-0.58	m +NAP
afwaaiing NZK zijde (10^{-4})	-0.30	-0.30	m
<i>verval (tussenresultaat)</i>	<i>7.74</i>	<i>8.09</i>	<i>m</i>
robuustheidstoets (10%)	0.77	0.81	m
verval	8.51	8.90	m
Waterstand NZK	-0.88	-0.88	m +NAP
Waterstand NZ	7.63	8.02	m +NAP

Table 5-1: ontwerp waterstanden hoogwaterkering

Naast de waterstandverschillen moet er rekening gehouden worden met golven (zie [3] paragraaf 5.2) van $H_s = 2,24$ m aangehouden.

Conform Leidraad kunstwerken geldt $H_d = 2,2 \cdot H_s = 4,93$ m, $T_p = 5$ seconden. De golfbelasting door golven wordt berekend met Goda. Er wordt vanuit gegaan dat deze golven haaks invallen.

Laagwater situatie:

Maatgevend verval, conform [3] bijlage 7

negatief verval (2011)	
waterstand NZ zijde (10^{-4})	-3.00 m +NAP
afwaaiing NZ zijde (10^{-4})	-0.11 m
waterstand NZK zijde (1/1)	-0.07 m +NAP
opwaaiing NZK zijde (10^{-4})	0.30 m
<i>verval (tussenresultaat)</i>	<i>-3.34 m</i>
robuustheidstoeslag (10%)	-0.33 m
verval	-3.67 m
Waterstand NZ	-3.00 m +NAP
waterstand NZK	0.67 m +NAP

Er wordt gerekend met een golf van $H_d = 0,50$ m. Daarom wordt de buitenwaterstand met 0,50 m verlaagd.

Samenvattend:

In onderstaande tabel is alles samengevat.

	Noordzee zijde	Noordzeekanaal zijde
Hoogwater situatie (Cie Veerman)		
Civiele onderdelen	NAP + 8,02 m	NAP - 0,88 m
Hoogwater situatie (NWP)		
Overige onderdelen	NAP + 7,63 m	NAP - 0,88 m
Laagwater situatie	NAP - 3,50 m	NAP +0,67 m

Op de genoemde waterstanden worden zowel de sluishoofden, deuren als kolk ontworpen.

5.4 Hydraulische uitgangspunten voor schutcyclus

De hydraulische uitgangspunten voor de schutcyclus zijn overgenomen uit [3], met uitzondering van de schutpeilen.

Voor schutpeilen zie paragraaf 5.2.5

5.4.1 Gegevens voor bewegen van de buitendeur

Het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de buitendeur wordt bepaald aan de hand van een drukverval van 0,10 m over de nivelleeropeningen.

De waterstanden aan weerszijden van de buitendeur volgen uit de schutpeilen:

2010:	tussen NAP +2,95 m en NAP -2,20 m
2110:	tussen NAP +3,60 m en NAP -1,60 m

Golven:

Voor de seiches geldt:

$H_s = 0,25$ m $T = 5-6$ minuten

$H_s = 0,12$ m $T = 3-4$ minuten

Voor de windgolven aan zeezijde wordt gerekend met een golf door westenwind met een frequentie van 10^{-1} per jaar:

$H_s = 0,80$ m $T_s = 2,6$ s

Voor de translatiegolven aan zeezijde geldt:

Amplitude = 0,10 m Steilheid = 0,10 m/min

Bron: [3]

5.4.2 Gegevens voor bewegen van de binnendeur

Het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de binnendeur wordt bepaald aan de hand van een drukverval van 0,15 m over de nivelleeropeningen. Uit aanvullende (Lockfill) berekeningen tijdens de voorontwerpfase wordt deze waarde nog nader onderbouwd en aangepast indien nodig.

De waterstanden aan weerszijden van de buitendeur volgen uit de schutpeilen (inclusief afwaaiing):

2010 en 2110: tussen NAP -0,10 m en NAP -0,80 m

Golven:

Voor de windgolven aan kanaalzijde wordt gerekend met een golf door oostenwind met een frequentie van 10^{-1} per jaar:

$H_s = 0,40$ m $T_s = 2,0$ s

Voor de translatiegolven aan zeezijde geldt:

Amplitude = 0,20 m Steilheid = 0,10 m/min

Bron: [3]

Voor de dichtheid van het water aan kolkzijde geldt:

$\rho = 1000$ tot 1020 kg/m³ (zout water)

Voor de dichtheid van het water aan kanaalzijde geldt:

$\rho = 1000$ kg/m³ (zoet water)

5.5 Uitgangspunten betreffende waterbeheer

5.5.1 Zout indringing

De eisen met betrekking tot de zoutindringing zijn op dit moment vol in beweging. Aan het einde van de voorontwerpfase zullen de eisen worden opgenomen in de objectspecificatie. Indien deze eisen leiden tot constructieve maatregelen in het voorontwerp zullen deze worden meegenomen in zowel de constructie als in de kostenraming.

5.5.2 Spuien

De nieuwe zeesluis dient bij een hoogwatersituatie op het Noordzeekanaal te kunnen spuien met een navolgende capaciteit:

Verval [m]	Debiet [m ³ /s]
0,2	50
0,4	70
0,6	85
0,8	100
1,0	110

Spuien vindt alleen plaats bij een overschrijding van de maximale capaciteit van de spuisluis/ gemaal. Er vindt dan geen scheepsvaart plaats. Frequentie van voorkomen van hoogwatersituatie op het Noordzeekanaal bedraagt <1 keer per jaar.

5.6 Uitgangspunten betreffende de kruisende infrastructuur

Wegen

De Nieuwe zeesluis moet het passeren van vrachtverkeer mogelijk maken.

Hierbij moet de constructie de volgende belastingen uit de NEN6706 (is gelijk aan NEN-EN-1991-2) kunnen weerstaan:

LM1, LM2. (Met $\alpha = 1.0$)

Hierdoor is de totale belasting van het last stelsel 600 kN.

Er komen maximaal 2 rijbanen.

Voor de sluisdeuren geldt een beperking van de aslasten tot 4 x 1,5 ton, conform de Noordersluis.

Voor de kolken en sluishoofden moet tevens conform de CUR 166 met een uniforme bovenbelasting van 20 kN/m² gerekend worden.

Indien noodzakelijk ivm met onderhoudsconcept kan dit veranderd worden.

Horizontaal en verticaal alignement

Voor bochten in de verkeerswegen wordt een minimale bochtstraal van 15m gehanteerd gebaseerd op een toelaatbare snelheid van max. 20 km/u.

Het maximale aangehouden verticale hellingspercentage is 5%.

5.7 Geotechnische uitgangspunten

5.7.1 Gronddruk factor

Voor verschillende situaties worden verschillende gronddrukken gebruikt, hieronder zijn de verschillende situaties bekeken:

Geotechnische berekening:

Het bepalen van de gronddrukfactoren zal in overeenstemming met de NEN-EN-1997 gebeuren.

Constructieve berekening:

- Voor stijve constructies, (bijvoorbeeld betonnen wanden) wordt er gerekend met een verhoogde neutrale gronddruk. Voorlopig wordt aangenomen $k^* = 1,5 \times$ neutrale gronddruk.
 k^* = verhoogde neutrale gronddrukfactor, waarmee in de berekening rekening gehouden moet worden.
Er wordt met een verhoogde neutrale gronddruk rekening gehouden, omdat de sluis door bolder belastingen, afmeerbelasting en temperatuursverschillen. De grond kan gaan opspannen. Gezien de grote hoogte van de wand wordt 1,5 keer neutrale gronddruk voldoende geacht. In het definitief ontwerp kan onderzocht worden of deze factor verlaagd kan worden.
Deze gronddruk is een karakteristieke belasting, en moet dus met de gebruikelijke belastingfactor verhoogd worden om een rekenwaarde te krijgen.
- Als de gronddruk een gunstig werking heeft, dan wordt er met neutrale gronddruk gerekend. Als er verplaatsingen worden verwacht kan deze waarde verlaagd worden.

5.7.2 Grondwaterstand

Voor de grondwaterstand worden onderscheidt gemaakt in 2 situaties en 2 locaties:

Locatie 1 = Aan Noordzee zijde van het kwelscherm

Locatie 2 = Aan Noordzeekanaal zijde van het kwelscherm

Voor de situatie met hoogwater gelden de volgende grondwaterstand:

	Max Grondwaterstand	Min grondwaterstand
	Bovenkant sluiscomplex	Gemiddelde waterstand
Locatie 1	NAP +7,34 (Cie Veerman)	NAP +0,02 m
	10^{-1} jaars waterstand	Gemiddeld kanaal peil
Locatie 2	NAP +0,01 m	NAP -0,40 m

Voor de situatie met laagwater gelden de volgende grondwaterstanden:

	Max Grondwaterstand	Min grondwaterstand
	Gemiddelde waterstand	MLW
Locatie 1	NAP +0,02 m	NAP - 3,00 m
	Gemiddeld kanaal peil	10^{-1} jaars waterstand
Locatie 2	NAP -0,40 m	NAP -0,61 m

Hierbij wordt er vanuit gegaan dat er een goed werkend kwelscherm geplaatst wordt. In een definitief ontwerp kunnen deze waarden onderzocht worden.

5.7.3 Kwel

Kwel mag niet tot een te grote waterbezwaar leiden.

Er wordt aangenomen dat als de kwel 5% is van het kombergend vermogen. Dit komt neer op $0,05 \cdot 21,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / 30 \text{ uur} = 0,036 \cdot 10^6 \cdot \text{m}^3 / \text{uur} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$

Als wordt uitgegaan van een kwelscherm tot NAP – 37 m en een constructie breedte van 20 m en een totale kwelbreedte van 1000 m. (Dit is de kolk + voorhaven)

De 2^e afsluitende laag zit op ca. NAP -50 m.

Uit TNO –Dienst grondwater verkenningsskaarten volgt een doorlatendheid van het 1^e watervoerend pakket is $k_D = 300$ en $750 \text{ m}^2/\text{dag}$. Gemiddelde dikte van deze laag is 30 m hieruit volgt. $k = 10$ a $20 \text{ m}/\text{dag}$.

$$Q = A \cdot \Delta H/L \cdot k = 1000 \cdot (50 - 37) \cdot 8,9 / 20 \cdot 10 = 58000 \text{ m}^3 / \text{dag} = 0,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Voor een $k = 20$ delgt $Q = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

De berekening is gebaseerd op een kans van voorkomen van 1/10.000 jaar.

Het resultaat is dat de hoeveelheid water slechts een fractie is (0,25 – 0,50 %) van het kombergend vermogen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat kwel bij alle overige omstandigheden absoluut geen bezwaar oplevert.

5.7.4 Piping

Voor de controle of piping optreedt wordt gebruikt gemaakt van de methode Lane, uit Technische Rapport Zandmeevoerende Wellen

$$L_{\text{piping}} \geq C_{w;\text{creep}} \cdot (H_{\text{bu}} - H_{\text{bi}})$$

$C_{w;\text{creep}}$ = Coëfficiënt, voor fijn zand wordt 8,5 aangehouden, dit is een veilige waarde

H_{bu} = buitenwaterstand

H_{bi} = binnenwaterstand

Bij het bepalen van de kwallengte wordt aangenomen dat het bodemniveau aan de binnenzijde gelijk is als de kolkbodemniveau van de nieuwe zeeluis.

5.8 Bouwfasering

De constructieve integriteit en de beschikbaarheid van de bestaande Noordersluis en Middensluis moet tijdens de bouw gewaarborgd zijn. In de subvariantennota is derhalve een bouwfasering uitgewerkt waarbij ook is bestudeerd waar mogelijke bouwplaats locaties kunnen worden gesitueerd en mogelijke locaties voor aan- en afvoer van materiaal en materieel. (Beperkende) eisen m.b.t. de bouwfasering zullen worden opgenomen in de objectspecificatie.

6 BELASTINGEN / BELASTINGCOMBINATIES

6.1 Permanente belastingen

Permanente en rustende belastingen worden in hoofdzaak bepaald door het eigen gewicht van de toe te passen materialen. Deze belastingen behoeven geen nadere toelichting.

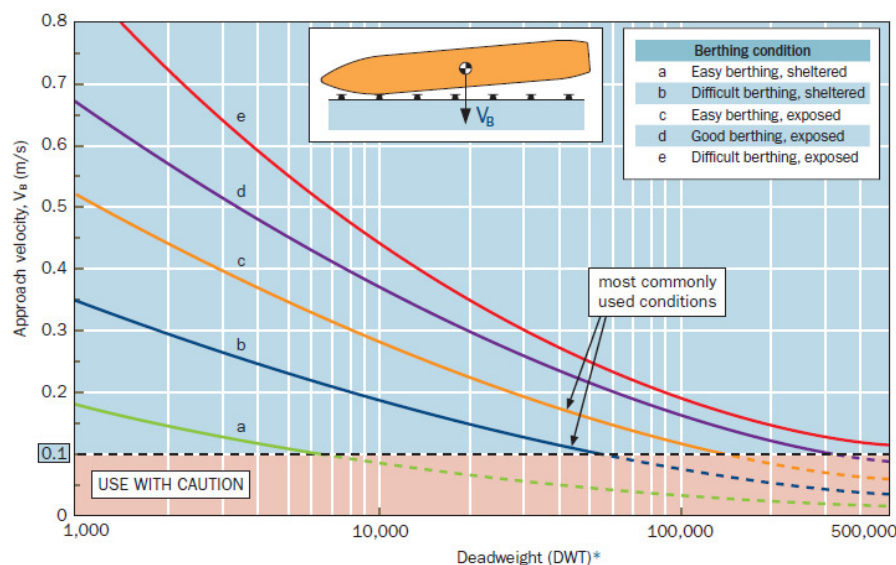
6.2 Veranderlijke belastingen

6.2.1 Afmeerbelastingen

Er wordt aangenomen dat de schepen eerst tegen de sluiswolk wand zullen afmeren en vervolgens genivelleerd zullen worden. Hierdoor zullen de kolkwanden op een afmeerbelasting ontworpen worden.

Voor het bepalen van de afmeerenergie wordt gebruik gemaakt van de [PIANC guideline for design of fender systems: 2002]

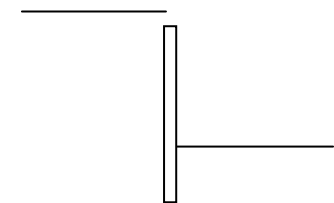
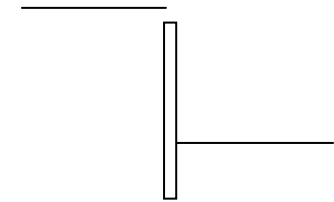
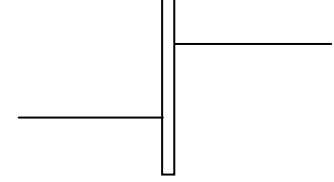
Hierbij wordt de afmeerhoek bepaald door maximaal mogelijk afmeerhoek, met een maximum van 15°. De afmeersnelheid is het minimum van de invaarsnelheid · sin (afmeerhoek) en de snelheid die conform lijn b van de grafiek uit het PIANC richtlijn. (zie figuur hieronder)



Als de energie wordt bepaald met behulp van de maximaal mogelijk hoek gecombineerd met de invaarsnelheid · sin (invaarhoek) dan is er geen veiligheid meer nodig op de energie. Anders wordt de veiligheidsfactor conform de PIANC richtlijn gebruikt.

6.2.2 Hydrostatische belastingen

6.2.2.1 Waterstanden

Noordzeezijde		Kolkzijde
	<i>Hoog water (civiele onderdelen)</i>	
(NAP + 8,02 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$		(NAP - 0,88 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,0 \text{ kN/m}^3$
	<i>Hoog water (overige onderdelen)</i>	
(NAP + 7,63 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$		(NAP - 0,88 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,0 \text{ kN/m}^3$
	<i>Laag water</i>	
(NAP - 3,50 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$		(NAP - 0,67 m) $\gamma_{\text{water}} = 10,22 \text{ kN/m}^3$

6.2.3 Golven

Voor de Hoog water situatie wordt gerekend met:

$H_d = 4,93 \text{ m}$, $T_p = 5 \text{ seconden}$.

De golfbelasting wordt berekend met Goda. Er wordt vanuit gegaan dat deze golven haaks invallen.

6.2.4 Wind

De windbelasting wordt conform de NEN-EN 1991 aangehouden.

Aanvullende eisen m.b.t. beperkingen schutproces worden opgenomen in de objectspecificatie.

6.2.5 Sneeuw

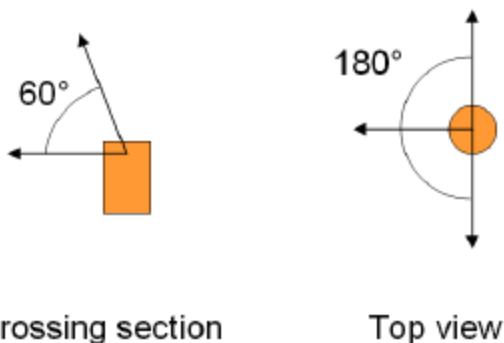
Sneeuwbelasting wordt conform de NEN-EN 1991 aangehouden.

6.2.6 Stromingen

Nog in te vullen

6.2.7 Bolderkrachten

Zie paragraaf 5.2.4, hieruit volgt dat de bolderbelasting 2000 kN is. In Figuur 6-1 is de richting van de belasting weergegeven.



Figuur 6-1: richting van de bolderbelasting

6.2.8 Gelijkmatige belastingen op kade

Zie paragraaf 5.6.

Hieruit volgt dat op de sluis een gelijkmatige bovenbelasting van 20 kN/m² moet kunnen weerstaan.

6.2.9 Verkeersbelasting

Zie paragraaf 5.6.

6.2.10 Temperatuursbelastingen

In de Eurocode worden geen temperatuursbelastingen voor waterbouwkundige constructies voorgeschreven. Er is daarom gekeken naar de belastingen op gebouwen en bruggen, volgens de NEN-EN 1991-1-5. In de nationale bijlage zijn hiervoor de volgende componenten gegeven:

Symbol	Temperatuur (° C)
T ₀	10
T _{max}	30
T _{min}	-25

Tabel 6-1 Temperatuurscomponenten

6.3 Bijzondere belastingen

6.3.1 Aanvaarbelastingen

Nog in te vullen in VO, afhankelijk van gekozen ontwerp

6.3.2 Zinkend schip

Er wordt geen rekening gehouden met belasting van een zinkend schip

6.3.3 Vallende en slepende ankers

In de voorontwerpfase worden belastingen voortkomend uit vallende en slepende ankers nader bestudeerd.

6.3.4 Ijsbelastingen

Voor de horizontale belasting ten gevolge van kruierend ijs worden de minimale waarden aangehouden, welke worden geadviseerd in de CUR 166. Deze geeft de volgende waarden:

- een gemiddelde horizontaal werkende lijnlast van 250 kN/m (zout water) of 400 kN/m (zoet water), aangenomen ter plaatse van de ongunstigste in beschouwing genomen waterstand;
- een plaatselijk aangrijpende belasting van 1.5 MN voor de sterkteberekening van constructiedetails indien ze door ijs kunnen worden belast.

6.3.5 Aardbeving

Aardbevingsbelastingen worden niet beschouwd.

6.4 Belastingcombinaties

De belastingcombinaties worden in een volgende fase opgesteld, voor de verschillende onderdelen.

7 REFERENTIELIJST

- [1] Notitie Technische aspecten Nieuwe Zeesluis, RWS, 20-nov-2009
- [2] Rapport: Vraagspecificatie voor de uitbesteding van de Proof of Concept, Milieutoetsen MKBA en T0-onderzoek ten behoeve van de nieuwe zeesluis te IJmuiden in het kader van Project Zeetoegang IJmond, Contractnummer overeenkomst BDX-9235, zaaknummer 31043083, Bijlage A Werkbeschrijving
- [3] Rapport; Zeetoegang IJmond update hydraulische randvoorwaarden ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden, versie 3, datum 07-10-2011, LW-AF20112415 van DHV.
- [4] Rapport: Inventarisatie bodemgesteldheid en advies grondonderzoek Grote Sluis IJmuiden, 6592-T-2002.0004, 26-06-2003
- [5] Boek: Ontwerp van Schutsluizen, Bouwdienst Min V&W, 1999
- [6] Rapport: Joint PIANC-IAPH Report on Approach Channels: A Guide for Design, PIANC 1995
- [7] Rapport: Technisch achtergronddocument, Project Zeetoegang IJmond, Rijkswaterstaat, zaaknummer 31043083, 08-12-2010
- [8] Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006)
- [9] TAW 2003 - Leidraad kunstwerken 2003
- [10] ROK - Richtlijn Ontwerp Kunstwerken Februari 2011 Concept
- [11] Inventarisatie Risicoanalyse hoogwaterkering IJmuiden 2002 Definitief
- [12] Rapport: Technisch achtergronddocument, Project Zeetoegang IJmond, Pjobjectcode: BDX-9235, Zaaknummer 31043083, Versie 1.0, Datum 8 december 2010

8 COLOFON

Opdrachtgever	: Rijkswaterstaat Noord-Holland
Project	: Zeetoegang IJmond
Dossier	: BA3334-102-100
Omvang rapport	: 31 pagina's
Auteur	: M.M. van der Veen
Bijdrage	: J.J. van Sloten
Interne controle	: G.T.M. Smits
Projectleider	: E.A. Brasser
Projectmanager	: W.H.G. Klomp
Datum	: 30 januari 2012

DHV B.V.

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

T (033) 468 20 00

F (033) 468 28 01

E info@dhv.com

www.dhv.com

BIJLAGE 1 Bepalen belastingfactor.

De volgende uitgangspunten waterstanden zijn gebruikt voor het bepalen van de belasting factor:

Frequenties	Waterstand
10 ⁻⁵ jaar	NAP + 5,90 m
10 ⁻⁶ jaar	NAP + 6,65 m

Conform Leidraad Kunstwerken Appendix B4.2 de belastingfactor op het waterdrukverschil bepaald.

Stap 1, Bepalen B en u

Als eerste zijn de waarde B en u bepaald,

B = decimeringswaarde van het waterstandsverschil bij een factor 10 kleinere overschrijdingskans in het lage frequentie gebied.

u = Waterstandsverschil dat met een kans van 0,63 per jaar wordt overschreden.

Dit kan bepaald worden met behulp van de volgende formule:

$$\ln\{-1 \cdot \ln[1 - f(h > h_{bu})]\} = -2,3(h_{bu} - h_{bu0,63})/B_{bu}$$

Hierin staan 2 onbekenden, namelijk:

B_{bu} en h_{bu0,63}

Met behulp van de genoemde waterstanden zijn de onbekende opgelost>

$$\ln\{-1 \cdot \ln[1 - 10^{-6}]\} = -2,3(6,65 - h_{bu0,63})/B_{bu}$$

$$-13,8 = -2,3(6,65 - h_{bu0,63})/B_{bu}$$

$$\ln\{-1 \cdot \ln[1 - f(10^{-5})]\} = -2,3(5,90 - h_{bu0,63})/B_{bu}$$

$$-11,5 = -2,3(5,90 - h_{bu0,63})/B_{bu}$$

Hieruit volgt:

$$B_{bu} = 0,75 \text{ m}$$

$$h_{nu0,63} = 2,15 \text{ m}$$

Als dit wordt ingevuld in de formule volgt:

$$-13,8 = -2,3(6,65 - 2,15)/0,75 = -13,8$$

$$-11,5 = -2,3(5,90 - 2,15)/0,75 = -11,5$$

Deze kloppen allebei, dus de waterstand is juist bepaald.

Stap 2: Bereken de belastingfactor

De belastingfactor kan berekend worden met onderstaande formule:

$$\gamma_H(\beta_N, f_N, u, B) = \frac{u - B \cdot \log(\Phi(\alpha_s \cdot \beta_N) / f_N)}{u - B \cdot \log(\text{norm})} \cdot e^{(\alpha_R(\beta_N - 3,6))\sqrt{\ln(1 + V_R^2)}}$$

β_N = vereiste betrouwbaarheidindex voor de equivalente referentieperiode, welke minimaal gelijk is aan de volgens de NEN 6700 vereiste waarde van 3,6 [-]. Voor een 1/10.000 per jaar geldt $\beta_N = 4,3$

$\Phi(\cdot)$ = Verdelingsfunctie voor standaard normale verdeling, de waarde is bepaald met behulp van Excel.

f_N = Levensduurfactor [jaar], zoals paragraaf B4.3 van Leidraad kunstwerken staat vermeld wordt aanbevolen een levensduurfactor van maximaal 10 jaar. Deze waarde wordt daarom aangehouden

u = Waterstandsverschil dat met een kans van 0,63 per jaar wordt overschreden = 2,15

B = decimeringswaarde van het waterstandsverschil bij een factor 10 kleinere overschrijdingskans in het lage frequentie gebied = 2,15 m

α_s = invloedsfactor voor de onzekerheid van de belasting = -0,7 [-]

DHV B.V.

α_R = invloedsfactor voor de onzekerheid van de sterkte = 0,8 [-]

V_R = variatiecoëfficiënt van de sterkte (zie tabel B4.2), voor beton geldt = 0,2 (voor staal kan 0,1 aangehouden worden, dit leidt tot een lagere waarde, maar dan wordt er per onderdeel een andere belastingfactor nodig, dit vergroot de kans op fouten in het ontwerp en wordt daarom niet gedaan, het effect is ook zeer gering)

$$\Phi(\alpha_s \cdot \beta_N) = \Phi(-0,7 \cdot 4,3) = \Phi(-3,01) = 0,001306$$

$$u - B \cdot \log(\Phi(\alpha_s \cdot \beta_N) / f_N) = 2,15 - 0,75 \cdot \log(0,001306 / 10) = 5,063$$

$$u - B \cdot \log(\text{norm}) = 2,15 - 0,75 \cdot \log(1 / 10000) = 5,15$$

$e^{(\alpha_R(\beta_N - 3,6)) / \sqrt{\ln(1 + V_R^2)}} = e^{0,8((4,3 - 3,6)) / \sqrt{\ln(1 + 0,2^2)}} = e^{0,11} = 1,117$ (het is mogelijk om de waarde van 3,6 te vervangen door 3,8 omdat de betrouwbaarheid die met de Eurocode verkregen wordt 3,8 is ipv van 3,6. Aangezien dit niet expliciet vermeld staat wordt dit ook niet toegepast)

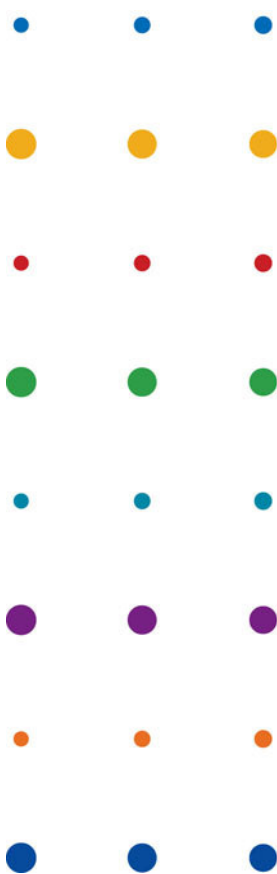
$$\gamma_H(\beta_N, f_N, u, B) = \frac{5,063}{5,15} \cdot 1,117 = 1,098 = 1,10$$

Conclusie

Een belastingfactor van 1,10 is voldoende.

**BIJLAGE 2 Update Hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden Nieuwe Zeesluis
Ijmuiden**

Zeetoegang IJmond update hydraulische ontwerprandvoorwaarden ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden



Rijkswaterstaat Noord Holland

januari 2012
Definitief

Zeetoegang IJmond

update hydraulische
ontwerprandvoorwaarden ter
plaatse van de Nieuwe Zeesluis te
IJmuiden

dossier : BA3334-102
registratienummer : LW-AF20112415
versie : 5
classificatie : Klant vertrouwelijk

Rijkswaterstaat Noord Holland

januari 2012
Definitief

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	3
2	WIND	4
3	HYDRAULISCHE GEGEVENS AAN DE NOORDZEEZIJDE	5
3.1	Waterstanden	5
3.1.1	Dagelijkse waterstanden	5
3.1.2	Extreme hoogwaterstanden	5
3.1.3	Extreme laagwaterstanden	6
3.1.4	Zeespiegelstijging	6
3.2	Golven	6
3.2.1	Seiches	6
3.2.2	Golven aan Noordzeezijde van de sluis	7
3.2.3	Translatiegolven ter plaatse van het sluizencomplex	8
3.3	Overige gegevens	8
3.3.1	Spuien door spuisluis	8
3.3.2	Malen	8
3.3.3	Dichtheid	8
4	HYDRAULISCHE GEGEVENS VOOR HET NOORDZEEKANAAL TER PLAATSE VAN HET SLUIZENCOMPLEX	9
4.1	Waterstanden	9
4.1.1	Kanaalpeilen	9
4.2	Golven	9
4.2.1	Windgolven	9
4.2.2	Translatiegolven	10
4.3	Overige gegevens	10
4.3.1	Dichtheid	10
4.3.2	Berging Noordzeekanaal-gebied	10
5	GEGEVENS VOOR DE BEPALING VAN DE KERENDE HOOGTE VAN DE DEUREN EN DE MAATGEVENDE VERVALLEN	11
5.1	Waterstand	11
5.2	Golven	11
5.3	Maatgevende vervallen	11
6	COMBINATIES VAN WATERSTANDEN EN GOLVEN VOOR SCHUTCYCLUS	13
6.1	Gegevens voor het nivelleersysteem	13
6.1.1	Schutpeilen aan Noordzeezijde	13
6.1.2	Schutpeilen aan de Kanaal-zijde	13
6.1.3	Dichtheid water	13
6.2	Gegevens voor het bewegen van de buitendeur	13
6.2.1	Waterstanden	13
6.2.2	Golven	14
6.3	Gegevens voor de beweging van de binnendeur	14
6.3.1	Waterstanden	14

6.3.2	Golven	14
7	GEGEVENS VOOR SCHEEPSMANOEUVRES	15
7.1	Gegevens voor scheepsmanoeuvres tijdens spuien en malen	15
7.2	Gegevens voor scheepsmanoeuvres	15
8	ROBUUSTHEIDSTOESLAGEN EN ONZEKERHEDEN	16
9	LITERATUUR	18
10	COLOFON	19

BIJLAGEN

1	Overzicht Update
2	Bepaling windcondities voor IJmuiden
3	Bepaling extreme waterstanden aan Noordzeezijde
4	Lange termijn ontwikkelingen
5	Bepaling golven en deining aan Noordzeezijde
6	Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Noordzeekanaal
7	Kerende hoogte deuren en maatgevende vervallen

1 INLEIDING

Binnen de *Proof of Concept* voor de Nieuwe Zeesluis IJmuiden wordt een aantal ontwerpen voor verschillende sluisvarianten opgesteld. Voor het ontwerp daarvan heeft Rijkswaterstaat (RWS) in 2003 hydraulische OntwerpRandvoorwaarden (OR2003) opgesteld [1]. Deze ontwerprandvoorwaarden zijn op verzoek van RWS door DHV bekeken op hun volledigheid en toepasbaarheid (WPPoC-20110517-MSO-01 van 17 mei 2011). Naar aanleiding van deze inventarisatie heeft een overleg met RWS plaatsgevonden, welke heeft geleid tot nieuwe inzichten. Deze inzichten zijn verwerkt in het voorstel voor het updaten van de nota hydraulische ontwerprandvoorwaarden (WPPoC-20110614-MSO-01 van 20 juni 2011).

Met RWS is afgesproken dat de update van de ontwerprandvoorwaarden niet als formele hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp worden vastgesteld, daarvoor zou namelijk een formeel traject met de Waterdienst nodig zijn. Dit past niet in de planning van de *Proof of Concept*. Bovendien heeft de *Proof of Concept* een andere status dan een ontwerptraject, het is daarom acceptabel om hier met benaderingen en minder formele afspraken te werken mits deze afgestemd zijn met de Waterdienst (en dus daar waar mogelijk het kader aangegeven in het project Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk volgen), en mits deze een voldoende nauwkeurige benadering van de definitieve ontwerprandvoorwaarden geven voor de huidige projectfase.

Dit rapport geeft de update van de OR2003 voor de Nieuwe Zeesluis. Als basis voor dit rapport is OR2003 genomen. De opzet en de waarden zijn uit die rapportage uit 2003 overgenomen en waarnodig aangevuld en/of aangepast. Een overzicht van de wijzigingen is te vinden in Bijlage 1. Beschrijving van de analyses, en de toegepaste methodes om tot een update van de waarden te komen is in de bijlagen 2 t/m 7 van dit document bijgevoegd.

2 WIND

In Tabel 2-1 worden voor verschillende frequenties en windrichtingen de uurgemiddelde windsnelheden op 10 m hoogte voor de Buitenhaven van IJmuiden weergegeven. In het huidige beleid wordt er vanuit gegaan dat gedurende de planperiode, 2011-2111 geen verandering in extreme windsnelheid optreedt. De waarden in Tabel 2-1 zijn afgeleid op basis van Hydra-K data (zie Bijlage 2).

Tabel 2-1: Uurgemiddelde windsnelheden [m/s] voor verschillende windrichtingen¹

Frequentie	0° N (N)	330° N (NW)	300° N (WNW)	270° N (W)	180° N (Z)	90° N (O)
1/jaar	12,3	14,7	15,6	17,8	15,0	12,3
10 ⁻¹ /jaar	17,1	19,9	22,5	24,1	19,2	16,2
10 ⁻² /jaar	20,8	24,0	27,6	29,0	22,3	19,1
10 ⁻³ /jaar	23,9	27,4	31,9	33,2	25,0	21,6
10 ⁻⁴ /jaar	26,6	30,4	35,7	36,9	27,2	23,7

¹ Hydra-K geeft de windrichtingen in graden t.o.v. het Noorden. In tabel zijn ook de gebruikelijke nautische windrichtingen aangegeven; daarbij wordt opgemerkt dat deze slechts bij benadering overeenkomen met de richtingen in Hydra-K (NW=315⁰N; WNW=292,5⁰N)

3 HYDRAULISCHE GEGEVENS AAN DE NOORDZEEZIJDE

3.1 Waterstanden

In dit hoofdstuk worden de waterstandgegevens voor de buitenhaven van IJmuiden beschreven. Deze waterstanden zijn deels direct geldig voor de Nieuwe Sluis. In situaties waar dit niet het geval is, is een vertaalslag gemaakt.

3.1.1 Dagelijkse waterstanden

De dagelijkse waterstanden door het getij in de buitenhaven van IJmuiden zijn weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Getijwaterstanden ter plaatse van buitenhaven IJmuiden [1]

	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
Gemiddeld springtij	NAP +1,15 m	NAP -0,75 m
Gemiddeld getij	NAP +0,97 m	NAP -0,73 m
Gemiddeld doottij	NAP +0,75 m	NAP -0,64 m
Extreem astronomisch getij	NAP +1,45 m	NAP -1,07 m

De maximale stijgsnelheid van de waterstand door de getijgolf is 0,017 m/min. De maximale daalsnelheid van de waterstand door de getijgolf is 0,010 m/min [1].

3.1.2 Extreme hoogwaterstanden

De extreme hoogwaterstanden (inclusief lokale windopzet) in de buitenhaven van IJmuiden voor de Nieuwe Sluis door getij en opwaaiing op zee staan in Tabel 3-2. Om de extreme waterstand ter hoogte van de Zeesluis te bepalen dient de lokale windopzet (tussen de waterstand buitengaats en de zeesluis) in rekening gebracht te worden (zie Bijlage 3).

Tabel 3-2 Extreme hoogwaterstanden

Frequentie	Waterstand ter hoogte van de Nieuwe Sluis*
1/1 jaar	NAP +2,40 m
0,63 / jaar	NAP +2,50 m
0,5 / jaar	NAP +2,57 m
10^{-1} /jaar	NAP +3,07 m
10^{-2} /jaar	NAP +3,80 m
10^{-3} /jaar	NAP +4,60 m
10^{-4} /jaar	NAP +5,44 m
10^{-5} /jaar**	NAP +6,15 m
10^{-6} /jaar**	NAP +6,91 m

* voor afleiding van de waterstand ter hoogte van de Nieuwe Sluis, zie Bijlage 3

** de 10^{-5} /jaar en 10^{-6} /jaar waterstanden zijn geëxtrapoleerd, zie Bijlage 3

Bij de bepaling van de opwaaiing is rekening gehouden met een robuustheidstoets van 10% voor onzekerheden, conform aanbevelingen van de Waterdienst.

De decimeringshoogte voor de extreme waterstanden is ca. 0,73 m². De maximale stijgsnelheid van de waterstand in extreme omstandigheden is 0,04 m/min en de hoogst bekende waterstand in IJmuiden is NAP +3,85 m, opgetreden op 01-02-1953 [1].

3.1.3 Extreme laagwaterstanden

De extreme laagwaterstanden in de buitenhaven van IJmuiden door getij en afwaaiing zijn gegeven in Tabel 3-3. Deze waarden zijn ontleend aan [1], in deze updateslag zijn ze geverifieerd (zie Bijlage 3).

Tabel 3-3 Extreme laagwaterstanden [1]

Frequentie	Waterstand
1 / jaar	NAP -1,75 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP -2,20 m
10 ⁻² / jaar	NAP -2,50 m
10 ⁻³ / jaar	NAP -2,75 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP -3,00 m
10 ⁻⁵ / jaar	NAP -3,25 m
10 ⁻⁶ / jaar	NAP -3,50 m

De laagst bekende waterstand in de buitenhaven is NAP -2,50 m, opgetreden in 1913.

3.1.4 Zeespiegelstijging

Voor de zeespiegelstijging wordt het W+ scenario aangehouden. Voor onvervangbare delen van kunstwerken dient rekening gehouden te worden met het advies van commissie Veerman. Voor een planperiode van 100 jaar (2011 t/m 2111) gelden de volgende waarden (zie Bijlage 4):

Tabel 3-4 Absolute zeespiegelstijging voor 100 jaar

	W+ scenario (KNMI)	Commissie Veerman
Zeespiegelstijging	0,85 m	1,20 m

Deze waarden betreffen de absolute zeespiegelstijging (zonder bodemdaling). De bodemdaling van 4 cm/eeuw voor de locatie IJmuiden dient afzonderlijk bij de bepaling van de aanleghoogtes van constructies in rekening te worden gebracht.

3.2 Golven

3.2.1 Seiches

Voor de seiches als gevolg van bui-oscillaties e.d. op zee met resonantie van de buitenhaven IJmuiden worden door verschillende bronnen verschillende waarden gegeven [1]. De belangrijkste zijn in Tabel 3-5 weergegeven.

² De decimeringshoogte is exclusief lokale windopzet in de haven (wel inclusief windopzet op de Noordzee)

Tabel 3-5 Gegevens over seiches volgens drie verschillende bronnen [1]

Volgens [1.6]		
<i>Seiches tijdens stormperiode (H = dubbel-amplitude of top/dal-waarde):</i>		
	H = 1,50 m	T = 36 minuten
	H = 0,30 m	T = 12 minuten
	H = 0,25 m	T = 5-6 minuten
	H = 0,12 m	T = 3-4 minuten
Volgens [1.3]		
<i>Extreme situatie: waterstandsverhoging als gevolg van seiche tijdens stormvloed:</i>		
	H/2 = 0,65 m	
Volgens [1.5]:		
<i>Dagelijkse situatie met seiches. Periode van T > 20 minuten:</i>		
	10 ⁻¹ van tijd	H = 0,1 m
	10 ⁻² van tijd	H = 0,3 m
	10 ⁻³ van tijd	H = 0,6 m
	10 ⁻⁴ van tijd	H = 0,9 m
<i>Dagelijkse situatie met seiches. Periodes van T = 8-17 minuten:</i>		
	10 ⁻¹ van tijd	H = 0,06 m
	10 ⁻² van tijd	H = 0,08 m
	10 ⁻³ van tijd	H = 0,15 m
<i>Dagelijkse situatie met seiches. Periode van T = 2-8 minuten:</i>		
	10 ⁻¹ van tijd	H = 0,05 m
	10 ⁻² van tijd	H = 0,06 m
	10 ⁻³ van tijd	H = 0,08 m
<i>Verhoging van maximum waterstand (H/2) door seiches (stormvloedstand en seiche gecorreleerd) met periodes T > 20 minuten tijdens storm:</i>		
	10 / jaar	H/2 = 0,11 m
	1 / jaar	H/2 = 0,16 m
	2*10 ⁻¹ / jaar	H/2 = 0,30 m

Voor de kerende hoogte wordt gerekend met een verhoging van de maximum waterstand (H/2) door een seiche met een periode T > 20 minuten en met een frequentie van 10⁻⁴ per jaar. Hiervoor geldt H/2 = 0,60 m [1].

3.2.2 Golven aan Noordzezijde van de sluis

De golfhoogtes (deining, windgolven, en de combinatie van golfdoordringing en lokale windgroei) zijn weergegeven in Tabel 3-6. In verband met reflecties van de deuren is ervoor gekozen om de golfhoogte in het bekken voor de sluis te presenteren, en niet de golfhoogte direct voor de sluisdeur. Berekening van de golfhoogtes inclusief de golfhoogte direct voor de sluisdeur is te vinden in Bijlage 5.

Tabel 3-6 Golven in bekken voor Noordersluis, deining, windgolf en gecombineerde golf

Frequentie	Dir (°N)	Deining		Windgolf		Gecombineerde golf*	
		Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)

10-3/ jaar	270 (W)	0,14	14,2	1,55	4,6	1,55	4,6
10-4 / jaar	270 (W)	0,15	15,6	1,82	5,0	1,82	5,1

* Voor het bepalen van de gecombineerde golf zijn de bijdragen deining en windgolven, kwadratisch bij elkaar opgeteld (Zie Bijlage 5)

3.2.3 Translatiegolven ter plaatse van het sluzencomplex

Translatie-golfhoogte door nivelleren Noordersluis of door varende schepen: + of – 0,10 m met een steilheid van 0,10 m/min [1].

3.3 Overige gegevens

3.3.1 Spuien door spuisluis

Spuien vindt plaats bij waterstanden aan de Noordzezijde tussen NAP -0,40 m en NAP -2,00 m [1]. Het debiet varieert daarbij van 0 tot 700 m³/s.

3.3.2 Malen

Malen door het gemaal vindt plaats bij waterstanden aan de Noordzezijde tussen NAP +0,00 m en NAP +2,50 m [1]. Hierbij varieert het debiet tussen de 0 en 300 m³/s.

3.3.3 Dichtheid

De dichtheid van het water aan de Noordzezijde van de sluis varieert tussen de 1010 en 1022 kg/m³ [1].

4 HYDRAULISCHE GEGEVENS VOOR HET NOORDZEEKANAAL TER PLAATSE VAN HET SLUIZENCOMPLEX

4.1 Waterstanden

4.1.1 Kanaalpeilen

Het streefpeil voor het kanaal is NAP -0,40 m [1]. De extreme waterstanden voor het kanaal zijn weergegeven in Tabel 4-1. Voor de berekening wordt verwezen naar Bijlage 6.

In het huidige beleid zijn nog geen uitspraken m.b.t. toekomstige stijging van het streefpeil (i.v.m. zee- en IJsselmeerpeilstijging) opgenomen. De extreme hoogwaterstanden worden veroorzaakt door vollopen van het Noordzeekanaal vanuit de Lek.

Tabel 4-1 Waterstanden op het Noordzeekanaal in extreme situatie³

Frequentie	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
1/1 jaar	NAP -0,07 m	NAP -0,58 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP +0,01 m	NAP -0,61 m
10 ⁻² / jaar	NAP +0,09 m	NAP -0,64 m
10 ⁻³ / jaar	NAP +0,17 m	NAP -0,67 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP +1,30 m	NAP -0,70 m

Voor de op- en afwaaiing bij de sluis wordt uitgegaan conform [1] van de volgende waarden:

Tabel 4-2 Opwaaiing en afwaaiing op het Noordzeekanaal in extreme situaties (uit [1])

Frequentie	Op/afwaaiing
1/1 jaar	+/- 0,20 m
10 ⁻⁴ / jaar	+/- 0,30 m

4.2 Golven

4.2.1 Windgolven

Voor lokale windgolven door opwekking in het kanaal bij de Nieuwe Zeesluis geldt bij oostenwind een strijklengte van ca. 1,5 km [1]. De waarden van de windgolven waarmee gerekend kan worden staan in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Windgolven aan kanaalzijde van de nieuwe zeesluis [1]

Frequentie	Windrichting	H _s	T _s
<i>Dagelijkse situatie met O-wind</i>			
1 / jaar	O	0,30 m	1,9 s
10 ⁻¹ / jaar	O	0,40 m	2,0 s
<i>Extreme situatie tijdens O-stormen</i>			

³ Deze waterstanden zijn gebaseerd op meetreeksen, en vervolgens geëxtrapoleerd. Deze waterstanden zijn hiermee inclusief op- en afwaaiing.

10 ⁻³ / jaar	O	0,60 m	2,2 s
10 ⁻⁴ / jaar	O	0,70 m	2,3 s

4.2.2 Translatiegolven

Voor translatiegolven door het nivelleren van de Noordersluis of door varende schepen wordt gerekend met een golfamplitude van 0,20 m en met een steilheid van 0,10 m/min [1].

4.3 Overige gegevens

4.3.1 Dichtheid

De dichtheid van het water op het NZK varieert tussen de 1000 en 1010 kg/m³ [1].

4.3.2 Berging Noordzeekanaal-gebied

Het horizontale oppervlak van het Noordzeekanaal van IJmuiden tot de Oranjesluizen inclusief de Amsterdamse haven en het Amsterdam-Rijnkanaal is ca. 2700 ha. Gesteld is dat bij een gemiddeld kanaalpeil van NAP +0,40 m de oevers van het achterliggende gebied overstromen. Met een streefpeil van NAP -0,40 m bedraagt het bergende vermogen van het Noordzeekanaal ca. 21,6*10⁶ m³ [1].

5 GEGEVENS VOOR DE BEPALING VAN DE KERENDE HOOGTE VAN DE DEUREN EN DE MAATGEVENDE VERVALLEN

De voorgaande hoofdstukken hebben inzicht gegeven in verschillende waterstanden en toeslagen voor belastingen op de Nieuwe Zeesluis. Voor de kerende hoogte van de deuren worden de volgende gegevens gebruikt (zie Bijlage 7 voor details):

5.1 Waterstand

Bij de bepaling van de kerende hoogte deuren wordt ervan uit gegaan dat beide sluisdeuren aan dezelfde maatgevende combinatie van waterstanden kunnen worden blootgesteld en daarom dezelfde kerende hoogte dienen te krijgen (principe van dubbel keren). Hiervoor gelden de volgende waarden (zie Bijlage 7 voor details):

Tabel 5-1: Ontwerpwaterstand keerdeuren (m + NAP)

	2011	W+ scenario (KNMI)	Cie. Veerman
Ontwerpwaterstand	6,14	6,99	7,34

5.2 Golven

In Bijlage 5 zijn de golfparameters direct voor de sluis berekend, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de deining en de windgolf. (Let op, deze tabel is verschillend van Tabel 3-6 die voor de locatie op enige afstand van de sluisdeur geldt, en waar geen reflectie tegen de deur is opgenomen).

Tabel 5-2 Golven direct voor de Noordersluis, deining, windgolf en gecombineerde golf

Frequentie	Dir (°N)	Deining		Windgolf		Gecombineerde golf*	
		Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
10-4 / jaar	270 (W)	0,12	15,6	2,24	5,0	2,24	5,0

* Voor het bepalen van de gecombineerde golf zijn de bijdragen deining en windgolven, kwadratisch bij elkaar opgeteld (Zie Bijlage 5)

5.3 Maatgevende vervallen

Het toepassen van het dubbel keren principe leidt tot de volgende maatgevende vervallen:

Tabel 5-3: Maatgevende vervallen

Verval	Positief	Negatief
	8,51 m	3,67 m

Het maatgevende positieve verval uit Tabel 5-3 geldt voor het eind van de planperiode (2111) en is berekend volgens het zeespiegelstijgingsscenario van het Nationaal Waterplan (W+ scenario KNMI, 85 cm/eeuw). Dit verval geldt voor vervangbare delen van kunstwerken.

Voor onvervangbare delen van kunstwerken dient (conform het NWP) rekening gehouden te worden met het advies van commissie Veerman. Uitgaande van het scenario van Cie. Veerman bedraagt het maatgevende positieve verval voor de onvervangbare delen 8,90 m.

Het maatgevende negatieve verval geldt voor de huidige situatie.
In de berekening is een robuustheidstoeslag van 10% op verval toegepast.

6 COMBINATIES VAN WATERSTANDEN EN GOLVEN VOOR SCHUTCYCLUS

6.1 Gegevens voor het nivelleersysteem

6.1.1 Schutpeilen aan Noordzeezijde

De schutpeilen zijn afgeleid op basis van de maximale niet-beschikbaarheid van de sluis door meteo-hydrologische omstandigheden. Voor deze niet-beschikbaarheid geldt een maximale waarde van 0,02% van de tijd. Hieruit volgt een duur van 2 uur per jaar [1].

De niet-beschikbaarheid door meteo-hydrologische omstandigheden geldt niet alleen voor hoge waterstanden, maar ook voor extreme wind [1].

Daarom wordt hier gerekend met een waterstand met een frequentie van 10^{-1} / jaar, dit komt overeen met een duur van 0,2 uur per jaar. De waterstanden die bij deze frequentie gelden zijn:

voor 2011 tussen NAP -2,20 m en NAP +3,07 m,

voor 2111*) tussen NAP -1,35 m en NAP+ 3,92 m.

*) voor het bepalen van de waterstanden voor 2111 is een toeslag voor de zeespiegelstijging van 0,85 m (conform NWP, W+ scenario) toegepast.

6.1.2 Schutpeilen aan de Kanaal-zijde

Ook voor het schutpeil aan de kanaalzijde wordt gerekend met een peil met een frequentie van 10^{-1} per jaar. Voor de gehele periode is dit tussen NAP -0,61 m en NAP +0,01 m.

Hierbij dient rekening te worden gehouden met een op- en afwaaiing van +/- 0,20 cm.

6.1.3 Dichtheid water

Voor het water aan de Noordzeezijde wordt gerekend met een dichtheid van 1022 kg/m^3 [1]. Aan de kanaalzijde geldt voor de dichtheid van het water 1000 kg/m^3 [1].

6.2 Gegevens voor het bewegen van de buitendeur

6.2.1 Waterstanden

Het waterstandsverschil over de deur bij het trekken van de buitendeur wordt bepaald aan de hand van een drukverval van 0,10 m over de nivelleeropeningen [1].

(bijv. bij nivelleeropeningen 13 m onder de waterspiegel en verschil in dichtheid van 20 kg/m^3 komt dit overeen met een 0,36 m (= $13 \cdot 20/1000 + 0,1$) hogere waterstand in de kolk dan in de buitenhaven.)

De waterstanden aan weerszijden van de buitendeur volgen uit de schutpeilen:

2011 met 10^{-1} / jaar: tussen NAP +3,07 m en NAP -2,20 m

2111*) met 10^{-1} / jaar: tussen NAP+ 3,92 m en NAP -1,35 m

*) voor het bepalen van de waterstanden voor 2111 is een toeslag voor de zeespiegelstijging van 0,85 m (conform NWP, W+ scenario) toegepast.

6.2.2 Golven

Voor seiches geldt [1]:

$$H = 0,25 \text{ m} \quad T = 5-6 \text{ minuten}$$

$$H = 0,12 \text{ m} \quad T = 3-4 \text{ minuten}$$

Voor de windgolven aan zeezijde wordt gerekend met een golf door westenwind met een frequentie van 10^{-1} per jaar. Hiervoor geldt [1]:

$$H_s = 0,80 \text{ m} \quad T_s = 2,6 \text{ s}$$

Voor de translatiegolven aan zeezijde geldt [1]:

$$\text{Amplitude} = 0,10 \text{ m} \quad \text{Steilheid} = 0,10 \text{ m/min}$$

Voor de dichtheid van het water aan zeezijde geldt [1]:

$$1020 \text{ kg/m}^3$$

Voor de dichtheid van het water aan kolkzijde geldt [1]:

$$1000 \text{ kg/m}^3.$$

6.3 Gegevens voor de beweging van de binnendeur

6.3.1 Waterstanden

Het verval over de deur bij trekken van de binnendeur wordt eveneens bepaald aan de hand van een drukverval van 0,10 m over de nivelleeropeningen [1].

(Bijv. bij nivelleeropeningen 13 m onder waterspiegel en een verschil in dichtheid van 20 kg/m^3 komt dit overeen met een 0,36 m lagere waterstand in de kolk dan in de binnenvoorhaven.)

Voor de waterstanden aan weerszijden van de binnendeur wordt gerekend met de 10^{-1} per jaar waterstand. Deze heeft een maximum waarde van NAP +0,01 m en een minimumwaarde van NAP -0,61 m [1].

6.3.2 Golven

Voor de windgolven aan kanaalzijde wordt gerekend met een golf door oostenwind met een frequentie van 10^{-1} per jaar [1]:

$$H_s = 0,4 \text{ m} \quad T_s = 2,0 \text{ s}$$

Voor de translatiegolven aan zeezijde geldt [1]:

$$\text{Amplitude} = 0,20 \text{ m} \quad \text{Steilheid} = 0,10 \text{ m/min}$$

Voor de dichtheid van het water aan kolkzijde geldt [1]:

$$1000-1020 \text{ kg/m}^3$$

Voor dichtheid van het water aan kanaalzijde geldt [1]:

$$1000 \text{ kg/m}^3.$$

7 GEGEVENS VOOR SCHEEPSMANOEUVRES

Voor gegevens voor scheepsmanoeuvres wordt verwezen naar Nautische omstandigheden en procedures door Alkyon [1.7].

7.1 Gegevens voor scheepsmanoeuvres tijden spuien en malen

Aan de Noordzeezijde gelden de volgende debieten voor de spuisluis en het gemaal:

Spuisluis:	0 tot 700 m ³ /s
Gemaal:	0 tot 300 m ³ /s

Dezelfde debieten zijn gehanteerd in de Planstudie Lichtenen Averijhaven. Deze waarden gelden voor de huidige situatie, er is hierbij geen rekening gehouden met een eventuele vergroting van de spui- cq. maalcapaciteit van het complex.

7.2 Gegevens voor scheepsmanoeuvres

Volgens de Klanteisenspecificaties zoals verwerkt in de systeemspecificaties (SYS-0422) volgt voor de scheepsmanoeuvres:

- Schutten maatgevende schip tot windkracht 7 Bft (op zee)
- Ontbonden dwarscomponent van de wind max. Bft 5 op de sluis voor marginale schepen; conform bepalingen marginale schepen N-sls en Noordzeekanaal.
- Schutten voor niet maatgevende schepen: er dient geschut te kunnen worden tot 9 Bft.

8 ROBUUSTHEIDSTOESLAGEN EN ONZEKERHEDEN

In de afgeleide hydraulische ontwerprandvoorwaarden is rekening gehouden met de (model)onzekerheden door de robuustheidstoelagen toe te passen. De volgende toelagen zijn toegepast (conform advies Waterdienst):

- Een toelag van 10% op de op- en afwaaiing in de Buitenhaven
- Een toelag van 10% op de golfhoogte op de Noordzee buiten de havendammen
- Een toelag van 10% op de maatgevende vervallen
- Een toelag van 10 cm op de ontwerpwaterstand

Er is rekening gehouden met de zeespiegelstijging over 100 jaar volgens het Nationaal Waterplan (G+ scenario KNMI, 85 cm) en Cie Veerman (120 cm).

Met name aan de golfberekeningen kleven veel onzekerheden. Uit de rapportage behorend bij het modelinstrumentarium IJmuiden [01], wordt door Deltares/Alkyon aangegeven dat de golfhoogtes die in de haven van IJmuiden met het instrumentarium berekend worden, als een bovenlimiet gezien moeten worden. Daarnaast zijn bij de extreme situaties die beschouwd worden (10^{-3} /jaar en 10^{-4} /jaar) de kades overstroomd. Daarnaast wordt de windsnelheid in de Buitenhaven overschat omdat er geen rekening wordt gehouden met de afscherpende werking van constructies en de hogere terreinruwheid. Hier wordt nu geen rekening mee gehouden in de golfberekeningen waardoor de berekende golfhoogtes naar verwachting erg conservatief zijn. Dit geldt ook in zekere mate voor de berekening van de lokale opwaaiing in de buitenhaven waarin geen rekening is gehouden met de reductie van de windsnelheid door de kades waardoor de berekende opwaaiing aan de conservatieve kant is.

Voor de golftrandvoorwaarden adviseert de Waterdienst 3 toelagen:

1. Een toelag van 10% op de inkomende golfhoogte buitengaats
2. Een toelag van 10% op de lokaal opgewekte golfhoogte in de Buitenhaven
3. Een toelag van $0,45 \times \Delta h$ op de inkomende golfhoogte buitengaats i.v.m. de zeespiegelstijging

De eerste toelag is overgenomen. Voor de overige twee toelagen is dat niet gedaan omdat de berekende golfhoogtes al een naar verwachting forse overschatting zijn van de werkelijke golfhoogtes.

N.a.v. onder andere bovenstaande opmerkingen, en opmerkingen die door de Rijkswaterstaat (WD en DI) gemaakt zijn worden de volgende aanbevelingen voor de vervolgfase (DO) van het project gedaan:

- Aan de golfberekeningen kleven veel onzekerheden. Aanbevolen wordt om in de vervolgfase hier nader naar te kijken, en hierbij de volgende zaken mee te nemen:
 - In de golfmodellering wordt geen rekening gehouden met het overstromen van kades. Dit kan tot een forse overschatting van berekende golfhoogtes leiden. Dit is de reden geweest om af te zien van toepassing van diverse opslagen die door de Waterdienst werden voorgeschreven, dit dient nader onderzocht te worden;
 - Dienen de golftrandvoorwaarden te worden aangepast op HR-2011 door middel van een extra toelag?
 - De golfperiode wordt nu bepaald op basis van SWAN resultaten. Wat is de onzekerheid in de bepaling van de golfperiode?
- Onzekerheid rondom 10% toelag op de vervallen: Hier is de waarde overgenomen uit de voorwaarden voor ESA, door de Waterdienst wordt aanbevolen om hier nader naar te kijken;
- Er wordt door de Waterdienst geadviseerd een integrale beschouwing op te stellen van de benodigde kerende hoogte en het te volgen klimaatscenario, die door de beheerder en de

Waterdienst dient te worden getoetst (Toepassen van robuustheidstoeslag volgens Leidraad Rivieren?).

- Er wordt door de Waterdienst geadviseerd om in de bepaling van de maatgevende windsnelheden (en in de toepassingen daarvan in diverse berekeningen) rekening te houden met de afscherming door kades en andere constructies. Aanbevolen wordt om dit in een vervolgfase mee te nemen.

9 LITERATUUR

- [1] Zeepoort IJmond – Hydraulische randvoorwaarden ter plaatse van de Grote Sluis te IJmuiden, 6592-P-2002-0119, dr.ir. A. Vrijburcht & ir. A.S. van den Dungen, 07-01-2003
 - [1.1] Hydraulische Randvoorwaarden 2001, RWS/DWW, /RIKZ, /RIZA 2002
 - [1.2] Tienjarig overzicht 1981 – 1990, RWS/RIKZ en /RIZA, 1994
 - [1.3] Voorontwerpnota, Renovatie Kleine en Zuidersluis IJmuiden, RWS/BD en /NH, 1995
 - [1.4] Programma van Eisen, Uitbreiding gemaal IJmuiden, RWS/BD en /NH, 2001
 - [1.5] Seiches in de buitenhaven van IJmuiden, RWS/NH en Alkyon, sept. 2000
 - [1.6] Een waarschuwingssysteem te IJmuiden voor vervallen over buitenroldeur van de Noordersluis met halingen in de buitenhaven, RWS/NH, 1979
 - [1.7] Nautische omstandigheden en procedures, verslag A548, januari 2000, Alkyon
- [2] TNO 2003, Belastingmodellen Westerschelde / Waddenzee – Vergelijking Hydra-K en PC-Ring, 2003-CI-R0032, december 2003
- [3] Opzet en Calibratie Modelinstrumentarium IJmuiden, Arcadis en Deltares, 2011-07-12
- [4] HR-c 2006 – Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen categorie C – voor derde toetsronde 2006-2011
- [5] Rijkswaterstaat, NAM
- [6] Trendanalyse jaargemiddelde waterstanden Kornwerderzand, RWS Dienst IJsselmeergebied, april 2011
- [7] Hydraulische Ontwerprandvoorwaarden voor de Afsluitdijk, 26 april 2010, minuut Rijkswaterstaat
- [8] KNMI, Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands, Wetenschappelijk rapport, dd 22 mei 2006
- [9] Leidraad Kunstwerken, TAW, 2003

10 COLOFON

Opdrachtgever	: Rijkswaterstaat Noord Holland
Project	: Zeetoegang IJmond
Dossier	: BA3334-102
Omvang rapport	: 19 pagina's
Auteur	: Johan Henrotte
Bijdrage	: Willem-Frederik Louwersheimer, Tijmen Smolders, Sander Zweers
Interne controle	: Marius Sokolewicz
Projectleider	: Eric Brasser
Projectmanager	: Wim Klomp
Datum	: 19 januari 2012
Naam/Paraaf	:

DHV B.V.

*Delta Development
Laan 1914 nr. 35
3818 EX Amersfoort
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
T (033) 468 20 00
F (033) 468 28 01
E info@dhv.com
www.dhv.com*

BIJLAGE 1 Overzicht Update

Ten opzichte van de OR2003 [1] is een aantal waarden aangepast. Hieronder wordt een overzicht van de paragrafen en tabellen gegeven, die ten opzichte van de OR2003 zijn gewijzigd:

Tabel 2-1: Uurgemiddelde windsnelheden [m/s] voor verschillende windrichtingen

Paragraaf 3.1.2 Extreme hoogwaterstanden

Paragraaf 3.1.4 Zeespiegelstijging

Paragraaf 3.3.1 Spuien door spuisluis

Tabel 4-1 Waterstanden op het Noordzeekanaal in extreme situatie

Hoofdstuk 5 Gegevens voor de bepaling van de kerende hoogte van de deuren

Paragraaf 6.1.1 Schutpeilen aan Noordzeezijde

Paragraaf 6.1.2 Schutpeilen aan de Kanaal-zijde

Paragraaf 6.2.1 Waterstanden

Paragraaf 7.1 Gegevens voor scheepsmanoeuvres tijden spuien en malen

DHV B.V.

BIJLAGE 2 Bepaling windcondities voor IJmuiden

Voor het bepalen van de windcondities ter plaatse van de haven van IJmuiden is gebruik gemaakt van de Hydra-K windstatistiek op locatie IJmuiden Buitenhaven (Hydra-K versie 3.5.1).

Tabel B2-1. Windstatistiek bij IJmuiden buitenhaven uit Hydra-K versie 3.5.1

Eindtabel		IJmuiden-buitenhaven													
richtingsector	Weibull-parameters				overschrijdingsfrequentie v/d windsnelheid					kwantiel windsnelheden in m/s:					
	th	pc	alf	sig	15	20	25	30	35	*1	*2	*3	*4	*5	*6
omni-	22	0,43	1,93	9,69	5,46878	0,97415	0,11015	0,00796	0,00037	25,2	29,6	33,5	34,5	35,6	36,9
30	14	0,37	2,08	7,08	0,19557	0,00393	0,00002	0,00000	0,00000	15,98	18,9	21,5	22,2	22,8	23,7
60	14	0,51	2,29	8,28	0,28856	0,00762	0,00005	0,00000	0,00000	16,66	19,7	22,2	22,9	23,6	24,4
90	14	0,4	2,27	7,96	0,21705	0,00446	0,00002	0,00000	0,00000	16,16	19,1	21,6	22,2	22,9	23,7
120	13	0,5	2,33	7,63	0,12704	0,00126	0,00000	0,00000	0,00000	15,31	18	20,2	20,8	21,4	22,2
150	14	0,47	2,42	8,53	0,25724	0,00499	0,00002	0,00000	0,00000	16,4	19,3	21,6	22,2	22,9	23,6
180	17	0,37	2,44	9,82	1,00990	0,05778	0,00095	0,00000	0,00000	19,18	22,3	25	25,7	26,4	27,2
210	19	0,5	2,43	11,73	2,04818	0,32579	0,02345	0,00071	0,00001	22,44	26,3	29,6	30,4	31,3	32,3
240	20	0,48	2,23	11,74	2,26776	0,48000	0,05794	0,00387	0,00014	23,83	28,4	32,2	33,2	34,2	35,5
270	20	0,49	2,04	10,94	2,23962	0,49000	0,06810	0,00599	0,00033	24,11	29	33,2	34,3	35,5	36,9
300	18	0,49	2,06	11,01	1,16039	0,25139	0,03415	0,00289	0,00015	22,46	27,6	31,9	33,1	34,2	35,7
330	17	0,4	2,07	9,21	0,90006	0,09659	0,00521	0,00014	0,00000	19,93	24	27,4	28,3	29,3	30,4
360	14	0,49	2,03	7,95	0,30482	0,01709	0,00041	0,00000	0,00000	17,11	20,8	23,9	24,8	25,6	26,6

Verklaring		1/x jr	
*1	=	0,10000 kwantiel	10
*2	=	0,01000 kwantiel	100
*3	=	0,00100 kwantiel	1000
*4	=	0,00050 kwantiel	2000
*5	=	0,00025 kwantiel	4000
*6	=	0,00010 kwantiel	10000

Log-coëfficiënten		
dir	U10 = (c*ln(RP))+b	
	c	b
210	1,57	18,20
240	1,93	18,54
270	2,10	18,49
300	2,11	17,02
330	1,51	16,40

Statistiek is voor windrichtingen met een bandbreedte van 30 graden beschikbaar. Voor de overschrijdingsfrequenties van 0,1 tot 0,0001 per jaar zijn de windgegevens direct uit de Hydra-K data te halen, en deze zijn dan ook overgenomen in Tabel B2-2. Windsnelheden voor overschrijdingsfrequenties >0,1 zijn niet in het overzicht van Hydra-K opgenomen en zijn bepaald met behulp van de Weibull-parameters [2].

Tabel B2-2. Windsnelheden (U10) IJmuiden Buitenhaven⁴

Frequentie	Windsnelheden [m/s]						
	0° N (N)	330° N (NW)	300° N (WNW)	270° N (W)	180° N (Z)	90° N (O)	Omni (-)
1 / jaar	12,3	14,7	15,6	17,8	15,0	12,3	19,9
0,63 / jaar	13,5	15,9	17,2	19,3	16,0	13,2	21,1
0,5 / jaar	14,0	16,5	17,9	19,9	16,4	13,6	21,6
10 ⁻¹ / jaar	17,1	19,9	22,5	24,1	19,2	16,2	25,2
10 ⁻² / jaar	20,8	24,0	27,6	29,0	22,3	19,1	29,6
10 ⁻³ / jaar	23,9	27,4	31,9	33,2	25,0	21,6	33,5
10 ⁻⁴ / jaar	26,6	30,4	35,7	36,9	27,2	23,7	36,9

⁴ Hydra-K geeft de windrichtingen in graden t.o.v. het Noorden. In tabel zijn ook de gebruikelijke nautische windrichtingen aangegeven; daarbij wordt opgemerkt dat deze slechts bij benadering overeenkomen met de richtingen in Hydra-K (NW=315°N; WNW=292,5°N)

BIJLAGE 3 Bepaling extreme waterstanden aan Noordzezijde

In de OR2003 [1] zijn de extreme hoog- en laagwaterstanden ter plaatse van IJmuiden Buitenhaven gegeven. Deze extreme hoogwaterstanden zijn op basis van Hydra-K data aangepast. Daarnaast is de extreme hoogwaterstand ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis bepaald, door lokale opwaaiing mee te nemen. De extreme laagwaterstanden zijn op basis van actuele data van helpdeskwater geverifieerd. De bepaling van deze extreme hoogwaterstand en de controle van de extreme laagwaterstanden wordt in deze bijlage beschreven.

1. Extreme hoogwaterstanden ter plaatse van IJmuiden Buitenhaven

Op basis van Hydra-K data (versie 3.5.1) zijn de extreme (omni-directionele) waterstanden ter plaatse van IJmuiden Buitenhaven opnieuw bepaald (zie Tabel B3-1). Het illustratiepunt waarbij de waterstand gelijk is aan MHW is hiervoor gebruikt (2^e illustratiepunt).

Tabel B3-1 Extreme hoogwaterstanden ter plaatse van IJmuiden Buitenhaven

Frequentie	Waterstand
1 / jaar	NAP +2,36 m
0,63 / jaar	NAP +2,44 m
0,5 / jaar	NAP +2,51 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP +2,98 m
10 ⁻² / jaar	NAP +3,66 m
10 ⁻³ / jaar	NAP +4,39 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP +5,16 m
10 ⁻⁵ / jaar**	NAP +5,81 m
10 ⁻⁶ / jaar**	NAP +6,51 m

** De 10⁻⁵/jaar en 10⁻⁶/jaar condities volgen niet uit de statistiek van Hydra-K. Deze waarden zijn bepaald doormiddel van een logaritmische extrapolatie.

Bovenstaande extreme hoogwaterstanden zijn gedefinieerd op een lokatie buitengaats (zie Afbeelding 1). Voor het bepalen van de extreme waterstanden ter plaatse van de Nieuwe Sluis dient lokale windgroei tussen het Hydra-K punt buitengaats en de sluis in rekening gebracht te worden. Omdat er sprake is van een fuik waar het water tijdens een storm in wordt geblazen is de vraag of een standaard opwaaiingsberekening toereikend is. Recent is er door Deltares een nieuw modelinstrumentarium voor de Buitenhaven van IJmuiden opgesteld [3]. Met het beschikbare modelinstrumentarium kan relatief eenvoudig een berekening worden gemaakt om de opstuwing voor de sluisdeuren te bepalen.



Afbeelding 1 Locatie Hydra-K uitvoerpunt IJmuiden buitenhaven

2. Aanpak berekening lokale opwaaiing

Voor het bepalen van de (lokale) opwaaiing is gebruik gemaakt van het Delft3D-waterbewegingsmodel. Met dit model kan o.a. de waterstand berekend worden die wordt verkregen bij verschillende windcondities. Ten behoeve van deze studie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De opwaaiingsberekeningen zijn met het modelinstrumentarium uitgevoerd;
- Berekeningen zijn in 2D uitgevoerd. 3D effecten zijn met name relevant voor stroming (zoet/zout interactie) en niet zozeer voor waterstandsberekeningen,
- Modelschematisatie is toegepast zoals het is opgeleverd door Deltares. Er worden geen wijzigingen in de opzet aangebracht (geen aanpassingen grid, windwrijvingsfactor e.d.)
- De bodemschematisatie is lokaal aangepast. De verdieping van de draaicirkel ter hoogte van de IJmondhaven die in 2011 is uitgevoerd is aan de bodemschematisatie toegevoegd.
- Er is met een constante waterstand gerekend (constante waterstandsrandvoorwaarden). De verwachting is dat het effect van waterstandsvariatie ten gevolge van getij geen significant effect heeft op amplificatie van de waterstand tussen het Hydra-K uitvoerpunt en de zeesluis.
- Er is geen rekening gehouden met in- en afvoer van water uit het sluisencomplex: alle in- en uitstroompunten in de Buitenhaven zijn verwijderd.
- Een in de tijd variërende wind is ruimtelijk uniform opgelegd. Deze is verkregen uit de directionele statistiek zoals gepresenteerd is in Tabel B2-2.
- Voor elke conditie is met dezelfde waterstand gerekend. De verwachting is dat het effect van de waterstand op de stormopzet in dit geval voor de meeste condities beperkt is. Bij zeer extreme condities hoort een hoge waterstand. Bij deze waterstand zou de golfbrekers en de kades overstromen. Dit effect van overstromen van de kades en golfbrekers zit nu niet in het model en is dus ook niet meegenomen in de berekeningen. De verwachting is echter dat het effect op de resultaten zeer beperkt zal zijn.

Omdat op voorhand niet geheel bekend is voor welke combinatie windrichting en –snelheid de stormopzet maatgevend is, worden meerdere windrichtingen doorgerekend (NW, WNW en W). De condities tot een frequentie van 10^{-4} /jaar zullen voor deze drie richtingen worden bepaald ten behoeve van het ontwerp.

3. Resultaten berekeningen lokale opwaaiing

Resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in Tabel B3-2. In deze tabel is het verschil in waterstand weergegeven tussen het Hydra-K uitvoerpunt (Afbeelding 1) en een uitvoerlocatie ter plaatse van de sluis. De bijbehorende windsnelheden zijn terug te vinden in Bijlage 2.

Tabel B3-2. Lokale opwaaiing tussen Hydra-K punt en de Zeesluis te IJmuiden

Frequentie	Stormopzet [m]		
	NW (330°)	WNW (300°)	W (270°)
1 / jaar	-	0,02	0,04
0,63 / jaar	0,02	0,03	0,05
0,5 / jaar	0,02	0,03	0,05
10 ⁻¹ / jaar	0,03	0,06	0,08
10 ⁻² / jaar	0,05	0,11	0,13
10 ⁻³ / jaar	0,07	0,16	0,19
10 ⁻⁴ / jaar	0,09	0,23	0,25

4. Extreme hoogwaterstand ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis

Voor het bepalen van de extreme waterstanden ter plaatse van de Nieuwe Sluis dient de berekende lokale opwaaiing opgeteld te worden bij de waterstand buitengaats.

Idealiter zou voor het bepalen van de extreme waterstand nabij de sluis, voor verschillende windrichtingen zowel de waterstand buitengaats als de lokale windgroei bepaald moeten worden. Deze beide componenten zouden dan per windrichting bij elkaar opgeteld moeten worden, waaruit de combinatie met de hoogste waarde de maatgevende extreme waterstand nabij de sluis geeft.

De beschikbare statistiek uit Hydra-K voor IJmuiden buitenhaven geeft echter één extreme waterstand buitengaats. Onderscheid in waterstanden buitengaats per windrichting is hier niet in gemaakt. Om tot een waterstand nabij de Nieuwe Sluis te komen is ervoor gekozen om de lokale opwaaiing voor drie verschillende (voor windopzet maatgevende) windrichtingen te bepalen. De hoogste berekende waarde zal gecombineerd worden met de "Hydra-K-waterstand" buitengaats. Hiermee wordt een conservatieve benadering toegepast, welke wellicht tot een overschatting van de extreme waterstand leidt nabij de Nieuwe Sluis. De verwachting is echter dat deze overschatting beperkt is tot enkele centimeters (verschil in opzet voor W en WNW is orde 3 cm).

In de berekeningen is rekening gehouden met de modelonzekerheden door conform de aanbevelingen van de Waterdienst de berekende windopzet met 10% te verhogen.

Tabel B3-3. Extreme hoogwaterstanden

Frequentie	Waterstand buitengaats	Lokale windopzet [m]			Waterstand ter hoogte van de Nieuwe Sluis*
		NW	WNW	W	
1/1 jaar	NAP +2,36 m	-	0,02	0,04	NAP +2,40 m
0,63 / jaar	NAP +2,44 m	0,02	0,03	0,06	NAP +2,50 m
0,5 / jaar	NAP +2,51 m	0,02	0,03	0,06	NAP +2,57 m
10 ⁻¹ /jaar	NAP +2,98 m	0,03	0,07	0,09	NAP +3,07 m
10 ⁻² /jaar	NAP +3,66 m	0,06	0,12	0,14	NAP +3,80 m
10 ⁻³ /jaar	NAP +4,39 m	0,08	0,18	0,21	NAP +4,60 m

10 ⁻⁴ /jaar	NAP +5,16 m	0,10	0,25	0,28	NAP +5,44 m
10 ⁻⁵ /jaar**	NAP +5,81 m	-	-	-	NAP +6,15 m
10 ⁻⁶ /jaar**	NAP +6,51 m	-	-	-	NAP +6,91 m

* Combinatie van waterstand buitengaats en maximale windopzet van W, WNW en NW

** De 10⁻⁵/jaar en 10⁻⁶/jaar condities volgen niet uit de statistiek van Hydra-K en zijn ook niet berekend. Deze waarden zijn bepaald doormiddel van een logaritmische extrapolatie.

Controle Extreme laagwaterstanden

In de hydraulische ontwerprandvoorwaarden 2003 worden extreme laagwaterstanden voor de buitenhaven gegeven. Actuele laagwatergegevens zijn opgevraagd bij helpdeskwater (Tabel B3-4). Vergelijking van deze waterstanden met die zoals gepresenteerd zijn in OR2003, laat zien dat de extreme laagwaterstanden uit OR2003 conservatief zijn. Waarden uit 2003 worden daarom niet herzien.

Tabel B3-4. Extreme laagwaterstanden (bron: helpdeskwater)

Frequentie	Waterstand
1 / jaar	NAP -1,70 m
10 ⁻¹ / jaar	NAP -2,05 m
10 ⁻² / jaar	NAP -2,35 m
10 ⁻³ / jaar	NAP -2,60 m
10 ⁻⁴ / jaar	NAP -2,85 m
10 ⁻⁵ / jaar	NAP -3,10 m
10 ⁻⁶ / jaar	NAP -3,35 m

BIJLAGE 4 Lange termijn ontwikkelingen

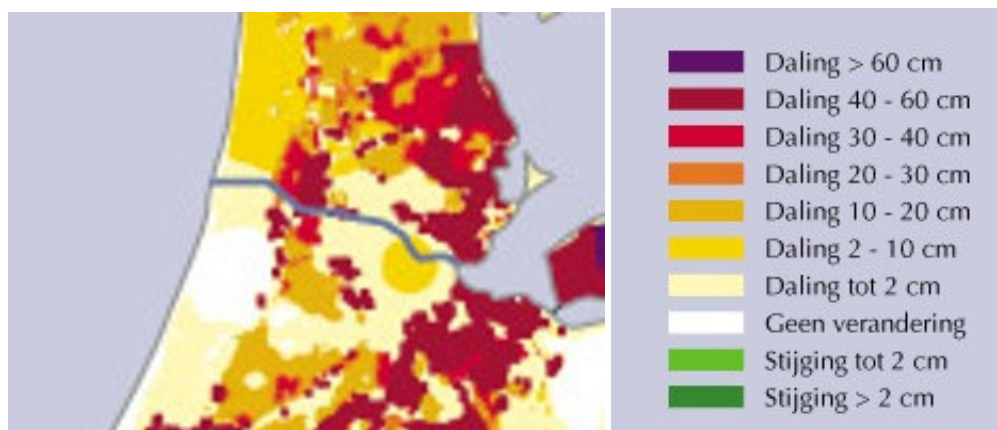
In het ontwerp van de Nieuwe Zeesluis IJmuiden dient rekening te worden gehouden met de lange termijn ontwikkelingen. De Waterdienst adviseert om bij de afleiding van de hydraulische ontwerpbelastingen haar advies m.b.t. hydraulische ontwerprandvoorwaarden voor de Afsluitdijk (memo WD van 26 april 2010, [7]) te volgen.

1. Zeespiegelstijging

In het ontwerp wordt rekening gehouden met de ontwerphorizon van 100 jaar. Conform huidig beleid (Nationaal Waterplan, 2009) wordt voor de lange-termijn investeringen uitgegaan uit van de bovengrens van W+ scenario van het KNMI (absolute z.s.r. van 85 cm/eeuw). Daarnaast dient voor de onvervangbare delen van kunstwerken rekening te worden gehouden met het advies van Cie Veerman (absolute⁵ z.s.r. van 120 cm).

2. Bodemdaling

Voor bodemdaling wordt gebruik gemaakt van Afbeelding 2 [5]. De verwachting is dat rond IJmuiden een daling tot 2 cm in 50 jaar zal plaatsvinden. De aanname is dat de daling voor 100 jaar tot 4 cm zal bedragen. De relatieve zeespiegelstijging (inclusief bodemdaling) wordt hiermee 89 cm.

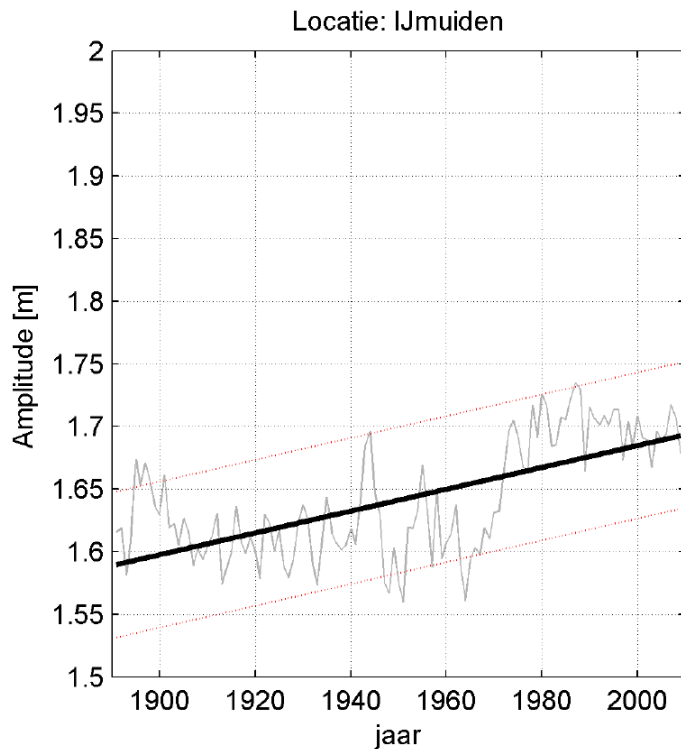


Afbeelding 2 Verwachte bodemdaling in 50 jaar [5]

3. Verandering getijamplitude

De zeespiegelstijging heeft betrekking op de gemiddelde waterstand. Uit recent onderzoek van DHV, dat t.b.v. de studie Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk (ESA) is uitgevoerd [6], is gebleken dat de stijging van gemiddeld zeeniveau anders is dan de stijging van laag respectievelijk hoogwater. Er is een trend waarneembaar van toename in getijdeslag. Deze trend wordt wereldwijd waargenomen, de achtergrond hiervan is nog niet bekend.

⁵ Cie Veerman gaat uit van een lange termijn *relatieve* z.s.r. van 130 cm. Voor de ontwerprandvoorwaarden is een *absolute* z.s.r. van belang. Uitgaande van 10 cm gemiddelde bodemdaling wordt de absolute z.s.r. 120 cm.



Afbeelding 3 Trend in de getijslag in IJmuiden over periode 1890 – 2009 [6]

De trend bedraagt ca. 10 cm/eeuw (zie Afbeelding 3), er is echter een sterke variatie waarneembaar. De afsluiting van de Zuiderzee door de aanleg van de Afsluitdijk in de jaren '30 en de daarop volgende morfologische reactie van de Waddenzee is mogelijk de reden van de grote variabiliteit in de periode 1940-1970. De toename getijslag lijkt recent af te nemen. Om deze reden is ervoor gekozen om dit effect buiten beschouwing te laten en alleen in de onzekerheden op te nemen. In de cijfers van de z.s.r. is al een grote foutmarge opgenomen, op deze manier wordt het stapelen van onzekerheden voorkomen. Het weglaten van de mogelijke stijging van GHW is conform Ontwerprandvoorwaarden Afsluitdijk [7].

Windbelasting

Conform Ontwerprandvoorwaarden Afsluitdijk [7], op basis van advies KNMI (2006) wordt geen rekening gehouden met extra windbelasting komende 100 jaar.

Effect z.s.r. op golfhoogte

De Waterdienst (conform Ontwerprandvoorwaarden Afsluitdijk) stelt dat de het effect van de zeespiegelstijging op de golfhoogte in rekening dient te worden gebracht middels de relatie $\Delta H_{m0} = 0,45 \cdot \Delta D$ met ΔD =relatieve zeespiegelstijging. Deze regel is afgeleid voor de Waddenzee. Van deze regel mag gemotiveerd worden afgeweken. Er wordt geen toeslag op de golfperiode toegepast.

BIJLAGE 5 Bepaling golven en deining aan Noordzeezijde

1. Inleiding

Deze bijlage beschrijft de aanpak en resultaten van de berekeningen in het kader van project Zeetoegang IJmond met het door Deltares opgezette IJmuiden modelinstrumentarium. Dit modelinstrumentarium t.b.v. het bepalen van golfcondities in- en rond de haven bestaat uit een combinatie van het golfvoortplantingsmodel SWAN en het golfdoordringingsmodel PHAROS. Het toegepaste modelinstrumentarium wordt hieronder nog kort toegelicht; voor verdere documentatie wordt verwezen naar de Kalibratie-studie van Alkyon en Deltares(2011) [01].

De resultaten van beide golfstudies zijn uiteindelijk gebruikt om de golfrandvoorwaarden in de Ontwerp Randvoorwaarden 2003 te valideren en waar nodig te actualiseren.

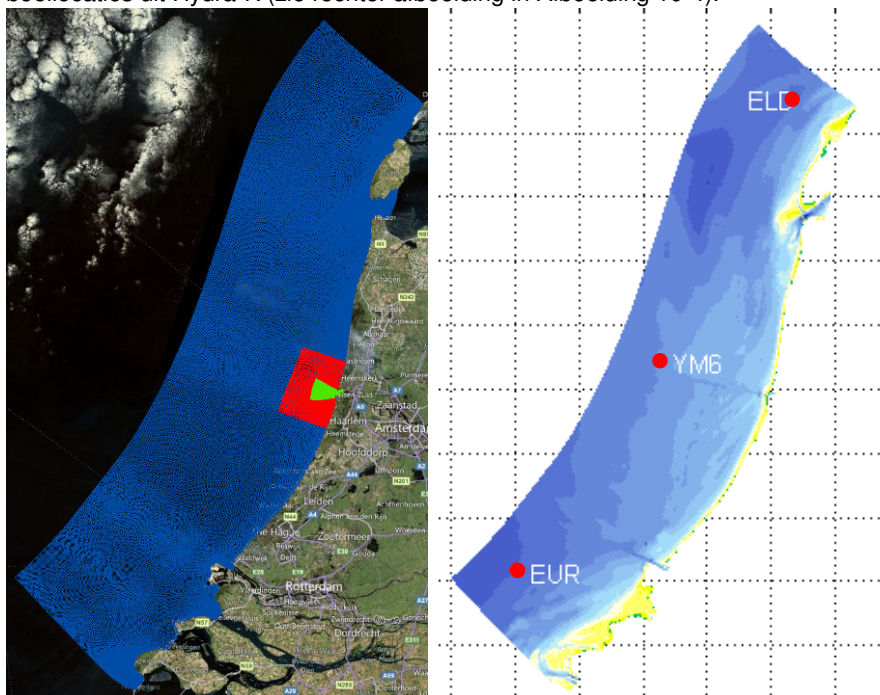
2 Methodiek

2.1 Modelbeschrijving

SWAN

Het SWAN model wordt gebruikt voor de vertaling van offshore- naar nearshore golfcondities, en voor het bepalen van de bijdrage van (lokale) windgroei. Het model bestaat uit drie geneste, kromlijnjige deelmodellen. De rekenroosters van deze deelmodellen verlopen van grof (offshore) naar gedetailleerd (nearshore en in de haven zelf), zie ook Afbeelding 10-4. Het meest gedetailleerde model beslaat de gehele haven van IJmuiden.

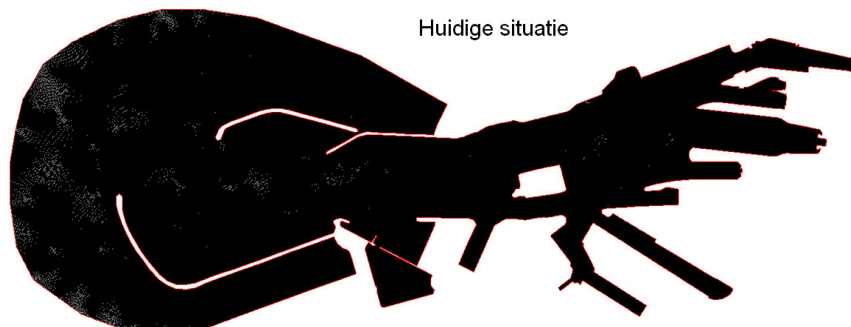
De offshore randvoorwaarden van het model zijn gebaseerd op de gegevens van de zeevaartse boeilocaties uit Hydra-K (zie rechter afbeelding in Afbeelding 10-4).



Afbeelding 10-4: Overzicht SWAN rekenroosters en hydra-k punten

PHAROS

Het PHAROS model wordt gebruikt voor het berekenen van de doordringing van deining in de haven. Het rekenrooster is weergegeven in Afbeelding 10-5. De golfrandvoorwaarden die worden opgelegd op de rand van het model zijn afkomstig uit de SWAN resultaten van het nearshore model.



Afbeelding 10-5: PHAROS rekenrooster

2.2 Modelschematisatie

Het modelinstrumentarium (SWAN + PHAROS) dat is gebruikt t.b.v. het project Zeetoeegang IJmond is gebaseerd op de huidige situatie van de buitenhaven van IJmuiden. De volgende aanpassingen zijn gedaan om het model toepasbaar te maken voor dit project:

- Actualisatie van de bodemschematisatie (o.a. de recent aangepaste draaicirkel in de Buitenhaven ter hoogte van de IJmondhaven);
- Aanpassing van golfrandvoorwaarden op de rand van het rekenrooster;
- Bepalen en aanpassen van transmissie- en reflectiecoëfficiënten van de havendammen bij verschillende condities.

2.3 Rekenscenario's

Berekeningen

Met het SWAN model zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

- 1/1.000 per jaar conditie en 1/10.000 per jaar conditie voor 2 wind- en golfrichtingen, 270 °N en 280 °N;
- 1/1.000 per jaar conditie en 1/10.000 per jaar conditie voor 2 golfrichtingen, 270 °N en 280 °N (zonder wind).

Met het PHAROS model zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

- 1/1.000 per jaar conditie en 1/10.000 per jaar conditie voor 2 golfrichtingen, 270 °N en 280 °N.

Deze scenario's zijn geselecteerd o.a. op basis van de inzichten die zijn verkregen uit planstudie Lichtenen. Golfhoogtes achterin de haven worden voornamelijk bepaald door lokale windgroei. Golfdoordringing speelt slechts een beperkte rol. Het bekken van de sluis west-oost georiënteerd. De strijklengte voor lokale wind is het grootste uit deze richtingen westelijke richtingen. De verwachting is dat wind uit deze richtingen voor de hoogste windgolven zal zorgen in het bekken, en daarmee ook voor de maatgevende condities voor de sluisdeur.

De golfhoogte bij de Zeesluis bestaat uit een deiningcomponent (doordringing van golven vanaf open zee) en een wind(groei)component. Om de resulterende golfhoogte bij de Zeesluis te bepalen zijn de resultaten

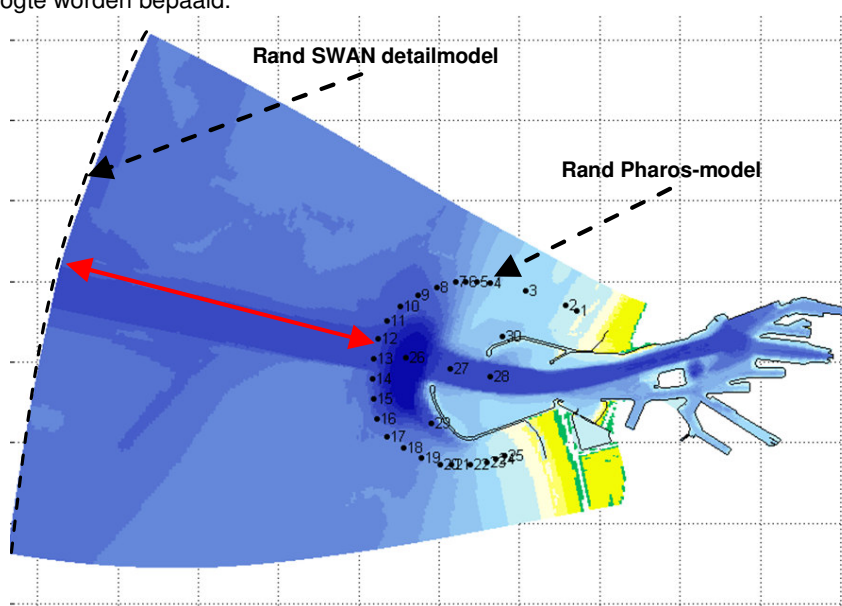
van SWAN en PHAROS gecombineerd; de lokale windgroei wordt bepaald met SWAN, de golfdoordringing aan de hand van PHAROS berekeningen.

Rekenmethode windgroei component

Om de lokale windgroei te bepalen zijn er per conditie twee SWAN berekeningen uitgevoerd:

- één berekening waarbij als randvoorwaarden op de rand van het gedetailleerde rekenrooster windsnelheden en golfrandvoorwaarden (U_{10} , windrichting, H_s , T_p en waterstand) zijn opgelegd;
- Vervolgens is er een berekening gedaan waarbij op de rand van het gedetailleerde rekenrooster alleen de golfrandvoorwaarden (H_s , T_p en waterstand) zijn opgelegd.

Door het verschil tussen a) en b) te bepalen kan de bijdrage van de lokale windgroei op de resulterende golfhoogte worden bepaald.



Afbeelding 10-6 Overzicht van gedetailleerde SWAN-rooster met Pharos rand

Het doel van de exercitie is om de windgroei in de Buitenhaven te bepalen. Het detail SWAN-rekenrooster is echter groter dan het Pharos rooster (zie Afbeelding 10-6), waardoor in de eerste (bovenstaande) berekening van de lokale windgroei, ook de windgroei tussen de modelrand van SWAN en de rand van het Pharos model meegenomen wordt (rode pijl in Afbeelding 10-6). Toepassen van bovenstaande aanpak zal leiden tot een overschatting van de lokale windgroei. Om deze reden wordt er een correctie op de windgroei toegepast:

- Als eerste stap wordt een inschatting gemaakt van deze overschatting van de windgroei: het verschil tussen de golfhoogte uit berekening a) en b) op de Pharosrand is het teveel aan golfhoogte door de windgroei dat meegenomen is. Deze overschatting wordt uitgedrukt als een percentage golfhoogte zonder windgroei (in voorbeeld in Tabel 10-1, 12%).
- Tweede stap bestaat uit het bepalen van het verschil tussen de golfhoogte berekend in a) en b) in de gehele havenbekken (voor locatie t.p.v. de zeesluis in het voorbeeld in Tabel 10-1, $2,44 - 0,37 = 2,07$).
- De laatste stap is dat de windgroei in de haven (bepaald in stap 2) gecorrigeerd wordt met het percentage van "overschatte" windgroei dat is bepaald in stap 1 (in voorbeeld in Tabel 10-1 $2,07 - 2,44 * 12\% = 1,78$)

Onderstaande tabel illustreert deze methode:

	Golfhoogte t.p.v. Pharos modelrand [m]	Golfhoogte t.p.v. Zeesluis [m]	
		ongecorrigeerd	gecorrigeerd
Berekening met wind ⁶	7,87	2,44	
Berekening zonder wind ⁶	6,95	0,37	
Bijdrage windgroei ⁷	0,92 (12% t.o.v. berekening met wind)	2,07	1,78

Tabel 10-1: Voorbeeld windgroei bepaling voor conditie 1/10.000 per jaar.

Rekenmethode resulterende golfhoogte

Om de resulterende golfhoogte bij de Zeesluis te bepalen worden de bijdragen van de deining (die volgen uit de PHAROS berekeningen) en de windgroei (die volgen uit de SWAN berekeningen) kwadratisch bij elkaar opgeteld volgens:

$$H_{s_{\text{totaal}}} = \sqrt{H_{s_{\text{windgroei}}}^2 + H_{s_{\text{pharos}}}^2}$$

Voor de gecombineerde golfperiode a.g.v. deining en wind wordt verondersteld dat SWAN de gecombineerde piekperiode voldoende nauwkeurig berekent. De gecombineerde piekperiode wordt daarom gelijk gesteld aan de door SWAN berekende piekperiode nabij de sluis.

2.4 Randvoorwaarden

SWAN randvoorwaarden

De extreme (directionele) windsnelheden uit Hydra-K zijn de basis voor de definitie van randvoorwaarden voor de golfmodellering. Bij de toegepaste extreme windsnelheden en -richtingen zijn in [02] een golfhoogte (H_s) en piekperiode (T_p) geassocieerd voor de drie offshore punten (ELD, YM6, EUR), zie Afbeelding 10-4. De waterstand is de MHW volgens Hydra-K, direct buitengaats bij de Buitenhaven van IJmuiden. De golfrichting is gelijkgesteld aan de windrichting.

Om de juiste modelrandvoorwaarden te bepalen die nodig zijn om op bovenstaande offshore punten (ELD, YM6 en EUR) de juiste golfcondities (=locatie specifieke golfcondities conform Hydra-K) te berekenen moet er een correctie worden toegepast (zie ook [01]). Deze correctie is nodig omdat deze punten niet aan de modelrand, maar enkele kilometers binnen het rekenrooster liggen. Omdat voor de windrichtingen 270° en 280° de noord- en zuidrand van het grootste rekenrooster weinig invloed hebben op het meer gedetailleerde rekenrooster, is er voor gekozen om deze iteratieve methode toe te passen totdat de randvoorwaarden (H_s , T_p) op boeilocatie YM6 < 5% afwijken van de condities volgens Hydra-K. De golf randvoorwaarden op de boeilocaties zijn weergegeven in Tabel 10-2.

⁶ Golfhoogtes met en zonder wind volgen uit de SWAN berekeningen, zowel de ongecorrigeerde golfhoogtes t.p.v. de zeesluis en de golfhoogtes t.p.v. de Pharosrand.

⁷ Bijdrage windgroei wordt als volgt bepaald: golfhoogte met wind – golfhoogte zonder wind.

Tabel 10-2: golfrandvoorwaarden SWAN

Sector	U10	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	H (m +NAP)
1/1000		EUR		IJM		ELD		
270	33.20	6.76	10.71	7.22	13.57	7.94	13.36	4.39
280	32.77	6.80	11.02	7.34	13.92	7.99	13.73	4.39
1/10.000		EUR		IJM		ELD		
270	36.90	7.33	11.36	7.92	14.67	9.00	14.65	5.16
280	36.50	7.38	11.70	8.07	15.06	9.07	15.09	5.15

Transmissie- en reflectiecoëfficiënten

De transmissiecoëfficiënten van de havendammen hangen af van de waterstand en de inkomende golfhoogte. Deze zijn door middel van een iteratief proces opnieuw bepaald. In [01] is de methode voor het bepalen van de transmissiecoëfficiënten in detail beschreven.

PHAROS Randvoorwaarden

De golfrandvoorwaarden voor het PHAROS model volgen uit de SWAN berekeningen. De randvoorwaarden zijn weergegeven in 3.

Tabel 10-3: Golfrandvoorwaarden PHAROS

Run	Conditie	Dir (°N)	Hs (m)	Tp (s)	WL (m +NAP)
Run1	1 / 1.000 per jaar	270	6.90	12.9	4.39
Run2	1 / 1.000 per jaar	280	6.88	14.2	4.39
Run3	1 / 10.000 per jaar	270	7.32	14.2	5.16
Run4	1 / 10.000 per jaar	280	7.44	15.6	5.16

Robuustheidstoeslag

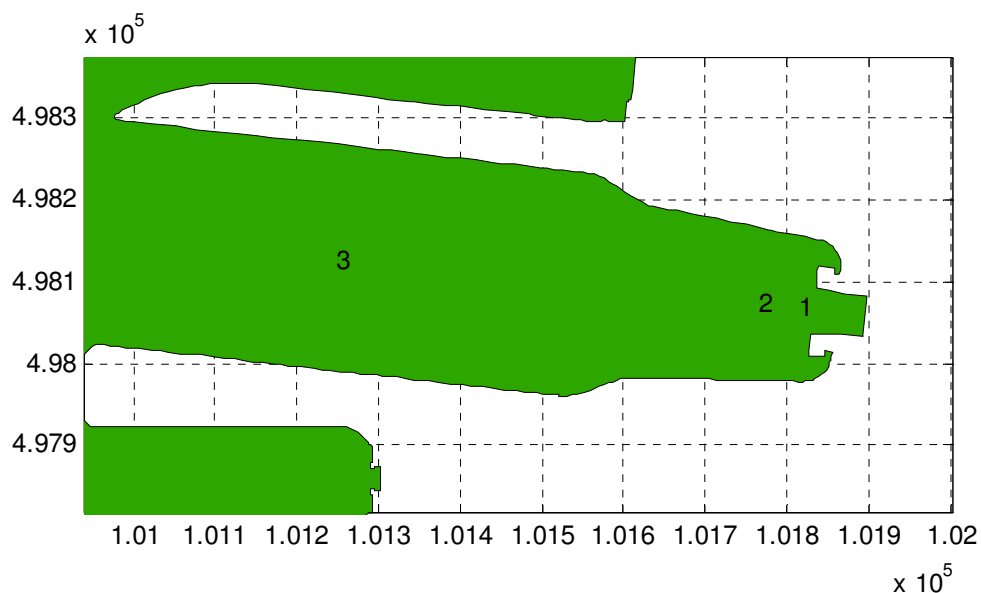
Vergelijking van de modelresultaten met de Hydra-K data op de locatie direct buitengaats van IJmuiden (ter plaatse van de havendammen) laten een overschatting van de berekende golfhoogte van rond de 10% zien (Tabel 10-4). In overleg met de Waterdienst is besloten om deze 10% overschatting van de golfhoogte te beschouwen als een robuustheidstoeslag.

Tabel 10-4: Vergelijking golfhoogtes ter plaatse van Hydra-K punt buitengaats (ter plaatse van havendammen)

	Frequentie	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]
SWAN	1/10.000	6.8	12.9	280
Hydra-K	1/10.000	6.2	12.5	282

2.5 Modeluitvoer

Voor het actualiseren van de Ontwerp Randvoorwaarden 2003 wordt de significante golfhoogte (H_s) en de bijbehorende piek periode (T_p) in het bekken voor de Noordersluis bepaald. Echter, de golven in het bekken worden gereflecteerd op de sluisdeur, waardoor de golven vlak voor de deur hoger zijn dan op grotere afstand van de deur. Om het effect van de reflectie te onderzoeken worden de resultaten op meerdere locaties bekeken, zie Afbeelding 10-7.



Afbeelding 10-7: Overzicht van de verschillende uitvoerlocatie in het bekken voor de Noordersluis.

3 Resultaten

Bijdrage van windcomponent

De significante golfhoogte en de piekperiode die volgen uit de windgroei berekeningen zijn weergegeven in Tabel 10-5. De windgroei speelt een belangrijke rol bij de hoogte van golven bij de Noordersluis. Ook is goed te zien dat de reflectie van golven op de sluisdeur leidt tot een extra golfhoogte van 40 cm (verschil tussen punt 3 en punt 1).

Tabel 10-5: Windgroei

richting	Punt 3 (sluis bekken)				Punt 1 (sluisdeur)			
	270 °N		280 °N		270 °N		280 °N	
Frequentie	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)
1/1000 per jaar	1.55	4.56	1.52	4.56	1.92	4.56	1.90	4.56
1/10000 per jaar	1.82	5.01	1.78	5.01	2.24	5.01	2.21	5.01

Bijdrage van deiningcomponent

De significante golfhoogte en de piekperiode die volgen uit de golfdoordringing berekeningen zijn weergegeven in Tabel 10-6. De doordringing van deining naar de Noordersluis is zeer gering, zo geldt voor de 1/10.000 case dat er van ruim 7 m golfhoogte buitengaats slechts ca 10 cm bij de sluis doordringt.

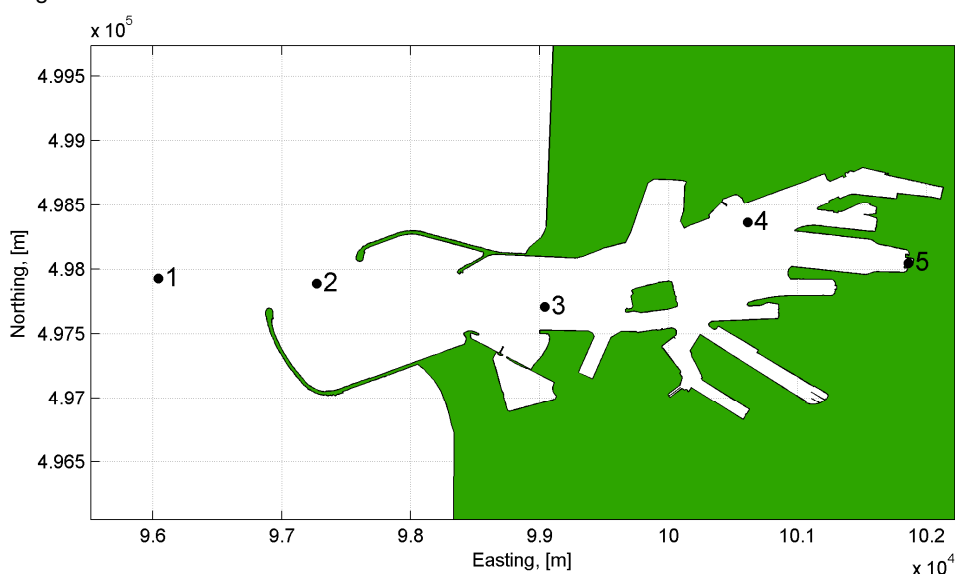
Tabel 10-6: Deining

richting	Punt 3 (sluis bekken)				Punt 1 (sluisdeur)			
	270 °N		280 °N		270 °N		280 °N	
Frequentie	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)
1/1000 per jaar	0.14	14.20	0.15	14.20	0.12	14.20	0.13	14.20
1/10000 per jaar	0.15	15.60	0.08	15.60	0.12	15.60	0.06	15.60

Opvallend is dat in punt 3 (Tabel 10-6) de deining in 1/1.000 case 2x hoger wordt berekend dan in de 1/10.000 case. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de reflecties in het havenbekken die verschillend doorwerken bij verschillende golflengtes (hetzelfde verschijnsel is gevonden in de planstudie Lichterem).

Combinatie van deining- en windcomponent

Om het verloop van de afzonderlijke bijdragen van golfdoordringing en windgroei in de Buitenhaven van IJmuiden inzichtelijk te maken, zijn de golfspectra zoals berekend met SWAN op vijf verschillende locaties in de haven bestudeerd, zie Afbeelding 10-8. Punt 1 is buitengaats, punt 2 ligt tussen de verlengde havendammen, punt 3 ligt ten westen van het Forteiland, punt 4 ligt ten oosten van het Forteiland en punt 5 ligt voor de Noordersluis.



Afbeelding 10-8: verschillende uitvoerpunten voor het bestuderen van de golfspectra.

Een golfspectrum geeft grafisch de verdeling van golfenergie over golffrequenties weer: hoe hoger de piek bij een specifieke golffrequentie, hoe groter de bijdrage aan de totale golfhoogte. De spectra zijn weergegeven in Afbeelding 10-9 t/m Afbeelding 10-12.

Situatie met wind

In de situatie met wind is de golfenergie ($58 \text{ m}^2/\text{Hz}$) buitengaats (punt 1) geconcentreerd rond een lage frequentie (0,1 Hz), ofwel een golfperiode van ca. 10s. Dit betekent dat de grootste bijdrage aan de resulterende golfhoogte op dat punt komt van golven met een periode van ca. 10s. Ter hoogte van het punt ten westen van Forteiland (punt 3) is de golfenergie al sterk afgenomen ($10 \text{ m}^2/\text{Hz}$) en is een deel van de energie verplaatst van de lage frequenties naar wat hogere frequenties. Ten oosten van het Forteiland is de golfenergie afgenomen tot ongeveer $2 \text{ m}^2/\text{Hz}$, en bevindt de piekperiode zich rond de 0,2 Hz, ofwel een golfperiode van 5s. Net voor de Noordersluis is de energie weer toegenomen tot ongeveer $5 \text{ m}^2/\text{Hz}$.

Situatie zonder wind

In de situatie zonder wind is de golfenergie buitengaats (punt 1) geconcentreerd rond dezelfde lage frequentie als met wind, echter de golfenergie is lager, $50 \text{ m}^2/\text{Hz}$ zonder wind in plaats van $58 \text{ m}^2/\text{Hz}$ met wind. Ook hier is de golfenergie ter hoogte van het punt ten westen van Forteiland (punt 3) sterk

afgenomen. In de punten ten oosten van het Forteiland, punt 4 en punt 5 is de golfenergie afgenomen tot bijna 0 m²/Hz.

Conclusie

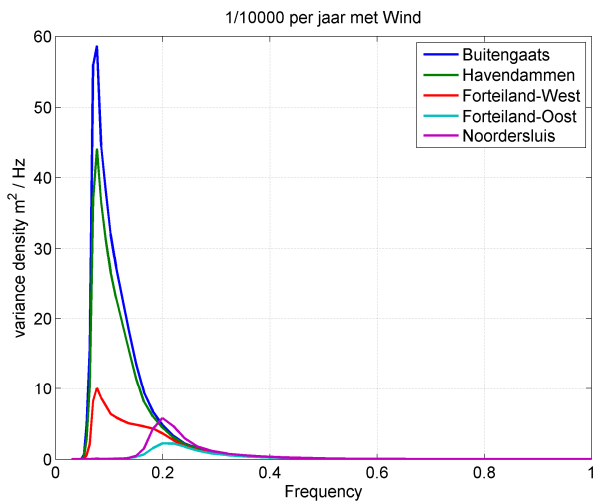
Uit bovenstaande spectrum analyse kan worden afgeleid dat de deining op zee (hoge energie, lage frequentie) slechts heel beperkt tot achterin de Buitenhaven van IJmuiden kan doordringen; ter hoogte van Forteiland is de meeste energie van de deining al verdwenen (zie situatie zonder wind). Vanaf het Forteiland wordt echter de wind een dominante factor (zie situatie met wind). De golfenergie neemt weer toe, en de piekfrequentie verschuift naar hogere frequenties (d.w.z. naar korte (windgedreven) golven). Ter hoogte van de Noordersluis is de golfenergie voor windgolven hoger dan ter hoogte van het Forteiland (vanwege grotere strijklengte), waaruit opgemaakt kan worden dat de windgroei voor maatgevende golfcondities bij de Noordersluis dominant is.

Toepassing robuustheidstoeslag golven

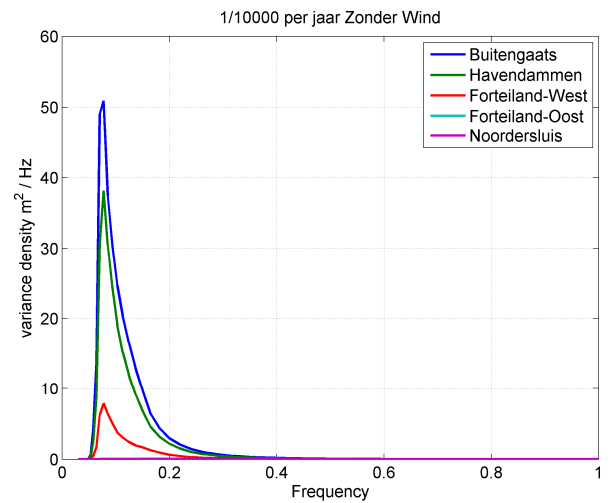
Uit de rapportage behorend bij het modelinstrumentarium IJmuiden [01], wordt door Deltares/Alkyon aangegeven dat de golfhoogtes die in de haven van IJmuiden met het instrumentarium berekend worden, als een bovenlimiet gezien moeten worden. Daarnaast zijn bij de extreme situaties die beschouwd worden (10⁻³/jaar en 10⁻⁴/jaar) de kades overstroomd. Hier wordt nu geen rekening mee gehouden in de golfberekeningen. De verwachting is dat het overstromen van de kades een reducerende werking zal hebben op de berekende golfhoogte.

In de berekening is reeds rekening gehouden met een 10% toeslag op de golven buitengaats. De Waterdienst adviseert om ook een robuustheidstoeslag van 10% toe te passen op de lokale windgolfhoogte en voor de lange-termijn golfrandvoorwaarden een extra toeslag van 0,45x Δh op de golfhoogte ter plaatse van de Hydra-K uitvoerlocatie toe te passen.. Om de bovengenoemde redenen en ook omdat in de berekeningen geen rekening wordt gehouden met de windreductie door constructies in de haven wordt deze toeslag van 10% niet toegepast. Het toepassen van deze toeslagen zal leiden tot een nog grotere overschatting van de golfhoogte.

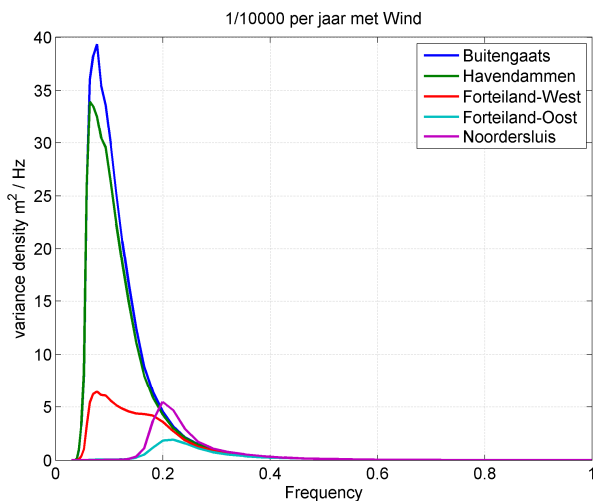
Op basis van bovenstaande punten wordt de berekende golfhoogte dusdanig conservatief verondersteld, dat het toepassen van de genoemde extra toeslagen niet nodig geacht wordt, omdat het tot een onrealistisch resultaat zou leiden.



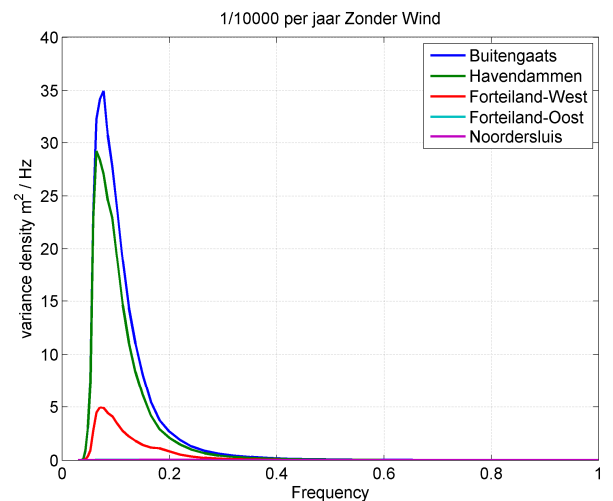
Afbeelding 10-9: Situatie met windsnelheid 36.9 m/s , uit richting 270°N



Afbeelding 10-10: Situatie zonder wind, golfrichting 270°N



Afbeelding 10-11: Situatie met windsnelheid 36.5 m/s , uit richting 280°N



Afbeelding 10-12: Situatie zonder wind, golfrichting 280°N

4 Conclusie

Deining en (lokaal opgewekte) windgolven zorgen voor een gecombineerd golfveld in de haven van IJmuiden. Een dergelijk golfveld wordt in deze studie beschreven door de – statistische - parameters H_s (significante golfhoogte) en T_p (piekperiode), waarbij is gebleken dat de bijdrage van deining in de Noordersluis ondergeschikt is aan de bijdrage van windgolven. Omdat een H_s en T_p een statistische presentatie zijn van de combinatie deining en windgolven is het onduidelijk waarom in de OR 2003 een onderscheid tussen beiden is gemaakt. Om deze reden is er voor gekozen om de tabel uit OR2003 te

actualiseren met de totale, resulterende significante golfhoogte a.g.v. de combinatie van deining en windgroei⁸.

Wel wordt onderscheid gemaakt tussen de punten die worden beïnvloed door de reflectie van golven op de sluisdeur en punten die verder van de sluisdeur gelegen zijn. Afhankelijk van de ontwerpmethodiek voor berekening/ontwerp van de sluisdeuren kan gekozen worden welke golfhoogte gebruikt wordt als input in de ontwerpberekeningen.

Tabel 10-7: Totale significante golfhoogte en piekperiode⁹, locatie Noordersluis

richting	Punt 3 (sluis bekken)				Punt 1 (sluisdeur)			
	270 °N		280 °N		270 °N		280 °N	
Frequentie	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp(s)
1/1000 per jaar	1.55	4.56	1.53	4.56	1.93	4.56	1.90	4.56
1/10000 per jaar	1.82	5.01	1.79	5.01	2.24	5.01	2.21	5.01

De berekende waarden zijn als zeer conservatief te beschouwen. Ter vergelijking, de analytische berekening met de methode Bretschneider levert voor de 10^{-4} situatie Hs=1,30m en Tp=3,8s. Deze waarden zijn wel aanzienlijk hoger dan in de OR2003 (Hs=0,90m en Tp=2,7s)

Bronnen

[01] Deltares 2011, Opzet en Calibratie Modelinstrumentarium IJmuiden, concept 29 april 2011

[02] HKV Lijn in Water, Diepwaterrandvoorwaarden WTI-2011 (ELD, EUR YM6, SCW EN SON), februari 2011

⁸ De verschillen tussen de golfcondities a.g.v. wind en de gecombineerde golfcondities a.g.v. wind en deining zijn zeer gering. Hieruit blijkt dat de lokale windcondities maatgevend zullen zijn voor de golfcondities nabij de sluis.

⁹ Uit de analyse van golfspectra blijkt dat de meeste energie in de lokaal gegenereerde golven ten oosten van het Forteiland ontstaat terwijl de energie in het laagfrequentiegebied (transmissie, berekend met Pharos) bijna geen rol speelt. Daarom wordt de piekperiode uit SWAN als een goede benadering van de samengestelde (karakteristieke) piekperiode verondersteld.

BIJLAGE 6 Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Noordzeekanaal

Deze bijlage beschrijft de controle van en de aanpassingen van de extreme waarden in het Noordzeekanaal.

1. Hydraulische Ontwerprandvoorwaarden 2003

In het rapport Zeepoort IJmond [1] zijn de hydraulische ontwerprandvoorwaarden 2003 opgenomen. De volgende tabellen komen uit dat rapport. De eerste tabel (Tabel B6-1) laat de gemiddelde waterstanden bij verschillende frequenties zien. De tweede tabel laat de op-/afwaaiing zien ter plaatse van IJmuiden.

Tabel B6-1: Gemiddelde waterstanden op het kanaal in extreme situaties

Frequentie	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
10^{-1} /jaar	NAP -0,29 m	NAP -0,54 m
10^{-2} /jaar	NAP -0,26 m	NAP -0,60 m
10^{-3} /jaar	NAP -0,24 m	NAP -0,65 m
10^{-4} /jaar	NAP -0,22 m	NAP -0,68 m
10^{-5} /jaar	NAP -0,20 m	NAP -0,72 m
10^{-6} /jaar	NAP -0,19 m	NAP -0,75 m

Tabel B6-2: Op- en afwaaiing aan de kanaalzijde van de nieuwe zeesluis

Frequentie	Op/afwaaiing
1/jaar	+/-0,20 m
10^{-4} /jaar	+/-0,30 m

De extreme hoogwaterstanden en de extreme laagwaterstanden in Tabel B6-1 worden gecontroleerd aan de hand van de verkregen meetgegevens, dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 3.

2. Gegevens verzameling en data-analyse

Om de waterstanden op het Noordzeekanaal te controleren zijn meetgegevens opgevraagd bij de Data-ICT-Dienst (DID) van Rijkswaterstaat. Door de DID zijn meetreeksen van waterstanden in het Noordzeekanaal op twee verschillende locaties geleverd, te weten: IJmuiden Binnen en Buitenhuizen, zie Afbeelding 14.

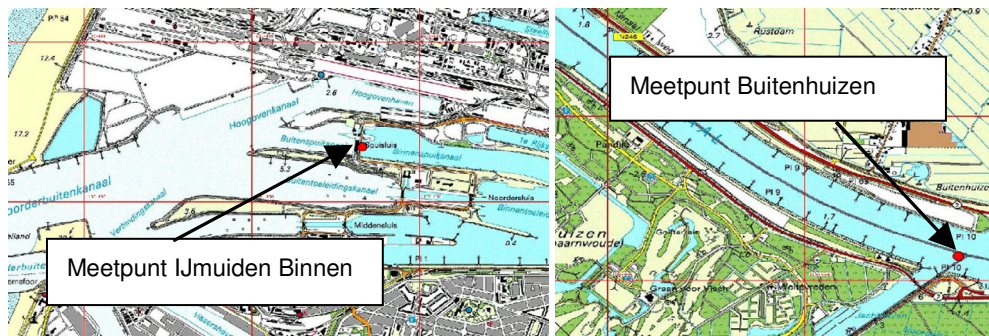
De meetreeksen bevatten metingen van de waterhoogte in centimeters t.o.v. NAP van het oppervlaktewater. De geleverde informatie betreft rekengemiddelde waterhoogte van de vorige 5 en de volgende 5 minuten. Hierdoor zijn kleine verstoringen in het wateroppervlak, zoals scheepsgolven, uitgefilterd.

Voor de locatie IJmuiden Binnen is een meetreeks beschikbaar van juni-1996 tot met juli-2011. Voor de locatie Buitenhuizen is een langere meetreeks beschikbaar. Deze loopt van september-1990 tot en met juli-2011. De meetgegevens beslaan respectievelijk 15 jaar en 20 jaar aan waterstanden.

Het streefpeil in het Noordzeekanaal in 2003 was NAP -0,40 m. Het is nog onduidelijk hoe men in de toekomst wil omgaan met het peilbeheer. Vanwege de stijgende zeespiegel en de voornemens om het peil van het IJsselmeer op te zetten is het niet ondenkbaar dat ook het kanaalpeil wordt aangepast. Omdat het toekomstig beleid onduidelijk is wordt hier een conservatieve benadering gekozen om ook voor de toekomst van een ongewijzigd streefpeil in het Noordzeekanaal uit te gaan.



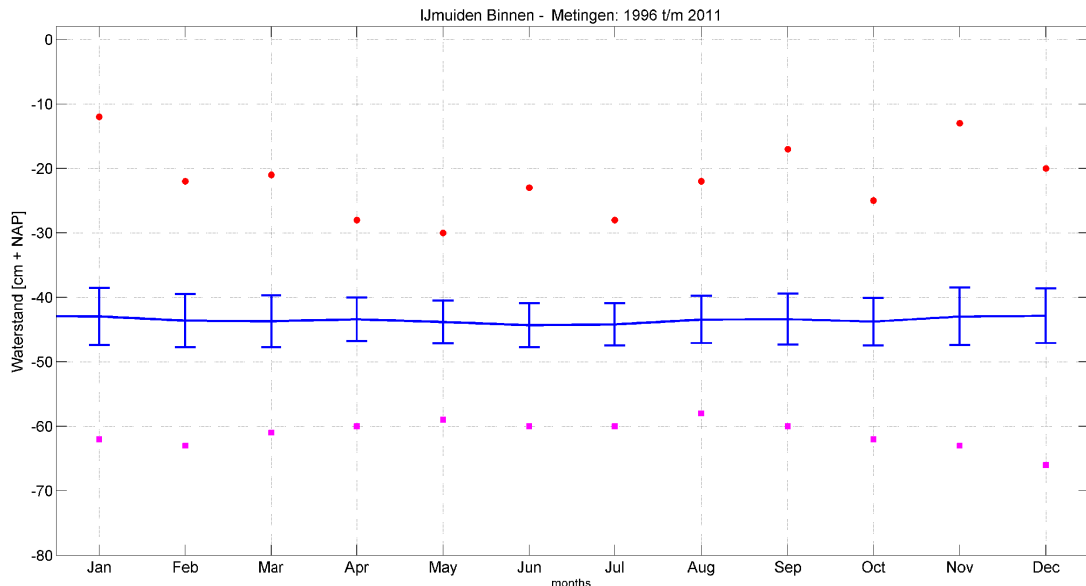
Afbeelding 13: Overzicht meetpunten IJmuiden binnen en Buitenhuizen.



Afbeelding 14: Links locatie meetpunt IJmuiden Binnen (rode stip); Rechts Locatie meetpunt Buitenhuizen

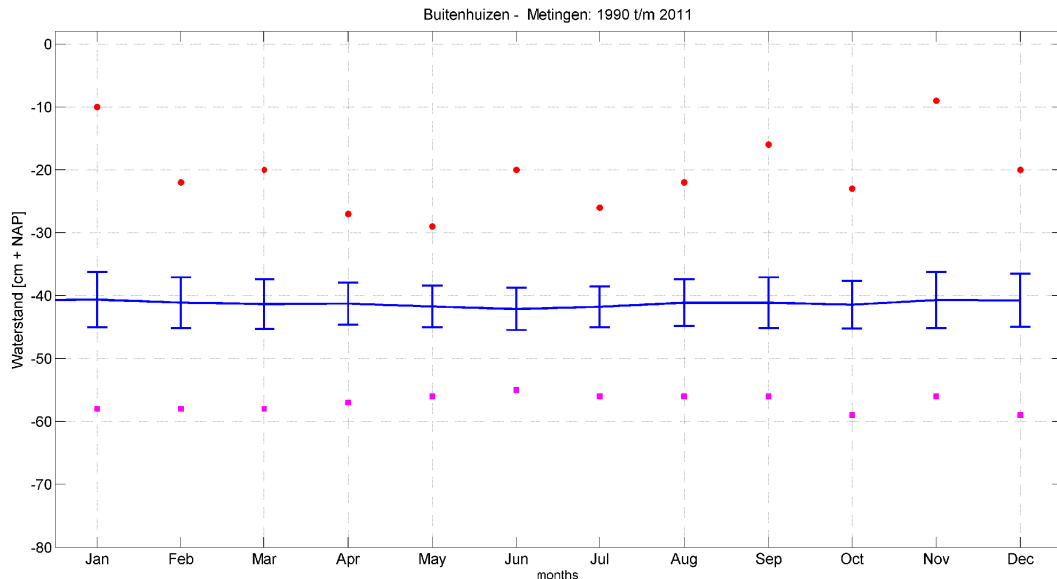
De geleverde meetreeksen zijn gebruikt om statistisch inzicht te krijgen in de gegevens. Hiervoor zijn met een data-analyse het gemiddelde, de standaarddeviatie en maxima en minima bepaald.

In Afbeelding 15 en 17 is (met de blauwe lijn) de gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode per maand weergegeven en de daarbij behorende standaarddeviatie. De gemiddelde waterstand bij Buitenhuizen komt min of meer overeen met het streefpeil van het Noordzeekanaal. Opgemerkt wordt dat de gemiddelde waterstand bij 'IJmuiden Binnen' structureel een paar centimeter lager ligt dan het streefpeil in het Noordzeekanaal. In Afbeelding 15 en 17 zijn verder de maxima en minima van de gemeten waterstand van de meetperiode per maand weergegeven.



Afbeelding 15: Data-analyse IJmuiden Binnen Waterstanden

- In blauw: gemiddelde waterstand over de periode 1996 t/m 2011.
- In rood: maximale waterstanden per maand over de periode 1996 t/m 2011.
- In paars: minimale waterstanden per maand over de periode 1996 – 2011.



Afbeelding 16: Data-analyse Buitenhuizen Waterstanden

- In blauw: gemiddelde waterstand over de periode 1990 t/m 2011.
- In rood: maximale waterstanden per maand over de periode 1990 t/m 2011.
- In paars: minimale waterstanden per maand over de periode 1990 – 2011.

De gemeten waterstanden uit de data-analyse zijn vergeleken met de waterstanden in Tabel B6-1. Het is opmerkelijk dat de gemeten **hoog**waterstanden bij 'IJmuiden Binnen' in januari (NAP -0,12 m) en november (NAP -0,13 m) hoger zijn dan de waterstand met volgens Tabel B6-1 een overschrijdingsfrequentie van 1/1.000.000 per jaar (NAP -0,19 m). In mindere mate wordt dit ook

waargenomen voor de gemeten **laagwaterstanden**: waterstand in december (NAP -0,66 m) komt overeen met een overschrijdingsfrequentie van 1/1.000 per jaar (NAP -0,65 m) volgens Tabel B6-1.

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen zomerperiode en winterperiode door de meetgegevens van 'Ijmuiden Binnen' en Buitenhuizen per maand te analyseren. Hierbij wordt aangenomen dat de winterperiode loopt van oktober tot en met maart. De zomerperiode loopt van april tot en met september. Uit de meetgegevens is gebleken dat de hoogste en laagste waterstanden op het Noordzeekanaal optreden tijdens de winterperiode. Dit heeft tot gevolg dat er eigenlijk geen onderscheid te maken is tussen de zomerperiode en winterperiode bij het bepalen van de extreme condities. Om deze reden wordt de analyse uitgevoerd op data over het gehele jaar.

De geografische ligging van beide meetpunten in het Noordzeekanaal doet vermoeden dat uit de meetwaarden een op-/afwaaiing waarneembaar zou kunnen zijn. 'Ijmuiden Binnen' is gelegen aan de westzijde van het Noordzeekanaal. In dit punt zou de afwijking ten opzichte van het streefpeil groter moeten zijn. Uit vergelijking van de data op beide locaties komt geen duidelijke trend van op-/afwaaiing naar voren. Wel zijn de maxima en minima bij de Noordersluis enkele cm's lager dan die bij Buitenhuizen wat op windeffecten (opwaaiing door de dominante westenwinden) duidt.

De meetreeks van waterstanden op de locatie Buitenhuizen een langere periode beslaat (20 jaar) en bevat (iets) hogere extreme waterstanden. De beide meetpunten laten dezelfde trend en orde grootte van getallen zien. De extreme randvoorwaarden worden bepaald met enkel de gegevens op de locatie Buitenhuizen. Deze worden gezien als representatief voor de waterstanden op het westelijk deel van het Noordzeekanaal. In de berekening van de ontwerprandvoorwaarden wordt afzonderlijk rekening gehouden met de op- en afwaaiingseffecten volgens [1].

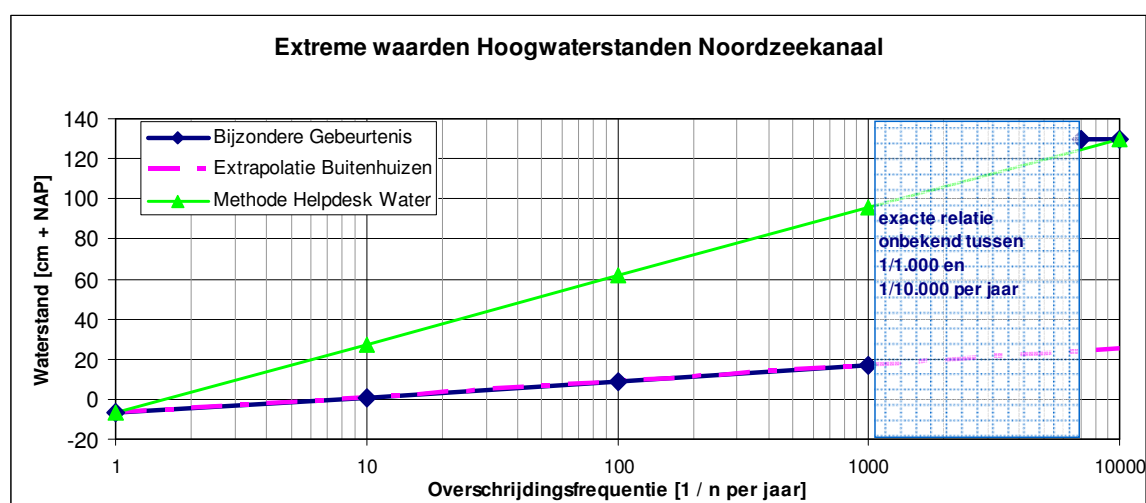
3. Interpretatie en resultaten

De gemeten data op het Noordzeekanaal is in de vorige paragraaf inzichtelijk gemaakt. Er zijn verschillen waarneembaar met de OR2003 [1]. Naar aanleiding van de gevonden verschillen, is er contact opgenomen met de Helpdesk Water. Dhr. Doekes van de Helpdesk Water (RWS) gaf aan dat de extreme waarden in Tabel B6-1 gebaseerd zijn op etmaal gemiddelde neerslagstatistiek en dat Tabel B6-2 een onnauwkeurige schatting van de opwaaiing weergeeft. De waterstanden zoals weergegeven in Tabel B6-1 kunnen daarom niet worden gebruikt als ontwerprandvoorwaarden. Dit is reden om met behulp van de meetgegevens nieuwe extreme randvoorwaarden te bepalen.

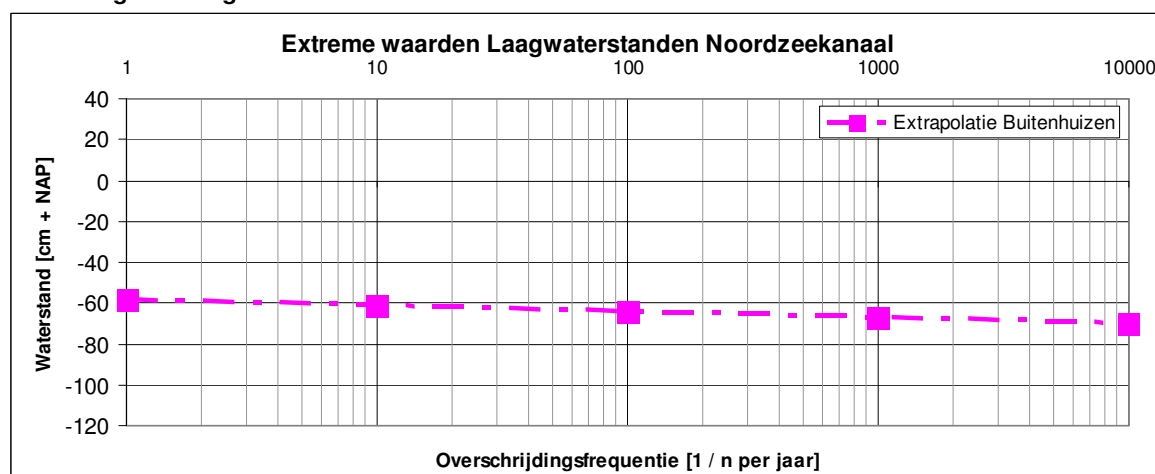
De bepaling van de statistiek van extreme hoogwaterstanden en extreme laagwaterstanden is gebaseerd op een Gumbel-verdeling. Voor de bepaling van de extreme waarden is een Peak Over Threshold methode toegepast. Van de extreme hoogwaterstanden is een analyse gemaakt op basis van de overschrijdingskansen van waterstanden tussen de NAP -0,30 m en de NAP -0,08 m. Voor de bepaling van de extreme laagwaterstanden is een analyse gedaan op basis van de overschrijdingskansen van waterstanden tussen de NAP -0,65 m en NAP -0,43 m. De resultaten van deze bepalingen is weergegeven in Afbeelding 17 en Afbeelding 18.

Verder geeft dhr. Doekes aan dat de Helpdeskwater extreme waarden heeft afgeleid voor de locatie Oranjesluizen Noordzeekanaal-zijde. Hierbij is gebruik gemaakt van de extreme waarden uit de HR-C2006 [4]. Deze zijn vervolgens exponentieel geïnterpoleerd naar de gemeten waterstand die hoort bij de overschrijdingsfrequentie van 1/1 per jaar. Deze methode is in Afbeelding 17 ook toegepast voor de meetgegevens van Buitenhuizen.

Naast de extreme waarden die afgeleid zijn aan de hand van de deze Gumbel-verdeling moet in het Noordzeekanaal ook rekening gehouden worden met bijzondere gebeurtenissen. De waterstanden die horen bij deze bijzondere gebeurtenissen zijn beschreven in de HR-C2006 [4]. Voor de waterkeringen van het Noordzeekanaal geldt een extreme hoogwaterstand van NAP +1,30 m bij een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar. In de HR-C2006 is beschreven hoe deze situatie zich voor kan doen. Het Noordzeekanaal kan vanuit de Lek via het Amsterdam-Rijn Kanaal vollopen, na falen van de sluis aan de Lek door een hoge rivierwaterstand. Onduidelijk hierbij is, wat de exacte faalkans is, waarbij de bijzondere gebeurtenis optreedt. Daarom wordt aangenomen dat de overschrijdingskans van de falende waterkering minstens gelijk is aan de door de wet voorgeschreven overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar. Dit scenario is weergegeven in Afbeelding 17 met de aanduiding "bijzondere gebeurtenis".



Afbeelding 17: Hoogwaterstanden Noordzeekanaal



Afbeelding 18: Laagwaterstanden Noordzeekanaal

De methode beschreven door de Helpdeskwater geeft een overschatting van de extreme hoogwaterstanden bij frequenties hoger dan 1/1250 per jaar. Daarom is besloten om tot de frequentie > 1/1250 de extreme waterstanden te gebruiken die volgen uit de extrapolatie van de meetgegevens bij Buitenhuizen inclusief de bijzondere gebeurtenis. Kanttekening is dat de exacte overschrijdingsfrequentie

in het gebied van de sprong van de extreme waarden verdeling naar de bijzondere gebeurtenis onbekend is.

De aangepaste ontwerprandvoorwaarden zijn weergegeven in Tabel B6-3.

Tabel B6-3: Ontwerprandvoorwaarden voor het Noordzeekanaal

frequentie	Hoogwaterstand	Laagwaterstand
1 / 1	NAP - 0,07 m	NAP - 0,58 m
1 / 10	NAP + 0,01 m	NAP - 0,61 m
1 / 100	NAP + 0,09 m	NAP - 0,64 m
1 / 1.000	NAP + 0,17 m	NAP - 0,67 m
1 / 10.000	NAP + 1,30 m	NAP - 0,70 m

BIJLAGE 7 Kerende hoogte deuren en maatgevende vervallen

Voor de kerende hoogte van de deuren worden de volgende gegevens gebruikt:

Waterstand

Bij de bepaling van de kerende hoogte deuren wordt ervan uit gegaan dat de deuren aan de weerskanten van de sluis aan dezelfde maatgevende combinatie van waterstanden kunnen worden blootgesteld en daarom dezelfde kerende hoogte dienen te krijgen. De sluis als geheel is een onderdeel van de primaire waterkering, bij het falen van (de sluiting van) de deur aan de zeezijde wordt zijn kerende functie overgenomen door de deur aan de Noordzeekanaal-zijde (dubbel keren principe).

De (ontwerp)waterstand die de sluisdeur moet kunnen keren wordt bepaald conform de eisen in de Leidraad Kunstwerken [9] op basis van de volgende componenten

Ontwerpwaterstand =
MHW IJmuiden buitengaats + opwaaiing + zeespiegelstijging + seiches + robuustheidtoeslag

Voor de zeespiegelstijging over 100 jaar wordt rekening gehouden met twee scenario's (zie bijlage 4 voor details):

- Nationaal Waterplan (NWP) volgens KNMI W+ scenario: absolute z.s.r. van 85 cm/eeuw
- Cie. Veerman scenario: absolute z.s.r. van 120 cm/eeuw

Dit leidt tot de volgende waarden:

Tabel B7-1. Berekening ontwerpwaterstand keerdeuren (m + NAP)

	2011	W+ scenario (KNMI)	Cie. Veerman
MHW	5.16	5.16	5.16
Opwaaiing (incl. 10% toeslag voor modelonzekerheden)	0.28	0.28	0.28
zeespiegelstijging	0.00	0.85	1.20
seiche (H/2)	0.60	0.60	0.60
robuustheidtoeslag	0.10	0.10	0.10
ontwerpwaterstand	6.14	6.99	7.34

Bij het ontwerp dient verder rekening te worden gehouden met de bodemdaling van 4 cm/eeuw; deze wordt niet verdisconteerd in de ontwerpwaterstand.

Maatgevend positief verval

De keerdeur aan de Noodzeezijde (de buitendeur) moet de lokale MHW waterstand kunnen keren. Om de belastingen t.g.v. verval te reduceren bestaat een mogelijkheid om de waterstand in de kolk hoger in te stellen dan de waterstand op het Noordzeekanaal (getrapt keren). Er moet echter ook rekening worden gehouden met de kans dat de sluiting van de deur faalt, waardoor de binnendeur deze functie overneemt (op deze wijze ontstaat een dubbele kering). Ook is het mogelijk dat juist de binnendeur faalt. Het te keren verval is in beide gevallen een combinatie van de MHW aan de Noordzee-zijde en een lage waterstand op

NZK. Dit is een conservatieve aanname omdat er een correlatie tussen het falen en het optreden van de extreme storm wordt verondersteld.

Voor de waterstanden wordt uitgegaan van een 10^{-4} hoogwaterstand aan de Noordzee-zijde en een 1/1 laagwaterstand op de Noordzeekanaal. Voor de afwaaiing op NZK wordt rekening gehouden met het 10^{-4} westenwind (36 m/s). In de waterstand aan de NZ kant is al rekening gehouden met de opwaaiing. Het berekende verval is verhoogd met 10% robuustheidstoelag.

De maatgevende situatie ontstaat aan het einde van de planperiode (2111), vanwege een conservatieve aanname dat de zeespiegel wel reist, maar het NZK peil niet wordt opgezet (statistiek 2011 wordt representatief verondersteld voor 2111).

Dit leidt tot de volgende berekening van maatgevend verval (aangegeven voor de zeespiegelstijging scenario's van NWP (W+ scenario KNMI) en Cie Veerman:

Tabel B7-2. Maatgevend positief verval (2111, volgens NWP, z.s.r. W+ scenario)

waterstand NZ zijde, incl. opwaaiing (10^{-4})*	6.86	m +NAP
waterstand NZK zijde (1/1)	-0.58	m +NAP
afwaaiing NZK zijde (10^{-4})	-0.30	m
<i>verval (tussenresultaat)</i>	<i>7.74</i>	<i>m</i>
robuustheidstoelag (10%)	0.77	m
verval	8.51	m

* dit is de waterstanden aan NZ-zijde excl. toelagen (zowel robuustheidstoelag als 10% toelag opwaaiing, totaal 13 cm), en wijkt hiermee af van de waarden uit tabel B7-1. Over het totale verval wordt een toelag van 10% toegepast.

Tabel B7-3. Maatgevend positief verval (2111, volgens Cie. Veerman z.s.r. scenario)

waterstand NZ zijde, incl. opwaaiing (10^{-4})*	7.21	m +NAP
waterstand NZK zijde (1/1)	-0.58	m +NAP
afwaaiing NZK zijde (10^{-4})	-0.30	m
<i>verval (tussenresultaat)</i>	<i>8.09</i>	<i>m</i>
robuustheidstoelag (10%)	0.81	m
Verval	8.90	m

* dit is de waterstand aan NZ-zijde excl. toelagen (zowel robuustheidstoelag als 10% toelag opwaaiing, totaal 13 cm), en wijkt hiermee af van de waarden uit tabel B7-1. Over het totale verval wordt een toelag van 10% toegepast.

Maatgevend negatief verval

Voor het negatieve verval wordt uitgegaan (volgens het bovenbeschreven principe van het dubbel keren) van een extreem (10^{-4}) laagwaterstand op de Noordzee. Daarbij wordt rekening gehouden met de opwaaiing op NZK en de afwaaiing aan de NZ zijde voor de deur door de 10^{-4} oostenwind (24 m/s). Er wordt vanuit gegaan dat er in deze situatie geen seiche zal ontstaan.

De afwaaiing aan de Noordzeezijde is geschat door uit te gaan van de proportionaliteit tussen de mate van op/afwaaiing en de windsnelheid in het kwadraat. Voor de afwaaiing is rekening gehouden met een 10% robuustheidstoelag. Het berekende verval is verhoogd met 10% robuustheidstoelag.

De maatgevende situatie ontstaat aan het begin van de planperiode (2011), vanwege een conservatieve aanname dat de zeespiegel wel reist, maar het NZK peil niet wordt opgezet (statistiek 2011 wordt representatief verondersteld voor 2111).

Tabel B7-4. Maatgevend negatief verval (2011)

waterstand NZ zijde (10^{-4})	-3.00 m +NAP
afwaaiing NZ zijde (10^{-4})	-0.11 m
waterstand NZK zijde (1/1)	-0.07 m +NAP
opwaaiing NZK zijde (10^{-4})	0.30 m
<i>verval (tussenresultaat)</i>	-3.34 m
robustheidstoeslag (10%)	-0.33 m
verval	-3.67 m

Golven

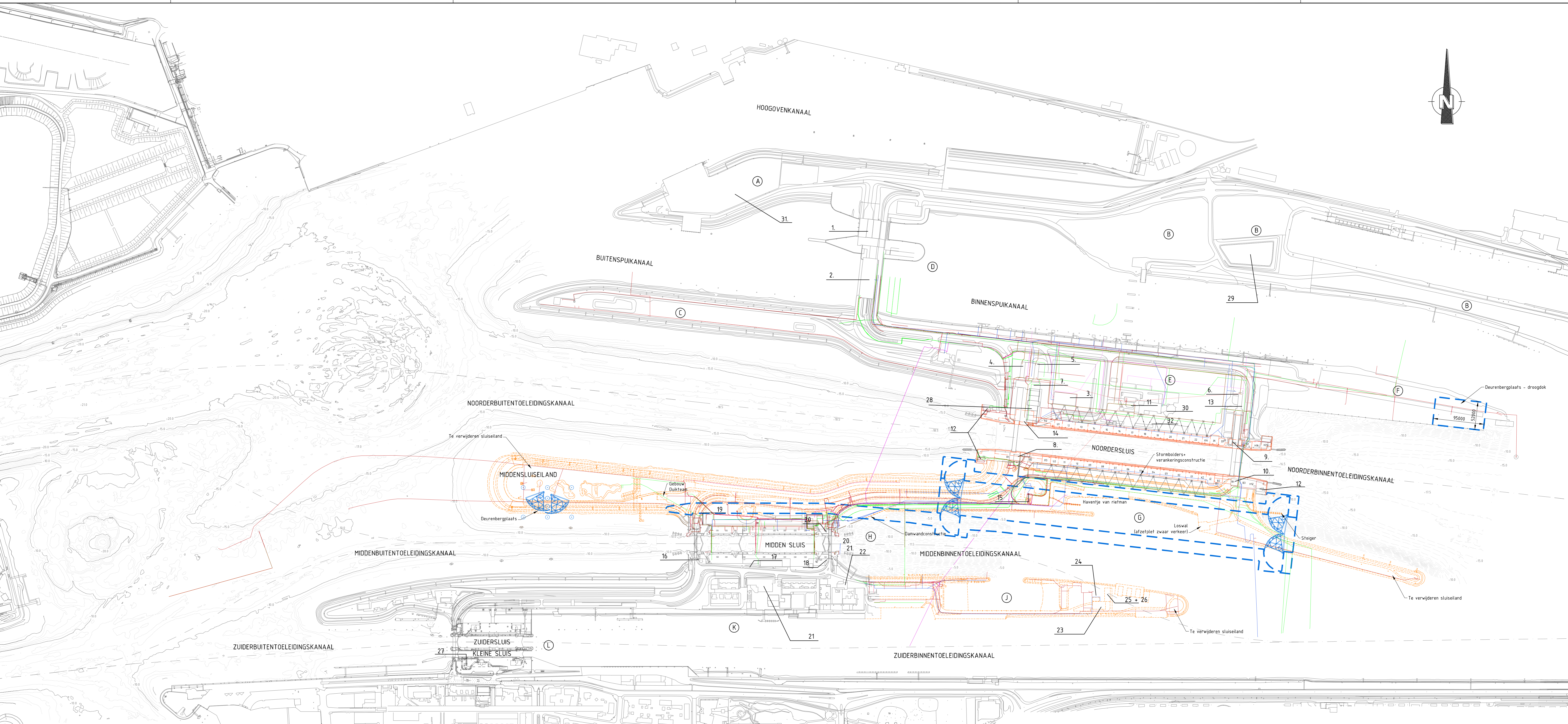
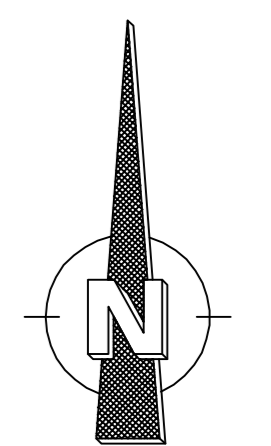
De deuren worden belast door de golven. Bij loodrechte inval ontstaat voor de deur een staande golf. Dit zit al in de Pharos-berekeningen; op de locatie vlak voor de deur wordt de volgende golf berekend (Tabel B7-4). De verdubbeling van de golfhoogte t.g.v. reflectie is hier dus niet nodig.

Tabel B7-4 Golven direct voor de Noordersluis, deining, windgolf en gecombineerde golf

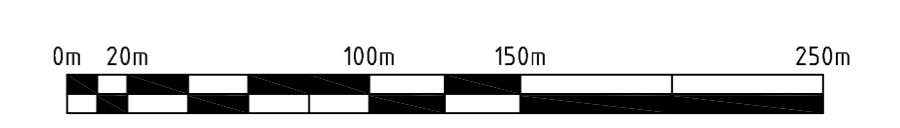
Frequentie	Dir (°N)	Deining		Windgolf		Gecombineerde golf*	
		Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
10-4 / jaar	270 (W)	0,12	15,6	2,24	5,0	2,24	5,0

* Voor het bepalen van de gecombineerde golf zijn de bijdragen deining en windgolven, kwadratisch bij elkaar opgeteld (Zie Bijlage 5)

BIJLAGE 3 Tekeningen



Situatie Sluizencomplex IJmuiden
Schaal 1:2500



LEGENDA	
Nr	Omschrijving objecten sluiscomplex bestaande situatie
1	gemeal
2	spuisluis
3	centraal magazijn
4	gebouw bewegingswerken Nsluis WEST buitenhoofd
5	gebouw bewegingswerken Nsluis OOST buitenhoofd
6	gebouw bewegingswerken Noordersluis binnenhoofd
7	schuifgebouw 1-2 Noordersluis
8	schuifgebouw 3-4 Noordersluis
9	schuifgebouw 5-6-7-8 Noordersluis
10	schuifgebouw 9-10 Noordersluis
11	hooglaagspanningsgebouw
12	wachtgebouwen (buitenhoofd NW, buitenhoofd ZW en binnenhoofd ZO)
13	oud machinegebouw Noordersluis
14	voormalige bedieningsgebouwen Noordersluis
15	SLE IJ Sluis Leding Leningrum
16	bedieningsgebouw A
17	gebouw B - C Middensluis
18	gebouw bewegingswerken binnenhoofd ZO Middensluis (O)
19	gebouw bewegingswerken buitenhoofd NW Middensluis (E)
20	gebouw bewegingswerken binnenhoofd NO Middensluis (F)
21	TZMED IJWS
22	magazijn Middensluis sluisland
23	werkplaats Rayonmedewerker
24	zoulospslagloods
25	panneelloods
26	bedieningsloods
27	ranhoorgebouw Zuder/Klainsluis
28	bouwplaats nieuwe deurendok
29	ontsluitingsbekken
30	infocentrum noordersluis
31	de branding
32	rioliseren
A	opslagterrein Noordzijde buitenspuikanaal
B	opslagterrein Noordzijde binnenspuikanaal
C	opslagterrein Zuidzijde buitenspuikanaal
D	terrein gemeal en spuisluis
E	terrein noordzijde noordersluis
F	terrein nieuwe deurenbergsloot
G	terrein zuidzijde noordersluis
H	terrein middensluis
I	terrein zuidzijde midden-binnen-toeleidingskanaal
K	terrein zuidzijde middensluis
L	terrein zuider -en kleine sluis

LEGENDA
--- Te verwijderen sluiselanden / landtongen
--- Centourlijn constructie sluisvariant 65m (Sectordeuren)

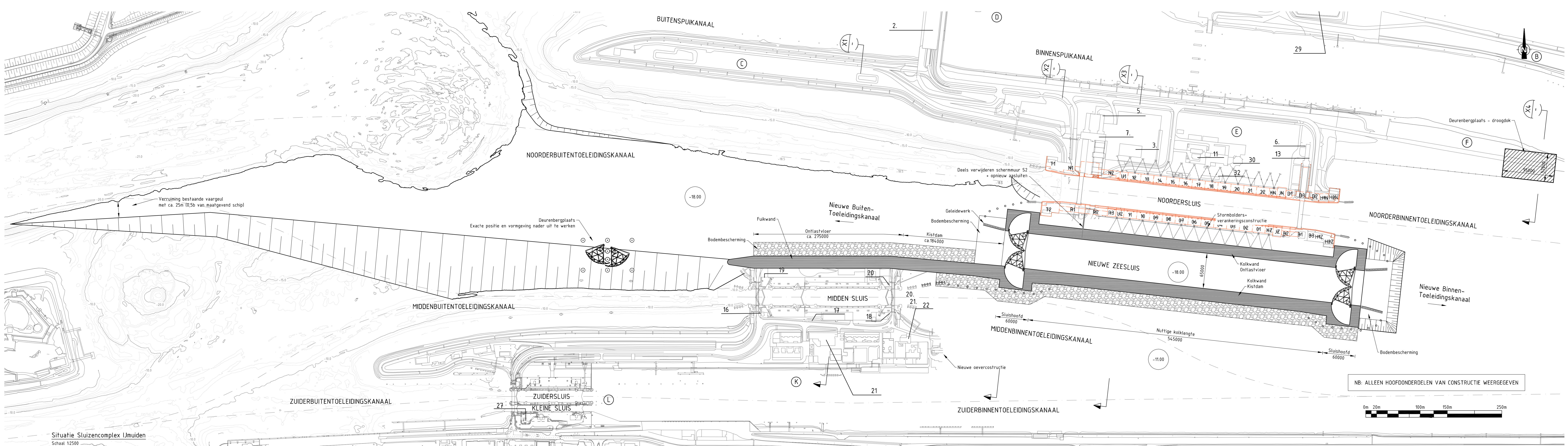
LEGENDA KABELS EN LEIDINGEN (PER DISCIPLINE)
--- Data/transport
--- Laagspanning
--- Middenspanning
--- Hoogspanning
--- Riol - Onder druk
--- Riol - Vrij verval
--- Water
--- Overig

OVERZICHT REFERENTIEDOCUMENTEN			
Bestand	Omschrijving	Datum	Uitsluitend
ondergrond_IJmuiden.dwg	Ondergrond	02-01-2010	INRS
NWA_2012_31917.dwg	Naamgeving elementen	02-01-2012	INRS
000-NOORDERSLUIS1952010500.dwg	Bathymetrie Noordersluis	20-02-2011	INRS
000MIDDELSLUIS1952010500.dwg	Bathymetrie Middensluis	24-05-2011	INRS
Bathm_Zeeland.dwg	Bathymetrie Zeeland, conform Beheer totaal wijk 26 veld IJWS	20-06-2011	INRS
10003301_2.dwg en 10003310_2.dwg	GIS miding - orientatiemeting grafiekverkeersbedrijven	04-11-2011	Katdier

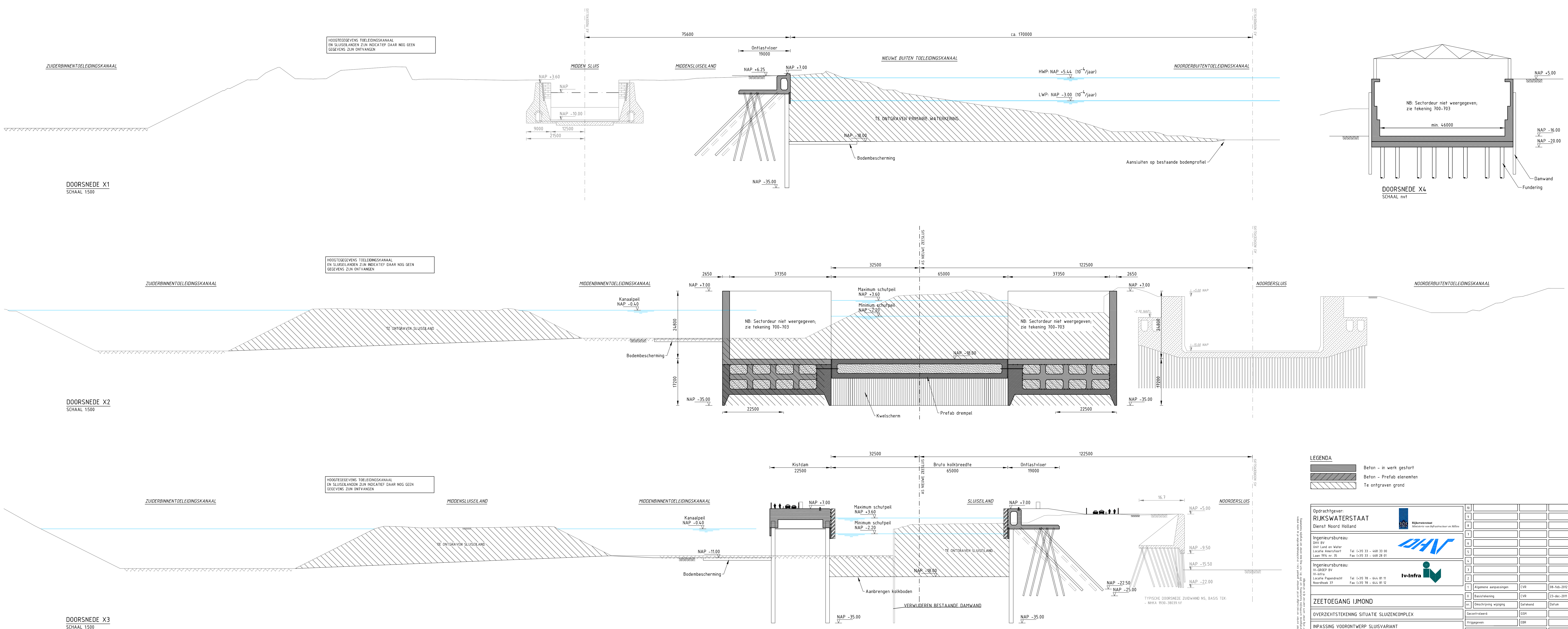
Opdrachtgever:		Rijkswaterstaat		Dienst Noord Holland	
Ingenieursbureau	Dirk van der Meer	Locatie Amsterdam	Tel: +31 (0) 20 - 648 33 00	E-mail: 20-648 33 00	
Ingenieursbureau	IV-GEOP BV	Locatie Papendrecht	Tel: +31 (0) 18 - 644 81 11	E-mail: 18-644 81 11	

ZEETOEGANG IJMOND			
ov	Omschrijving wijziging	Getekend	Datum
1	Algemene aanpassingen	EVK	08-feb-2012
2	Beschikking	EVK	23-okt-2011
3	Ontwerp van wijziging	Getekend	Datum
4	Geautoriseerd	GVK	
5	Vrijgegeven	GVK	

OVERZICHTSTEKING SITUATIE SLUIZENCOMPLEX
HUIDIGE SITUATIE
WEEGAFVE CONTOURLIJNEN SLUISVARIANT
65M BREEDTE VOORZIE VAN SECTORDEUREN
Formaat: A0 | Schaal: 1:2500 | Objectnummer: BA3334-102-VO-100



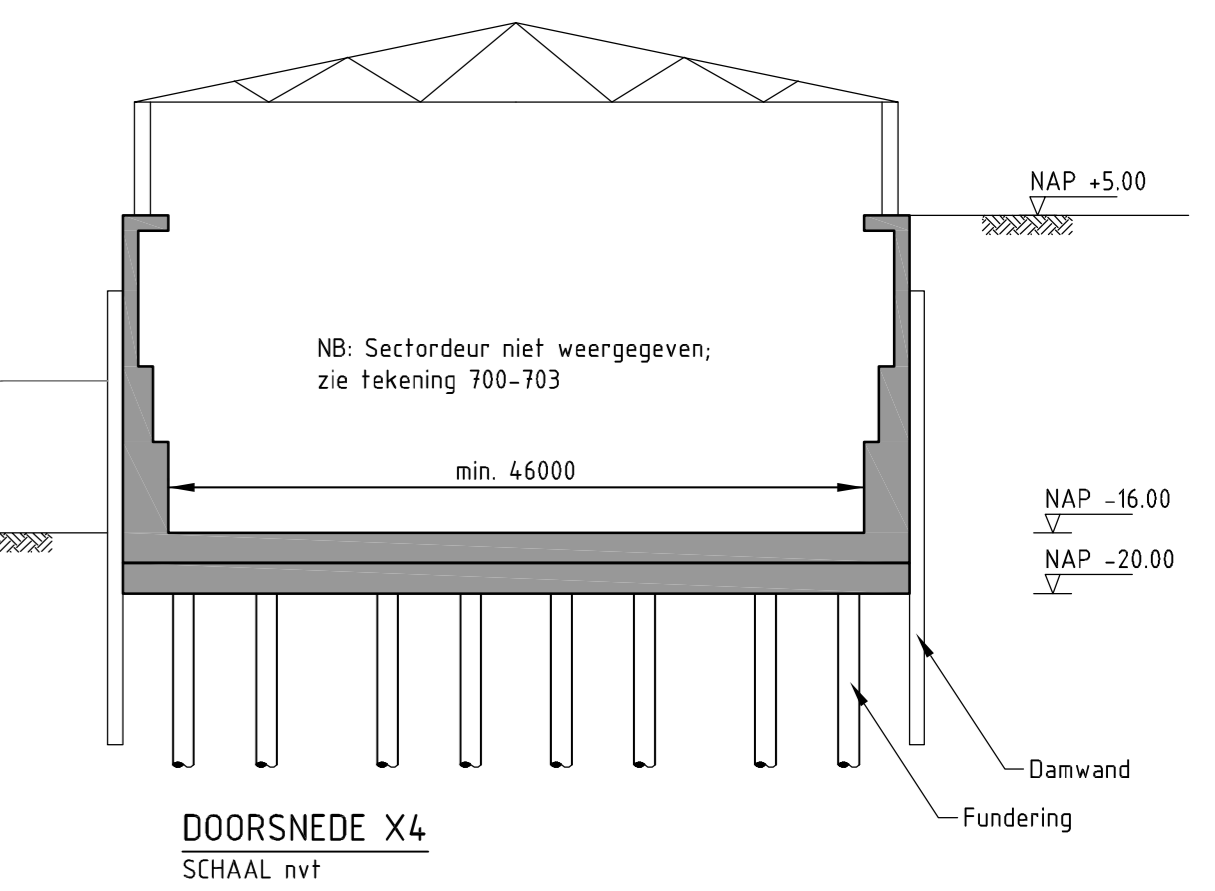
Situatie Sluizencomplex IJmuiden
Schaal 1:2500



DOORSNEDE X1
SCHAAL 1:500

DOORSNEDE X2
SCHAAL 1:500

DOORSNEDE X3
SCHAAL 1:500



DOORSNEDE X4
SCHAAL nvt

LEGENDA

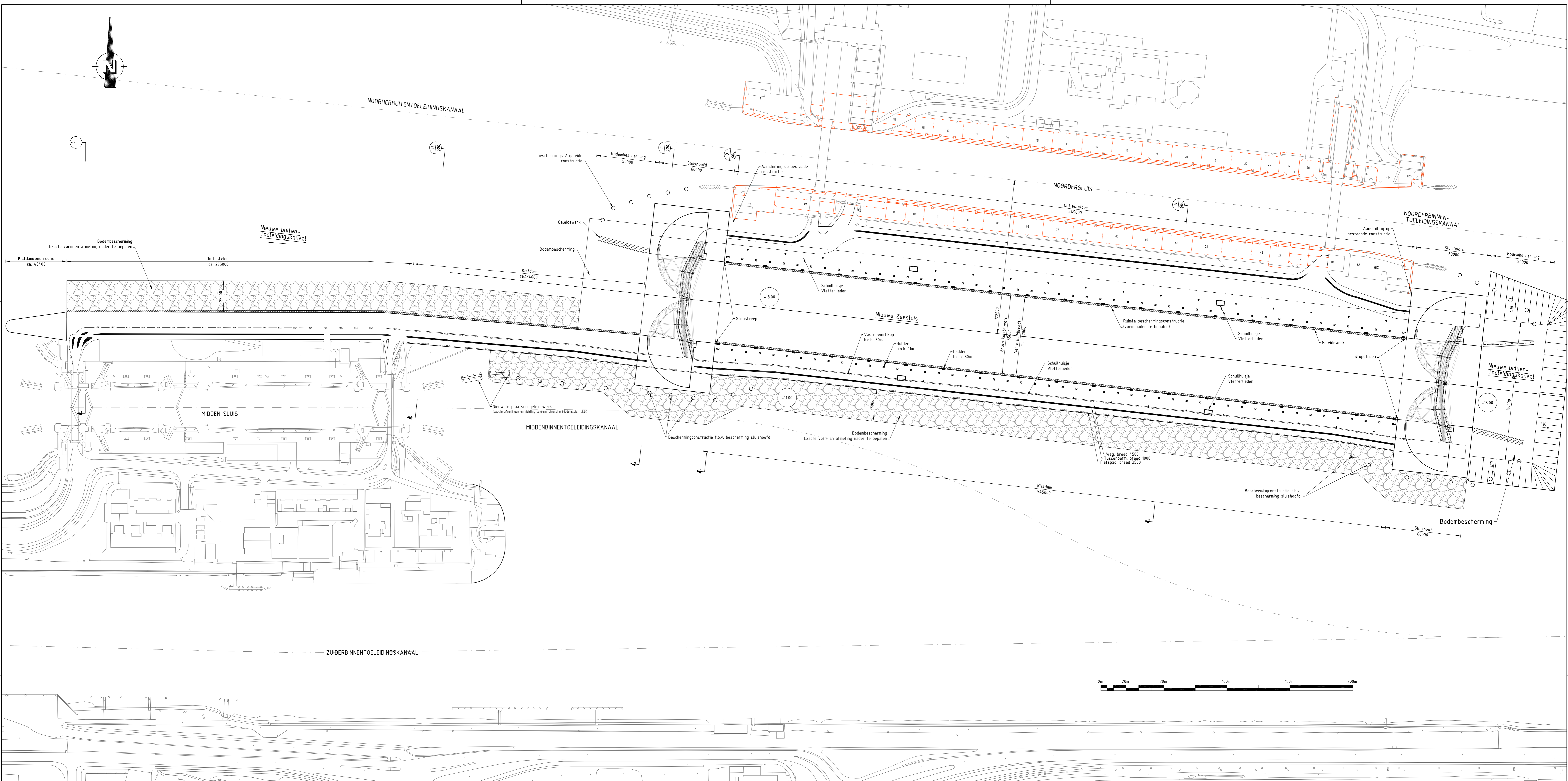
- Beton - in werk gestort
- Beton - Prefab elementen
- Te ontgraven grond

Oprachtgever: RIJKSWATERSTAAT Dienst Noord Holland	19		
Ingelijnsbureau: DWB Liesbeth Arents Liesbeth Arents Liesbeth Arents Liesbeth Arents	20		
Ingelijnsbureau: IV-GRIP BV Liesbeth Arents Liesbeth Arents Liesbeth Arents	21		
Algemene aanpak	IVR	18-fab-2017	
Beschrijving	IVR	23-okt-2017	
Ontwerp wijziging	IVR		
Geometrie	IVR		
Verrijking	IVR		
ZEETOEGANG IJMOND			
OVERZICHTSTEKENING SITUATIE SLUIZENCOMPLEX			
IMPASSING VOORONTWERP SLUISE-variant 6,5M BREEDTE VOORZIJN VAN SECTORDEUREN			
Status: DEFINITIEF			
Tekeningnummer: BA3334-102-102-VO-200			
Formaat: A0	Schaal: div.	Objectnummer:	

DEZE TEKENING IS KOMEN TE VERVALLEN

DOORSNEDE BODEMBESCHERMING ZIE TEKENING 600,
DOORSNEDE FLUKWAND ZIE TEKENING 600,
DEURENBERGPLAATS ZIE TEKENING 200

Opdrachtgever:		RIJKSWATERSTAAT		Rijksdienst voor het Waterschap en Milieu	
Dienst Noord Holland		DWA		iv-infra	
Ingenieursbureau:		DWA		iv-infra	
DWA		iv-infra		iv-infra	
Leestraat Amsterdam		Tel: 020 612 33 33 - 642 33 00		iv-infra	
Leestraat 30		Fax: 020 612 33 33 - 642 33 01		iv-infra	
Ingenieursbureau:		iv-infra		iv-infra	
iv-infra		iv-infra		iv-infra	
Leestraat Papendrecht		Tel: 078 644 81 11		iv-infra	
Noordhoek 37		Fax: 078 644 81 12		iv-infra	
ZEETOEGANG IJMOND		Beschrijving		Datum	
		Omschrijving wijziging		Gerekeerd	
		Gerekeerd		Datum	
		Vrijgegeven			
		Status:		Versie:	
		Tekeningnummer:		BA3334-102-102-VO-300	
Formaat:		Schaal:		Objectnummer:	



Situatie Sluizencomplex IJmuiden - Inpassing Nieuwe Zeesluis
Schaal: 1:1000

LEGENDA

- Landverbinding
- Bodembescherming - exacte vorm en afmetingen nader te bepalen
- Balder
- Wincklep
- Ladder

Voor doorsneden en details zie tekening 500 + 600

OVERZICHT REFERENTIEDOCUMENTEN

Bestand	Omschrijving		
Doorgrond_IJmuiden	Doorgrond	02-09-2016	BWS
WVA-2012-0907A9	Keuring van werken	02-09-2016	BWS

Opdrachtgever:
RIJKSWATERSTAAT
Dienst Noord-Holland

Ingenieursbureau:
DWA BV
Van Loon en water
Lindendreef 1
Liss. Wk. nr. 25
Tel 0-30 33 - 44 33 00
Fax 0-30 33 - 44 33 01

Ingenieursbureau:
iv-infra
Lindendreef 1
Noordboez 37
Tel 0-30 78 - 44 61 11
Fax 0-30 78 - 44 61 10

ZEETOEGANG IJMOND

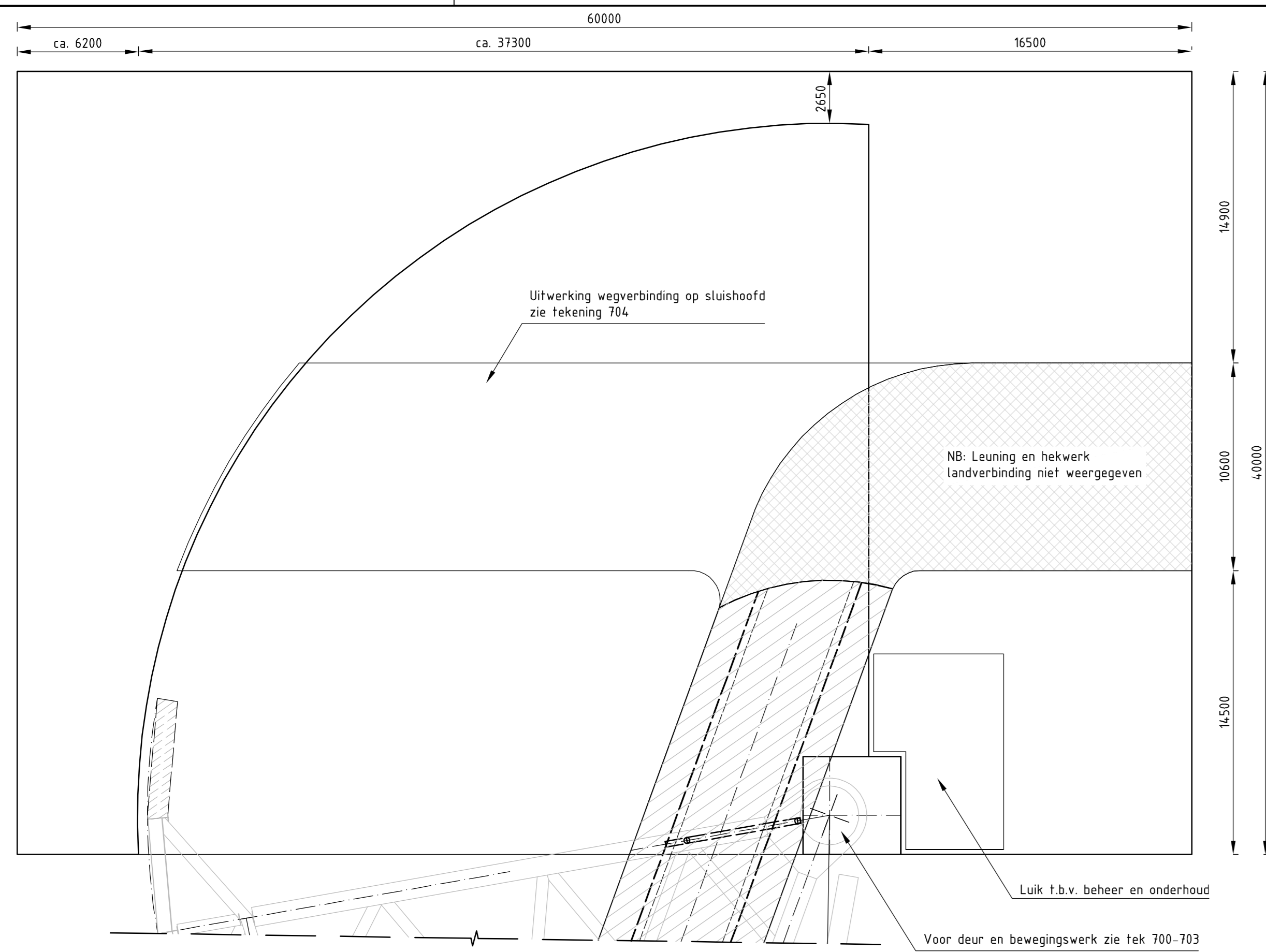
Actie	Opdrachtgever	Bevat
1	Eigendom aanpakken	OP
2	Bescherming	OP
3	Beschrijving opslag	OP
4	Gevoelens	OP

VOORONTWERP SLUISVARIANT 65M - SECTORDEUREN

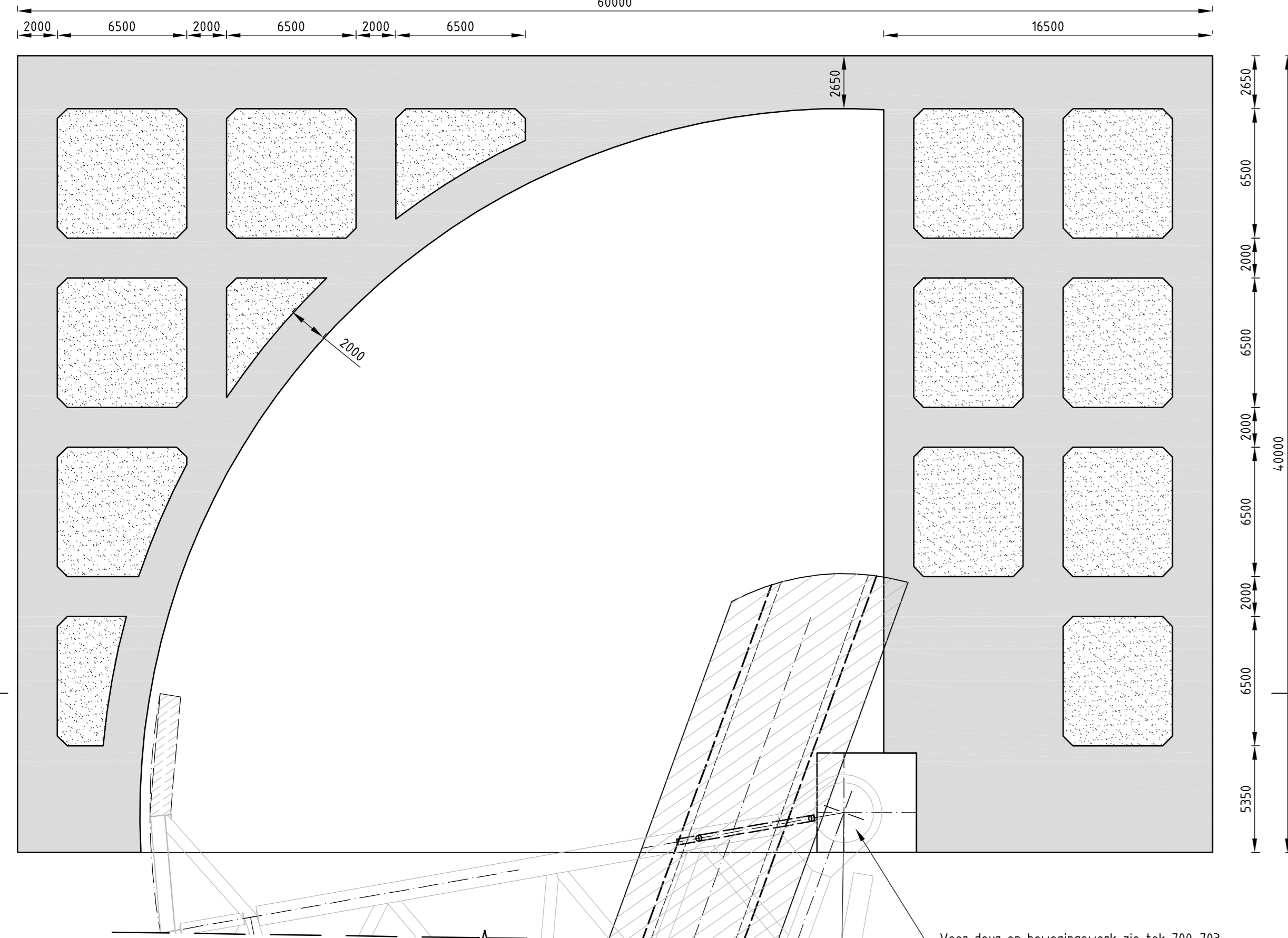
BOVENAANZICHT NIEUWE ZEESLUS

Project	Status	Versie
BOVENAANZICHT NIEUWE ZEESLUS	DEFINITIEF	1

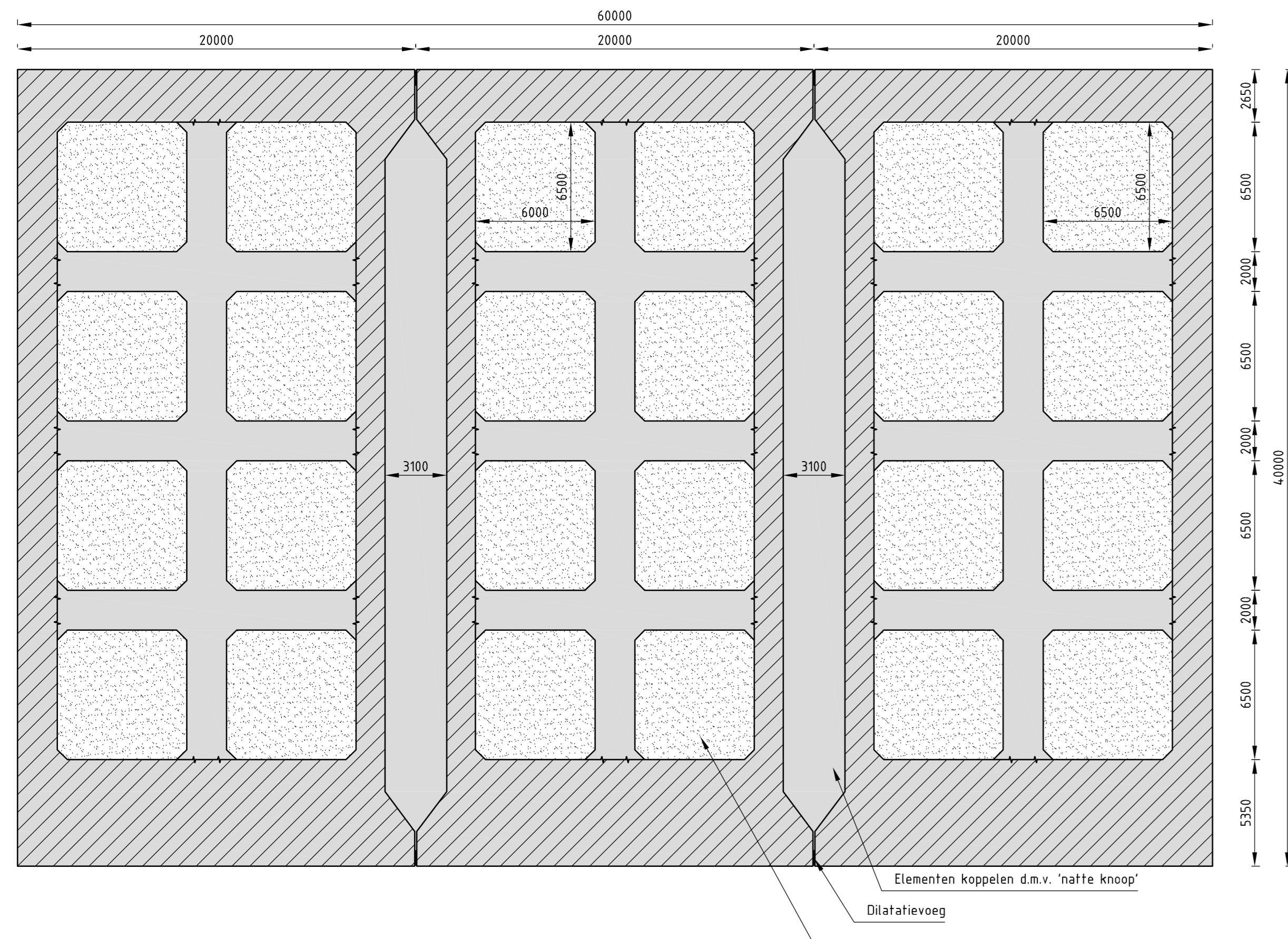
Formaat: A0a Schaal: 1:1000 Objectnummer: BA3334-102-102-V0-400



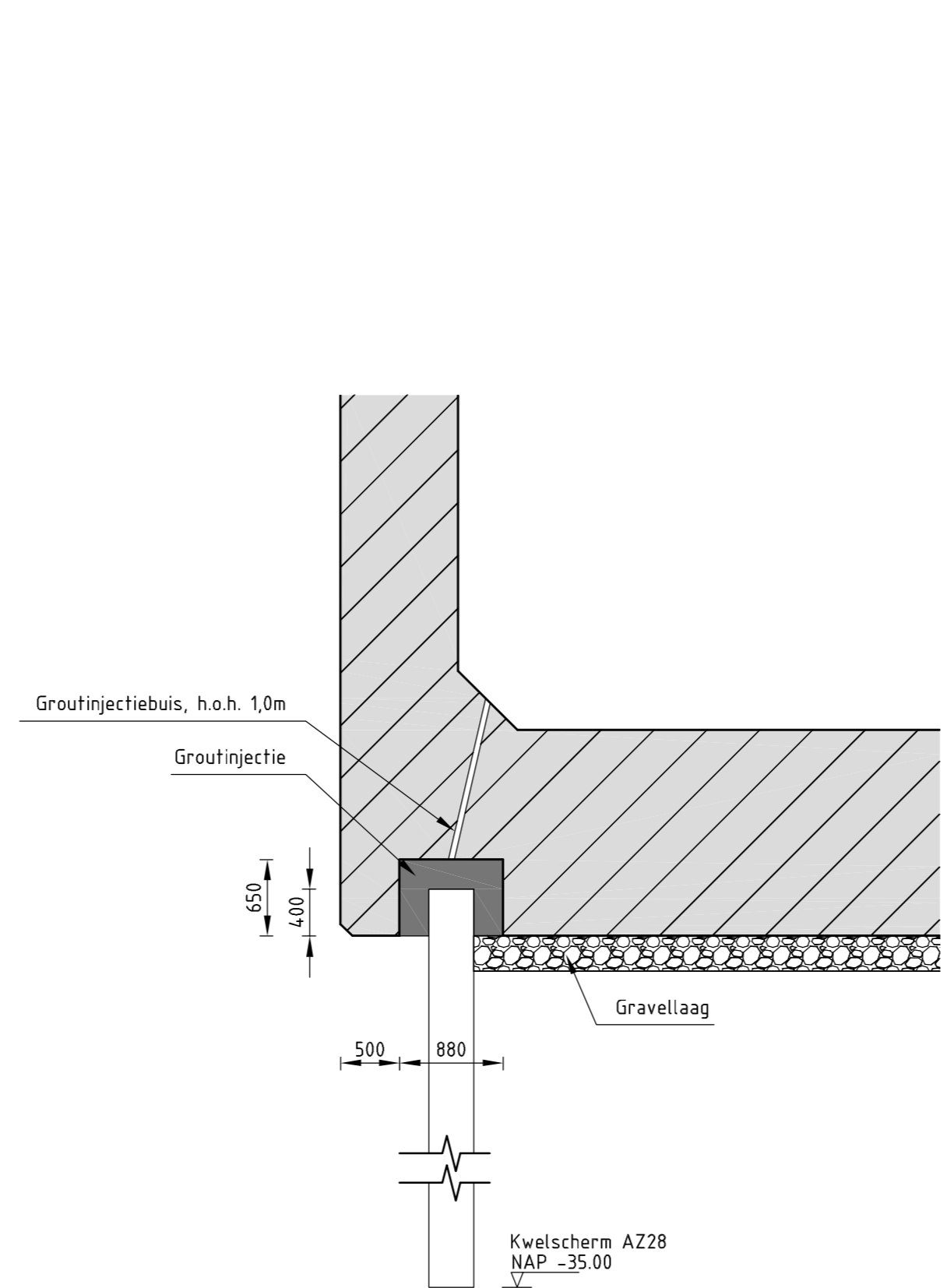
Detail 1: Sluishoofd bovenaanzicht
Schaal 1:200



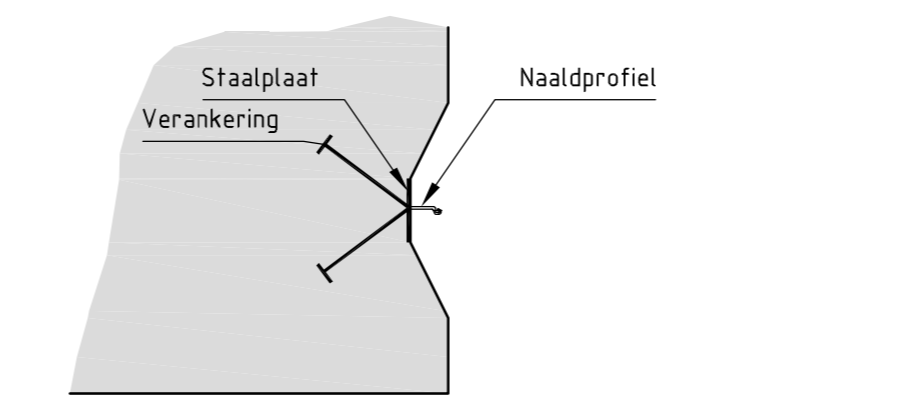
Doorsnede C-C
Schaal 1:200



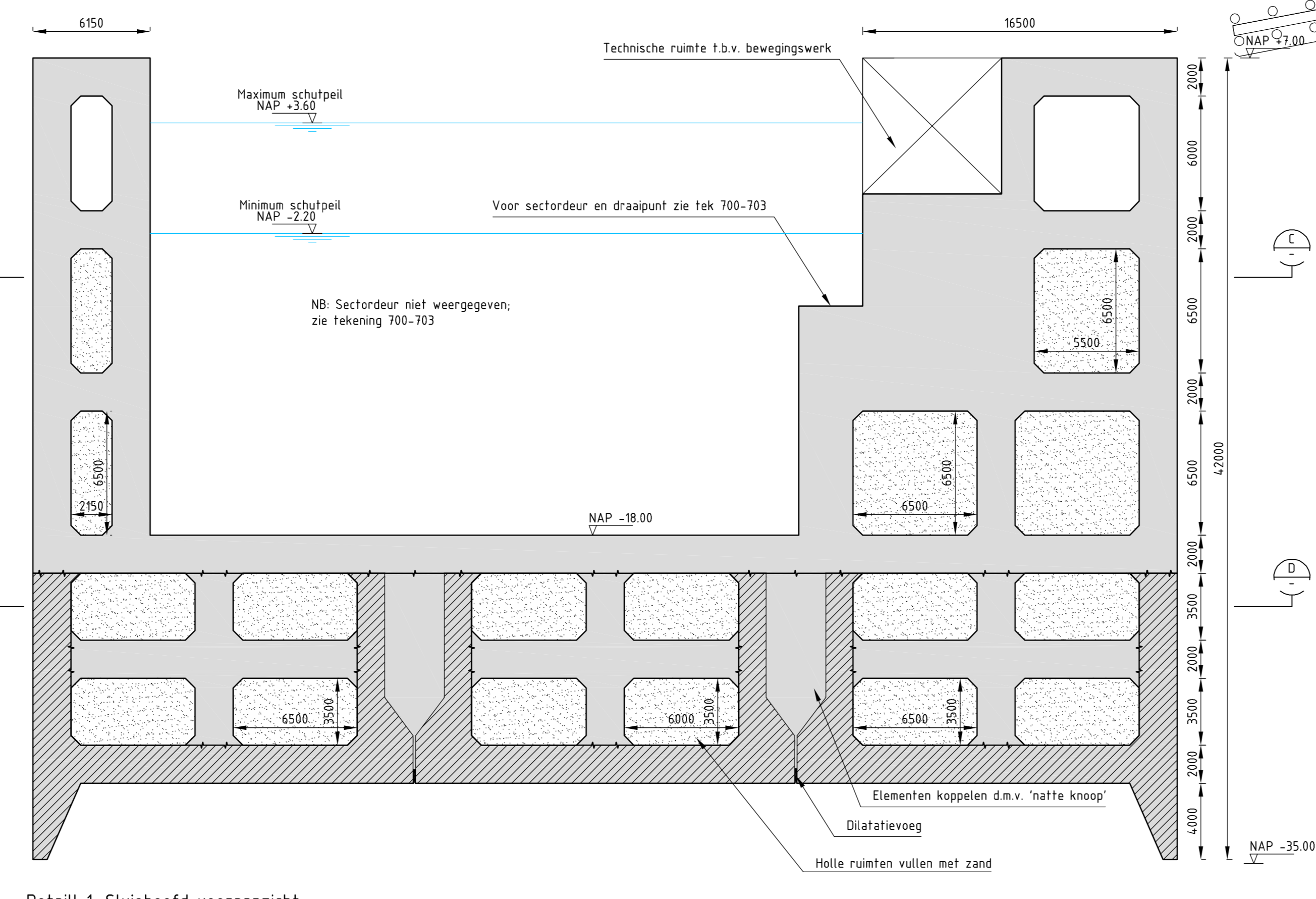
Doorsnede D-D
Schaal 1:200



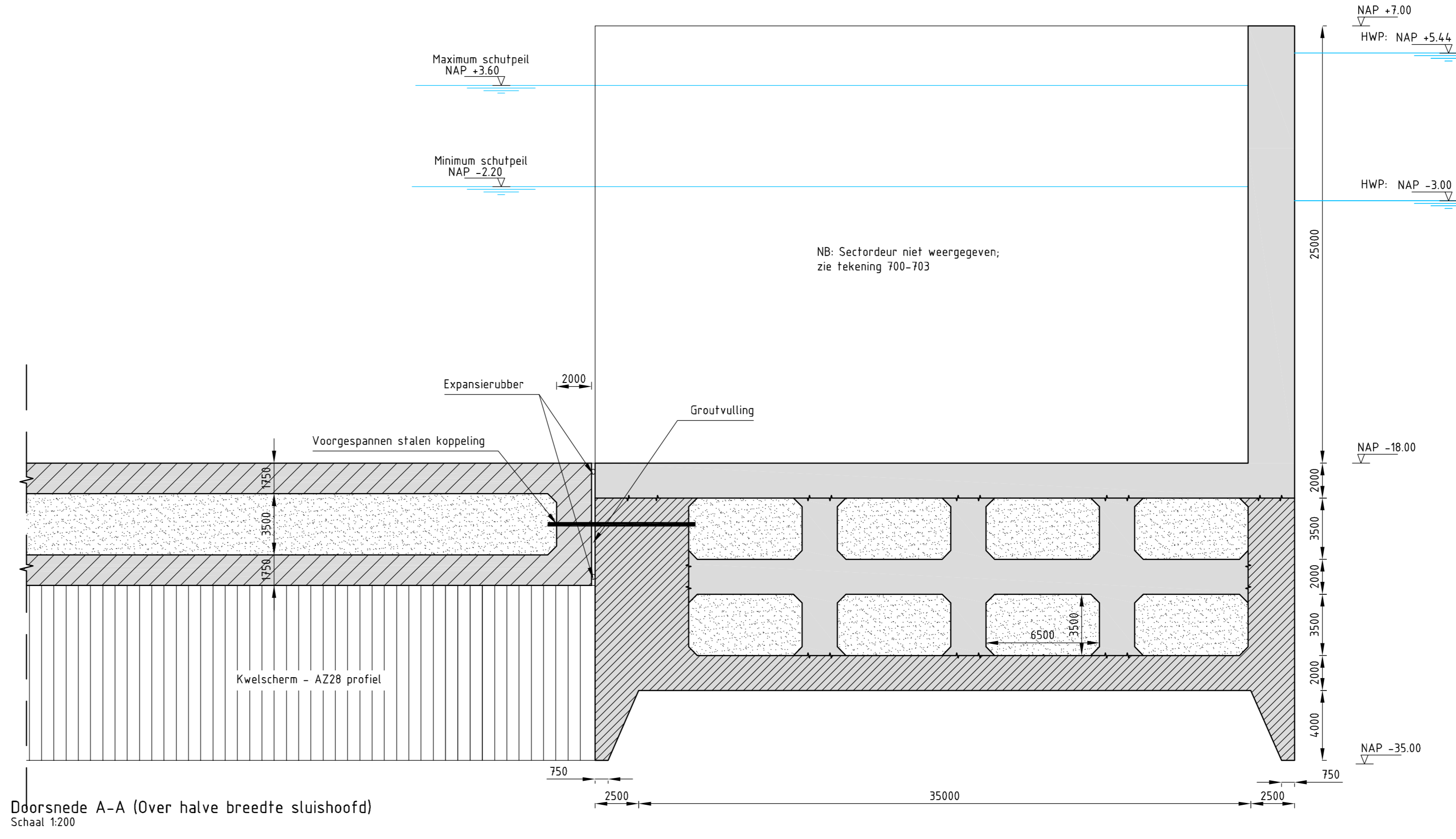
Detail 2: Aansluiting kwelscherm - drempel
Schaal 1:50



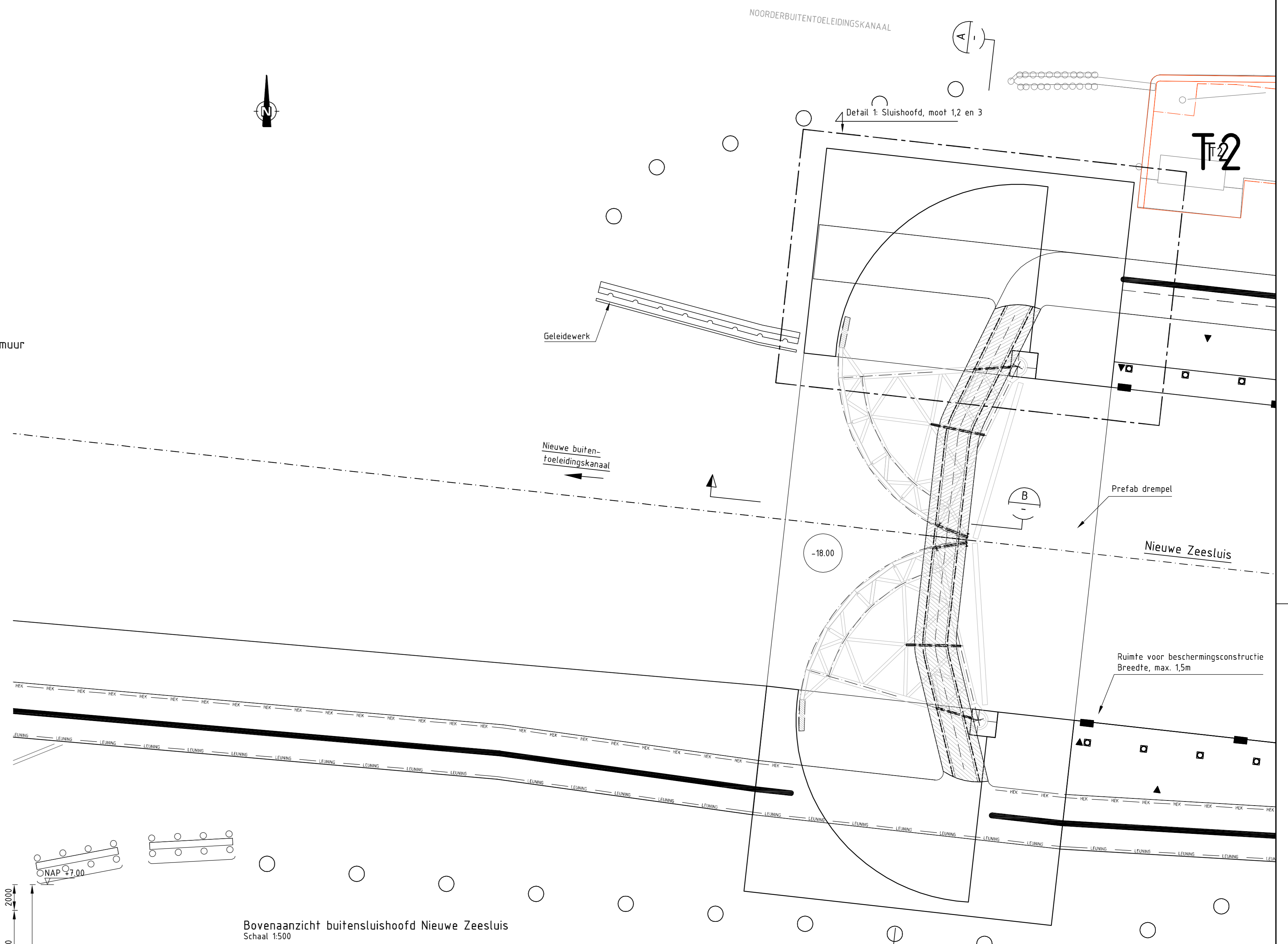
Principedetail aansluiting sluishoofd op sluismuur
Schaal 1:50



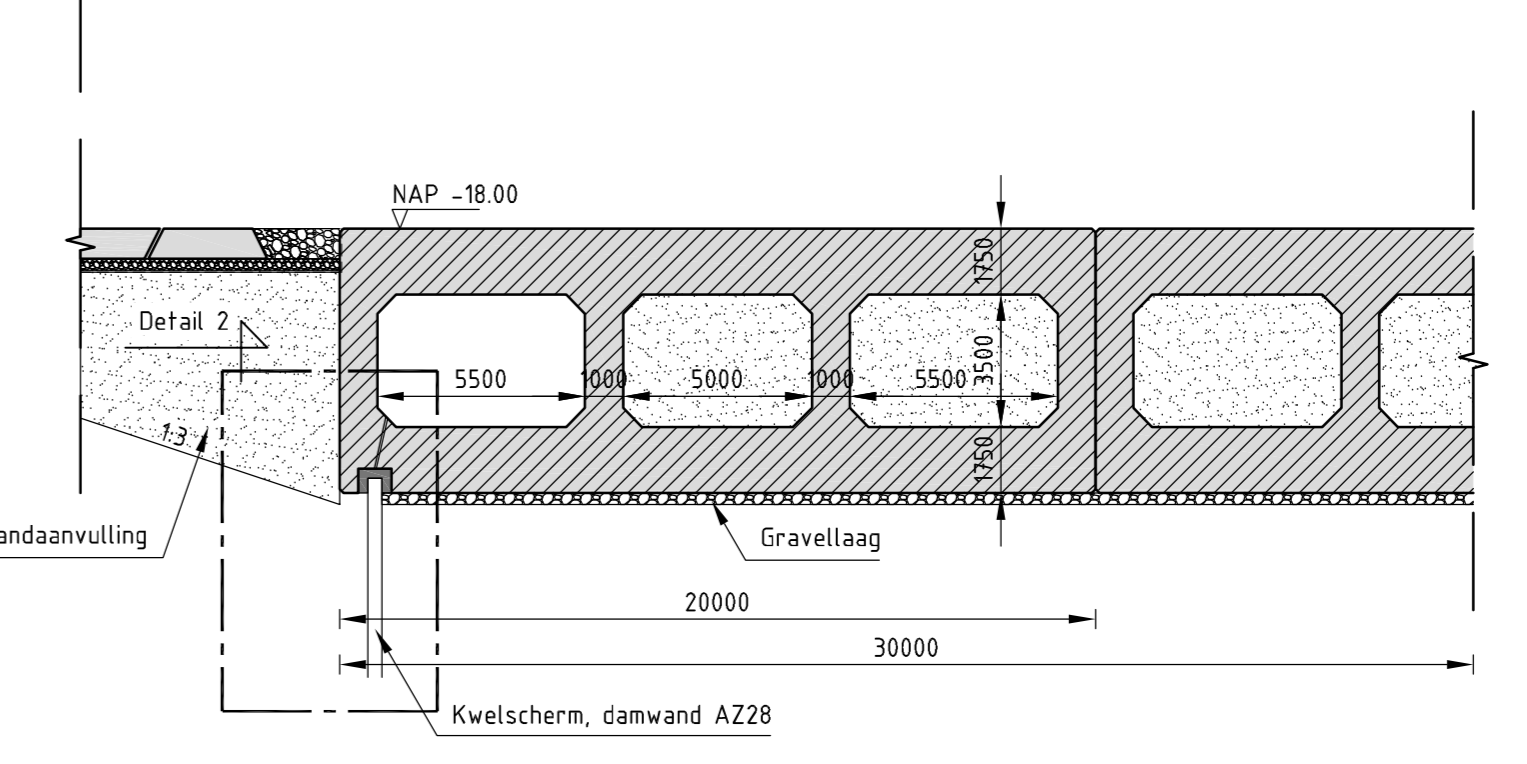
Detail 1: Sluishoofd vooraanzicht
Schaal 1:200



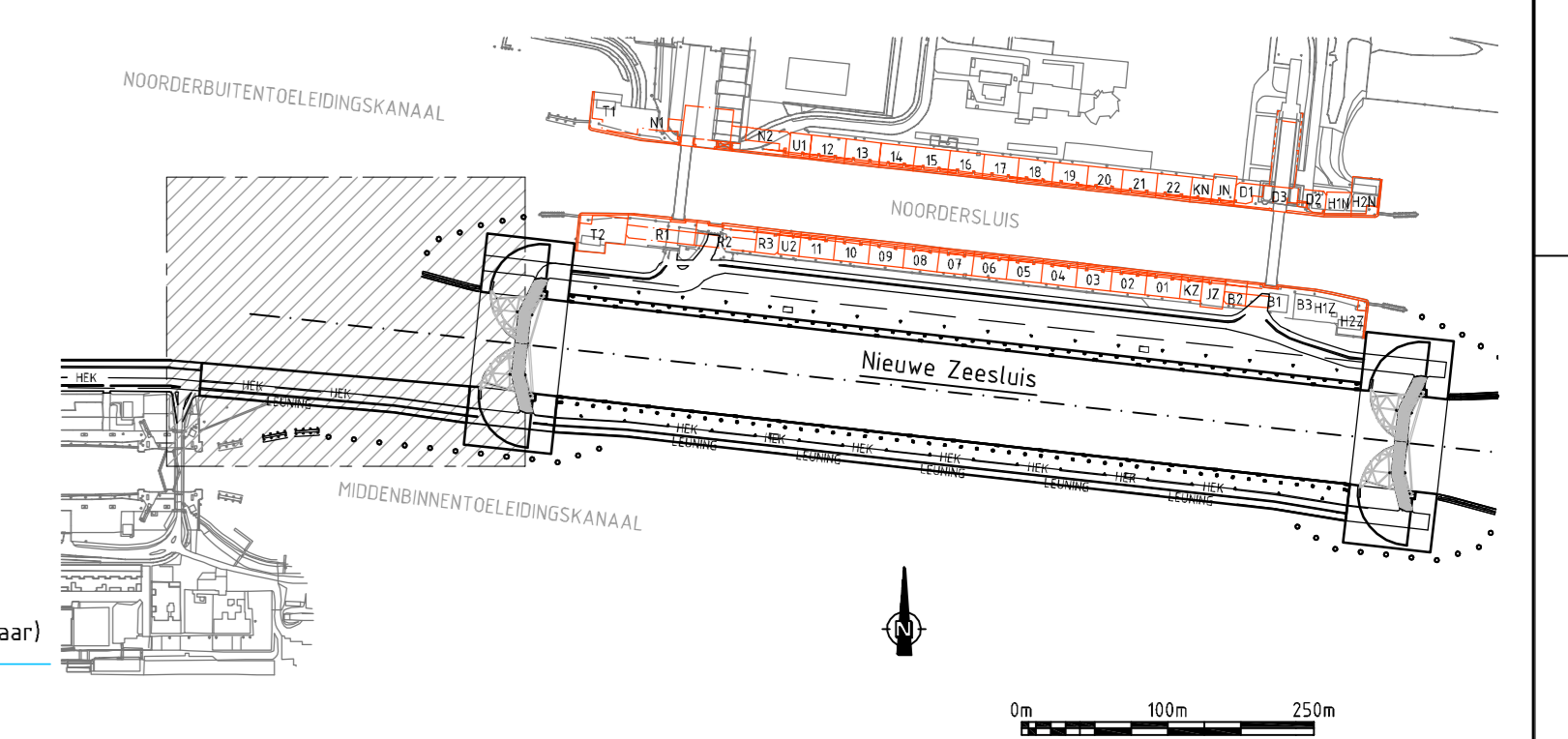
Doorsnede A-A (Over halve breedte sluishoofd)
Schaal 1:200



Bovenaanzicht buitensluishoofd Nieuwe Zeesluis
Schaal 1:500



Doorsnede B-B
Schaal 1:200



LEGENDA

- Nautische contour conform overleg 2010829
- Landverbinding
- Beton - in werk gestort
- Beton - Prefab elementen
- Zandvulling
- BOLDER
- WINKHOOP
- LADDER

OVERZICHT REFERENTIEDOCUMENTEN

Bestand	Omschrijving	Datum	Werksoort
Overgrond_Sluishef.dwg	Overgrond	02-09-2010	Start
NWA-2012-3107.dwg	Naamgeving elementen	02-09-2012	Start

Opraggever:
RIJKSWATERSTAAT
Dienst Noord Holland

Ingeneurusbureau:
DWB BV
Looze van der Waer
Looze van der Waer
Looze van der Waer
Looze van der Waer
Looze van der Waer

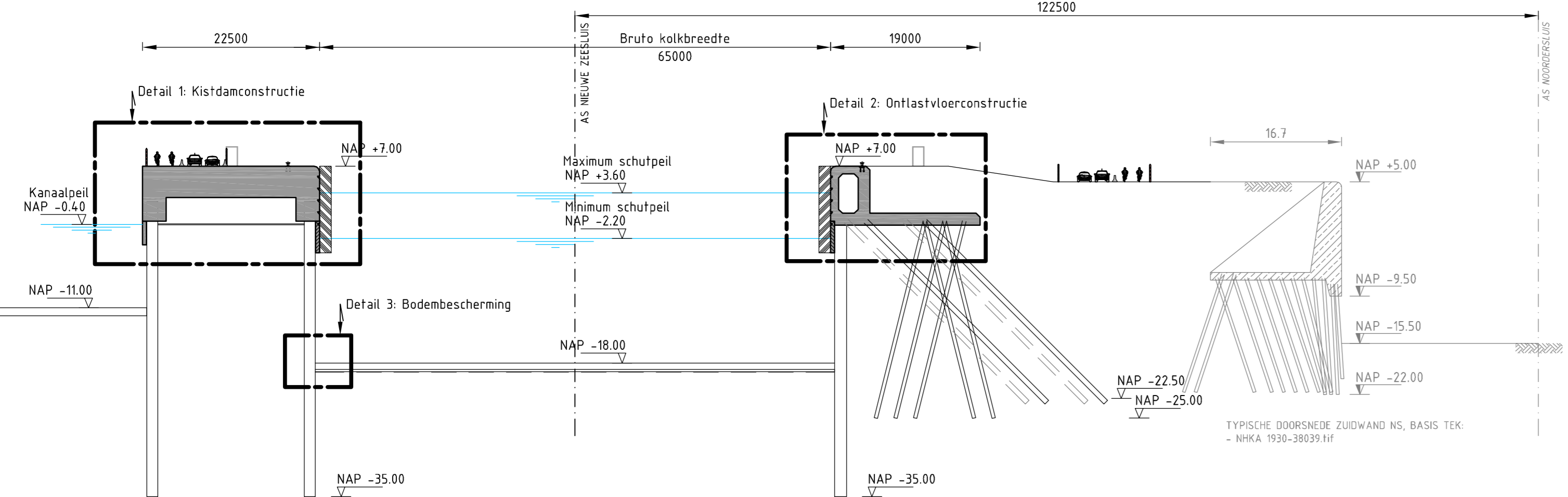
Ingeneurusbureau:
IV-GEOP BV
Looze van der Waer
Looze van der Waer
Looze van der Waer
Looze van der Waer

ZEETOEGANG IJMOND
VOORONTWERP SLUISVARIANT 65H - SECTORDEUR

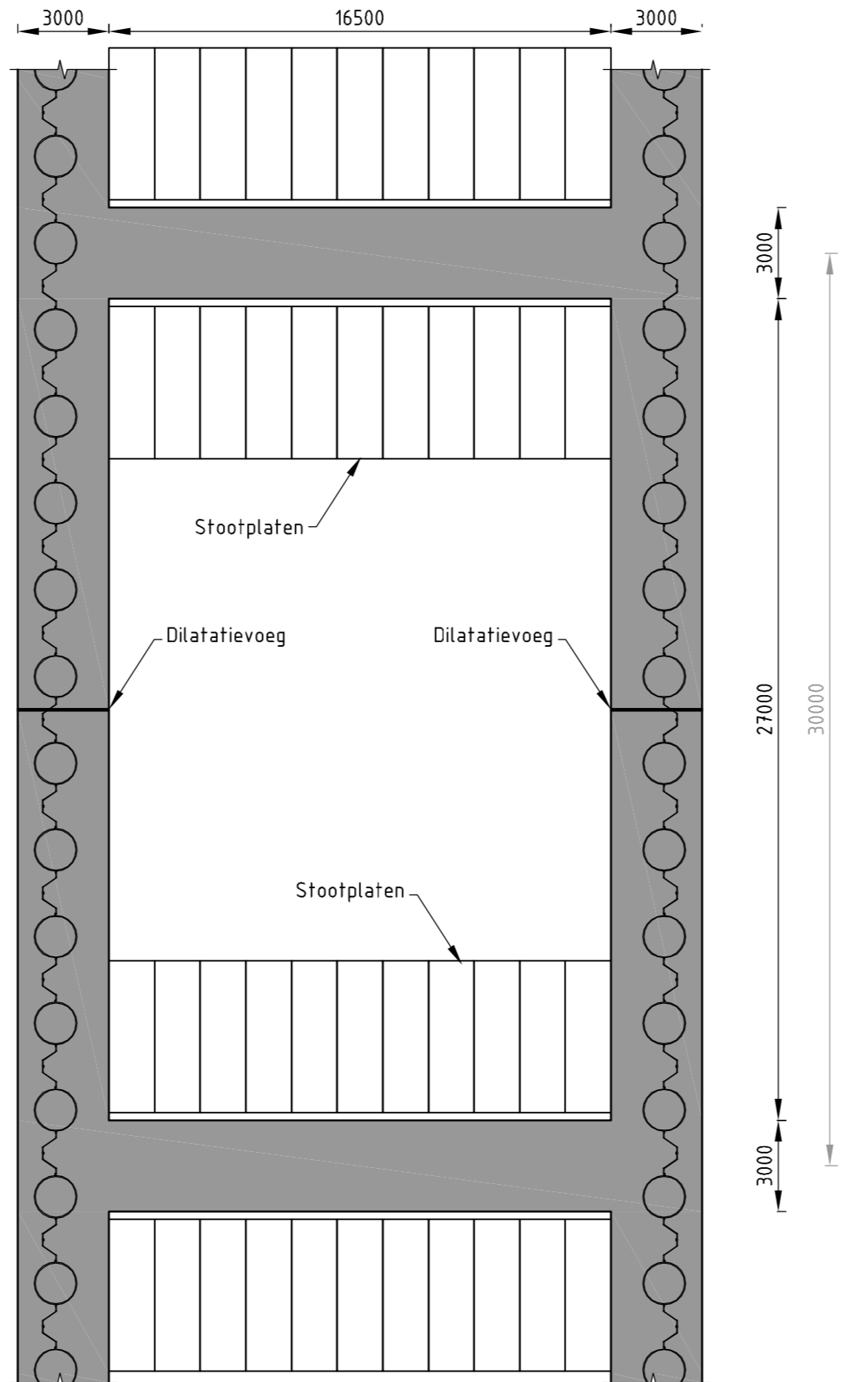
SLUISHOOFD
DOORSNEDEN • DETAILS / PRINCIPEDOPLOSSINGEN

Status: DEFINITIEF

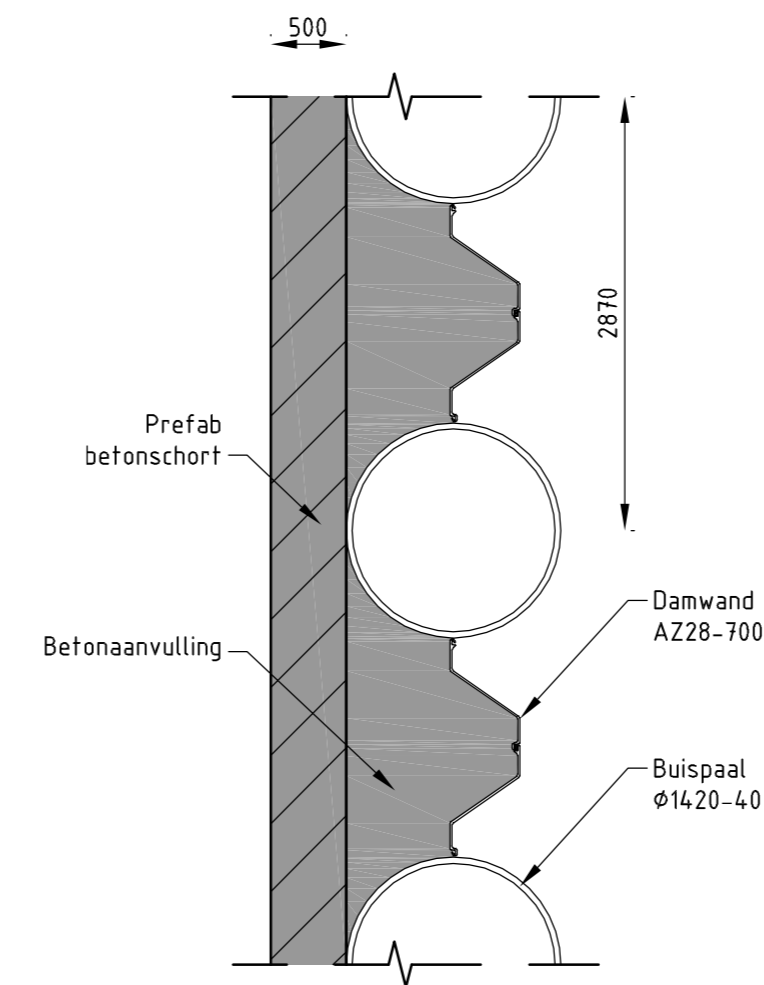
Tekeningnummer:
BA3334-102-102-V0-500



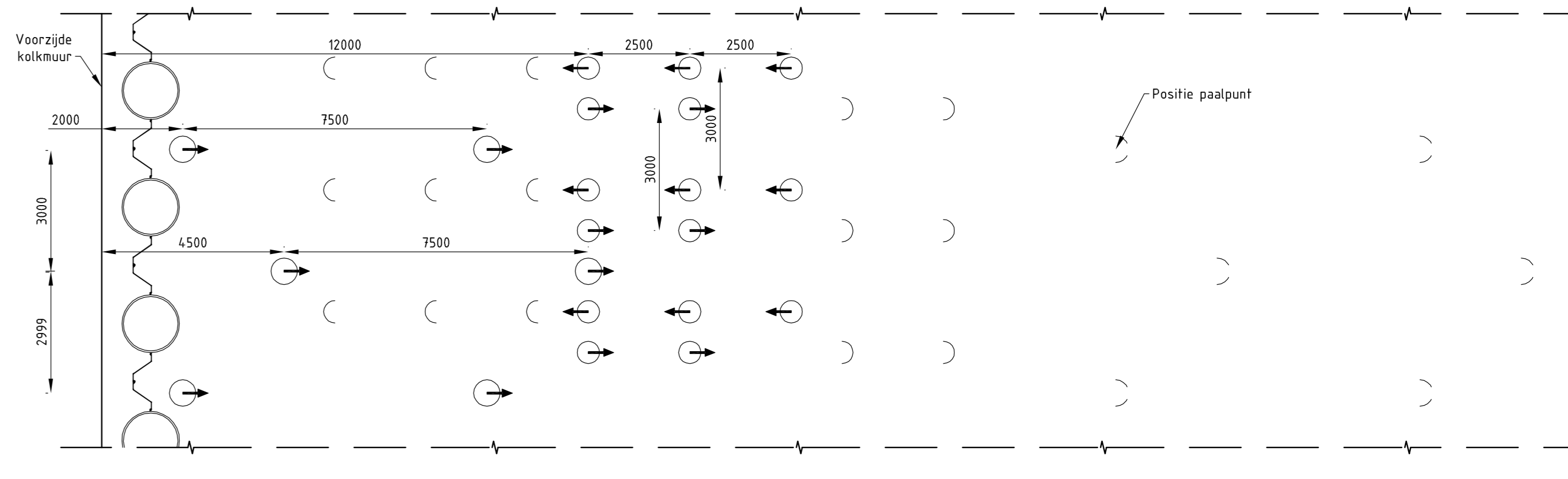
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:500



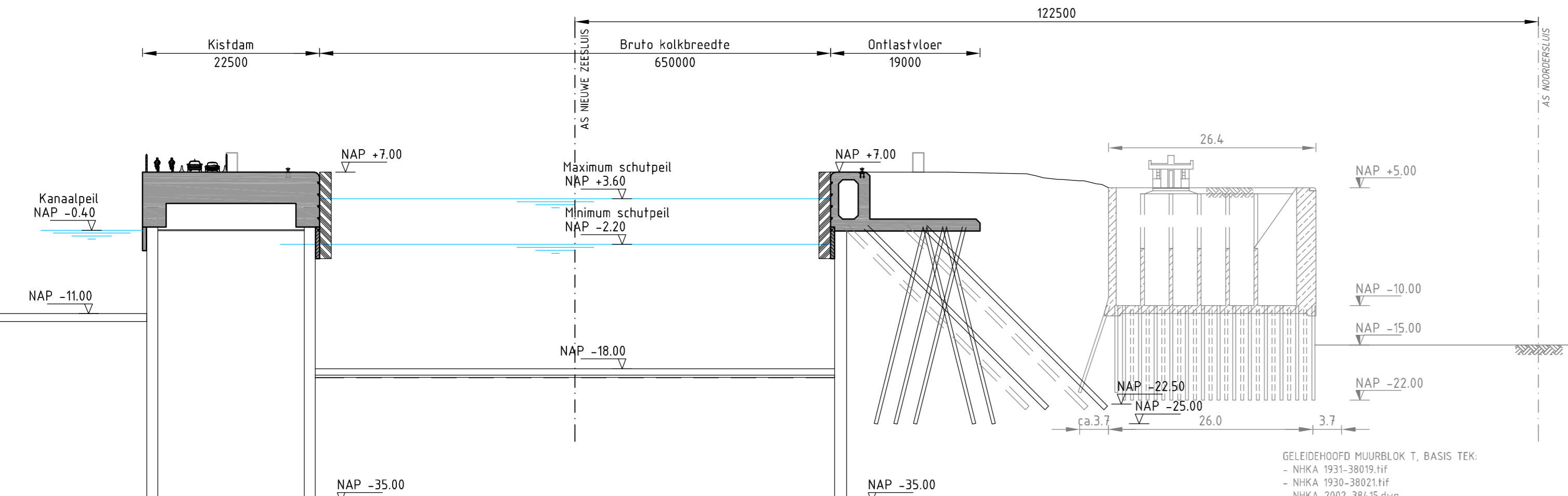
Detail kistdamconstructie - doorsnede t.h.v. betonbalk
SCHAAL 1:200



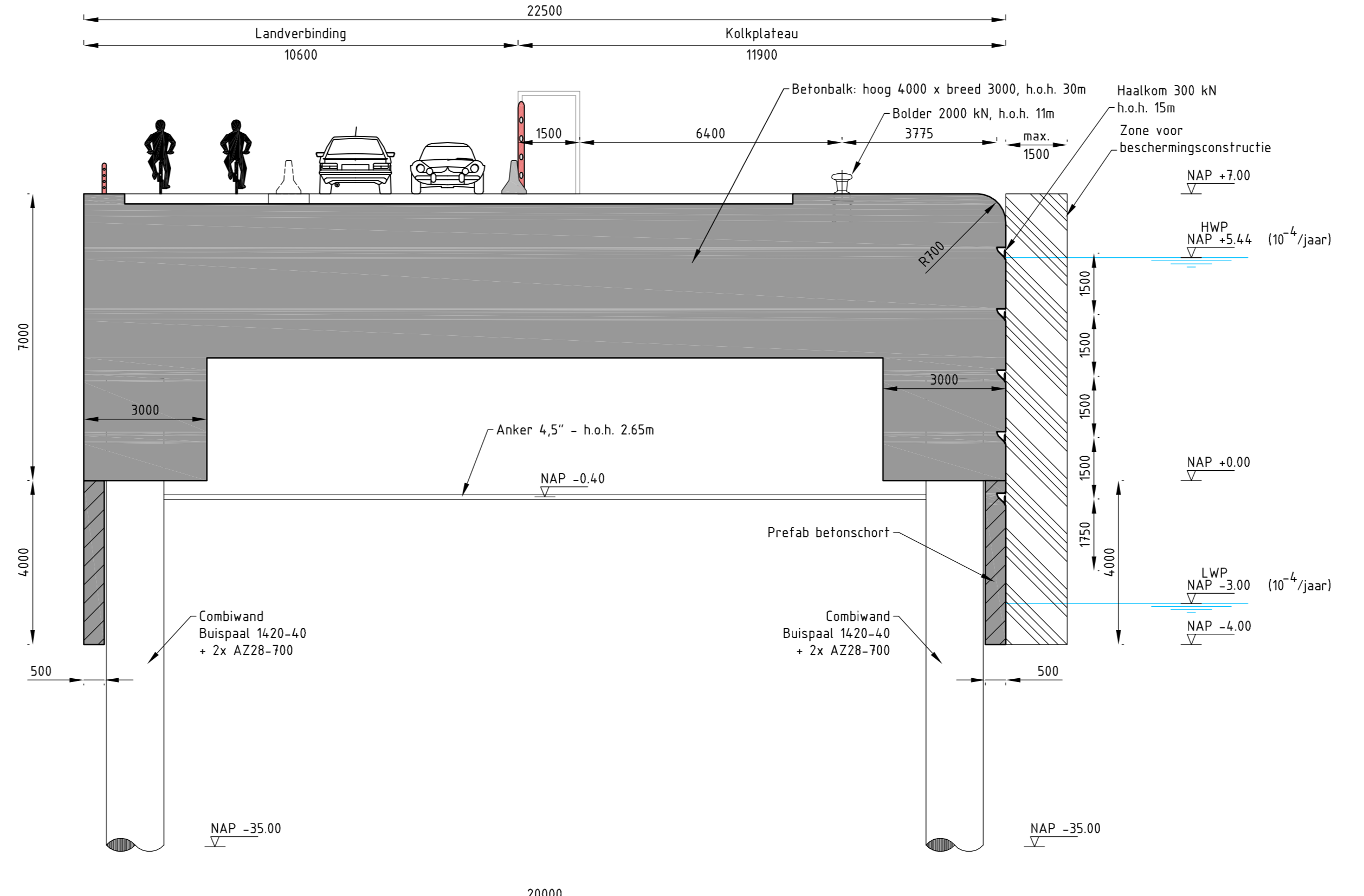
Doorsnede F-F
SCHAAL 1:50



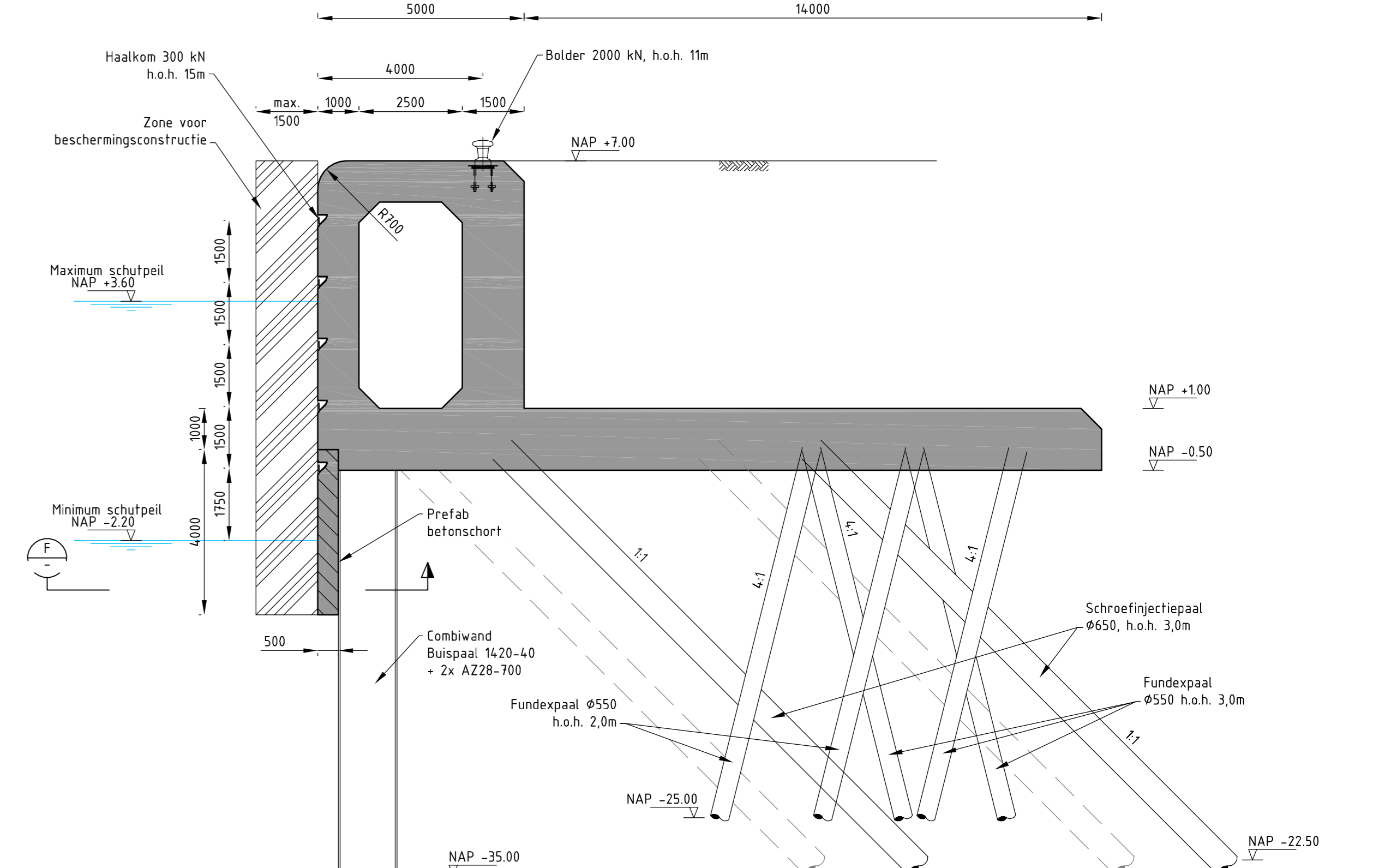
Platenplan ontlastvloer (principekening)
SCHAAL 1:100



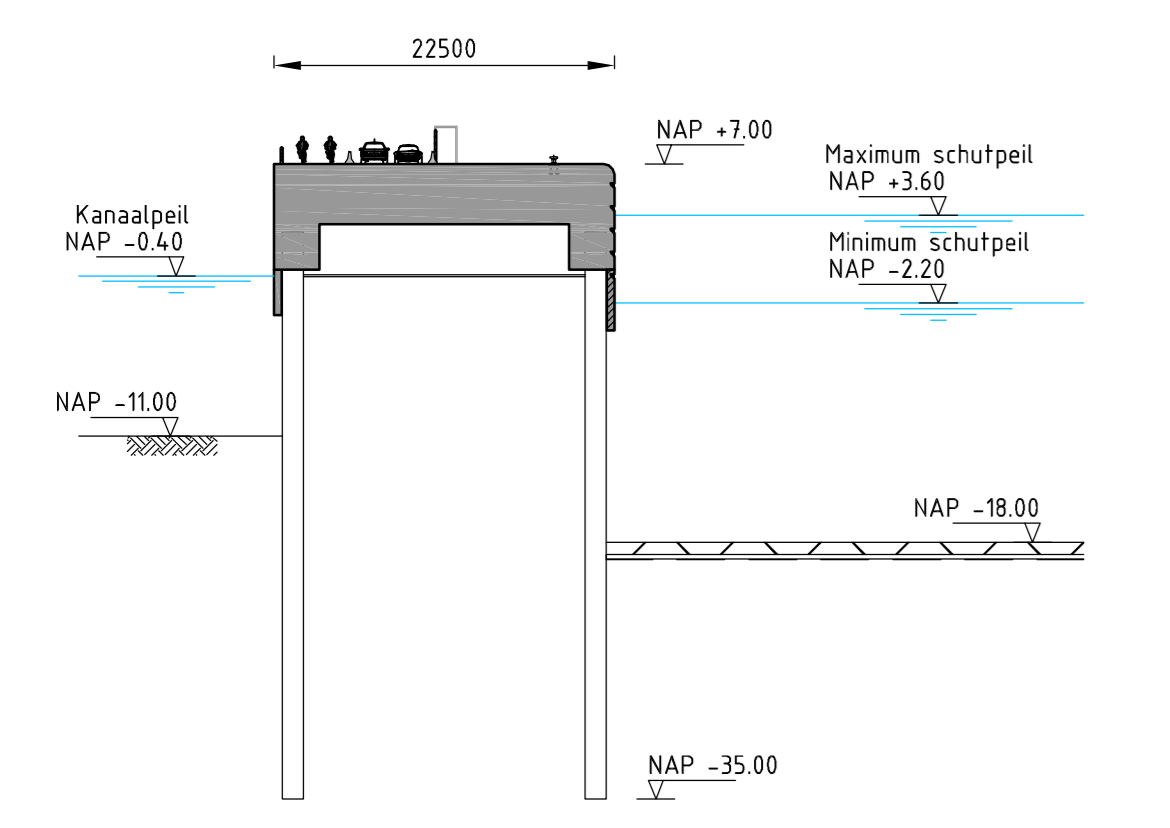
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1:500



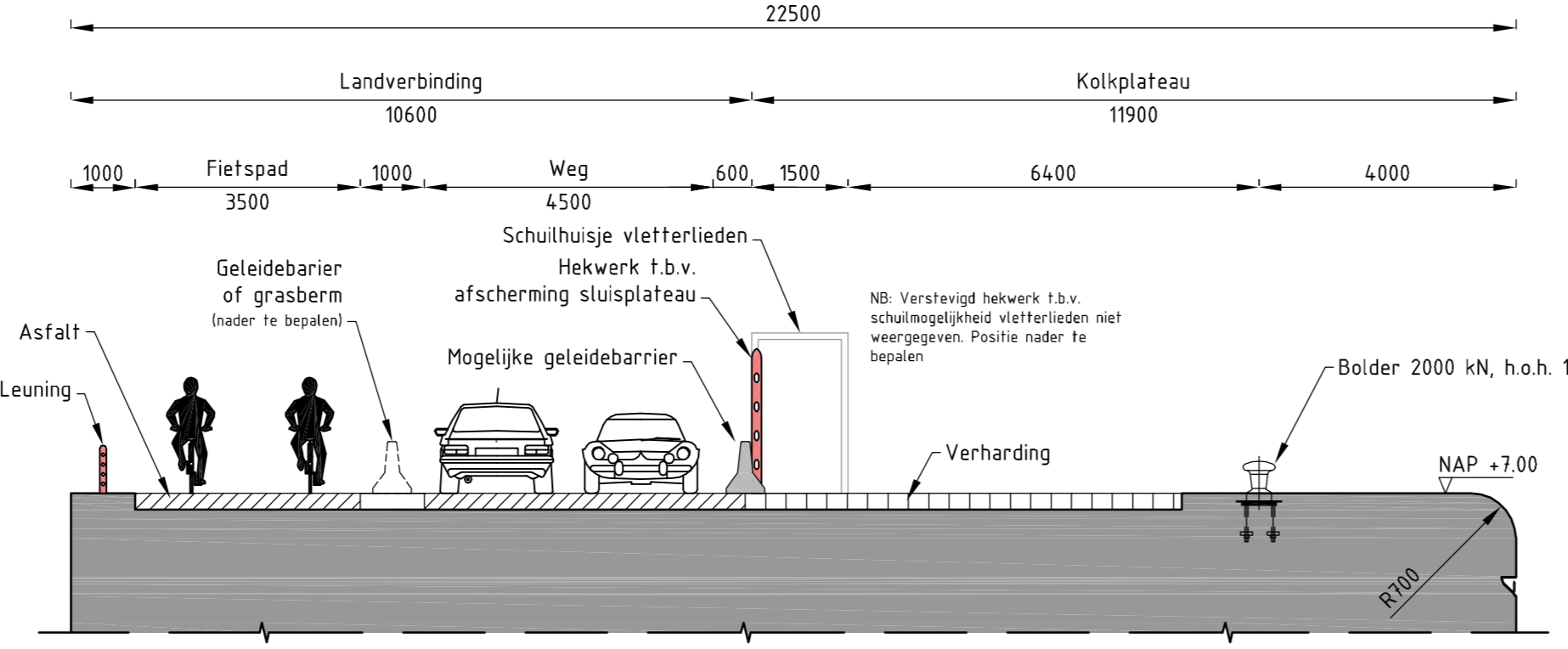
Detail kistdamconstructie - doorsnede
SCHAAL 1:100



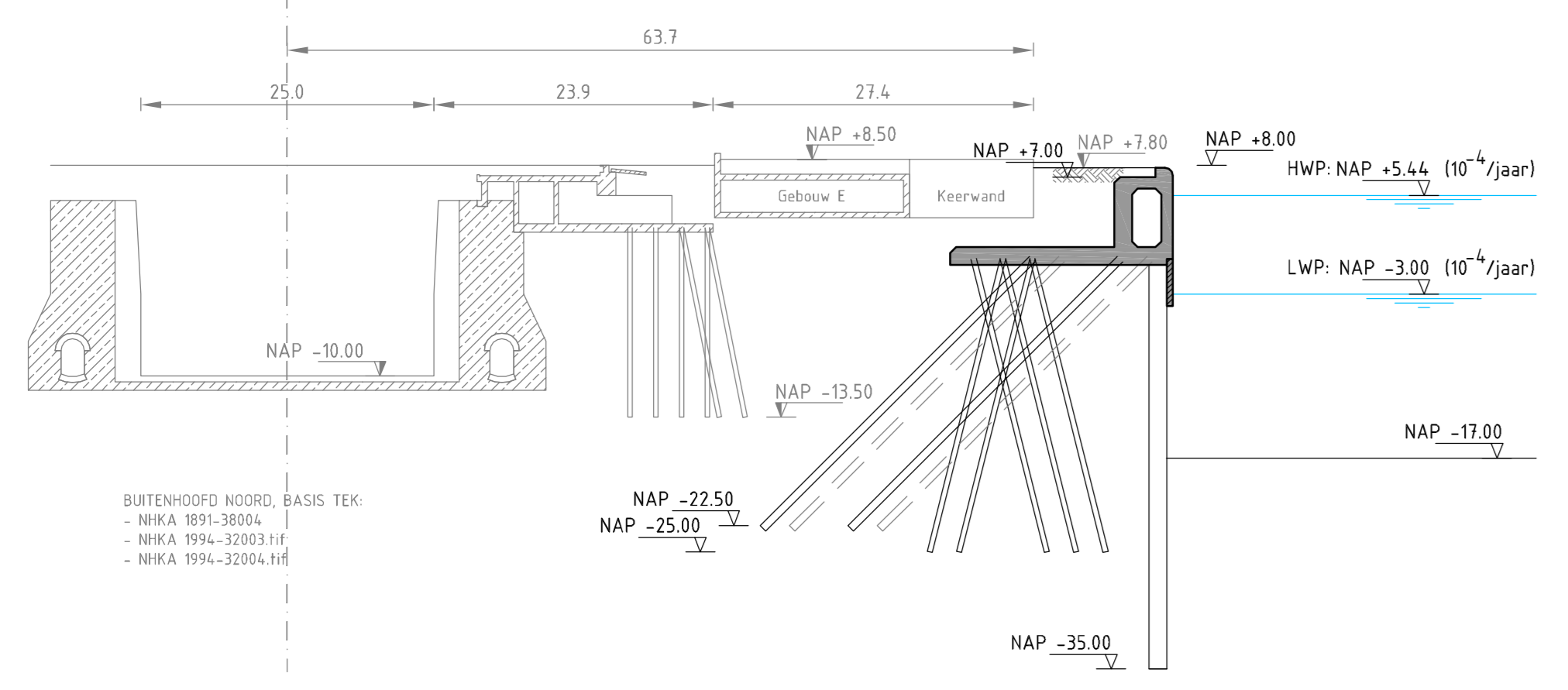
Detail ontlastvloerconstructie - doorsnede
SCHAAL 1:100



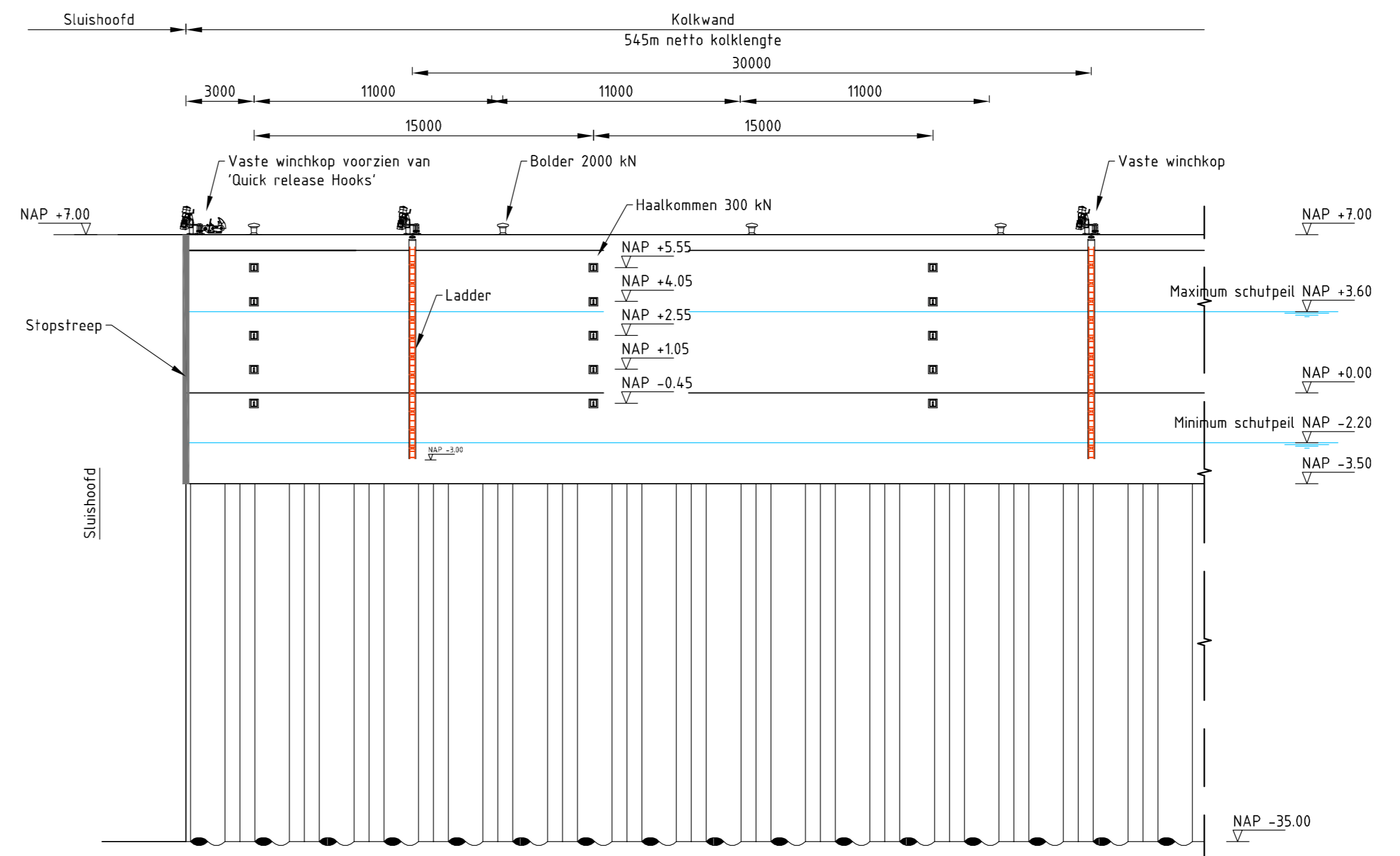
DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1:500



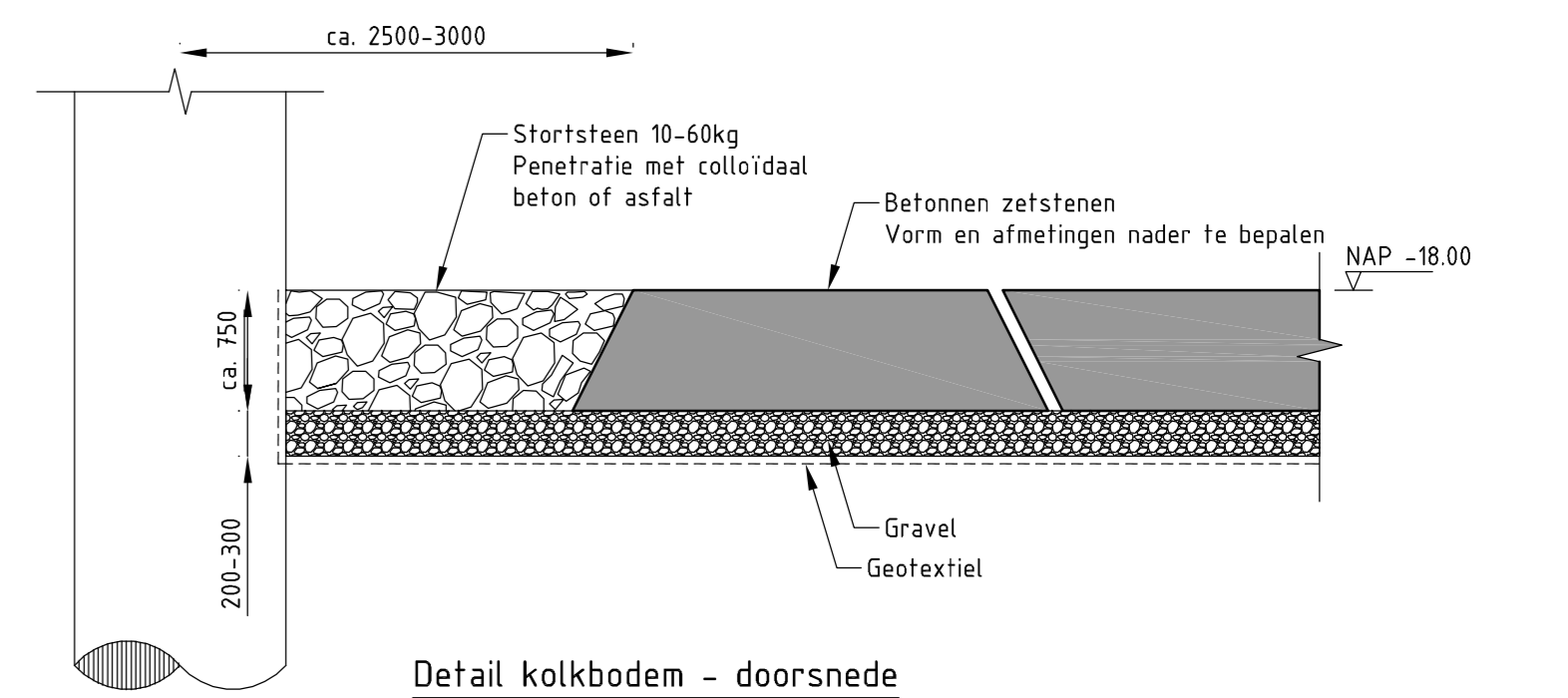
Inrichting kolkwand + fuikwand - doorsnede
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1:500



Vooraanzicht kolkwand
SCHAAL 1:200

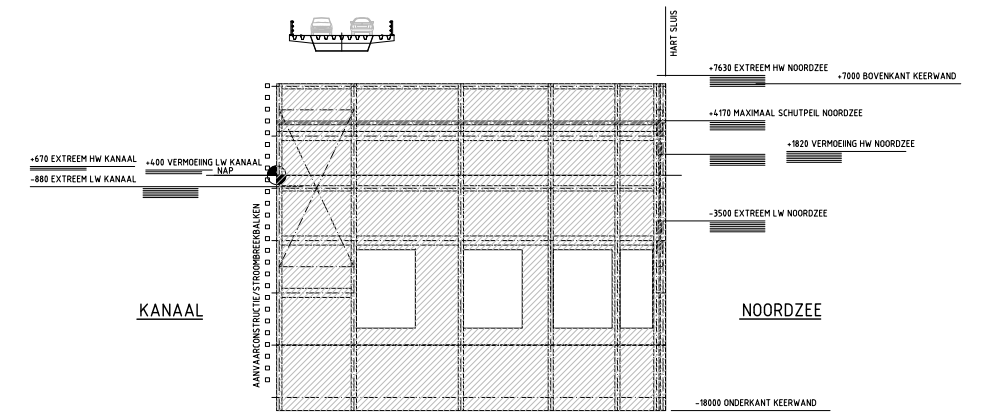
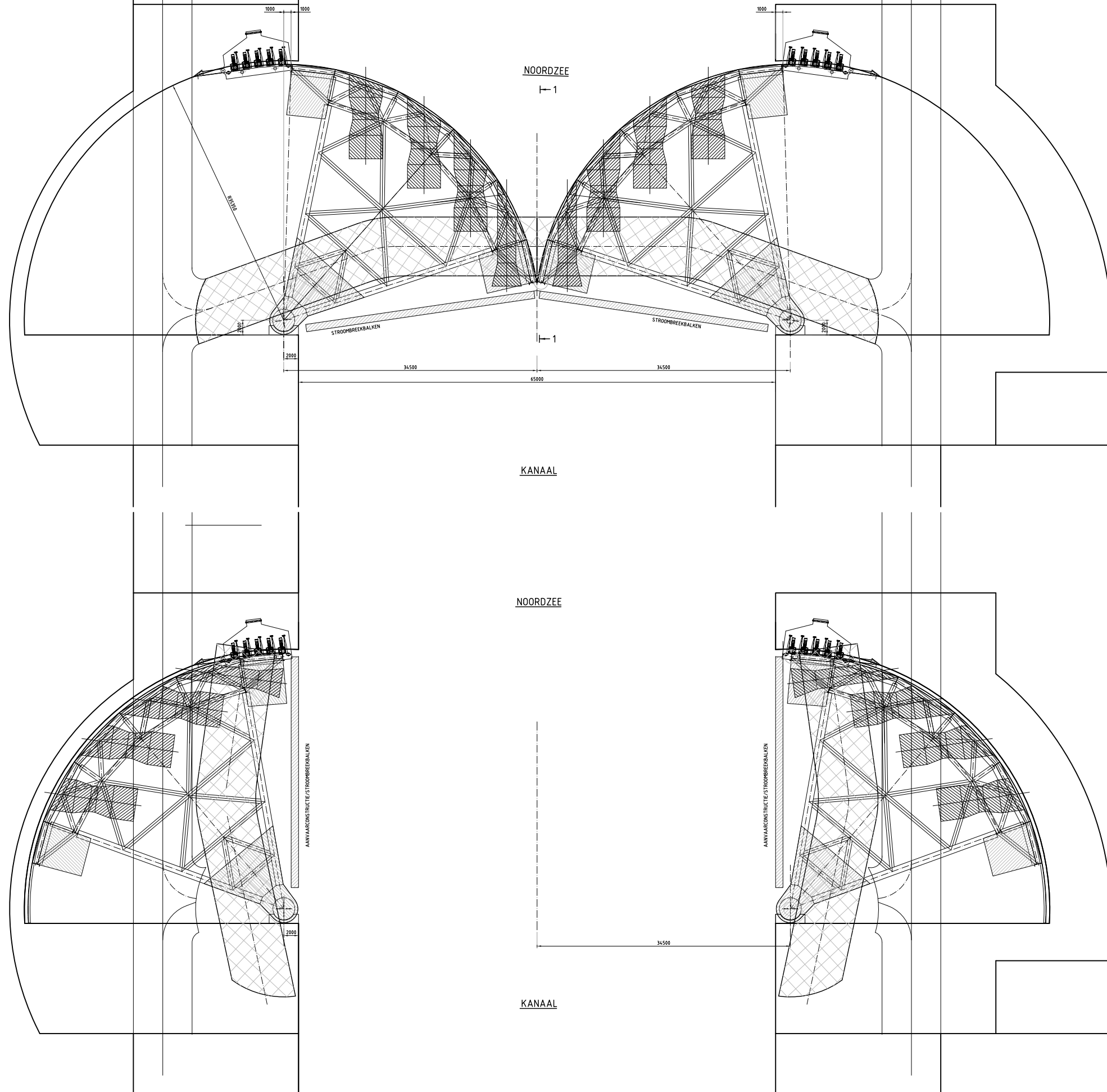


Detail kolkbodem - doorsnede
SCHAAL 1:100

LEGENDA

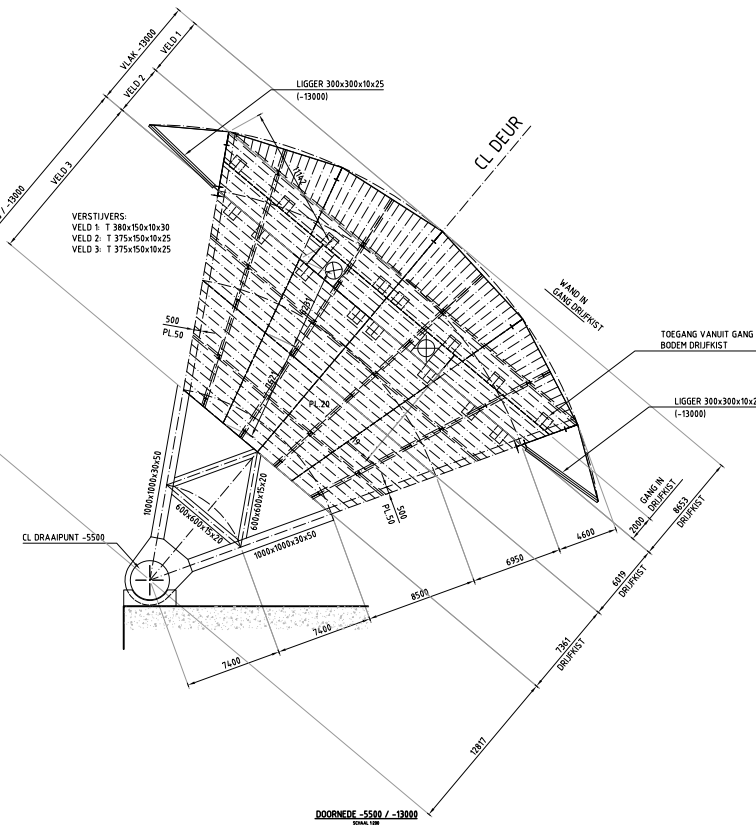
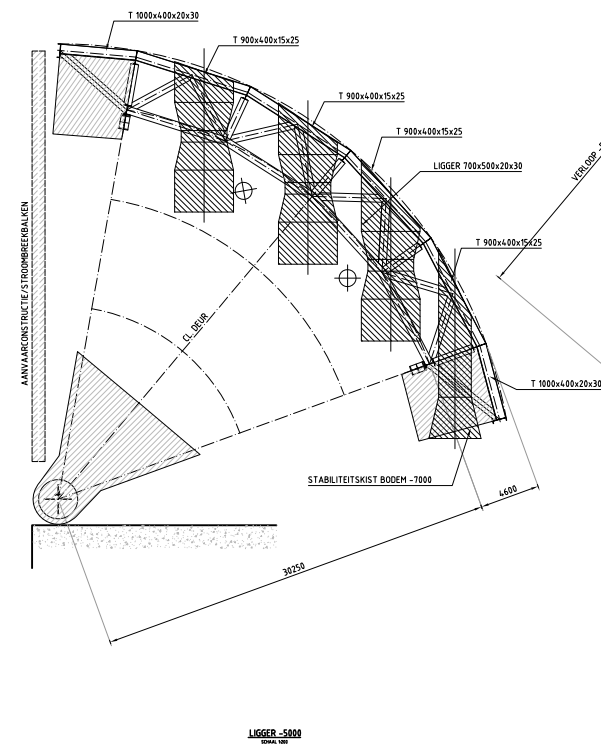
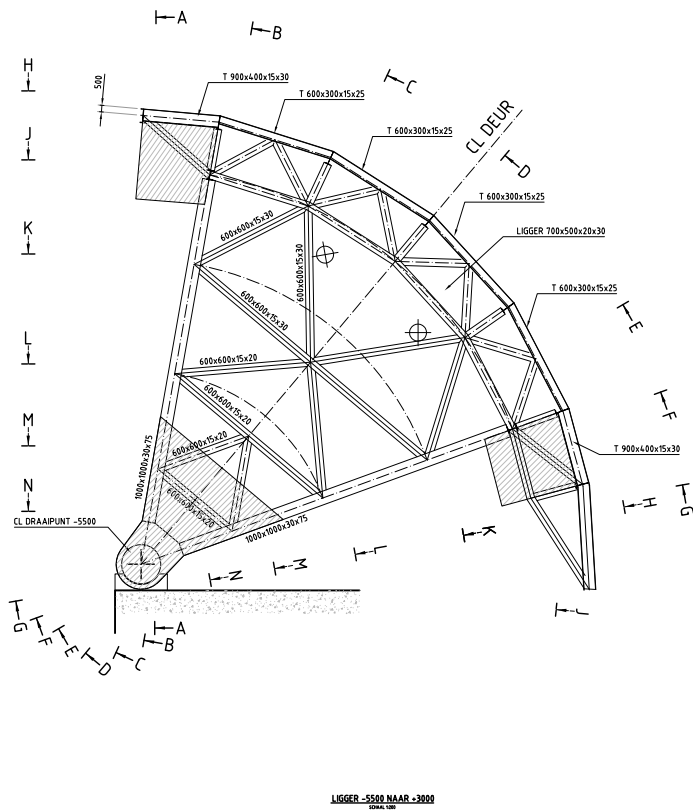
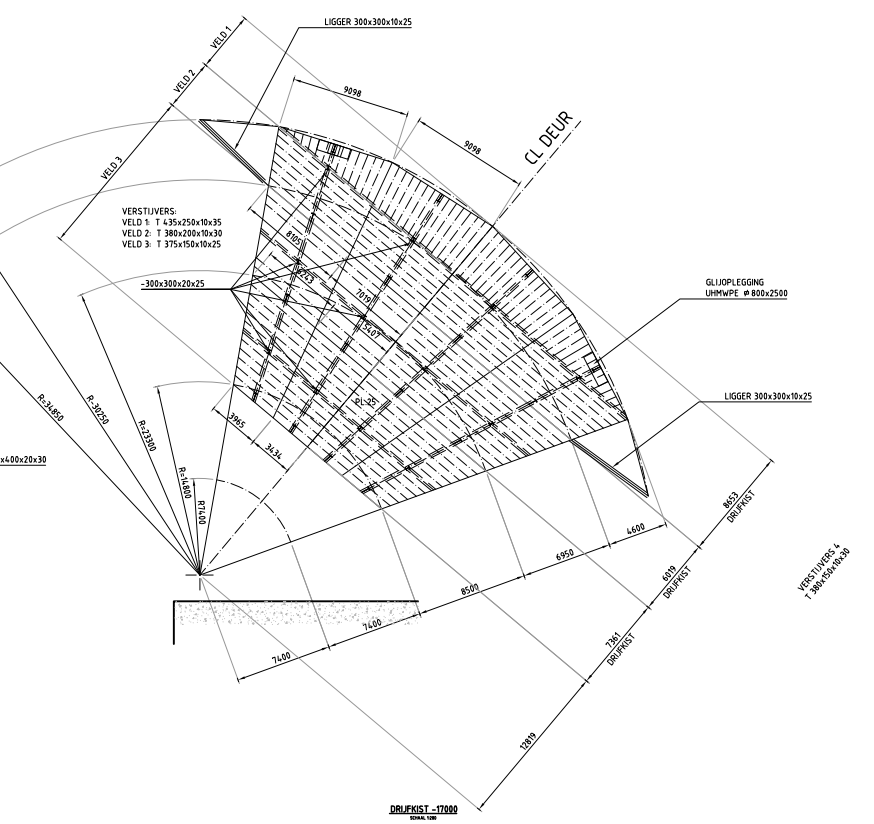
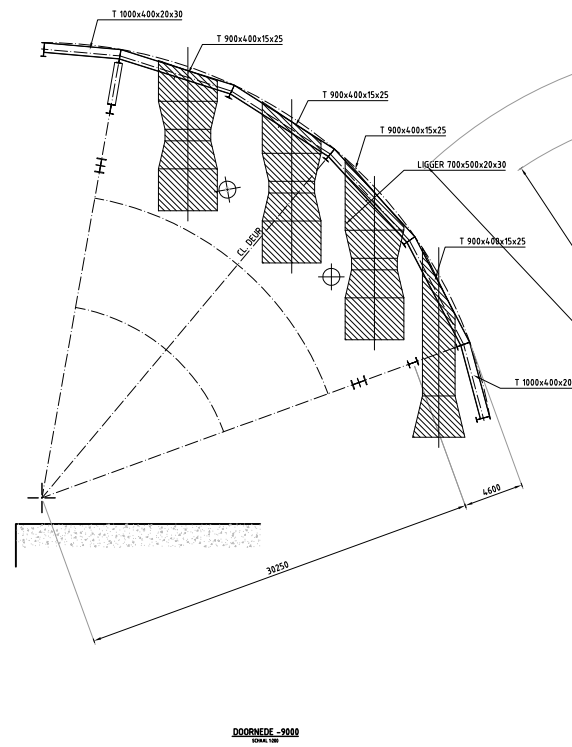
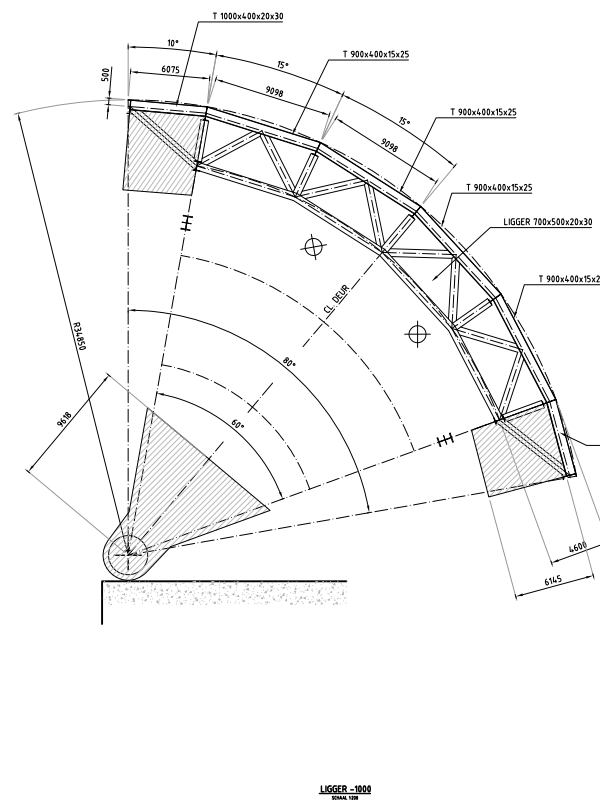
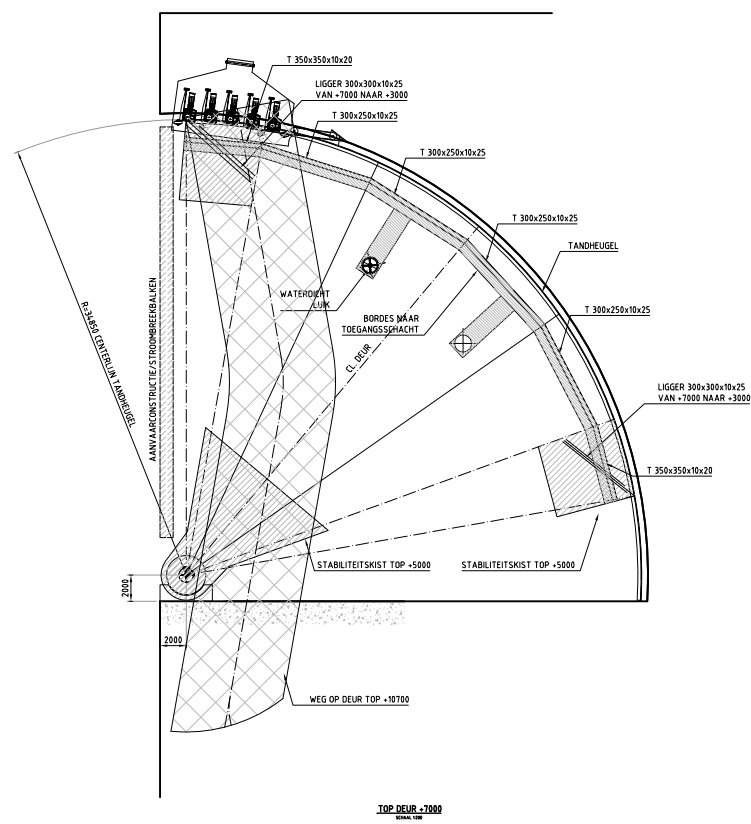
[Symbol]	Beton - in werk gestort
[Symbol]	Beton - Prefab elementen

Oprichtgever: RIJKSWATERSTAAT Dienst Noord Holland				
Ingeneurusbureau: DWB Loozele Amsterdam Tel: (0)20 33 448 33 00 Fax: (0)20 33 448 28 01				
Ingeneurusbureau: IV-GRIP BV Loozele Papendrecht Tel: (0)78 74 644 81 11 Fax: (0)78 74 644 81 12				
Algemene aanpassingen	IVR	18-fab-2012		
Berekening	IVR	23-okt-2011		
Ontwerp	IVR	23-okt-2011		
Voordontwerp SLUISVARIANT 65M - SECTORDEUREN				
DOORSNEDEN - DETAILS / PRINCIPEDOPLOSSINGEN				
Status: DEFINITIEF				
Tekeningnummer: BA3334-102-102-V0-600				
Formaat: A0	Schaal: var	Objectnummer:		

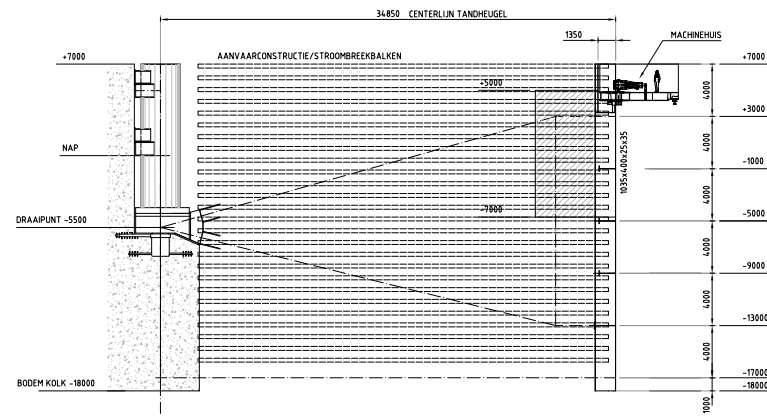


AANZICHT 1-1 (KERENDE WAND)
SCHAAL 1:200

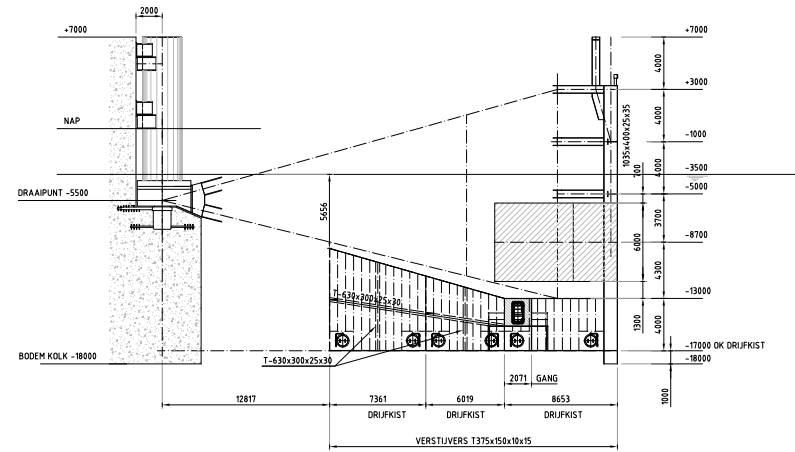
Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEGEVENS OPDRACHTGEVER			
Ingenieursbureau: DWP BV Land en Water Locatie Amerfoort Tel: 030 33 - 448 33 00 Locatie Nijmegen Tel: 030 33 - 448 33 01			
Ingenieursbureau: H-GRIP BV H-Gracie Locatie Papendrecht Tel: 030 18 - 444 41 11 Breda Tel: 030 18 - 444 41 12			
ZEETOEGANG IJMOND		Besteknr.: 11.18	Datum:
VOORONTWERP SECTORDEUR		Omschrijving wijziging:	Getekend:
ALGEMEEN PLAN DEUREN		Getekend: Th. W. I.	Datum:
Formaat: A0		Schaal: 1:200	Objectnummer:
Tekeningnummer: BA3334-102-VO-700		Status: CONCEPT	Versie: 0.1



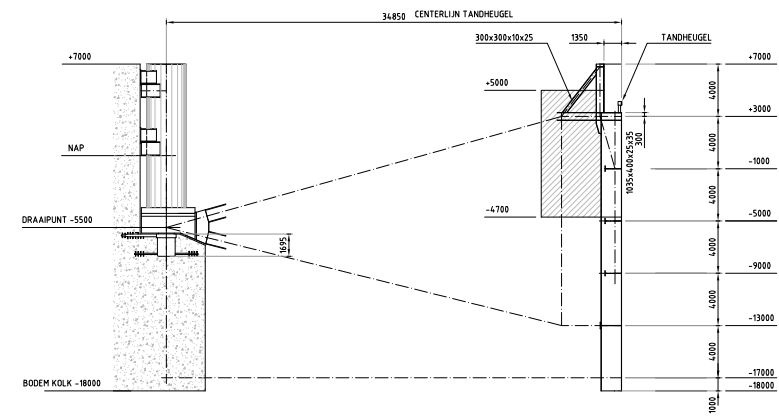
Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEGEVENS OPDRACHTGEVER		Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat	
Ingenieursbureau: DHW BV Van Land en Water Lokaal Amersfoort Tel: 039 33 - 448 33 00 Lokaal Utrecht Tel: 039 33 - 448 33 01		DHW	
Ingenieursbureau: iv-Infra Lokaal Papendrecht Tel: 039 18 - 444 41 11 Lokaal IJssel Tel: 039 18 - 444 41 12		iv-Infra	
ZEETOEANG IJMOND		Bestemming	CLIA
VOORONTWERP SECTORDEUR		Omschrijving wijziging	Getekend
HORIZONTALE DOORSNEDEN		Gebruiker	Th. W. I.
Status: CONCEPT		Vrijgegeven	
Tekeningnummer: BA3334-102-V0-701		Status: CONCEPT	Versie: 0.1
Formaat: A3	Schaal: 1:200	Objectnummer:	



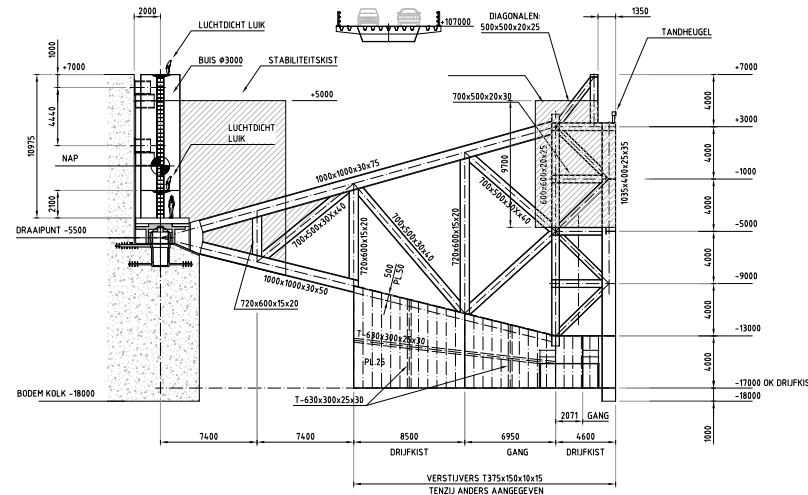
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:200



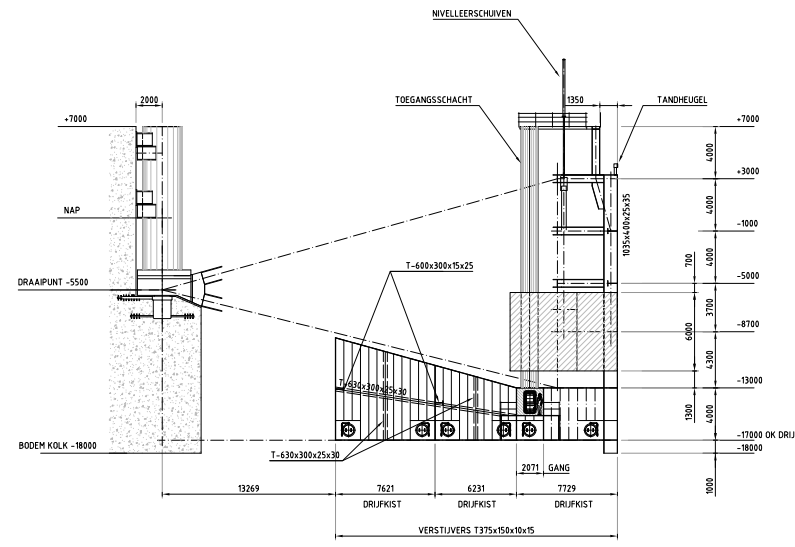
DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1:200



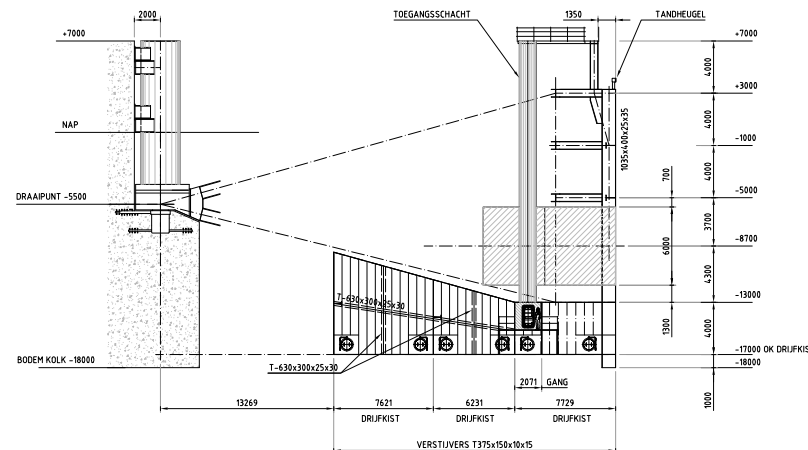
DOORSNEDE G-G
SCHAAL 1:200



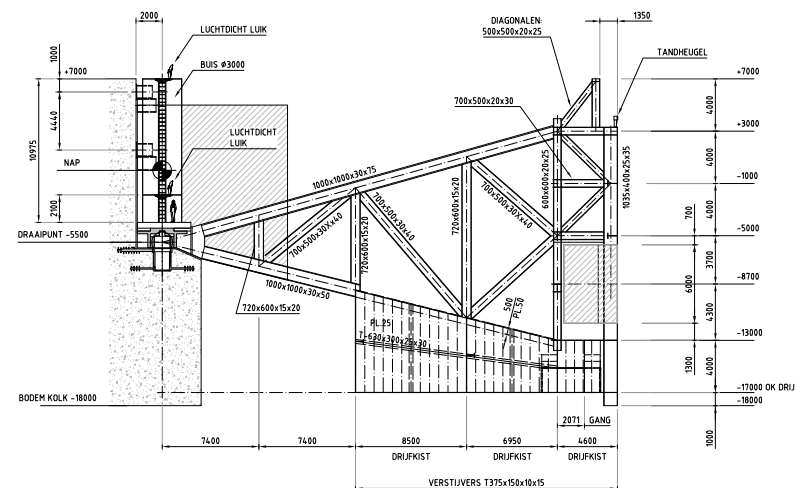
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1:200



DOORSNEDE E-E
SCHAAL 1:200

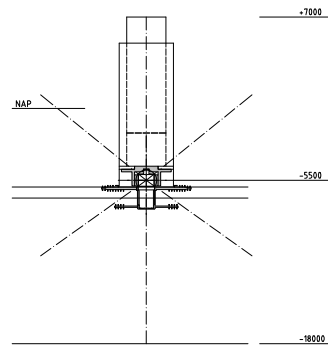


DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1:200

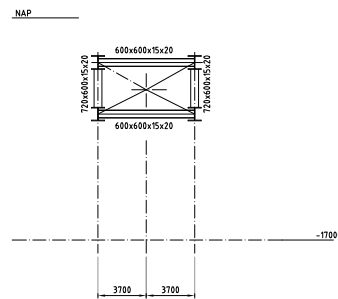


DOORSNEDE F-F
SCHAAL 1:200

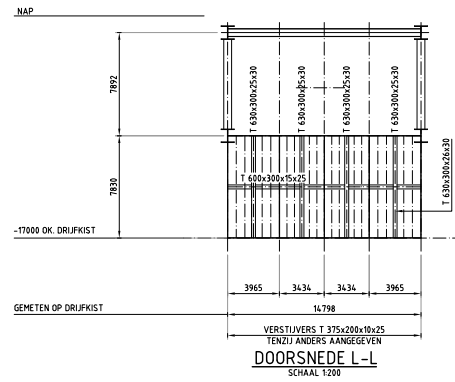
Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEGEVENS OPDRACHTGEVER																			
Ingenieursbureau: DWP BV Van Land en Water Locatie Amersfoort Tel: 038 33 - 448 33 00 Locatie Maastricht Tel: 033 33 - 448 33 00																			
Ingenieursbureau: iv-Infra BV Locatie Papendrecht Tel: 038 78 - 444 41 11 Locatie Breda Tel: 038 78 - 444 41 12																			
ZEETOEANG IJMOND		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Beschrijving</td> <td>Uitg.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>omschrijving wijziging</td> <td>Getekend</td> <td>Datum</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Gebruiksnaam</td> <td>Th. W. I.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Vrijgegeven</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		1	Beschrijving	Uitg.		2	omschrijving wijziging	Getekend	Datum	3	Gebruiksnaam	Th. W. I.		4	Vrijgegeven		
1	Beschrijving	Uitg.																	
2	omschrijving wijziging	Getekend	Datum																
3	Gebruiksnaam	Th. W. I.																	
4	Vrijgegeven																		
VOORONTWERP SECTORDEUR		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Status</td> <td>CONCEPT</td> <td>Versie</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Tekeningnummer</td> <td colspan="3">BA3334-102-VO-702</td> </tr> </table>		1	Status	CONCEPT	Versie	0.1	2	Tekeningnummer	BA3334-102-VO-702								
1	Status	CONCEPT	Versie	0.1															
2	Tekeningnummer	BA3334-102-VO-702																	
VERTIKALE DOORSNEDEN BLAD 1 VAN 2		<table border="1"> <tr> <td>Formaat:</td> <td>A3</td> <td>Schaal:</td> <td>1:100 / 1:10</td> <td>Objectnummer:</td> <td></td> </tr> </table>		Formaat:	A3	Schaal:	1:100 / 1:10	Objectnummer:											
Formaat:	A3	Schaal:	1:100 / 1:10	Objectnummer:															



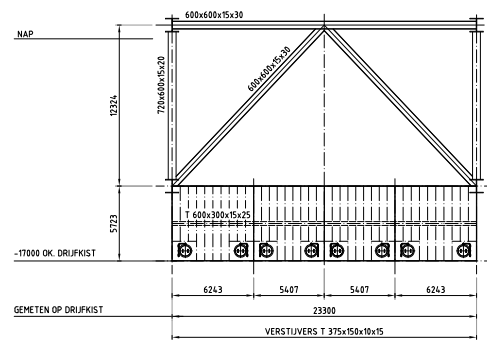
DOORSNEDE N-N (DRAAIPUNT)
SCHAAAL 1:200



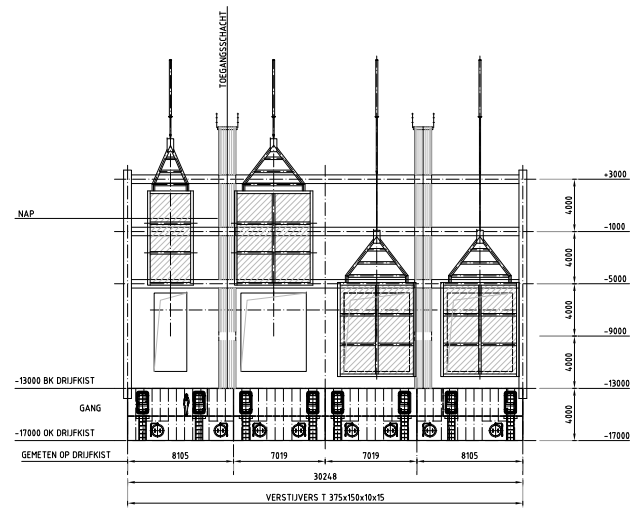
DOORSNEDE M-M
SCHAAAL 1:200



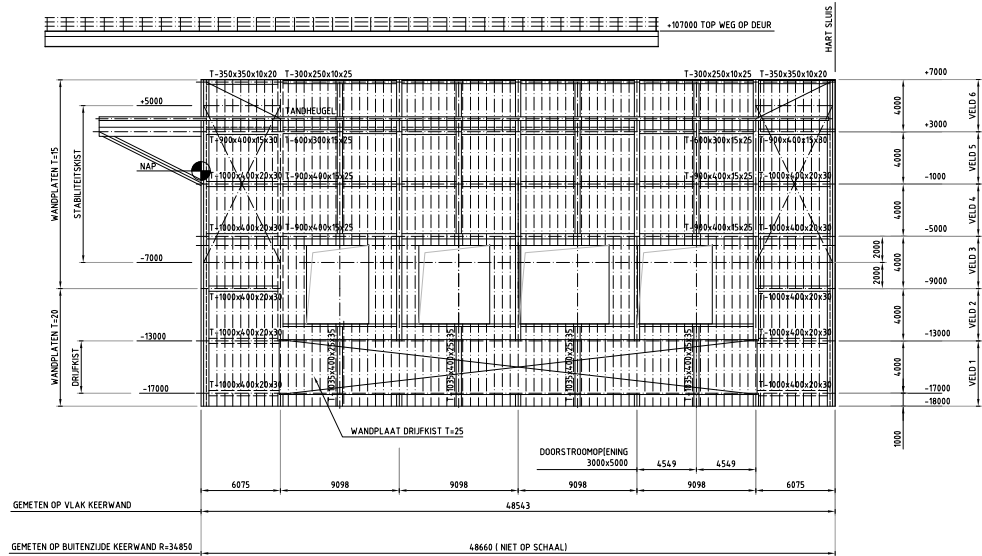
DOORSNEDE L-L
SCHAAAL 1:200



DOORSNEDE K-K
SCHAAAL 1:200



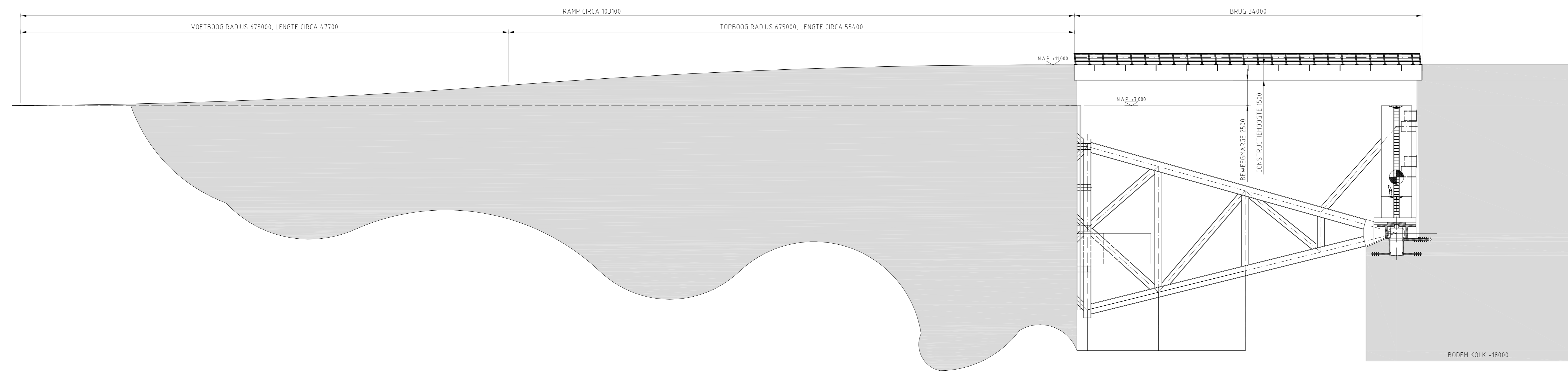
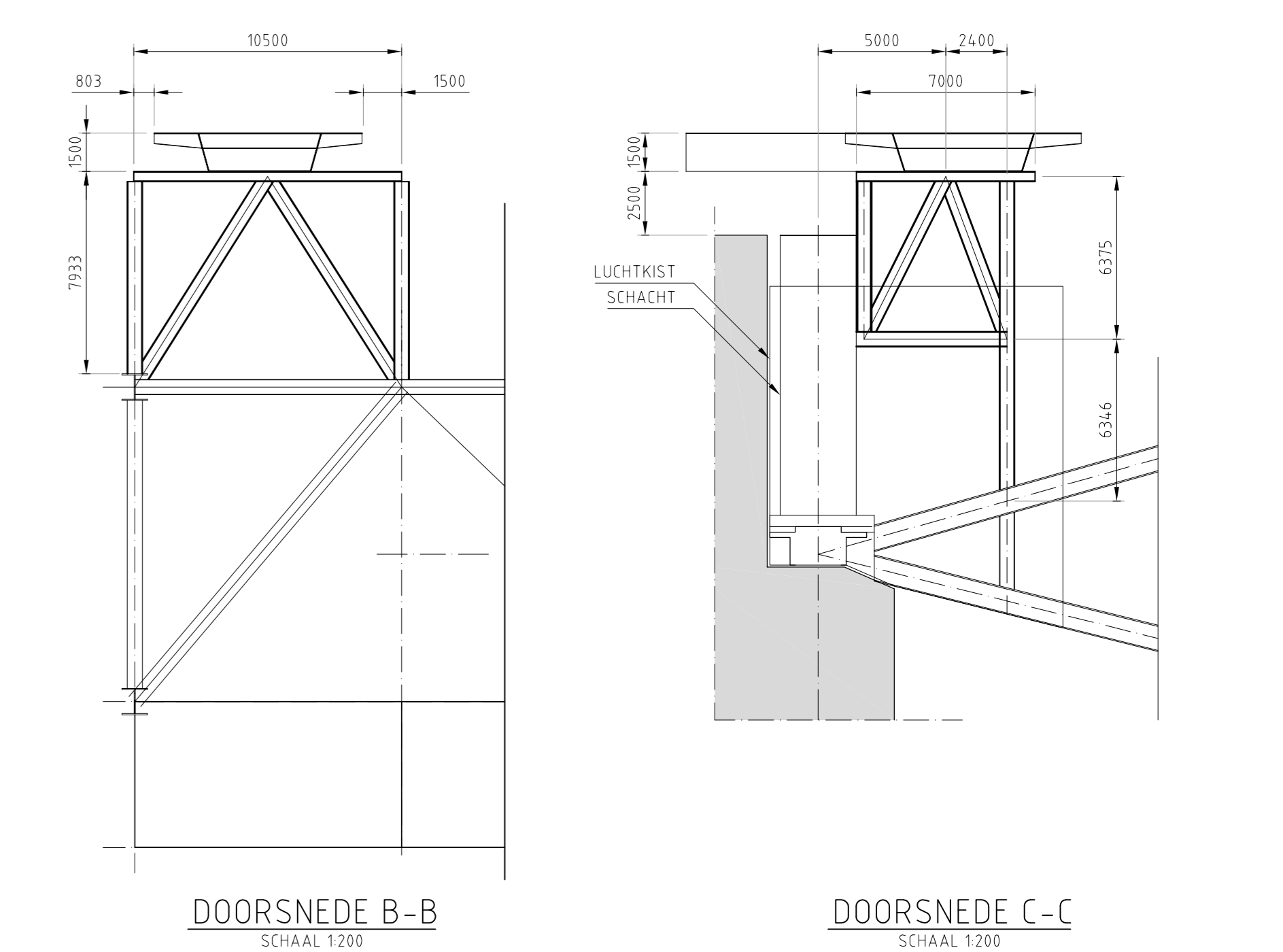
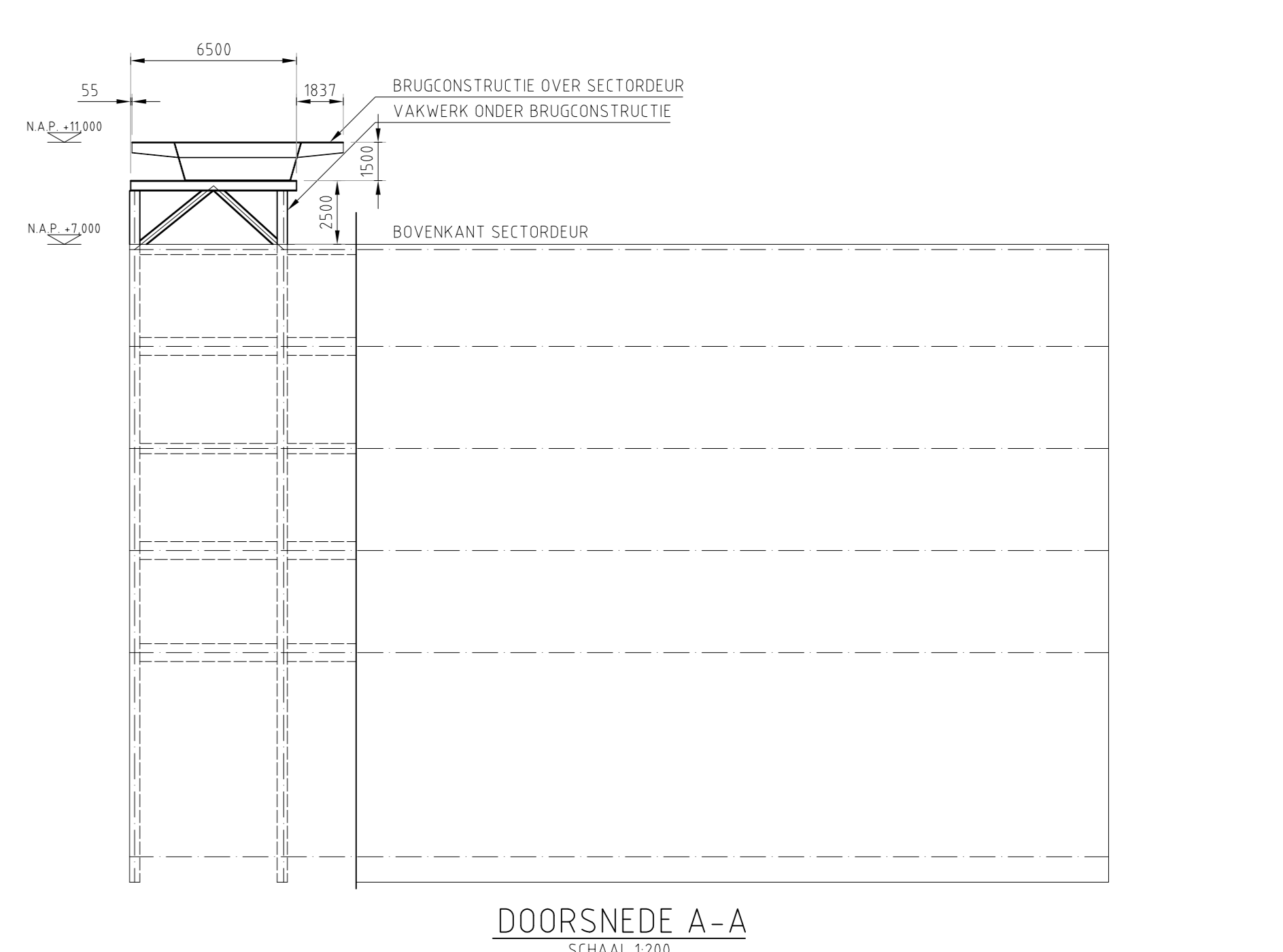
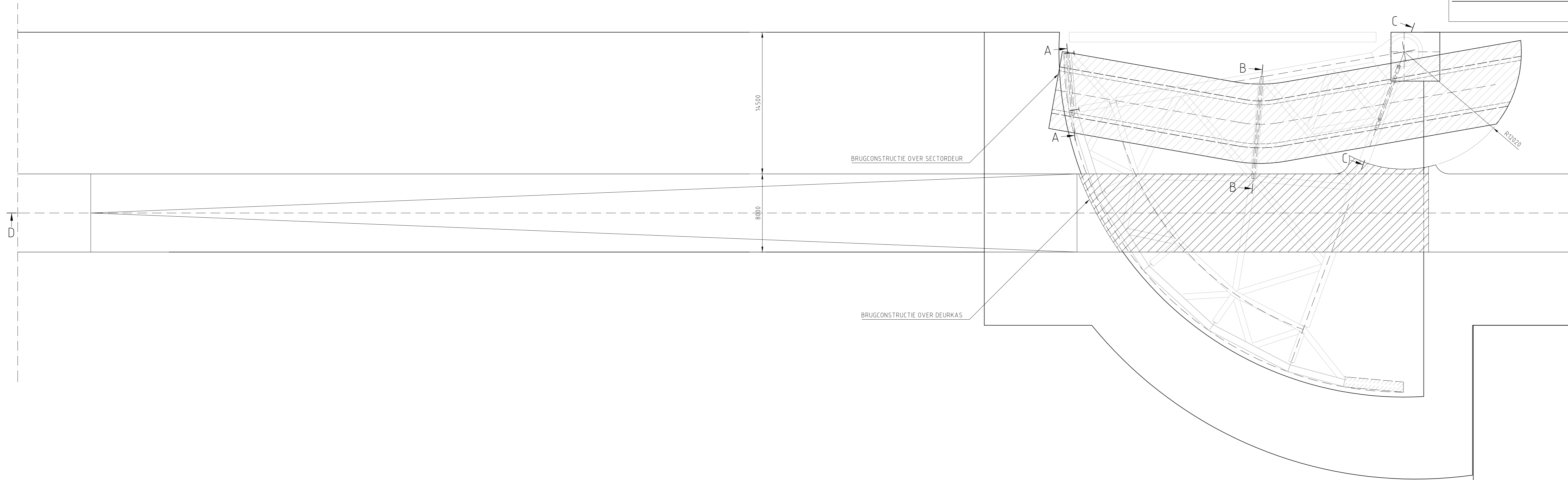
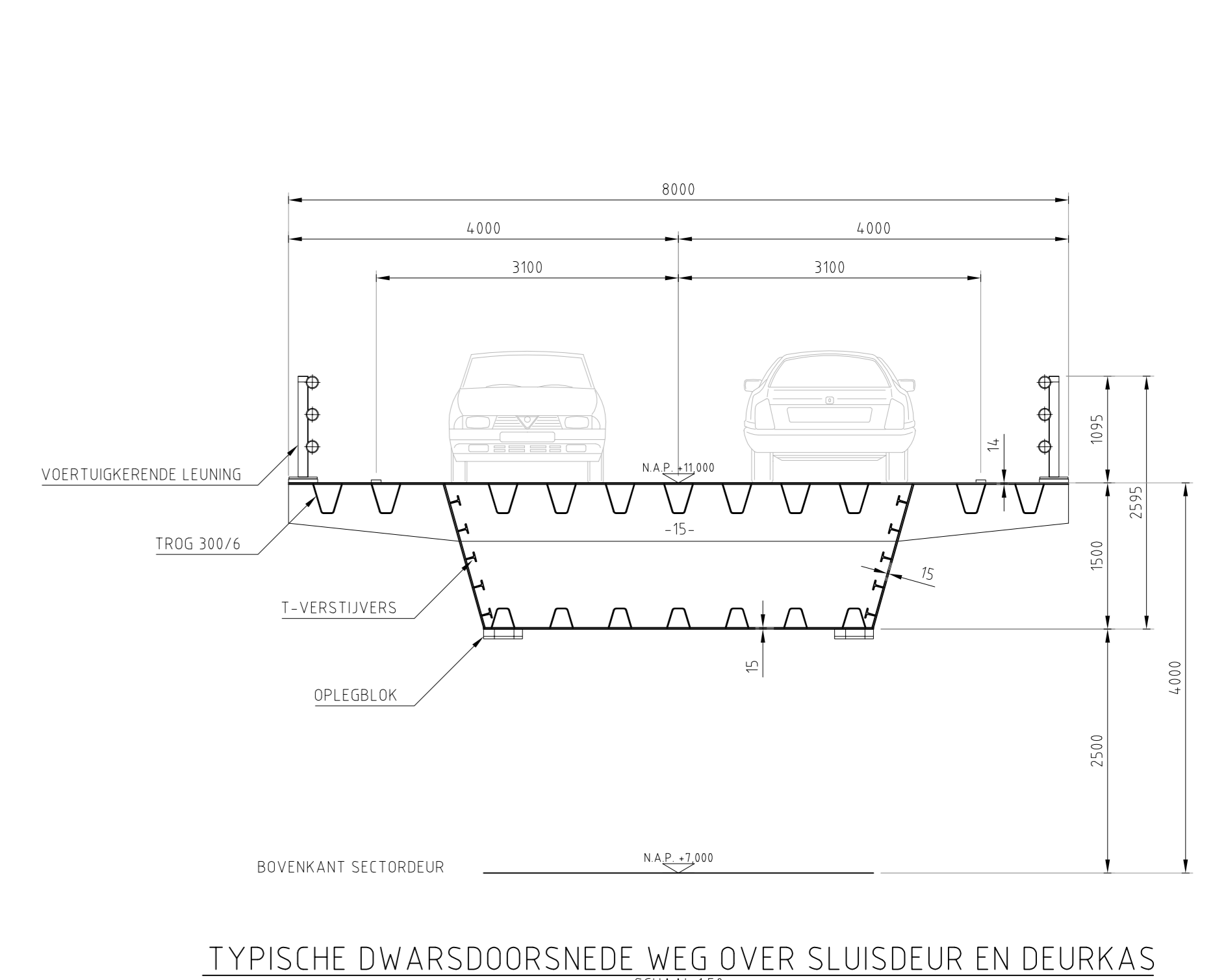
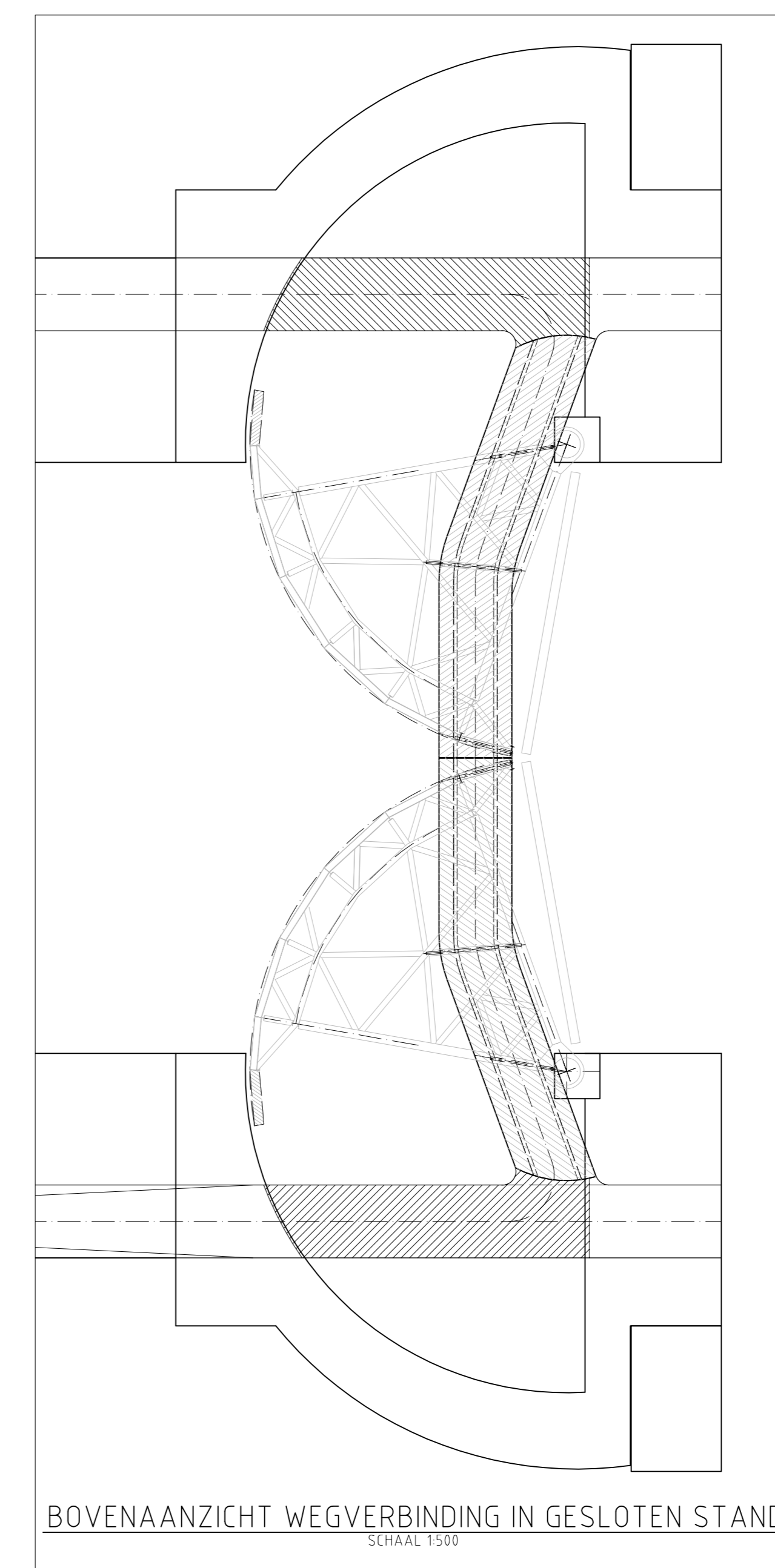
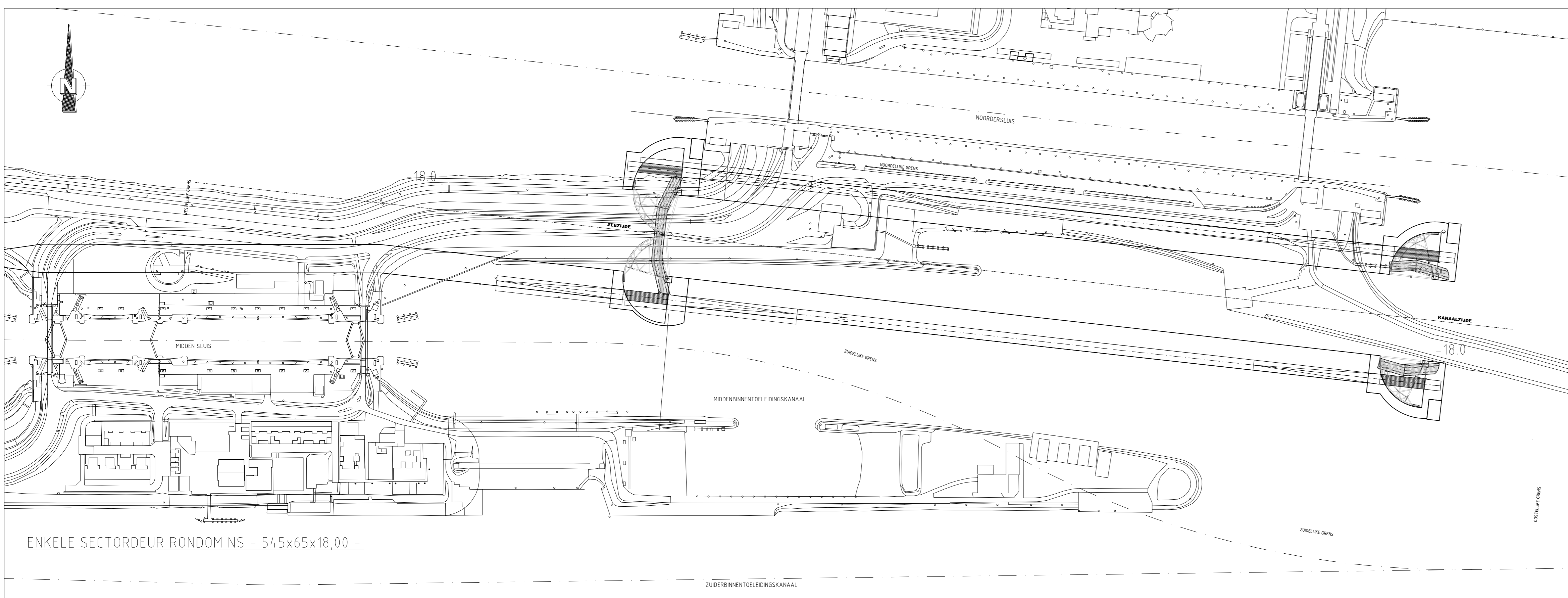
DOORSNEDE J-J
SCHAAAL 1:200



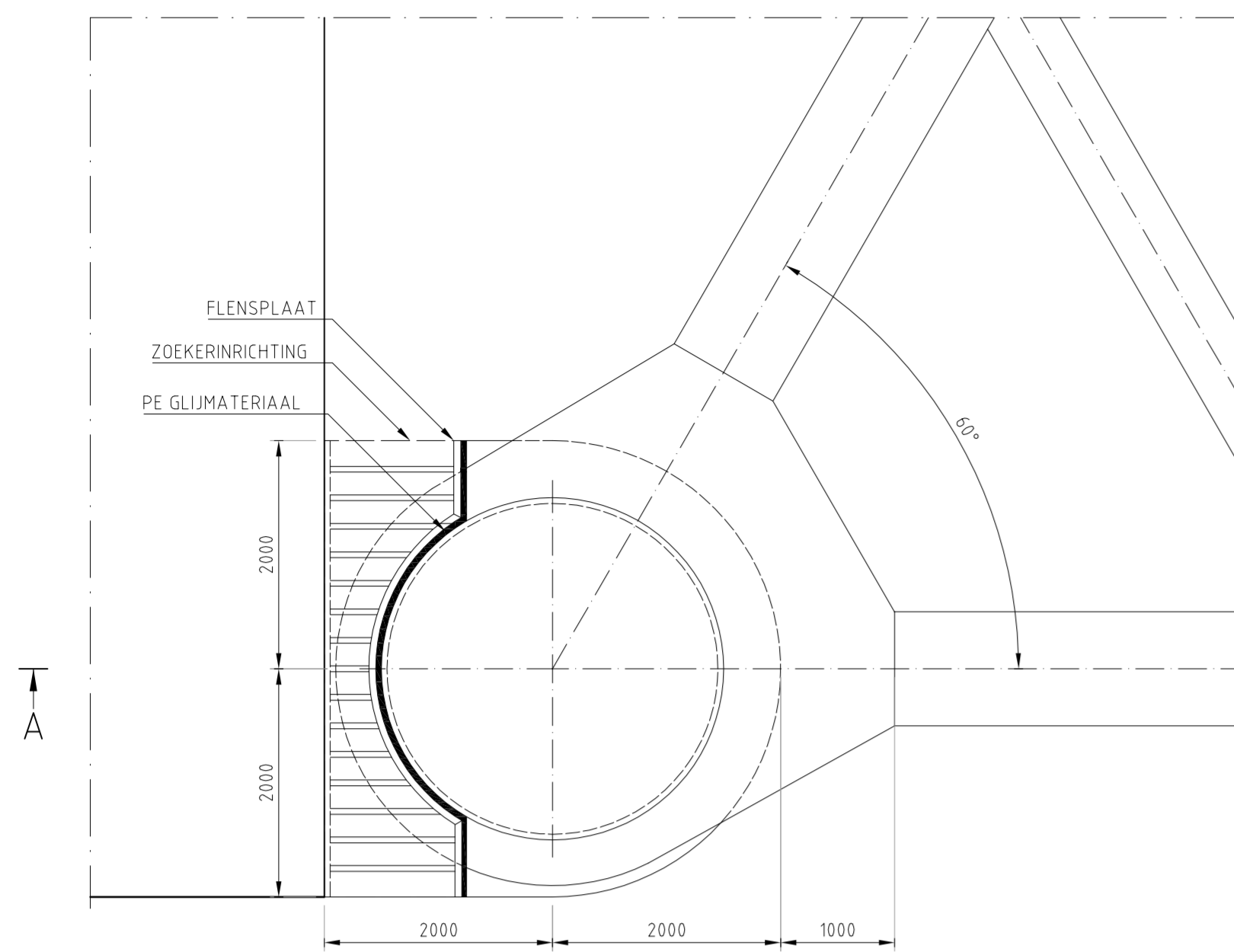
AANZICHT H-H (KERENDE WAND)
SCHAAAL 1:200

VERSTUIVERS:
VELD 1: T 380x200x10x30
VELD 2: T 370x150x8x20
VELD 3: T 270x150x8x20
VELD 4: T 270x150x8x20
VELD 5: T 270x150x8x20
VELD 6: T 270x150x8x20

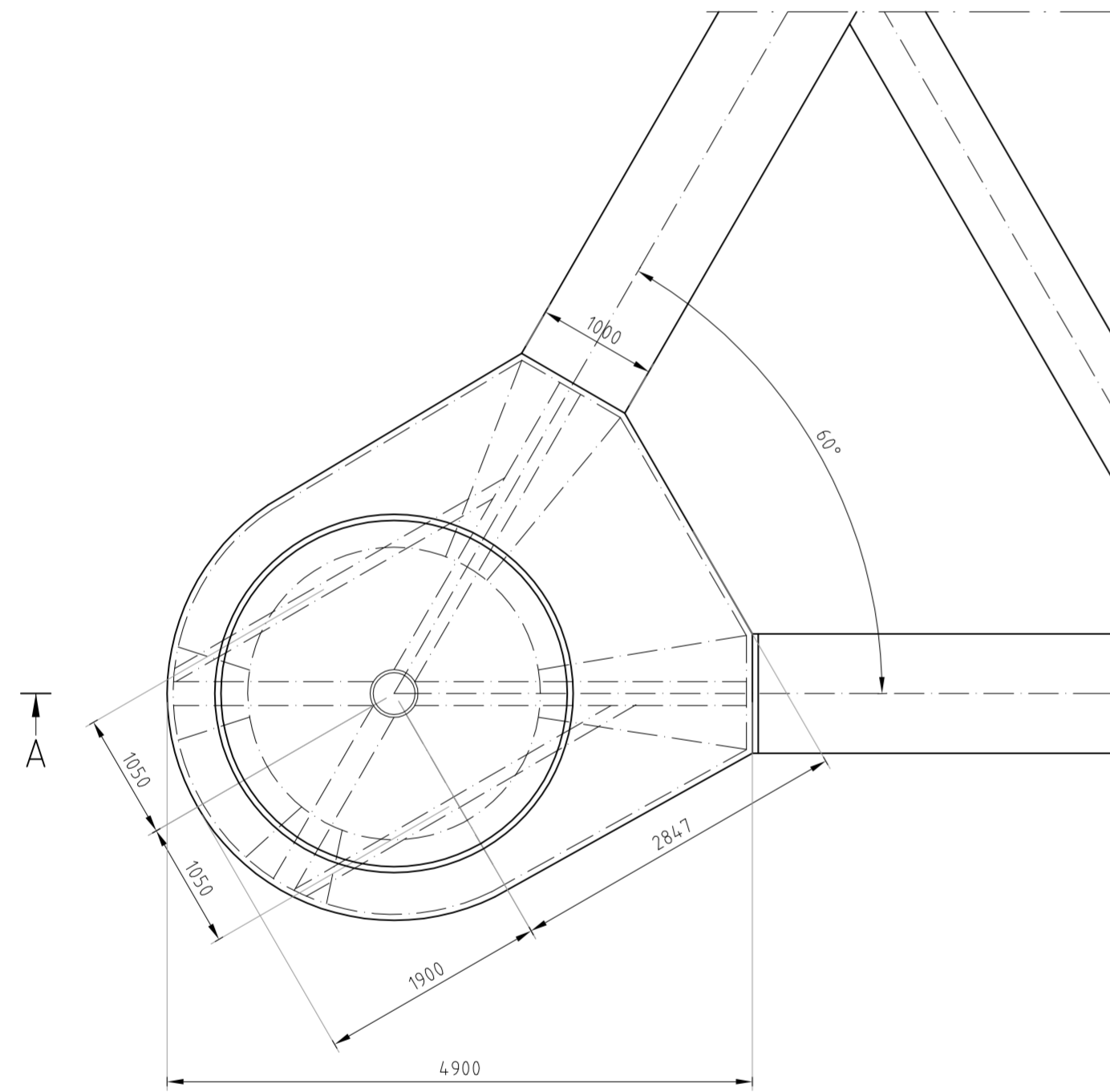
Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEGEVENS OPDRACHTGEVER		Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat	
Ingenieursbureau: DWT BV Van Leeuwen Water Locatie Amerfoort Looze Wijk 35 Tel: 030 33 - 448 33 00 Fax: 030 33 - 448 38 01		DWT Van Leeuwen Water	
Ingenieursbureau: H-GROEP BV H-Infra Locatie Papendrecht Bosdijk 17 Tel: 030 78 - 444 41 11 Fax: 030 78 - 444 41 12		H-GROEP H-Infra	
ZEETOEANG IJMOND		ZEETOEANG IJMOND	
VOORONTWERP SECTORDEUR		VOORONTWERP SECTORDEUR	
VERTIKALE DOORSNEDEN BLAD 2 VAN 2		VERTIKALE DOORSNEDEN BLAD 2 VAN 2	
Formaat: A0		Schaal: 1:100 / 1:10	
Objectnummer:		Objectnummer:	
Tekeningnummer: BA3334-102-102-V0-703		Tekeningnummer: BA3334-102-102-V0-703	



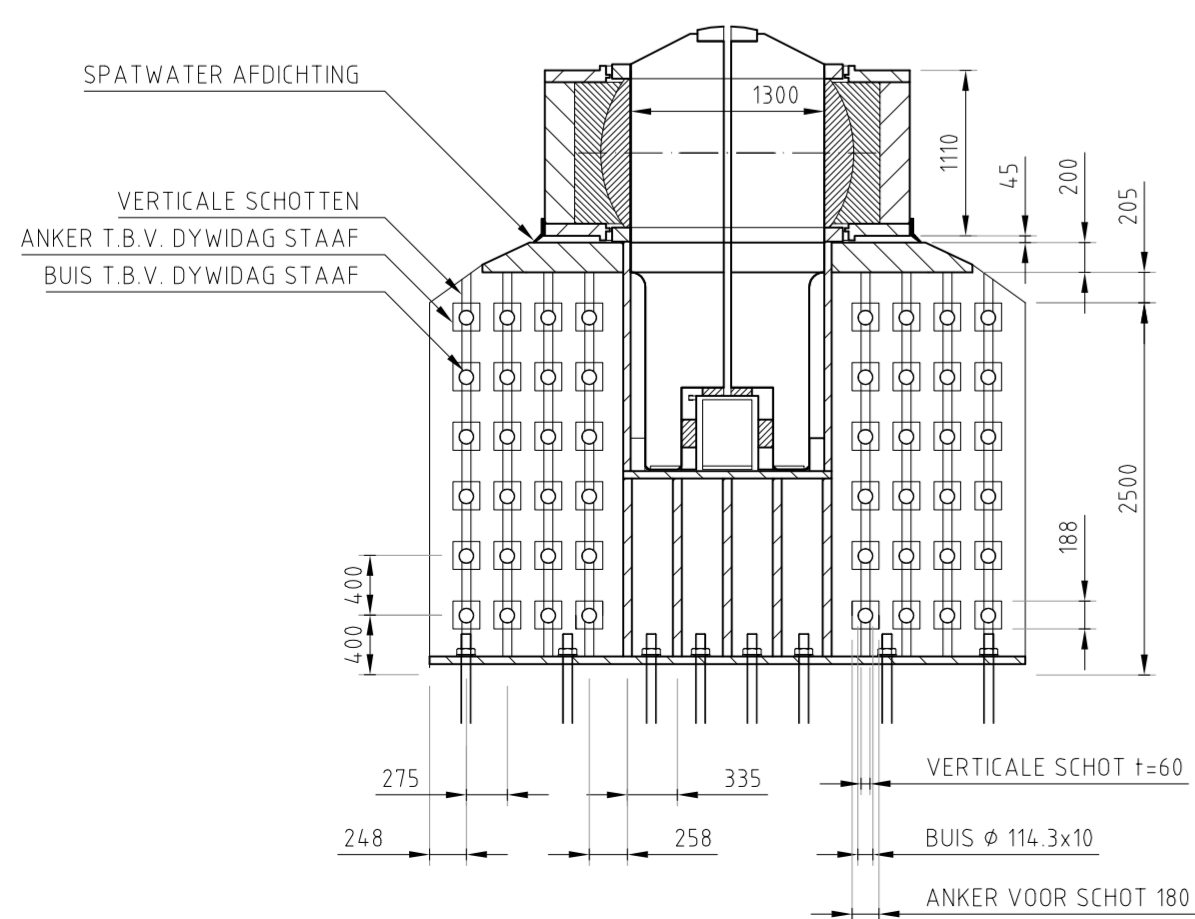
Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEVENS OPDRACHTGEVER			
Ingenieursbureau: GvdB BV Unit Land en Water Locale Afdeling Leen 19a, nr. 35		Tel: (+31) 33 - 468 33 00 Fax: (+31) 33 - 468 28 01	
Ingenieursbureau: iv-groep bv iv-civica Locale Paperdracht Noordweg 33		Tel: (+31) 78 - 644 81 11 Fax: (+31) 78 - 644 81 12	
ZEE TOEGANG IJMOND VOORONTWERP SECTORDEUR WEGVERBINDING SECTORDEUR		B. Jans G. van Lier P.J.C. van Lier S.Fatus Tekeningsnummer: BA3334-102-102-VO-704	
Formaat: A0		Schaal: | Objectnummer:	



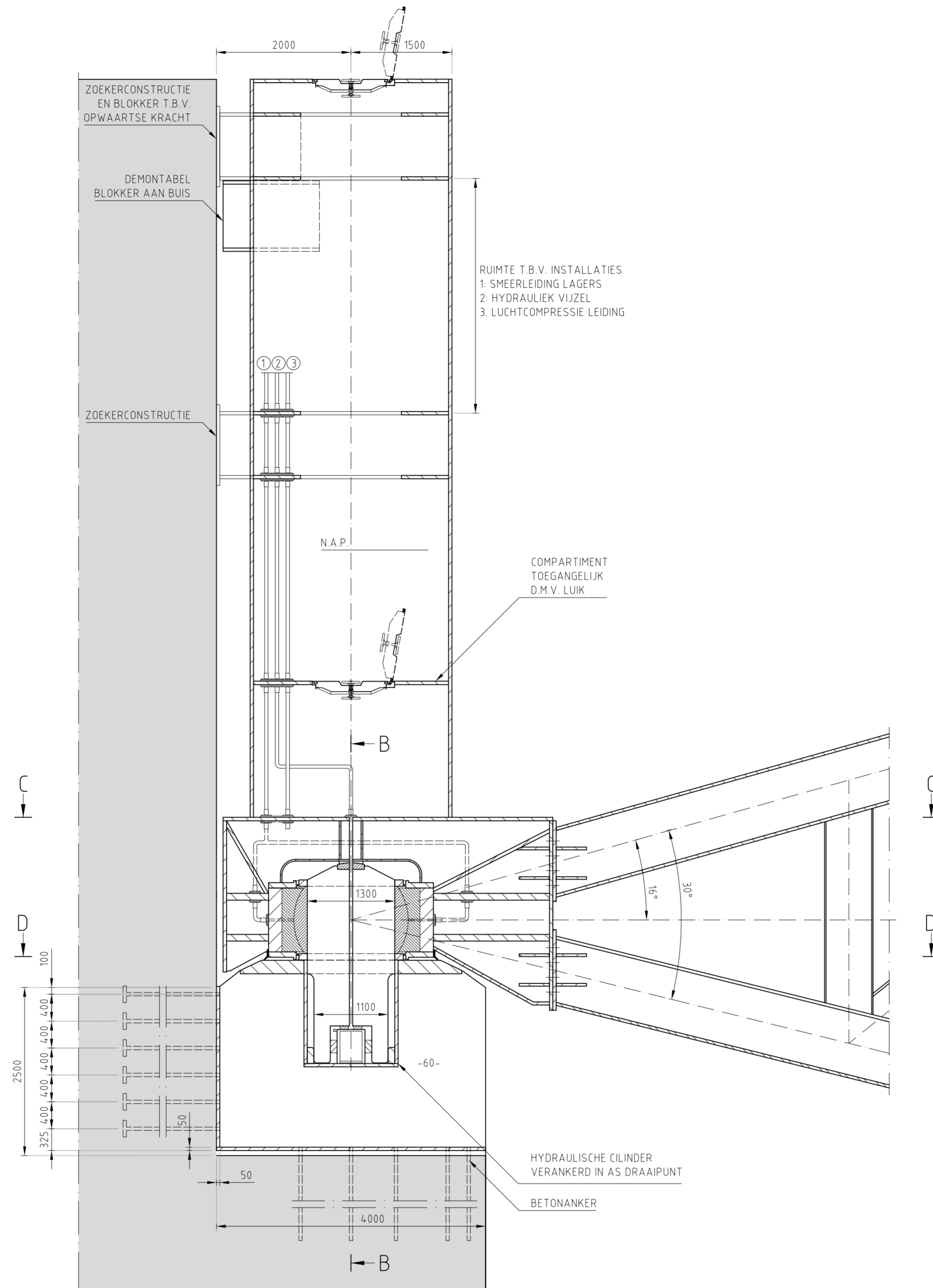
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:50



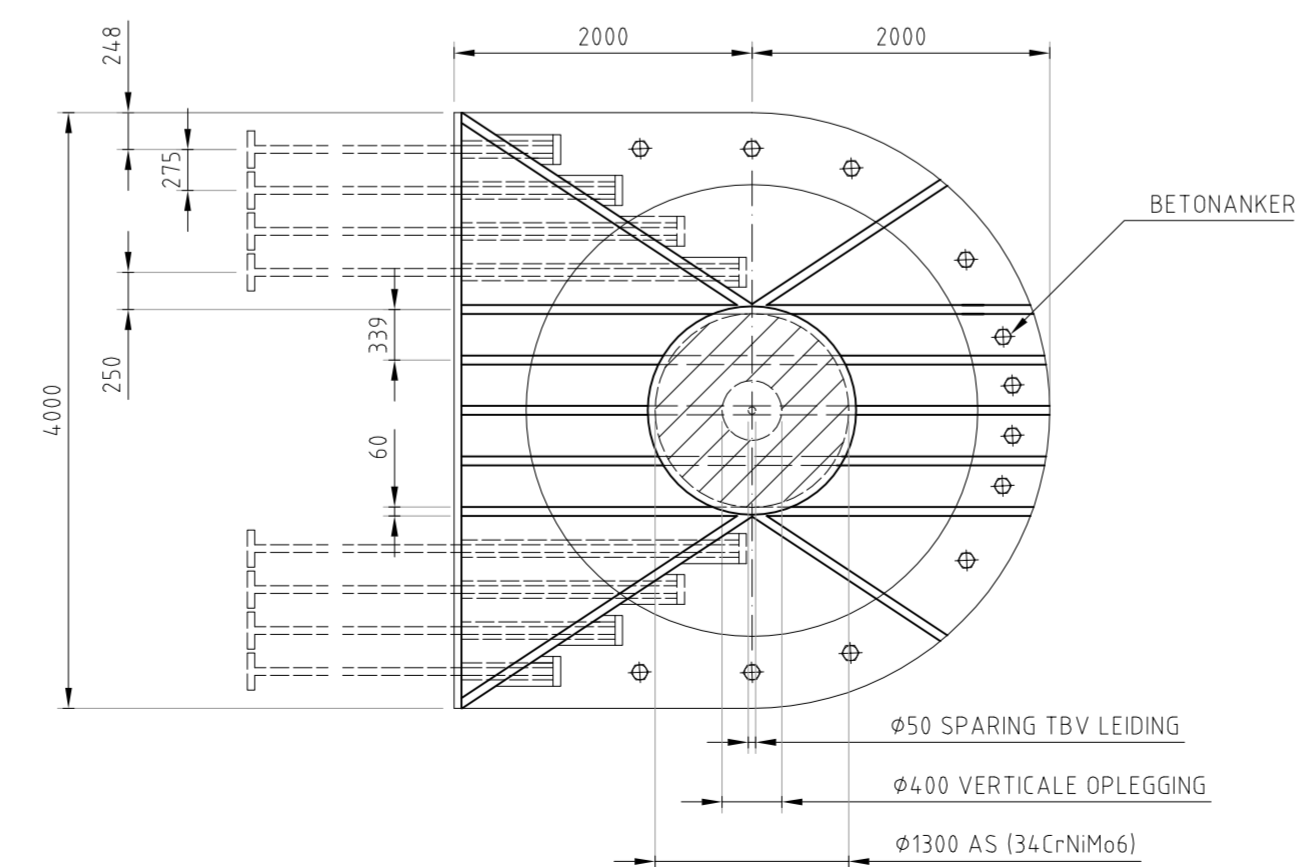
DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1:50



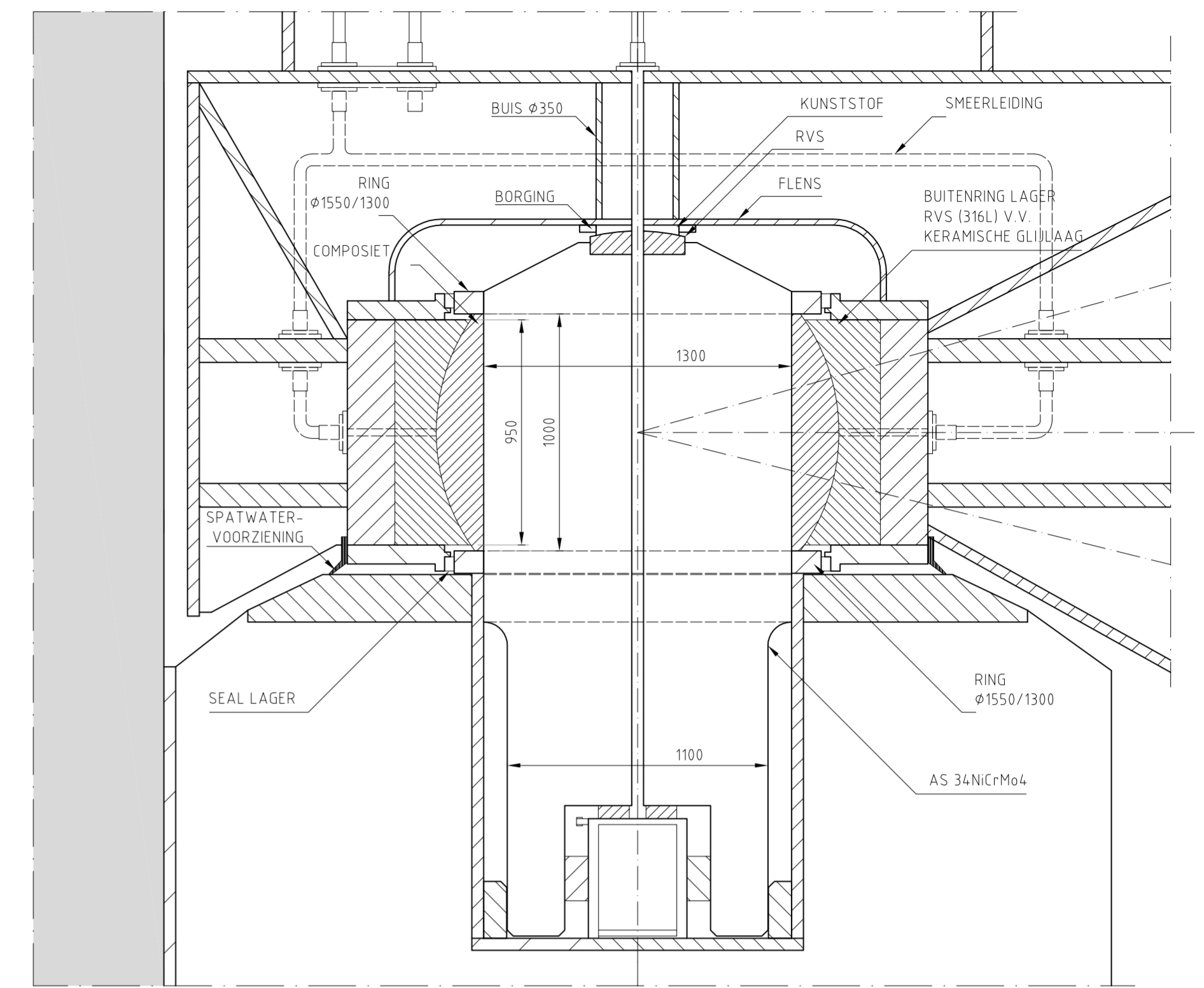
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1:50



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:50



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1:50



DETAIL DRAAIAS EN LAGER
SCHAAL 1:20

Opdrachtgever: RIJKSWATERSTAAT GEGEVENS OPDRACHTGEVER		 Ministerie van Infrastructuur en Milieu		10			
Ingenieursbureau: DWR BV Unit Land en Water Locatie Amersfoort Laan 1914 nr. 35		 Tel: +31 33 468 33 00 Fax: +31 33 468 28 01		9			
Ingenieursbureau: IV-GROEP BV IV-Infra Locatie Pagendracht Noordhoek 37		 Tel: +31 78 644 81 11 Fax: +31 78 644 81 12		8			
ZEETOEGANG IJMOND		B. Jodi		7			
VOORONTWERP SECTORDEUR		Getekend		6			
DRAAIPUNT SECTORDEUR		P.J.C. van Lierop		5			
Vrijgegeven:		P.J.C. van Lierop		4			
Status: CONCEPT		Versie: 0.1		3			
Tekeningsnummer:		BA3334-102-102-VO-705		2			
Formaat: A1		Schaal:		1			
Objectnummer:				0	Basisafkening	B. Jodi	16-12-2011
				nr	Omschrijving wijziging	Getekend	Datum
				4	Gecontroleerd:	P.J.C. van Lierop	
				3	Vrijgegeven:	P.J.C. van Lierop	

BIJLAGE 4 Nautisch onderzoek

Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

'PROOF OF CONCEPT' NIEUWE SLUIS IJMUIDEN, NAUTISCHE ASPECTEN

Concept rapport

Rapport Nr. : 25094-1-MSCN-rev.2

Datum : 22 november 2011

Paraaf Management:



'PROOF OF CONCEPT' NIEUWE SLUIS IJMUIDEN, NAUTISCHE ASPECTEN

Opdrachtgever : DHV
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	14 oktober 2011	F.S.H. Verkerk	J.T.M. van Doorn
1	Concept	11 november 2011	F.S.H. Verkerk	J.T.M. van Doorn
2	Concept	22 november 2011	F.S.H. Verkerk	J.T.M. van Doorn

INHOUDSOPGAVE		Pag.
1	INLEIDING	4
2	DOEL VAN HET ONDERZOEK	7
3	OPZET EN UITVOERING VAN DE SIMULATIES	8
3.1	Inleiding.....	8
3.2	Gebiedsdatabase.....	8
3.3	Randvoorwaarden t.a.v. omgevingscondities.....	9
3.4	Opzet/aanpassing van de mathematische manoeuvreermodellen	14
3.5	Statische windkrachtberekeningen	14
3.6	Opzet van de vaarscenario's	18
3.6.1	Inleiding	18
3.6.2	Aantal vaarten	19
3.6.3	Algemene beschouwingen bij de beoordeling van de scenario's	19
3.6.4	Voorbeelden van beoordeling van stroomscenario's	20
3.6.5	Opgezette vaarscenario's.....	20
3.7	Inrichting van de simulatoren.....	22
3.8	Uitvoering van de simulaties.....	22
3.9	Beoordeling van de real-time simulaties.....	24
4	PRESENTATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE REAL-TIME SIMULATIES EN DE TOEGEPASTE CRITERIA	26
4.1	Inleiding.....	26
4.2	Presentatie van de resultaten	26
4.3	Opgestelde criteria voor real-time simulaties	31
5	RESULTATEN VAN DE REAL-TIME SIMULATIES	34
5.1	Inleiding.....	34
5.2	Invaart vanuit het westen.....	35
5.3	Uitvaart naar het westen	40
5.4	Invaart vanuit het oosten	44
6	ALGEMENE BEVINDINGEN REAL-TIME SIMULATIES	50
7	GEVOELIGHEIDSANALYSE VOOR VIJF VARIANTEN	52
7.1	Inleiding.....	52
7.2	De varianten.....	52
7.3	Beoordeling van de varianten	55
7.3.1	Oostelijke sluishoofd.....	55
7.3.2	Westelijke sluishoofd.....	57
8	RISICO'S TIJDENS DE BOUW.....	60
8.1	Inleiding.....	60
8.2	Tijdelijke havenvoorzienig.....	60
8.3	Wegbaggeren van bestaande stukken land	60
8.4	Bouw zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en westelijke voorhaven wand	61
8.5	Optredende risico's	62
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	63
9.1	Simulatoronderzoek	63
9.1.1	Conclusies simulatoronderzoek	64
9.1.2	Aanbevelingen simulatoronderzoek	65

9.2	Gevoeligheidsanalyse.....	66
9.2.1	Conclusies gevoeligheidsanalyse	66
9.2.2	Aanbeveling gevoeligheidsanalyse	67
9.3	Risico's tijdens de bouw	67
9.3.1	Conclusie risico's tijdens de bouw.....	67

REFERENTIES

BIJLAGE A	COMPACT MANOEUVRING SIMULATOR
BIJLAGE B	PILOT CARDS VAN DE SCHEPEN
BIJLAGE C	ANALYSE VAN DE STROOMSCENARIO'S
BIJLAGE D	BEOORDELING DOOR DE LOODS/INSTRUCTEUR
BIJLAGE E	BAAN- EN DATAPLOTS
BIJLAGE F	RESULTATEN VAN BEOORDELING VAN DE VAARTEN

1 INLEIDING

Rijkswaterstaat Dienst Noord Holland is bezig met de ontwikkeling van de nieuwe zeesluis in IJmuiden. Het project is op dit moment in de planstudie fase. Het convenant hiervoor is getekend in november 2009.

In december 2010 is er een vraagspecificatie uitgegaan voor de uitbesteding van: "De Proof of Concept, Milieutoets en MKBA en T0-onderzoek ten behoeve van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden". DHV heeft MARIN en Deltares verzocht om deel te nemen aan de studies voor dit project. DHV heeft MARIN in haar brief van 19 mei 2011 opdracht gegeven voor de studie onder referentie nr WPPoC 20110414.

De bijdrage van MARIN richt zich op de nautische aspecten ten aanzien van het naderen en invaren van de nieuwe sluis. Deltares richt zich op de hydraulische aspecten van het sluisontwerp. Voor dit project is de koppeling van de hydraulische en nautische aspecten essentieel. De door MARIN uitgevoerde studie is om die reden sterk gekoppeld aan de door Deltares uitgevoerde studie ten aanzien van de gelaagde stroompatronen in de voorhavens en t.g.v. spuien.

In de offerte voor deze studie zijn een aantal opties aangeboden t.a.v. hydrodynamische effecten, die in vorige studies voor de Nieuwe Zeesluis (nog) niet gemodelleerd waren. Deze opties zijn voor de voorliggende studie niet gehonoreerd; om duidelijk te maken welke effecten dit zijn volgt hierna een opsomming van deze effecten:

1. Het gebruikte manoeuvreermodel is niet aangepast voor gebruik van de 3-D stroomgegevens uit Delft3D;
2. De invoergrids van de simulator zijn niet aangepast voor het inlezen van plaats- en tijdsafhankelijke 3-D stroom- en dichtheidsinformatie;
3. De dwarskrachten op het schip door dichtheidsverschillen zijn niet meegenomen;
4. De hydromechanica rond het invaren van de sluis (WAROS) is niet doorgerekend door Deltares en er heeft daarom ook geen koppeling plaatsgevonden tussen WAROS en de simulator.

Voor deze studie naar de nautische aspecten van de Nieuwe Zeesluis zijn door MARIN, ten behoeve van het voorlopig ontwerp, real-time simulaties uitgevoerd waarbij de schepen van zowel de westzijde als van de oostzijde de sluis invoeren en naar het westen de sluis uitvoeren. De vaarscenario's voor deze simulaties zijn opgesteld aan de hand van de door Deltares uitgevoerde stroomberekeningen en in overleg met Rijkswaterstaat Noord-Holland, Centraal Nautisch Beheer, DHV, de Haven van Amsterdam en de betrokken loodsen. De volgende memo's en besprekingsverslagen zijn gebruikt bij de opzet van de vaarscenario's:

- Notulen vergadering: In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties, LW-AF20112048, DHV, 2 augustus 2011;
- In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties, WPD0C-20110729-BWI-01(Herziene versie), DHV, 5 augustus 2011;
- Zoutgehaltes in stromingssimulaties, 1204166-000-HYE-0010, Deltares, 15 augustus 2011;
- Notulen bespreking: Vaststellen In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties, LW-AF20112380, DHV, 13 September;
- Tussenresultaat nautische simulatie, WPP0C-20110921-LLA-01, DHV, 21 september 2011.

Met de vaarscenario's zijn de real-time simulaties uitgevoerd op MARIN's Compact Manoeuvring Simulator (zie Bijlage A voor een beschrijving). De simulaties zijn uitgevoerd met een containerschip en een bulkcarrier met de nu geldende maximale beladingstoestanden (diepgang 13,7 m) met een lengte van 366 m en met de bulkcarrier ook in ballast diepgang, geassisteerd door twee achtersleepboten en één voorsleepboot. De drie sleepboten werden bestuurd door de loodsinstructeur/proefleider via het instructeurstation. De simulaties zijn uitgevoerd door ervaren loodsen uit regio IJmond. Als loodsinstructeur/proefleider traden eveneens loodsen uit regio IJmond op. Zij hebben ervaring met bediening van de simulator.

Het simulatoronderzoek is begeleid door vertegenwoordigers van DHV. Vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat Noord-Holland, Centraal Nautisch Beheer en van de Haven van Amsterdam zijn bij de simulaties aanwezig geweest gedurende bepaalde tijd.

De analyse van de resultaten van de simulaties is gebaseerd op de enquêtes, die door de loods zijn ingevuld na iedere vaart, op de beoordeling door de loods/instructeur per vaart en op de numerieke resultaten van de vaarten. De analyse van de numerieke resultaten wordt toegepast op:

- Ruimtegebruik van de schepen tijdens de vaart;
- Beheersbaarheid van de schepen, d.m.v. de analyse van het gebruik van de besturingsmiddelen (roer, schroef, boegschroef) en gehanteerde vaarsnelheden;
- Sleepbootgebruik.

Voor het toetsen van bovengenoemde punten worden vooraf criteria vastgesteld t.a.v. ruimtegebruik en gebruik van controlemiddelen (roer, schroef, boegschroef en sleepboten).

Naast de real-time simulaties is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor 5 varianten van de Nieuwe Zeesluis en is er een analyse gemaakt van de risico's tijdens de bouw van de sluis. Deze drie onderwerpen worden achtereenvolgens in dit rapport beschreven:

- Doel van het onderzoek;
- Opzet en uitvoering van de simulaties;
- Presentatie van de resultaten van de real-time simulaties en de toegepaste criteria;
- Resultaten van de real-time simulaties;
- Algemene bevindingen real-time simulaties;
- Gevoeligheidsanalyse voor 5 varianten;
- Risico's tijdens de bouw;
- Conclusies en aanbevelingen.



Figuur 1-1 Nieuwe Zeesluis, gezien vanuit het oosten

2 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het doel van de studie naar de nautische aspecten van de Nieuwe Zeesluis wordt in de volgende drie delen gesplitst:

- Het doel van de real-time simulaties is het beoordelen van de nautische veiligheid van de toekomstige Nieuwe Zeesluis te IJmuiden. Hierbij ligt de nadruk op aspecten die bij vorig onderzoek (nog) niet aan zijn geweest, zoals een goede modellering van de spuistroom en de (dwars)stroom, die kan ontstaan bij het openen van een sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis, van de Noordersluis of van de Middensluis;
- De nautische aspecten van andere alternatieven moeten worden beoordeeld op basis van de resultaten van de uitgevoerde real-time simulaties en op basis van ervaring;
- De effecten op nautisch gebied van de bouwwerkzaamheden aan de Nieuwe Zeesluis op de bereikbaarheid van de Noordersluis moeten worden beoordeeld.

3 OPZET EN UITVOERING VAN DE SIMULATIES

3.1 Inleiding

Het onderzoek is uitgevoerd in de grotendeels al aanwezige gebiedsdatabase van IJmond. De lay-out van de Nieuwe Zeesluis is aangeleverd door DHV en ingebouwd in die database. De bestaande dieptevelden zijn door MARIN/MSCN aangepast ('gebaggerd') om de vaart naar de sluis mogelijk te maken.

De te gebruiken schepen ('MSC Beatrice' type, lengte 366 m en bulkcarrier, lengte 366 m) zijn door de klant vastgesteld.

In dit hoofdstuk worden de opzet en de uitvoering van de simulaties, beschreven aan de hand van de volgende stappen, uitgevoerd:

1. Uitbreiding van de omgevingsdatabase en de elektronische kaart;
2. Randvoorwaarden t.a.v. omgevingscondities
3. Beoordeling van de maatgevende stroomscenario's, zoals aangeleverd door Deltares;
4. Opzet/aanpassing van de mathematische manoeuvreermodellen;
5. Statische windkrachtsberekeningen;
6. Onderzoeksmethode en opzet van de vaarscenario's;
7. Inrichting van de simulator;
8. Uitvoering van de simulaties;
9. Beoordeling van de simulaties.

In de volgende secties worden de bovenstaande onderwerpen behandeld.

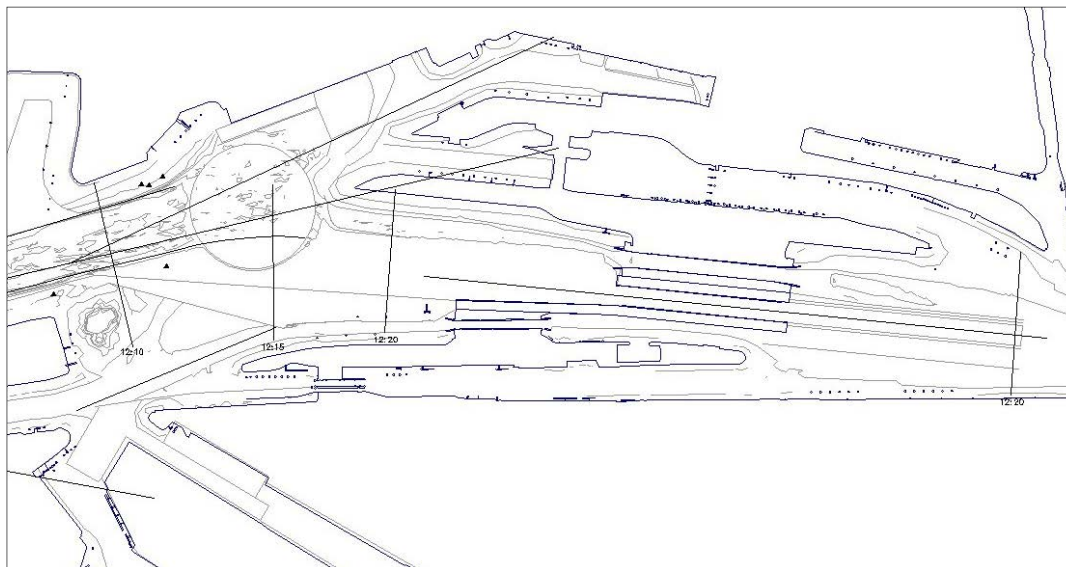
3.2 Gebiedsdatabase

Het gebied, waarin gevaren is, was de bestaande gebiedsdatabase van de regio IJmond met de uitbreiding van de Nieuwe Zeesluis. Bij de aanleg van de Nieuwe Zeesluis worden de westelijke en oostelijke delen van de middeneilanden tussen de bestaande Middensluis en de bestaande Noordersluis verwijderd (zie figuur 3-1). Ook wordt het zuidelijke middeneiland van de Middensluis aan de oostkant grotendeels verwijderd om ruimte naar het zuiden te maken voor de aanloop van de Middensluis als de zuidelijke sluiswanden van de Nieuwe Zeesluis verder naar het zuiden komen. Dit is in Figuur 3-1 nog niet aangegeven omdat bij de voorbereiding van de simulaties deze detaillering nog niet was uitgewerkt.

DHV heeft op 30 augustus jl. een tekening van de Nieuwe Zeesluis (Variant 1, breedte 65 m met gekromde roldeur) in ACAD format aangeleverd. Op basis van dit ACAD bestand heeft MARIN de bestaande gebiedsdatabase aangepast en passende ENC bestanden voor de ANMS¹ ontwikkeld.

De bestaande dieptevelden zijn door MARIN/MSCN op grond van de door DHV aangeleverde tekening (Bodemprofiel IJmond.pdf) aangepast ('gebaggerd') om de vaart naar de sluis mogelijk te maken.

¹ Electronische kaart met hoge nauwkeurigheid, gebruikt door loodsen in region IJmond



Figuur 3-1 Nieuwe Zeesluis, met midvaarwater lijn

3.3 Randvoorwaarden t.a.v. omgevingscondities

Bepaling van het windveld

De testen zijn uitgevoerd bij wind ZW en NW Bft 7; voor enkele vaarten is ook gevaren met wind ZW Bft 8. Deze condities komen neer op een ongestoorde gemiddelde windsnelheid van respectievelijk 15,4 m/s en 19,0 m/s op zee. De ZW en NW Bft 7 wind condities zijn ook steeds in vorige onderzoeken gebruikt en daarom in overleg met de opdrachtgever en de loodsen hier weer gebruikt. De ZW Bft 8 wind conditie is toegevoegd om te beoordelen in hoeverre bepaalde vaartsenario's nog net mogelijk zijn.

Voor de trajecten in de haven naar de sluis, waar een toenemende beschutting is, is een reductie van de gemiddelde wind toegepast aan de hand van KNMI windmetingen voor de meetstations IJmuiden en Schiphol. Uit de analyse van de windmetingen bleek dat voor de sectoren ZW tot NW de gemiddelde windsnelheid bij de Amerikahaven uitkwam op 70% van de ongestoorde gemiddelde windsnelheid op zee. Voor de windsnelheid bij de sluis waren geen meetgegevens beschikbaar. Daarom is op advies van de loodsen een windsnelheid van 80% toegepast aan de oostkant van het sluisencomplex.

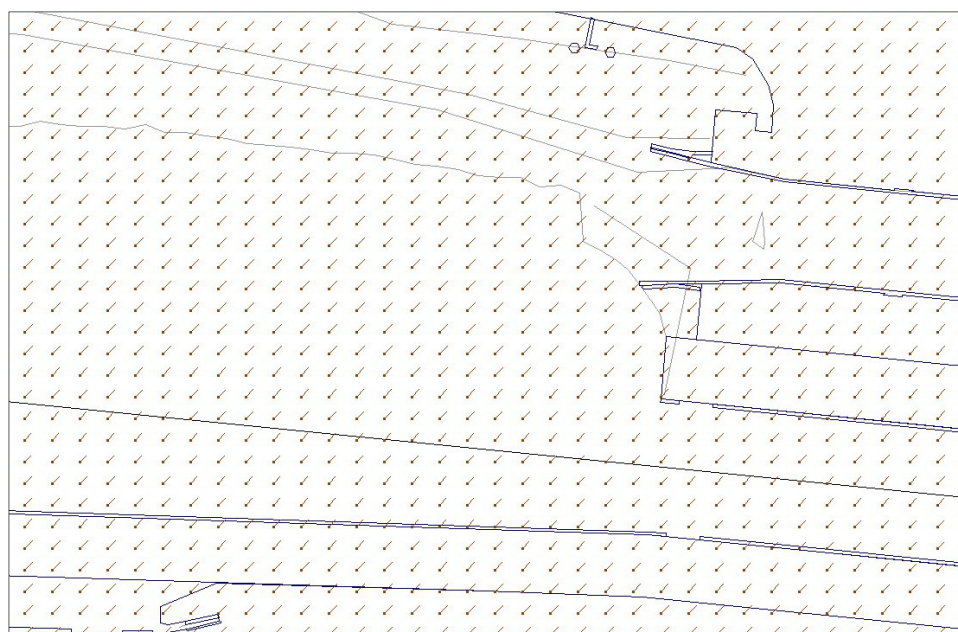
De actuele windsnelheid wordt bepaald met een windspectrum dat de vlagen berekend aan de hand van de ruwheid van het aanwezige voorland en de gemiddelde windsnelheid ter plaatse. De gemiddelde windsnelheid ter plaatse wordt bepaald door lineaire interpolatie tussen 100% bij de havenhoofden en 80% aan de oostkant van het sluisencomplex.

Afhankelijk van de waterstand en de ZW of NW wind is er voor de sluis en in de sluis sprake van windschaduw. Vooral het verschil tussen een waterstand van NAP -1,7 m en NAP +2,35 m geeft bij ZW wind een verschil van 8 m afscherming of 4 m afscherming bij een kolkwandhoogte van NAP +6,35 m. Deze verschillen in afscherming zijn meegenomen in de windvelden per windrichting, per waterstand en per schip, rekening houdend met de opbouw van de grenslaag ter plaatse. Tabel 3.1 geeft de reductiefactoren voor de diverse schepen in de sluis bij de drie gebruikte waterstanden.

Voor ZW wind gelden deze reducties ook vlak achter de geleidewal. Meer naar het noorden neemt de wind weer snel toe tot de ongestoorde waarde ter plaatse.

Tabel 3-1 Reductiefactoren voor wind in de sluis

	Schip:	container	bulk 13,7 m	bulk 9 m
lengte	[m]	366	366	366
windoppervlak	[m ²]	14187	8412	10114
waterstand	kadehoogte			
NAP-1,7 m	8.05 m	0.865	0.759	0.805
NAP-0,4 m	6.75 m	0.891	0.807	0.848
NAP+2,35m	4 m	0.938	0.891	0.916



Figuur 3-2 Windschaduw bij ZW wind (vaanlengte is maat voor de wind snelheid)

Stroom

De vaarscenario's voor deze simulaties zijn opgesteld aan de hand van de door Deltares uitgevoerde stroomberekeningen voor een tiental stroomscenario's (zie Deltares Rapport, [1], voor de achtergrond voor deze keuze). Deze stroomscenario's omvatten de Delft3D-modellering van de volgende situaties:

- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem laagwater (waterstand NAP -1,7 m) met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijk deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem hoogwater (waterstand NAP 2,35 m) zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijke deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP - 0.4 m met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis);

- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP - 0.4 m zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis).

Voor de simulaties zijn de stroomscenario's gebruikt, zoals aangeleverd door Deltares (zie tabel 3.2). De gelaagde stroomvelden (16 lagen), zoals berekend door Deltares met Delft3D, zijn voor de drie schepen omgerekend, via kwadratische middeling van stroomsnelheid en –richting over de diepgang van het schip, naar 2-D stroomvelden (per schip en per stroomscenario) voor de simulator.

Tabel 3-2 Scenario's waarvoor de stroom is berekend

		doors	time NZS/NS/MS open	spuien	
scen1	Zeezijde	LW (-1.7m NAP)	opening of NZS doors	27 April 12:10 NZS	500m ³ /s
scen2	Zeezijde	HW (+2.35m NAP)	opening of NZS doors	28 April 15:00 NZS	0m ³ /s
scen3	Stadzijde	NAP -0.4m (-1.7m buiten)	opening of NZS doors	27 April 12:10 NZS	500m ³ /s
scen4	Stadzijde	NAP -0.4m	opening of NZS doors	28 April 15:00 NZS	0m ³ /s
scen5	Zeezijde	LW (-1.7m NAP)	opening of NS doors, NZS open	27 April 12:10 NS	500m ³ /s
scen6	Zeezijde	HW (+2.35m NAP)	opening of NS doors, NZS open	28 April 15:00 NS	0m ³ /s
scen7	Stadzijde	NAP -0.4m (-1.7m buiten)	opening of NS doors, NZS open	27 April 12:10 NS	500m ³ /s
scen8	Stadzijde	NAP -0.4m	opening of NS doors, NZS open	28 April 15:00 NS	0m ³ /s
scen9	Zeezijde	LW (-1.7m NAP)	opening of MS doors, NZS open	27 April 12:10 MS	500m ³ /s
scen10	Zeezijde	HW (+2.35m NAP)	opening of MS doors, NZS open	28 April 15:00 MS	0m ³ /s

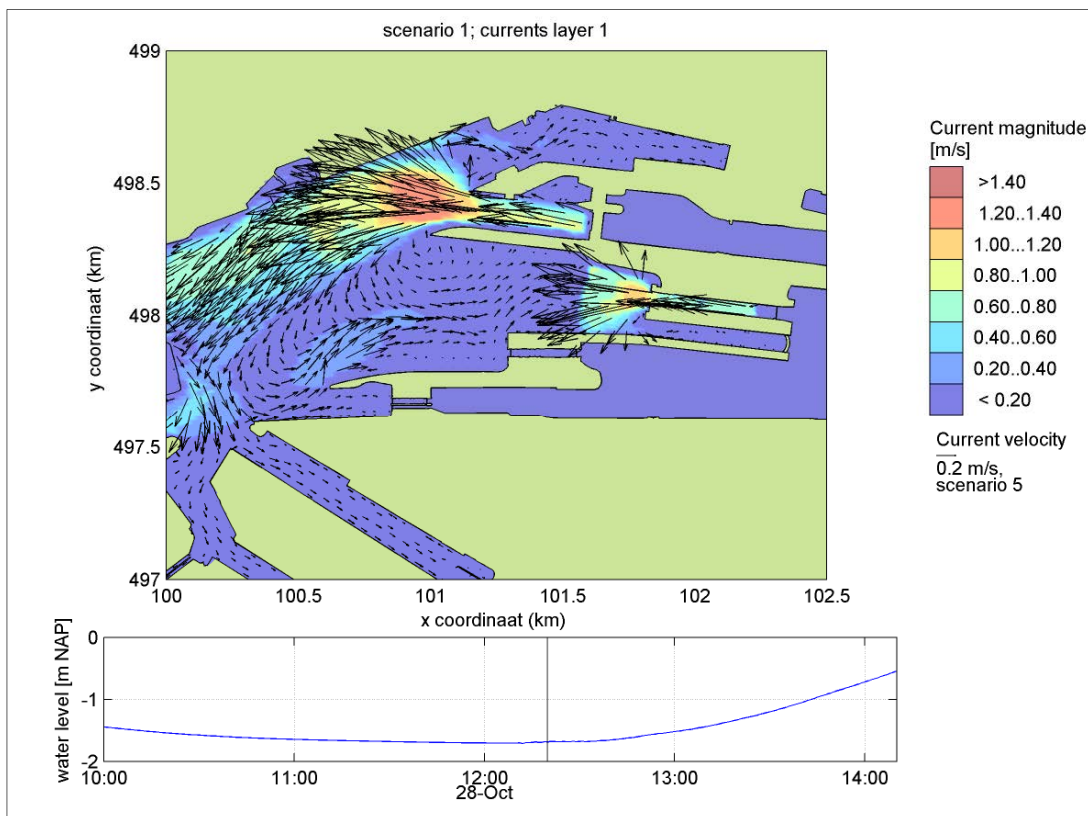
NZS	nieuwe zeesluis
NS	noorder sluis
MS	midden sluis

Om het aantal uit te voeren simulaties te beperken, zijn de stroomscenario's van tevoren beoordeeld op moeilijkheidsgraad (b.v. hoeveel dwarsstroom staat er in de aanloop naar de sluis?). Aan de hand van door Deltares geleverde filmpjes is de stroom (sterkte en richting) per laag bekeken. De figuren 3.3, 3.4 en 3.5 van stroomscenario 5 (opening deur van Noordersluis om 12:10 u, bij NAP -1,7 m en 500 m³ spuistroom) geven een voorbeeld dat we hier verder bespreken om aan te geven hoe de beoordeling heeft plaatsgevonden. Met de informatie uit de stroomfilmpjes zijn de maatgevende stroomscenario's gekozen en is er beoordeeld of de kwadratische middeling van de stroomsnelheid en –richting over de diepgang van het schip, binnen de gekozen modellering, betrouwbare resultaten zou opleveren.

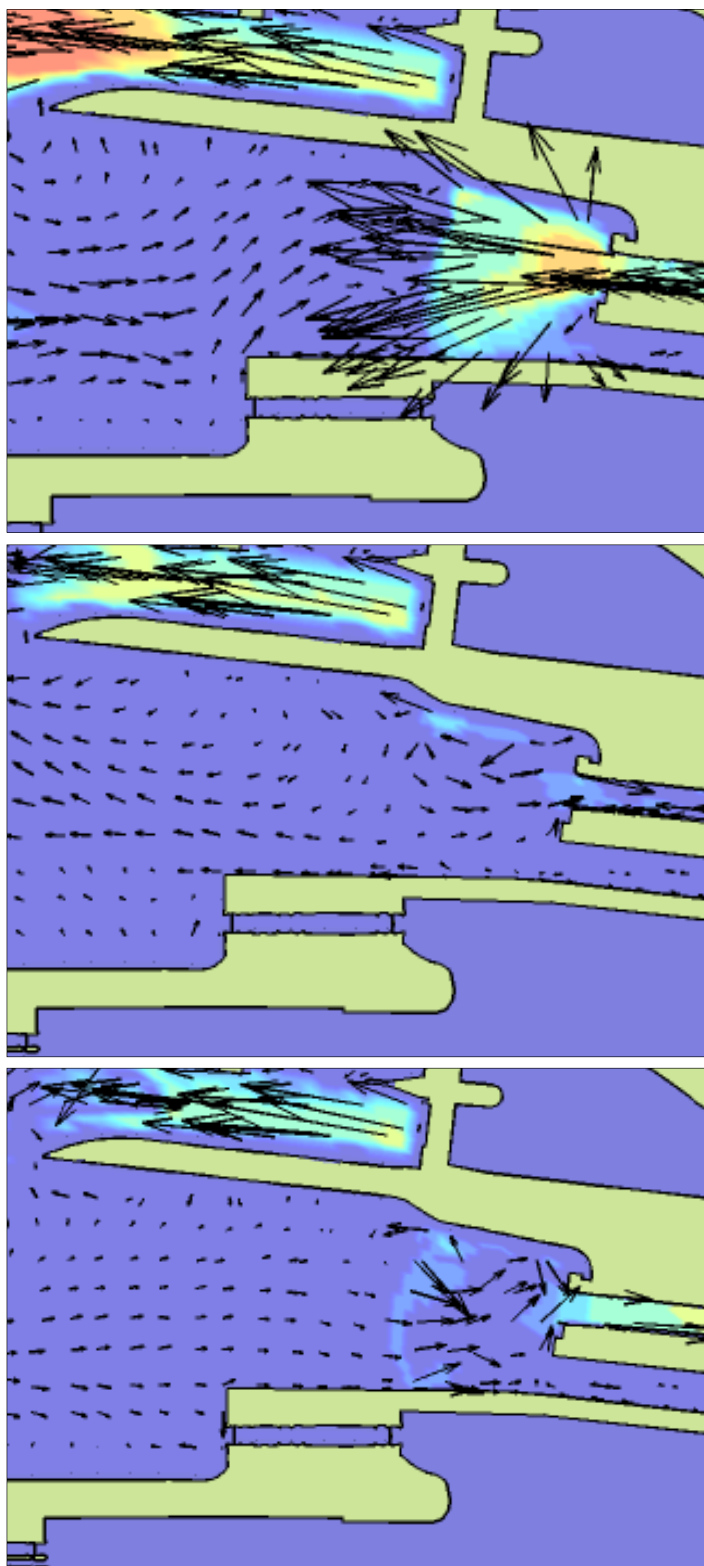
Figuur 3.3 (overzicht) en Figuur 3.4 (1^e plaatje) laten zien dat er, korte tijd na opening van de westelijke deur van de Noordersluis, in de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis een stroom van orde 0,6 m/s (1,2 kn) kan staan. De component, die tegen de vaarrichting van het schip in staat is over het algemeen geen probleem omdat het schip harder kan gaan varen om deze stroom dood te varen. De dwarscomponent geeft echter wel een verstoring van een stabiele aanloop naar de sluis. Bij deze bovenste laag zijn de stroomsnelheden het grootste, in laag 8 (2^e plaatje van Figuur 3.4), ongeveer 8 m onder water, 'dwarrelt' de stroom een beetje met een lage snelheid zonder in de aanloop van de sluis nog veel effect te hebben. In de tussenliggende lagen neemt de stroom steeds meer af en heeft in grote lijnen dezelfde richting als de bovenste laag. Figuur 3.4 (3^e plaatje) geeft een zoutwater laag (laag 13, ongeveer 13 m onder water) weer die de Noordersluis ingaat. Deze stroom levert alleen kleine stroomsnelheden in de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis, waarvan de dwarsstroomcomponenten te verwaarlozen zijn.

Dit voorbeeld geeft aan dat het uitgaande zoetwater een gelijkmatig afnemende stroming geeft met een min of meer gelijke richting en dat de bovenste zoutwater lagen (laag 12, 13 en 14; de lagen, waar de bodem van het schip zich bevindt) in de aanloop

van de Nieuwe Zeesluis een kleine stroom mee geven. In de diepere lagen treden ook maar kleine stroomsnelheden op en deze stroom loopt bovendien onder het schip door. Omdat de lagen met de meeste stroom (grootste effect op het schip) ongeveer in dezelfde richting staan, mag de kwadratische middeling over de diepgang van het schip worden toegepast. Als de richting per laag erg zou verschillen (met name in dwarsrichting), hebben de diverse lagen vaak niet meer een gelijke bijdrage aan het dwarsverzet van het schip.



Figuur 3-3 Stroomscenario 5, overzicht, stroombeeld bovenste laag (zoet water) vlak na openen westelijke deur van de Noordersluis, 12:20 u.



Figuur 3-4 Stroomsценario 5, 3 lagen in detail: toplaag, laag 8 (op 8 m diepte) en laag 13 (op 13 m diepte), vlak na openen westelijke deur van de Noordersluis, 12:20 u.

Het bovenstaande voorbeeld geeft de beoordeling van stroomsценario 5. Deze beoordeling is voor elk stroomsценario gegeven in Bijlage C. De optredende dwarsstroom in elk scenario is gebruikt als maat voor de moeilijkheidsgraad van de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis of de uitvaart uit de Nieuwe Zeesluis. Het

opvaartijdstip van elke simulatorvaart is zodanig ingesteld dat het schip steeds de maximale stroomconditie ontmoette vlak voor het invaren van de Nieuwe Zeesluis of net na het verlaten van de Nieuwe Zeesluis. Hoe de vaarscenario's zijn geselecteerd wordt beschreven in paragraaf 3.6.

3.4 Opzet/aanpassing van de mathematische manoeuvreermodellen

Modellen van containerschip en bulkcarrier

Voor het onderzoek zijn de volgende manoeuvreermodellen gebruikt:

1. Containerschip: type 'MSC Beatrice' (366 x 51,2 x 13,7 m);
2. Bulkcarrier in gelichterde conditie (366 x 51,0 x 13,8 m);
3. Bulkcarrier in ballast conditie (366 x 51,0 x 9,0 m);

Een bulkcarrier met deze afmetingen bestaat in de praktijk (nog) niet. Bij de gegeven lengte hoort een grotere breedte, maar dan zou het schip niet meer in de Nieuwe Zeesluis passen. Een bulkcarrier met een breedte van 51 m heeft in praktijk een lengte van 320 à 330 m en heeft daardoor minder dwarswindoppervlak. Om toch met een maatgevende bulkcarrier te kunnen testen is er door de klant gekozen voor deze lange versie. De gegevens van de gebruikte schepen zijn gegeven in tabel 3-3. De Pilot cards zijn opgenomen in Bijlage B.

Tabel 3-3 Gegevens van de gebruikte schepen

	'MSC Beatrice' type	Bulkcarrier
Lengte over alles [m]	366,0	366,0
Breedte [m]	51,2	51,0
Diepgang [m]	13,7	13,8/9,0
Displacement [ton]	177.000	211000/138000
Dead weight [ton]	155.438	250.000
Wind opp. Langs [m ²]	2.294	1185/1427
Wind opp. Dwars [m ²]	13.256	5558/6767
Vermogen [kW]	72.400	22.500
Boegschroef [kW]/[ton]	3.400/49	-
Hekschroef [kW]/[ton]	-	-

3.5 Statische windkrachtberekeningen

Omdat naast de effecten van de stroom, de windkrachten op de schepen de maatgevende factoren zijn voor de beschouwde manoeuvres, zijn van tevoren statische windkrachtberekeningen uitgevoerd voor de beschouwde windsnelheden van 15,4 m/s en 19 m/s. De hiermee berekende krachten zijn gebruikt om te bepalen of de van tevoren geschatte sleepbootvermogens (3 x 80 ton bollard pull) samen met de boegschroef (alleen aanwezig bij het geteste containerschip), voldoende veiligheidsmarge bieden voor realistische simulaties bij een gemiddelde ongestoorde windsnelheid van 15,4 m/s en 19 m/s. Voor de windkrachtberekeningen zijn de windoppervlakken gebruikt, zoals gegeven in Tabel 3-3.

De volgende figuren geven de totale windkrachten, die op de schepen werken bij een windsnelheid van 15,4 m/s en 19 m/s afhankelijk van de invalshoek van de wind. Ook zijn de krachten op voor- en achterschepen gegeven. Deze waarden worden gebruikt om de benodigde sleepboot- en boegschroef krachten te bepalen. De berekeningen zijn

uitgevoerd voor zowel het 'MSC Beatrice' type containerschip als voor de geballaste bulkcarrier.

Voor manoeuvres, waarbij de schepen zeer langzaam de sluis naderen vanuit het westen bij een ZW of NW wind zijn de windkrachten met een invalshoek van 110° tot 135° (schuin achterinkomend) maatgevend (Wind van voren is 0° en achterin komende wind is 180°). In dat geval zullen de achtersleepboten, de meeste windkracht moeten compenseren (gele lijn). Bij het invaren, vanuit het oosten en het verlaten van de sluis naar het westen geldt dat de wind schuin op de boeg staat en de windkrachten bij 45° tot 70°.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de situaties waarbij de grootste windsnelheden optreden, d.w.z. de sluis naderen vanuit het westen en het verlaten van de sluis naar het westen. Bij deze manoeuvres is de windsnelheid nog relatief hoog omdat in dat deel van de haven nog weinig beschutting is. Voor de veiligheid is daarom met de ongestoorde windsnelheden van 15,4 m/s en 19 m/s gerekend.

'MSC Beatrice' type containerschip

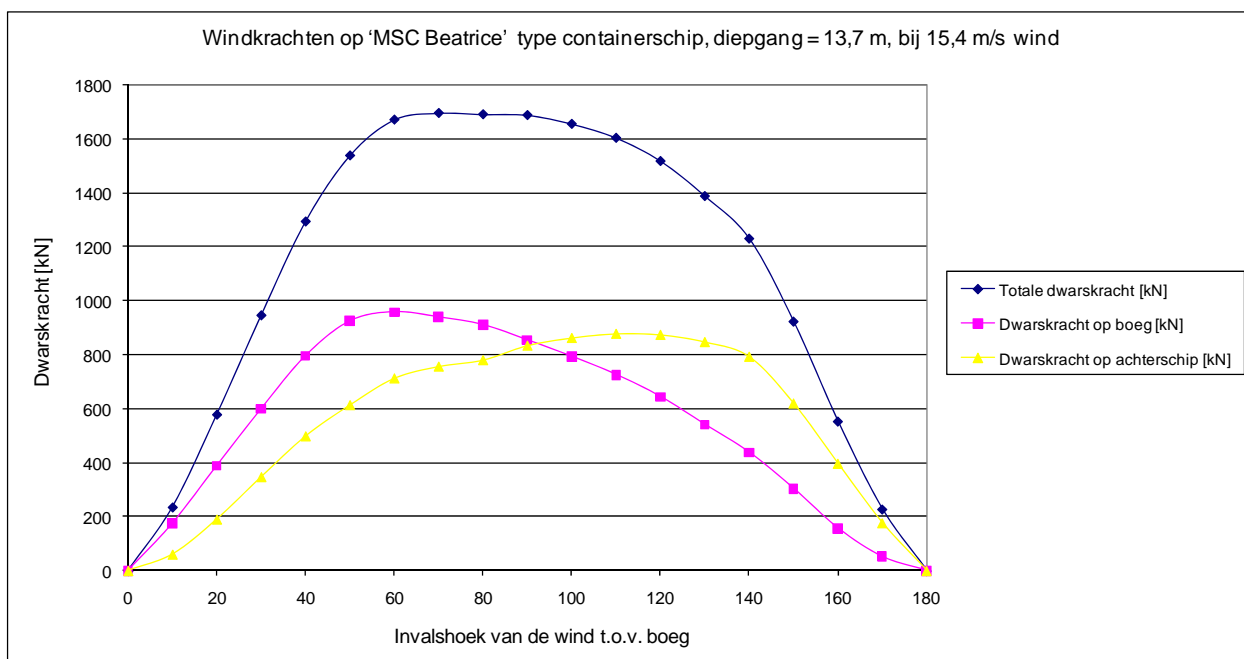
De grootste krachten bij 15,4 m/s en 19 m/s (957 kN, 98 ton resp. 1457 kN, 149 ton, zie figuren 3.5 en 3.6) moet op de boeg geleverd worden bij het 'MSC Beatrice' type containerschip. Om te komen tot het benodigde sleepbootvermogen wordt een veiligheidsmarge van 30% gehanteerd op de sleepboten en van 15% op de boegschroef. De marge is bij de sleepboten bedoeld om de vlaagderigheid van de wind, de dynamica van de manoeuvre te ondervangen en de wat tragere reactie van de sleepboten in rekening te brengen. Omdat de boegschroef direct op de bediening door de loods reageert kan de marge kleiner worden genomen. De marge is dan alleen bedoeld om de vlaagderigheid van de wind en de dynamica van de manoeuvre in rekening te brengen.

De beschikbare bollard pull op de boeg van het 'MSC Beatrice' type containerschip, inclusief veiligheidsmarges, is $80 \times 0,7 + 49 \times 0,85 = 97,65$ ton (958 kN). Hiermee voldoet de Bft 7 situatie bij het uitvaren van de sluis naar het westen juist aan de gestelde criteria. Bij een windsnelheid van 19 m/s is er veel te weinig bollard pull beschikbaar op de boeg. Zelfs als de veiligheidsmarges van 30% en 15% niet worden toegepast is er nog te weinig trekkracht beschikbaar, waardoor het schip de sluis alleen zal kunnen verlaten door met een zekere snelheid en een kleine drifthoek een deel van de windkracht op te vangen. Dit is een zeer onveilige situatie omdat als er wat mis gaat met machine of roer tijdens het verlaten van de sluis, het schip niet op zijn plaats te houden is en bij NW wind zal verlijeren tegen de geleidemuur en bij ZW tegen de noordwal zal drijven.

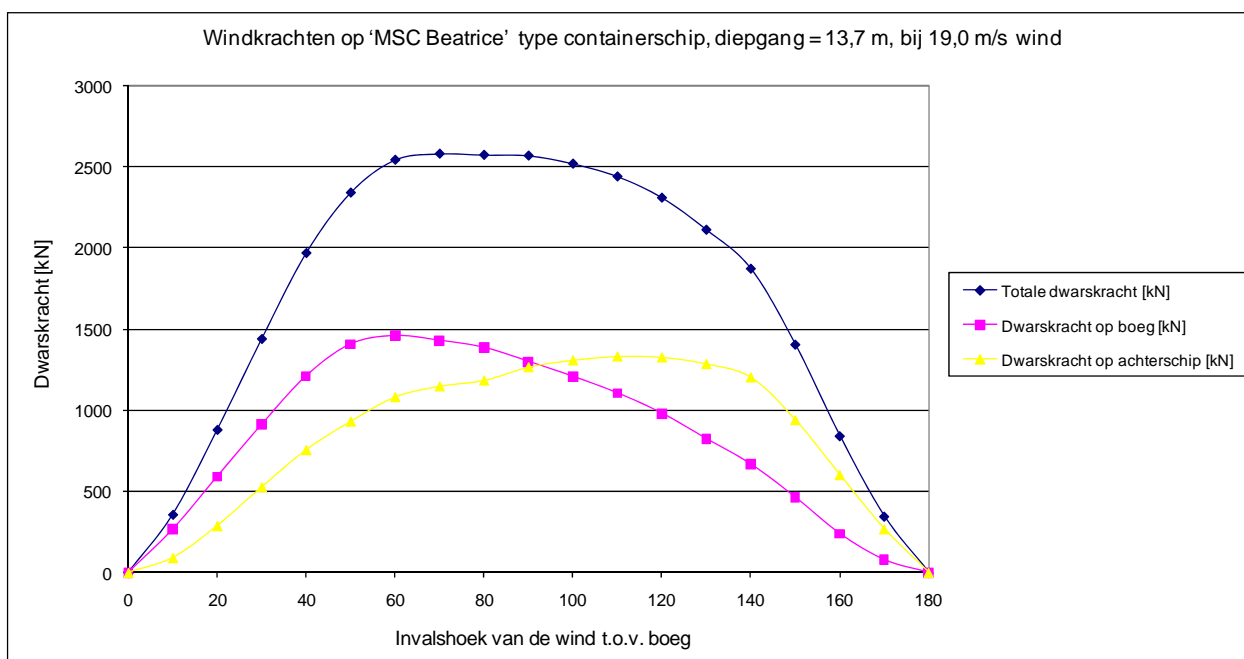
Bij het naderen van de sluis vanuit het westen is de windkracht op het achterschip van belang. De grootste krachten die dan optreden bij 15,4 m/s en 19 m/s zijn resp. 872 kN en 1328 kN (89 ton en 135 ton). De twee sleepboten op het achterschip kunnen, bij het toepassen van de 30% veiligheidsmarge, maximaal $2 \times 80 \times 0,7 = 112$ ton (1099 kN) leveren. Dit is voldoende voor het compenseren van de windkracht op het achterschip bij 15,4 m/s wind, maar in praktijk zullen de twee achterboten nooit beide helemaal in dwarsrichting kunnen trekken, waardoor er wat kracht verloren zal gaan. In de praktijk zullen de achterboten ook vaak gebruikt worden om alleen te remmen en dan wordt de controle van het achterschip uitgevoerd met eigen roer en schroef. Als deze uitvallen, moet het schip echter door de achtersleepboten goed opgevangen kunnen worden. De situatie, waarbij het schip de sluis nadert in een ZW of NW wind van 19 m/s (Bft 8) is echter onveilig. De totale veiligheidsmarge op de sleepbootkracht is 18%. Deze marge

zal al nodig zijn voor de minder gunstige trekrichting van de achtersleepboot, die aan de lijszijde is vastgemaakt.

Voor de werkelijk te leveren sleepbootkrachten bij het invaren van de sluis of het verlaten van de sluis als de sleepboten zich nog in de sluis bevinden moet er nog rekening worden gehouden met de hoek waaronder de voorboot en achterboten kunnen trekken. Bij de analyse van de simulatorvaarten wordt rekening gehouden met de actuele lijnhoek van de voorboot.



Figuur 3-5 Windkrachten op 'MSC Beatrice' type containerschip, diepgang = 13,7 m, bij 15,4 m/s wind



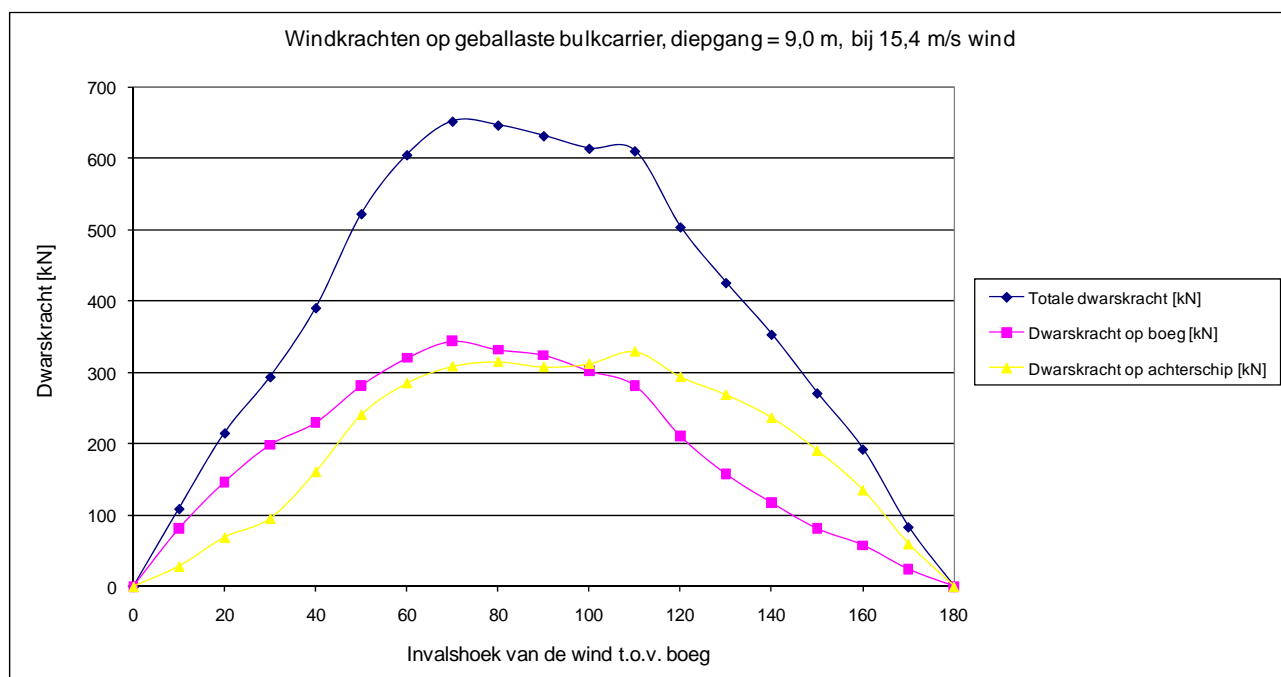
Figuur 3-6 Windkrachten op 'MSC Beatrice' type containerschip, diepgang = 13,7 m, bij 19,0 m/s wind

Geballaste bulkcarrier

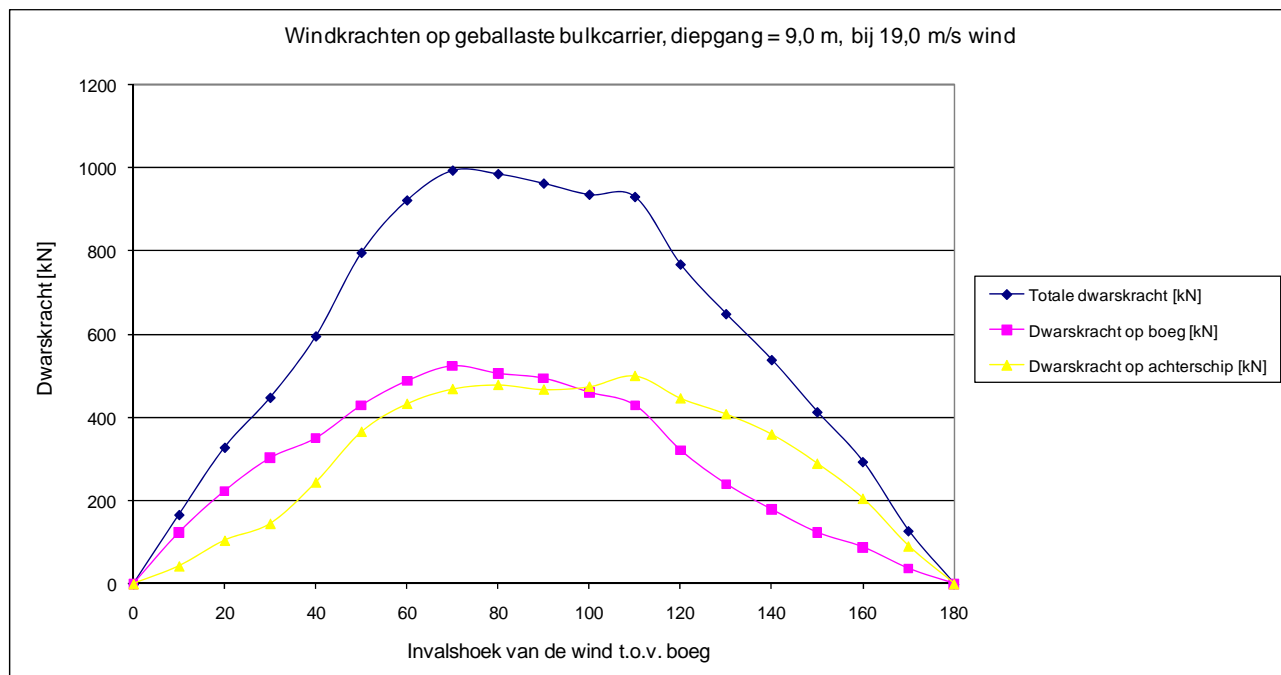
De grootste krachten bij 15,4 m/s en 19 m/s (351 kN, 36 ton resp. 534 kN, 54 ton, zie figuren 3.7 en 3.8) moet op de boeg geleverd worden bij de geballaste bulkcarrier. Om te komen tot het benodigde sleepbootvermogen wordt ook voor dit schip een veiligheidsmarge van 30% gehanteerd, bedoeld om de vlaagderigheid van de wind, de dynamica van de manoeuvre te ondervangen en de wat tragere reactie van de sleepboten in rekening te brengen.

De beschikbare bollard pull op de boeg van de geballaste bulkcarrier, inclusief veiligheidsmarges, is $80 \times 0,7 = 56$ ton (549 kN). Hiermee voldoet de Bft 7 situatie bij het uitvaren van de sluis naar het westen ruim aan de gestelde criteria. Bij een windsnelheid van 19 m/s is er, als de veiligheidsmarge in rekening wordt gebracht, juist voldoende bollard pull beschikbaar op de boeg. Bij het uitvaren van de sluis zal de bulkcarrier echter nog wel langs de drijfrahmen moeten schuiven, zolang de voorboot nog in de sluis is. Daarbuiten kan de voorboot bij NW wind voldoende naar het noorden trekken. Bij ZW wind heeft de voorsleepboot ook buiten de sluis nog geen ruimte door de aanwezigheid van de geleidemuur en kan daarom alleen schuin naar voren trekken, waarbij niet de volle bollard pull in dwarsrichting beschikbaar komt.

Bij het naderen van de sluis vanuit het westen is de windkracht op het achterschip van belang. De grootste krachten die dan optreden bij 15,4 m/s en 19 m/s zijn resp. 335 kN en 511 kN (34 ton en 52 ton). De twee sleepboten op het achterschip kunnen, bij het toepassen van de 30% veiligheidsmarge, maximaal $2 \times 80 \times 0,7 = 112$ ton (1099 kN) leveren. Dit is ruim voldoende voor het compenseren van de windkracht op het achterschip bij 15,4 m/s wind; in praktijk zullen de twee achterboten nooit beide helemaal in dwarsrichting kunnen, maar dat is in dit geval geen enkel probleem. De situatie, waarbij het schip de sluis nadert in een ZW of NW wind van 19 m/s (Bft 8) is ook nog veilig.



Figuur 3-7 Windkrachten op geballaste bulkcarrier, diepgang = 9,0 m, bij 15,4 m/s wind



Figuur 3-8 Windkrachten op geballaste bulkcarrier, diepgang = 9,0 m, bij 19,0 m/s wind

3.6 Opzet van de vaarscenario's

3.6.1 Inleiding

Zoals aangegeven in de inleiding en in de bespreking van de stroomvelden (Paragraaf 3.3) zijn de scenario's voor de simulaties gebaseerd op de door Deltares berekende stroomscenario's. Het combineren van de 10 stroomscenario's met de twee windrichtingen (en twee windsterkten) en de drie verschillende schepen zou leiden tot een zeer groot aantal mogelijke vaarscenario's. Om de simulatortijd op een realistische manier te beperken is er een keuze gemaakt voor bepaalde combinaties van schip, windrichting en stroom. Op grond van de analyse van de gelaagde stroomvelden (zie Memo 'Overwegingen simulatorscenario's', versie 1) is in de bespreking van 12 september een keuze gemaakt, in overleg met de betrokkenen (DHV, RWS, Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam en de loodsen). Deze keuze is vastgelegd in een tabel (zie Bijlage C). Deze tabel is gebruikt om het simulatorprogramma op te stellen. Halverwege de simulatieweek is in een overleg met DHV en de loodsen een aantal scenario's toegevoegd, op grond van de ervaringen tijdens de eerste twee simulatordagen. Hierna worden de overwegingen gegeven, die geleid hebben tot de opzet van het simulatorprogramma op grond van de beoordeelde stroomscenario's. Om aan te geven hoe vanuit de beoordeling van de stroomscenario's is gekomen tot de keuze voor bepaalde vaarscenario's worden twee voorbeelden gegeven van de overwegingen bij deze keuze.

Bij de opzet van de simulatorscenario's wordt ervan uitgegaan dat de te testen situaties moeilijker moeten zijn dan de vaarten in de bestaande situaties. Voor de beoordeling van de diverse situaties is een tabel opgezet (zie Bijlage C) waarin het schip, de manoeuvre en het stroomscenario is gegeven; ook is het tijdstip van het maatgevende stroomveld gegeven. Uit de stroomanimaties van de stroomscenario's (aangeleverd door Deltares) in combinatie met de manoeuvre is in deze tabel een beoordeling van het stroompatroon gegeven, de effecten van de wind schaduw, het verschil met de

bestaande situatie bij dezelfde manoeuvre naar de Noordersluis en de oplossing als de gegeven stroomsituatie op voorhand te riskant lijkt om uit te voeren. Het maatgevende stroomveld houdt in dat er in principe zo kort mogelijk na het openen van de sluisdeur gevaren wordt, omdat daarmee de passagetijd wordt gereduceerd. Blijken deze vaarten niet veilig uit te voeren, dan moet er gewacht worden tot de effecten van het openen van een sluisdeur voldoende zijn uitgedempt.

3.6.2 Aantal vaarten

Door de maatgevende stroomscenario's te combineren met in- en uitvaarten en twee windrichtingen (ZW en NW) ontstaan tenminste 32 simulatorscenario's, welke dan met twee of drie schepen gevaren zouden moeten worden. Omdat voor de betrouwbaarheid vier vaarten per scenario zouden moeten worden uitgevoerd zouden er ongeveer 320 vaarten gemaakt moeten worden. Het is dus van groot belang dat door een slimme keuze van maatgevende scenario's een werkbaar simulatorprogramma ontstaat. In Bijlage C zijn de groene scenario's beoordeeld als niet moeilijker dan de bestaande situatie en zouden dus kunnen vervallen. Voor de te testen schepen is de keuze gevallen op het 'MSC Beatrice' type containerschip in verband met de te verwachten windgevoeligheid. Om te testen of er voor de bulkcarrier bepaalde scenario's nog problemen zouden opleveren en ter vergelijking met de resultaten met het containerschip, is er ook een aantal vaarscenario's opgezet voor de gelichterde en de geballaste bulkcarrier. Daarnaast zijn voor de hogere windsnelheid (Bft8,19 m/s) ook scenario's met de bulkcarriers opgezet omdat verwacht mag worden dat deze scenario's wel veilig uitvoerbaar zijn (zie ook paragraaf 3.5).

Een eerste schatting van het aantal productievaarten, dat in de testweek kon worden uitgevoerd, was ongeveer 60.

3.6.3 Algemene beschouwingen bij de beoordeling van de scenario's

Om te komen tot realistische vaarscenario's zijn de volgende algemene punten beschouwd:

- Door het verschil in waterstand (NAP-1,7 m en NAP+2,35 m) is er een verschil in afscherming voor wind voor scenario's aan westzijde van de Nieuwe Zeesluis. Dit verschil is meegenomen in de windvelden (zie paragraaf 3.3) en wordt ook meegenomen bij de keuze van vaarscenario's;
- Door de grote diepte van de Nieuwe Zeesluis en de aanlopen naar de sluis (NAP – 18 m) lopen de eventueel aanwezige zouttongen aan de zeezijde grotendeels onder het schip door;
- Over het algemeen ontstaan door de asymmetrische ligging van de Nieuwe Zeesluis en door het openen van de deuren van de Noordersluis, asymmetrische stromingen, op bepaalde momenten in de opvaart (aanzienlijke) dwarsstromen in de baan van het schip kunnen veroorzaken. Doordat deze dwarsstromen niet over de gehele diepgang van het schip optreden, reduceren de effecten hiervan;
- In bepaalde combinaties van wind en stroom zal de padbreedte van het schip verkleinen of juist vergroten. Alleen de scenario's, waarbij de padbreedte vergroot door wind en stroom worden getest.

Hierna worden twee voorbeelden gegeven van de beoordeling van stroomscenario's om te komen tot een keuze voor bepaalde vaarscenario's.

3.6.4 Voorbeelden van beoordeling van stroomscenario's

Vergelijking scenario 1 en 2 (zie tabel 3.2) voor relevantie van simulaties

Uitkomsten van analyse voor invaart vanuit het westen:

De stroomsnelheden zijn in de diverse lagen 20% tot 40% hoger in scenario 2, dus het is relevant of er ingevaren kan worden bij hoge stroom, anders heeft het testen van scenario 2 geen zin, want dan worden de invaarten al eerder beperkt in scenario 1. Dus stroomscenario 2 alleen testen als stroomscenario 1 met maximale stroom (12.20 u voor sluis) mogelijk is. Na de eerste twee dagen simuleren is op grond van de voorlopige resultaten van de vaarten in stroomscenario 1 dat vaarten in stroomscenario 2 ook mogelijk waren.

Invaarten dienen op een zodanig tijdstip te starten dat er met de maximale dwarsstroom t.g.v. spuistroom en maximale dwarsstroom voor de sluis wordt gevaren.

Uitkomsten van analyse voor uitvaart naar het westen:

Hier geldt dezelfde redenering: als de uitvaart lukt met de maximale stroom van stroomscenario 1, dan kan ook scenario 2 worden getest.

Vergelijking scenario 3 en 4 voor relevantie van simulaties

Uitkomsten van analyse voor invaart vanuit het oosten:

Stroomsnelheden zijn in de diverse lagen 20% tot 40% hoger in scenario 4, dus het is inderdaad relevant of er ingevaren kan worden bij hoge stroom, anders heeft het testen van scenario 4 geen zin, want dan worden de invaarten al eerder beperkt in scenario 3. Stroomscenario 4 wordt alleen getest als stroomscenario 3 met maximale stroom (12.20 u voor sluis) mogelijk is.

De vaarten in de simulator dienen op een zodanig tijdstip te starten dat er met de maximale dwarsstroom t.g.v. spuistroom en maximale dwarsstroom voor de sluis wordt gevaren.

Uitkomsten van analyse voor uitvaart naar het oosten:

Uitvaart naar het oosten wordt, gebaseerd op de analyse van de stroombeelden, als niet maatgevend beschouwd omdat er geen grote dwarsstromen ontstaan in de baan van het schip. Deze conditie behoeft ook met stroomscenario 4 niet getest te worden.

3.6.5 Opgezette vaarscenario's

Op grond van de gepresenteerde gegevens op 12 september jl. en de toegelichte keuzen om te komen tot bepaalde vaarscenario's is in eerste instantie het simulatorprogramma opgezet, zoals gegeven in tabel 3.4. De beginposities, aanvangssnelheden en beginkoersen van de schepen zoals ingevoerd in de vaarscenario's zijn besproken met de betrokken loodsen.

Tabel 3-4 Opgezette vaarscenario's op grond van bespreking 12 september

Simulator conditie	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	Wind	starttijd	Opmerking	aantal runs
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	12:00		4
cond_01_bulk_half_loa	Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	12:00		4
cond_03_cont	Container 366	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	12:20		4
cond_03_bulk_half_loa	Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	12:20		4
cond_03_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	12:20		4
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 15,4 m/s	14:50:00 PM	pas testen als cond_01_cont goed	2
cond_07_cont	Container 366	uitvaart naar west	2	ZW 15,4 m/s	14:50:00 PM	pas testen als cond_03_cont goed	2
cond_18_cont	Container 366	invaart vanuit west	5	NW 15,4 m/s	12:00		4
cond_20_cont	Container 366	uitvaart naar west	5	NW 15,4 m/s	12:20		4
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	12:07		4
cond_25_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	12:07		4
cond_29_cont	Container 366	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	14:57:00 PM	pas testen als cond_25_cont goed gaat	2
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	14:57:00 PM	alscond_29_bulk_ballast goed gaat	2
cond_40_cont	Container 366	invaart vanuit west	10	ZW 15,4 m/s	14:55:00 PM		1

Naar aanleiding van de bespreking na de eerste twee simulatordagen zijn de volgende vaarscenario's toegevoegd (zie Tabel 3.5). De scenario's bij wind Bft 8 zijn toegevoegd op verzoek van de opdrachtgever. Hierbij waren er twijfels over de uitvoerbaarheid van het scenario met het containerschip varende in wind Bft 8 (zie ook paragraaf 3.5: Statische windkrachtberekeningen). Om dit echter te bevestigen zijn deze scenario's wel uitgevoerd. De scenario's in stroomscenario 6 waren in de beoordeling vooraf als te moeilijk (rood) bestempeld (zie Bijlage C) maar zijn toegevoegd omdat scenario's volgens de loodsen, na de ervaringen tijdens de twee eerste simulatordagen, wel uitvoerbaar moesten zijn en tevens een breder beeld van de mogelijkheden zouden geven.

Tabel 3-5 Uitbreiding vaarscenario's na eerste twee simulatordagen

Simulator conditie	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	Wind	starttijd	Opmerking	aantal runs
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	14:50:00 PM		1
cond_05_bulk_half_loa	Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	14:50:00 PM		4
cond_22_cont	Container 366	invaart vanuit west	6	NW 15,4 m/s	14:50:00 PM		4
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s	14:50:00 PM		4
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 19,0 m/s	14:57:00 PM	alleen herhalen als het goed gaat	4

Naar aanleiding van de tekeningen van de bouwfasen (zie ook hoofdstuk 8), waarbij tegen het noord-talud van de westzijde van het dan nog aanwezige Middensluiseland maximaal 6 Europa II bakken zouden worden afgemeerd, is besloten om hier geen simulaties naar de Noordersluis voor uit te voeren omdat de bakken niet geraakt kunnen worden door de diepstekende schepen voor de Noordersluis. De zeeschepen lopen namelijk vast op het talud, voordat ze de bakken kunnen raken.

Het invaren van de sluis is tijdens de simulaties maar beperkt uitgevoerd omdat de hydrodynamische modellering in de simulator niet voldoende detail bevat voor een realistische weergave van het varen met het schip in de sluis (zie ook 4^e punt t.a.v. hydrodynamisch modellering in de inleiding van dit rapport).

3.7 Inrichting van de simulatoren

De simulaties met het containerschip en de gelichterde en geballaste bulkcarriers zijn uitgevoerd op de MARIN/MSCN Compact Manoeuvring Simulator (zie bijlage A voor de beschrijving van de CMS).

Voor het beoordelen van de positie van het schip bij het oplijnen en de afstand tot de sluiswanden/drijfrahmen waren twee aparte monitoren geplaatst waarmee men langs het schip naar voren kon kijken.

Omdat oplijnen voor en de nadering van de sluis een zeer nauwkeurige manoeuvre is, zijn de vaarten met behulp van het ANMS systeem uitgevoerd. Dit elektronische kaart systeem wordt in de praktijk door de loodsen gebruikt voor de beloodsing van marginale schepen en wordt voor de simulaties op de simulator aangesloten. Het systeem geeft de positie, koers en bewegingen van het schip zeer nauwkeurig weer. Tevens bevat het systeem o.a. een predictie van de positie van het schip over een bepaalde tijd.

3.8 Uitvoering van de simulaties

De simulaties zijn gedurende vijf dagen uitgevoerd door acht verschillende loodsen, waarvan diverse loodsen ook als instructeur optraden. De voorsleepboot en de twee achtersleepboten werden bediend door de instructeur.

In totaal zijn, naast de zeven familiarisatievaarten, 70 simulaties uitgevoerd. De vaarten in de diverse scenario's zijn doorelkaar uitgevoerd om een zo groot mogelijke variatie in uitvoerende loodsen te krijgen en om routine te voorkomen. De beoordeling door de loodsinstructeur (commentaar per vaart) is een week na de simulaties gerapporteerd in een memo met voorlopige resultaten. In de volgende paragrafen wordt de beoordeling door de loodsinstructeur en door de loodsen (ingevulde enquête per vaarten) samengevoegd met de analyse van de numerieke resultaten. Daarna worden de resultaten samengevat en worden diverse aandachtspunten genoemd, die naar aanleiding van de simulaties opvielen en van belang zijn voor de verdere ontwikkeling van een nieuwe sluis.

Tabel 3-6 geeft de condities en de vaarten, die zijn uitgevoerd voor de Nieuwe Zeesluis. De vaarten zijn gegroepeerd naar schip, traject/variant en naar windrichting. De resultaten van de uitgevoerde vaarten zijn geanalyseerd met behulp van de beoordeling door de loodsen en met behulp van baanplots en dataplots.

Tabel 3-6 Vaarten gegroepeerd naar schip, manoeuvre, stroomscenario en wind

Simulator conditie	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	Wind [m/s]	Run nr.
cond_01_cont	Container	invaart vanuit west	1	ZW 8	8, 65
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 8	9, 46
cond_25_cont	Container	invaart vanuit oost	7	ZW 8	16, 47
cond_25_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 8	66
cond_01_cont	Container	invaart vanuit west	1	ZW 15,4	12, 40, 48, 73
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4	13, 35, 57, 68
cond_03_cont	Container	uitvaart naar west	1	ZW 15,4	11, 33, 64, 89
cond_03_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4	10, 42, 72, 87
cond_03_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4	27, 45, 55, 79
cond_05_cont	Container	invaart vanuit west	2	ZW 15,4	24, 59, 86, 93
cond_07_cont	Container	uitvaart naar west	2	ZW 15,4	25, 44, 58, 83
cond_18_cont	Container	invaart vanuit west	5	NW 15,4	17, 41, 51, 90
cond_20_cont	Container	uitvaart naar west	5	NW 15,4	18, 38, 50, 70
cond_25_cont	Container	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4	14, 31, 60, 69
cond_25_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4	15, 34, 49, 74
cond_29_cont	Container	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4	20, 37, 43, 54
cond_29_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4	29, 39, 76, 84
cond_40_cont	Container	invaart vanuit west	10	ZW 15,4	30
cond_05_cont	Container	invaart vanuit west	2	ZW 19,0	52
cond_05_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0	61, 80, 82, 91
cond_22_cont	Container	invaart vanuit west	6	NW 15,4	62, 67, 77, 85
cond_24_cont	Container	uitvaart naar west	6	NW 15,4	63, 78, 88, 92
cond_29_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 19,0	56, 75

3.9 Beoordeling van de real-time simulaties

Beoordeling door de loodsen

Na elke simulatorvaart heeft de loods, die de vaart uitvoerde, een enquête ingevuld over het verloop van de vaart. Een voorbeeld van de enquête is gegeven in tabel 3-7. De resultaten van de meerkeuzevragen (b.v. 'onveilig / twijfelachtig / veilig') zijn gewaardeerd met een score van 1, 3 en 5 waarbij:

- 1= onveilig
- 3 = twijfelachtig
- 5 = veilig

Deze verdeling is gekozen omdat bij de beoordeling van de numerieke resultaten ook een onderverdeling in vijf klassen is gemaakt, waarbij 3 nog net veilig is. Zo ontstaat voor elk onderwerp een score van 1 t/m 5 als de resultaten van vaarten in dezelfde condities worden samengenomen. De commentaren in het tweede deel van de enquête zijn samengevoegd en verwerkt in de algemene bevindingen n.a.v. de simulaties.

Tabel 3-7 Enquête ter beoordeling van de uitgevoerde vaarten door de loodsen

Project 25094.600	Questionnaire: in te vullen na iedere run
<u>Algemeen:</u>	
Datum:	..... 2011
Scenario:	.....
Run no:	.....
<u>Expert opinion loods:</u>	
Algemene indruk van run:	onveilig / twijfelachtig / veilig
Controleerbaarheid van het schip:	slecht / twijfelachtig / goed
Sluis nadering:	n.v.t./onveilig / twijfelachtig / veilig
Uitvaart van de sluis:	n.v.t./onveilig / twijfelachtig / veilig
<u>Opmerkingen:</u>	
T.a.v. ligging van de sluis:	
T.a.v. stroom voor de sluis:	
T.a.v. snelheid tijdens de vaart:	
T.a.v. gebruik sleepboten:	
T.a.v. gebruik 'ANMS':	

De loods/instructeur heeft ook bij elke vaart een beoordeling gegeven. De resultaten van deze beoordelingen zijn ook vertaald naar een score tussen 1 en 5 en meegenomen bij de beoordeling van elke vaart. De beoordeling per vaart door de loods/instructeur is gegeven in Bijlage D

Numerieke analyse

De numerieke analyse is gebaseerd op de signalen, zoals gegeven in de dataplots en de plots van de 'geveegde baan'. De beoordeling per onderdeel (schroef/roergebruik, boegschroefgebruik en sleepbootgebruik) is als volgt uitgevoerd; de criteria worden hierna gegeven:

- Resultaat voldoet totaal niet aan criterium, score = 1
- Resultaat voldoet net niet aan criterium, score = 2
- Resultaat voldoet net wel aan criterium, maar is op de grens, score = 3
- Resultaat voldoet aan criterium, score = 4
- Resultaat voldoet ruim aan criterium, score = 5

In de tabellen in hoofdstuk 5 worden de scores per vaarscenario gegeven.

4 PRESENTATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE REAL-TIME SIMULATIES EN DE TOEGEPASTE CRITERIA

4.1 Inleiding

De resultaten van de uitgevoerde real-time simulaties zijn beoordeeld door de loodsen en geanalyseerd aan de hand van de numerieke resultaten. De numerieke resultaten van de real-time simulaties worden gegeven in de vorm van baan- en dataplots. Met de analyse van deze gegevens zijn voor de diverse schepen en wind/stroomcondities de bestuurbaarheid en het ruimtebeslag bepaald.

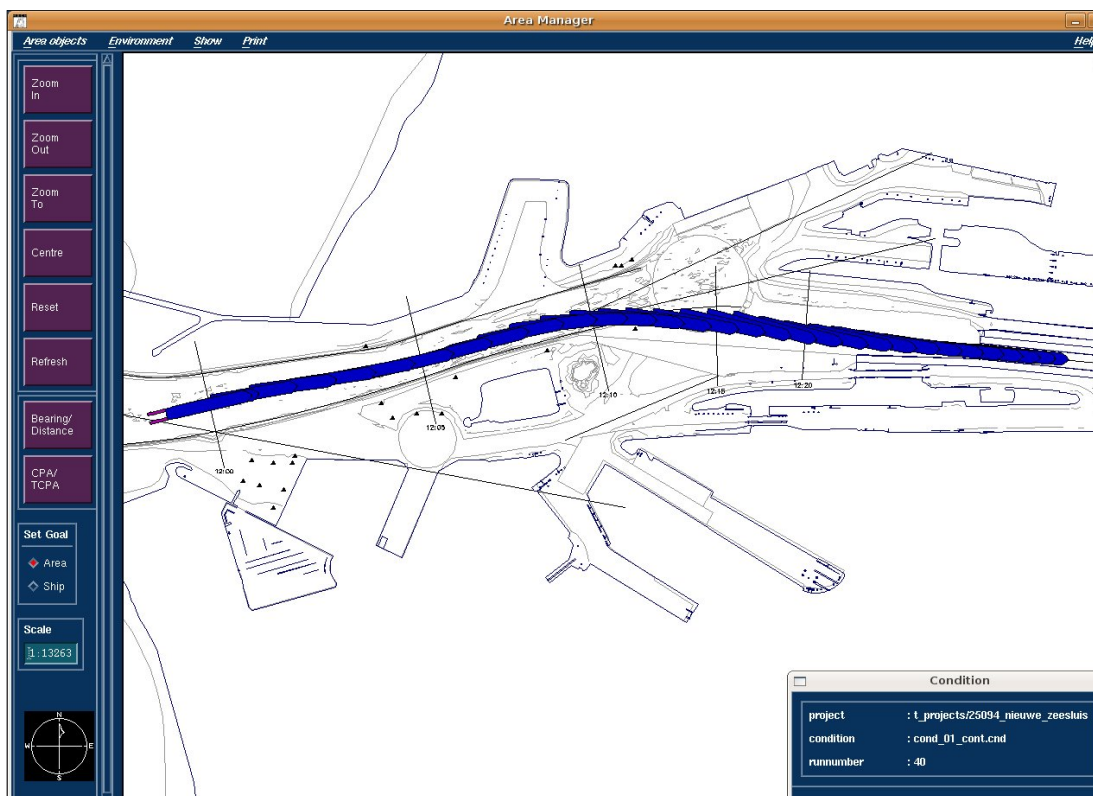
4.2 Presentatie van de resultaten

De resultaten van elk scenario worden gepresenteerd in een aantal plots (zie Bijlage E). Een voorbeeld van deze plots wordt gegeven in Figuur 4-1 t/m Figuur 4-4. Voor elke vaart worden de baanplots afzonderlijk gepresenteerd:

Figuur Runnr.: Baanplot, overzicht: met de baan van het schip (zie Figuur 4-1)

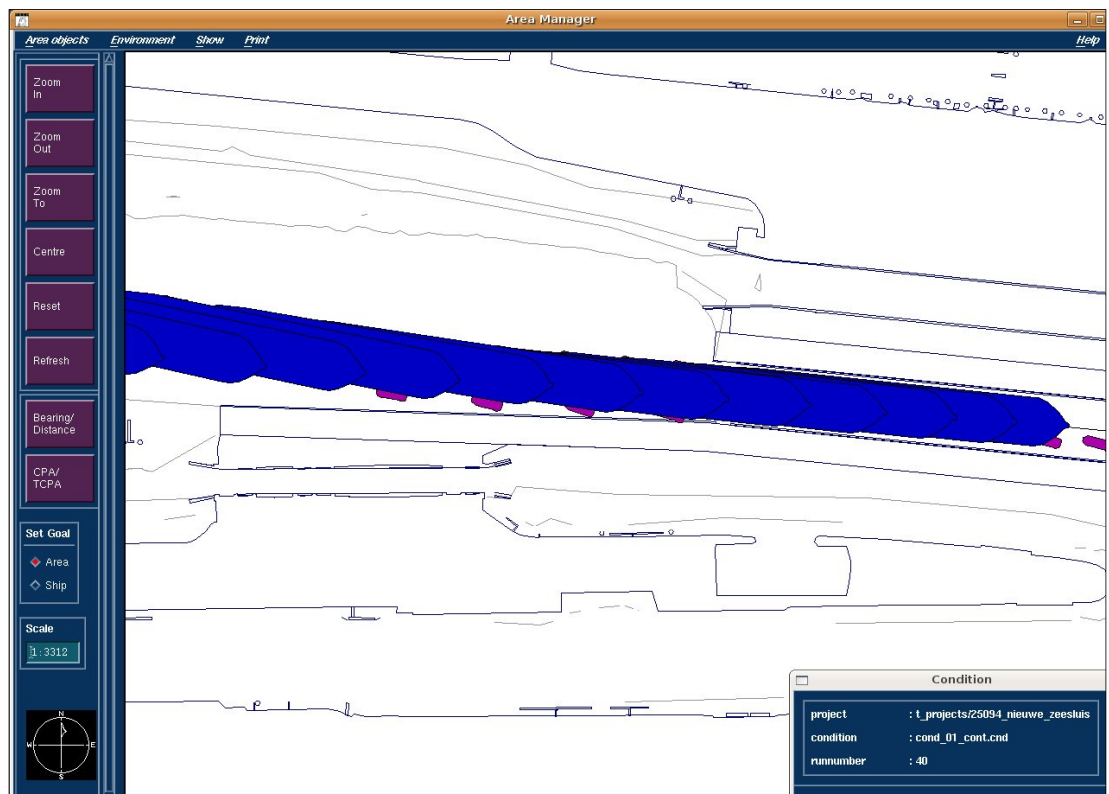
Voor het bepalen van de door de sleepboten gebruikte ruimte wordt voor de invaarten per vaart een detail plot met sleepboten gegeven:

Figuur Runnr.: Baanplot, detail²: met de baan van het schip en de sleepboten (zie Figuur 4-2)



Figuur 4-1 Voorbeeld baan plot (run 40), overzicht

² De detail plot met sleepboten wordt gegeven voor het bepalen van de door de sleepboten gebruikte ruimte.



Figuur 4-2 Voorbeeld baan plot (run 40), detail met sleepboten

Dataplots

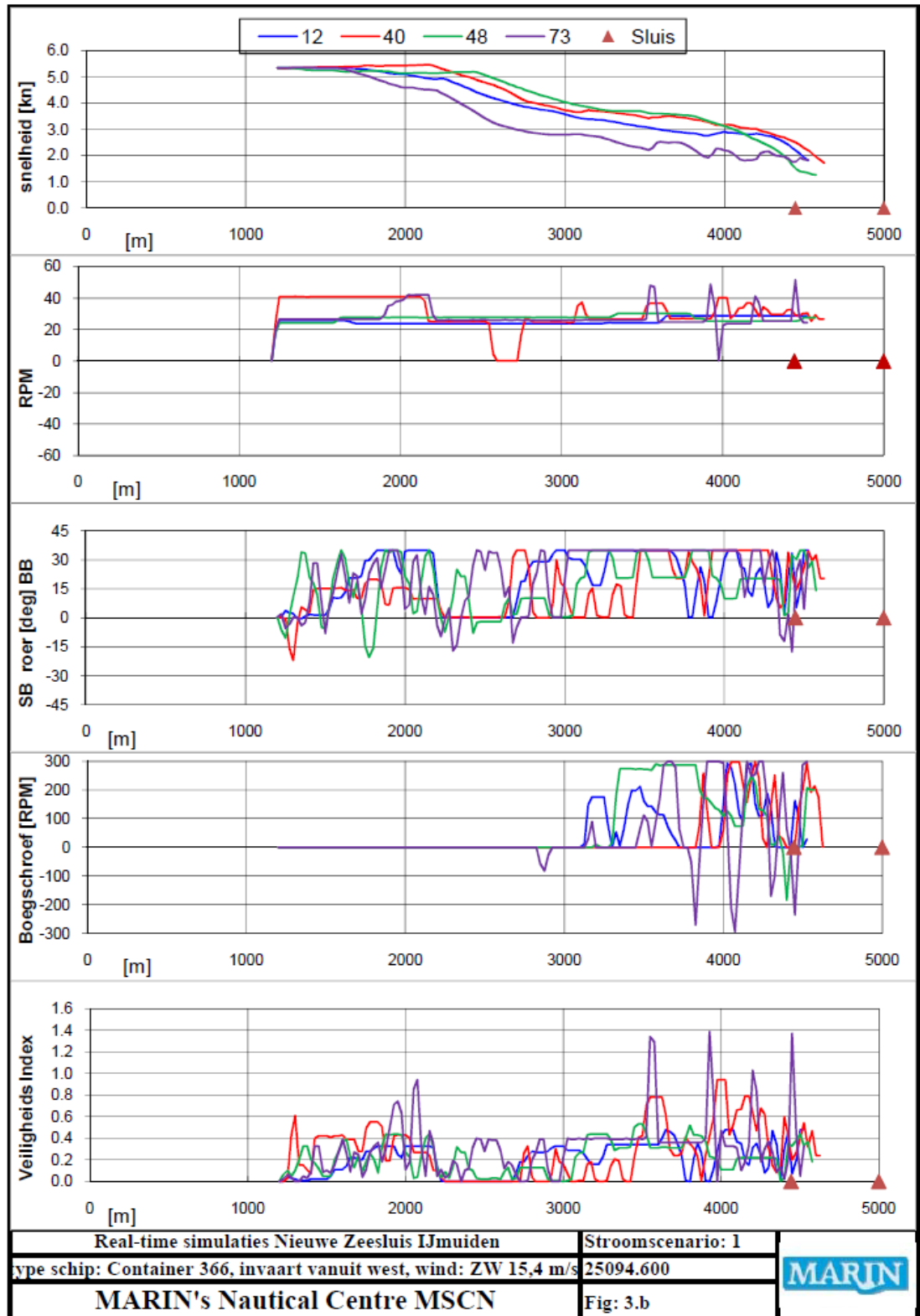
Voor de analyse van het gebruik van roer/schroef, boegschroef en sleepboten zijn dataplots gemaakt. Deze dataplots geven het verloop van de diverse signalen langs de baan van het schip weer. De analysebanen worden gegeven in Bijlage E, bij de resultaten van de diverse manoeuvres. Elke dataplot bevat de gegevens van de één tot vier vaarten per scenario (runnummers en bijbehorende lijnkleuren staan bovenaan de dataplots). Ook de locatie van de sluis is aangegeven langs de X-as van de plot. De volgende dataplots worden gepresenteerd (zie ook Bijlage E):

Figuur X.b: Dataplot met snelheid, toerental, roerhoek en veiligheidsindex (zie Figuur 4-3):

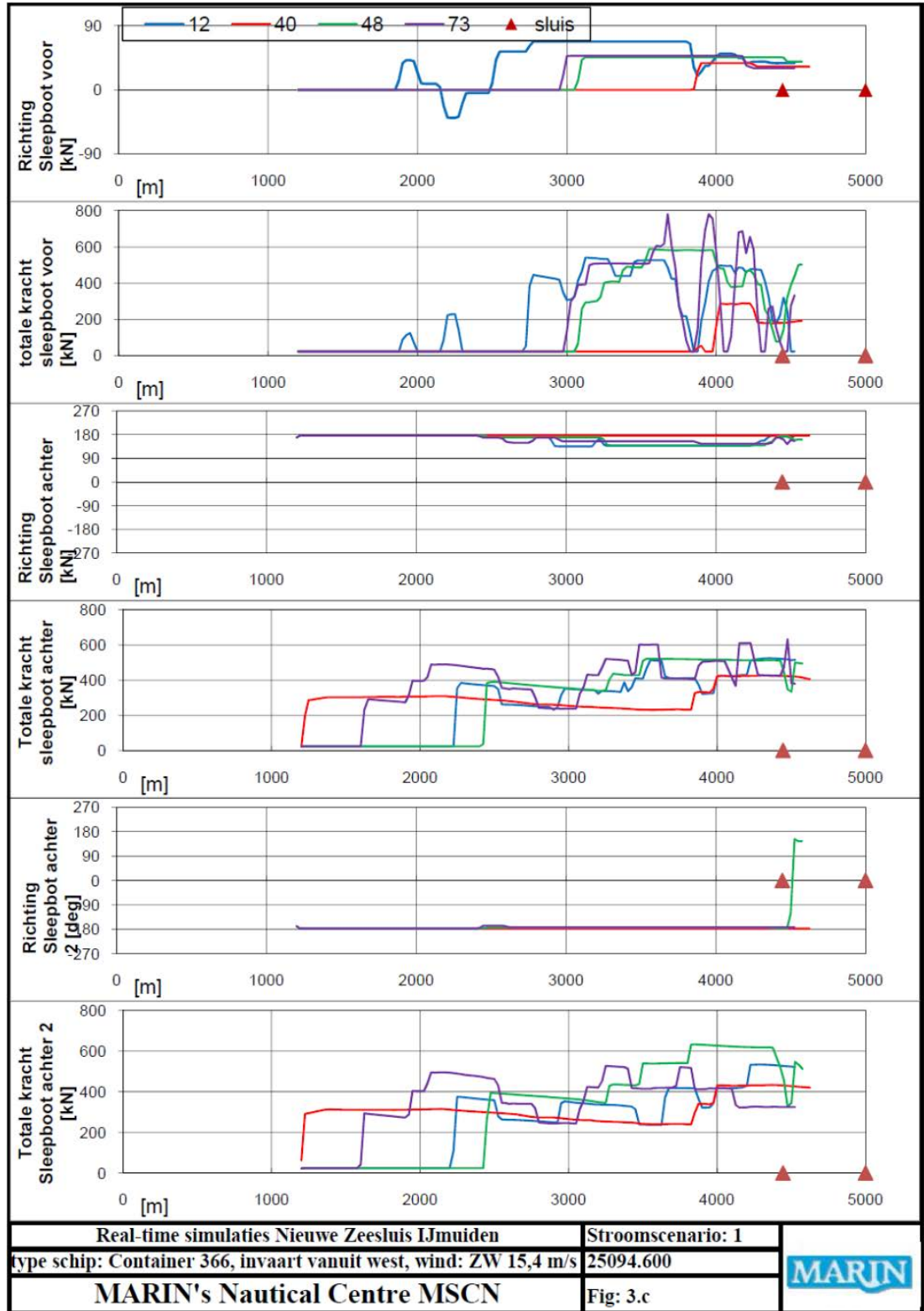
- voorwaartse snelheid van het schip over de grond [m/s];
- toerental van het schip [rps];
- roerhoek [°];
- Boegschroef RPM;
- Veiligheidsindex.

Figuur X.c: Dataplot met sleepbootkrachten voor- en achterboten (zie Figuur 4-4):

- Totale sleepkracht van voorboot [kN];
- Richting sleepkracht van voorboot [kN];
- Totale sleepkracht van SB achterboot [kN];
- Richting sleepkracht van SB achterboot [kN];
- Totale sleepkracht van BB achterboot [kN];
- Richting sleepkracht van BB achterboot [kN].



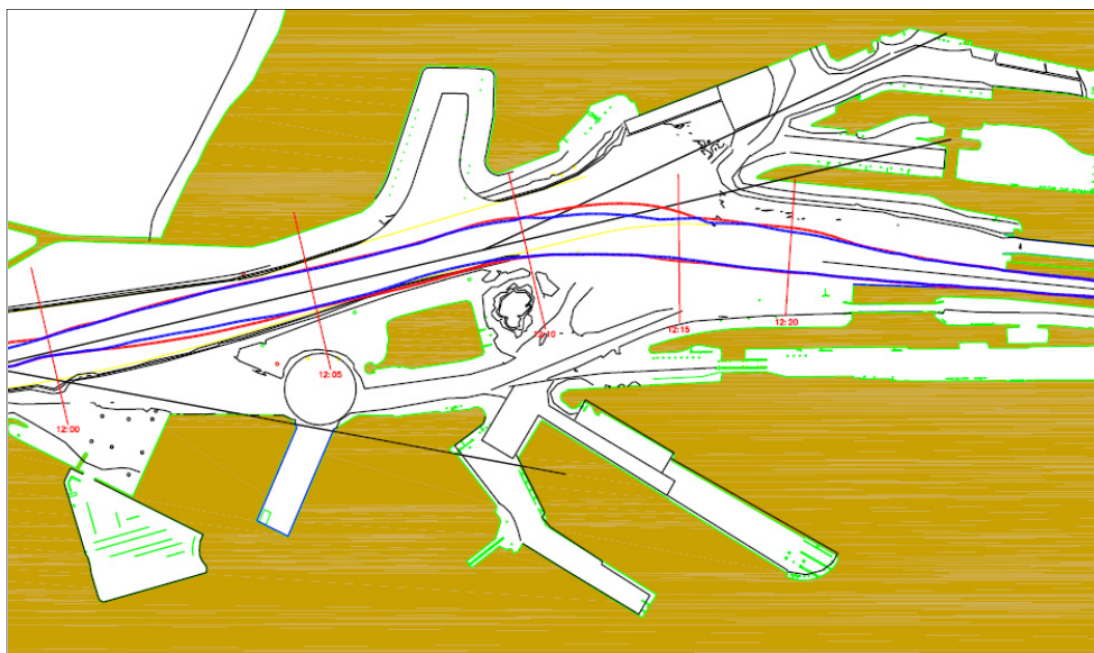
Figuur 4-3 Voorbeeld data plot X.b



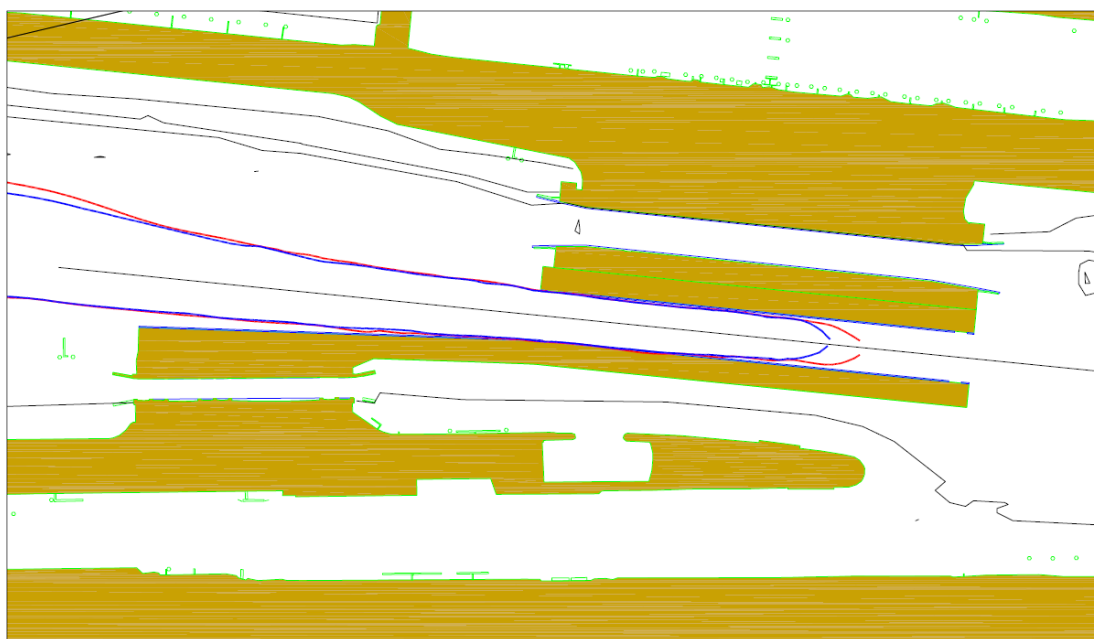
Figuur 4-4 Voorbeeld data plot X.c

Geveegde baanplots

Voor de beoordeling van het ruimtegebruik wordt het breedtebeslag van een aantal vaarten gegeven in de vorm een overzicht en een detail van de geveegde baan (zie Figuur 4-5 en Figuur 4-6). Deze plots geven de omhullende³ van alle vaarten op dat traject (rode lijnen) en de omhullende van alle vaarten min het resultaat van de slechtste vaart per dwarsdoorsnede (blauwe lijnen). Per dwarsdoorsnede kan een andere vaart verantwoordelijk zijn voor de uiterste punten zoals gerepresenteerd door de blauwe en rode lijnen. De blauwe lijnen geven een goede indicatie van de maximale padbreedte. De rode lijnen geven een indicatie van de maximale afwijking van de vaarbaan.



Figuur 4-5 Voorbeeld van geveegde baan plot, overzicht



Figuur 4-6 Voorbeeld van geveegde baan plot, detail

³ De omhullende wordt bepaald met behullende van de deklijn van het schip.

4.3 Opgestelde criteria voor real-time simulaties

Benodigde ruimte

De beoordeling van de benodigde ruimte is voor diverse groepen van scenario's uitgevoerd aan de hand van de geveegde baanplots. Hierbij is de volgende onderverdeling gemaakt:

- alle invaarten vanuit het westen met het containerschip;
- alle invaarten vanuit het westen met de bulkcarrier;
- alle uitvaarten naar het westen met het containerschip;
- alle uitvaarten naar het westen met de bulkcarrier;
- alle invaarten vanuit het oosten met het containerschip;
- alle invaarten vanuit het oosten met de bulkcarrier;

De geveegde baanplots zijn gebruikt om de benodigde ruimte aan de noordoostzijde van het Forteiland te bepalen omdat voor de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis de schepen eerder naar het oosten draaien dan voor de Noordersluis. Voor deze beoordeling wordt een veiligheidsmarge tot de oever van 0.5 B aangehouden (voor een oplopend talud, zie 'Approach Channels, A Guide for Design', Final report PIANC/IAPH [2]) als criterium. Daarnaast wordt met de geveegde baanplots van de in/uitvaart van de sluis (detail plot) beoordeeld hoeveel ruimte is gebruikt bij het oplijnen voor de sluis of bij het verlaten net na de sluis. Voor deze laatste beoordeling zijn geen harde criteria te geven. Wel geeft de breedte en het verloop van de breedte aan in hoeverre de schepen op tijd zijn opgelijnd en of bij de uitvaart de schepen snel van hun ideale baan driften.

Schroef en roergebruik

Wanneer aan de vereisten t.a.v. ruimte is voldaan (voldoende afstand tot steiger en gemeerde schepen), kan de vaart nog onveilig zijn wanneer de controlemiddelen (roer, schroef, boegschroef en sleepboten) maximaal gebruikt zijn voor een langere periode. In dat geval is er geen manoeuvreermarge over en wordt de vaart als onveilig gekwalificeerd, ondanks dat de baan plot van de vaart goede resultaten laat zien. Daarom wordt, in de volgende alinea, de analyse van controlemiddelen en de toegepaste criteria geïntroduceerd.

De toegepaste criteria voor gebruikt van machine, roer, boegschroef en sleepboten zijn door MARIN ontwikkeld. De veiligheidsmarges, die overblijven bij overschrijding van deze criteria garanderen dat er in de praktijk voldoende reserve manoeuvreervermogen over is om gevaarlijke situaties te voorkomen of nog tot een goed einde te brengen. Deze criteria worden door MARIN al meer dan 10 jaar in soortgelijke studies toegepast en zijn algemeen geaccepteerd door nautische experts van klanten en door bij deze studies betrokken loodsen.

De analyse van controlemiddelen en de toegepaste criteria volgt uit de volgende beschouwing:

Normaal gesproken wanneer het schip de haven nadert, zal worden overgeschakeld van zeevermogen (Sea Full) naar manoeuvreervermogen. In praktijk betekent dit dat er minder vermogen beschikbaar is. Bij de beoordeling van de geanalyseerde parameters is aangenomen dat er genoeg vermogen over moet zijn om, in het geval van een onverwachte situatie of een noodgeval adequaat te kunnen reageren. Om die reden worden, tijdens de manoeuvres, halve kracht vooruit of halve kracht achteruit als maximale telegraafstanden geaccepteerd. Tabel 4.1 geeft de telegraafstanden en de bijbehorende toerentallen van de twee schepen, die gebruikt worden bij de bepaling van de criteria.

Zodra de snelheid van het schip onder de 2 knopen is, wordt volle kracht vooruit of achteruit geaccepteerd voor een korte periode (minder dan 1 minuut). Onder de 2 knopen hebben de sleepboten de controle overgenomen, zodat het gebruik van motor en schroef dan minder kritisch is.

De effectiviteit van het roer is direct afhankelijk van het gebruik van de schroef. Als het schroeftoerental toeneemt, verbetert de verhoogde watersnelheid in de schroefstraal de effectiviteit van het roer aanzienlijk. Voor het gebruik van het roer (roerhoek) zou een veiligheidsmarge beschikbaar moeten zijn in het geval van een onverwachte situatie of een noodgeval. Twintig graden roer wordt beschouwd als het maximum dat kan worden toegestaan. Omdat de effectiviteit van het roer sterk afhankelijk is van de telegraafstand, is dit criterium gekoppeld aan halve kracht vooruit.

Dit criterium is gebruikt om een veiligheidsparameter op te stellen, welke als volgt is gedefinieerd:

Wanneer de schroef vooruit draait ($n > 0$):

$$\text{Veiligheidsparameter} = \delta * n * n / (\delta_{\text{crit}} * n_{\text{crit}} * n_{\text{crit}})$$

Wanneer de schroef achteruit draait ($n < 0$):

$$\text{Veiligheidsparameter} = n * n / (n_{\text{crit}} * n_{\text{crit}})$$

Met:

- δ = roerhoek;
- n = schroef toerental;
- δ_{crit} = roercriterium (20°);
- n_{crit} = schroeftoerental criterium (halve kracht vooruit/achteruit)

Voor scheepssnelheden van meer dan twee knopen, zou het veiligheids criterium tussen -1 en 1 moeten liggen. Wanneer het criterium meer dan twee minuten wordt overschreden, wordt de manoeuvre als onveilig beschouwd. De resultaten van schroef- en roergebruik wordt gegeven bij de beoordeling per vaart (zie hoofdstuk 4.3). Hierbij zijn de onderstaande telegraafstanden gebruikt. Om de bovenstaande veiligheidsparameter tussen de gestelde criteria van -1 en 1 te houden volgen bij elke telegraafstand maximale roerhoeken. Bij Harbour full is bij het containerschip bijvoorbeeld nog maar een roerhoek van $55^2/70^2 \times 20 = 12,3$ graden toegestaan om onder het criterium te blijven.

Tabel 4-1 Telegraafstanden van de schepen

Telegraafstand	'MSC type'	Bulkcarrier
Sea Full	104 rpm	75 rpm
Harbour full	70 rpm	65 rpm
Half	55 rpm	56 rpm
Slow	39 rpm	40 rpm
Dead slow	23 rpm	26 rpm

Boegschroefgebruik

Voor de boegschroef wordt een criterium van 70% van vol vermogen gebruikt (dit komt overeen met 250 RPM). Dit houdt in dat als het gemiddelde gebruik van de boegschroef op de aanloop naar de sluis of bij het verlaten van de sluis boven de 70% komt de vaart als onveilig wordt beschouwd.

Sleepbootgebruik

Ook voor de sleepboten wordt een bepaalde veiligheidsmarge gehanteerd. In de geteste situaties (maximale windsnelheid en beperkte ruimte) is een veiligheidsmarge van 30% gehanteerd. Dit houdt in dat de gemiddelde sleepbootkrachten op een bepaald deel van de manoeuvre voor voor- of achterboten, niet langdurig (langer dan 2 minuten) boven de 70% van de totaal beschikbare sleepbootkracht (549 kN of 56 ton per boot) van voor- of achterboten mogen uitkomen. Bij deze vaarten worden één voorboot en twee achterboten gebruik. Hier wordt de totaal gebruikte sleepbootkracht op het achterschip geanalyseerd en getoetst aan het criterium. Er wordt dus getoetst op de gemiddeld gebruikte kracht van de twee achterboten samen. Als één achterboot bijvoorbeeld over het criterium gaat en de andere achterboot is nauwelijks gebruikt voldoen de twee achterboot samen wel aan het criterium en wordt het gebruik van de achterboot samen als veilig beoordeeld.

5 RESULTATEN VAN DE REAL-TIME SIMULATIES

5.1 Inleiding

De resultaten van de simulaties zijn verdeeld in resultaten voor de diverse manoeuvres (invaart vanuit het westen, uitvaart naar het westen en invaart vanuit het oosten). De beoordeling is per vaart uitgevoerd, waarna deze resultaten per vaarscenario zijn samengevat. Tabel 5-1 geeft een voorbeeld van een beoordelingstabel voor vaarscenario cond_01_cont (invaart van sluis met containerschip vanuit het westen in stroomscenario 1, in combinatie met ZW wind). Alle beoordelingstabellen zijn gegeven in Bijlage F.

De tabel bevat de volgende resultaten:

- Kolom 1: Runnummer;
- Beoordeling door loods
 - Kolom 2: Algemene indruk van de gehele vaart (schaal: 1 = onveilig, 5 = veilig);
 - Kolom 3: Controleerbaarheid van het schip (schaal: 1 = niet controleerbaar, 5 = goed controleerbaar);
 - Kolom 4: in/uitvaart van de sluis (schaal: 1 = onveilig, 5 = veilig);
 - Kolom 5: zijn de effecten van de dwarsstroom bepalend voor de manoeuvre? (schaal: 1 = zeer bepalend, 5 = niet bepalend);
- Kolom 6: Beoordeling door loods/instructeur: Algemene indruk van de gehele vaart (schaal: 1 = onveilig, 5 = veilig);
- Kolom 7: Numerieke score van roer/schroefgebruik;
- Kolom 8: Numerieke score van boegschroefgebruik (indien boegschroef aanwezig);
- Kolom 8: Numerieke score van gebruik van voorsleepboot;
- Kolom 9: Numerieke score van gebruik van achtersleepboten;

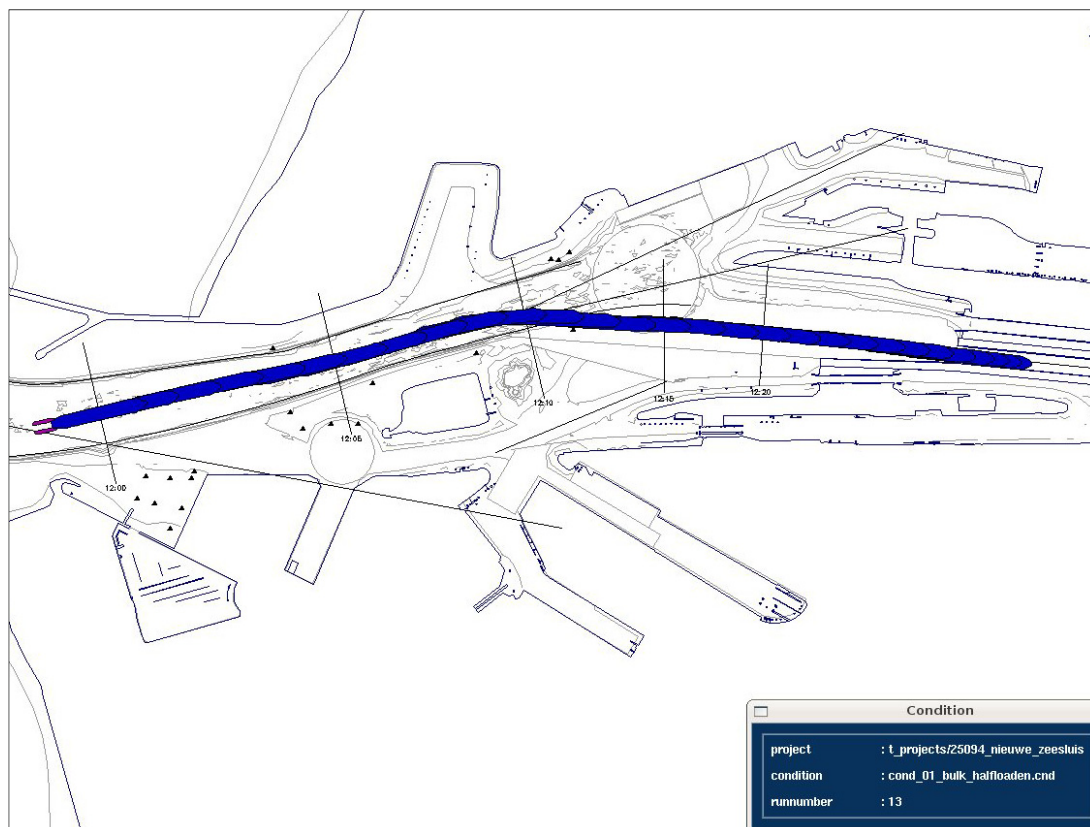
In de laatste rij van de tabel zijn de totaalscores per onderdeel gegeven. Deze totaalscores bepalen uiteindelijk de veiligheid van een bepaalde geteste conditie. Als één van de kolommen een score van 2 heeft, wordt de conditie als onveilig gekwalificeerd omdat alle aspecten, waarop beoordeeld is, essentieel zijn voor een veilige vaart. Omdat de resultaten van een conditie de gemiddelden zijn van de resultaten van de individuele vaarten kunnen eventuele slechte resultaten van één vaart worden gecompenseerd door betere resultaten van een andere vaart. Er wordt daarbij van uitgegaan dat als de Nieuwe Zeesluis gebouwd is door training de loodsen allemaal tenminste de gemiddelde resultaten kunnen behalen, zonder uitschieters naar beneden. Daarnaast zit in de toegepaste criteria nog een veiligheidsmarge, zodat als er in de praktijk toch slechter wordt gescoord op een punt, dit niet direct tot schade zal leiden.

Tabel 5-1 Voorbeeld beoordelingstabel vaarscenario cond_01_cont bij ZW wind 15,4 m/s

Run nr.	Loods				Instruc- teur	Numerieke analyse			
	Algemene indruk	Controleer- baarheid	In/uitvaart Sluis	Effect van stroom		Algemene indruk	Roer/schroef	Boegschroef	Voorboot	Achterboten
12	5	4	5	4	3	5	5	5	5
40	5	5	5	5	5	4	4	5	5
48	5	5	5	4	5	5	4	4	5
73	3	3	3	3	2	3	4	2	5
Totaal	4.5	4.25	4.5	4	3.75	4.25	4.25	4	5

5.2 Invaart vanuit het westen

Voor de invaart vanuit het westen (zie figuur 5.1) zijn 10 verschillende condities getest. De vaarten zijn gemaakt met het containerschip en de gelichterde bulkcarrier, diepgang 13,7 m (bulk_half_loa) in vier verschillende stroomscenario's.



Figuur 5-1 Voorbeeld invaart vanuit het westen

De resultaten van de vaart⁴ in **stroomsENARIO 10** (openen sluisdeur Middensluis bij hoog water met spuistroom) geven aan dat de (dwars) stroomsnelheden, die ontstaan in de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis door het openen van de sluisdeur van de Middensluis geen merkbare effecten hebben op de invaart van de Nieuwe Zeesluis. Zowel de beoordeling door de loodsen als de numerieke resultaten geven aan dat deze vaart veilig uit te voeren is.

De familiarisatievaarten met het containerschip (cond_01_cont, 2 vaarten) en de gelichterde bulkcarrier (cond_01_bulk_half_loa, 2 vaarten) met een gereduceerde wind (Bft 4) in **stroomsENARIO 1** (openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis bij laag water met spuistroom) geven betere resultaten dan de vaarten met wind Bft 7 en Bft 8, ondanks dat de loodsen deze vaarten hebben uitgevoerd om te wennen aan de ligging van de Nieuwe Zeesluis. Hieruit valt al te concluderen dat de wind veel meer invloed heeft dan de variërende dwarsstroom in de aanloop naar de sluis.

De resultaten van de vaarten met de gelichterde bulkcarrier in stroomsENARIO 5 (openen van de sluisdeur van de Noordersluis bij laag water met spuistroom), in wind **Bft 8 (cond_05_bulk_half-Loa, ZW 19,0 m/s)** geven een veel gunstiger beeld te zien. De beoordeling door de loodsen alsook de resultaten van de numerieke analyse geven aan dat er geen punten zijn waarop onveilig wordt gescoord. Wel zijn de resultaten iets slechter dan van de vergelijkbare conditie in stroomsENARIO 5, in wind **Bft 7 (cond_05_bulk_half-Loa, ZW 15,4 m/s)**. Opmerkelijk is dat het effect van de stroom bij de hogere wind lager wordt beoordeeld door de loodsen. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat de effecten van de stroom minder opvallen doordat er meer aandacht nodig is voor de hogere windkrachten op het schip. Ook bij de vaarten met de bulkcarrier en het containerschip in **stroomsENARIO 1** (openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis bij laag water met spuistroom) is te zien dat bij de bulkcarrier meer effecten van de stroom worden opgemerkt (vergelijk cond_01_bulk_half-Loa, ZW 15,4 m/s met cond_01_cont, ZW 15,4 m/s).

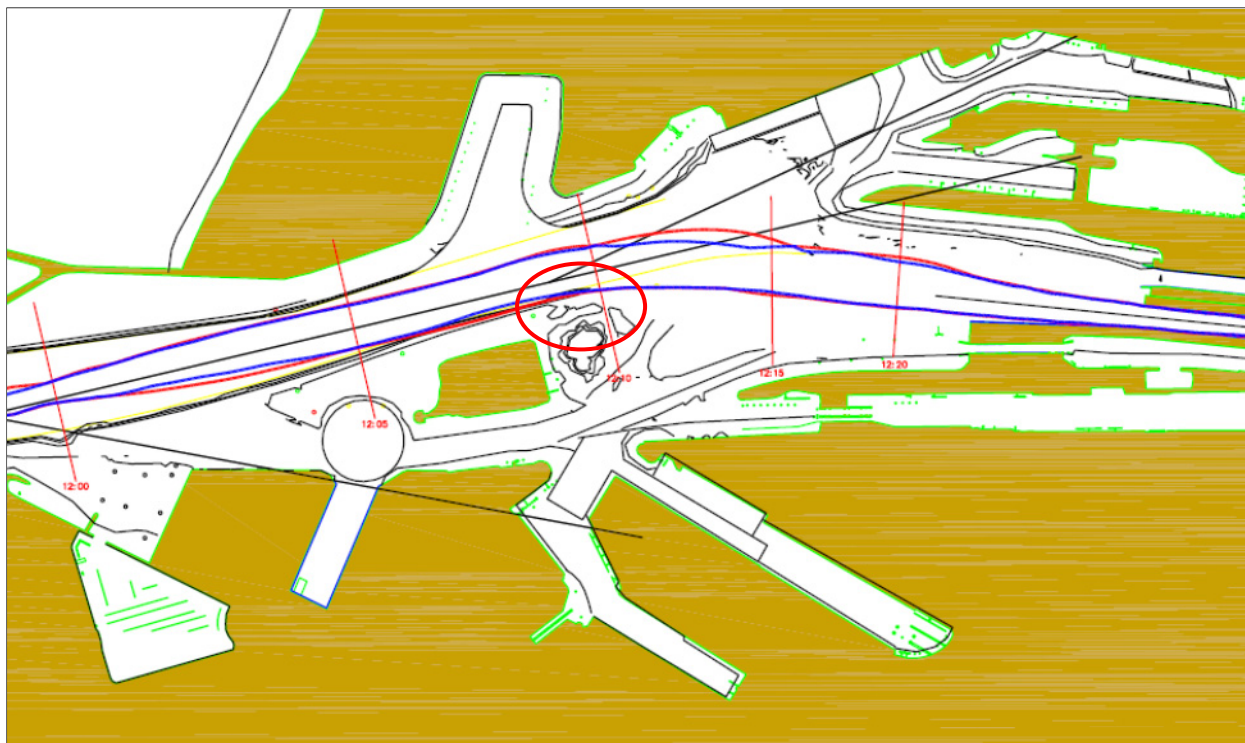
Voor alle geteste vaarsENARIO's voor de invaart vanuit het westen, op **cond_05_cont, ZW 19,0 m/s** na, geldt dat ze veilig uit te voeren zijn en dat er voldoende marge is. De spuistroom wordt niet als hinderlijk ervaren, vooral omdat de schepen daar nog voldoende vaart lopen om de stroom te kunnen compenseren.

De vaarten in **stroomsENARIO 2** (openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis bij hoog water zonder spuistroom) zijn iets moeilijker dan in **stroomsENARIO 1** omdat de stroom in de aanloop naar de sluis in stroomsENARIO 2 (20 tot 40 %) hoger is. Er is weinig verschil tussen de **stroomsENARIO 1 en 5**, hoewel de loodsen stroomsENARIO 5 iets makkelijker vinden.

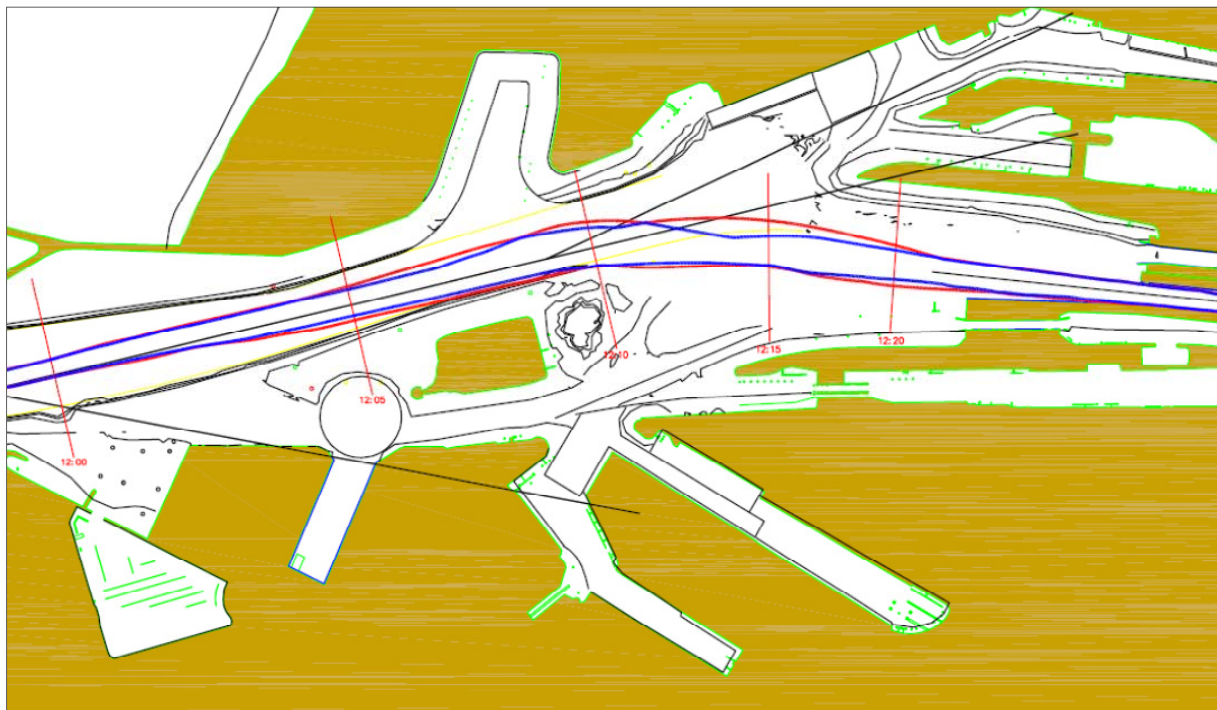
⁴ In scenario 10 is maar één vaart uitgevoerd omdat na deze vaart al direct duidelijk was dat deze conditie verder geen problemen op zou leveren.

De geveegde baan plot van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-2 en figuur 5-3) laten te zien dat de schepen op, of zelfs iets over de geulgrens ten noordoosten van het Forteiland varen. De blauwe en rode lijnen vallen hier samen, wat aangeeft dat er niet veel variatie is geweest tussen de vaarten op dit punt. In de aanloop naar de sluis is wel meer variatie te zien. Verder is de variatie tussen de vaarten bij de bulkcarrier wat kleiner dan bij de vaarten met het containerschip. Dit is te verwachten omdat het containerschip veel windgevoeliger is en daardoor sneller van de ideale baan wordt gedrukt. Ook zal het containerschip meer driften, waardoor de individuele padbreedte per vaart toeneemt, maar ook de totale breedte van alle vaarten samen.

Omdat de schepen voor het oplijnen naar de Nieuwe Zeesluis dicht langs of zelfs op de NAP – 18 m dieptelijnen ten noordoosten van het Forteiland varen wordt geadviseerd om aandacht te geven aan het diepteverloop aan de binnenkant van de bocht (aangegeven in figuur 5-2). Op dit moment kunnen de schepen met een diepgang van 13,7 m op weg naar de sluis hier nog varen maar het talud moet wel zodanig verlopen dat op de diepgang van deze schepen (bij laag water) nog voldoende marge over is (0,5 B, zie criterium in paragraaf 4.3).



Figuur 5-2 Geveegde baan plot 'invaart vanuit het westen' voor het containerschip

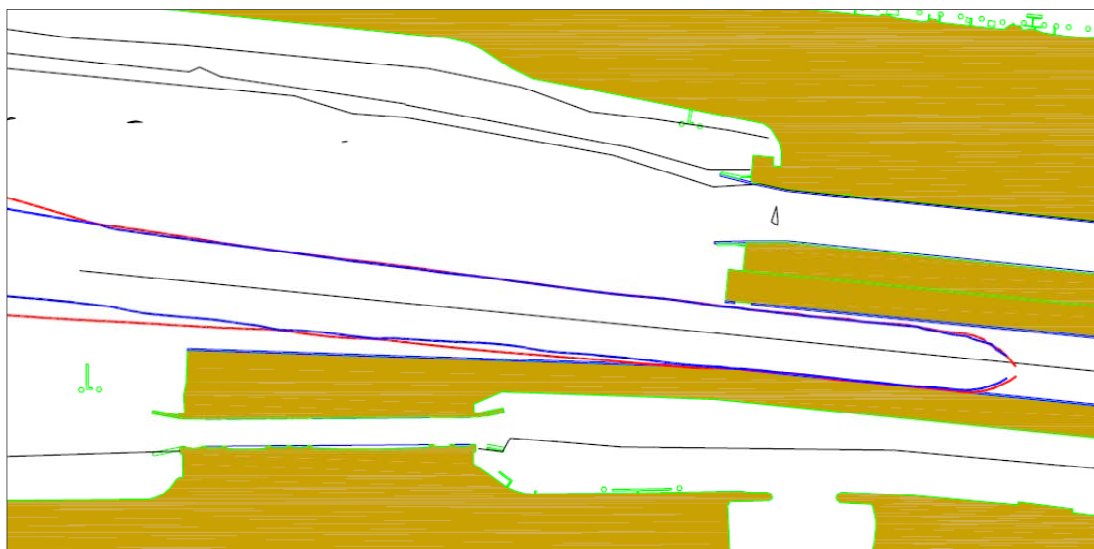


Figuur 5-3 Geveegde baan plot 'invaart vanuit het westen' voor de bulkcarrier

De geveegde baan plot van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-4 en figuur 5-5) vlak voor de sluis laten te zien dat ook hier de bulkcarrier een smallere padbreedte gebruikt. Het schip drift minder en is in de geteste windcondities beter onder controle te houden. Het containerschip dat veel windgevoeliger is raakt in bepaalde vaarten al de geleidemuur voor de sluis en raakt in de verschillende vaarten de noordelijke of zuidelijke drijfrahmen. Op zich is dit geen probleem omdat de drijfrahmen daarvoor bedoeld zijn maar het geeft wel aan dat het positioneren van het containerschip in de aanloop naar de sluis onder deze gecombineerde wind- en stroomomstandigheden moeilijker is dan met de bulkcarrier. Hieruit kan ook geconcludeerd worden dat de dwarsstroom in de aanloop naar de sluis niet alleen de bepalende factor is. De combinatie van wind en stroom zorgen voor de grotere breedte, die gebruikt wordt door het containerschip.



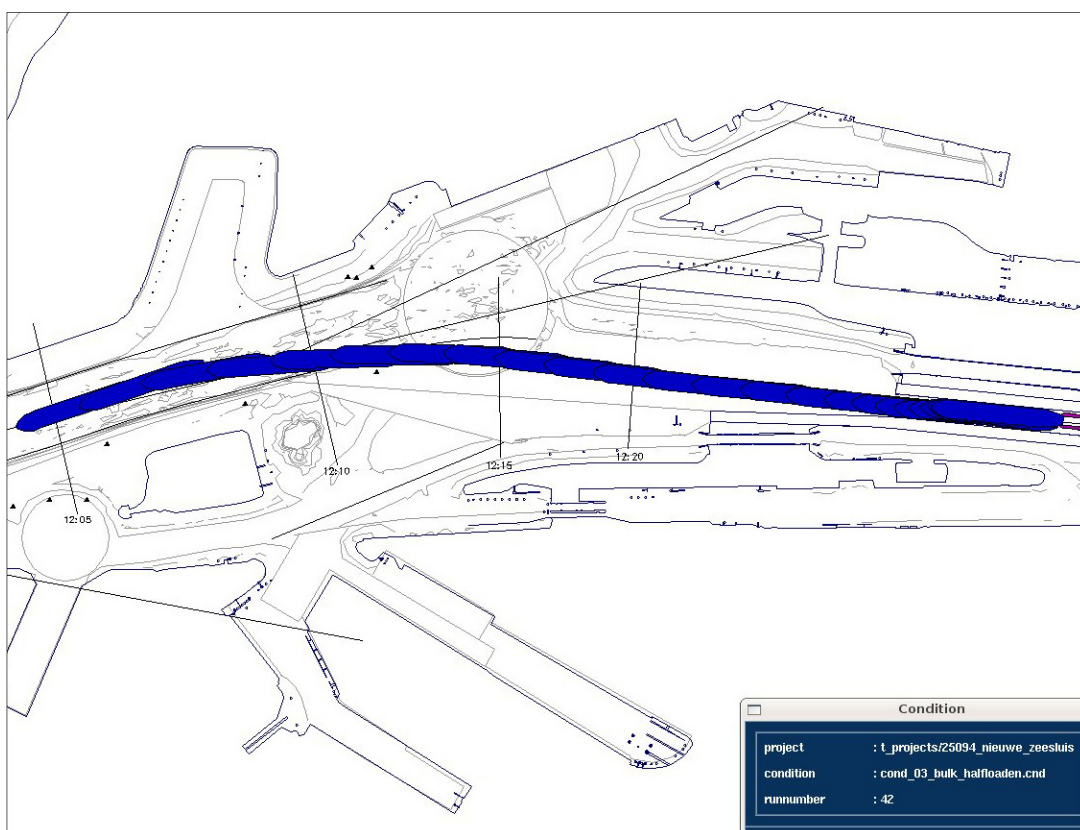
Figuur 5-4 Geveegde baan plot 'westkant voor invaart van de sluis' voor het containerschip



Figuur 5-5 Geveegde baan plot 'westkant voor invaart van de sluis' voor de bulkcarrier

5.3 Uitvaart naar het westen

Voor de uitvaart naar het westen (zie figuur 5.6) zijn zes verschillende condities getest. De vaarten zijn gemaakt met het containerschip en de gelichterde en geballaste bulkcarrier, in vier verschillende stroomscenario's.



Figuur 5-6 Voorbeeld uitvaart naar het westen

Tabel 5.3 geeft zowel de beoordeling door de loodsen en de loodsinstructeur als de numerieke analyse.

De resultaten van de vaarten in **stroomscenario 5 en 6** (het openen van de sluisdeur van de Noordersluis respectievelijk bij laag water met spuistroom en bij hoog water zonder spuistroom), in combinatie met de **NW Bft 7 wind (cond_20_cont)** geven aan dat er teveel kracht nodig is op het voorschip (boegschroef overbelast, rood en voorsleepboot nog net acceptabel, oranje). Ook de loodsinstructeur geeft aan dat de vaarten in **stroomscenario 6**, in combinatie met de **NW Bft 7 wind (cond_24_cont)** niet meer veilig zijn. Bij de vaarten met NW wind in combinatie met zuidgaande dwarsstroom, die bij het openen van de deur van de Noordersluis optreedt, is het schip alleen met veel moeite vrij te houden van de geleidemuur. Dit effect is veel sterker dan de combinatie van ZW wind met de noordgaande dwarsstroom die optreedt bij het openen van de deur van de Nieuwe Zeesluis (stroomscenario's 1 en 2). Bovendien is er veel meer ruimte voor het uitvarende schip naar het noorden, zodat verzet naar het noorden, bij het verlaten van de sluis een veel minder groot probleem is.

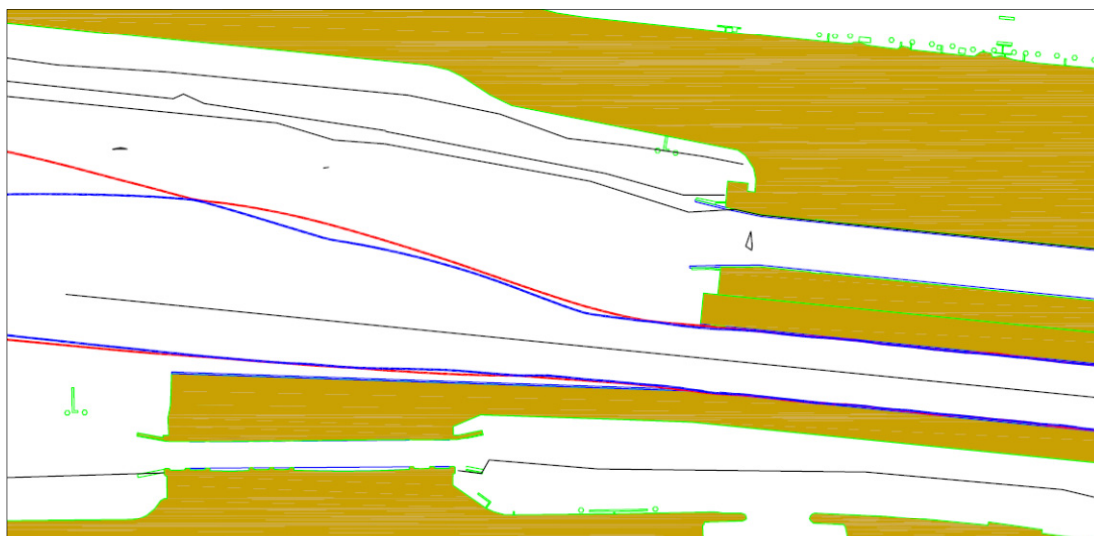
Tabel 5-3 Resultaten uitvaart naar het westen

Simulator conditie	schepen	Stroom scenario	Wind [m/s]	Loods				Instruc- teur	Numerieke analyse			
				Algemene indruk	Controleer- baarheid	In/uitvaart Sluis	Effect van stroom		Algemene indruk	Roer/schroef	Boegschroef	Voorboot	Achterboten
cond_03_cont	Container 366	1	ZW 15,4	5	5	5	5	4	4.5	3.75	3.5	5
cond_03_bulk_h alf_loa	Bulkcarrier 13,7 m	1	ZW 15,4	5	5	5	4.5	5	4.75	0	4.75	5
cond_03_bulk_b allast	Bulkcarrier 9 m	1	ZW 15,4	5	5	5	4.75	5	4.75	0	5	5
cond_07_cont	Container 366	2	ZW 15,4	4.75	4.75	5	4.5	3.5	4.75	3.75	4.25	5
cond_20_cont	Container 366	5	NW 15,4	4.5	4	4	4.5	3.25	4.25	2.5	3	5
cond_24_cont	Container 366	6	NW 15,4	4.5	4.75	4.5	4	2.75	4.5	2.5	3	5

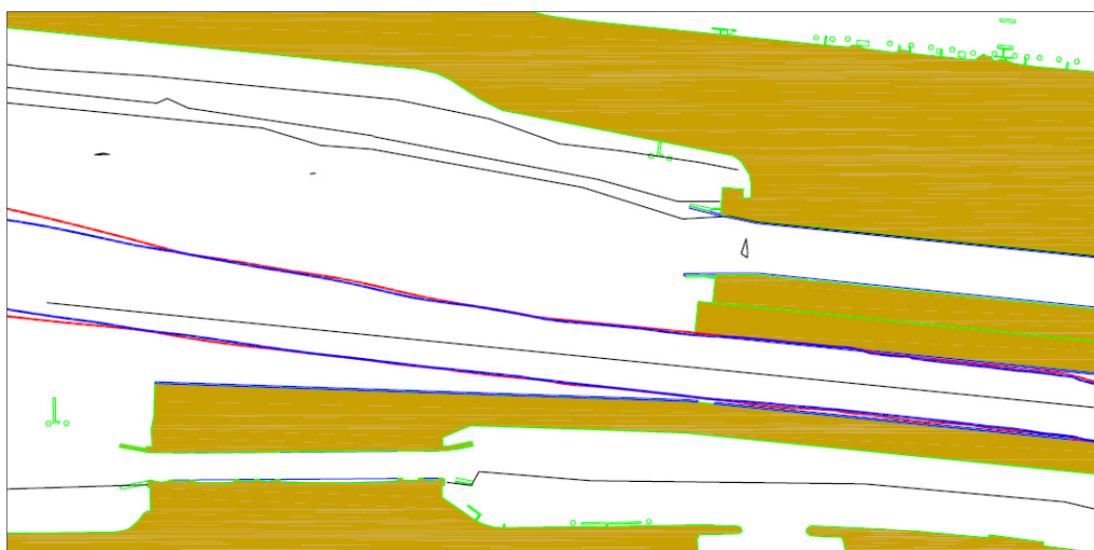
De vaarten in **stroomscenario's 1 en 2** (het openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis respectievelijk bij laag water met spuistroom en bij hoog water zonder spuistroom), in combinatie met de **ZW Bft 7 wind** kunnen dan ook veilig uitgevoerd worden. Ook hier zijn de vaarten in **stroomscenario 2** moeilijker dan in **stroomscenario 1** omdat de stroom in stroomscenario 2 hoger is (vergelijk **cond_03_cont, ZW 15,4 m/s** en **cond_05_cont, ZW 15,4 m/s**).

De geveegde baan plot van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-7 en figuur 5-8) aan de westkant, vlak na het verlaten van de sluis laten te zien dat de bulkcarrier een veel smallere padbreedte gebruikt. Ook de geballaste bulkcarrier drift minder en is in de geteste windcondities beter onder controle te houden dan het windgevoelige containerschip.

Het containerschip, heeft net buiten de sluis al veel meer breedte nodig. Op zich is dit geen probleem omdat die ruimte er wel is, maar het houdt in dat andere scheepvaart minder ruimte heeft voor het naderen van de Noordersluis in deze situatie. Ook voor het containerschip zorgt de combinatie van wind en stroom voor de grotere breedte, die gebruikt wordt door het containerschip. Daarnaast zorgt de geleidemuur aan de zuidkant dat het schip niet naar het zuiden kan uitwijken en daardoor ruimte aan de noordas van de sluis zal moeten gebruiken.



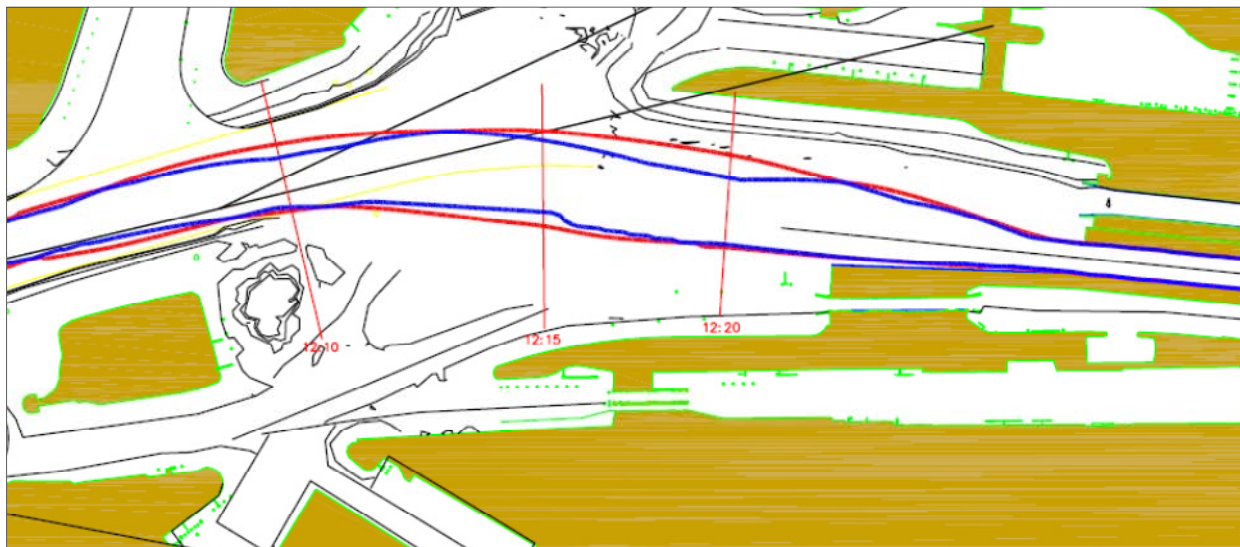
Figuur 5-7 Geveegde baan plot 'westkant na verlaten van de sluis' voor het containerschip



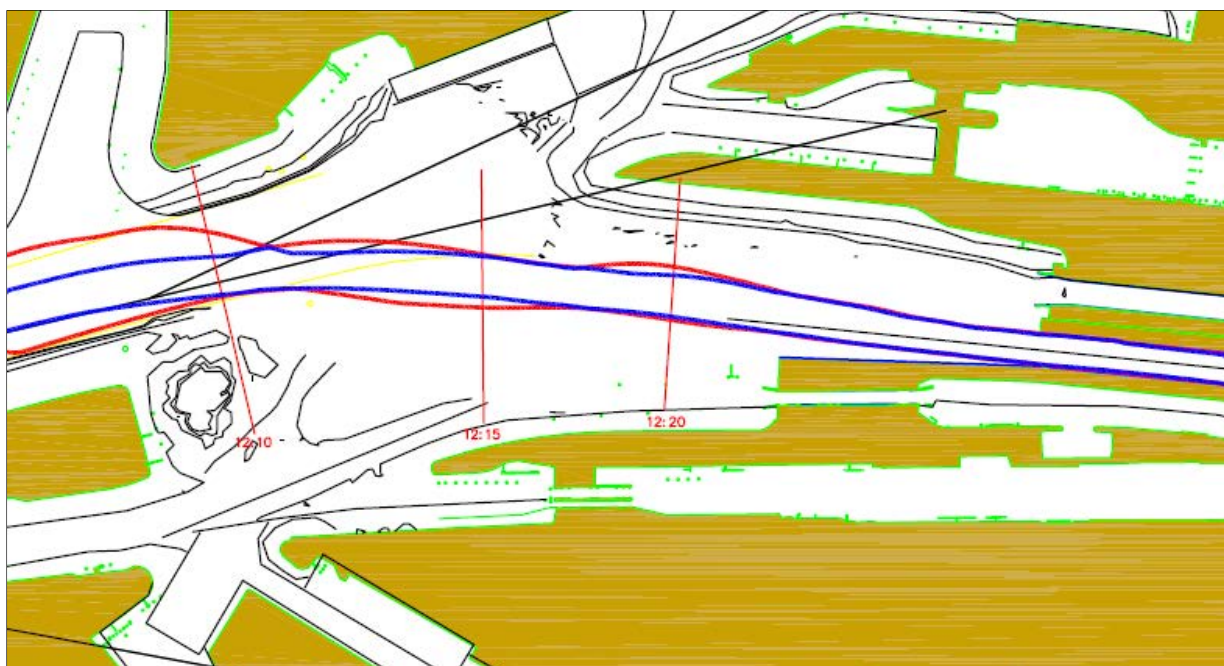
Figuur 5-8 Geveegde baan plot 'westkant na verlaten van de sluis' voor de bulkcarrier

De geveegde baanplot van de hele vaarten van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-9 en figuur 5-10) laten te zien dat de vaarten met het containerschip ook naar het westen toe een veel groter geveegd pad blijven houden dan de vaarten met de bulkcarrier. Het onder controle krijgen van dit windgevoelige schip kost een vrij grote lengte, waardoor de vaart naar de Noordersluis meer belemmerd wordt dan als de bulkcarrier de sluis verlaat.

Verder laten de geveegde baanplots zien dat de schepen wat ruimte houden ten noordoosten van het Forteiland. De blauwe en rode lijnen vallen hier niet samen, wat aangeeft dat er wat variatie is in de gevaren banen. De extra ruimte, die hier eventueel voor de oostgaande vaart benodigd is, heeft ook een gunstig effect voor de uitgaande vaart, maar is hiervoor minder noodzakelijk.



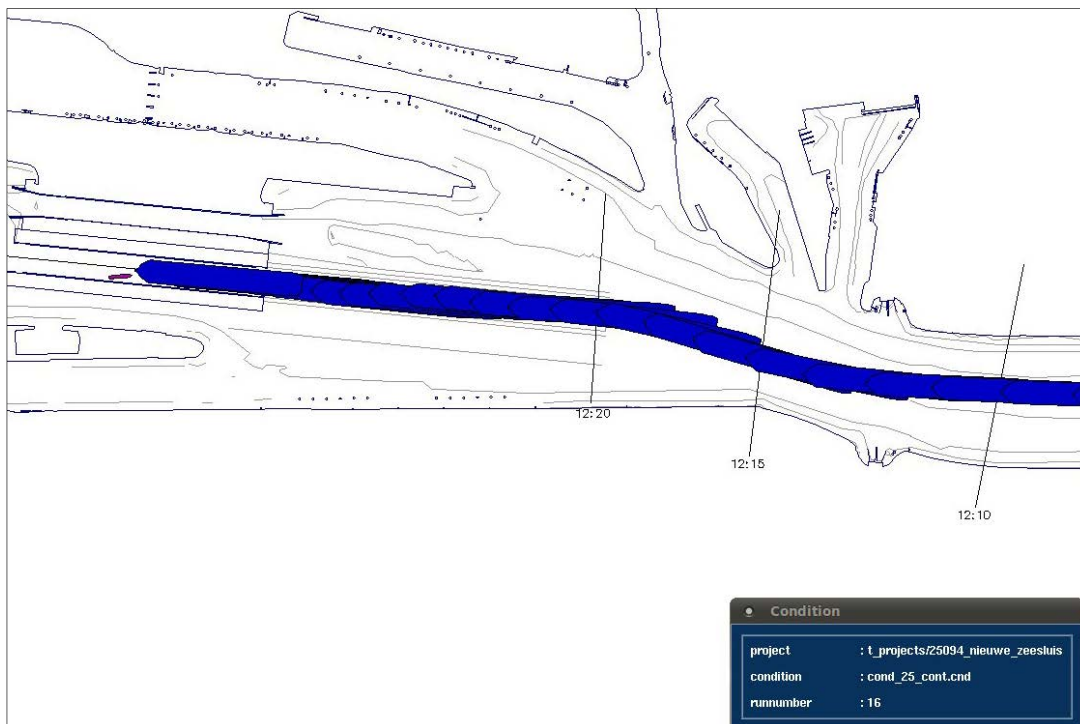
Figuur 5-9 Geveegde baan plot 'uitvaart naar het westen' voor het containerschip



Figuur 5-10 Geveegde baan plot 'uitvaart naar het westen' voor de bulkcarrier

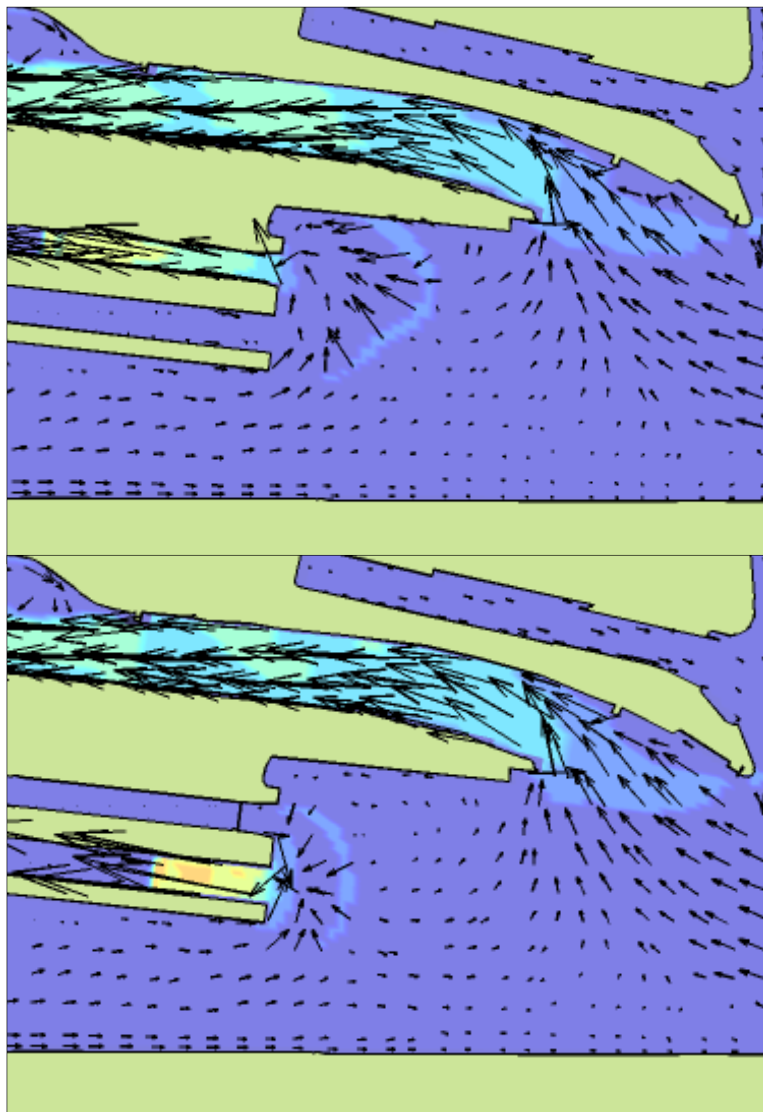
5.4 Invaart vanuit het oosten

Voor de invaart vanuit het oosten (zie figuur 5.11) zijn zeven verschillende condities getest. De vaarten zijn gemaakt met het containerschip en de geballaste bulkcarrier, diepgang 9,0 m (bulk_ballast) in twee verschillende stroomscenario's.



Figuur 5-11 Voorbeeld invaart vanuit het oosten

De stroomscenario's 7 en 8 treden respectievelijk op bij het openen van de sluisdeur van de Noordersluis bij laag water met spuistroom en bij hoog water zonder spuistroom. Bij het openen van de sluisdeur van de Noordersluis treden in de aanloop naar de Nieuwe Zeesluis veel meer dwarsstroom componenten op dan bij het openen van de deur van de Nieuwe Zeesluis, omdat deze vrij symmetrisch ligt t.o.v. de aanloop (zie figuur 5-12).



Figuur 5-12 Verschil dwarsstroom in vaarbaan naar Nieuwe Zeesluis bij openen sluisdeur Noordersluis of Nieuwe Zeesluis

Tabel 5.4 geeft zowel de beoordeling door de loodsen en de loodsinstructeur als de numerieke analyse. De *schuin gedrukte* vaarscenario's zijn familiarisatievaarten, die gevaren zijn met een lage windsnelheid; het **dik gedrukte** vaarscenario zijn uitgevoerd met wind Bft 8.

Tabel 5-4 Resultaten invaart vanuit het oosten

Simulator conditie	schepen	Stroom scenario	Wind [m/s]	Loods				Instruc- teur	Numerieke analyse			
				Algemene indruk	Controleer- baarheid	In/uitvaart Sluis	Effect van stroom		Algemene indruk	Roer/schroef	Boegschroef	Voorboot	Achterboten
cond_25_cont	Container 366	7	ZW 8	5	5	5	5	4.5	5	5	5	5
cond_25_cont	Container 366	7	ZW 15,4	4	5	4	3.5	3.5	5	3.25	3	3.75
cond_25_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	7	ZW 8	geen enquête resultaten				5	5	n.v.t.	5	5
cond_25_bulk_b allast	Bulkcarrier 9 m	7	ZW 15,4	5	5	5	3.75	4	5	n.v.t.	4.75	5
cond_29_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	8	ZW 19,0	2	3	3	4.5	2	4.5	n.v.t.	2	4
cond_29_cont	Container 366	8	ZW 15,4	3.5	4	3.5	3	2.25	4.25	2.75	3	3.5
cond_29_bulk_b allast	Bulkcarrier 9 m	8	ZW 15,4	4	4	4.5	4	3.25	5	n.v.t.	4.75	5

De resultaten van de vaarten met de geballast bulkcarrier in stroomscenario 8 (het openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis zonder spuistroom) in wind **Bft 8 (cond_29_bulk_ballast, ZW 19,0 m/s)** geven aan dat deze conditie onveilig (rood) is. Op zowel de beoordeling door de loodsen als op het gebruik van voorsleepboot scoort deze conditie onveilig. De oranje beoordelingspunten zijn nog juist veilig maar de rode zijn onveilig. De schepen zijn tijdens deze vaarten wel in de sluis terecht gekomen, maar er is dan geen veiligheidsmarge over voor het opvangen van welke onverwachte gebeurtenis ook. Deze resultaten bevestigen de resultaten van de statische windkrachtberekeningen (zie paragraaf 3.5). Uit deze berekeningen volgt dat de windkrachten even groot zijn als het vermogen van de voorsleepboot als er een veiligheidsmarge van 30% wordt gehanteerd. Deze veiligheidsmarge is bij deze vaarten gebruikt voor het opvangen van de bewegingen van het schip in de variërende dwarsstroom waardoor ook in de simulaties de criteria voor het gebruik van de voorsleepboot werden overschreden.

Uit de vergelijking van de resultaten van de vaarscenario's **cond_25_cont, ZW 15,4 m/s** in **stroomscenario 7** en **cond_29_cont, ZW 15,4 m/s** in **stroomscenario 8** volgt dat de grotere dwarsstroom in de vaarbaan naar de Nieuwe Zeesluis, in stroomscenario 8 de vaart met het containerschip onveilig maakt. Ook hier geldt weer dat de hogere dwarsstroom vlak voor de sluis in combinatie met de wind net te veel is voor een veilige invaart.

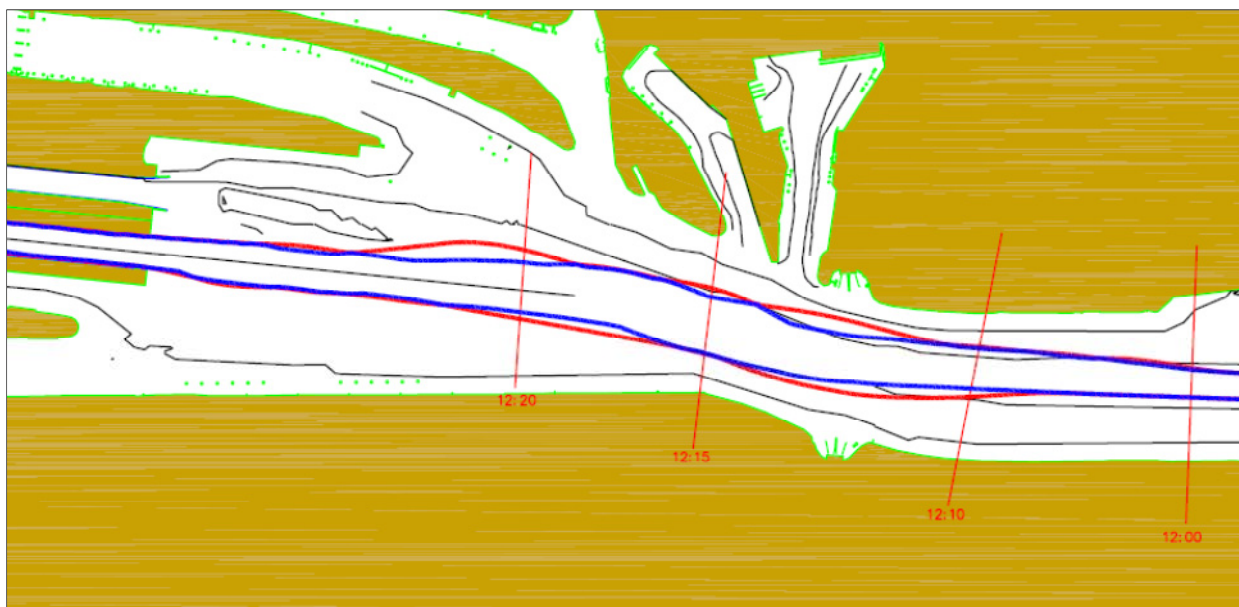
De *familiarisatievaarten* met het containerschip (cond_25_cont, 2 vaarten) en de geballaste bulkcarrier (cond_25_bulk_ballast, 1 vaart) met een gereduceerde wind (Bft 4) in **stroomscenario 7** geven betere resultaten, dan de vaarten met wind Bft 7 en Bft 8 ondanks dat de loodsen deze vaarten hebben uitgevoerd om te wennen aan de ligging van de Nieuwe Zeesluis. Dit geeft aan dat de variërende dwarsstroom in de aanloop naar de sluis niet alleen de bepalende factor is voor de veiligheid. Vooral de combinatie van wind en stroom bepalen de uitvoerbaarheid van de vaarten.

Voor de volgende drie vaarscenario's voor de invaart vanuit het oosten in stroomscenario's 7 en 8 (het openen van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis respectievelijk met spuistroom en zonder spuistroom), **cond_25_cont, ZW 15,4 m/s**, **cond_25_bulk_ballast, ZW 15,4 m/s** en **cond_29_bulk_ballast, ZW 15,4 m/s**, geldt

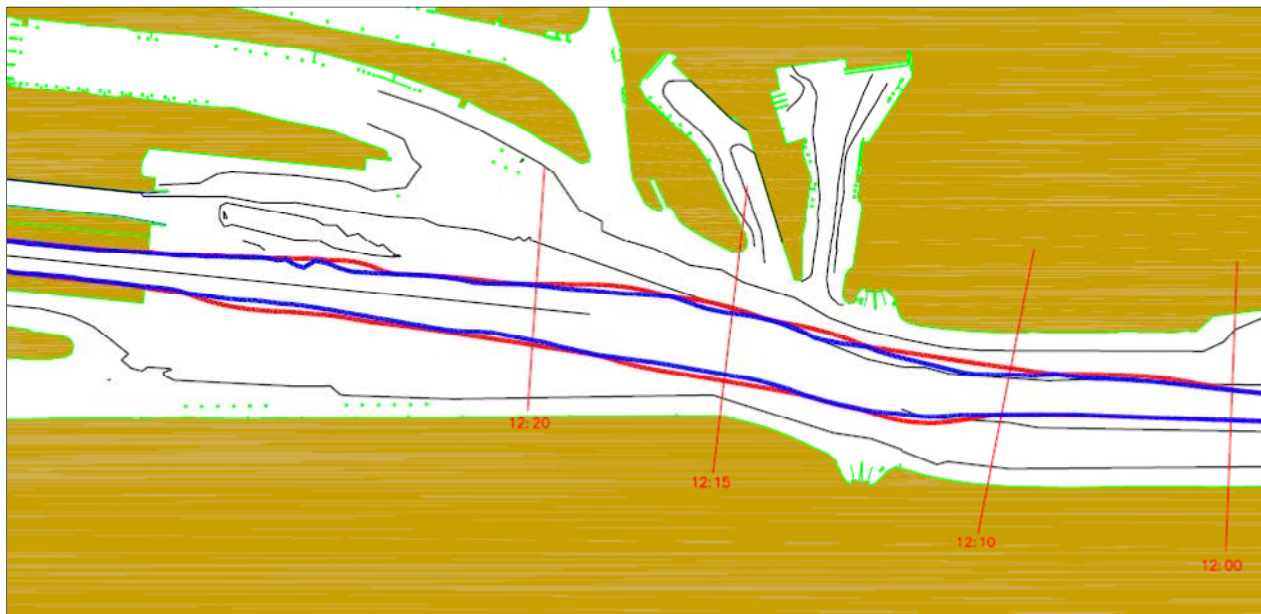
dat ze veilig uit te voeren zijn en dat er voldoende marge is. De spuistroom wordt niet als hinderlijk ervaren, vooral omdat de schepen daar nog voldoende vaart lopen om de stroom te kunnen compenseren.

De geveegde baan plot van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-13 en figuur 5-14) laten te zien dat de schepen goed in de lijn van de sluis oplijnen op één vaart na (noordelijke rode lijn in figuur 5-13). De blauwe en rode lijnen vallen verder vrij goed samen, wat aangeeft dat er niet veel variatie is geweest tussen de vaarten. De aanloop van de sluis vanuit het oosten kan goed gecontroleerd worden omdat er geen grote koerswijzigingen in zitten vanuit het Noordzeekanaal, waardoor de geveegde baan naar de sluis mooi regelmatig smaller wordt. Daardoor blijft er ook ruimte voor schepen van en naar de Noordersluis.

Wel wordt de bocht vanuit het Noordzeekanaal afgesneden. Dit is echter op dit moment geen probleem omdat op deze plaats in de praktijk meer diepte beschikbaar is dan op de kaart aangegeven. Deze ruimte moet in de toekomst wel beschikbaar blijven door middel van onderhoudsbaggerwerk.

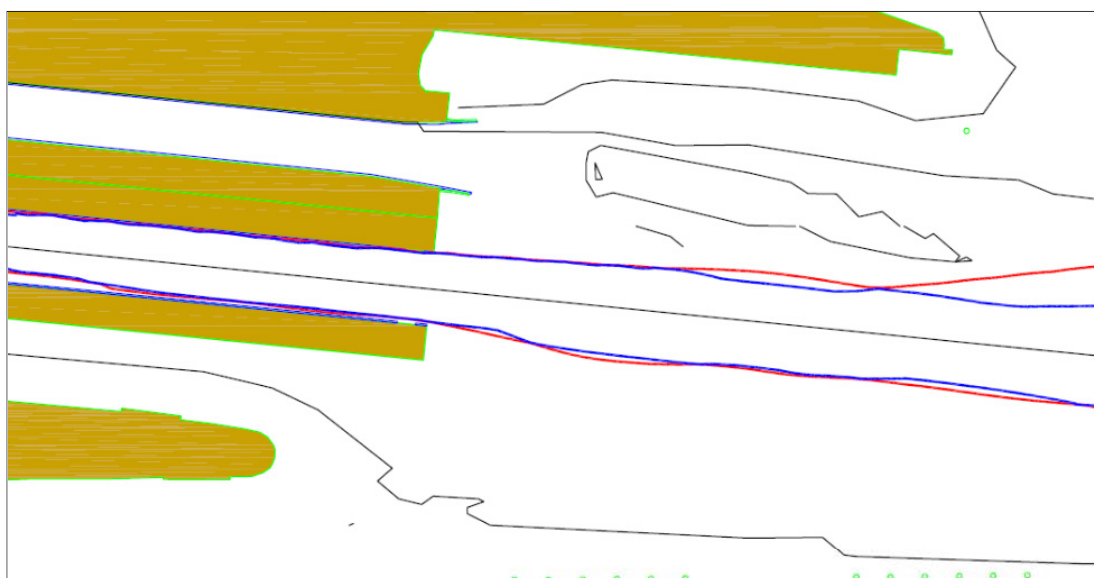


Figuur 5-13 Geveegde baan plot 'invaart vanuit het oosten' voor het containerschip



Figuur 5-14 Geveegde baan plot 'invaart vanuit het oosten' voor de bulkcarrier

De geveegde baan plot van het containerschip en de bulkcarrier (figuur 5-15 en figuur 5-16) vlak voor de sluis laten te zien dat er weinig verschil is tussen de twee schepen. Wat betreft ruimtegebruik zijn er geen problemen in de geteste condities.



Figuur 5-15 Geveegde baan plot 'oostkant voor sluis' voor het containerschip



Figuur 5-16 Geveegde baan plot 'oostkant voor sluis' voor de bulkcarrier

6 ALGEMENE BEVINDINGEN REAL-TIME SIMULATIES

De algemene bevindingen tijdens de real-time simulaties zijn resultaten, die niet direct uit de analyse van de uitgevoerde simulaties volgen. Naast de numerieke resultaten en de beoordeling van de loodsen, zoals besproken in hoofdstuk 5 komen bij simulaties altijd aantal zaken naar voren op nautisch gebied, waar wel rekening mee moet worden gehouden bij het opstellen van de eindconclusies. Hierna volgen deze 'bijproducten' van de simulaties.

Vermindering van de dwarsstroom voor de sluis

De scenario's waarin de vaart nu niet veilig is, zijn bij een hoge windsnelheid uitgevoerd (b.v. Containerschip in Bft 8) of in een bepaalde combinatie van stroom en wind Bft 7. Uit de familiarisatievaarten⁵ blijkt dat de stroom in combinatie met 8 m/s wind over het algemeen geen problemen oplevert. De onveilige resultaten bij Bft 7 kunnen wel verbeterd worden door in die specifieke gevallen te wachten tot de stroom verminderd. Deze onveilige situaties doen zich alleen voor bij het openen van de sluisdeur van de Noordersluis (stroomscenario's 5 en 6, westelijke deur openen en stroomscenario 8, oostelijke deur openen).

De dwarsstroom in de vaarbaan vanuit het Noordzeekanaal naar de Nieuwe Zeesluis na het openen van de oostelijke deur van de Noordersluis is na 15 à 20 minuten zodanig verminderd dat er geen merkbare effecten optreden. Dit is 5 à 10 minuten later dan het tijdstip van opvaren, zoals dat nu in de vaarsimulaties is getest. Hier zou een wachttijd van 5 à 10 minuten volstaan. De dwarsstroom in de vaarbaan naar de Nieuwe Zeesluis na het openen van de westelijke deur van de Noordersluis staat wat langer door; 20 à 25 minuten. Omdat bij de simulaties het schip ook 10 minuten na het openen van de deur passeerde zou hier de wachttijd voor een veilige vaart 10 à 15 minuten zijn.

Hinder voor vaart naar de Noordersluis bij openen deur Nieuwe Zeesluis

De vaart naar de Noordersluis, terwijl er kort tevoren de deur van de Nieuwe Zeesluis is geopend, zal eveneens hinder van dwarsstroom ervaren, in de vaarbaan naar de Noordersluis (zowel bij de vaart vanuit het westen als de vaart vanuit het Noordzeekanaal). Omdat de volumes uit de Nieuwe Zeesluis veel groter zijn dan uit de Noordersluis zou deze dwarsstroom heftiger kunnen zijn en ook langer door kunnen staan. Deze situaties zijn niet getest omdat er vanuit is gegaan bij de opzet van de vaarscenario's dat de Noordersluis in de toekomst niet meer gebruikt gaat worden. Als deze sluis wel gebruikt blijft worden of na renovatie weer vol in gebruik wordt genomen, zal hier verder onderzoek naar moeten worden uitgevoerd.

Controle van de sloopssnelheid

Voor het aanlopen van de sluis is controle van de snelheid van het schip van groot belang. Tijdens de simulaties bleek dat met de twee achterboten met een bollard pull van 80 ton elk de snelheid goed te controleren was. Hierbij werd 40 à 50 ton per sleepboot achteruit getrokken. Door de snelheid laag te houden met de achtersleepboten kan met de eigen voortstuwing meer vermogen worden gegeven waardoor de bestuurbaarheid van het schip sterk toeneemt omdat er een snellere en directere reactie mogelijk is met het eigen roer. Controle van het achterschip in dwarsrichting met behulp van sleepboten werkt minder direct en minder nauwkeurig.

⁵ Het aantal familiarisatievaarten is maar klein; er kunnen hieruit geen harde conclusies worden getrokken.

Sleepboothulp en gebruik boegschroef in vergelijking van de statische windkrachtberekeningen

Voordat de simulaties begonnen zijn de statische windkrachten⁶ op de schepen uitgerekend. Hieruit kwam naar voren dat de betreffende schepen met de toegepaste sleepconfiguratie (één 80 tons bollard pull ASD voorboot en twee 80 tons bollard pull ASD achterboten) samen met de aanwezige boegschroef (bij containerschip) in de geteste windcondities van Bft 7 (15,4 m/s) met voldoende veiligheidsmarge onder controle waren te houden. Deze berekeningen zijn ook uitgevoerd voor een windsnelheid van 19 m/s (Bft 8). Hieruit bleek dat voor het containerschip de het aanwezige vermogen van boegschroef en sleepboten ruim onvoldoende was. Voor de geballaste bulkcarrier was het aanwezige vermogen van de sleepboten net voldoende om het schip in de statische situatie onder controle te kunnen houden.

Tijdens de simulaties bleek dat de geteste Bft 7 windcondities in combinatie van de diverse dwarsstroom situaties als gevolg van het openen van sluisdeuren (zie stroomscenario's in paragraaf 3.3), voor het containerschip niet meer veilig was te varen. In de geteste Bft 8 conditie was voor het containerschip dan ook in het geheel niet meer veilig onder controle te houden. Voor de geballaste bulkcarrier bleek ook dat de variërende dwarsstroom te veel verstoring opleverde om de sluis veilig aan te lopen. Hieruit blijkt dat de resultaten van de statische windkrachtberekeningen alleen gelden voor situaties waar alleen sprake is van wind. De veiligheidsmarge van 30%, die gehanteerd wordt bij deze berekeningen mag niet gebruikt worden om effecten van b.v. dwarsstroom te compenseren.

Gebruik ANMS

Voor deze simulaties is de bestaande ENC⁷ van het betreffende gebied tijdelijk uitgebreid met ENC cellen met daarin de geteste sluisvariant en geleidelijk in het centrum van de sluis. Hierdoor was het mogelijk om de ANMS te gebruiken voor de aanloop van de sluis. Bij het varen met de maatgevende schepen in de geteste situaties is het essentieel om het ANMS systeem beschikbaar te hebben. Op zicht en ondersteund door radar zijn de bewegingen en langs/dwarssnelheden en Rate of Turn van het schip niet voldoende nauwkeurig te schatten, waardoor het schip niet 'rustig' te krijgen is in de geteste maatgevende wind- en stroomomstandigheden. Bij deze maat schepen (grote massa en groot windoppervlak) zijn driftsnelheden tot 0,1 knoop⁸ bij de sluis nog op te vangen met de beschikbare sleepboot- en boegschroefkrachten. Als het schip harder gaat drijven of draaien worden de bewegingen al snel oncontroleerbaar en is er veel meer ruimte nodig om het schip weer onder controle te krijgen. In de gegeven infrastructuur is die ruimte niet aanwezig.

⁶ De statische berekening wordt uitgevoerd zonder rekening te houden met de vlagen. Het effect daarvan wordt in een veiligheidsmarge meegenomen.

⁷ ENC cellen zijn de bouwstenen van een elektronische kaart. Ze bevatten de geografische en nautische informatie van een deelgebied van de totale kaart. Door alleen één of meer ENC cellen aan te passen blijft de rest van de elektronische kaart ongewijzigd.

⁸ Deze waarde wordt in de praktijk voor deze grote schepen ook in andere situaties als limiet ervaren.

7 GEVOELIGHEIDSANALYSE VOOR VIJF VARIANTEN

7.1 Inleiding

MARIN heeft in opdracht van DHV een simulatorstudie uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische veiligheid van de vaart van grote containerschepen en bulkcarriers door de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden, waarbij de focus lag op de effecten van diepte variabele stroming door spuien en het openen van een sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis of de bestaande Noordersluis (zie hoofdstukken 2 t/m 6). Deze simulaties zijn uitgevoerd met één variant van de lay-out, waarbij de sluis was uitgevoerd met gekromde roldeuren.

De ligging en de buitenafmetingen van deze lay-out hebben invloed op het gebruik van de overige sluisen (Noordersluis en Middensluis). De ligging en de buitenafmetingen bepalen namelijk sterk de optredende stromingen en het gebruik van de oostelijke voorhavens van de Middensluis.

Omdat er nog andere sluisvarianten (b.v. met rechte roldeuren, puntdeuren of sectordeuren) worden beschouwd, heeft DHV gevraagd of MARIN een kwalitatieve beoordeling van vijf extra sluisvarianten wil geven op grond van een schatting van eventuele veranderingen van de stroming en op grond van de uitkomsten van de uitgevoerde real-time simulaties.

Hierna worden de varianten besproken en beoordeeld op het gebied van:

- Invloed van de lay-out op de manoeuvres in het algemeen;
- De te verwachten verandering van het stroompatroon in de diverse stroomscenario's, zoals gebruikt tijdens de real-time simulaties;
- De verwachte invloed hiervan op de in- en uitvaar manoeuvres.

7.2 De varianten

De geteste variant tijdens de real-time simulaties heeft de volgende eigenschappen en afmetingen:

- Variant 1: 500 x 65 m, gekromde roldeuren in noordelijke sluismuur van de Nieuwe Zeesluis (breedte sluismuur 30 m);

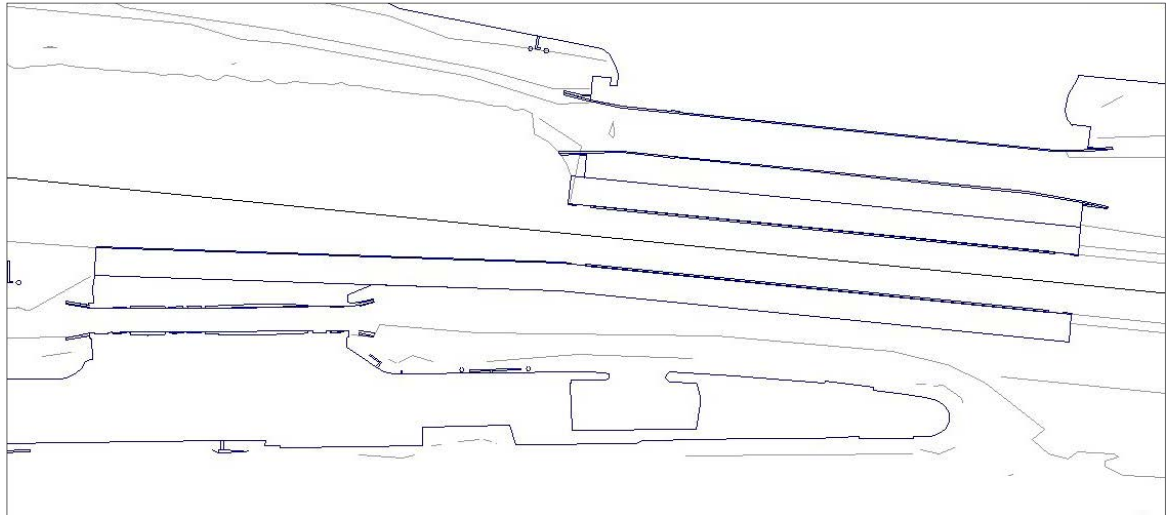
De volgende vijf varianten worden beoordeeld:

1. Variant 0: Rechte roldeur rondom NS, 545 x 50 m;
2. Variant 3: Rechte roldeur rondom NS, 545 x 60 m;
3. Variant 1⁹: Dubbele puntdeur, 500 x 65 m;
4. Variant 2: Dubbele puntdeur, 500 x 70 m;
5. Variant 1¹⁰: Sectordeur, 545 x 65 m.

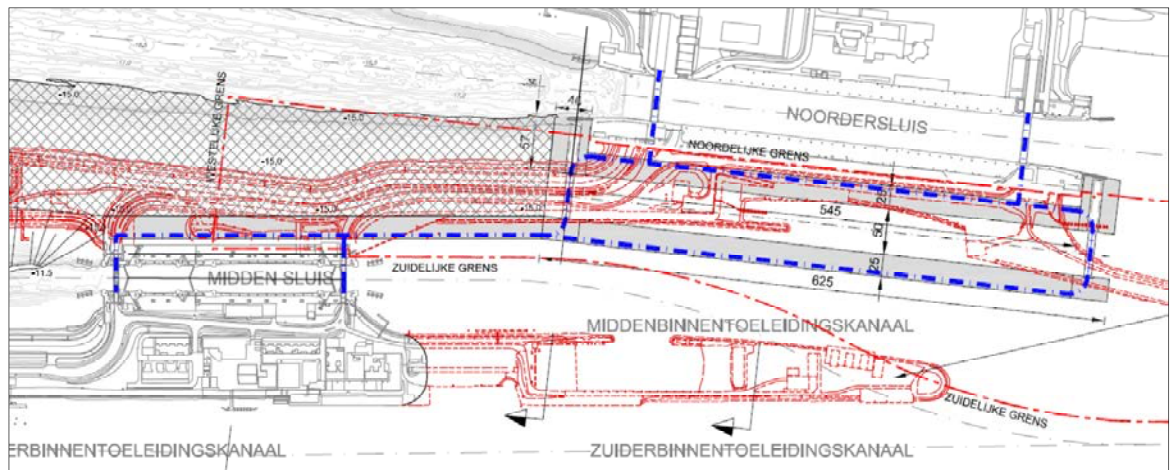
De in de simulator geteste variant wordt steeds als referentie gebruikt bij de beoordeling van de overige varianten. De varianten worden gegeven in de volgende figuren.

⁹ Deze Variant 1 verschilt van de in de simulaties geteste Variant 1 doordat deze variant 1 dubbele puntdeuren heeft. De kolkafmetingen zijn wel gelijk.

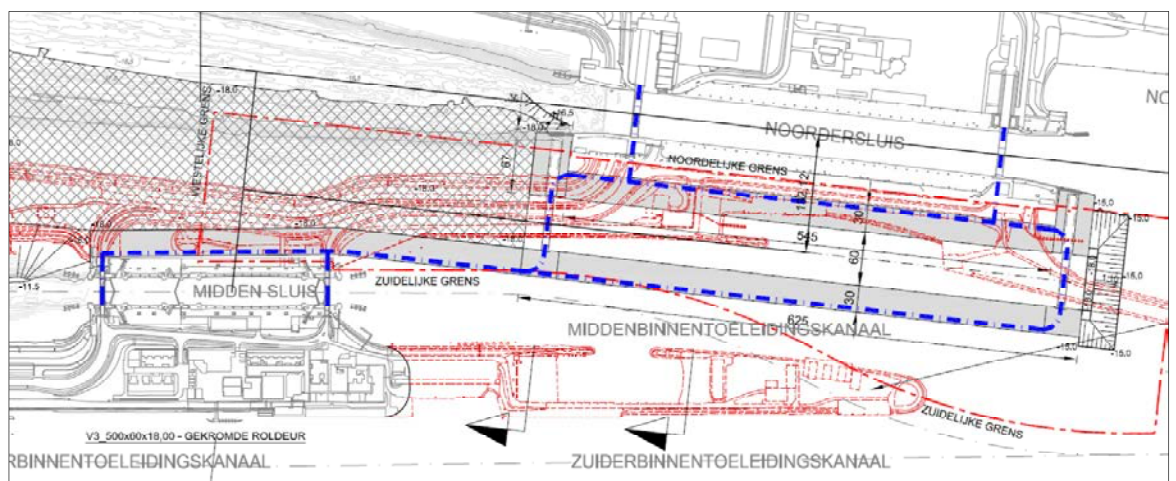
¹⁰ Deze Variant 1 verschilt van de in de simulaties geteste Variant 1 doordat deze variant 1 sectordeuren heeft. De breedte van de kolk is wel gelijk.



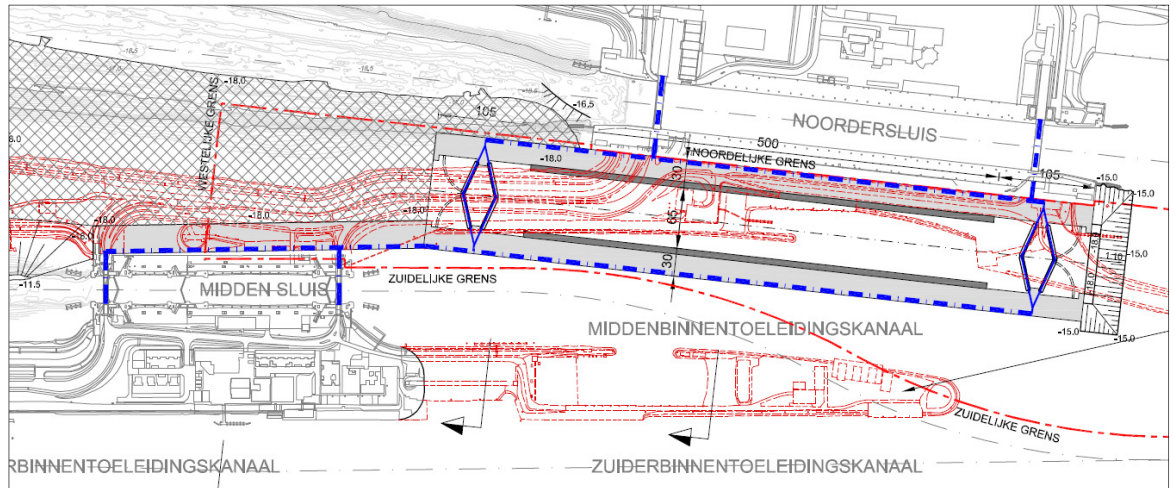
Figuur 7-1 Variant 1, getest met real-time simulaties



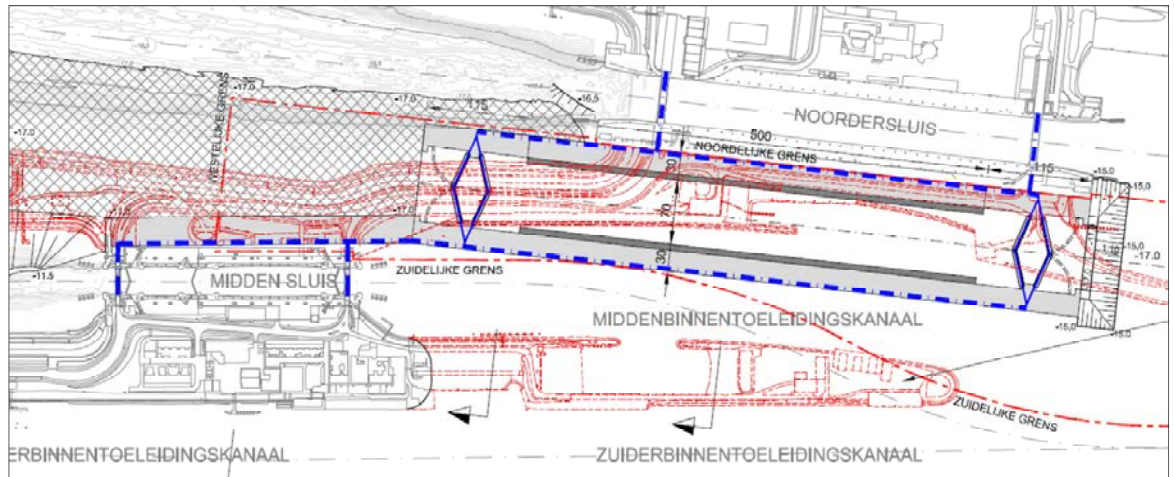
Figuur 7-2 Variant 0: rechte roldeur rondom NS, 545 x 50 m



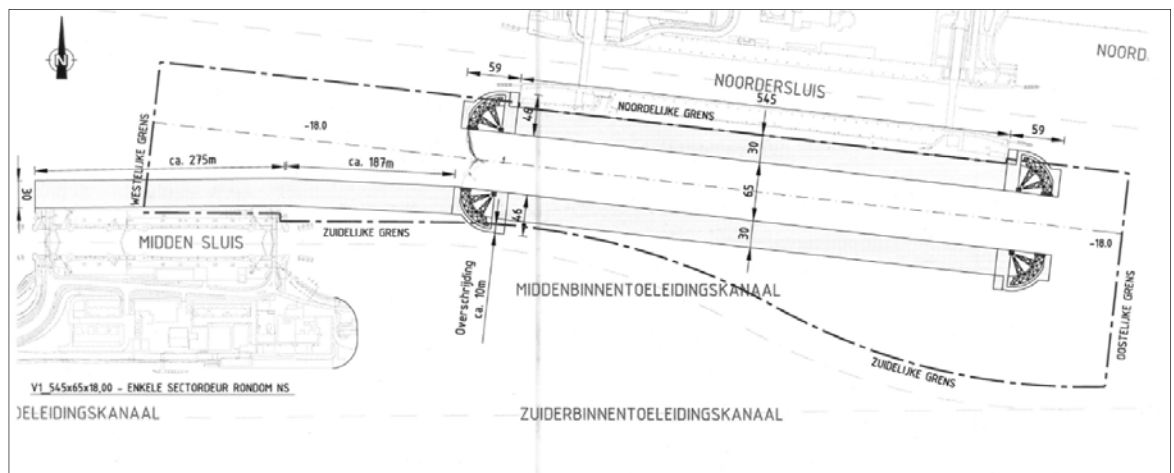
Figuur 7-3 Variant 3: rechte roldeur rondom NS, 545 x 60 m



Figuur 7-4 Variant 1: Dubbele puntdeur, 500 x 65 m



Figuur 7-5 Variant 2: Dubbele puntdeur, 500 x 70 m



Figuur 7-6 Variant 1: Sectordeur, 545 x 65 m

7.3 Beoordeling van de varianten

De beoordeling van de varianten heeft alleen betrekking op de buitenafmetingen en de vaart vanuit oost en west. Zowel de ligging van de oostelijke als het westelijke sluishoofd worden beschouwd. De beoordeling van de vijf varianten wordt gegeven t.o.v. de met real-time simulaties geteste variant.

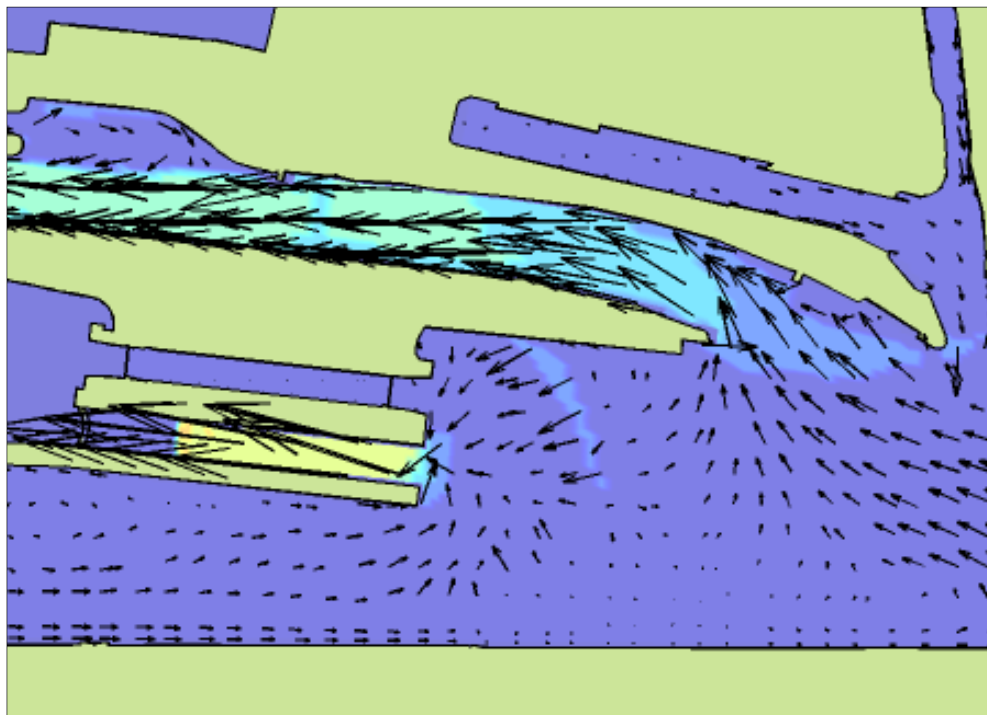
7.3.1 Oostelijke sluishoofd

In de volgende tabel is de beoordeling gegeven van de vormgeving en afmetingen van het oostelijke sluishoofd.

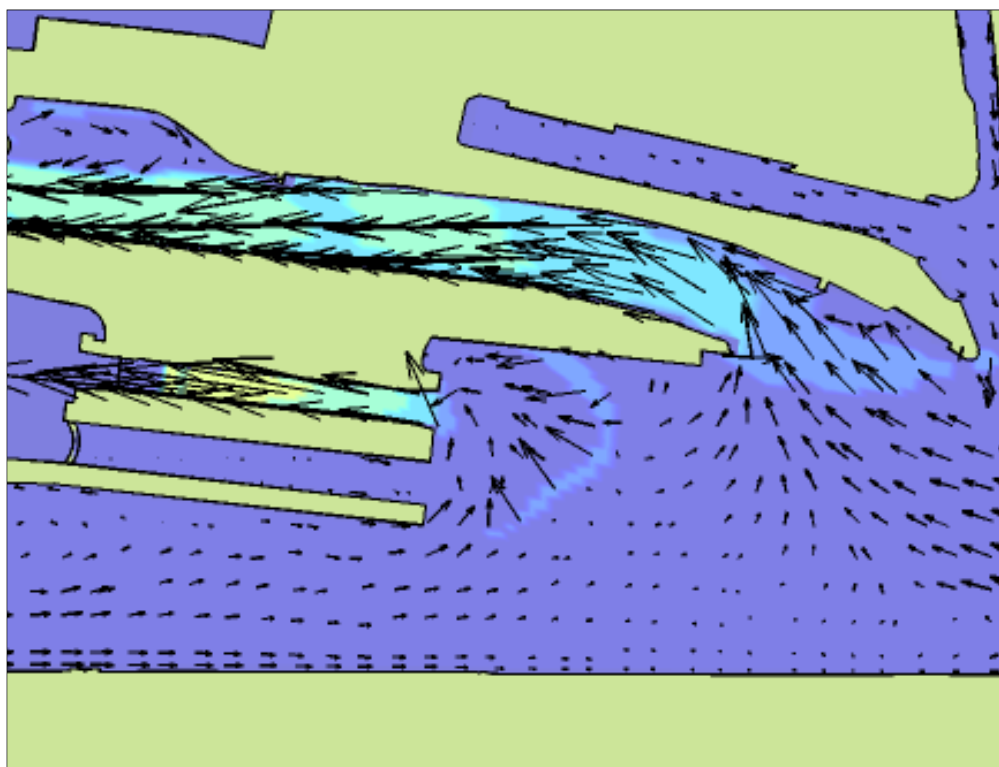
Tabel 7-1 Beoordeling oostelijke slusingang

Variant	Plaats ingang in lengterichting	Effect op stroom uit NZS	Effect op stroom uit NS
Variant 1, breedte 65 m, gekromde roldeur	0	geen	geen
Variant 0, breedte 50 m, rechte roldeur	40	geen	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt
Variant 3, breedte 60 m, rechte roldeur	40	geen	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt
Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur	0	geen	geen
Variant 2, breedte 70 m, dubbele puntdeur	0	geen	geen
Variant 1, breedte 65 m, sectordeur	59	geen	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt

Omdat de vormgeving en de ligging van de oostelijke sluishoofden (Plaats ingang in lengterichting) nauwelijks anders is dan van de geteste variant, waar ook de stroompatronen voor zijn berekend, is er voor de scheepvaart geen merkbare verandering t.o.v. de geteste variant te verwachten bij toepassing één van de vijf varianten. Zowel de stroming t.g.v. van het openen van de deur van de Nieuwe Zeesluis als het openen van de deur van de Noordersluis veranderen, naar verwachting nauwelijks. Deze situaties worden in de volgende twee figuren getoond voor de geteste variant.



Figuur 7-7 Stroompatroon 10 minuten na het openen van de deur van de Nieuwe Zeesluis (maximale stroom, oostzijde)



Figuur 7-8 Stroompatroon 10 minuten na het openen van de deur van de Noordersluis (maximale stroom, oostzijde)

7.3.2 Westelijke sluishoofd

De beoordeling van de westelijke ingang (zie tabel 2) geeft de volgende zaken te zien:

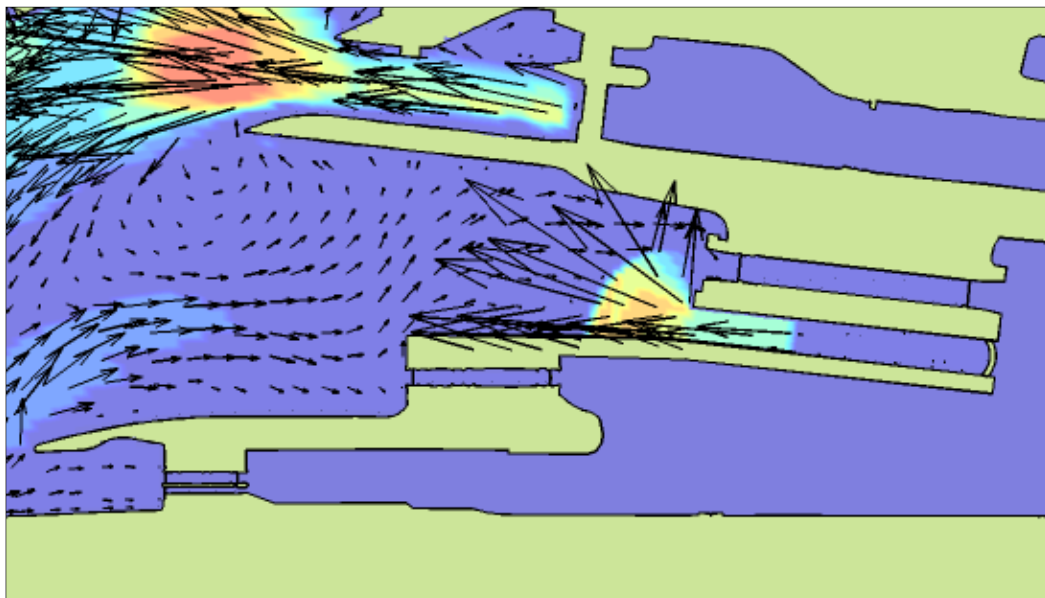
- De plaats van de ingang in lengterichting varieert van 28 tot 175 m meer naar het westen, waardoor de ophoofdlengte vanaf het Forteiland afneemt;
- Door de verschuiving van het sluishoofd naar het westen en de andere vormgeving van de geleidemuur in Varianten 3, 1 en 2 wordt de stroming beïnvloed;
- De andere vormgeving van de geleidemuur in Varianten 3, 1 en 2 beïnvloed zowel de invaart als de uitvaart;

Tabel 7-2 Beoordeling westelijke sluisingang

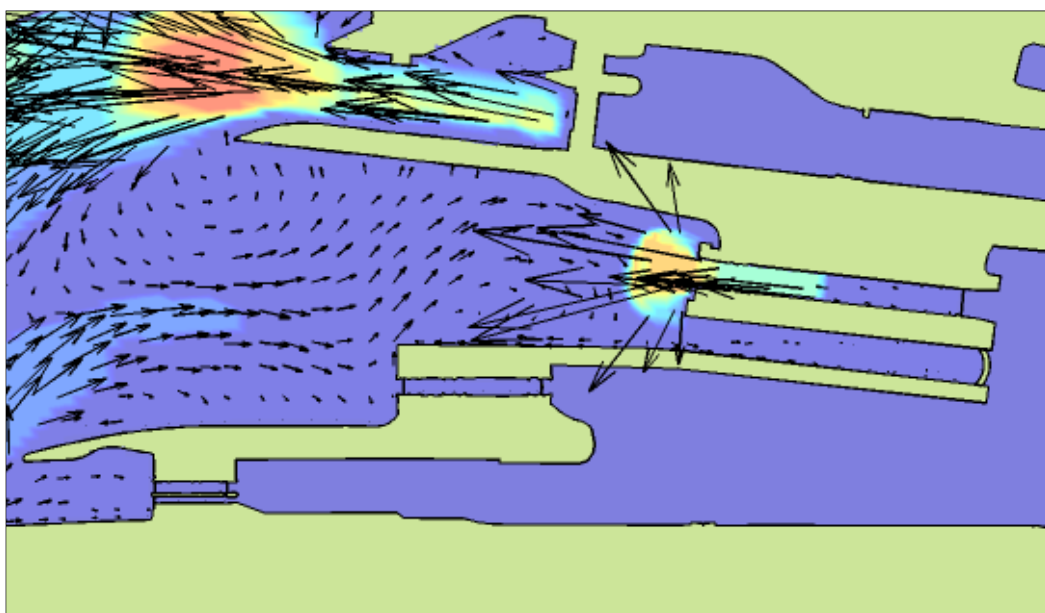
Variant	Plaats ingang in lengterichting	Effect op stroom uit NZS	Effect op stroom uit NS	Oplijnlengte	Effect geleidemuur
Variant 1, breedte 65 m, gekromde roldeur	0	geen	geen	geen	geen
Variant 0, breedte 50 m, rechte roldeur	28	Geen (zie figuur 7.9); patroon verschuift 28 m naar het westen maar verandert niet qua sterkte	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt, naar het westen (zie figuur 7.10)	iets korter, geen merkbaar effect	geen
Variant 3, breedte 60 m, rechte roldeur	28	door rechte geleidemuur wordt stroom iets meer naar het noorden gedwongen, dus iets meer dwarsstroom in de vaartbaan naar NZS	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt	iets korter, geen merkbaar effect	Schip wordt eerder (210 m) beperkt in ruimte waardoor het schip al eerder moet oplijnen en gestrekt moet liggen en dan langer onder controle moet blijven, dus aanloop wordt korter (zie ook conclusie van [3]), ook bij de uitvaart heeft het schip hierdoor, vooral bij NW wind, minder ruimte voor het achterschip ¹¹
Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur	155	doordat de geleidemuur iets meer uitloopt zal stroom uit sluis een iets meer symmetrisch stroombeeld geven.	Gemiddelde stroomsnelheid halveert ongeveer omdat natte doorsnede verdubbelt als het sluishoofd zover naar het westen gaat; stroompatroon zal niet veel veranderen ¹²	Minder dan 0,5 scheepslengte korter; is nog geen probleem	geleidemuur is korter en loopt meer uit, waardoor er meer ruimte ontstaan voor schip en sleepboten.
Variant 2, breedte 70 m, dubbele puntdeur	175	als Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur	als Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur	als Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur	als Variant 1, breedte 65 m, dubbele puntdeur
Variant 1, breedte 65 m, sectordeur	59	Geen (zie figuur 7.9); patroon verschuift 28 m naar het westen maar verandert niet qua sterkte.	iets minder stroom omdat natte doorsnede iets groter wordt, naar het westen (zie figuur 7.10)	iets korter, geen merkbaar effect	de extra knik in de geleidemuur zorgt voor een onduidelijke situatie, omdat tijdens het binnen varen van de sluis de hoek tussen geleidemuur en schip ineens veranderd.

¹¹ Het schip zal bij het aannemen van een drifthoek voor het opvangen van de wind ruimte nodig hebben voor het achterschip. Bij ZW wind is deze ruimte er buiten de sluis wel; bij NW wind beperkt de geleidemuur deze ruimte.

¹² Verwacht wordt dat de zoetwater pluim uit de Noordersluis zich naar het westen meer in de bovenste lagen zal concentreren, waarbij de stroomsnelheid in die lager minder afneemt dan evenredig met de natte doorsnede. De gemiddelde impuls over de diepgang van het schip neemt echter wel evenredig af omdat de stroom in de diepere lagen meer afneemt.



Figuur 7-9 Stroompatroon 10 minuten na het openen van de deur van de Nieuwe Zeesluis (maximale stroom, westzijde)



Figuur 7-10 Stroompatroon 10 minuten na het openen van de deur van de Noordersluis (maximale stroom, westzijde)

8 RISICO'S TIJDENS DE BOUW

8.1 Inleiding

Voor het beoordelen van de risico's voor de scheepvaart tijdens de bouw van de Nieuwe Zeesluis is een kwalitatieve beoordeling gegeven van de hinder door de bouwwerkzaamheden. Deze beoordeling wordt gegeven aan de hand van de door DHV geleverde tekeningen van de acht bouwfasen en de daarbij behorende beschrijving van de werkzaamheden (Memo 'Overall uitvoering', geleverd aan MARIN 20 september 2011). De werkzaamheden worden in drie soorten activiteiten gesplitst en vervolgens wordt de hinder en de daaruit voortvloeiende risico's voor gebruik van de bestaande sluisen beoordeeld.

8.2 Tijdelijke havenvoorzienig

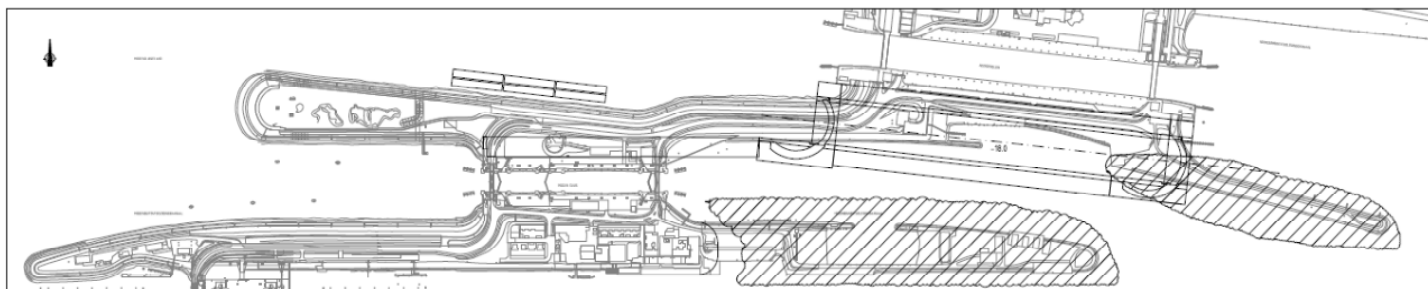
De tijdelijke havenvoorziening bestaat in de bouwfasen 1 t/m 6 uit meerpalen met daaraan afgemeerd maximaal 6 Europa II bakken. Deze meerpalen worden geplaatst tegen het noord-talud van de westzijde van het dan nog aanwezige Middensluiseland (zie Figuren 8.1 t/m 8.6). Deze bakken kunnen in praktijk door de diepstekende schepen voor de Noordersluis niet geraakt worden. De zeeschepen lopen namelijk vast op het talud, voordat ze de bakken kunnen raken.

Voor kleinere schepen is er nog steeds ruim voldoende ruimte voor de aanloop naar de Noordersluis. De enige restrictie die opgelegd moet worden is dat de schepen de gemeerde bakken met matige snelheid passeren om de bakken niet van de palen los te trekken. In de aanloop naar de Noordersluis zullen de schepen al snelheid minderen zodat deze restrictie in praktijk geen probleem oplevert. De restrictie is besproken met de loodsen uit IJmuiden, die het simulatoronderzoek uitvoerden. Zij zagen ook geen enkel probleem met de tijdelijke havenvoorziening en de daar gemeerde bakken.

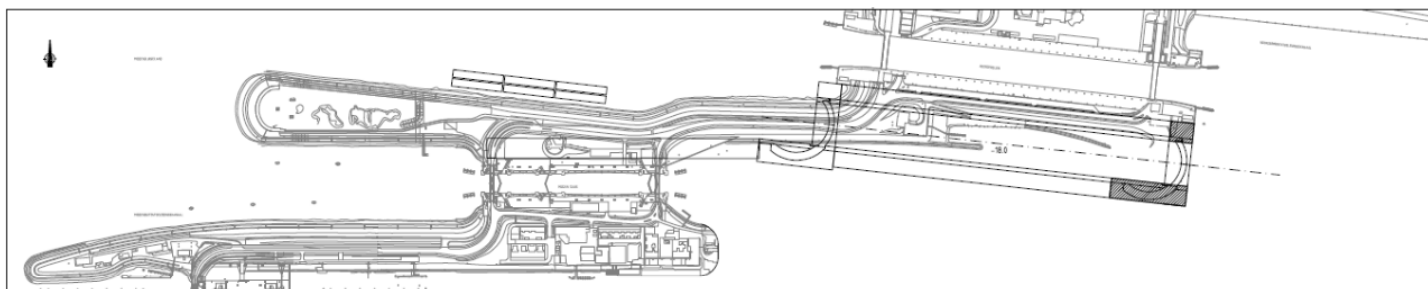
8.3 Wegbaggeren van bestaande stukken land

In de bouwfasen 1 en 7 worden bestaande stukken land weggebaggerd. Omdat deze stukken buiten de bestaande vaargeulen liggen levert dit slechts zeer geringe hinder op voor de scheepvaart vanuit het Noordzeekanaal naar de Noordersluis (in fase 1) omdat dit gebied (zie Figuur 8.1) ver buiten de vaarbaan naar de Noordersluis ligt.

In fase 7 wordt ten westen van de Noordersluis en de Middensluis gebaggerd (zie Figuur 8.7). Omdat deze gebieden dicht bij de vaarbanen naar de sluis liggen kan hier iets meer hinder ontstaan dan in fase 1. Er wordt echter nog steeds naast en niet in de vaargeulen naar de sluisen gebaggerd. De hinder beperkt zich daarom tot het af en toe manoeuvreren van de baggerschepen en gerelateerde vaart in de vaargeulen. Dit geeft veel minder hinder dan baggerend materieel in de vaargeul.



Figuur 8-1 Fase 1: Verwijderen van obstakels in omgeving

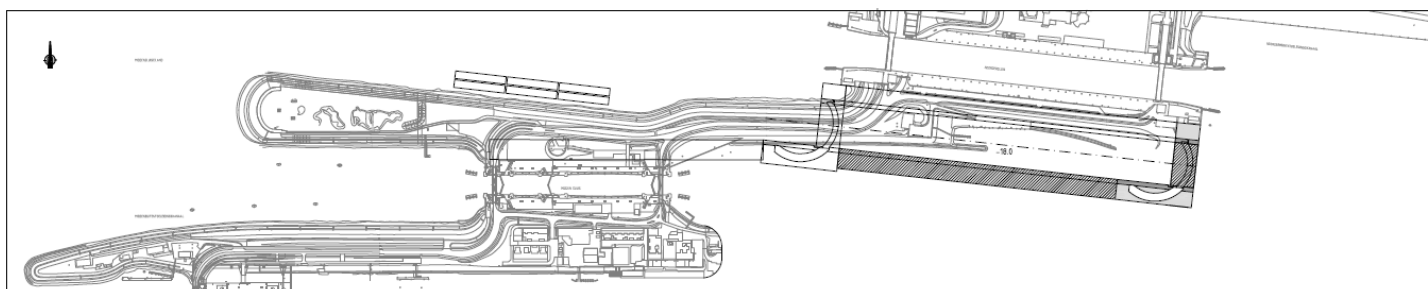


Figuur 8-2 Fase 2: De oostelijke sluishoofdwallen worden gemaakt.

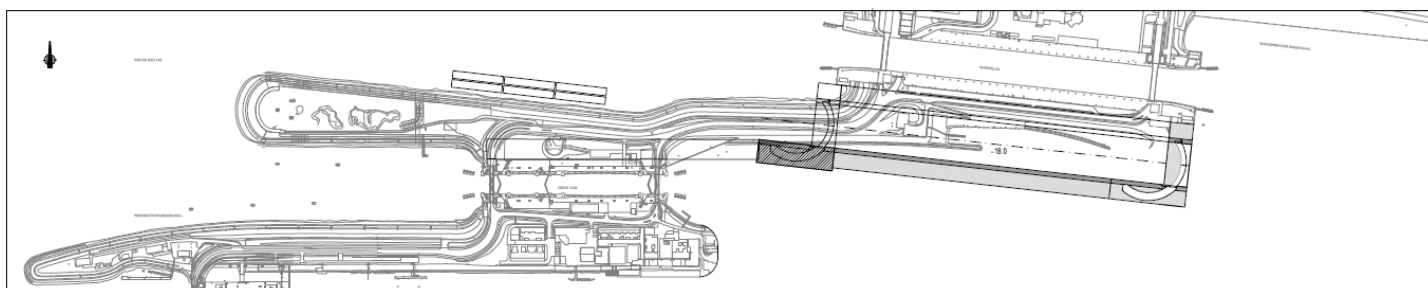
8.4 Bouw zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en westelijke voorhaven wand

In de bouwfasen 3, 4 en 5 worden de zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en westelijke voorhaven wand gebouwd. Dit zal voor de vaart uit het Noordzeekanaal voor de Middensluis hinder opleveren. Afhankelijk van de uitvoeren van dit werk zal de aanlooptlengte en beschikbare breedte beperkt worden. Volgens de betreffende Memo kan de vaart tijdelijk geheel worden gestremd (Bijvoorbeeld 's nachts of voor een kortere tijd full time).

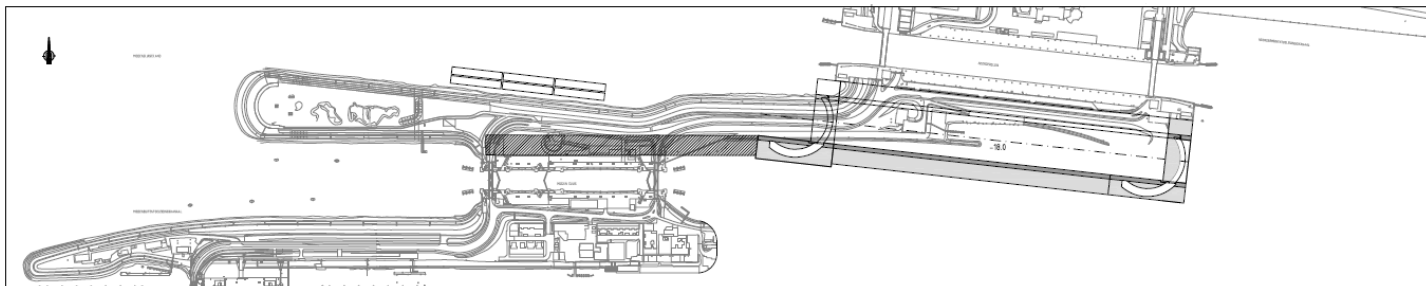
Voor de vormgeving van de voorhaven van de Middensluis worden nog real-time simulaties uitgevoerd voor diverse breedtevarianten van de Nieuwe Zeesluis. Uit de resultaten van die simulaties kunnen ook adviezen volgen voor de bouwfasen 3, 4 en 5.



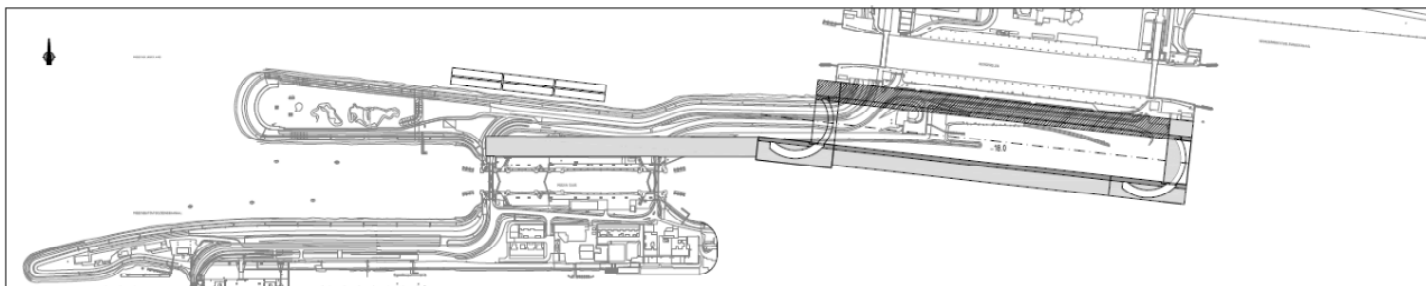
Figuur 8-3 Fase 3: Bouw zuidelijke kolkwanden en drempelconstructie.



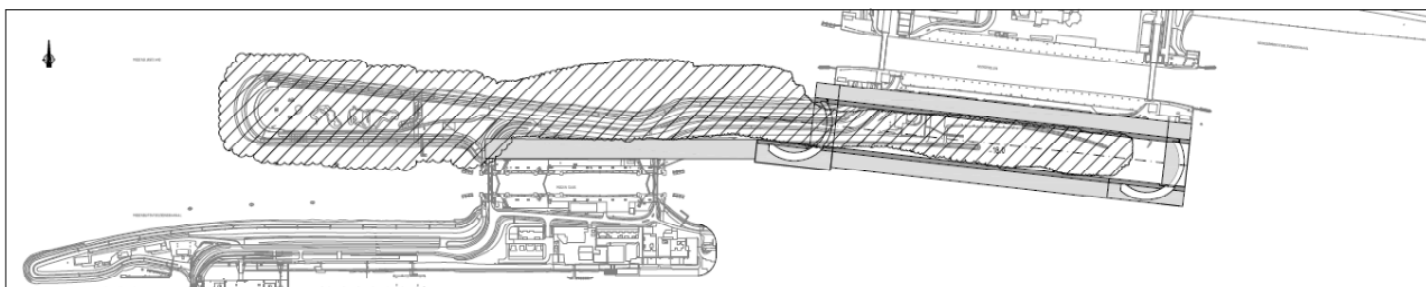
Figuur 8-4 Fase 4: Bouw zuidelijke sluishoofdwand.



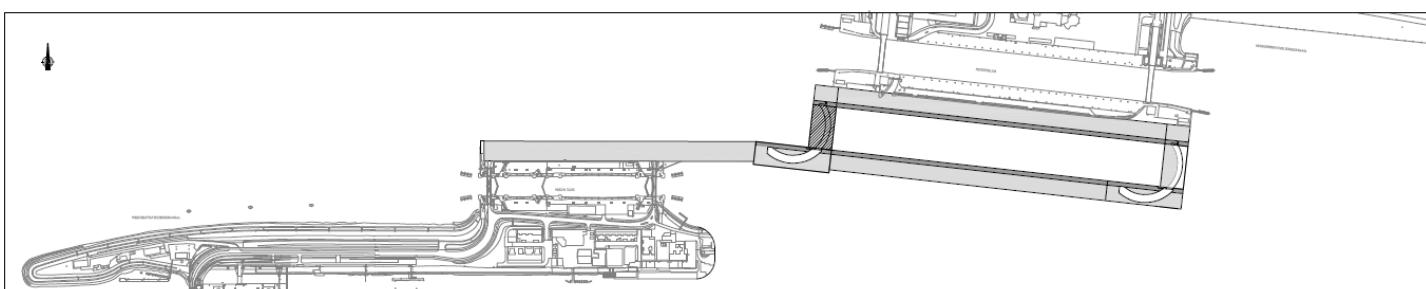
Figuur 8-5 Fase 5: Bouw westelijke voorhaven wand.



Figuur 8-6 Fase 6: Noordelijke kolkwand en sluishoofdwand uitvoeren.



Figuur 8-7 Fase 7: Afgraven dijk en baggeren kolk.



Figuur 8-8 Fase 8: Drempelconstructie maken, westelijke deur plaatsen.

8.5 Optredende risico's

Zoals beschreven in de bovenstaande paragrafen zal er in de diverse bouwfases hinder ontstaan voor de scheepvaart naar de bestaande sluzen. Hinder zal per definitie tot verhoging van risico leiden of tot enig tijverlies. De hinder is echter over het algemeen zeer beperkt en zal niet tot een merkbare verhoging van het risico leiden.

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De conclusies en aanbevelingen volgend uit de studie naar de uit nautische aspecten van de Nieuwe Zeesluis worden voor de drie delen van de studie per onderdeel gepresenteerd.

9.1 Simulatoronderzoek

Het simulatoronderzoek naar de nautische veiligheid van het nieuw te bouwen sluzencomplex IJmuiden is uitgevoerd met een containerschip 'MSC Beatrice' type, 366 x 51,5 m) en een gelichterde en geballaste bulkcarrier (366 x 51 m). De schepen werden geassisteerd door drie ASD sleepboten met een bollard pull van 80 ton elk. De invaart vanuit het westen en vanuit het oosten en de uitvaart naar het westen is onderzocht onder een aantal maatgevende stroomcondities, waarbij een variërende dwarsstroom optrad ten gevolge van het openen van een sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis of de bestaande Noordersluis, vlak voor de nadering van de schepen.

De stroomscenario's omvatten de door Deltares berekende Delft3D-modellering van de volgende situaties:

- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem laagwater (waterstand NAP -1,7 m) met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijk deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de westzijde: een combinatie van extreem hoogwater (waterstand NAP 2,35 m) zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (westelijke deur van Nieuwe Zeesluis, Noordersluis of Middensluis);
- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP - 0.4 m met een spuistroom van 500 m³/s, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis);
- Stroomberekeningen voor de oostzijde: een combinatie van waterstand NAP - 0.4 m zonder spuistroom, voor tijdens en na het openen van een sluisdeur (deur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis).

De gelaagde stroomvelden (16 lagen), zoals berekend door Deltares, zijn voor de drie schepen omgerekend, via kwadratische middeling van stroomsnelheid en –richting over de diepgang van het schip, naar 2-D stroomvelden (per schip en per stroomscenario) voor de simulator.

De effecten van de diverse snelheden en richtingen in de verschillende lagen worden op deze manier op een geschematiseerde wijze meegenomen in het manoeuvreergedrag van het schip. Hiermee worden uitdrukkelijk niet de effecten van de dichtheidsverschillen op het varende schip buiten de sluis gemodelleerd en ook de interactie tussen het bewegende schip en dichtheidsstromen tijdens het invaren van de sluis wordt niet meegenomen.

De simulatorvaarten zijn uitgevoerd onder ZW en NW windcondities, die overeenkomen met een referentie windsnelheid van 8,0 m/s, 15,4 m/s en 19,0 m/s op zee. Deze windsnelheid reduceert t.g.v. de ruwheid van het voorland (gebouwen, bomen etc.) tot 80% van deze waarde ten oosten van het sluzencomplex.

De resultaten van het simulatoronderzoek leiden tot de volgende conclusies en aanbevelingen. Hierbij gelden de volgende restricties t.a.v. de modellering van de krachten, die op het schip werken door de effecten van zoet/zout verschillen in de voorhavens bij het openen van een sluisdeur van Nieuwe Zeesluis of Noordersluis:

1. Het gebruikte manoeuvreermodel is niet aangepast voor gebruik van de 3-D stroomgegevens uit Delft3D;
2. De invoergrids van de simulator zijn niet aangepast voor het inlezen van plaats- en tijdsafhankelijke 3-D stroom- en dichtheidsinformatie;
3. De dwarskrachten op het schip door dichtheidsverschillen zijn niet meegenomen;
4. De hydromechanica rond het invaren van de sluis (WAROS) is niet doorgerekend door Deltares en er heeft daarom ook geen koppeling plaatsgevonden tussen WAROS en de simulator.

Ook de invloed van de aanwezigheid van het schip op de stroming in en vlakvoor de sluis is niet meegenomen in de modellering.

9.1.1 Conclusies simulatoronderzoek

Ontwerp van de sluis

- De vaarten naar de Nieuwe Zeesluis, vanuit het westen zowel als vanuit het oosten, geven aan dat de ligging van de sluis als goed wordt ervaren; zowel de lengte om op te lijnen als de locatie t.o.v. de nadering langs het Forteiland zijn goed;
- De bocht naar de sluis noordoostelijk van het Forteiland moet ongeveer 25 m (0,5 B) uitgebaggerd worden zodat het schip, vooral bij ZW wind, hoogte kan houden voor de aanloop naar de sluis;
- De geleidemuur aan de zuidkant, in westelijke richting, wordt als hinderlijk ervaren. Er is hierdoor geen ruimte voor de sleepboten en er kan door de asymmetrie van de lay-out zuiging ontstaan bij het oplijnen voor de sluis of bij de uitvaart bij NW wind. Daarnaast wordt het schip gedwongen om bij enige drifthoek (om wind te compenseren) noordelijk van de hartlijn van de sluis te varen;
- Bij het aanlopen van de Nieuwe Zeesluis vanuit het westen en bij het uitvaren van de sluis naar het westen met het containerschip wordt meer ruimte naar het noorden gebruikt. Hierdoor kan de vaart naar en van de Noordersluis tijdelijk worden gehinderd. De in- en uitvaart met de bulkcarrier en ook de invaarten vanuit het oosten met beide schepen vragen minder padbreedte waardoor er bij deze vaarten geen hinder ontstaat voor de vaart naar de Noordersluis.

Wind- en stroomcondities

- De resultaten van de invaart vanuit het westen met het containerschip in ZW wind Bft 8 geven aan dat deze conditie, ook onafhankelijk van de stroom, onveilig is. Hier is maar één vaart mee gemaakt omdat deze situatie als onveilig werd ervaren. Omdat de statische windkrachtberekeningen ook aangeven dat het containerschip niet veilig te controleren is bij wind Bft 8 zijn er daarom verder geen simulaties in wind Bft 8 condities uitgevoerd met dit schip;
- De geteste stroomcondities (stroomscenario's 5 en 6, dwarsstroom t.g.v. het openen van de westelijke deur van de noordersluis) bij de uitvaart naar het westen geven in combinatie met NW wind Bft 7 met het containerschip een zodanige verstoring dat een veilige vaart bij die windconditie niet meer mogelijk is. Ook de invaart vanuit het oosten geeft met het containerschip bij de maximale dwarsstroomvariatie (stroomscenario 8, dwarsstroom t.g.v. het openen van de oostelijke deur van de noordersluis) een onveilige invaart;

- Uit de overige simulaties, ondersteund door de statische windkrachtberekeningen, blijkt dat de geteste windcondities van bft 7 als maximaal moeten worden aangehouden voor het geteste containerschip. Het gebruik van boegschroef en sleepboten voldoet juist aan de gestelde criteria, maar bij een hogere windsnelheid worden deze wel overschreden;
- Boegschroeven van het geteste vermogen (2 x 1700 kW) zijn bij de geteste maat containerschip essentieel voor een veilige vaart in Bft 7 windcondities;
- Voor containerschepen met even grote windoppervlakken maar met minder boegschroefvermogen zullen de maatgevende windsnelheden lager liggen dan zoals getest bij dit onderzoek. Het gebruik van sleepboten met meer vermogen heft dit probleem slechts gedeeltelijk op omdat de sleepboten in de sluis onder een ongunstige hoek trekken;
- Over het algemeen geven de geteste stroomscenario's, zoals geïmplementeerd in de simulator, geen grote verstoringen van de in- of uitvaart. De variërende dwarsstroom wordt wel als hinderlijk ervaren maar heeft veel minder invloed dan de wind. Daarbij wordt aangetekend dat, zoals al is aangeduid, de krachten t.g.v. de dichtheidsverschillen over de vertikaal en de krachten t.g.v. de interactie met de directe omgeving (de sluis en de geleidewand) niet c.q. niet volledig worden meegenomen. Het meenemen van deze effecten zou tot een verschuiving in de gevonden grenzen kunnen leiden.

Gebruik ANMS

- Bij het varen met de maatgevende schepen in de geteste situaties is het essentieel om het ANMS systeem beschikbaar te hebben. Op zicht en ondersteund door radar zijn de positie, koers bewegingen en langs/dwarssnelheden en Rate of Turn van het schip niet voldoende nauwkeurig te schatten, waardoor het schip niet 'rustig' te krijgen is in de geteste maatgevende windomstandigheden.

9.1.2 Aanbevelingen simulatoronderzoek

- Om onveilige combinaties van wind en dwarsstroom in de aanloop van de sluis te voorkomen zal er bij de invaart vanuit het Noordzeekanaal 5 à 10 minuten gewacht moeten worden om de ontstane stromingen door zoet/zout verschillen te laten uitdempen; voor de invaart vanuit het zee zal 10 à 15 minuten gewacht moeten worden;
- Omdat de zuidelijke geleidemuur in principe de werkbaarheid van de sleepboten bij de invaart met ZW wind vermindert en ook de uitvaart met NW hindert, is het van belang dat de geleidemuur zo snel mogelijk wegloopt naar het westen toe zodat de beschikbare vaarbreedte geoptimaliseerd wordt. Het is daarom ook niet aan te bevelen om de door asymmetrische stroming of zuiging door een asymmetrische voorhaven op te lossen door het bouwen van scheidingsmuren tussen de Noordersluis en de Nieuwe Zeesluis. In dit geval heeft de beperking van de ruimte in de voorhaven een negatiever effect dan het opheffen van de asymmetrie;
- Omdat voor deze simulaties een aantal hydrodynamische effecten t.a.v. de vaart naar, de invaart in de sluis, de uitvaart uit de sluis en het varen vanuit de sluis door de voorhavens (zie de vier hierboven genoemde punten), wordt aanbevolen om vervolg onderzoek op een simulator uit te voeren met een meer gedetailleerde modellering van de bovengenoemde hydrodynamische effecten. Deze effecten zijn als input wel beschikbaar uit de 3-D stroomberekeningen, zoals uitgevoerd door Deltares en uit een toe te voegen modellering met WAROS.

9.2 Gevoeligheidsanalyse

De ligging en de buitenafmetingen van de Nieuwe Zeesluis hebben invloed op het gebruik van deze sluis en de overige sluisen (Noordersluis en Middensluis). Omdat er nog andere sluisvarianten (b.v. met rechte roldeuren, puntdeuren of sectordeuren) worden beschouwd, heeft MARIN een kwalitatieve beoordeling van vijf extra sluisvarianten uitgevoerd op grond van een schatting van eventuele veranderingen van de stroming en op grond van de uitkomsten van de uitgevoerde real-time simulaties.

9.2.1 Conclusies gevoeligheidsanalyse

Uit de kwalitatieve beoordeling van de vijf varianten worden de volgende conclusies getrokken:

- De ligging en vormgeving van de oostelijke sluishoofden van de vijf varianten zullen geen merkbare invloed hebben op de invaart en uitvaart aan de kanaalzijde t.o.v. de geteste variant;
- Variant 0 (rechte roldeur rondom NS, 545 x 50 m): de ligging en vormgeving van het westelijke sluishoofd zal geen merkbare invloed hebben op de invaart en uitvaart aan de zeezijde t.o.v. de geteste variant;
- Variant 3 (rechte roldeur rondom NS, 545 x 60 m): het deel van de geleidemuur, dat evenwijdig met de zuidelijke sluiswand loopt met een lengte van 210 m zal de dwarsstroom in de vaarbaan naar de NZS iets vergroten. Daarnaast beperkt dit deel van de geleidemuur bij zowel in- als uitvaart de ruimte voor het schip. Hierdoor wordt het schip bij de invaart boven de centerlijn van de sluis gedwongen en heeft het uitvarende schip, vooral bij NW wind, minder ruimte voor het achterschip;
- Variant 1 (Dubbele puntdeur, 500 x 65 m): de dwarsstroom in de vaarbaan van het schip halveert ongeveer en de kortere geleidemuur, die meteen wegloopt geeft meer ruimte aan de schepen. Deze variant is voor de scheepvaart gunstiger dan de geteste variant. Bovendien zal bij deze ligging van het sluishoofd de dwarsstroom in de vaarbaan naar de Noordersluis niet vlak voor de ingang van die sluis optreden, wat gunstig is voor de in- en uitvaart van de Noordersluis;
- Variant 2 (Dubbele puntdeur, 500 x 70 m): deze variant heeft voor de aanloop en de uitvaart aan de zeezijde dezelfde (voordelige) eigenschappen als Variant 1 (Dubbele puntdeur, 500 x 65 m);
- Variant 1 (Sectordeur, 545 x 65 m): de ligging en vormgeving van het westelijke sluishoofd zal geen merkbare invloed hebben op de invaart en uitvaart aan de zeezijde t.o.v. de geteste variant. Wel zorgt de extra knik in de geleidemuur ervoor dat een onduidelijke situatie ontstaat, omdat tijdens het in- en uitvaren van de sluis de hoek tussen geleidemuur en schip ineens veranderd, waardoor de positie en koers van het schip moeilijk zijn te beoordelen. Het ontwerp van deze variant laat vermoedelijk wel een rechte, uitlopende geleidemuur toe.

9.2.2 Aanbeveling gevoeligheidsanalyse

- De plaatsing van een geleidemuur in het verlengde van de sluis moet voorkomen worden. Een geleidemuur moet geen knik hebben en zo snel en zo veel mogelijk naar buiten lopen om de sleepboten en het schip zo veel mogelijk ruimte te geven.

9.3 Risico's tijdens de bouw

De risico's tijdens de bouw zijn afgeleid uit de hinder die van de drie soorten activiteiten (tijdelijke havenvoorziening, wegbaggeren van bestaande stukken land en bouw zuidelijke kolkwanden, sluishoofd en westelijke voorhaven wand) wordt verwacht.

9.3.1 Conclusie risico's tijdens de bouw

- In de diverse bouwfasen zal hinder ontstaan voor de scheepvaart naar de bestaande sluisen. Hinder zal per definitie tot verhoging van risico leiden of tot enig tijverlies. De hinder is echter over het algemeen zeer beperkt en zal niet tot een merkbare verhoging van het risico leiden.

REFERENTIES

- [1] Deltares Rapport.
- [2] Approach Channels, A Guide for Design, Final report of the joint PIANC/IAPH Working Group II-30 in cooperation with IMPA and IALA, June 1997.
- [3] Simulatie-onderzoek Zeetoegang IJMUIDEN, MARIN Rapport 24525.600, 25 september.

BIJLAGE A COMPACT MANOEUVRING SIMULATOR

Datasheet

Compact Manoeuvring Simulator

Introduction

The MARIN Compact Manoeuvring Simulator is capable of simulating a variety of maritime operations covering virtually any type of vessel and various propulsion systems (conventional, PODS, ASD, VSP). The Compact Manoeuvring Simulator is designed to serve the modern needs for high performance bridge simulators that can now be located at your own offices.

MARIN

MARIN is an independent and innovative service provider for the maritime industry, since 1932. The services incorporate a unique combination of simulation, model testing, full-scale measurements and training programmes. The Compact Manoeuvring Simulator is a tailor-made and compact version of the simulators in use at MARIN with identical software. The full mission simulators at MARIN's Nautical Centre MSCN are being used for Pilot and Tug Master training and for port design studies.

Objectives

Objectives that can be achieved with the Compact Manoeuvring Simulator are training of:

- General ship handling principles.
- Specific manoeuvres for dedicated areas under normal environmental conditions.
- Specific manoeuvres for dedicated areas under marginal environmental conditions, i.e. near the edge of the operational envelope.
- Emergency situations such as malfunctions of engines and rudder, line breaking, bad visibility, etc.



Figure 1: Trainee Station

System description

The Compact Manoeuvring Simulator consists of a Trainee Station (Figure 1), and an Instructor Operator Station. Optionally a separate Pilot/Captain Station can be added. The Trainee Station can be equipped with:

- 180 degree projection system using 3 high quality Image Generators.
- One rear-view display.
- Main console with:
 - ship controls (telegraph, wheel, bowthruster or controls for PODs, ASD, VSP),
 - ECDIS, ARPA, winch controls.
- Overhead panel with:
 - RPM indicators,
 - thruster angle indicators,
 - rudder indicator.

The Instructor Operator Station (Figures 2 and 3) consists of:

- Dual head Control Station.
- Stealth Image Generator.

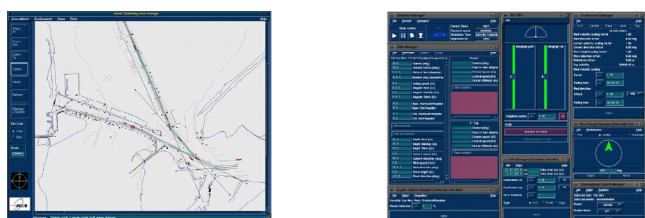


Figure 2: Instructor Operator Station

The Pilot/Captain Station enables the control of an additional ownership, for instance to manoeuvre LNG-tankers, shuttle tankers and to facilitate FPSO operations. It consists of:

- A Softbridge application for control of telegraph, wheel and bowthruster.
- Stealth Image Generator (Figure 3).

Stealth image generator

This device is best described as a separate visual channel with complete flexibility to take up any arbitrary observation point within the database during runtime. Thus, 3D monitoring of the simulation in progress is very effectively achieved.

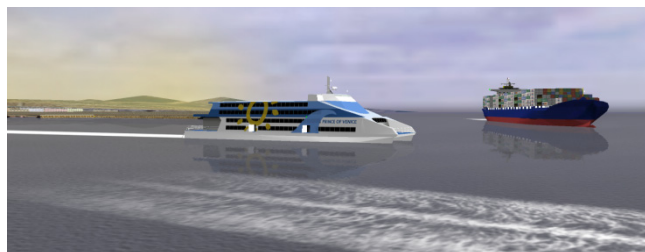


Figure 3: Stealth View

Software



The Compact Manoeuvring Simulator is using the MERMAID500 MARIN simulation software. This software is DNV approved and based on extensive and on-going research into the field of ship hydrodynamics, port and waterway design. The MARIN mathematical ship models are

widely considered to be highly sophisticated manoeuvring models that are based on sea trials and model test results. Basically any type of vessel and propulsion system can be handled. Figure 4 shows an impression of the newest visualisation software.



Benefits

- Flexible.
- Cost-effective.
- COTS components, utilizing normal PC's.
- In-house training (requiring normal office space).
- Customised consoles, dedicated Controls.
- Instructor and Preparation System.
- Dedicated Ship Models.
- Dedicated Geographical Databases.
- Standard library of Traffic Models.
- High Quality Visualisation.
- Remote dial-in for support and maintenance services.
- Easy to add ship models and geographical databases at any time.
- Easy and virtually unlimited creation of new exercises.

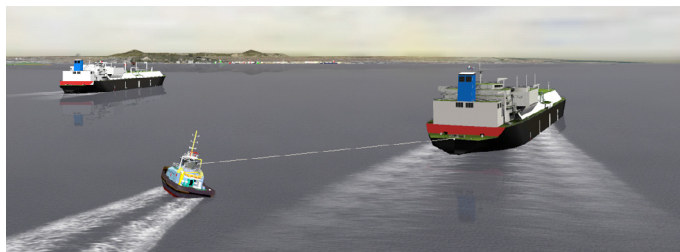


Figure 4: Visualisation software

For more information please contact the department Maritime Simulation & Software Group;
T +31 317 493 237
E msg@marin.nl

BIJLAGE B PILOT CARDS VAN DE SCHEPEN

Pilot card Containership

Principal dimensions		Engine	
Length over all	366.00 m	Type:	Diesel
Beam	51.20 m	Power:	72400 kW
Draft fully laden	15.60 m	Max. revs:	104 rpm
Displacement fully laden	201524 tons	Bow Thruster:	3400 kW
Dead weight tonnage	155438 tons	Stern Thruster:	- kW

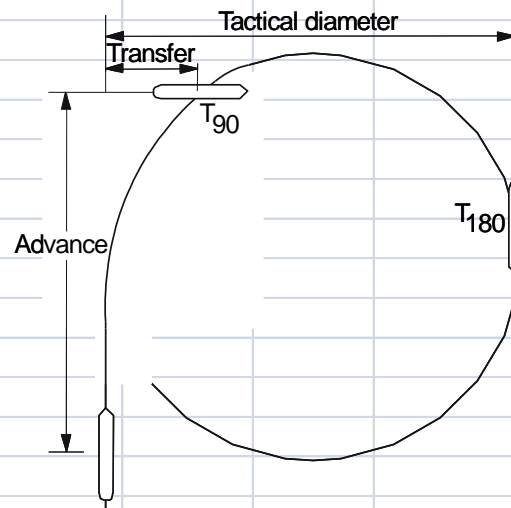
Telegraph Setting	rpm	Speed [kn]	Crash Stop		
			Distance [mile]	Stopping Time [min] [sec]	
SEA FULL	104	24.5			
FULL	70	16.5			
HALF	55	13.0	2.62	11	44
SLOW	39	9.2			
DEAD SLOW	23	5.4			

Telegraph	Rudder	Advance	Transfer	T90		Tac. Diam.
		[mile]	[mile]	[min]	[sec]	[mile]
SEA FULL	P	0.52	0.20	1	43	0.52
	SB	0.53	0.21	1	46	0.53
HALF	P	0.50	0.20	3	10	0.52
	SB	0.51	0.21	3	16	0.53

WARNING:

The response of this ship may be different from that listed above if any of the following conditions upon which the manoeuvring information is based are varied:

1. Calm weather - wind 8 knots or less, calm sea.
2. No current.
3. Water depth twice vessels draft or greater.
4. Clean hull.
5. Load condition FULL LOAD



Pilot card Bulkcarrier

Principal dimensions		Engine	
Length over all	366.00 m	Type:	Diesel
Beam	51.00 m	Power:	22500 kW
Draft fully laden	18.00 m	Max. revs:	75 rpm
Displacement fully laden	276218 tons	Bow Thruster:	- kW
Dead weight tonnage	250000 tons	Stern Thruster:	- kW

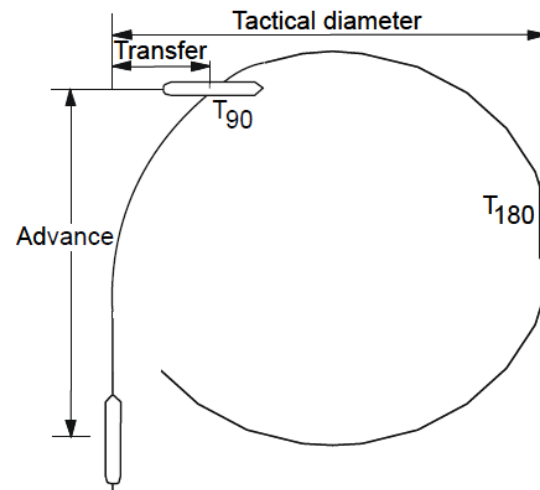
Telegraph Setting	rpm	Speed [kn]	Crash Stop		
			Distance	Stopping Time	
			[mile]	[min]	[sec]
SEA FULL	75	15.5	1.52	12	28
HARBOUR FULL	65	13.4			
HALF	56	11.6			
SLOW	40	8.3			
DEAD SLOW	26	5.4			

Telegraph	Rudder	Advance	Transfer	T90		Tac. Diam.
		[mile]	[mile]	[min]	[sec]	[mile]
SEA FULL	P	0.63	0.26	3	30	0.55
	SB	0.64	0.27	3	36	0.57
HALF	P	0.62	0.26	4	39	0.55
	SB	0.63	0.27	4	48	0.57

WARNING:

The response of this ship may be different from that listed above if any of the following conditions upon which the manoeuvring information is based are varied:

1. Calm weather - wind 8 knots or less, calm sea.
2. No current.
3. Water depth twice vessels draft or greater.
4. Clean hull.
5. Load condition FULL LOAD



BIJLAGE C ANALYSE VAN DE STROOMSCENARIO'S

Simulator conditie	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	waterstand	spuidebiet	deuren open	voor/in NZS	Opmerkingen t.a.v. stroom	Opmerkingen t.a.v. wind	Verskil met bestaande situatie NS
1	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	NAP -1,7 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Sterke asymmetrische tegenstroom (1.0-1.2 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,2 m/s, bij laag 4 alleen nog tegenstroom (tot 0,8 m/s) zonder dwarscomponenten; vanaf laag 11 en verder stroom naar binnen (vanaf laag 13 veel stroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit wordt pas veel onder het schip.	Bij deze lage waterstand valt, bij ZW wind, 8 m van de scheepshoogte weg achter de geleidwal en in sluis	Asymmetrische tegenstroom, i.p.v. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom duwen het schip in de aanloop naar de sluis naar het noorden, waardoor de padbreedte groter wordt dan in bestaande situatie. Grotere diepte van sluis en aanloop zorgen ervoor dat de ingaande zouttong grotendeels onder het schip door gaat. Effect van spuistroom zal niet veel verschillen van huidige situatie maar er kan met de NZS bij een lagere waterstand, dus maximale spuistroom worden gevaren.
2	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	NAP -1,7 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 1	NW wind valt niet weg achter de geleidwal, wel deels in sluis	Asymmetrische tegenstroom, i.p.v. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom staan nu tegen elkaar in, in de aanloop naar de sluis, waardoor de padbreedte misschien kleiner wordt dan in bestaande situatie. Grotere diepte van sluis en aanloop zorgen ervoor dat de ingaande zouttong grotendeels onder het schip door gaat.
3	Container 366/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	NAP -1,7 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Sterke asymmetrische stroom mee (1.0-1.2 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,2 m/s, bij laag 4 alleen nog tegenstroom (tot 0,8 m/s) zonder dwarscomponenten; vanaf laag 11 en verder stroom naar binnen (vanaf laag 13 veel stroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit wordt pas veel onder het schip.	Bij deze lage waterstand valt, bij ZW wind, 8 m van de scheepshoogte weg in de sluis en achter de geleidwal	Asymmetrische stroom mee, i.p.v. symmetrische stroom mee. Wind en stroom duwen het schip naar het noorden, waar in principe voldoende ruimte is, oppassen dat schip niet te veel van koers veranderd, voordat de sluis geheel verlaten is (gevaar voor klemlopen). Schip 'spoelt' de sluis uit door grotere diepte van de sluis, waardoor zouttong onder het schip door loopt
4	Container 366/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	NAP -1,7 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 3	NW wind valt deels weg in sluis, maar niet achter de geleidwal.	Asymmetrische stroom mee, i.p.v. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in, waardoor de padbreedte afneemt, minder gevaar voor klemlopen. Schip 'spoelt' de sluis uit door grotere diepte van de sluis, waardoor zouttong onder het schip door loopt
5	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Sterke asymmetrische tegenstroom (1,2-1.4 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,24 m/s, bij laag 4 alleen nog tegenstroom (tot 1,0 m/s) zonder dwarscomponenten; vanaf laag 10 en verder stroom naar binnen (vanaf laag 13 veel stroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit wordt pas veel onder het schip.	Bij deze hoge waterstand valt, bij ZW wind, 4 m van de scheepshoogte weg achter de geleidwal en in sluis	Asymmetrische tegenstroom, i.p.v. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom duwen het schip in de aanloop naar de sluis naar het noorden, waardoor de padbreedte groter wordt dan in bestaande situatie. Grotere diepte van sluis en aanloop zorgen ervoor dat de ingaande zouttong grotendeels onder het schip door gaat.
6	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 5	NW wind valt niet weg achter de geleidwal, wel een beetje in sluis	Asymmetrische tegenstroom, i.p.v. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom duwen het schip in de aanloop naar de sluis naar het noorden, waardoor de padbreedte groter wordt dan in bestaande situatie. Grotere diepte van sluis en aanloop zorgen ervoor dat de ingaande zouttong grotendeels onder het schip door gaat.
7	Container 366/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	2	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Sterke asymmetrische stroom mee (1,2-1.4 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,24 m/s, bij laag 4 alleen nog stroom mee (tot 1,0 m/s) zonder dwarscomponenten; vanaf laag 10 en verder stroom naar binnen (vanaf laag 13 veel stroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit wordt pas veel onder het schip.	Bij deze hoge waterstand valt, bij ZW wind, 4 m van de scheepshoogte weg in de sluis en achter de geleidwal	Asymmetrische stroom mee, i.p.v. symmetrische stroom mee. Wind en stroom duwen het schip naar het noorden, waar in principe voldoende ruimte is, oppassen dat schip niet te veel van koers veranderd, voordat de sluis geheel verlaten is (gevaar voor klemlopen). Schip 'spoelt' de sluis uit door grotere diepte van de sluis, waardoor zouttong onder het schip door loopt
8	Container 366/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	2	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 7	NW wind valt deels weg in sluis, maar niet achter de geleidwal.	Asymmetrische stroom mee, i.p.v. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in, waardoor de padbreedte afneemt, minder gevaar voor klemlopen. Schip 'spoelt' de sluis uit door grotere diepte van de sluis, waardoor zouttong onder het schip door loopt
9	Container 366/ Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	3	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Stroom mee in de sluis (1.0-1.2 m/s) met vlak voor de sluis dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,2 m/s; vanaf laag 8 en verder stroom naar buiten (vanaf laag 13 veel uitstroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit valt onder het schip.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Niet zo veel verschil verwacht met bestaande situatie (zie ook stroom scenario 7); in de NS echter nu lagere instroomsnelheden. Schip wordt dus bij vroeg opvaren naar binnen geduwd (afgezien van de effecten van de retourstroom). De naarbuiten komende zouttong gaat grotendeels onder het schip door.
10	Container 366/ Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	3	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 9	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 9
11	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	3	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Stroom tegen in de sluis (1.0-1.2 m/s) met vlak na verlaten van de sluis dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,2 m/s; vanaf laag 8 en verder stroom naar buiten (vanaf laag 13 veel uitstroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit valt onder het schip.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Niet zo veel verschil verwacht met bestaande situatie (zie ook stroom scenario 7); in de NS echter nu lagere instroomsnelheden. Schip wordt dus bij vroeg uitvaren tegen gehouden door de instroom (afgezien van de effecten van de retourstroom, die het schip nog meer tegenhouden). De naarbuiten komende zouttong gaat grotendeels onder het schip door, dus help niet bij naar buiten varen. Wind duwt schip wat naar buiten, testen zonder wind?
12	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	3	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 11	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 11

13	Container 366/ Bulcarrier 9 m/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit oost	4	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Stroom mee in de sluis (1.2-1.4 m/s) met vlak voor de sluis minder dwarsstroom aan het oppervlak dan in stroom-scenario 3 omdat aandrijving door spuistroom ontbreekt; vanaf laag 8 en verder stroom naar buiten (vanaf laag 13 veel uitstroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit valt onder het schip.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 9, maar dan zonder verstoring in de opvaart door spuistroom
14	Container 366/ Bulcarrier 9 m/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit oost	4	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 13	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 13
15	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	4	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Stroom tegen in de sluis (1.2-1.4 m/s) met vlak na verlaten van de sluis minder dwarsstroom aan het oppervlak dan in stroom-scenario 3 omdat aandrijving door spuistroom ontbreekt; vanaf laag 8 en verder stroom naar buiten (vanaf laag 13 veel uitstroom), met ook redelijk veel dwarsstroom voor de sluis, maar dit valt onder het schip.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 11, maar dan zonder verstoring in de opvaart door spuistroom
16	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	4	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 15	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	als simulatorconditie 11, maar dan zonder verstoring in de opvaart door spuistroom
17	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	5	NAP -1,7 m	500 m3/s	NS 12:10	12:20	Asymetrische tegenstroom (0,6 - 0,8 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,25 m/s, bij laag 3 alleen nog plaatselijk een kleine dwarsstroom; vanaf laag 9 en verder stroom naar binnen maar zonder veel invloed op invaart NZS.	Bij deze lage waterstand valt, bij ZW wind, 8 m van de scheepshoogte weg achter de geleidwal en in sluis	Asymetrische tegenstroom, i.pv. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom staan tegen elkaar in, in de aanloop naar de sluis, waardoor de padbreedte kleiner kan worden wordt dan in bestaande situatie. Effect van spuistroom zal niet veel verschillen van huidige situatie maar er kan met de NZS bij een lagere waterstand, dus maximale spuistroom, worden gevaren.
18	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	5	NAP -1,7 m	500 m3/s	NS 12:10	12:20	als simulatorconditie 17	NW wind valt niet weg achter de geleidwal, wel deels in sluis	Asymetrische tegenstroom, i.pv. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom staan naar het zuiden, in de aanloop naar de sluis, waardoor de padbreedte groter wordt dan in bestaande situatie.
19	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	5	NAP -1,7 m	500 m3/s	NS 12:10	12:20	Asymetrische stroom mee (0,6 - 0,8 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,25 m/s, bij laag 3 alleen nog plaatselijk een kleine dwarsstroom; vanaf laag 9 en verder stroom naar binnen maar zonder veel invloed op invaart NZS.	Bij deze lage waterstand valt, bij ZW wind, 8 m van de scheepshoogte weg in de sluis en achter de geleidwal	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in, waardoor de padbreedte afneemt.
20	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	5	NAP -1,7 m	500 m3/s	NS 12:10	12:20	als simulatorconditie 19	NW wind valt deels weg in sluis, maar niet achter de geleidwal.	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan naar het zuiden, waardoor de padbreedte toeneemt, gevaar voor klemlopen.
21	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	6	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Asymetrische tegenstroom (0,7 - 0,9 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s, bij laag 4 alleen nog plaatselijk een kleine dwarsstroom; vanaf laag 9 en verder stroom naar binnen maar zonder veel invloed op invaart NZS.	Bij deze hoge waterstand valt, bij ZW wind, 4 m van de scheepshoogte weg achter de geleidwal en in sluis	Asymetrische tegenstroom, i.pv. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom staan tegen elkaar in, in de aanloop naar de sluis, waardoor de padbreedte kleiner kan worden wordt dan in bestaande situatie.
22	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	6	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 21	NW wind valt niet weg achter de geleidwal, wel een beetje in sluis	Asymetrische tegenstroom, i.pv. symmetrische tegenstroom. Wind en stroom staan naar het zuiden, in de aanloop naar de sluis, waardoor de padbreedte groter wordt dan in bestaande situatie.
23	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	6	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Asymetrische stroom mee (0,7 - 0,9 m/s) met dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s, bij laag 4 alleen nog plaatselijk een kleine dwarsstroom; vanaf laag 9 en verder stroom naar binnen maar zonder veel invloed op invaart NZS.	Bij deze hoge waterstand valt, bij ZW wind, 4 m van de scheepshoogte weg in de sluis en achter de geleidwal	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in, waardoor de padbreedte afneemt.
24	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	uitvaart naar west	6	NAP +2,35 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 23	NW wind valt deels weg in sluis, maar niet achter de geleidwal.	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan naar het zuiden, waardoor de padbreedte toeneemt, gevaar voor klemlopen.
25	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s voor de sluis; vanaf laag 7 geen effecten meer op invaart NZS.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan naar het noorden waardoor de padbreedte toeneemt.
26	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m/ Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 25	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in waardoor de padbreedte afneemt.
27	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	7	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	Dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s buiten de sluis; vanaf laag 7 geen effecten meer op uitvaart NZS.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Dwarsstroom bij uitvaren van de sluis, maar effecten (draaiing op het schip) van ZW wind en dwarsstroom staan tegen elkaar in
28	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	7	NAP -0,4 m	500 m3/s	NZS 12:10	12:20	als simulatorconditie 27	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Dwarsstroom bij uitvaren van de sluis, effecten (draaiing op het schip) van NW wind en dwarsstroom versterken elkaar; oppassen voor 'klemlopen'
29	Container 366/ Bulcarrier 9 m/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit oost	8	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s voor de sluis; vanaf laag 7 geen effecten meer op invaart NZS.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan naar het noorden waardoor de padbreedte toeneemt.
30	Container 366/ Bulcarrier 9 m/ Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit oost	8	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 29	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Asymetrische stroom mee, i.pv. symmetrische stroom mee. Wind en stroom staan tegen elkaar in waardoor de padbreedte afneemt.
31	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	8	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	Dwarsstroomcomponenten aan het oppervlak tot 0,3 m/s buiten de sluis; vanaf laag 7 geen effecten meer op uitvaart NZS.	Bij deze waterstand valt, bij ZW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Dwarsstroom bij uitvaren van de sluis, maar effecten (draaiing op het schip) van ZW wind en dwarsstroom staan tegen elkaar in
32	Container 366/ Bulcarrier 13,7 m	uitvaart naar oost	8	NAP -0,4 m	0 m3/s	NZS 15:00	15:10	als simulatorconditie 31	Bij deze waterstand valt, bij NW wind, 6 m van de scheepshoogte weg in sluis	Dwarsstroom bij uitvaren van de sluis, effecten (draaiing op het schip) van NW wind en dwarsstroom versterken elkaar; oppassen voor 'klemlopen'

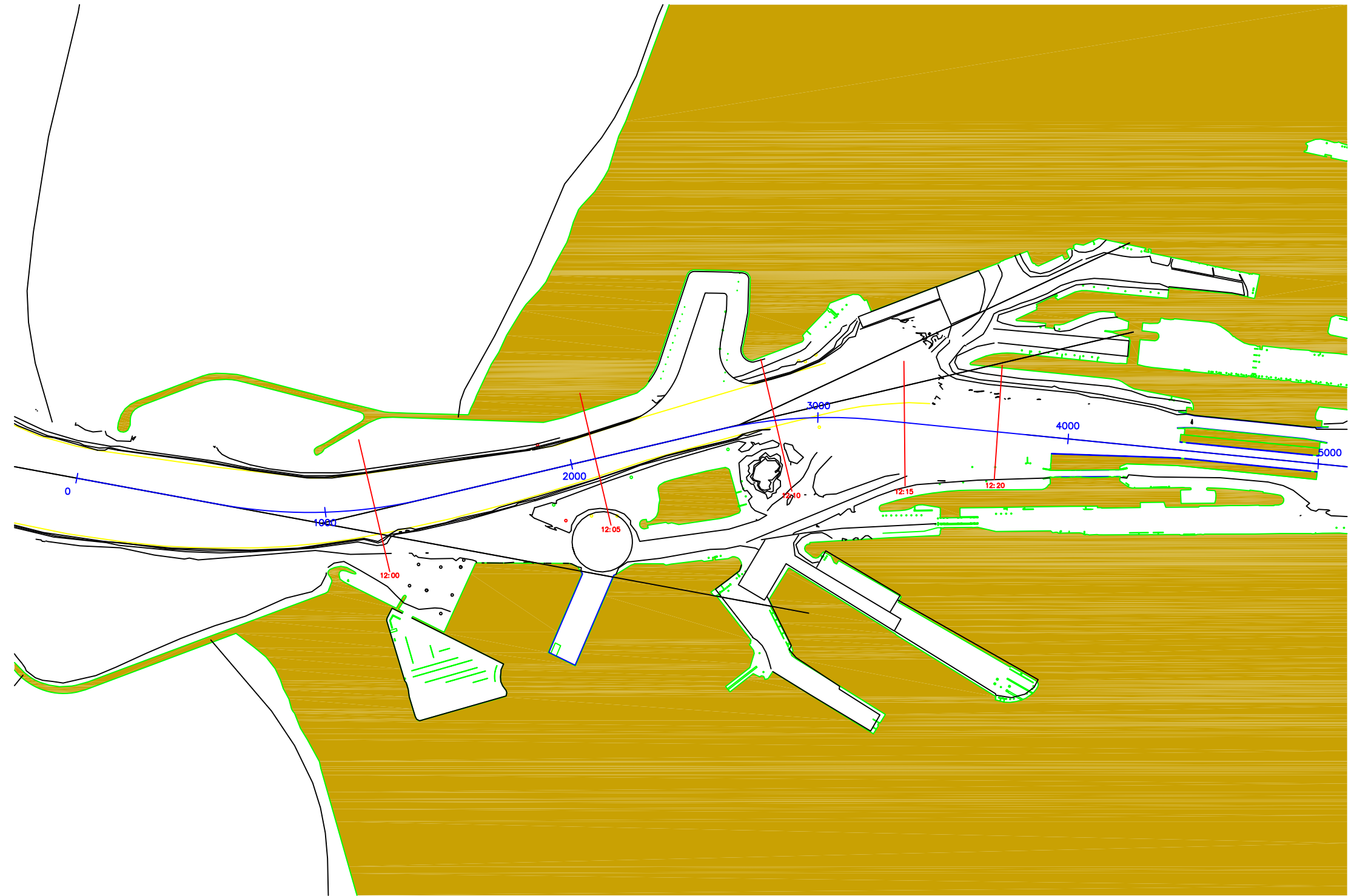
BIJLAGE D BEOORDELING DOOR DE LOODS/INSTRUCTEUR

Simulator conditie	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	Wind	Run nr.	Beoordeling van de run
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s	8	
					65	geen probleem.
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s		
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s	9	veel kracht nodig
					46	prima te doen onder deze omstandigheden
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s		
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s	16	goed te doen met deze wind, effecten van stroom vallen erg mee. Schip zit met stroom en ZW 7 (zie andere runs) net tegen grens aan. 1m/s minder geeft waarschijnlijk al betere resultaten
					47	goed te doen. Nieuwe loods moet nog wel even wennen aan de situatie
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s		
cond_25_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s	66	loods moet nog even wennen maar krijgt schip goed de sluis in
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	12	veel kracht nodig. Maar dit komt vooral door wind en enorme oploeven. Thv muur minder kracht nodig. Merken weining van stroom als schip goed opgelijnd is
					40	geen probleem. Weinig krachten gebruikt. Spuistroom is niet echt hindelijk in de aanloop. Wel in Noorderkanaal.
					48	schip is goed onder controle te houden als het eenmaal goed opgelijnd is.
					73	Heel veel kracht nodig omdat schip niet helemaal in lijn is met de richting van de sluis. Hierdoor heeft de stroom meer effect. Contact met de muur. Run niet veilig.
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s		
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	13	schip wordt in de aanloop iets om de noord weggezet. Als schip voor 20% in sluis zit stuurt instructeur per ongeluk sleepboot de zuid in ipv de noord waardoor het schip op zuidelijke fender komt
					35	goed te doen. Veel remkracht nodig voor dit schip
					57	In principe is deze run goed te doen. Schip leunt even tegen fender op de knik
					68	schip is goed onder controle te houden. Bij invaart heel even veel kracht nodig op voorboot om kop te stabiliseren. Veilige run.
cond_01_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s		
cond_03_cont	Container 366	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	11	Veel kracht nodig op voorschip - voor het gevoel vooral veroorzaakt door wind
					33	Geen probleem. Goed en veilig te doen. Uiteraard zijn er aardig wat tonnen nodig voor de wind
					64	goed te doen. Zie hierboven.
					89	goed te doen. Zie hierboven.
cond_03_cont	Container 366	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		
cond_03_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	10	Geen merkbare ongewenste effecten. Uitgangspositie niet lekker als schip niet op botslijn ligt
					42	geen problemen
					72	geen problemen
					87	geen problemen
cond_03_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		
cond_03_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	27	Schip is goed te controleren met alleen voorboot. Achterboten los gegooid omdat ze raar reageren
					45	run start niet goed op. Schip is goed onder controle te houden met alleen een voorboot
					55	Prima te doen
					79	run is goed te doen
cond_03_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 15,4 m/s	24	is goed te doen. Weining last van wind, meer van stroom
					59	Schip is goed te controleren. Uiteraard wel grote krachten nodig van de sleepboten

					81	Als je het schip vroegtijdig oplijnt en de drift eruit houdt dan is deze run goed te doen. Als deze sluis er eenmaal ligt dan zal uitgebreide training nodig zijn
					93	veel kracht nodig. Zie opmerking onder run 81. twijfelachtig
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 15,4 m/s		
cond_07_cont	Container 366	uitvaart naar west	2	ZW 15,4 m/s	25	goed te doen, krachten die nodig zijn zijn nodig door de wind. Invloed stroom maar nauwelijks merkbaar
					44	Heel veel kracht nodig op het voorschip. Wel te doen
					58	Goed te doen, krachten die nodig zijn zijn nodig door de wind. Invloed stroom maar nauwelijks merkbaar
					83	Is te doen maar er is heel erg veel kracht nodig op het voorschip.
cond_07_cont	Container 366	uitvaart naar west	2	ZW 15,4 m/s		
cond_18_cont	Container 366	invaart vanuit west	5	NW 15,4 m/s	17	schip heeft veel last van de wind. Effect van stroom is niet noemenswaardig. Het is goed om het schip eerder in de baan van de sluis te krijgen zodat je niet op het laatste moment nog moet oplijnen. Dan is extra veel kracht nodig
					41	Goed te doen. Krachten onder controle. Stroom van Noordersluis is vervelend maar te handelen.
					51	run is goed te doen. Schip goed onder controle
					90	run is goed te doen. Schip goed onder controle
cond_18_cont	Container 366	invaart vanuit west	5	NW 15,4 m/s		
cond_20_cont	Container 366	uitvaart naar west	5	NW 15,4 m/s	18	is goed te doen. Je moet opletten na verlaten sluis. Niet te vroeg sleepboot laten stoppen met trekken om de noord
					38	is goed te doen maar er is wel veel kracht nodig op het voorschip om hoogte te halen voor wind en stroom
					50	heel veel kracht nodig op het voorschip. Collega moet nog even wennen aan de enorme krachten. Run is te doen.
					70	heel veel kracht nodig op voorschip (sleepboot en boegschroef vol) omdat de heading 2 graden de zuid in. Zorgen dat heading iets de noord in is zodat er minder dwarskracht nodig is.
cond_20_cont	Container 366	uitvaart naar west	5	NW 15,4 m/s		
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	14	veel krachten nodig. Waardoor de stroom van de Noordersluis leidt tot een situatie die nog maar net mogelijk is. Niets meer over voor dit schip
					31	veel kracht nodig op voorboot omdat uitgangspositie niet ideaal was (boegschroef stond nog op vol sb zonder dat we dat in eerste instantie in de gaten hadden
					60	veel kracht nodig maar schip is goed onder controle te houden
					69	veel kracht nodig bij het voorschip door intrekende stroom noordersluis.loods laat schip op vloten landen.aanloop twijfelachtig v.w.b. veiligheid
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s		
cond_25_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	15	goed te doen. Je merkt wel iets van de stroom maar het schip is goed op koers te houden met relatief weining kracht voor en roer achter. Achterboten alleen als rem gebruikt
					34	Veel vermogen nodig als schip half in sluis is om achterschip op hoogte te houden
					49	goed te doen. Krachten binnen de marge. Als je oplijnt met alleen het roer krijg je groot dwarsverzet.
					74	prima te doen
cond_25_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s		
cond_29_cont	Container 366	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	20	redelijk goed te doen. Viel mee qua krachten. Lijkt makkelijker dan cond. 25!
					37	schip is moeilijk hanteerbaar net voor de sluis. Volle vermogen nodig
					43	Net voor sluis om 15.10 uur.heel veel vermogen nodig. Is echt op randje en niet meer echt veilig. Een paar minuten late bij de sluis lijkt bij de runs van conditie 29 een groot verschil te maken.
					54	door laat op lijnen is het schip voor de sluis niet meer onder controle te krijgen. Schade aan noordmuur

cond_29_cont	Container 366	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s		
cond_29_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	29	redelijk wat last van stroom bij invaart. Moeten run nog meerdere malen maken om te kijken wat effecten zullen zijn.
					39	Om 15.15 ging kop sluis in. Invaart goed te doen met niet al te veel kracht
					76	onveilige run, zeer onrustig gedrag van schip.
					84	Zonder probleem de sluis in!!! Schip is wel wat onrustig tijdens invaren. Lijkt niet echt aan te raden in real life
cond_29_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s		
cond_40_cont	Container 366	invaart vanuit west	10	ZW 15,4 m/s	30	Geen probleem. Schip is goed te hanteren
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	52	we komen net in de sluis met alles op vol. Run is niet veilig
cond_05_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	61	goed te doen met relatief weining kracht. Schip raakt wel even het vlot aan de zuidkant maar dat komt omdat het einde van de dag is
					80	goed te doen met beheersbare krachten. Veilige run
					82	goed te doen maar je moet eerder de vaart verder omlaag brengen
					91	goed te doen
cond_05_bulk_half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s		
cond_22_cont	Container 366	invaart vanuit west	6	NW 15,4 m/s	62	veel kracht nodig maar goed te doen.
					67	
					77	veel kracht nodig vooral bij invaart door inkomende stroom van noordersluis. Twijfelachtig
					85	veel kracht nodig bij voorboot en bb achterboot om schip opgelijnd te houden
cond_22_cont	Container 366	invaart vanuit west	6	NW 15,4 m/s		
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s	63	heel veel kracht nodig op het voorschip tot 70/80 ton en volle boegschroef. Op het randje!
					78	veel kracht nodig op het voorschip. 70 tot 80 ton van de sleepboot en af en toe boegschroef. Niet veel over
					92	is te doen maar heel veel kracht op voorschip nodig.
					88	heel veel kracht nodig op het voorschip tot 70/80 ton en volle boegschroef. Op het randje!
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s		
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s	71	stroom kwam te laat. Run later opstarten.
cond_29_bulk_ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 19,0 m/s	56	twijfelachtig. Zeker als voorboot de sluis in moet en dus rechter voor het schip moet komen
					75	niet genoeg kracht voor. Onveilige run

BIJLAGE E BAAN- EN DATAPLOTS



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

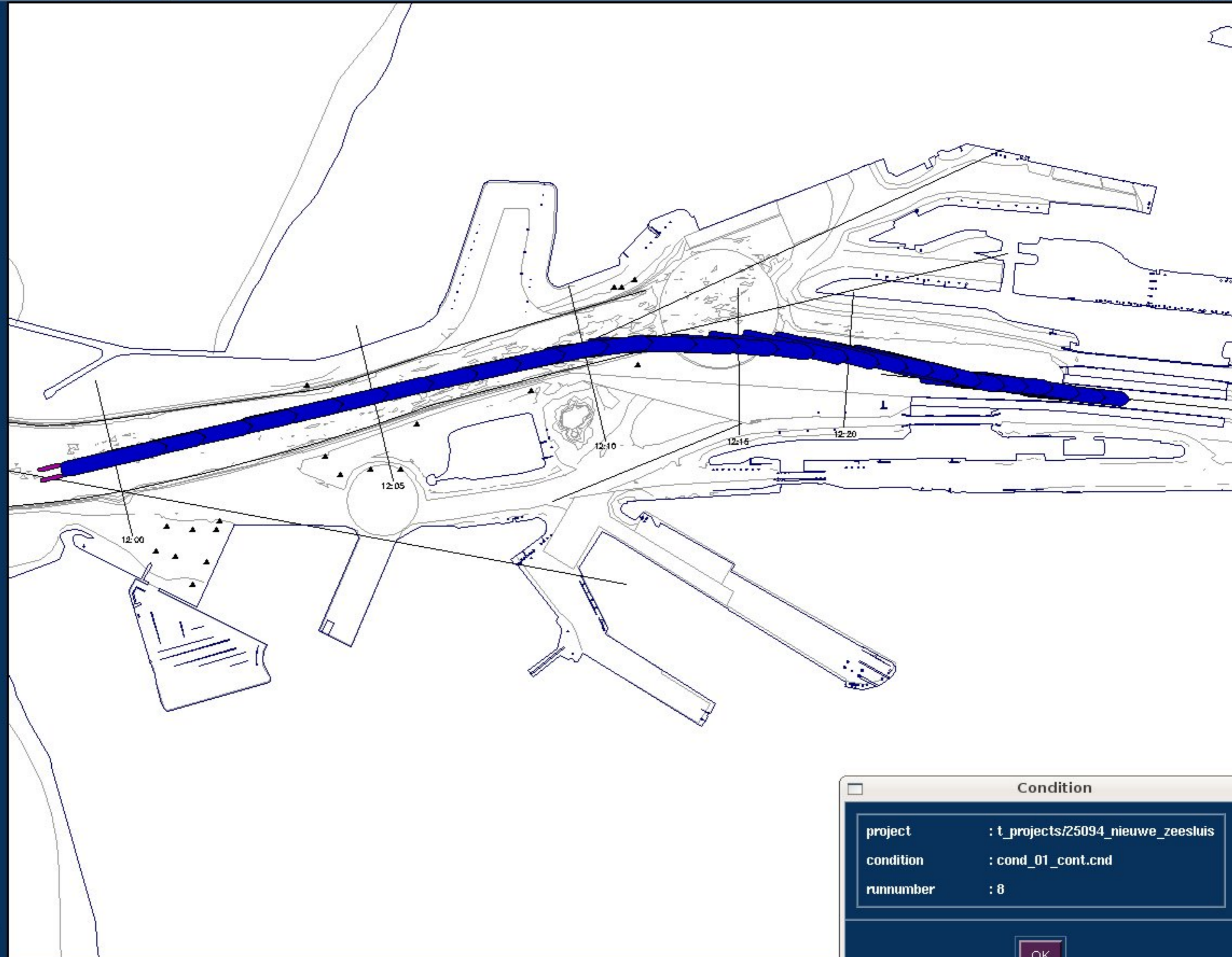
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13446



Condition

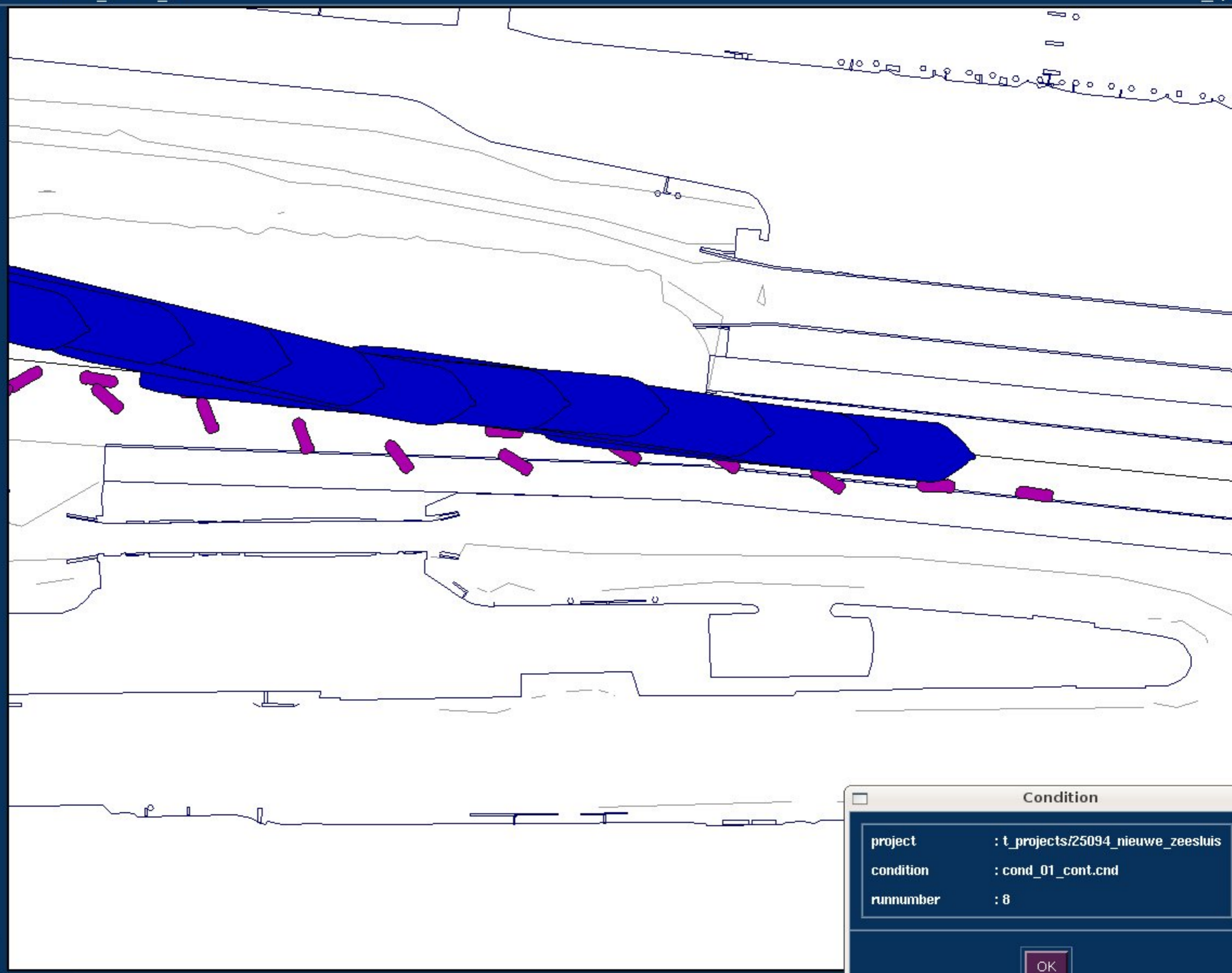
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 8

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3406



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 8

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance


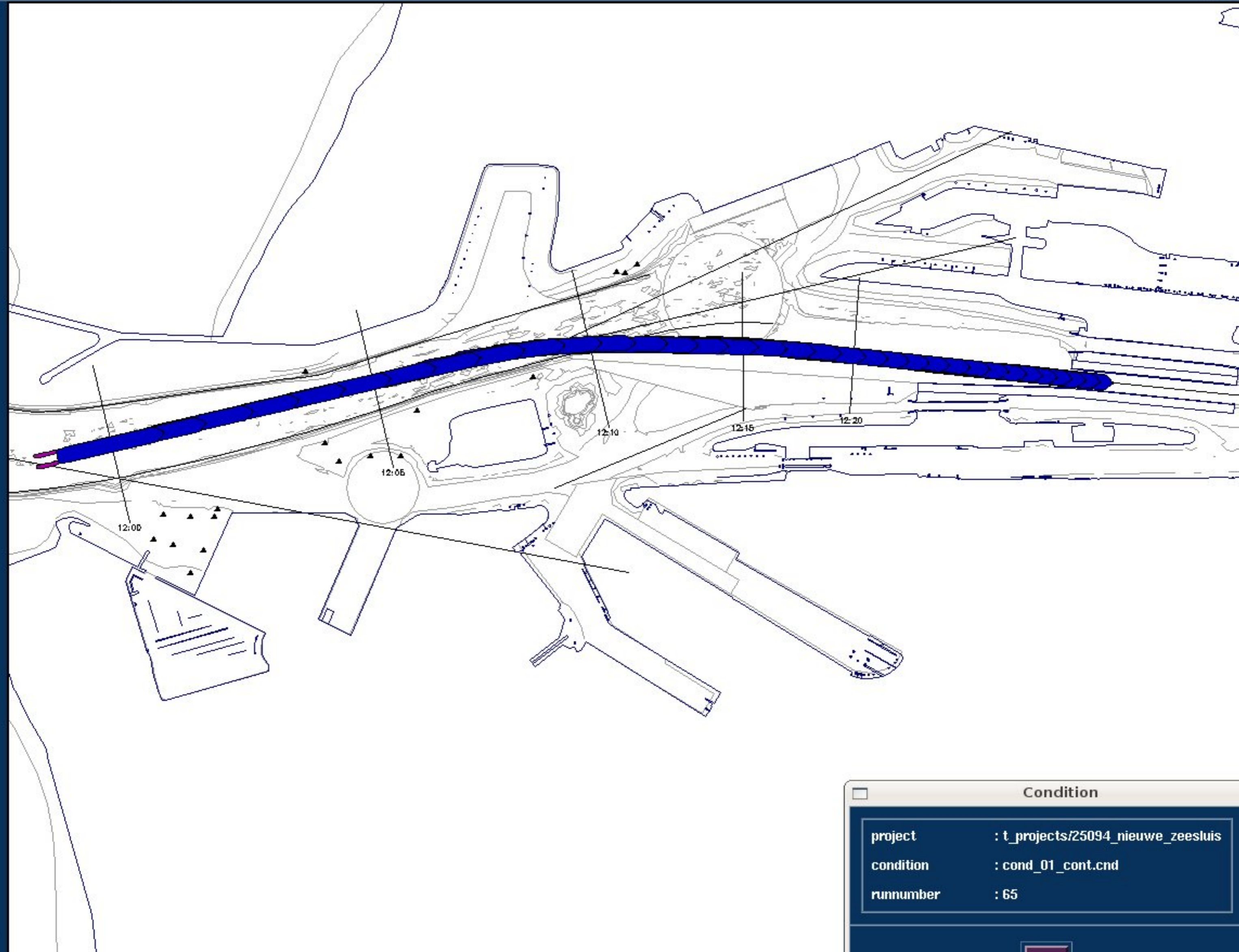
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13355

Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 65

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

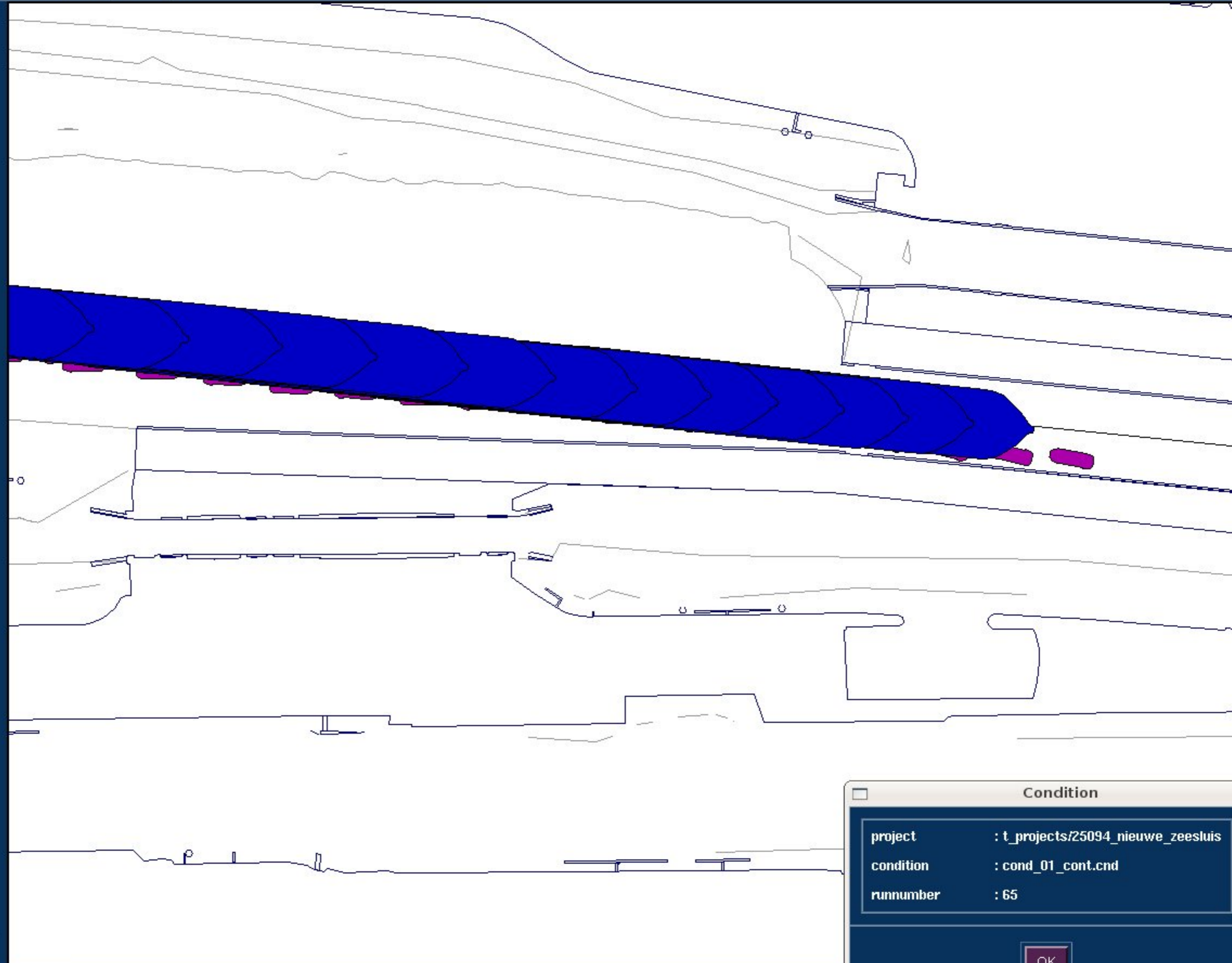

CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

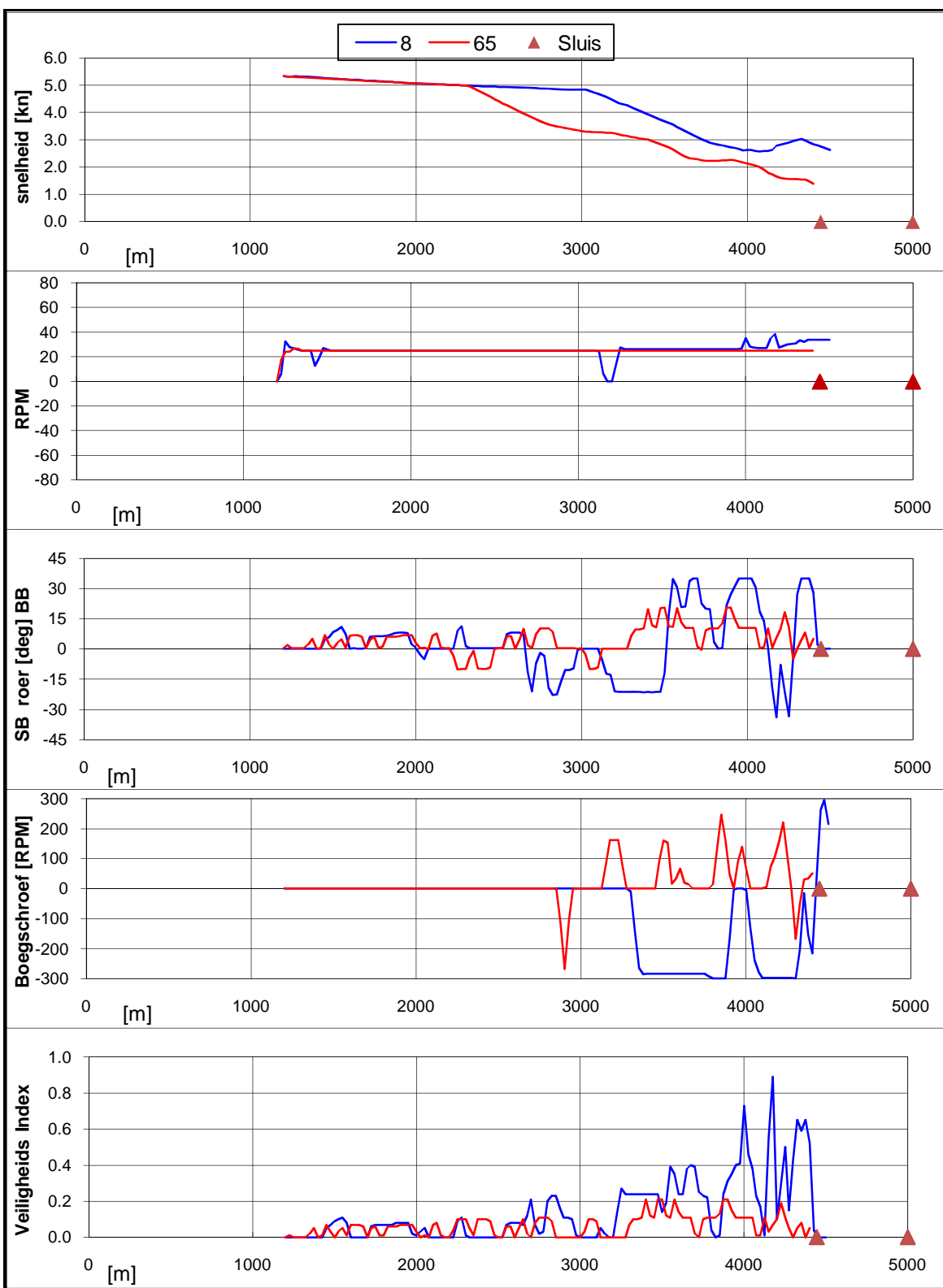
1:2901



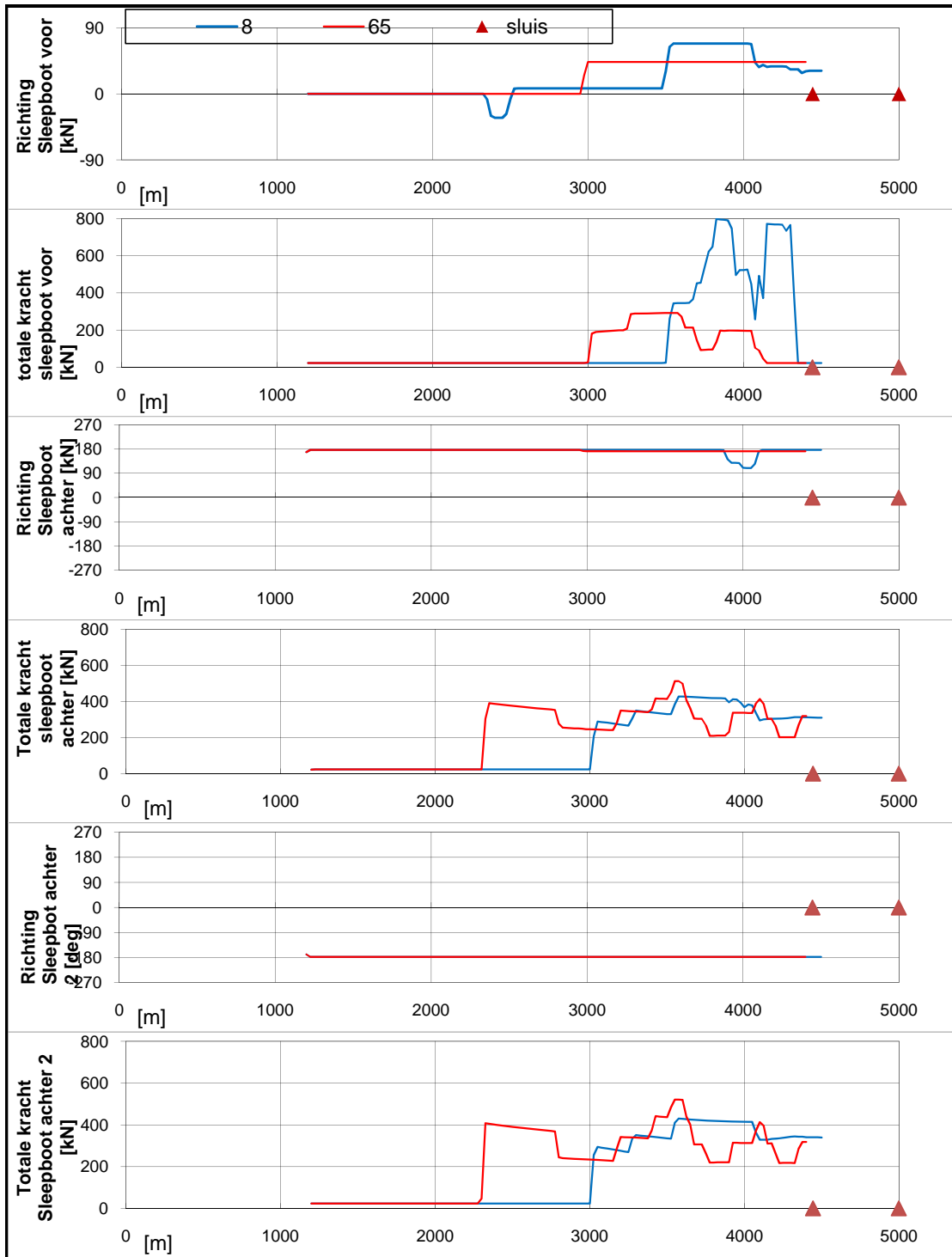
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 65

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 3.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 3.c	

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

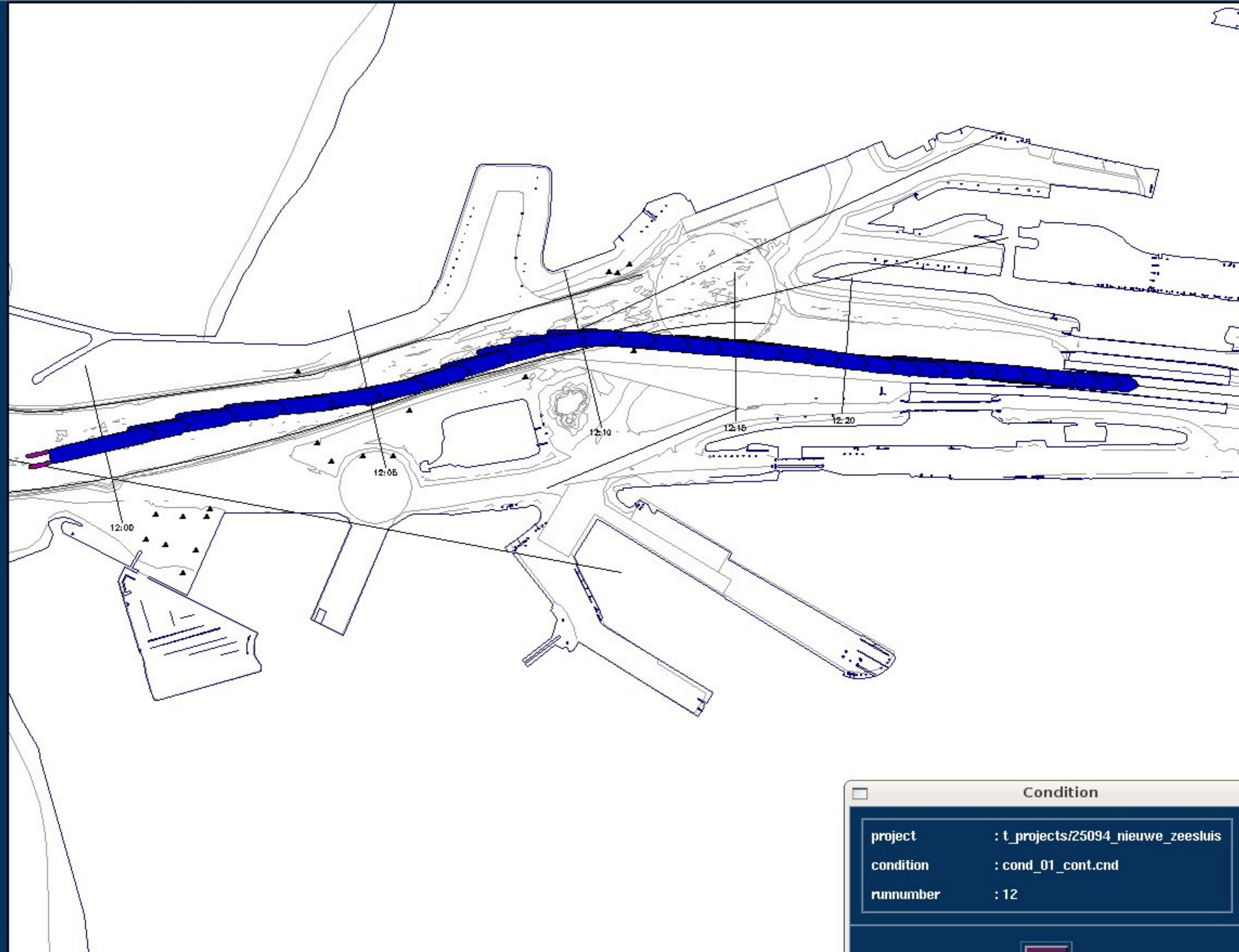

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13355



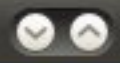
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 12

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

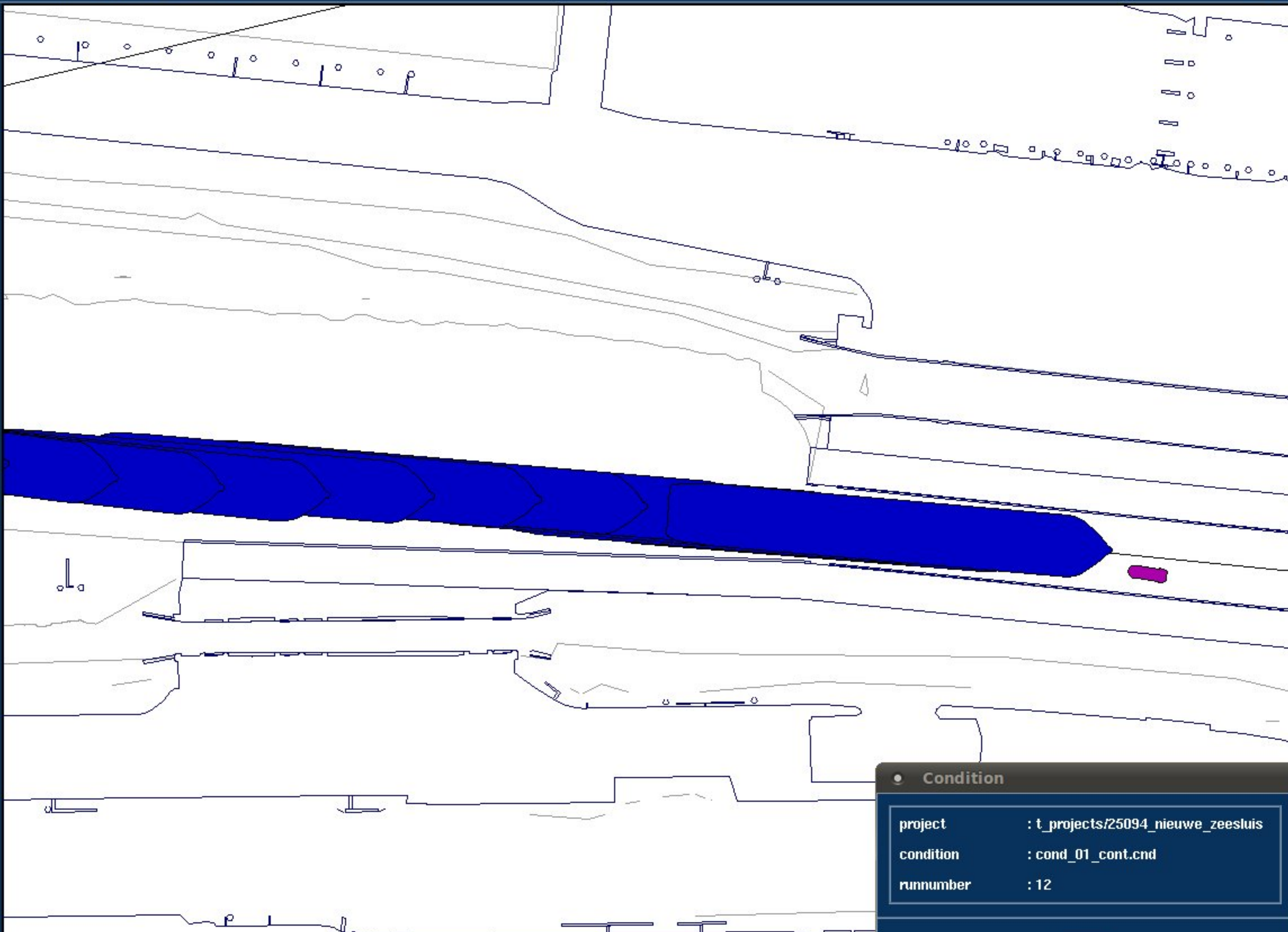
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3407



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 12

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance


CPA/TCPA

Set Goal

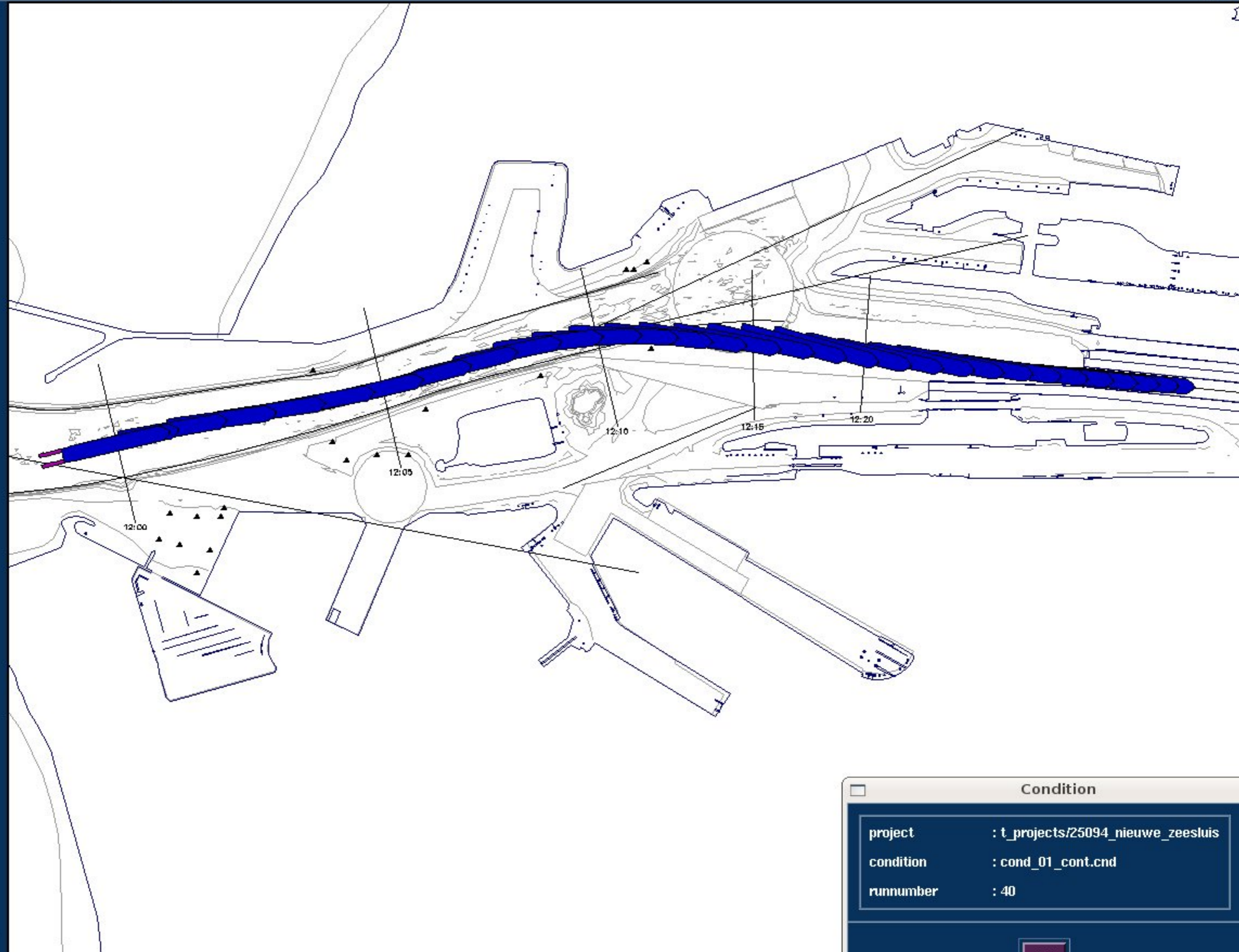
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:13263



MARIN



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 40

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance


CPA/TCPA

Set Goal

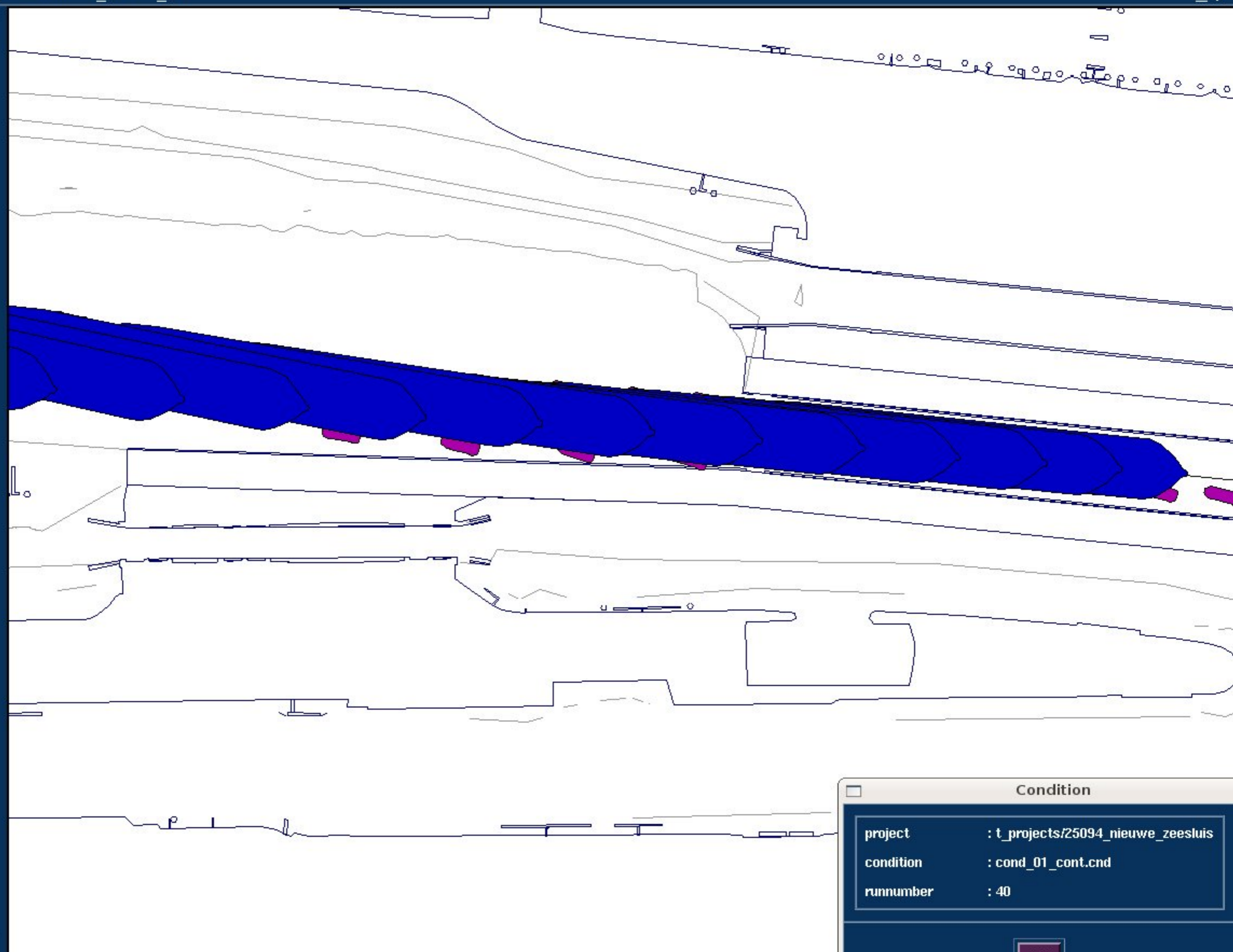
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:3312



MARIN



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 40

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

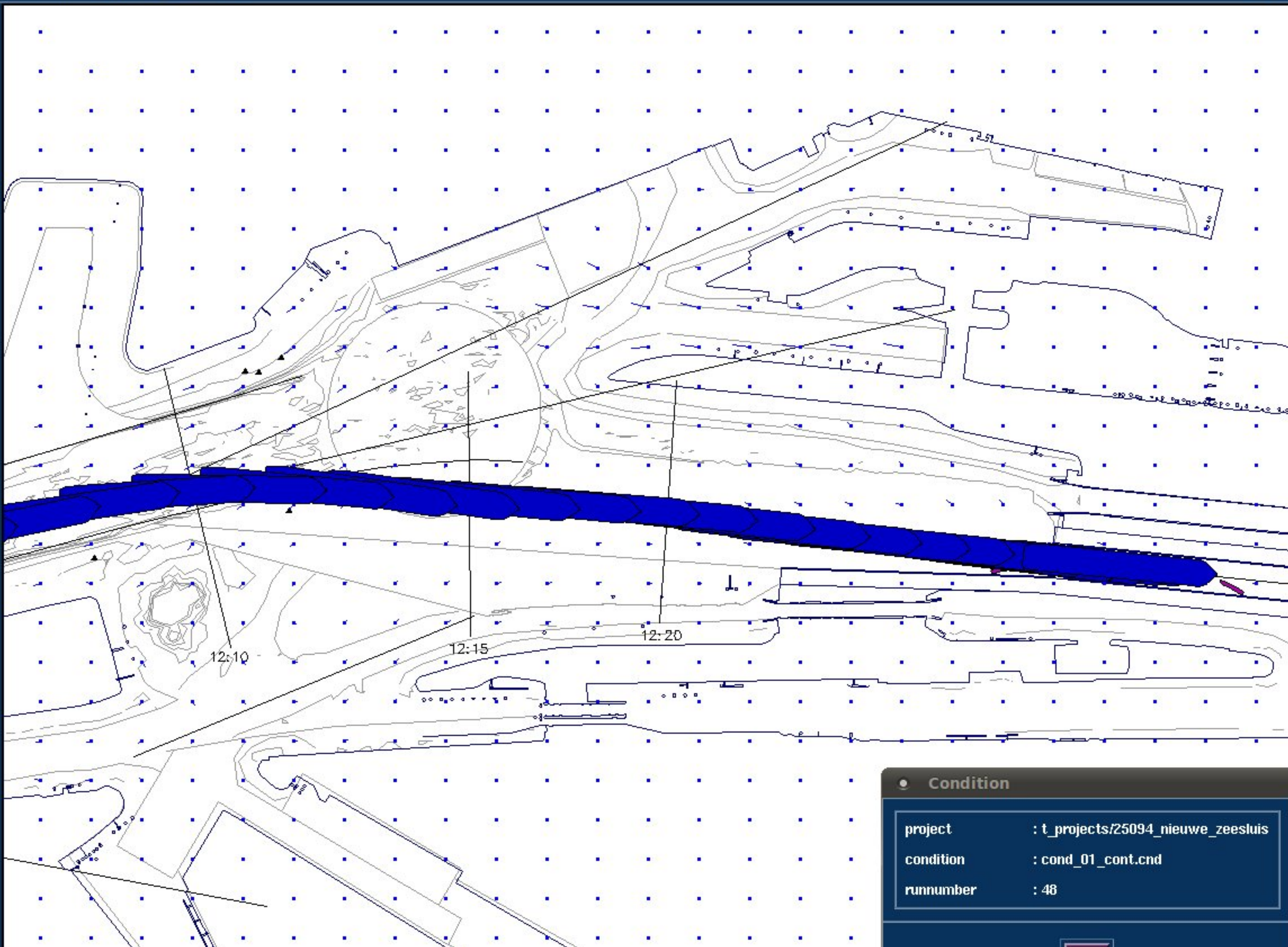
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:7794

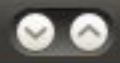


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 48



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

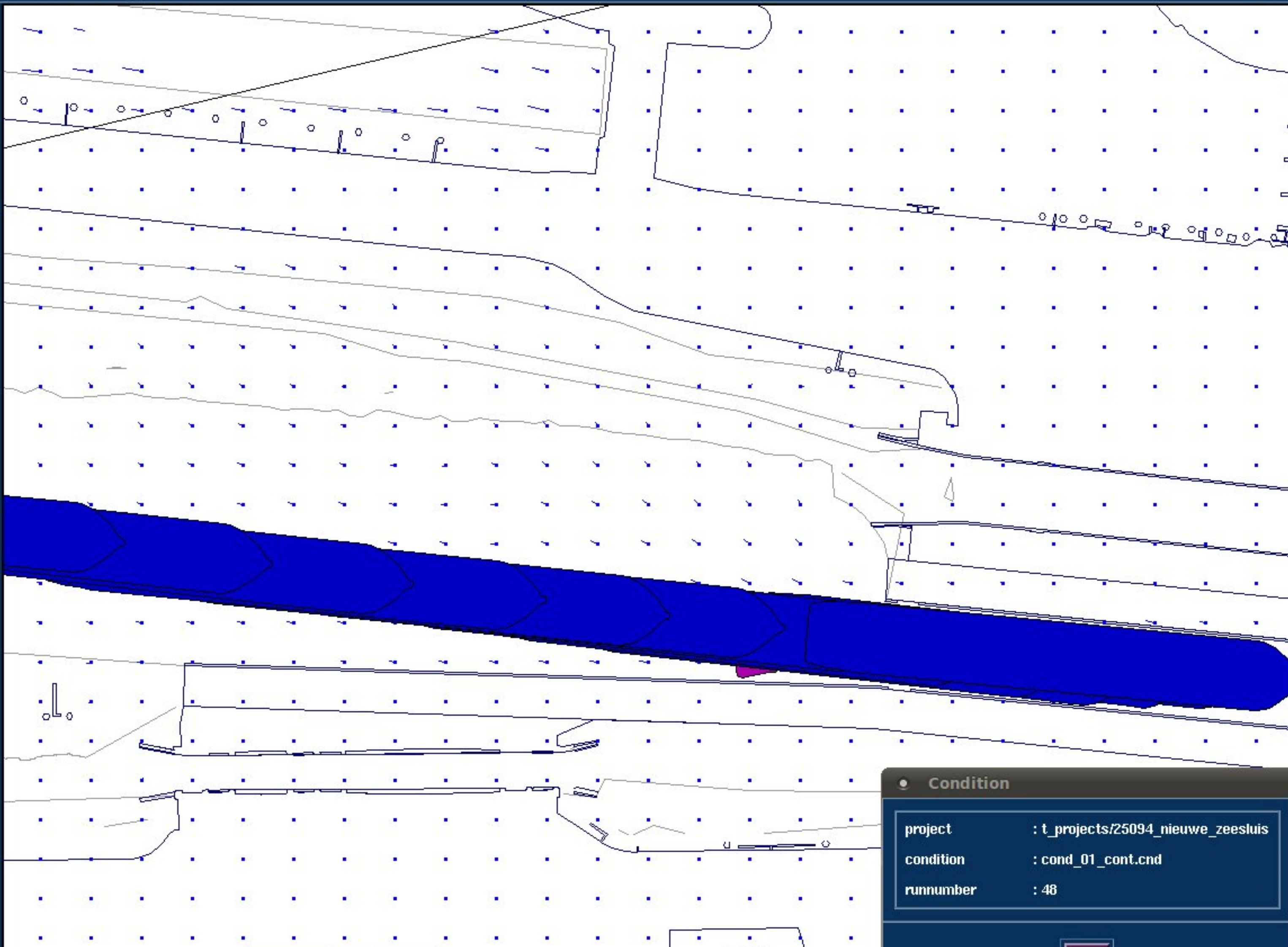
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 3033



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 48



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

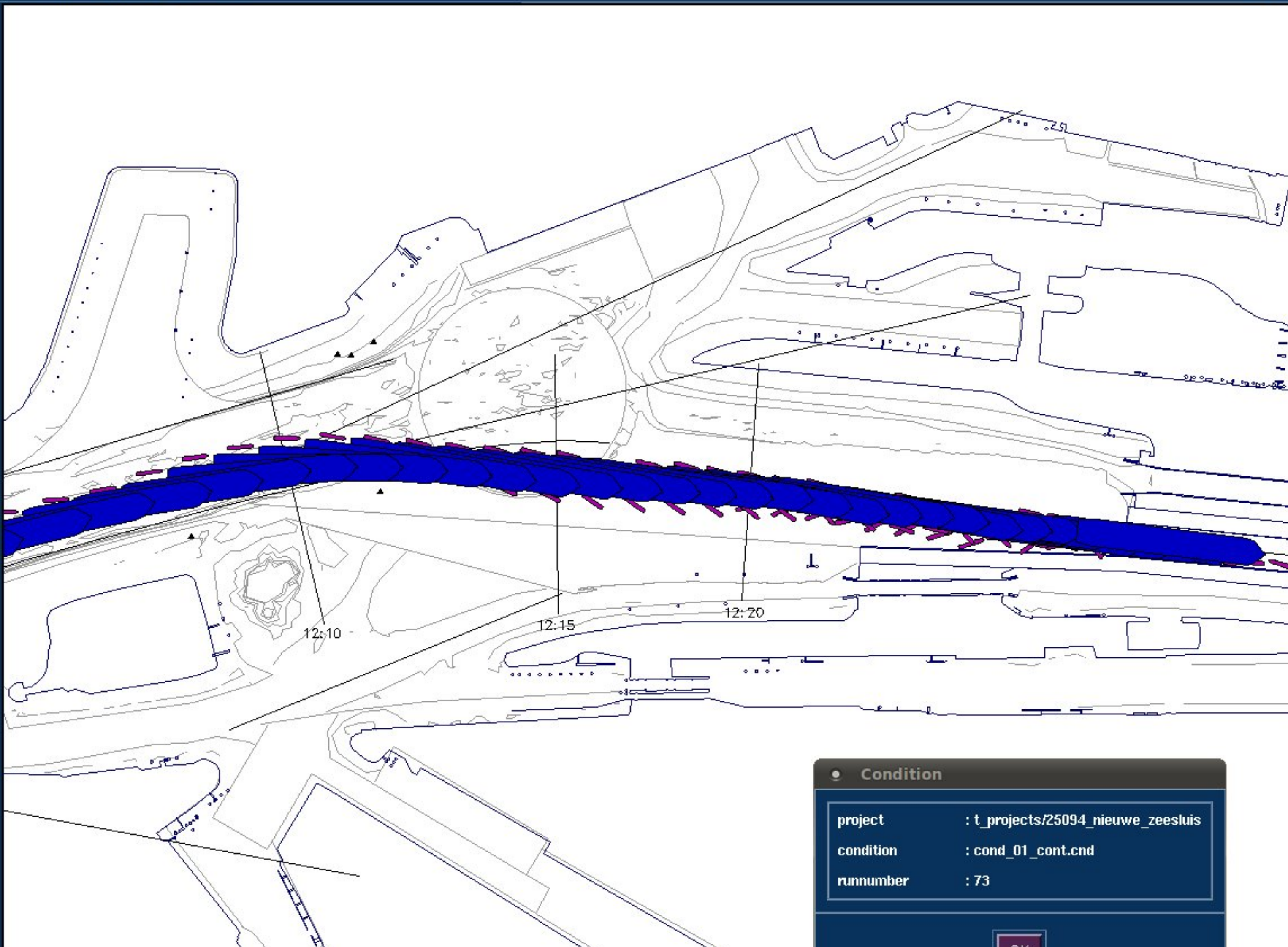
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1:7993



Condition

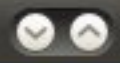
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 73

OK





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

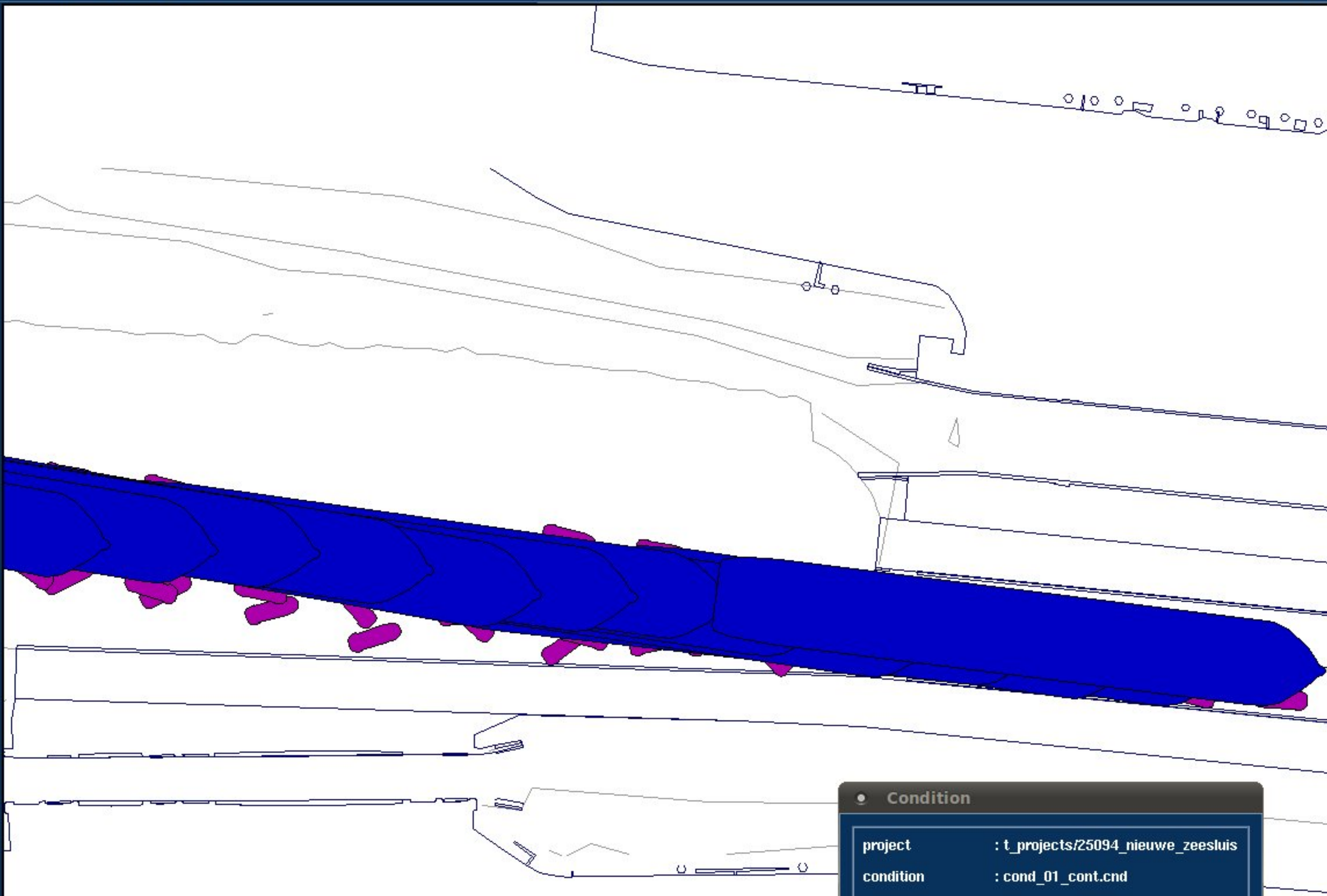
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

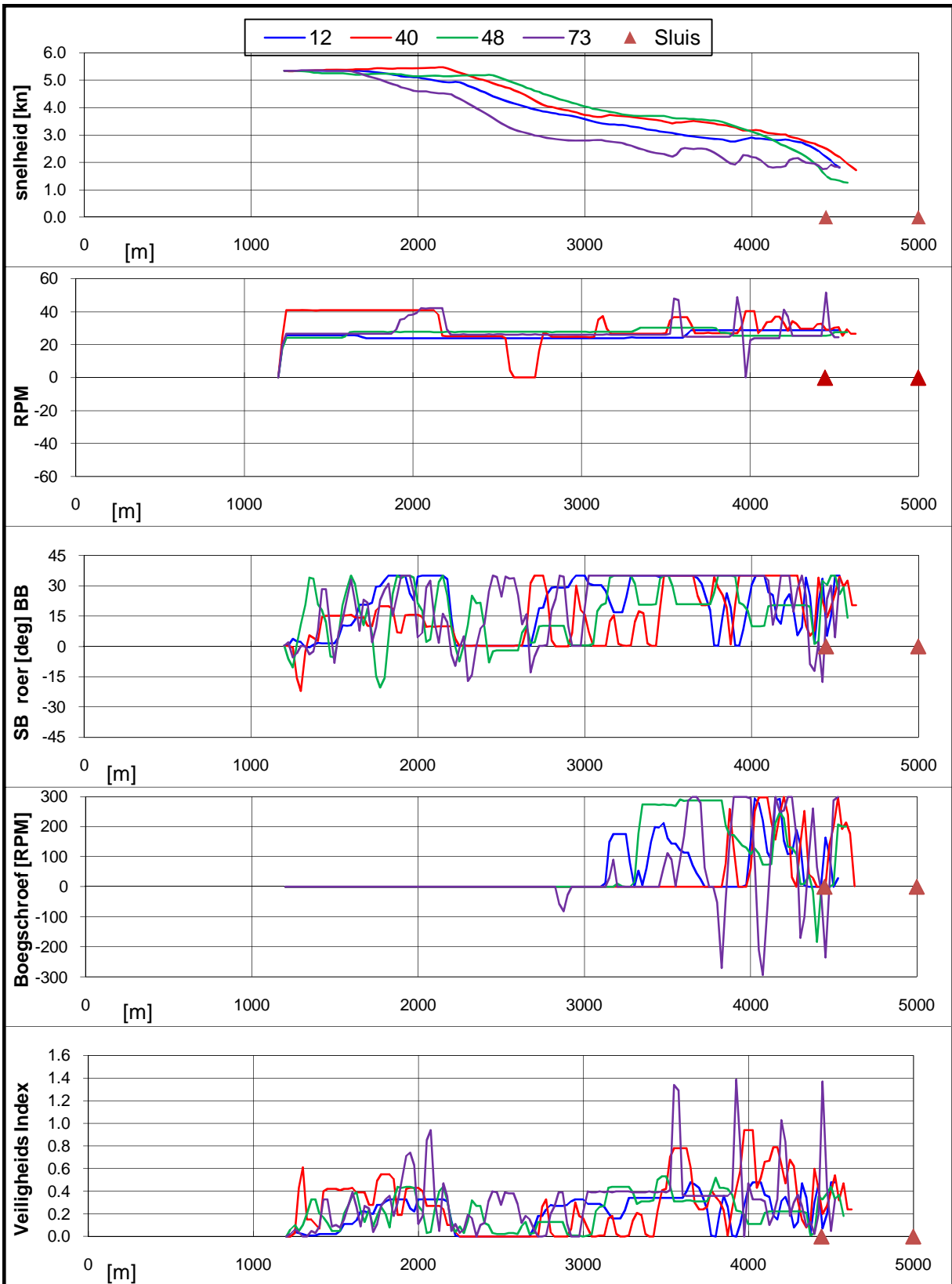
1 : 2550




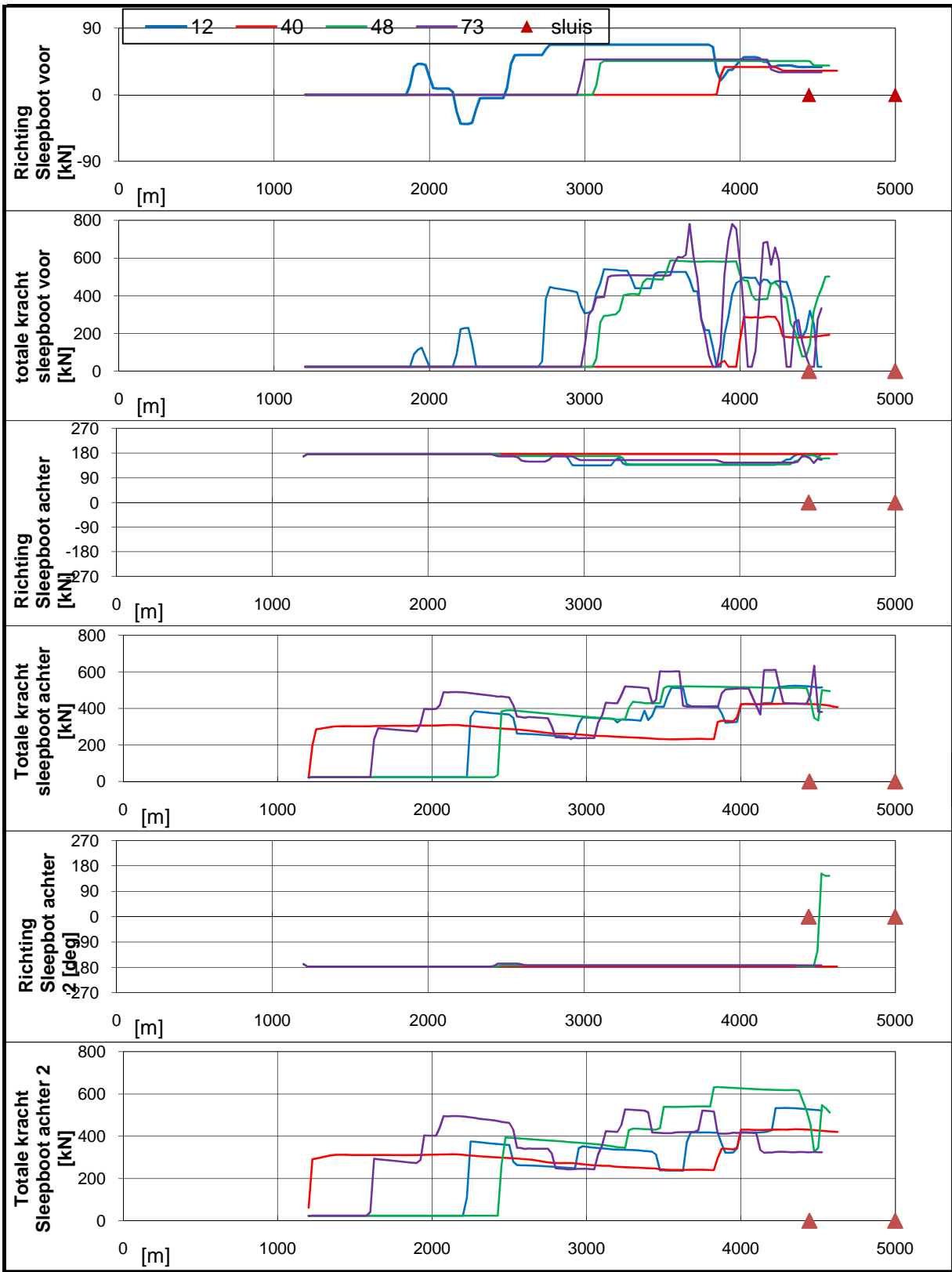
Condition


project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_cont.cnd
runnumber	: 73

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 3.b	

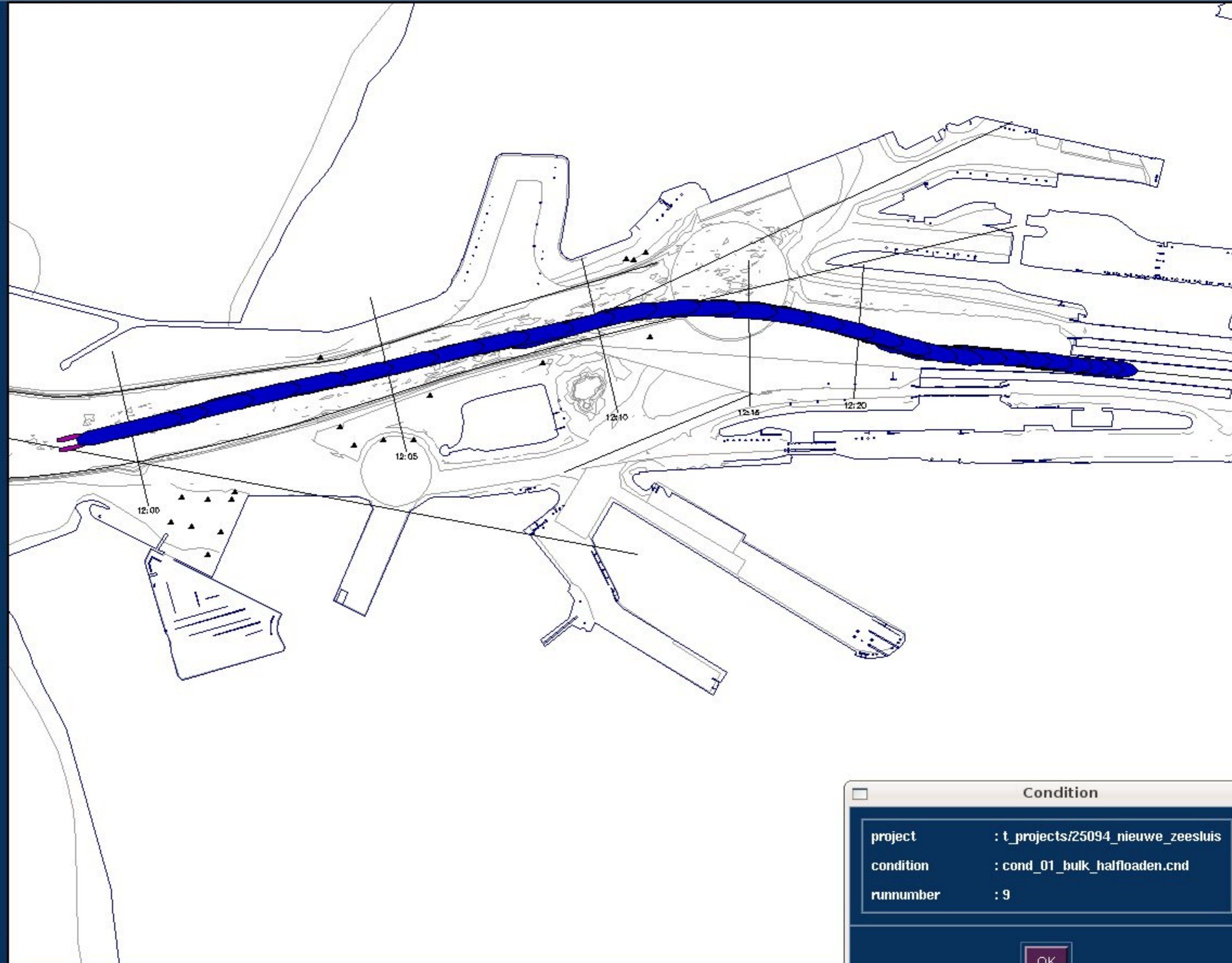


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 3.c	

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 13629



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 9

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

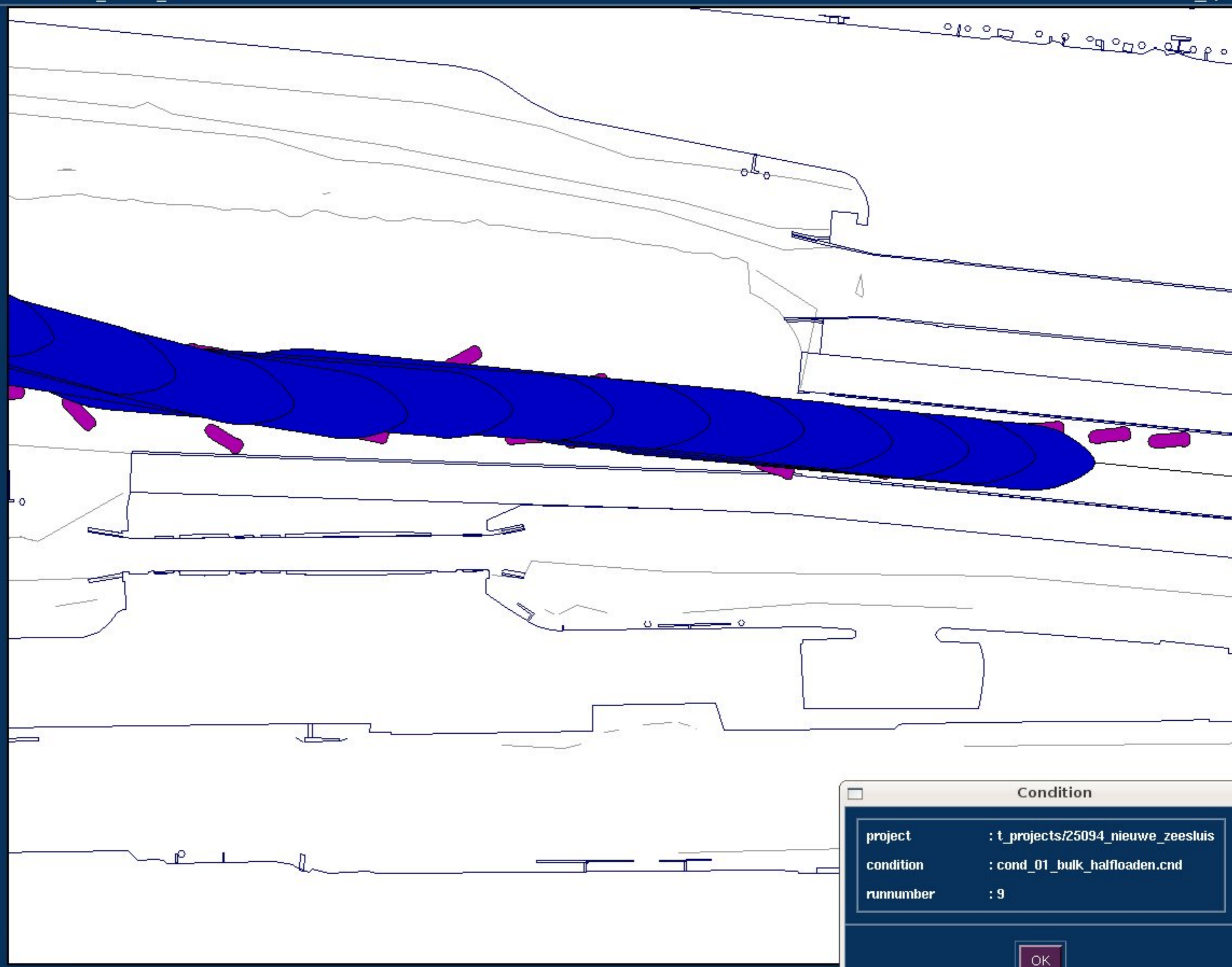
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3052



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 9

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

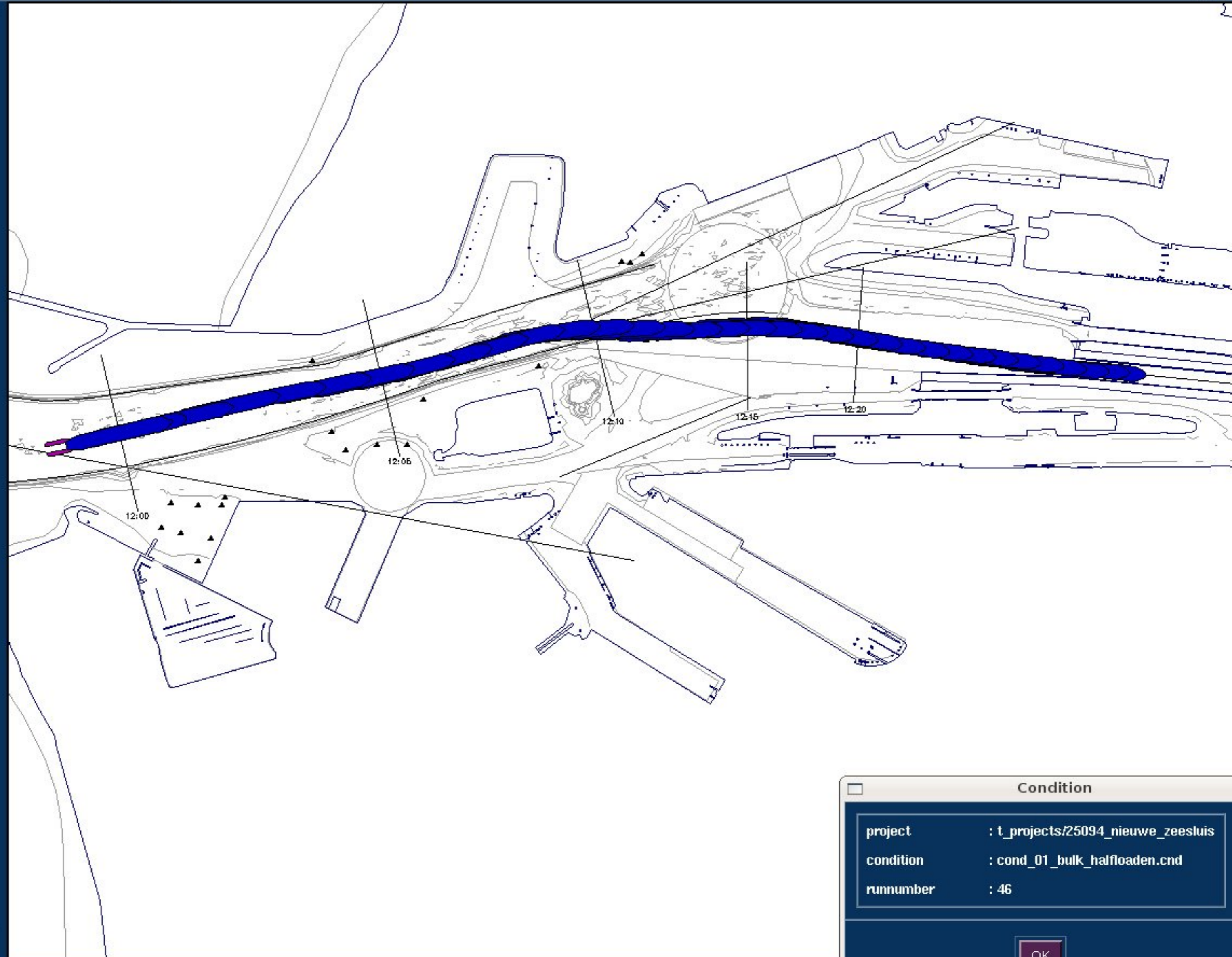
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13355

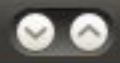
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 46

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

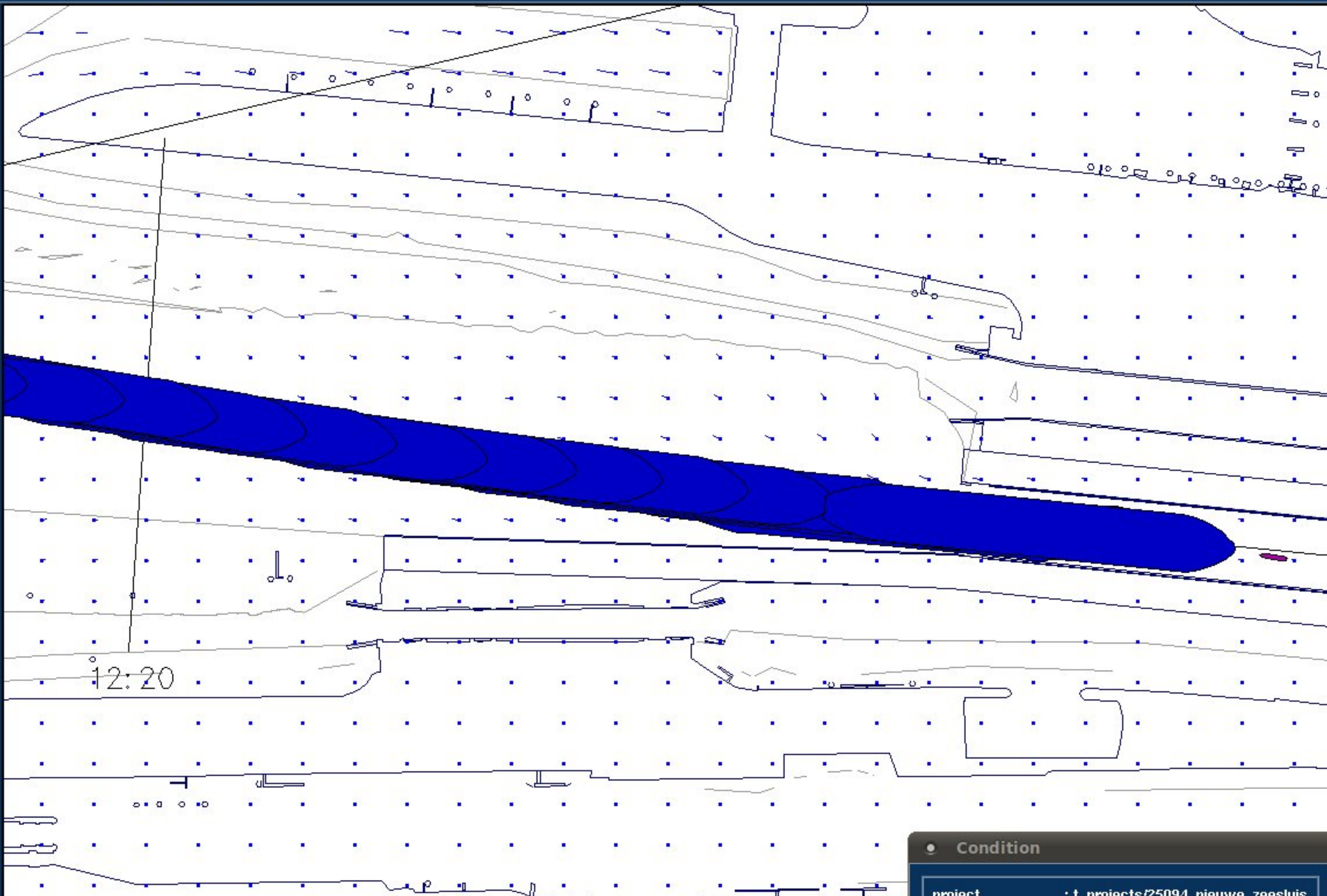
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

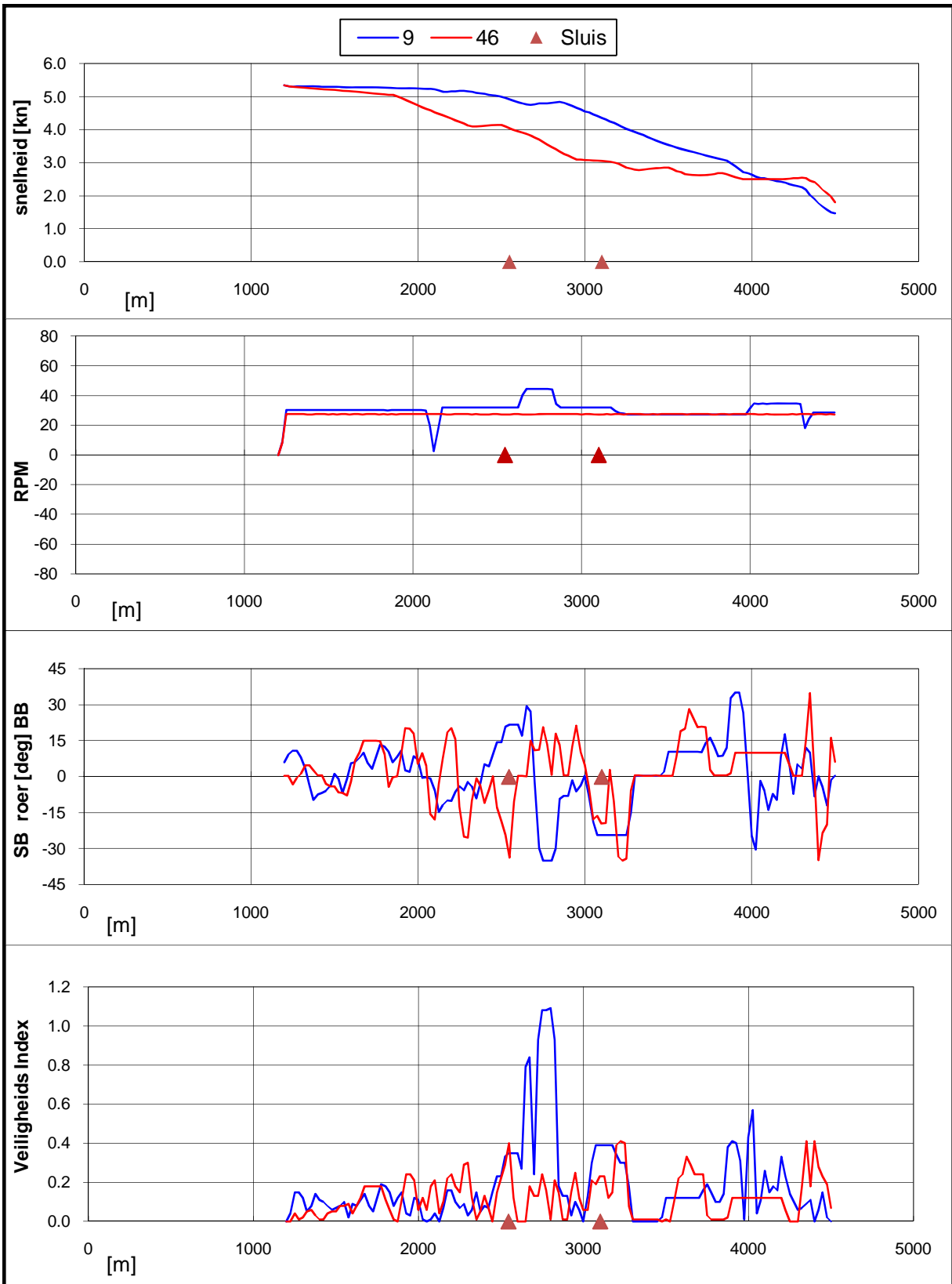
Scale


1:3797

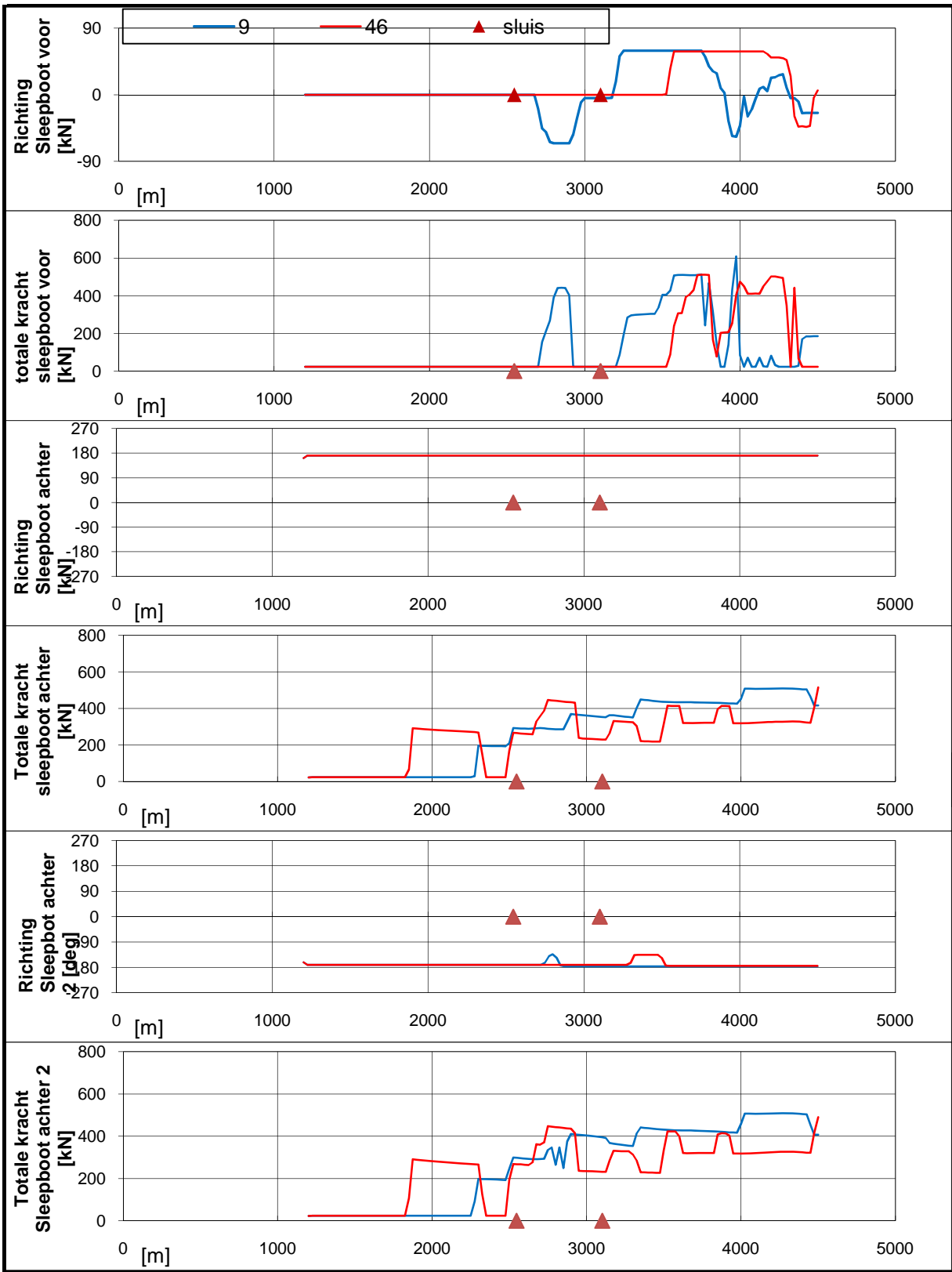


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 46



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
pe schip: Bulkarrier 13,7 m, invaart vanuit west, wind: ZW 8 m/	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 2.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 1
type schip: Bulkcarrier 13,7 m, invaart vanuit west, wind: ZW 8 m/s		25094.600
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 2.c



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance


CPA/TCPA

Set Goal

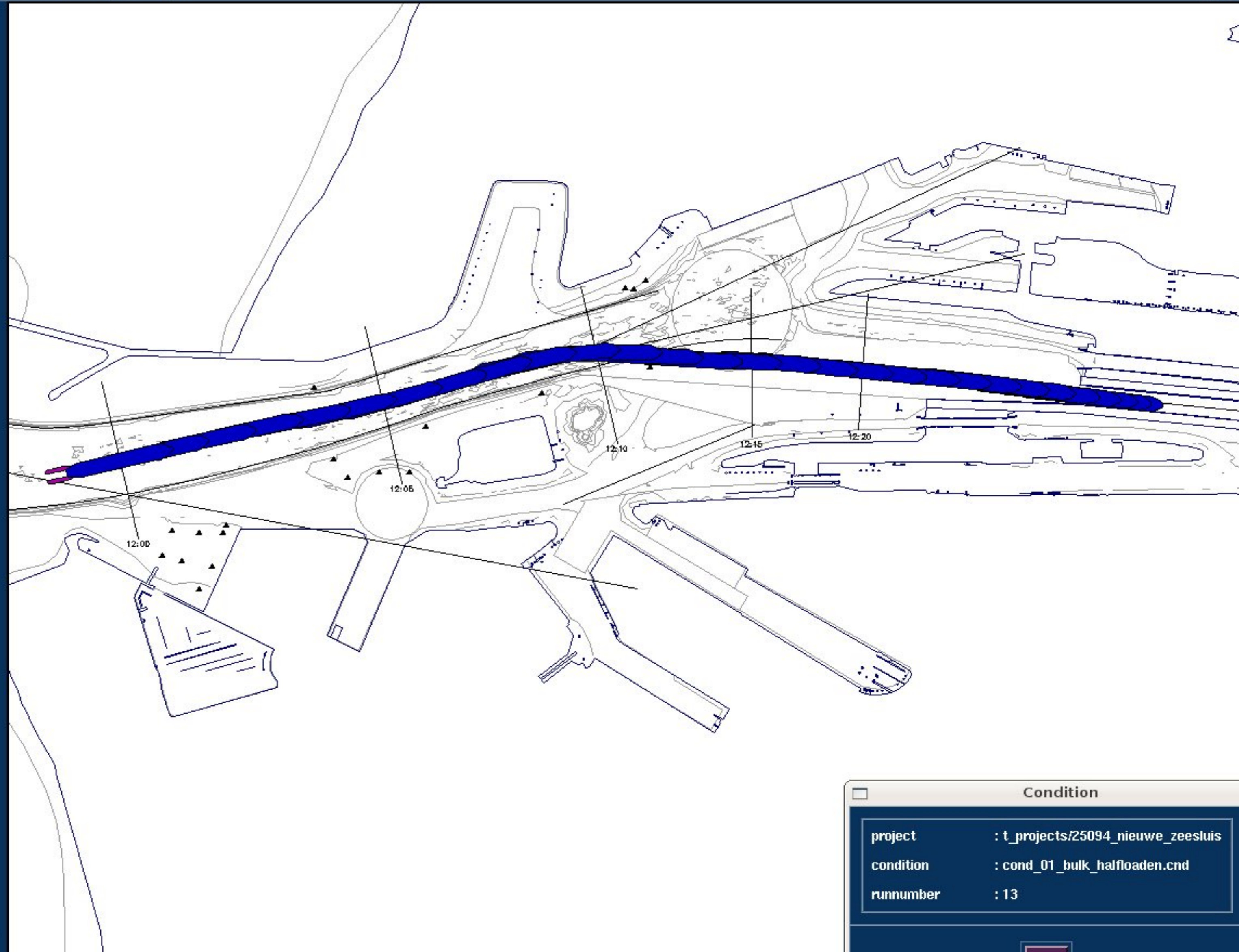
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13355



MARIN



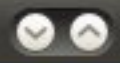
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 13

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

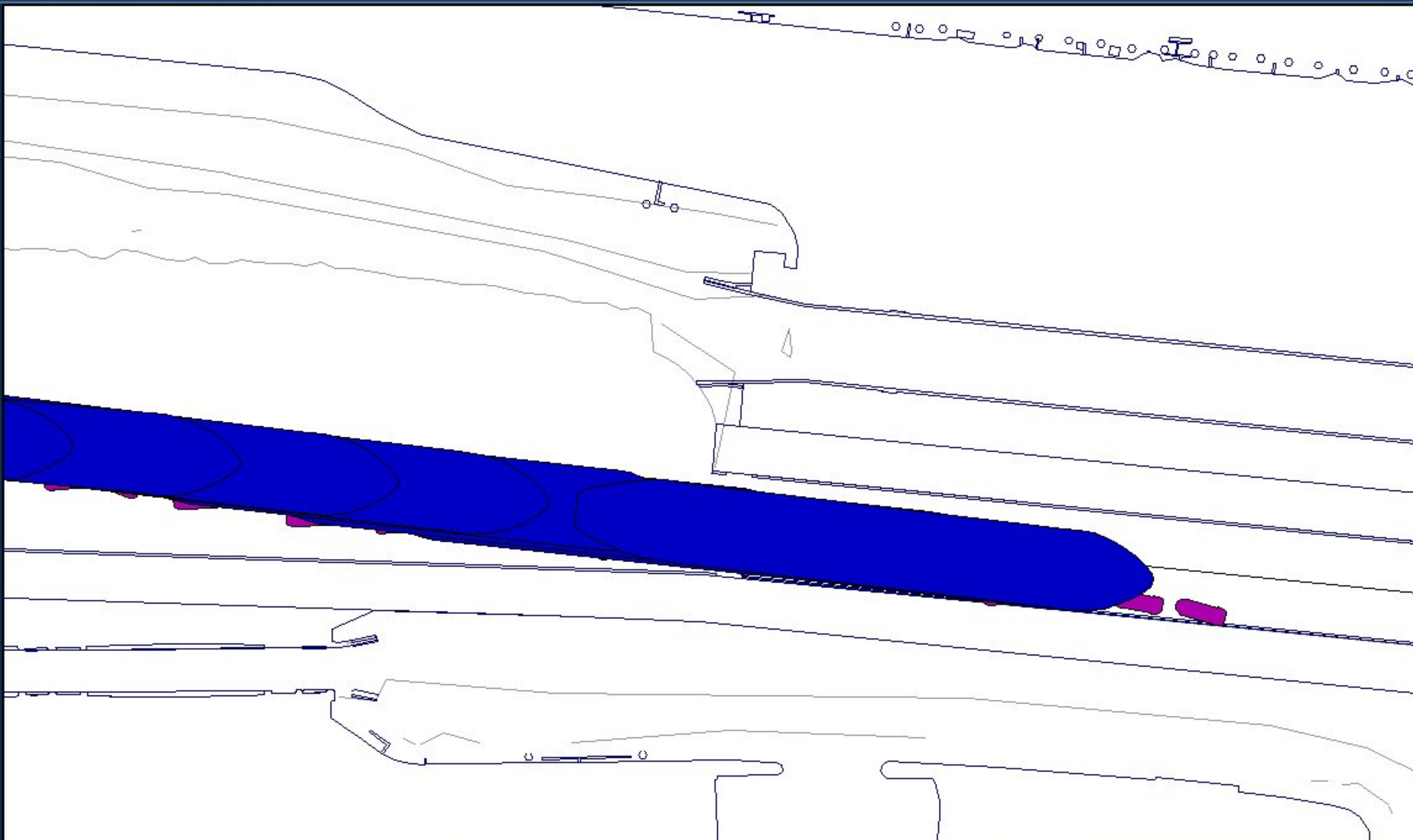
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:2864



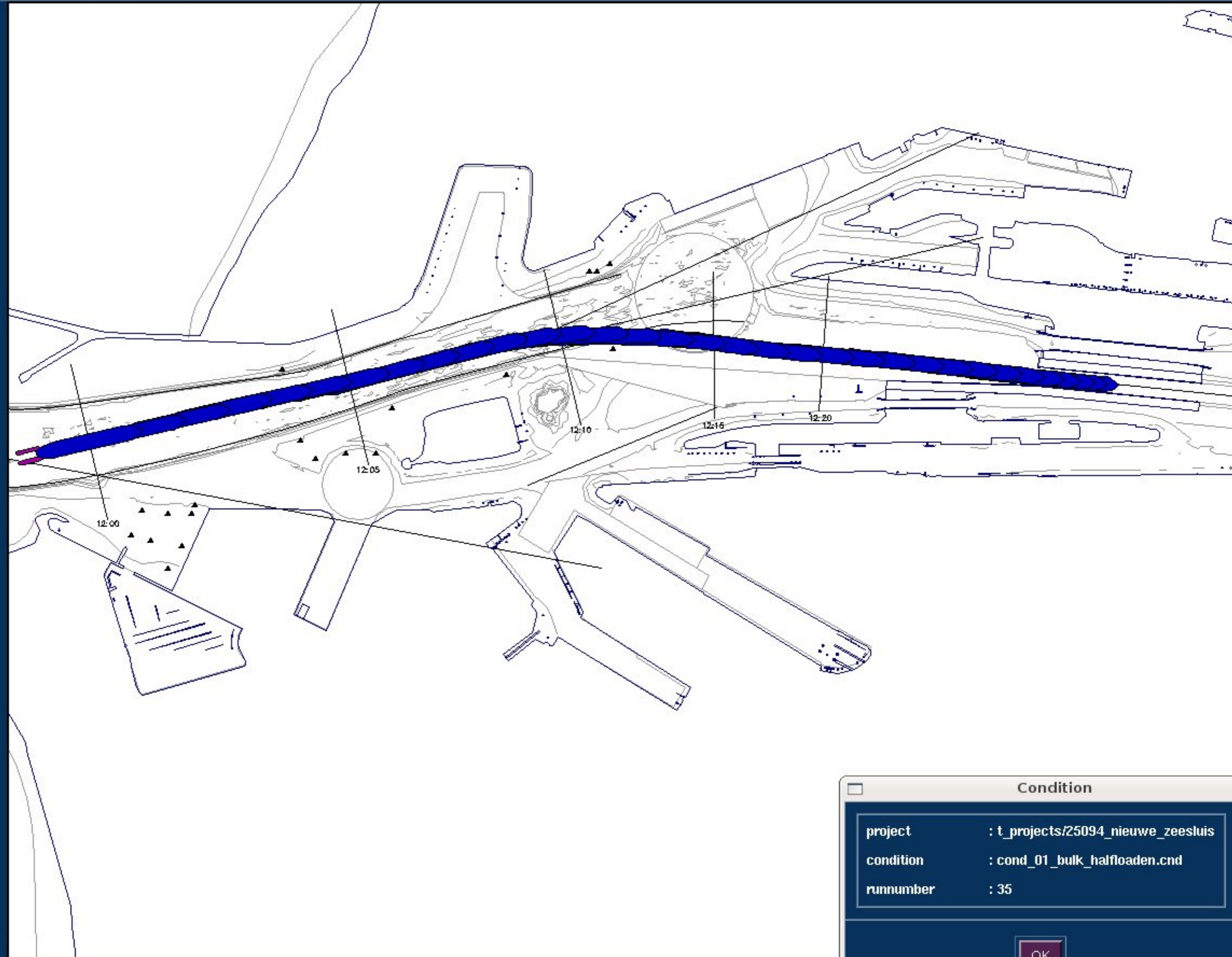
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 13

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 13446



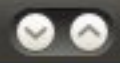
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 35

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

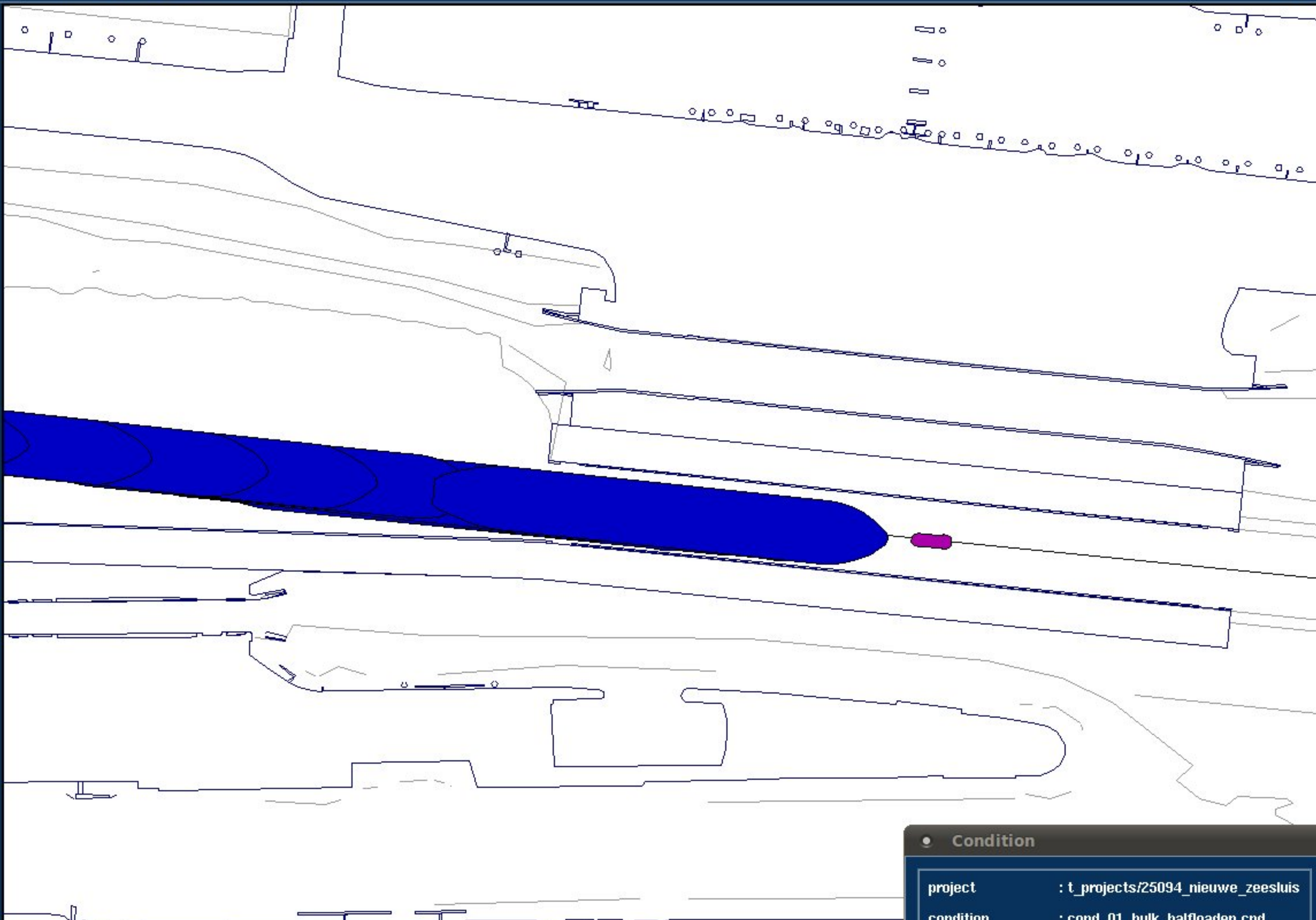
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3395



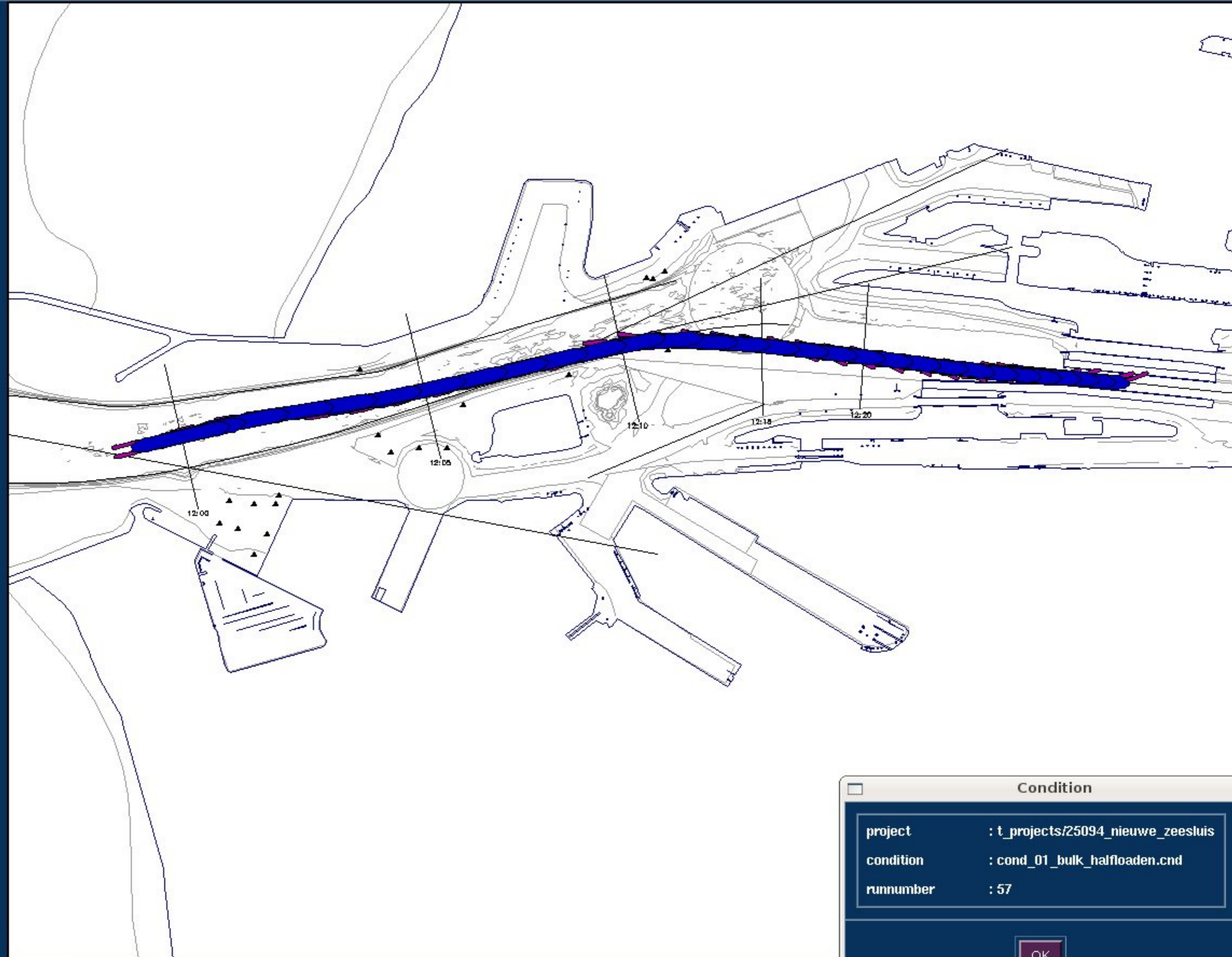
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeeluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 35

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

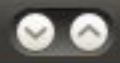
Scale
1 : 14453



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 57

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

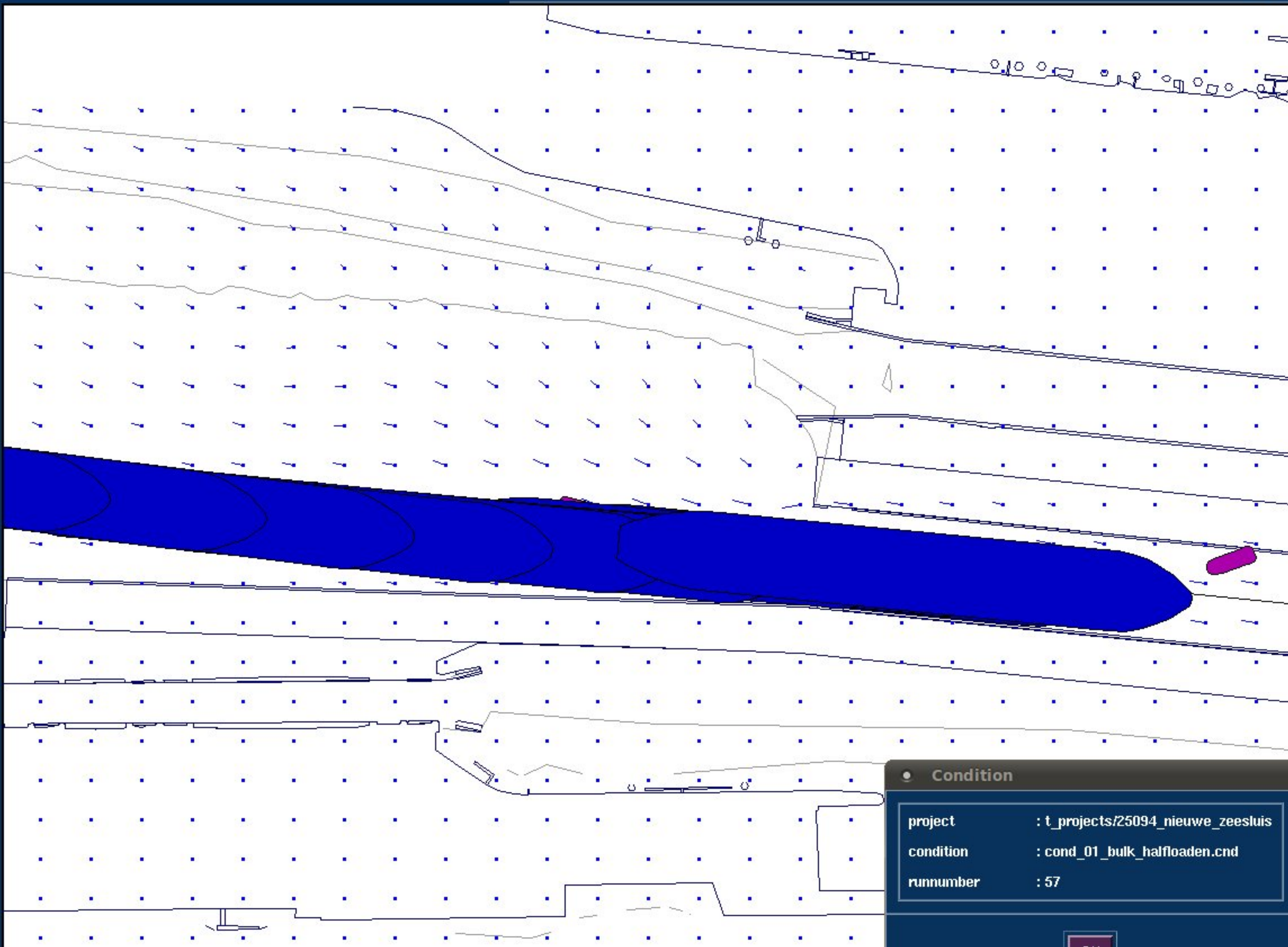
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

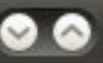
1:2636



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 57

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/
Distance

CPA/
TCPA

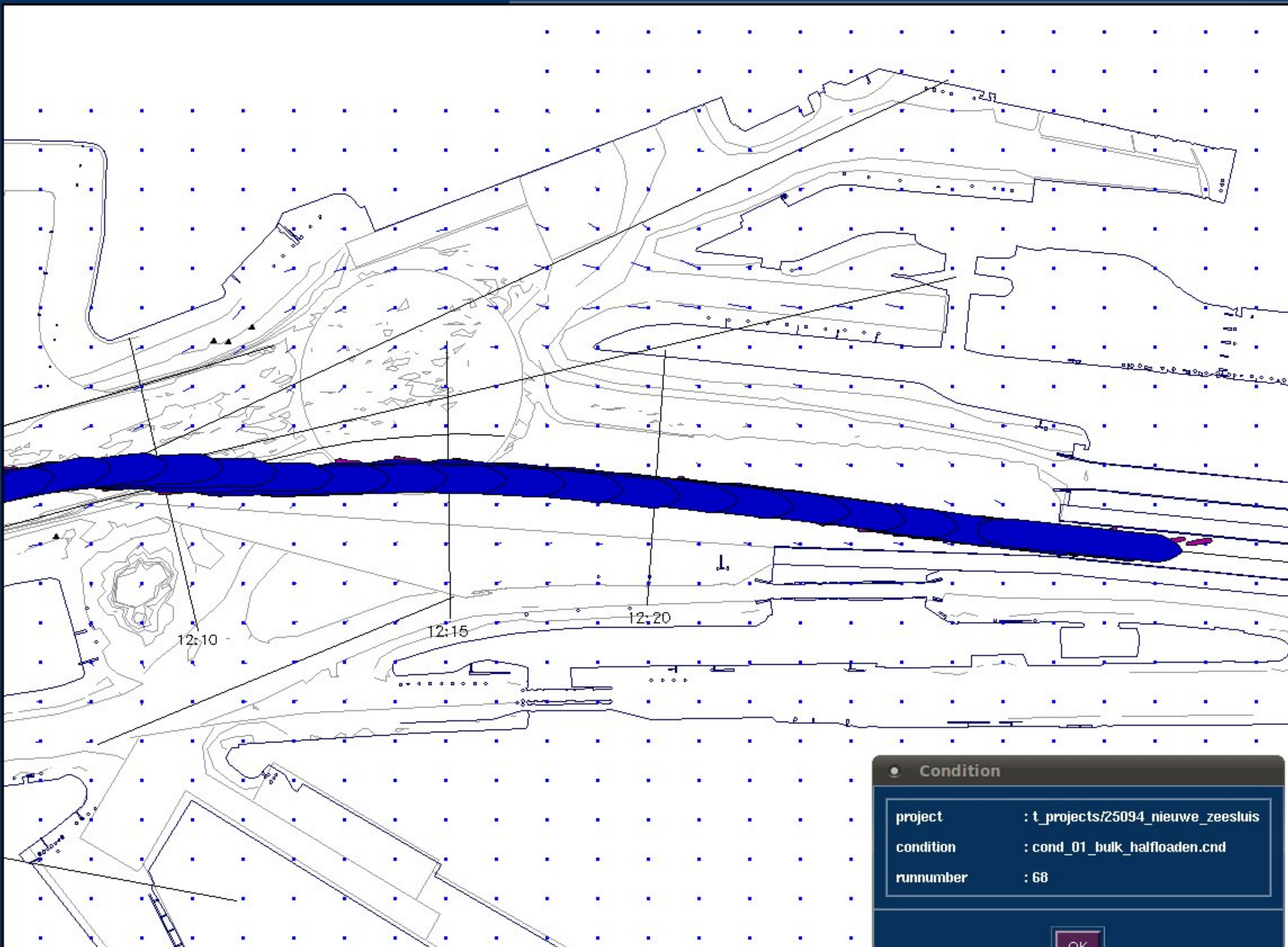
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

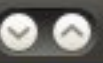
1 : 7450



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 68

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/
Distance

CPA/
TCPA

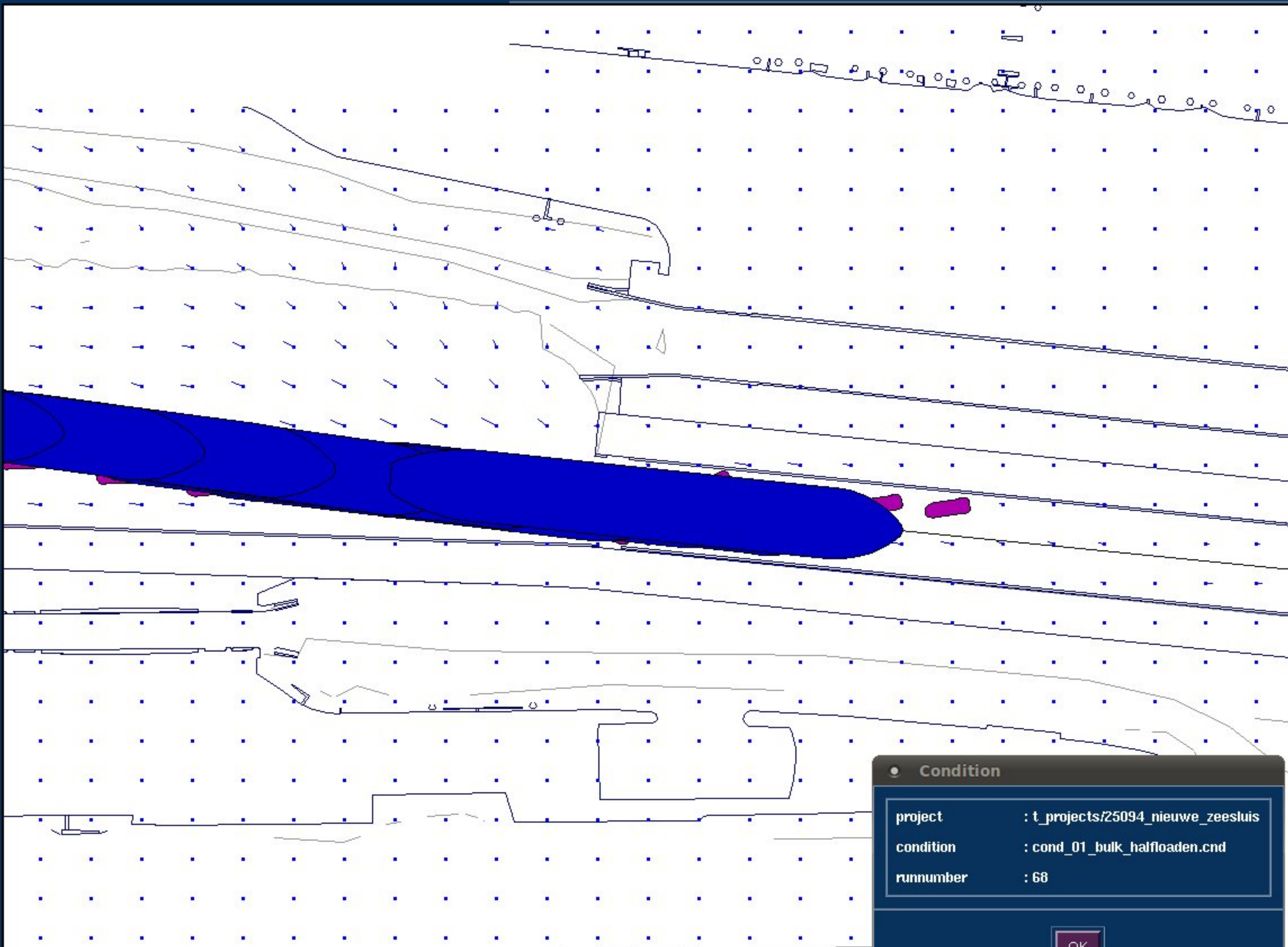
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

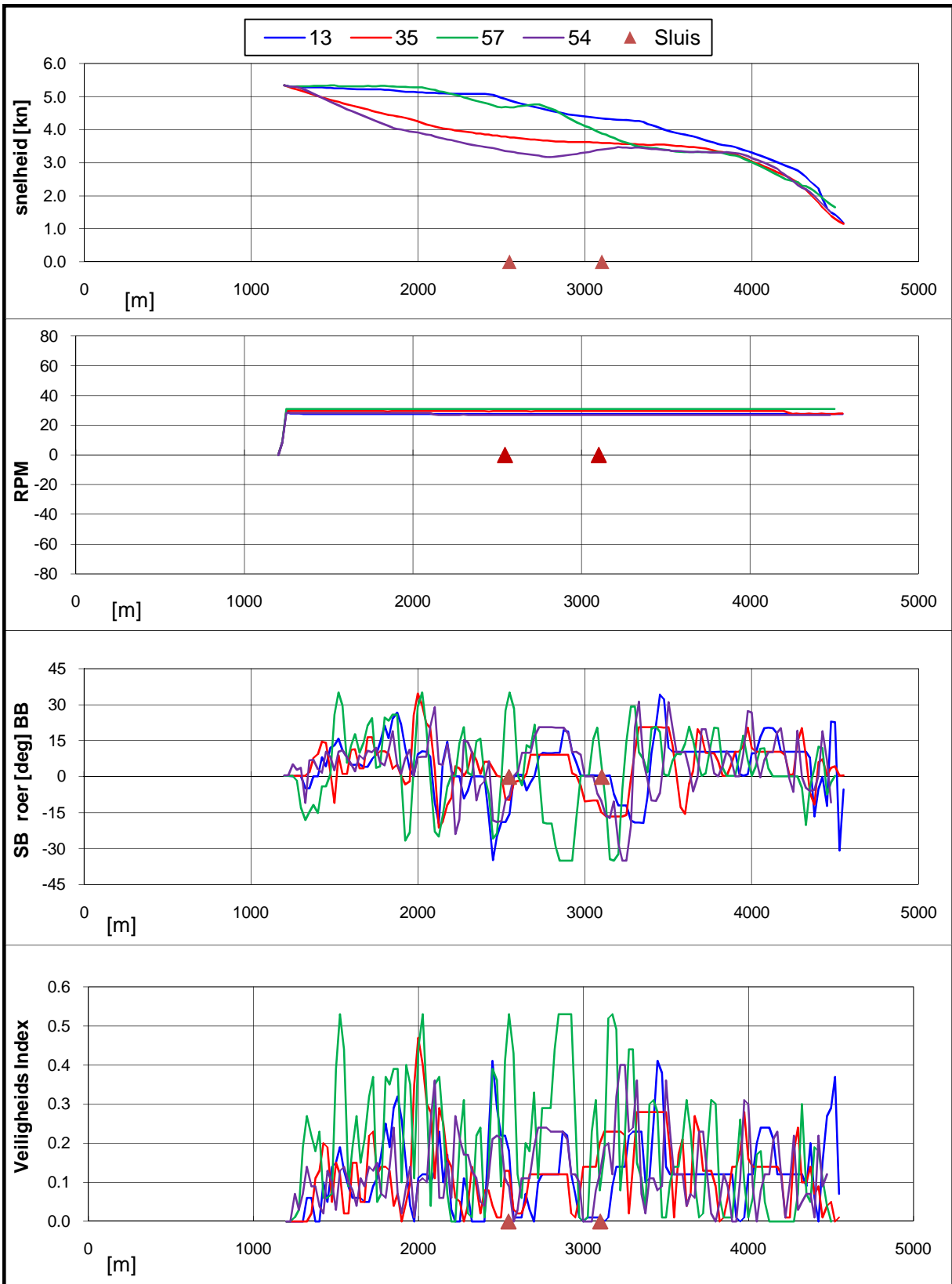
1 : 2950




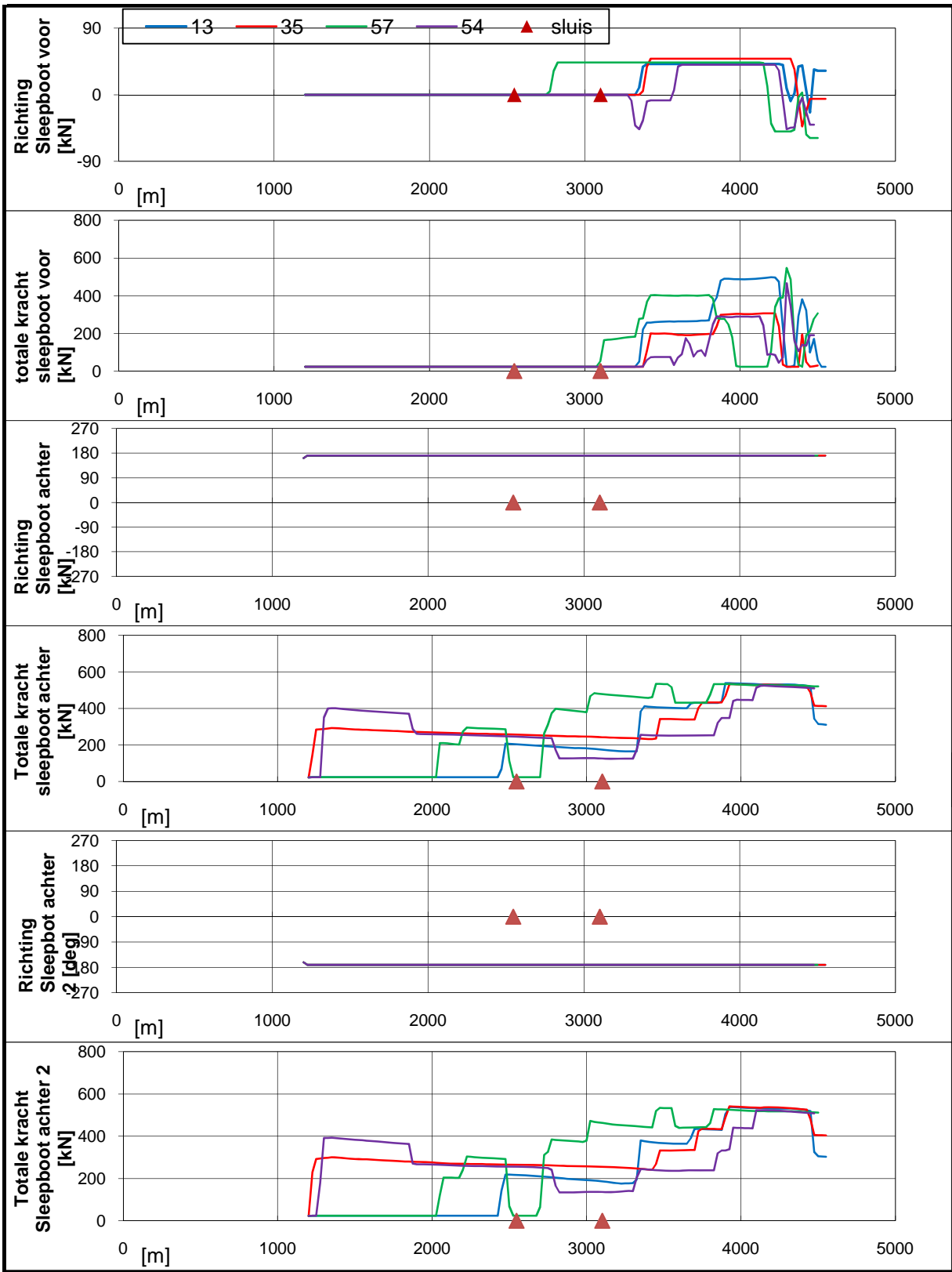
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_01_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 68

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
De schip: Bulkarrier 13,7 m, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 n	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 1.b	



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

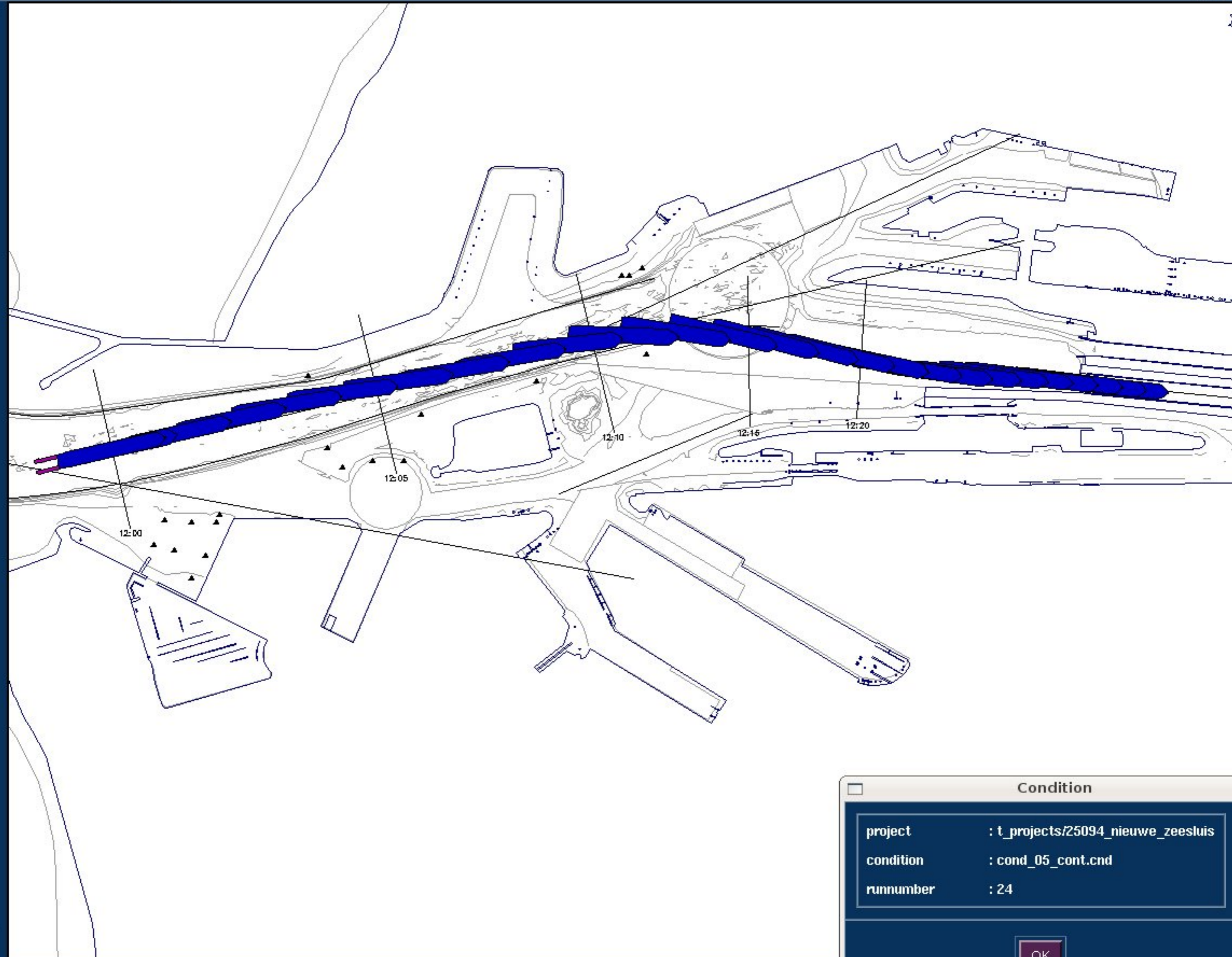
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:13171



Condition

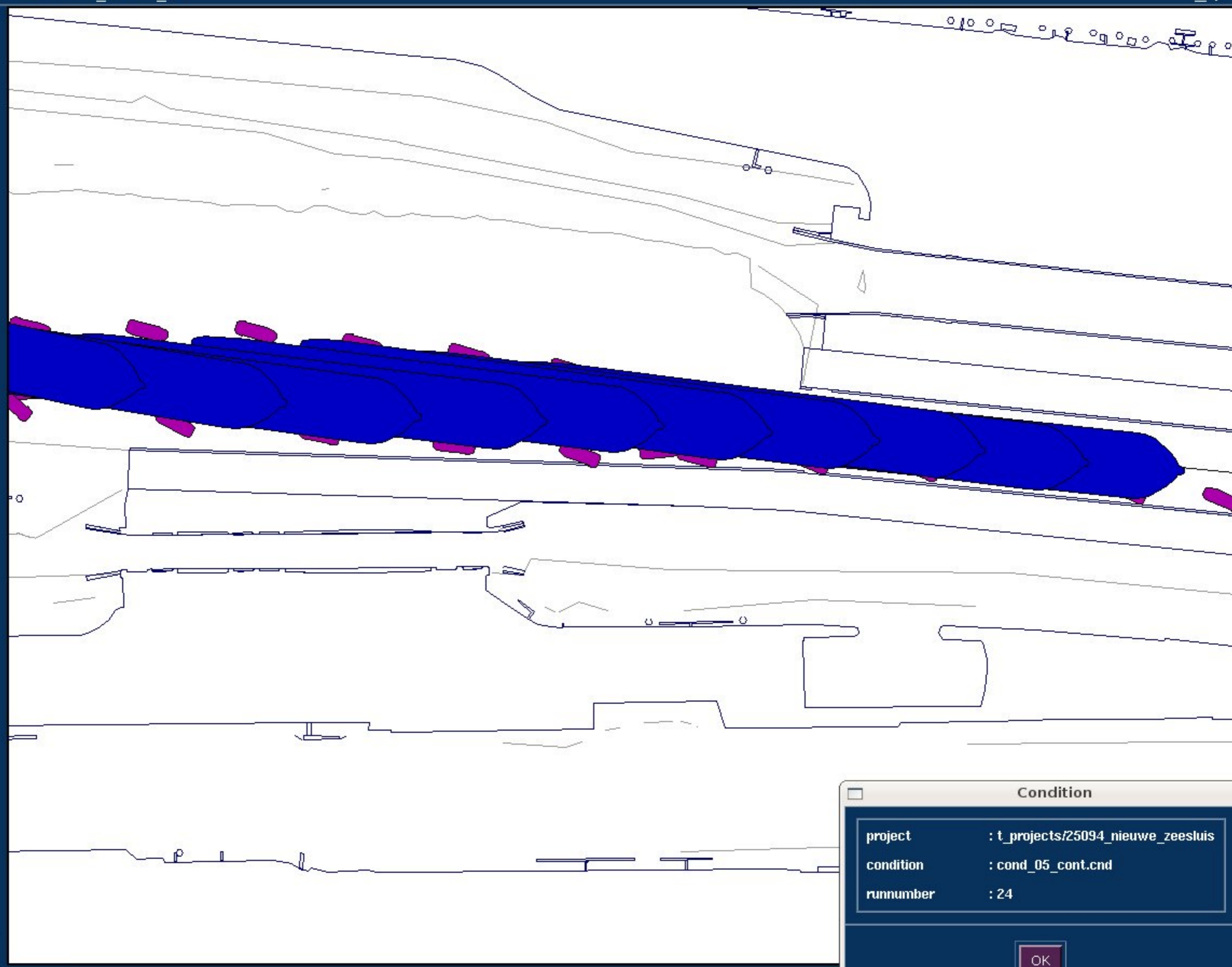
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 24

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3035



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 24

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

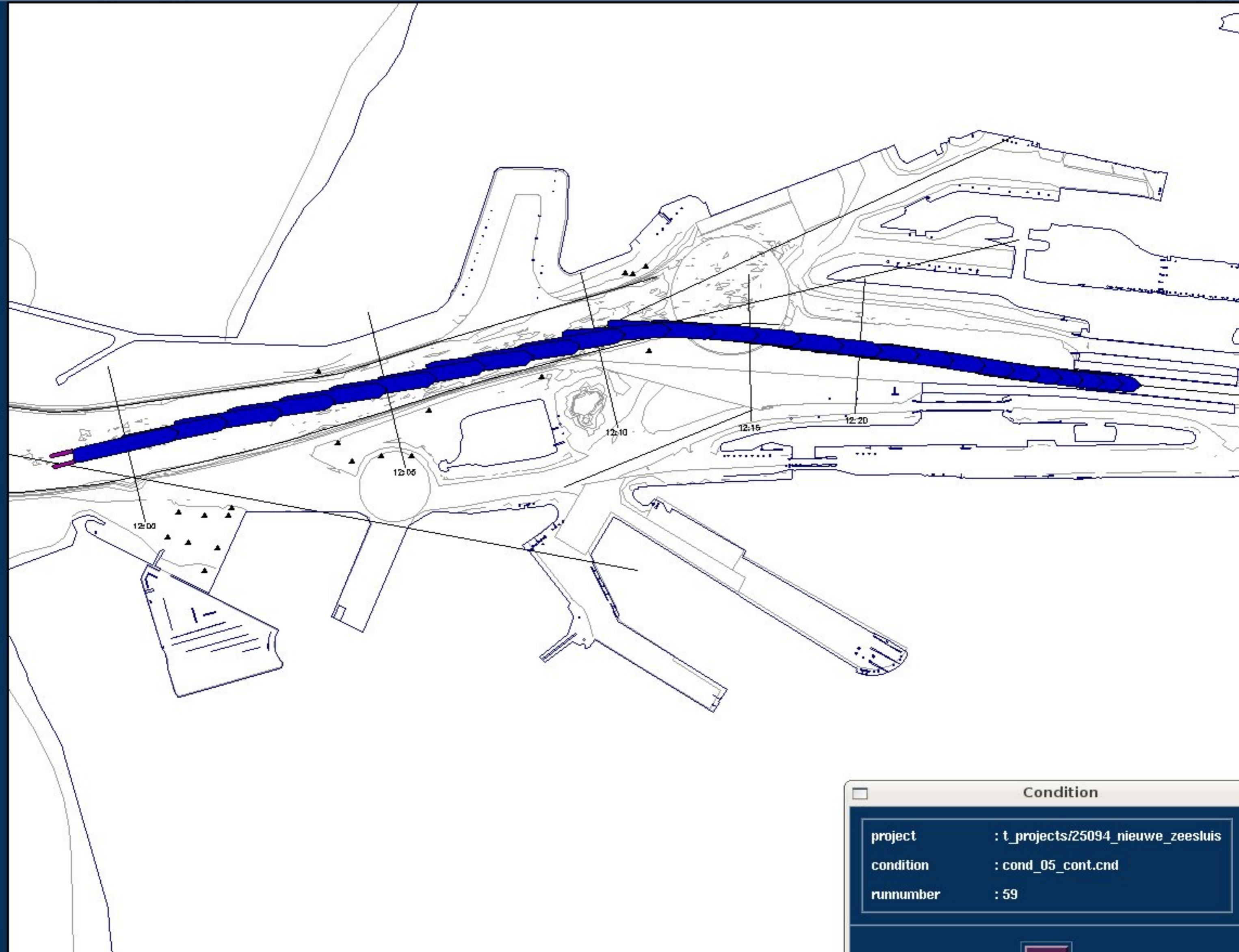

CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1 : 13538



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 59

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

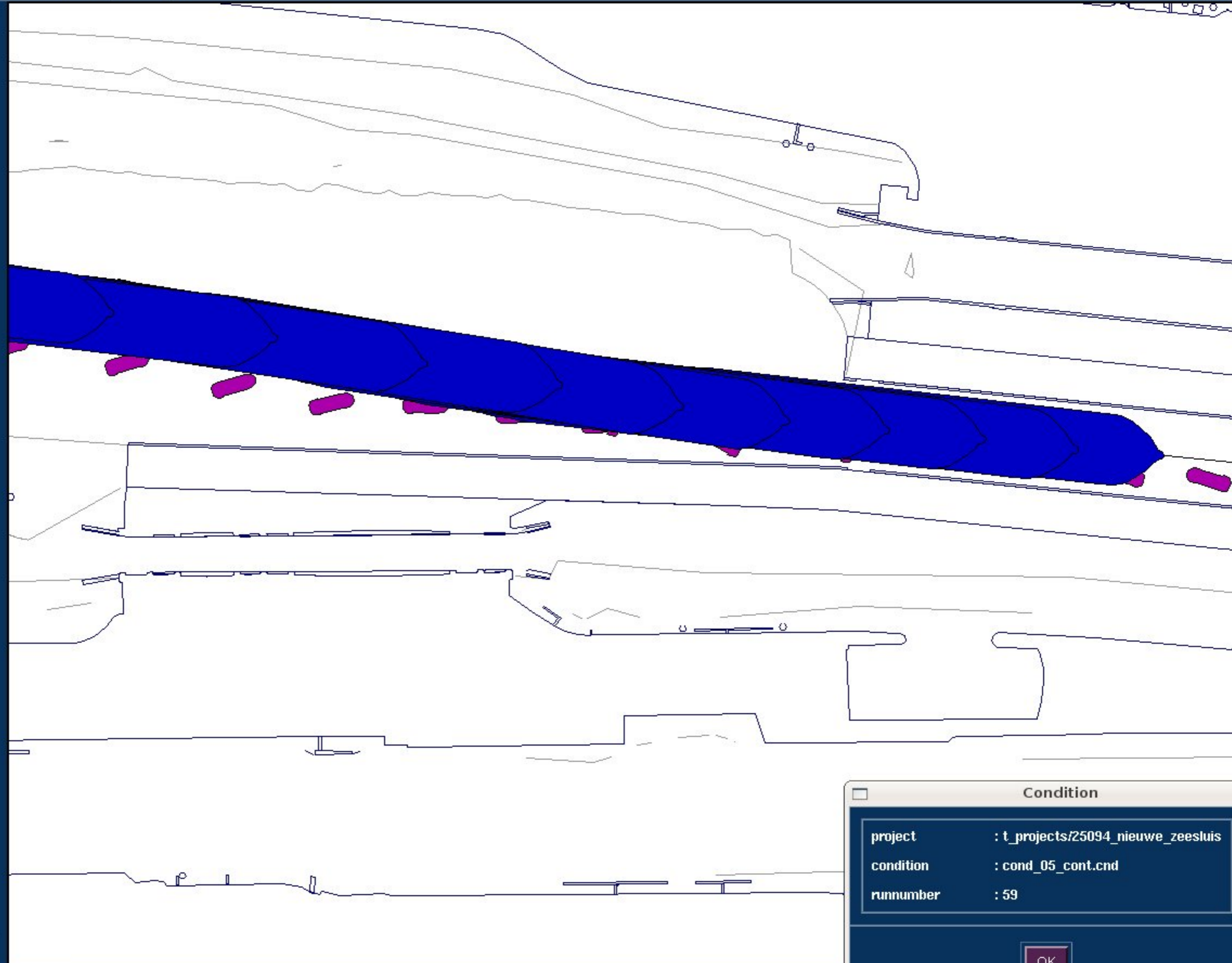
CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 2859



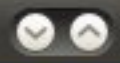
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 59

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

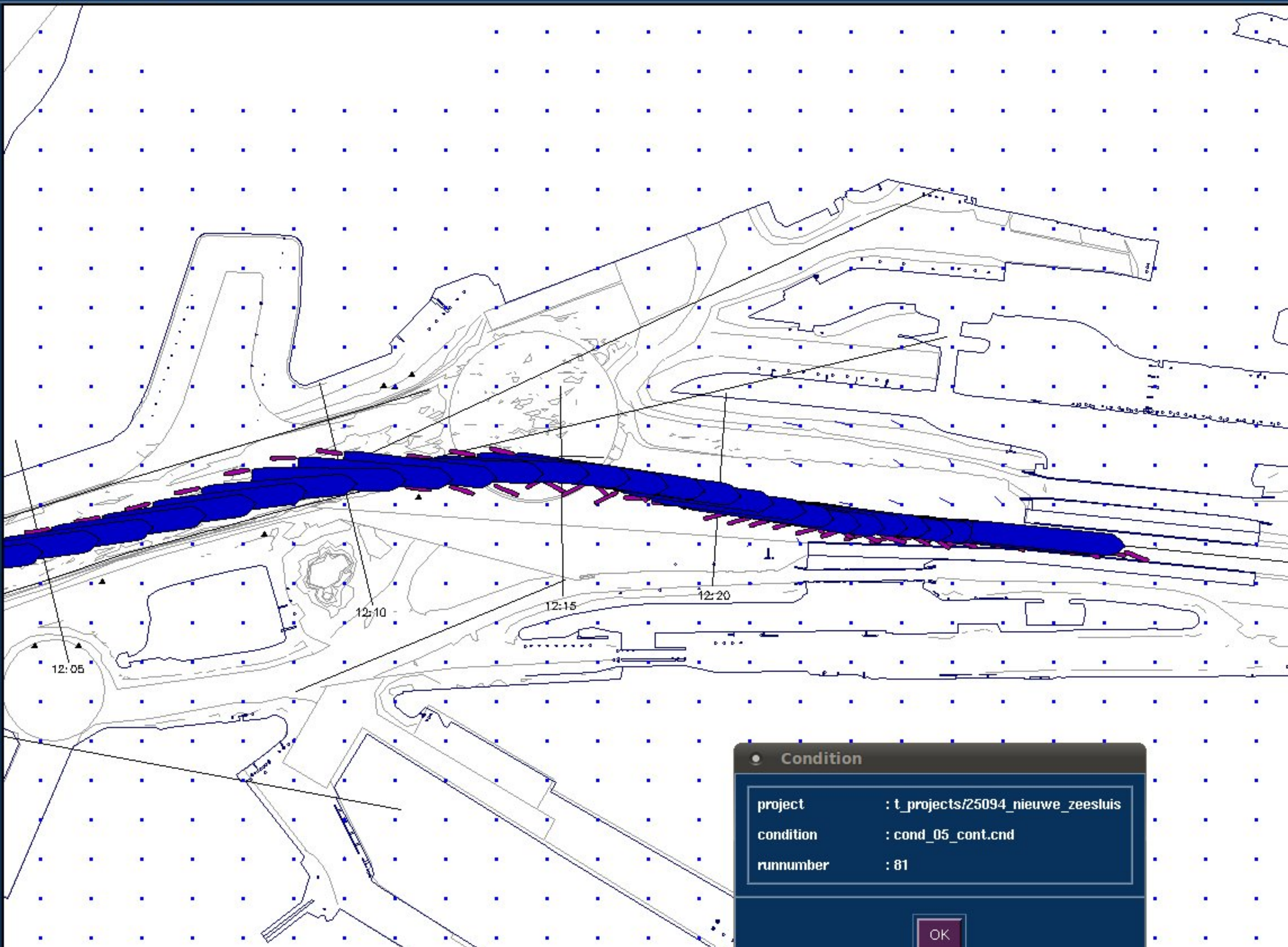
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:9830



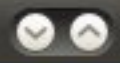
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 81

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

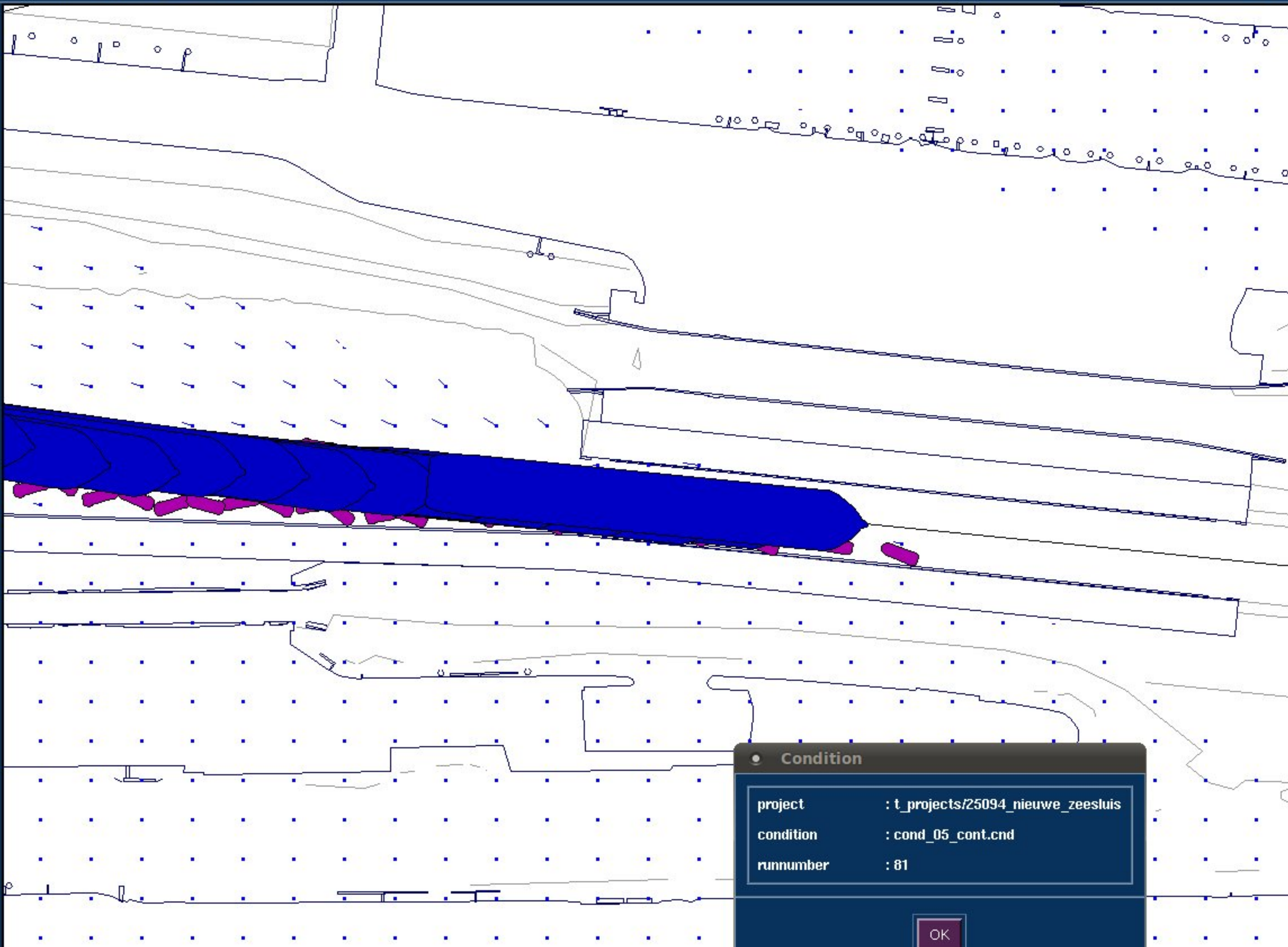
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 3441



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 81

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

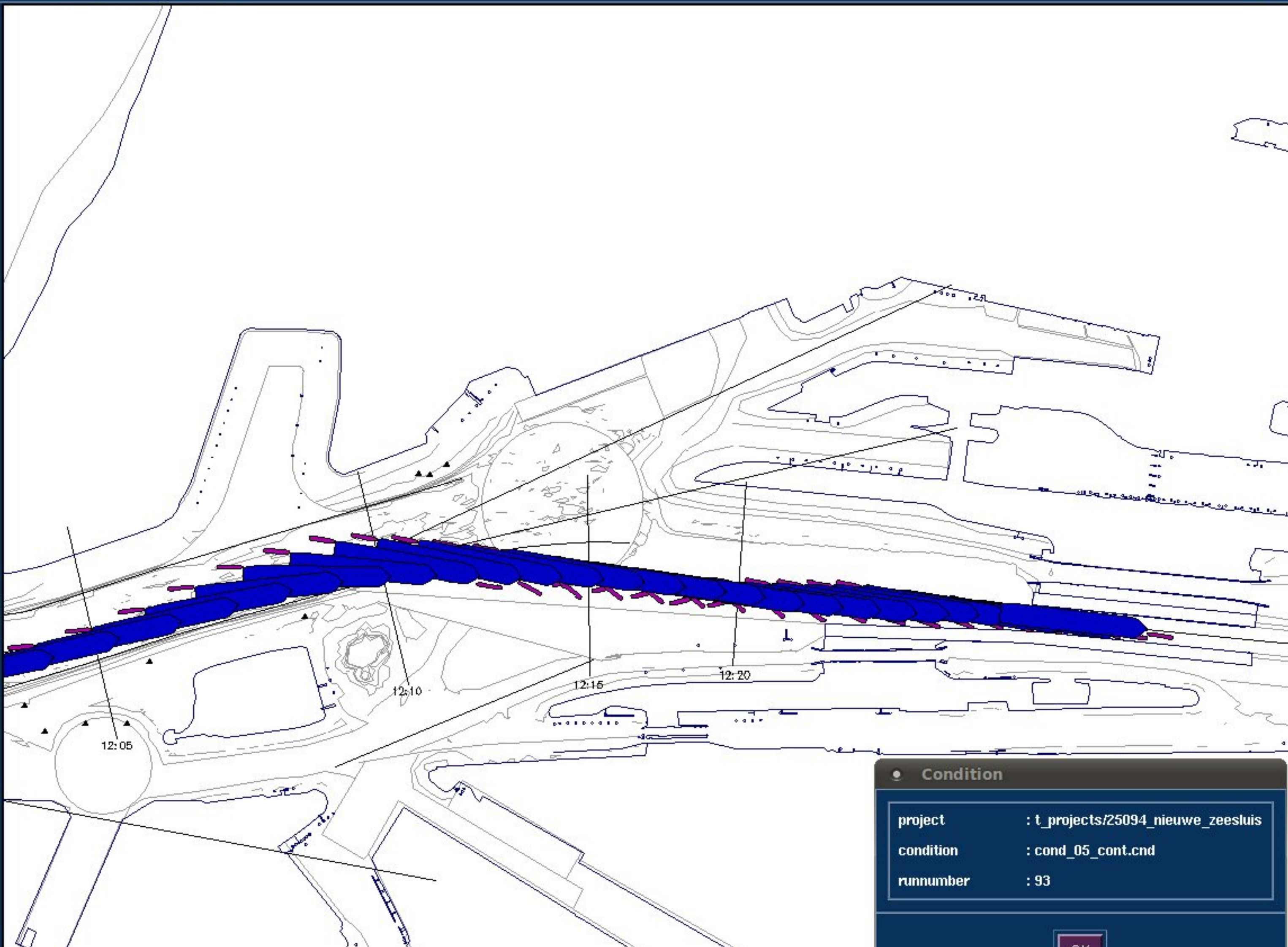
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:10279



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 93

OK



Area Manager

Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

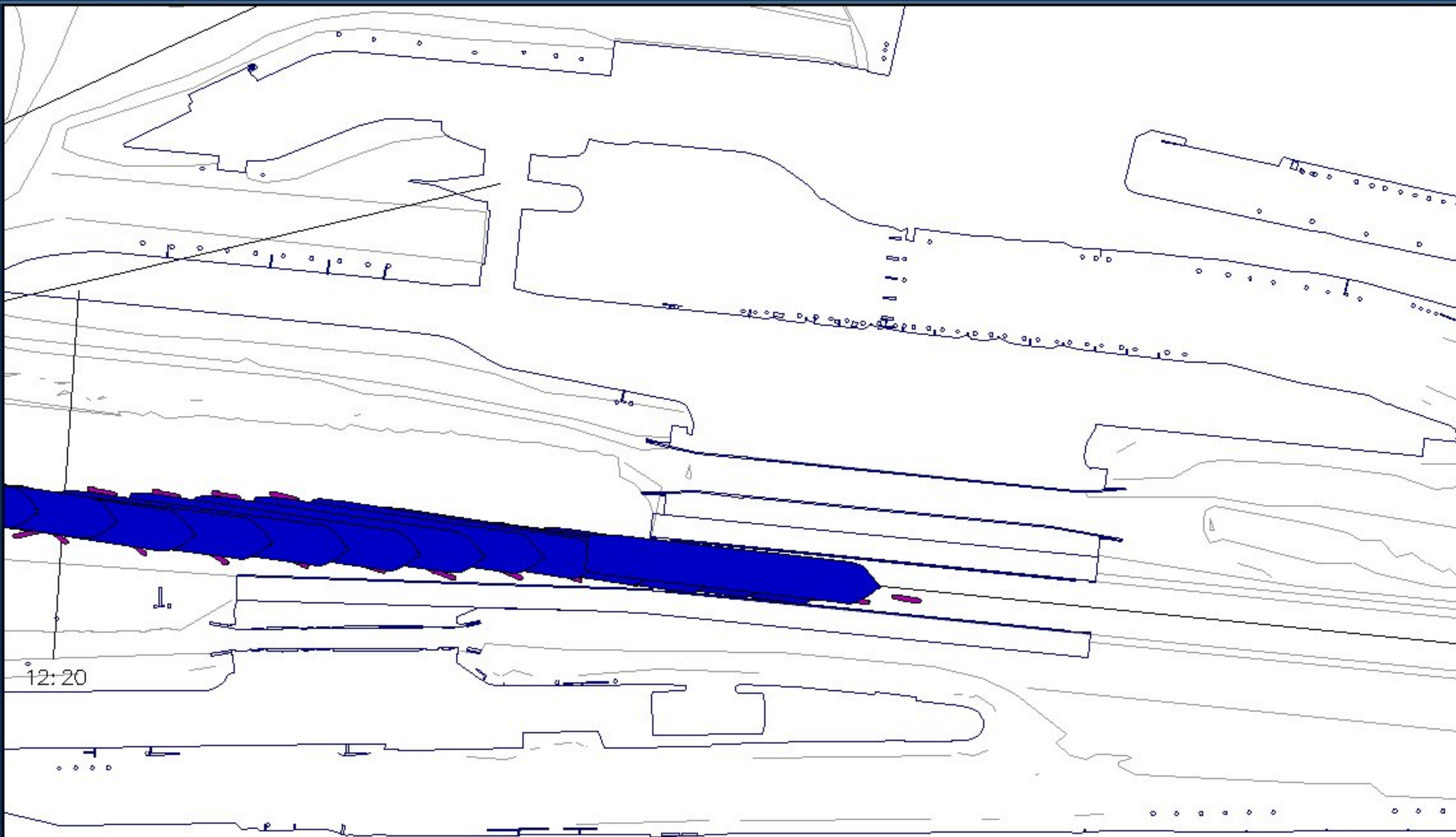
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

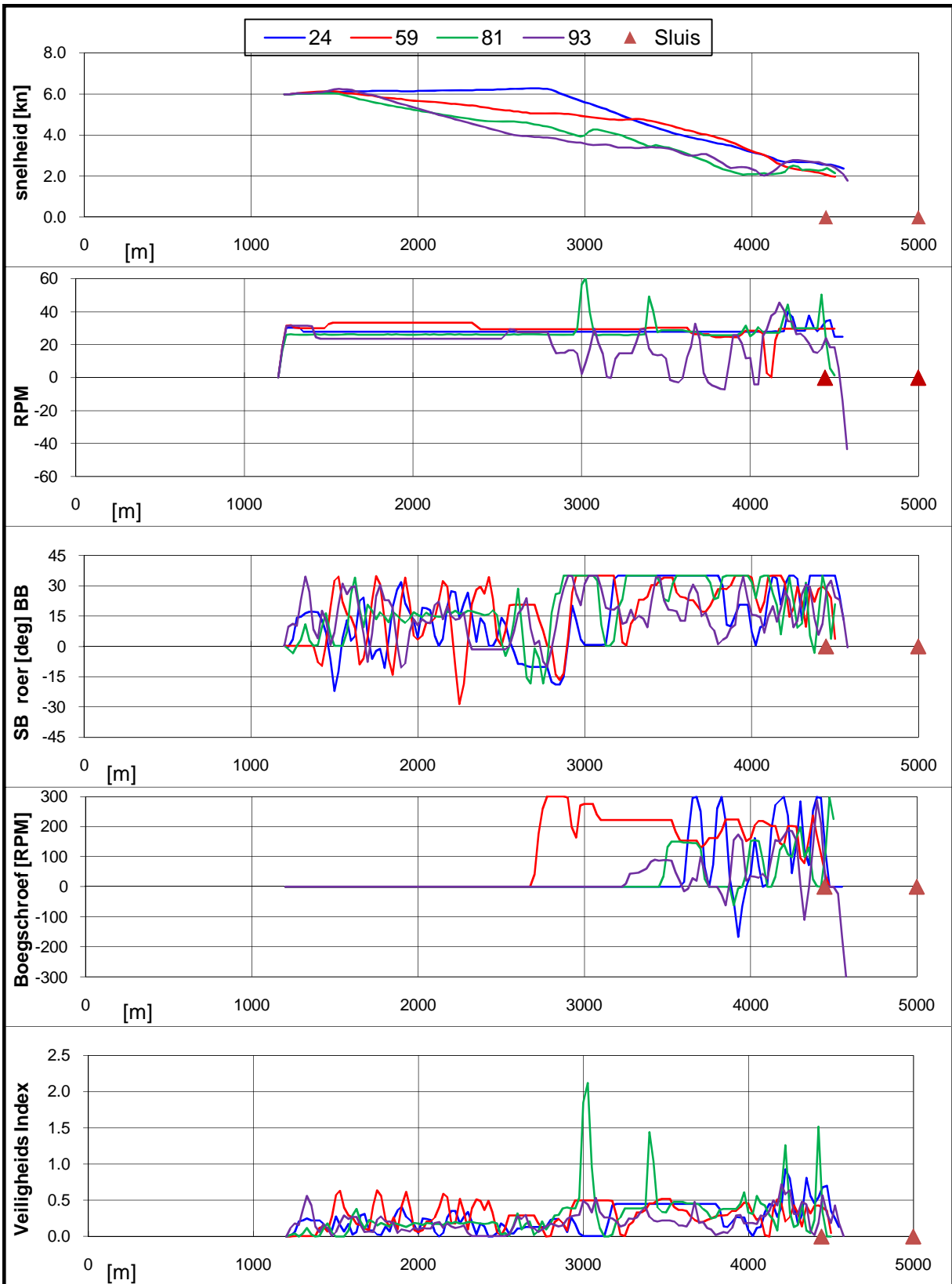
1:5816




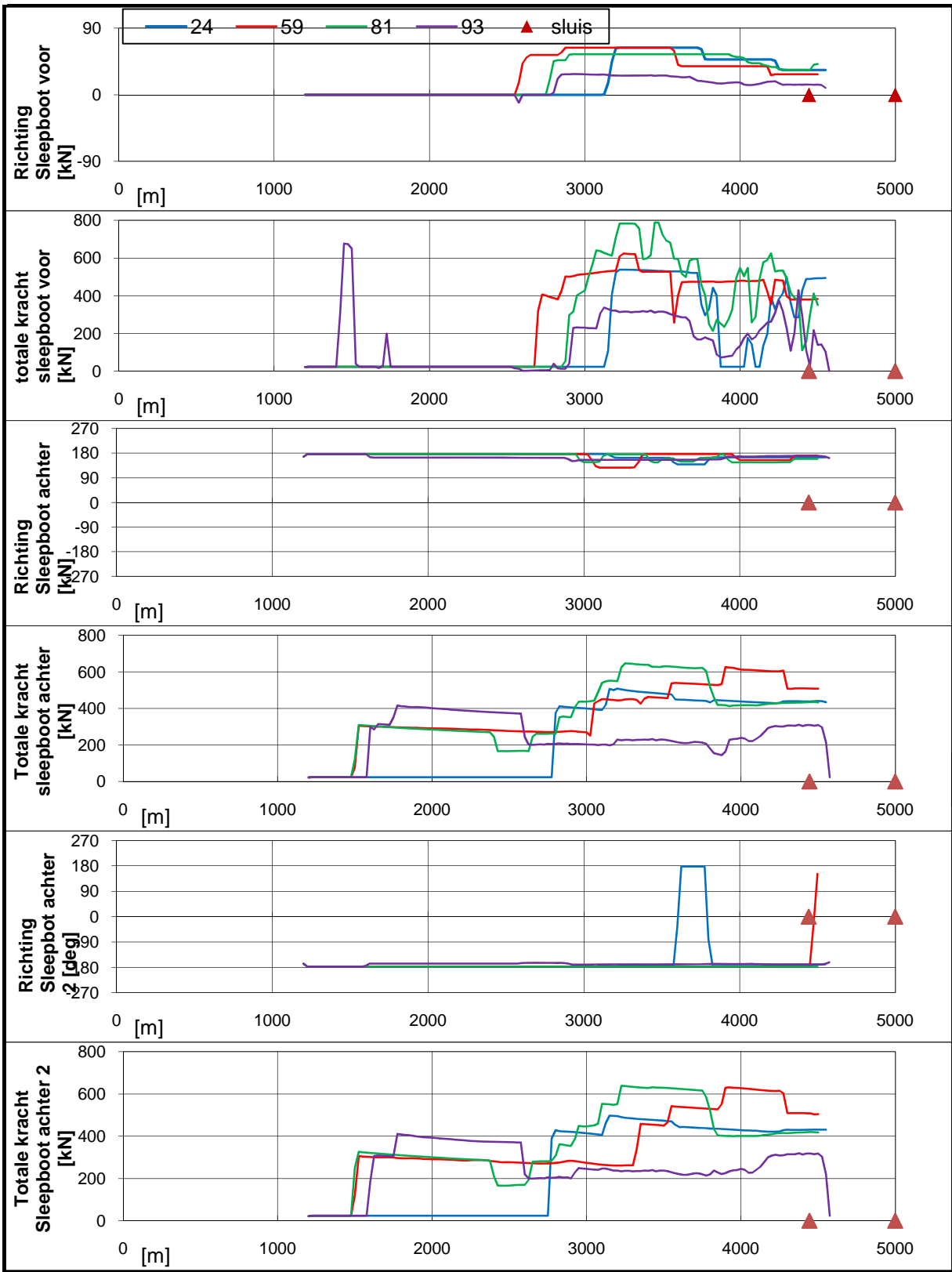
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 93

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 2	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 8.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 2	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 8.c	

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

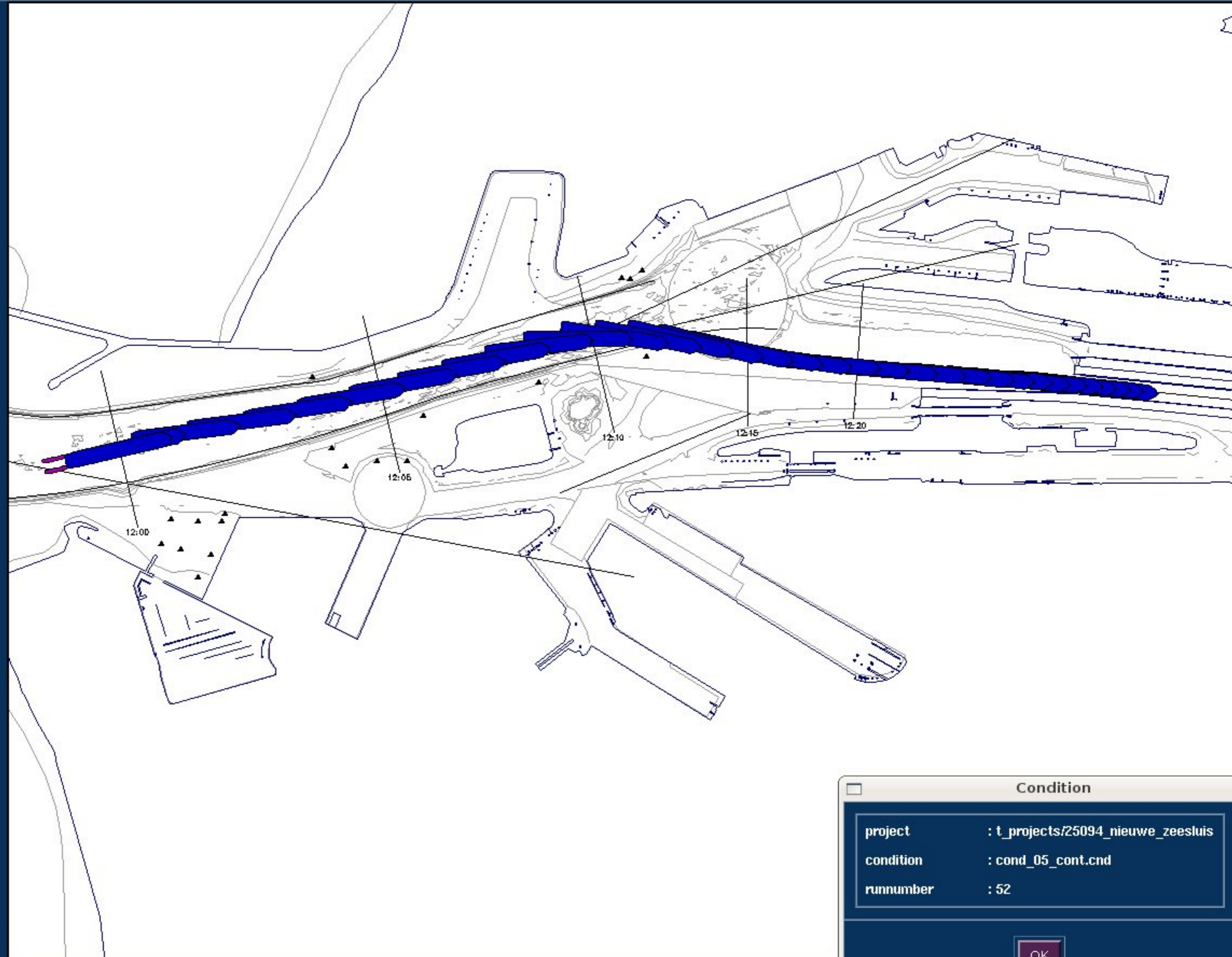
CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13355

Condition

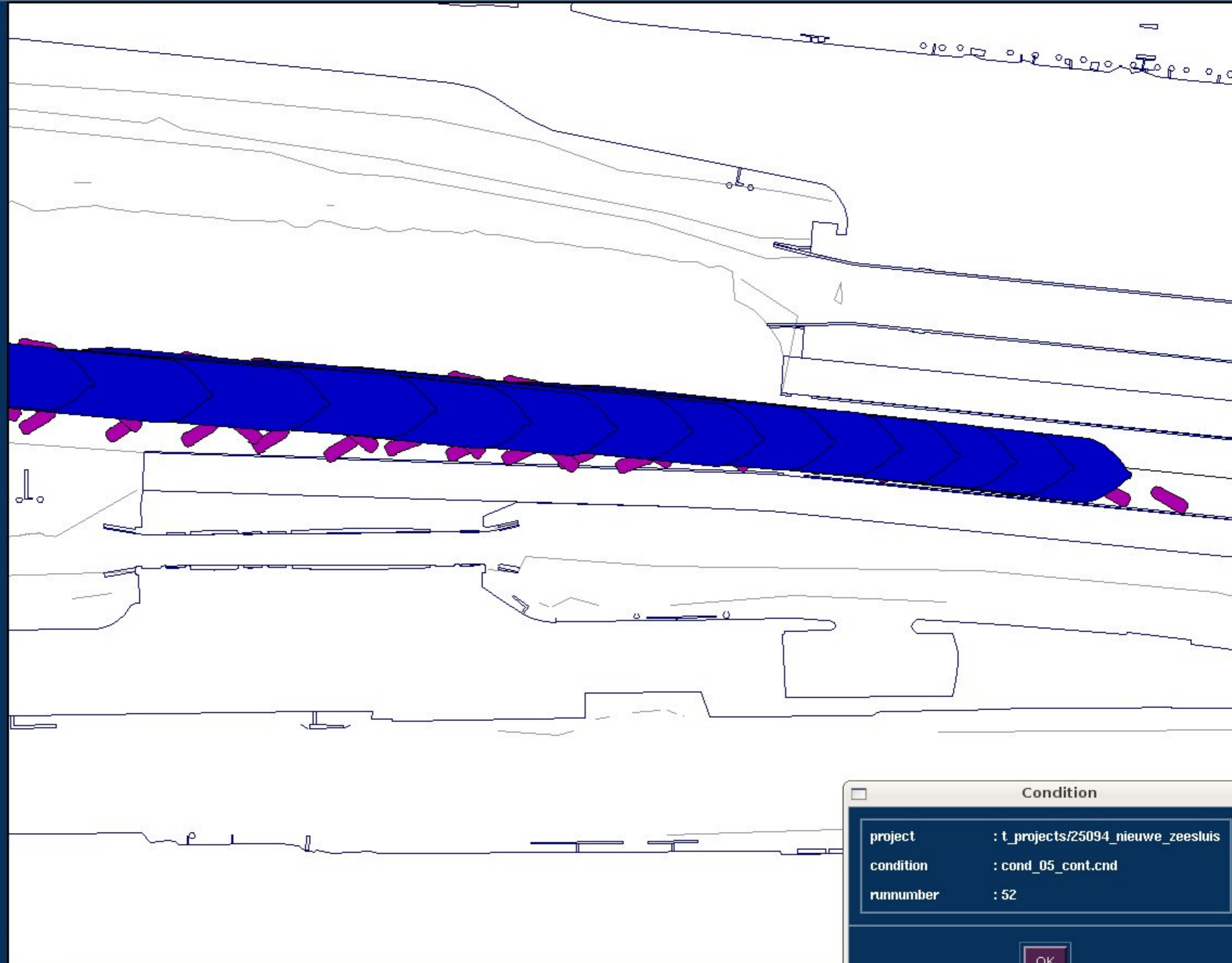
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 52

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

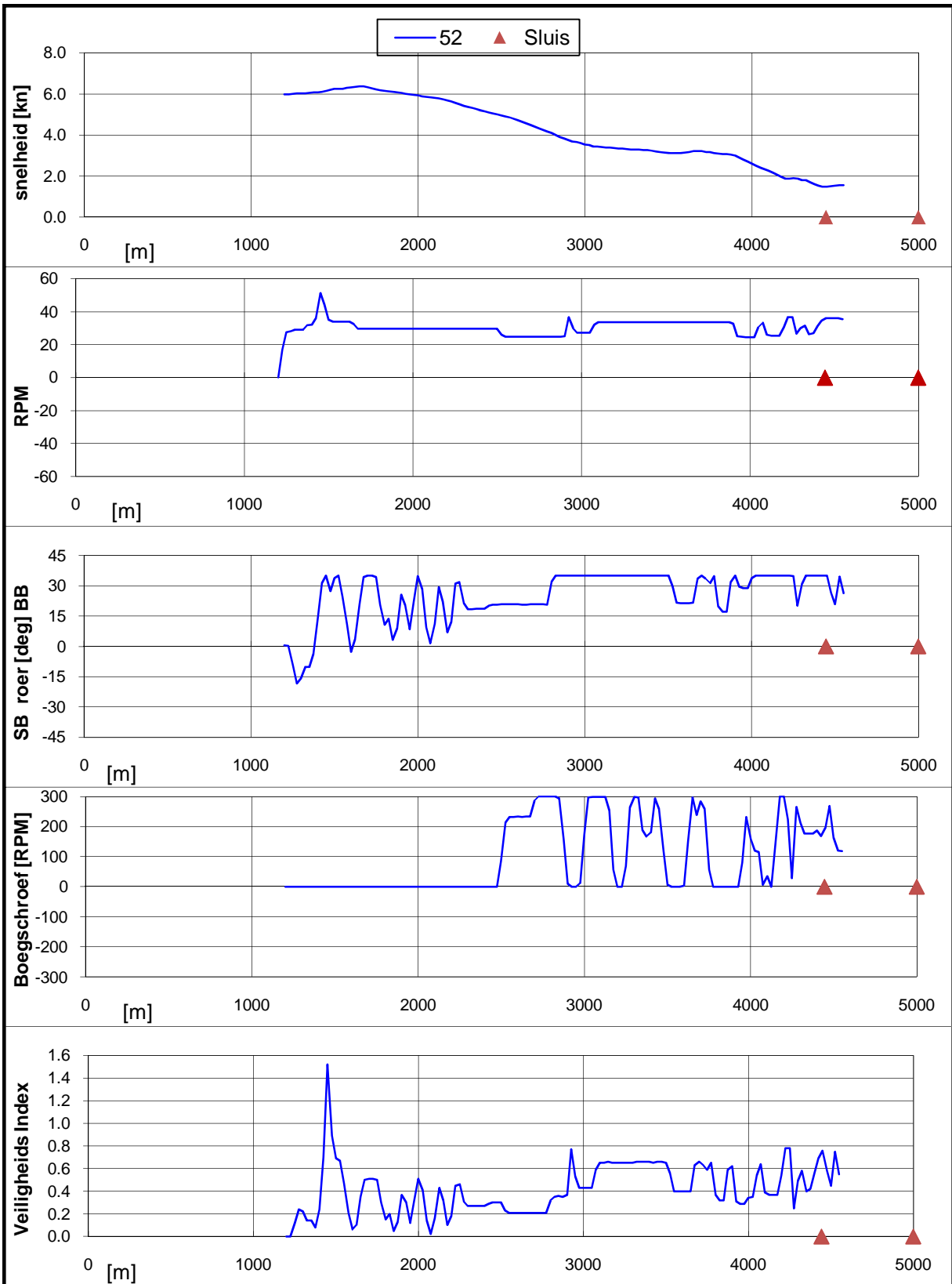
Scale
1:3218




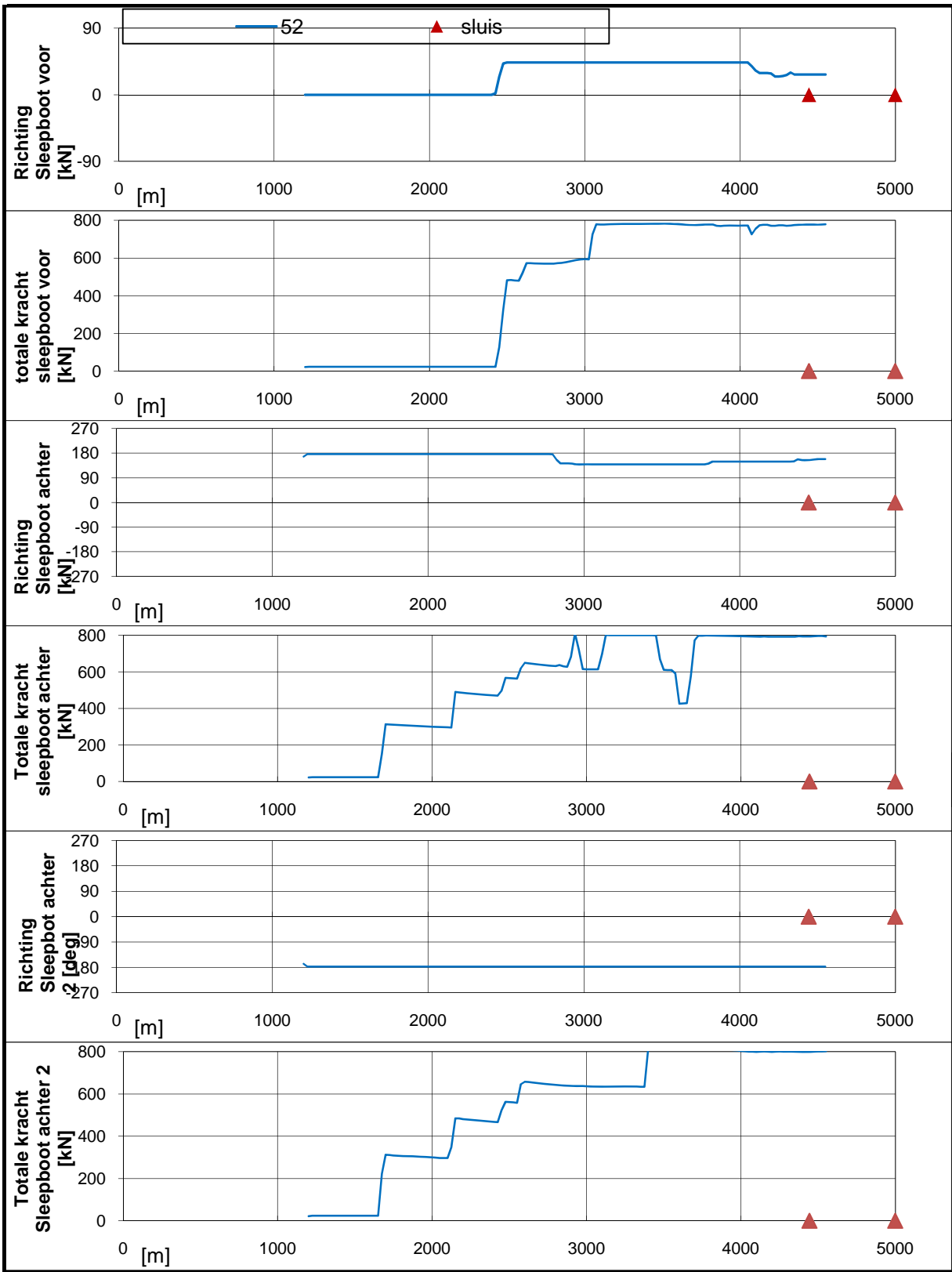
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_cont.cnd
runnumber	: 52

OK



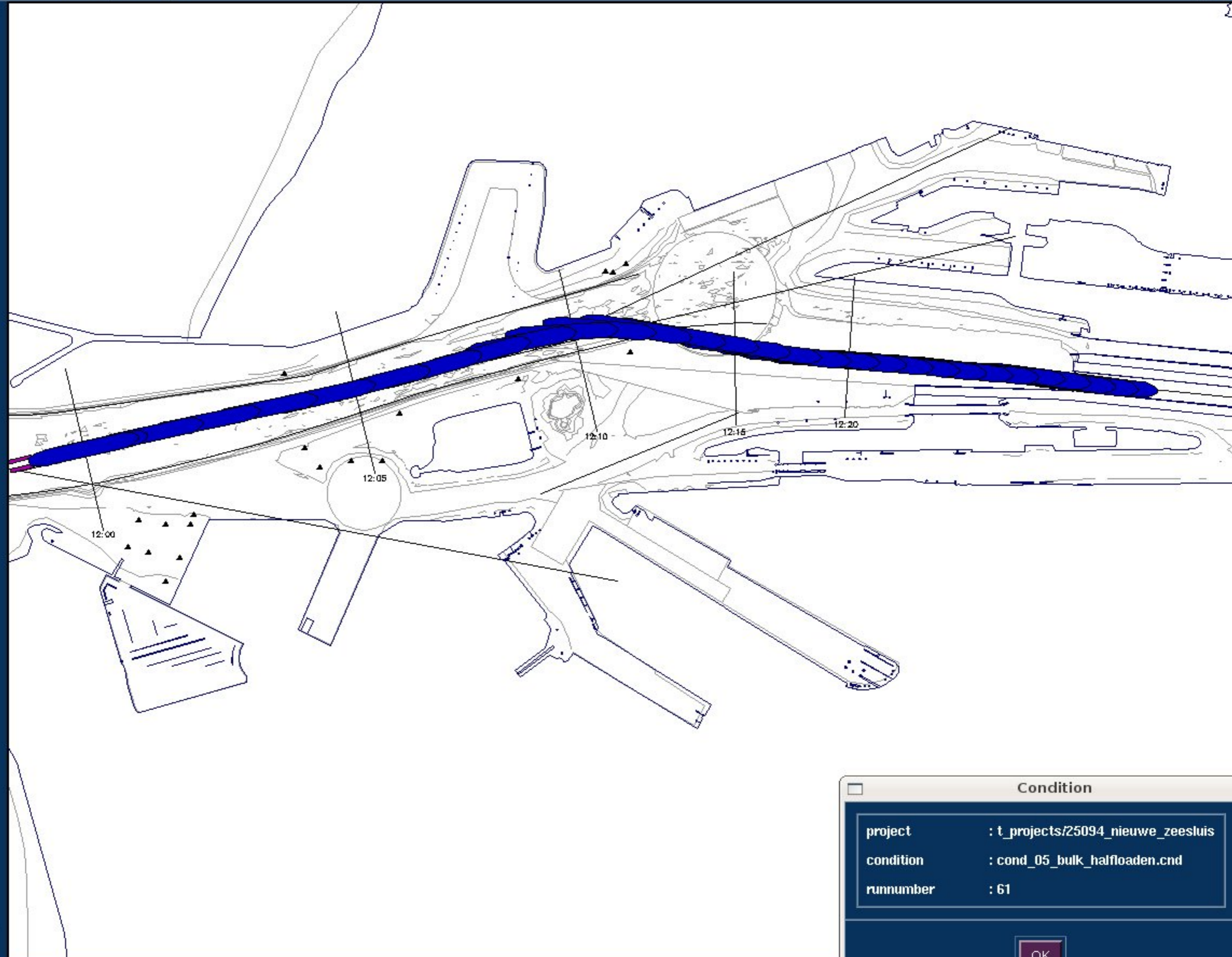
Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 2	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 19,0 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 9.b	



- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 12897



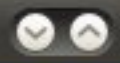
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 61

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

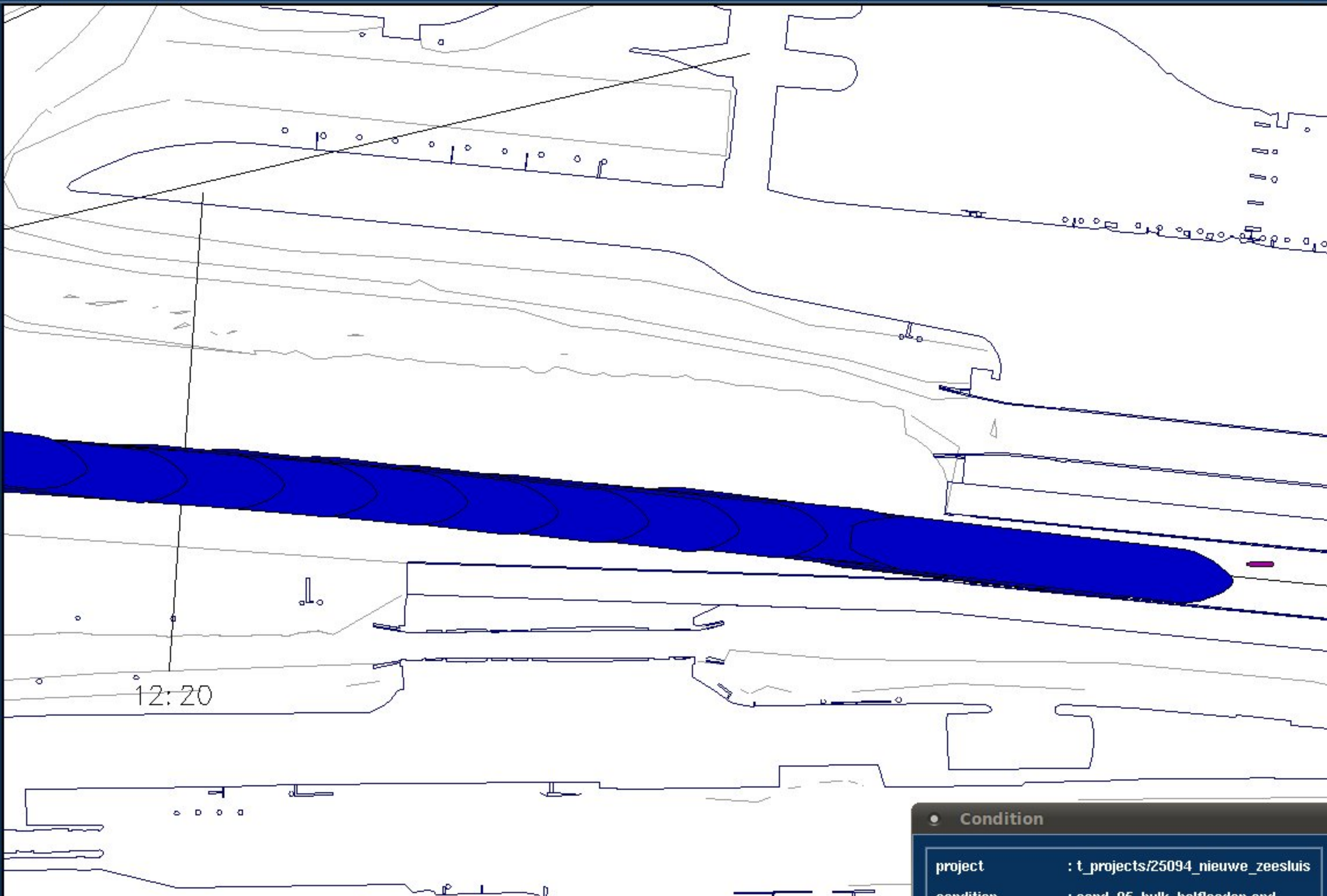
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:4080



Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 61



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

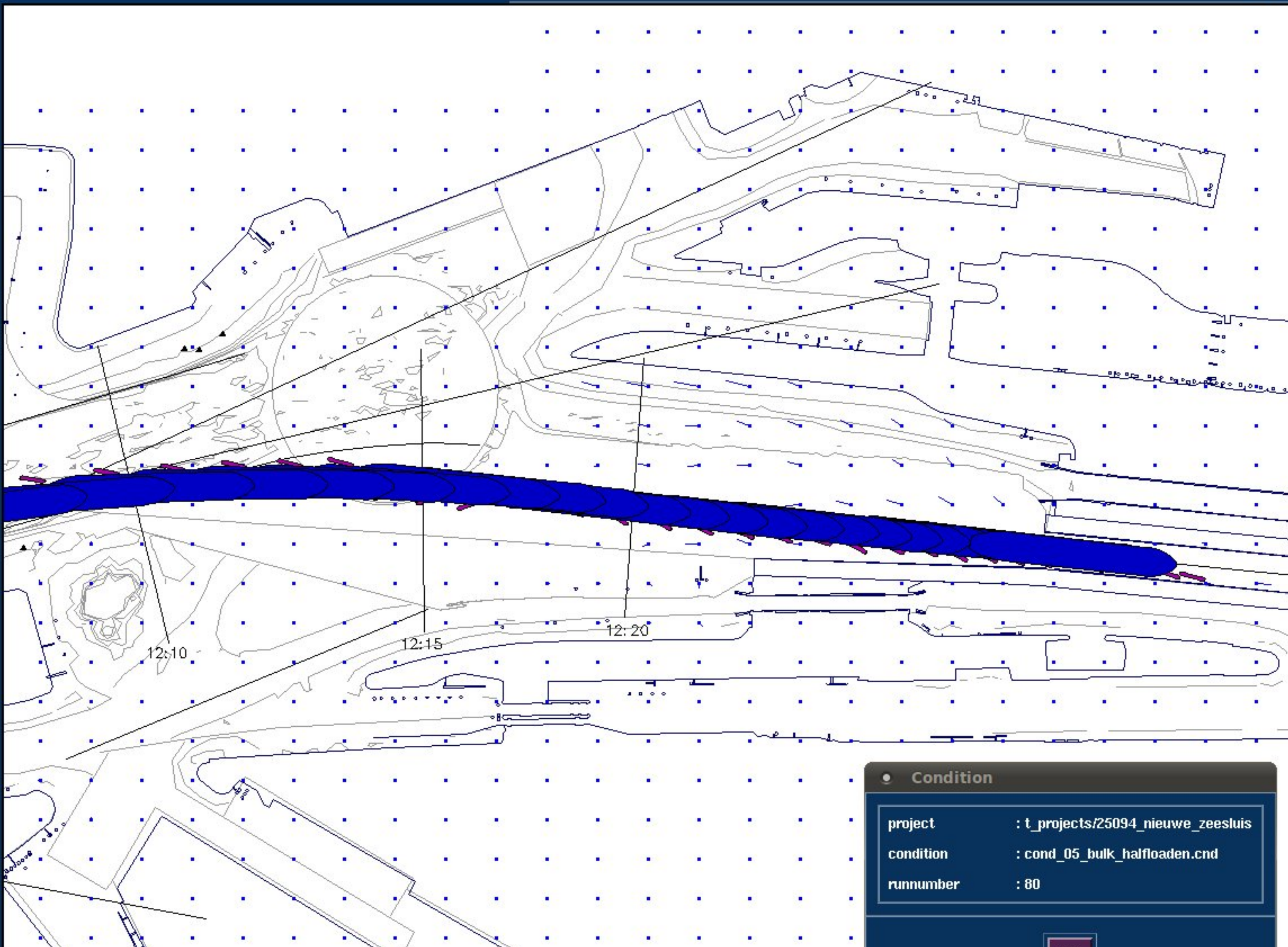
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

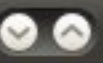
Scale

1 : 7320



Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 80

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

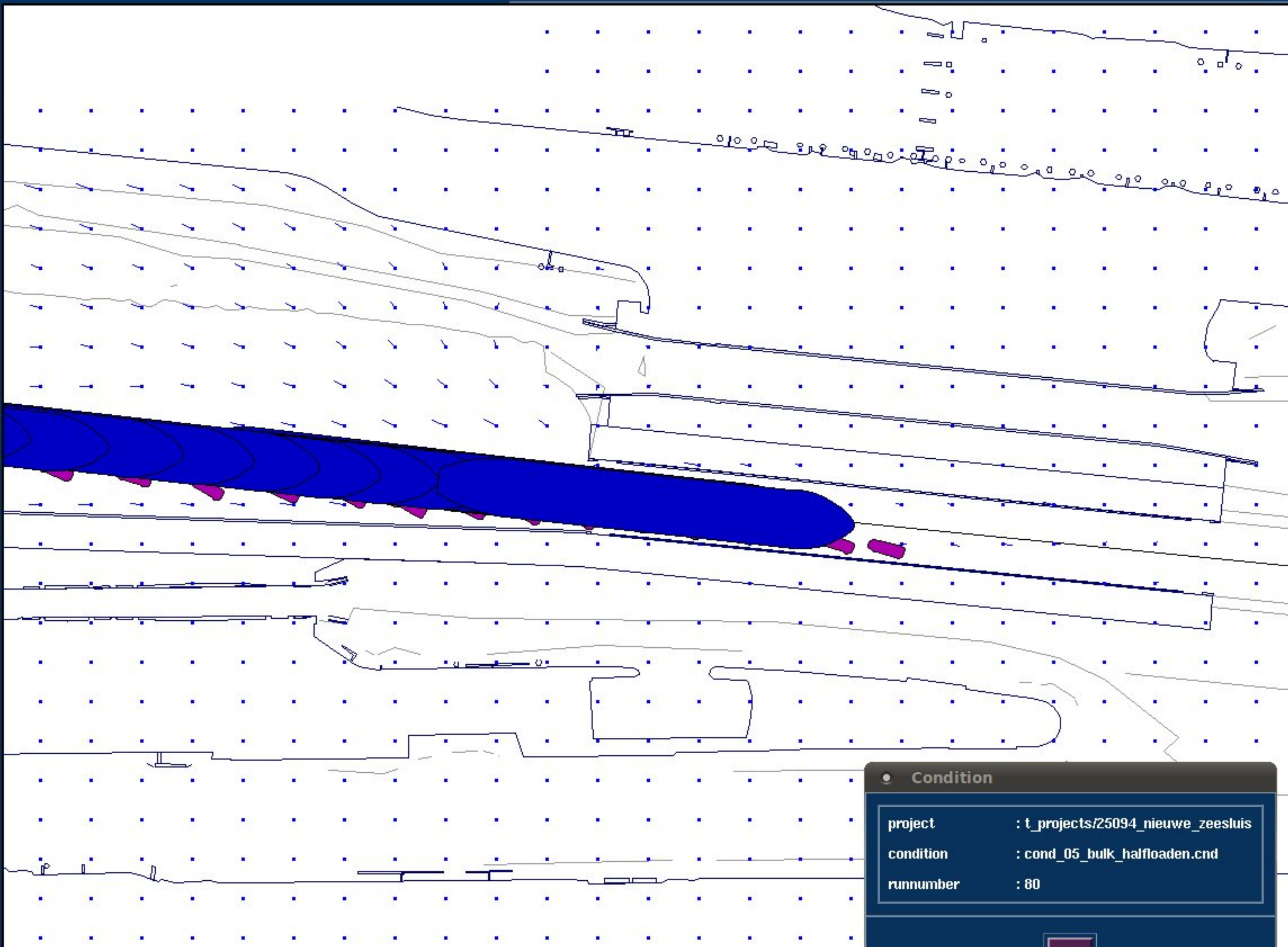
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 3630



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 80

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance


CPA/TCPA

Set Goal

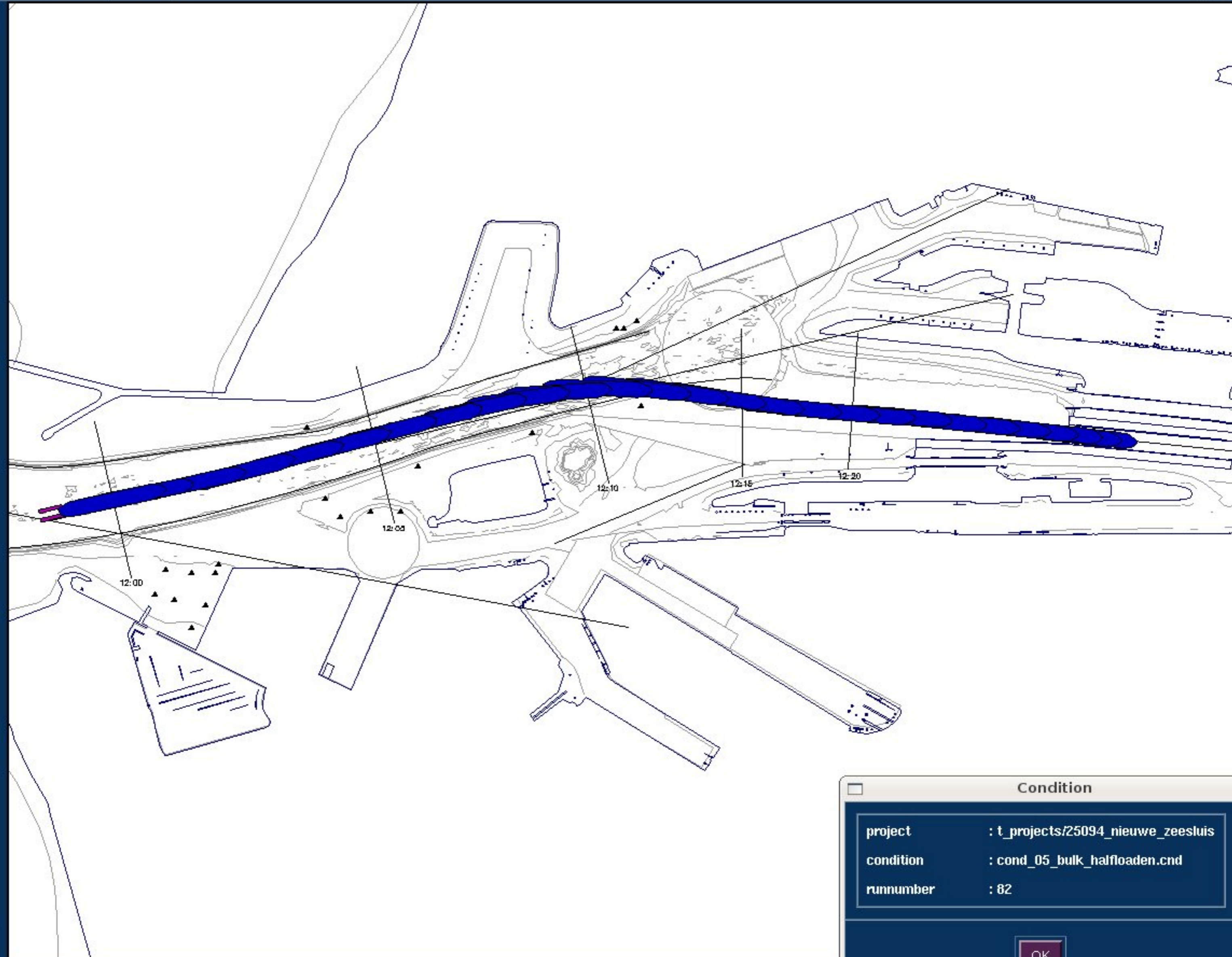
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:13337



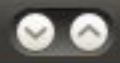
MARIN



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 82

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

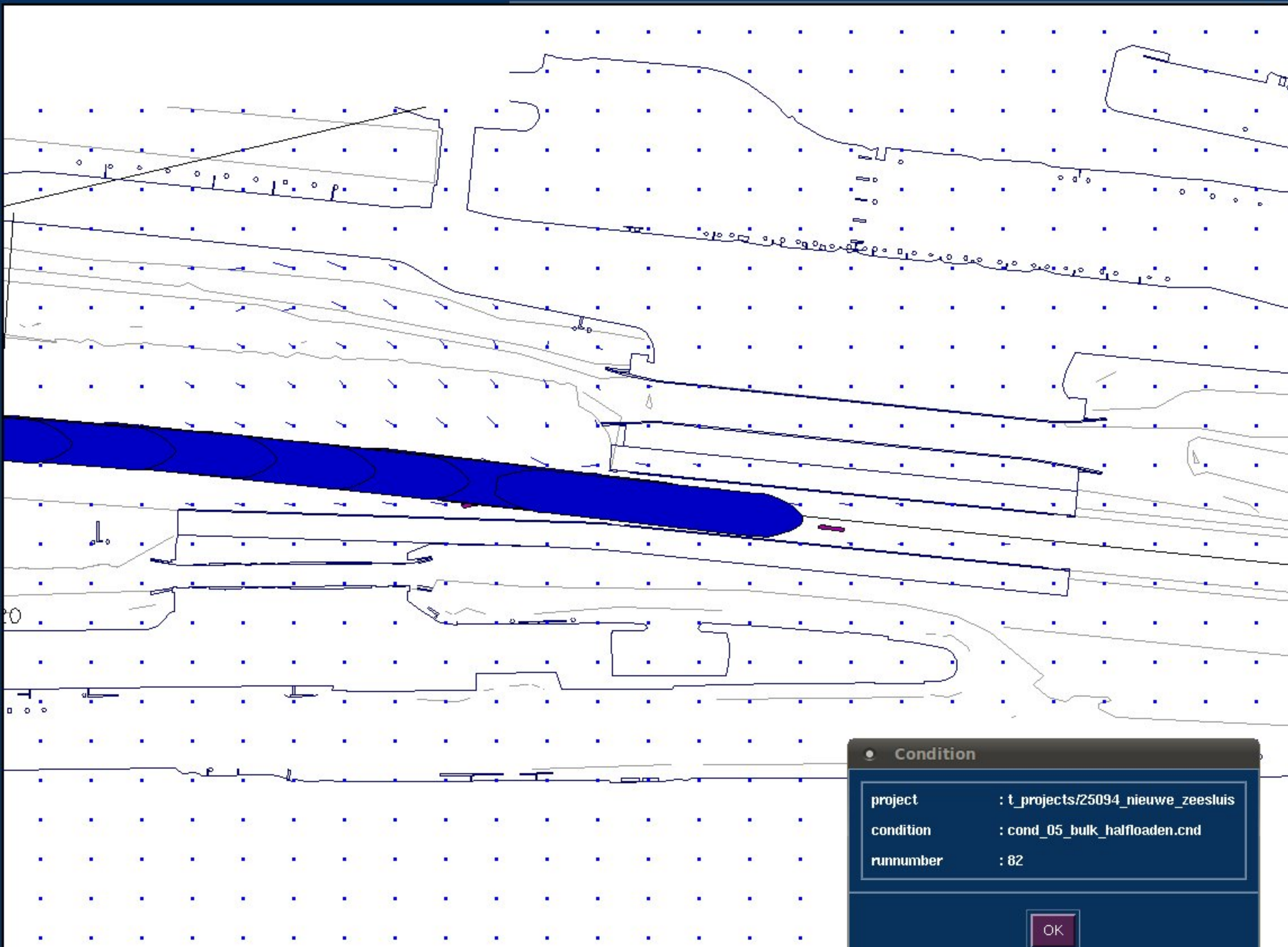
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:4930



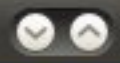
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 82

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

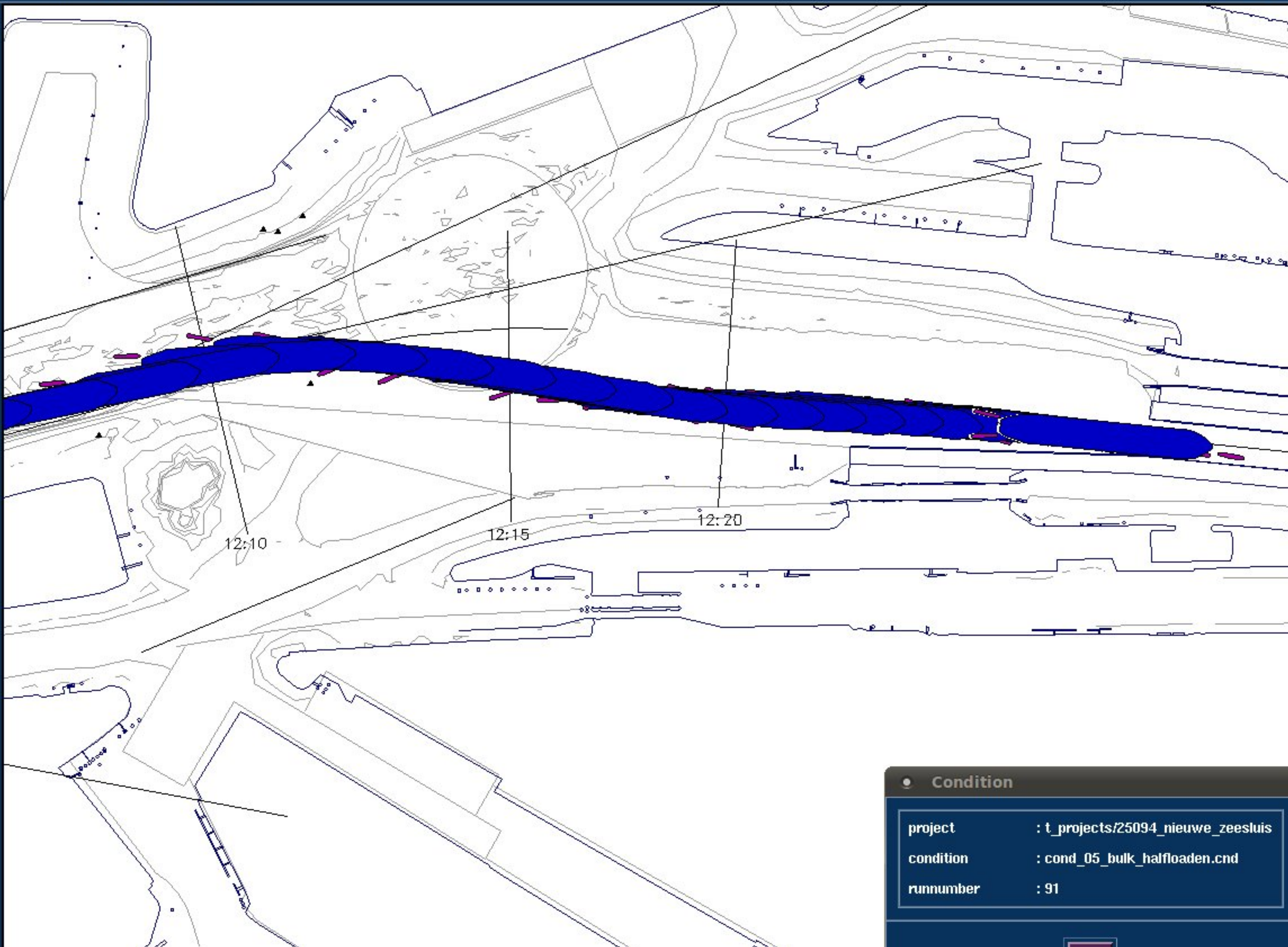
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

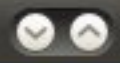
1 : 7108



Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 91



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

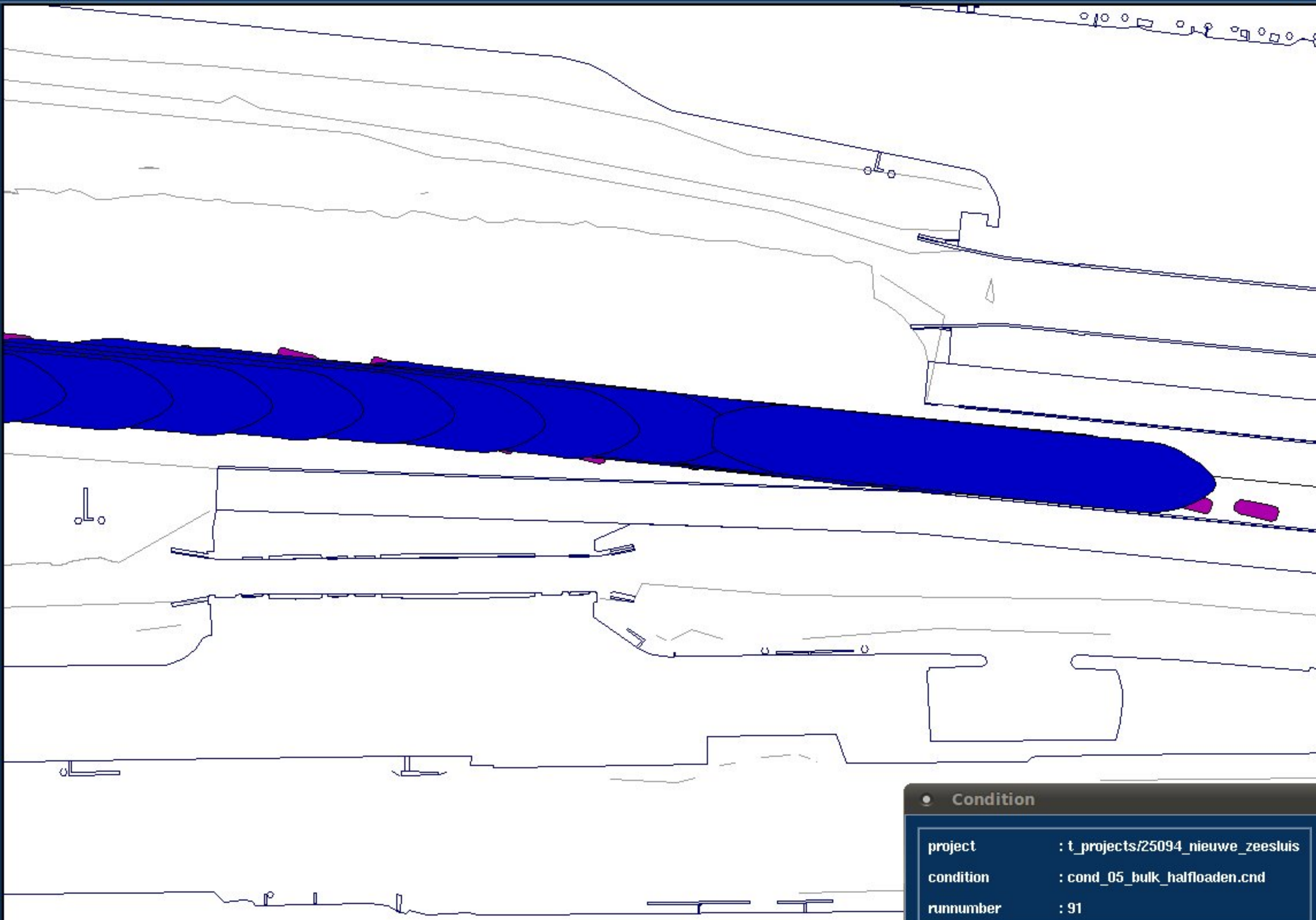
CPA/ TCPA

Set Goal

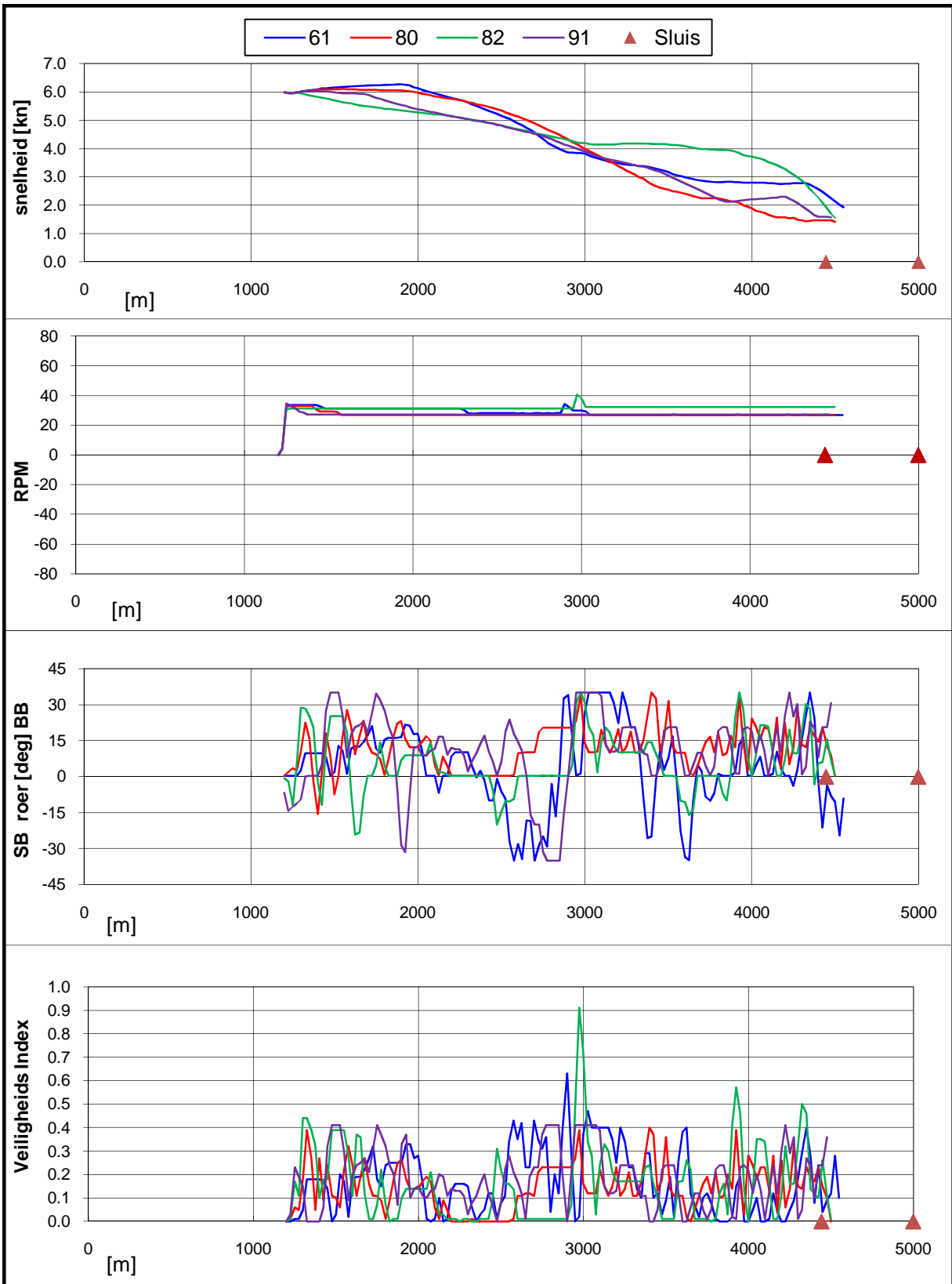
- ◆ Area
- ◆ Ship


Scale

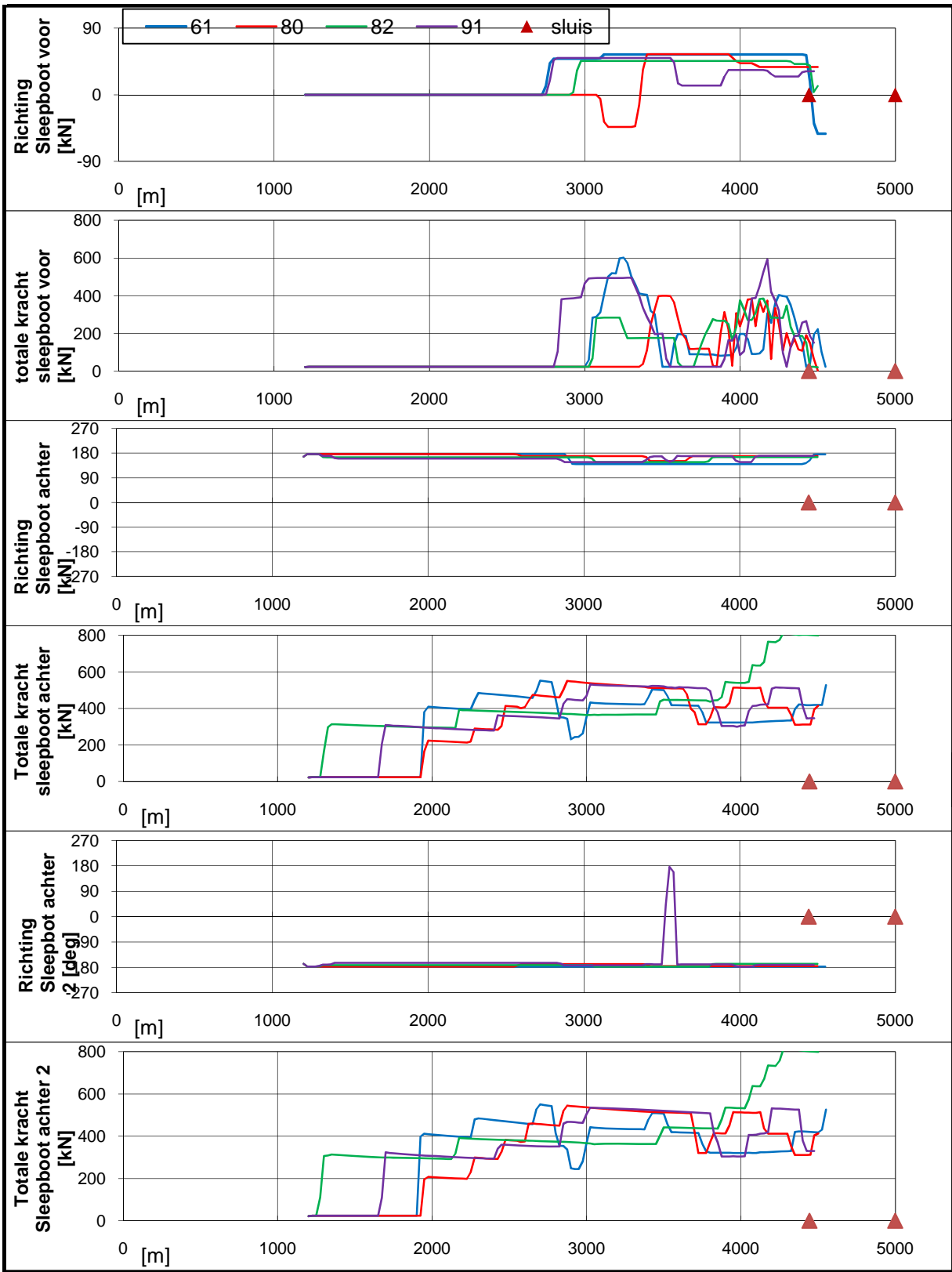
1 : 3070



Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_05_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 91



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 2	
De schip: Bulcarrier 13,7 m, invaart vanuit west, wind: ZW 19,0 m	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 7.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 2
pe schip: Bulcarrier 13,7 m, invaart vanuit west, wind: ZW 19,0 m		25094.600
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 7.c



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

CPA/TCPA

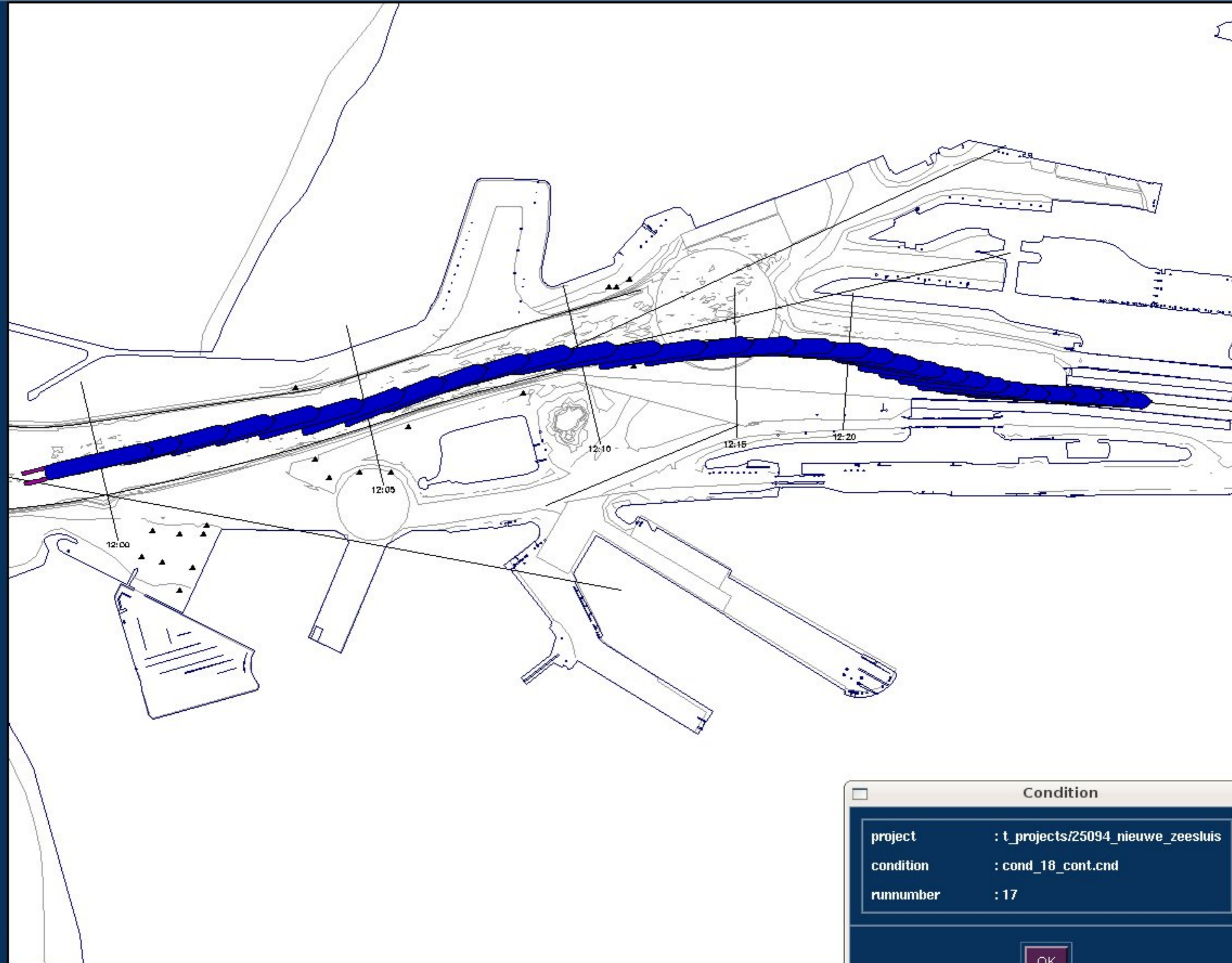

Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 13263



Condition

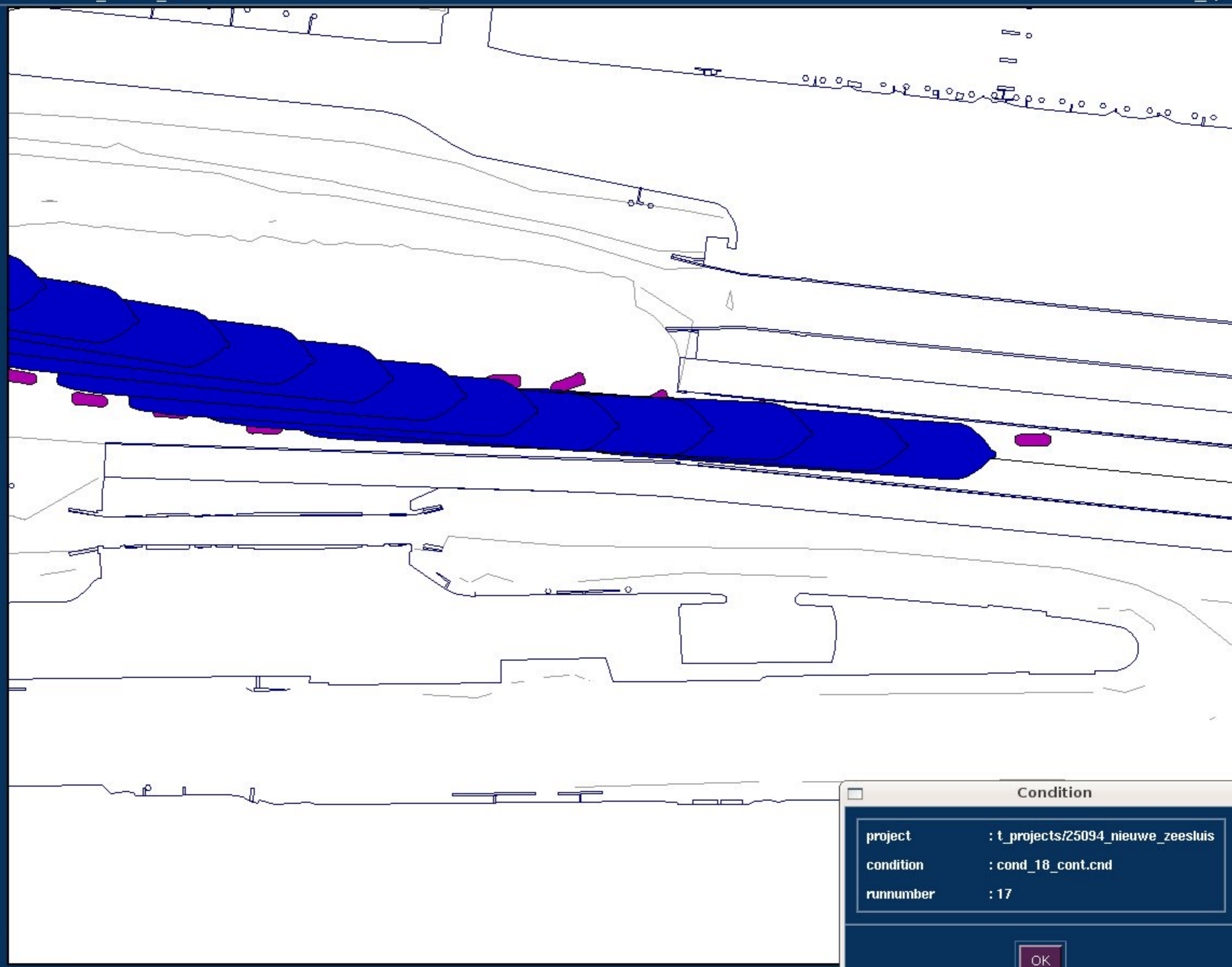
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 17

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3559



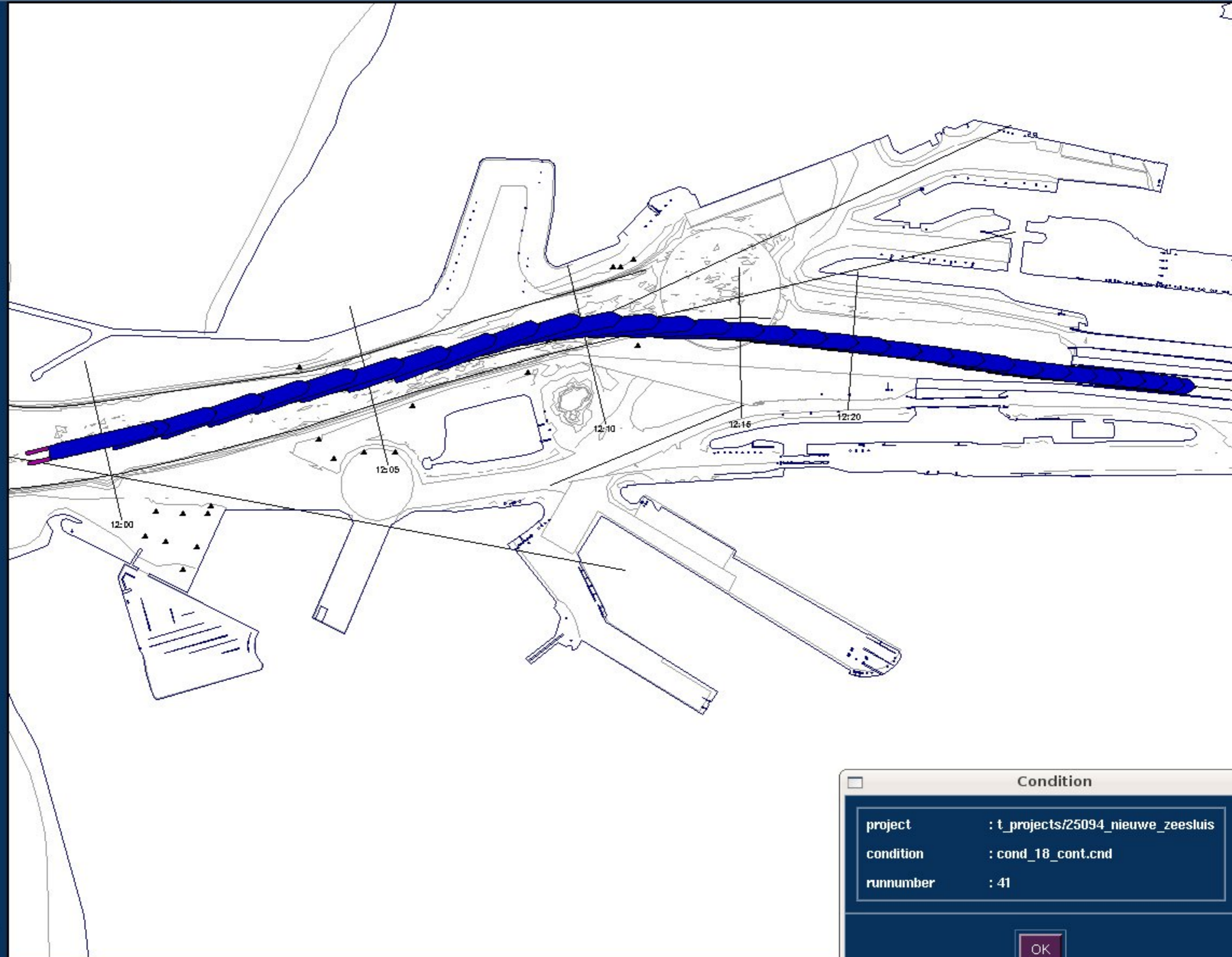
Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 17

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1:13171



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 41

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

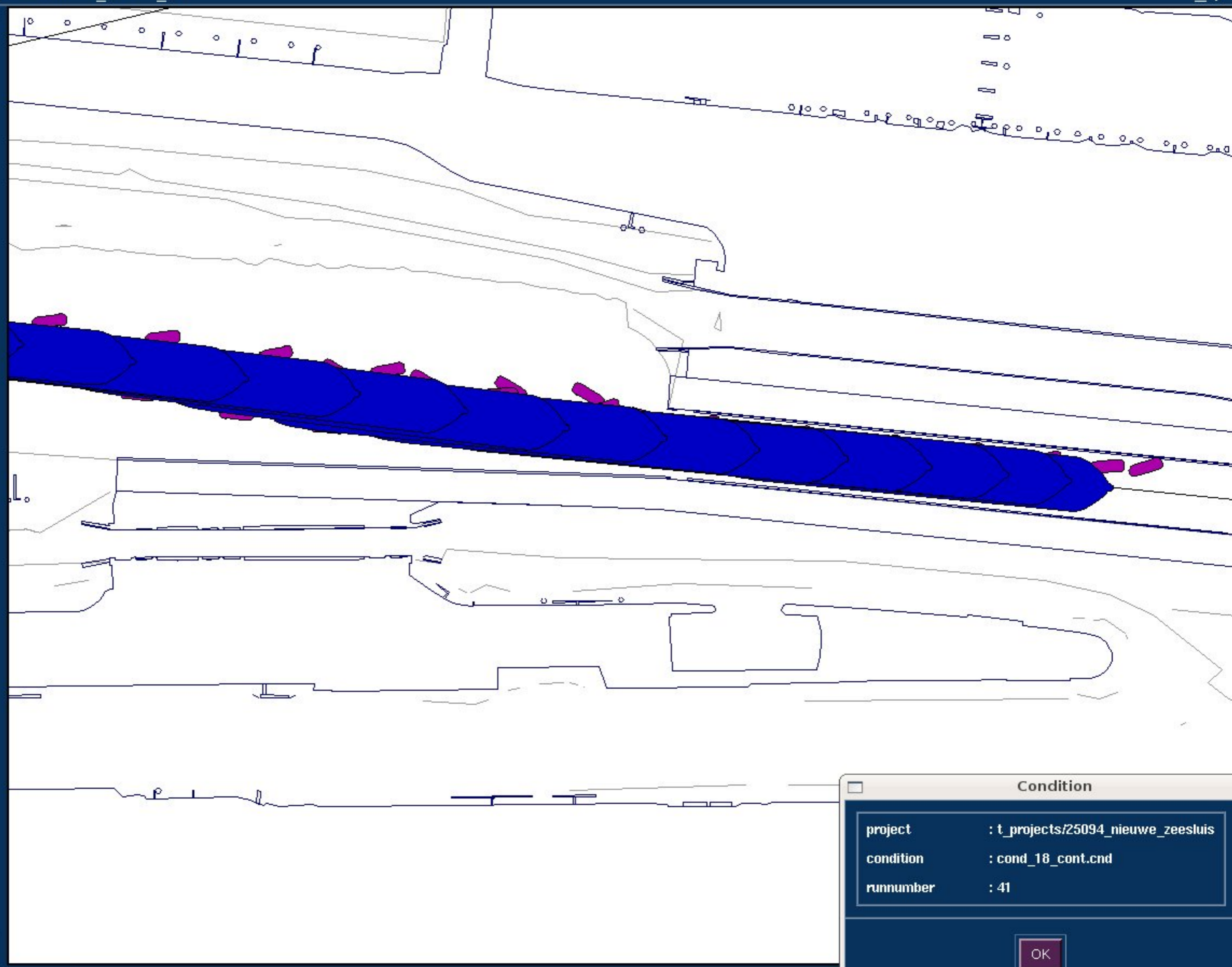
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3695



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 41

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance


CPA/TCPA

Set Goal

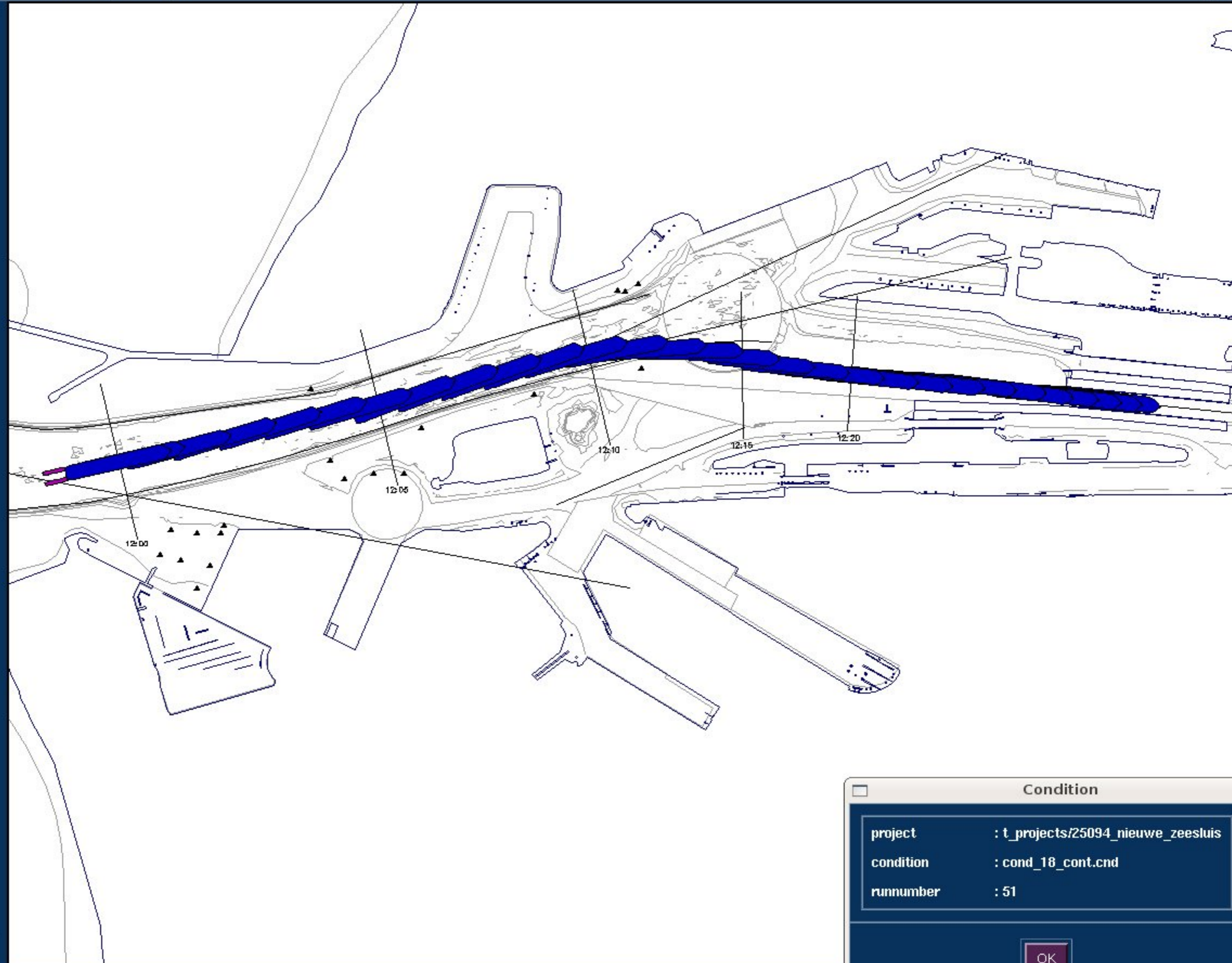
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13538



MARIN



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 51

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

CPA/TCPA

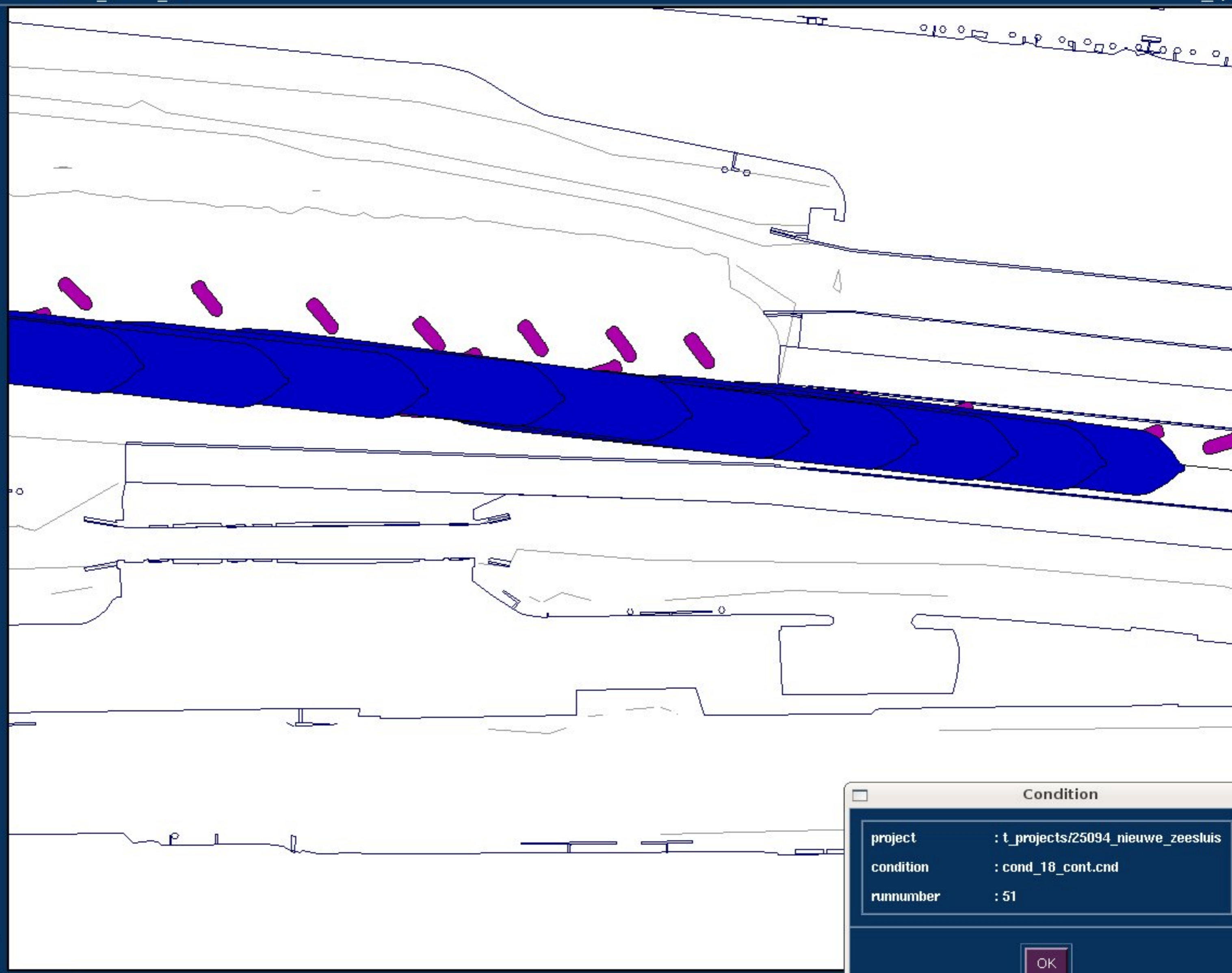

Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 3144



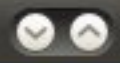
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 51

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

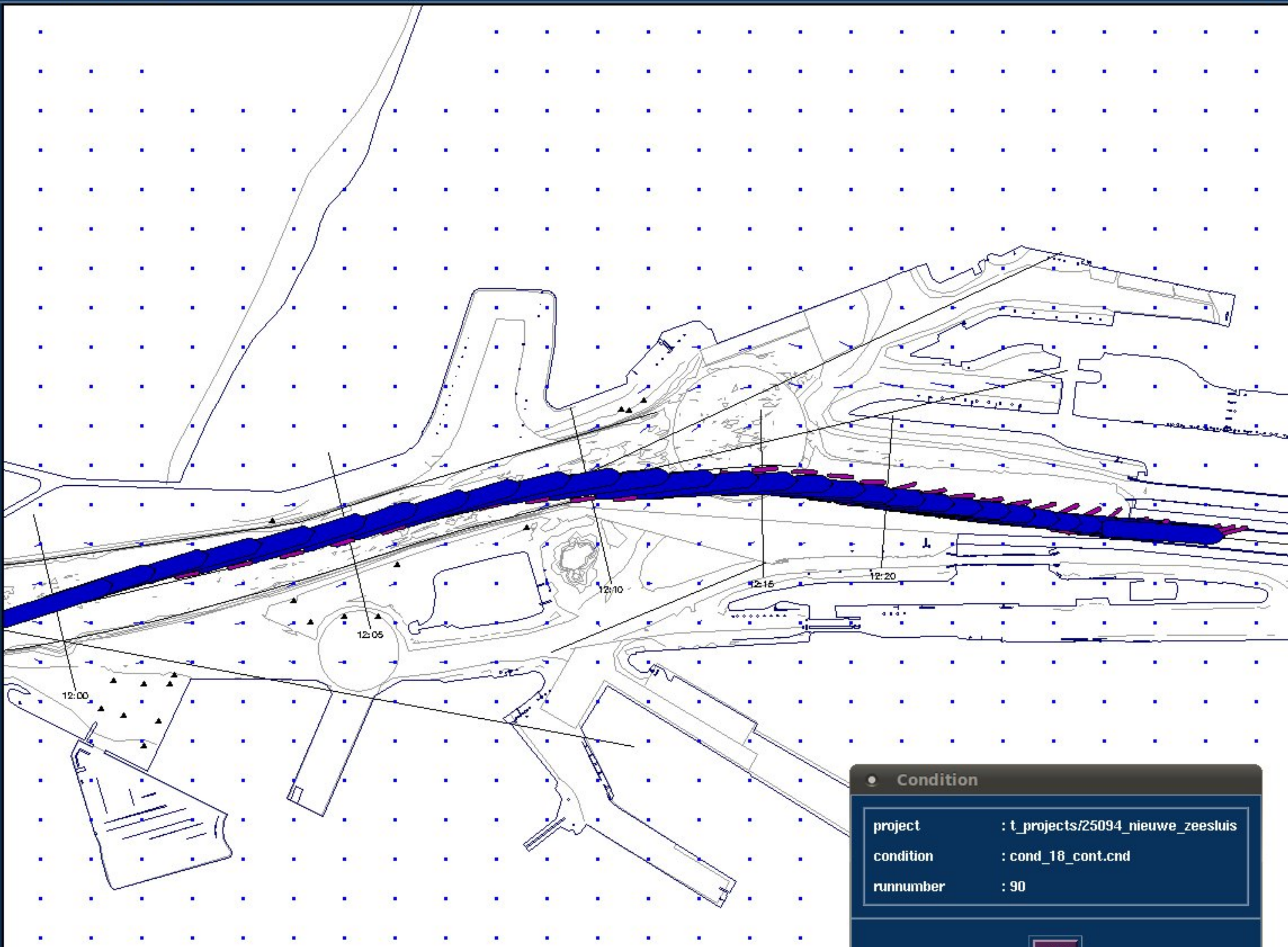
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 12389

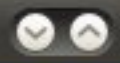


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 90



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

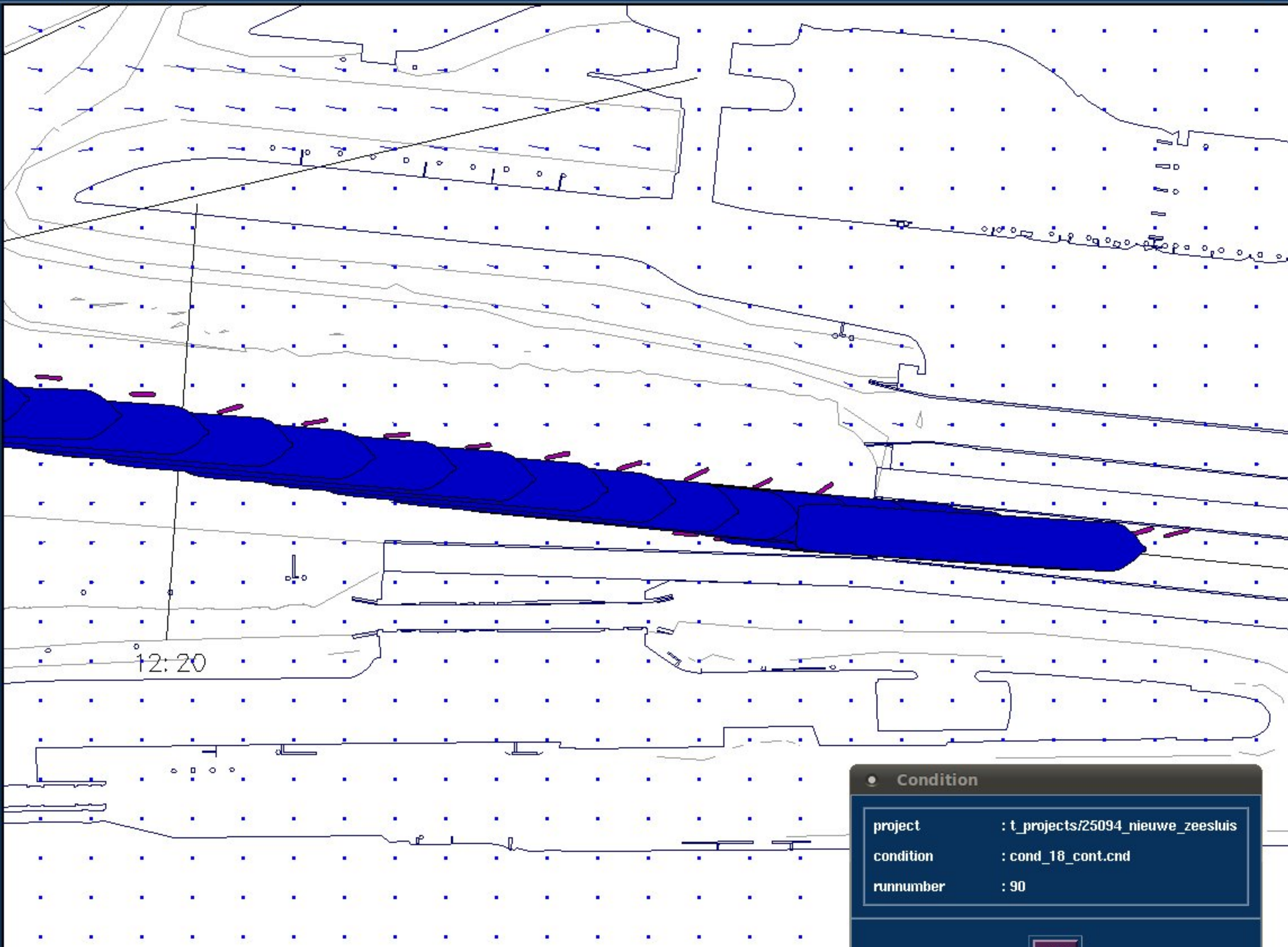
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

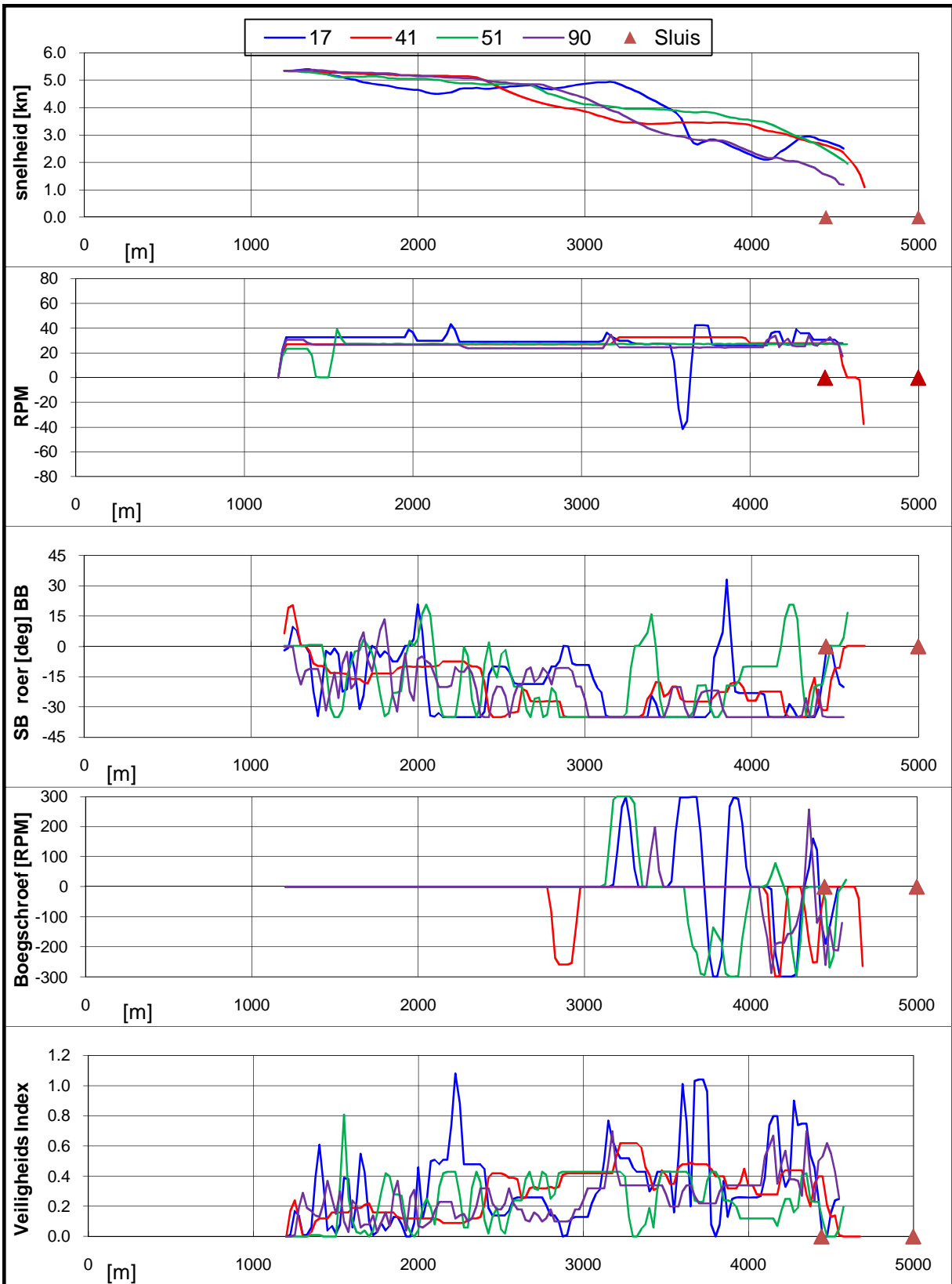
Scale


1:4338

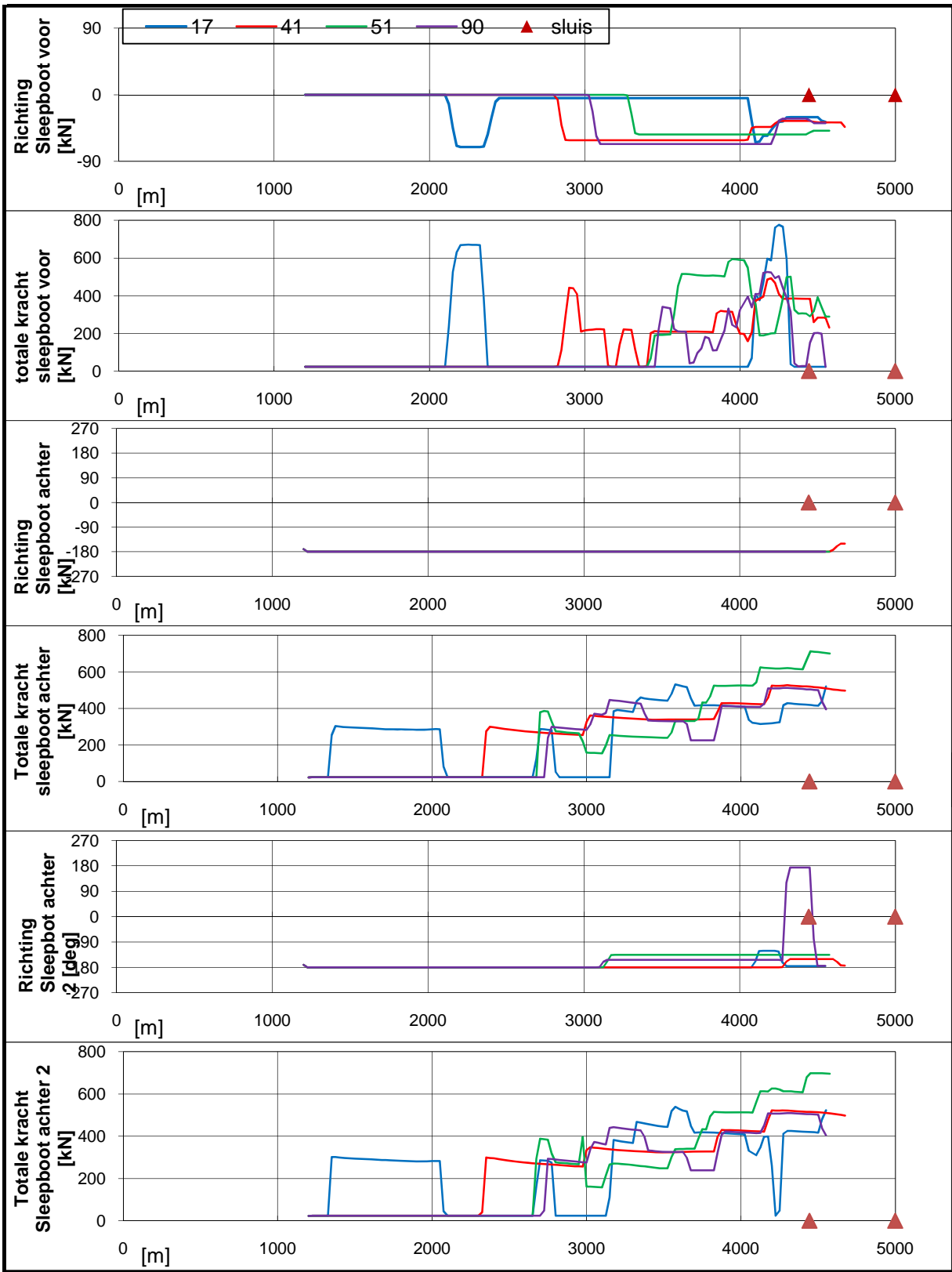


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_18_cont.cnd
runnumber	: 90

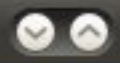


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 5	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: NW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 11.b	





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

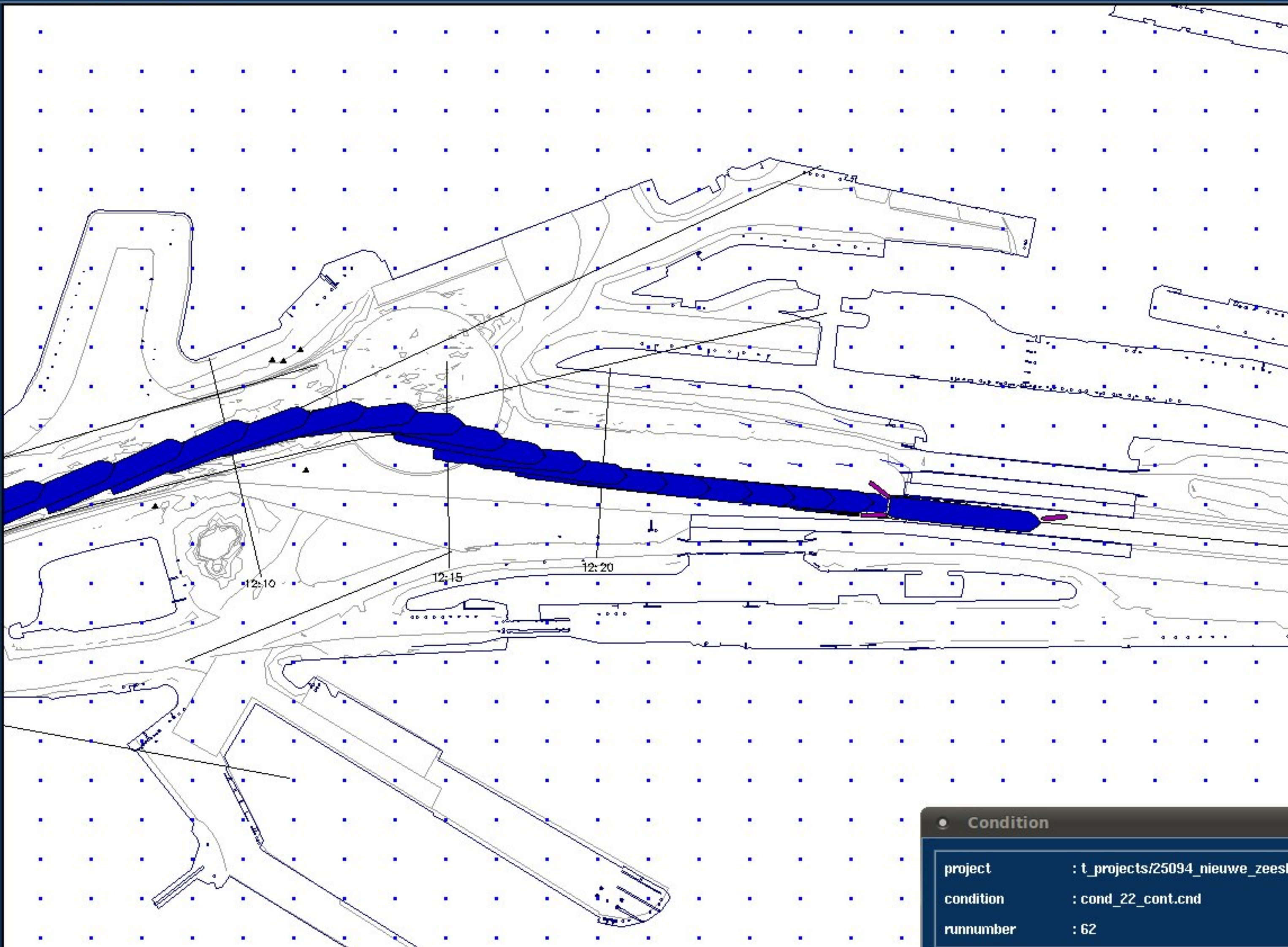
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale
1:9980

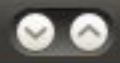


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeeslu
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 62



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

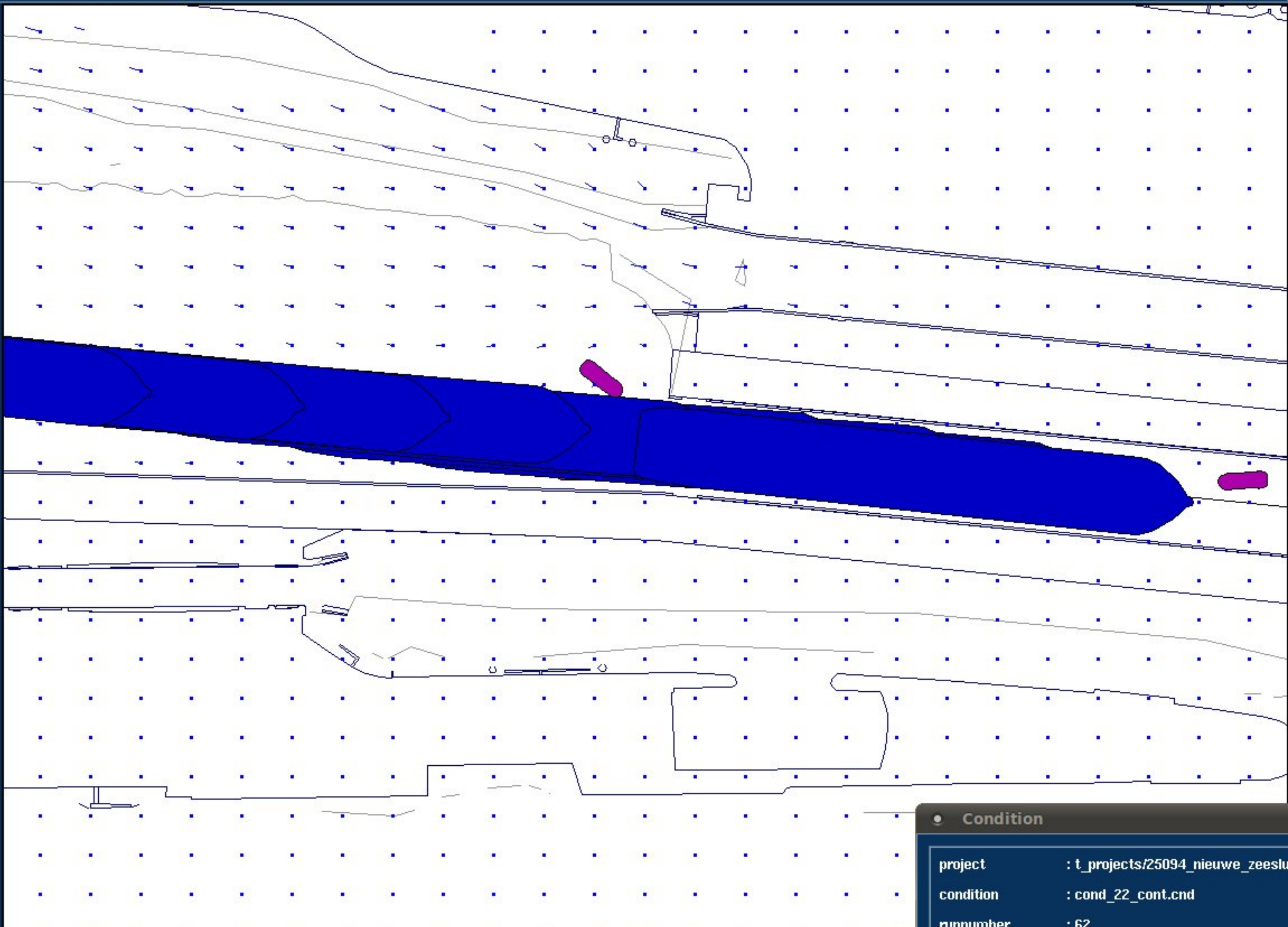
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:2702



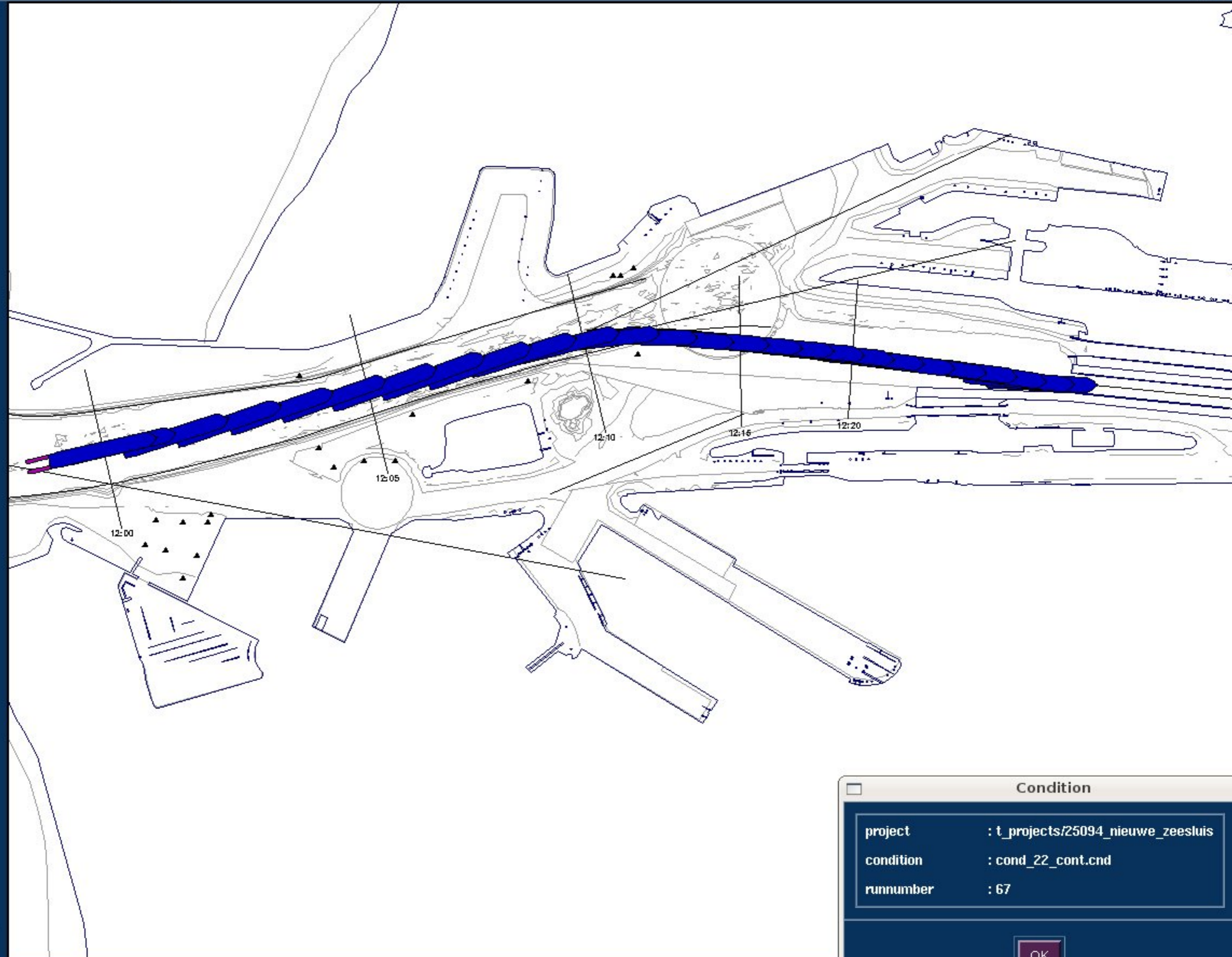
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeeslu
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 62

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1:13171



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 67

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

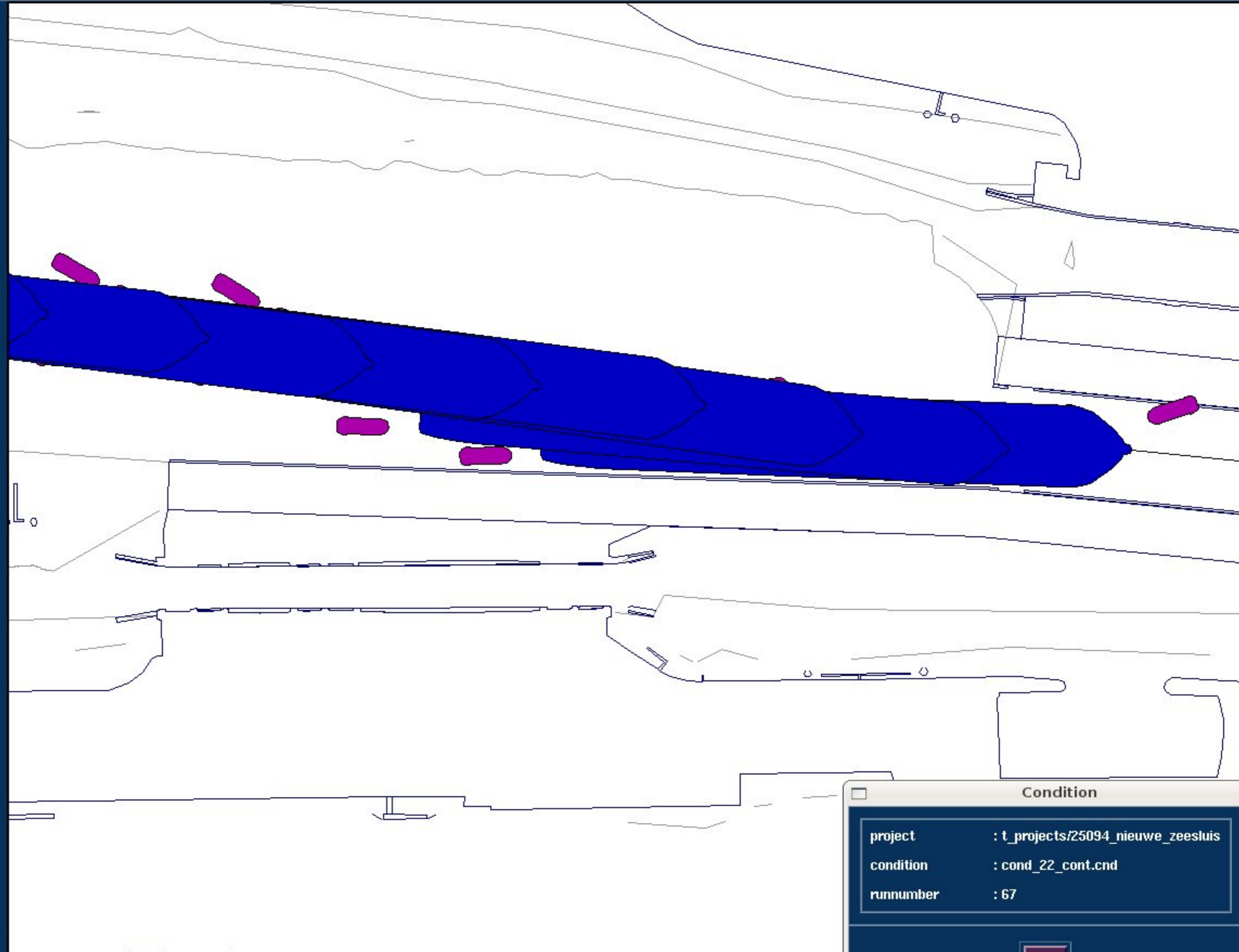

CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 2481



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 67

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

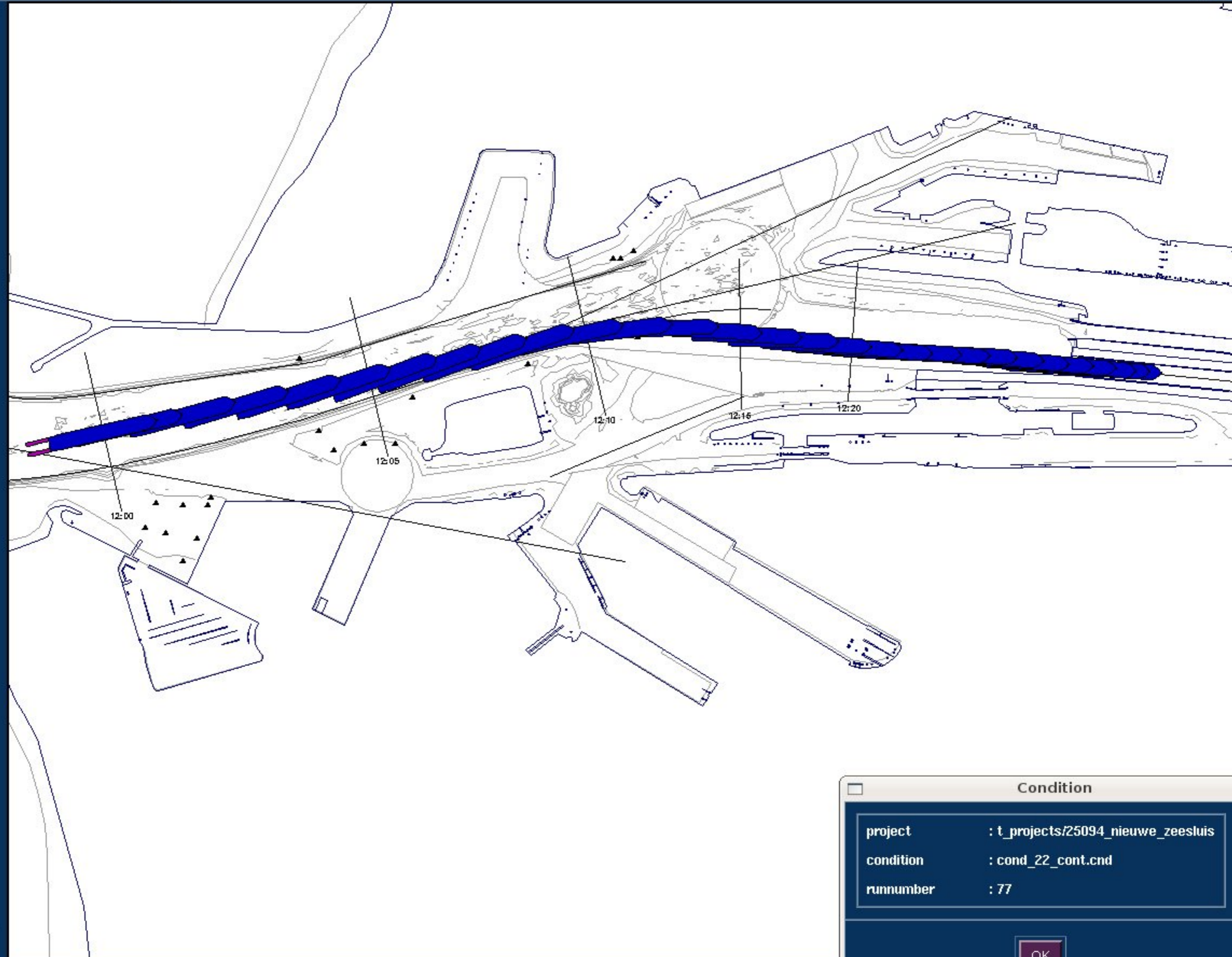
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

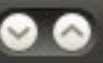
1:13171



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 77

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

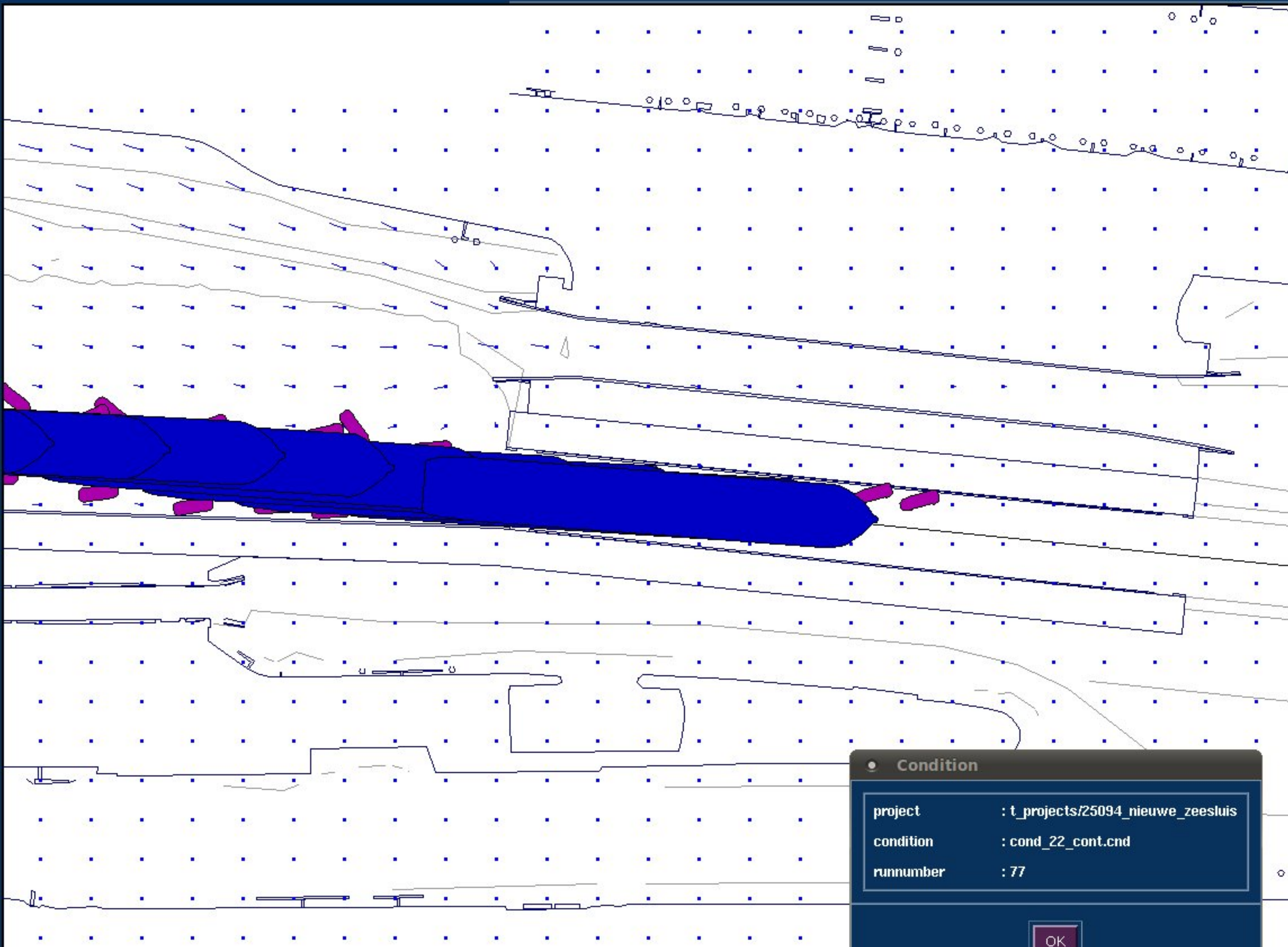
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 3338



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 77

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance


CPA/ TCPA

Set Goal

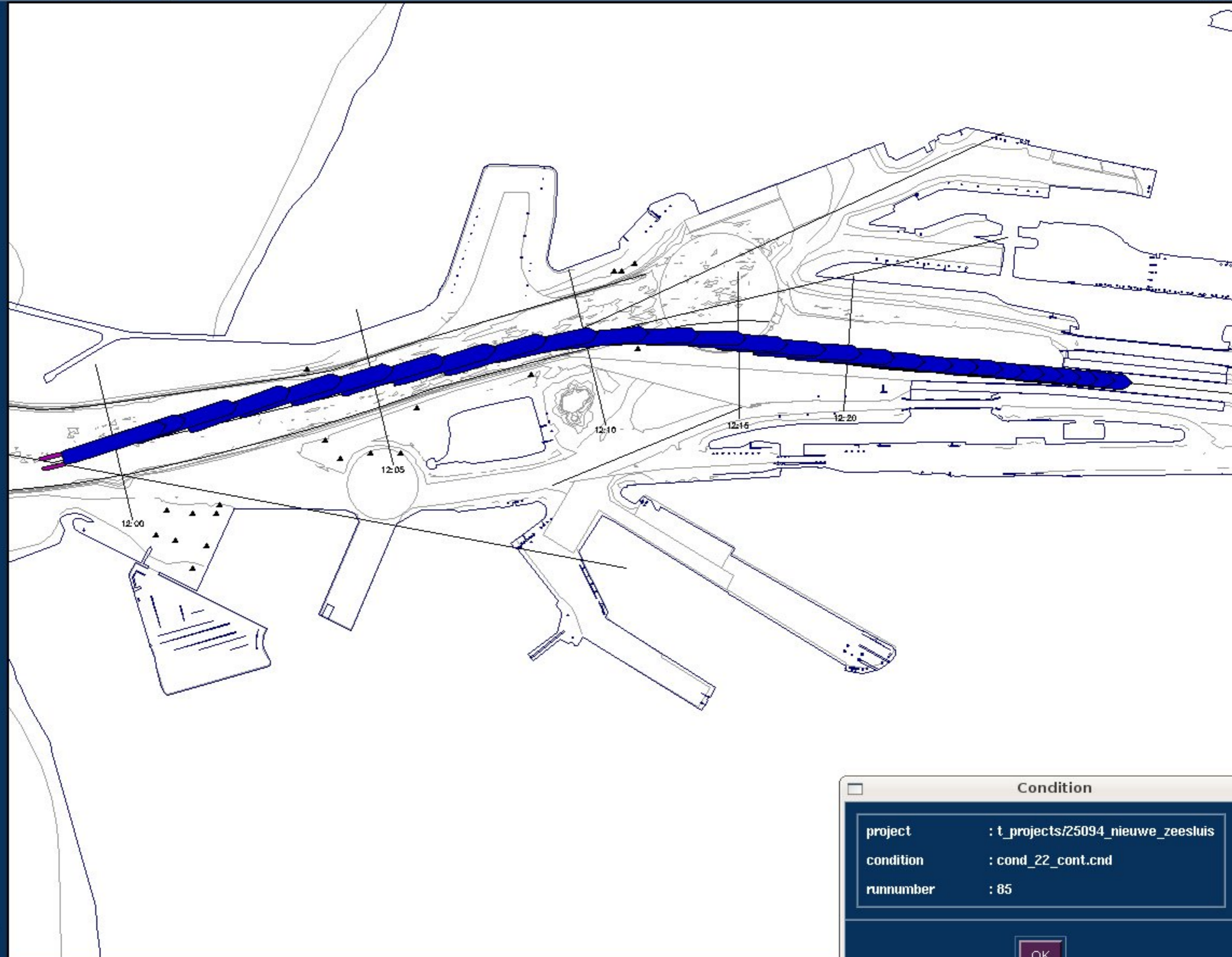
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 13446



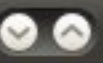
MARIN



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 85

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

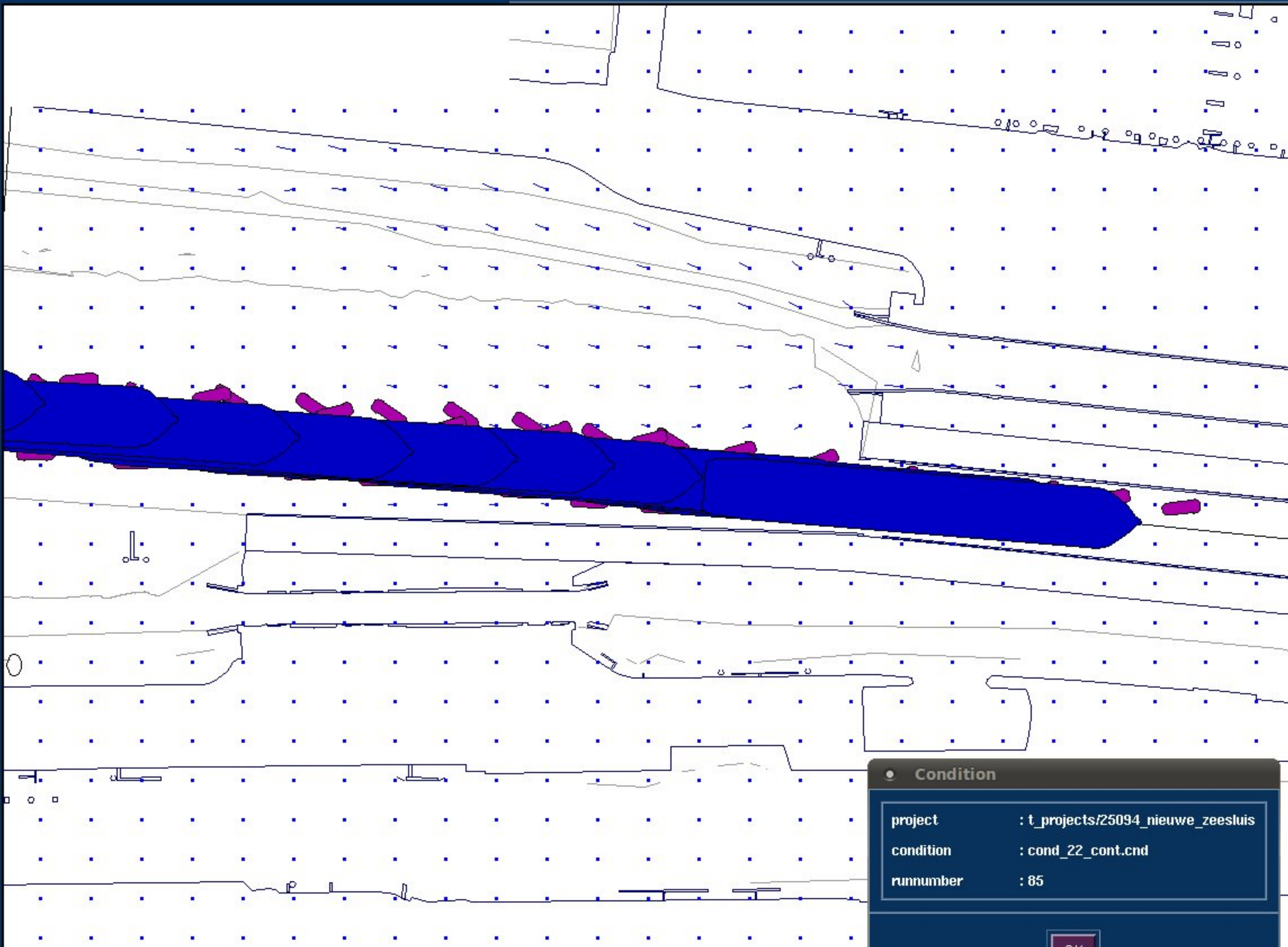
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

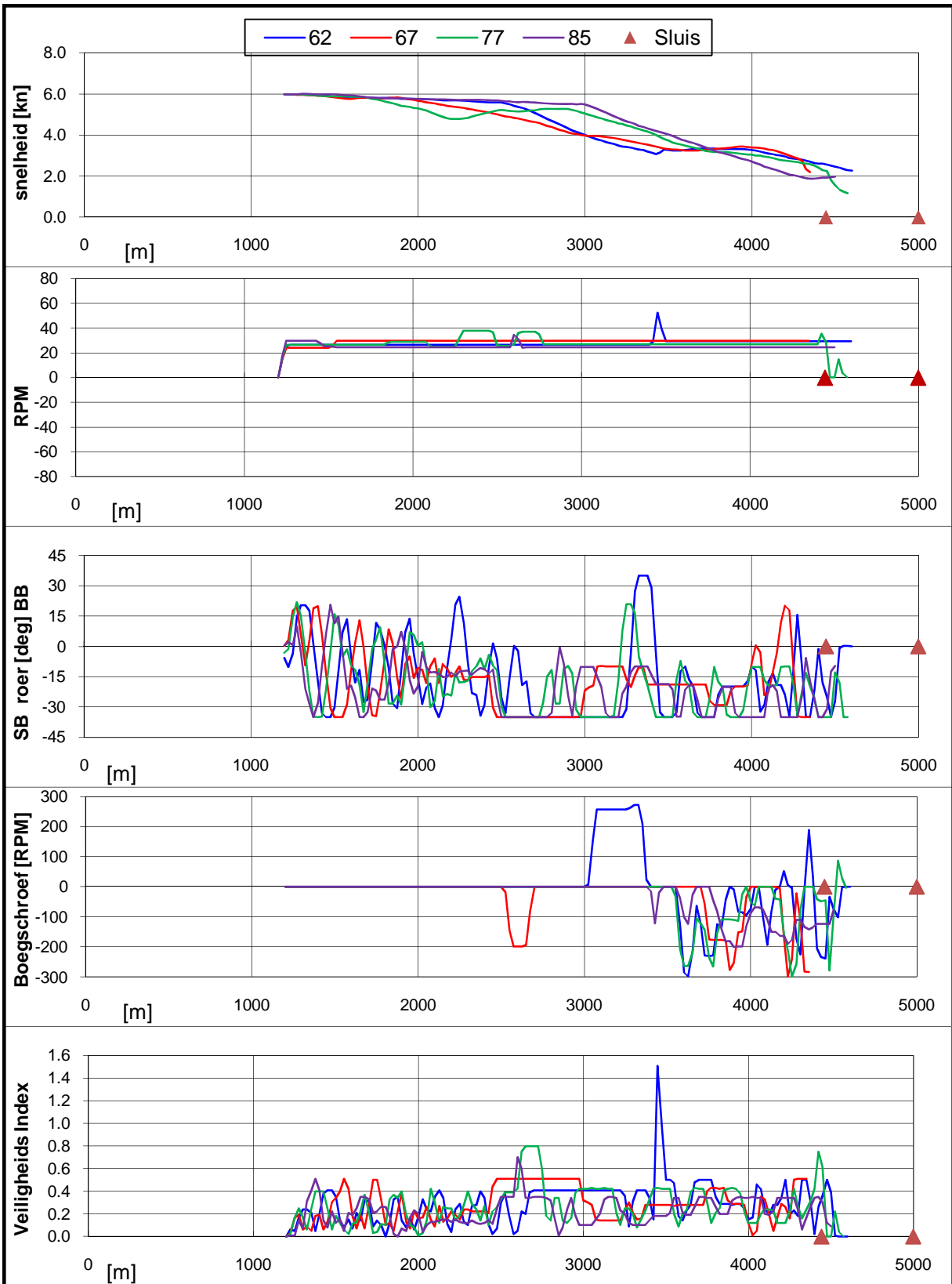
1 : 3466




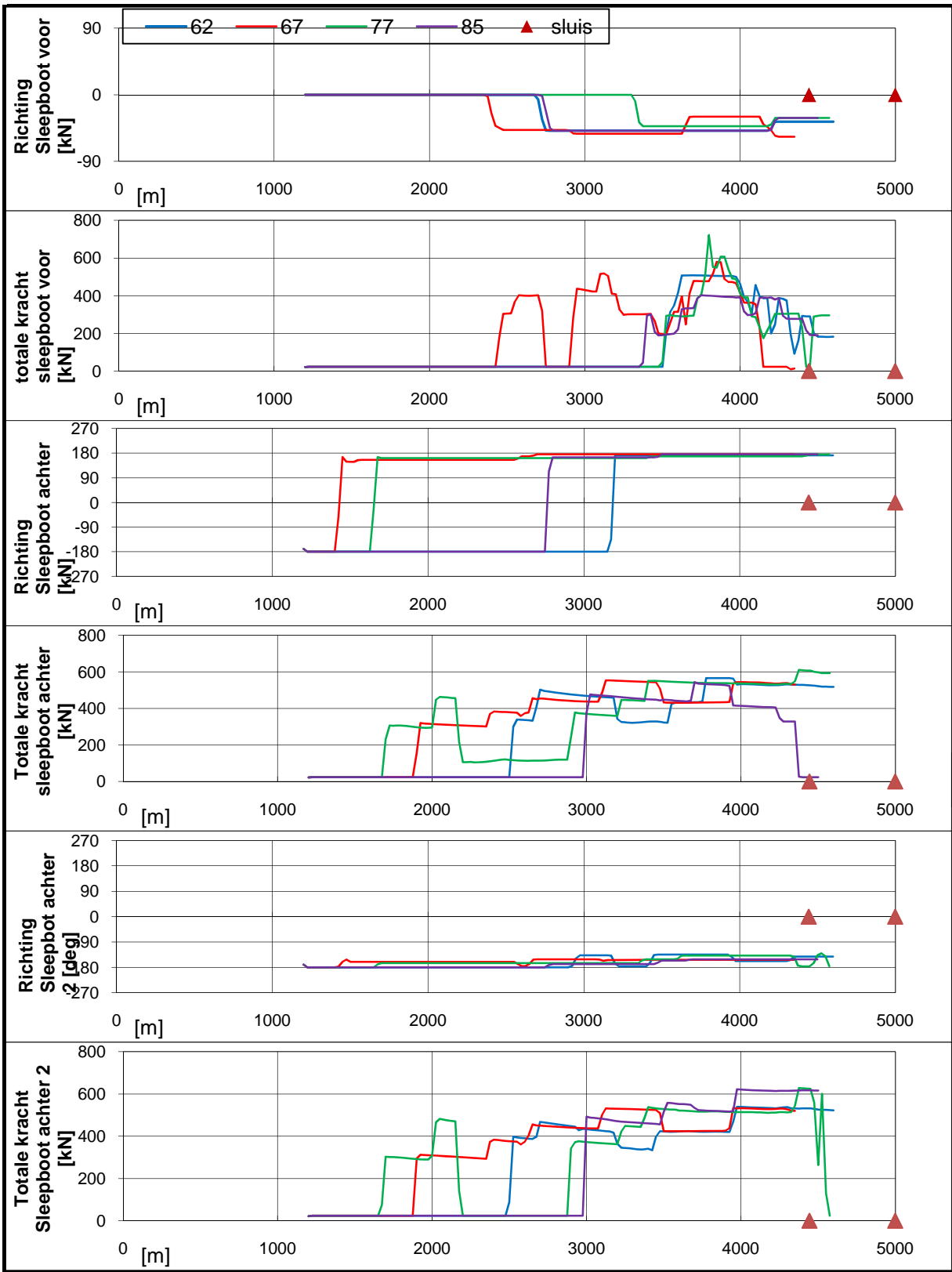
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_22_cont.cnd
runnumber	: 85

OK



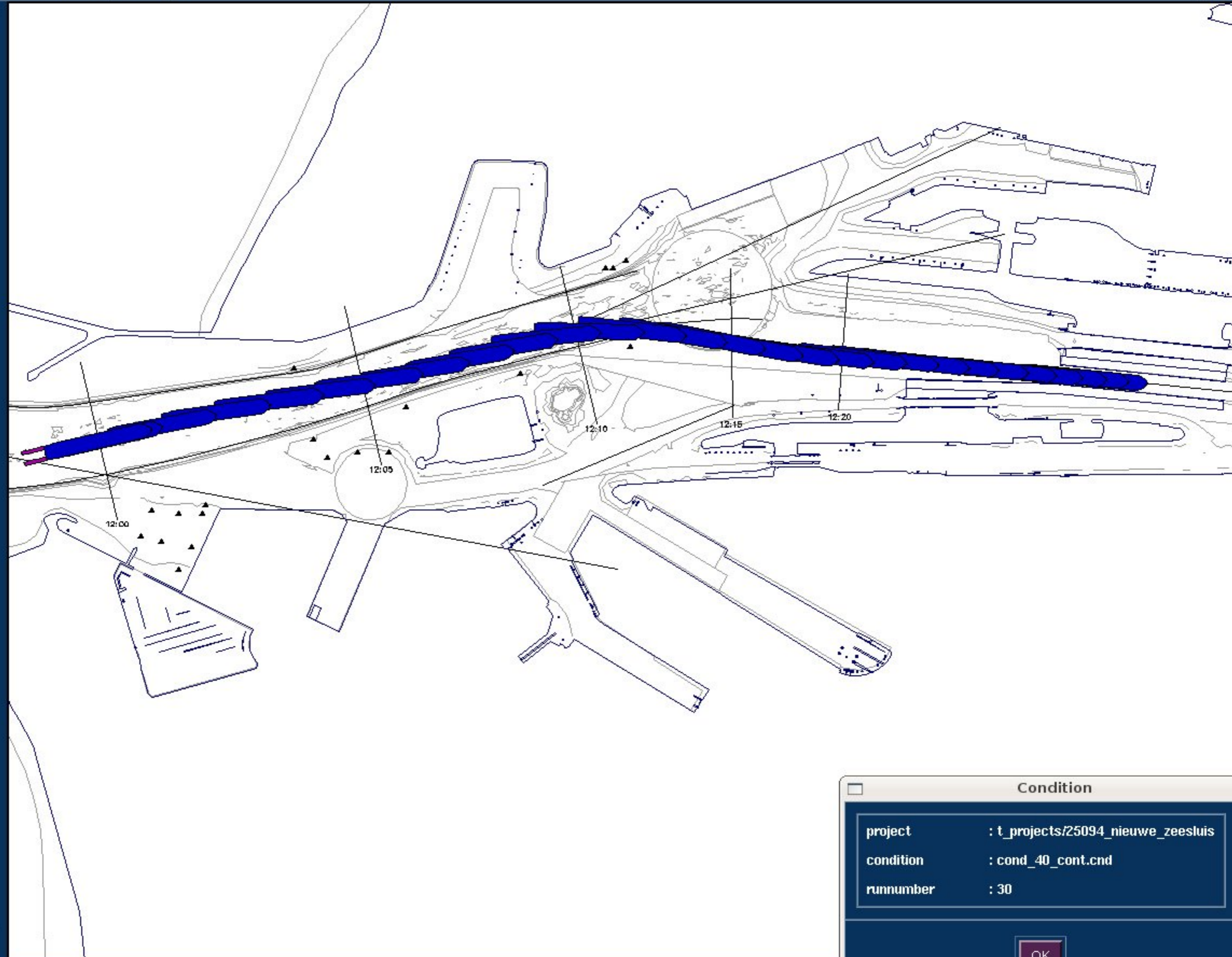
Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 6	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: NW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 13.b	



- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 13263



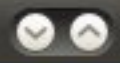
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_40_cont.cnd
runnumber	: 30

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

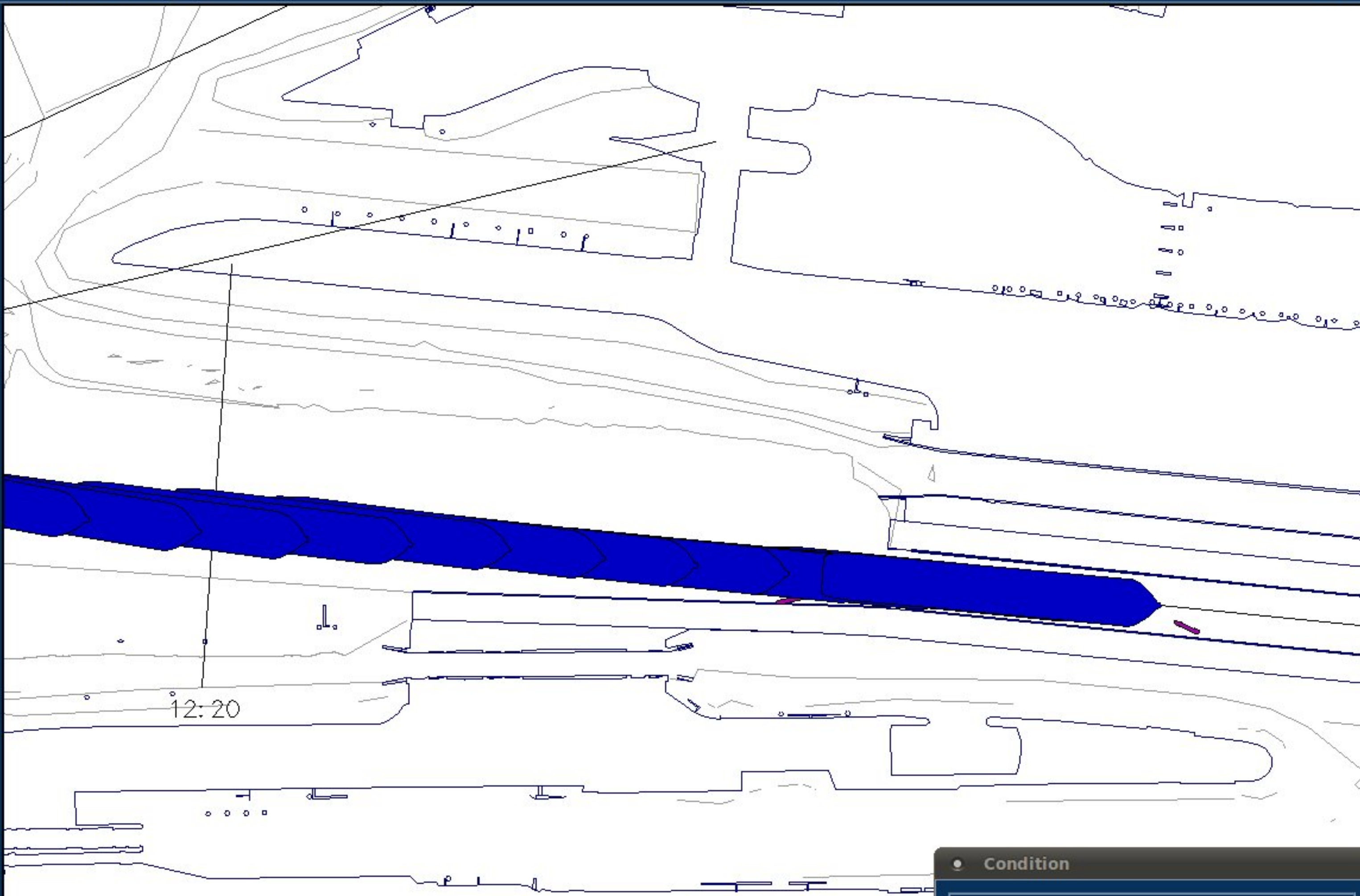
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

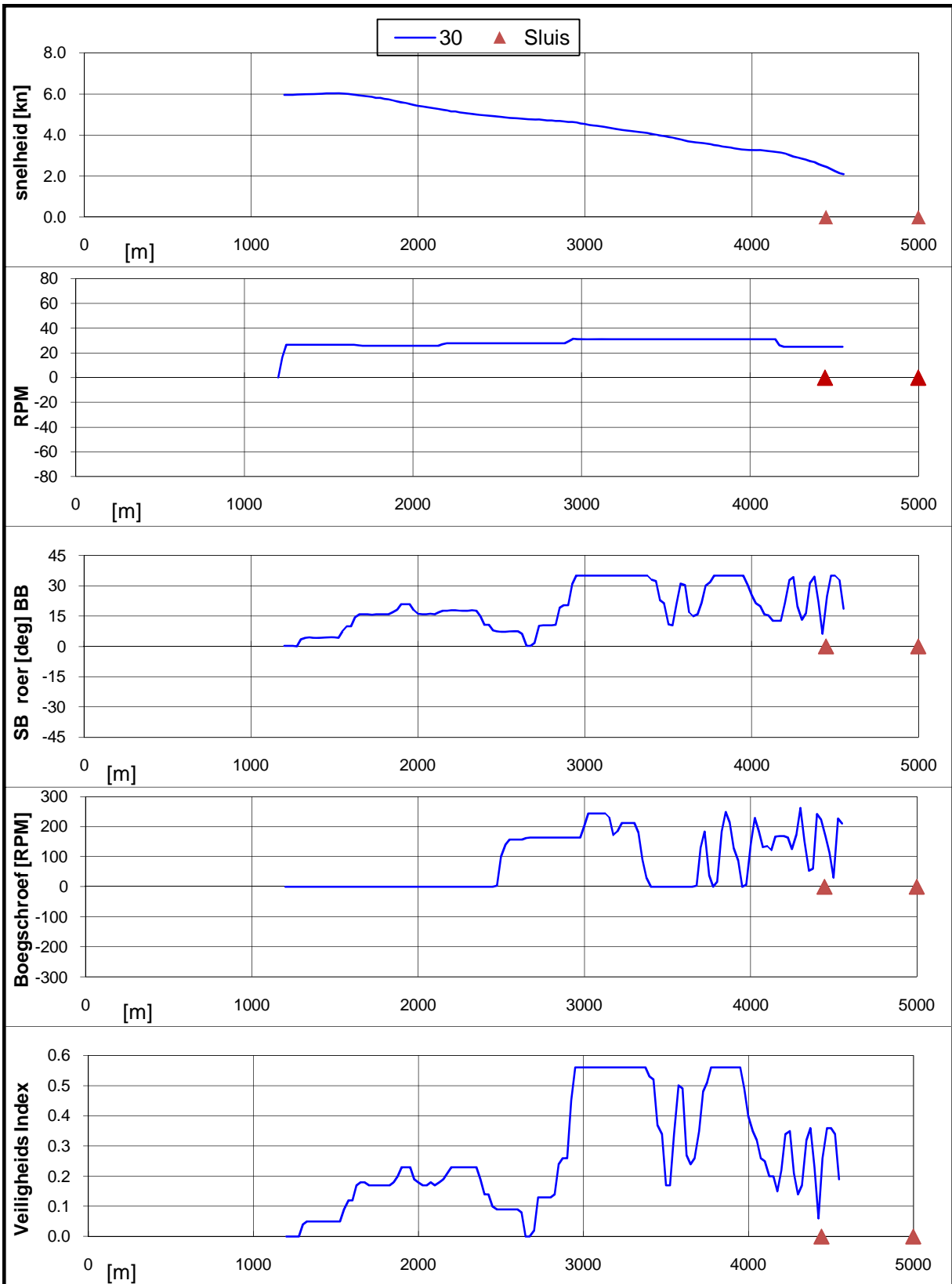
Scale


1:4721

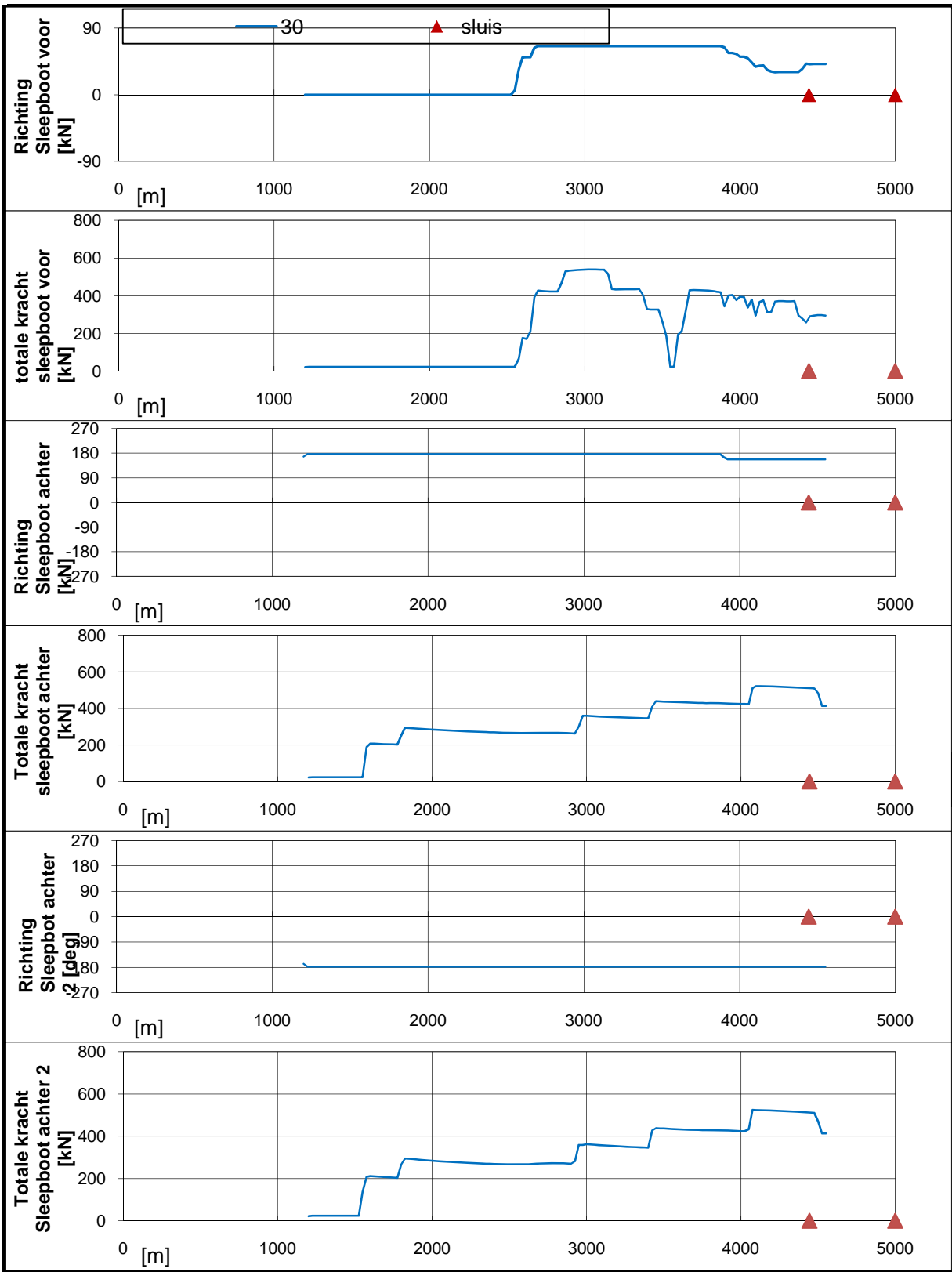


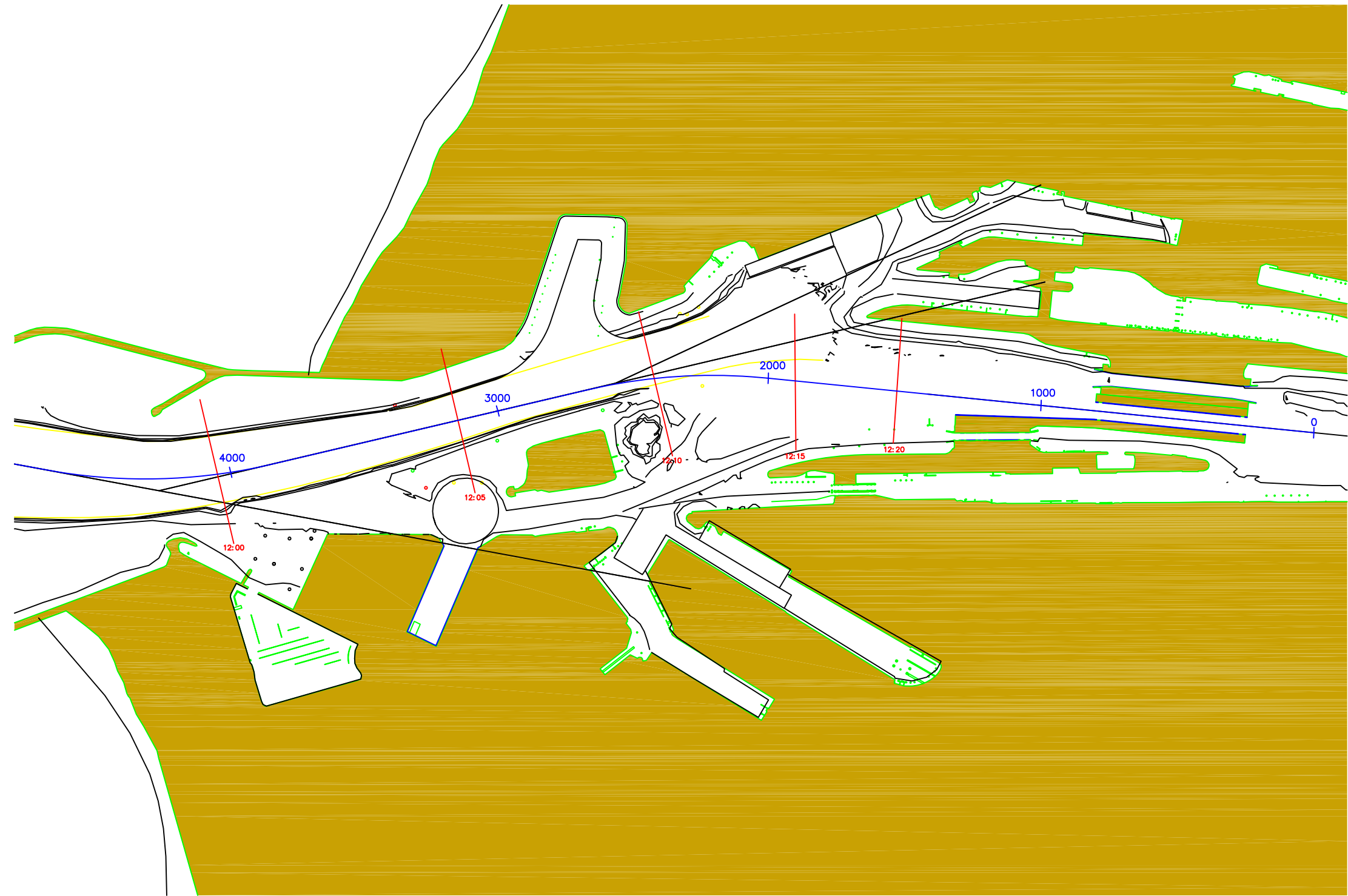
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_40_cont.cnd
runnumber	: 30



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 10	
type schip: Container 366, invaart vanuit west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 22.b	

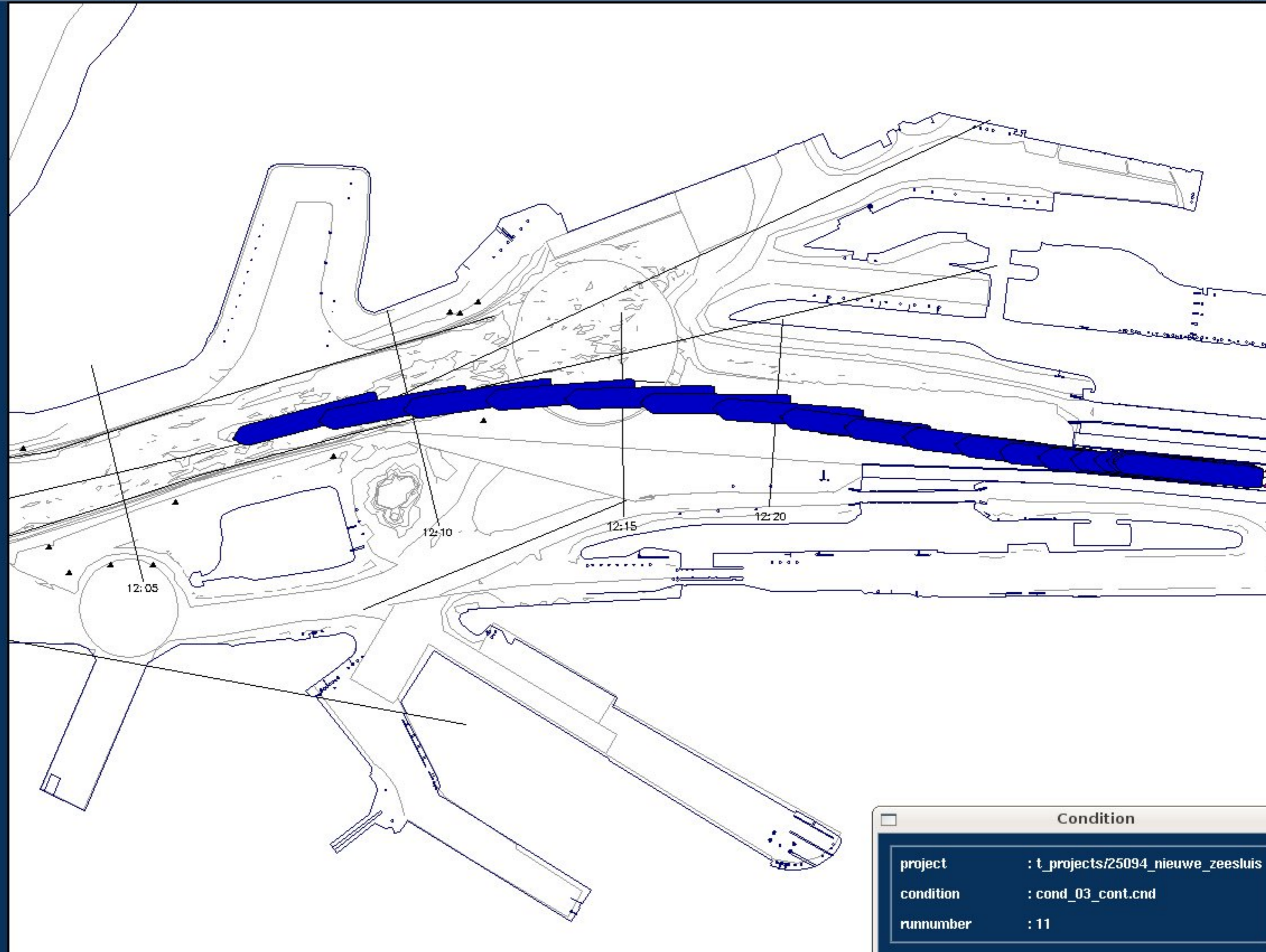




- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 10062



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 11

OK



Area Manager

Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

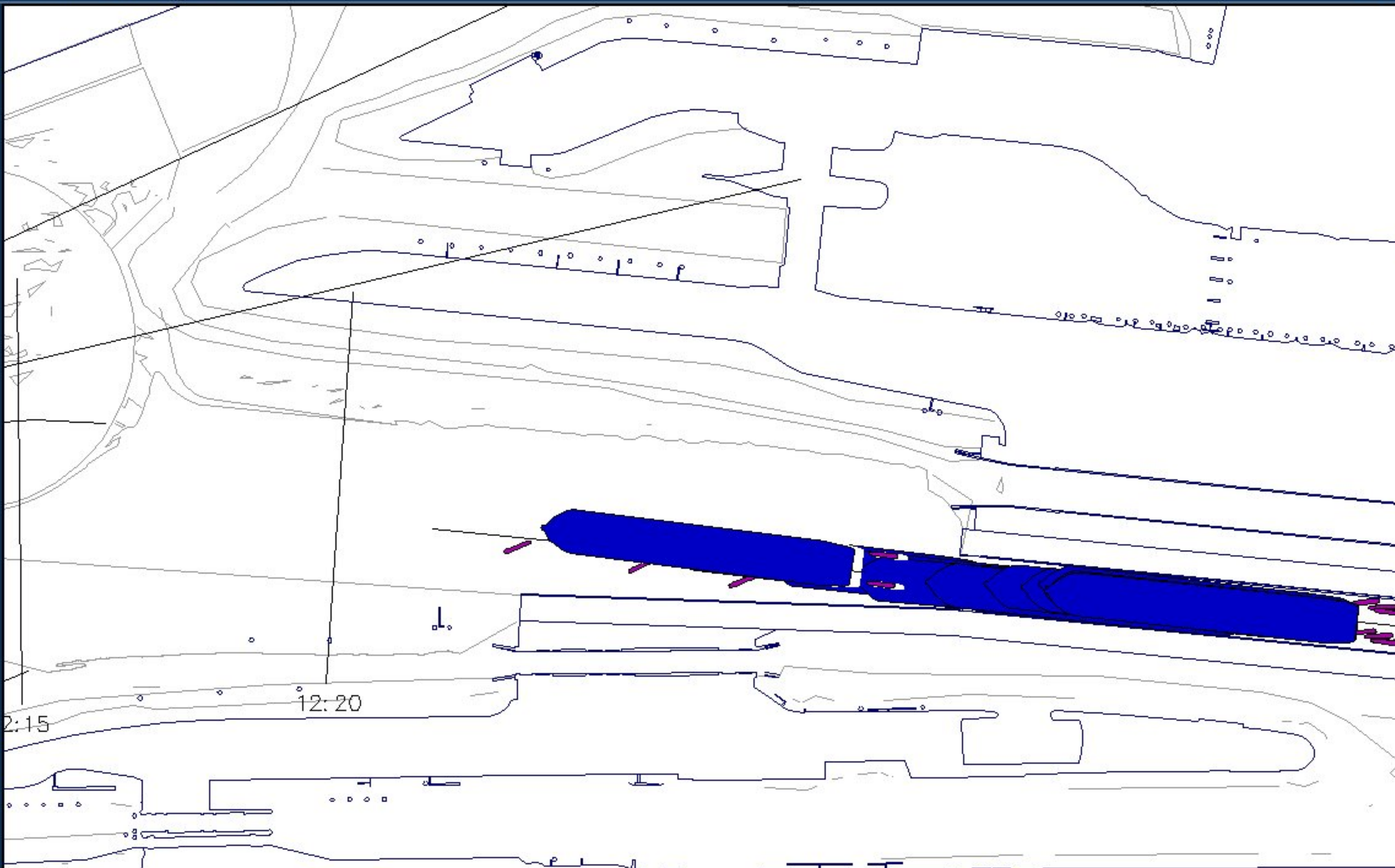
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1:5276



Condition

project	
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 11



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

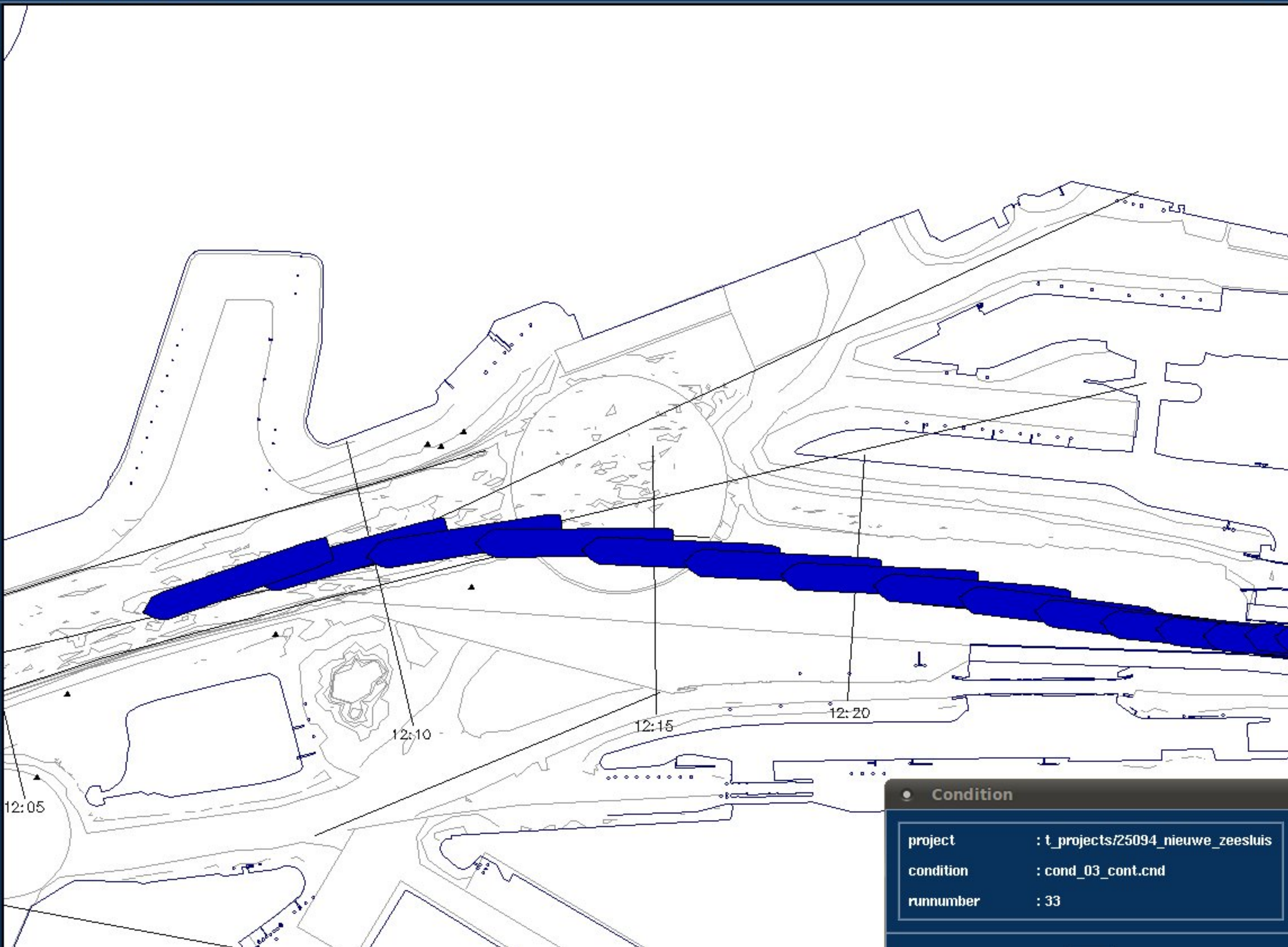
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 7695



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 33



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

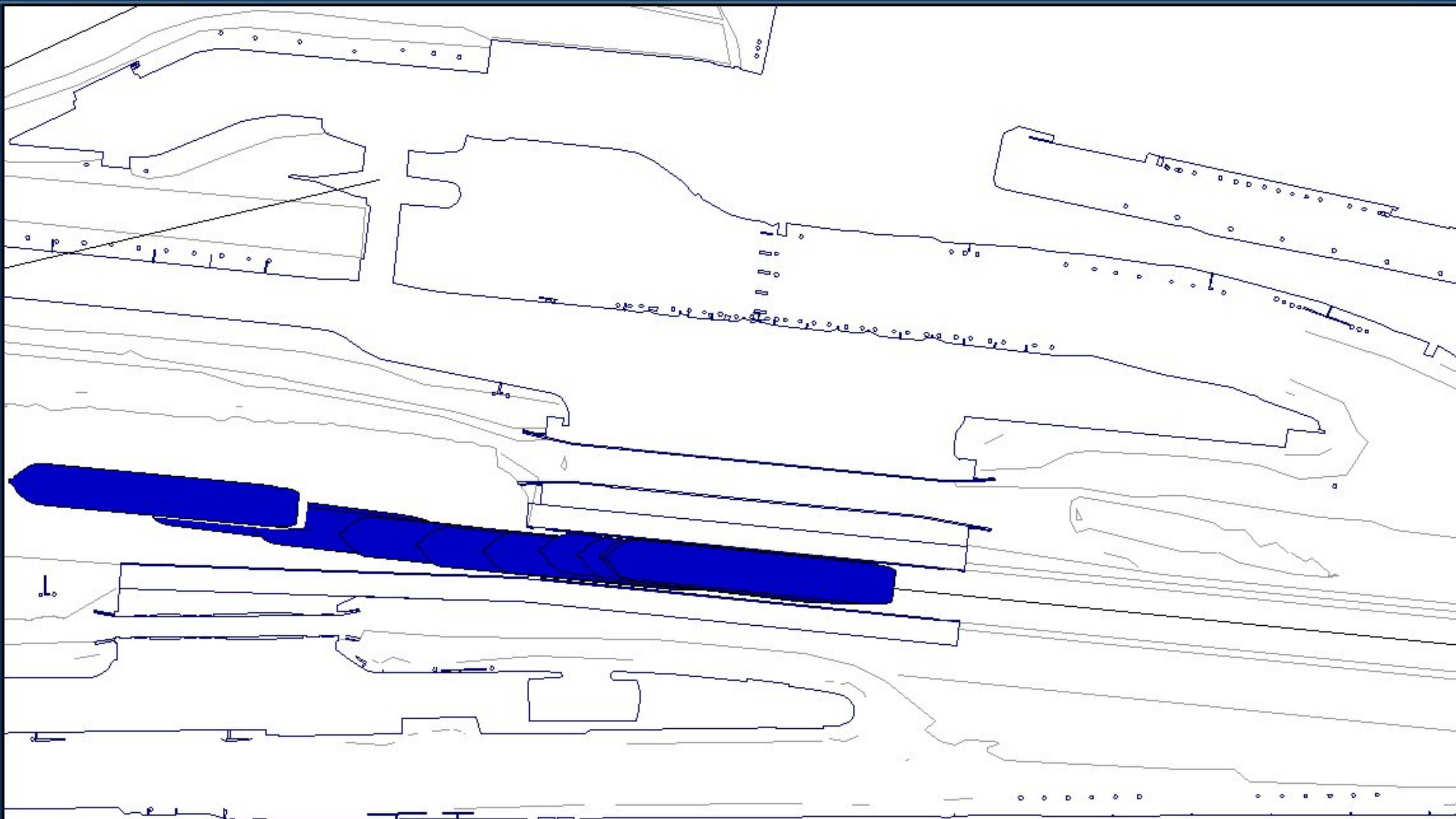
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:5920



Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 33



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

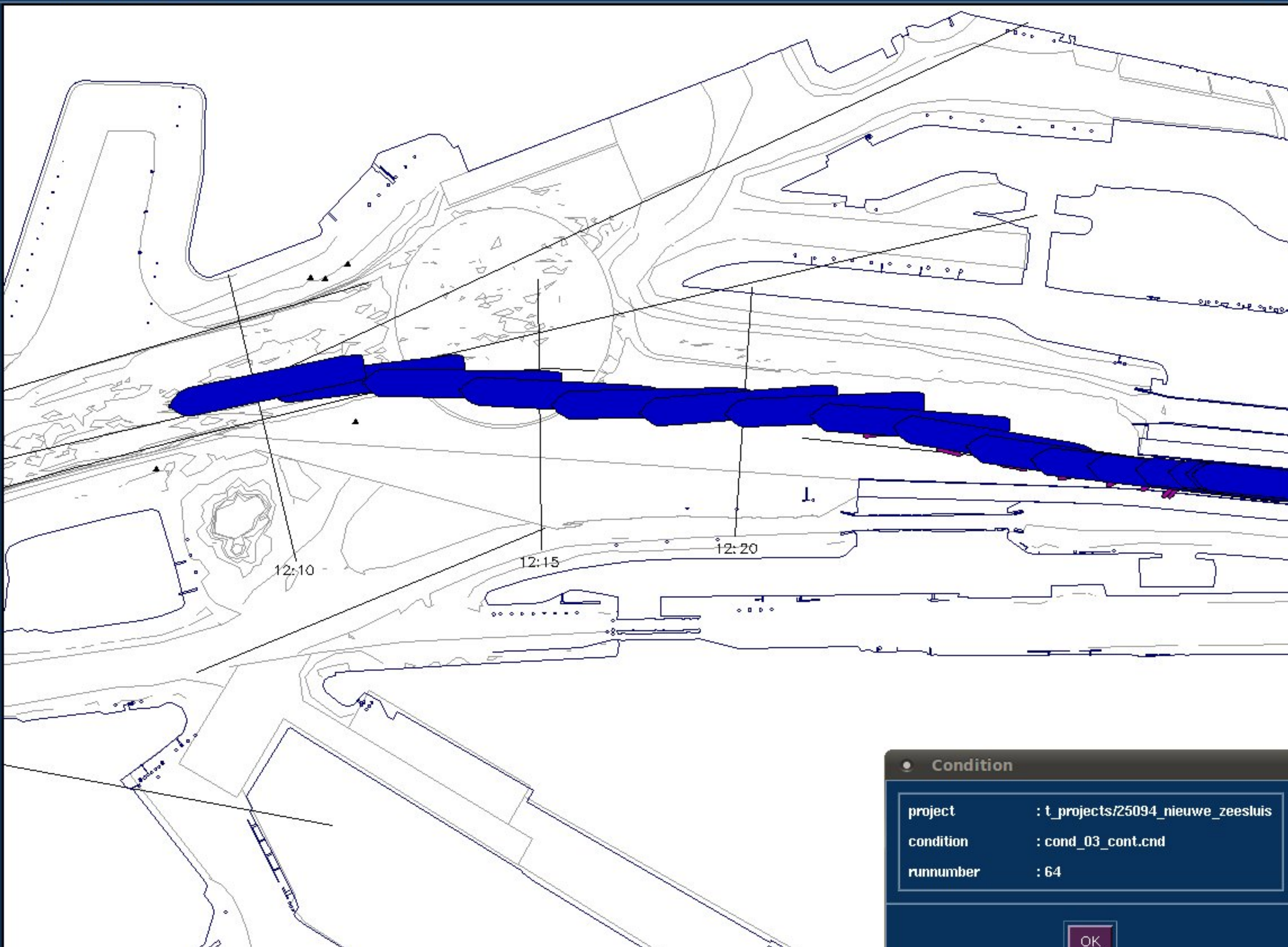
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:7617



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 64

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

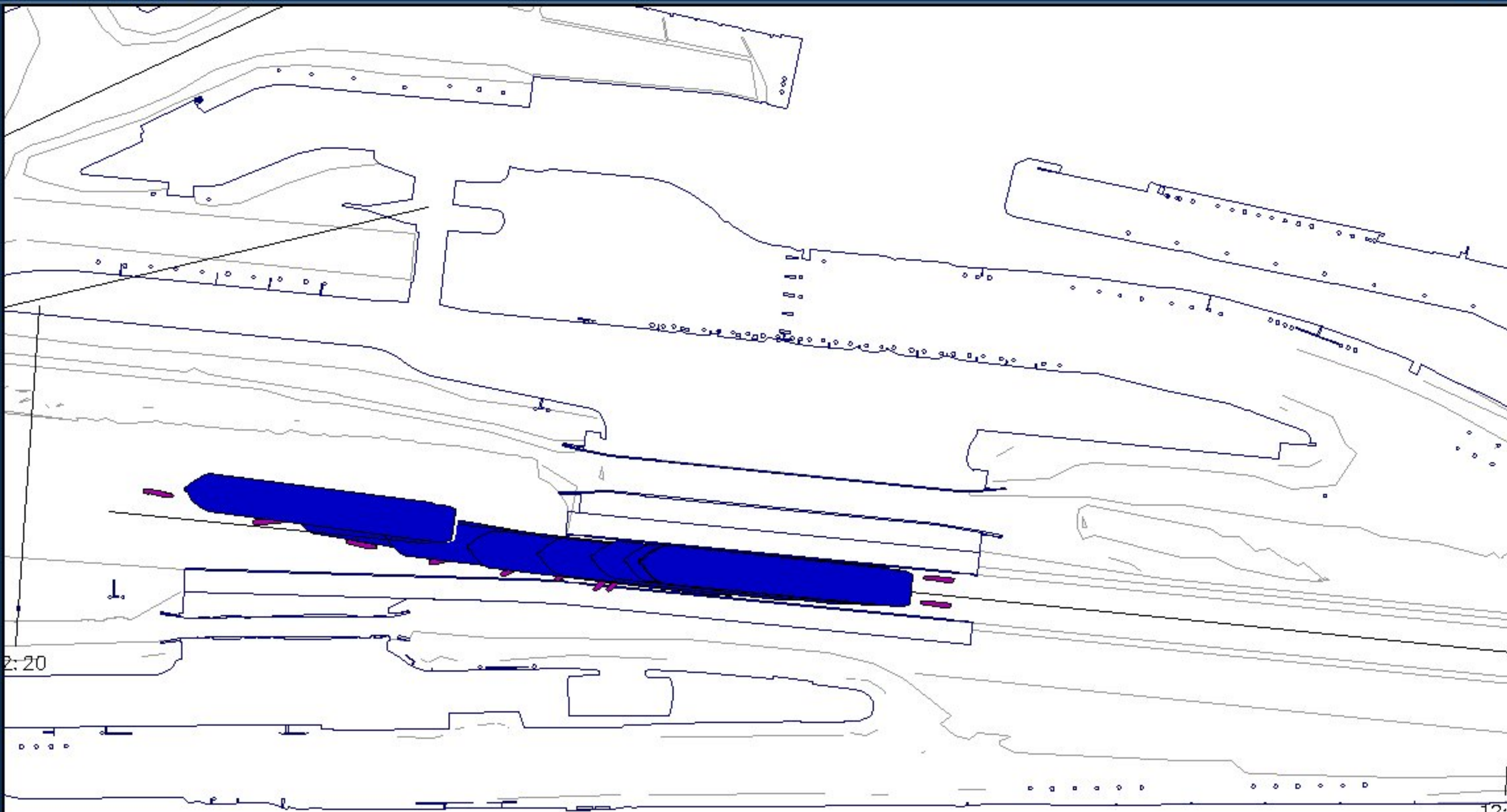
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

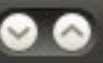
1 : 6524



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 64

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/
Distance

CPA/
TCPA

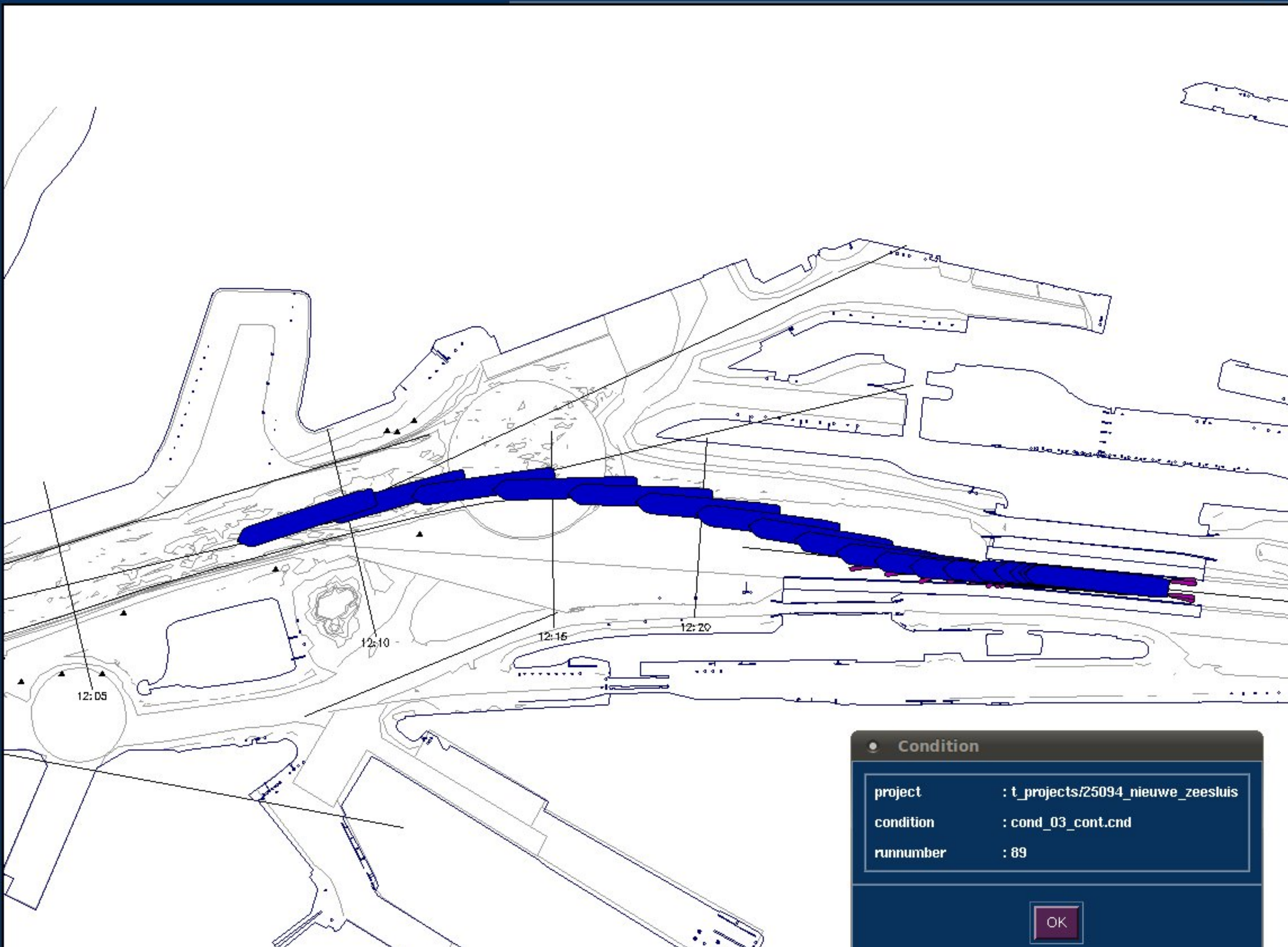
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

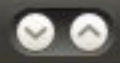
1 : 10525



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 89

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/
Distance

CPA/
TCPA

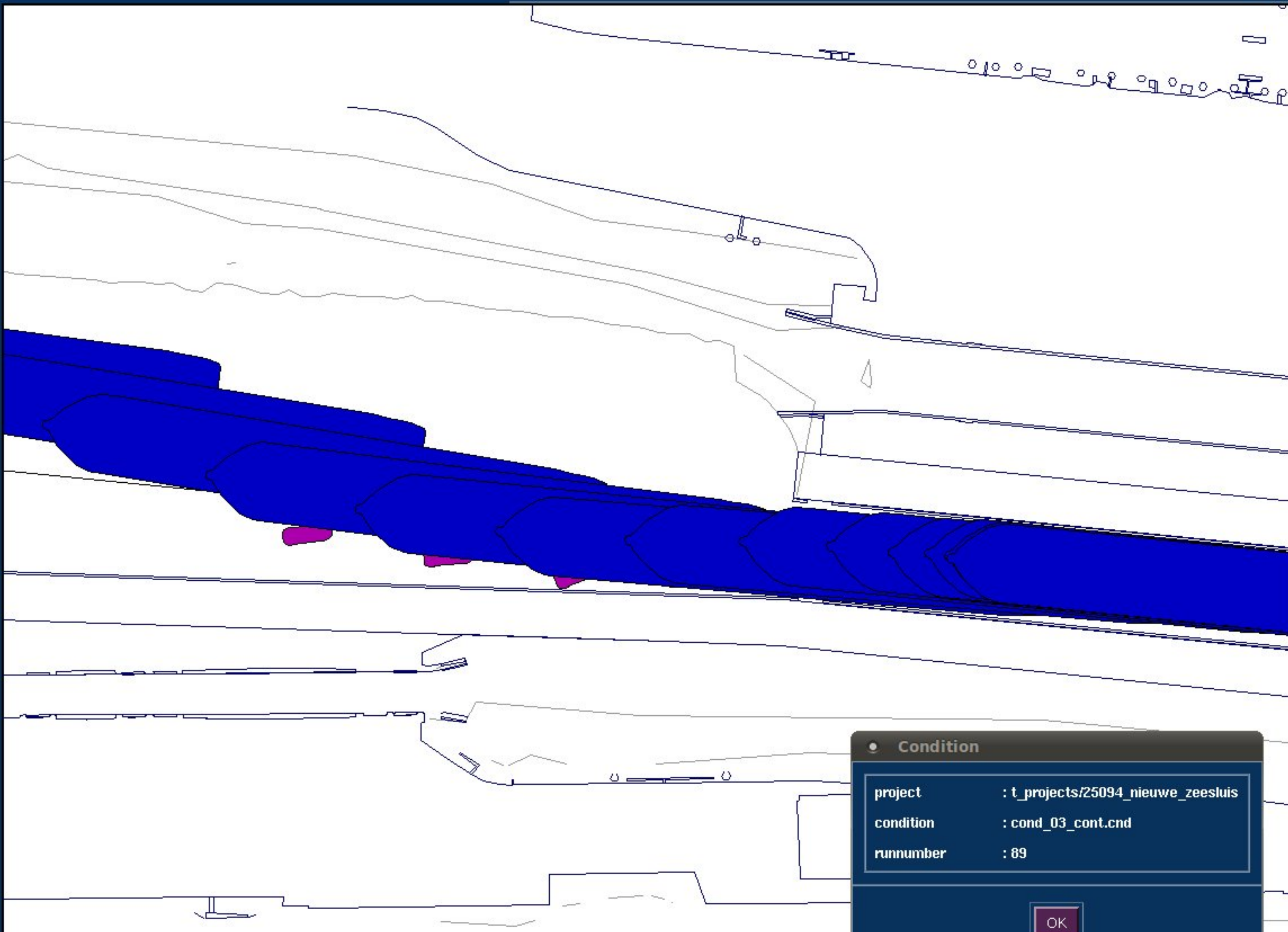
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

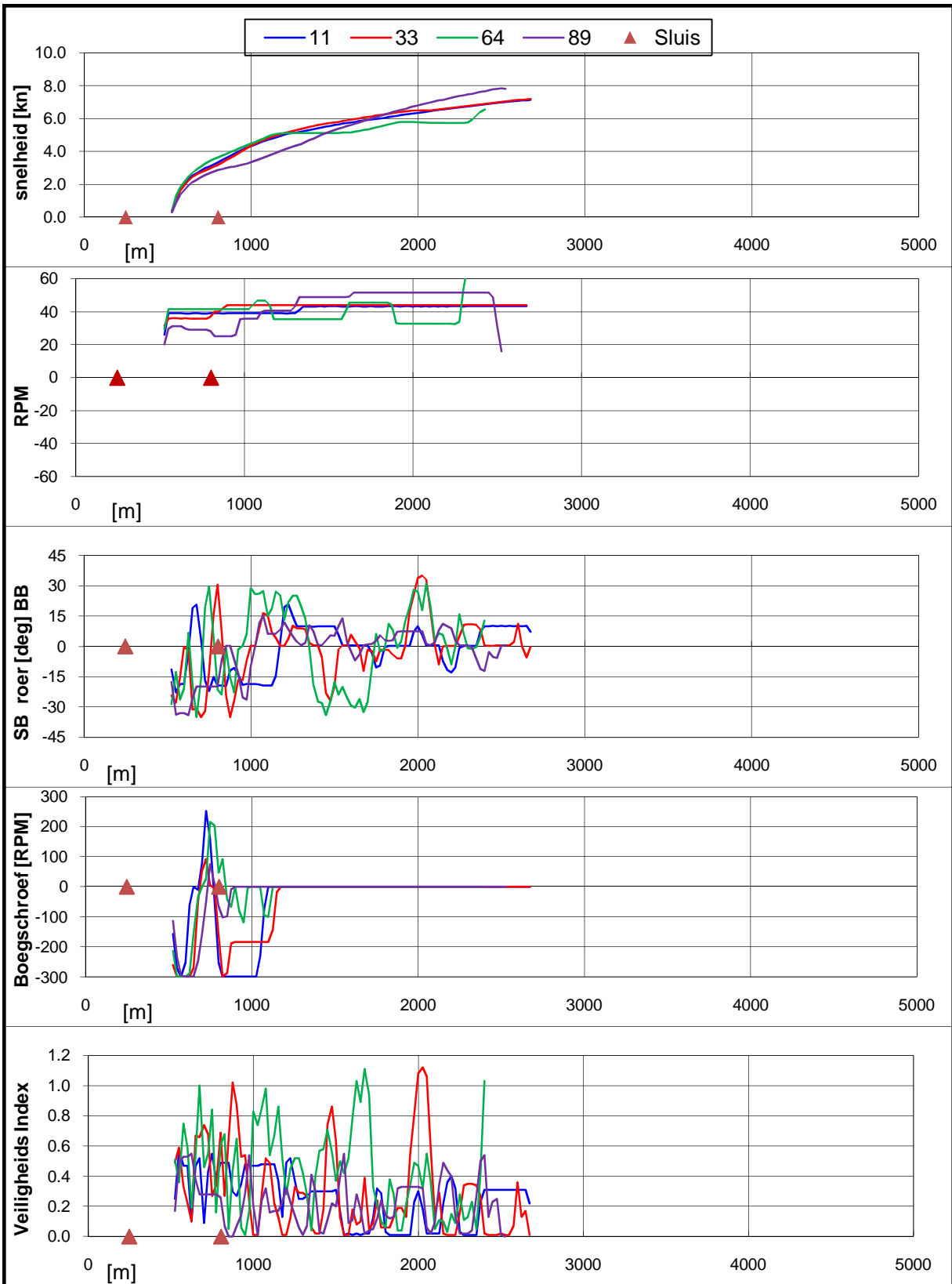
1:2675




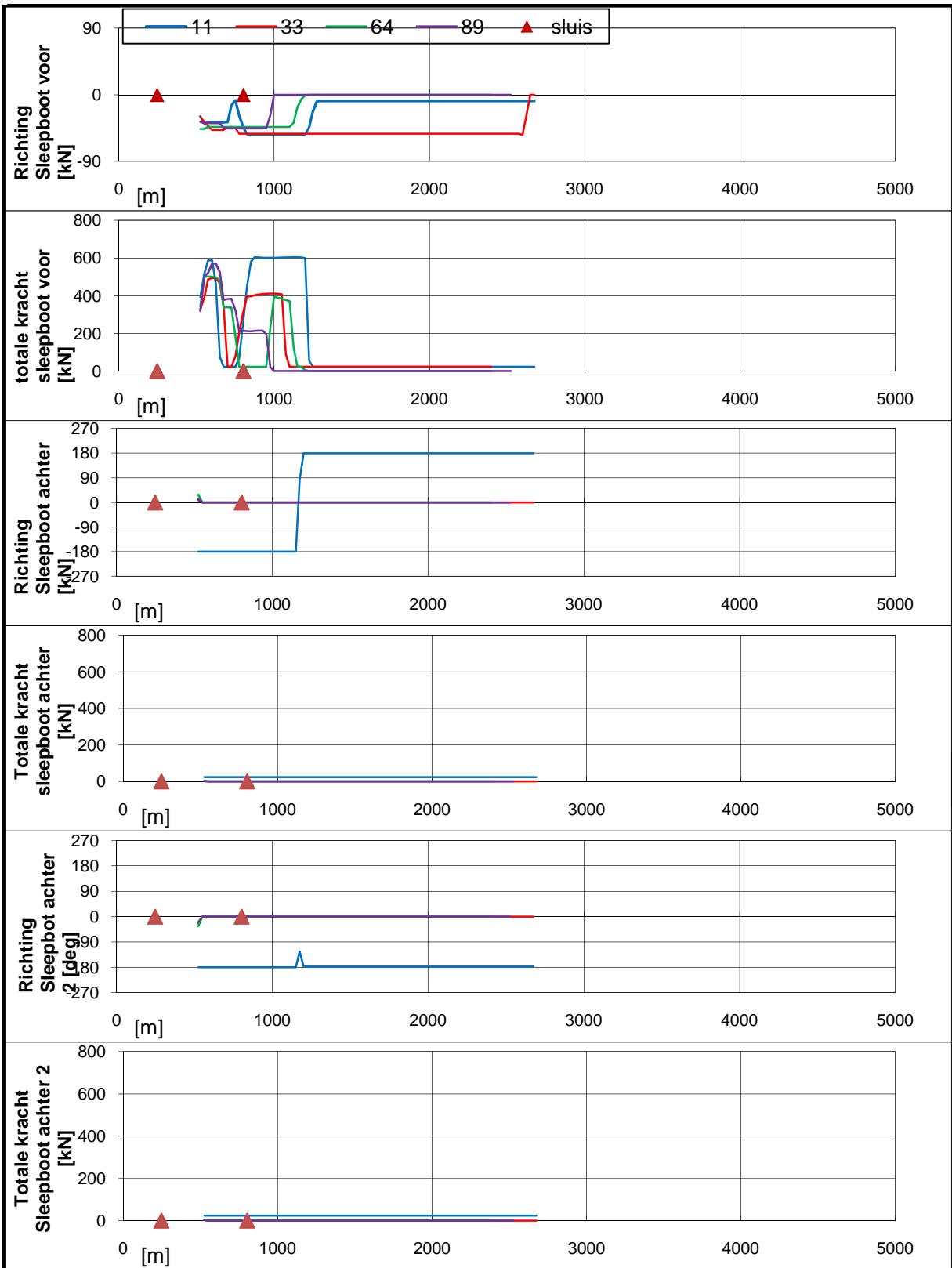
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_cont.cnd
runnumber	: 89

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 6.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden

Stroomscenario: 1

type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s

25094.600

MARIN's Nautical Centre MSCN

Fig: 6.c





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

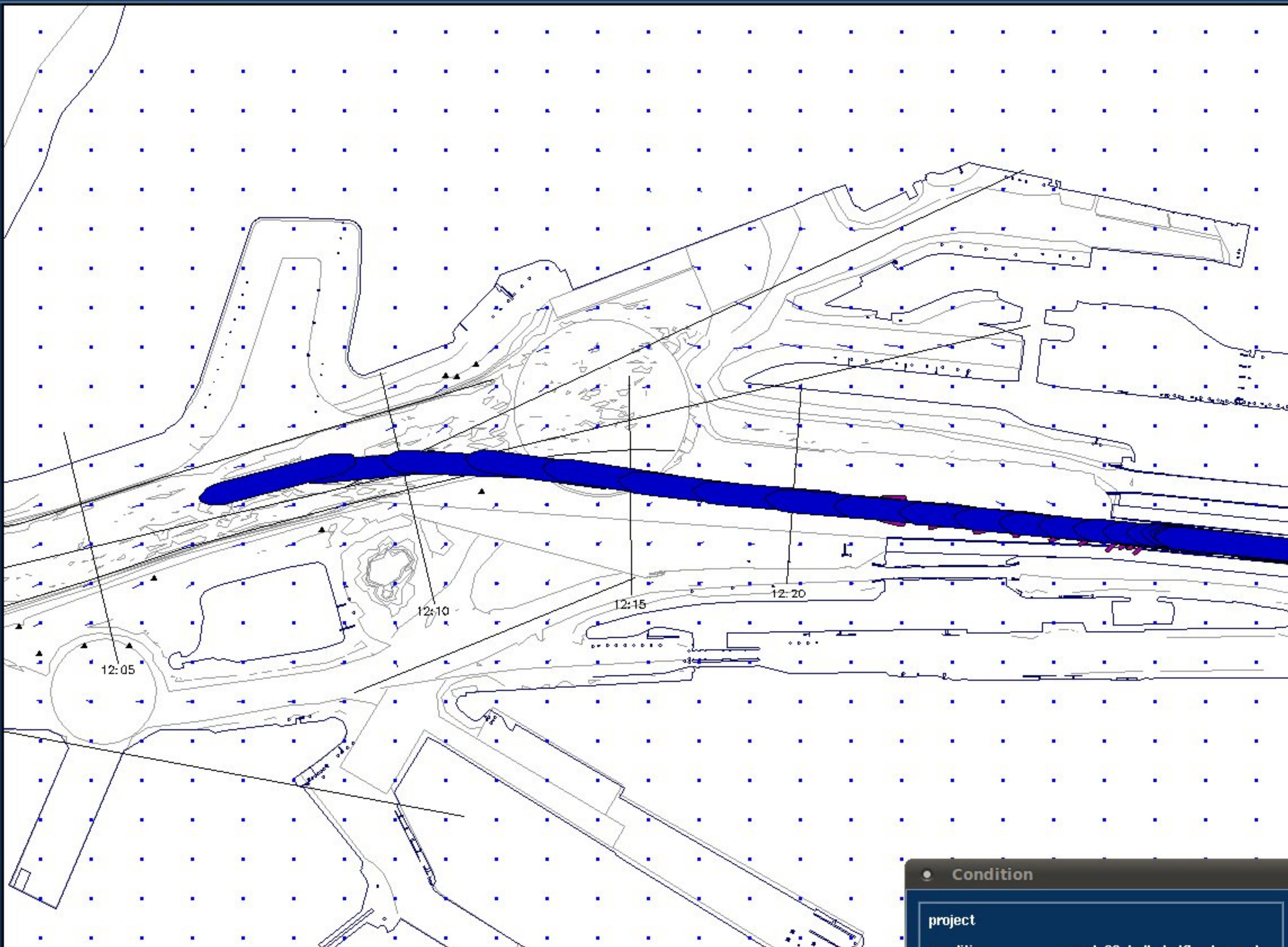
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:9474



Condition

project

condition : cond_03_bulk_halfloaden_cnd

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

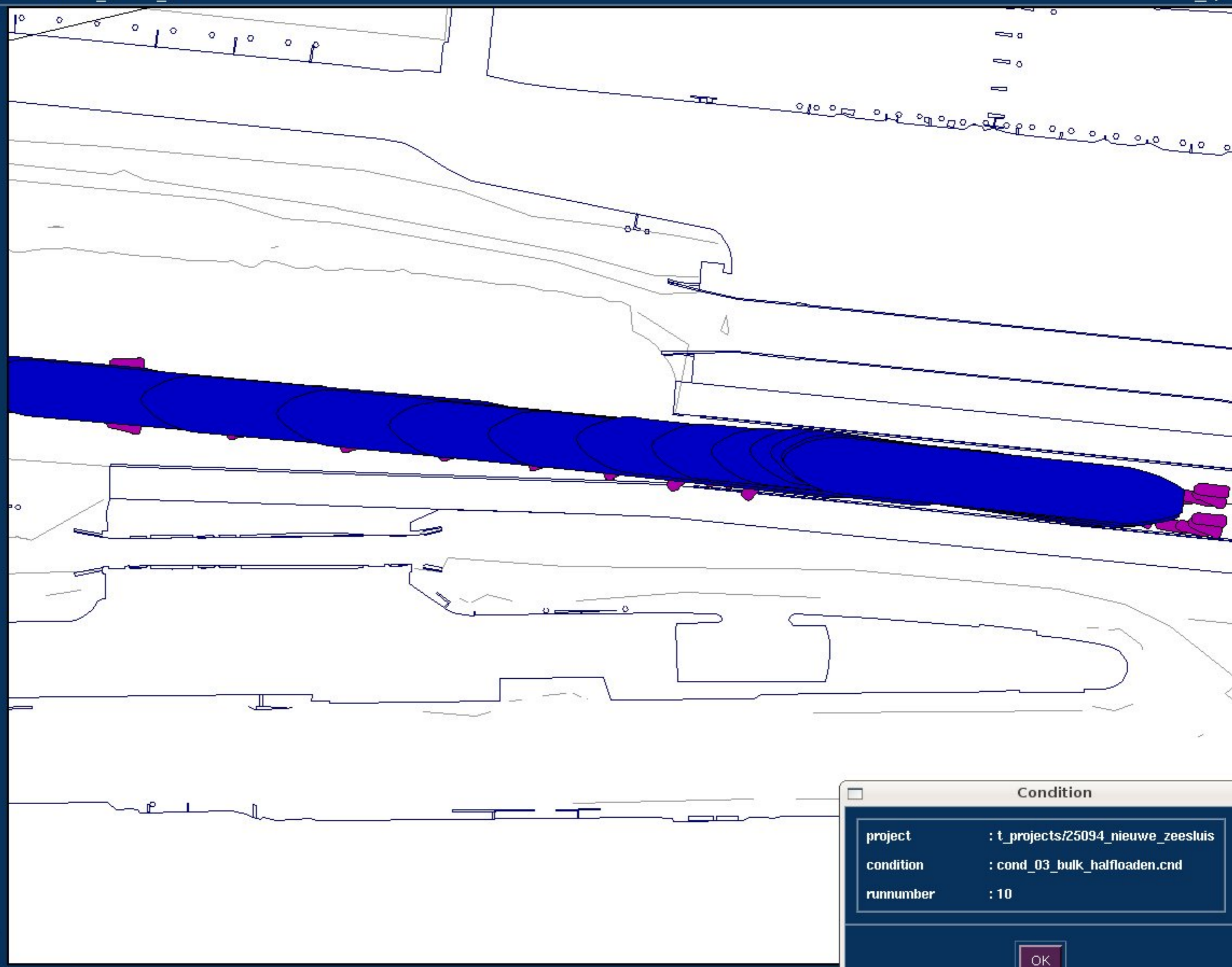
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:3616



Condition

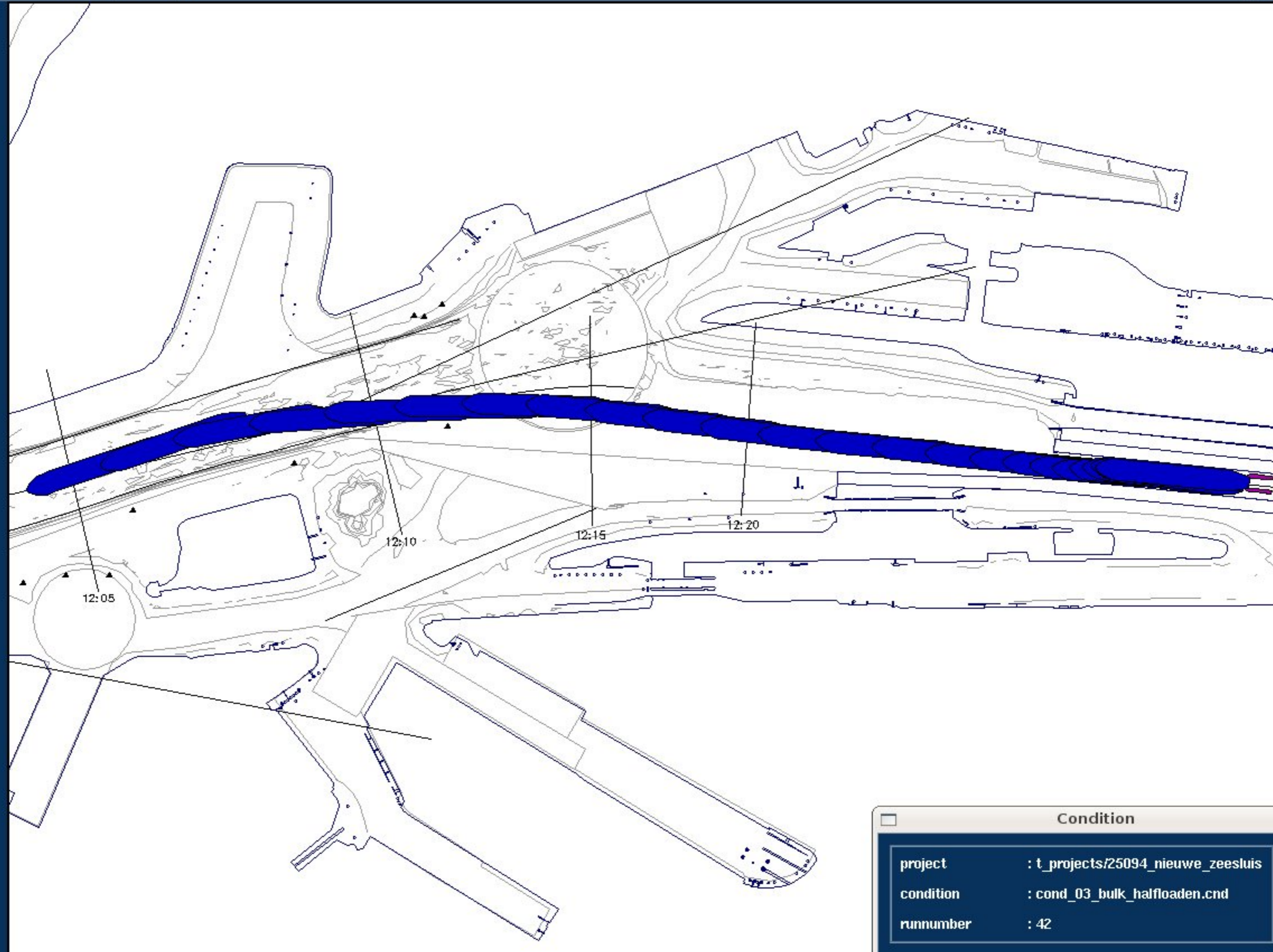
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 10

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1:9798



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 42

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1:4392



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 42



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

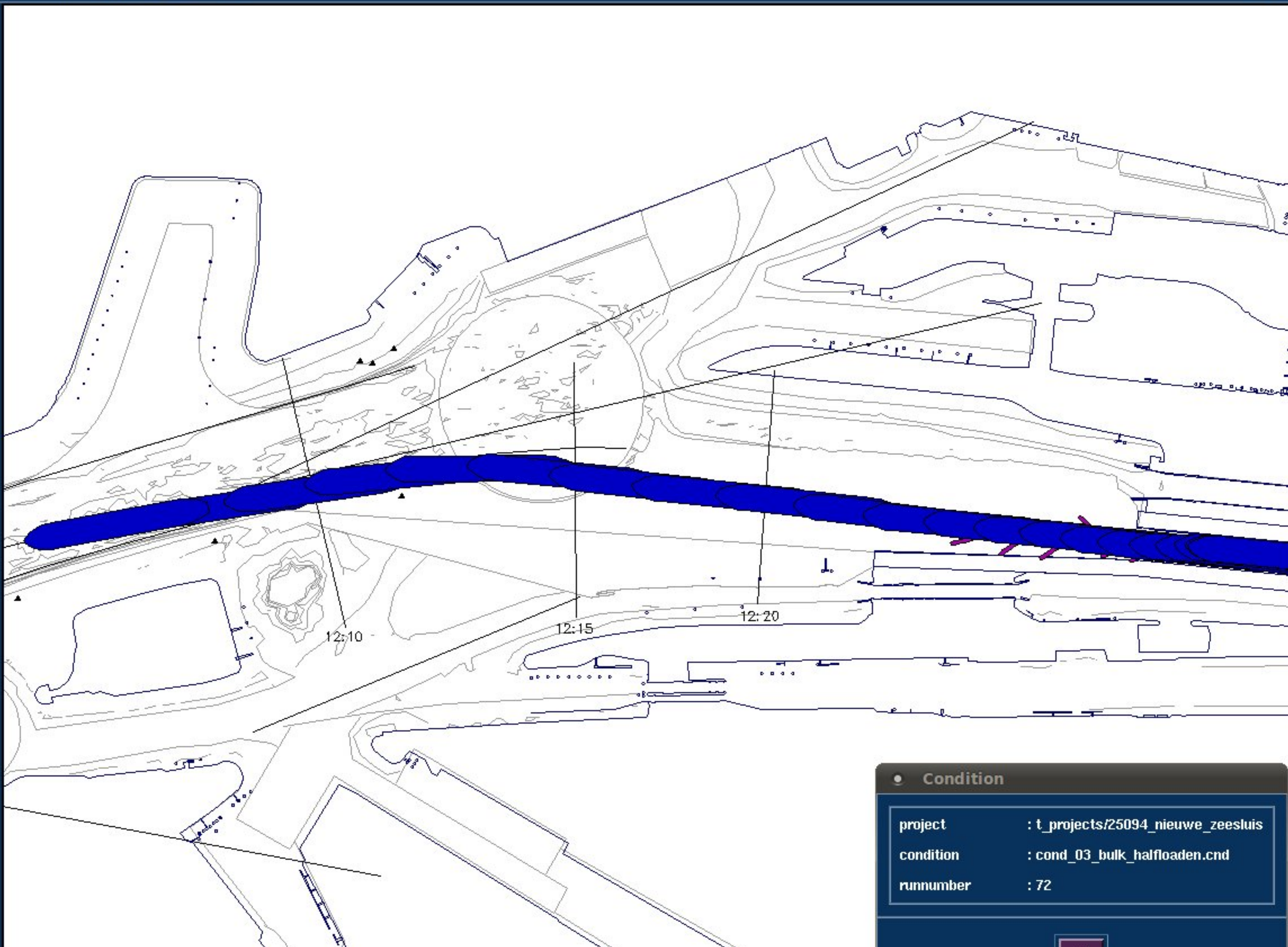
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:8106



Condition

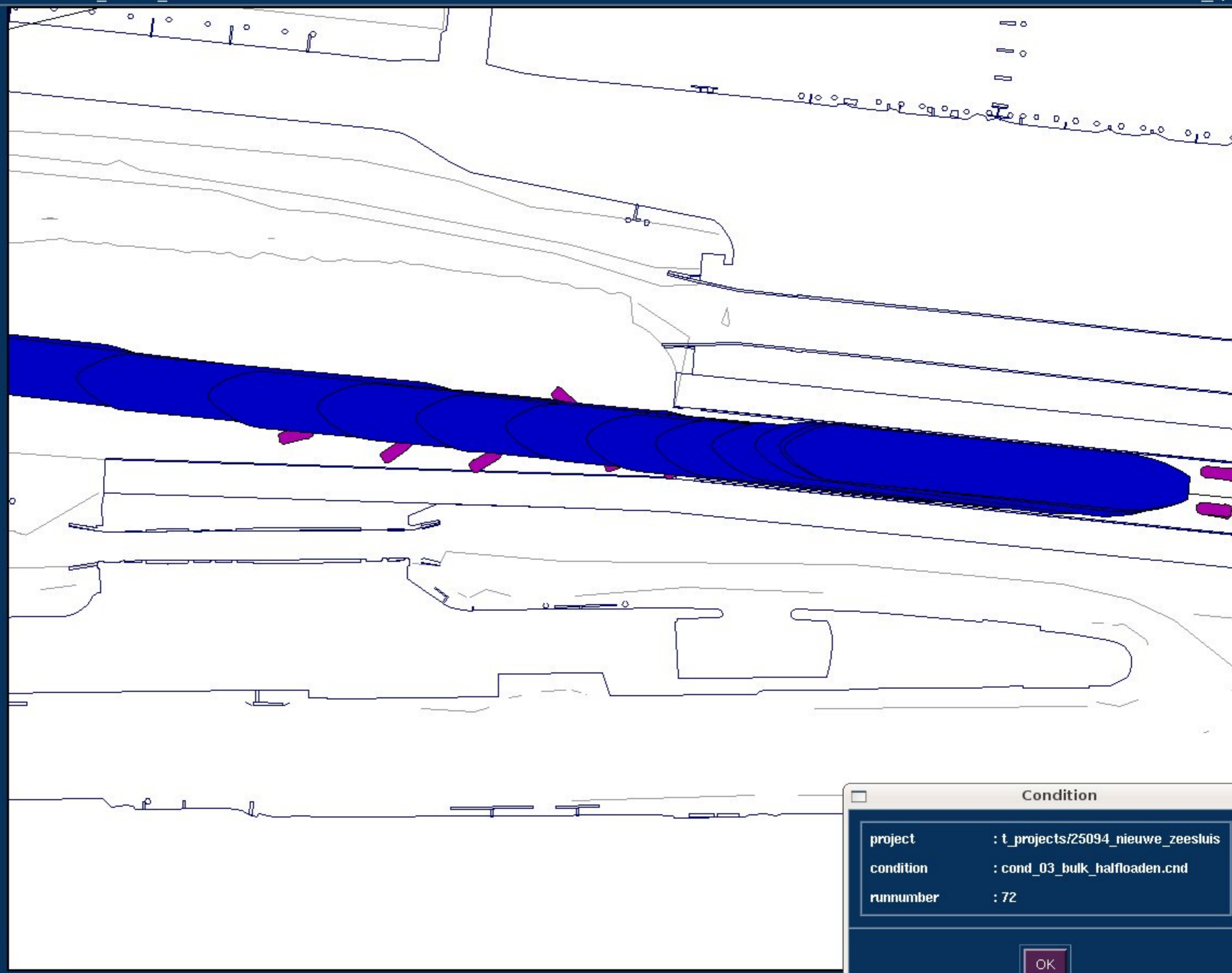
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 72

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3601



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 72

OK



Area Manager

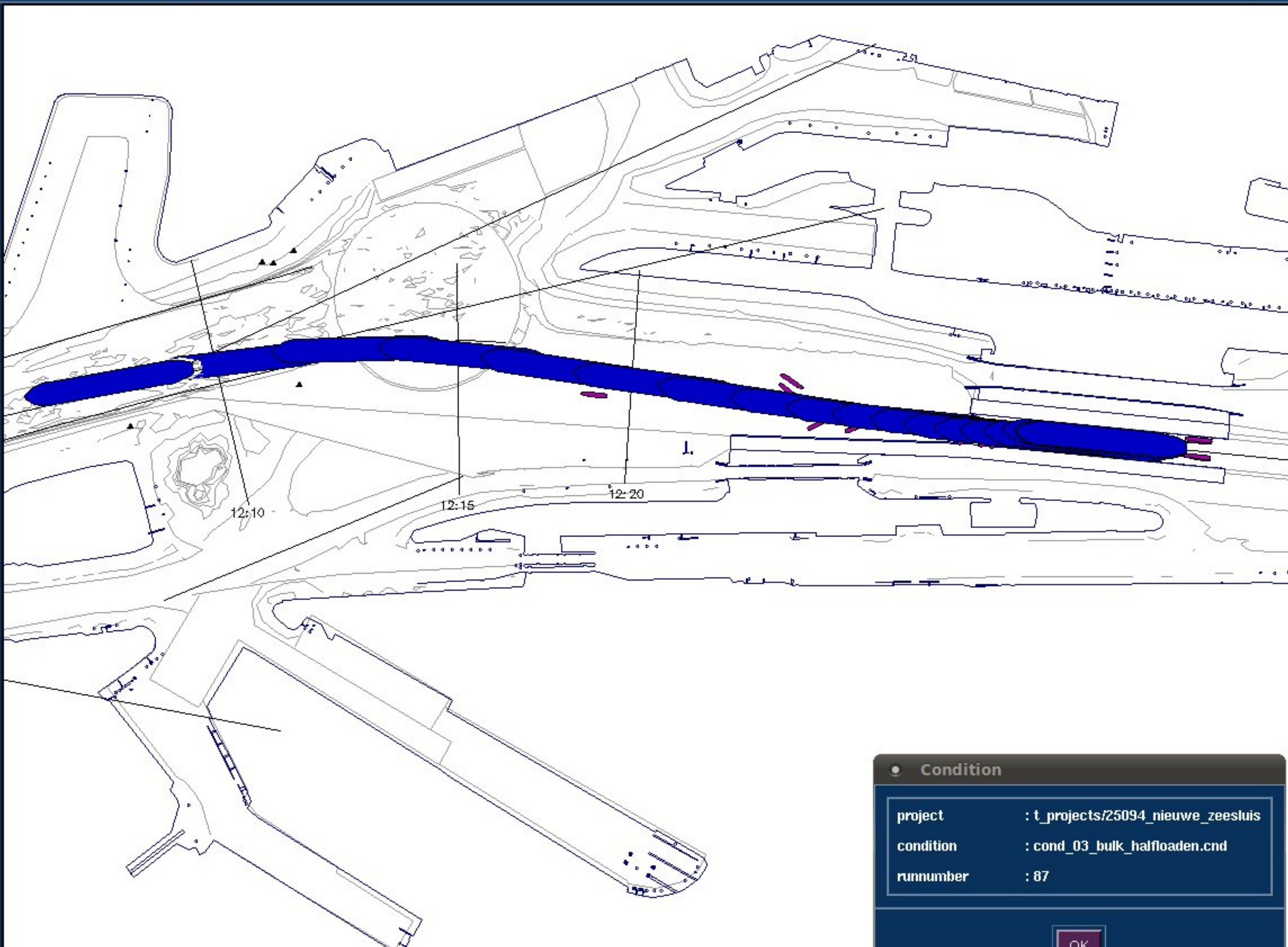
Area objects Environment Show Print Edit Help

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale

1:8896



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 87

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

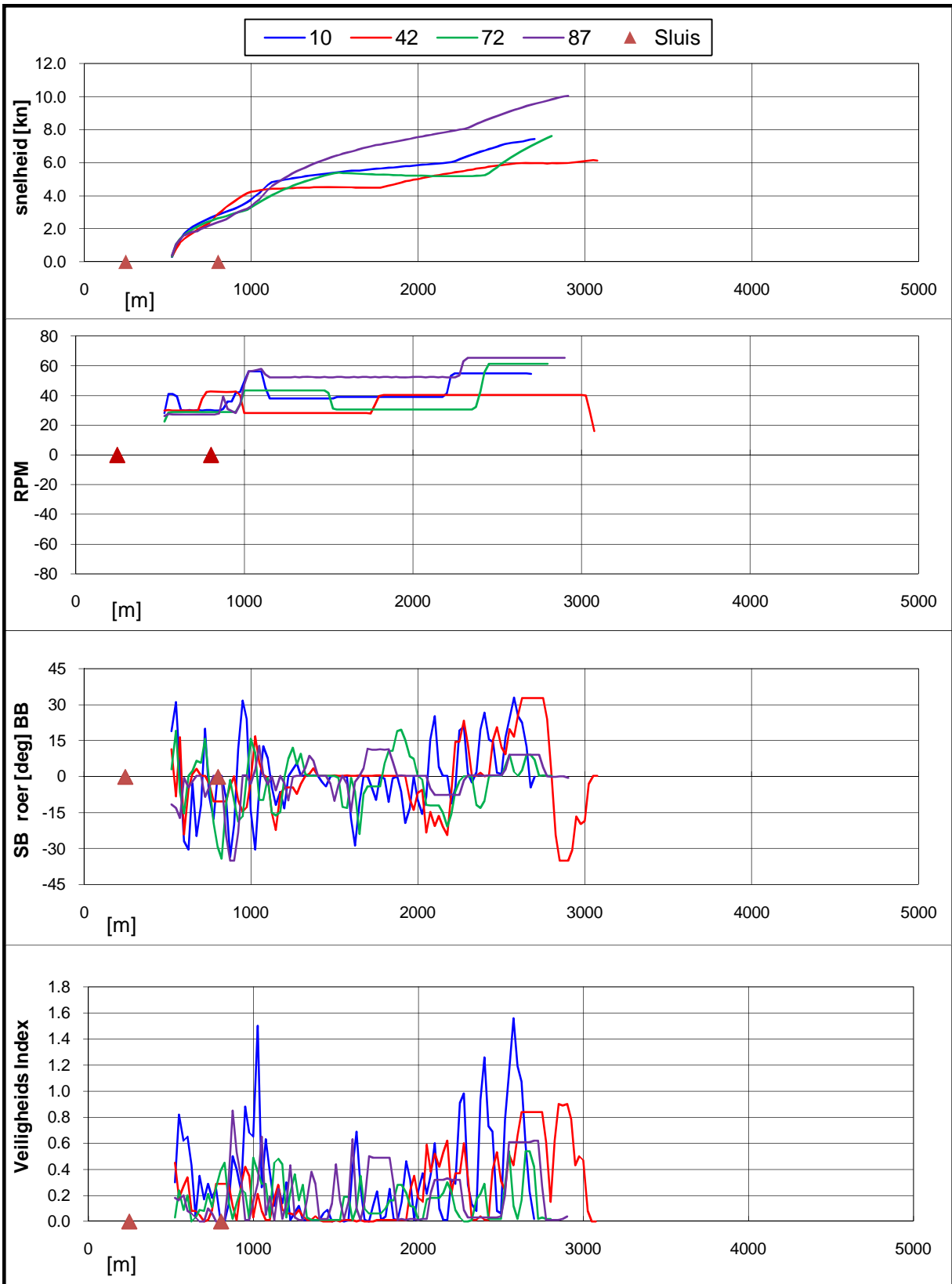
1 : 3582




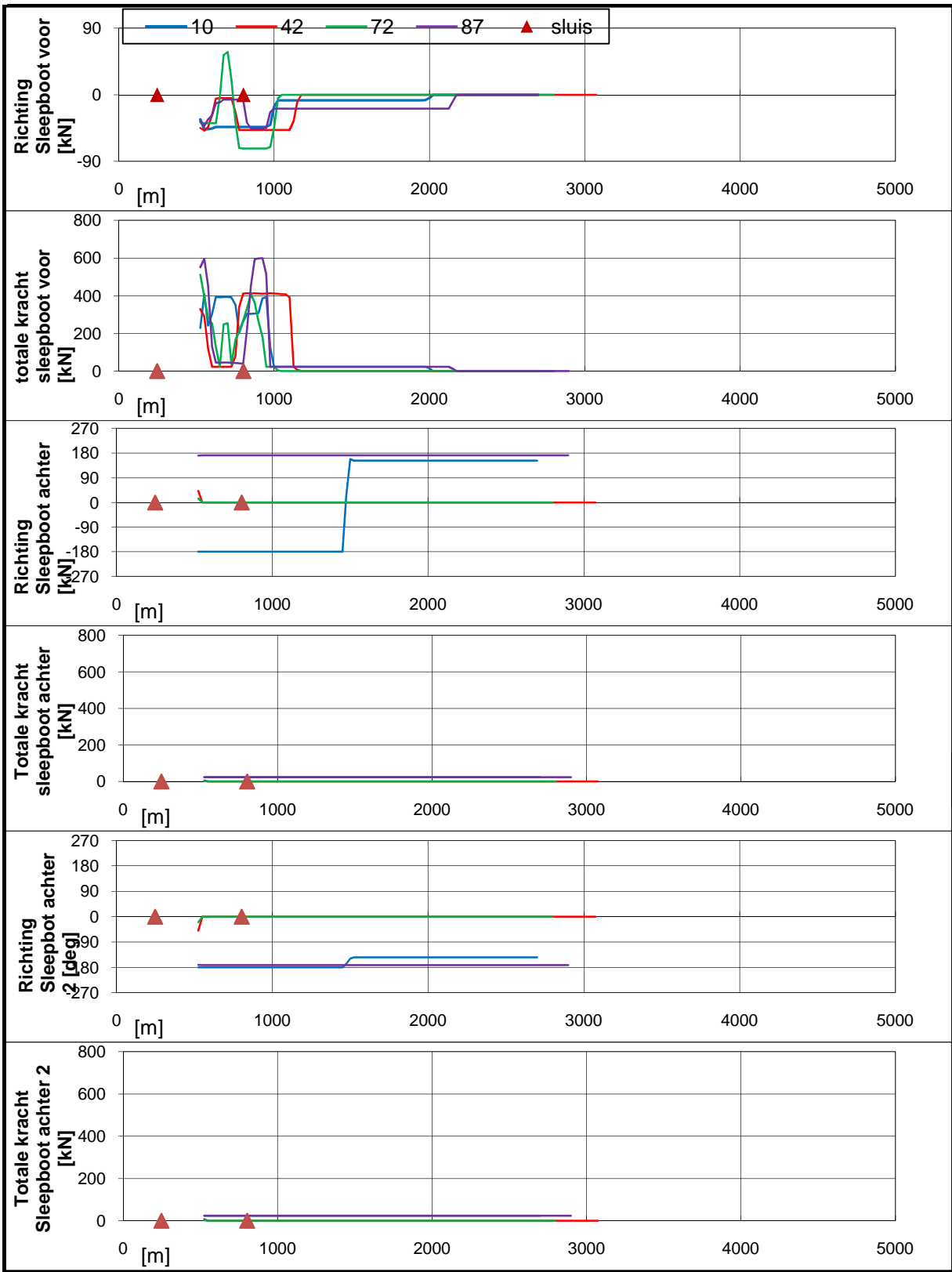
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_halfloaden.cnd
runnumber	: 87

OK

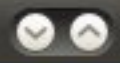


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
De schip: Bulkcarrier 13,7 m, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 5.b	





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

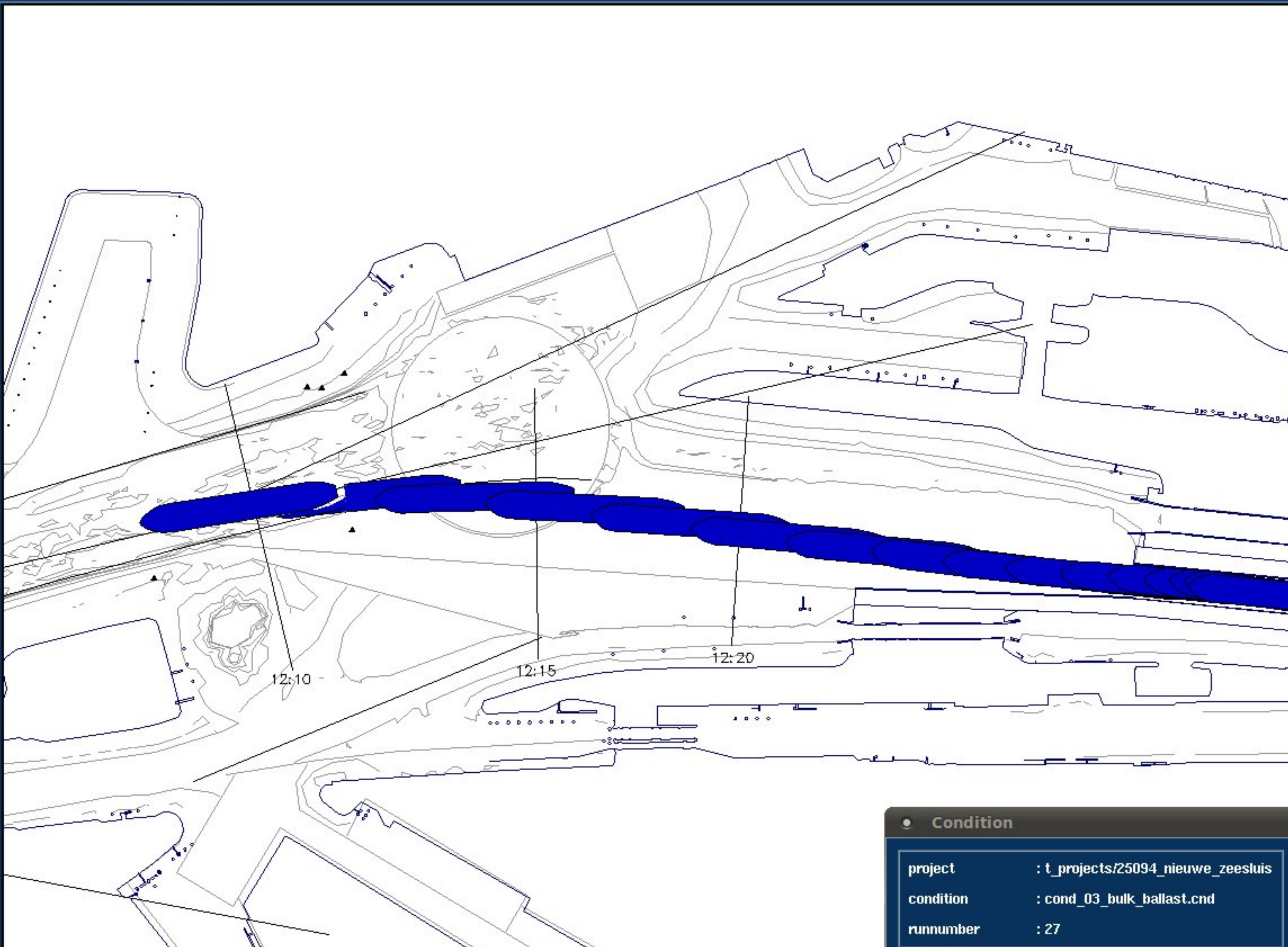
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:7622

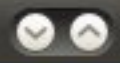


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 27



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

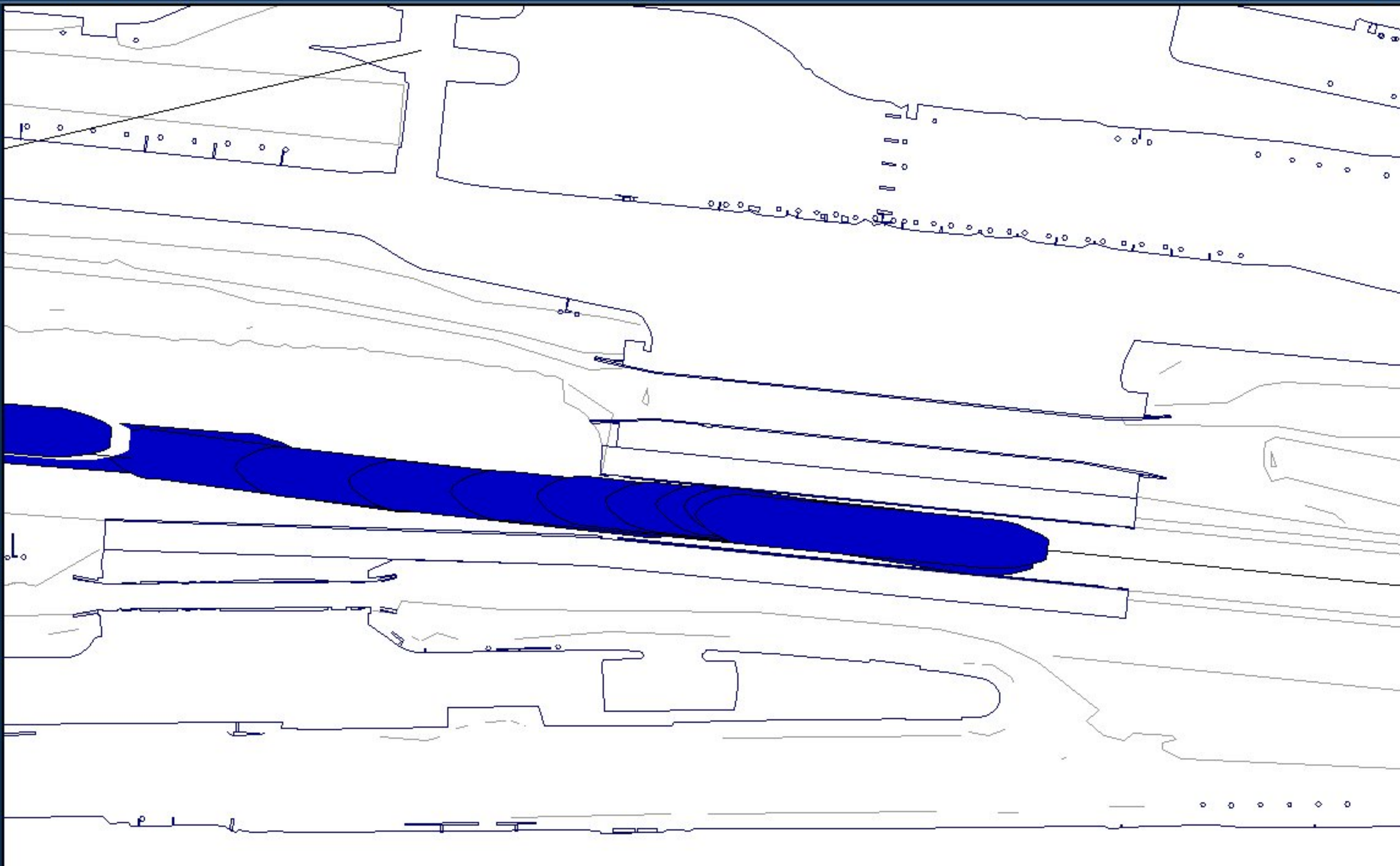
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1:4667

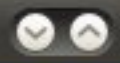


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 27



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

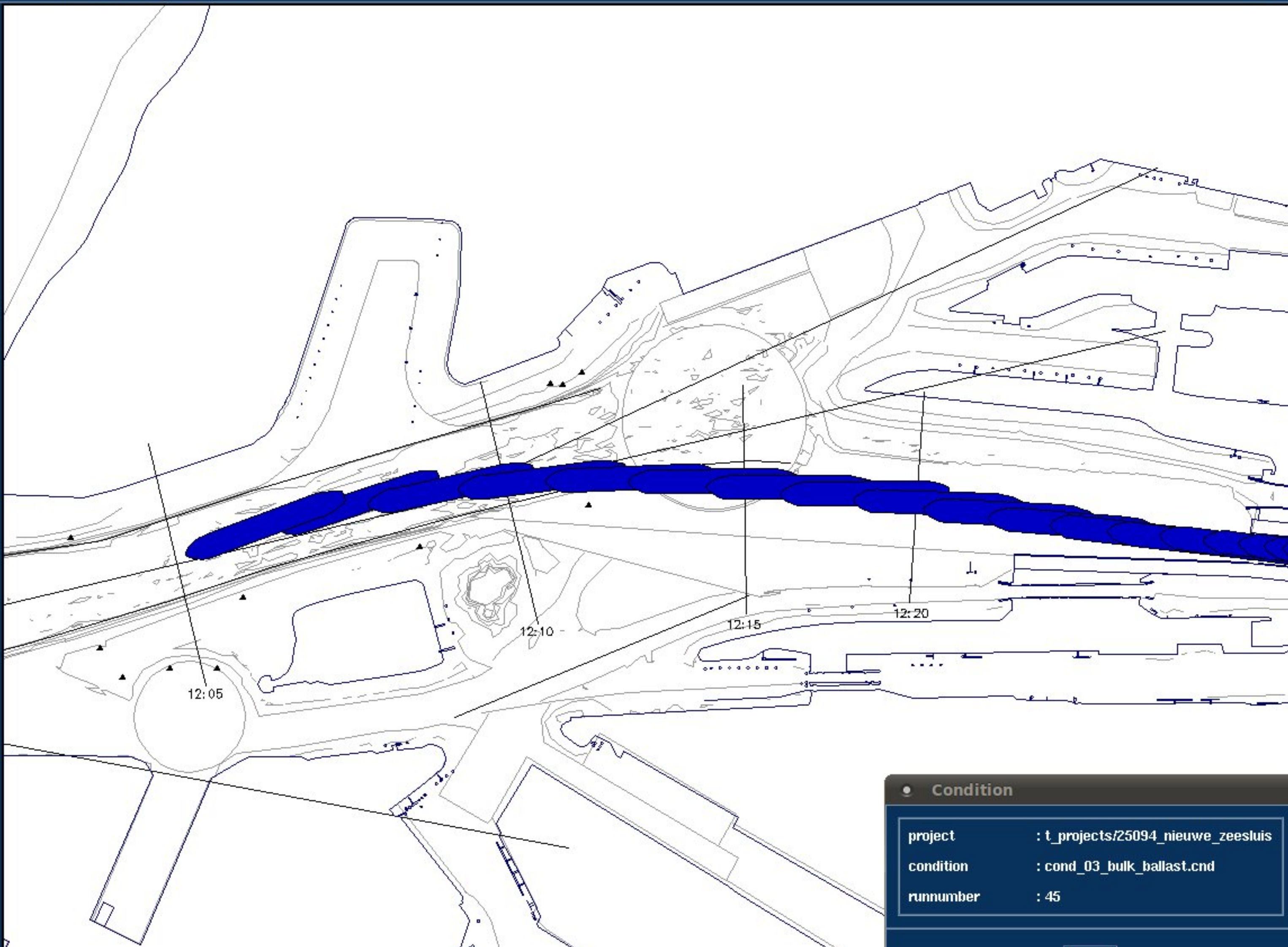
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:9000



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 45

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

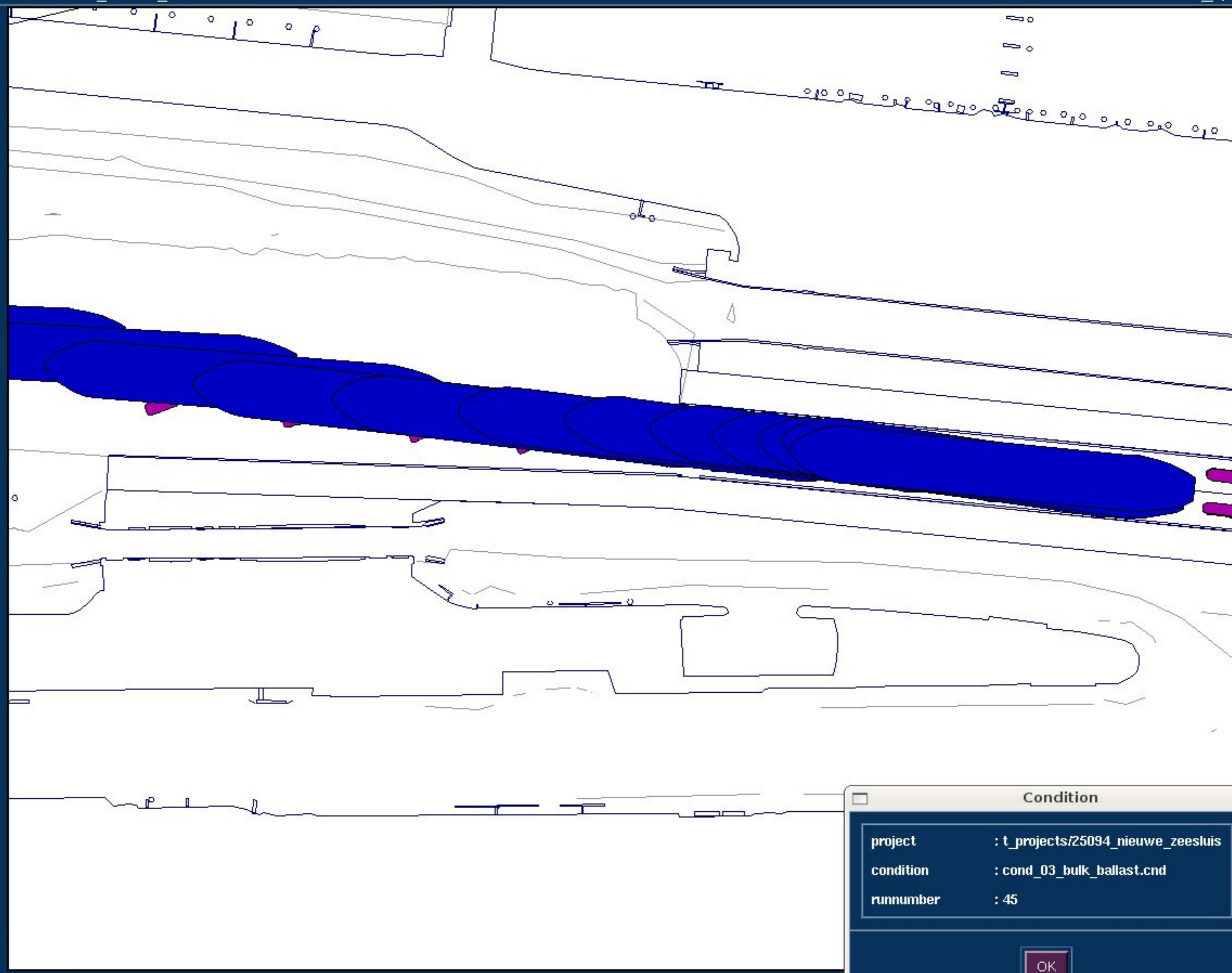
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3587



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 45

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

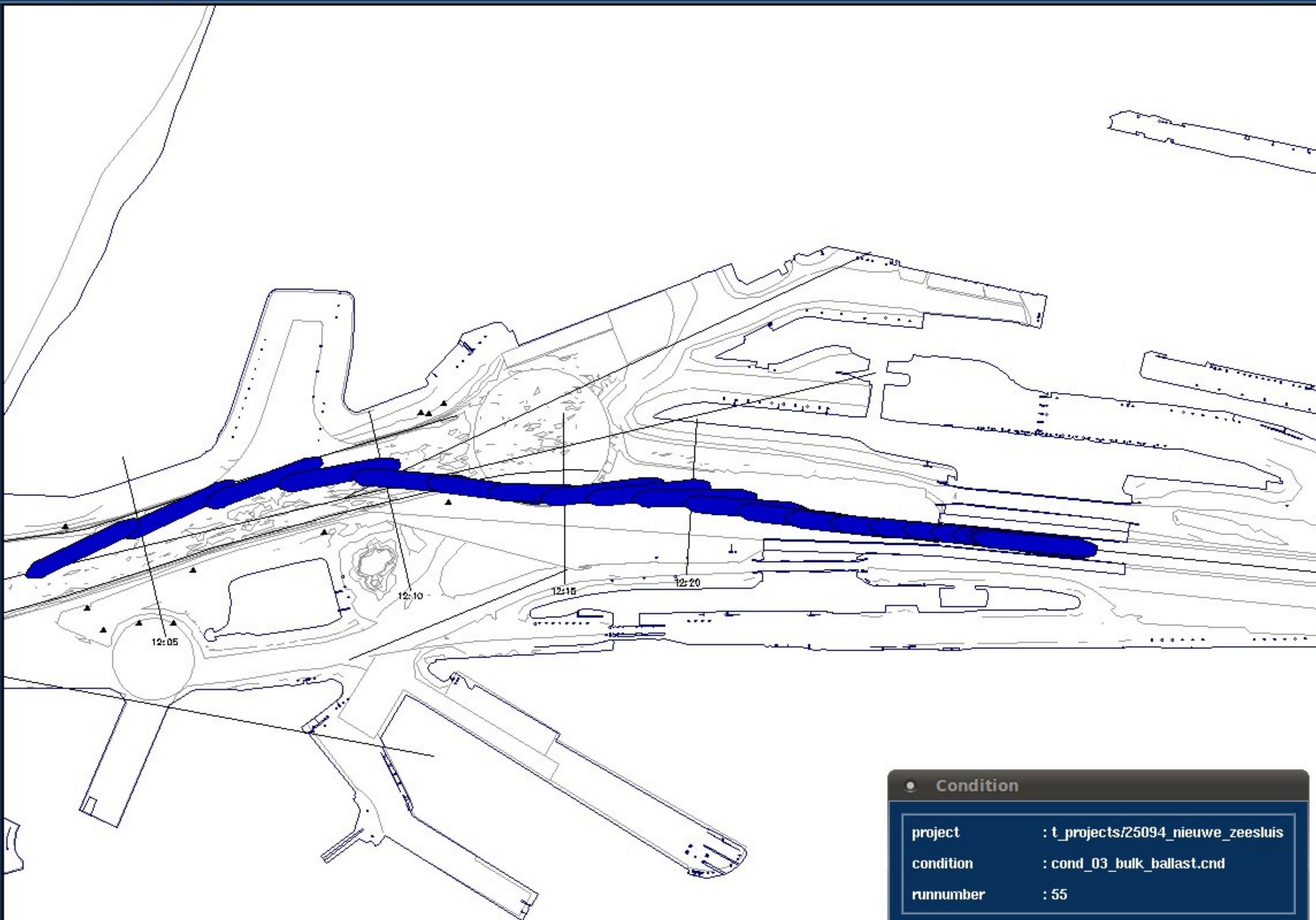
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1:12416



Condition

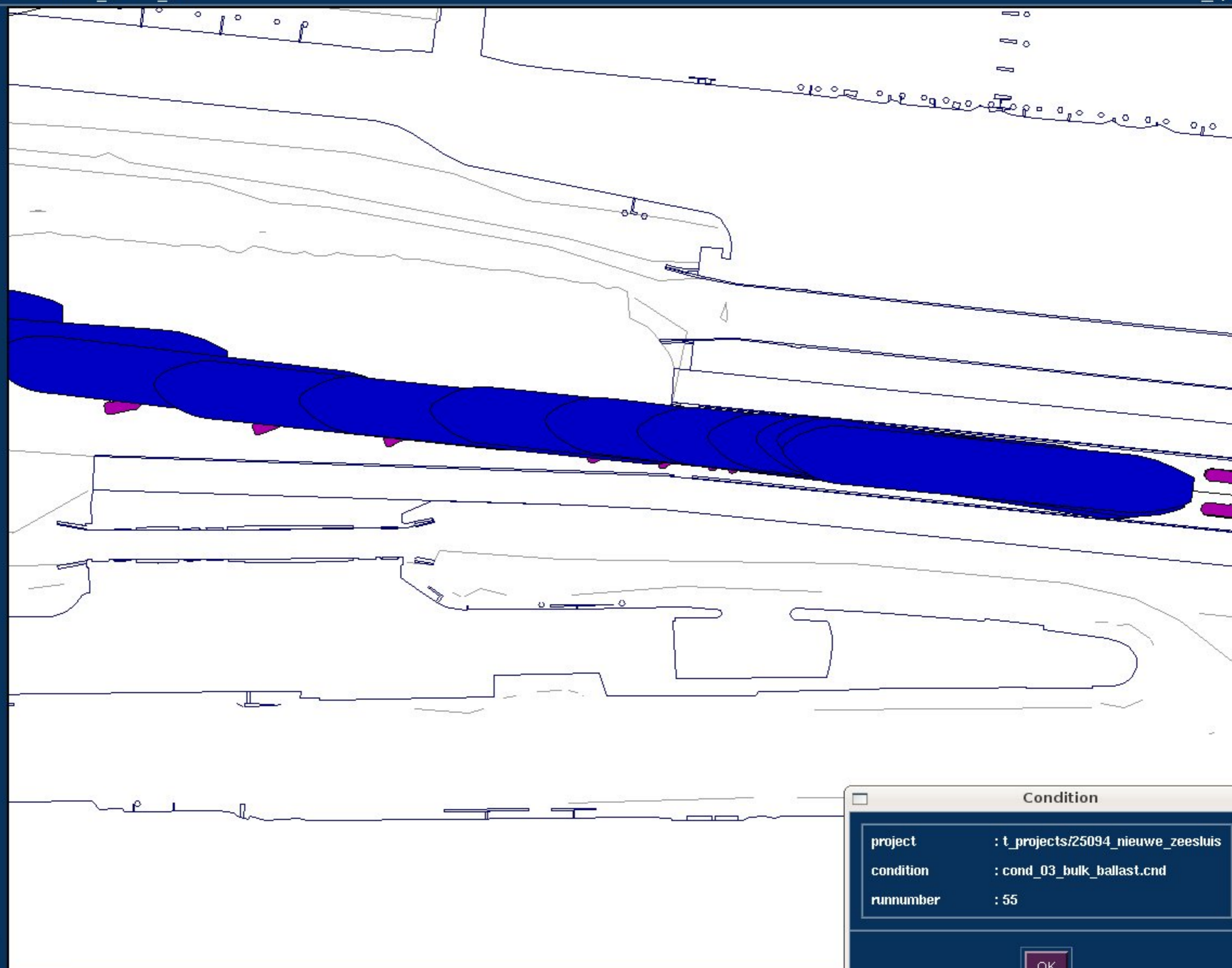
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 55

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3547



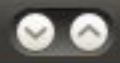
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 55

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

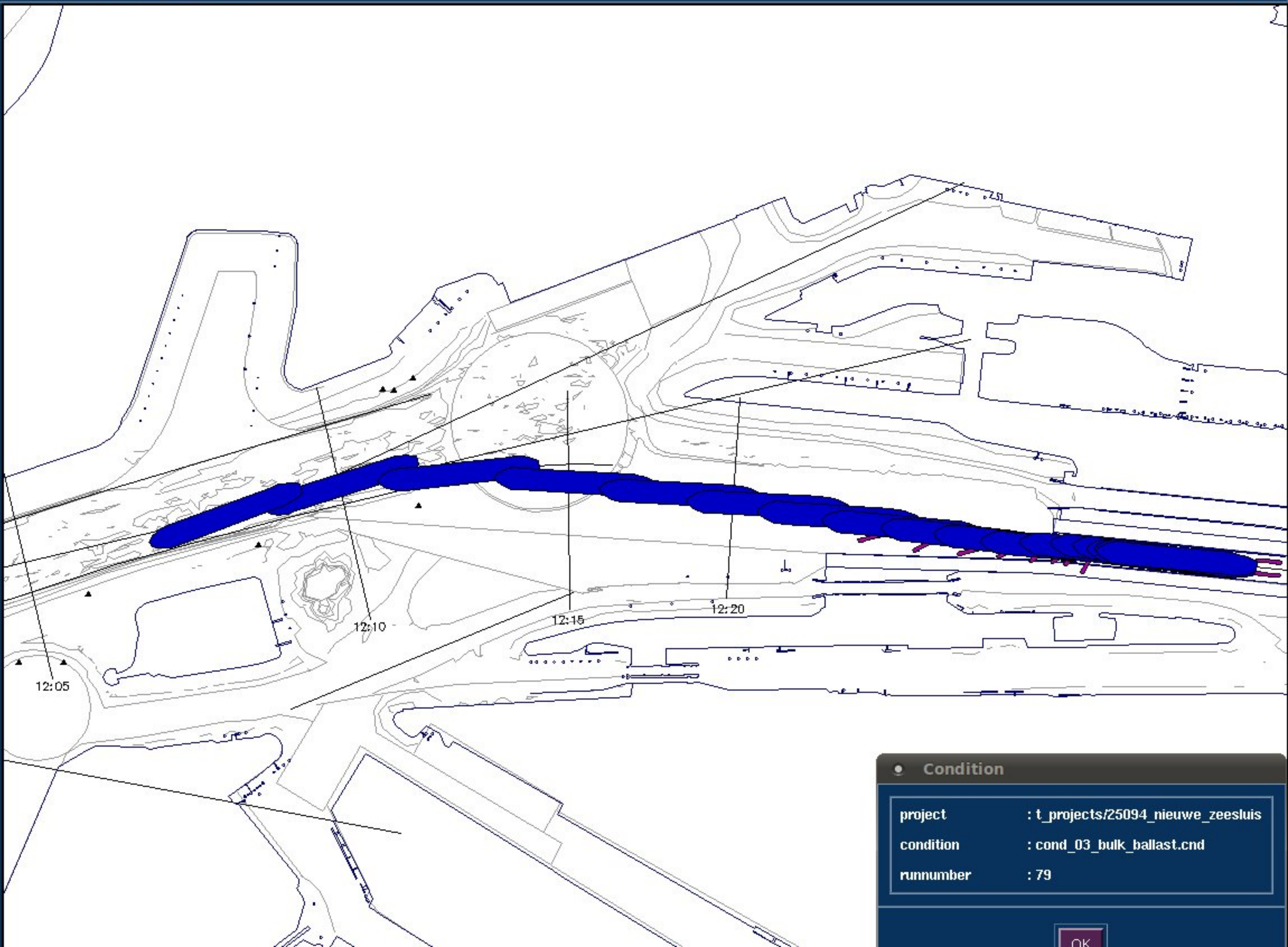
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1:9353



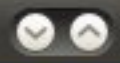
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 79

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

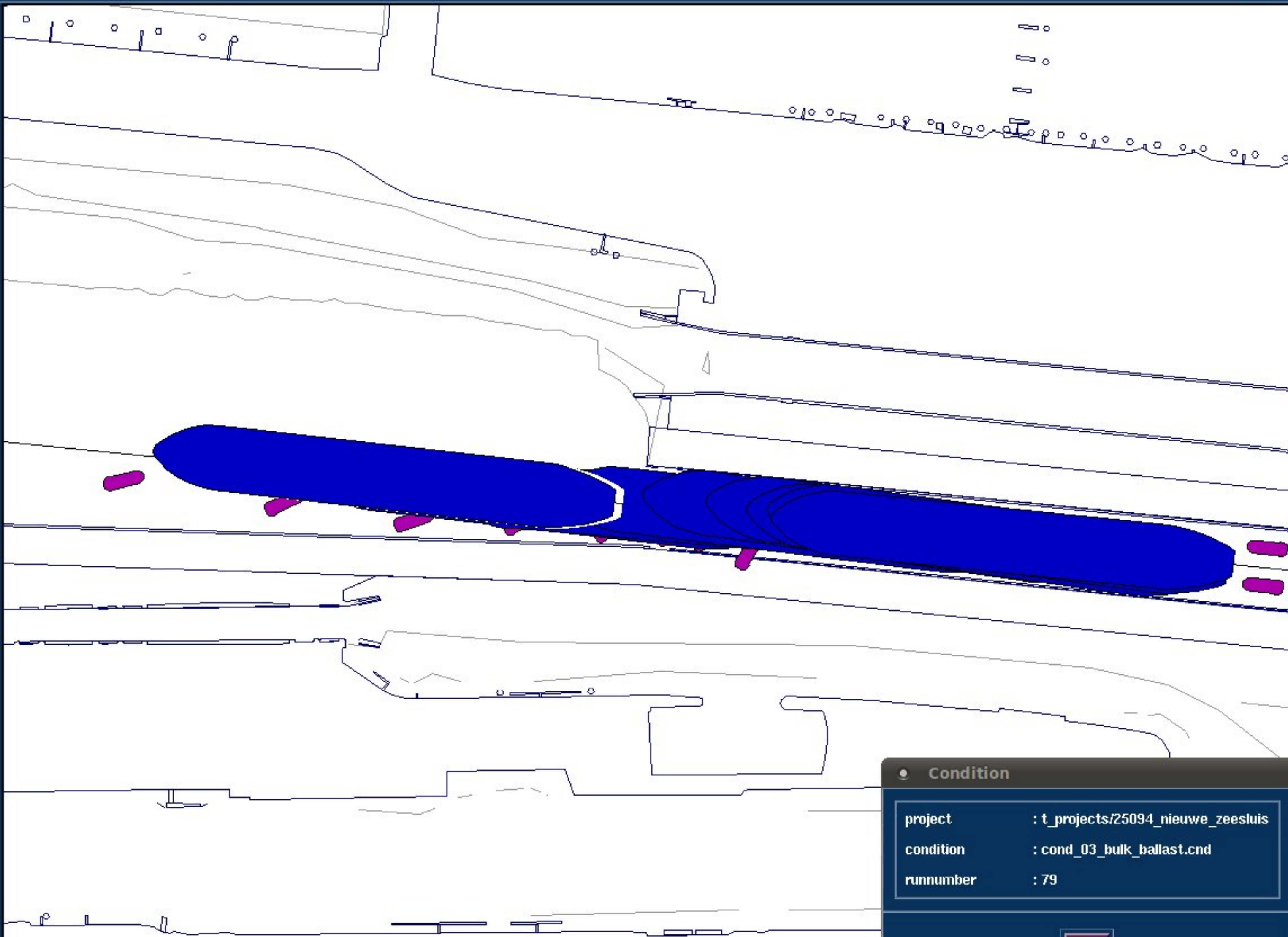
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

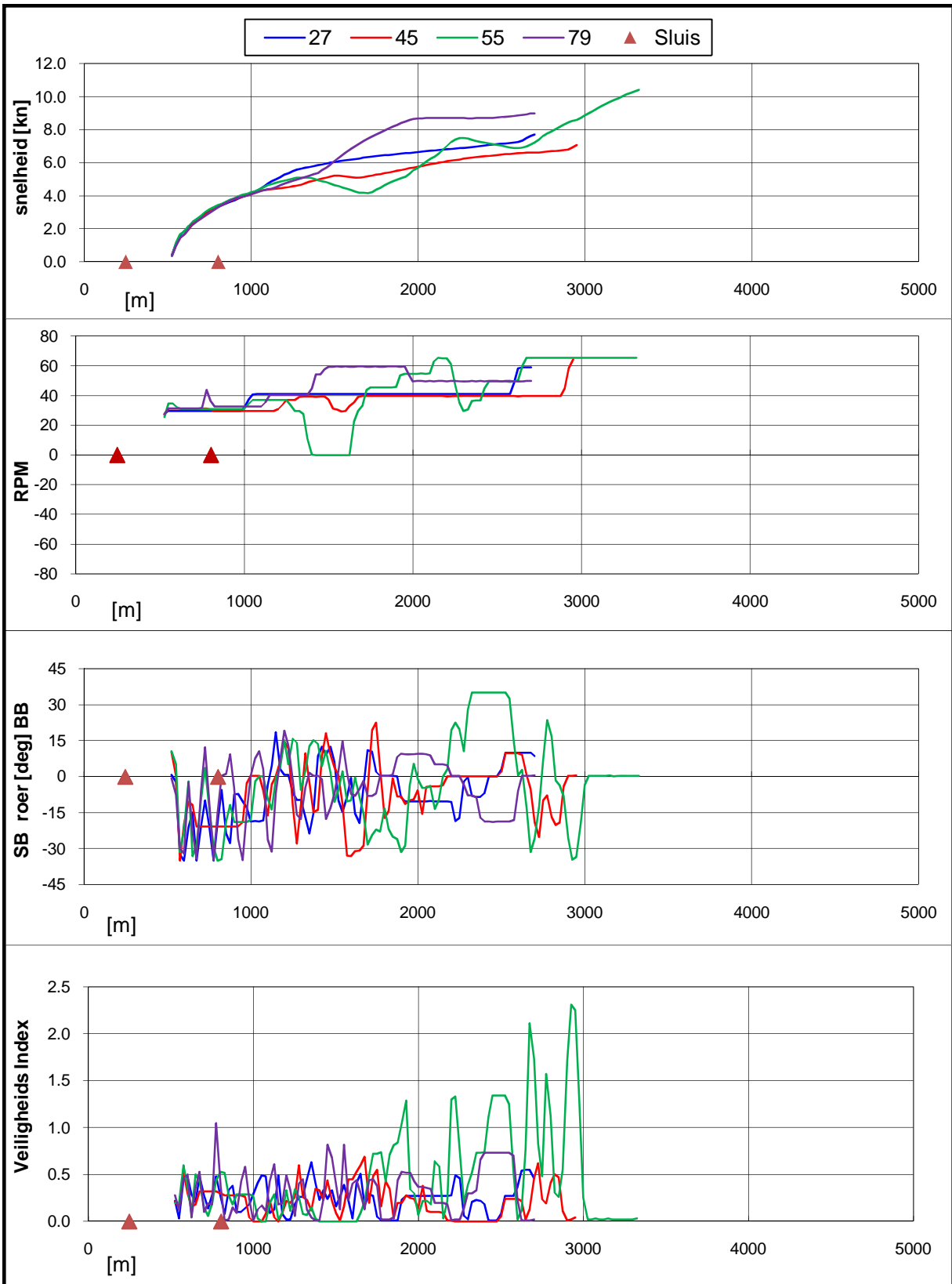
1:3274




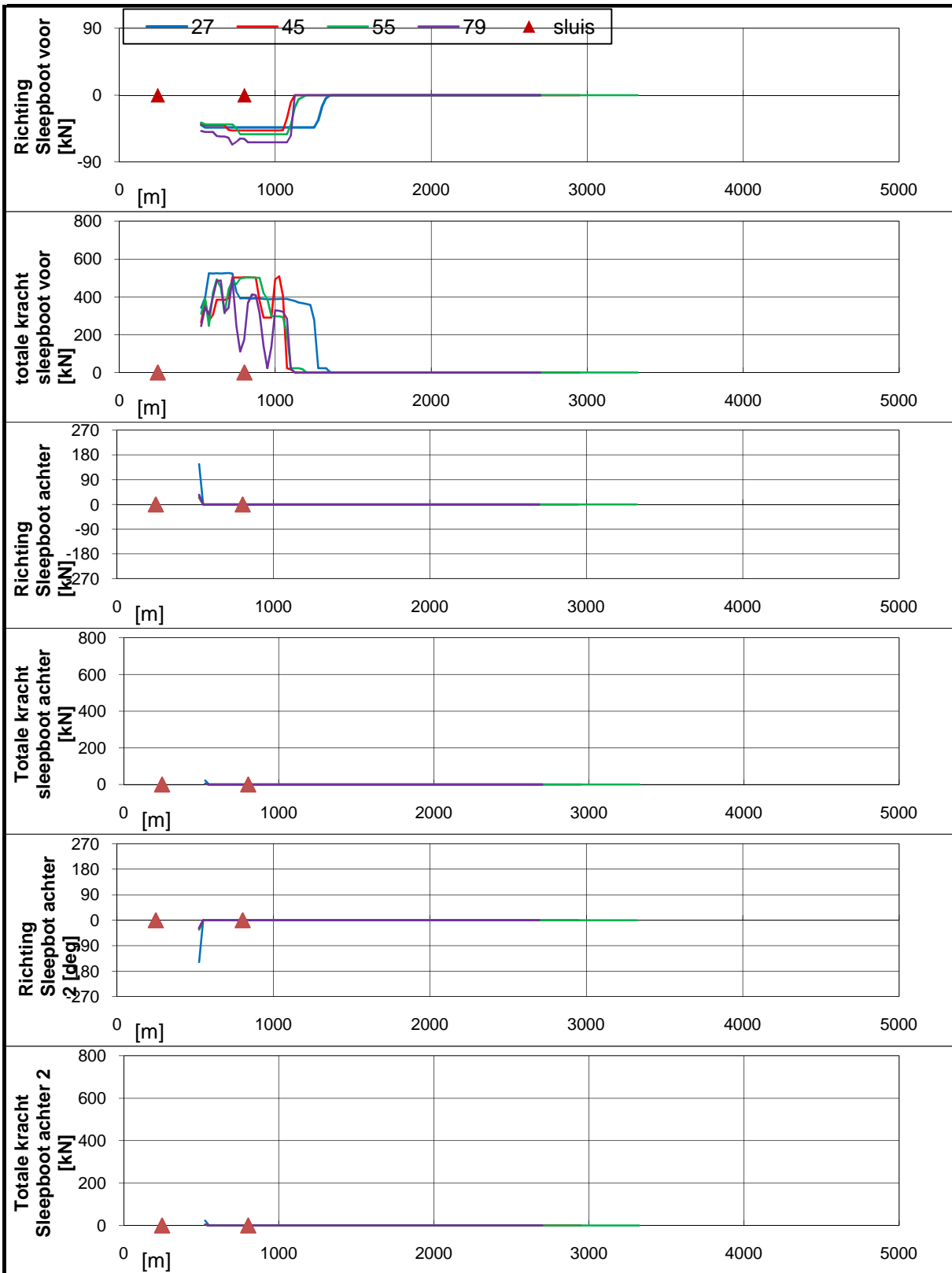
Condition


project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_03_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 79

OK



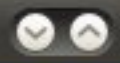
Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 1	
type schip: Bulkcarrier 9 m, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 4.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 1	
type schip: Bulkcarrier 9 m, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s		25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 4.c	



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

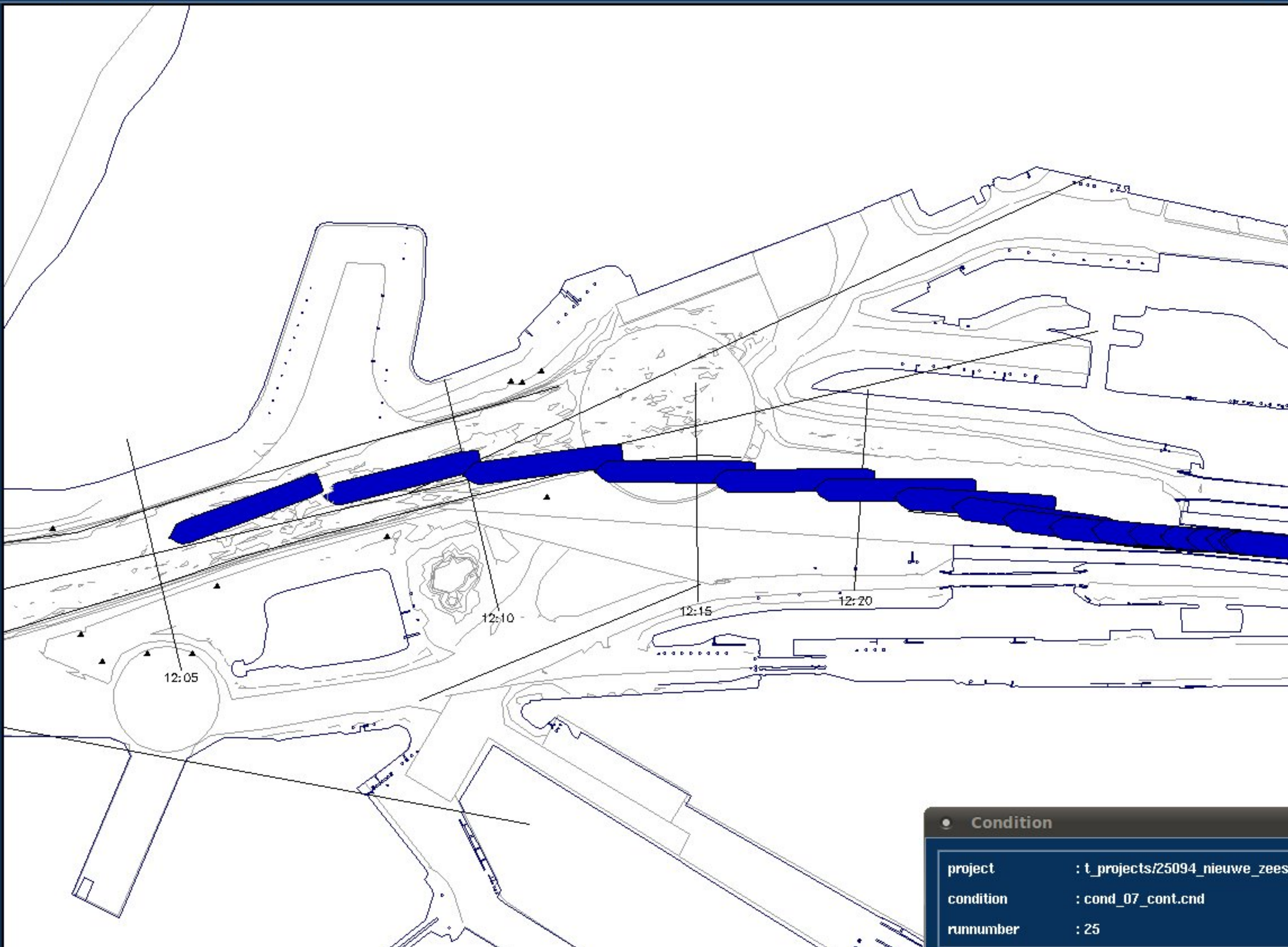
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:9422

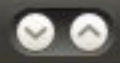


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesl
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 25



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

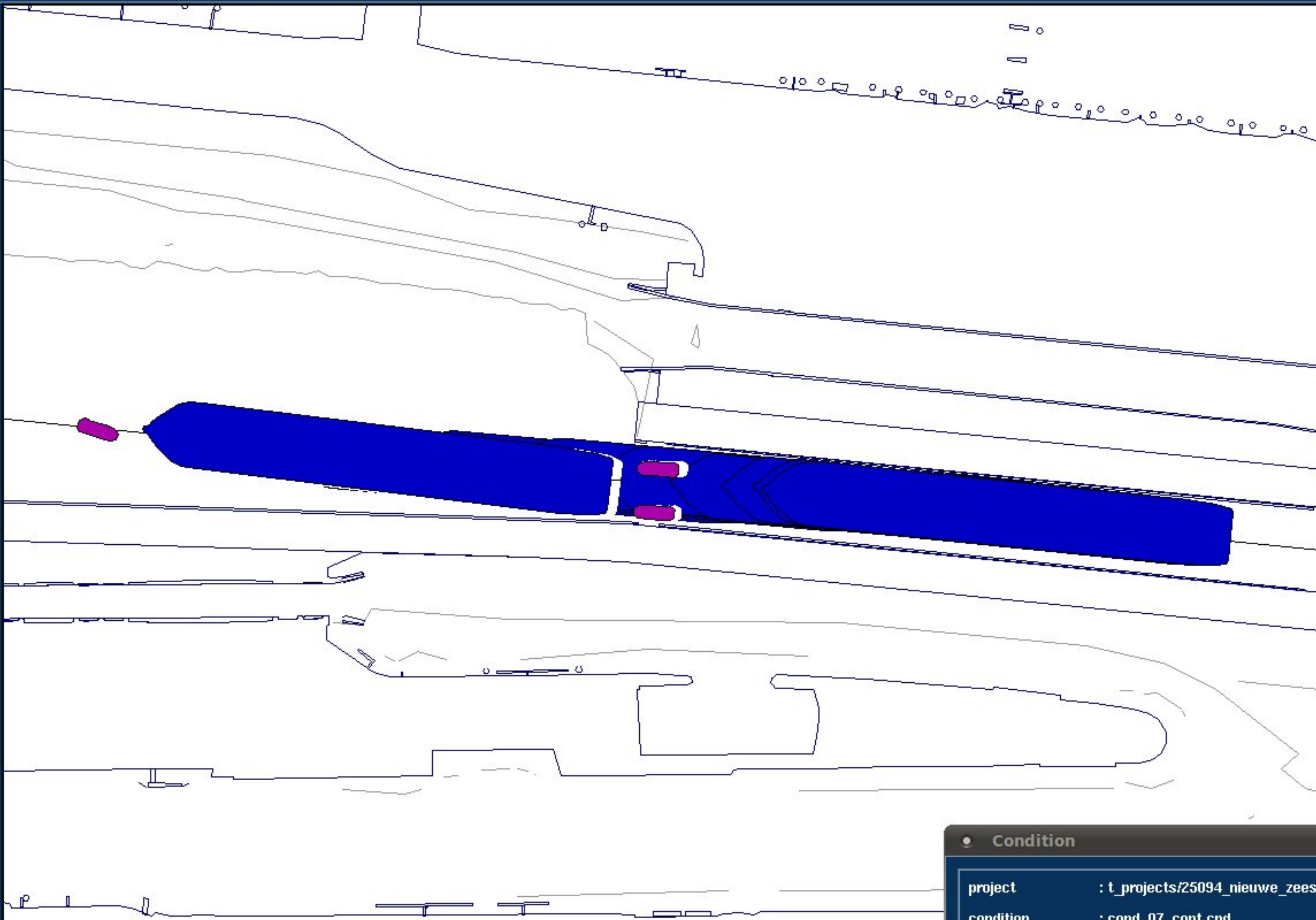
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 3299



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesh
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 25



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

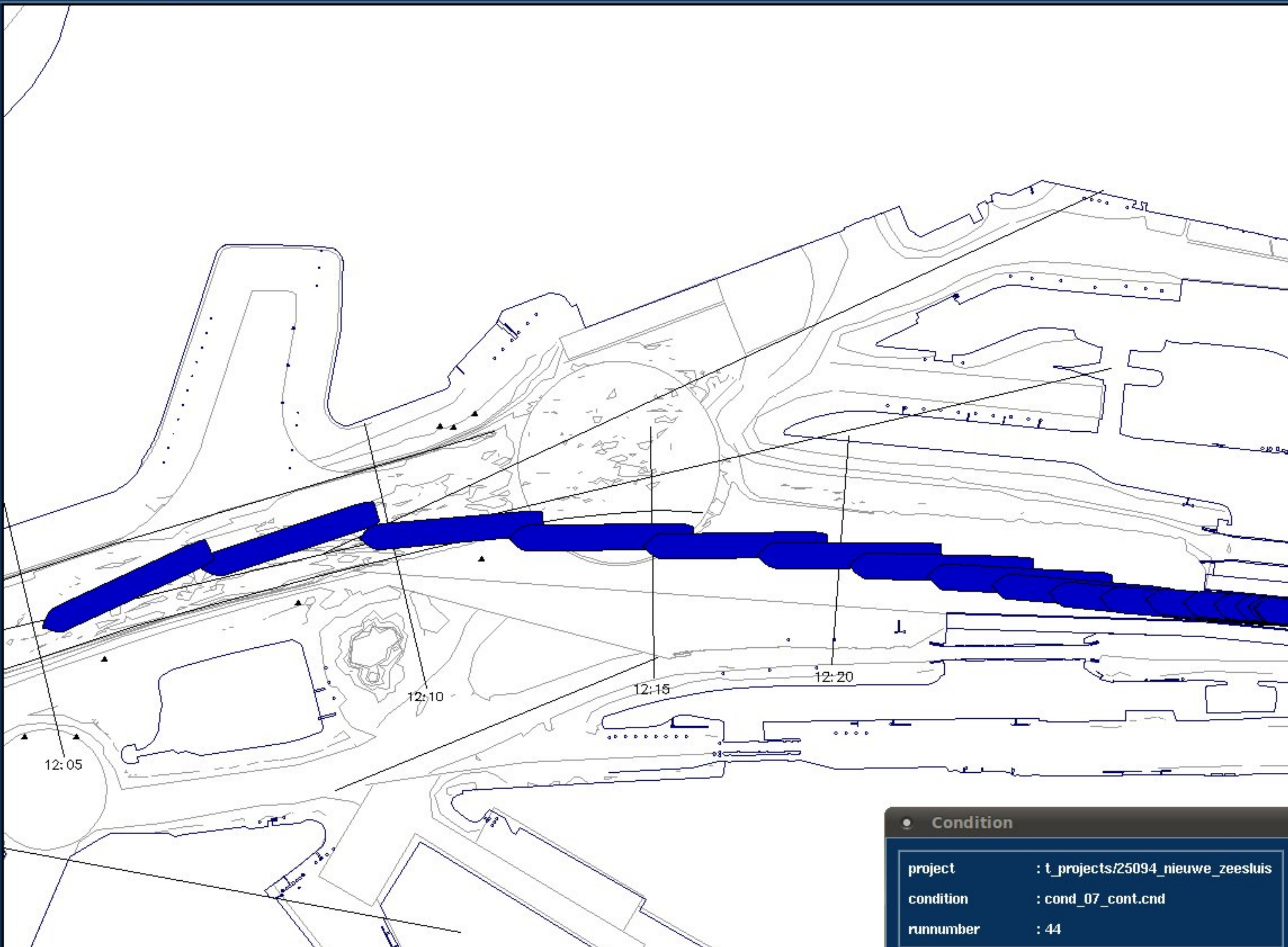
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:8241



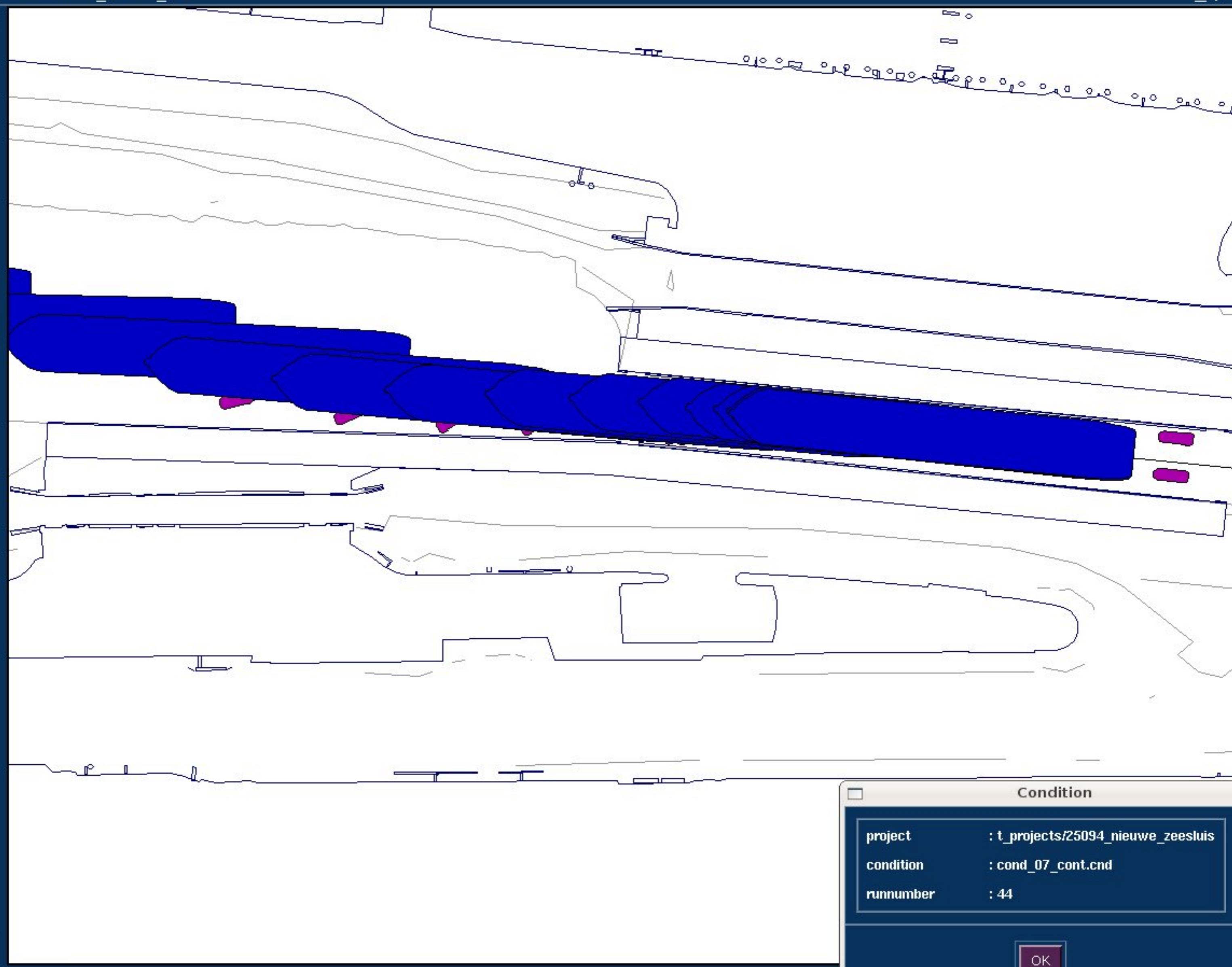
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 44

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3567



Condition

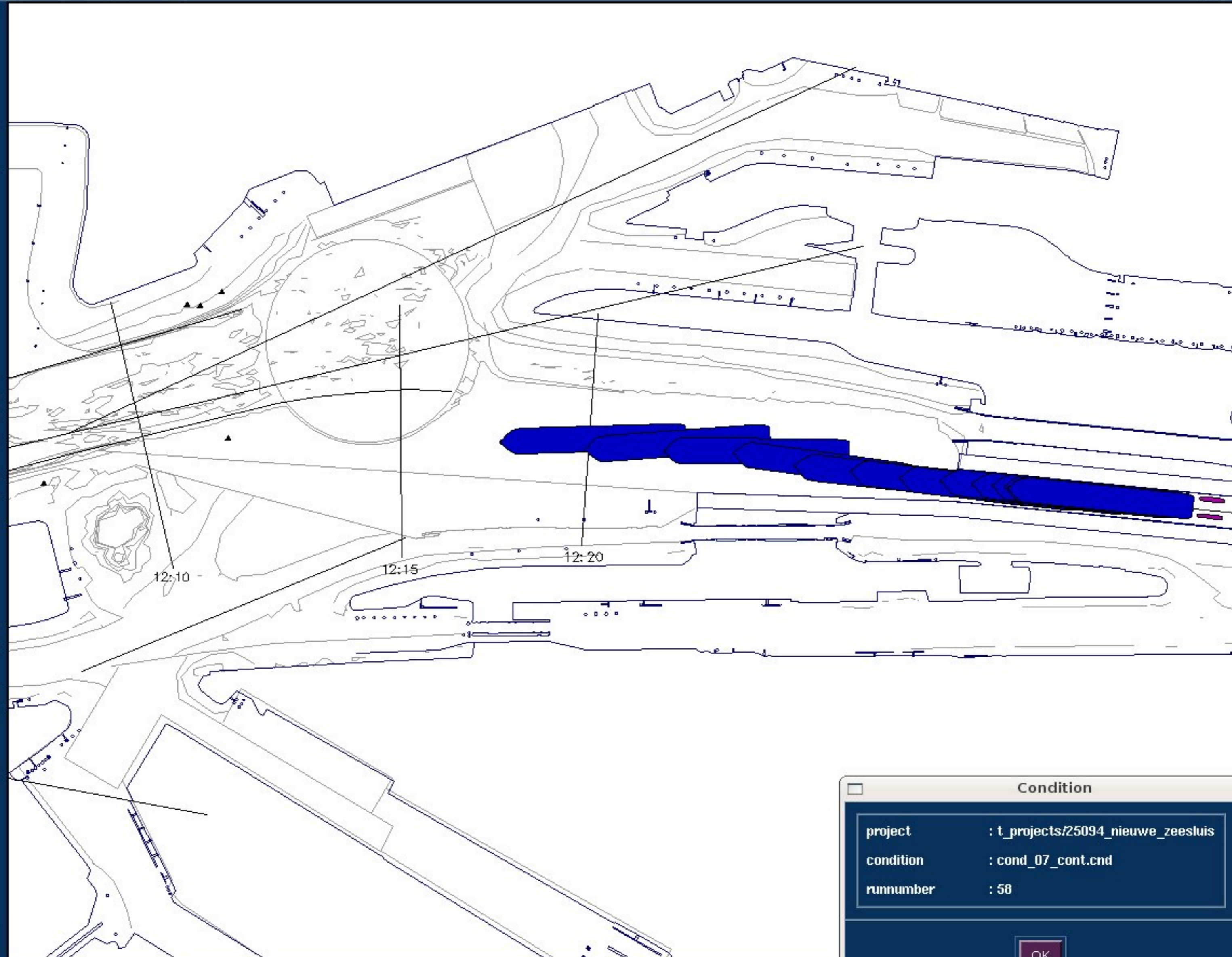
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 44

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 7826



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 58

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3636



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 58

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

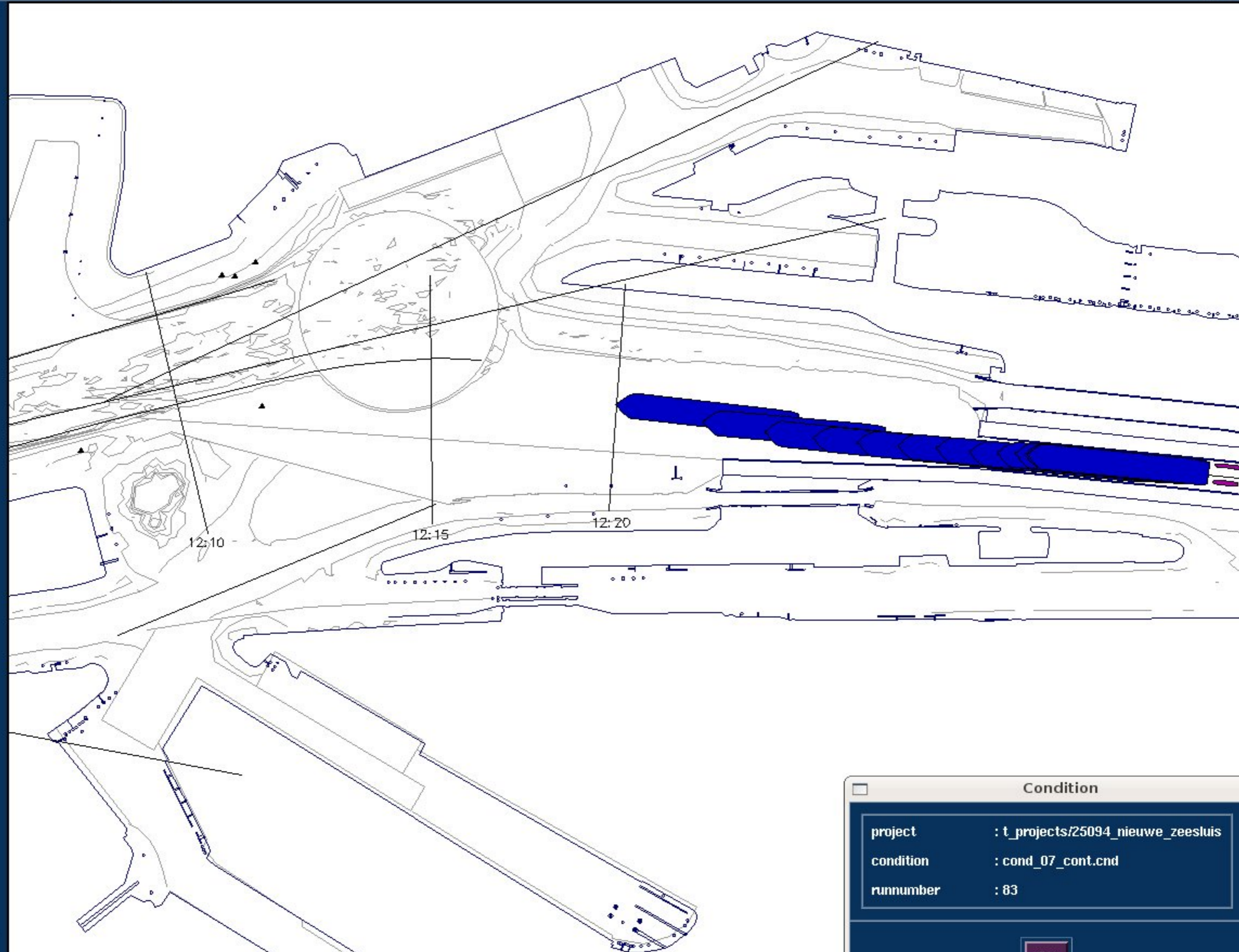
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:8019



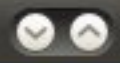
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 83

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

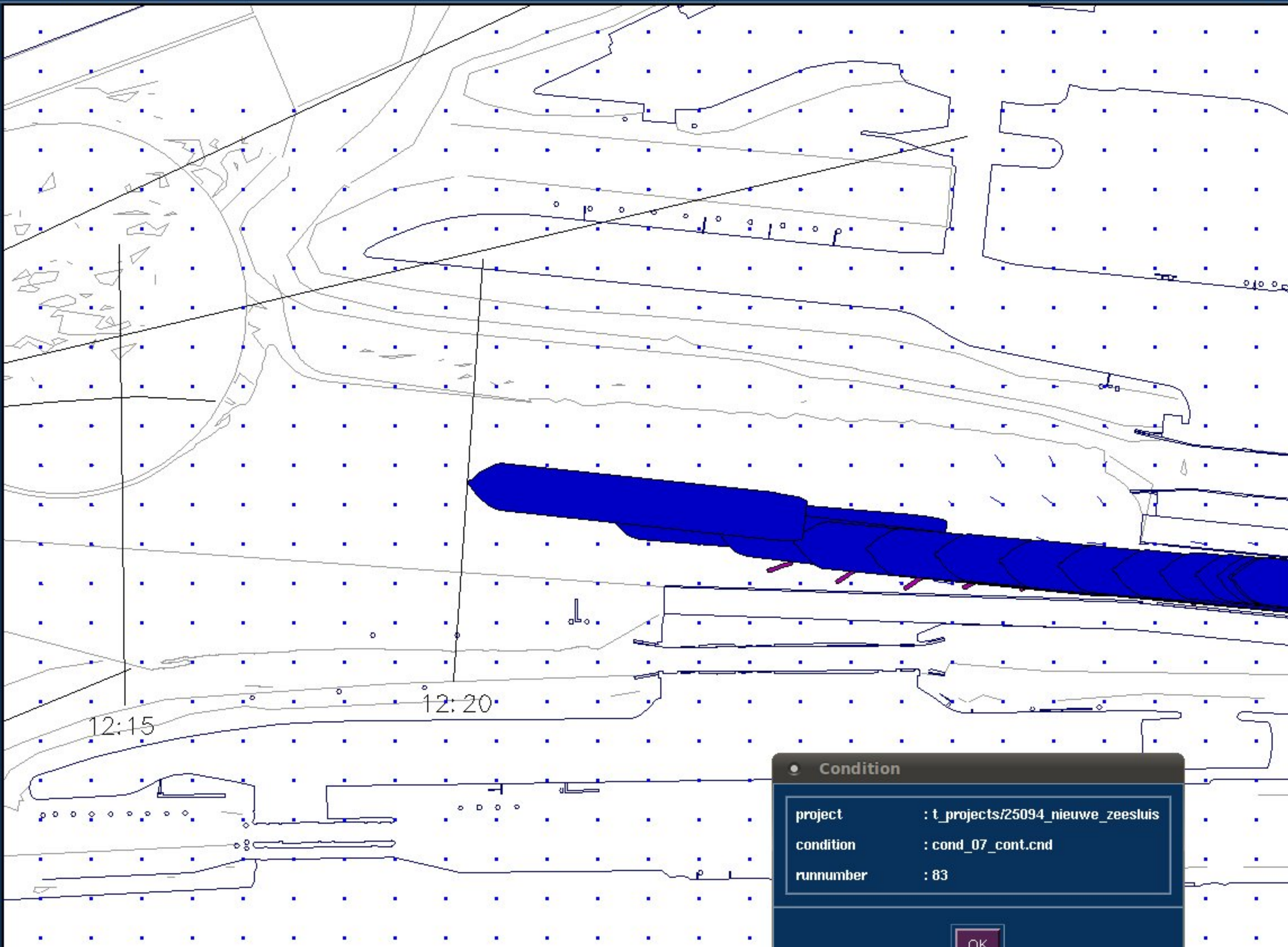
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

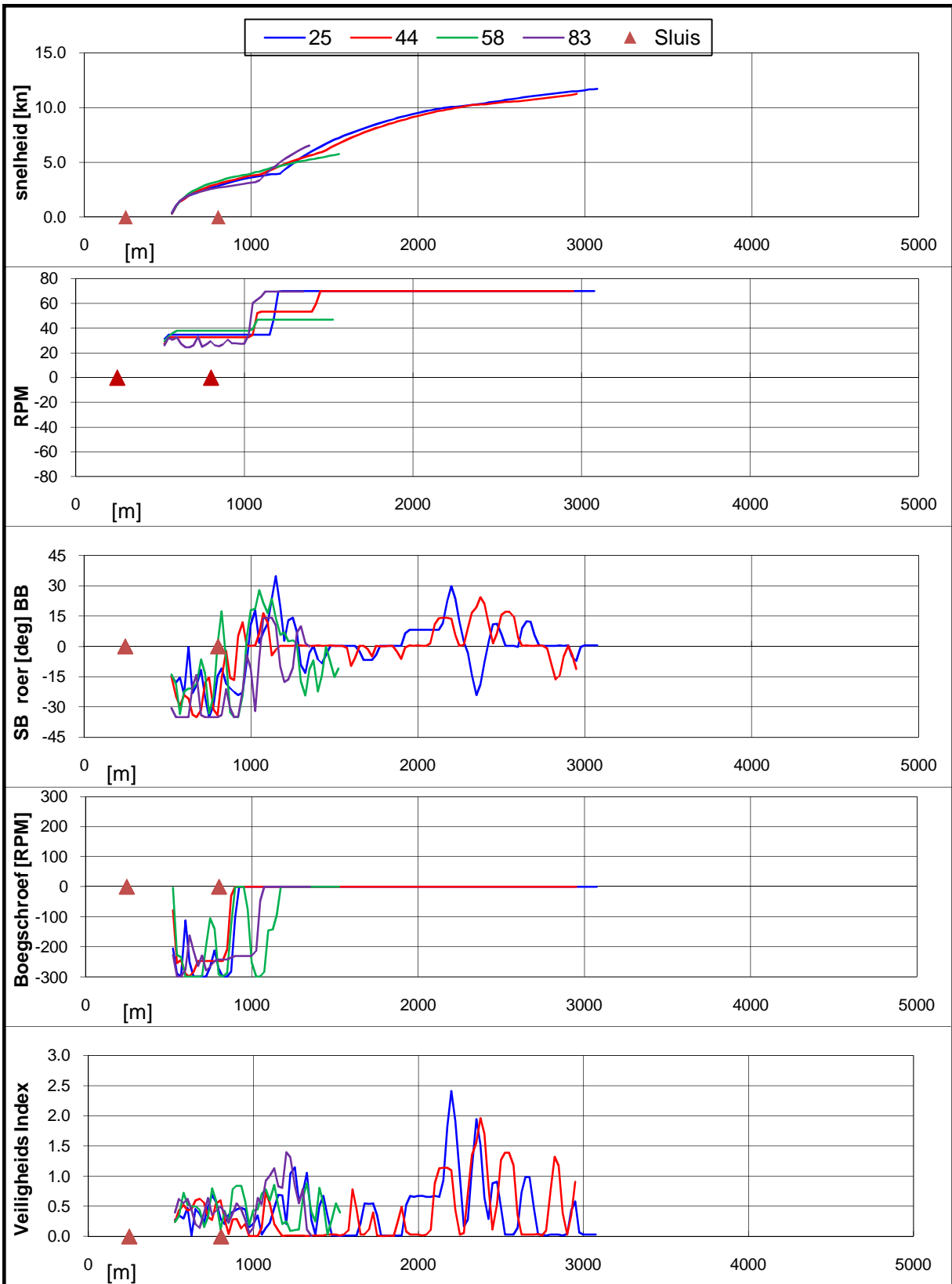
1:4475




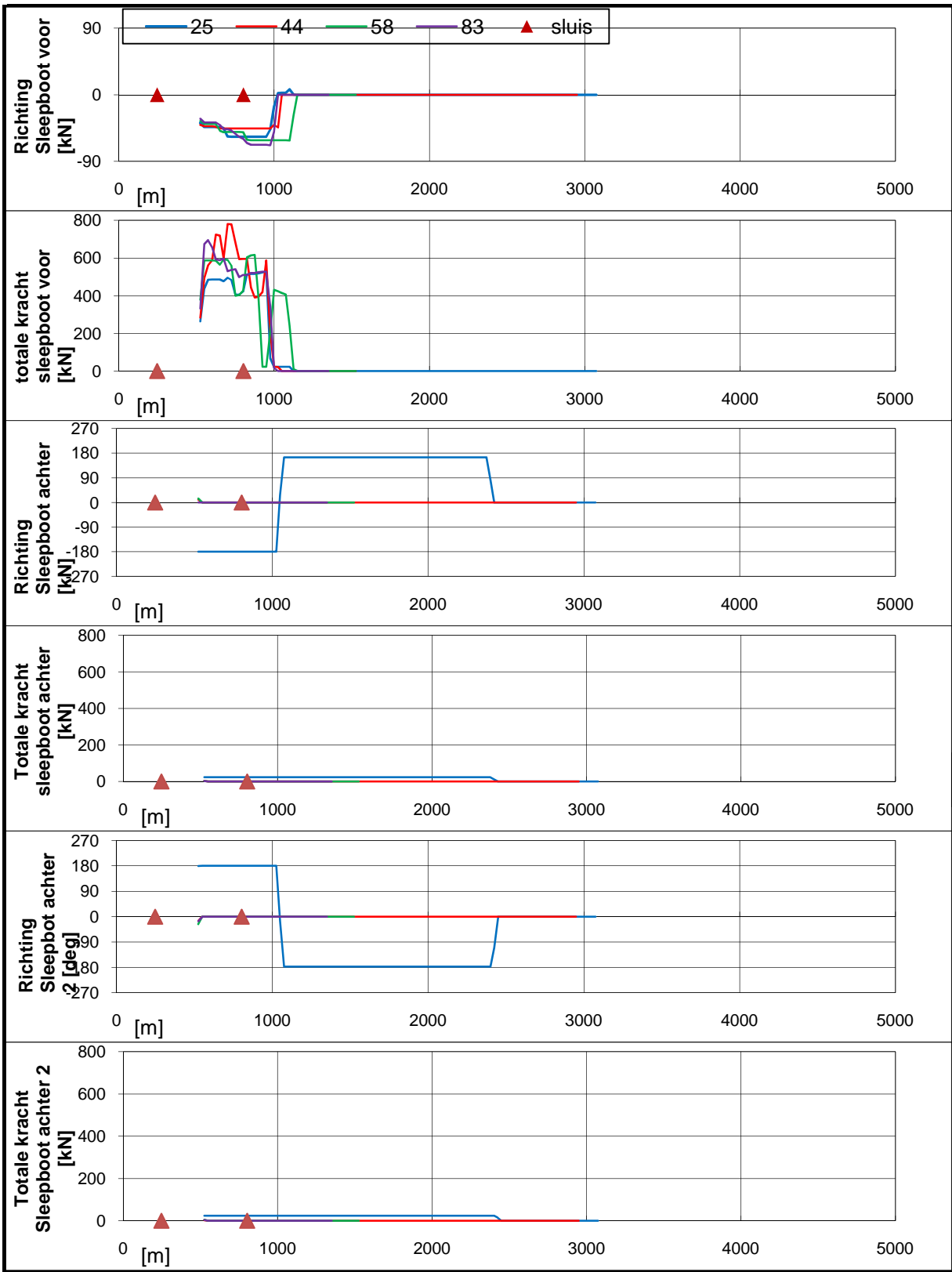
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_07_cont.cnd
runnumber	: 83

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 2	
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 10.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden

Stroomscenario: 2

type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: ZW 15,4 m/s

25094.600

MARIN's Nautical Centre MSCN

Fig: 10.c



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

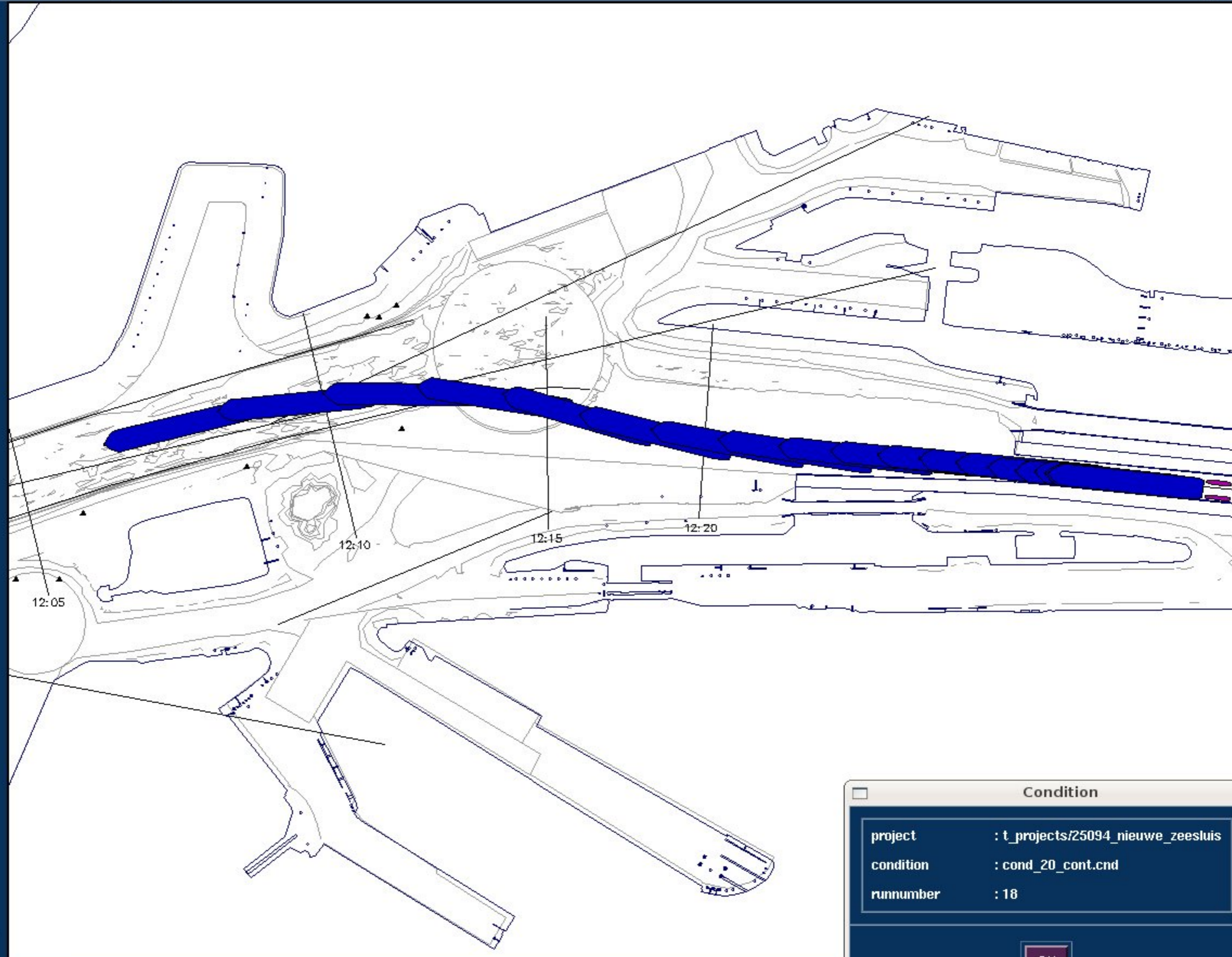
CPA/ TCPA

Set Goal

◆ Area
◆ Ship

Scale

1:9375



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 18

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

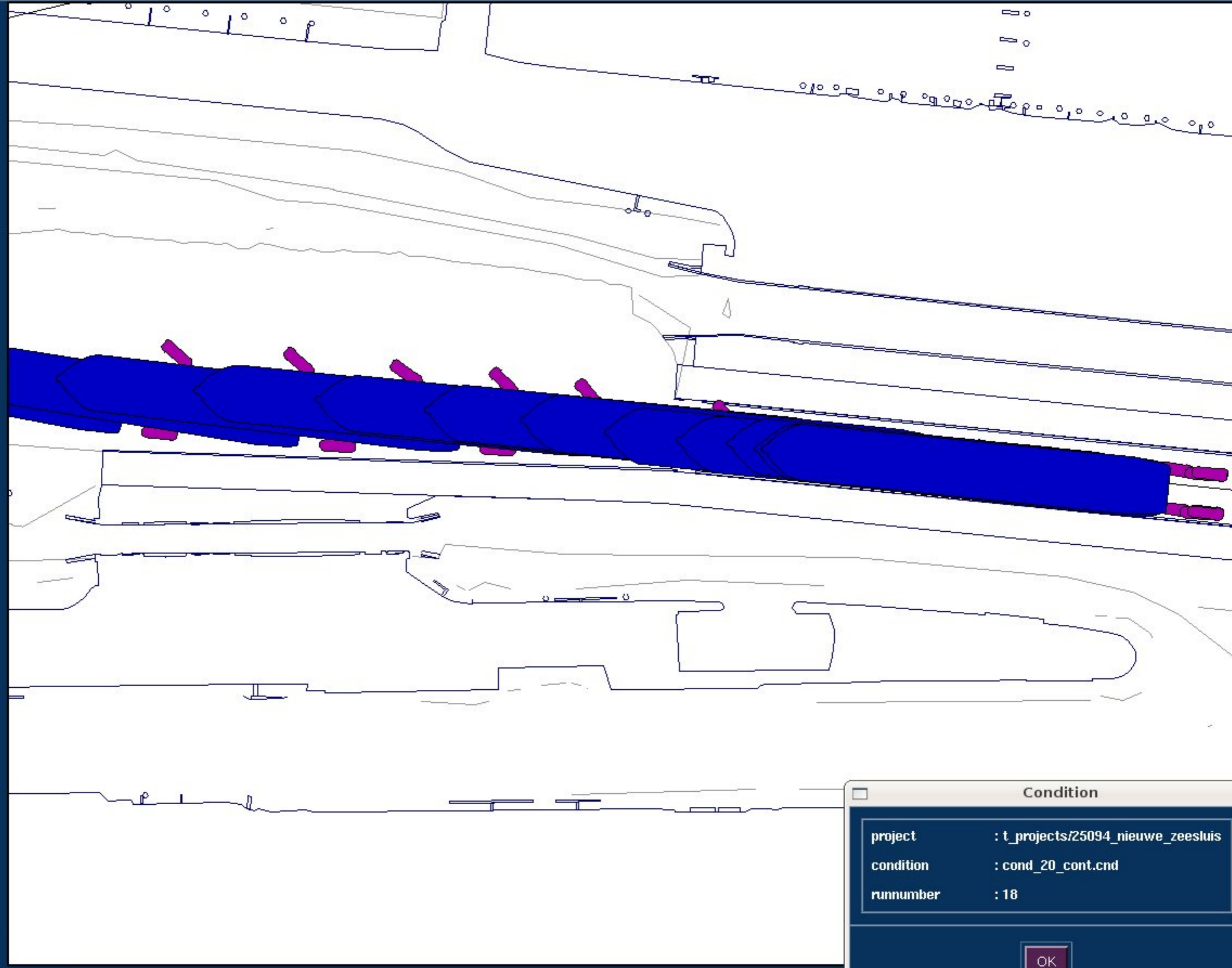
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3579



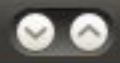
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 18

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

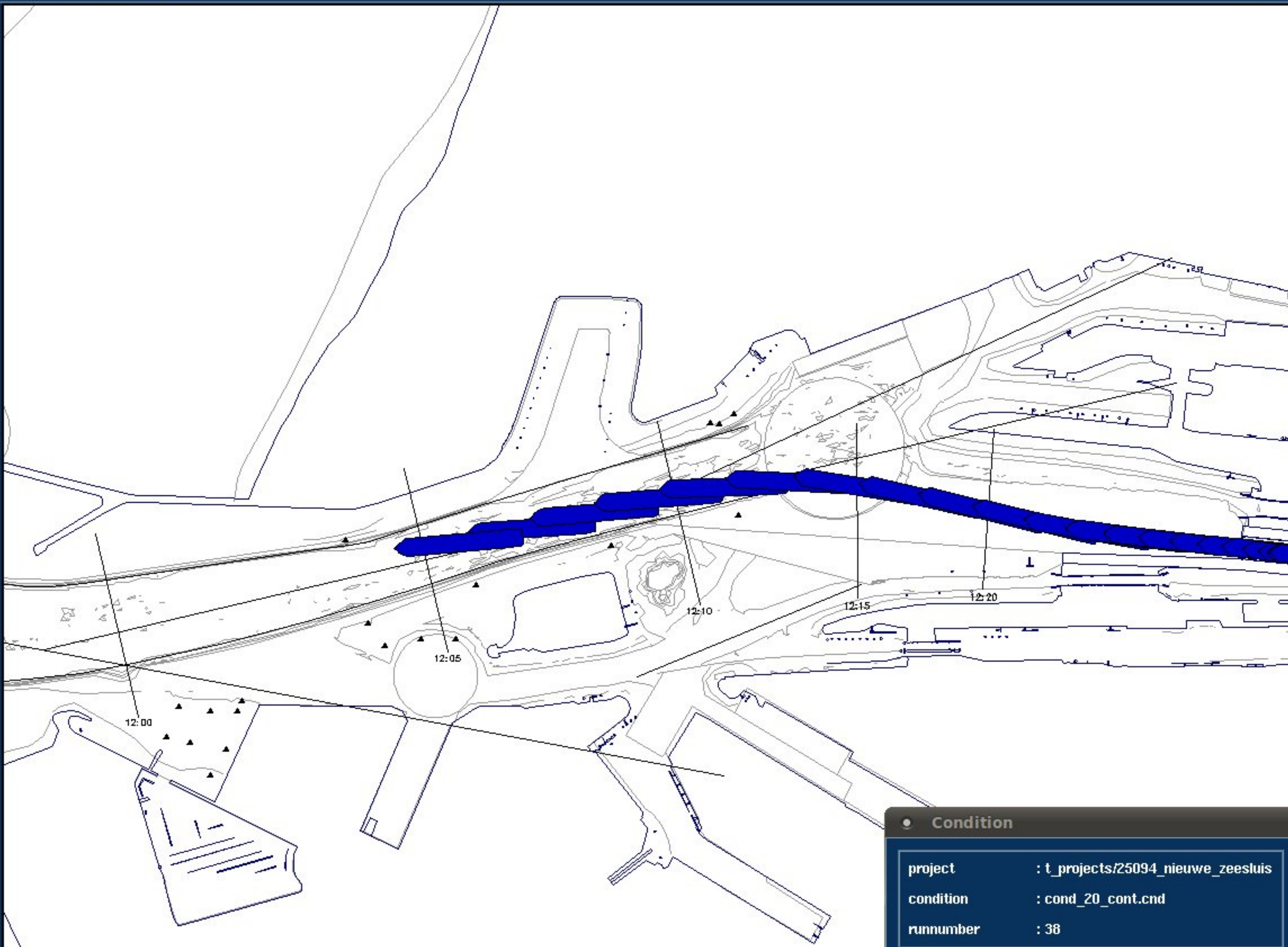
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:11837



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 38

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

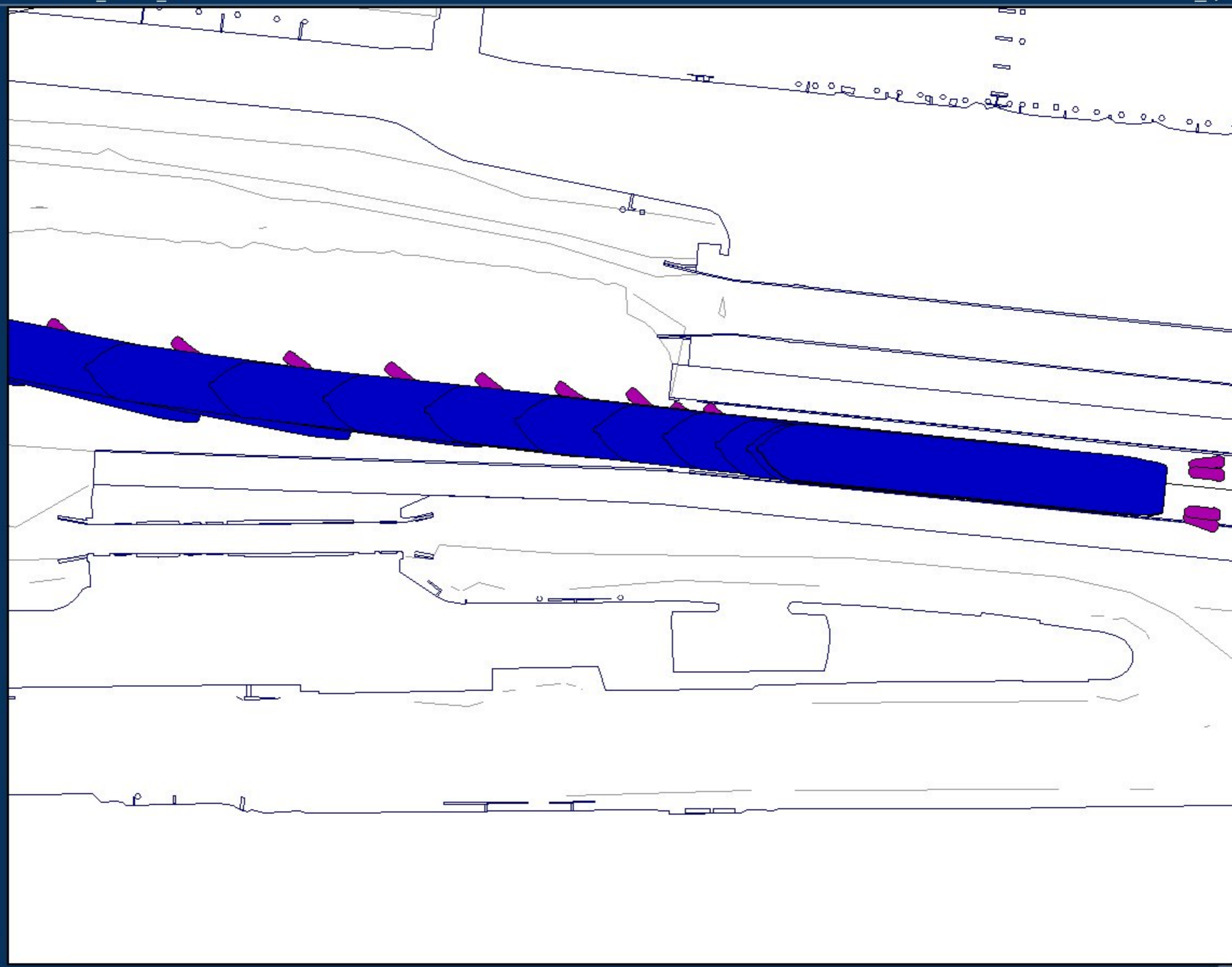
Bearing/
Distance

CPA/
TCPA

Set Goal

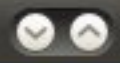
- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1 : 3545





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

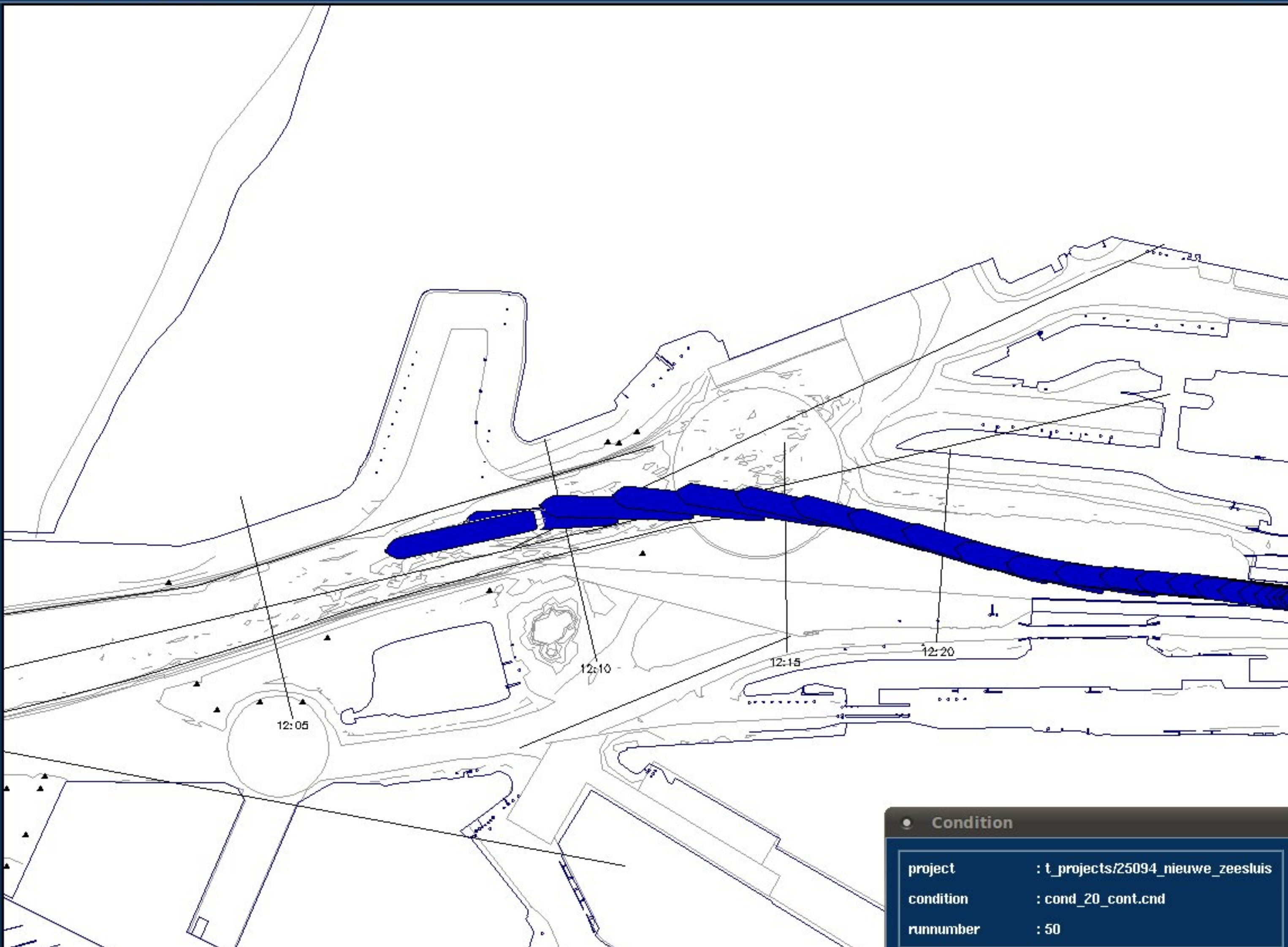
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:9840



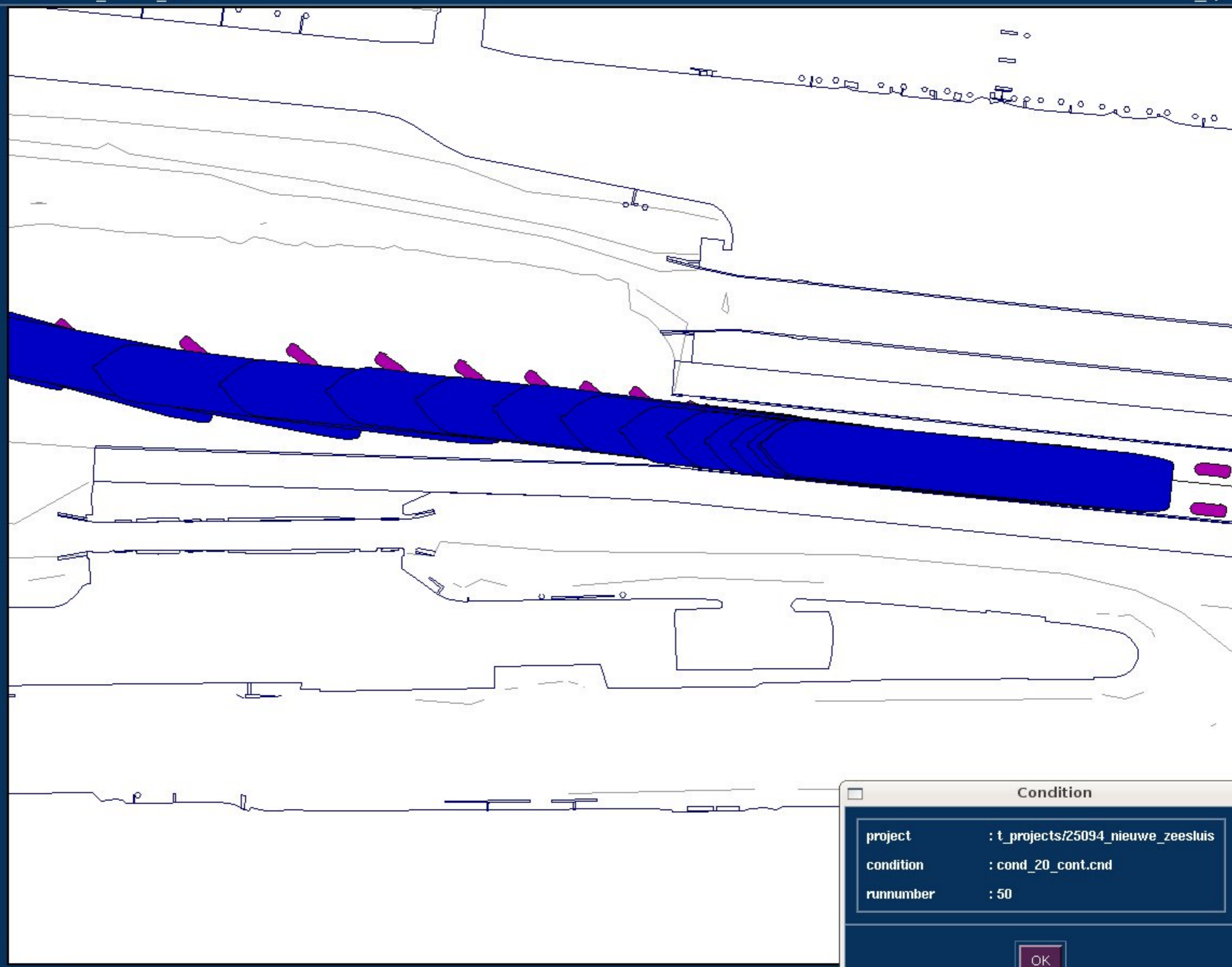
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 50

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 3525



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 50

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

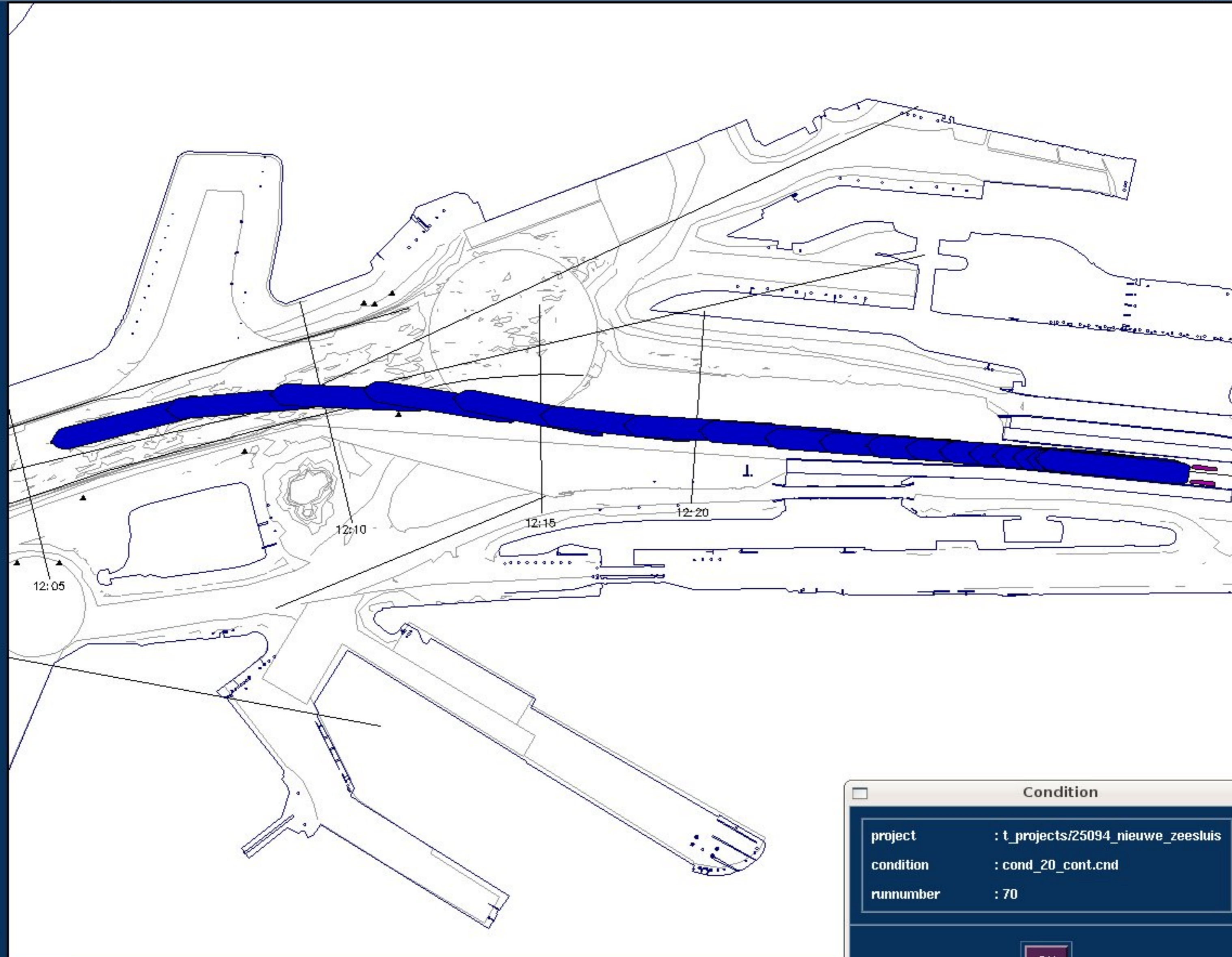
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 9498



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 70

OK

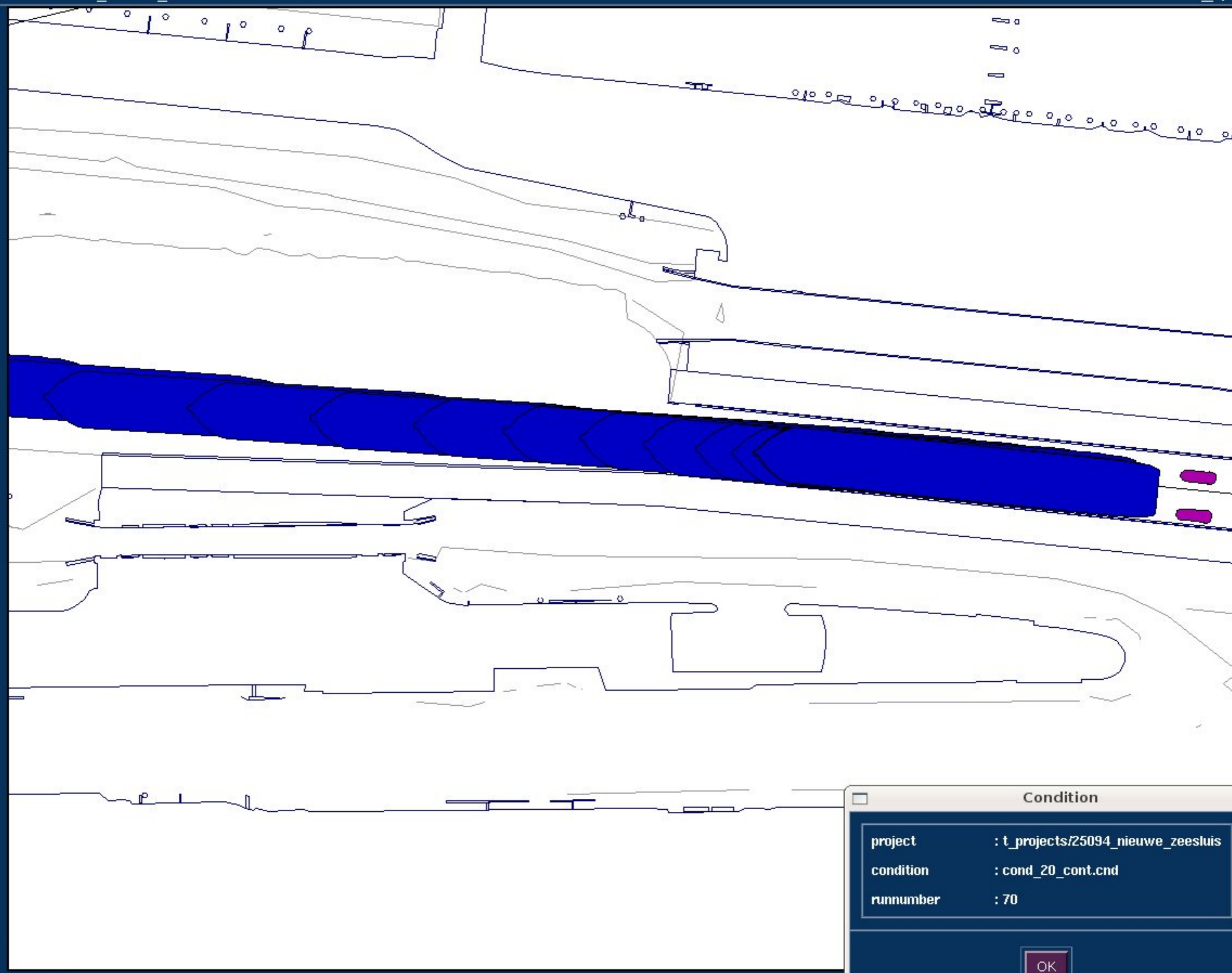
- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

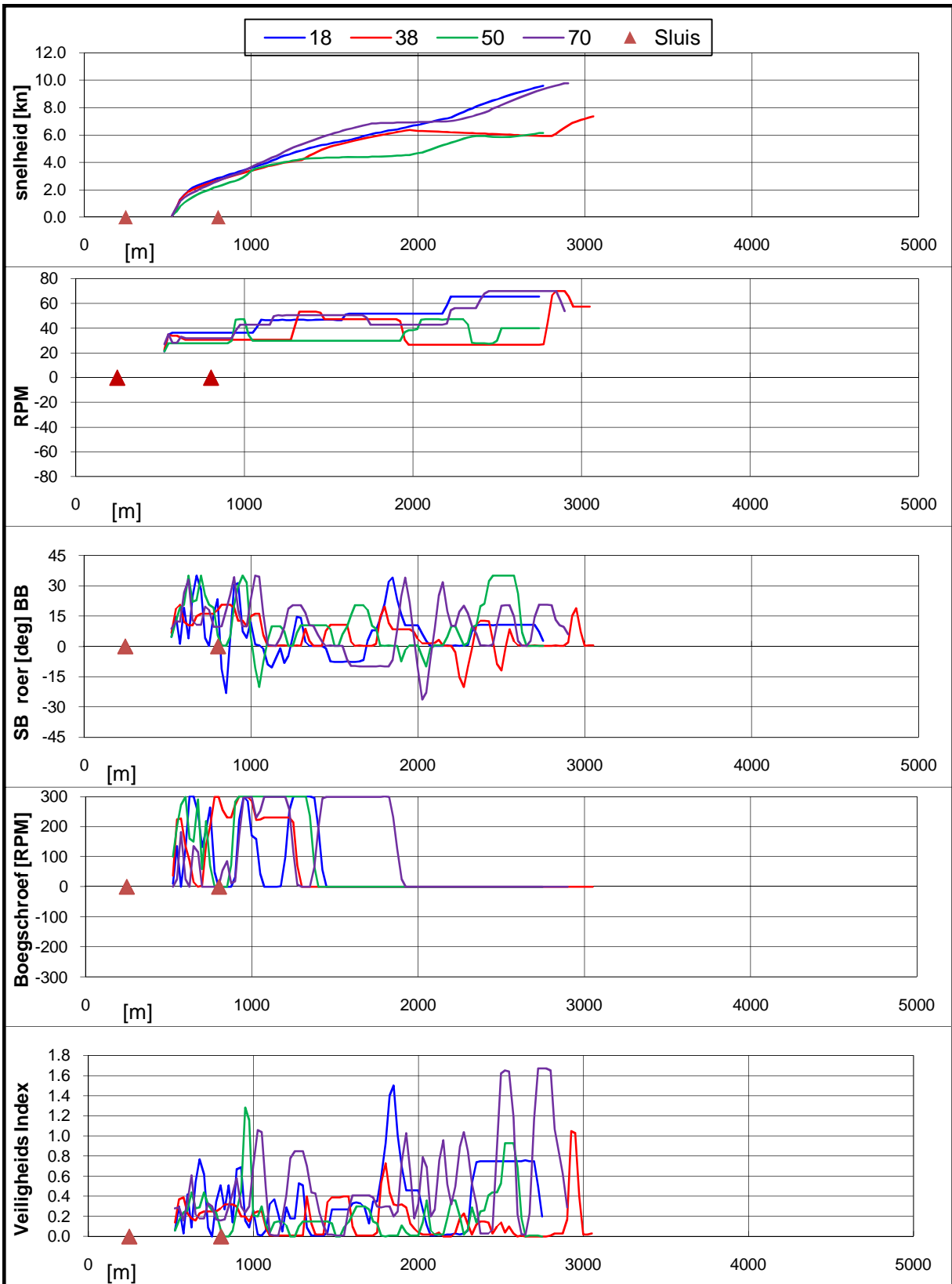
1:3616




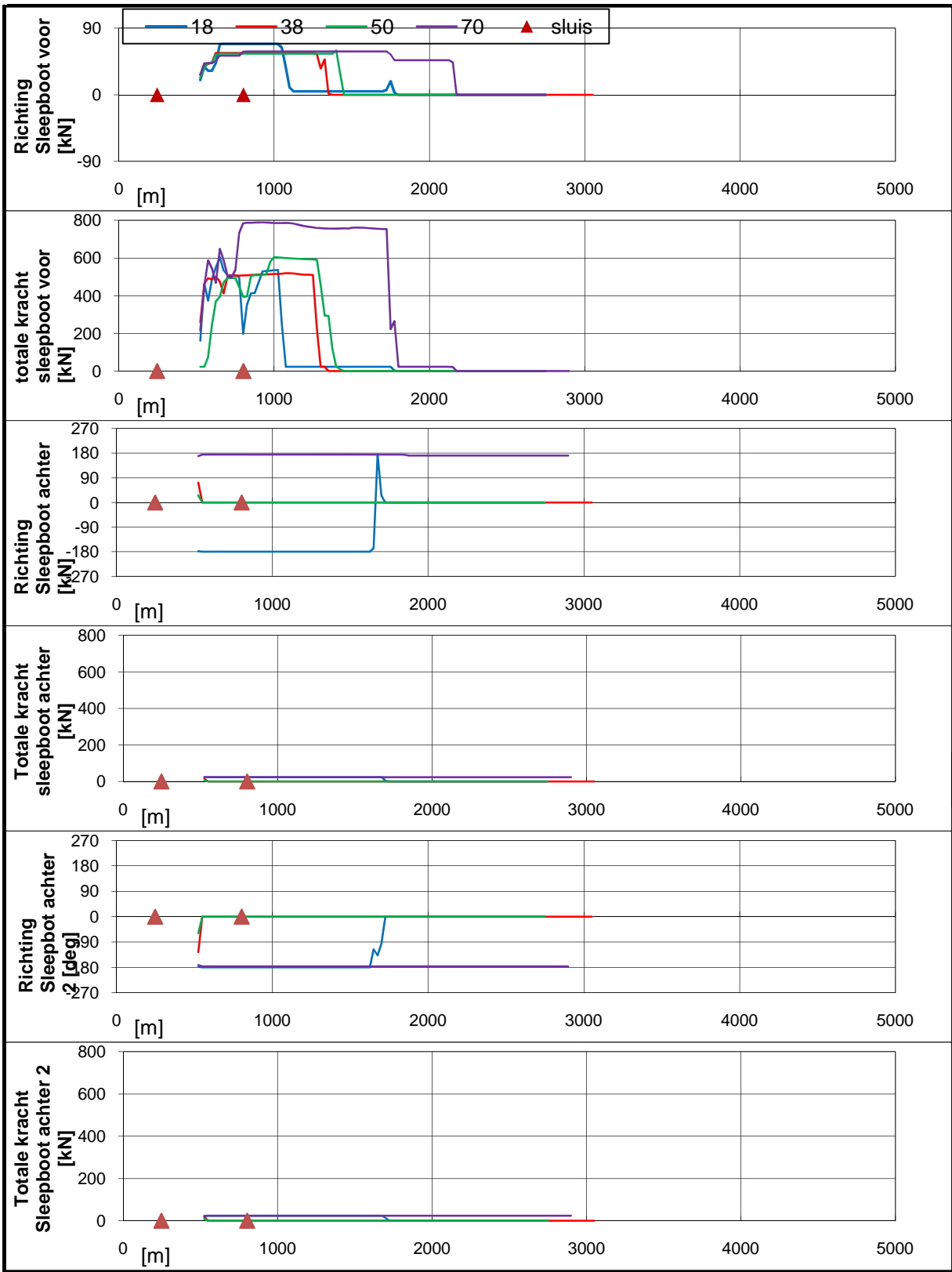
Condition


project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_20_cont.cnd
runnumber	: 70

OK



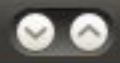
Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 5	
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: NW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 12.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 5	
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: NW 15,4 m/s		25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 12.c	



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

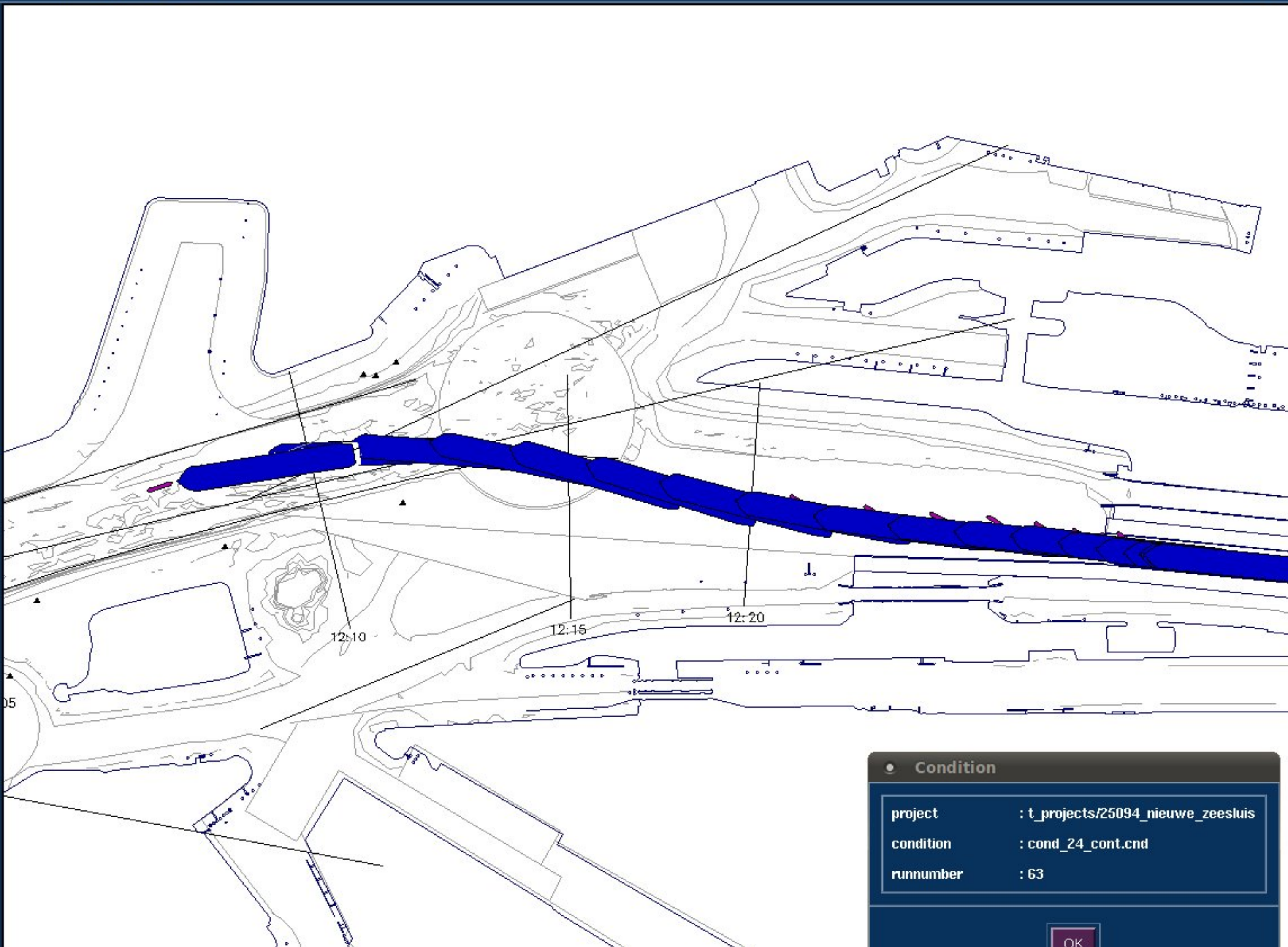
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

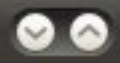
1:8486



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 63

OK



Area Manager

Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

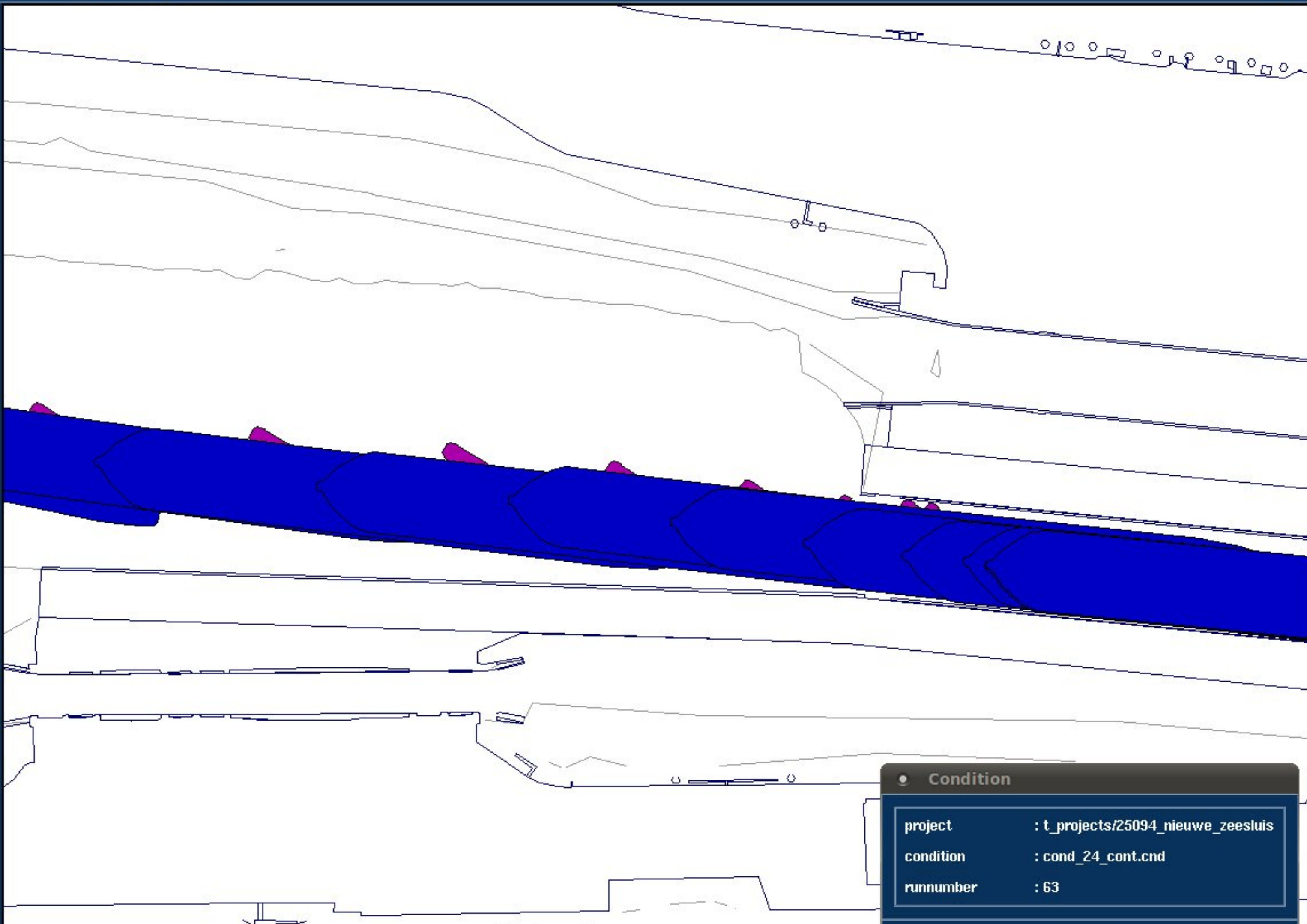
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:2631



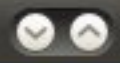
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 63

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

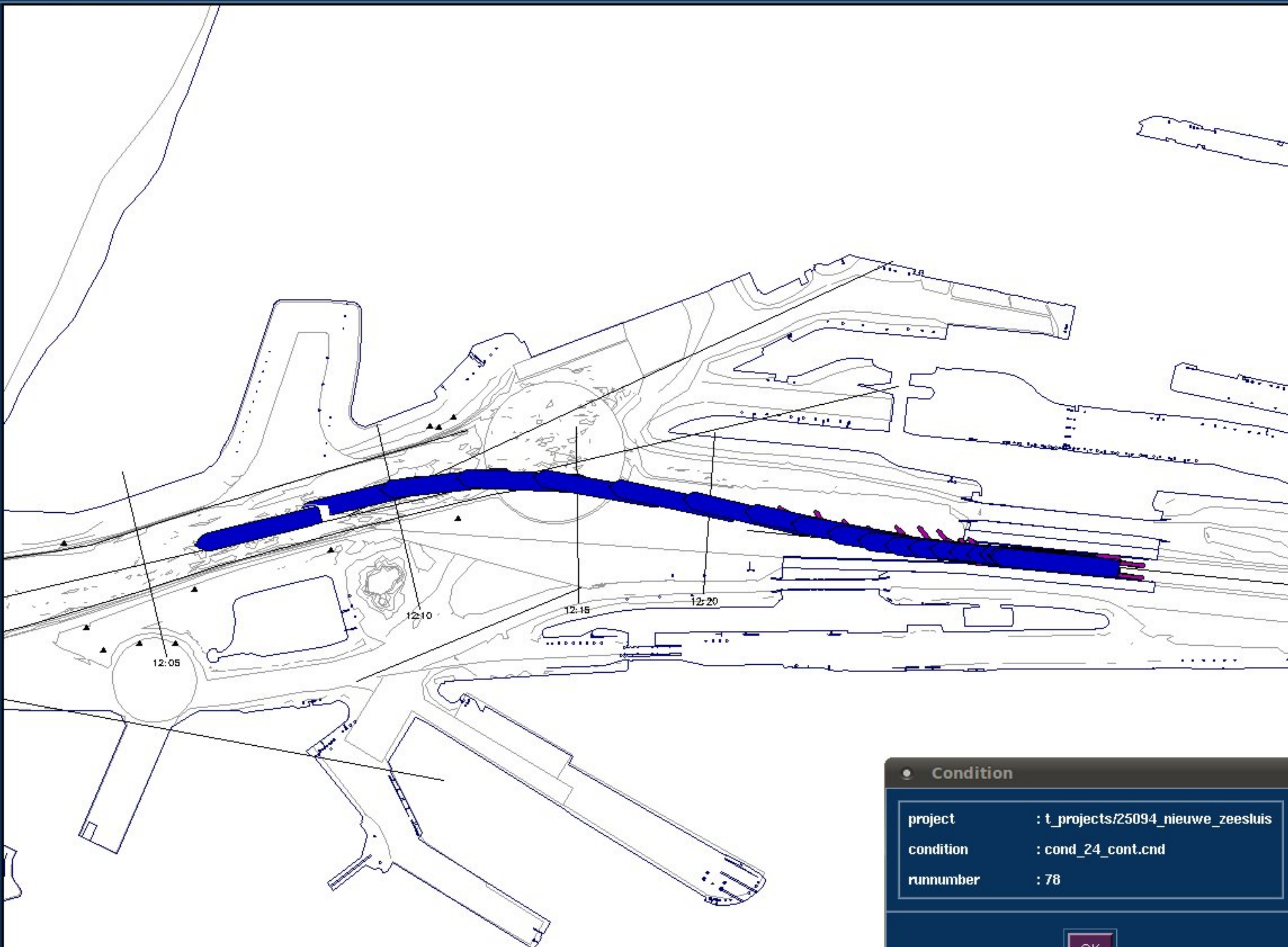
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:11805



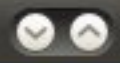
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 78

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

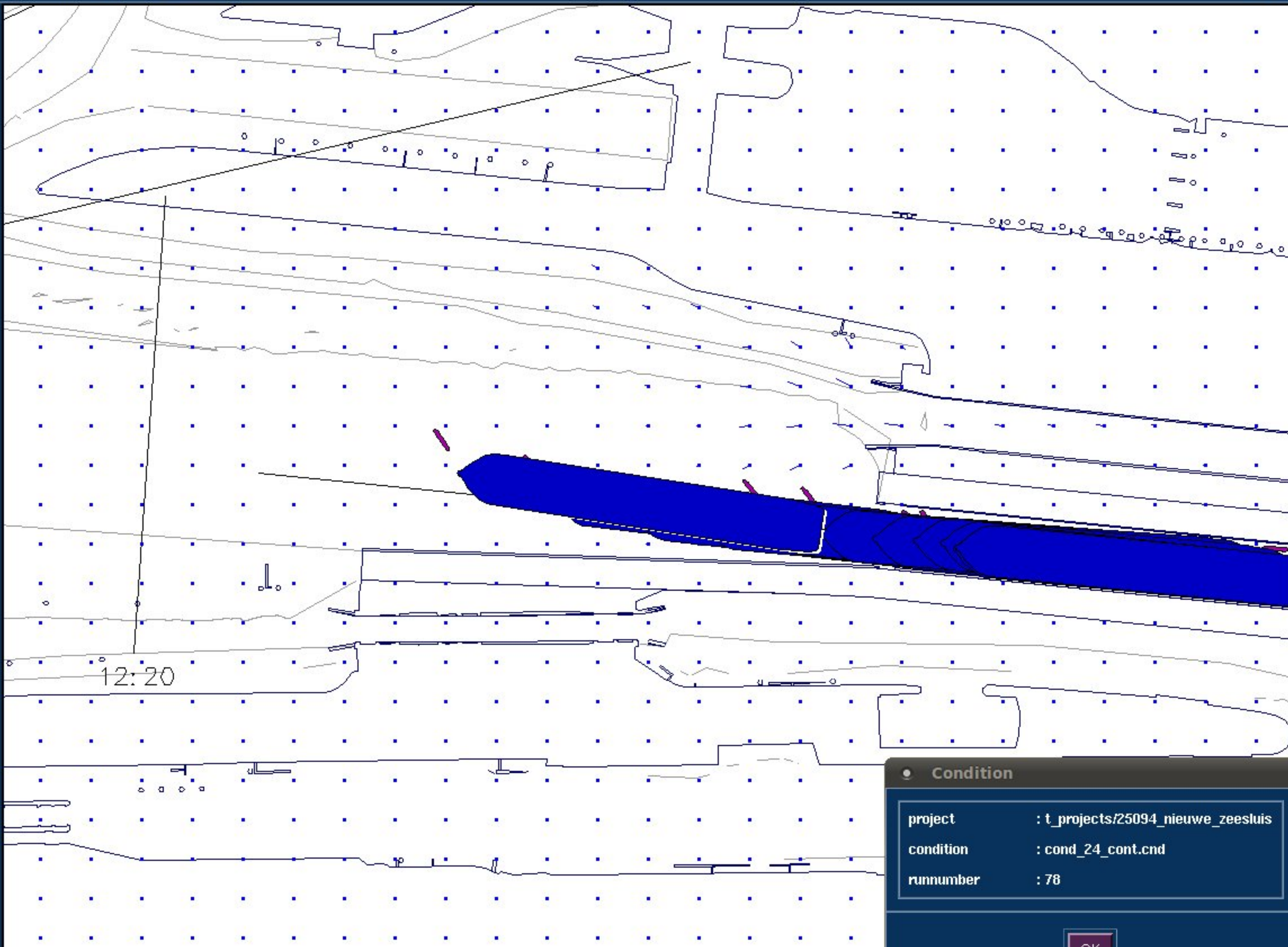
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:4134



12:20

Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 78

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

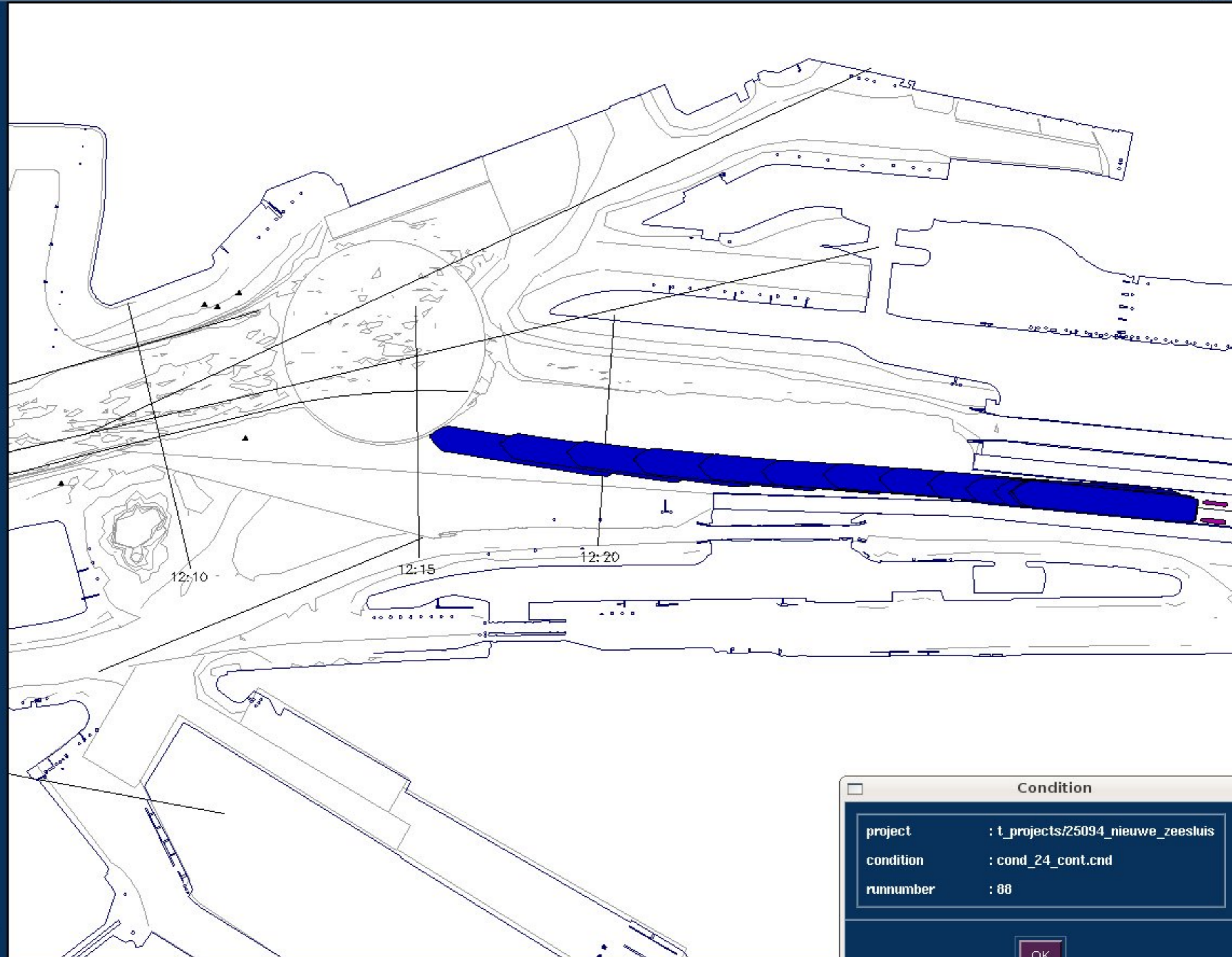
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1 : 7851



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 88

OK

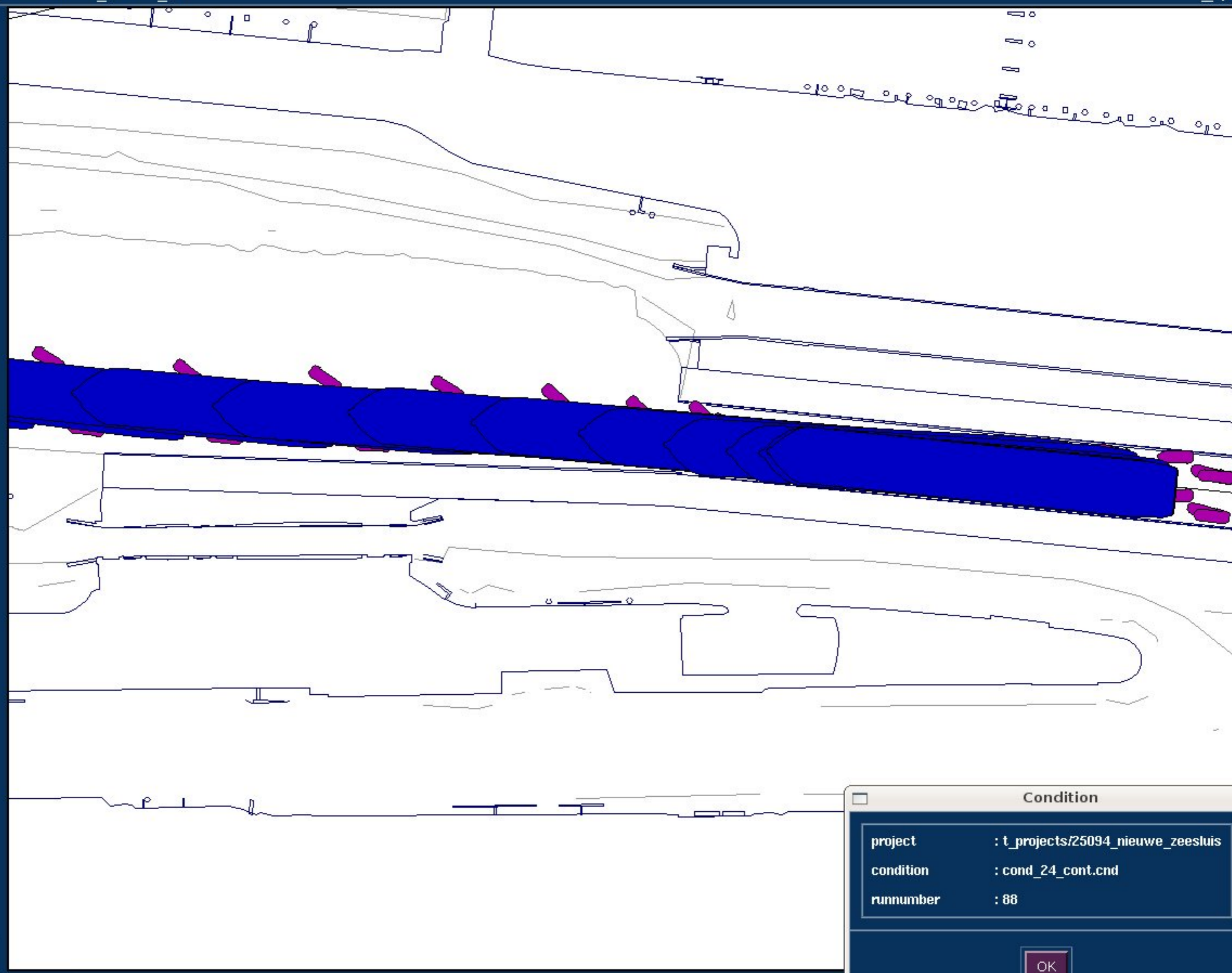
- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3564



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 88

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

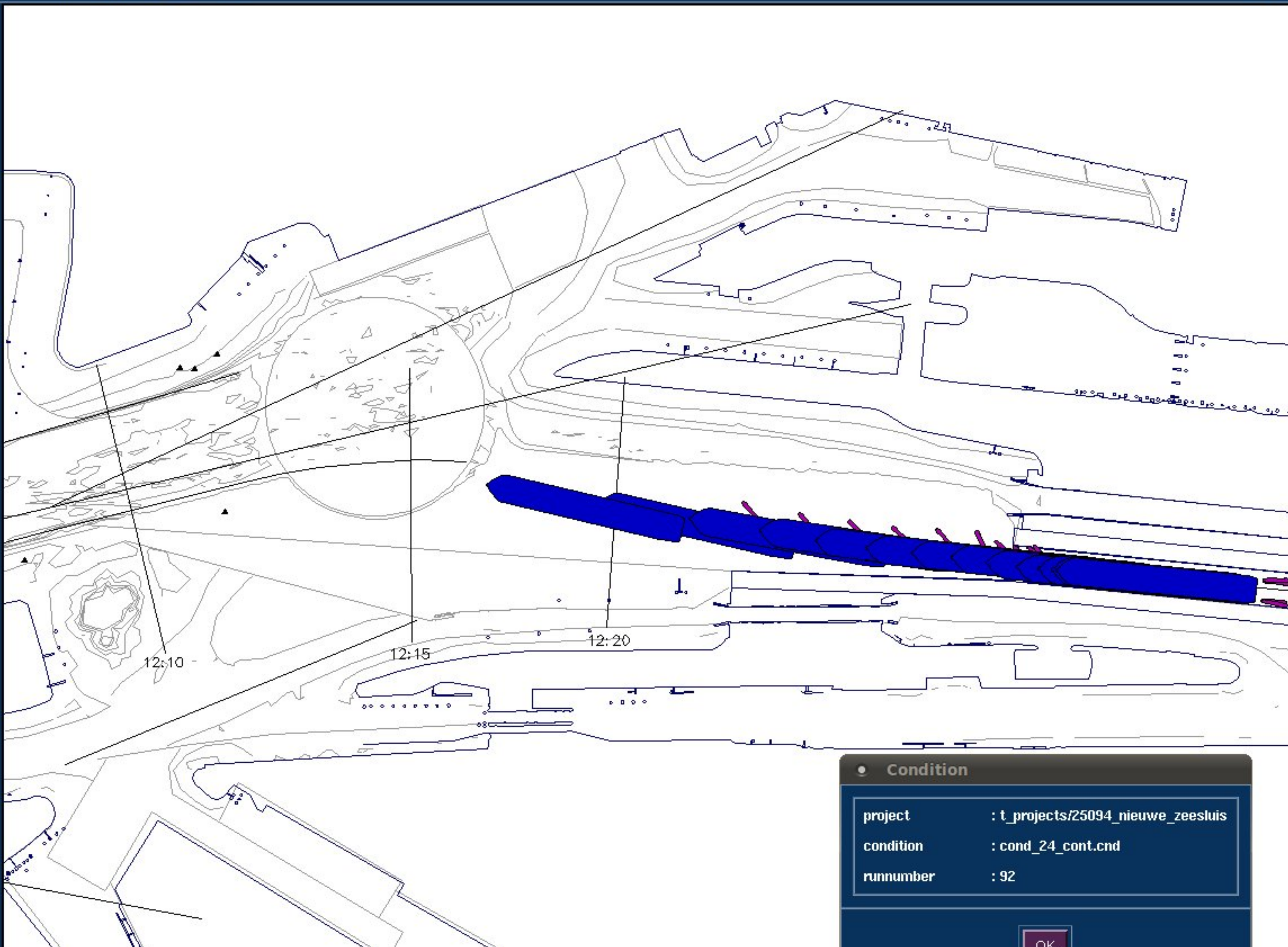
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:7563



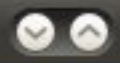
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 92

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

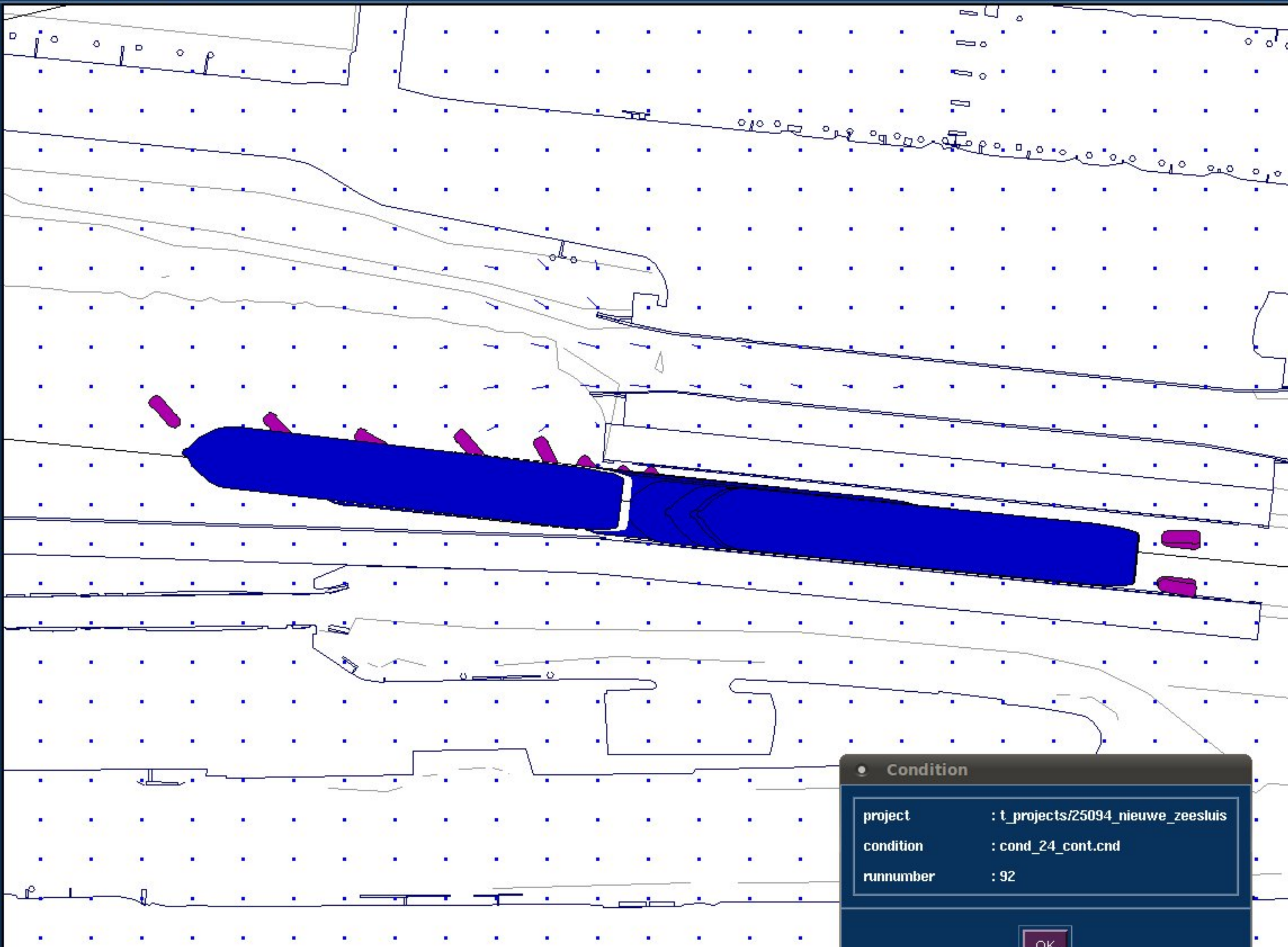
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

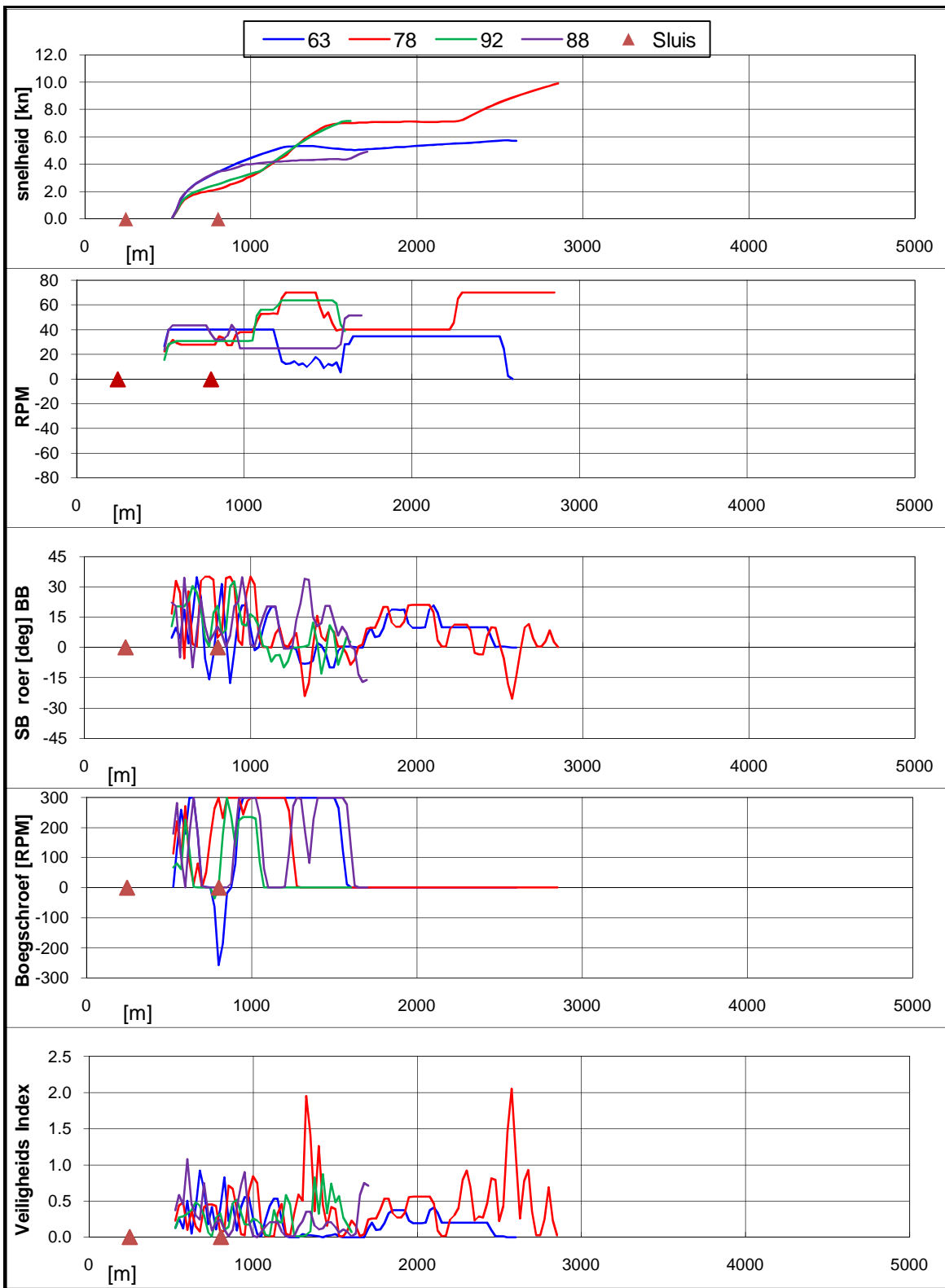
1 : 3441



Condition

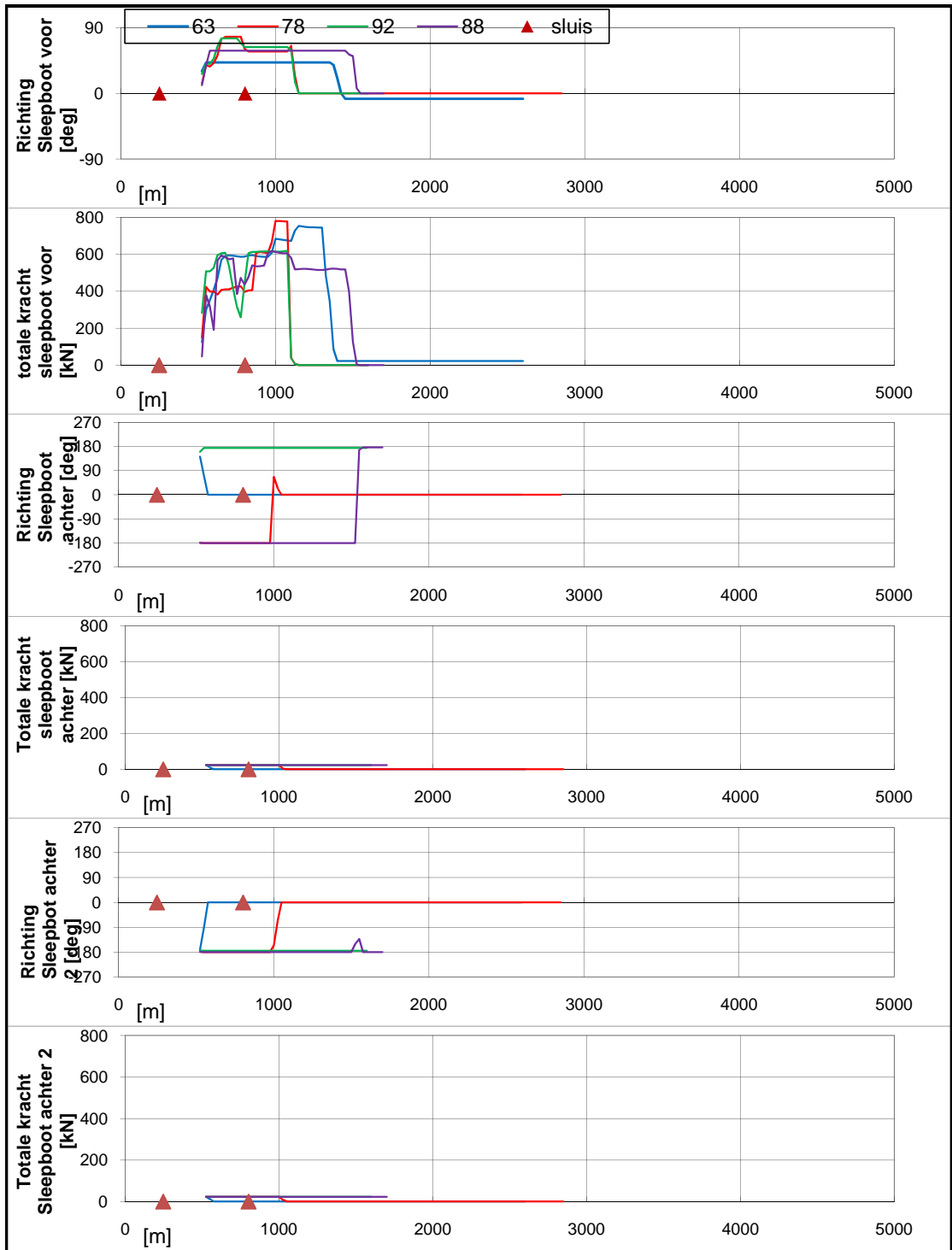
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_24_cont.cnd
runnumber	: 92

OK

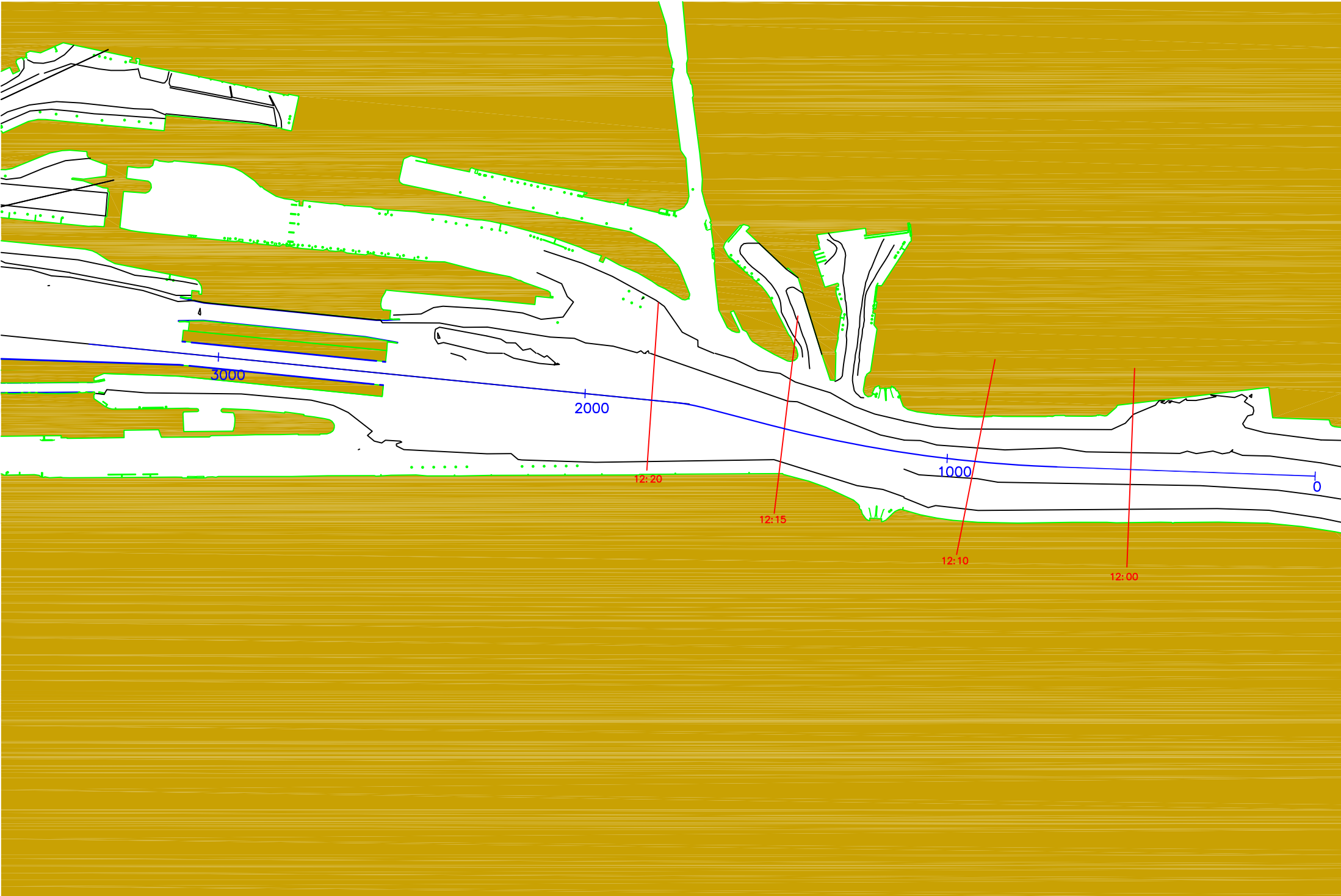


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 6
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: NW 15,4 m/s		25094.600
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 14.b



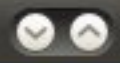


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 6	
type schip: Container 366, uitvaart naar west, wind: NW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 14.c	





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

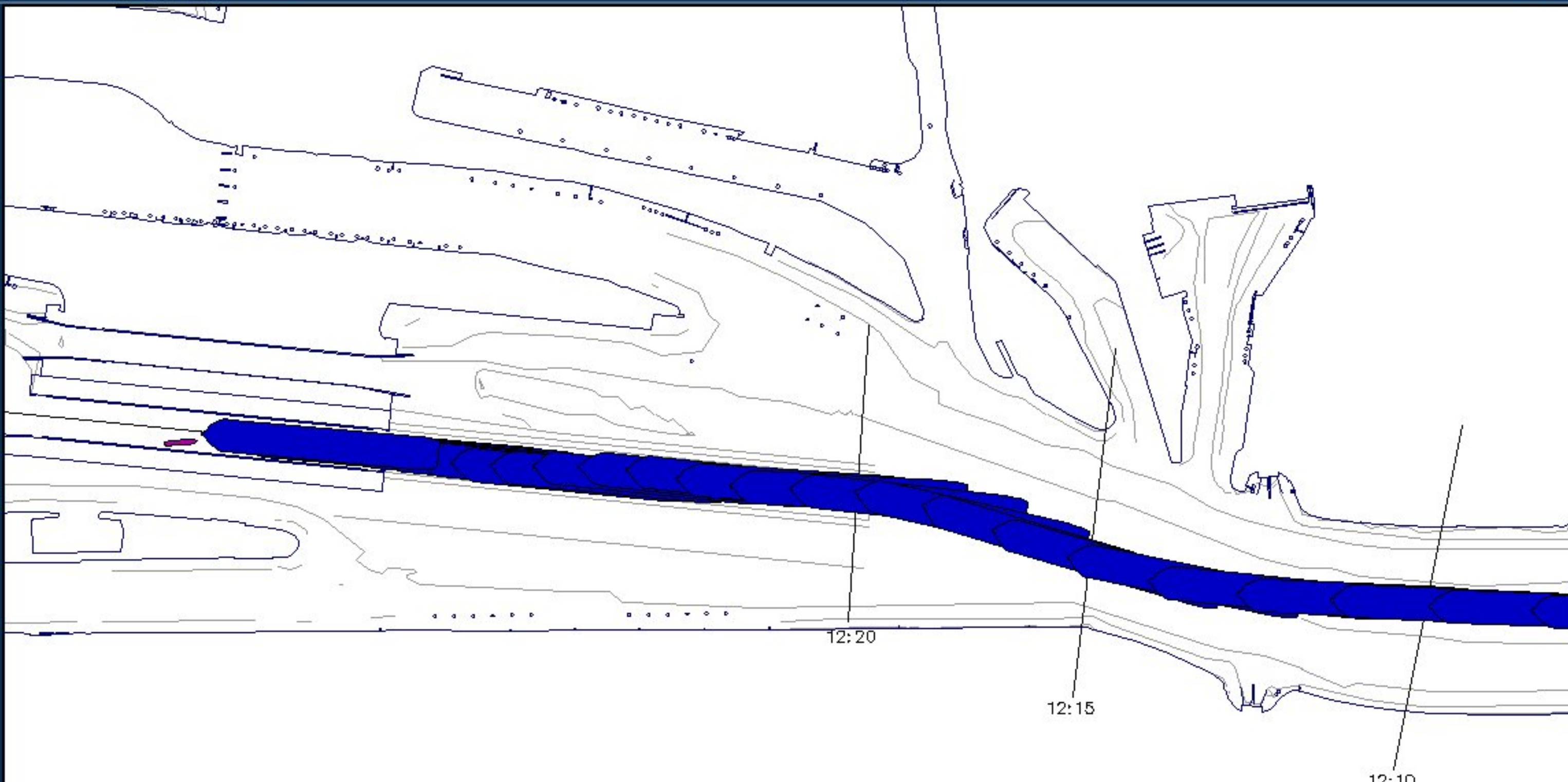
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:7786



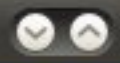
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 16

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

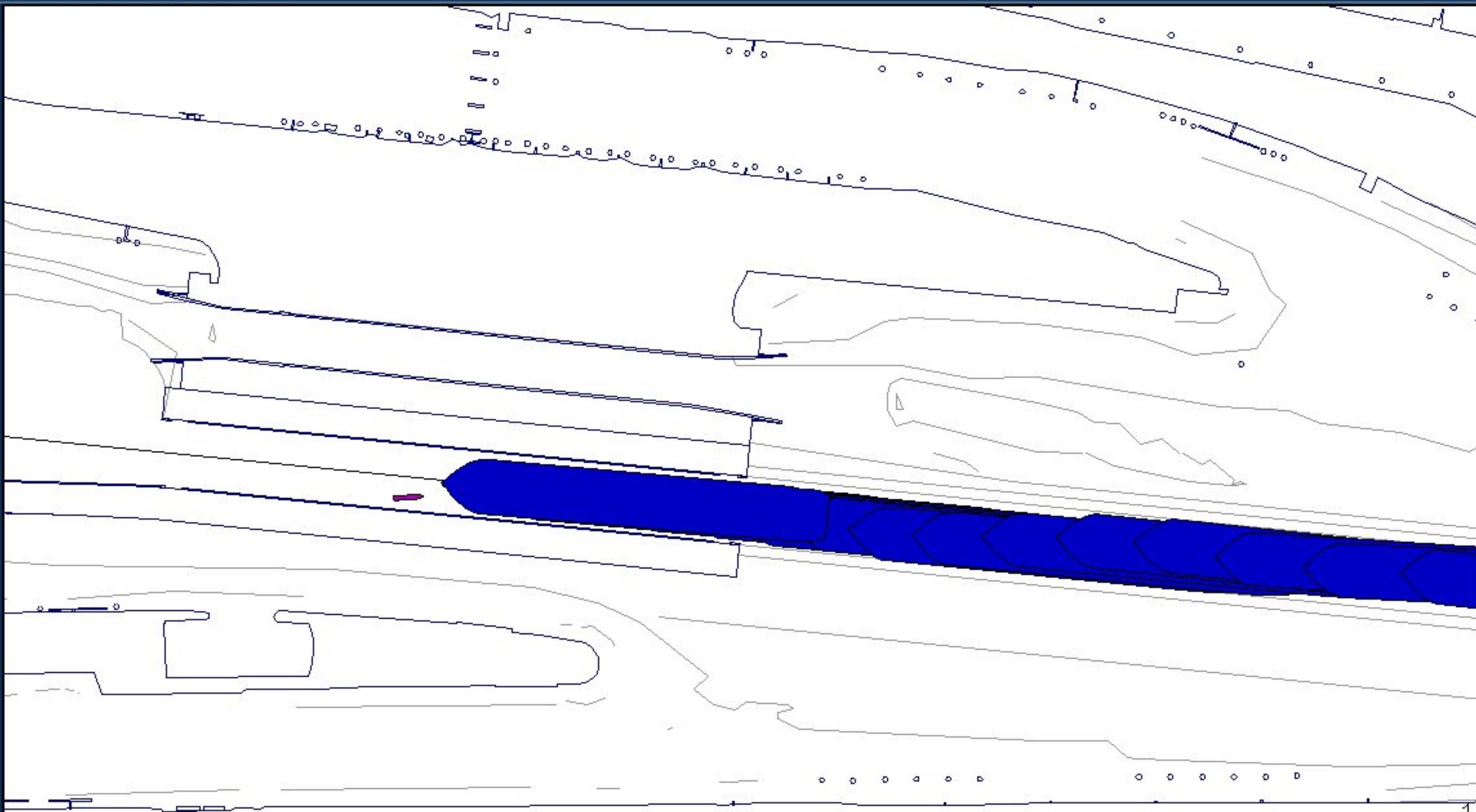
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:4495



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 16

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

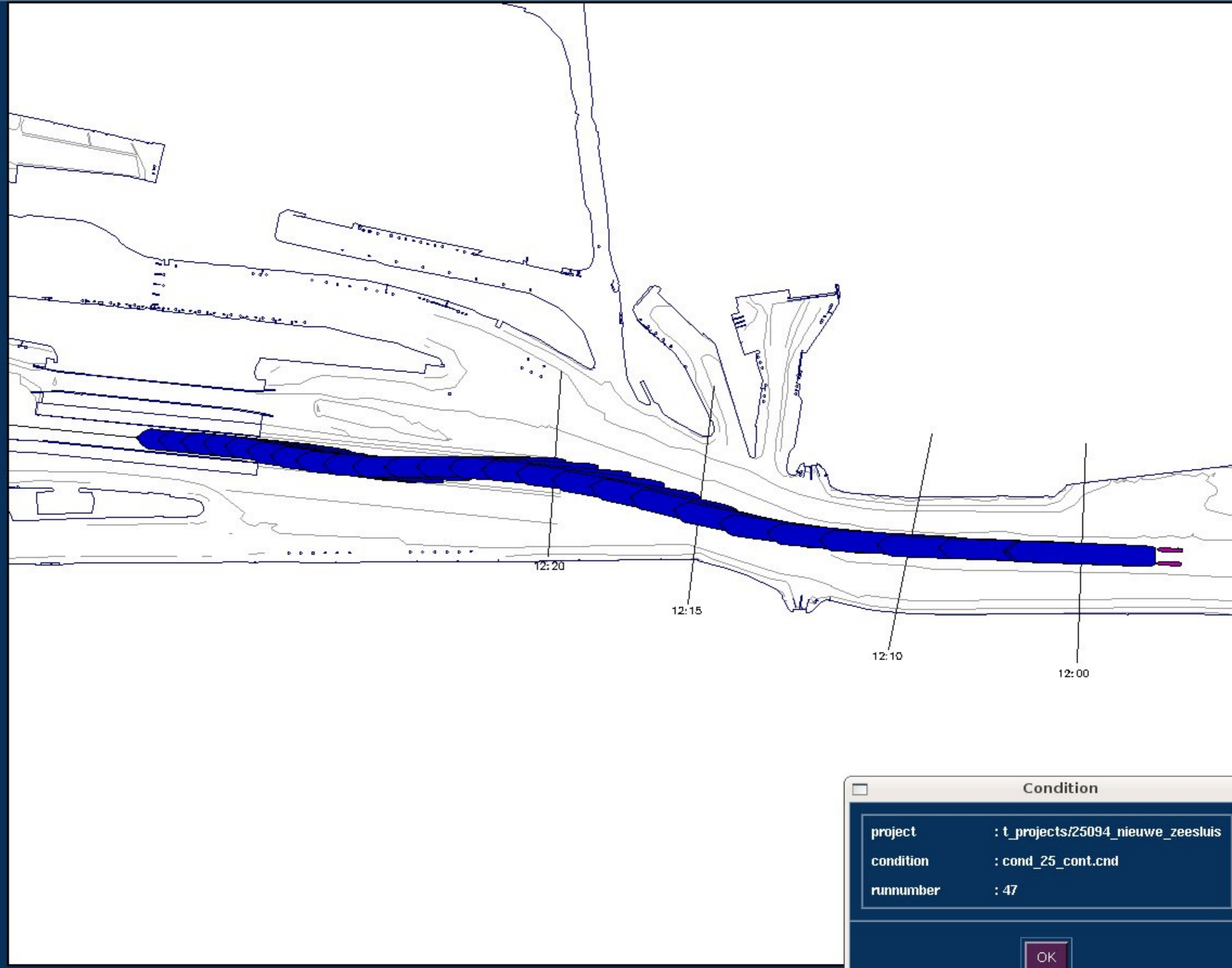
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 9842



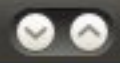
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 47

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

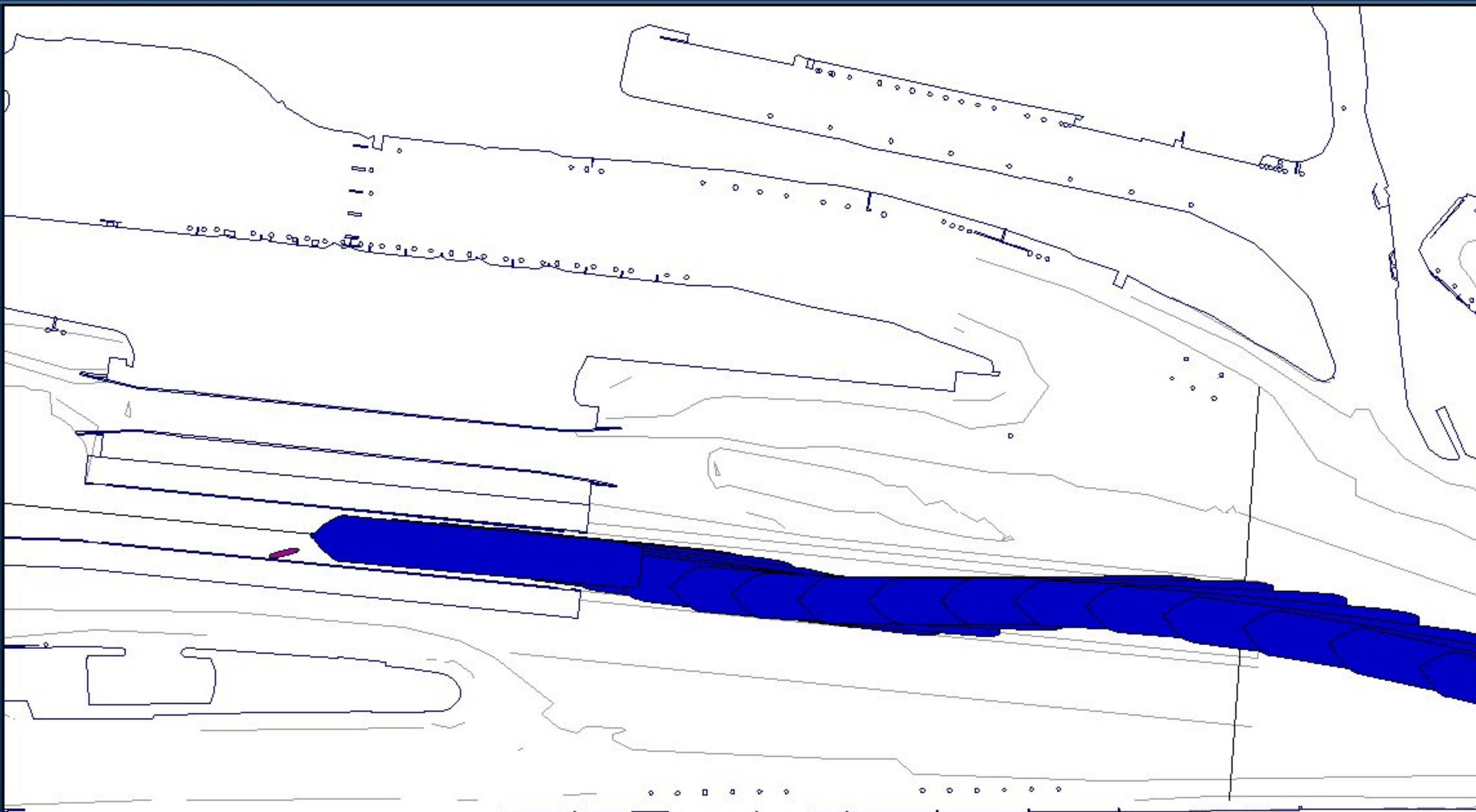
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

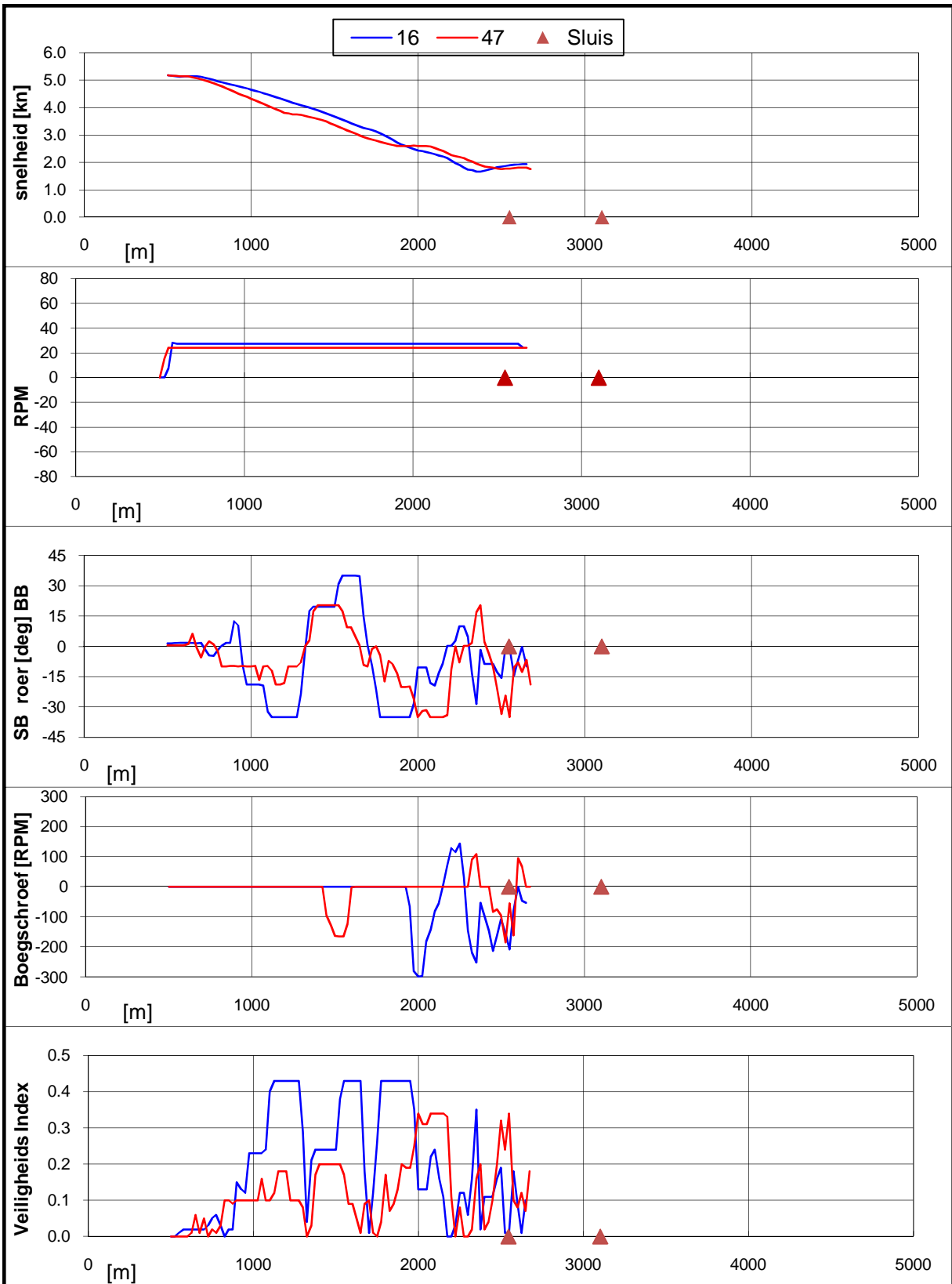
1:5242



12:20

Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 47



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden

Stroomscenario: 7

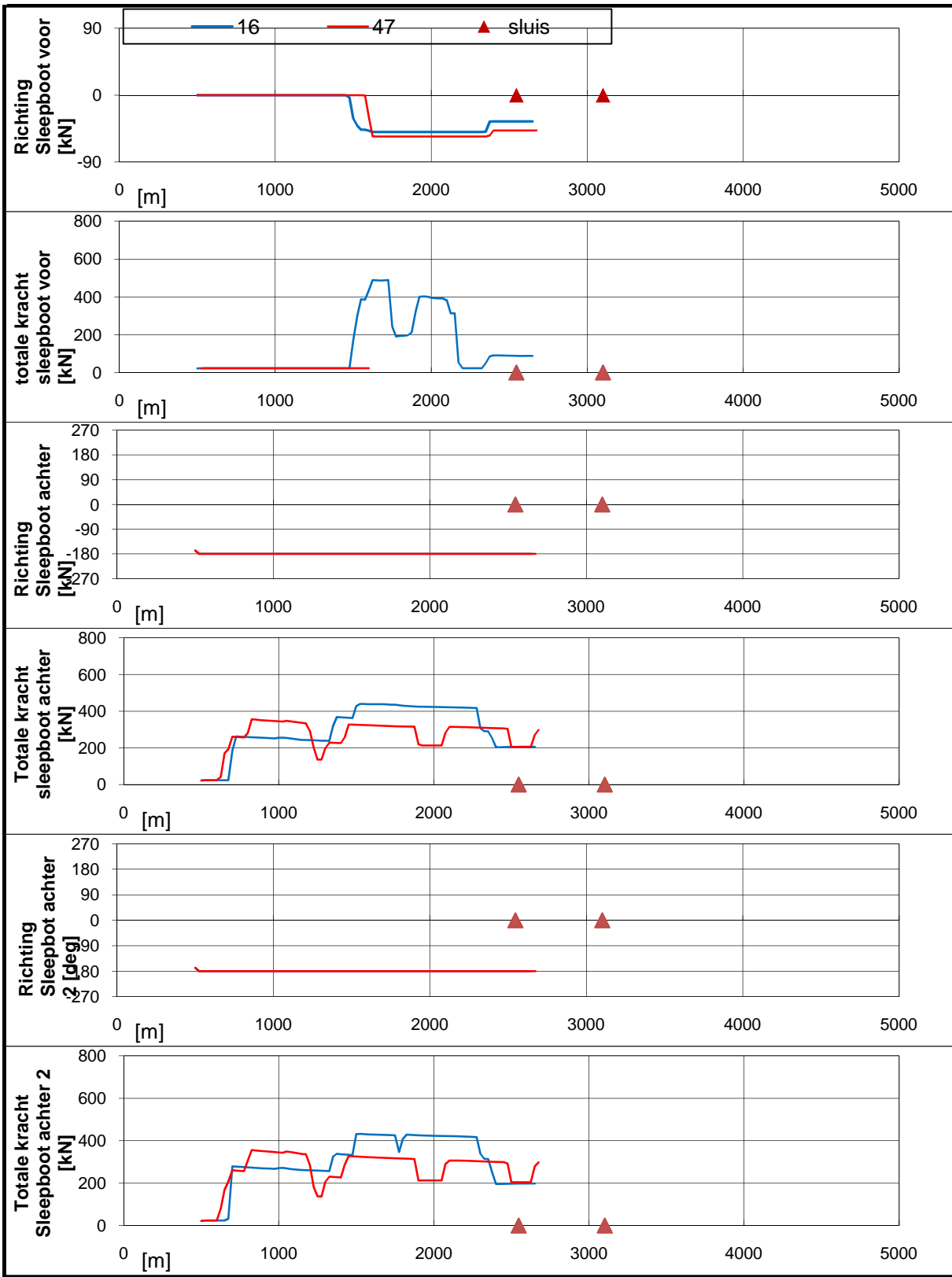
type schip: Container 366, invaart vanuit oost, wind: ZW 8 m/s

25094.600

MARIN's Nautical Centre MSCN

Fig: 17.b





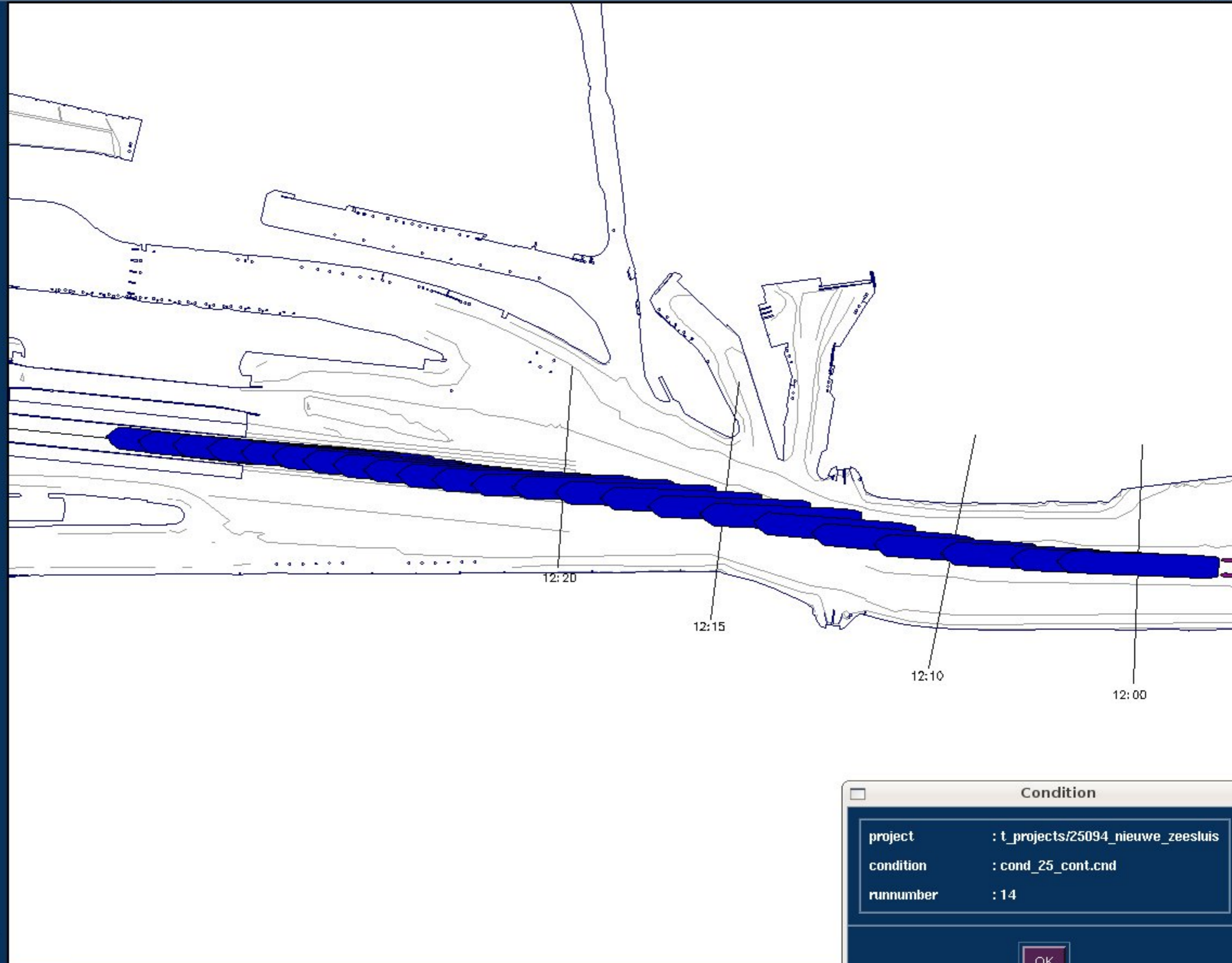
Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 7
type schip: Container 366, invaart vanuit oost, wind: ZW 8 m/s		25094.600
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 17.c



- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◇ Ship

Scale
1 : 9056



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 14

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

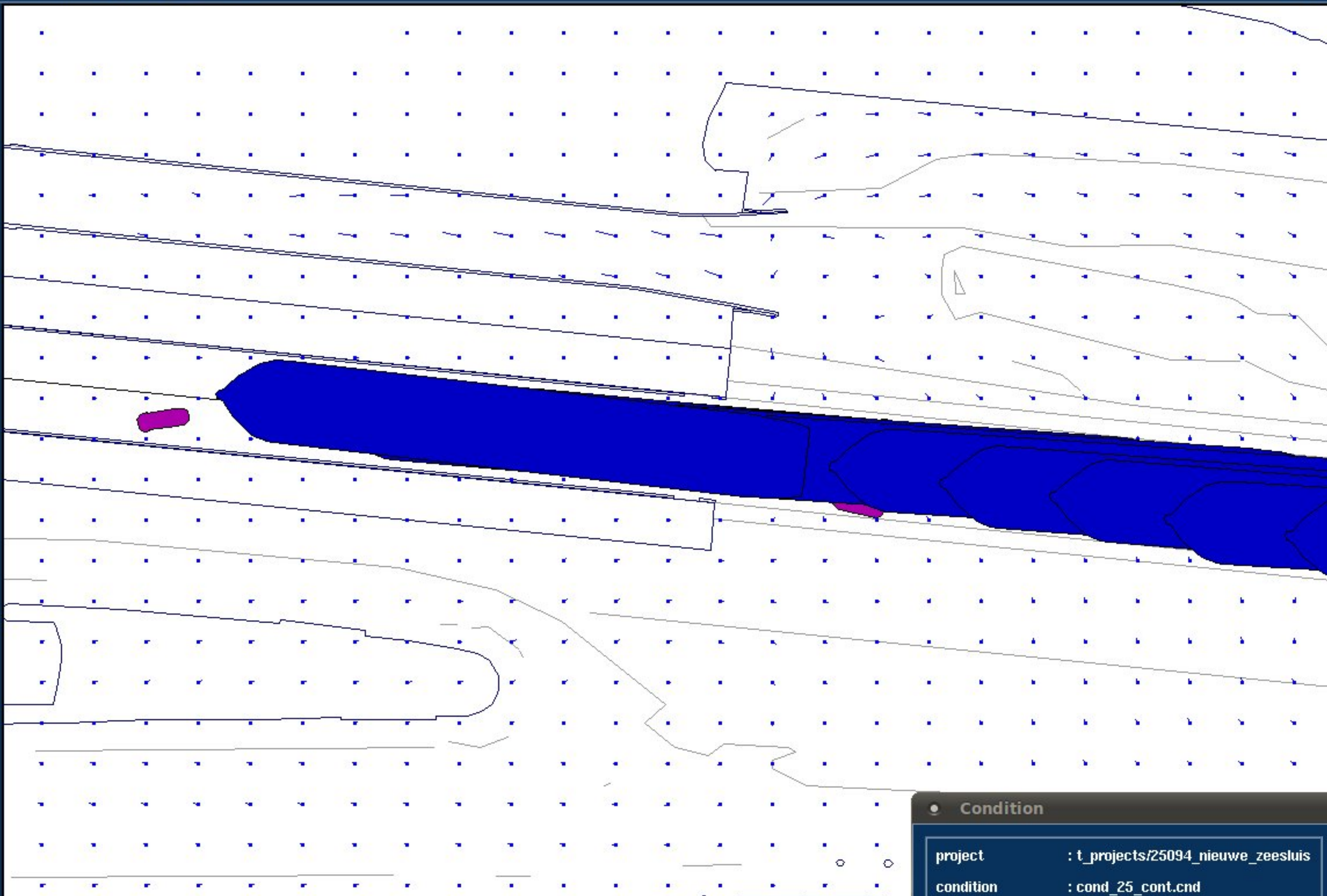
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:2636



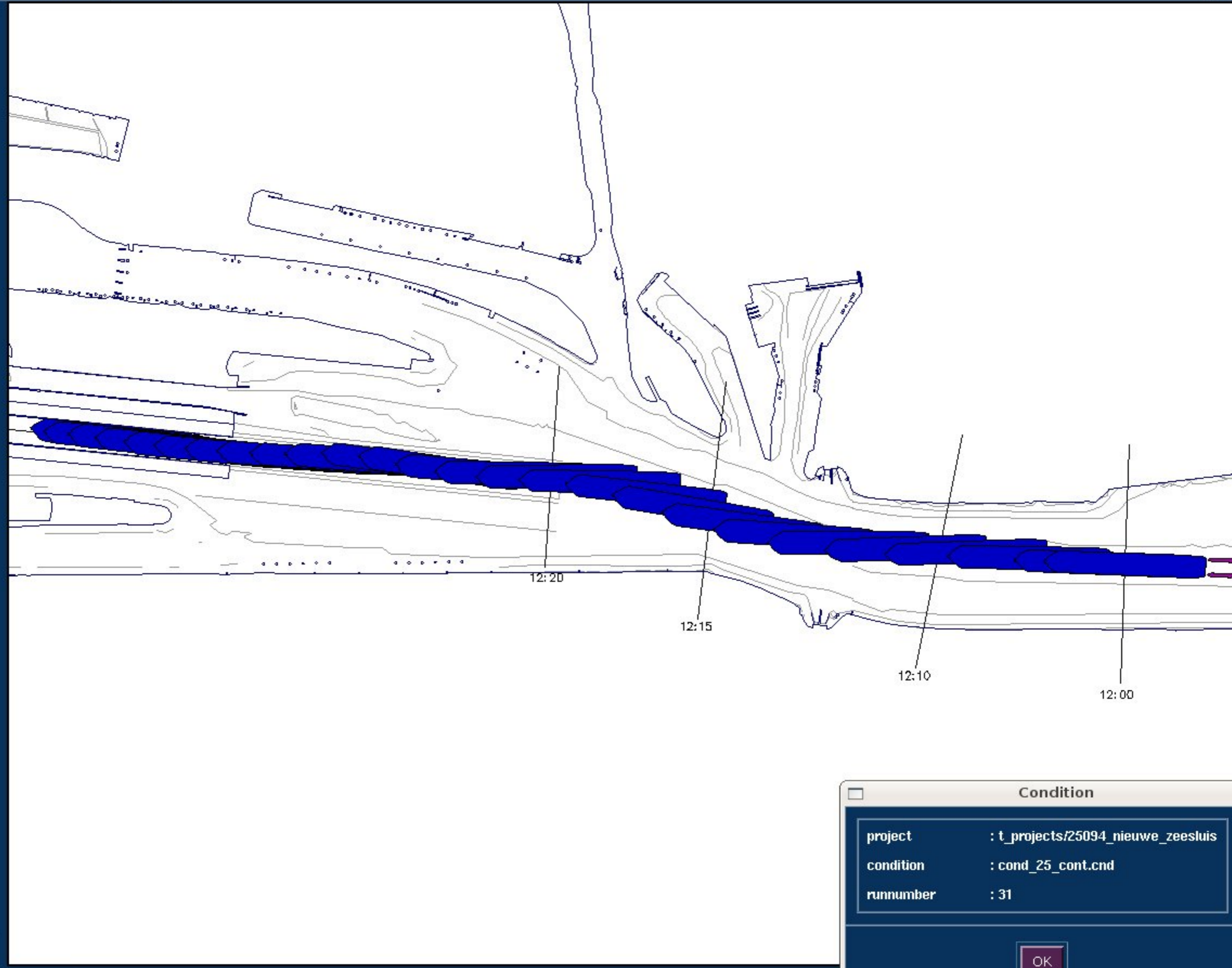
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 14

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◇ Ship

Scale
1 : 9056



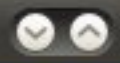
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 31

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

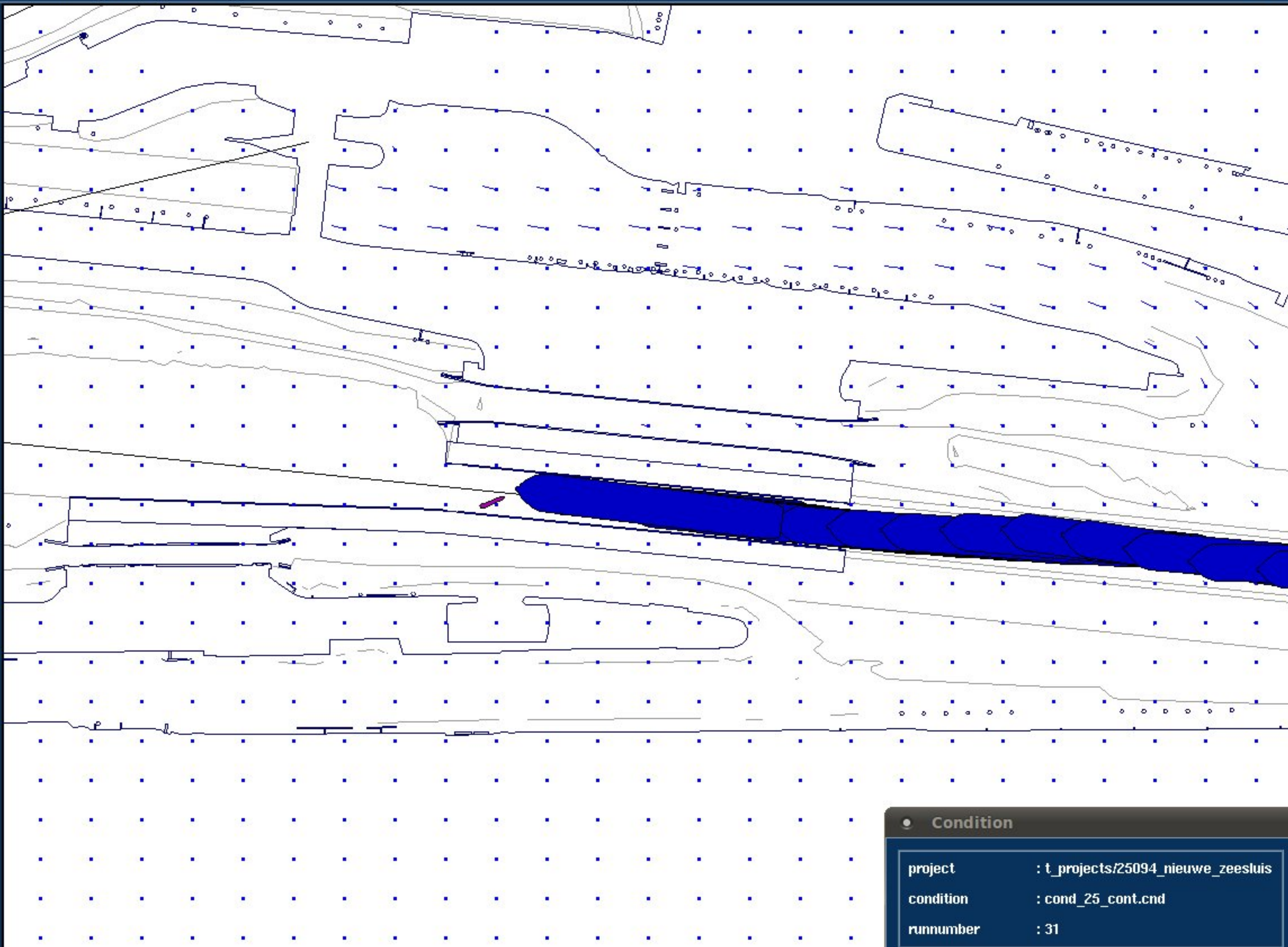
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:5662



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 31

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

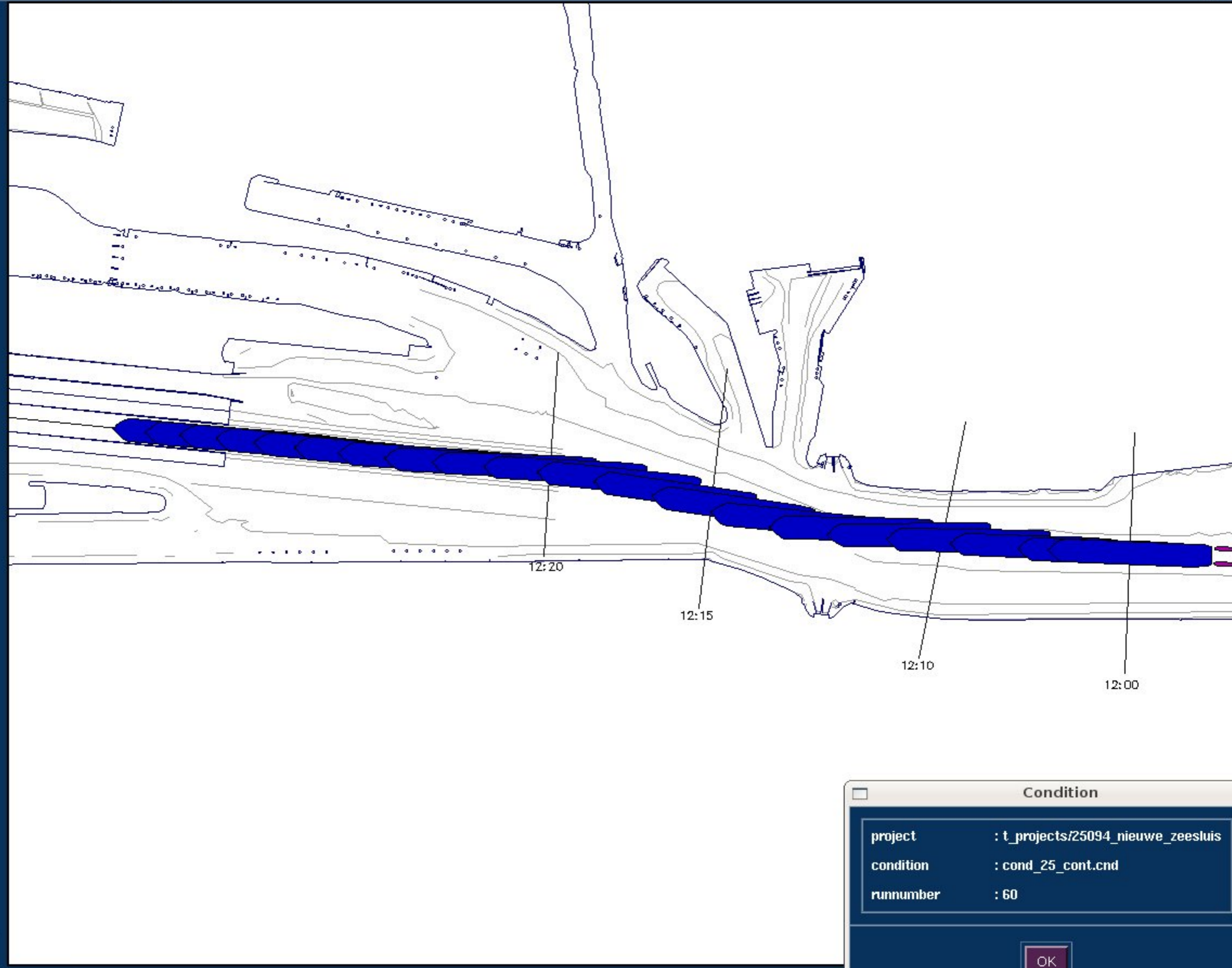
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1 : 8964



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 60

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

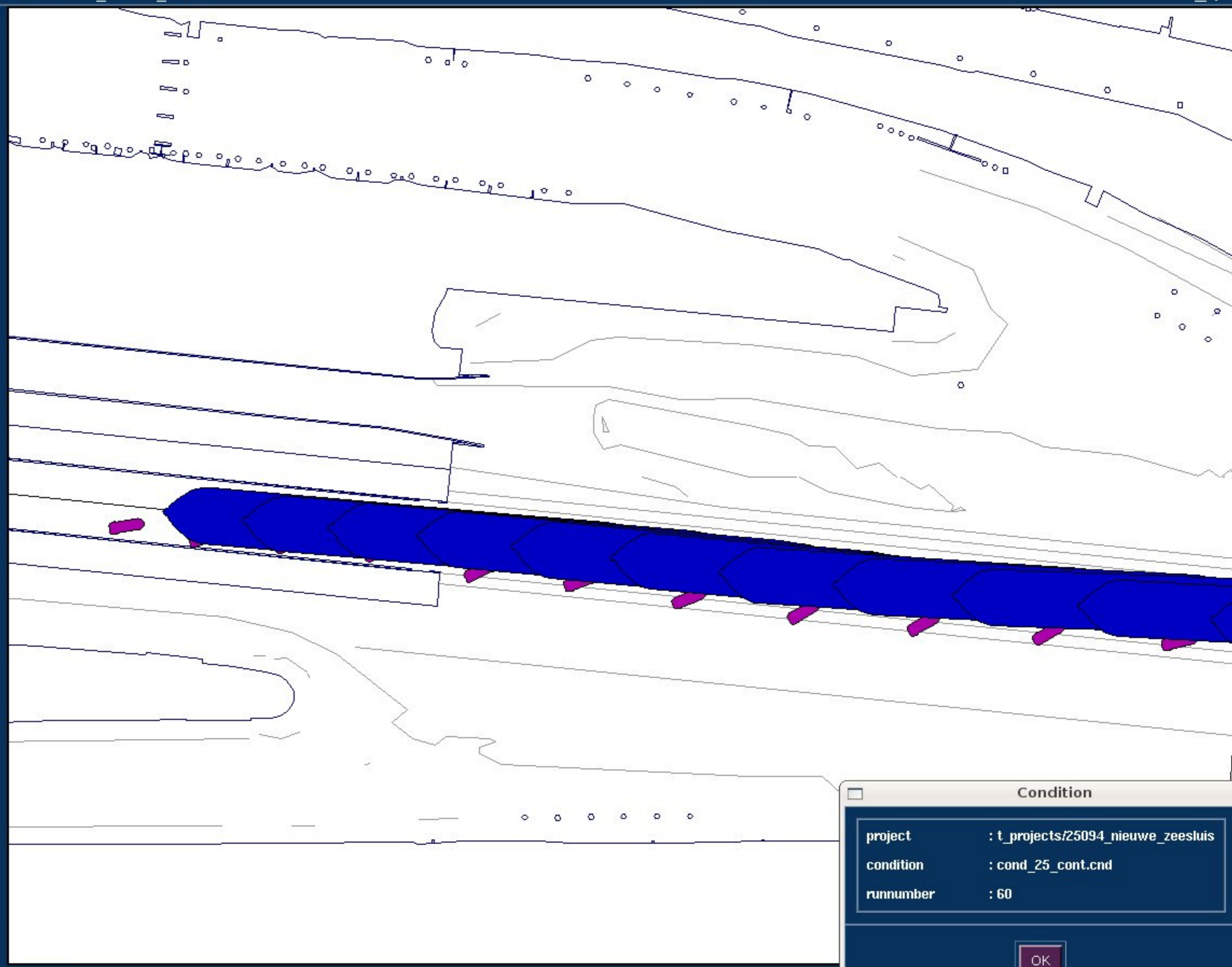
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1:3611



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 60

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

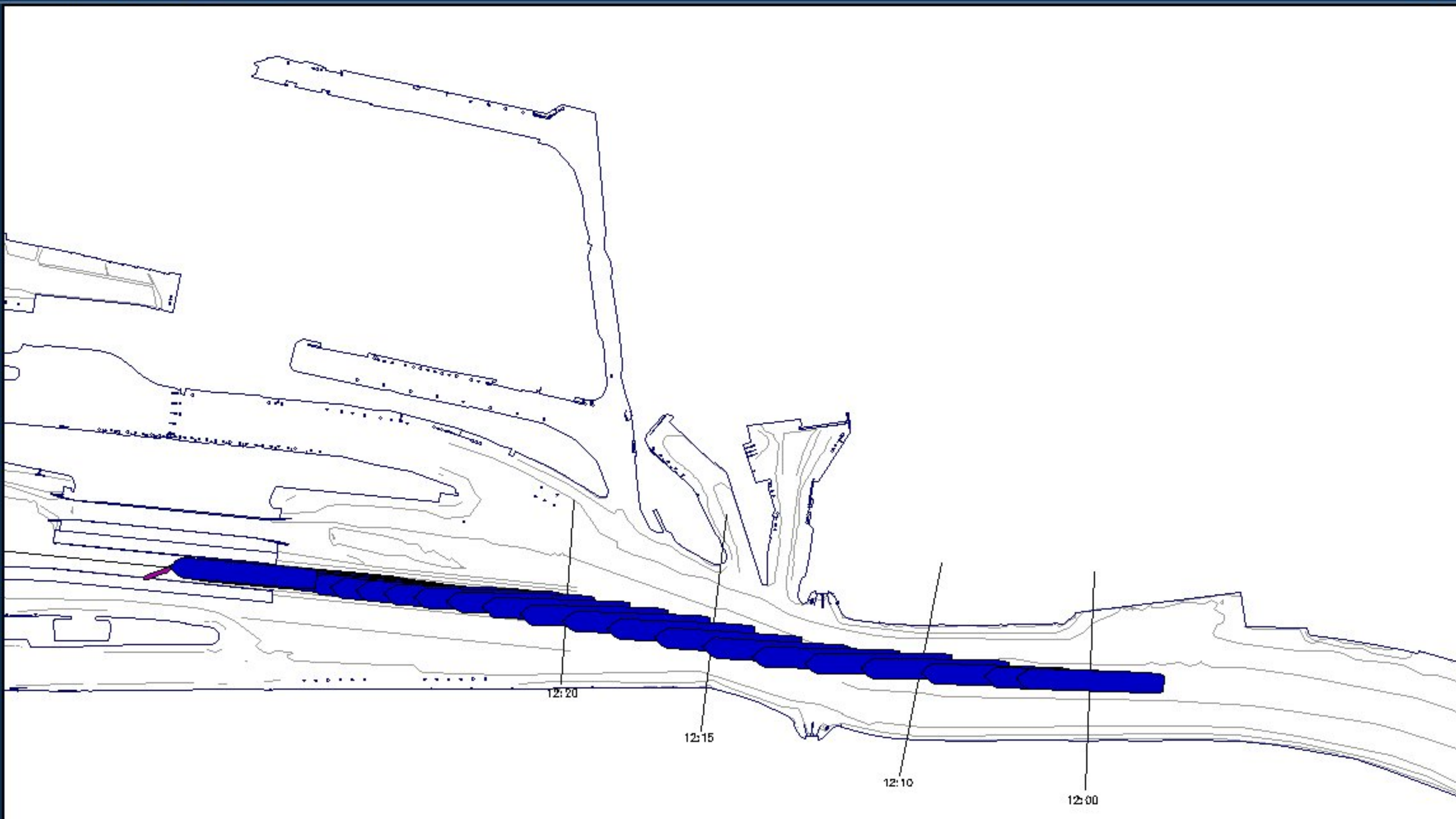
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1:11647



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 69

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

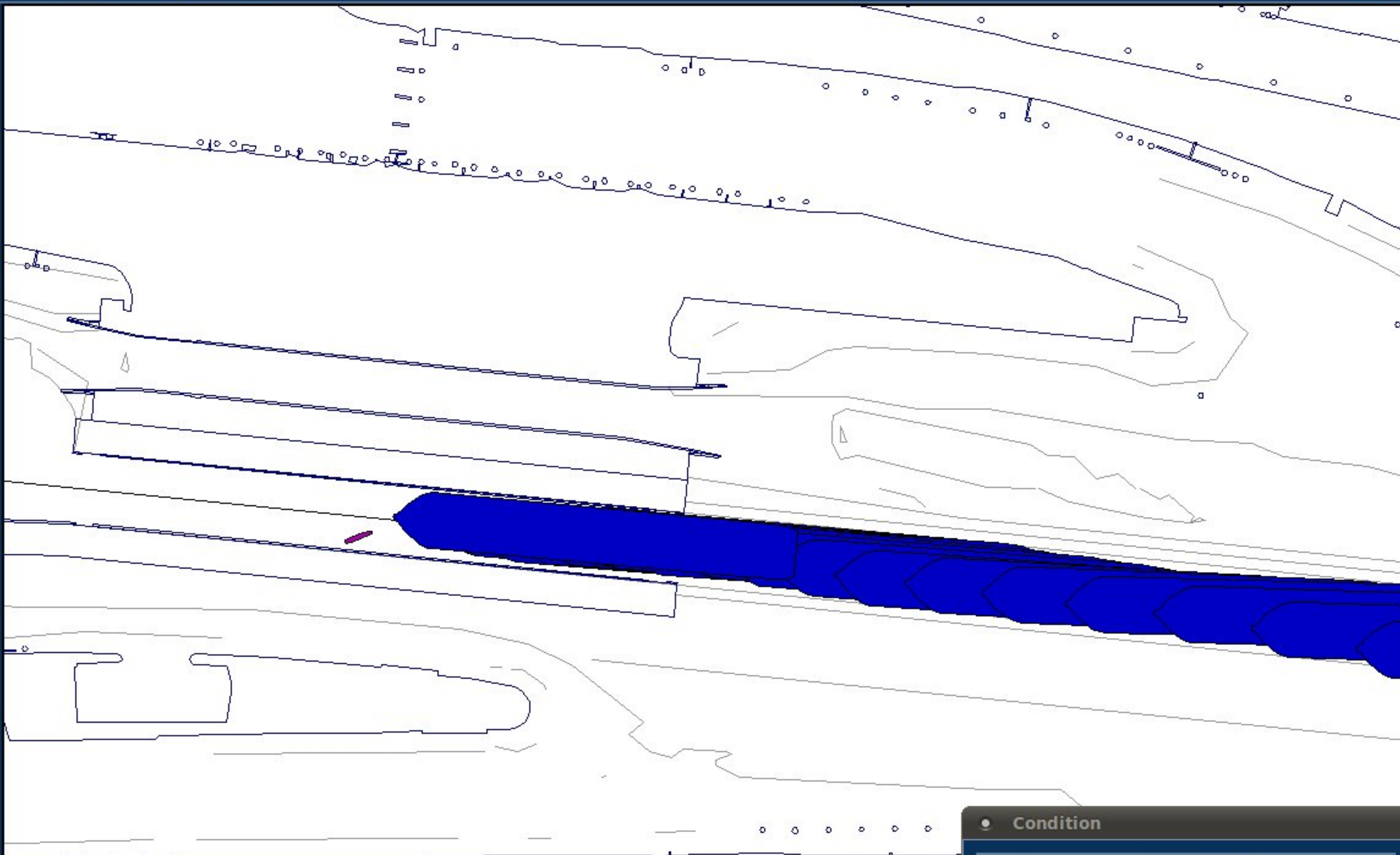
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

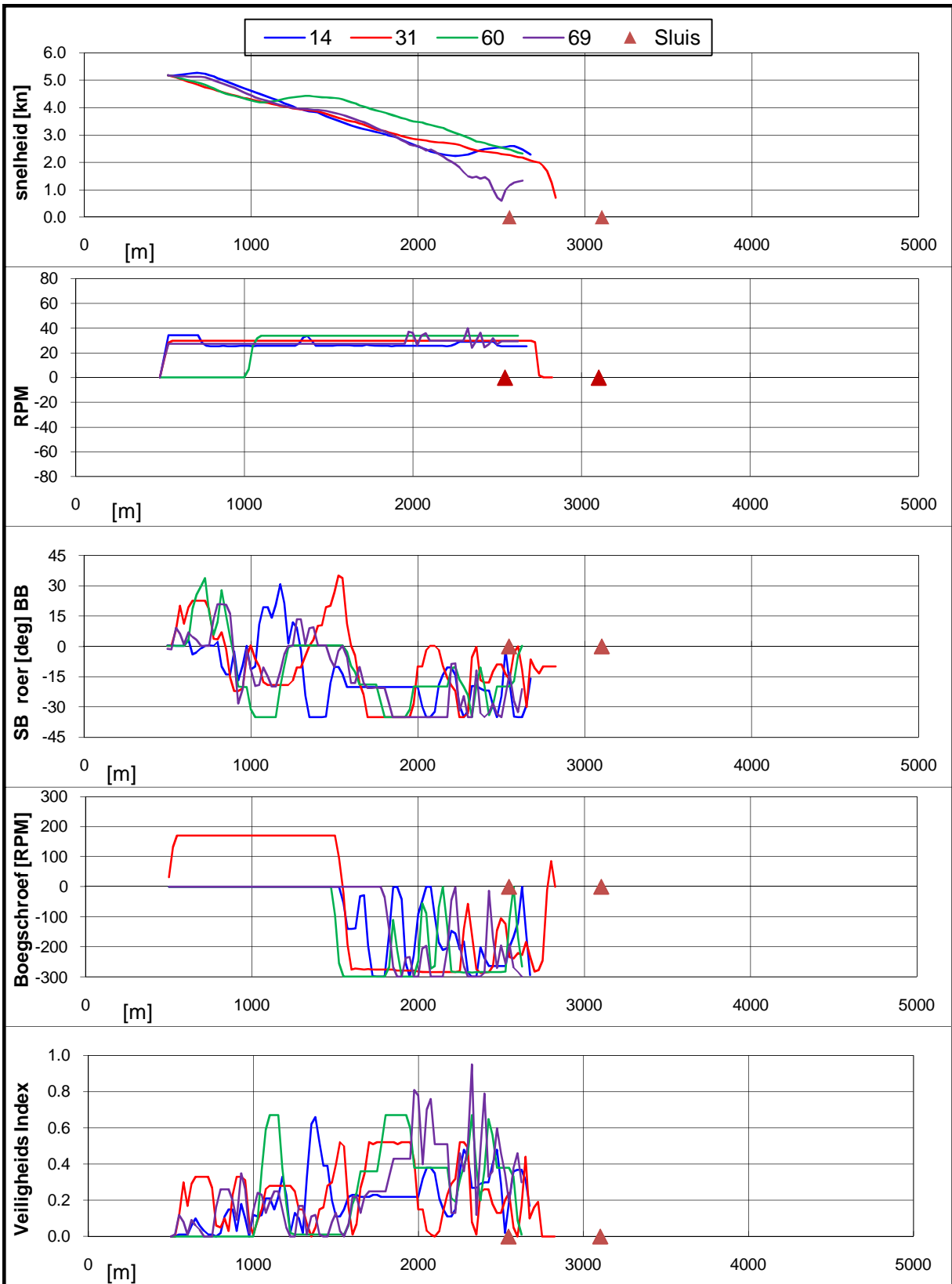
1:4077




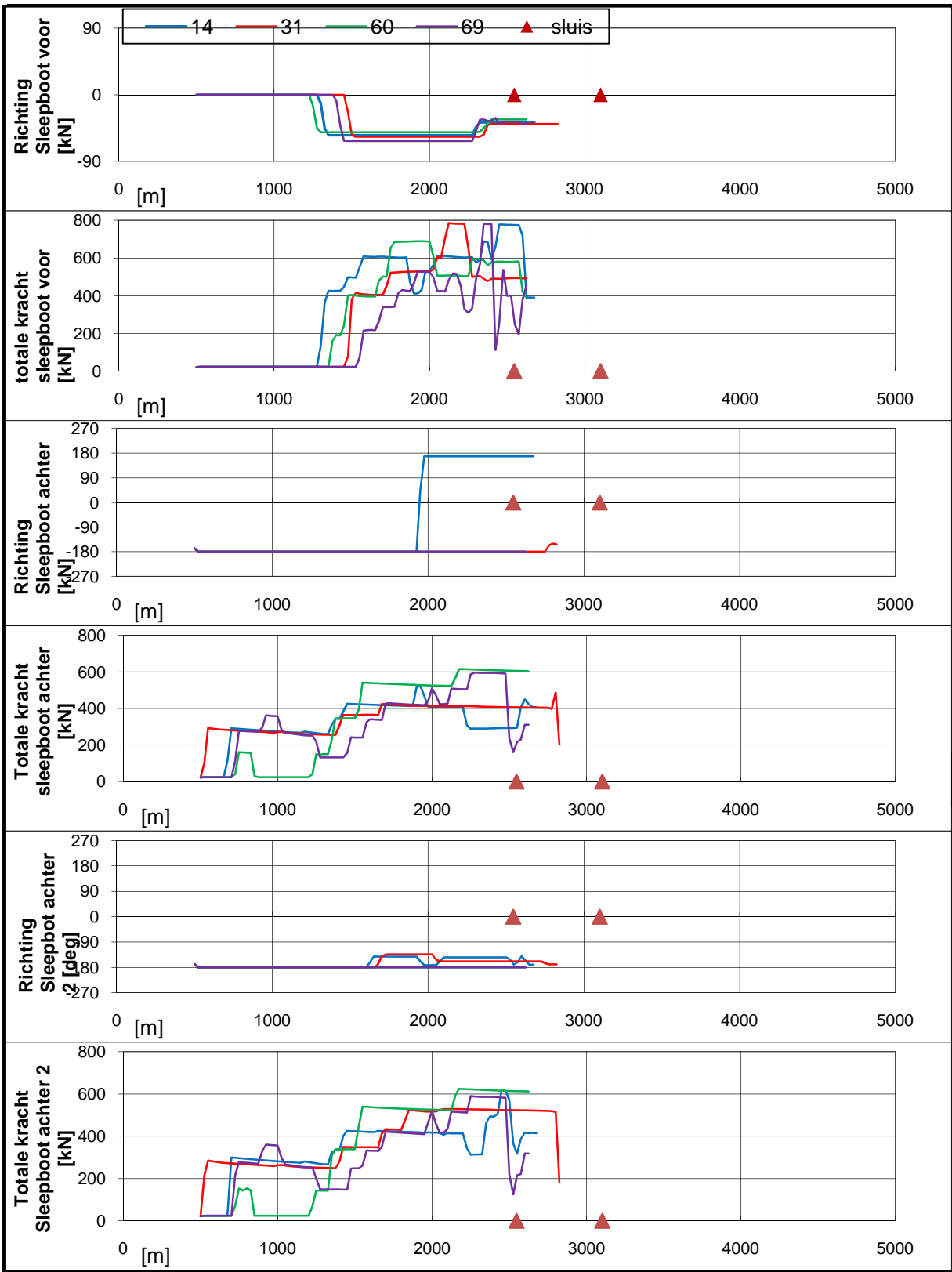
Condition

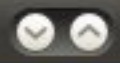
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_cont.cnd
runnumber	: 69

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 7	
type schip: Container 366, invaart vanuit oost, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 18.b	





Area Manager

Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

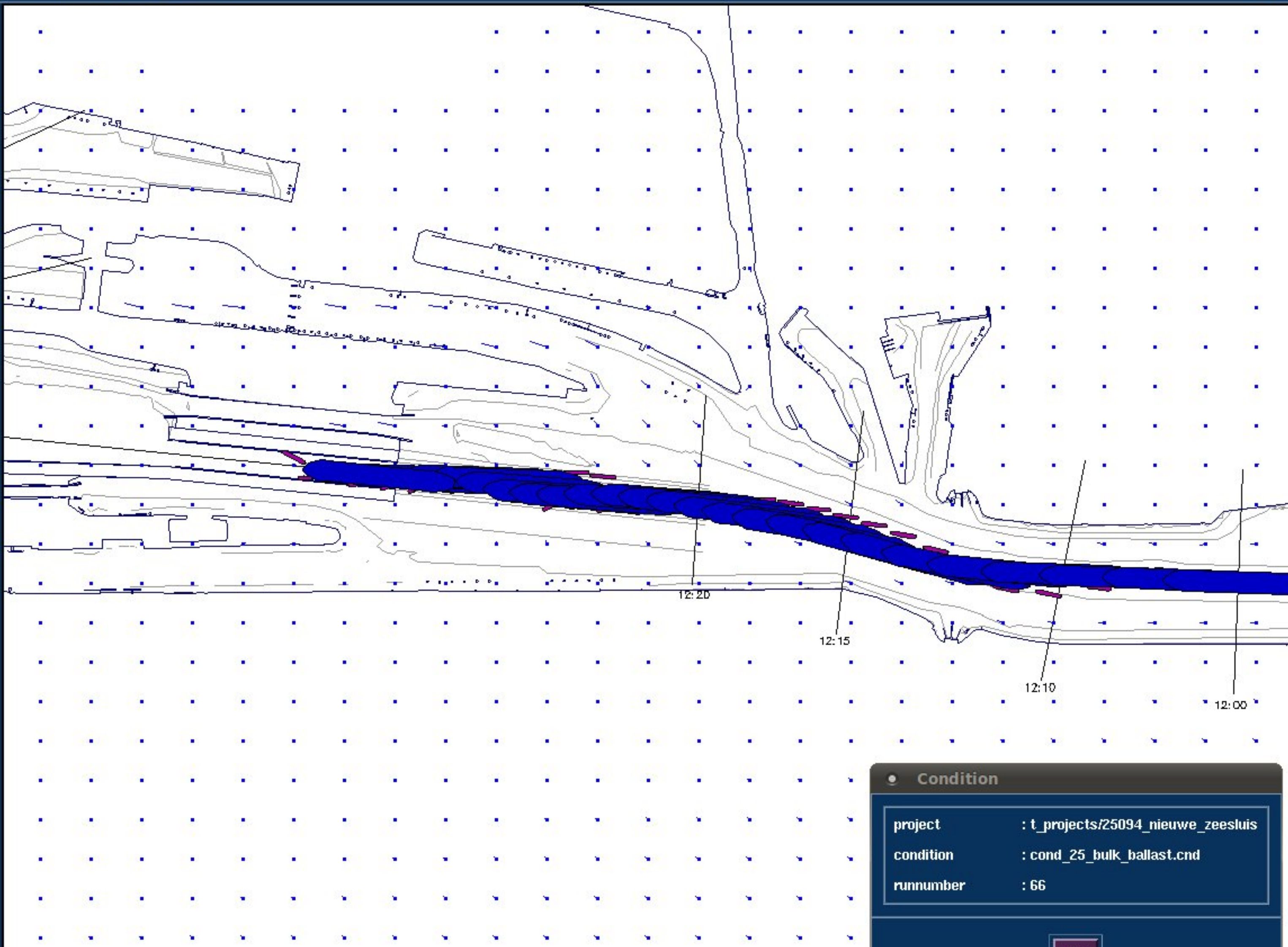
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:9987



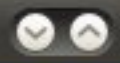
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 66

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

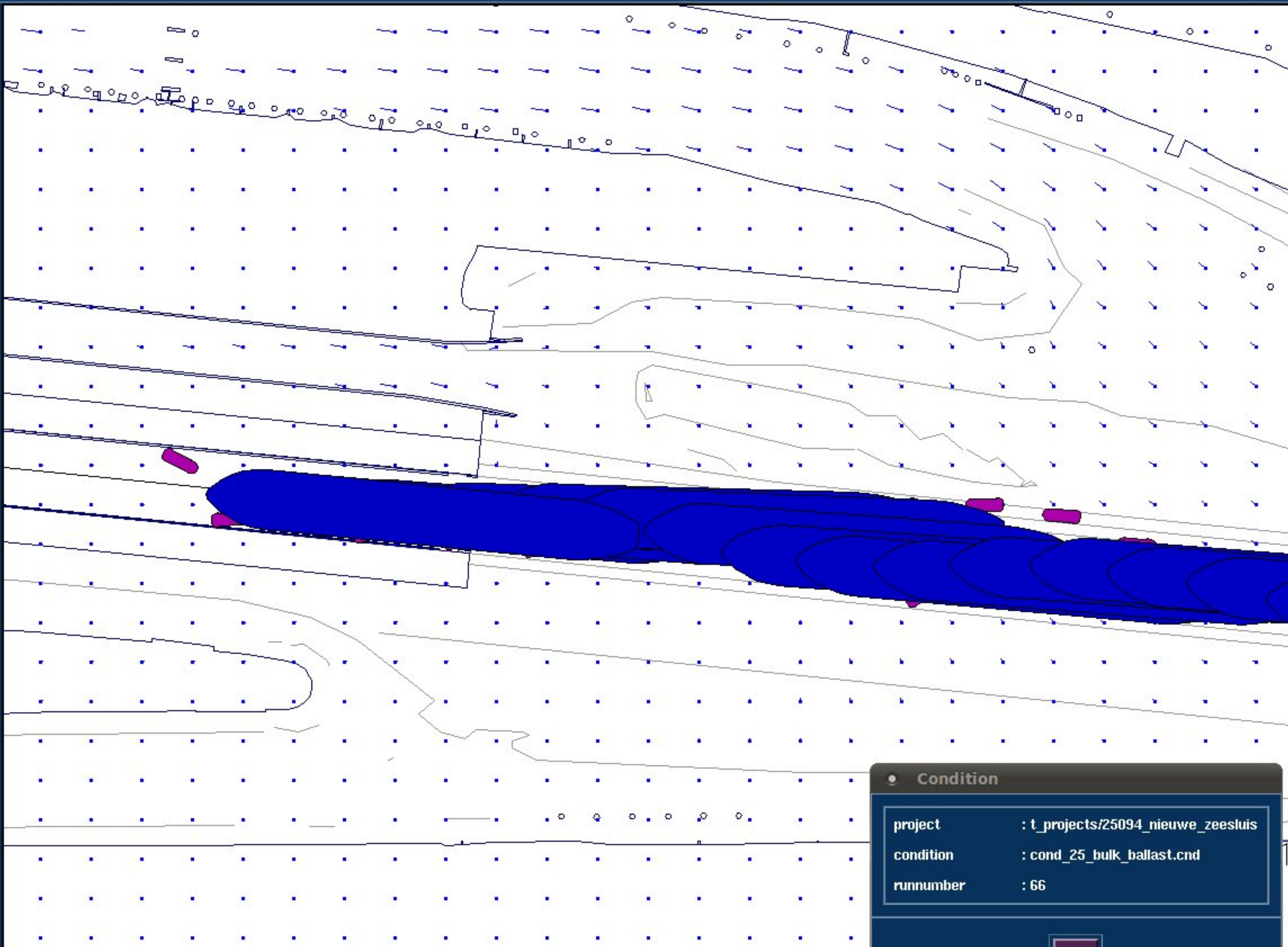
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

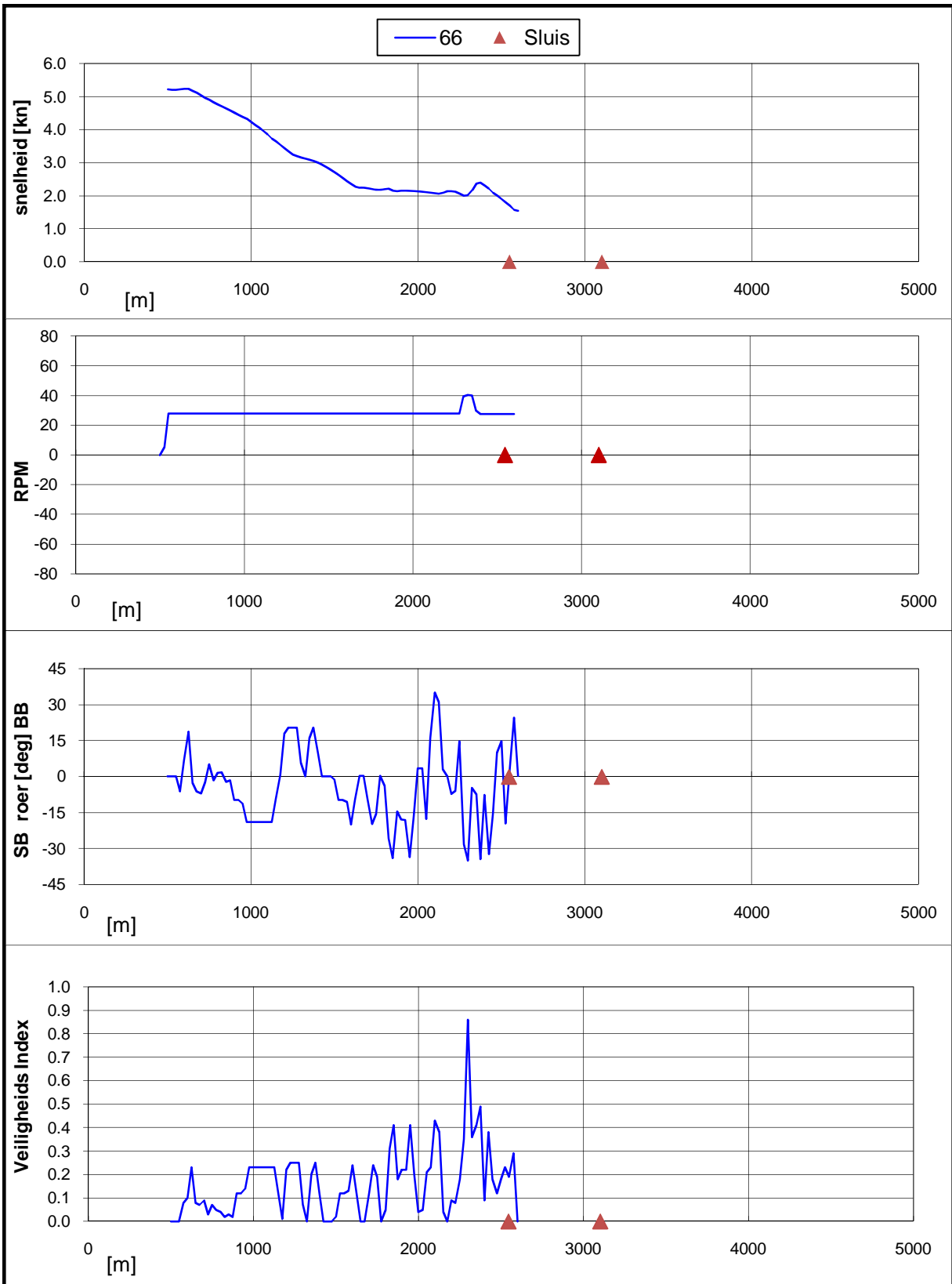
1 : 3495




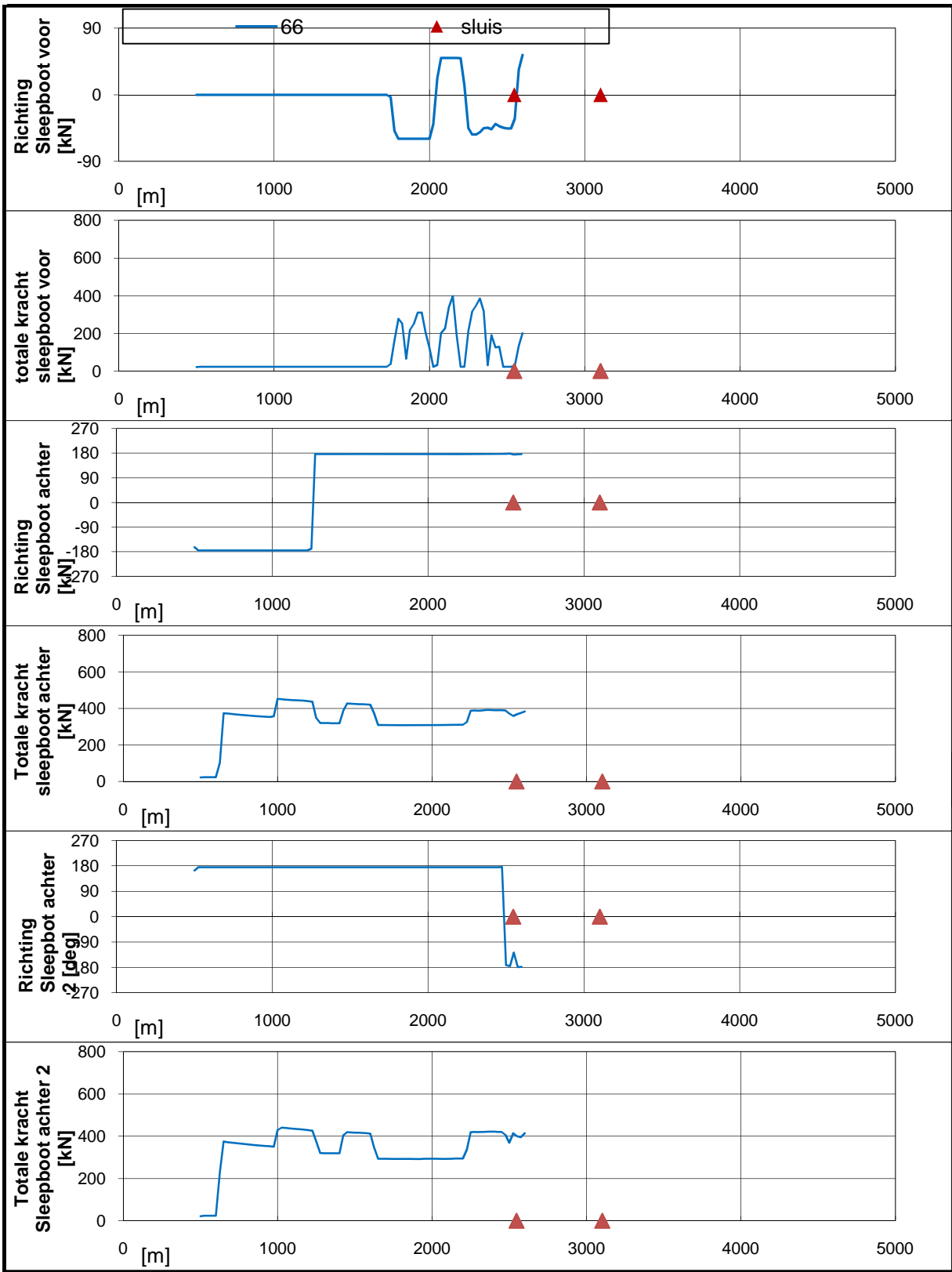
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 66

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 7	
type schip: Bulkcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 8 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 15.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden

Stroomscenario: 7

type schip: Bulkcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 8 m/s

25094.600

MARIN's Nautical Centre MSCN

Fig: 15.c



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

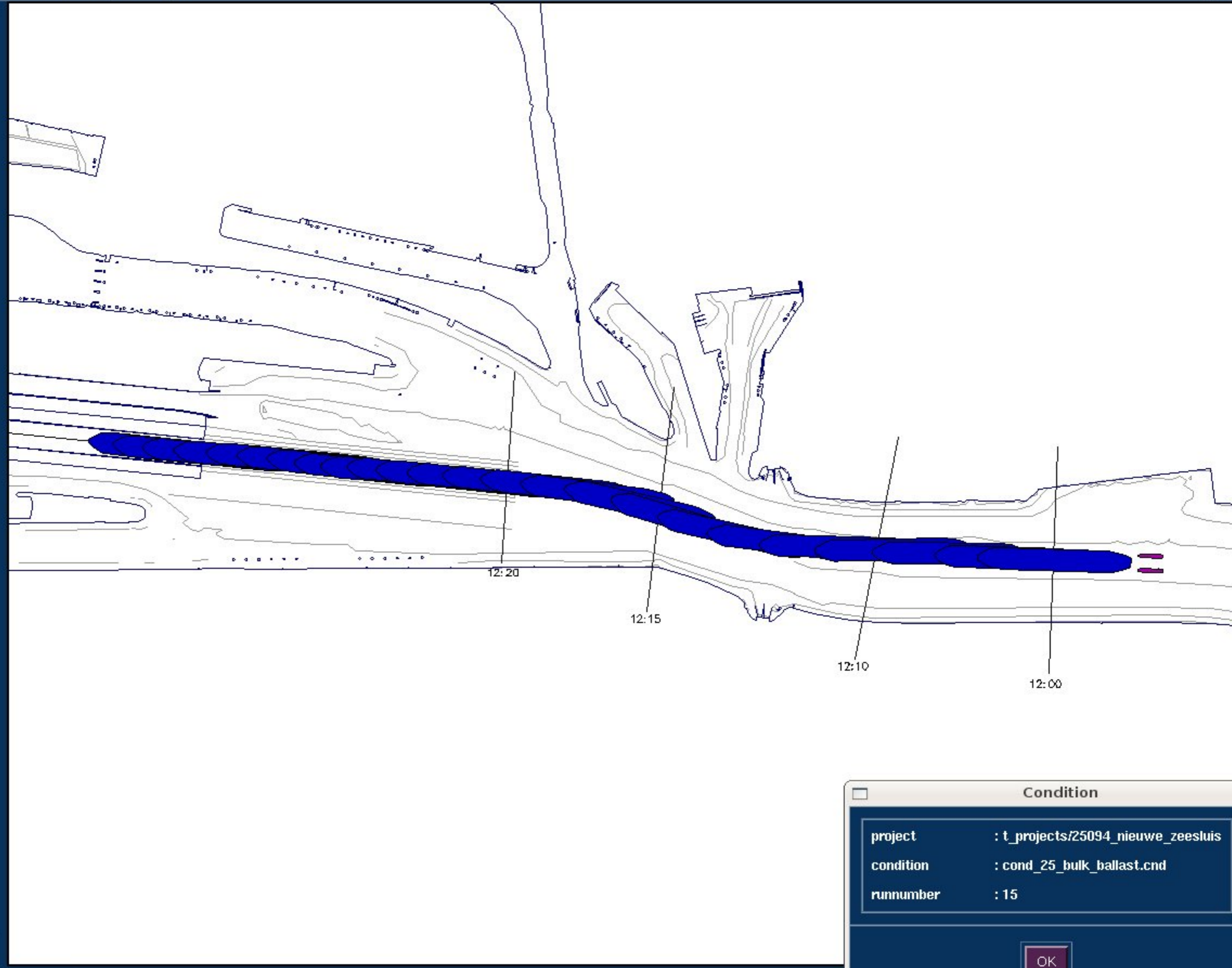
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:9516



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 15

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

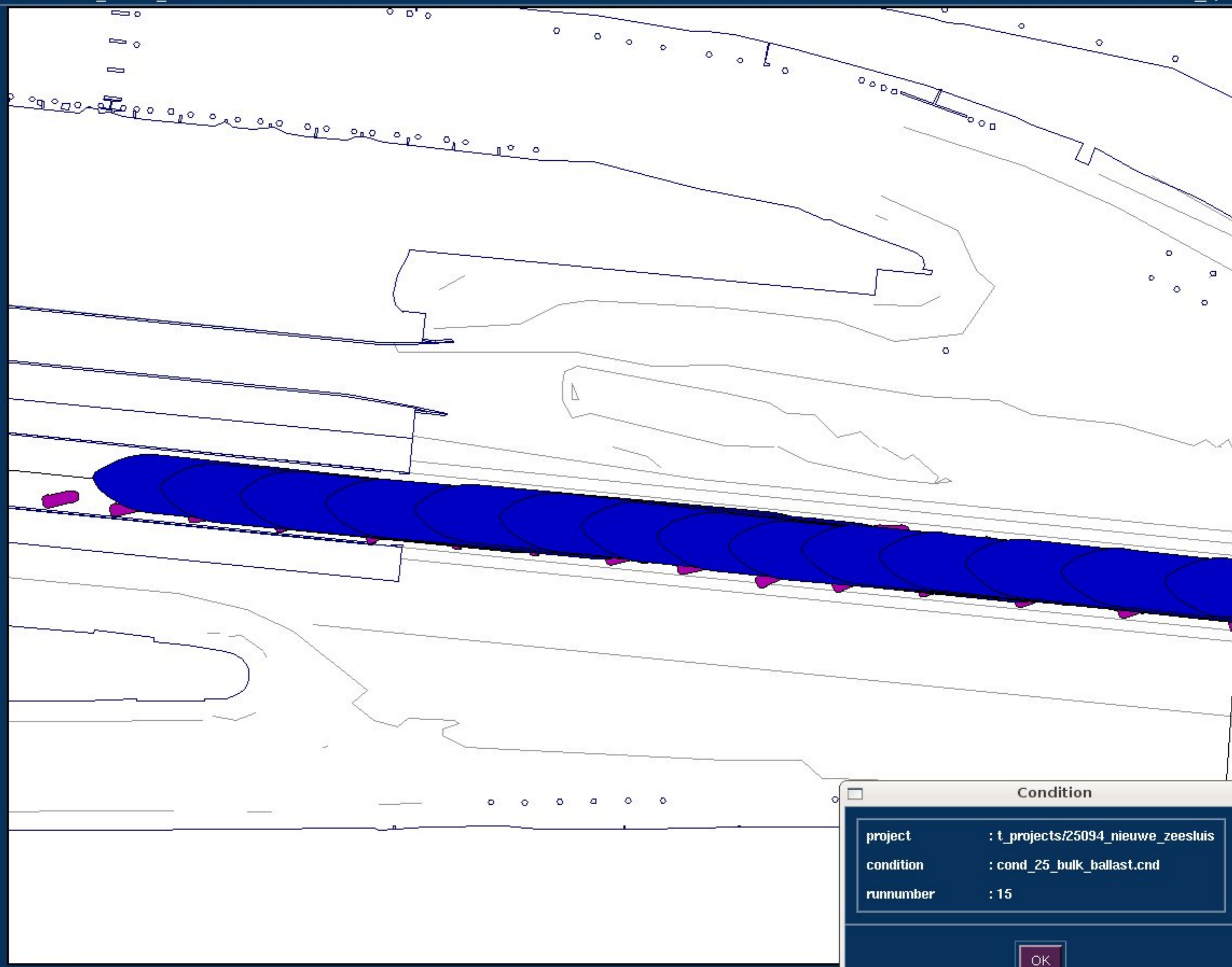
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1 : 3458

Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 15

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

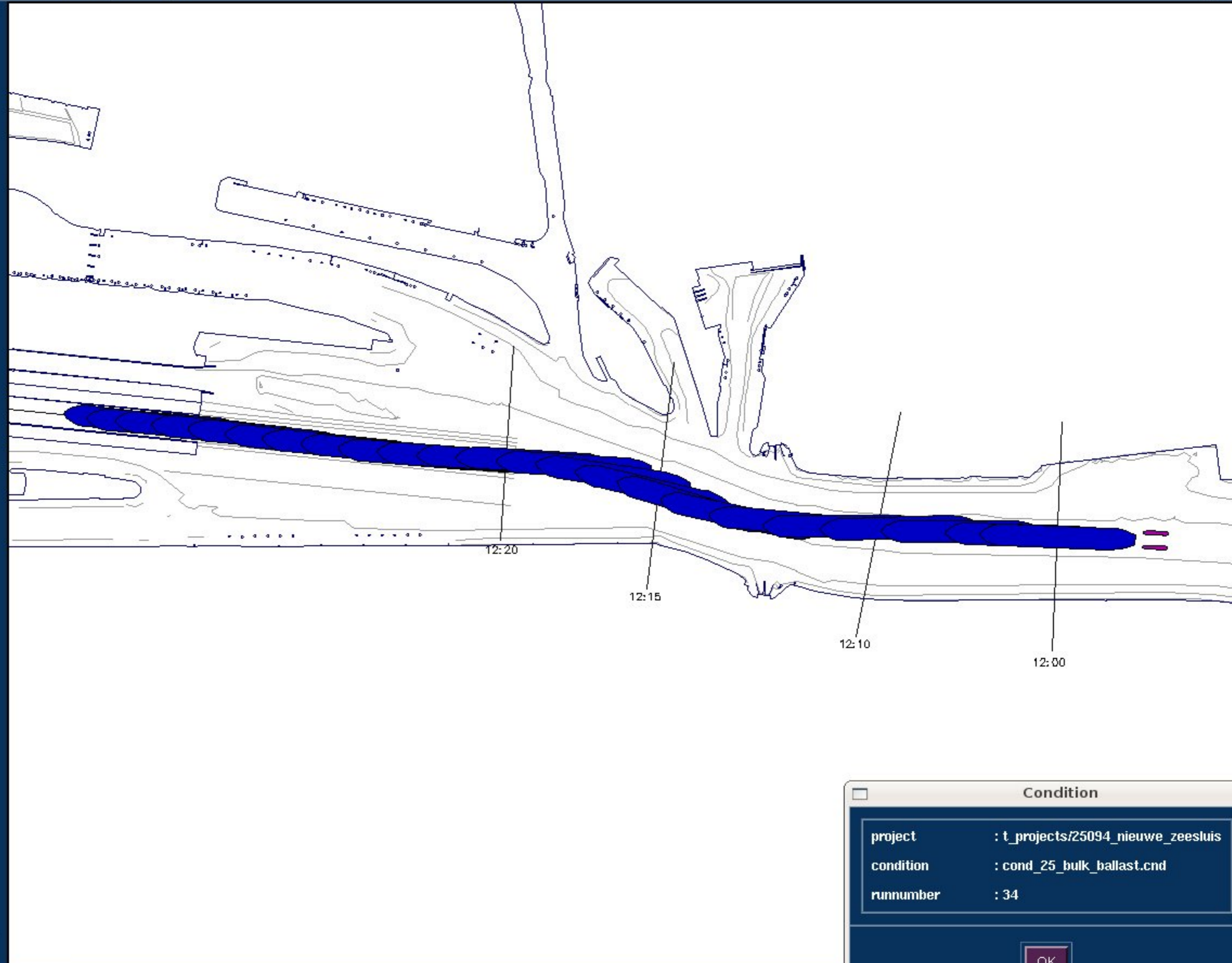
CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 9424

Condition

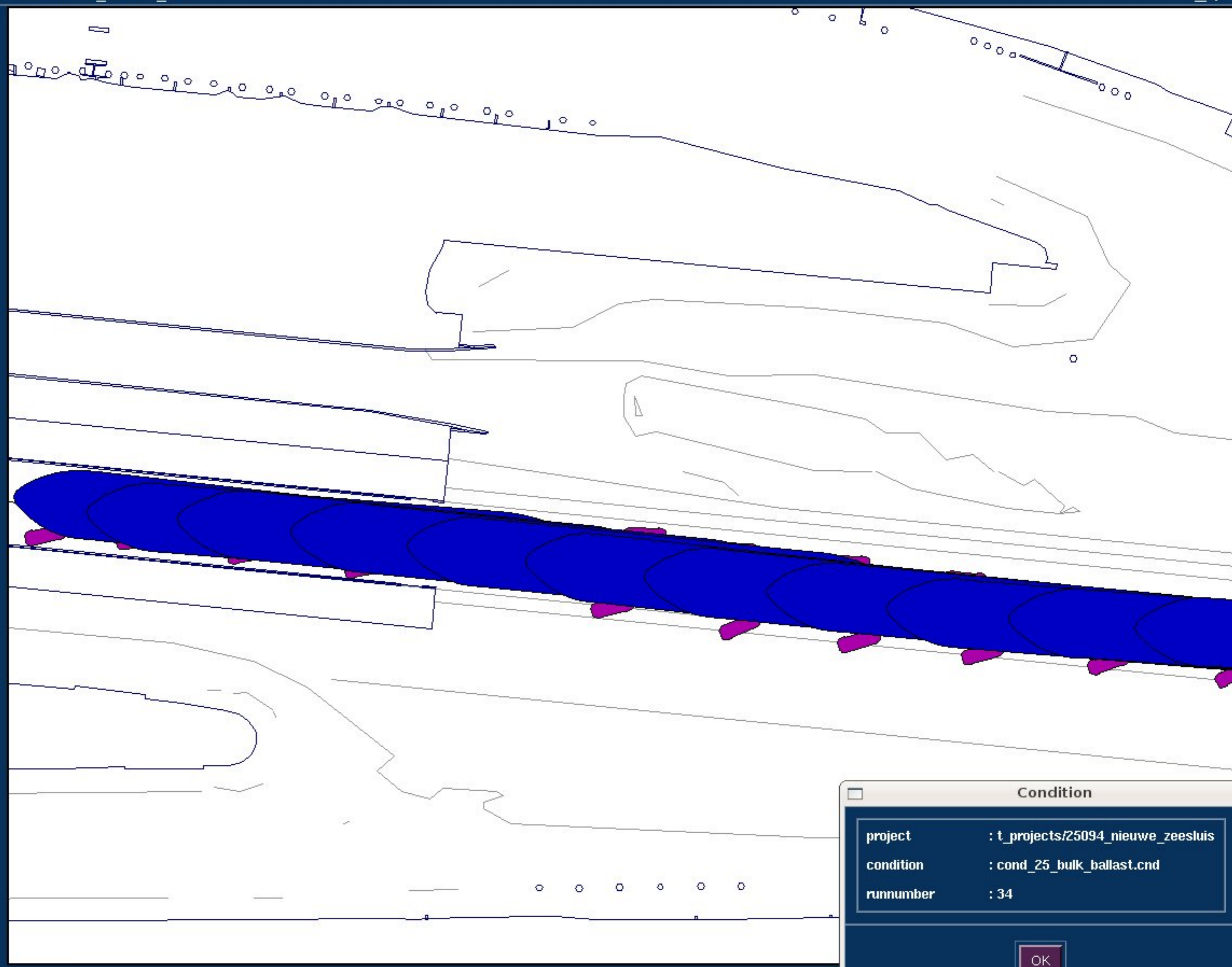
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 34

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 2948



Condition

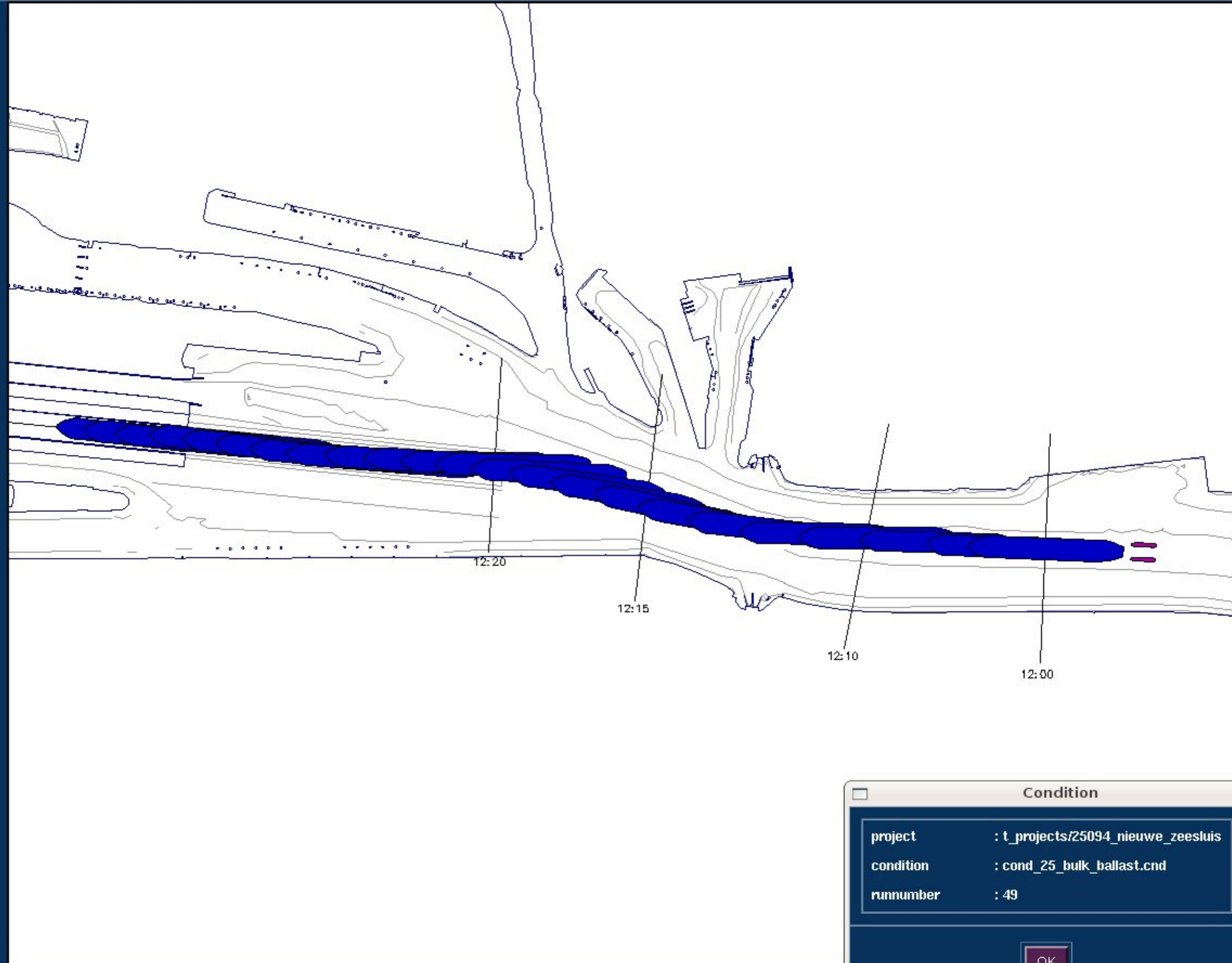
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 34

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 9424



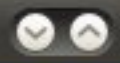
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 49

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:5251



Condition

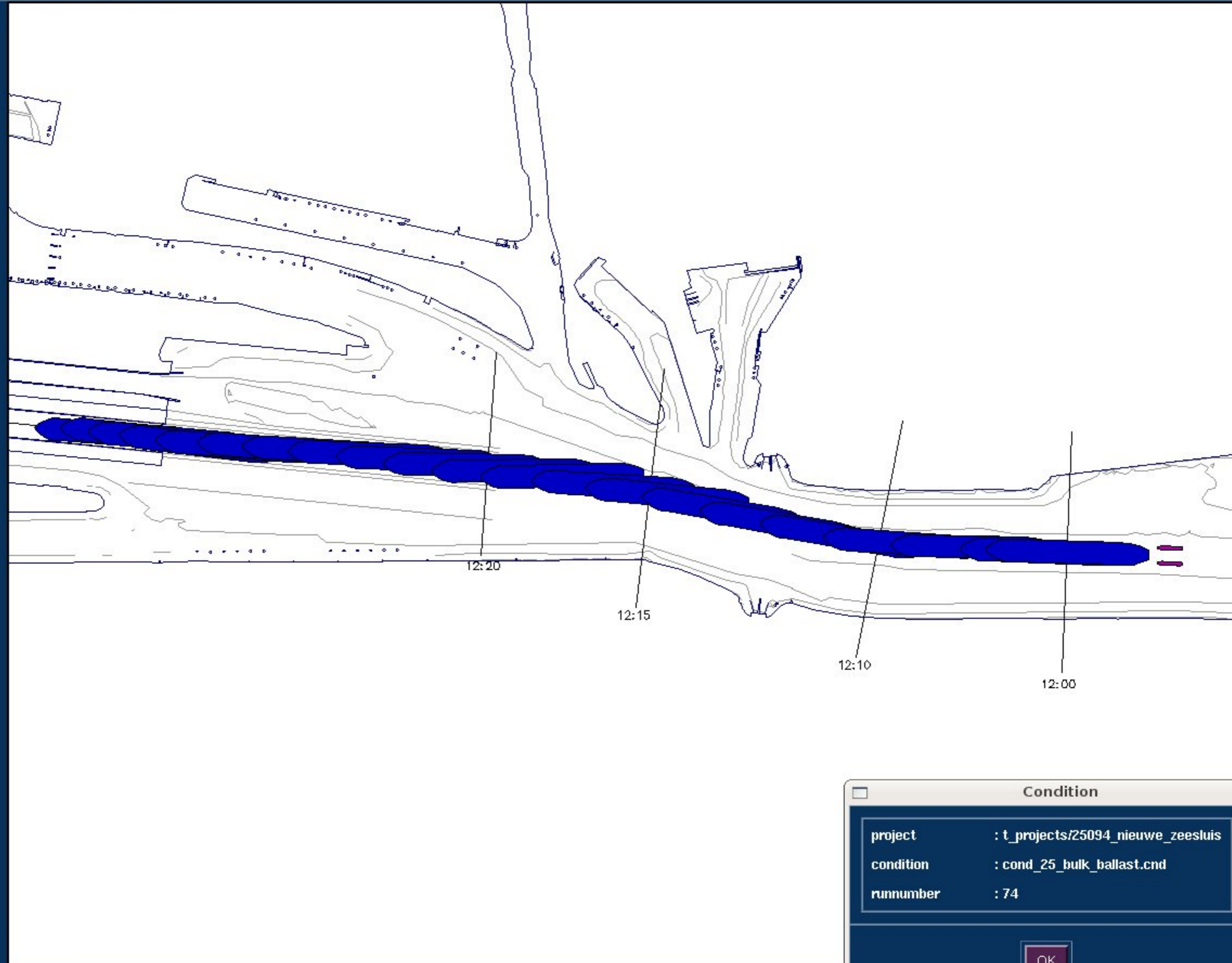
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 49

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

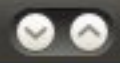
Scale
1:8966



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 74

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

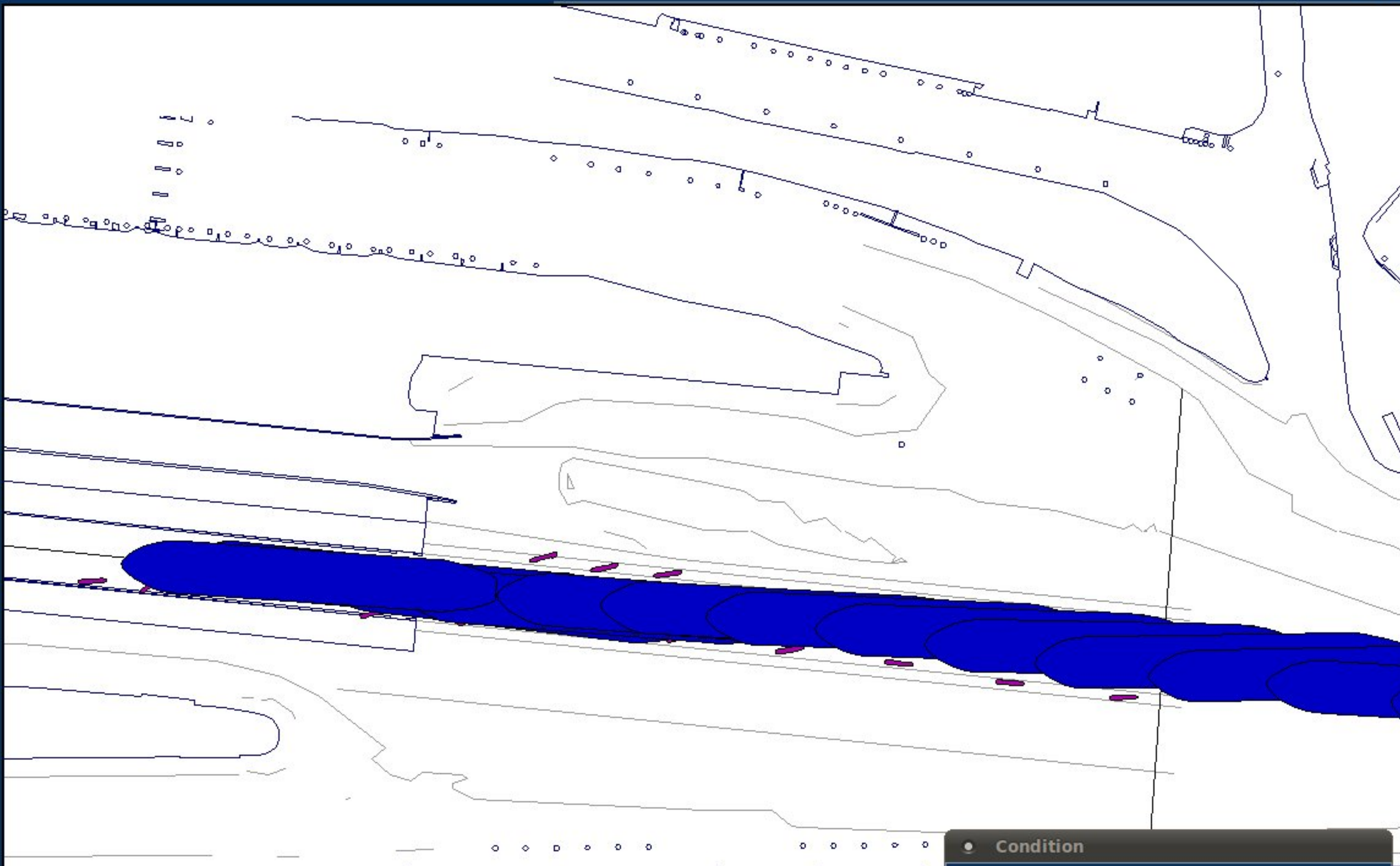
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

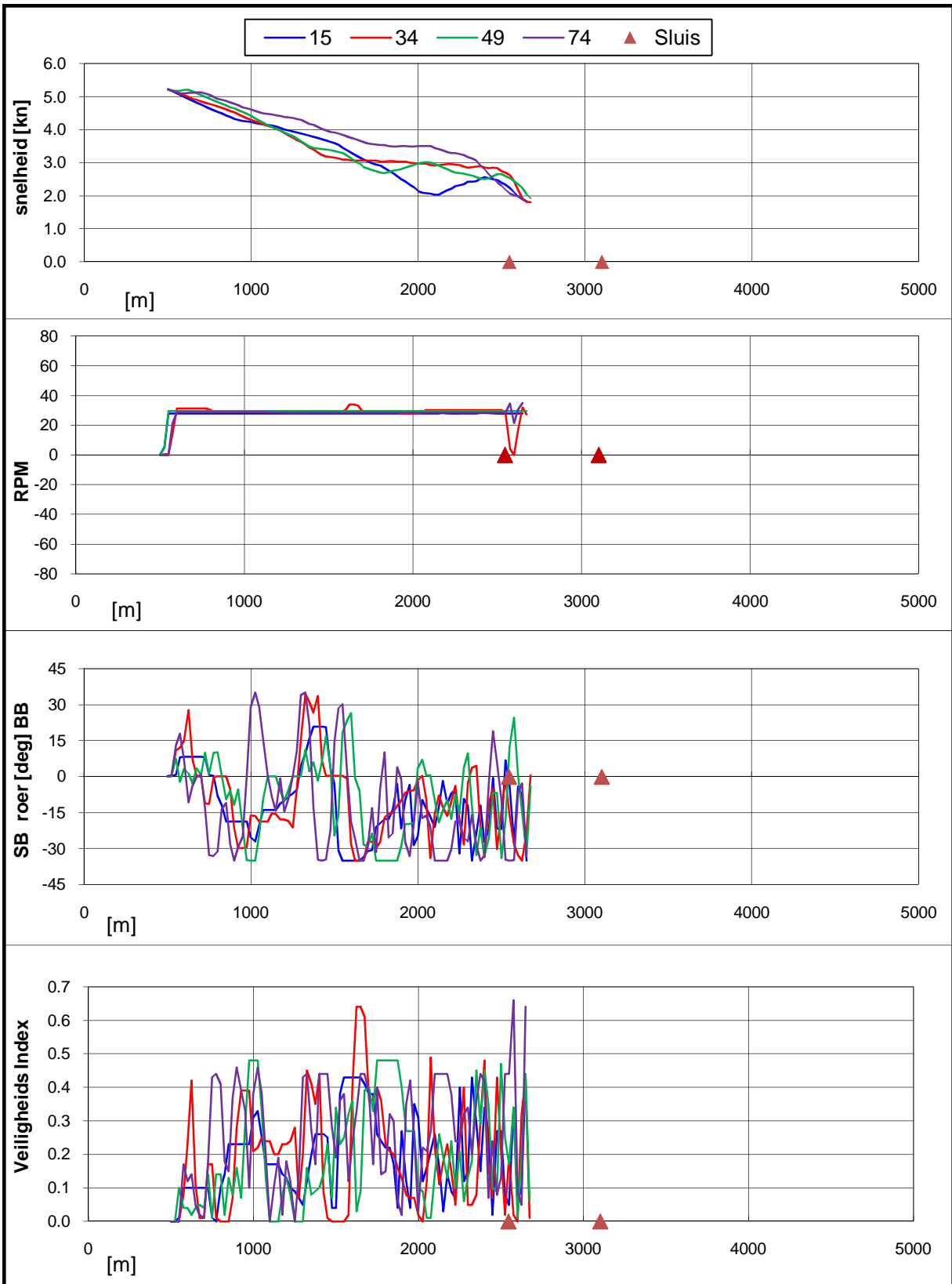
Scale


1:4399

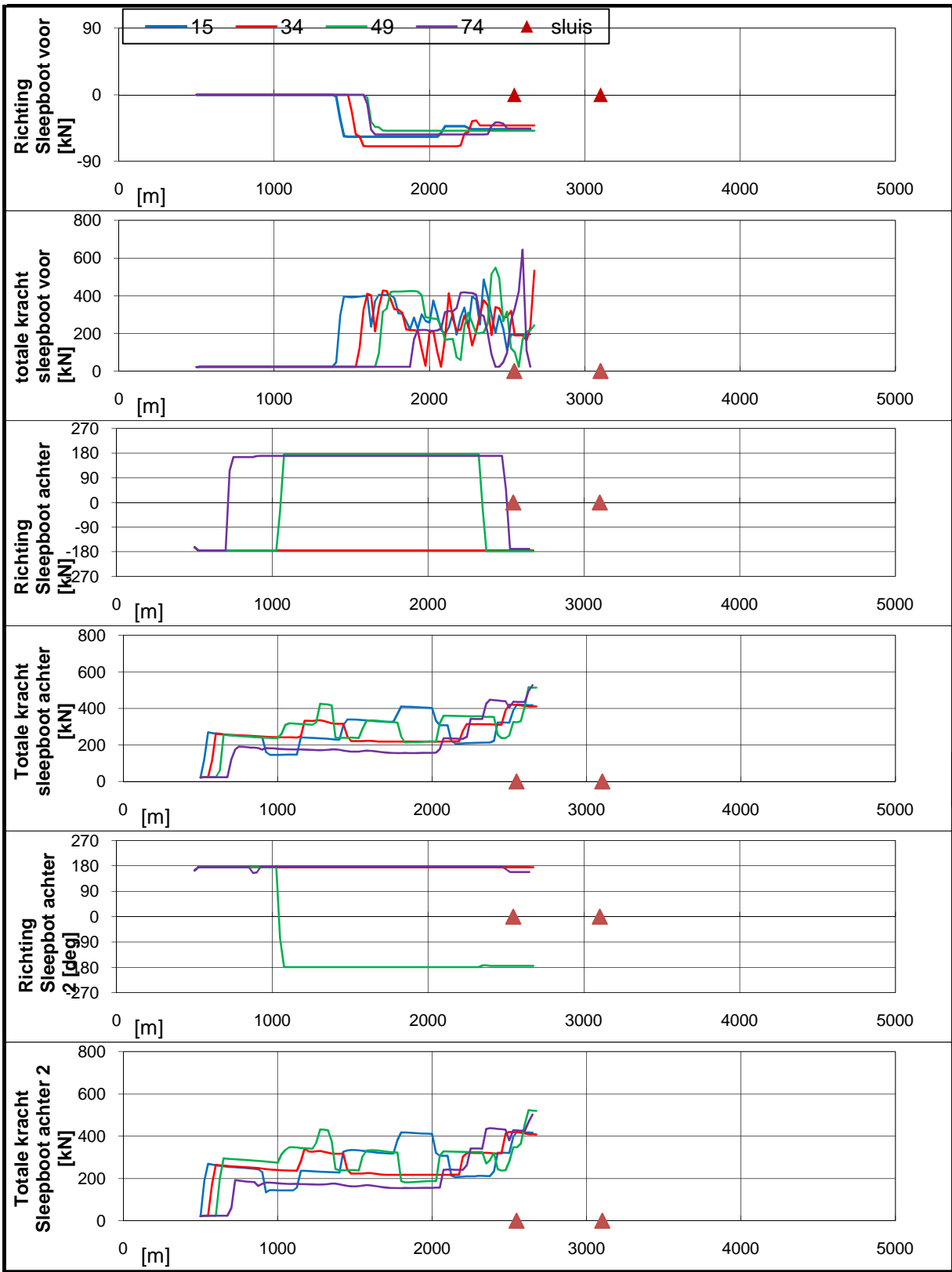


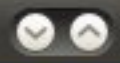
Condition	
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_25_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 74

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 7	
type schip: Bulkcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 16.b	





Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

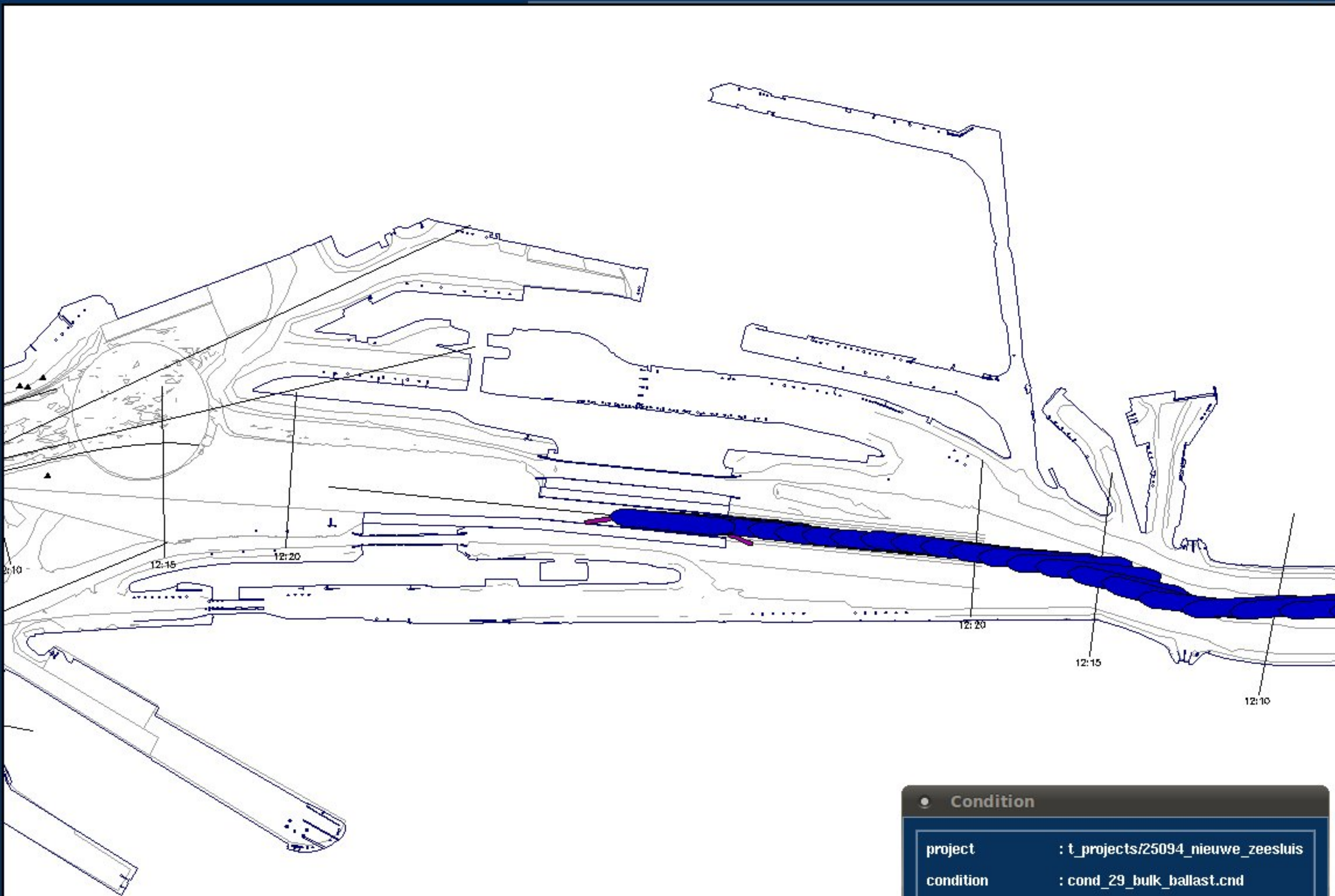
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

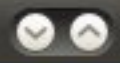
1:12564



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 56

OK



Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

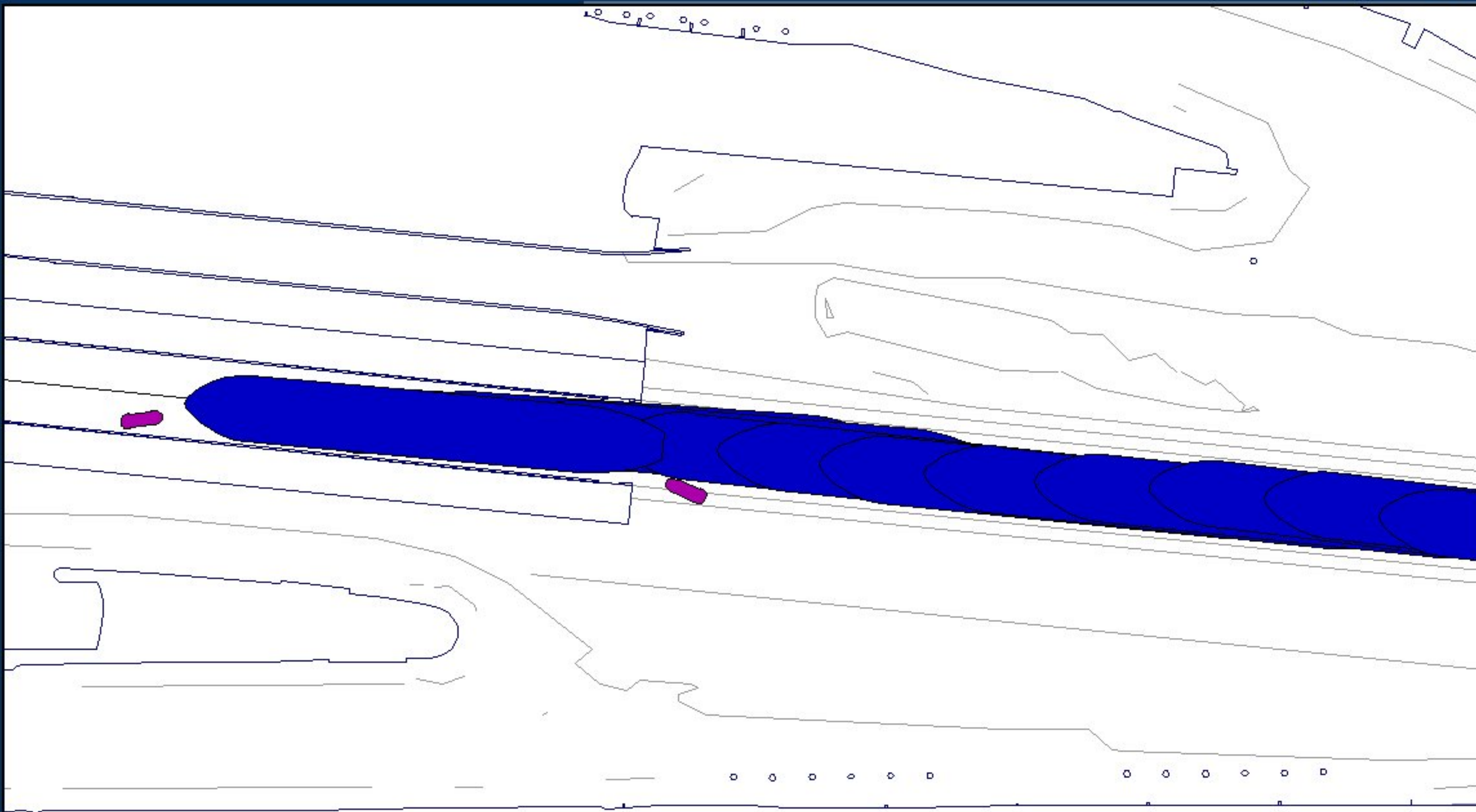
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1 : 3623



Condition

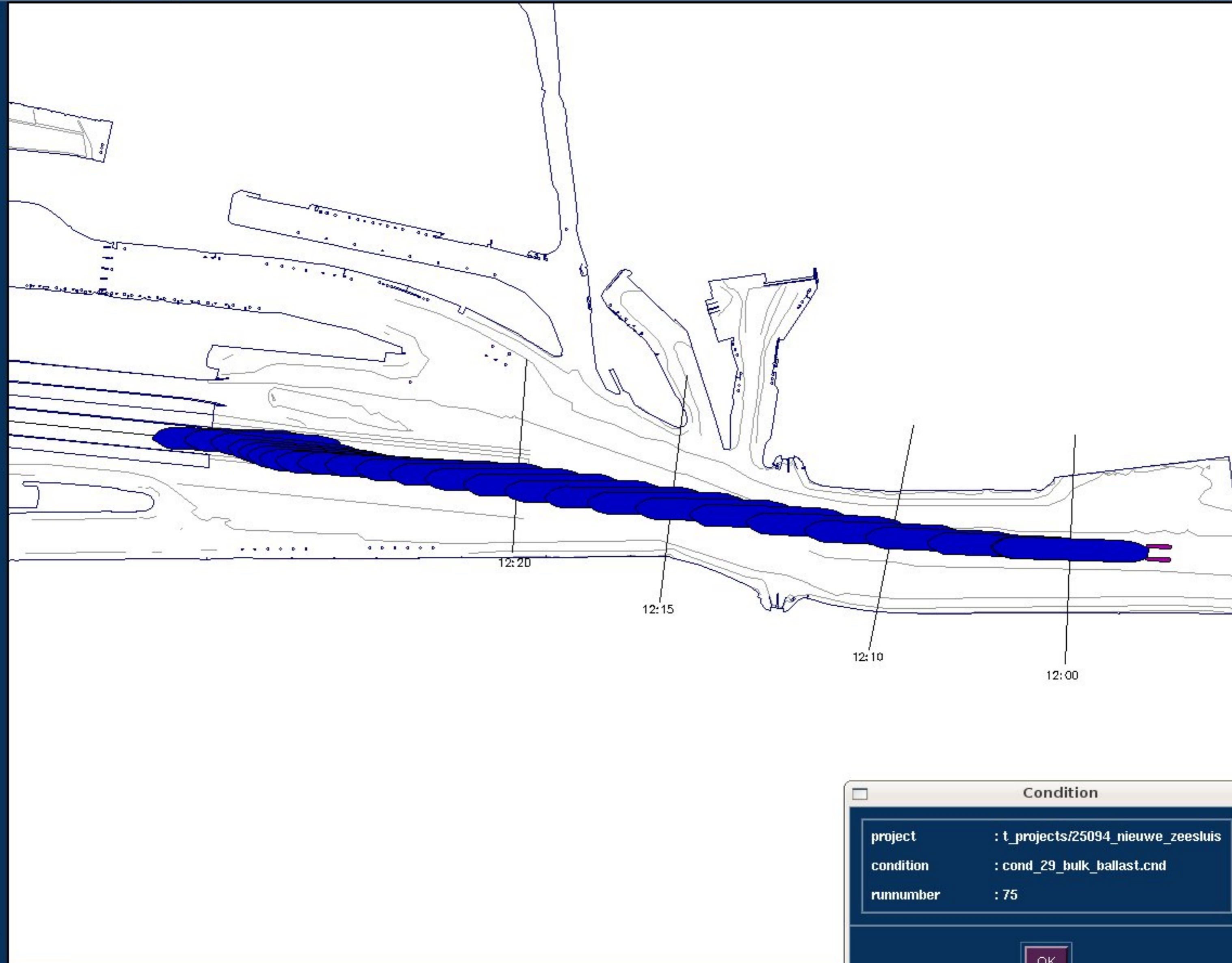
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 56

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◆ Ship

Scale
1 : 9422



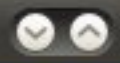
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 75

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

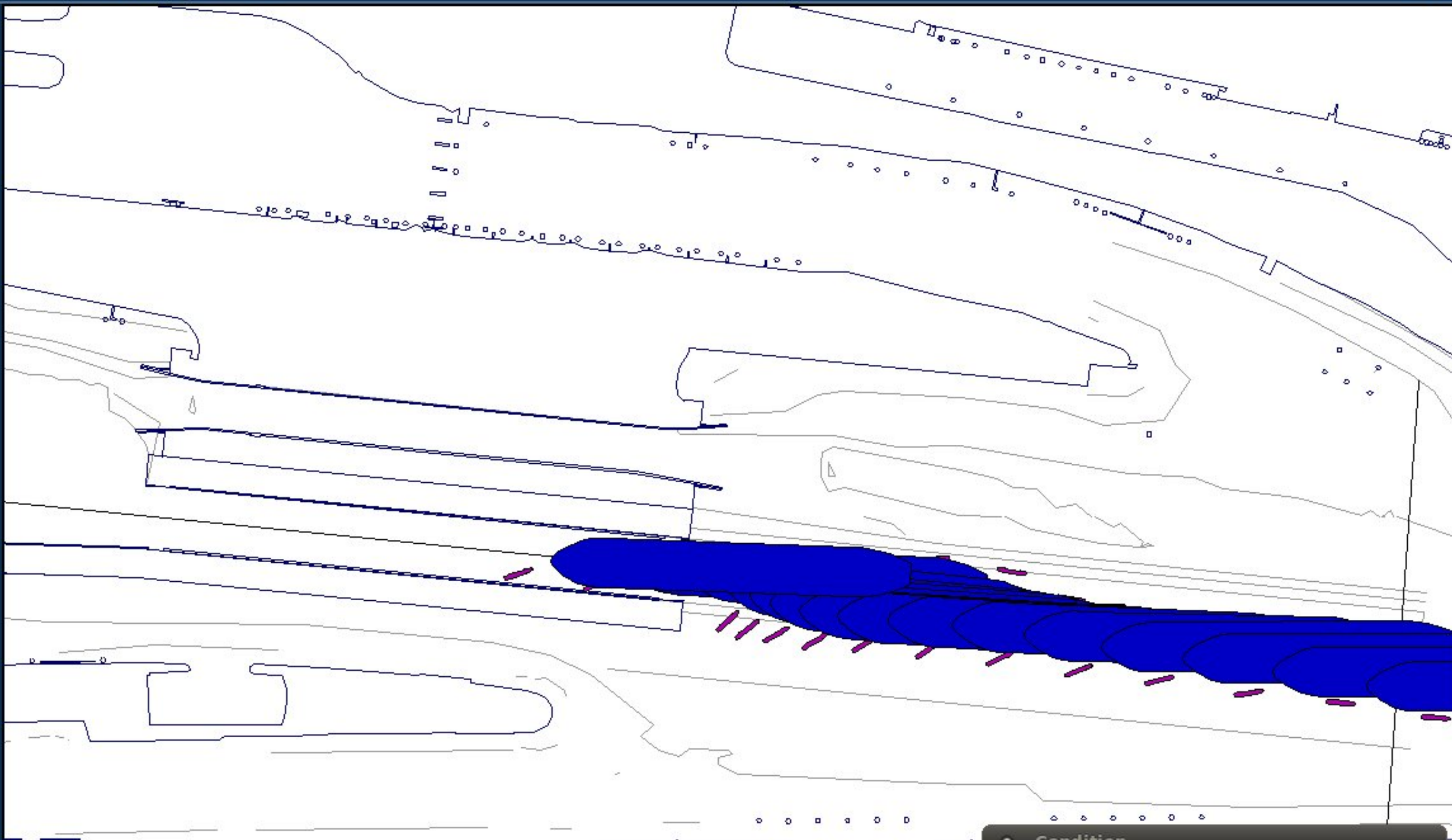
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

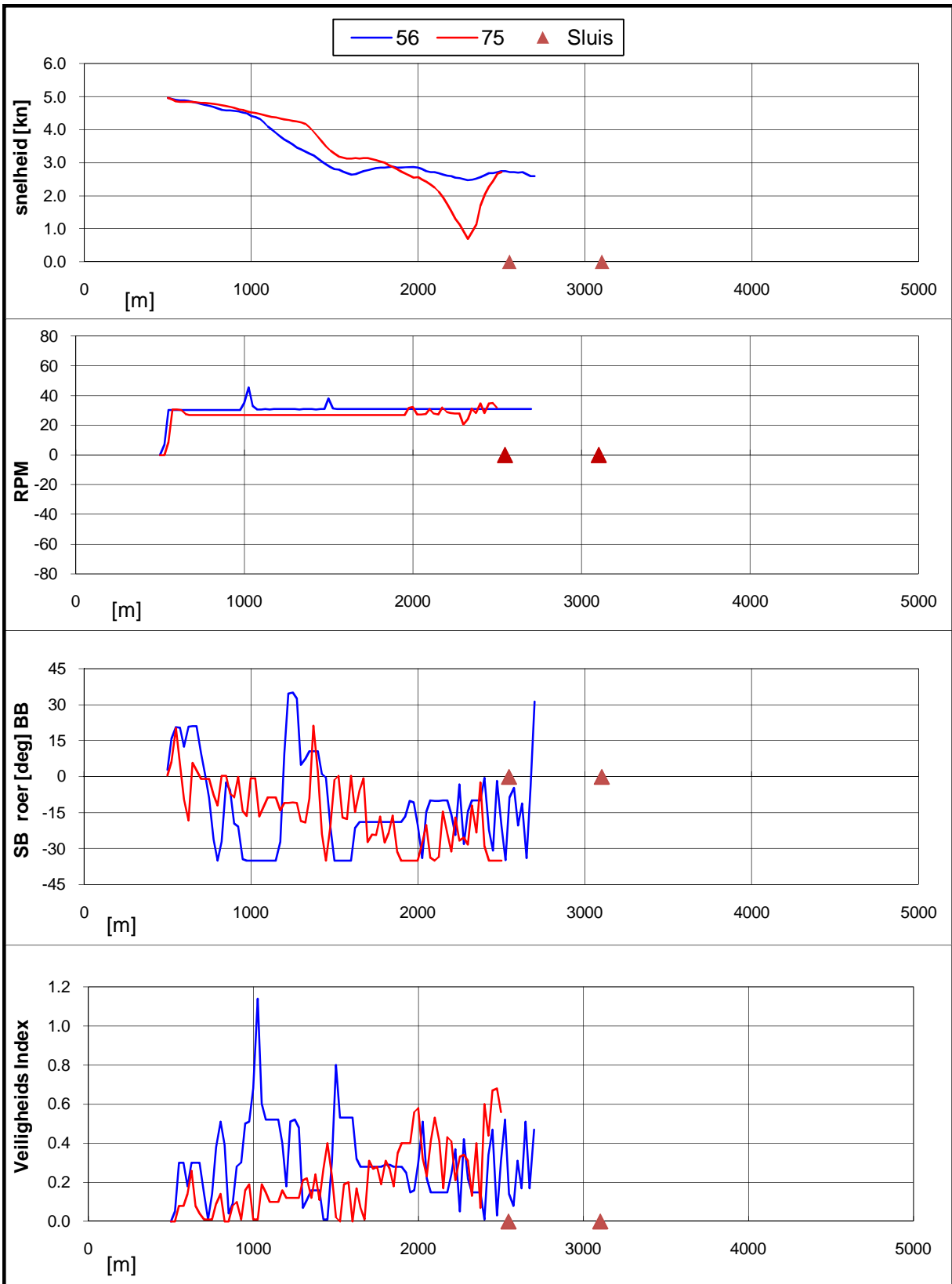
1:4755




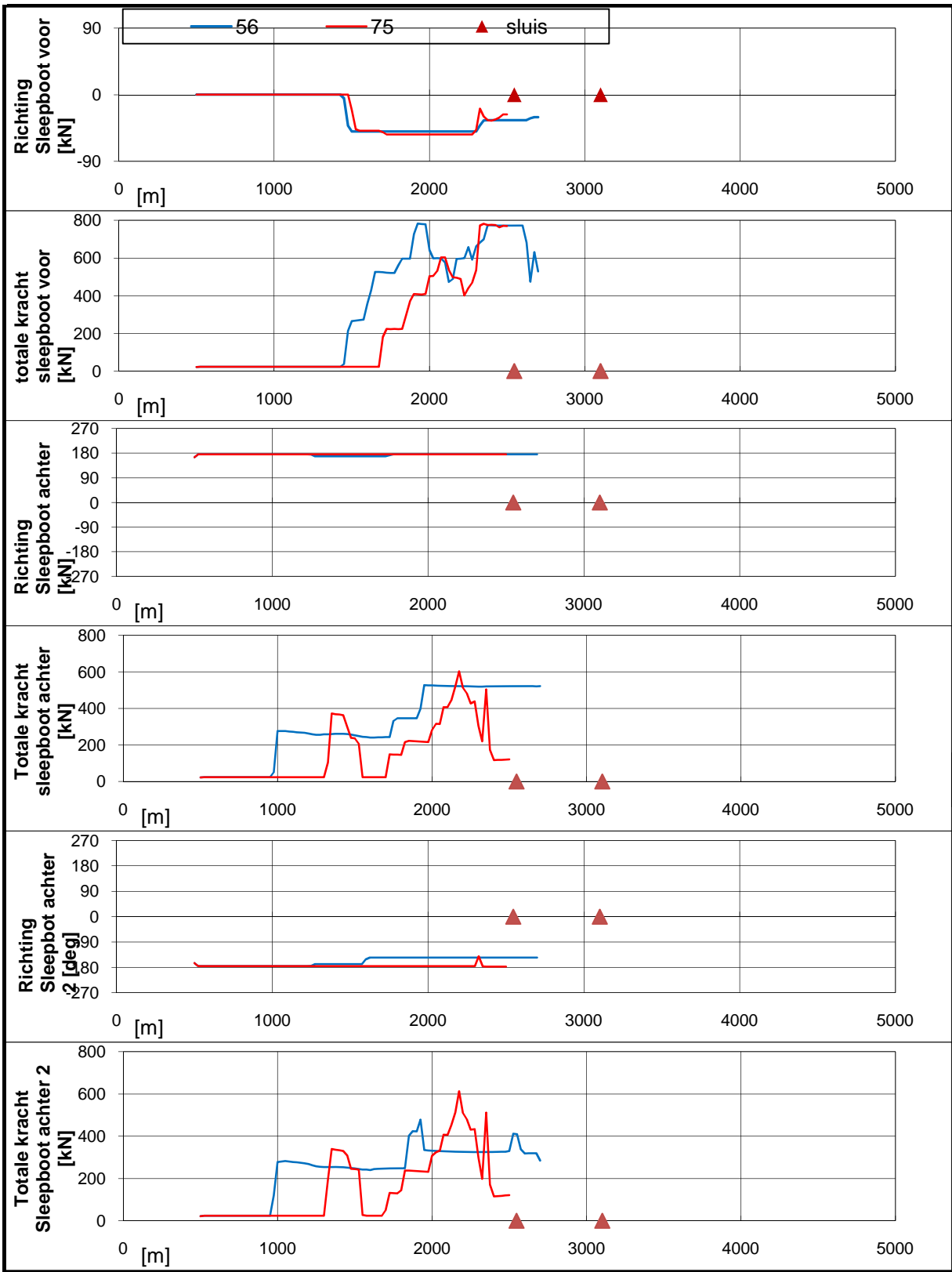
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 75

OK

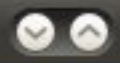


Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 8	
type schip: Bulcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 19,0 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 20.b	





Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

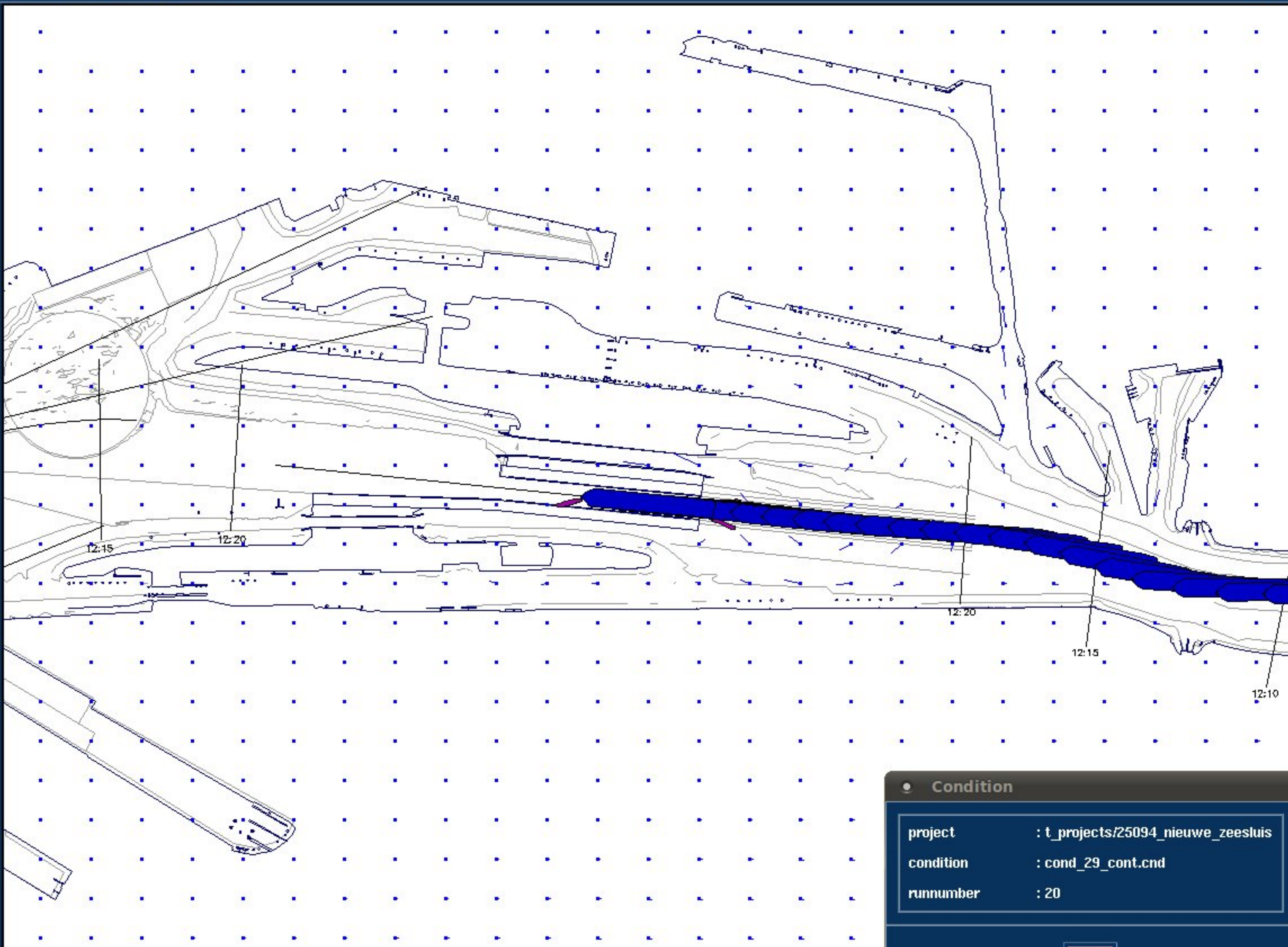
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 11380

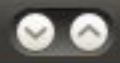


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 20



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

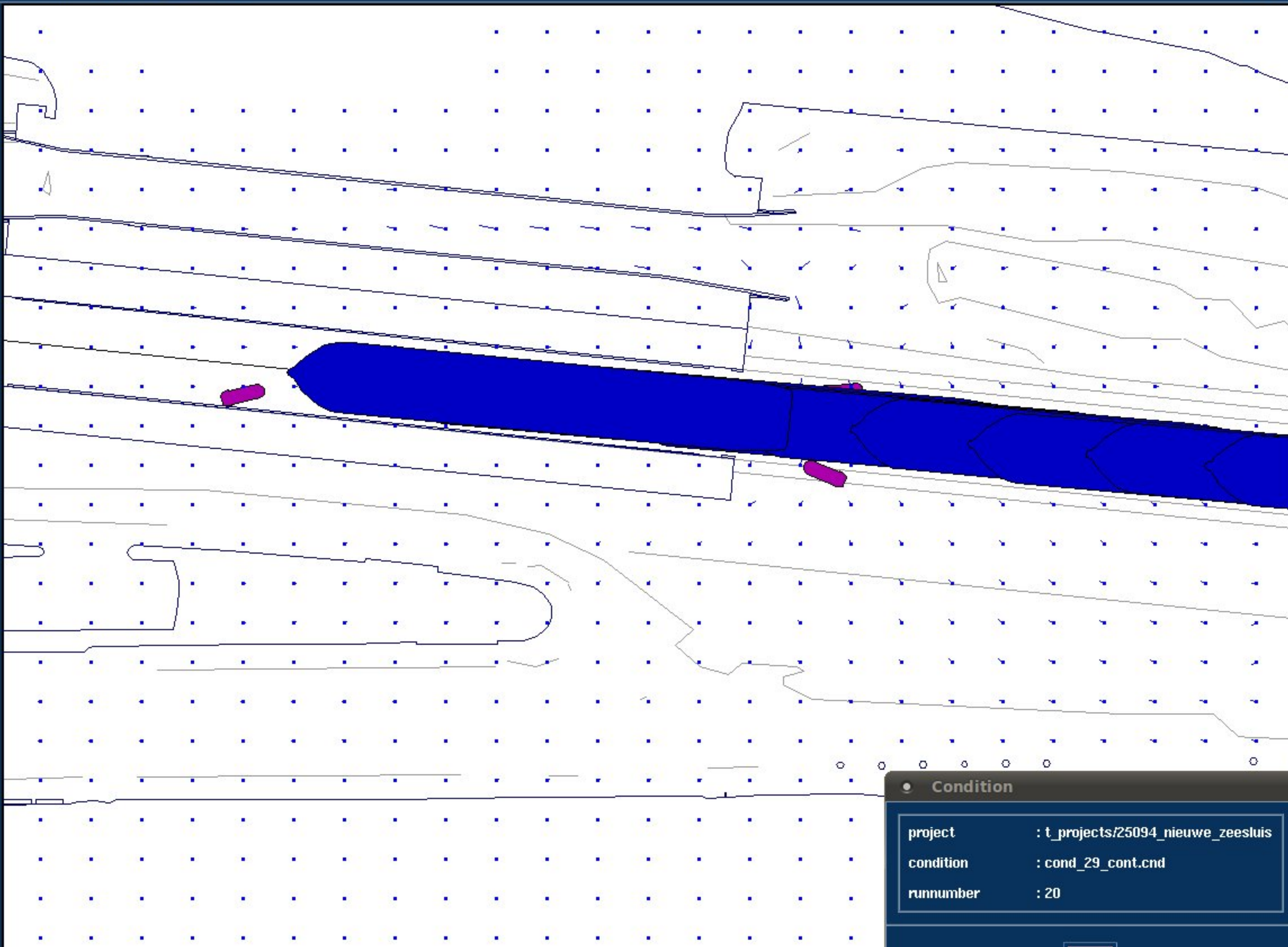
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3014



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 20

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance


CPA/ TCPA

Set Goal

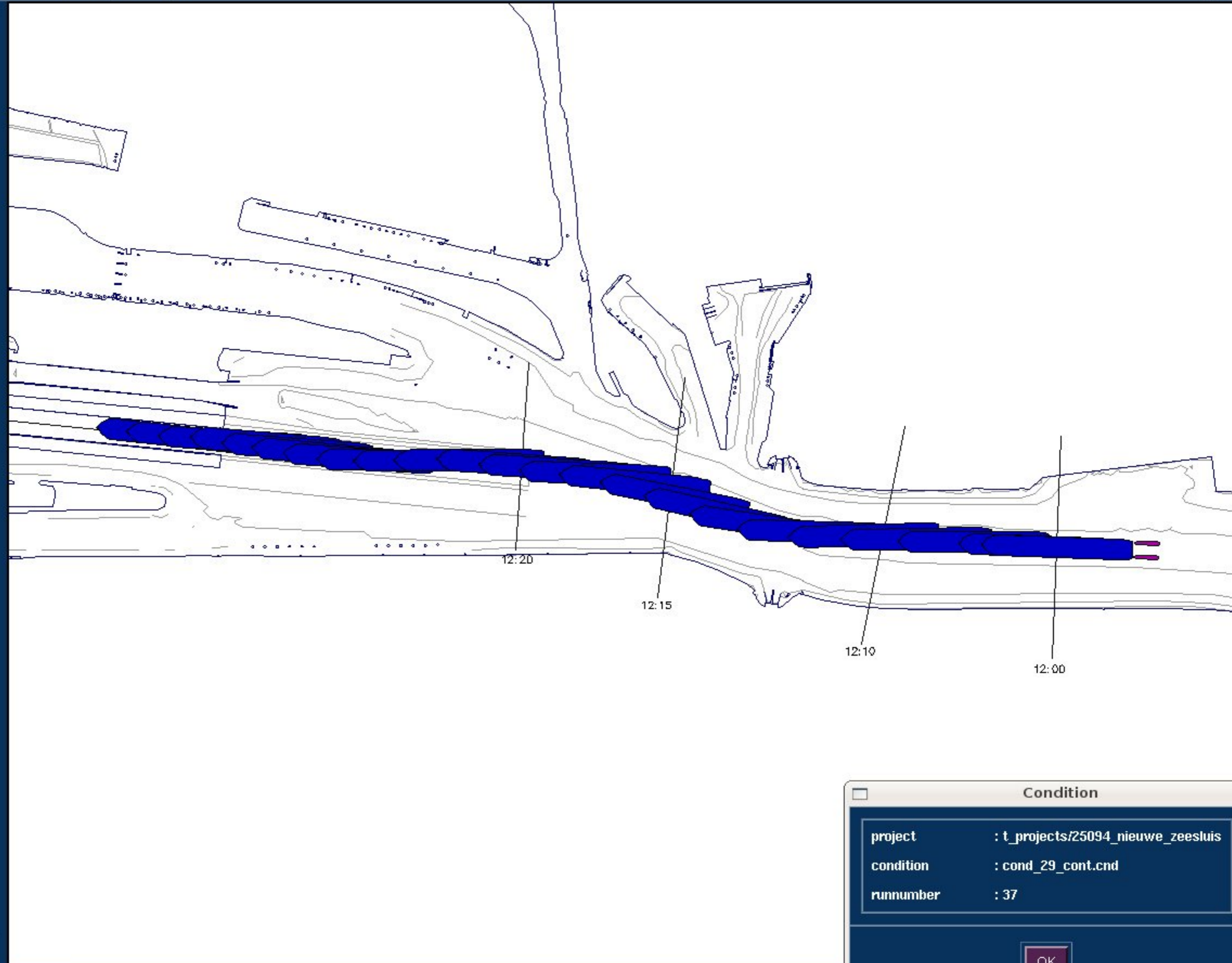
- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1 : 9696



MARIN



Condition

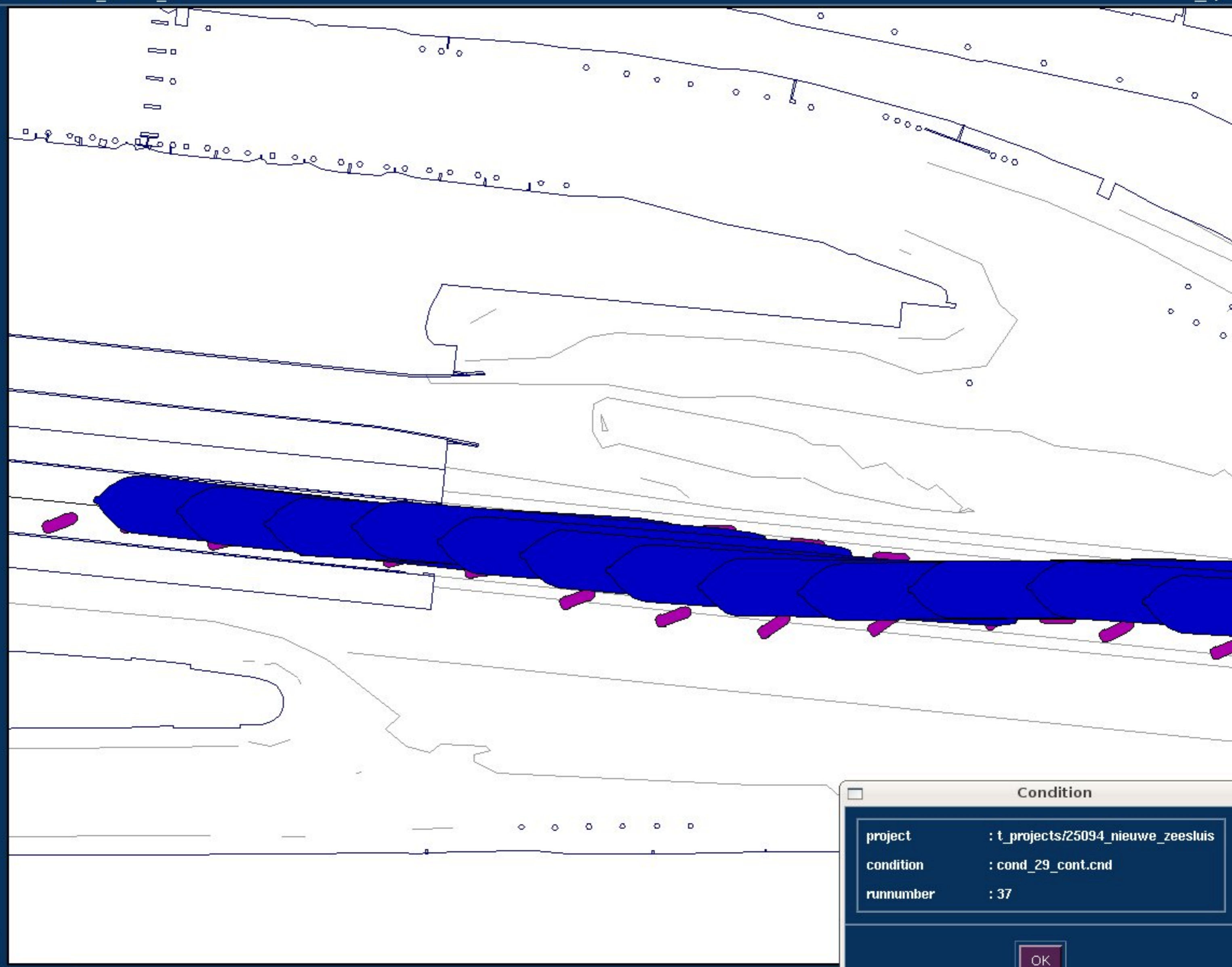
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 37

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◇ Ship

Scale
1 : 3515



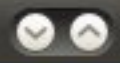
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 37

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

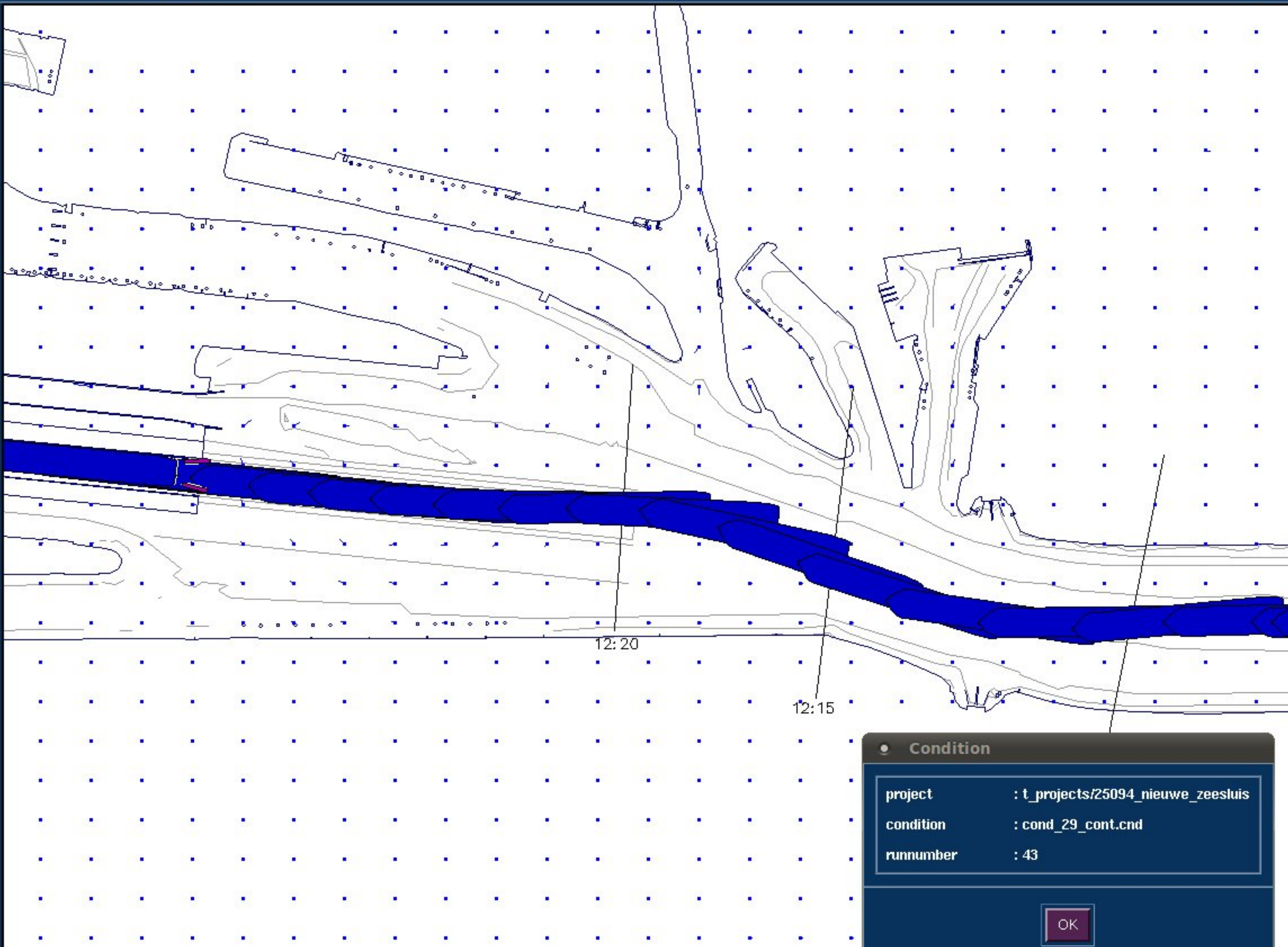
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 7138



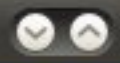
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 43

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

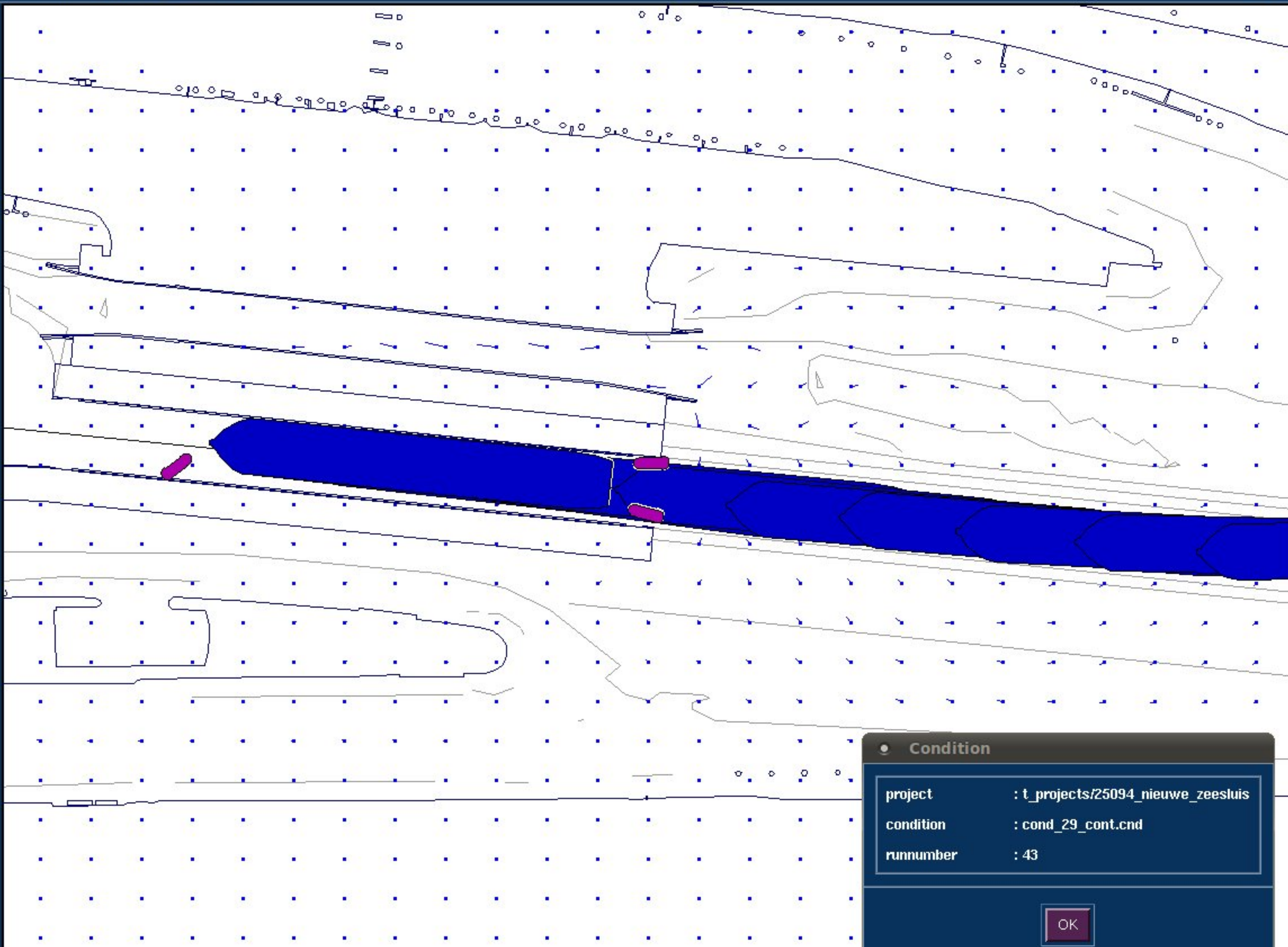
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 3768



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 43

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

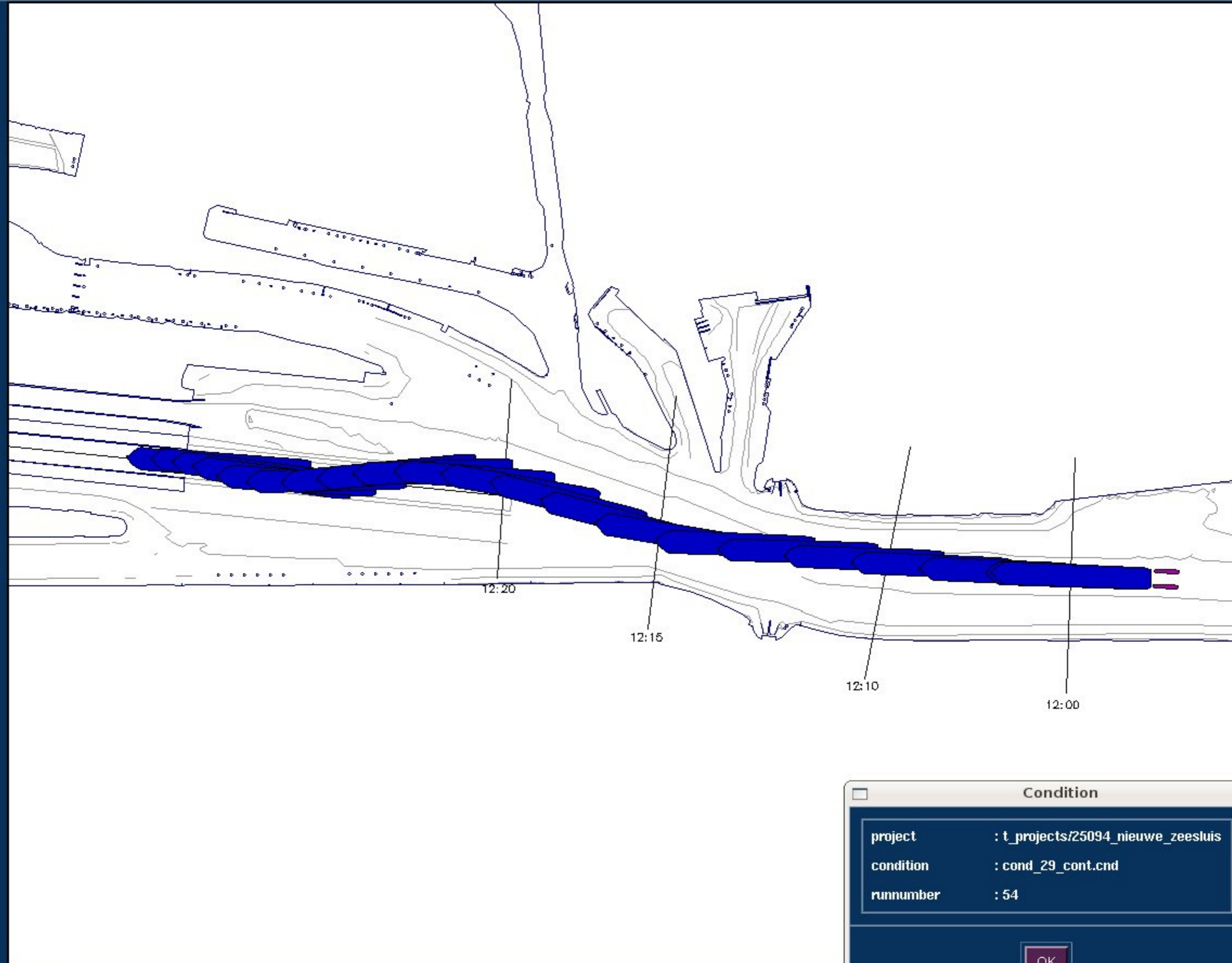
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1:9150

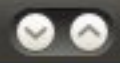
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 54

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

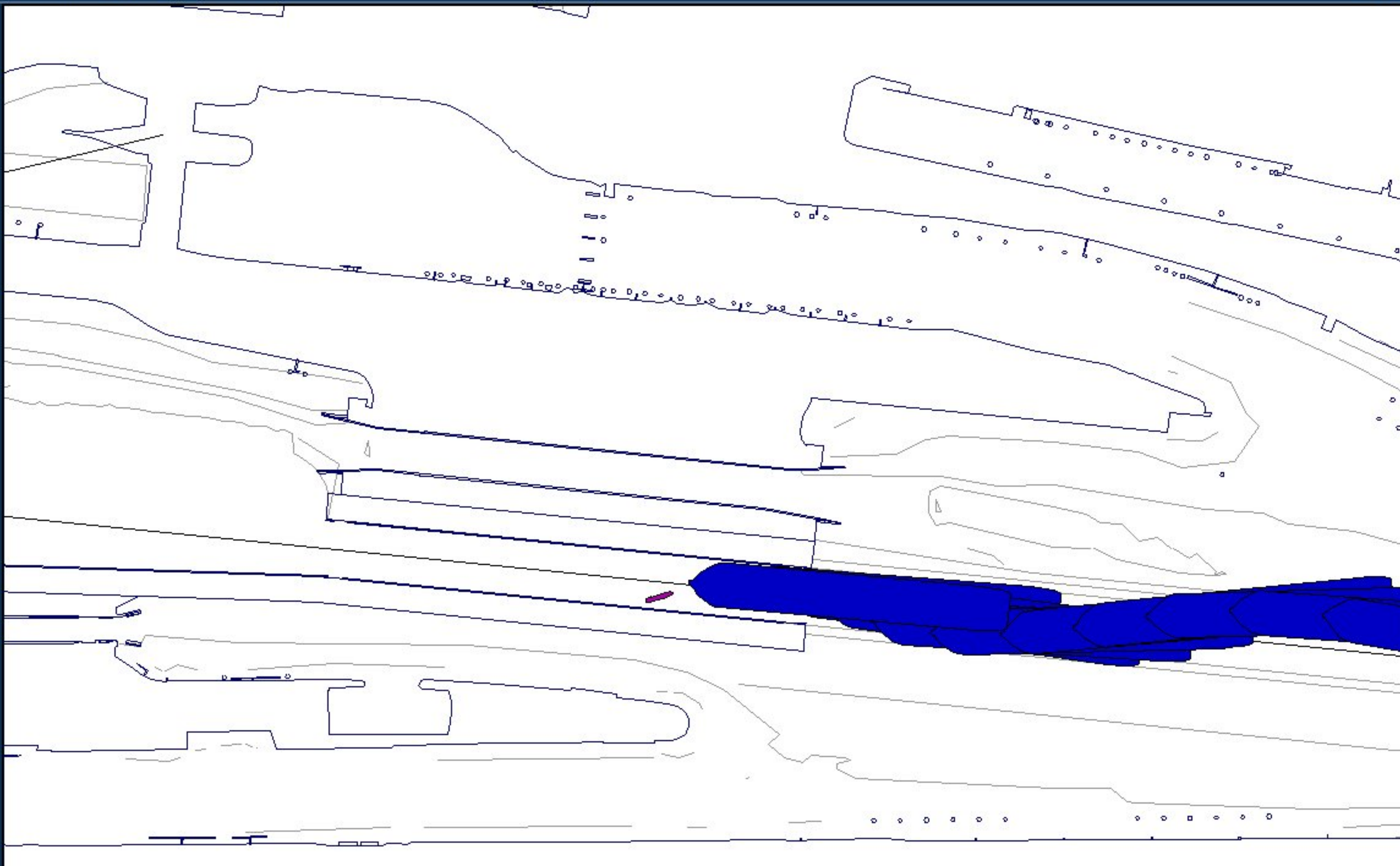
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

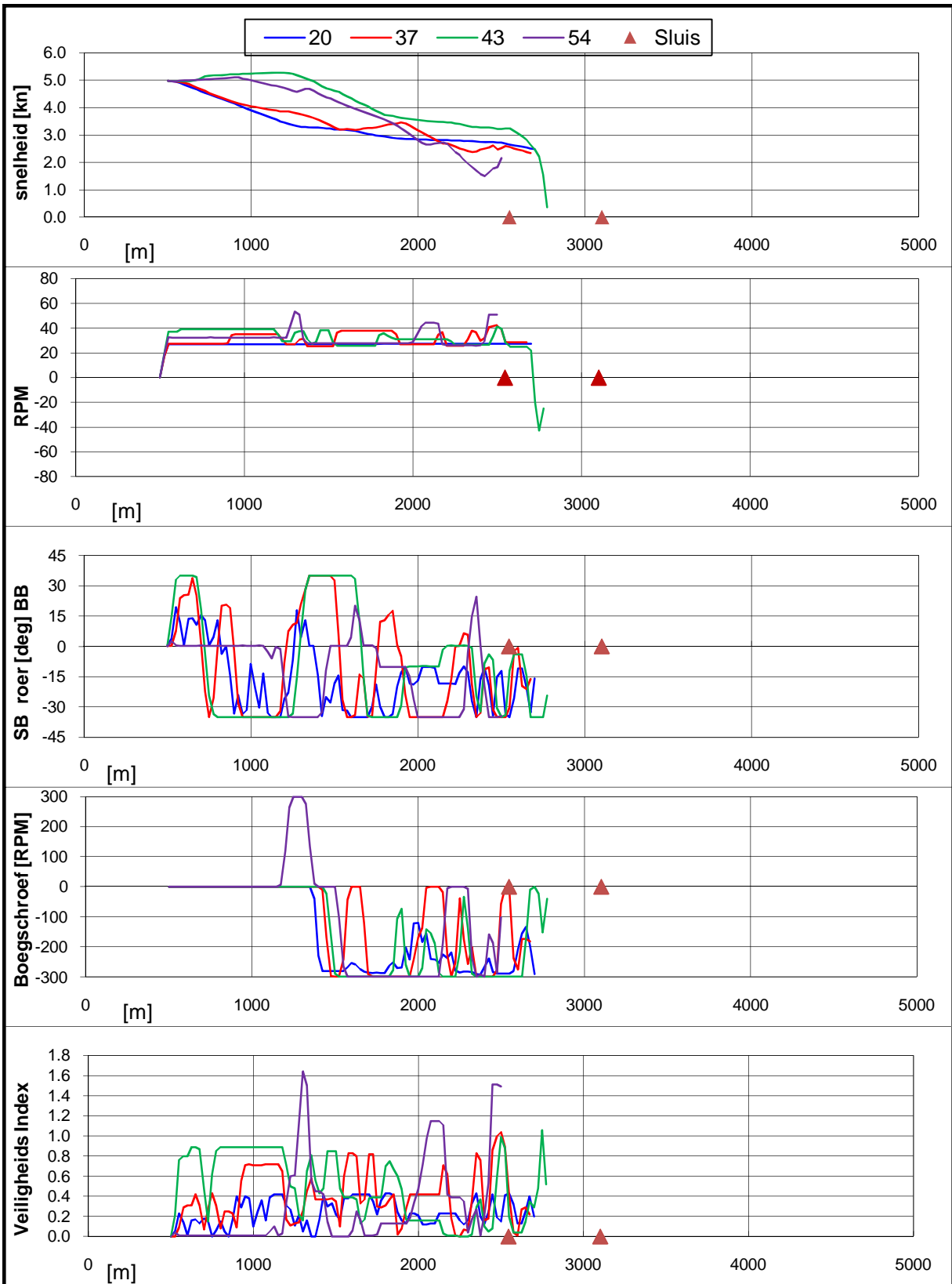
Scale


1:5134

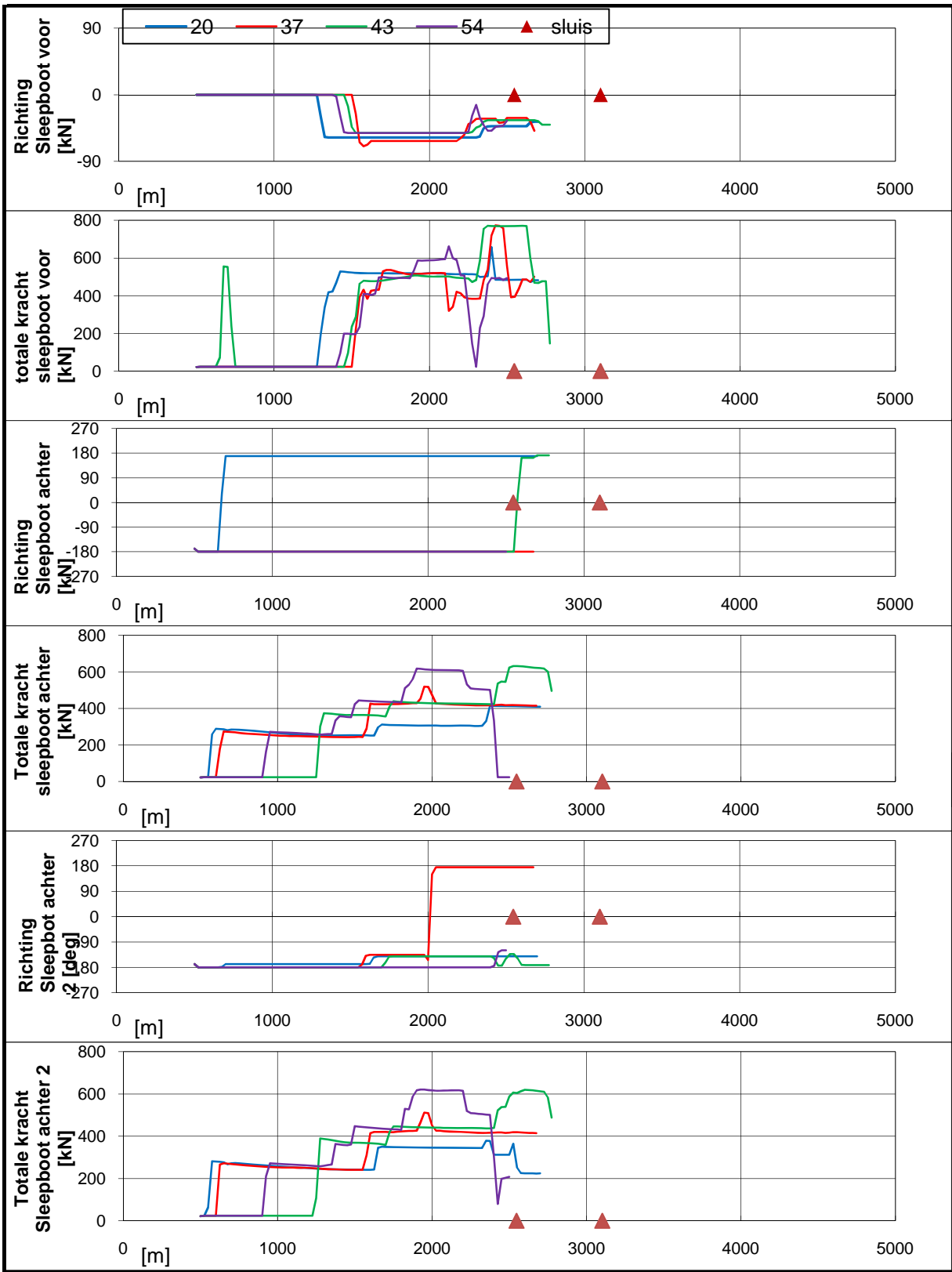


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_cont.cnd
runnumber	: 54



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 8	
type schip: Container 366, invaart vanuit oost, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 21.b	



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

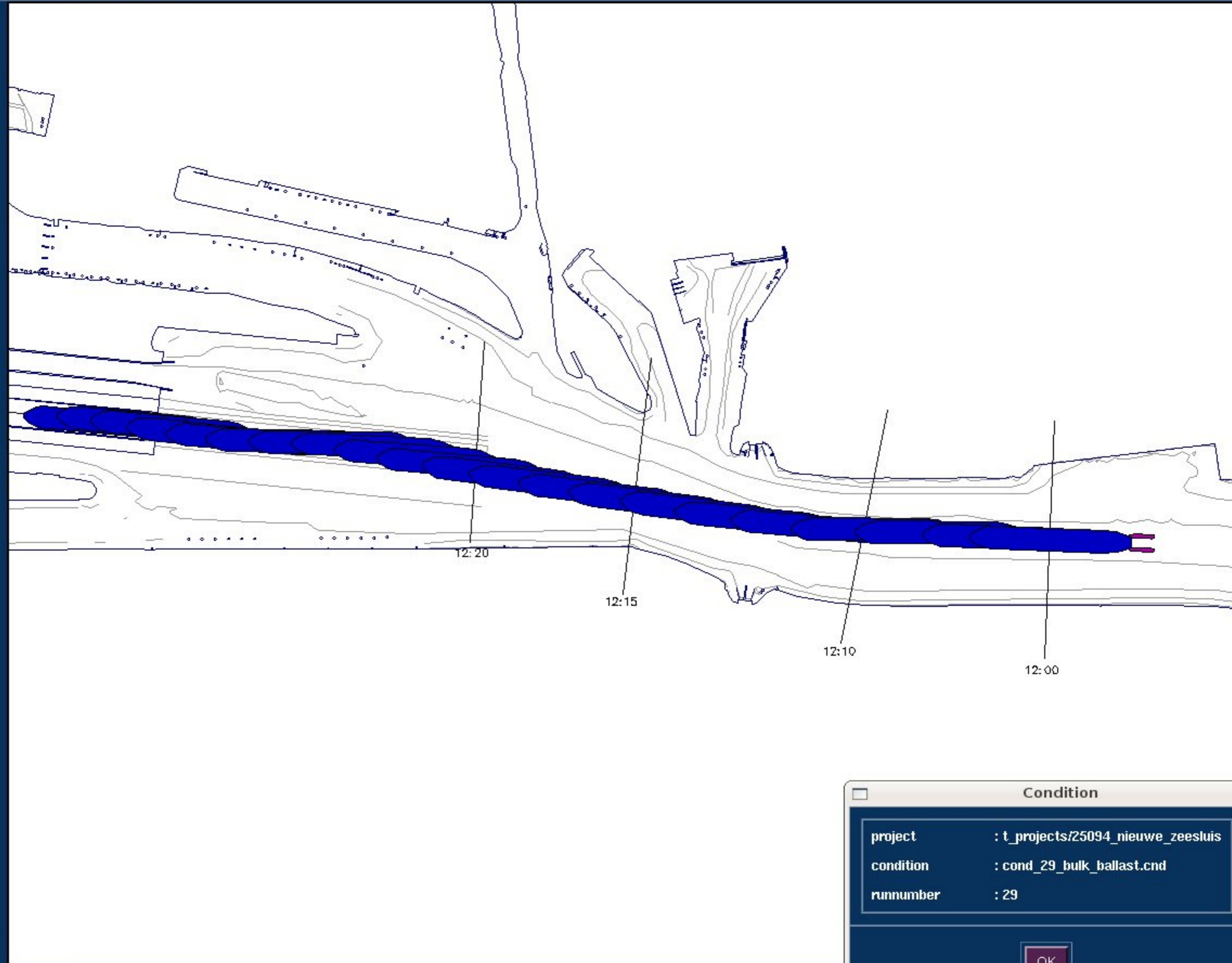
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 9058



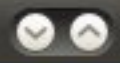
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 29

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

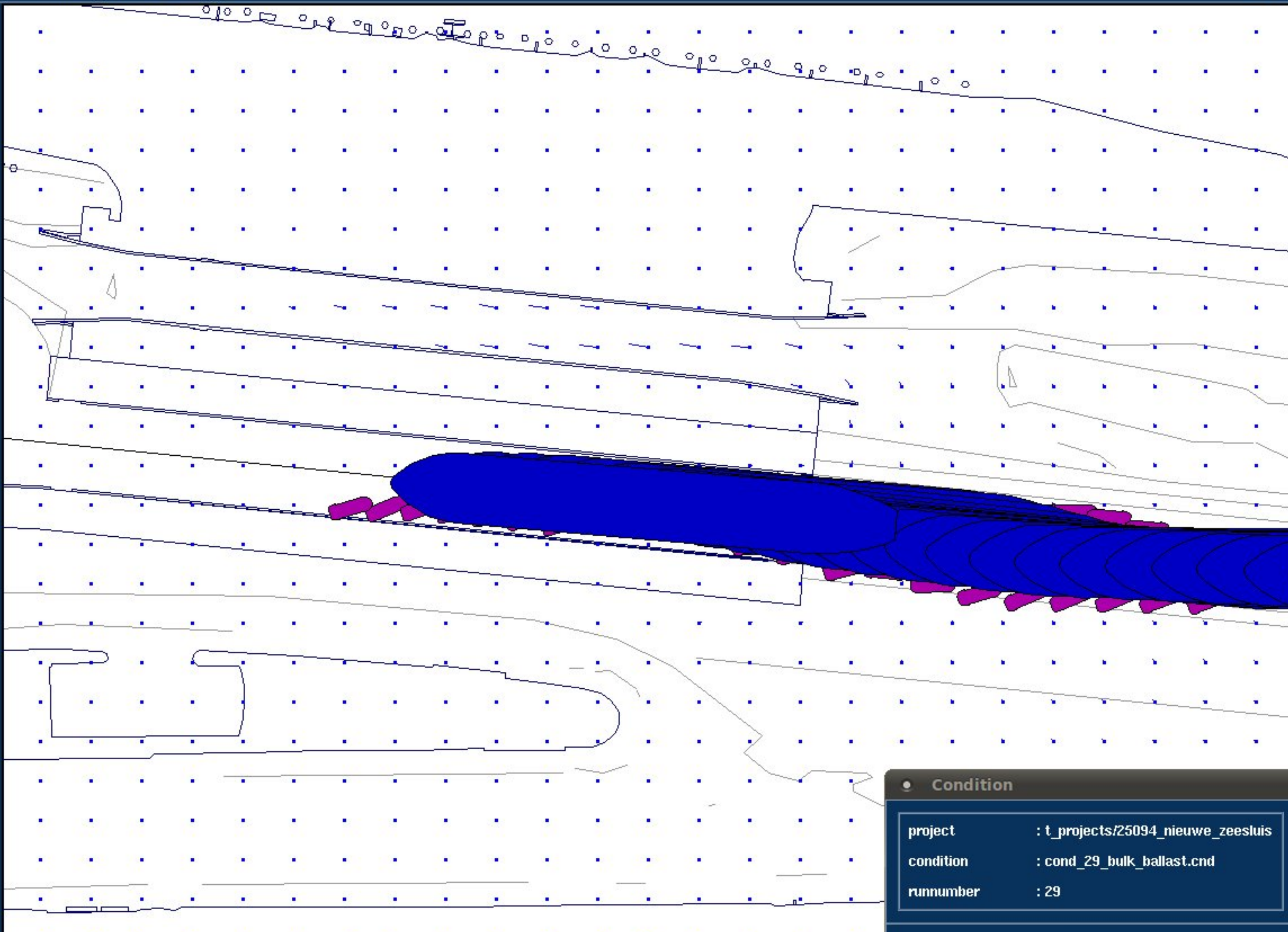
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 2994

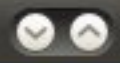


Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 29



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

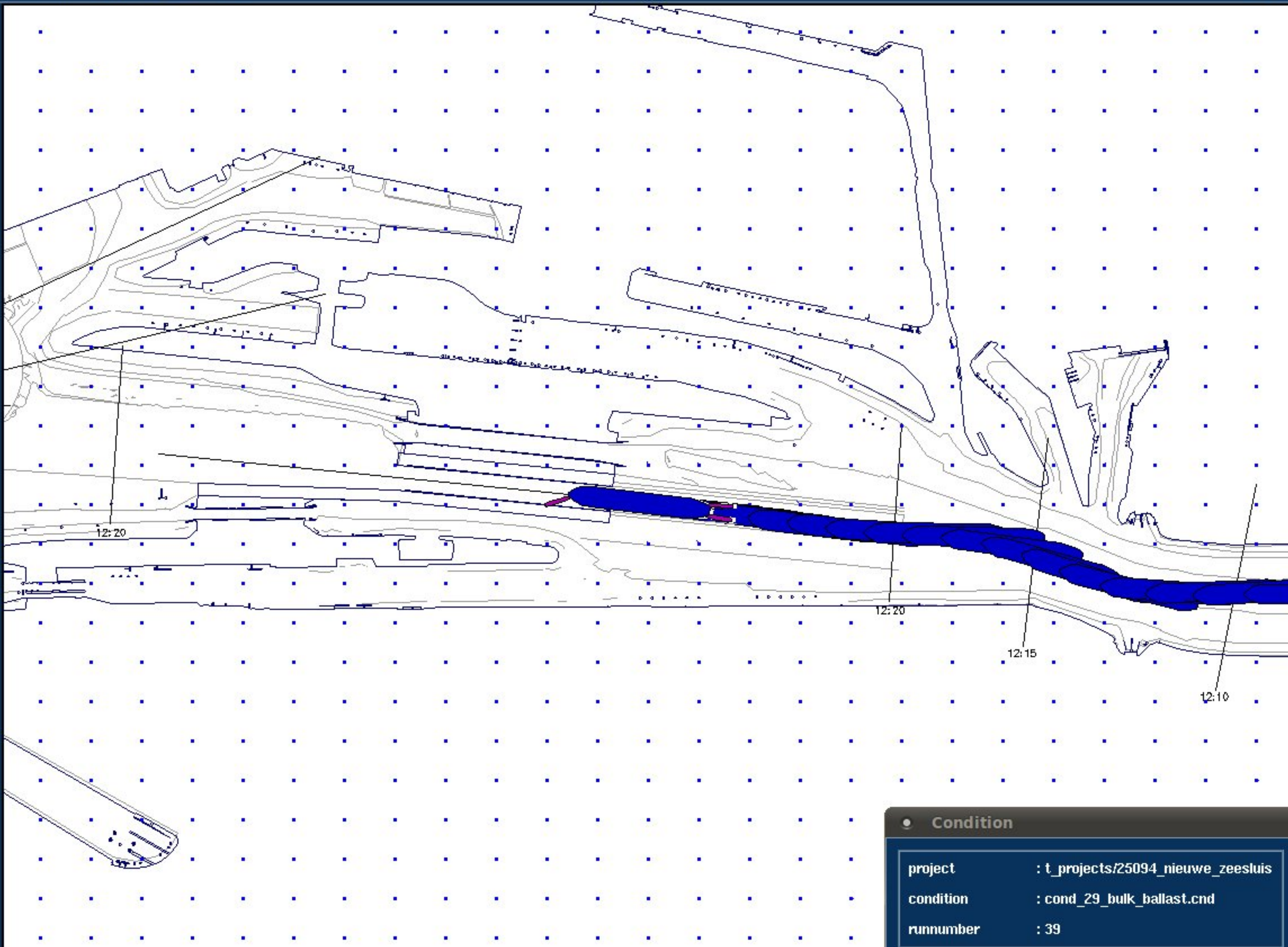
CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◇ Ship

Scale

1 : 10660



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 39

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

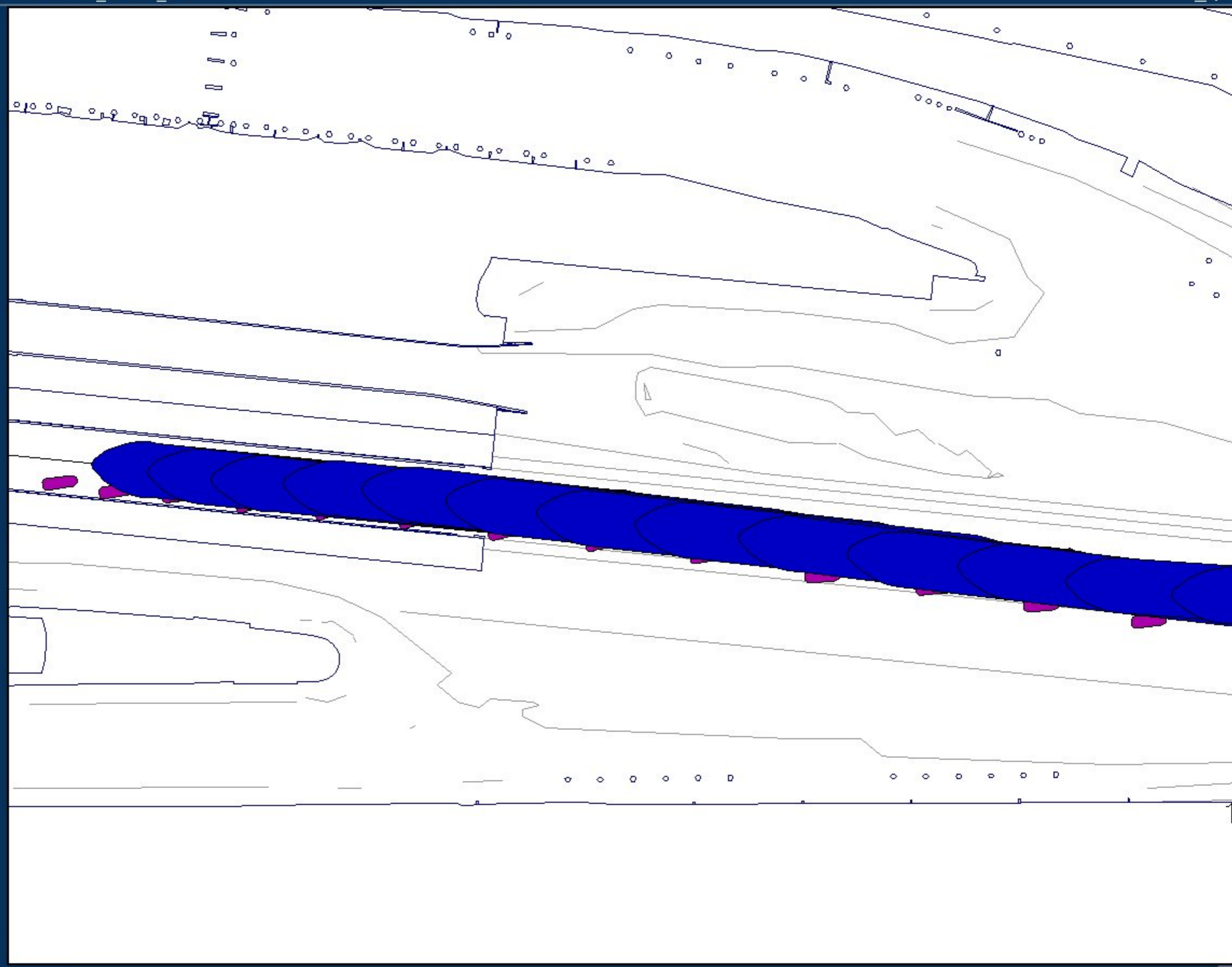
Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale
1:3661



Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

CPA/TCPA

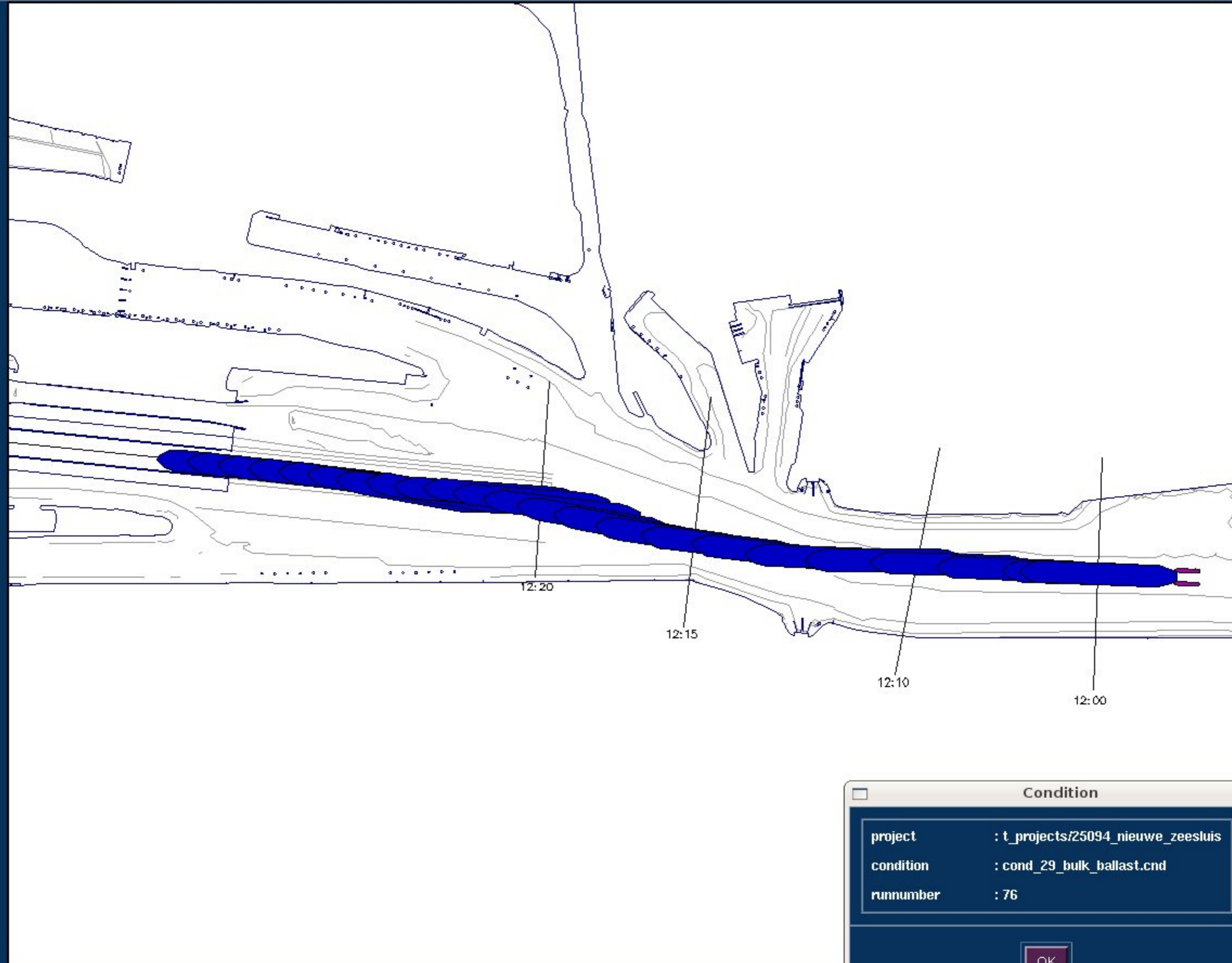
Set Goal

◆ Area

◇ Ship

Scale

1 : 9330



Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 76

OK

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/Distance

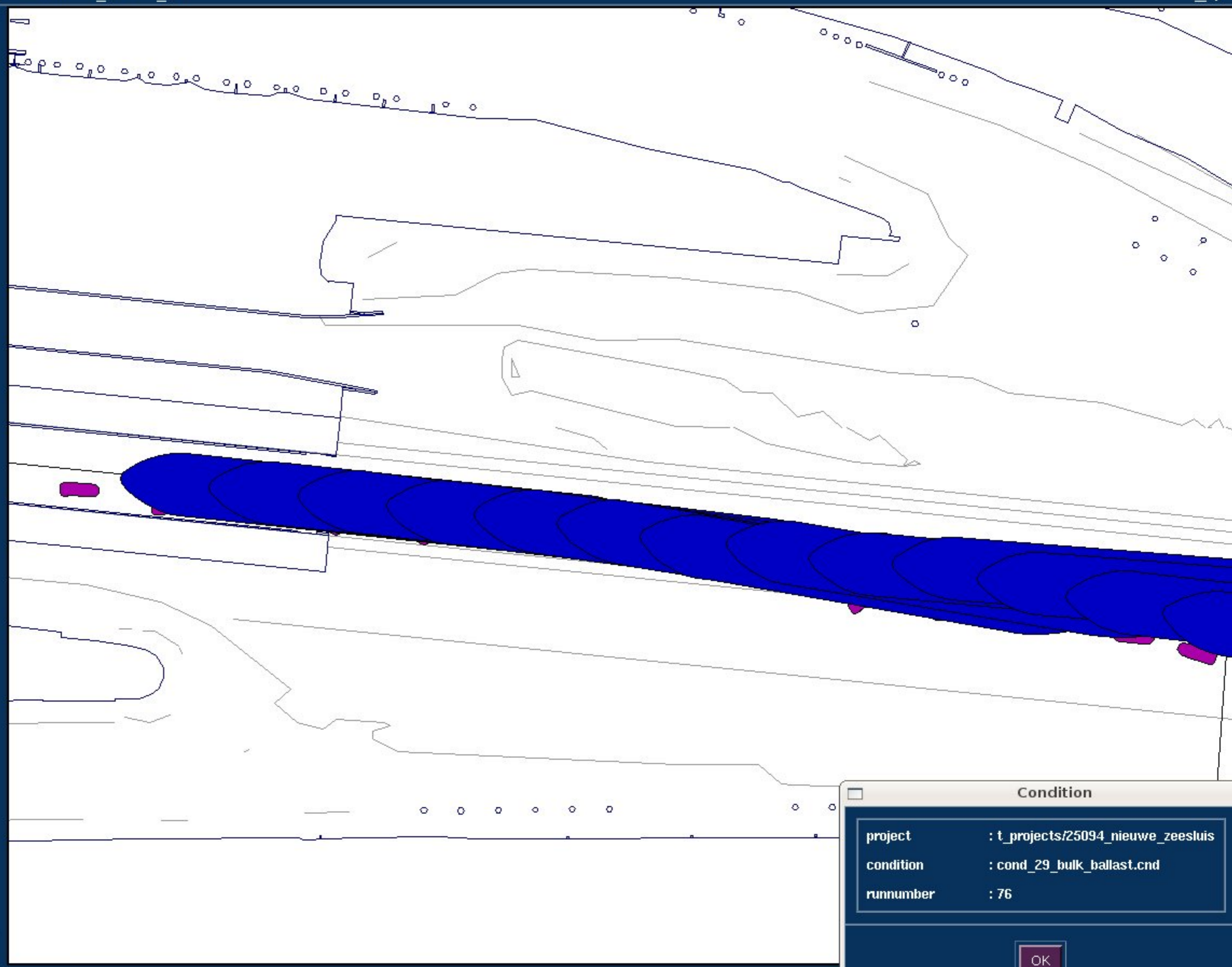
CPA/TCPA

Set Goal

- ◆ Area
- ◆ Ship

Scale

1 : 3208

Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 76

OK



Area Manager



Area objects Environment Show Print Edit Help

Zoom In

Zoom Out

Zoom To

Centre

Reset

Refresh

Bearing/ Distance

CPA/ TCPA

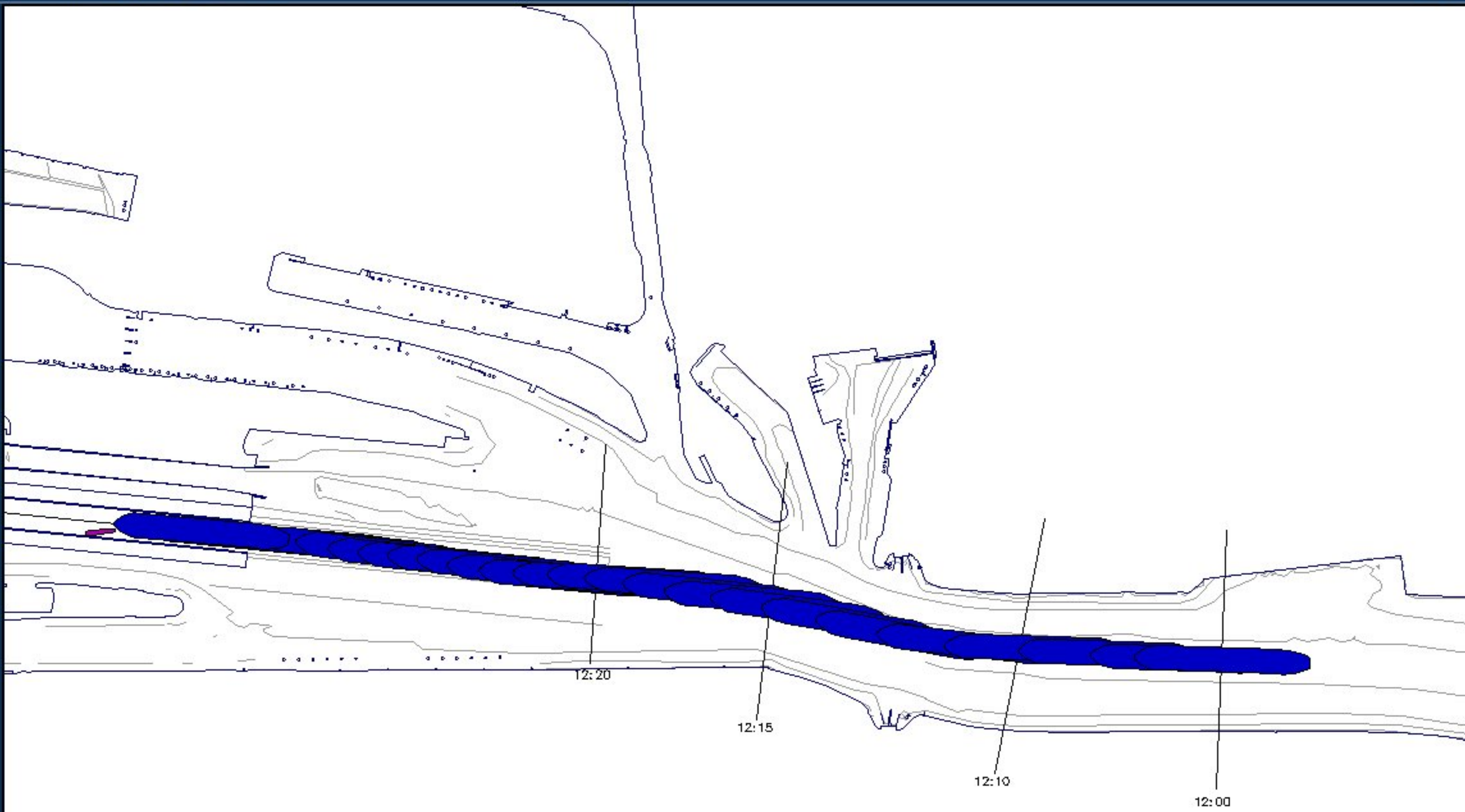
Set Goal

◆ Area

◆ Ship

Scale

1:9830



Condition

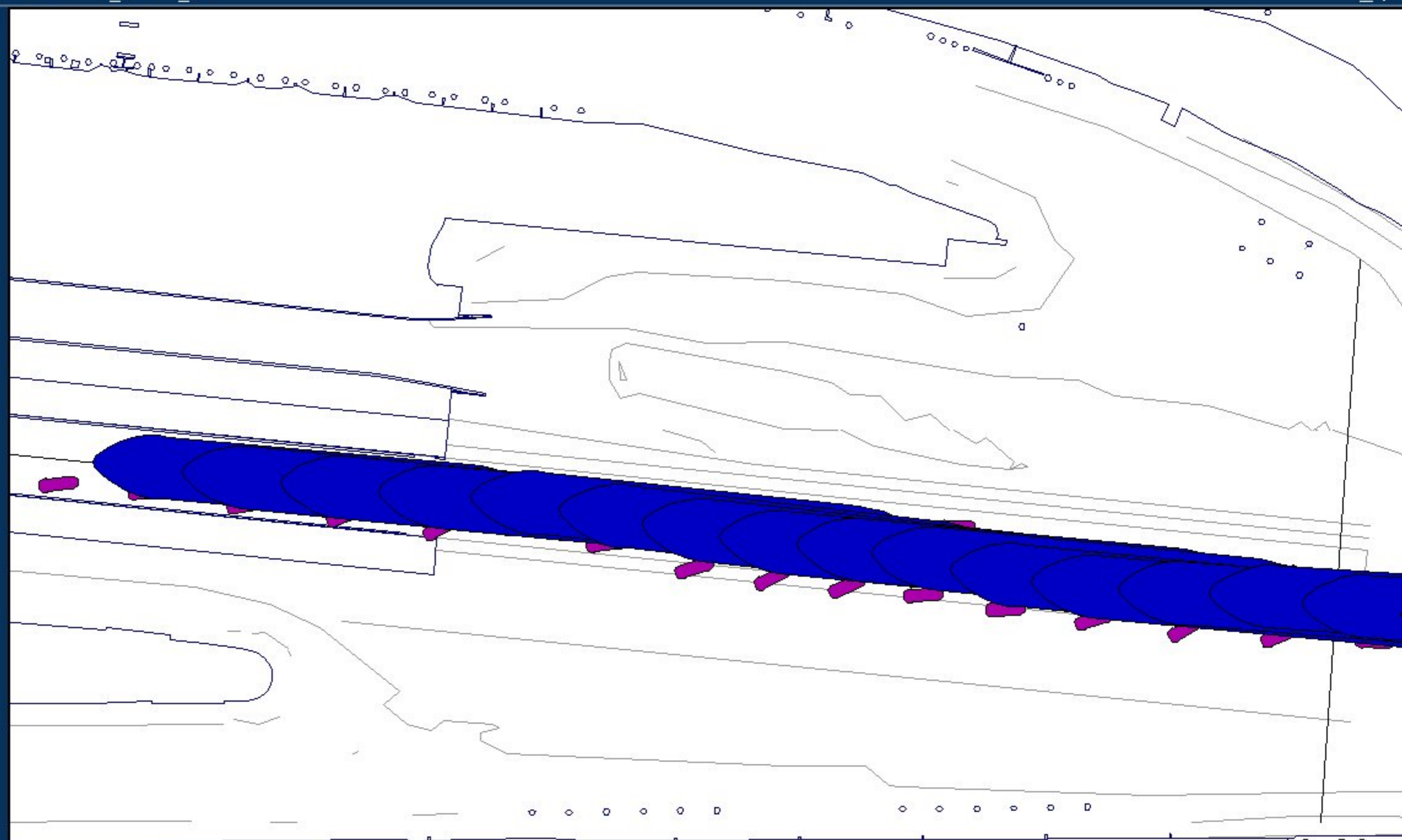
project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 84

OK

- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom To
- Centre
- Reset
- Refresh
- Bearing/Distance
- CPA/TCPA

- Set Goal**
- ◆ Area
 - ◇ Ship

Scale
1:3661

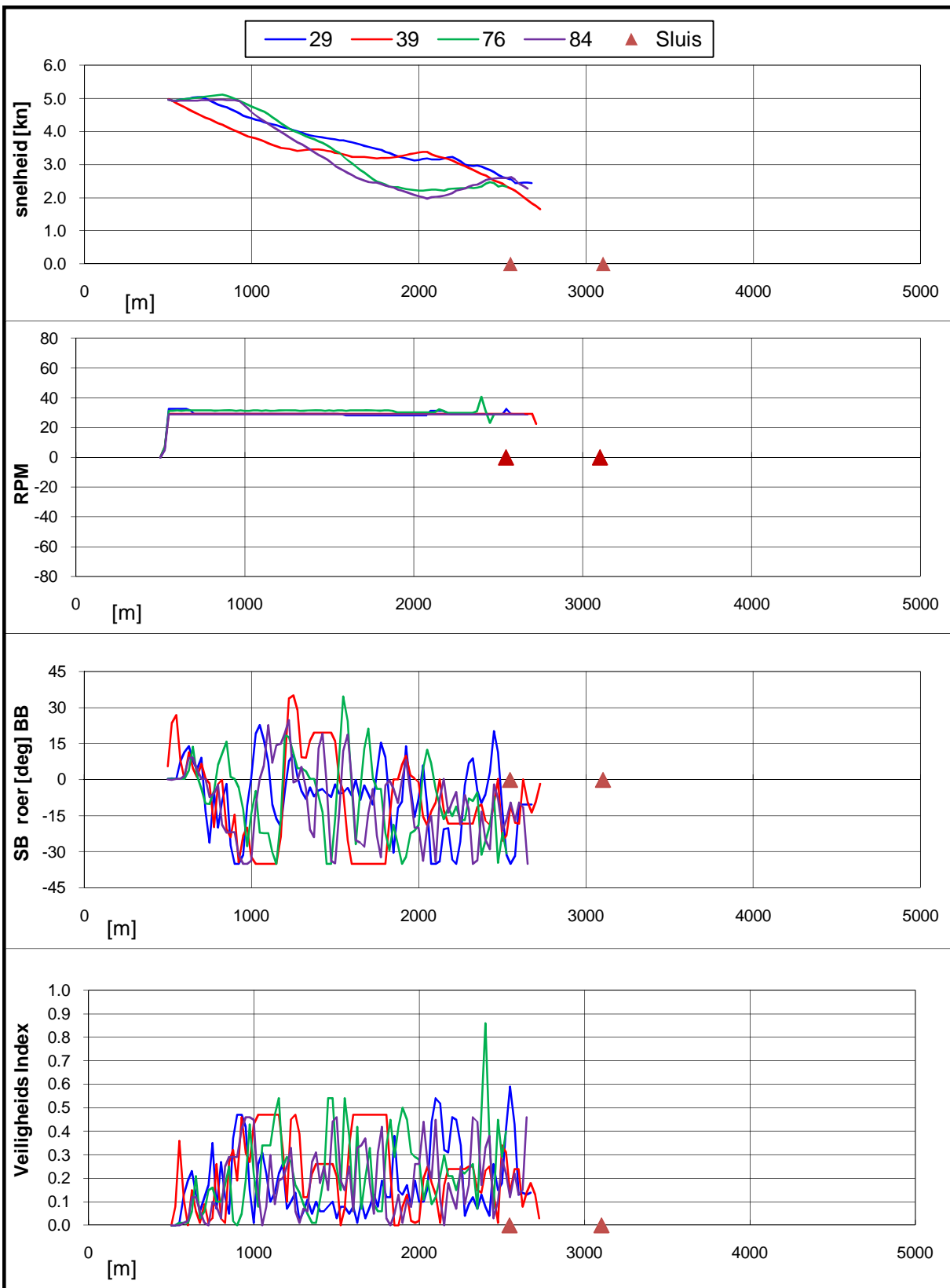



12:20

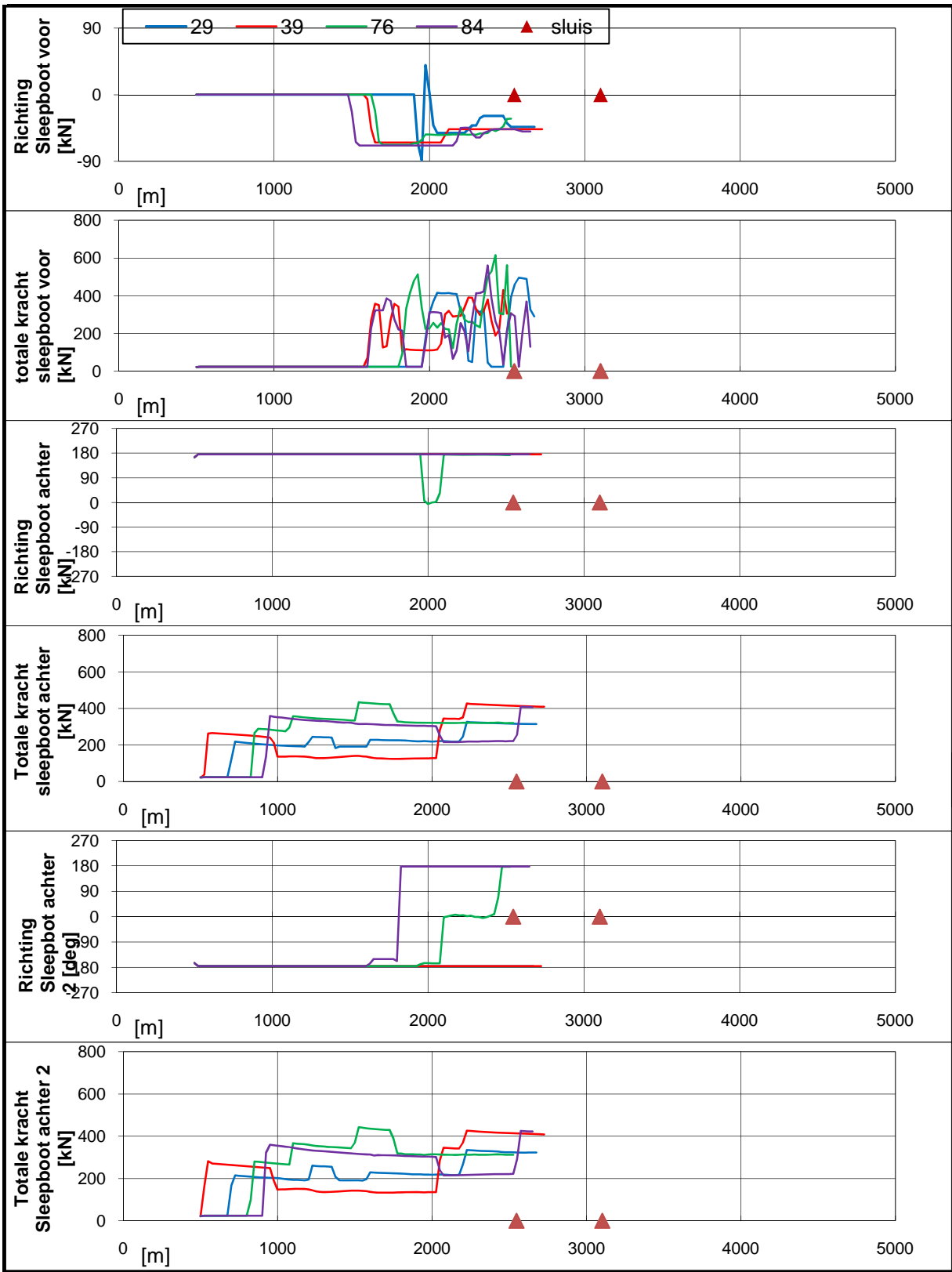
Condition

project	: t_projects/25094_nieuwe_zeesluis
condition	: cond_29_bulk_ballast.cnd
runnumber	: 84

OK



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden	Stroomscenario: 8	
type schip: Bulkcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 15,4 m/s	25094.600	
MARIN's Nautical Centre MSCN	Fig: 19.b	



Real-time simulaties Nieuwe Zeesluis IJmuiden		Stroomscenario: 8
type schip: Bulkcarrier 9 m, invaart vanuit oost, wind: ZW 15,4 m/s		25094.600
MARIN's Nautical Centre MSCN		Fig: 19.c



BIJLAGE F RESULTATEN VAN BEOORDELING VAN DE VAARTEN

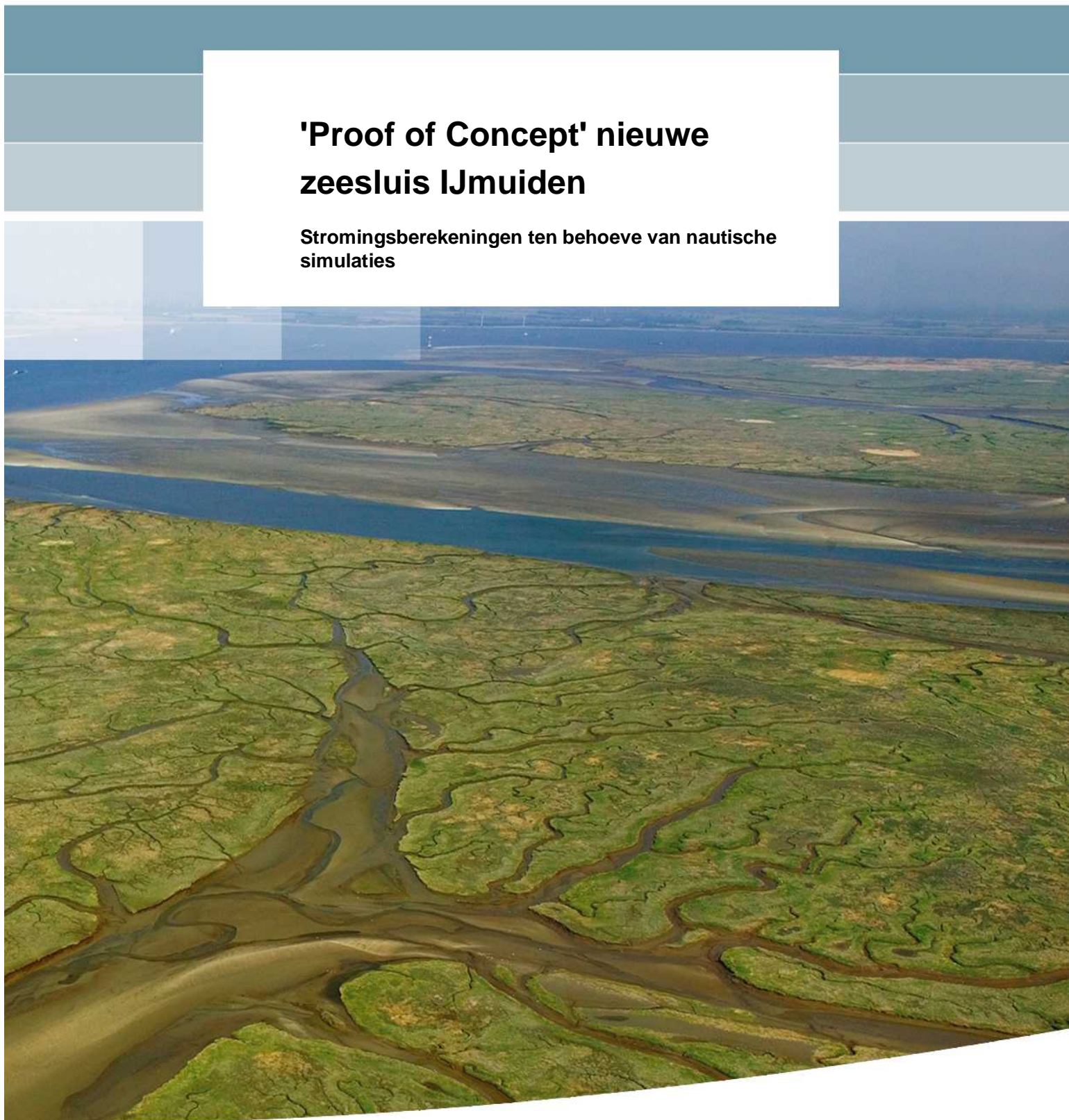
Simulator conditie	= Totale score per vaarscenario					Loods				Instructeur	numerieke analyse			
	schepen	manoeuvre	Stroom scenario	Wind	Run nr.	Algemene indruk	Controleer- baarheid	in/uitvaart Sluis	Effect van stroom	Algemene indruk	roer/schroef	boegschroef	voorboot	achterboten
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s	8					5	5	2	2	5
					65	5	5	5	5	5	5	5	5	5
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s		5	5	5	5	5	5	3.5	3.5	5
cond_01_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s	9					3	4	n.v.t.	5	4
					46	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	5	5
cond_01_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 8 m/s		5	5	5	5	4	4.5	0	5	4.5
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s	16	5	5	5	5	4	5	5	5	5
					47	5	5	OK	5	5	5	5	5	5
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s		5	5		5	4.5	5	5	5	5
cond_25_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 8 m/s	66					5	5	n.v.t.	5	5
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	12	5	4	5	4	3	5	5	5	5
					40	5	5	5	5	5	4	4	5	5
					48	5	5	5	4	5	5	4	4	5
					73	3	3	3	3	2	3	4	2	5
cond_01_cont	Container 366	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s		4.5	4.25	4.5	4	3.75	4.25	4.25	4	5
cond_01_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s	13	5	5	5	4	4	5	n.v.t.	4	4
					35					4	5	n.v.t.	5	4
					57	5	5	5	4	4	5	n.v.t.	5	4
					68	5	5	5	3	4	5	n.v.t.	5	4
cond_01_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	1	ZW 15,4 m/s		5	5	5	3.7	4	5	0	4.75	4
cond_03_cont	Container 366	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	11	5	5	5	5	4	5	3	2	5
					33	5	5	5	5	4	4	4	4	5
					64	5	5	5	5	4	4	4	4	5
					89	5	5	5	5	4	5	4	4	5
cond_03_cont	Container 366	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		5	5	5	5	4	4.5	3.75	3.5	5
cond_03_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	10	5	5	5	4	5	4	n.v.t.	4	5
					42	5	5	5	4	5	5	n.v.t.	5	5
					72	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	5	5
					87	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	5	5
cond_03_bulk_ half_loa	Bulkcarrier 13,7 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		5	5	5	4.5	5	4.75	0	4.75	5
cond_03_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s	27	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	5	5
					45	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	5	5
					55	5	5	5	4	5	5	n.v.t.	5	5
					79	5	5	5	5	5	4	n.v.t.	5	5
cond_03_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	uitvaart naar west	1	ZW 15,4 m/s		5	5	5	4.75	5	4.75	0	5	5
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 15,4 m/s	24	5	5	5	4	5	5	4	4	5
					59	5	5	5	5	4	5	4	3	2
					81	3	3	3	4	3	3	5	2	2
					93	1	3	1	4	4	5	5	5	5
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 15,4 m/s		3.5	4	3.5	4.25	4	4.5	4.5	3.5	3.5
cond_07_cont	Container 366	uitvaart naar west	2	ZW 15,4 m/s	25	5	5	5	4	4	5	4	5	5
					44	5	4	5	5	3	5	4	3	5
					58	5	5	5	4	4	5	3	5	5
					83	4	5	5	5	3	4	4	4	5
cond_07_cont	Container 366	uitvaart naar west	2	ZW 15,4 m/s		4.75	4.75	5	4.5	3.5	4.75	3.75	4.25	5
cond_18_cont	Container 366	invaart vanuit west	5	NW 15,4 m/s	17	5	5	5	5	3	4	4	4	5
					41	5	5	5	5	4	5	5	5	4
					51	5	5	5	4	4	5	4	5	2
					90	5	5	5	5	4	5	5	5	4
cond_18_cont	Container 366	invaart vanuit west	5	NW 15,4 m/s		5	5	5	4.75	3.75	4.75	4.5	4.75	3.75
cond_20_cont	Container 366	uitvaart naar west	5	NW 15,4 m/s	18	5	5	5	5	4	5	3	4	5
					38	5	5	5	5	3	5	3	4	5
					50	3	3	3	5	3	3	2	3	5
					70	5	3	3	3	3	4	2	1	5
cond_20_cont	Container 366	uitvaart naar west	5	NW 15,4 m/s		4.5	4	4	4.5	3.25	4.25	2.5	3	5
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	14	3	5	3	3	3	5	4	2	5
					31	5	5	5	3	4	5	2	3	5
					60	3	5	5	5	4	5	3	3	2
					69	5	5	3	3	3	5	4	4	3
cond_25_cont	Container 366	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s		4	5	4	3.5	3.5	5	3.25	3	3.75
cond_25_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s	15	5	5	5	4	4	5	n.v.t.	5	5
					34	5	5	5	3	3	5	n.v.t.	5	5
					49	5	5	5	3	4	5	n.v.t.	5	5
					74	5	5	5	5	5	5	n.v.t.	4	5
cond_25_bulk_ ballast	Bulkcarrier 9 m	invaart vanuit oost	7	ZW 15,4 m/s		5	5	5	3.75	4	5	0	4.75	5
cond_29_cont	Container 366	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	20	5	5	5	4	4	5	3	4	5
					37	3	5	3	3	2	5	4	3	5
					43	3	3	3	2	2	4	2	2	2
					54	3	3	3	3	1	3	2	3	2

cond_29_cont	Container 366	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s		3.5	4	3.5	3	2.25	4.25	2.75	3	3.5
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s	29	5	5	5	5	3	5	n.v.t.	5	5
					39	5	5	5	4	4	5	n.v.t.	5	5
					76	1	1	3	2	3	5	n.v.t.	4	5
					84	5	5	5	5	3	5	n.v.t.	5	5
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 15,4 m/s		4	4	4.5	4	3.25	5	0	4.75	5
cond_40_cont	Container 366	invaart vanuit west	10	ZW 15,4 m/s	30	5	5	5	5	5	5	5	4	4
cond_05_cont	Container 366	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	52	1	3	3	5	2	5	4	1	1
cond_05_bulk_half_loa	Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s	61	5	5	5	5	4	5	n.v.t.	4	5
					80	5	5	5	4	4	5	n.v.t.	5	4
					82	5	5	5	5	4	5	n.v.t.	5	2
					91	5	5	5	5	4	5	n.v.t.	4	4
cond_05_bulk_half_loa	Bulcarrier 13,7 m	invaart vanuit west	2	ZW 19,0 m/s		5	5	5	4.75	4	5	0	4.5	3.75
cond_22_cont	Container 366	invaart vanuit west	6	NW 15,4 m/s	62	5	5	5	3	3	4	5	4	4
					67	3	3	1	4	4	5	5	4	4
					77	3	3	3	2	3	5	5	4	3
					85	4	5	5	2	3	5	5	5	3
cond_22_cont	Container 366	invaart vanuit west	6	NW 15,4 m/s		3.75	4	3.5	2.75	3.25	4.75	5	4.25	3.5
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s	63	3	5	3	3	2	5	1	2	5
					78	5	5	5	5	3	3	2	3	5
					92	5	4	5	3	3	5	4	3	5
					88	5	5	5	5	3	5	3	4	5
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s		4.5	4.75	4.5	4	2.75	4.5	2.5	3	5
cond_24_cont	Container 366	uitvaart naar west	6	NW 15,4 m/s	71	3	5	3	4	5	4	3	5	5
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 19,0 m/s	56	3	3	3	5	2	4	n.v.t.	2	4
					75	1	3	3	4	2	5	n.v.t.	2	4
cond_29_bulk_ballast	Bulcarrier 9 m	invaart vanuit oost	8	ZW 19,0 m/s		2	3	3	4.5	2	4.5	0	2	4

BIJLAGE 5 Stromingsberekeningen

'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

**Stromingsberekeningen ten behoeve van nautische
simulaties**



'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Stromingsberekeningen ten behoeve van nautische simulaties

B. van Vossen
O.M. Weiler

1204166-000

Titel

'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Opdrachtgever

DHV

Project

1204166-000

Kenmerk

1204166-000-HYE-0018

Pagina's

31

Trefwoorden

Stroming, Delft3D, Manoeuvreren, Sluizen, dichtheidsstroming

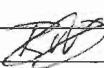
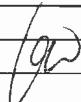

Samenvatting

3D-stromingsmodellen zijn opgezet van een gegeven ontwerpvariant van de Nieuwe zeesluis (65m x 500m x 18m) en de voorhavens om de gelaagde stroming die ontstaat na opening van de sluisdeuren te berekenen. Met de modellen zijn de stroompatronen berekend voor de zeezijde en voor de kanaalzijde van de nieuwe sluis voor een gegeven set van tien scenario's.

De berekende driedimensionale stroomgegevens zijn inzichtelijk gemaakt met behulp van een serie animaties. De resultaten zijn toegeleverd aan MARIN voor gebruik als invoer voor real-time manoeuvreersimulaties.

Referenties

WPPoC-20110422-EBR-01

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	11 nov. 2011	B. van Vossen		Otto Weiler		Klaas Jan Bos	
2	28 nov. 2011	B. van Vossen		Otto Weiler		Klaas Jan Bos	
3	31 jan. 2012	B. van Vossen		Otto Weiler		Klaas Jan Bos	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 De opdracht	1
1.2 Doelstelling	2
1.3 Dit rapport	2
2 Gebruikte informatie	3
3 Algemene stromingscondities	5
3.1 Algemene beschrijving van de hydrodynamische condities - westzijde	5
3.2 Algemene beschrijving van de hydrodynamische condities - oostzijde	6
4 Scenarios	7
4.1 Stromingsscenarios	7
4.2 Aangenomen maatgevende zoutgehaltenes binnen en buiten de sluiskolk	8
5 Het numerieke stromingsmodel	13
5.1 Kader van de stromingsberekeningen	13
5.2 Opzet van de modellen	13
5.2.1 De rekenruids	13
5.2.2 Bathymetry	14
5.2.3 Randvoorwaarden	15
5.2.4 Het openen van de deuren	15
5.2.5 Initiële condities, inspelen en simulatieperiode	16
5.2.6 Overige instellingen en parameters	17
6 Simulaties en resultaten	19
7 Samenvatting en Conclusies	23
8 Literatuur	25

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Eind 2010 heeft Rijkswaterstaat Dienst Noord Holland middels het document "Vraagspecificatie voor de uitbesteding van de Proof of Concept, Milieutoets en MKBA en T0-onderzoek ten behoeve van de nieuwe zeesluis te IJmuiden in het kader van het project Zeetoegang IJmond" ingenieursbureaus om een offerte gevraagd. Deltares is benaderd door DHV om hieraan bij te dragen. In januari van 2011 is in overleg een offerte opgesteld die invulling bood aan een aantal belangrijke aspecten gerelateerd aan de hydrodynamica rond het manoeuvreren en het schutproces van grote schepen in een grote sluis op de overgang van zout naar zoet water. Deze aspecten zijn deels gerelateerd aan het onderdeel 'Proof of Concept' en deels aan de 'Milieutoets'.

In de opdrachtverlening is de bijdrage van Deltares beperkt tot twee aspecten van de 'Proof of Concept': het beschouwen van het proces van het nivelleren van de sluis (het rapport 'Evaluatie van het nivelleersysteem') en het bepalen van de dichtheidsstromingen in de aanlopen naar de sluis (dit rapport).

Figuur 1.1 toont de in deze studie beschouwde ontwerpvariant van de nieuwe zeesluis. Het is een sluis van 65 meter breed en 500m lang met aan beide einden gekromde roldeuren.

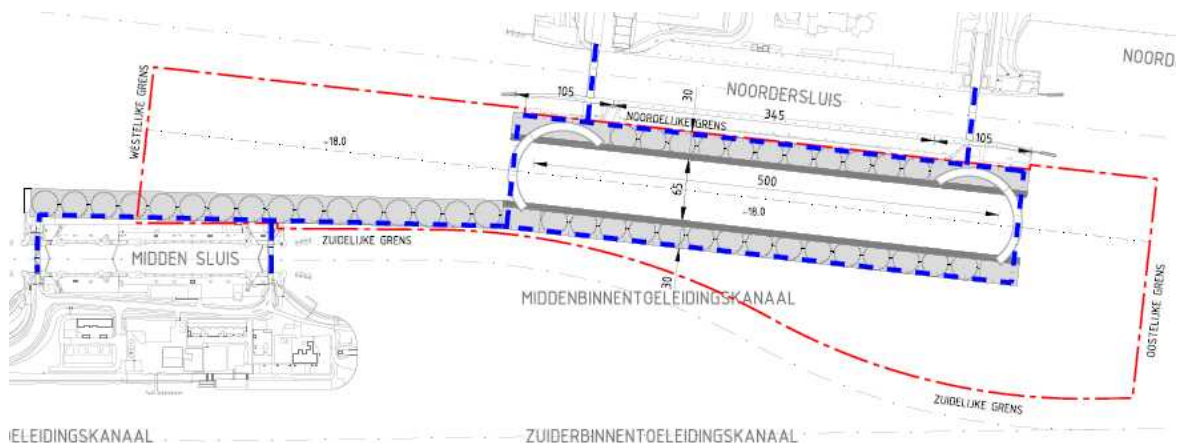


Fig. 1.1: Ontwerpvariant van de nieuwe sluis.

Een belangrijk aspect van het "Proof of Concept" is de zout-zoet interactie (dichtheidsstroming) die optreedt bij openende sluisdeuren en de invloed daarvan op nautische operaties. Daarnaast kan de asymmetrie in de layout van de voorhavens van de nieuwe sluis leiden tot asymmetrie in de waterbeweging rond het schip, wat vervolgens leidt tot significante (dwars)krachten op schepen in de buurt van de sluis. Aanwijzingen voor het optreden van dergelijke effecten werden gevonden in recente onderzoeken voor de nieuwe Panamasluizen.

De effecten van het varen langs een wand kunnen in de simulator meegenomen worden als krachten ten gevolge van oeverzuiging. Deze formulering is gebaseerd op stationaire

situaties: het schip vaart met een constante snelheid op een constante afstand en drifthoek t.o.v. de oever. Effecten van de schroef worden daarbij niet meegenomen. Bij de lage snelheden waarmee de sluis ingevaren wordt zouden deze dominant kunnen zijn boven de romp-effecten.

Als vervolgens het schip de sluis in vaart wordt de retourstroomsnelheid plotseling veel groter, en bovendien is de overgang abrupt en assymmetrisch. Dit wordt zeker niet meer gedekt door de gebruikelijke schematisatie middels oeverzuiging. Dit alles wordt nog verder gecompliceerd door de aanwezigheid van dichtheidsstromingen.

De in deze studie gevolgde werkwijze gaat uit van een ontkoppeling tussen enerzijds de hydrodynamica van het stromende water, en anderzijds de hydrodynamica van het manoeuvrerende schip. Deze ontkoppeling is gebruikelijk in de huidige 'state of the art', maar is niet dekkend voor de situatie waarin een schip vanuit een assymmetrische voorhaven een sluis in vaart (of vice versa), terwijl er dichtheidsstromingen lopen. De complexe hydrodynamica die dan optreedt en de impact daarvan op het manoeuvreren kon in het kader van de huidige studie niet volledig worden onderzocht. Deltares en MARIN hebben voor deze aspecten (risico's) aanvullende werkzaamheden aangeboden, die ook met RWS zijn besproken. Er is uiteindelijk besloten deze werkzaamheden niet op te nemen in Fase 1 van de Planstudie.

1.2 Doelstelling

In het kader van de huidige studie heeft DHV aan Deltares opdracht gegeven Delft3D modellen op te zetten van de nieuwe sluis en de voorhavens om de gelaagde stroming die ontstaat na opening van de sluis te kunnen berekenen. De modellen moeten stromingen berekenen voor de zeezijde en voor de kanaalzijde voor een gegeven set aan scenarios. De berekende driedimensionale stroomgegevens zijn bedoeld om als invoer te dienen voor real-time manoeuvreersimulaties van een schip dat onder verschillende condities (scenarios) de nieuwe sluis nadert of verlaat (de real-time manoeuvreersimulaties worden uitgevoerd door MARIN onder een apart contract).

1.3 Dit rapport

Deze rapportage beoogt een beknopte beschrijving te geven van de uitgevoerde numerieke stromingsmodellering. De verdere opbouw van het rapport is als volgt:

- Hoofdstuk 2 geeft een lijst van de gebruikte gegevens
- Hoofdstuk 3 beschrijft kort de algemene stromingscondities in het projectgebied
- Hoofdstuk 4 gaat in op de scenariokeuze
- Hoofdstuk 5 behandelt de opzet van de stromingsmodellen
- Hoofdstuk 6 beschrijft de uitgevoerde simulaties, toont de meest relevante resultaten, en beschrijft kort de opgeleverde gegevens voor de manoeuvreersimulaties.
- Hoofdstuk 7 bevat conclusies en een discussie

2 Gebruikte informatie

De data in de onderstaande tabel is gebruikt als uitgangspunt van de uitgevoerde studie beschreven in dit rapport.

Tabel 1: Gebruikte informatiebronnen	
Geometrie	<i>INTEGRAAL SUBVARIANT - VARIANT 1_V1_GEKROMDE ROLDEUR GELIJK.dwg</i> [sluiskolk lengte x breedte x diepte = 500 m x 65 m x 18 m NAP; gekromde roldeuren, zie Figuur 1.1]. Aangeleverd door DHV.
Bathymetrie	- Meest recente lodingsgegevens voor de buitenhaven (aangeleverd door DHV) (Uit 2010, behalve in het spuikanaal waar de lodingsgegevens uit 2008 komen) File: <i>Bestek totaal week 26 valid 1x1m.pts</i> , aangeleverd door DHV - Conceptueel ontwerp van bodemprofielen na baggeren van de toegangseulen voor de nieuwe sluis. File: <i>Bodemprofiel1.dwg</i> , aangeleverd door DHV - Dieptes als gebruikt in het Noordzeekanaalmodel (Alkyon, 2006).
Modellen	- IJmuiden modelinstrumentarium Rijkswaterstaat (Deltares, 2011) - Noordzeekanaalmodel (Alkyon, 2006).
Randvoorwaarden	- Astronomische getijcomponenten IJmuiden. Bron: Getijtafels NL voor Buitenhaven IJmuiden
Scenarios	- manoeuvreerscenarios: document WPD0C-20110729-BWI-01(Herziene versie), aangeleverd door DHV.

De gebruikte sluisgeometrie en deurtype was op het moment van uitvoering van deze studie de voorkeursvariant. Deze geometrie is beschouwd in zowel de hydrodynamische simulaties als in de manoeuvreersimulaties (door MARIN). Na het uitvoeren van de manoeuvreersimulaties heeft MARIN een inschatting gemaakt van de mogelijke impact van de verschillen tussen de diverse sluisvarianten op de resultaten. Zie daarvoor Hoofdstuk 7 van het betreffende rapport van MARIN.

3 Algemene stromingscondities

3.1 Algemene beschrijving van de hydrodynamische condities - westzijde

In het havenbekken aan de westzijde van het sluisencomplex bepalen de volgende processen de stroompatronen:

- Getij
- Wind
- Spuien en malen
- Schutten van schepen
- Koelwater inname en –lozingen

Op de vaarlijn vanaf het Forteiland tot aan de ingang van de geplande nieuwe sluis zijn stromingen door spuien en malen en door schutbewegingen dominant. Deze processen veroorzaken dan ook de sterkste stromingen en zijn daarmee maatgevend voor evaluatie van scheepvaartmanoeuvres van en naar de nieuwe sluis.

De sterkste stromingen door spuien of malen worden veroorzaakt door maximaal spuien. Er wordt alleen gespuid als de waterstand op zee lager is dan op het Noordzeekanaal. Het maximale spuidebiet is $500 \text{ m}^3/\text{s}$ (zie ook Paragraaf 4.1); dat debiet kan worden gehaald rond het moment van laag water. Als de waterstand op het Noordzeekanaal lager is dan op de Noordzee en er toch overtollig zoet water afgevoerd moet worden kan er gemalen worden. Dit gebeurt niet bij extreem hoog water op de Noordzee.

De sterkste stromingen door het schutten van schepen treden op bij het openen van de sluisdeuren en wanneer het dichtheidsverschil tussen het water in de sluis (relatief laag zoutgehalte) en in de voorhaven (relatief hoog zoutgehalte) maximaal is. Hierdoor ontstaat bij het openen van de sluisdeuren een zoetwaterfront dat zich met relatief hoge stroomsnelheden in de oppervlaktelagen van de waterkolom over de haven verspreidt. Beneden in de waterkolom, komt tegelijkertijd een relatief sterke stroming opgang die de sluis in stroomt en het zoete water eruit duwt. Dit effect kan optreden bij het openen van de deuren van de nieuwe sluis zelf, maar ook door open gaan van de nabij gelegen Noordersluis en Middensluis. De maximale verschillen in zoutgehaltes worden verder besproken in Hoofdstuk 4.

Stromingen geïnduceerd door het getij, wind en koelwater zijn aanmerkelijk kleiner en minder van belang.

Naast bovengenoemde stromingen veroorzaken en beïnvloeden manoevrerende schepen zelf stromingen. Met name bij het binnenvaren en uitvaren van een sluis (relatief laag zoutgehalte) treden retourstromingen op die vanwege de beperkte ruimte relatief hoge snelheden kunnen hebben en invloed kunnen hebben op de manoeuvre. Ook daarbij speelt de asymmetrie van de aanloop aan de westzijde een rol. Tevens zal de aanwezigheid van het schip van invloed zijn op de dichtheidsstromingen in en buiten de sluis. Een en ander impliceert dat naar mate het schip de sluis dichtert nadert en invaart (of vice versa) de huidige aannames ten aanzien van de hydrodynamica van stroming en manoeuvre aan geldigheid inboeten. Deze aspecten zijn

in de aanloop naar deze studie met de betrokken partijen besproken, maar zijn geen deel geworden van de huidige opdracht.

Voor de manoeuvres speelt verder ook de waterstand een rol. De waterstand aan de westzijde wordt bepaald door combinatie van getij en verhogingen en verlagingen door meteorologische effecten zoals bijvoorbeeld windopzet of afwaaiing.

3.2 Algemene beschrijving van de hydrodynamische condities - oostzijde

Aan de Noordzeekanaalkant aan de oostzijde van het sluisen complex is er geen getij. Het streefpeil voor de waterstand is er -0.4m NAP. Afwijkingen van dit streefpeil worden vooral veroorzaakt in perioden van groot zoetwater aanbod. De stroompatronen op de vaarlijn naar de sluis worden dus veroorzaakt door:

- Wind
- Spuien en malen
- Schutten van schepen
- Koelwater inname en -lozingen

Ook aan de oostzijde van de geplande nieuwe sluis aan de oostzijde zijn de stromingen door wind en door de inname en lozingen van koelwater minder relevant; deze worden daarom niet meegenomen in de simulaties.

De sterkste stromingen door spuien en malen treden op door maximaal afvoeren van water via het spuikanaal (500 m³/s spuien). De sterkste stromingen door schutten treden op door maximale dichtheidsverschillen tussen water in de sluis kolk (relatief hoog zoutgehalte) en het water op het Noordzeekanaal (relatief laag zoutgehalte). De maximaal te verwachten verschillen in zoutgehaltes worden verder besproken in Hoofdstuk 4.

4 Scenarios

4.1 Stromingsscenarios

Het voorlopig ontwerp van de nieuwe sluis bij IJmuiden zal worden getoetst door middel van real-time simulaties onder verschillende condities door MARIN. In deze toetsing ligt de nadruk op procedures rondom het invaren van de sluis en het effect van dichtheidsverschillen bij het naderen van de sluis. In een overleg hebben alle betrokken partijen samen vastgelegd wat de belangrijke variabelen zijn die aan bod zouden moeten komen in de manoeuvreersimulaties. Tabel 4.1, overgenomen uit het verslag van deze bijeenkomst (DHV, 2011, opgenomen in Appendix A), toont deze tien geïdentificeerde variabelen en de daarbij gekozen test conditie voor het ontwerp.

1 Waterpeil	NAP -1.70 m	NAP + 2.35 m		
2 Schepen	Containerschip (366m x 51m x 13.75m)	Bulk carrier (366 x 51 x 13.75)	Bulk carrier geballast (366 x 51 x 9*)	
3 Manoeuvres	Invaren Westzijde	Uitvaren Oostzijde	Invaren Oostzijde	Uitvaren Westzijde
4 Spuistroom	500 m ³ /s	0 m ³ /s		
5 Windsnelheid	Max. 7 Beaufort	8 Beaufort (Eventuele gevoeligheidsrun)		
6 Windrichting	ZW	NW		
7 Interacties andere kolken Westzijde	Openen Nieuwe zeesluis.	Middensluis gaat open tijdens manoeuvre. (Nieuwe sluis is al open)	Noordersluis gaat open tijdens manoeuvre. (Nieuwe sluis is al open)	Eventueel simultaan openen nieuwe sluis én een andere sluis in kort tijdsbestek.
8 Interacties andere kolken Oostzijde	Opene nieuwe sluis (Andere sluisen blijven gesloten)	Noordersluis gaat open tijdens naderen.		
9 Tijdstip openen Nieuwe sluis (Voor passage sluishoofd schip)	Tijdstippen afhankelijk van eerste assessment na gereedkomen stromingsberekeningen			
10 Initiële condities zeezijde	Zeezijde volgens model instrumentarium. Stadszijde voorlopig 15 ppt bij oppervlakte en 25 aan de bodem.			

Tabel 4.1: Overzicht van variabelen en bijbehorende testcondities voor de Manoeuvreersimulaties (DHV, 2011)

Om de verschillende mogelijke combinaties van bovenstaande variabelen te testen in de manoeuvreersimulaties zijn stroomvelden nodig die de bovenstaande maatgevende situaties representeren. De onderstaande Tabel 4.2 toont de overeengekomen ondersteunende stromingsscenario's met relevante parametervariaties.

Tabel 4.2: Stromingsscenarios

Scenario	Gebied	Waterpeil	Openende deuren	Spuien
1	Westzijde	Laag water (-1.7m NAP)	Nieuwe Zeesluis	500 m ³ /s
2	Westzijde	Hoog water (+2.35 m NAP)	Nieuwe Zeesluis	0 m ³ /s
3	Oostzijde	streefpeil (-0.4m NAP)	Nieuwe Zeesluis	500 m ³ /s
4	Oostzijde	streefpeil (-0.4m NAP)	Nieuwe Zeesluis	0 m ³ /s
5	Westzijde	Laag water (-1.7m NAP)	Noordersluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	500 m ³ /s
6	Westzijde	Hoog water (+2.35 m NAP)	Noordersluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	0 m ³ /s
7	Oostzijde	streefpeil (-0.4m NAP)	Noordersluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	500 m ³ /s
8	Oostzijde	streefpeil (-0.4m NAP)	Noordersluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	0 m ³ /s
9	Westzijde	Laag water (-1.7m NAP)	Middensluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	500 m ³ /s
10	Westzijde	Hoog water (+2.35 m NAP)	Middensluis (Nieuwe Zeesluis reeds open)	0 m ³ /s

Bij alle scenario's aan de westzijde wordt uitgegaan van stroomsituaties tijdens een springtij situatie met een extreme (ontwerp) set-up (+2.35 m NAP) of een extreme (ontwerp) set-down (-1.7 m NAP). De stroomsituaties aan de oostzijde worden niet beïnvloed door het getij.

In alle scenario's worden de genoemde deuren geopend ongeveer op het moment van hoog of laag water. De waterstand binnen en buiten de sluis kolk is in deze scenarios op het moment van openen van de deuren gelijk verondersteld. (Zie paragraaf 5.2.4 voor het effect van een restverval dat kan optreden als gevolg van het verschil in dichtheid van het water in en buiten de kolk.) In scenarios 5 t/m 10 staat de Nieuwe Zeesluis al open vanaf het begin van de berekening. Er is dus geen uitwisselingsstroming meer met deze sluis. Door deze keuze te maken wordt het introduceren van een extra variabele vermeden (hoe lang staat de Nieuwe Zeesluis al open) en richt de simulatie zich puur op het effect van het openen van de naastgelegen sluis.

De in Tabel 4.1 gespecificeerde initiële zoutgehalten bleken bij nader onderzoek niet de meest maatgevende condities. De aangenomen zoutgehalten binnen en buiten de sluis kolk op het moment van openen van de deuren worden besproken in de hiernavolgende paragraaf.

4.2 Aangenomen maatgevende zoutgehalten binnen en buiten de sluis kolk

De sterkte van dichtheidstromingen die ontstaan bij het openen van een sluisdeur hangt af van de zoutgehalten binnen en buiten de sluis kolk, en de lokale verticale zoutgehalteverdelingen. Het is bekend dat deze zoutgehalten en zoutverdelingen grote

variaties vertonen in de tijd door fluctuaties in de zoetwaterafvoer via het Noordzeekanaal en de variaties in de frequentie van schutprocessen (scheepsbewegingen). Er is echter geen exact beeld van de zoutgehaltes en de variaties daarin in de directe nabijheid van de sluisen omdat er weinig (meet)data beschikbaar is.

Omdat deze stromingsstudie bijdraagt aan een ontwerpstudie zijn situaties waarbij de dichtheidstromingen het sterkst zijn het belangrijkste. De dichtheidstromen worden het sterkst bij maximale dichtheidsverschillen. Deze worden in IJmuiden gedomineerd door verschillen in zoutgehaltes, en in mindere mate veroorzaakt door temperatuurverschillen. Op basis van beschikbare gegevens en expert opinion is voor de te simuleren scenario's een inschatting gemaakt van representatieve verticale zoutverdelingen met relatief grote verschillen in zoutgehalte nabij de nieuwe sluis.

De gekozen zoutverdelingen zowel binnen als buiten de sluis worden voor de verschillende scenario's (als weergegeven in Tabel 4.2) hieronder kort beschreven.

SCENARIO 1

Scenario 1 is bedoeld voor het testen van manoeuvres aan de westzijde van de nieuwe sluis bij een extreem laag water (-1.7m NAP) en een maximaal spuidebiet (500 m³/s).

De zoutgehaltes aan de westzijde worden bepaald door het zoutgehalte van het Noordzeewater (ongeveer 30 ppt in de haven) en het gespuide veel minder zoute water. Het gespuide water vormt een relatief zoete toplaag die zich over de hele haven verspreidt. In deze situatie is er daardoor een gelaagde dichtheidssituatie in de voorhaven. Uit testberekeningen en gegevens van het modelinstrumentarium bleek dat een verdeling met ongeveer 20 ppt aan het oppervlak en 30 ppt nabij de bodem als representatief kan worden aangenomen.

Bij dit hoge afvoerscenario kan aangenomen worden dat het water aan de oostkant van de sluis relatief zoet is door het hoge aanbod van zoet water. De zoutverdeling aan de oostzijde is voor dit scenario van belang omdat het de verdeling in de sluis kolk voor een belangrijk deel bepaalt. Op basis van gemeten zoutverdelingen op kilometerpunt km02 op het Noordzeekanaal (zie Figuur 4.1) en zoutverdelingen in een dwarsdoorsnede van het Noordzeekanaal (zie Figuur 4.2) is ervoor gekozen een verticale zoutverdeling aan te nemen met:

- tussen wateroppervlak en -7m NAP een zoutgehalte van 2ppt
- vanaf -7m NAP naar de bodem een zoutgehaltetoename van 1.25 ppt per meter. Op 15m waterdiepte wordt daarmee het zoutgehalte 12 ppt (15.8 ppt op 18m diepte).

Dit zoutprofiel in de oostelijke voorhaven is aangegeven in Figuur 4.1 met een rode stippellijn. Dit zoutprofiel vervangt dus de eerdere aanname zoals vermeld in Tabel 4.1, waar in de onderste regel staat: "Stadszijde voorlopig 15 ppt bij oppervlakte en 25 ppt aan de bodem."

Vervolgens moet er een zoutprofiel in de kolk worden bepaald, en die bestaat in hoofdlijnen uit een totale hoeveelheid zout en een verticale verdeling die relatief eenvoudig is voor te schrijven (dit omdat de details hiervan niet zo relevant zullen zijn voor de stroming die in de voorhaven ontstaat). De totale hoeveelheid zout volgt uit een aangenomen volledige uitwisseling in de fase dat de sluis open heeft gestaan naar het Noordzeekanaal. Deze uitwisseling leidt er toe dat er over de diepte van het Noordzeekanaal (boven NAP -15 m) dezelfde zoutverdeling bestaat in de kolk als aangenomen voor het kanaal (zoals hierboven

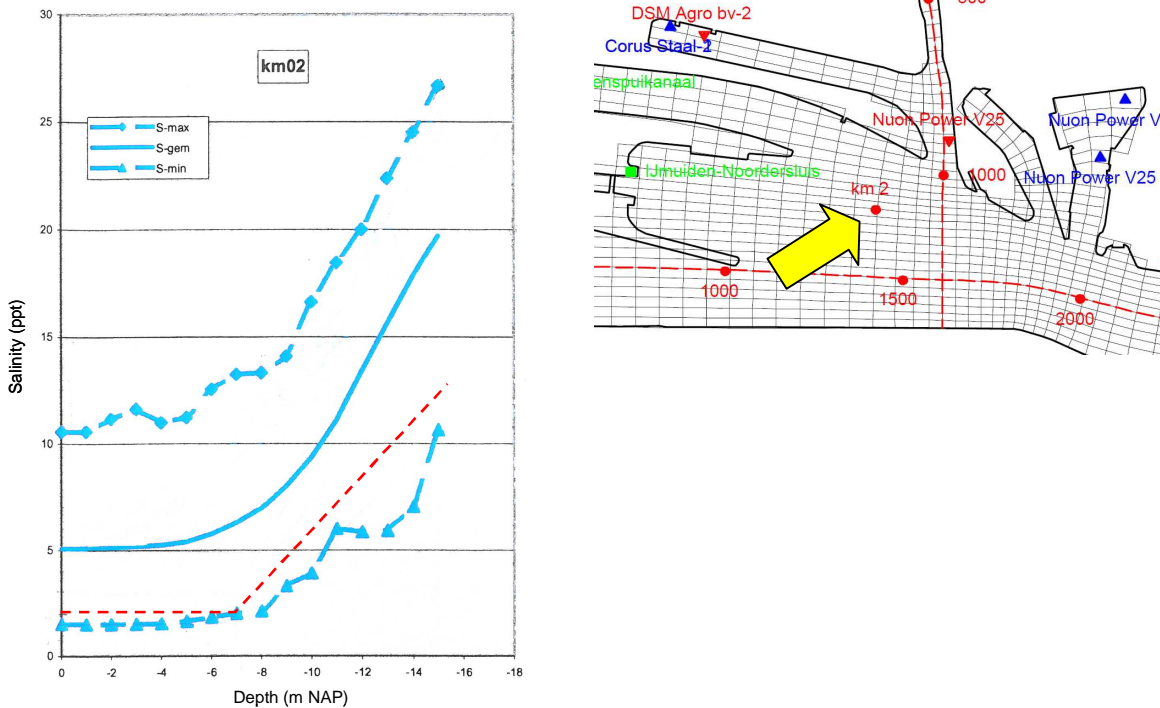


Fig 4.1: Licht blauw: gemeten minimum, maximum en gemiddelde saliniteitsprofielen op locatie km2 in het Noordzeekanaal (bron: Alkyon, 2006); rood gestippeld: de aangenomen zoutverdeling voor de simulaties in deze studie

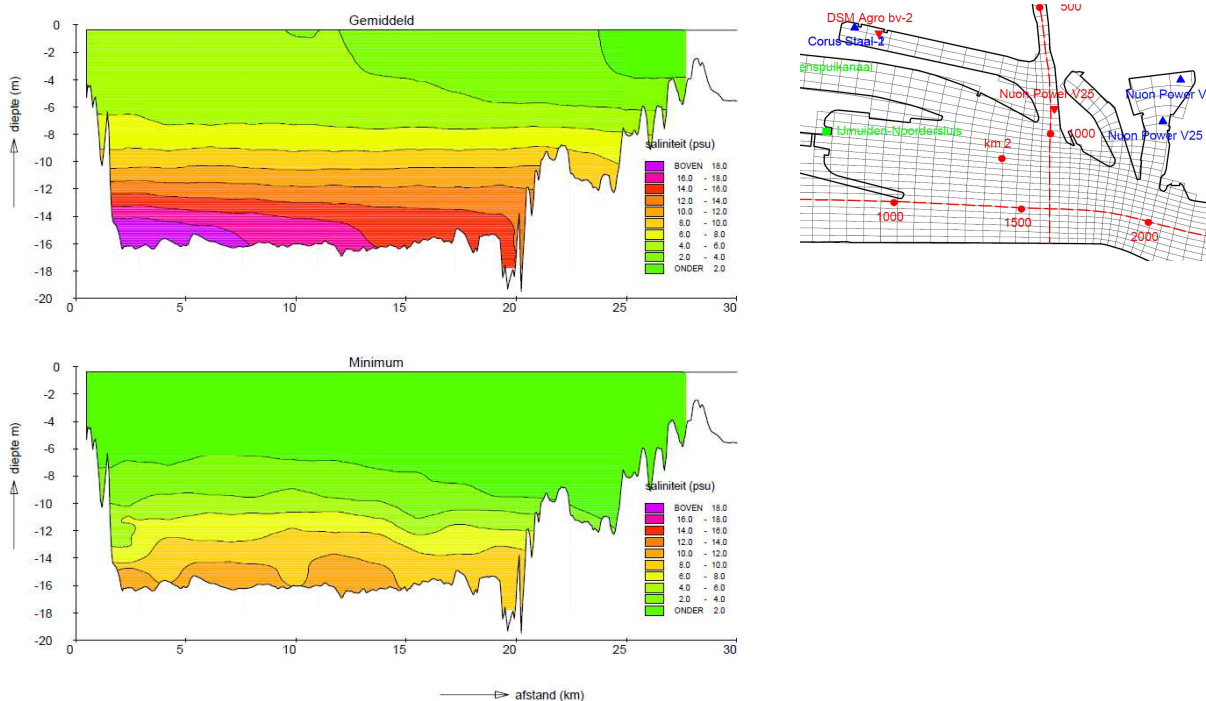


Fig 4.2: Langsdoorsnede zoutverdeling Noordzeekanaal (langs de rode stippellijn) Gemiddeld en minimum volgens metingen Aquadata NZK (bron: Alkyon, 2006)

beschreven). Voor het onderste deel van de kolk wordt aangenomen dat het water daar nog steeds het zoutgehalte heeft van de Buitenhaven, 30 ppt. Als we deze totale hoeveelheid zout in de kolk verdelen naar een lineair zoutprofiel volgt daaruit een saliniteit van 17.8 ppt op -18 m NAP en 2 ppt aan het wateroppervlak. Deze verdeling is aangehouden als zoutverdeling op het moment van het openen van de sluis.

Bovenstaande leidt tot de onderstaande aannames voor de simulatie van Scenario 1.

Tabel 5.3: Scenario 1		
Zoutgehalte Buitenhaven voor de sluis	Zoutgehaltenes in Sluiskolk	Zoutgehalte Noordzeekanaal voor de sluis
Aan het wateroppervlak 20 ppt en 30 ppt bij de bodem.	Van -1.7m NAP tot -18m NAP: lineair verloop van 2 ppt naar 17.8 ppt	Van -0.4m NAP tot -7m NAP: 2 ppt Van -7 m NAP tot -15 m NAP lineair verloop van 2 ppt naar 12 ppt (Niet relevant)

SCENARIO 2

Scenario 2 is bedoeld voor het testen van manoeuvres aan de westzijde van de nieuwe sluis bij een extreem hoog water (+2.35m NAP). Er wordt niet gespuid of gemalen tijdens het aanvaren.

Omdat er vanwege de hoge waterstand niet wordt gespuid en waarschijnlijk weinig gemalen kan worden is voor het zoutgehalte aan de westzijde van de sluis uniform 30 ppt aangenomen.

Aan de oostzijde van de sluis zou het zoutgehalte wat hoger kunnen zijn dan in Scenario 1 omdat er weinig wordt gespuid of gemalen. Het zoutgehalte hangt echter ook sterk af van de schutbewegingen van de sluisen. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van gegevens is ervoor gekozen een relatief zoete (conservatieve) verticale zoutverdeling aan te nemen gelijk aan die in Scenario 1.

Voor de aangenomen zoutverdeling in de sluiskolk is vervolgens dezelfde redenering gevolgd als in Scenario 1. De zoutgehaltenes zijn niet gecorrigeerd voor effecten van het nivelleren (waardoor de zoutgehaltenes iets hoger zouden worden en het scenario iets minder conservatief).

Bovenstaande leidt tot de onderstaande aannames voor de simulatie van Scenario 2.

Tabel 5.4: Scenario 2		
Zoutgehalte Buitenhaven voor de sluis	Zoutgehaltenes in Sluiskolk	Zoutgehalte Noordzeekanaal voor de sluis
Uniform 30 ppt	Van +2.35m NAP tot -18m NAP: lineair verloop van 2 ppt naar 17.8 ppt	Van -0.4m NAP tot -7m NAP: 2 ppt Van -7 m NAP tot -15 m NAP lineair verloop van 2 ppt naar 12 ppt (Niet relevant)

SCENARIO 3

Scenario 3 is bedoeld voor het testen van manoeuvres aan de oostzijde van de nieuwe sluis tijdens maximaal spuien (500 m³/s). De waterstand is constant op (-0.4m NAP).

Vanwege het maximaal spuien is aan de westzijde een verticale zoutverdeling voor de sluis met ongeveer 30 ppt bij de bodem en 20 ppt aan het wateroppervlak aangenomen (als in Scenario 1). Dit leidt ook voor de sluiskolk tot een lineaire verdeling tussen 30 ppt aan de bodem en 20 ppt aan het oppervlak.

Voor de oostkant is bij dit hoge afvoerscenario aangenomen dat er daarnaast weinig is geschut waardoor het water relatief zoet is. Een zelfde (initiële) verdeling is aangenomen als in Scenario 1.

Bovenstaande leidt tot de onderstaande aannames voor de simulatie van Scenario 3.

Tabel 5.5: Scenario 3		
Zoutgehalte Buitenhaven voor de sluis	Zoutgehaltes in Sluiskolk	Zoutgehalte Noordzeekanaal voor de sluis
Aan het wateroppervlak 20 ppt en 30 ppt bij de bodem. (Niet relevant)	Aan het wateroppervlak 20 ppt en 30 ppt bij de bodem. Daartussen een lineair profiel	Van -0.4m NAP tot -7m NAP: 2 ppt Van -7 m NAP tot -15 m NAP lineair verloop van 2 ppt naar 12 ppt

SCENARIO 4

Scenario 4 is bedoeld voor het testen van manoeuvres aan de oostzijde van de nieuwe sluis in een situatie zonder spuistroom. De waterstand is constant op (-0.4m NAP).

De grootste zoutverschillen in dit scenario treden op wanneer er weinig is geschut, en er recent nog vrij veel zoet water aanbod is geweest. Dezelfde (initiële) zoutverdelingen worden aangenomen als in Scenario 2.

Bovenstaande leidt tot de onderstaande aannames voor de simulatie van Scenario 4.

Tabel 5.6: Scenario 4		
Zoutgehalte Buitenhaven voor de sluis	Zoutgehaltes in Sluiskolk	Zoutgehalte Noordzeekanaal voor de sluis
Uniform 30 ppt (Niet relevant)	Uniform 30 ppt	Van -0.4m NAP tot -7m NAP: 2 ppt Van -7 m NAP tot -15 m NAP lineair verloop van 2 ppt naar 12 ppt

OVERIGE SCENARIO'S

De overige 6 simulatie scenario's zijn variaties op bovenstaande scenario's zodat dezelfde aangenomen zoutverdelingen kunnen worden gebruikt voor de simulaties. In deze scenario's worden de andere, ondiepere sluisen beschouwd. De zoutprofielen zijn daarbij overgenomen voor het relevante deel van de waterkolom.

5 Het numerieke stromingsmodel

5.1 Kader van de stromingsberekeningen

Uitgangspunt bij de numerieke stromingsmodellering is geweest dat de te verwachten stromingscondities tijdens het aanvaren naar de nieuwe sluis voor de in Hoofdstuk 4 gedefinieerde scenario's zo nauwkeurig mogelijk moeten worden berekend. Een relevant aspect daarbij is het op gang komen van de stroming tijdens het openen van de deuren. Het openen van de deuren zal ongeveer 7 minuten in beslag kunnen nemen, en in die tijd zullen de fronten van het zoute en zoete water allebei een grote afstand afleggen. Om dit te kunnen beschrijven zou een aanpassing aan de Delft3D-Flow software gerealiseerd moeten worden. Dit bleek binnen de kaders van het project niet mogelijk. Derhalve is ervoor gekozen om in de numerieke simulaties de deuren instantaan open te laten gaan: op een gespecificeerd tijdstip wordt de sluis over zijn hele breedte en diepte verbonden met de voorhaven, en vanaf dat moment komt de uitwisselingsstroming op gang (zie ook paragraaf 5.2.4).

De stroomberekeningen zijn nodig voor de west- en oostzijde van het sluizencomplex. Voor de westzijde is het van belang dat de berekeningen waar mogelijk en relevant zo consistent mogelijk zijn met het bestaande stromingsmodelinstrumentarium voor IJmuiden. Dit betreft met name gridresoluties aangezien de te modelleren ontwerprandvoorwaarden (extreem hoog en laag water) buiten de toepasbaarheid van het modelinstrumentarium zelf vallen. Daarnaast omvat het modelinstrumentarium alleen het gebied aan de zeezijde van het sluizencomplex.

Omdat de manoeuvreersimulaties voor de west- en oostzijde apart worden beschouwd is er in deze studie voor gekozen twee aparte modellen op te zetten voor beide zijden van het sluizencomplex. Het ontwerp en relevante parameterinstellingen van beide modellen wordt in dit hoofdstuk kort besproken.

5.2 Opzet van de modellen

5.2.1 De rekengrids

Het rekengrid voor het model voor de westzijde is gebaseerd op het deelgrid van het stromingsinstrumentarium dat de Buitenhaven van IJmuiden beslaat (Deltares, 2011). Nabij de toegang tot de nieuwe sluis is het oorspronkelijke grid aangepast om de nieuwe geometrie weer te kunnen geven. De in het model weergegeven sluisvariant was sluis van 500 m lengte, 65 m breedte, 18 m diepte met roldeuren (zie Hoofdstuk 2). Figuren 5.1a en 5.1b op de volgende bladzijde tonen de gebruikte rekengrids.

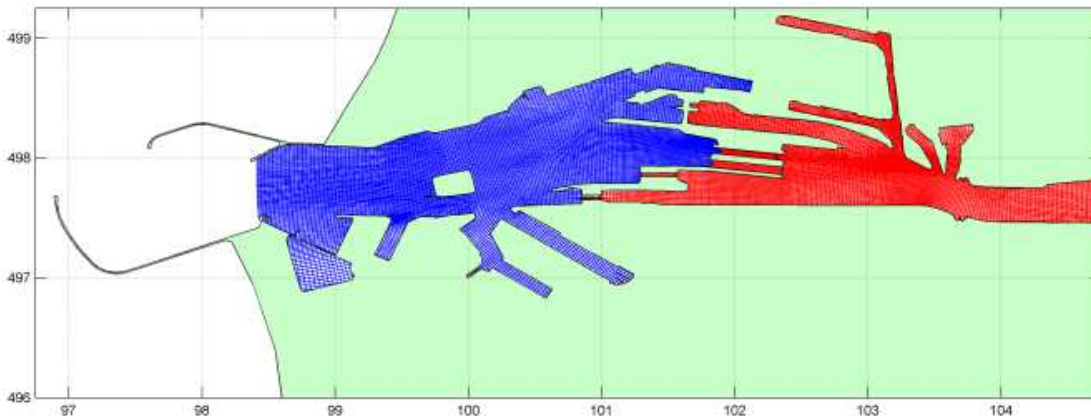


Fig. 5.1a: Rekengrid westzijde sluisencomplex (blauw). Rekengrid oostzijde sluisencomplex (rood)

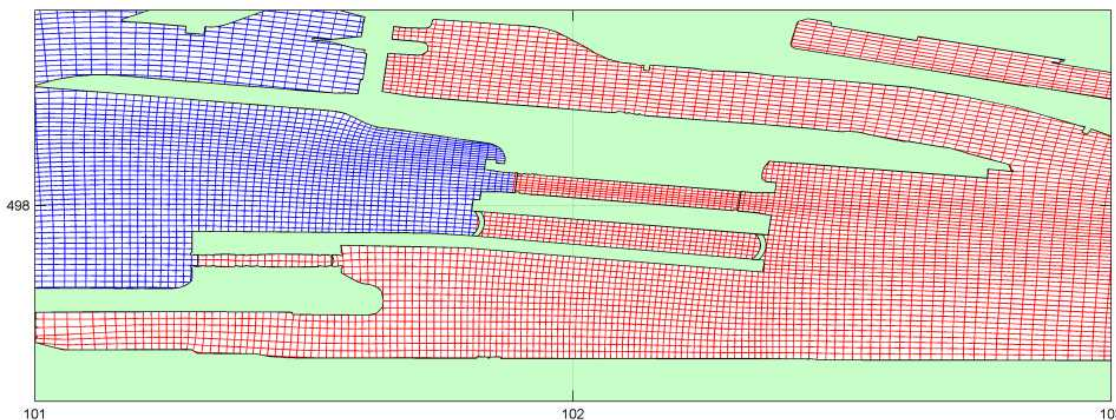


Fig. 5.1b: Rekengrid (detail) westzijde sluisencomplex (blauw). Rekengrid oostzijde sluisencomplex (rood)

De rekencellen in de sluisen zijn in deze figuren in rood weergegeven. De sluisen maken echter ook deel uit van het rekenmodel voor de west-zijde, het blauwe rooster, en zijn daarin met dezelfde rekencellen weergegeven.

Het rekengrid voor het model voor de oostzijde is gebaseerd op een deel van het bestaande model van het Noordzeekanaal (Alkyon, 2006). Het model is zodanig verfijnd en aangepast in het gebied nabij de zeesluizen dat het grid precies aansluit aan het model van de westzijde.

De gridcellen in het gebied voor de nieuwe sluis hebben aan beide zijden afmetingen van ongeveer 10m x 10m. De breedte van de nieuwe sluis is weergegeven met 6 cellen. Beide 3D grids bestaan uit 16 equidistante sigma lagen.

5.2.2 Bathymetry

De bodemligging in het model is gebaseerd op de meest recente lodingsgegevens en een conceptuele ontwerptekening van de te baggeren vaargeul richting de nieuwe sluis (zie Hoofdstuk 2). De aangenomen diepte van de nieuwe sluis is 18m NAP. Voor de Noordersluis is een diepte van 15m NAP gebruikt. Nabij de modelgrens aan de zeezijde is de modelbodemligging lokaal aangepast omwille van de stabiliteit van het model. Figuur 5.2 toont de modelbodemligging in het relevante modelgebied.

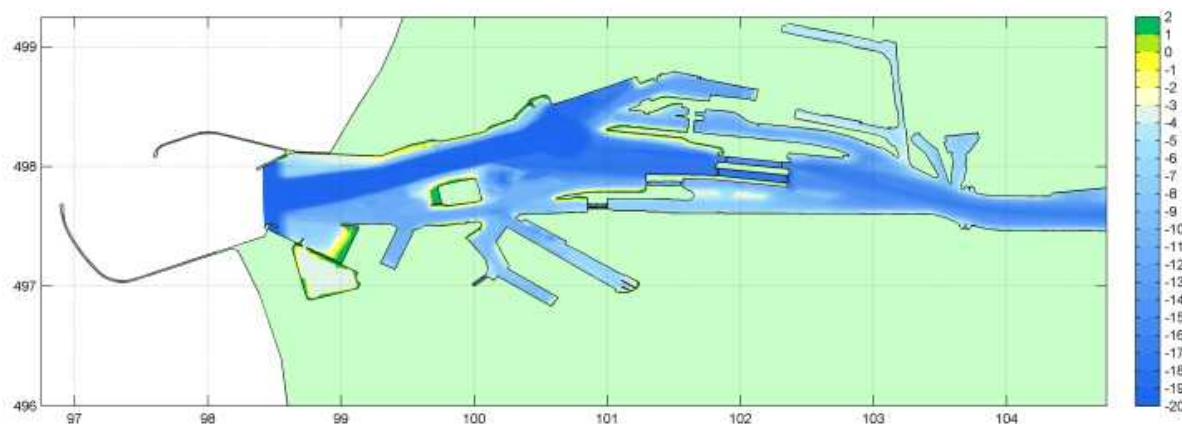


Fig. 5.2: Bodemligging in het rekenmodel (m NAP).

5.2.3 Randvoorwaarden

Op de open zeerand tussen de oude havenhoofden is een waterstandsrand opgelegd gebaseerd op astronomische getijcomponenten uit de Getijtafels NL (zie Hoofdstuk 2). Voor de hoogwaterscenario's is een waterstandsoffset (opwaaiing) van +1.18m NAP gebruikt om op springtij hoog water het gewenste niveau van +2.35m te halen. Voor de laagwaterscenario's waarin het laagwater op -1.7m moet liggen is een offset (afwaaiing) van -0.81 m NAP gebruikt.

Het aangenomen zoutgehalte op de zeerand was 30 ppt. De aangenomen temperatuur was 10°C (simulaties zijn uitgevoerd voor een periode in April, zie Hoofdstuk 6).

Op de open rand in het Noordzeekanaal is een vast waterstand opgelegd van -0.4m NAP.

De spuidebieten zijn opgelegd door het opleggen van modeldebieten in de rekenlagen 5 – 14 (op dezelfde wijze als in het modelinstrumentarium). Het aangenomen zoutgehalte van het gespuide water was 8.5 ppt, de temperatuur 12.2°C, ook conform het instrumentarium. Dit water is iets zouter dan overeenkomstig de aanname voor de kanaalzijde. Door het iets zoutere gespuide water ontstaat er een iets groter verschil in zoutgehalte over de sluis, hetgeen (licht) conservatief is. In het model is aangenomen dat er alleen gespuid wordt als de waterstand in de buitenhaven lager is dan -0.4m NAP. Het spuigedrag is geschematiseerd door het vanaf het moment van openen van de spuien in 60 minuten te laten toenemen tot het maximale debiet van 500 m³/s.

Lozingsdebieten, zoutgehaltes en temperaturen van industriële in- en uitlaten zijn gebaseerd op de modelgegevens in het modelinstrumentarium (westzijde) en gegevens in het Noordzeekanaalmodel (oostzijde)

5.2.4 Het openen van de deuren

Het openen van een sluis is gemodelleerd door tot aan het moment van openen van de deuren te rekenen met een afgesloten sluiscolk (dunne dam), en vervolgens een doorstart van deze berekening te maken waarin deze afsluiting is weggehaald. Hierdoor komt het water

binnen de sluiskolk instantaan in open verbinding met het water buiten de sluis en komt vanaf het moment van doorstarten de dichtheidsstroming op gang.

In werkelijkheid zal de deur (of deuren) zich geleidelijk openen, en komt de stroming dus geleidelijker op gang. Als het, zoals in Figuur 1.1, een roldeur betreft die zich opent vanaf de zijde van de zuidelijke geleidewand kan dit aanleiding geven tot grotere dwarsscheepse componenten in de stroming. Anderzijds kan het geleidelijker op gang komen van de uitwisselingsstroming ook leiden tot rustiger stroombeelden en lagere snelheden. Het netto effect ervan laat zich moeilijk inschatten. Zoals aangegeven kon dit aspect binnen de huidige studie niet verder onderzocht worden.

Op het moment van openen van de deuren is de waterstand aan de binnen- en buitenzijde van de deur gelijk verondersteld. In werkelijkheid is op dit moment de druk aan de binnen- en buitenzijde van de deur gelijk, en niet de waterstand. Een waterstandsverschil tot ongeveer 20 cm kan hierdoor optreden. Mogelijke effecten door dit verschil worden met name verwacht tijdens het proces van het openen van de deur wat in deze studie niet is meegenomen. In een testberekening waarin uitgegaan is van gelijke druk in plaats van gelijke waterstanden, dus een waterstandsverschil van 20 cm, werden geen relevante verschillen geconstateerd met de simulatie gebaseerd op gelijke waterstanden.

5.2.5 Initiële condities, inspelen en simulatieperiode

De simulaties ten behoeve van de manoeuvreersimulaties zijn uitgevoerd voor het springtij op 28 April 2010. Deze periode is ook gebruikt bij calibratie/verificatie van het modelinstrumentarium (Deltares, 2011). De simulaties concentreren op de 4-uur perioden rondom het laag water op 12:10u en het hoog water op 15:00u. De sluisdeuren in de simulaties gaan open op deze momenten van laag en hoog water.

Aan de zeezijde is als startconditie een uniform zoutgehalte van 30 ppt aangenomen, en een uniforme temperatuur van 10°C. De initiële condities (zout en temperatuur) in de sluiskolk zijn besproken in Hoofdstuk 4. Om de getijbeweging in te spelen zijn inspeelruns van 34 uur gebruikt.

In de berekeningen van de scenario's waarin gespuid wordt is het effect van het gespuide water op de zoutverdeling voor de sluis meegenomen door gebruik te maken van de genoemde 34-uur inspeelperiode met het model. Deze inspeelperiode bevatte twee spuiensters waarin maximaal (500 m³/s) werd gespuid. Dit resulteerde in een verticale zoutverdeling voor de sluis met ongeveer 30 ppt bij de bodem en 20 ppt aan het wateroppervlak.

Aan de kanaalzijde zijn de berekeningen uitgevoerd met een waterstand van -0.4m NAP. Als startconditie is in de bovenste 7m van de waterkolom een uniform zoutgehalte aangenomen van 2 ppt. Daaronder is een lineaire toename van 2 ppt tot 15.8 ppt op 18 m waterdiepte aangenomen. Voor de temperatuur is een uniforme temperatuur van 12.2°C aangenomen als startconditie. Deze condities zijn gebaseerd op rekenresultaten van het Noordzeekanaalmodel (Alkyon, 2006) en zijn gekozen om realistische maar enigszins conservatieve condities te representeren.

Deze zoutgehalten definiëren dus de randvoorwaarden zoals ook in Hoofdstuk 4 benoemd voor de verschillende scenario's.

5.2.6 Overige instellingen en parameters

De gebruikte rekentijdstep was 3 sec. Bodemwrijving is gemodelleerd op basis van een Manning formulering en Manning coëfficiënt van $0.022 \text{ s m}^{-1/3}$. De horizontale achtergrond-eddyviscositeit is $0.1 \text{ m}^2/\text{s}$ en eddydiffusiviteit is $0.1 \text{ m}^2/\text{s}$. De verticale achtergrond-eddyviscositeit is $0.0001 \text{ m}^2/\text{s}$ en eddydiffusiviteit is $1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. De verticale turbulentie is gemodelleerd met het k- ϵ model.

De berekeningen worden gemaakt met de gebruikelijke hydrostatische versie van Delft3D-Flow. Deze keuze is primair bepaald door de eis aan te sluiten op de beschikbare modellen voor het gebied. Men kan zich afvragen of het niet-hydrostatische model hier beter zou zijn, maar dat is maar de vraag; om verschillen te kunnen zien zou dat om een zeer hoge resolutie vragen, zowel horizontaal als vertikaal, en daarmee zou de vereiste inspanning (zowel qua opzetten van het model, productie-sommen, rekentijd en doorlooptijd) enorm veel groter worden. De niet-hydrostatische versie wordt eigenlijk alleen in kennis-projecten gebruikt, en bij zwak-dynamische systemen waar effecten over grote gebieden en over lange tijd een rol spelen. Dat is hier niet aan de orde.

De keuze voor de turbulentie-modellering is gemaakt met het oog op het meest relevante hydrodynamische proces, en dat is de dichtheidsstroming bij de sluis. Voor de verticale menging van gestratificeerde stromingen is het k-e model het meest gebruikt. Deze verticale turbulentie bepaalt de menging tussen onder- en bovenlaag. In dit geval is het gebied relatief klein en is de tijd zeer kort. Een andere formulering of benadering voor deze (geringe) menging is pas van belang als het om grotere gebieden en langere tijdsduur gaat dan hier beschouwd.

6 Simulaties en resultaten

De stromingsmodellen als beschreven in het vorige hoofdstuk zijn gebruikt om de tien stromingsscenario's als gegeven in Tabel 4.2 te simuleren. Voor elke relevante conditie in de voorhaven is eerst 34 uur gerekend om het model in te spelen. Daarna is voor elk scenario twee uur gesimuleerd voor het moment van het openen van de sluisdeur, en twee uur na dat moment. Voor alle scenario's is het volledige berekende 3D stroomveld (alle rekenpunten) als uitvoer naar digitale MATLAB files geschreven met een tijdsinterval van 5 minuten. Deze files zijn aan MARIN beschikbaar gesteld voor gebruik in de manoeuvreersimulaties.

Om de berekeningsresultaten te controleren en interpretatie door MARIN mogelijk te maken zijn van alle 10 scenario's voor alle 16 lagen in de vertikaal stromingsanimaties gemaakt en aan MARIN opgeleverd. De 160 animaties zijn beschikbaar op de bijgeleverde CD-ROM (*ScenarioX_LayerY.exe*). Deze animaties geven een goed beeld van het stromingsgedrag. De onderstaande figuren tonen respectievelijk snapshots van de simulatie van:

- Figuur 6.1a: Scenario 1 (westzijde; openen Nieuwe Zeesluis op laag water; bovenlaag)
- Figuur 6.1b: Scenario 1 (westzijde; openen Nieuwe Zeesluis op laag water; onderlaag)
- Figuur 6.2a: Scenario 3 (oostzijde; openen Nieuwe Zeesluis; bovenlaag)
- Figuur 6.2b: Scenario 3 (oostzijde; openen Nieuwe Zeesluis; onderlaag)
- Figuur 6.3a: Scenario 5 (westzijde; openen Noordersluis; bovenlaag)
- Figuur 6.3b: Scenario 5 (westzijde; openen Noordersluis; onderlaag)

De figuren laten zien dat de uitwisselingsstroming in de bovenlaag tot snelheden tot 1 m/s en groter leidt.

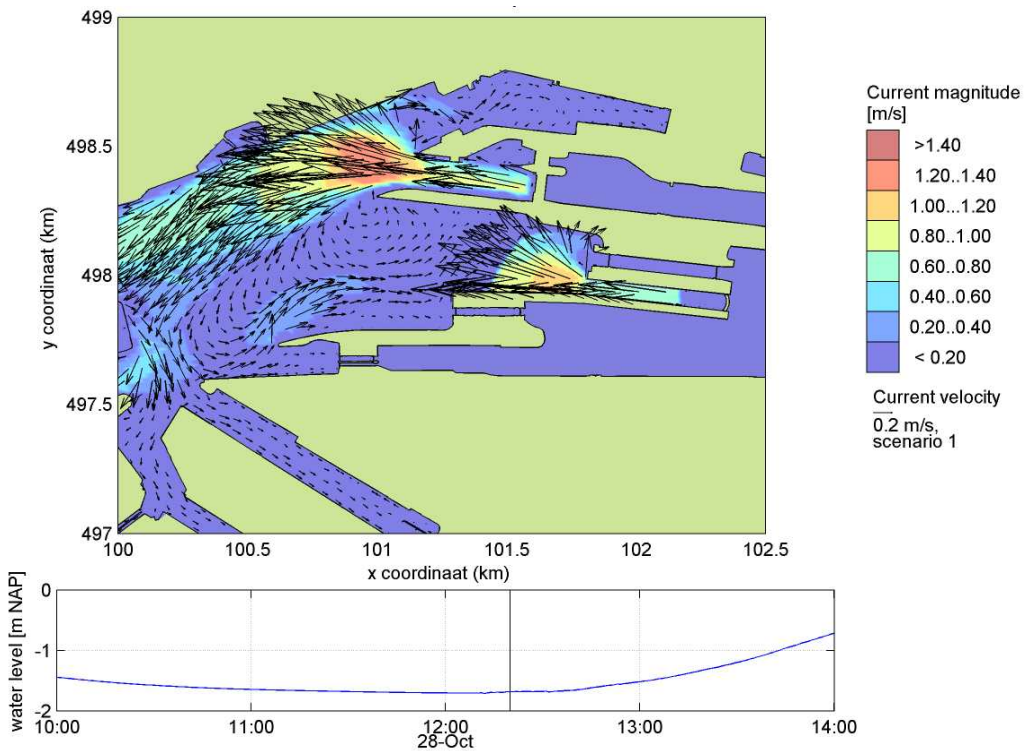


Fig 6.1a: Snapshot van de simulatie van Scenario 1: stroming in de oppervlaktelaag (laag 1) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis

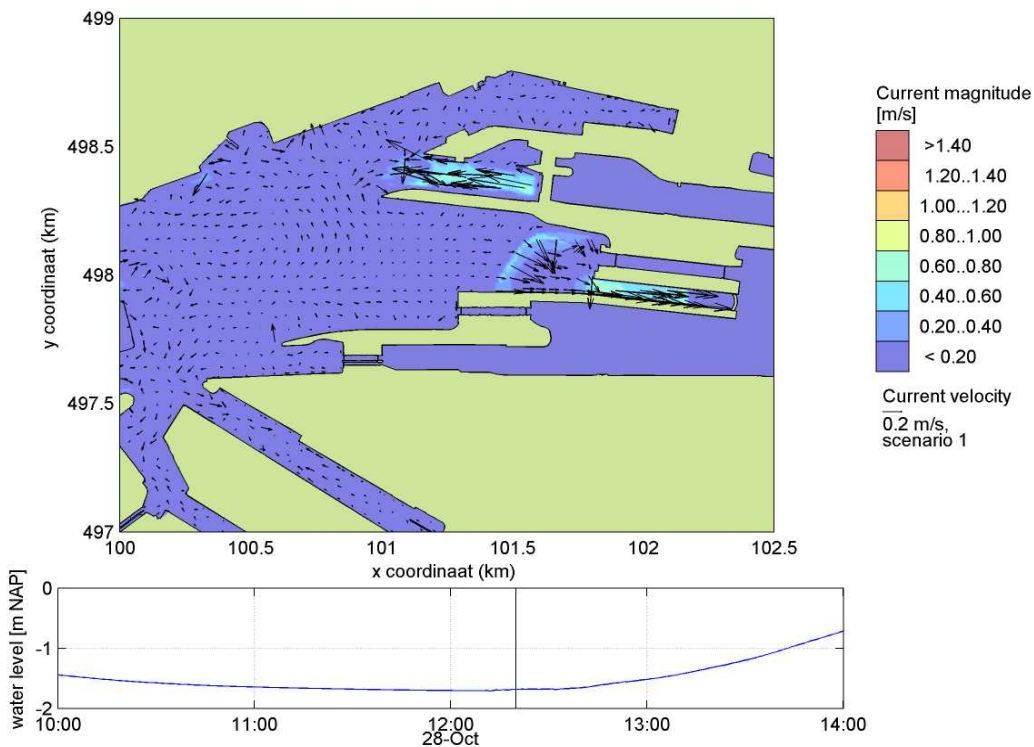


Fig 6.1b: Snapshot van de simulatie van Scenario 1: stroming in de bodemlaag (laag 16) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis

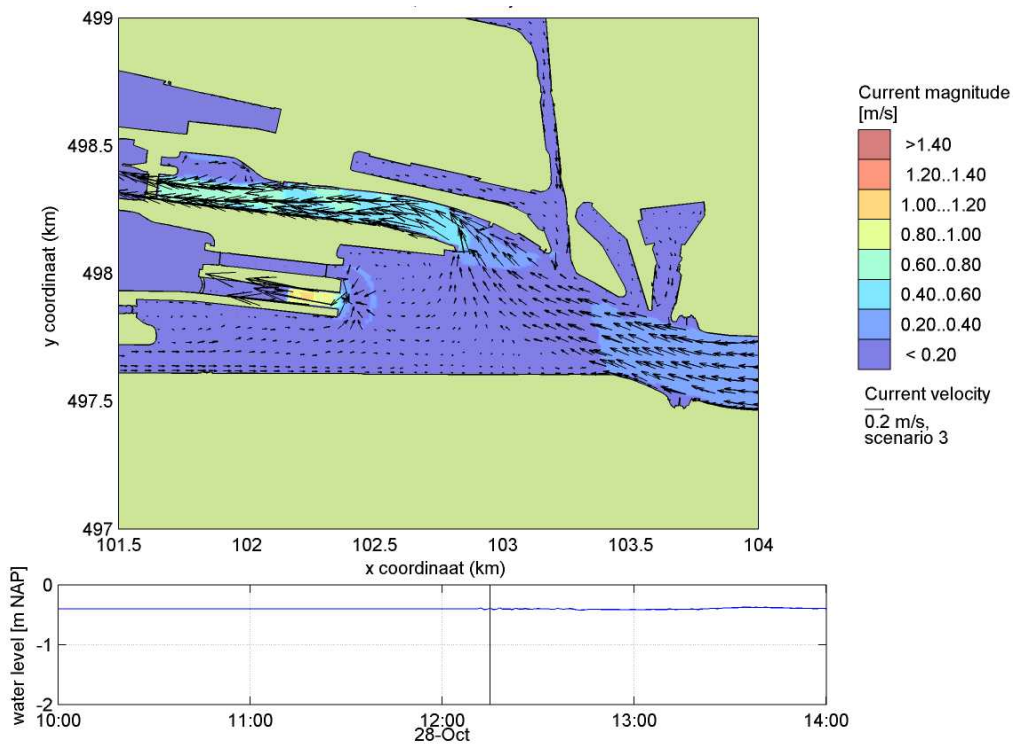


Fig 6.2a: Snapshot van de simulatie van Scenario 3: stroming in de oppervlaktelaag (laag 1) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis

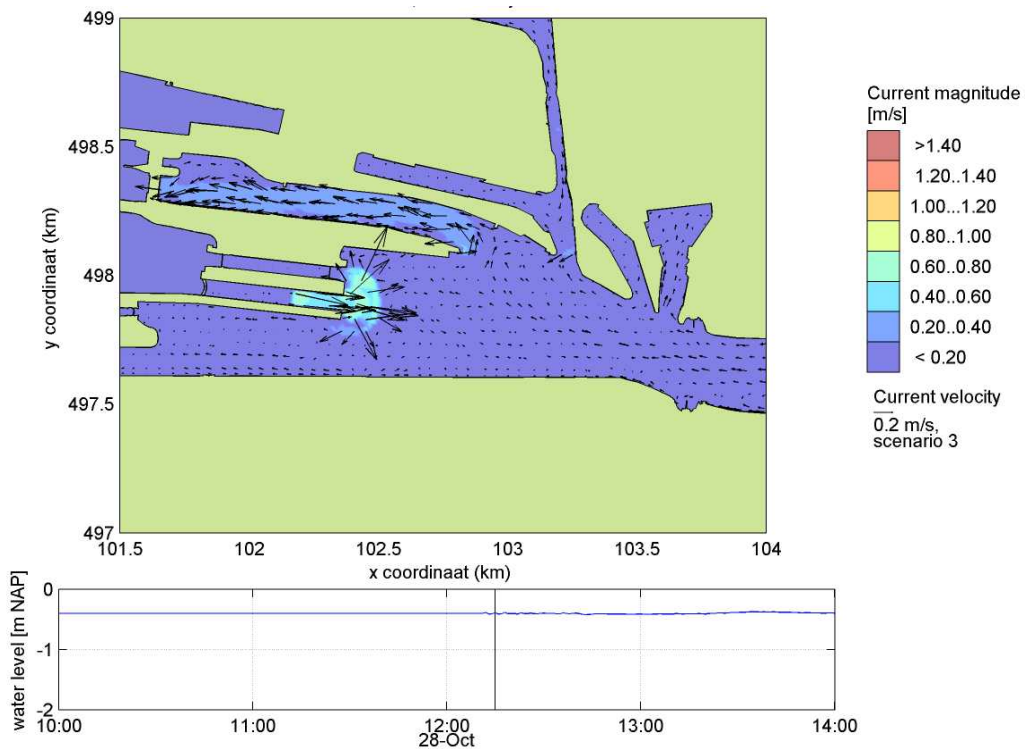


Fig 6.2b: Snapshot van de simulatie van Scenario 3: stroming in de bodemlaag (laag 16) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Nieuwe Zeesluis

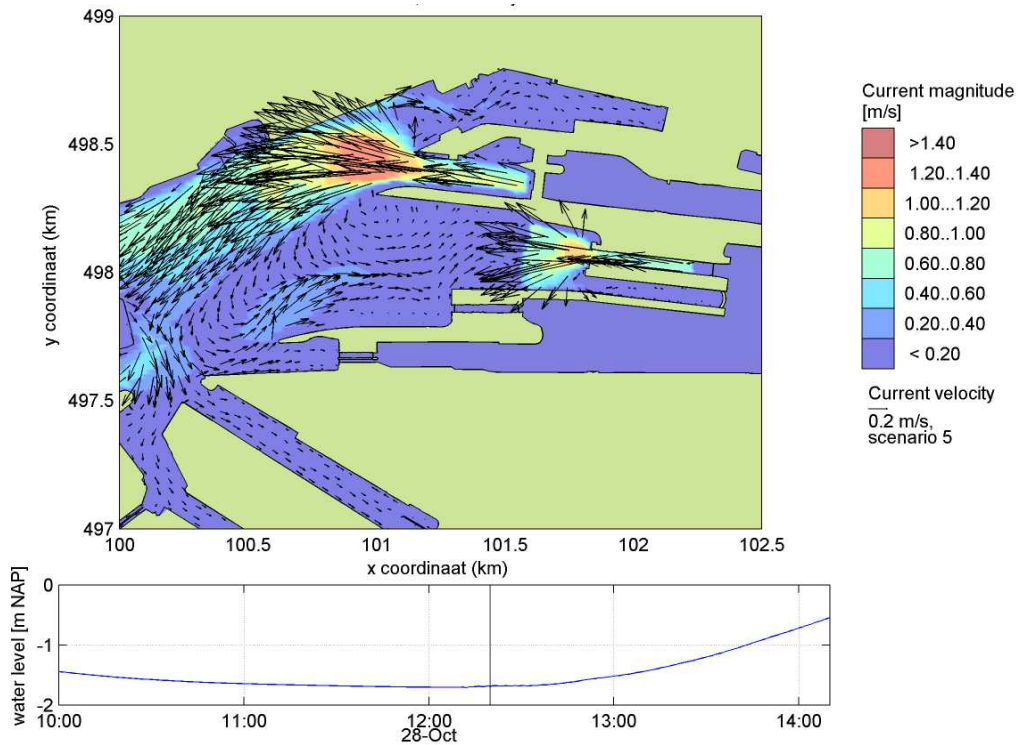


Fig 6.3a: Snapshot van de simulatie van Scenario 5: stroming in de oppervlaktelaag (laag 1) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Noordersluis

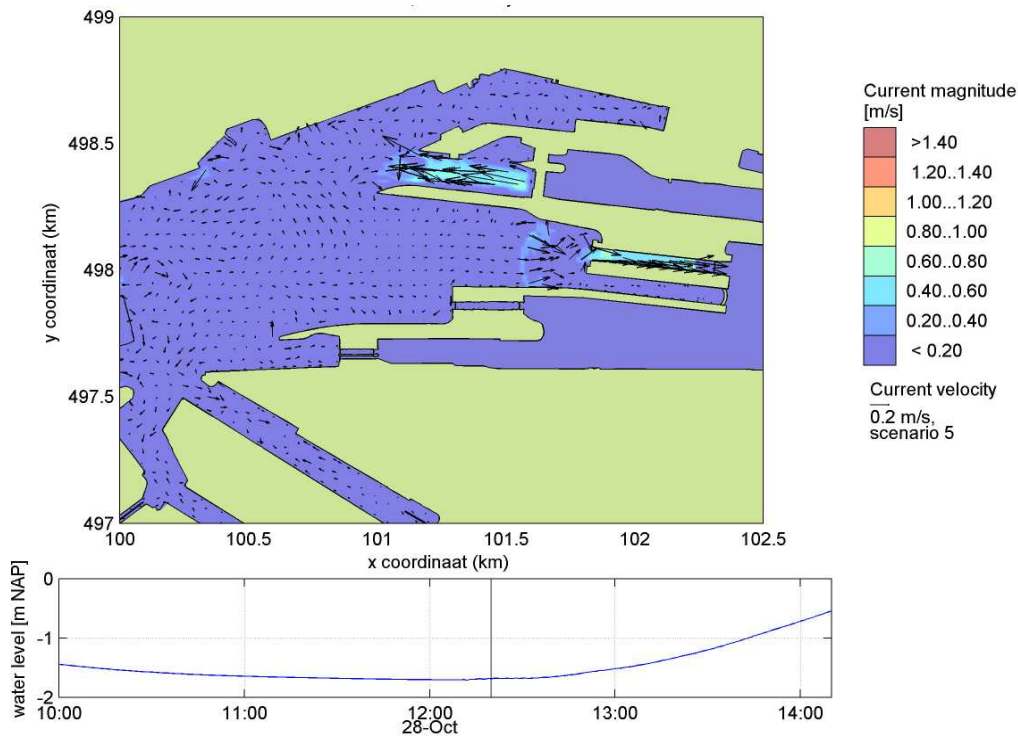


Fig 6.3b: Snapshot van de simulatie van Scenario 5: stroming in de bodemlaag (laag 16) kort na het opengaan van de sluisdeur van de Noordersluis

7 Samenvatting en Conclusies

In deze studie heeft Deltares 3D-stromingsmodellen opgezet van een gegeven ontwerpvariant van de nieuwe sluis (65m x 500m x 18m) en de voorhavens om de gelaagde stroming die ontstaat na opening van de sluis te berekenen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd ter ondersteuning van het voorlopig ontwerp van de nieuwe sluis.

Het hydrodynamisch proces dat optreedt bij het openen van de sluisdeuren is geschematiseerd gemodelleerd: het effect van het geleidelijk open gaan van de sluisdeuren is daarbij niet meegenomen. Zoals beschreven in paragraaf 5.2.4 is het niet eenduidig of het netto effect hiervan aan de conservatieve of optimistische kant is.

Met de modellen zijn de stroompatronen berekend voor de zeezijde en voor de kanaalzijde voor een gegeven set van tien scenario's met verschillende hydraulische condities.

De berekende driedimensionale stroomgegevens zijn inzichtelijk gemaakt met behulp van een serie van bijgeleverde animaties. De resultaten zijn toegeleverd aan MARIN en gebruikt als invoer voor real-time manoeuvreersimulaties van een ontwerpschip dat onder verschillende condities (scenario's) naar de nieuwe sluis toevaart. Deze real-time manoeuvreersimulaties zijn uitgevoerd door MARIN onder een separaat contract tussen MARIN en DHV.

Als onderdeel van haar werkzaamheden heeft MARIN een inschatting gemaakt van de mogelijke impact van de verschillen tussen de diverse sluisvarianten op de resultaten. Zie daarvoor Hoofdstuk 7 van het betreffende rapport van MARIN.

De in deze studie gevolgde werkwijze gaat uit van een ontkoppeling tussen enerzijds de hydrodynamica van het stromende water, en anderzijds de hydrodynamica van het manoeuvrerende schip. Deze ontkoppeling is gebruikelijk in de huidige 'state of the art', maar is niet dekkend voor de situatie waarin een schip vanuit een assymetrische voorhaven een sluis in vaart (of vice versa), terwijl er dichtheidsstromingen lopen. De complexe hydrodynamica die dan optreedt en de impact daarvan op het manoeuvreren kon in het kader van de huidige studie niet volledig worden onderzocht. Deltares en MARIN hebben voor deze aspecten (risico's) aanvullende werkzaamheden aangeboden, die ook met RWS zijn besproken. Er is uiteindelijk besloten deze werkzaamheden niet op te nemen in Fase 1 van de Planstudie.

8 Literatuur

Alkyon, 2006, *Kalibratie en 3D-Simulaties NZK-model met temperatuur en saliniteit*, rapport A1564, Alkyon, mei 2006.

Deltares, 2011, *Modelinstrumentarium IJmuiden – Opzet en Calibratie*, rapport 1201077, Deltares, juni 2011.

DHV, 2011, *Herziene versie In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties*, Memo – project communicatie: WPDOC-20110729-BWI-01(Herziene versie), Augustus 2011.

A Verslag DHV van overleg inz. de te beschouwen scenarios

DHV, 2011, *Herziene versie In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties*, Memo – project communicatie: WPDOC-20110729-BWI-01(Herziene versie), Augustus 2011.

MEMO

Aan : Volkert Schaap (RWS), Harm Slootweg (RWS), Andre Eelman (Loodswezen), Ellick Sutherland(Loodswezen), Herman Anker (Havenbedrijf Amsterdam), Cor Oudendijk (Havenbedrijf Amsterdam), Otto Weiler (Deltares), Bas van Vossen (Deltares), Freek Verkerk (MARIN), Jos van Doorn (MARIN), Geert Smits (DHV), Leon Lammers (DHV)

Van : Bas Wijdeven (DHV), met inbreng van Jos van Doorn (MARIN) en Bas van Vossen (Deltares)

Kopie : Eric Brasser

Dossier : BA3334-102-102

Project : zeetoegang IJmuiden

Betreft : Herziene versie In- en uitvaarscenario's voor Real Time Simulaties

Ons kenmerk : WPDOC-20110729-BWI-01(Herziene versie)

Datum : 5 augustus 2011

Classificatie : Klant vertrouwelijk

Inleiding

Het voorlopig ontwerp van de nieuwe zeesluis bij IJmuiden zal worden getoetst door middel van real time simulaties onder verschillende condities. In eerdere manoeuvreersimulaties voor de nieuwe sluis, uitgevoerd in 2010, is gekeken welke schepen maatgevend zijn, welke trajecten van en naar de sluis maatgevend zijn en is de sluisbreedte beoordeeld. De nadruk voor deze planstudie ligt op onderdelen die in de eerdere manoeuvreersimulatie niet (voldoende) aan bod zijn gekomen: dat zijn de procedures rondom het invaren van de sluis en het effect van dichtheidsverschillen bij het naderen en invaren van de sluis.

In deze memo worden mogelijke variabelen geïnterpreteerd. Het voorstel van deze variabelen is besproken in een overleg op 2 augustus en de opmerkingen van dit overleg zijn er in verwerkt. De memo is als volgt opgebouwd:

1. Huidige situatie
2. Waterpeil
3. Ontwerpschepen
4. Manoeuvres
5. Stroombeeld
6. Windsnelheid en richting
7. Interacties overige sluizen (Zoet-zout interacties)
8. Initiële condities zeezijde
9. Samenvatting variabelen

1. Huidige situatie

In de huidige situatie zijn er 4 sluisgolven van 111 tot 400 meter lang. De grootste sluis is de Noordersluis met een diepte van 15 meter ten opzicht van NAP en een breedte van bijna 50 meter. De karakteristieken van de huidige situatie zijn geschetst in tabel 1.

sluis	In gebruik genomen/ gerenoveerd	Afmetingen van de sluis			Afmetingen te schutten zeeschepen. ()=maximale afmetingen binnenvaartschepen	
		Lengte (m) tussen de deuren	Breedte (m) tussen de wanden	Diepte (m) t.o.v. NAP	Maximale lengte (m)	Maximale breedte (m)
Noordersluis	1929/2003	400	49,19 *)	-15,00	325	45
Middensluis	1896/1996	225	25	-10,00	185(200)	24 (24,7)
Zuidersluis	1876/2000	120	18	-7,85	95(100)	17 (17,9)
Kleine sluis	1876/1999	111	11	-3,75	(70)	(9,5)

Tabel 1 – Huidige sluisafmetingen

De waarden genoemd in deze memo zijn voorlopige waarden omdat er nog geen keuze is gemaakt uit sluiscolk afmeting varianten. Het te simuleren voorkeursalternatief geeft de volgende afmetingen voor de nieuwe sluis:

	Netto lengte tussen de stopstrepen	Bruto breedte tussen wanden	Drempel diepte t.o.v. NAP
Nieuwe zeesluis	500 meter	65 meter	NAP -18 meter

Tabel 2 – Sluisafmetingen te toetsen variant nieuwe sluis

De nautische veiligheid voor de andere twee sluiscolkvarianten wordt afgeleid van de resultaten van de real-time simulaties.

2. Waterpeil

De scenario's voor het invaren en uitvaren zijn gebaseerd op de ééns per jaar minimale en maximale waterstanden. Ter referentie zal deze paragraaf beginnen met het huidige toelatingsbeleid voor de Noordersluis. Hierna wordt het toelatingsbeleid voor de nieuwe sluis beschreven.

Huidig toelatingsbedrijf Noordersluis [bron 1]

Om schade aan de sluisdeuren en andere onderdelen te voorkomen zijn aan de hand van maximale windsnelheden, golfslag en waterstanden randvoorwaarden gesteld. Wanneer één van de onderstaande waarden wordt overschreden wordt direct contact opgenomen met de Centrale Meldpost. Bij deze extreme omstandigheden (Windkracht >10 Beaufort en golven tegen sluisdeur > 1,50 meter, of als het waterpeil aan de zeezijde onder NAP - 2,50 m of boven NAP + 3.40 m komt) wordt het schutbedrijf in overleg met het Districtshoofd stilgelegd en het keerbedrijf ingesteld. Het gaat hierbij om de windkracht ter plaatse van het meetpunt Middensluis eiland op het moment optredende windkracht en het meetpunt waterstand is de Buitenhaven, buitenkant Noordersluis.

Tevens ziet de bedienaar erop toe dat bij waterstanden op het Noordzeekanaal boven NAP -0,32 m (hoogwatersituatie) de waterhuishoudkundige belangen boven de scheepvaartbelangen gaan. Mocht het gemaal/spuisluis niet genoeg capaciteit hebben dan zal de Noordersluis en/of de nieuwe zeesluis ingezet worden als spuisluis. Spuien vindt alleen plaats bij een overschrijding van de maximale capaciteit van de spuisluis/ gemaal. Er vindt dan geen scheepvaart plaats. Frequentie van voorkomen van hoogwatersituatie op het Noordzeekanaal bedraagt <1 keer per jaar [Bron 2]. Dit zal dus niet worden gesimuleerd in de RTM simulaties.

Toelatingsbeleid Nieuwe sluis [Bron 1]

Voor het schutten in de toekomstige situatie worden de huidige schutpeilen van het sluiscomplex gehandhaafd. Echter in de omschrijving van de nieuwe sluis [bron 1] wordt een maximaal schutpeil van 3.60 aangehouden wat 20 centimeter hoger is dan het huidige beleid. De exacte waarde zal in overleg worden vastgesteld:

- Maximaal schutpeil NAP +3,60 m
- Minimaal schutpeil NAP -2,50 m.

Voor de simulaties zullen niet deze extreme waarden worden getoetst. Betrokkenen geven aan dat het beter is 'ééns per jaar' condities te toetsen aangezien de extreme schutpeilen slechts zelden voorkomen. In het overleg van 2 augustus 2011 (Vertegenwoordigers aanwezig van: Het Loodswezen, Rijkswaterstaat, Centraal Nautisch Beheer, Havenbedrijf Amsterdam, Deltares, MARIN en DHV) is besloten de volgende waterstanden te toetsen tijdens de simulaties:

- Maximaal schutpeil voor simulaties NAP +2.35 m (1/jaar conditie)
- Minimaal schutpeil voor simulaties NAP -1,70 m. (1/jaar conditie)

Aan de stadszijde van de nieuwe sluis varieert het waterpeil tussen NAP – 0.32 m en NAP -0.54 m. Voor de simulaties wordt een vast gemiddeld schutpeil aangehouden van NAP -0.40 meter.

Het laagste en hoogste schutpeil voor de simulaties kan dus als volgt worden samengevat:

Minimaal Schutpeil zeezijde (1/jaar conditie)	NAP -1.70 m
Maximaal Schutpeil zeezijde (1/jaar conditie)	NAP +2.35 m
Schutpeil NZK-zijde	NAP - 0.40 m

Tabel 1 Gesimuleerde schutpeilen voor de nieuwe sluis.

In bijgevoegde schets is een voorlopige keuze getoond voor de locatie van de zeesluis ten opzichte van de Noordersluis en Middensluis. N.b. remmingwerken e.d. zijn hier nog niet ingetekend.

3. Ontwerpschepen

In bron [2] wordt een overzicht gegeven van de mogelijke ontwerpschepen voor de nieuwe sluis, dit is afgebeeld in Tabel 2. Deze afmetingen zijn weer afkomstig uit het technisch achtergrond document van RWS [Bron 8].

Schip	Type	Afmeting (m)	Variant 60 meter	Variant 65 meter	Variant 70 meter
Containerschip	Emma Mearsk	398*56,4*13,75			X
		366*51*13,75		X	
		350*46*13,75	X		
Bulkcarrier		300*57*13,75			X
		366*51*13,75		X	
		330*47*13,75	X		

*= in zout water

Tabel 2 Scheepsafmeting voor de integrale subvarianten

Voor de simulaties wordt uitgegaan van de 65 meter variant. De maatgevende schepen voor de nieuwe sluis volgens deze tabel zouden dus als volgt zijn:

	Loa (m)	Beam (m)	Draft (m)
Containerschip	366	51	13.75
Bulk Carrier	366	51	13.75

Tabel 3 Bestaande scheepsafmeting van ontwerpschepen voor gesimuleerde variant opgesteld door RWS

Het containerschip heeft naar mening van DHV realistische afmetingen. De lengte/breedteverhouding van het bulkschip lijkt echter niet in overeenstemming met conventionele verhoudingen. Wanneer bestaande schepen als leidraad genomen worden voor het bepalen van de lengte van een 51 meter brede bulk carrier zal deze ongeveer 325 meter lang zijn. Aangezien niet bekend is wat de overwegingen zijn waarop deze maten zijn gebaseerd zal dit niet worden aangepast. Het gesimuleerde schip zal dus 366 meter lang zijn, dit betekent dat voor de huidige bulk vloot de simulaties aan de conservatieve kant zijn. De verwachte effecten van een groter schip zijn: Een hogere gevoeligheid voor stroming en wind door een groter lateraal oppervlak (In geladen toestand met name stroming en in geballaste toestand met name wind) en een iets lastigere manoeuvre bij in en uitvaren dankzij extra lengte.

N.B. Voor het ontwerp en real time simulaties van de Lichterlocatie ter hoogte van het huidige baggerdepot is uitgegaan van een ontwerpschip van 300 m x 45 m. Voor de toekomst is in dat project rekening gehouden met een schip van 340 x 60 m. Dit is breder dan het huidige ontwerpschip en zou niet in de 65 meter voorkeursvariant sluis worden toegelaten vanwege benodigde marges van in totaal 13 meter. Dit is een discrepantie in de uitgangspunten van beide planstudies en zal besproken moeten worden met RWS en Haven Amsterdam.

De drempeldiepte van de nieuwe sluis is: NAP – 18 meter [Bron 4] Het ontwerpschip dient nog gebruik te kunnen maken van de sluis bij het minimale schutpeil van NAP -2.50 m. Het invaren en uitvaren kan getij-onafhankelijk worden uitgevoerd. De diepte is dus bij alle waterstanden voldoende voor de manoeuvres. Bij een waterstand van NAP -2.50 meter en een maximale diepgang van 13.75 m heeft het ontwerpschip een kielspeling van 18m - 13.75m – 2.50m = 1.75 m. Dit is ongeveer 13% van de diepgang van het schip. In de simulaties is de minimale waterstand NAP -1.70 m, De minimale kielspeling van het ontwerpschip in de sluis tijdens de simulaties zal dus ongeveer 2.55 m zijn.

4. Manoeuvres

Voor de simulaties wordt uitgegaan van 2 vaarrichtingen. Voor elke vaarrichting zijn er 2 mogelijke manoeuvres; invaren en uitvaren. Niet alle combinaties van schepen en manoeuvres dienen te worden getest. Bulk carriers varen geladen van west naar oost. De andere kant op varen bulk carrier ook in geladen staat. Deze conditie komt voor en is maatgevend, hoewel de bulk carriers in deze richting vaak in geballaste conditie varen is dit geen maatgevende situatie. Het blijkt dat het invaren invaren van de sluis aan de NZK-zijde (Oost) met geladen bulk carriers vanwege beperkte ruimte lastig kan zijn. Samengevat kunnen vier type manoeuvres worden onderscheiden:

- Invaren Westzijde;
- Uitvaren westzijde;
- Invaren Oostzijde; (containerschepen, en een gevoeligheidsrun voor een geladen bulk carrier)
- Uitvaren Oostzijde.

Zowel containerschepen als bulk carriers zullen dus in beide richtingen worden gesimuleerd met 13.75 diepgang.

De individuele simulatieruns voor invaren zijn voltooid wanneer het schip voor ongeveer 50 meter in de sluis is. Bij manoeuvres in de sluis zelf is het gedrag van het schip in de sluis niet op juiste wijze te modelleren. Op basis van

de simulaties kunnen daarom geen conclusies worden getrokken met betrekking tot het gedrag van het schip in de sluis. De runs zullen wel gestart worden in de sluis zodat de manoeuvre realistisch is voor de bemanning. De correcte hydrodynamische effecten zullen pas van kracht zijn wanneer het schip de sluis voor een groot deel heeft verlaten. De effecten van de breedte van de sluis op de manoeuvres (Bijv. hoeveel sneller kan een schip de sluis verlaten wanneer de sluis 70 meter breed is in plaats van 65 meter) kunnen dus niet worden bepaald uit deze simulaties.

5. Stroombeeld

De stroming in de haven van IJmuiden wordt veroorzaakt door twee verschillende processen:

- Getijvulling en lediging;
- Spuien vanuit het Noordzee kanaal.

De stroming door getijvulling en lediging hangt af van de snelheid waarmee de waterstand als gevolg van het getij verandert. Deze verandering is het snelst bij springtij. Tijdens springtij worden dan ook de grootste stroomsnelheden verwacht als gevolg van getijvulling en lediging. De stroming door spuien hangt in sterke mate af van de hoeveelheid water dat wordt gespuid. Spuien kan zowel onder vrij verval als met behulp van een gemaal. Daarnaast is het gespuid water zoet terwijl het water in de haven zout is. Hierdoor kunnen dichtheidseffecten optreden wat de stroming zal beïnvloeden. [Bron 6]

Voor de real-time simulaties zullen stromingssimulaties uitgevoerd worden door Deltares. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van de hydraulische detailmodellen zoals opgesteld door Arcadis en Deltares, opgeleverd op 29 april 2011 [Bron 5]. Hierbij wordt voor de stroming gebruik gemaakt van resultaten uit het Delft3D flow model en voor de golven wordt gebruik gemaakt van een SWAN model. De volgende scenario's worden onderscheiden:

1. Spuidebiet 500 m³/s bij een waterstand van NAP -1.70 m.
2. Geen spuiactiviteit bij hoog water (NAP + 2.35 m)

De stroming ten gevolge van getij nabij de sluis wordt klein geacht. Het is daarom de verwachting dat scenario 2 met maximum spuidebiet maatgevend zal zijn voor manoeuvres. Bij hoogwater zal geen spuidebiet worden toegepast omdat het maatgevende spuidebiet bij laagwater op zal treden en je hiermee ook daadwerkelijk twee verschillende situaties simuleert.

Aan de kanaalzijde kan ook spuiroming optreden. Deltares stelt het stroombeeld op aan de NZK-zijde voor zowel de 500 m³/s spuidebiet als 0 m³/s spuidebiet. Dit doen zij naast de stroombeeldscenario's die al worden opgesteld voor de buitenzijde van de sluis;

In de simulaties wordt uitgegaan van een dieptegemiddeld stroombeeld. Deltares zal wel een gelaagd stroombeeld aanleveren maar hiervan zal een dieptegemiddeld beeld worden bepaald, welke wordt toegepast in de simulaties.

Aan de stadzijde van de sluis sluit het bodemprofiel direct na de drempel door middel van een talud van 1:10 aan op het huidige bodemprofiel van het kanaal.

6. Windsnelheid en richting

Windsnelheid

Het schutten van de ontwerpschepen wordt gestaakt wanneer de wind sterker wordt dan windkracht 7 Bft. De ontwerpschepen moeten nog gebruik kunnen maken van de sluis met windkracht 7 [Bron 1].

Er dient rekening gehouden te worden met een 'gusting factor' (Windvlagen harder dan de gemiddelde windkracht). De volgende windrichtingen worden als maatgevend gezien, andere windrichtingen worden niet getest:

- ZW
- NW

Deze windrichtingen zijn maatgevend omdat bij een gebruikelijke manoeuvre de wind van schuin achter het schip aankomt. Dit heeft veel effect op de bestuurbaarheid van het schip. Dit komt overeen met de windscenario's, zoals gehanteerd in de eerdere manoeuvreersimulaties voor de sluis in 2010 en zoals gehanteerd in de simulaties voor de planstudie Lichtenen in 2011.

In de simulaties zal de mate van afscherming voor wind moeten worden bepaald (t.a.v. voorlandeffecten en in sluis is het windoppervlak van het schip gereduceerd).

Lagere windcondities kunnen nog overwogen worden ter toetsing van de interacties met de ander sluiscolken, hier wordt onder punt 7 op ingegaan. Tijdens de simulaties zal verder worden overwogen of een gevoeligheidsrun met een hogere windkracht (Bijvoorbeeld 8 Bft voor containerschip) zal worden uitgevoerd. Wanneer het gedrag van het schip bij windkracht 7 veel vertrouwen geeft, kan een ook worden volstaan met een indicatie dat het schip waarschijnlijk ook bij hogere wind de sluis kan gebruiken. Deze beslissing zal ter plekke worden gemaakt op basis van de ervaring uit de eerste runs;

7. Interacties met overige sluisen (Zoet-zout interacties)

Andere sluiscolken zijn gebruikelijk in bedrijf wanneer een schip de nieuwe sluis nadert. Het openen van een andere sluis tijdens of vlak voor het invaren van de nieuwe sluis verstoort de zoet-zout verhouding van het water aangezien het water in de sluiscolk met name zoet water zal bevatten. De interactie tussen zout- en zoetwater kan tot significante krachten op de schepen leiden. Recente onderzoeken voor de nieuwe Panamasluizen hebben aangegeven dat een asymmetrische geometrie van de aanloop naar de sluis tot zeer grote dwarskrachten kan leiden; in grootte vergelijkbaar met de paaltrek van sleepboten. Aan de kanaalzijde kunnen zich vergelijkbare situaties voordoen, afhankelijk van de uiteindelijke positie van de sluis [Bron 7].

Veranderingen in de zoet-zout verhouding welke van belang zijn voor de manoeuvres van de ontwerpschepen in de sluisen en voorhavens wordt beïnvloedt door de volgende factoren:

- Openen van de nieuwe sluis vlak voordat het schip de sluis invaart of uitvaart;
- Openen van de Middensluis terwijl een schip de nieuwe sluis invaart of uitvaart;
- Openen van de Noordersluis terwijl een schip de nieuwe sluis invaart of uitvaart.

Deze factoren kunnen spelen aan zowel de westzijde als de oostzijde van de sluis, behalve voor de middensluis, deze ligt zo ver van de ingang van de Nieuwe sluis en is daarnaast relatief klein dat de effecten hiervan aan de stadzijde waarschijnlijk minimaal zijn.

Men kan zich de vraag stellen of je bij Windkracht 7 nog andere sluisen in gaat zetten in de wetenschap dat deze conditie marginaal is. En dus risico's op interacties vermeden kunnen worden.

Het effect van de interacties zou daarom ook bij lagere windsnelheden getoetst moeten worden, bij Bft 3 / 4.

Het effect van de interacties zal meer duidelijk worden als de stromingssimulaties door Deltares zijn uitgevoerd. Dan kan er ook een duidelijker beeld gevormd worden welke scenario's maatgevend zijn.

N.b. Bij het manoeuvreren in de sluis worden zout-zoet effecten niet gemodelleerd en er wordt gerekend met dieptegemiddelde stroomsnelheden, die uit het 3D stromingsveld worden afgeleid.

8. Initiële condities zeezijde

Wat betreft de initiële hydraulische condities voor de stromingssimulaties doen zich aan de zeezijde de volgende scenario's zich voor:

- Verticaal en horizontaal uniforme maximale saliniteit (worst case scenario tav dichtheidsstromen: uniform zout aan zeezijde, zoet aan kanaal zijde);
- Volgens calibratie en validatie model instrumentarium (Op basis van metingen in 2010).

De exacte zoutgehalten aan beide zijden van de sluis zijn nog niet bepaald. De waarden worden opgevraagd bij RWS. Wanneer deze waarden niet (tijdig) beschikbaar blijken zal worden uitgegaan van zoutgehalten aan de stadszijde zoals genoemd in het overleg van 2 augustus: Aan de oppervlakte is het zoutgehalte ongeveer 15 p.p.t. en aan de bodem ongeveer 25 p.p.t.

9. Samenvatting variabelen

Samenvattend kunnen genoemde variabelen de volgende waarden aannemen. Lang niet alle combinaties dienen gesimuleerd te worden of zijn mogelijk in de werkelijkheid. In een volgende memo worden de voorgestelde combinaties (of scenario's) gegeven.

1 Waterpeil	NAP -1.70 m	NAP + 2.35 m		
2 Schepen	Containerschip (366m x 51m x 13.75m)	Bulk carrier (366 x 51 x 13.75)	Bulk carrier geballast (366 x 51 x 9*)	
3 Manoeuvres	Invaren Westzijde	Uitvaren Oostzijde	Invaren Oostzijde	Uitvaren Westzijde
4 Spuistroom	500 m ³ /s	0 m ³ /s		
5 Windsnelheid	Max. 7 Beaufort	8 Beaufort (Eventuele gevoeligheidsrun)		
6 Windrichting	ZW	NW		
7 Interacties andere kolken Westzijde	Openen Nieuwe zeesluis.	Middensluis gaat open tijdens manoeuvre. (Nieuwe sluis is al open)	Noordersluis gaat open tijdens manoeuvre. (Nieuwe sluis is al open)	Eventueel simultaan openen nieuwe sluis én een andere sluis in kort tijdsbestek.
8 Interacties andere kolken Oostzijde	Opene nieuwe sluis (Andere sluizen blijven gesloten)	Noordersluis gaat open tijdens naderen.		
9 Tijdstip openen Nieuwe sluis (Voor passage sluishoofd schip)	Tijdstippen afhankelijk van eerste assessment na gereedkomen stromingsberekeningen			
10 Initiële condities zeezijde	Zeezijde volgens model instrumentarium. Stadzijde voorlopig 15 ppt bij oppervlakte en 25 aan de bodem.			

Tabel 5 – Overzicht van de variabelen voor de simulaties, waaruit de combinaties te maken zijn.

* Diepgang geballaste bulk carrier nader te bepalen.

Op basis van de resultaten van de discussiesessie op 2 augustus en de eerdere simulaties uit 2010 zal een simulatieschema opgesteld worden.

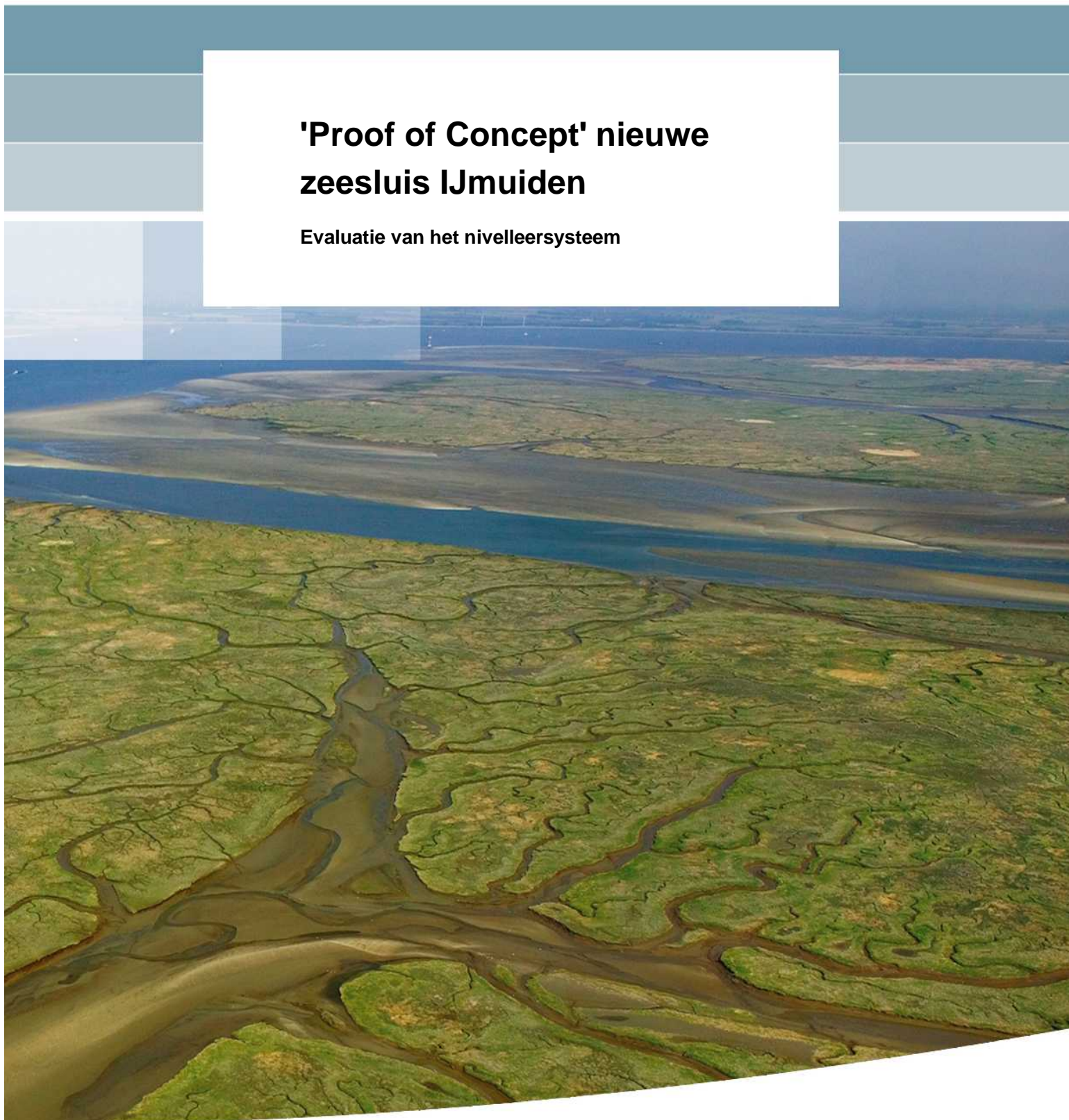
Bronnen:

1. DHV/IV-Infra, *Operationeel Concept Document Nieuwe Zeesluis IJmuiden, Planstudie Zeetoegang IJmond* (Versie
2. DHV/IV-Infra, *Zeetoegang IJmond - Planstudie Nieuwe Zeesluis fase 1 Proof of Concept- Uitgangspunten*, WPPoC-20110411-JSL-01, Mei 2011 (Concept)
3. RWS-NH, *Zeepoort IJmond Hydraulische randvoorwaarden ter plaatse van de Grote Sluis te IJmuiden* (6592-P-2002-0119, 08-12-2010)
4. RWS-NH, *Vraagspecificatie voor de uitbesteding van de Proof of Concept, Milieutoets en MKBA en T0-onderzoek ten behoeve van de nieuwe zeesluis te IJmuiden in het kader van Project Zeetoegang IJmond*, BIJLAGE A –Werkbeschrijving 2010
5. Deltares, Arcadis *Conceptrapport "Opzet en calibratie modelinstrumentarium IJmuiden"*, 29 april 2011
6. MARIN, *Real-Time Simulaties voor Averijhaven – 1e Concept rapport*, Nr. 24804-4-MSCN-rev.0, 8 juli 2011
7. Deltares, *Offerte: Bijdrage aan planstudie Zeetoegang IJmond*, 31 januari 2011
8. RWS-technisch team, *Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmuiden*, 8 december 2010.
9. DHV/IV-Infra, Klant Eis Specificatie (KES) nr. 0170 op basis van brief Centraal Nautisch Beheer van 28 april 2011 (Eis nog niet gehonoreerd)
10. Thoresen, T.A., *Port Designer's Handbook, Second edition*, 2010

BIJLAGE 6 Lockfill berekeningen nivelleersysteem

'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Evaluatie van het nivelleersysteem



'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Evaluatie van het nivelleersysteem

R.J. de Jong
O.M. Weiler

1204166-000

Titel
 'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
DHV	1204166-000	1204166-000-HYE-0019	34

Trefwoorden
 IJmuiden, sluis, nivelleren, troskrachten, zeeschepen, dichtheidseffecten, Lockfill


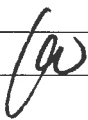

Samenvatting
 Dit rapport betreft de definitie van het nivelleersysteem voor de nieuwe zeesluis te IJmuiden. Er wordt uitgegaan van het nivelleren via openingen in de deuren. Voor een basis-layout zijn een groot aantal berekeningen gedaan voor verschillende condities en verschillende parameters. Vervolgens zijn een aantal varianten van de sluisafmetingen doorgerekend.

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van het programma Lockfill. Door vergelijking met beschikbare gegevens uit modelproeven is gebleken dat Lockfill redelijk in staat is de krachten door dichtheidsstromingen te voorspellen. Wel zijn enkele belangrijke tekortkomingen aan het licht gekomen die aanpassing behoeven.

Geconcludeerd wordt dat, voor dagelijkse omstandigheden, het voor de meeste sluisvarianten mogelijk is te nivelleren via openingen in de deuren, binnen de gestelde criteria voor nivelleertijden en -krachten. Voor de 50 m brede variant lukt dit niet, omdat deze variant met een bodemligging van NAP -15 m minder diep is dan de andere varianten, waardoor aanzienlijk grotere krachten ontstaan. De in de berekeningen aangenomen afmetingen van de nivelleeropeningen zijn door de klant verder gebruikt voor het voorontwerp van de deuren.

Met klem wordt aandacht gevraagd voor de krachten op schepen bij het openen van de deuren. Dit aspect is tot op heden niet onderzocht. Er zijn redenen om aan te nemen dat, door de dichtheidsstromingen die op gang komen bij het openen van de deuren, aanzienlijk grotere krachten zullen optreden dan die tijdens het nivelleren.

Referenties
 Offerte: 1204166-000-HYE-0002 d.d. 24 Januari 2011
 Opdracht: WPPoC-20110422-EBR-01 d.d. 30 mei 2011, dossier BA3334-102-100
 en aanvullende opdracht d.d. 1 november 2011

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	8 nov. 2011	R.J. de Jong		O.M. Weiler		K.J. Bos	
2	28 nov. 2011	R.J. de Jong		O.M. Weiler		K.J. Bos	
3	1 feb. 2011	R.J. de Jong		O.M. Weiler		K.J. Bos	

Status
 definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 De opdracht	1
1.2 Doelstelling	1
1.3 Dit rapport	1
2 Het nivelleren van een grote zeesluis	3
2.1 Algemeen	3
2.2 Toelaatbare krachten op schepen	3
2.3 Het vul- en ledigsysteem bij grote sluisen	4
2.4 Nivelleren en dichtheidsverschillen	5
2.5 Het openen van de deuren bij een dichtheidsverschil	5
3 Aanpak	7
3.1 Evaluatie van het basis-ontwerp, van parameters en van sluisvarianten	7
3.2 Het programma Lockfill en betrouwbaarheid bij dichtheidsverschil	7
4 Uitgangspunten	9
4.1 Afmetingen van de sluis en de ontwerpschepen	9
4.2 Hydraulische randvoorwaarden	10
4.3 Criteria	10
4.4 Afmetingen en bediening van de nivelleeropeningen	11
5 Eerste berekeningen voor het basis-ontwerp van de sluis	13
5.1 Randvoorwaarden voor deze eerste berekeningen	13
5.2 Resultaten berekeningen voor de nieuwe sluis te IJmuiden	14
5.2.1 Inleiding	14
5.2.2 Rekenresultaten vullen	14
5.2.3 Rekenresultaten ledigen	17
5.3 Conclusie voor het basisontwerp	18
6 Evaluatie van verschillende parameters	19
6.1 Gereduceerd nivelleersysteem	19
6.2 Variaties parameters	20
6.3 Berekeningen bij gereduceerd verval	21
6.4 Mogelijke programmering nivelleren	21
6.5 Conclusies uit de variatie van parameters en omstandigheden	24
7 Evaluatie van verschillende sluisvarianten	25
7.1 Algemeen	25
7.2 Sluisvarianten 70 m (puntdeuren) en 65 m (sectordeuren)	25
7.3 Sluisvarianten 60 m en 50 m (roldeuren)	27
8 Samenvatting en conclusies	29

Bijlage(n)

A Verificatie Lockfill voor effecten van dichtheidsverschillen	A-1
B Layout van de beschouwde sluis-varianten	B-1
C Tabellen met resultaten Lockfill	C-1
D Figuren van de berekeningen met Lockfill	D-1

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Eind 2010 heeft Rijkswaterstaat Dienst Noord Holland middels het document "Vraagspecificatie voor de uitbesteding van de Proof of Concept, Milieutoets en MKBA en T0-onderzoek ten behoeve van de nieuwe zeesluis te IJmuiden in het kader van het project Zeetoegang IJmond" ingenieursbureaus om een offerte gevraagd. Deltares is benaderd door DHV om hieraan bij te dragen. In januari van 2011 is in overleg een offerte opgesteld die invulling bood aan een aantal belangrijke aspecten gerelateerd aan de hydrodynamica rond het manoeuvreren en het schutproces van grote schepen in een grote sluis op de overgang van zout naar zoet water. Deze aspecten zijn deels gerelateerd aan het onderdeel 'Proof of Concept' en deels aan de 'Milieutoets'.

In de opdrachtverlening is de bijdrage van Deltares beperkt tot twee aspecten van de 'Proof of Concept': het beschouwen van het proces van het nivelleren van de sluis (dit rapport) en het bepalen van de dichtheidsstromingen in de aanlopen naar de sluis (het rapport: 'Stromingsberekeningen ten behoeve van nautische simulaties').

1.2 Doelstelling

Doel van deze studie is het bijdrage aan het voorontwerp van het nivelleersysteem. Het gaat daarbij om het definiëren van het type nivelleersysteem en de afmetingen daarvan, zodanig dat voldaan wordt aan de criteria voor nivelleertijden en de krachten op de schepen in de sluis.

Op basis van verkennende berekeningen door DHV is ingestoken op het nivelleren middels openingen in de deuren. Deze studie heeft als doel om deze keuze te toetsen en vervolgens de belangrijkste afmetingen van het nivelleersysteem vast te stellen. Deze afmetingen worden vervolgens door de opdrachtgever gebruikt bij het maken van het voorontwerp voor twee van de beschouwde sluisvarianten.

1.3 Dit rapport

Het werk waarvan de resultaten in dit rapport worden gepresenteerd is in fasen gedefinieerd. In eerste instantie is een sluis van 65 m breed met gekromde roldeuren beschouwd; dit was op dat moment de voorkeursvariant, die ook in de nautische simulaties is beschouwd, alsmede in de daaraan toegeleverde stromingsberekeningen. In een volgende fase is tussen RWS en DHV verder gewerkt aan het sluisontwerp en zijn veranderingen aan de layout ontstaan voor verschillende varianten. De berekeningen van die nieuwe layouts is toegevoegd aan de beschikbare verzameling berekeningen.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd door Rob de Jong, die tevens de interpretatie heeft gedaan, en al doende relevante variaties van parameters heeft gedefinieerd en onderzocht. Gedurende het werk zijn de voorlopige resultaten in memovorm met DHV gecommuniceerd.

Dit materiaal is door Otto Weiler (als redacteur) verwerkt in een memo met resultaten en conclusies (ref. 1204166-000-HYE-0011 d.d. 1 november 2011) en vervolgens in het voorliggende rapport.

2 Het nivelleren van een grote zeesluis

2.1 Algemeen

De kwaliteit van de sluis voor de scheepvaart hangt onder meer samen met het nivelleersysteem. Dit systeem, en de wijze van bediending ervan, bepaalt de nivelleertijden en de nivelleerkrachten op schepen. De krachten op het schip zijn een aspect van de nautische veiligheid. De nivelleertijden zijn een economische factor; ze bepalen een deel van het tijdverlies voor de reder en zijn medebepalend voor de schutcapaciteit van de sluis en daarmee voor de verdien capaciteit van de sluis, alsmede van de erachter gelegen haven. Een goed sluisontwerp voldoet op deze punten aan de verwachtingen.

2.2 Toelaatbare krachten op schepen

Het is dus van belang dat krachten tijdens nivelleren de gangbare standaarden niet overschrijden. Deze standaarden beschrijven de toelaatbare krachten als een promillage van de waterverplaatsing van het schip. Hoe groter het schip hoe lager het toelaatbaar geachte promillage. De reden hiervoor is dat het afmeergerei dat een zeegaand schip aan boord heeft niet evenredig toeneemt met de waterverplaatsing, maar daarbij achterblijft. (Zie voor dit onderwerp b.v. "Trokrachtkriteria van zeeschepen in sluisen", R 673-I, Waterloopkundig Laboratorium, november 1974, een studie uitgevoerd in het kader van TOW-onderzoek naar aanleiding van de (uiteindelijk niet gebouwde) sluis te Baalhoek.)

Onderscheid valt te maken in langs- en dwarskrachten, waarbij de langkrachten het moeilijkst te beperken zijn. Dwarskrachten als gevolg van (met name) vullen kunnen ontstaan wanneer het stroombeeld in de kolk dwarscomponenten vertoont en kunnen in het algemeen door een goede vormgeving worden beperkt. Indien het nivelleersysteem bestaat uit openingen in deuren, goed verdeeld over de breedte van de sluis, en als het schip op voldoende afstand van de deuren ligt, dan zullen de dwarskrachten door nivelleerstromen niet groot zijn. Om deze reden, en omdat er geen eenvoudig rekenmethode bestaat om dwarskrachten tijdens dit ontwerp stadium te bepalen, is het gerechtvaardigd dat dwarskrachten in deze studie niet verder worden beschouwd.

Voor de nieuwe sluis te IJmuiden is het promillage voor de toelaatbare langskracht voorlopig vastgesteld op 0,2 ‰ van de waterverplaatsing. Dit komt, afhankelijk van het ontwerpschip voor de specifieke sluisvarianten, overeen met een langskracht van 30 tot 50 ton (300 tot 500 kN). (Het zelfde promillage geldt voor de dwarskracht.)

In de regel wordt het criterium gerelateerd aan de waterverplaatsing van een volbeladen schip. In dit geval zullen de schepen echter gedeeltelijk beladen de sluis passeren. De diepgang van 13,75 m hangt samen met de waterdiepte in het Noordzeekanaal; de volbeladen diepgang zal groter zijn, maar is niet gespecificeerd. Om die reden wordt het criterium hier gerelateerd aan de waterverplaatsing zoals berekend bij de opgegeven diepgang waarmee het schip de sluis passeert. Deze keuze leidt tot een conservatieve uitkomst. Indien de berekende krachten worden gerelateerd aan de grotere waterverplaatsing van het volbeladen schip, zou een kleinere relatieve kracht volgen.

Overschrijding van deze criteria zal bij het soort grote schepen dat hier wordt beschouwd in het algemeen niet direct leiden tot trossbreuk. De trossen zijn op zeegaande schepen niet

belegd op bolders, zoals bij binnenvaartschepen het geval is, maar zitten op een lier. Als de krachten te groot worden zal, bij een gewone lier, de rem gaan slippen. Bij een zgn. Constant Tensions lier zal de lijn wat gevierd worden als de ingestelde maximale kracht op de lier wordt overschreden. Zodoende worden de krachten beperkt, maar zal het schip dus kunnen gaan bewegen. Een gevolg van een te grote beweging kan b.v. zijn dat er een deur geraakt wordt en er schade ontstaat. Indien, in bepaalde condities, verwacht wordt dat de langskrachten te groot worden kan een dubbele set trossen worden uitgezet, maar dat vergt extra tijd en maakt de sluis daarmee minder aantrekkelijk.

Voor de nieuwe sluis is ook een criterium gedefinieerd voor de maximaal toelaatbare bewegingen: deze zouden niet meer dan 5 m mogen bedragen (zie het Technisch Achtergronddocument, Hoofdstuk 7). De berekeningen met Lockfill geven echter geen informatie over de te verwachten bewegingen van het schip. Dit zou een veel uitgebreider evaluatie vragen. Er wordt nu aangenomen dat, als wordt voldaan aan het criterium voor de langskrachten, het schip zich niet (of niet significant) zal verplaatsen.

De gekozen waarde van 0,2 ‰ lijkt aan de hoge kant als we deze vergelijken met het criterium zoals gehanteerd voor de nieuwe Panamasluizen. Voor de Panamasluizen is het criterium echter anders gedefinieerd, namelijk als een helling van de waterspiegel in langsricting van de kolk van 0,14 ‰, zonder aanwezigheid van het schip. Deze andere benadering is ingegeven door het feit dat, bij de Panamasluizen, de krachten voornamelijk bepaald worden door de waterspiegelhellingen doordat het nivelleersysteem daar bestaat uit een langsvulsysteem (vulling van de kolk door meerdere openingen verdeeld over de lengte van de kolk). Grosso modo zal een schip op een hellend wateroppervlak met een helling van 0,14 ‰ een langskracht ondervinden van 0,14 ‰ van zijn waterverplaatsing. Echter, door de aanwezigheid van het schip in de kolk kan dit in de praktijk ook anders uitpakken, zeker als dichtheidseffecten een rol gaan spelen.

Het beoogde schip is in het Panamese geval vergelijkbaar met het gekozen schip bij IJmuiden: het ontwerpschip voor de Panamasluizen is een 12,000TEU containership (breedte 48.8 m; lengte 366 m; diepgang 15.2 m; waterverplaatsing 160,000 ton). Het schip is wat korter en smaller, maar steekt wel dieper dan het gekozen schip voor IJmuiden (zie paragraaf 4.1).

Al met al is het niet direct duidelijk of het criterium voor IJmuiden aan de hoge kant is. Mogelijk is de keuze voor dit criterium ook bepaald door het feit dat schepen in IJmuiden de sluis op beperkte diepgang zullen passeren, waarbij de waterverplaatsing geringer is.

2.3 Het vul- en ledigsysteem bij grote sluisen

De bestaande Noorderluis heeft omloopriolen in de sluishoofden. Daarmee wordt het turbulente stromingsveld in de sluis in omvang zoveel mogelijk beperkt en dicht bij de sluishoofden gehouden. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de nivellering van de nieuwe sluis via openingen in de deuren zal plaats vinden. Bij een goede vormgeving van de openingen in de deuren kan ervoor gezorgd worden dat de vulstroom goed verdeeld de kolk instroomt, waardoor krachten ten gevolge van de vulstralen beperkt blijven. De situatie tijdens het ledigen van de kolk is over het algemeen minder afhankelijk van de keuze tussen korte omloop riolen of een deurvulsysteem.

Met een deurvulsysteem is het mogelijk om de krachten tijdens het nivelleren te reduceren door de nivelleeropening een andere vorm te geven, kleiner te kiezen en/of de schuiven

minder snel te heffen of maar gedeeltelijk te heffen. Dergelijke maatregelen geven verschillende effecten en daarbij zullen nivelleertijden in het algemeen langer worden. In geval niet binnen de grenzen van acceptabele krachten en nivelleertijden kan worden gekomen zal men er toe over moeten gaan het nivelleerdebiet te verdelen over ten minste twee locaties over de lengte van de sluis, waarvoor langsriolen nodig zijn. Een dergelijk systeem is toegepast bij de zeesluis Terneuzen (nivelleren via de sluisbodem, mede vanwege de zoutvang aan de kanaalkant) en ook voor de Baalhoeksluis was een dergelijk systeem onderdeel van het plan (riolen die de beide sluishoofden met elkaar verbonden, hier mede vanwege de grote doorspoelcapaciteit die daar nodig was).

2.4 Nivelleren en dichtheidsverschillen

Bijzonder is – zoals bij veel, maar niet alle zeesluizen¹ - dat er een zout-zoetverschil over de sluis staat. In het geval van IJmuiden moet gerekend worden op een verschil van maximaal ca. 20 kg/m³ (zie ook Paragraaf 4.2). Hierbij is rekening gehouden met mogelijke dichtheidsvariaties aan de kanaalkant en aan de zee kant. Er zijn wel omstandigheden waarin het dichtheidsverschil kleiner is; bijvoorbeeld als gevolg van veel spuien via de spuisluis / annex gemaal. Om die reden is het verstandig ook kleinere dichtheidsverschillen te beschouwen.

Als gevolg van zout-zoetverschillen ontstaan tijdens vullen interne golven in de kolk die belangrijke extra krachten zullen geven. (Deze kunnen ook in dwarsrichting een component hebben, met name als het schip asymmetrisch ligt of de vulstroom asymmetrisch is.) Deze extra krachten kunnen groot zijn, maar ontwikkelen zich altijd veel trager dan de translatiegolven aan de wateroppervlakte. Naarmate het verval groter is komt er tijdens het vullen (van een zoete kolk richting zee met een hoge waterstand) ook meer zout water in de kolk en zullen de effecten door dichtheidsverschillen navenant groter zijn. Ook als de kolk gevuld is blijven de interne golven nog een tijd actief en dient men bedacht te zijn op krachten op het schip als men de trossen tegen het einde van de nivelleertijd los wil maken. Echter, ook in het geval dat een lege kolk wordt open gezet voor een schip dat de kolk invaart en daarin afmeert moet men bedacht zijn op nog niet uitgewerkte interne golven die krachten veroorzaken op het schip.

2.5 Het openen van de deuren bij een dichtheidsverschil

In het geval van de nieuwe sluis te IJmuiden zullen, naar verwachting, de krachten tijdens nivelleren beheersbaar kunnen zijn, mits voldoende tijd genomen kan worden voor het nivelleren. De krachten tijdens openen van de deur zijn wellicht een groter probleem.

Aan het einde van nivelleren zal als gevolg van het dichtheidsverschil nog een verval over de nivelleerdeur(en) staan; bij vullen met zout een negatief verval en bij vullen met zoet water een positief verval. Daardoor ontstaan niet alleen krachten op de deur(en), maar bij het openen zal, naast de uitwisselingsstroming, ook een translatiegolf optreden en zullen er dus ook extra krachten op het nog afgemeerde schip komen, zowel ten gevolge van de translatiegolven als van de interne golven.

De grootte van het eindverval is afhankelijk van de verticale positie van de nivelleeropeningen. Ook indien die openingen aan het wateroppervlak zouden zitten (en het

1. Veel van de grote sluizen in o.a. Antwerpen geven toegang tot havendokken die ook zout zijn. De overgang naar zoetwater wordt in zo'n geval gemaakt bij kleinere sluizen voor de binnenvaart.

verval aan het einde van nivelleren nihil zou zijn) ontstaan er belangrijke krachten door interne golven. Hiermee moet rekening gehouden worden bij het ontwerp van de deuren en bij het bepalen van de manier waarop schepen losmaken en de kolk uitvaren.

Bij het openen van de deuren komen dichtheidsstromingen op gang, aangedreven door dichtheidsverschillen tussen het water in de kolk en dat in de voorhaven. De relevantie daarvan laat zich als volgt begrijpen.

De krachten tijdens het nivelleren worden al snel gedomineerd door de component gerelateerd aan de dichtheidsstroming (dat is ook hier het geval; zie de overige hoofdstukken en conclusies). Het debiet van deze dichtheidsstroming is daarbij gerelateerd aan het instromende volume, gedefinieerd door de schuttschijf (lengte, breedte en het verval). Bij openen van de deuren is de dichtheidsstroming echter gerelateerd aan het totale kolkvolume: dit is een orde groter dan de schuttschijf (de schuttschijf heeft bij een gewoon getij een verticale afmeting van ca. 1,5 m; de waterdiepte in de sluis bedraagt bij de meeste varianten ca. 18 m). Het is dan ook te verwachten dat de krachten op de schepen tijdens het openen van de deuren groter of zelfs veel groter kunnen zijn dan de krachten tijdens het nivelleren, afhankelijk van de aan te nemen dichtheden, een eventuele gelaagdheid in de sluis kolk, en de snelheid waarmee de deuren worden geopend.

Lockfill is op dit moment niet in staat dergelijke berekeningen te maken, maar zou daartoe wel aangepast kunnen worden. Het is sterk aan te bevelen dit aspect tijdig voldoende aandacht te geven.

Ook voor de huidige praktijk bij de Noordersluis is het opengaan van de deuren een punt van aandacht. Tijdens een bespreking te IJmuiden in het kader van dit project is door een van de loodsen aangegeven dat, afhankelijk van de omstandigheden, er na het opengaan van de deuren nog enkele minuten wordt gewacht met ontmeren om de effecten van de uitwisselingsstroming te laten uitdempen alvorens de sluis uit te varen. Bij de nieuwe sluis zal de kolk langer, breder en dieper zijn, en zijn de schepen groter.

Om eventuele problemen tijdens en na het openen van deur(en) te beperken kan men er naar streven de dichtheidsstroming af te remmen. Dit kan met dezelfde technieken als gericht op het beperken op de zoutindringing (zie bijvoorbeeld "Ontwerpstudie en Praktijkproef Zoutlekbeperving Volkeraksluizen", 1201226-015, Deltares, april 2011) maar ook door de kolk te mengen, bijvoorbeeld met luchtballonnen in de kolk. Met dergelijke specifieke maatregelen zal het mogelijk zijn de krachten door dichtheidsverschillen enigszins te reduceren, maar niet ze te elimineren. Dit soort maatregelen zijn nog nergens om deze reden toegepast. Er is echter ook nog nergens zo'n grote sluis met zo'n groot dichtheidsverschil gebouwd.

3 Aanpak

3.1 Evaluatie van het basis-ontwerp, van parameters en van sluisvarianten

Dit rapport behandelt in eerste instantie de oorspronkelijke voorkeurslayout van de 65 m brede sluis met een kolk lengte van 500 m, voorzien van gekromde roldeuren. Na de eerste berekeningen voor de gespecificeerde condities is voor die variant een uitgebreide studie gedaan naar de invloed van verschillende parameters.

Vervolgens zijn in het ontwerp-proces (tussen DHV en RWS) nieuwe varianten van de sluis ontwikkeld, met andere kolk lengtes en andere deurtypen. Voor de twee grotere varianten, een 70 m brede sluis met puntdeuren en een 65 m brede sluis met sectordeuren, is een selectie van de berekeningen herhaald om deze sluizen te kunnen toetsen aan de criteria. Voor de twee kleinere sluis varianten, 60 m breed en 50 m breed, beide met roldeuren, zijn vervolgens de meest relevante condities doorgerekend om een eerste oordeel te kunnen vormen.

3.2 Het programma Lockfill en betrouwbaarheid bij dichtheidsverschil

Dit programma Lockfill zoals gebruikt in deze studie is oorspronkelijk niet ontwikkeld voor sluizen met dichtheidsverschillen. Later is het programma daar wel voor aangepast zodat ook effecten daarvan meegenomen kunnen worden. Het programma was echter nog niet getoetst aan de hand van daartoe geëigend vergelijkingsmateriaal. Het enige onderzoek dat daartoe geschikt is betreft het schaalmodelonderzoek voor de Rozenburgse Sluis [WL | Delft Hydraulics M0950]. Deze sluis vormde vroeger een verbinding tussen het zoute Calandkanaal en een zoet Hartelkanaal (inmiddels bevat het Hartelkanaal brak water door het doorgraven van de Beerdam).

In Appendix A is het resultaat van berekeningen voor de Rozenburgse sluis gegeven, en de vergelijking ervan met de modelmetingen. De belangrijkste conclusies worden hier herhaald:

- De resultaten van de Lockfill-berekeningen konden dichtbij de resultaten van het schaalmodel gebracht worden door het effect van het omhoog richten van de stralen in de berekeningen te negeren.
- Betere resultaten zouden kunnen waarschijnlijk worden verkregen indien de in te stellen helling van de straal gedurende de nivelleertijd gewijzigd kon worden (maar dat is in Lockfill niet mogelijk).
- Als gevolg van het dichtheidsverschil eindigt het nivelleren niet bij verval = 0 m, maar bij een restverval dat afhangt van het dichtheidsverschil. Lockfill berekent het debiet namelijk op basis van het drukverschil ter hoogte van de nivelleeropeningen. (Hiervoor neemt Lockfill een hoogte aan die, bij nivelleren via openingen in deuren, op 25% zit van de afstand tussen de bodem en de initiële waterstand in de kolk.) Bij een dichtheidsverschil is dat drukverschil niet nul bij een gelijke waterstand. Als gevolg van de aangenomen hoogte in Lockfill zijn er aan het eind van de berekeningen met dichtheidsverschillen afwijkingen in waterstanden, debieten en krachten t.o.v. de situatie waarbij de nivelleeropeningen op een andere hoogte zitten. Echter, ook eerder in de berekeningen zullen er al afwijkingen optreden, als gevolg van de niet volledig juiste berekening van het debiet.

- Het rekenmodel stopt met rekenen als het nivelleerdebiet gelijk aan nul is geworden (dit geldt voor vullen met deuropeningen; bij berekeningen met riolen kan Lockfill wel verder rekenen). Een gevolg hiervan is dat de krachten ten gevolge van de interne golf alleen berekend worden in de tijdspanne tot aan debiet = nul. Doordat deze krachten zich zo traag ontwikkelen kan het maximum zich ook na debiet = nul voordoen. Dit kan nu door Lockfill niet worden berekend.

Met Lockfill kan dus een redelijke indicatie worden verkregen voor het effect van dichtheidsverschillen, maar het heeft ook een aantal tekortkomingen.

Met Lockfill zijn voor de huidige studie een aantal berekeningen gemaakt waarbij de instellingen voor de dichtheidsstromingen binnen het programma dezelfde zijn gehouden als bij de berekeningen voor de Rozenburgse sluis. Gezien de gevonden overeenstemming met schaalmodelproeven en gezien de tekortkomingen moeten de resultaten van deze berekeningen beschouwd worden als indicatief.

4 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten voor de berekeningen kort gepresenteerd, Het betreft de afmetingen van de sluisen, de nivelleeropeningen en de schepen, de te hanteren criteria en de hydraulische randvoorwaarden. Deze gegevens zijn gedurende het project, in verschillende fasen, toegeleverd door DHV.

4.1 Afmetingen van de sluis en de ontwerpschepen

De afmetingen van de sluisen en de daarbij behorende ontwerpschepen zijn hieronder weergegeven. Bovenaanzichten van de sluisvarianten zijn opgenomen in Bijlage B

Sluis		basis 65 m	70 m	65 m	60 m	50 m
type deuren		gekromde roldeuren	punt- deuren	sector- deuren	rechte roldeuren	rechte roldeuren
Kolk lengte	m	500	500	545	545	545
Hydraulische lengte *)	m	525	628	663	590	590
Breedte	m	65	70	65	60	50
Bodem t.o.v. NAP	m	-18	-17	-18	-18	-15
Schip						
Lengte	m	366	400	366	340	325
Breedte	m	51	57	51	46,5	45
Diepgang	m	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
Waterverplaatsing **)	ton	192.500	235.000	192.500	163.000	151.000
Afstand boeg - deur	m	50	70	100	40	40

*) De hydraulische lengte is de lengte die wordt gehanteerd in de Lockfill berekeningen. Deze lengte is van belang voor twee aspecten:

- Samen met de breedte definieert de hydraulische lengte het wateroppervlak van de sluis, en samen met het verval volgt daaruit de schuttschijf: het totale volume aan water dat de sluis in- of uitstroomt bij nivelleren (daarbij effecten van verschillen in dichtheid nog even buiten beschouwing latend).
- Samen met de diepte bepaalt de hydraulische lengte het gedrag van translatiegolven in de sluis, golven die ontstaan door veranderingen in het in- of uitstromende debiet en van groot belang zijn voor de krachten op de schepen.

Voor een niet strikt rechthoekige vorm van de sluis, o.a. ter plaatse van de deurkassen, moet de hydraulische lengte met enige zorg worden gekozen, omdat dan niet beide aspecten goed kunnen worden weergegeven met een en dezelfde hydraulische lengte.

**) De waterverplaatsing van de schepen is berekend op basis van lengte, breedte en diepgang met een aangenomen blokcoëfficiënt van 0,75. Dit is een gemiddelde waarde. In werkelijkheid varieert deze waarde voor verschillende sloopstypen tussen een typische waarde van 0,65 voor containerschepen en 0,85 voor bulkcarriers of tankers. De invloed van deze parameter is aan de hand van enkele berekeningen onderzocht voor de basisvariant (sluisbreedte van 65m).

4.2 Hydraulische randvoorwaarden

Voor de nivelleringsberekeningen zijn de volgende waterstanden aangehouden, overgenomen uit (danwel afgeleid van) de Subvariantennota, concept, 10 juni 2011:

Zeezijde:	extreem HW	NAP 3,55 m (maximum schutpeil 2110)
	HW	NAP 2,95 m (maximum schutpeil 2010)
	LW	NAP -2,2 m (minimum schutpeil 2010)
Kanaalzijde:	hoog peil	NAP -0,2 m (max. peil plus halve opwaaiing)
	normaal peil	NAP - 0,35 m
	laag peil	NAP - 0,74 m (Min. peil min 0,2m afwaaiing)

Verder zijn berekeningen gedaan voor een waterstand aan de zeezijde van NAP + 1,30 m. Deze waarde zit halverwege de waarde voor een Hoog Water van een gemiddeld springtij (NAP + 1,15 m) en het extreem astronomisch getij (NAP + 1,45 m) (zie Paragraaf 6.3). Er is geen overeenkomstige situatie voor Laag Water beschouwd; het verval is hierbij aanzienlijk kleiner dan bij Hoog Water.

Voor het dichtheidsverschil is een waarde van 20 kg/m³ aangehouden, conform het door RWS opgestelde document inz. de randvoorwaarden voor de sluis. Deze waarde komt bovendien overeen met de waarde aangehouden voor de stromingsberekeningen voor dit project (zie het rapport "Stromingsberekeningen ten behoeve van nautische simulaties"). In dat rapport worden saliniteitsmetingen uitgewerkt en geanalyseerd waaruit blijkt dat de minimale saliniteit op het kanaal in de buurt van 5 ppt komt. Als voor de zeezijde een dichtheid van 30 ppt wordt aangehouden volgt een dichtheidsverschil van 20 kg/m³ (dichtheid berekend met de zgn. UNESCO-formulering; hierbij is de temperatuur aangenomen op 10 °C voor de zeezijde en 15 °C voor de kanaalzijde).

4.3 Criteria

Zoals uiteengezet in hoofdstuk 2 zijn de criteria waaraan de resultaten moeten worden getoetst tweeledig: aan de ene kant de maximale krachten op het schip, aan de andere kant de nivelleertijden.

Voor de krachten op het schip in de sluis is als criterium genoemd een langskracht op het schip van 0,2 ‰ van de waterverplaatsing van het schip (zie o.a. het Technisch Achtergronddocument dd. 9 december 2010). Dit criterium wordt in dit geval gerelateerd aan de waterverplaatsing voor het schip zoals het de sluis passeert, niet de waterverplaatsing van het schip op de (niet gespecificeerde) grotere volbeladen diepgang. Deze keuze leidt tot een conservatieve uitkomst. Indien de berekende krachten worden gerelateerd aan de grotere waterverplaatsing van het volbeladen schip, zou een kleinere relatieve kracht volgen. Zie hiervoor ook Paragraaf 2.2

De acceptabele nivelleertijden zijn in eerste instantie gedefinieerd als 12 minuten (zie het Technisch Achtergronddocument dd. 9 december 2010). Gedurende het project is daar discussie over geweest. Uiteindelijke volgde als richtlijn:

- 12 minuten (720 s) in normale omstandigheden
- 19 minuten (1140 s) in extreme omstandigheden

Het verval bij 'normale' omstandigheden is uiteindelijk gedefinieerd als het verval bij een Gemiddeld springtij (HW: NAP +1.15 m / LW: NAP -0.75 m). De resultaten van de berekeningen bij een waterstand van NAP + 1,30 m zijn daarmee enigszins conservatief t.o.v. deze eis: bij een iets kleiner verval zijn een iets kortere nivelleertijd en iets kleinere krachten te verwachten.

De criteria voor de nivelleertijd worden toegepast op de tijd tot het verval 0,1 m bedraagt. Dit eindverval is in de praktijk een geaccepteerde waarde en als standaarduitvoer uit Lockfill beschikbaar. Zoals uiteengezet in Hoofdstuk 2, is door het dichtheidsverschil het eindverval niet gelijk aan nul. Dit leidt ertoe dat, afhankelijk van het dichtheidsverschil en de richting van het verval, soms het nivelleren nog verder doorgaat dan verwacht mag worden voor een restverval van 0,1 m, en soms het verval van 0,1 m nooit wordt bereikt. Ter oriëntatie hierop wordt ook de tijd gepresenteerd tot het moment dat het debiet nul is geworden (einde van de berekening).

4.4 Afmetingen en bediening van de nivelleeropeningen

De afmetingen van de nivelleeropeningen en de hefsnelheden van de schuiven zijn hieronder weergegeven. Deze afmetingen zijn gekozen op basis van ervaring en getoetst met enkele testberekeningen (niet gerapporteerd).

Sluis		basis 65 m	70 m	65 m	60 m	50 m
type deuren		gekromde roldeuren	punt- deuren	sector- deuren	rechte roldeuren	rechte roldeuren
Kolk lengte	m	500	500	545	545	545
Hydraulische lengte	m	525	628	663	590	590
Breedte	m	65	70	65	60	50
Bodemniveau NAP	m	-18	-17	-18	-18	-15
Nivelleeropeningen						
Totale afmetingen per sluishoofd (twee deuren)						
Totale breedte *)	m	40/30	40	40	35	30
Maximale hoogte	m	3	3	3	3	3
Opp. tpv de schuiven	m ²	120/90	120	120	105	90
afvoer-coëfficiënten	-	0,65 -0,70	0,65 - 0,70	0,65 - 0,70	0,65 -0,70	0,65 -0,70
Bruto uitstroomopp. aan de kolkzijde (incl. opp. breekbalken)	m ²	200/150	200	200	175	150
hefsnelheid **)	mm/s	3	3	3	3	3

*) De totale breedte van de hefschuiven is voor het basisontwerp van de sluis gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp.

**) De hefsnelheid van de schuiven is gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp. Ook is voor de kleinere sluisvariant (50 m breed) opnieuw de hefsnelheid gevarieerd om te kijken of acceptabele krachten verkregen konden worden.

Verder is voor het basisontwerp ook gekeken naar mogelijkheden om de krachten te reduceren door de vorm van de openingen aan te passen (een over de hoogte verlopende breedte: onderaan smaller, dan toenemend naar de maximale breedte) en door een aangepast programma van heffen, waarbij de hefsnelheid varieert. Beide zijn erop gericht om de translatiegolven en de daarmee samenhangende krachten te temperen.

5 Eerste berekeningen voor het basis-ontwerp van de sluis

5.1 Randvoorwaarden voor deze eerste berekeningen

Voor de berekeningen is de volgende set gegevens gehanteerd (zie ook Paragraaf 4.1):

Schutsluis afmetingen:

Hydraulische lengte (tussen de deuren)	525	m
Breedte aan de waterspiegel	65	m
Bodemniveau	NAP – 18	m

De gekozen sluislengte is een gemiddelde lengte over de breedte (de lengte varieert door de gekromde vorm van de roldeuren) en betreft de hydraulische lente. Daarbij is geen rekening gehouden met het volume van de deuren of een deel van het volume (dikte) van de deur aan de kolkzijde.

Nivelleeropeningen:

Totale breedte	40	m (of minder)
Hoogte	3	m (of minder)
Hefsnelheid	3	mm/s (of meer)
Afvoercoëfficiënt	0,65 à 0,7	
Oppervlakte uitstroming kolkzijde per hoofd (inclusief evt. breekbalken)	200	m ² (of minder)

Opmerkingen:

- 1 Aan deze afmetingen ligt niet een ontwerp van het nivelleersysteem ten grondslag; de maten en coëfficiënten zijn indicatief en vormen de input voor de berekeningen. In volgende fasen van dit project zal e.e.a. verder uitgewerkt moeten worden en moeten de berekeningen eventueel worden herzien.
- 2 Er zijn alleen berekeningen gemaakt met gebruik van nivelleeropeningen in deuren. Het doet er voor de gemaakte berekeningen niet toe of het puntdeuren, roldeuren, gekromde roldeur etc. betreft, zolang de hydraulische lengte maar juist is.
- 3 Bij de gekozen maten is de doorsnede t.p.v. de schuiven in totaal maximaal 120 m² en is (bij een breedte van 40 m) de hoogte waarover het water de kolk instroomt maximaal 5 m. Dit leidt tot het genoemde oppervlak aan de uitstroomzijde van 200 m². Dit zou bijvoorbeeld gerealiseerd kunnen worden met breekbalken.
- 4 De breedte van 40 m is gekozen nadat eerst wat berekeningen gemaakt zijn met een nog grotere breedte van de openingen (en zelfde hoogte). Dit leidde tot te grote krachten.

Schip:

Lengte	366	m
Breedte	51	m
Diepgang	13,75	m
Waterverplaatsing op die diepgang bij een blokcoëfficiënt van 0,75:	192.500	ton
Afstand boeg schip tot deur	50	m

5.2 Resultaten berekeningen voor de nieuwe sluis te IJmuiden

5.2.1 Inleiding

De resultaten voor de berekeningen worden hieronder gepresenteerd in tabellen met een standaard opmaak. Een volledige tabel met alle berekeningen voor deze sluisvariant (hoofdstuk 5 en Hoofdstuk 6) is opgenomen in Bijlage C. Van de meeste berekeningen is de bijbehorende figuur, uitvoer van Lockfill, opgenomen in Appendix D. Deze figuur geeft het verloop van de debieten, waterstanden en krachten in de tijd.

De tabellen geven de maximale krachten (positief en negatief), de nivelleertijden (bij een eindverval van 0,1 m en bij debiet (Q) = 0), het maximale debiet en de waterstandverschillen bij het bereiken van $Q=0$. Van de krachten is ook aangegeven wat de maximale (positief en negatief) direct inwerkende krachten zijn als gevolg van het dichtheidsverschil. (Directe krachten zijn een gevolg van dichtheidsverschillen over het schip. Er zijn ook indirecte effecten; deze werken via de berekening van het debiet.)

Verder de volgende toelichting:

- De krachtrichting is positief als deze van de deur af werkt (de deur waarover genivelleerd wordt), en negatief naar de deur toe.
- In de tabellen is met **rood** aangegeven dat een criterium (voor de krachten of voor de nivelleertijd) overschreden is. Voor de nivelleertijd is uitsluitende de tijd waarbij nog een restverval van 0,10 m aanwezig is beoordeeld.
- In de tabellen is met '?' of '??' aangegeven dat Lockfill de maximale waarde niet heeft berekend; de getoonde waarde is dan een vermoeden voor de maximum waarde die bereikt zou worden nadat Lockfill met rekenen gestopt is. Met name de krachten door dichtheidseffecten kunnen dan nog belangrijk worden. In het geval dat een getal aangegeven is met '>' moet een belangrijk hoger waarde verwacht worden.
- In de tabellen is met '!!' aangegeven dat het eindverval groter blijft dan 0,1 m. In zo'n geval is de nivelleertijd formeel niet gedefinieerd. Ter oriëntatie op de nivelleertijd is ook de tijd gegeven tot het moment dat het debiet nul wordt.
- In de laatste kolom is aangegeven de 'Overshoot/Undershoot'. Hiermee wordt bedoeld het verschil in waterstand aan het eind van het nivelleren als het debiet nul is geworden en de berekening stopt. Dit verschil in waterstand is het gevolg van het dichtheidsverschil over de sluis.
- De momenten waarop de maximale waarden van de krachten door dichtheidseffecten (tussen haakjes) worden bereikt vallen vaak niet samen met het moment van de maximale totaalcracht.

Van veel berekeningen is een figuur bijgevoegd in Appendix C.

5.2.2 Rekenresultaten vullen

HW (NAP + 2,95 m), normaal kanaalpeil

Vulberekening IJ1 is gemaakt voor hoogwateromstandigheden (NAP + 2,95 m) en normaal kanaalpeil. De krachten zijn over de grens van het toelaatbare en de nivelleertijd is

opmerkelijk groot, maar waarschijnlijk acceptabel. Het eindverval is fors; de waterstand schiet door naar de andere kant (maar Lockfill rekent dat waarschijnlijk als te groot uit). Zie ook berekening IJ7.

Vulberekening IJ1a is als IJ1, maar dan met een gehalveerd dichtheidsverschil. Het nivelleren duurt iets langer, en de maximale krachten zijn nagenoeg hetzelfde als bij IJ1. Het eindverval is gehalveerd t.o.v. IJ1.

Vulberekening IJ2 is ter vergelijking met IJ1 en IJ1a gemaakt en zonder dichtheidseffecten. Ook nu zijn er te grote krachten (maar alleen aan het begin van nivelleren). Aan het einde van nivelleren is er nog een toenemende kracht die Lockfill niet verder berekent, maar waarschijnlijk blijft die kracht lager dan de toelaatbare waarde.

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

HW, normaal kanaalpeil							
IJ1	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, zout vullen						
		0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
IJ1a	idem, maar brak kanaal						
		0,200 (??)	-0,260 (-0,165)	720	836	214	0,15
IJ2	kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,200	-0,15?	756	830	207	nil
Extreem HW, normaal kanaalpeil							
IJ3	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,205 (>0,12??)	-0,275 (-0,240)	734	878	248	0,28
IJ3a	idem maar brak kanaal						
		0,215 (??)	-0,290 (-0,195)	760	872	241	0,15
IJ4	kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,220	-0,14?	796	866	235	nil
Extreem HW, laag kanaalpeil							
IJ5	zoete kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,230 (>0,12??)	-0,330 (-0,27)	760	898	265	0,28
IJ5a	idem maar brak kanaal						
		0,230 (??)	-0,315 (-0,220)	784	892	258	0,15
IJ6	kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,240	-0,15?	818	888	252	nil

Extreem HW (NAP + 3,55 m), normaal kanaalpeil

Vulberekeningen IJ3, IJ3a en IJ4 zijn gemaakt voor extreme hoogwateromstandigheden en normaal kanaalpeil. De maximale krachten zijn wat meer dan IJ1 over de grens van het toelaatbare en de nivelleertijd is nog wat groter. Voor deze waterstand is de nivelleertijd echter niet getoetst aan de norm van 12 minuten. Het eindverval is identiek als bij IJ1 (dus fors).

Extreem HW (NAP + 3,55 m), laag kanaalpeil

Vulberekeningen IJ5, IJ5a en IJ6 zijn gemaakt voor extreme hoogwateromstandigheden en laag kanaalpeil. De maximale krachten zijn nog meer dan IJ3 over de grens van het toelaatbare en de nivelleertijd is nog wat groter. Het eindverval is identiek als bij IJ1 (dus weer fors).

HW (NAP + 2,95 m), normaal kanaalpeil (2): nivelleeropeningen afgeschuind

Vanwege de grote krachten is een serie berekeningen gemaakt waarbij in het onderste deel van de nivelleeropeningen de totale breedte is gereduceerd tot 10 m (25 % van de totale breedte). Deze breedte neemt bij hoger schuifposities snel toe tot de totale openingbreedte (40 m).

Vulberekeningen IJ7, IJ7a en IJ8 zijn gemaakt voor gewone hoogwateromstandigheden en normaal kanaalpeil (evenals IJ1). De krachten zijn in het begin van nivelleren binnen het toelaatbare, maar aan het einde niet. De nivelleertijd is iets groter geworden. Zie ook berekening IJ1.

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				
HW, normaal kanaalpeil(2)							
IJ7	zoete kolk op normaal kanaal, zee HW, zout vullen, vulopeningen afgeschuind (totaal gatoppervlak minder dan 200 m ²)						
		0,095 (>0,05??)	-0,235 (-0,210)	744	894	219	0,28
IJ7a	idem maar brak kanaal						
		0,110 (??)	-0,235 (-0,160)	770	886	213	0,15
IJ8	kolk op normaal kanaalpeil, HW, vullen, zonder dichtheidseffecten, vulop. Afgeschuind (totaal gatoppervlak minder dan 200 m ²)						
		0,115	-0,14?	806	880	206	nil
LW, hoog kanaalpeil							
IJ9	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, zoet vullen						
		0,200 (0,125)	-0,10? (??)	!!	706	130	0,28

IJ9a	idem maar brak kanaal						
		0,205 (0,10)	-0,10? (??)	!!	718	136	0,15
IJ10	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,210	-0,16?	646	730	143	nil

LW (NAP -2,2 m), hoog kanaalpeil

Vulberekeningen IJ9, IJ 9a en IJ10 zijn gemaakt voor een situatie met hoog kanaalpeil en LW op zee. De krachten zijn aan het begin van nivelleren binnen het toelaatbare, en de nivelleertijd lijkt kleiner dan bij IJ1, maar een verval van 0,1 m wordt als gevolg van het dichtheidsverschil niet bereikt. Aan het einde van nivelleren rekent Lockfill niet verder terwijl er nog grote krachtcomponenten zijn, maar de maximale totaalcracht blijft juist binnen de toelaatbare waarde. In berekening IJ10 (zonder dichtheidsverschil) blijkt de maximale kracht groter dan met dichtheidsverschil.

Observatie:

In het algemeen blijkt dat bij vullen vanuit zee de krachten in de tweede helft van het nivelleren door traagheidseffecten als gevolg van het afnemende debiet en ook door direct inwerkende krachten door het dichtheidsverschil toenemen. Echter in geval van vullen vanuit het kanaal (lage zeestand) worden krachten in de tweede helft van het nivelleren juist getemperd door het dichtheidsverschil.

Ook zonder dichtheidsverschil is er een krachttoename aan het einde van vullen. Dit is een gevolg van de sterke debietafname als gevolg van de grote doorstroomoppervlakte in de deur(en). Hiervoor zou het dus beter zijn als de openingen kleiner waren.

5.2.3 Rekenresultaten ledigen

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s)	T(Q=0) (s)		
		‰	‰	bij 0,1m verval			
		():door dichtheid	():door dichtheid				
HW, normaal kanaalpeil							
IJ11	zoute kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen						
		0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,27
IJ12	kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen (geen dichtheidsverschil)						
		0,21?	-0,145	756	830	207	nil
Extreem HW, laag kanaalpeil							
IJ13	zoute kolk op extreem HW, kanaal laag peil, ledigen						
		0,25? (0)	-0,155 (0)	724	864	238	0,27
LW, hoog kanaalpeil							
IJ14	zoete kolk op hoog kanaalpeil, zee LW, ledigen						
		0,20? (0)	-0,145 (0)	!!	706	130	0,27

HW (NAP + 2,95 m), normaal kanaalpeil

Ledigberekening IJ11 is gemaakt voor gewone hoogwateromstandigheden en normaal kanaalpeil. De kracht is aan het eind van nivelleren juist over de grens van het toelaatbare, maar Lockfill rekent dat niet verder uit. De nivelleertijd is niet te groot. Een gering eindverval (na doorslingeren) wordt niet bereikt maar het debiet in de berekening is aan het einde = 0. Lockfill rekent dit echter waarschijnlijk niet helemaal goed uit.

Ledigberekening IJ12 is ter vergelijking met IJ11 gemaakt en zonder dichtheidseffecten. Ook in dit geval is aan het eind van nivelleren de kracht iets over de grens van het toelaatbare, maar rekent Lockfill niet verder nadat het debiet =0 geworden is. Het eindverval is wel nul. Deze berekening duidt er op dat de nivelleeropeningen wat te groot zijn.

Merk op dat het effect van het dichtheidsverschil nu beperkt is tot het effect op het debiet. Er treden geen interne golven op in de sluis, omdat de dichtheid in de kolk tijdens ledigen uniform is en blijft.

Extreem HW (NAP + 3,55 m), laag kanaalpeil

Ledigberekening IJ13 is gemaakt voor extreem hoogwater en laag kanaalpeil. De kracht is aan het eind van nivelleren aanmerkelijk over de grens van het toelaatbare maar Lockfill rekent dat niet verder uit. De nivelleertijd is toelaatbaar voor deze omstandigheden.

LW (NAP -2,2 m), hoog kanaalpeil

Ledigberekening IJ14 is gemaakt voor hoog kanaalpeil en LW op zee. De maximale krachten zijn aan het eind van nivelleren waarschijnlijk over de grens van het toelaatbare maar Lockfill rekent dat niet verder uit. De nivelleertijd is niet al te groot.

Observatie:

Aan het einde van nivelleren ontstaan flinke krachten. De krachten worden niet veroorzaakt (noch tegengewerkt) door directe dichtheidseffecten. Deze krachten zijn groter dan bij vullen en worden versterkt door de groter traagheidseffecten in de kolk waarin het schip bij einde nivelleren een groot deel blokkeert. Als de kolk onder de waterspiegel breder is dan 65 m zal dit effect iets gereduceerd worden. (Met Lockfill kan dat laatste niet berekend worden).

5.3 Conclusie voor het basisontwerp

Uit de berekeningen gepresenteerd in dit hoofdstuk kan geconcludeerd worden dat bij de bestudeerde vervallen, gerelateerd aan de gedefinieerde schutpeilen 2010, de krachten te groot worden bij nivelleertijden die rond de 12 minuten variëren. De aangenomen nivelleeropeningen zijn dus *groot genoeg* voor de nivelleertijden, maar *te groot* voor de krachten bij deze vervallen.

De krachten tijdens het vullen van de kolk richting zee met een hoge waterstand worden gedomineerd door de dichtheidskrachten. Anderzijds valt op dat de afhankelijkheid van het dichtheidsverschil niet heel groot is; bij een gehalveerd dichtheidsverschil worden nog steeds grote maximale krachten bereikt, al treden die later op in de tijd.

Om tot een beter resultaat te komen worden in het volgende hoofdstuk een aantal parameters gevarieerd.

6 Evaluatie van verschillende parameters

6.1 Gereduceerd nivelleersysteem

De resultaten van het vorige hoofdstuk laten zien dat er vrij veel situaties zijn waarbij de toelaatbare krachten overschreden worden. Om het effect van een gereduceerd nivelleersysteem te kunnen illustreren is een aantal berekeningen gemaakt waarbij de breedte van de nivelleeropeningen van 40 naar 30 m gereduceerd is en het uitstroom oppervlak (aan de kolkzijde) per hoofd van 200 naar 150 m². Dit kan bv door een op de vier schuiven niet te gebruiken. Deze berekeningen hebben identieke nummers maar zijn voorzien van een *:

vulberekeningen IJ1*, IJ3*, IJ5*, IJ7*, IJ9*

ledigingberekeningen IJ11*, IJ13*

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / onder- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

VULLEN								
IJ1*	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, zout vullen							
		0,150 (>0,09???)	-0,200 (0,185)	804	978	190	0,30	
IJ3*	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen							
		0,155 (>0,13???)	-0,215 (-0,195)	850	1018	214	0,30	
IJ5*	zoete kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen							
		0,170 (>0,16???)	-0,220 (-0,210)	880	1042	228	0,30	
IJ7*	zoete kolk op normaal kanaal, zee HW, zout vullen, vulopeningen afgeschuind							
		0,070 (>0,10???)	-0,180 (-0,170)	854	1032	190	0,30	
IJ9*	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, zoet vullen							
		0,150 (0,11)	-0,05 (>-0,05???)	!!	822	113	0,30	

LEDIGEN								
IJ11*	zoute kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen							
		0,17? (0)	-0,110 (0)	806	976	190		
IJ13*	zoute kolk op extreem HW, kanaal laag peil, ledigen							
		0,18? (0)	-0,120 (0)	838	1002	205		

De resultaten laten zien dat de maximale krachten belangrijk (met 30 tot 40 %) afnemen, maar dat nivelleertijden toenemen (met 14 tot 16 %). Nivelleertijden blijven ook bij extreme omstandigheden (NAP + 3,55 m) lager dan 19 minuten, maar worden voor de andere omstandigheden (NAP + 2,95 m) hoger dan 12 minuten.

6.2 Variaties parameters

Met Lockfill zijn aanvullende berekeningen gemaakt voor de invloed van de hoogte van de uitstroomopeningen aan kolkzijde, de diepte van de sluisvloer, de blokcoëfficiënt van het schip, de afstand schip tot deur en het verder spreiden van het instromende debiet over een groter oppervlak aan de kolkzijde. De resultaten zijn weergegeven in de tabel in Bijlage B en worden hieronder kort besproken:

Invloed van de hoogte van de uitstroomopeningen aan kolkzijde

Dit betreft de hoogte van de bovenkant van de breekbalken; de enige parameter beschikbaar in Lockfill voor het onderzoeken van een effect hiervan; er is geen noemenswaardige invloed op de resultaten.

Diepte van de sluisvloer (en het buitenpand)

De krachten worden veel kleiner en het eindverval wordt veel groter. Het eerste is een indicatie van het positieve effect van de ruime kielspeling; het tweede levert een bevestiging dat Lockfill (ten onrechte) een vaste aanname doet voor de hoogte van de nivelleeropeningen, gerelateerd aan het bodemniveau van de sluis. Dit zou in Lockfill aangepast moeten worden.

Blokcoëfficiënt van het schip

Bij een kleinere waterverplaatsing van het schip (bij dezelfde lengte, breedte en diepgang) worden de relatieve krachten (uitgedrukt als promillage van de waterverplaatsing) groter. De berekeningen in dit rapport gaan steeds uit van een blokcoëfficiënt van 0,75; voor een container schip met een blokcoëfficiënt van 0,65 kunnen ca. 12 % grotere relatieve krachten worden verwacht, en voor een bulkcarrier of tanker met een blokcoëfficiënt van 0,85 worden de relatieve krachten ca. 15 % lager.

Afstand schip tot deur

In het algemeen zijn de krachten t.g.v. de vulstraal klein; daarbij geldt dat er, voor het maatgevende schip, een relatief grote afstand tot de deur is aangehouden, er van uit gaande dat er ook een sleepboot wordt meegeschet. Bij een kleinere afstand tussen schip en deur (bv 30 m i.p.v. 50 m) worden de krachten groter; dit zijn echter niet alleen de krachten t.g.v. de vulstraal zelf: met kleinere afstanden wordt ook de kracht gerelateerd aan de impuls (naar de deur toe) groter, waardoor de negatieve krachten groter worden; dit weegt zwaarder dan de grotere kracht (van de deur af) door de vulstraal..

Verder spreiden van het debiet over een groter oppervlak

er is geen noemenswaardige invloed op de resultaten

6.3 Berekeningen bij gereduceerd verval

De hierboven gepresenteerde variaties geven geen uitzicht op het reduceren van de krachten tot onder de gestelde norm van 0,2 ‰ bij een nivelleertijd van 12 minuten onder de tot nu toe onderzochte omstandigheden, afgeleid van de schutpeilen 2010.

De vraag is naar voren gebracht of de omstandigheden wel passen bij de norm van de nivelleertijd: als 12 minuten acceptabel is, zou dit dan niet mogen worden toegepast op een meer dagelijkse conditie, gerelateerd aan een normaal getij, al of niet met enige opwaaiing. Er zijn daarom berekeningen gedaan waarbij het verval is gehalveerd van 3,30 m (tussen NAP +2,95 aan de zeezijde en NAP -0,35 m aan de kanaalzijde) naar 1,65 m. Dit verval is bij een normaal kanaalpeil gerelateerd aan een waterstand aan de zeezijde van NAP +1,30 m. Deze waterstand is 0,15 m hoger dan een gemiddeld springtij (NAP + 1,15 m) en 0,15 m lager dan het extreem astronomisch getij (NAP + 1,45 m).

De resultaten voor deze condities worden hieronder gepresenteerd, en vergeleken met de betreffende berekeningen voor het hoger peil van NAP +2,95 m.

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / onder- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s)	T(Q=0) (s)		
		‰	‰	bij 0,1m verval			
		() :door dichtheid	() :door dichtheid				
vullen							
Als IJ1	NAP + 2,95 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
V13	NAP + 1,30 m	0,190 (>0,01?)	-0,180 (0,175)	540	715	140	0,27
ledigen							
Als IJ11	NAP + 2,95 m	0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,27
V14	NAP + 1,30 m	0,18? (0)	0,13 (0)	540	715	140	0,27

Deze resultaten laten zien dat bij dit gereduceerde verval, meer representatief voor dagelijkse omstandigheden, zowel de krachten als de nivelleertijden met enige marge onder de criteria blijven. Als de norm van 12 minuten mag worden toegepast op deze omstandigheden, blijkt het dus mogelijk om uit te gaan van het nivelleren door de deuren en hoeft niet te worden uitgeweken naar andere, meer kostbare nivelleersystemen. (Deze berekeningen zijn gedaan voor ongewijzigde afmetingen en bediening van het nivelleersysteem.)

6.4 Mogelijke programmering nivelleren

In het kader van het zoeken naar verbetering van de resultaten, met name gericht op de hogere vervallen, is gekeken wat er bereikt kan worden met een aangepaste bediening van de schuiven. Daarbij is ook het afschuiven van de openingen (besproken in het vorige hoofdstuk) meegenomen.

Alles overziend is een voorlopige keuze gemaakt voor een als volgt ingericht nivelleersysteem op basis van openingen in de deuren:

- Totale breedte schuifopeningen 40 m.
- De openingen zijn enigszins afgeschuind: over de onderste 0,4 m hefhoogte een geleidelijke verbreding van 10 m naar 40 m toepassen (de breedtes zijn de totale breedtes over alle schuiven).
- Hoogte openingen t.p.v de schuiven is gereduceerd naar 1,6 m.
- Hefsnelheid schuiven 4 mm/s.
- Totale doorsnede benedenstroomse uittreeopening incl. evt. breekbalken 200 m².
- Goede verdeling over de deur, met name over de breedte (hele kolkbreedte) en voldoende over de hoogte (5 m).
- Aantal openingen niet stringent; maar wel in een aantal gelijke groepen te onderscheiden; in de huidige uitwerking zijn daarvoor 4 groepen aangehouden (bij identieke openingen is het aantal dus een veelvoud van 4).
- Per groep een schuifprogramma zodat het vrijkomen van de openingen goed verdeeld over de tijd kan worden gekozen.
- Elke groep heeft dus een totale breedte van 10 m en een hoogte van 1,6 m t.p.v. de schuiven.
- Het hefprogramma per groep is als volgt:
 - 0 – 240 sec: alle groepen openen met 4 mm/s.
 - 240 – 270 sec: een groep opent niet verder; de rest opent verder met 4 mm/s.
 - 270 – 300 sec: twee groepen openen niet verder; de rest opent verder met 4 mm/s.
 - 300 sec – 330 sec: drie groepen openen niet verder; de vierde groepe opent verder met 4 mm/s.
 - 330 – 420 seconden: alle groepen openen niet verder.
 - 420 – 450 sec: een groep opent verder met 4 mm/s
 - 450 – 480 sec: twee groepen openen verder met 4 mm/s
 - 480 – 510 sec: drie groepen openen verder met 4 mm/s
 - 510 – 540 sec: vier groepen openen verder met 4 mm/s
 - Aan het einde van het hefprogramma zijn alle schuiven open

Opmerking: Het hefprogramma zou ook meer geleidelijk kunnen worden gekozen (alle schuiven in gebruik en variërende hefsnelheid), maar de ervaring leert dat met snelheden onder 3 mm/s ongewenste stick-slip-verschijnselen op kunnen treden in de aandrijving.

De resultaten voor deze berekeningen zijn aangegeven in de tabel op de volgende pagina. Ter vergelijking is ook berekening IJ7 toegevoegd, waarin dezelfde afschuining van de openingen is toegepast. De figuren van deze berekeningen, opgenomen in Appendix D, geven aan hoe het toenemende oppervlak van de openingen verloopt en daarin knikken worden vermeden. Dit leidt tot een gladdere kromme voor het debiet en daarmee tot kleinere translatiegolven.

Als voorbeeld is ook een berekening toegevoegd waarbij de schuiven alle hetzelfde programma doorlopen; daarbij zijn dan lage hefsnelheden tot 1 mm/s nodig (Progr 1a).

Tenslotte is een dergelijke berekening gemaakt voor de meest extreme situatie (extreem HW op zee en laag KP) (Progr 2a).

De resultaten laten zien dat een meer geleidelijk opening van de hefschuiven, met als gevolg een meer geleidelijke toename en afname van het debiet, tot gunstiger resultaten leidt voor de krachten op het schip, met een relatief beperkte impact op de nivelleertijd. De hier gepresenteerde resultaten zijn nog steeds gericht op een nivelleertijd in de buurt van de 12 minuten. Als, voor de grote vervallen (buiten waterstand hoger van NAP +1,30 m) deze eis wordt losgelaten, is een verdere reductie van de krachten mogelijk. De wenselijke geleidelijke variatie in het debiet is overigens zowel middels sturing van de schuiven als middels de vormgeving van de openingen te bereiken.

Mogelijke programmering nivelleren							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s)	T(Q=0) (s)		
		‰	‰	bij 0,1m verval			
		():door dichtheid	():door dichtheid				

		HW, normaal kanaalpeil		vullen			
zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW (NAP +2,95m)							
als IJ7		0,095 (>0,05??)	-0,235 (-0,210)	744	894	219	0,28
P-1	Progr 1	0,155 (>0,15??)	-0,210 (-0,180)	786	1035	186	0,30
P-2	Progr 1a	0,155 (>0,180??)	-0,200 (-0,180)	782	1025	188	0,30
zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee NAP +1.30 m							
P-3	Progr 1	0,11 (>0,08??)	-0,150 (-0,150)	584	825	129	0,25
		HW, normaal kanaalpeil		ledigen			
zoute kolk op HW (NAP + 2,95 m), kanaal normaal peil							
P-4	Progr 1	0,075 (0)	0,125 (0)	790	1030	188	0,30
zoute kolk op NAP 1.30 m, kanaal normaal peil							
P-5	Progr 1	0,075 (0)	0,100 (0)	586	825	130	0,25
		Extreem HW, laag kanaalpeil		vullen			
P-6	Progr 2a	0,115 aan einde: >0,20?? (>0,23??)	-0,190 (-0,190)	1008	1267	200	0,25

6.5 Conclusies uit de variatie van parameters en omstandigheden

Voor het basisontwerp van de sluis is een grote verzameling aan berekeningen gedaan om de gevoeligheid voor verschillende parameters te onderzoeken. De belangrijkste conclusies daaruit zijn als volgt:

- De relatieve krachten (dus uitgedrukt als promillage van de waterverplaatsing) worden groter als de waterverplaatsing kleiner is en vice versa. Dit leidt er toe dat:
- voor een containerschip (een blokcoëfficiënt van 0,65 i.p.v. 0,75) ca. 12% grotere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd
- voor een bulkcarrier of tanker (een blokcoëfficiënt van 0,85 i.p.v. 0,75) ca. 15% kleinere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd.
- In gereduceerde condities (een waterstand aan de zeezijde van NAP +1,30 m) is het wel mogelijk om te voldoen aan de normen voor zowel de krachten als de nivelleertijden. Onder deze premisse is het nivelleren via de deuren dus mogelijk, en hoeft niet te worden uitgeweken naar een ander (duurder) nivelleersysteem.
- Het is mogelijk om de krachten te reduceren door het hefprogramma te optimaliseren, d.w.z. door de hefsnelheid van de schuiven te variëren over de hefafstand, en evt. ook een deel van de schuiven anders te behandelen dan de rest (o.a. eerder/later starten etc.); dit heeft steeds consequenties voor de nivelleertijd. In plaats van (of in combinatie met) het regelen van de hefsnelheid kan hiertoe ook de vormgeving van de nivelleeropening worden geoptimaliseerd.

7 Evaluatie van verschillende sluisvarianten

7.1 Algemeen

Terwijl gewerkt werd aan de nivelleringsberekeningen zoals gepresenteerd in de voorgaande hoofdstukken werd door de klant (DHV) in overleg met RWS verder gewerkt aan het ontwerp van de sluis, waarbij verschillende afmetingen en verschillende deurtypen zijn vastgesteld (zie paragraaf 4.1 en de figuren in Appendix C). Deze sluisvarianten zijn in twee groepen met elkaar en met het basis-ontwerp vergeleken.

7.2 Sluisvarianten 70 m (puntdeuren) en 65 m (sectordeuren)

De onderstaande tabellen laten de resultaten zien voor de drie grote sluisvarianten: het basisontwerp van 65 m breed (met gekromde roldeuren), de 70 m brede variant (met puntdeuren) en de 65 m brede variant met sectordeuren. Per conditie worden de resultaten voor de verschillende sluisvarianten getoond. (Zie de tabel op de volgende bladzijde.)

De resultaten laten zien dat voor alle drie de sluisvarianten in de HW-conditie (NAP + 2,95 m, schutpeil 2010) niet wordt voldaan aan de criteria. Dit betreft zowel de nivelleertijd (12 minuten) als de krachten, zowel bij vullen als bij ledigen. Voor het vullen zijn weer berekeningen gedaan met een aangepaste vorm van de nivelleeropeningen (van onderaf toenemende breedte, aangeduid als 'afgeschuind'). Deze hebben slechts een beperkte invloed op de maximale krachten, o.a. omdat de krachten ten gevolge van het dichtheidsverschil dominant zijn en nauwelijks door het afschuinen worden beïnvloed.

Bij de grote vervallen nemen de krachten en nivelleertijden duidelijk toe in vergelijking met de resultaten voor het basisontwerp (Hoofdstuk 5 en 6). De toename van de krachten is een gevolg van de grotere debieten, die samenhangen met het grotere kolkoppervlak (lengte x breedte): door het grotere oppervlak stijgt de waterstand in de kolk minder snel, en is er, na een zekere tijd, dus een groter verval bij een bepaalde schuifopening.

Voor de 70 m brede sluis is de toename van de krachten 20% tot 40% en de toename van de nivelleertijd 13% tot 19%. Voor de 65 m brede sluis varieert de krachttoename van 0% tot 19% en de nivelleertijdtoename van 12% a 17%.

Er zijn vervolgens ook weer berekeningen gedaan met een gereduceerd verval: een waterstand aan de zeezijde van NAP + 1,30 m. Voor deze conditie blijken de uitkomsten redelijk binnen de criteria te blijven, zowel de krachten als de nivelleertijden, voor zowel vullen als ledigen. Voor de 70 m brede sluis worden de krachten nog een klein beetje overschreden. Dit hangt ook samen met de kleinere kielspeling bij deze sluis: de bodem ligt op NAP -17 m i.p.v. NAP -18 m bij beide andere varianten.

Overzicht resultaten: basisontwerp (65 m), 70 m en 65 m							
nr	sluis-variant	max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over-shoot / under-shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

HW (NAP + 2,95 m), normaal kanaalpeil, VULLEN							
IJ1	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, zout vullen						
	basis 65 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
	70 m	0,230 (>0,07??)	-0,310 (-0,240)	792	960	250	0,28
	65 m	0,210 (>0,04??)	-0,280 (-0,225)	782	995	245	0,28
IJ7	als IJ1, vulopeningen afgeschuind (totaal gatoppervlak minder dan 200 m ²)						
	basis 65 m	0,095 (>0,05??)	-0,235 (-0,210)	744	894	219	0,28
	70 m	0,145 (>0,08??)	-0,300 (-0,240)	842	1015	300	0,28
	65 m	0,120 (>0,04??)	-0,265 (-0,225)	832	1000	245	0,28
HW (NAP + 2,95 m), normaal kanaalpeil, LEDIGEN							
IJ11	zoute kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen						
	basis 65 m	0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,27
	70 m	0,27? (0)	-0,165 (0)	794	965	300	0,25
	65 m	0,23? (0)	-0,160 (0)	784	955	245	0,25

Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, VULLEN							
V13	vergelijk met IJ1						
	basis 65 m	0,190 (>0,01?)	-0,180 (0,175)	540	715	140	0,27
	70 m	0,170 (>nih??)	-0,210 (-0,15)	616	814	153	0,26
	65 m	0,15 (nih??)	-0,200 (-0,135)	608	810	153	0,26
Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, LEDIGEN							
V14	vergelijk met IJ11						
	basis 65 m	0,18? (0)	0,13 (0)	540	715	140	0,27
	70 m	0,21? (0)	-0,15 (0)	618	814	153	0,24
	65 m	0,16? (0)	-0,13 (0)	608	814	153	0,26

7.3 Sluisvarianten 60 m en 50 m (roldeuren)

Vervolgens zijn voor de gereduceerde condities (NAP + 1,30 m) ook berekeningen gedaan voor de 60 m brede sluis en de 50 m brede sluis. Bij de schematisatie van deze sluisen is bij de hydraulische lengte wel rekening gehouden met het volume van de deuren.

Voor de 60 m brede sluis wordt voldaan aan de criteria, maar voor de 50 m brede sluis niet. De eerste resultaten voor deze sluis laten krachten zien die de criteria ver overschrijden.

De krachten kunnen gereduceerd worden door de schuiven langzamer en minder ver te heffen (daarbij dus de effectieve nivelleeropeningen kleiner makend). Dit gaat echter ten koste van een (veel) langere nivelleertijd. De oorzaak van deze grote krachten kan wederom gezocht worden in de kleinere kielspeling: de bodem ligt voor de 50 m brede sluis nog maar op NAP -15 m, i.p.v. NAP -18 voor de 60 m brede sluis.

Voor de 50 m brede sluis, met een bodem op NAP -15 m, moet dus geconstateerd worden dat het niet haalbaar is om met een deurvulstelsel te nivelleren binnen de criteria voor krachten en nivelleertijden, ook niet als de norm van 12 minuten wordt gerelateerd aan een 'dagelijks' verval. Voor deze sluis zal dus uitgeweken moeten worden naar een ander nivelleersysteem, of de sluisbodem (niet per se de sluishoofden) zou dieper gelegd moeten worden.

Overzicht resultaten: 60 m en 50 m							
nr	hefsnelheid hefhoogte	max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / onder- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
60 m	Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, VULLEN						
V13	3 mm/s 3 m	0,14	-0,18	588	785	132	0,29
50 m	Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, VULLEN						
V13a	3 mm/s 3 m	0,42	-0,54	588	770	110	0,23
V13b	2 mm/s 2,5 m	0,28	-0,35	718	945	90	0,23
V13c	1,5 mm/s 1,5 m	0,21	-0,23	828	1085	77	0,23
V13d	1 mm/s 1 m	0,14	-0,15	1012	1380	64	0,23
60 m	Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, LEDIGEN						
V14	1,5 mm/s 1,5 m	>0,19?	-0,13	590	785	131	0,24
50 m	Minder dan HW (NAP + 1,30 m), normaal kanaalpeil, LEDIGEN						
V14a	1,5 mm/s 1,5 m	>0,27?	0,17	830	1090	77	0,21
V14b	1 mm/s 1 m	>0,13?	-0,11	1014	1372	64	0,21

8 Samenvatting en conclusies

In deze studie zijn een aantal ontwerpvarianten voor een nieuwe zeesluis te IJmuiden onderzocht op de te verwachten krachten op schepen in de sluis tijdens het nivelleren. Deze berekeningen zijn uitgevoerd ter ondersteuning van het voorlopig ontwerp van de nieuwe sluis. De kenmerken van de beschouwde varianten zijn in onderstaande tabel samengevat.

Sluis		basis 65 m	70 m	65 m	60 m	50 m
type deuren		gekromde roldeuren	punt- deuren	sector- deuren	rechte roldeuren	rechte roldeuren
Kolklengthe	m	500	500	545	545	545
Hydraulische lengte *)	m	525	628	663	590	590
Breedte	m	65	70	65	60	50
Bodem t.o.v. NAP	m	-18	-17	-18	-18	-15
Schip						
Lengte	m	366	400	366	340	325
Breedte	m	51	57	51	46,5	45
Diepgang	m	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
Waterverplaatsing **)	ton	192.500	235.000	192.500	163.000	151.000
Afstand boeg - deur	m	50	70	100	40	40
Nivelleeropeningen: Totale afmetingen per sluishoofd (twee deuren)						
Totale breedte ***)	m	40/30	40	40	35	30
Maximale hoogte	m	3	3	3	3	3
Opp. tpv de schuiven	m ²	120/90	120	120	105	90
afvoer-coëfficiënten	-	0,65-0,70	0,65- 0,70	0,65- 0,70	0,65-0,70	0,65-0,70
Bruto uitstroomopp. aan de kolkzijde (incl. opp. breekbalken)	m ²	200/150	200	200	175	150
hefsnelheid ****)	mm/s	3	3	3	3	3

*) De hydraulische lengte is de lengte die wordt gehanteerd in de Lockfill berekeningen.

**) De waterverplaatsing van de schepen is berekend op basis van lengte, breedte en diepgang met een aangenomen blokcoëfficiënt van 0,75 een gemiddelde waarde.

***) De totale breedte van de hefschuiven is voor het basisontwerp van de sluis gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp.

****) De hefsnelheid van de schuiven is gevarieerd als onderdeel van de parameterevaluatie voor het basisontwerp. Ook is voor de kleinere sluisvariant (50 m breed) opnieuw de hefsnelheid gevarieerd om te kijken of acceptabele krachten verkregen konden worden.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Lockfill. Omdat dit programma onvoldoende was gevalideerd voor situaties met dichtheidsverschillen zijn eerst modelproeven voor de Rozenburgse Sluis nagerekend.

Uit de vele berekeningen die in het kader van dit project zijn uitgevoerd volgen de onderstaande resultaten, conclusies en aanbevelingen.

Over Lockfill:

- 1 De verificatie van Lockfill aan de modelproeven voor de Rozenburgse Sluis tonen in het algemeen een redelijke overeenkomst van nivelleerkrachten en -tijden. Er zijn echter nog wel afwijkingen, gerelateerd aan:
 - de verticale hoek van het instromende water,
 - een bepaling van het drukverschil over de nivelleer-openingen op basis van een vast aangenomen hoogte van deze openingen.
- 2 Verder stopt de berekening als het debiet gelijk is aan nul, terwijl de krachten door dichtheid en door translatiegolven na dat moment nog grotere waarden kunnen vertonen dan voor dat moment. Lockfill zou (ook) op dit punt aangepast moeten worden.
- 3 Hieruit volgt de conclusie dat de resultaten als indicatief gelden; de resultaten zijn voldoende voor de huidige fase van het project, maar geven nog niet het finale antwoord.

Ten aanzien van het basis-ontwerp (65 m breed met gekromde roldeuren):

- 4 Uit berekeningen voor waterstanden gerelateerd aan de schutpeilen van 2010 (NAP + 2,95 m) en 2110 (NAP + 3,55 m) blijkt dat de krachten te groot worden als gestreefd wordt naar nivelleertijden rond de gevraagde 12 minuten. De daarbij gekozen afmetingen van de nivelleeropeningen (totale breedte 40 m, hoogte 3 m, oppervlak aan de kolkzijde 200 m²) zijn dus *groot genoeg* voor de nivelleertijd, maar *te groot* voor de krachten. Gedurende het project is besloten deze schutpeilen te beschouwen als extreme condities waarvoor een nivelleertijd van 19 minuten geldt. Door langzamer te schutten zijn de krachten ook te reduceren. De hierbij te volgen procedure is niet verder uitgewerkt. (Zie ook punten 9 en 19.)
- 5 Van alle componenten in de nivelleerkrachten zijn de dichtheidskrachten dominant. Anderzijds blijkt dat de maximale totale krachten relatief weinig veranderen bij het halveren van het dichtheidsverschil. Dit heeft te maken met het verloop van de verschillende componenten in de tijd.
- 6 De krachten blijven voldoende klein als er voldoende afstand tussen het schip en de deur wordt gehouden. Door het mee-schutten van sleepboten wordt aan deze voorwaarde al snel voldaan. Hierbij is het wel noodzakelijk dat het uitstroomoppervlak van de nivelleeropeningen (naar de kolk toe) voldoende groot is (zoals opgegeven) en de stroming goed verdeeld wordt over de hoogte en de breedte van het sluishoofd (o.a. door breekbalken of vergelijkbare constructies). Dit zal met name voor de sectordeuren van de 65 m brede variant extra aandacht vragen. Voor kleinere schepen waarbij geen sleepboten mee gaan in de sluis zijn geen aparte berekeningen gedaan. De minimale afstand zal voor die schepen in een later stadium nader moeten worden bepaald.

Uit de variatie van parameters en omstandigheden:

- 7 De berekeningen zijn uitgevoerd voor een 'gemiddeld' schip, gekenmerkt door een blokcoëfficiënt van 0,75. Deze blokcoëfficiënt is bepalend voor de waterverplaatsing van het schip bij gegeven hoofdafmetingen. De relatieve nivelleerkrachten (uitgedrukt als promillage van de waterverplaatsing van het schip) worden groter als de waterverplaatsing kleiner is en vice versa. Dit leidt er toe dat:

- voor een containerschip (een blokcoëfficiënt van 0,65 i.p.v. 0,75) ca. 12% grotere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd
 - voor een bulkcarrier of tanker (een blokcoëfficiënt van 0,85 i.p.v. 0,75) ca. 15% kleinere relatieve krachten mogen worden verwacht dan hier gepresenteerd.
- 8 In meer dagelijkse condities (een waterstand aan de zeezijde van NAP +1,30 m, 0,15 m boven een gemiddeld springtij) is het wel mogelijk om te voldoen aan de normen voor zowel de krachten als de nivelleertijden. Onder deze premisse is het nivelleren via de deuren dus mogelijk, en hoeft niet te worden uitgeweken naar een ander (duurder) nivelleersysteem.
- 9 Het is mogelijk om de krachten te reduceren door het hefprogramma te optimaliseren, d.w.z. door de hefsnelheid van de schuiven te variëren over de hefafstand, en evt. ook een deel van de schuiven anders te behandelen dan de rest (o.a. eerder/later starten etc.). Dit heeft steeds consequenties voor de nivelleertijd. In plaats van (of in combinatie met) het regelen van de hefsnelheid kan hiertoe ook de vormgeving van de nivelleeropening worden geoptimaliseerd.

Over de sluisvarianten:

- 10 Voor de sluisvarianten van 70 m breed (puntdeuren) en 65 m breed (sectordeuren) nemen de krachten toe: door een groter kolkoppervalk (als gevolg van o.a. de grotere lengte) bij dezelfde afmetingen van de nivelleeropeningen en dezelfde hefsnelheid, zal het nivelleren langzamer verlopen en zal er, bij een bepaalde schuifopening een groter verval bestaan waardoor grotere debieten ontstaan. Deze grotere debieten leiden tot grotere krachten. Bij de 70 m brede sluis worden ook grotere krachten gevonden als gevolg van de kleinere diepte van de kolk. Bij beperkte vervallen lijkt het voor beide opties haalbaar om te nivelleren via de deuren binnen 0,2 ‰ en 12 minuten. Vooral bij de 70 m brede variant is optimalisatie van de vormgeving en bediening van de hefschuiven gewenst.
- 11 Zoals ook gesteld in conclusie nummer 6: voor de variant van 65 m breed met sector deuren is speciale aandacht nodig voor het realiseren van een goede verdeling van het instromende debiet over de breedte en hoogte van de kolk. Als alternatief is te overwegen het nivelleren via korte omloopriolen (van/naar de deurkassen) maar ook dit alternatief vraagt om een goede hydraulische uitwerking.
- 12 Voor de sluis van 60 m breed is er bij beperkte vervallen (NAP + 1,30 m) geen probleem om te voldoen aan de eisen aan nivelleerkrachten en -tijden. Dit is voor de 50 m brede sluis wel een probleem, door de beperkte diepte van die variant. Voor deze sluis is nivelleren niet haalbaar binnen de gestelde criteria; dit zou vragen om een ander vulsysteem (bijvoorbeeld het debiet verdelen over de twee sluishoofden) of om een grotere diepte van de kolk.

Algemeen:

- 13 Het criterium voor de langskrachten, gesteld op 0,2 ‰ van de waterverplaatsing lijkt aan de hoge kant in vergelijking tot het criterium gesteld in Panama van 0,13 ‰. Het verschil kan verband houden met verschillen in de definitie en verschillen volgend uit het type nivelleersysteem.
- 14 De krachten op de schepen worden in hoge mate bepaald door de aanwezigheid van een dichtheidsverschil tussen zeezijde en kanaalzijde. Deze krachten werken bovendien lang door, ook na het einde van het nivelleren en na het openen van de deuren.

- 15 Deze krachten worden niet anders indien men, i.p.v. voor nivelleren door openingen in de deuren, voor korte omloopriolen zou kiezen. Voor een reductie van de dichtheidskrachten zou men langstriolen moeten gebruiken om het vullen over ten minste twee openingen te verdelen. Om daarbij dwarskrachten te vermijden zouden deze openingen in de twee sluishoofden moeten worden voorzien of op de bodem van de sluis.
- 16 Gegeven dat er genivelleerd wordt door de deuren, worden de krachten op het schip bepaald door de snelheid van het nivelleren (het debiet) en de translatiegolven (bepaald door de toename en afname van het debiet). De berekeningen geven aan dat de aangenomen openingen voldoende groot zijn om (voor beperkte vervallen) met enige marge binnen de 12 minuten te nivelleren.
- 17 Dat hierbij, voor drie van de vier sluisvarianten, de krachten redelijkerwijs binnen de criteria blijven is vooral toe te schrijven aan de relatief grote diepte van de sluis t.o.v. de diepgang van het schip. Voor de 50 m brede sluis met een beperktere diepte lukt het niet om, binnen de grenzen van de nivelleertijd, tot acceptabele krachten te komen.
- 18 De marge in de nivelleertijd geeft ruimte voor verdere optimalisatie aan de vorm van de openingen en het hefprogramma, om de krachten te reduceren (bij beperkte toename van de nivelleertijd). Dit kan noodzakelijk zijn om ook voor de containerschepen aan de criteria te voldoen.
- 19 Om in te kunnen spelen op de verschillende situaties wat betreft het verval en de richting daarvan (vullen of ledigen), en eventuele andere parameters (dichtheid?, scheepstype in de sluis?) is het wenselijk om het totale oppervlak van de nivelleeropening te verdelen over een voldoende aantal kleinere openingen. Hierdoor is het mogelijk het aantal gebruikte openingen te variëren naar behoefte. (Ook geeft dit ruimte om onderhoud te doen aan een deel van de schuiven of delen daarvan.)
- 20 Om het eindverval over de deuren te beperken, en daarmee de krachten op deuren en op de schepen in de sluis tijdens het openen van de deuren, wordt sterk aanbevolen de nivelleeropening niet te laag in de deur aan te brengen, maar op ca. de halve hoogte.
- 21 Met klem wordt er aandacht gevraagd voor de situatie die optreedt bij het openen van de deuren aan het eind van het nivelleerproces. Er kunnen op dat moment grote krachten optreden, deels ten gevolge van het eindverval, maar vooral door het te verwachten uitwisselingsdebiet. Dit debiet is nu niet gerelateerd aan de schuttschijf, zoals bij nivelleren, maar aan het volume van de hele kolk: een orde groter dan het volume van de schuttschijf. Als gevolg daarvan kunnen de krachten bij het openen van deuren veel groter worden dan nu bepaald voor het nivelleren. Daarbij speelt een rol dat de grote diepte van de sluis kolk gunstig is voor de nivelleerkrachten, maar waarschijnlijk ongunstig voor de krachten als de deuren open gaan. (Zie paragraaf 2.5.)
- 22 In deze studie zijn dwarskrachten op de schepen niet onderzocht. Deze zullen voor een goed ontworpen deurvulstelsel beperkt zijn. Dwarskrachten als gevolg van dichtheidsverschillen kunnen vooral relevant worden bij het openen van de deuren bij een asymmetrische geometrie. Dit kan te maken hebben met een asymmetrische deuropstelling, waaronder roldeuren, of door een asymmetrische positie van schepen in de sluis kolk.

A Verificatie Lockfill voor effecten van dichtheidsverschillen

Lockfill-berekeningen Rozenburgse Sluis

Metingen schutsluismodel (M950 Waterloopkundig Laboratorium)

De in 1971 geopende Rozenburgse Sluis is gesitueerd tussen het Calandkanaal en het Hartelkanaal. Het Calandkanaal staat in open verbinding met het Europoortgebied en bevat zout water. Thans is het Hartelkanaal in open verbinding met de Oude Maas en is daardoor brak, maar toentertijd was het Hartelkanaal een zoetwaterkanaal zonder getij en bestond er een groot dichtheidsverschil over de sluis.

De sluis heeft de volgende afmetingen.

- Lengte tussen de deuren
 - Hele kolk 342,45 m
 - Grote deelkolk 237,45 m
 - Kleine deelkolk 105,00 m
- Breedte kolken 24 m
- Bodemniveau NAP -6,50 m

Alle drie de sluishoofden zijn voorzien van stalen puntdeuren. Het vullen en ledigen gebeurt door het openen van schuiven in de deuren. Ten tijde van het ontwerp werden de volgende waterstandcombinaties als maatgevend voorzien voor het nivelleersysteem:

- Hoogwater en een verval van 3,30 m
 - Calandkanaal NAP 2,80 m
 - Hartelkanaal NAP -0,50 m
- Laagwater en een verval van 2,00 m
 - Calandkanaal NAP -2,00 m
 - Hartelkanaal NAP

De schepen waarmee rekening gehouden werd betroffen

- Binnenvaartschepen
 - 2000 ton ($l*b*h = 95*11,2*2,8$ m³; waterverplaatsing 2650 ton)
 - 600 ton ($l*b*h = 64,5*7,7*2,0$ m³; waterverplaatsing 840 ton)
- Duwcombinaties (1 duwboot met bakken)
 - 2 bakken ($l*b*h = 110*23*3,3$ m³; waterverplaatsing 5430 ton)
 - 4 bakken ($l*b*h = 180*23*3,3$ m³; waterverplaatsing 10330 ton)
 - bakken ($l*b*h = 250*23*3,3$ m³; waterverplaatsing 15230 ton)

Voor binnenvaartschepen is het langskrachtcriterium 1‰ van de waterverplaatsing van het schip. Voor de duwvaartcombinaties was afgesproken 10 tonf als maximaal toelaatbare kracht aan te houden.

Deze krachten zijn de vanuit het water op het schip werkende krachten, dus zonder rekening te houden met de gevolgen van rek in de trossen of de hoek tussen tros en langsas schip.

Tijdens het schaalmodelonderzoek voor het vul- en ledigsysteem werd aanvankelijk zonder dichtheidsverschillen verricht. Het daarmee verkregen nivelleersysteem (dat aan de gestelde eisen voldeed) werd getest op het effect van een dichtheidsverschil over de sluis. Daartoe werd tussen voorhaven en kolk in het schaalmodel een dichtheidsverschil van 26 kg/m³ ingesteld. Voor zowel het vullen met zout water (zoete kolk, hoogwater op het Calandkanaal) als het vullen met zoet water (zoute kolk en laagwater op het Calandkanaal) werden belangrijke effecten als gevolg van het dichtheidsverschil gemeten.

Gebleken is dat de vulstroom bij vullen met zout water na intreden snel naar beneden gaat waardoor het evenwicht tussen de krachtcomponenten directe straalwerking en negatief verhang door impulsverschillen verschuift en een langduriger negatieve waarde van de kracht (in de richting van het bovenstroomse sluishoofd) ontstaat. Bovendien loopt de interne golf in de sluis traag en versterkt deze kracht. De totale kracht is aanmerkelijk hoger dan de toelaatbare waarde.

Bij vullen met zoet water ontstaat het omgekeerde: de vulstroom neigt richting wateroppervlak en de kracht behoudt gedurende de hele vultijd een positieve waarde (naar benedenstrooms hoofd gericht).

De nivellering is vervolgens aangepast door:

- het hart van de uitstroomopening aan benedenstroomse kant van de deuren meer omhoog te plaatsen
- het gatoppervlak ter plaatse van de breekbalken te verkleinen
- het heffen van de deurschuiven te onderbreken of trager te laten verlopen.

Daarmee konden de troskrachten voldoende verminderd worden.

In Figuur 1 (Figuur 9 uit het rapport M950 van het Waterloopkundig Laboratorium) zijn de resultaten van de metingen voor een aantal situaties gegeven. In alle gevallen worden de schuiven geheven met een snelheid van 3,25 mm/s.

LOCKFILL-berekeningen Rozenburgse Sluis

Het rekenprogramma LOCKFILL is geschikt gemaakt voor de berekening van effecten van dichtheidsverschillen tijdens nivelleren van schutsluizen waarbij slechts door het sluishoofd genivelleerd wordt. De resultaten waren nog niet eerder vergeleken met metingen. Daarom zijn voor de vier gevallen "Aanbevolen Ontwerp" van Figuur 1 LOCKFILL –berekeningen gemaakt.

In totaal zijn tien berekeningen gemaakt waarbij is gevarieerd op de μ -waarde van de nivelleeropening en de richting waarmee de vulstraal de kolk in komt. Berekeningen zijn gemaakt voor situaties met hoogwater en laagwater op het Calandkanaal en berekeningen zonder en met dichtheidsverschil. Alle berekeningen gelden voor een duwcombinatie "1+4" op 12,5 m afstand van de achterhar van de deur waardoor gevuld wordt.

Berekeningen	Figuurnummers
Zoete kolk, Calandkanaal HW, vullen met zout water	
μ -waarde = 0,5; vulstraal 0°	Figuur R1
μ -waarde = 0,45; vulstraal 0°	Figuur R2
μ -waarde=0,45; vulstraal 20° omhoog	-
Geen dichtheidsverschil, Calandkanaal HW, vullen	
μ -waarde = 0,5; vulstraal 0°	Figuur R3
μ -waarde = 0,45; vulstraal 0°	Figuur R4
μ -waarde=0,45; vulstraal 20° omhoog	-
Zoute kolk, Calandkanaal LW, vullen met zoet water	
μ -waarde = 0,5; vulstraal 0°	Figuur R5
μ -waarde = 0,45; vulstraal 0°	Figuur R6
Geen dichtheidsverschil, Calandkanaal LW, vullen	
μ -waarde = 0,5; vulstraal 0°	Figuur R7
μ -waarde = 0,45; vulstraal 0°	Figuur R8

Fig	Pos ‰	Neg ‰	Tvul sec	T(Q=0) sec	Qmax m3/s	Overshoot / undershoot m
Vullen met zout water van zoete kolk; Calandkanaal HW						
R1	0,32	-0,95	690	840	56	-0,11
R2	0,30	-0,90	740	900	53	-0,11
-	0,30	-0,67	740	900	53	-0,11
schaalmodel						
1	0,35	-0,95	niet gemeten	niet gemeten	niet gemeten	niet gemeten
Vullen; Calandkanaal HW						
R3	0,39	-0,41	736	830	54	nil
R4	0,36	-0,36	792	900	52	nil
-	0,40	-0,10	792	900	52	nil
schaalmodel						
1	0,45	-0,40	niet gemeten	900	50	nil
Vullen met zoet water van zoute kolk; Calandkanaal LW						
R5	0,90	nvt	676	675	36	0,10
R6	0,87	nvt	724	750	35	0,10
schaalmodel						
1	0,86	nvt	niet gemeten	niet gemeten	niet gemeten	niet gemeten
Vullen; Calandkanaal LW						
R7	0,70	-0,30	604	700	37	nil
R8	0,64	-0,24	644	750	36	nil
schaalmodel						
1	0,63	-0,30	niet gemeten	750	33	nil

In bovenstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen en de metingen in het schaalmodel verzameld.

- Een positieve kracht is in de richting van het benedenhoofd. Een negatieve kracht is in de richting van het bovenhoofd (waardoor genivelleerd wordt).
- Tvul is de tijd die nodig is om tot 0,1m restverval te geraken.
- T(Q=0) is de tijd die nodig is om debiet = 0 te bereiken.
- Qmax is het maximale debiet.
- Overshoot is het verval nadat verval = 0 is gepasseerd. Undershoot is het eindverval waarbij verval = 0 niet wordt bereikt.

Figuur R1, vullen zoete kolk met zout water bij hoge zeestand; μ -vulopeningen = 0,50.

De maximale berekende krachten zijn nagenoeg overeenkomstig de testresultaten.
De berekende nivelleertijd is waarschijnlijk 8% te kort.

Figuur R2, idem maar μ -vulopeningen = 0,45.

Maximale berekende krachten zijn lager (5%) dan de testresultaten. De berekende nivelleertijd is waarschijnlijk overeenkomstig de testresultaten.

Figuur R3, vullen kolk met gelijksoortig water bij hoge zeestand; μ -vulopeningen = 0,50.

De maximale berekende krachten zijn nagenoeg overeenkomstig de testresultaten.
De berekende nivelleertijd is 8% te kort.

Figuur R4, idem maar μ -vulopeningen = 0,45.

De maximale berekende krachten zijn lager (10%) dan de testresultaten. De berekende nivelleertijd is overeenkomstig de testresultaten.

Figuur R5, vullen zoute kolk met zoet water bij lage kolkstand; μ -vulopeningen = 0,50.

De maximale berekende krachten zijn iets (5%) groter dan de testresultaten. De berekende nivelleertijd is waarschijnlijk 8% te kort.

Figuur R6, idem maar μ -vulopeningen = 0,45.

De maximale berekende krachten zijn overeenkomstig de testresultaten. De berekende nivelleertijd is waarschijnlijk overeenkomstig de testresultaten.

Figuur R7, vullen kolk met gelijksoortig water bij lage kolkstand; μ -vulopeningen = 0,50.

De maximale berekende krachten zijn iets (10%) groter dan de testresultaten. De berekende nivelleertijd is 8% te kort.

Figuur R8, idem maar μ -vulopeningen = 0,45.

De maximale berekende krachten zijn overeenkomstig de testresultaten. De berekende nivelleertijd is overeenkomstig de testresultaten.

De beste rekenresultaten voor de nivelleertijden worden bereikt met een keuze van 0,45 voor de waarde van μ -vulopeningen. Dit is gelet op de vormgeving een redelijke waarde. Ook in die gevallen wordt een iets hoger maximaal debiet berekend dan gemeten is. De debieten zijn in het schaalmodel echter niet rechtstreeks gemeten, maar afgeleide waarden.

In geval van met zout vullen van een zoete kolk worden de maximale krachten in dat geval wat lager berekend dan gemeten. In geval met zoet vullen van de zoute kolk worden overeenkomstige maximale krachten berekend.

In LOCKFILL kan de richting van de binnentredende vulstraal worden gekozen, maar die wordt tijdens de berekening constant gehouden. In de werkelijkheid zal deze richting ook een

functie zijn van de kolkwaterstand. Gepoogd is een nog betere fit te bereiken, maar daarvoor is waarschijnlijk een variatie in deze richtinghoek gedurende de nivellering nodig.

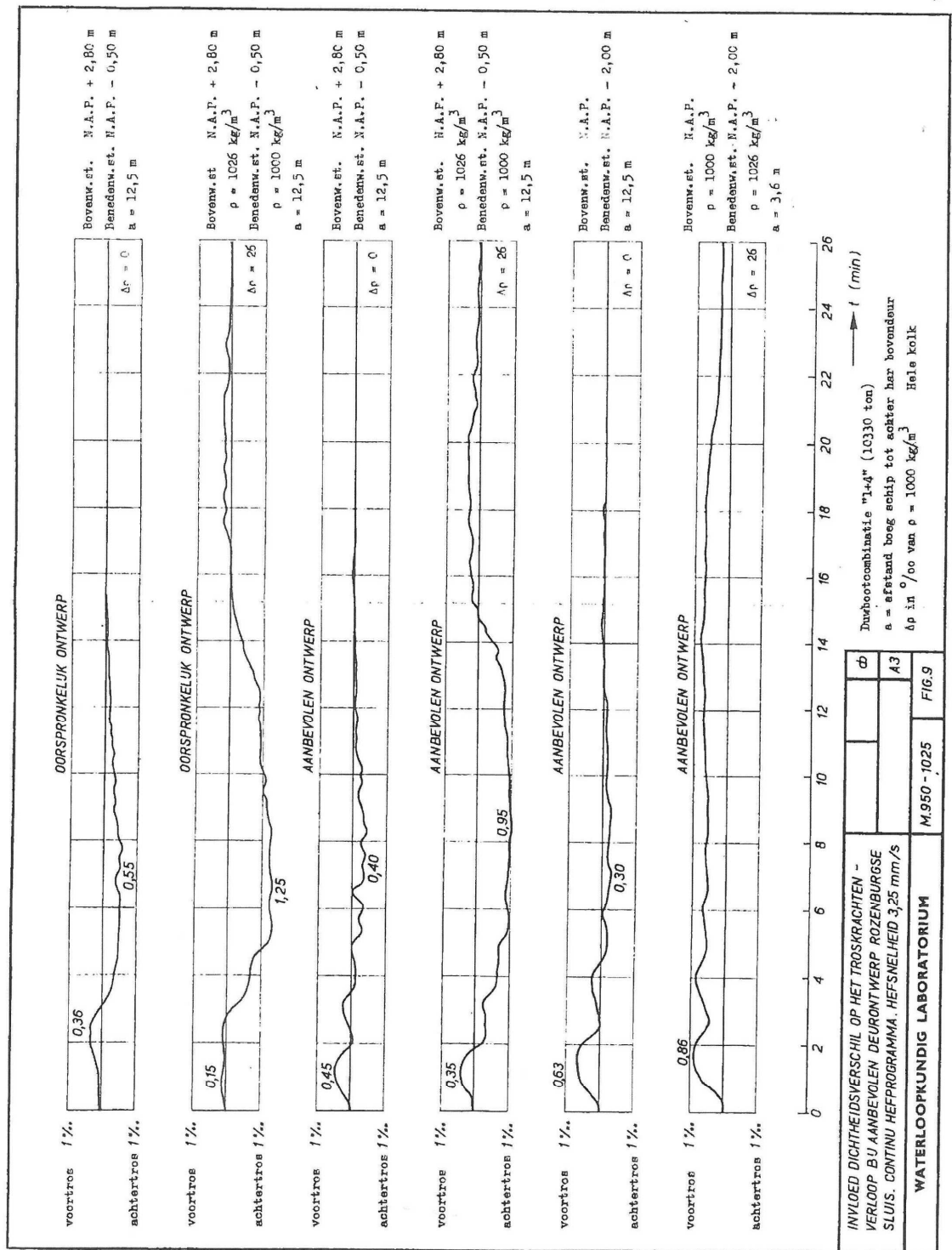
In bovenstaande vergelijkingen zijn steeds de maximale krachten vergeleken en daar zijn de conclusies op gebaseerd. Alhoewel het krachtverloop door LOCKFILL goede overeenkomsten vertoont met de gemeten krachtverlopen, kunnen deze groter verschillen geven dan door de genoemde percentages aangegeven.

Opgemerkt wordt dat LOCKFILL geen resultaten geeft voor de tijd nadat het debiet de waarde $=0$ heeft bereikt. Vooral indien met dichtheidsverschillen wordt gewerkt kunnen dan nog belangrijke krachten op treden, maar deze zijn over het algemeen niet maatgevend.

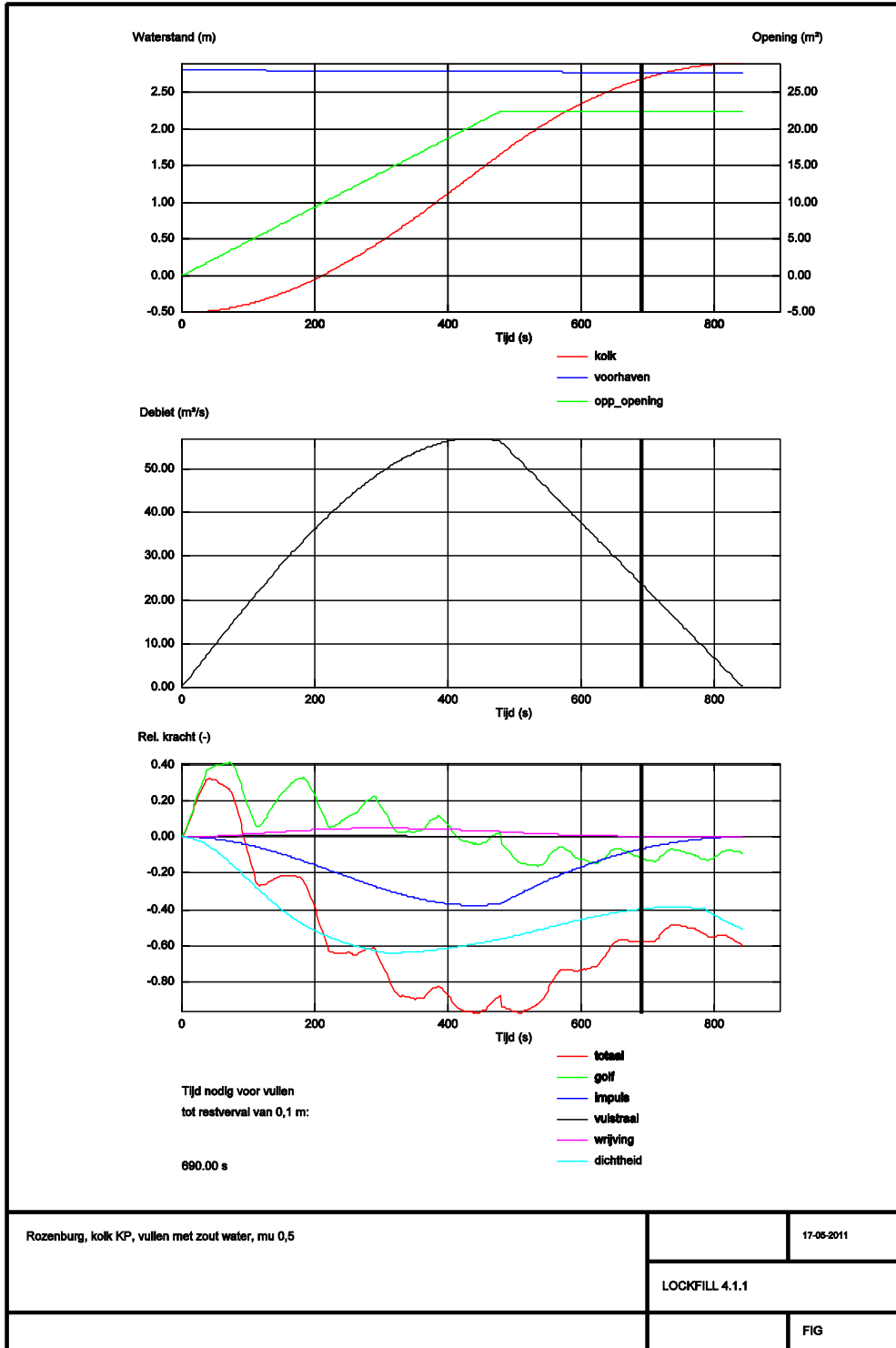
Conclusies

- De resultaten van de LOCKFILL-berekeningen konden dichtbij de resultaten van het schaalmodel gebracht worden door het effect van het omhoog richten van de stralen in de berekeningen te negeren.
- Voor het verkrijgen van een gelijksoortig verloop van de krachten is een μ -waarde voor de openingen (contractie van de stroom) van 0,5 de beste keuze. Het rekenmodel berekent te korte tijden.
- Voor het verkrijgen van gelijksoortige nivelleertijden is een μ -waarde voor de openingen (contractie van de stroom) van 0,45 de beste keuze. Het rekenmodel onderschat het dichtheidseffect dan enigszins.
- Betere resultaten zouden kunnen waarschijnlijk worden verkregen indien de in te stellen helling van de straal gedurende de nivelleertijd gewijzigd kon worden (maar dat is onmogelijk).
- Als gevolg van het dichtheidsverschil eindigt het nivelleren niet bij verval $= 0$ m, maar bij een negatief verval nadat eerst de 0-waarde bereikt is of bij een positief verval als bij het nivelleren de 0-waarde voor het verval niet wordt bereikt (afhankelijk van vullen, ledigen, zoute of zoete kolk). Het rekenmodel stopt echter als het nivelleerdebiet $= 0$ zodat de (trage) nawerking van de interne golf niet berekend wordt. LOCKFILL berekent het debiet op basis van het drukverschil op sluisbodemniveau. Aan het einde van de berekeningen met dichtheidsverschillen zijn er afwijkingen in waterstanden, debieten en krachten t.o.v. de werkelijke situatie.

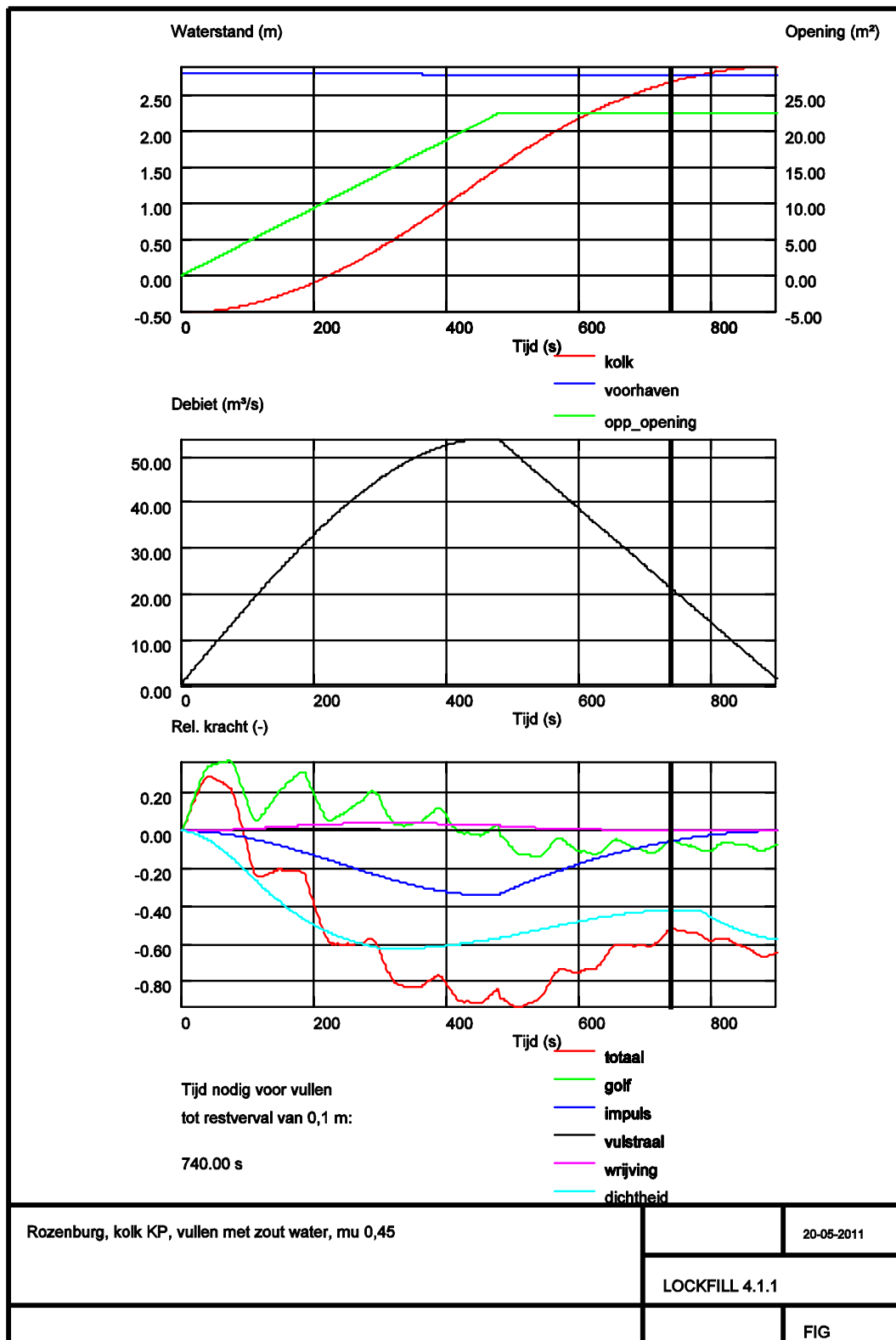
De figuren waar naar verwezen wordt volgen hierna.



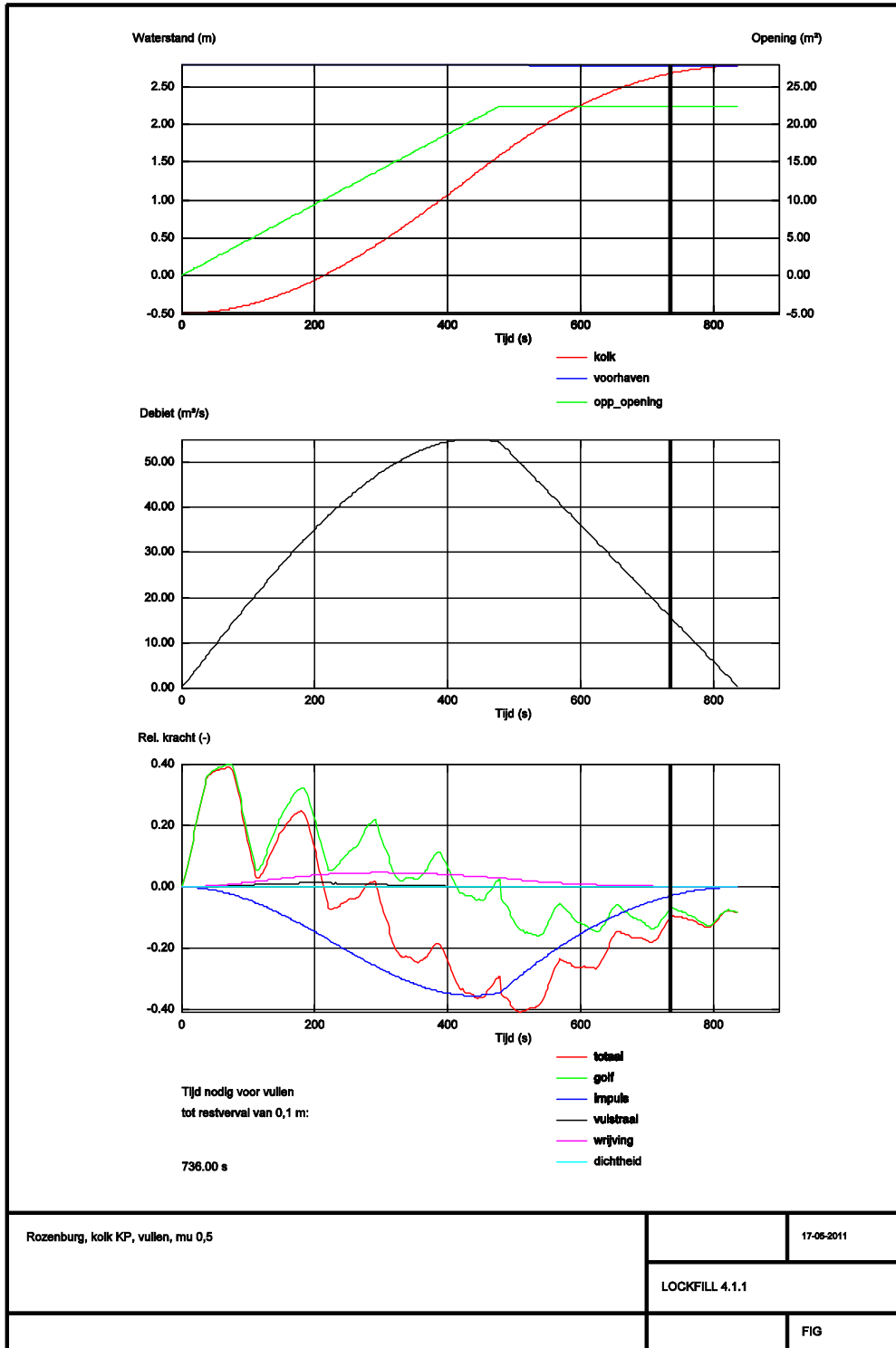
Figuur 1 (Figuur 9 uit rapport M950 Waterloopkundig Laboratorium)



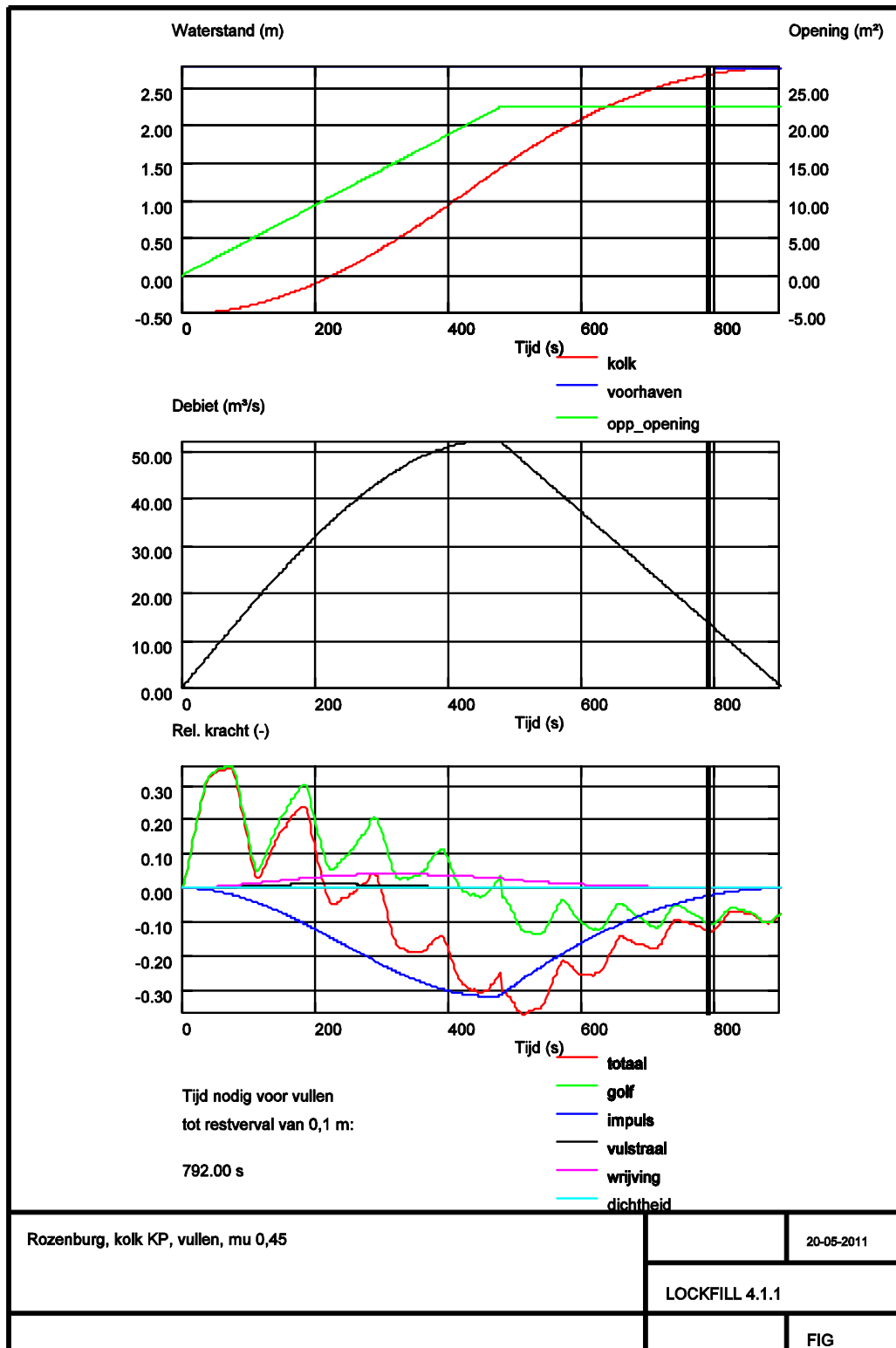
Figuur R1 HW, zoete kolk op kanaalpeil, vullen met zout, $\mu = 0,5$



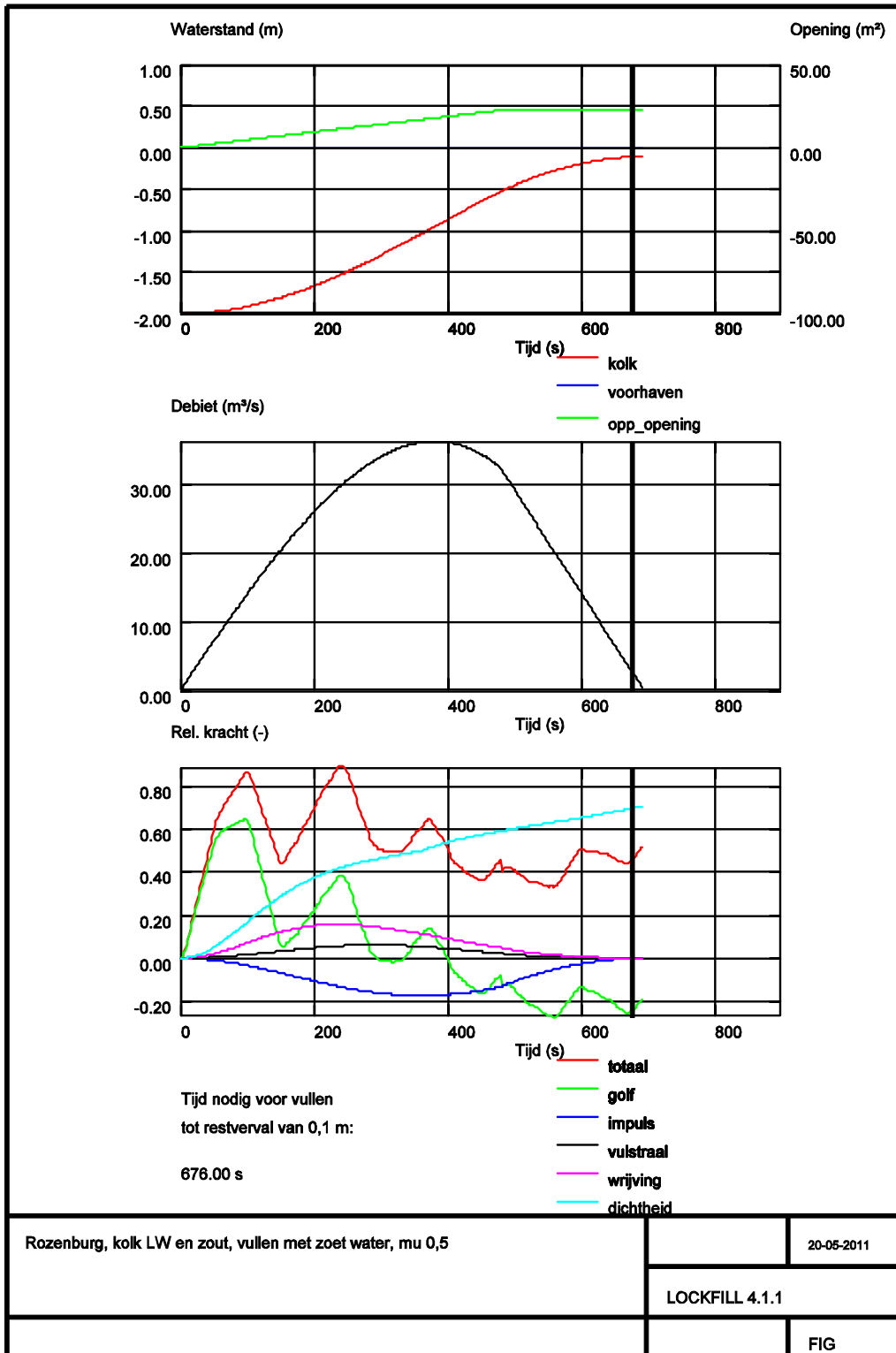
Figuur R2 HW, zoete kolk op kanaalpeil, vullen met zout, $\mu = 0,45$



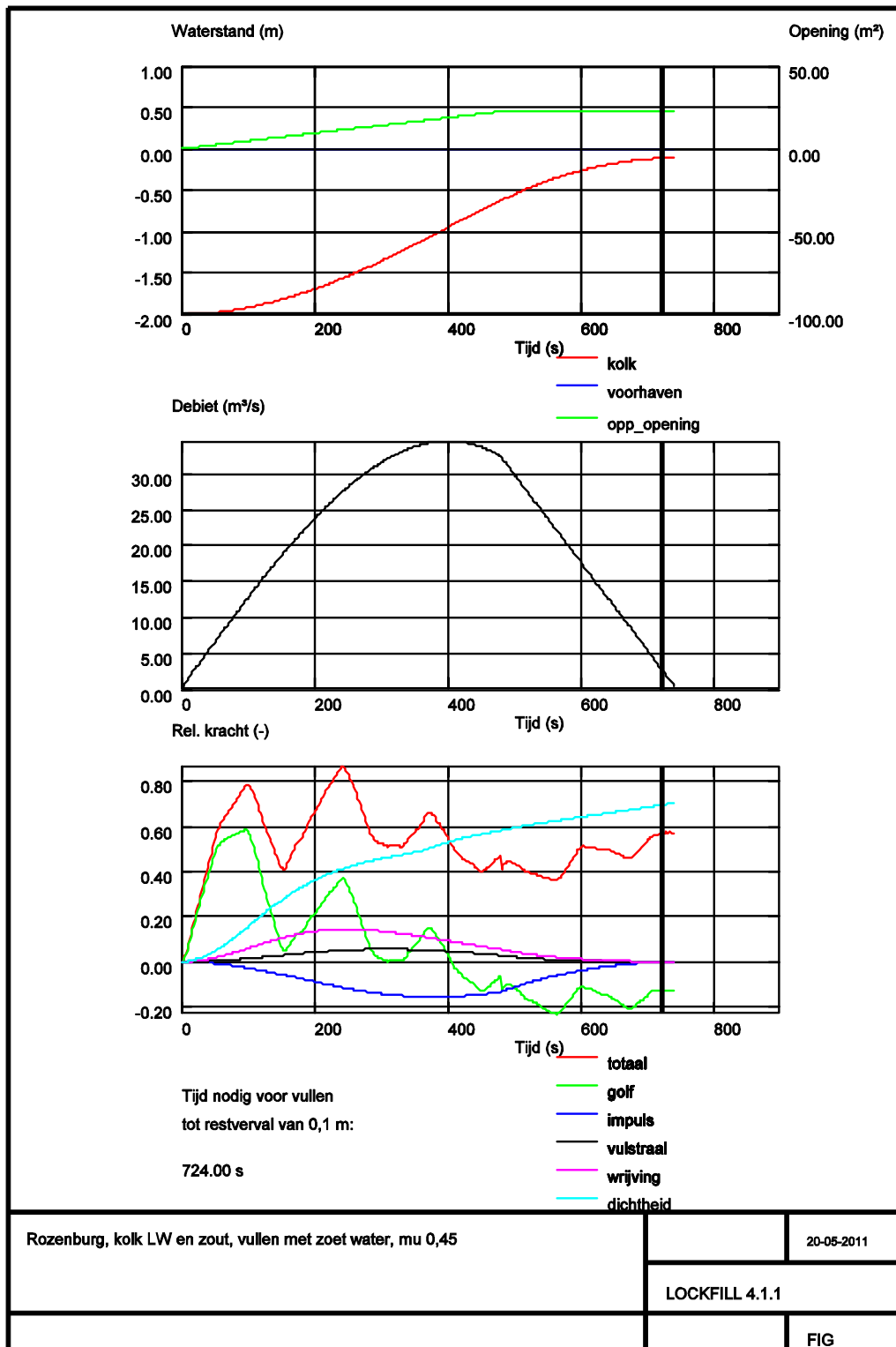
Figuur R3 HW, vullen, kolk op kanaalpeil, geen dichtheidsverschil, $\mu = 0,5$



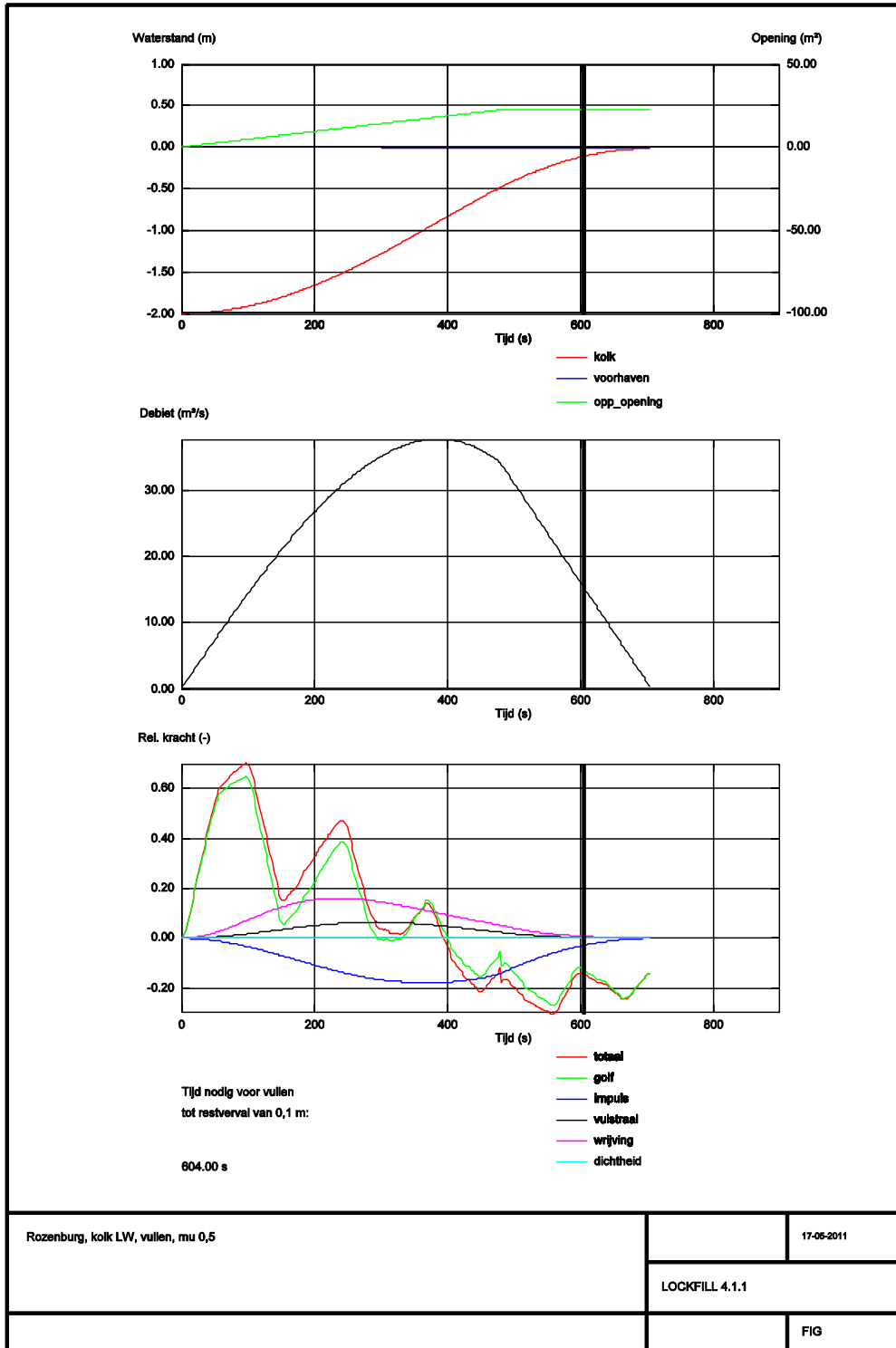
Figuur R4 HW, vullen, kolk op kanaalpeil, geen dichtheidsverschil, $\mu = 0,45$



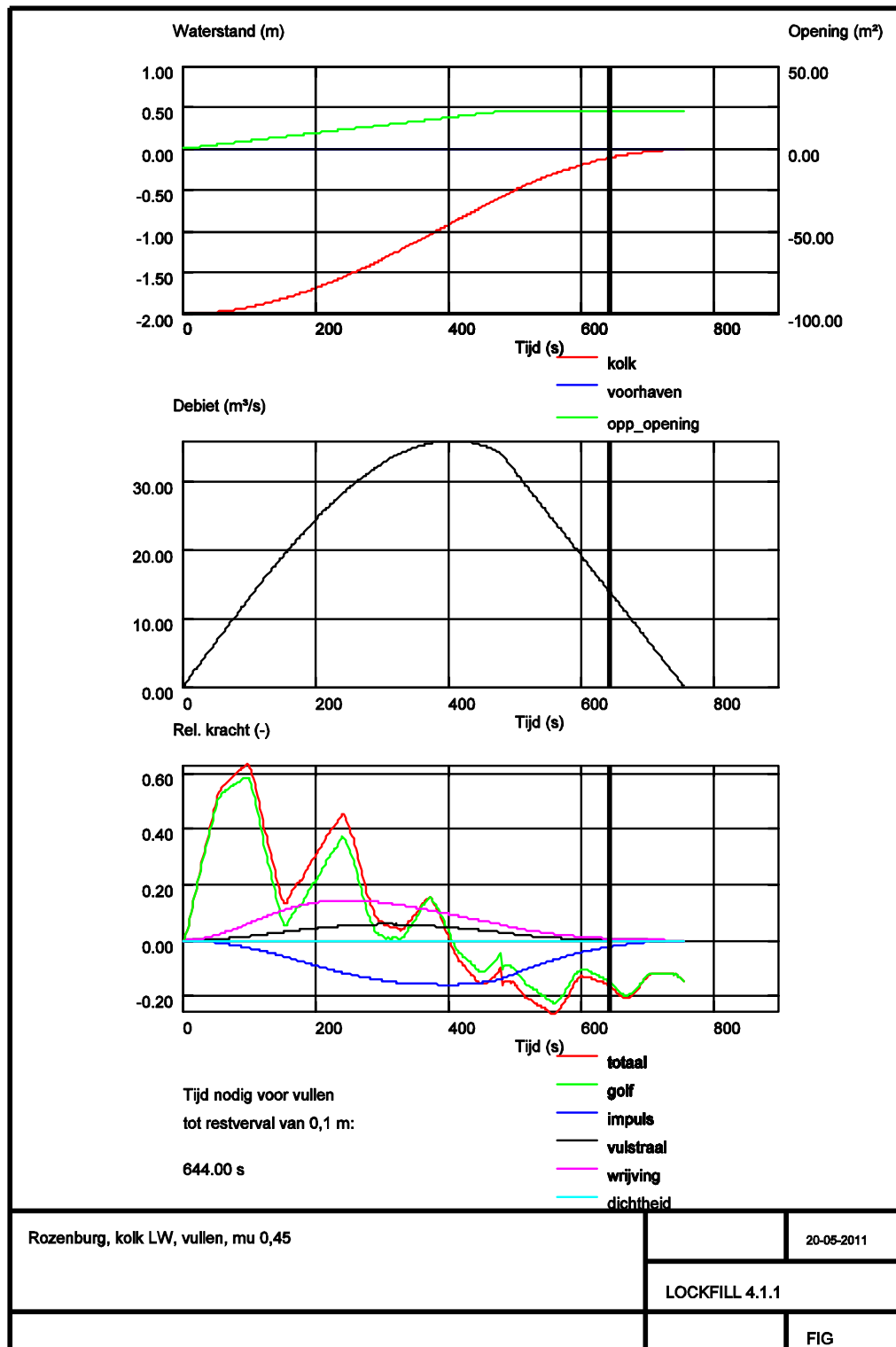
Figuur R5 LW, vullen zoute kolk vanuit kanaal, $\mu = 0,5$



Figuur R6 LW, vullen zoute kolk vanuit kanaal, $\mu = 0,45$

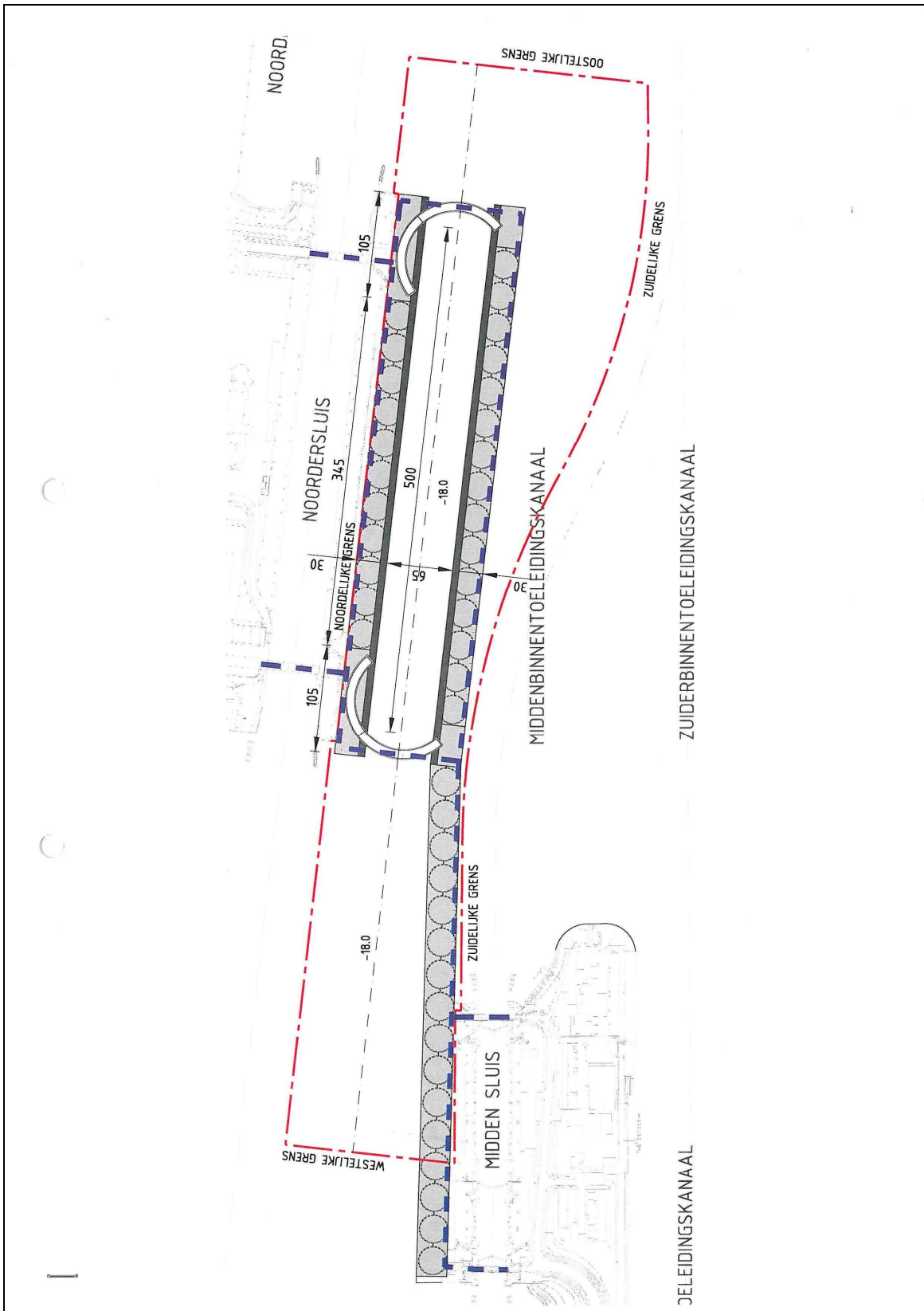


Figuur R7 LW, vullen, kolk vanuit kanaal, geen dichtheidsverschil, $\mu = 0,5$

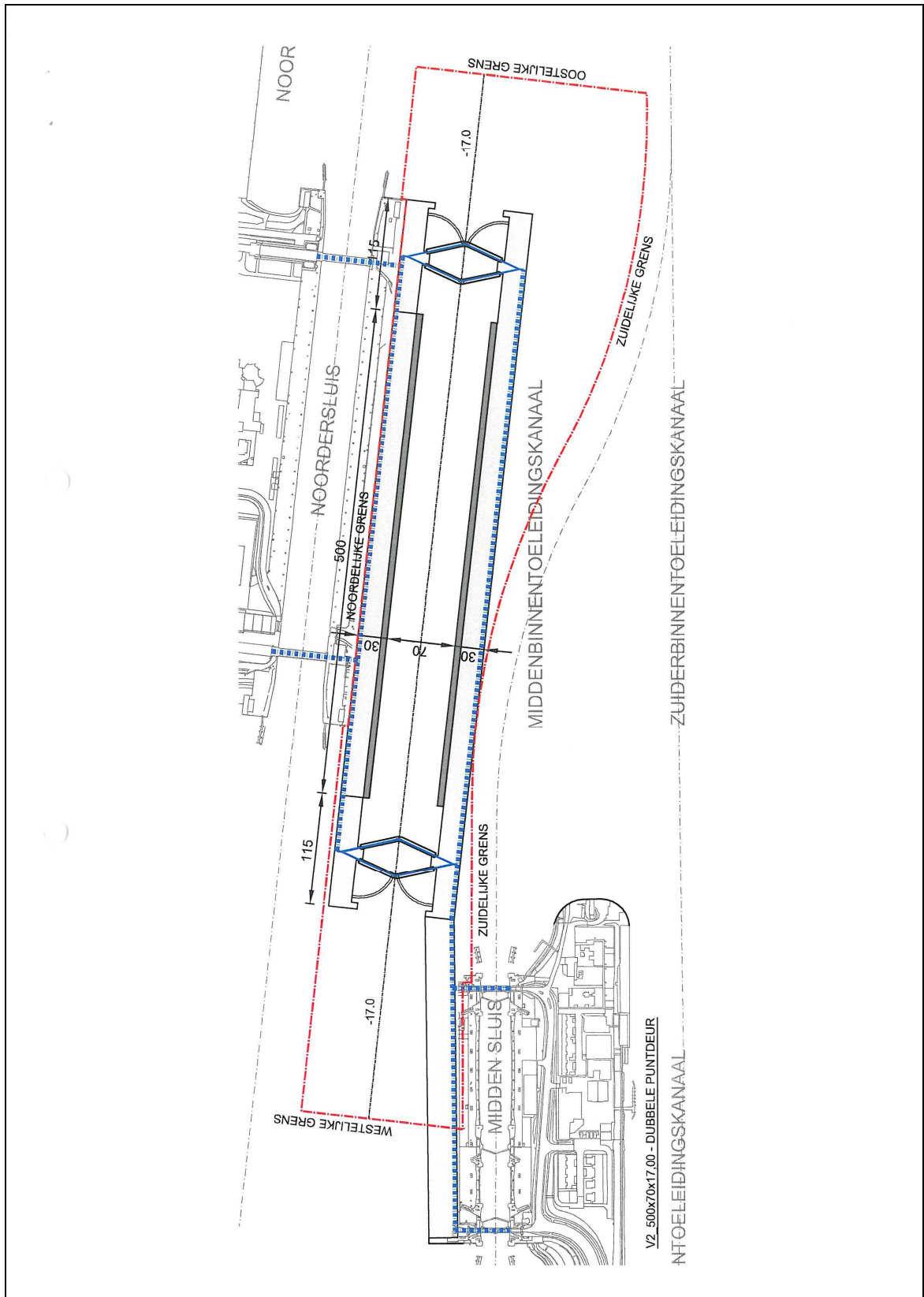


Figuur R8 LW, vullen, kolk vanuit kanaal, geen dichtheidsverschil, $\mu = 0,45$

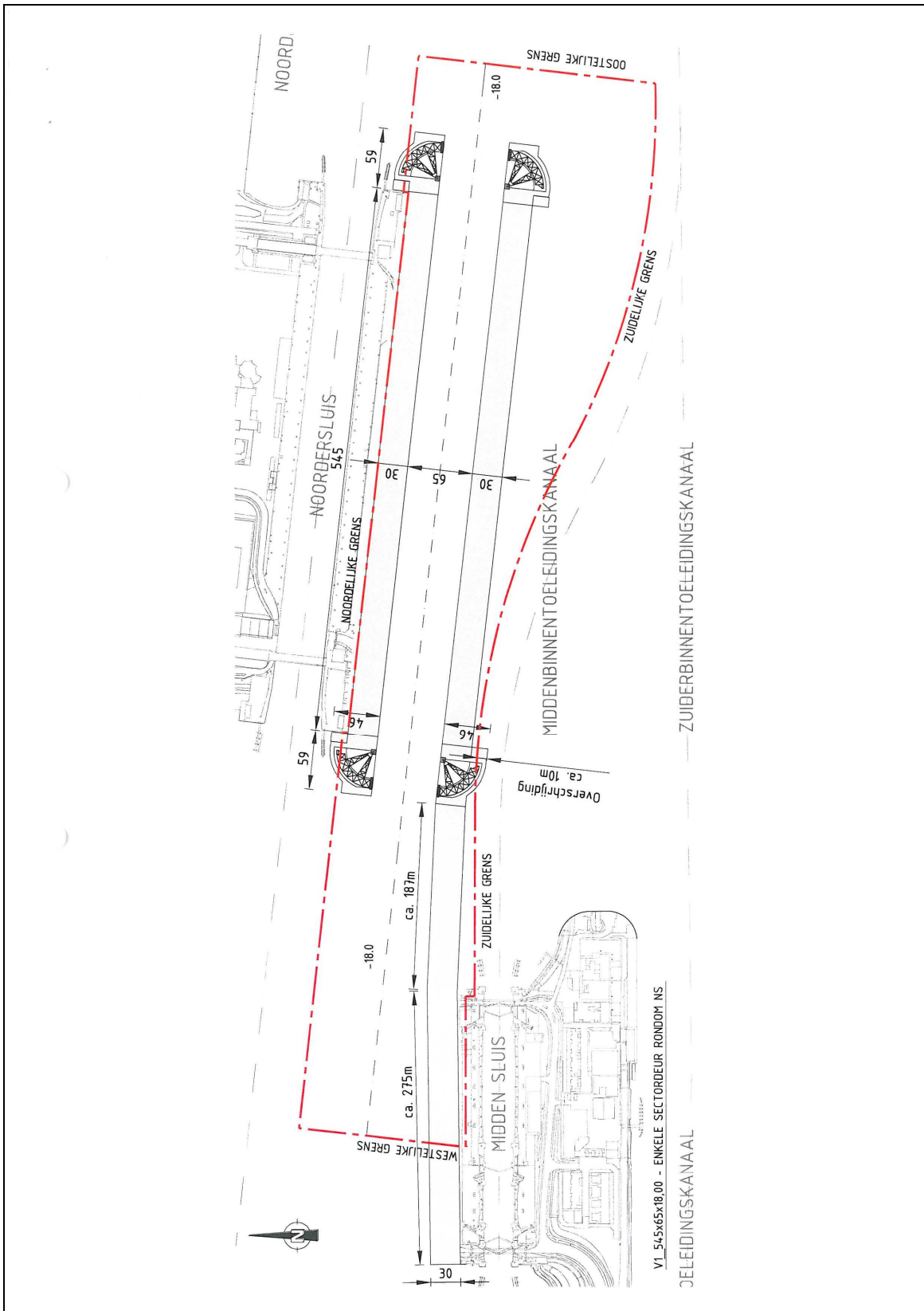
B Layout van de beschouwde sluis-varianten



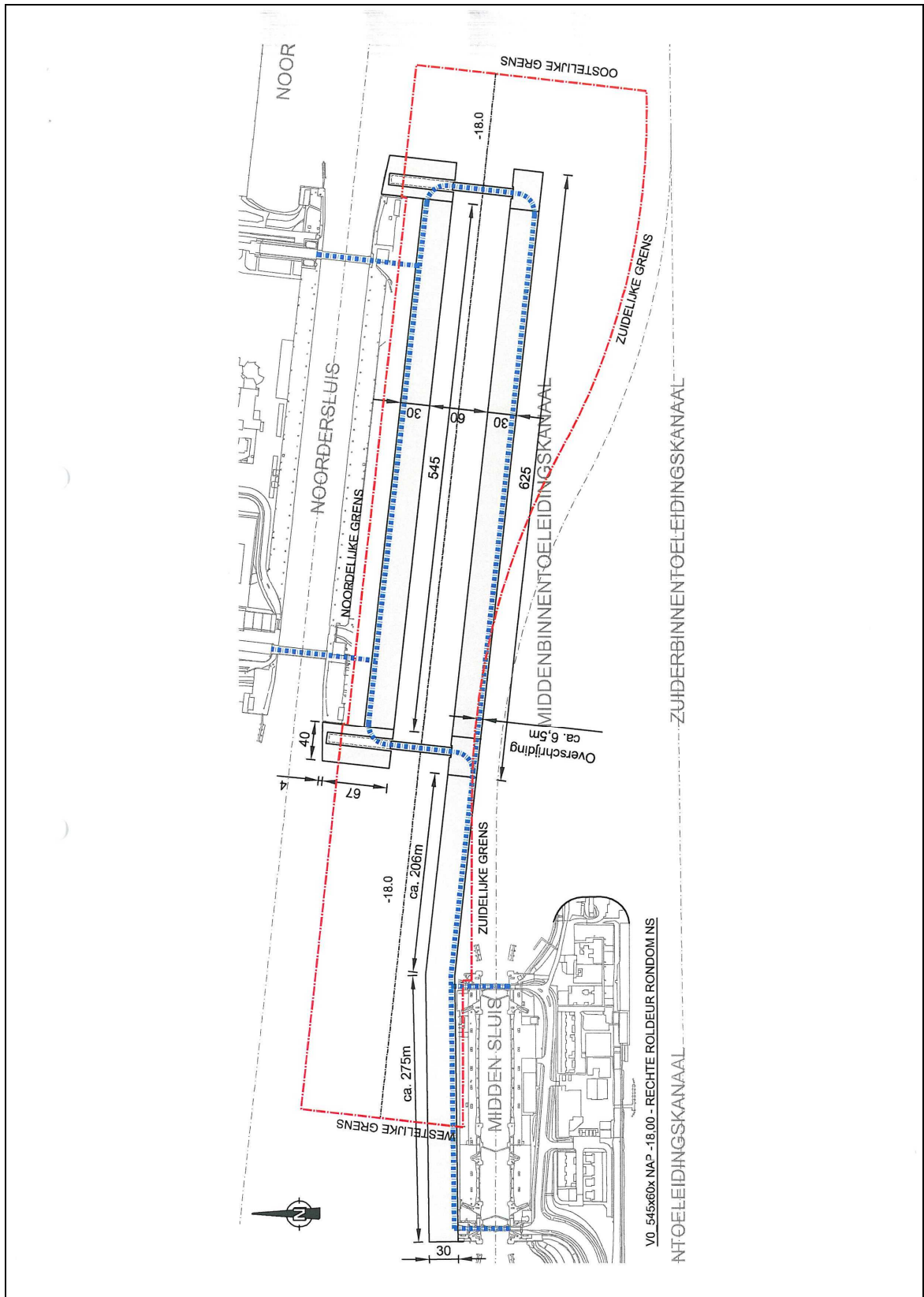
Layout Basisontwerp: 65 m breed met gekromde roldeuren



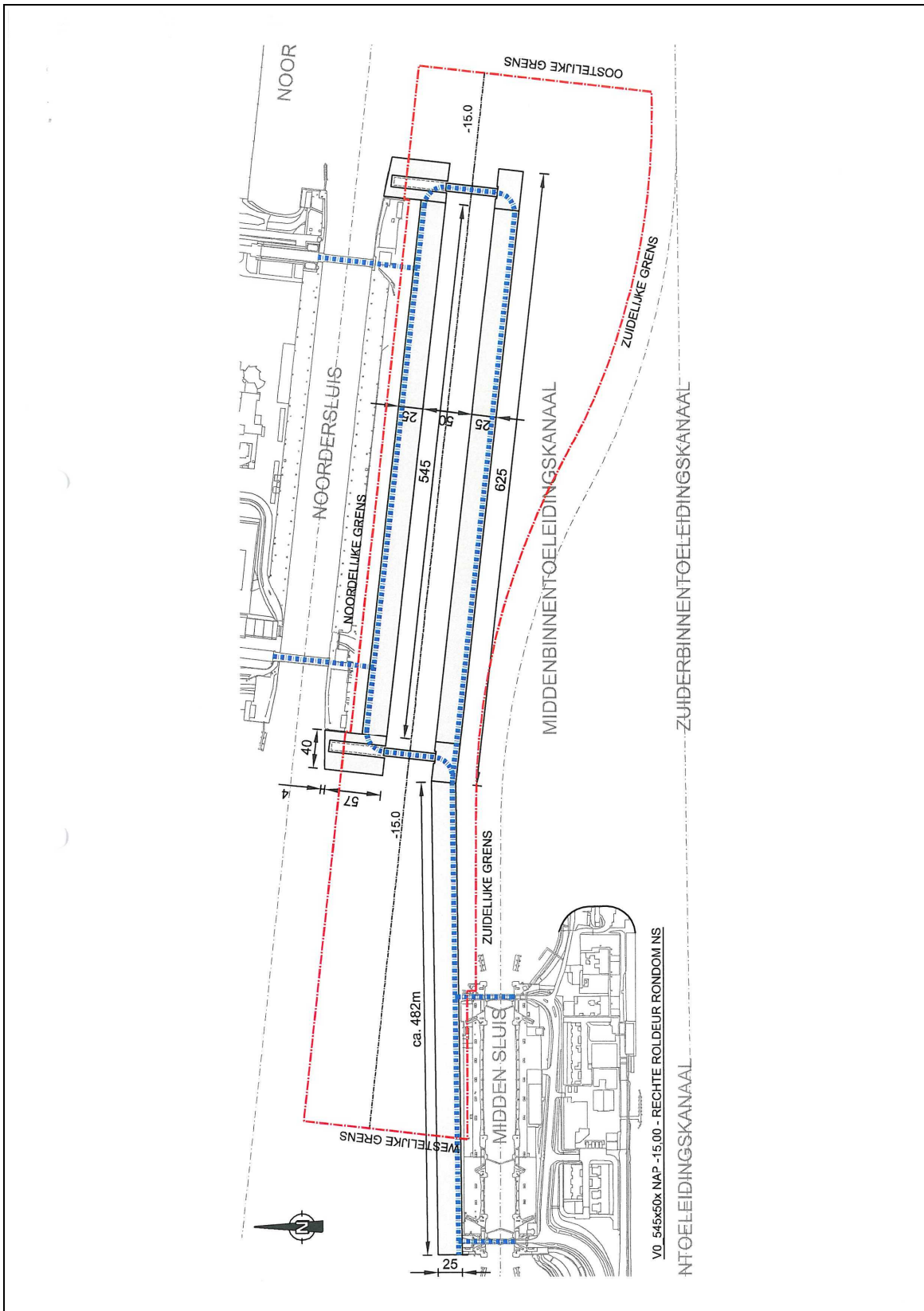
Layout sluisvariant: 70 m breed met puntdeuren, bodem op NAP -17 m



Layout sluisvariant: 65 m breed met sectordeuren, bodem op NAP -18 m



Layout sluisvariant: 60 m breed met roldeuren, bodem op NAP -18 m



Layout sluisvariant: 50 m breed met roldeuren, bodem op NAP -15 m

C Tabellen met resultaten Lockfill

De tabellen in deze appendix bevatten alle de resultaten van de berekeningen voor het basisontwerp, inclusief de evaluatie van verschillende parameters en omstandigheden

- De krachtrichting is positief als deze van de deur af werkt (de deur waarover genivelleerd wordt), en negatief naar de deur toe.
- Voor de varianten met roldeuren zijn de nivelleertijden berekend zonder het effect van 'meelopende' deurkassen' (ook de deurkassen moeten gevuld/geledigd worden als deze in verbinding staan met de kolk). In Lockfill kan dit effect niet meegenomen worden zonder dat dit leidt tot een (onjuiste) invloed op de berekende krachten (een aparte berekening voor bepaling van de nivelleertijd zou wel mogelijk zijn, maar is nog niet gedaan).
- In de tabellen is met **rood** aangegeven dat een criterium (voor de krachten of voor de nivelleertijd) overschreden is. Voor de nivelleertijd is uitsluitende de tijd waarbij nog een restverval van 0,10 m aanwezig is beoordeeld.
- In de tabellen is met '?' of '??' aangegeven dat Lockfill de maximale waarde niet heeft berekend; de getoonde waarde is dan een vermoeden voor de maximum waarde die bereikt zou worden nadat Lockfill met rekenen gestopt is. Met name de krachten door dichtheidseffecten kunnen dan nog belangrijk worden. In het geval dat een getal aangegeven is met '>' moet een belangrijk hoger waarde verwacht worden.
- In de tabellen is met '!!' aangegeven dat het eindverval groter blijft dan 0,1 m. In zo'n geval is de nivelleertijd formeel niet gedefinieerd. Ter orientatie op de nivelleertijd is ook de tijd gegeven tot het moment dat het debiet nul wordt.
- De momenten waarop de maximale waarden van de krachten door dichtheidseffecten (tussen haakjes) worden bereikt vallen vaak niet samen met het moment van de maximale totaalkracht.

Sluis 65 m breed, hydraulische lengte 525 m en schip 366 m

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		() :door dichtheid	() :door dichtheid				

VULLEN

HW, normaal kanaalpeil							
IJ1	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, zout vullen						
		0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
IJ1a	idem, maar brak kanaal						
		0,200 (??)	-0,260 (-0,165)	720	836	214	0,15
IJ2	kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,200	-0,15?	756	830	207	nil
Extreem HW, normaal kanaalpeil							
IJ3	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,205 (>0,12??)	-0,275 (-0,240)	734	878	248	0,28
IJ3a	idem maar brak kanaal						
		0,215 (??)	-0,290 (-0,195)	760	872	241	0,15
IJ4	kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,220	-0,14?	796	866	235	nil
Extreem HW, laag kanaalpeil							
IJ5	zoete kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,230 (>0,12??)	-0,330 (-0,27)	760	898	265	0,28
IJ5a	idem maar brak kanaal						
		0,230 (??)	-0,315 (-0,220)	784	892	258	0,15
IJ6	kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,240	-0,15?	818	888	252	nil

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / onder- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s)	T(Q=0) (s)		
		‰	‰	bij 0,1m verval			
		() : door dichtheid	() : door dichtheid				

HW, normaal kanaalpeil(2)							
IJ7	zoete kolk op normaal kanaal, zee HW, zout vullen, vulopeningen afgeschuind (totaal gatoppervlak minder dan 200 m ²)						
		0,095 (>0,05??)	-0,235 (-0,210)	744	894	219	0,28
IJ7a	idem maar brak kanaal						
		0,110 (??)	-0,235 (-0,160)	770	886	213	0,15
IJ8	kolk op normaal kanaalpeil, HW, vullen, zonder dichtheidseffecten, vulop. Afgeschuind (totaal gatoppervlak minder dan 200 m ²)						
		0,115	-0,14?	806	880	206	nil

LW, hoog kanaalpeil							
IJ9	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, zoet vullen						
		0,200 (0,125)	-0,10? (??)	!!	706	130	0,28
IJ9a	idem maar brak kanaal						
		0,205 (0,10)	-0,10? (??)	!!	718	136	0,15
IJ10	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, vullen, zonder dichtheidseffecten						
		0,210	-0,16?	646	730	143	nil

LEDIGEN

HW, normaal kanaalpeil							
IJ11	zoute kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen						
		0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,27
IJ12	kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen (geen dichtheidsverschil)						
		0,21?	-0,145	756	830	207	nil
Extreem HW, laag kanaalpeil							
IJ13	zoute kolk op extreem HW, kanaal laag peil, ledigen						
		0,25? (0)	-0,155 (0)	724	864	238	0,27
LW, hoog kanaalpeil							
IJ14	zoete kolk op hoog kanaalpeil, zee LW, ledigen						
		0,20? (0)	-0,145 (0)	!!	706	130	0,27

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

GEREDUCEERD NIVELLEERSYSTEEM

VULLEN							
IJ1*	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW, zout vullen						
		0,150 (>0,09??)	-0,200 (0,185)	804	978	190	0,30
IJ3*	zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,155 (>0,13??)	-0,215 (-0,195)	850	1018	214	0,30
IJ5*	zoete kolk op laag kanaalpeil, zee extreem HW, zout vullen						
		0,170 (>0,16??)	-0,220 (-0,210)	880	1042	228	0,30
IJ7*	zoete kolk op normaal kanaal, zee HW, zout vullen, vulopeningen afgeschuind						
		0,070 (>0,10??)	-0,180 (-0,170)	854	1032	190	0,30
IJ9*	zoute kolk op LW, kanaal op hoog peil, zoet vullen						
		0,150 (0,11)	-0,05 (>-0,05??)	!!	822	113	0,30

LEDIGEN							
IJ11*	zoute kolk op HW, kanaal normaal peil, ledigen						
		0,17? (0)	-0,110 (0)	806	976	190	
IJ13*	zoute kolk op extreem HW, kanaal laag peil, ledigen						
		0,18? (0)	-0,120 (0)	838	1002	205	

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / onder- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

VARIATIES INVOERPARAMETERS OF OMSTANDIGHEDEN

HW, normaal kanaalpeil		vullen					
Bovenkant positie uitstroomkant (varianties op figuur IJ1)				vullen			
	NAP -1 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
Als IJ1	NAP -5 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
	NAP -9 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
Bodem sluis en panden NAP – 36m (variatie op figuur IJ1)				vullen			
V1	Vergelijk met IJ1	0,06 (>0,04??)	-0,070 (-0,075)	660	860	233	0,52
Blokfactor schip (varianties op figuur IJ1)				vullen			
V2	Factor 0,65	0,22 (>0,10??)	-0,29 (-0,25)	694	844	221	0,28
V3 Als IJ1	Factor 0,75	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
V4	Factor 0,85	0,175 (>0,08??)	-0,225 (-0,185)	694	844	221	0,28
Afstand schip tot deur (varianties op figuur IJ1)				vullen			
V5	Afstand 10 m	0,18 (>0,19??)	-0,280 (-0,220)	694	844	221	0,28
V6	Afstand 30 m	0,19 (> 0,14??)	-0,260 (-0,220)	694	844	221	0,28
V7 Als IJ1	Afstand 50 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
V8	Afstand 70 m	0,195 (nih)	-0,260 (-0,205)	694	844	221	0,28
Opmerking: De variatie in de krachten is bij een groter schip (400 m lang, 56 m breed) veel sterker; deze schepen dienen op 50 m van de deur te blijven.							

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

VARIATIES INVOERPARAMETERS OF OMSTANDIGHEDEN (vervolg)

Afstand schip tot deur (variaties op figuur IJ11)						ledigen	
V9	Afstand 10 m	0,26? (0)	-0,150 (0)	696	842	220	0,25
V10	Afstand 30 m	0,25? (0)	-0,150 (0)	696	842	220	0,25
V11 Als IJ11	Afstand 50 m	0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,25
V12	Afstand 70 m	0,19? (0)	-0,140 (0)	696	842	220	0,25
Opmerking: De variatie in de krachten is bij een groter schip (400 m lang, 56 m breed) wat sterker.							
Spreiding debiet over deurvvlak (kolkzijde) (variaties op figuur IJ1)						vullen	
Als IJ1	200 m ²	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
	250 m ²	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
	300 m ²	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
Minder dan hoogwater (NAP + 1,30 m) (variaties op figuur IJ1)						vullen	
Als IJ1	NAP + 2,95 m	0,195 (>0,09??)	-0,260 (-0,210)	694	844	221	0,28
V13	NAP + 1,30 m	0,190 (>0,01?)	-0,180 (0,175)	540	715	140	0,27
Minder dan hoogwater (NAP + 1,30 m) (variaties op figuur IJ1)						ledigen	
Als IJ11	NAP + 2,95 m	0,22? (0)	-0,155 (0)	696	842	220	0,27
V14	NAP + 1,30 m	0,18? (0)	0,13 (0)	540	715	140	0,27

Nieuwe grote zeesluis te IJmuiden							
nr		max. krachten		tijden		Qmax (m ³ /s)	Over- shoot / under- shoot (m) (afgerond)
		Pos	Neg	T_vul of T_led (s) bij 0,1m verval	T(Q=0) (s)		
		‰	‰				
		():door dichtheid	():door dichtheid				

MOGELIJKE PROGRAMMERING NIVELLEREN

		HW, normaal kanaalpeil		vullen			
zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee HW (NAP +2,95m)							
als IJ7		0,095 (>0,05??)	-0,235 (-0,210)	744	894	219	0,28
P-1	Progr 1	0,155 (>0,15??)	-0,210 (-0,180)	786	1035	186	0,30
P-2	Progr 1a	0,155 (>0,180??)	-0,200 (-0,180)	782	1025	188	0,30
zoete kolk op normaal kanaalpeil, zee NAP +1.30 m							
P-3	Progr 1	0,11 (>0,08??)	-0,150 (-0,150)	584	825	129	0,25
		HW, normaal kanaalpeil		ledigen			
zoute kolk op HW (NAP + 2,95 m), kanaal normaal peil							
P-4	Progr 1	0,075 (0)	0,125 (0)	790	1030	188	0,30
zoute kolk op NAP 1.30 m, kanaal normaal peil							
P-5	Progr 1	0,075 (0)	0,100 (0)	586	825	130	0,25
		Extreem HW, laag kanaalpeil		vullen			
P-6	Progr 2a	0,115 aan einde: >0,20?? (>0,23??)	-0,190 (-0,190)	1008	1267	200	0,25

D Figuren van de berekeningen met Lockfill

Basisontwerp: Sluis 65 m breed met gekromde roldeuren hydraulische lengte 525 m en schip 366 m

SYSTEEM MET 120 M² T.P.V. DE SCHUIVEN

IJ1	Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil
IJ1a	Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, brak dichtheidsverschil
IJ2	Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil
IJ3	Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil
IJ3a	Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, brak dichtheidsverschil
IJ4	Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil
IJ5	Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil
IJ5a	Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, brak dichtheidsverschil
IJ6	Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, geen dichtheidsverschil
IJ7	Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil
IJ7a	Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, brak dichtheidsverschil
IJ8	Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, geen dichtheidsverschil
IJ9	Vullen, hoog kanaalpeil, LW, zout dichtheidsverschil
IJ9a	Vullen, hoog kanaalpeil, LW, brak dichtheidsverschil
IJ10	Vullen, hoog kanaalpeil, LW, geen dichtheidsverschil
IJ11	Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil
IJ12	Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil
IJ13	Ledigen, extreem HW, laag kanaalpeil, dichtheidsverschil
IJ14	Ledigen, hoog kanaalpeil, LW, dichtheidsverschil

GEREDUCEERD NIVELLEERSYSTEEM

IJ1*	Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ3*	Vullen, extreem HW, kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ5*	Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ7*	Vullen, HW, kanaalpeil, afg. vulop., zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ9*	Vullen, hoog kanaalpeil, LW, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ11*	Ledigen, HW, kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem
IJ13*	Ledigen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem

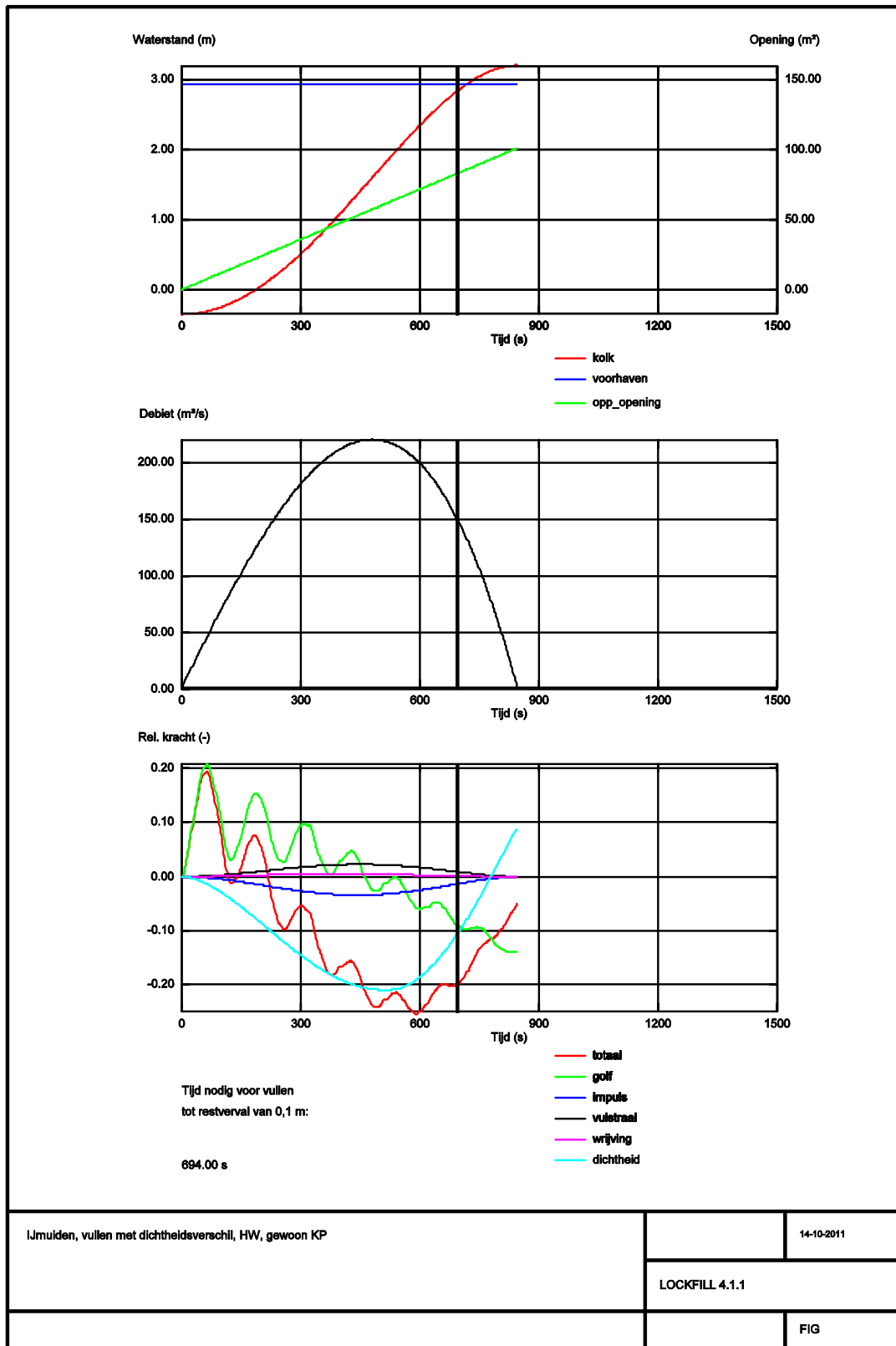
VARIATIES INVOERPARAMETERS OF OMSTANDIGHEDEN

V1	Check verval aan einde vullen; niveau bovenkant opening aan uitstroomkant NAP -5 m HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ , Kolkvloer NAP-36 m.
V2	Check blokfactor schip, 0,65, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V3	Check blokfactor schip, 0,75, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V4	Check blokfactor schip, 0,85, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V5	Check afstand schip tot deur, vullen, 10 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V6	Check afstand schip tot deur, vullen, 30 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V7	Check afstand schip tot deur, vullen, 50 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V8	Check afstand schip tot deur, vullen, 70 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .
V9	Check afstand schip tot deur, ledigen, 10 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m ³ .

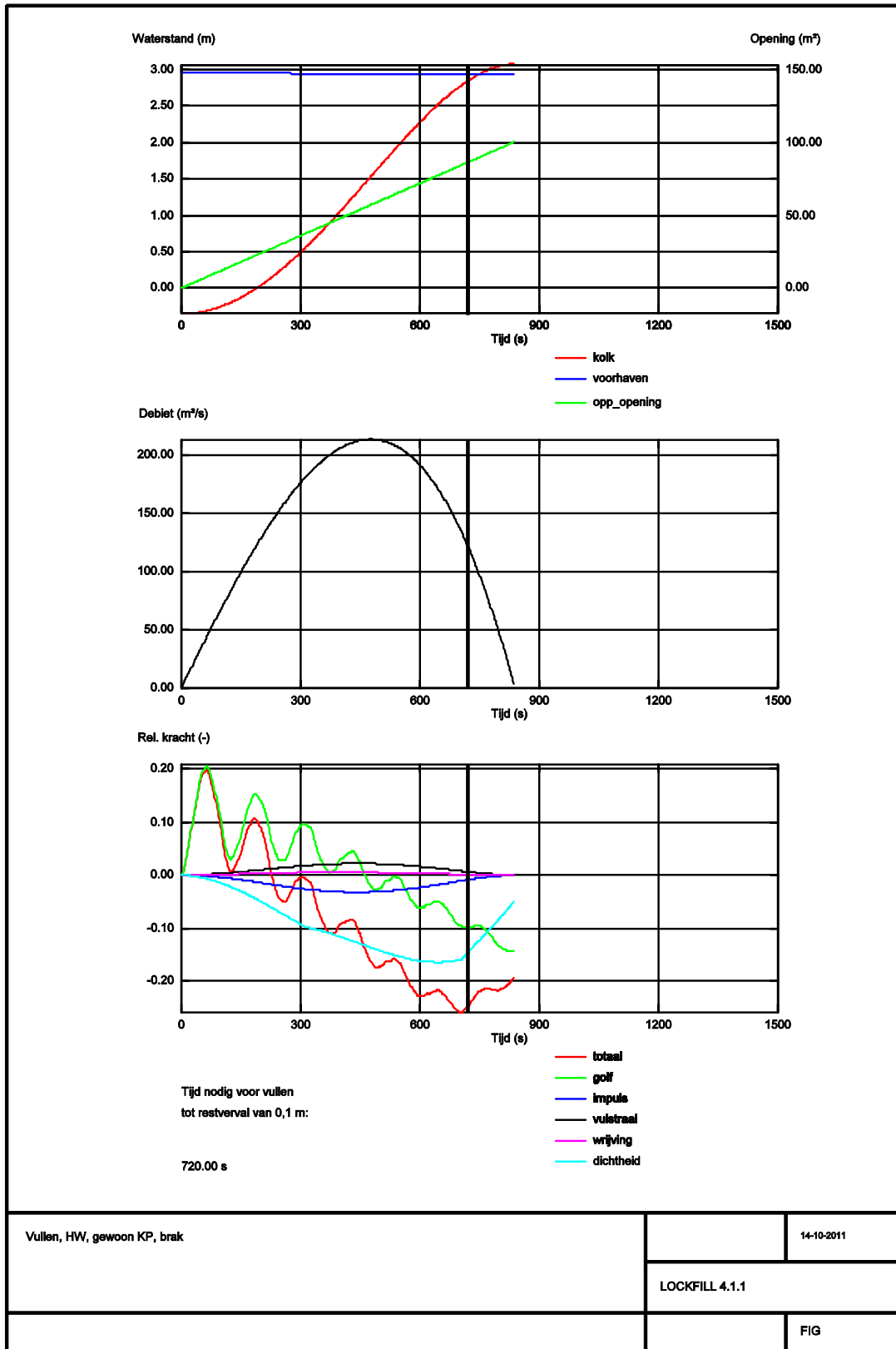
- V10 Check afstand schip tot deur, ledigen, 30 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.
- V11 Check afstand schip tot deur, ledigen, 50 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.
- V12 Check afstand schip tot deur, ledigen, 70 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.
- V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³
- V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³

MOGELIJKE PROGRAMMERING NIVELLEREN

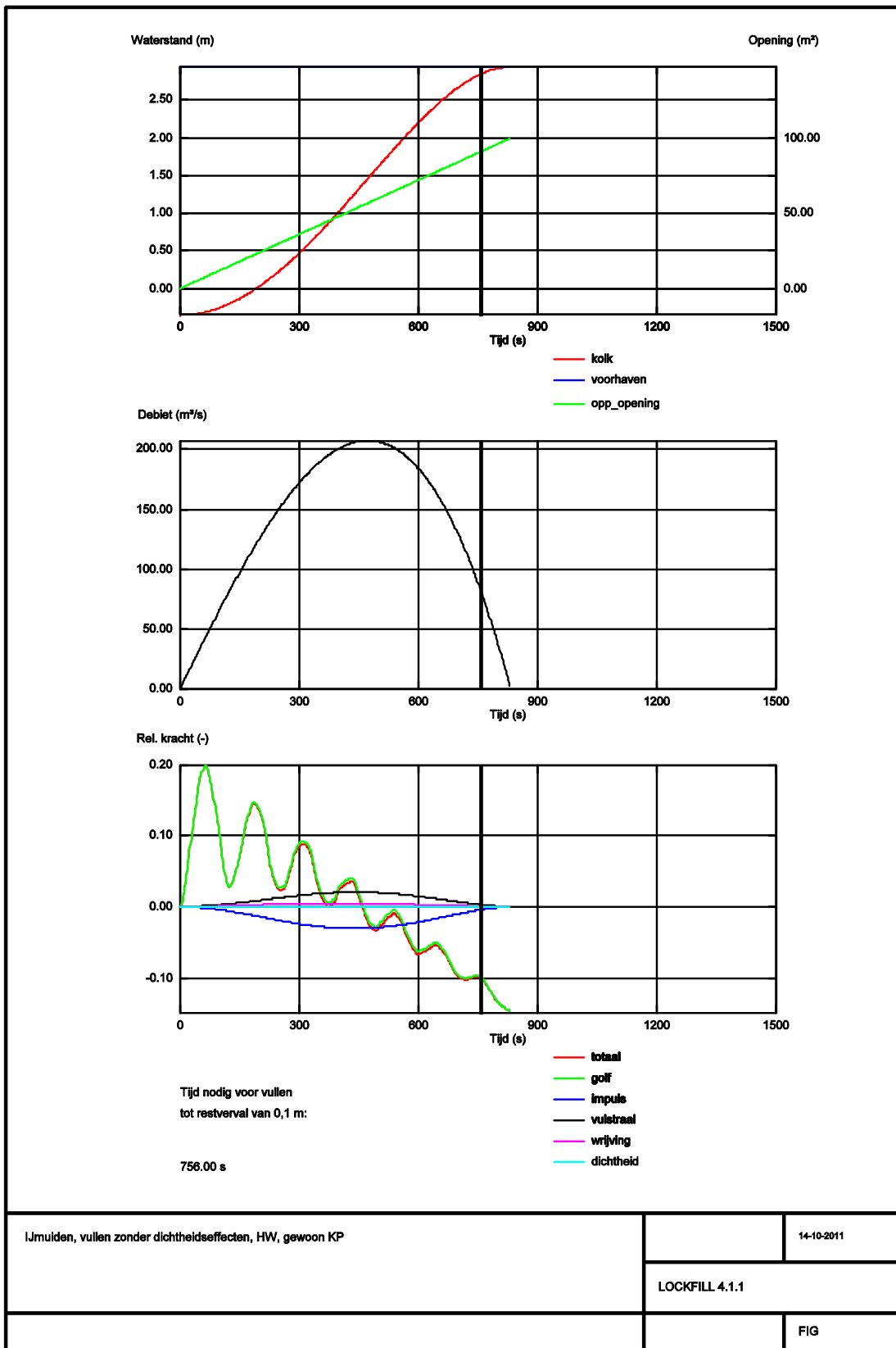
- P-1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1
- P-2 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1a
- P-3 Vullen, zee NAP 1.30 m, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1
- P-4 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1
- P-5 Ledigen, kolk op NAP 1.30 m, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1
- P-6 Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 2a



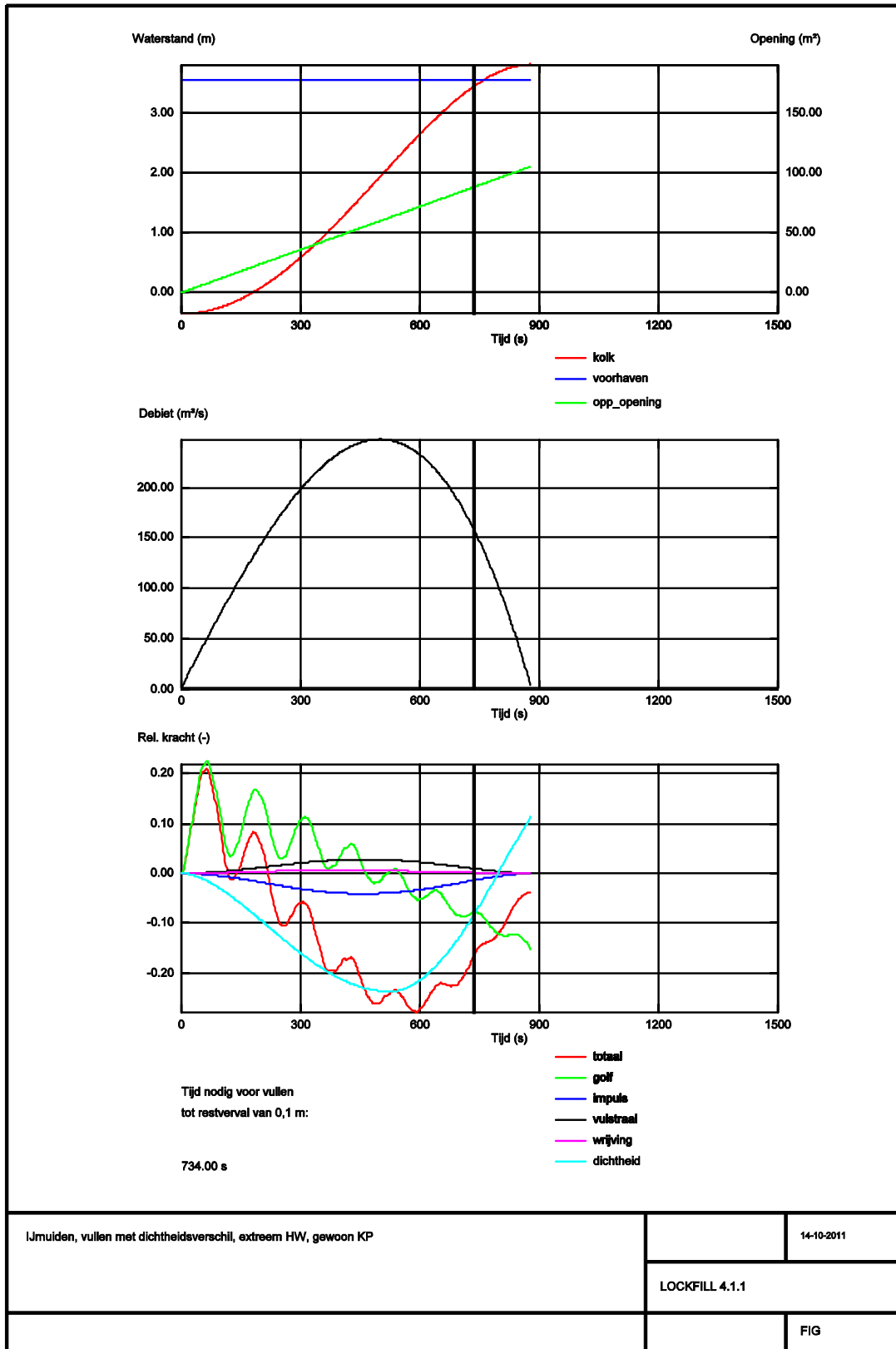
Figuur IJ1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil



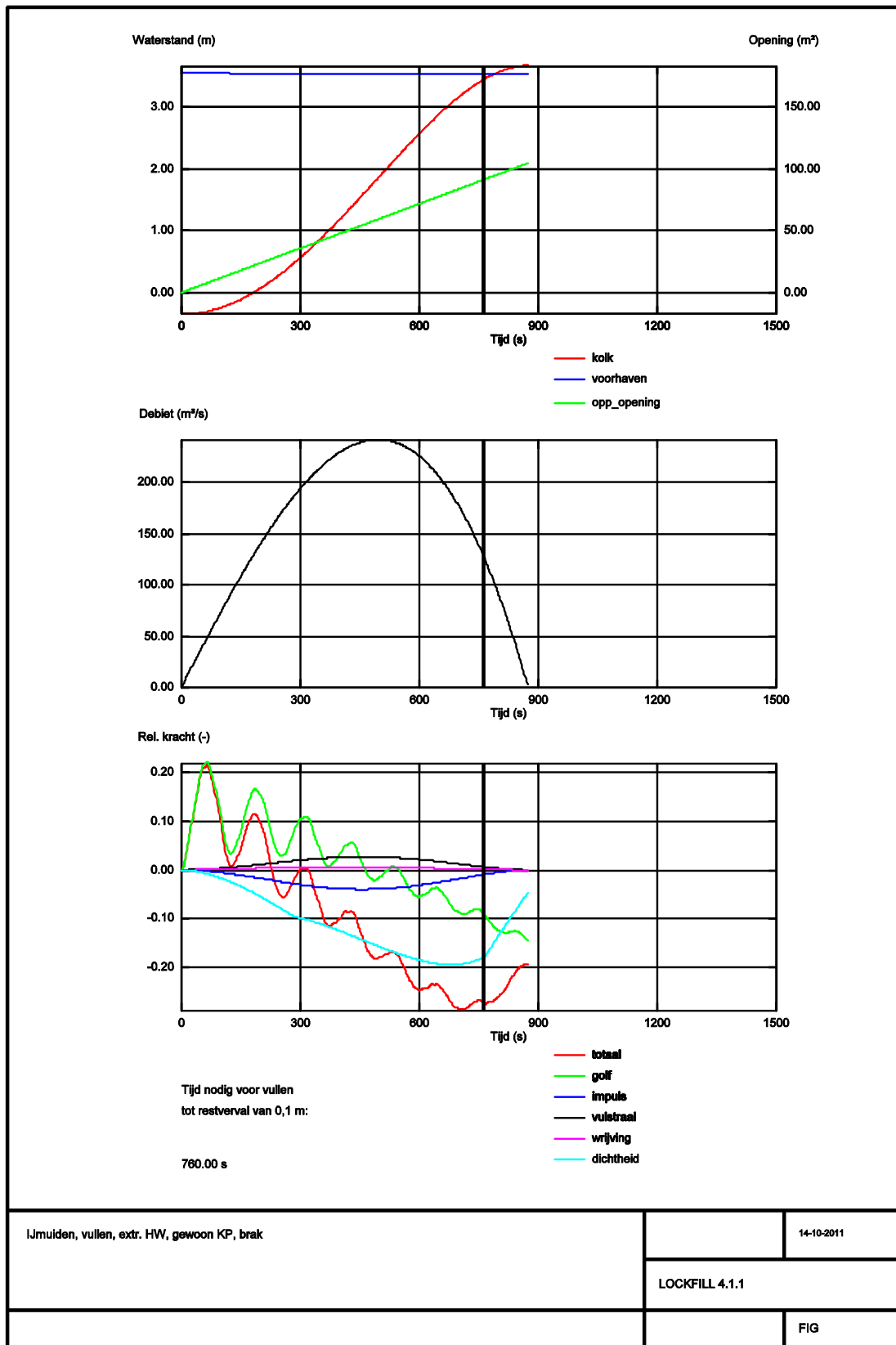
Figuur IJ1a Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, brak dichtheidsverschil



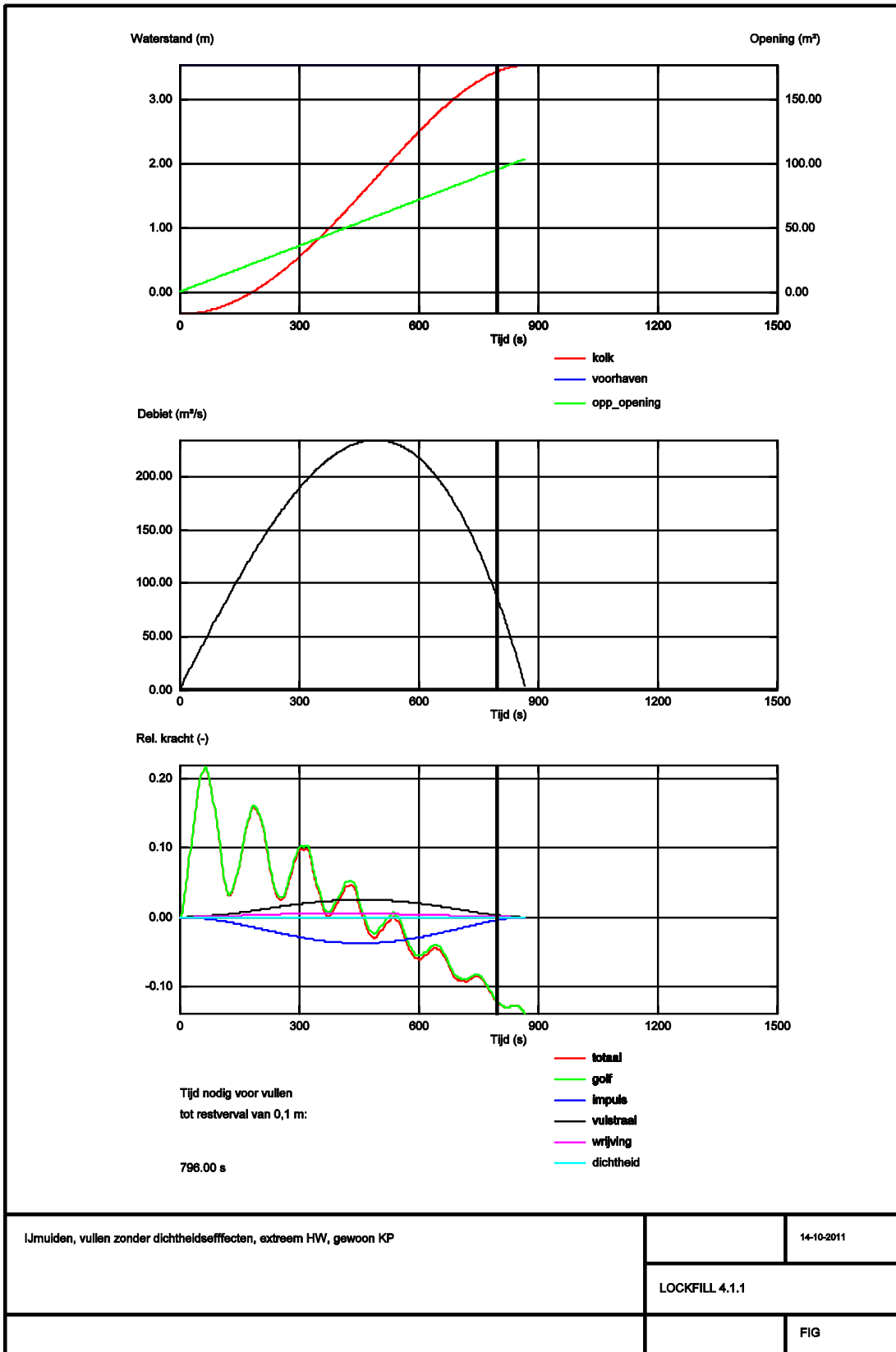
Figuur IJ2 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil



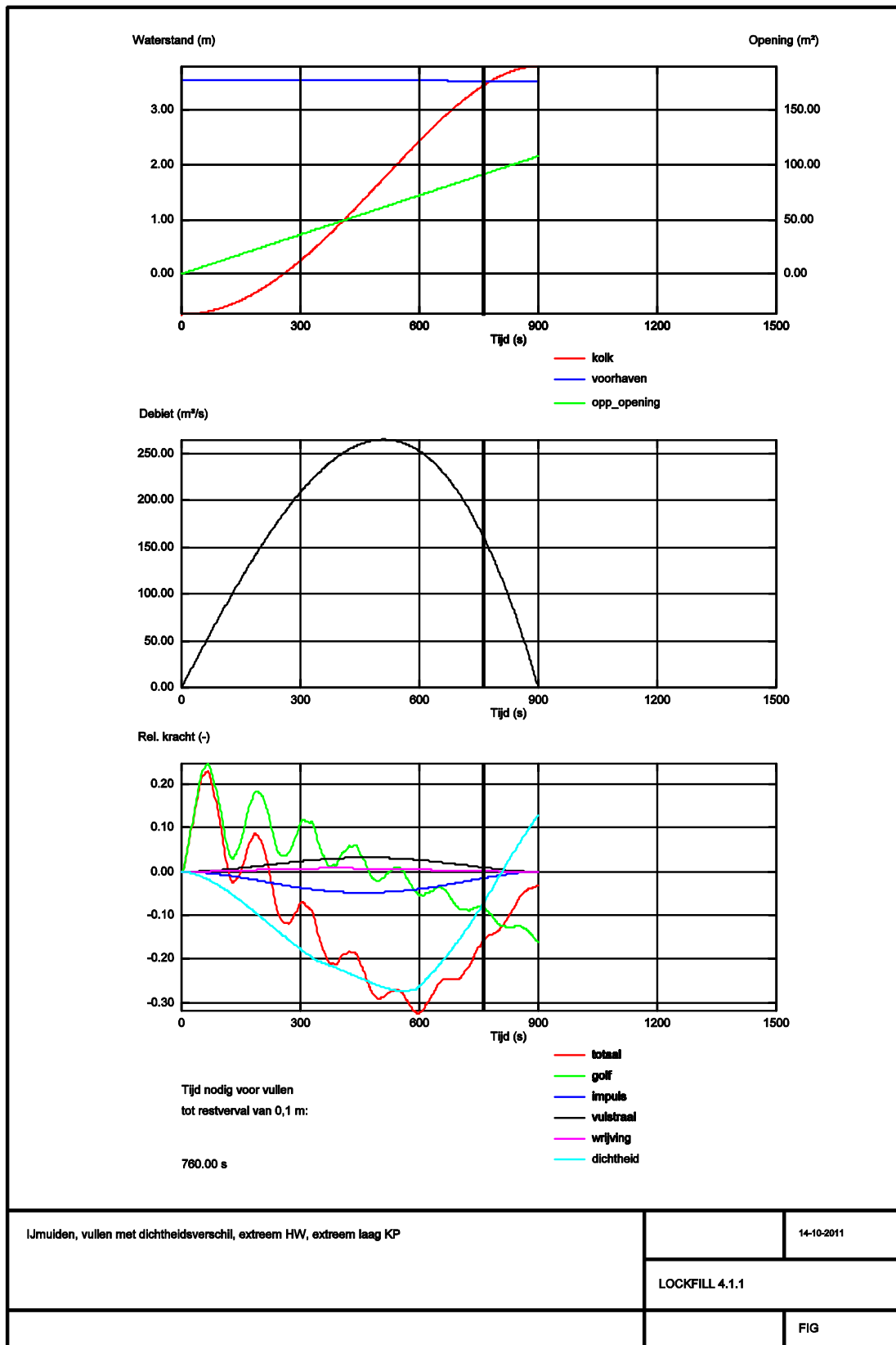
Figuur IJ3 Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil



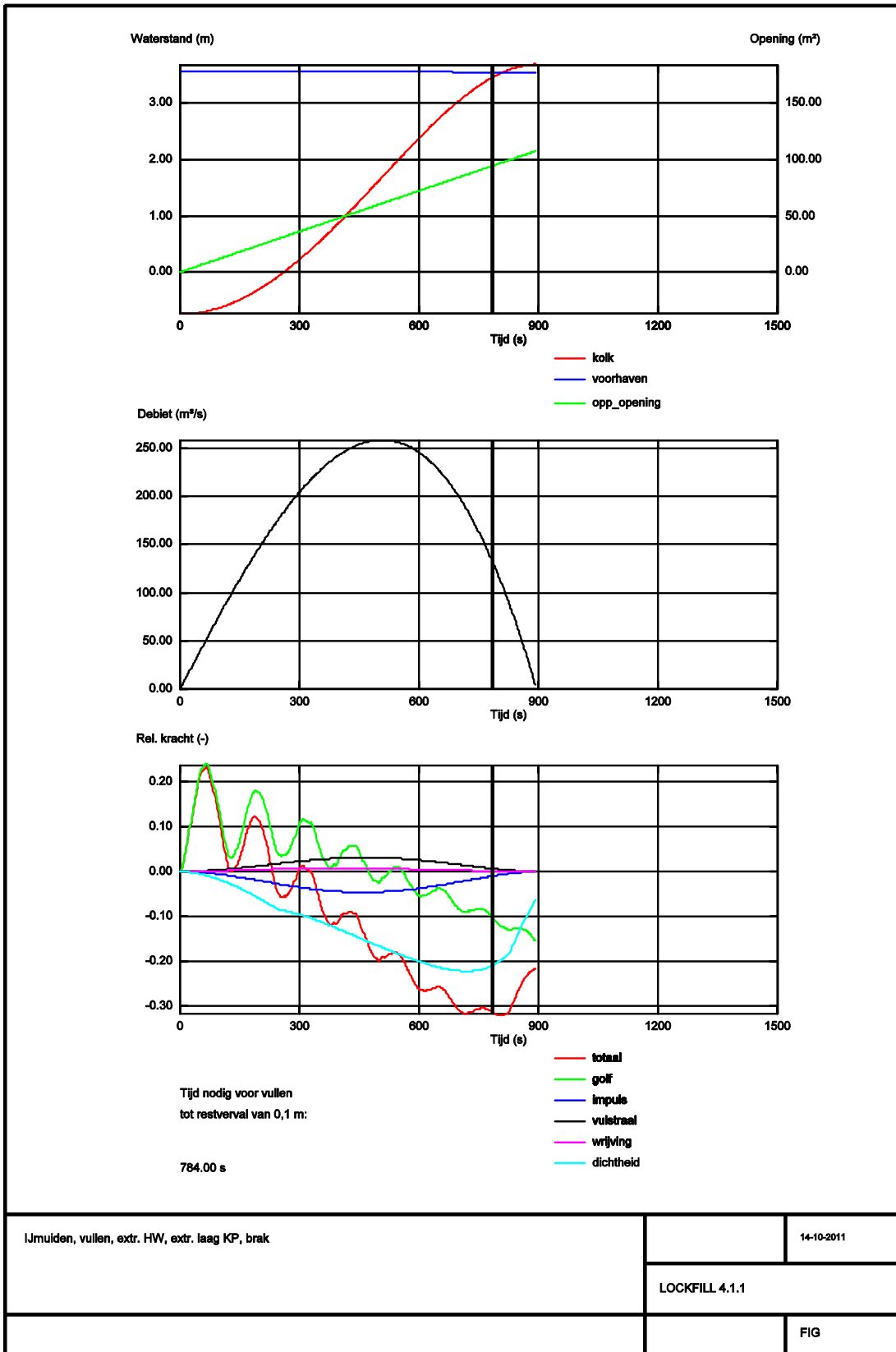
Figuur IJ3a Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, brak dichtheidsverschil



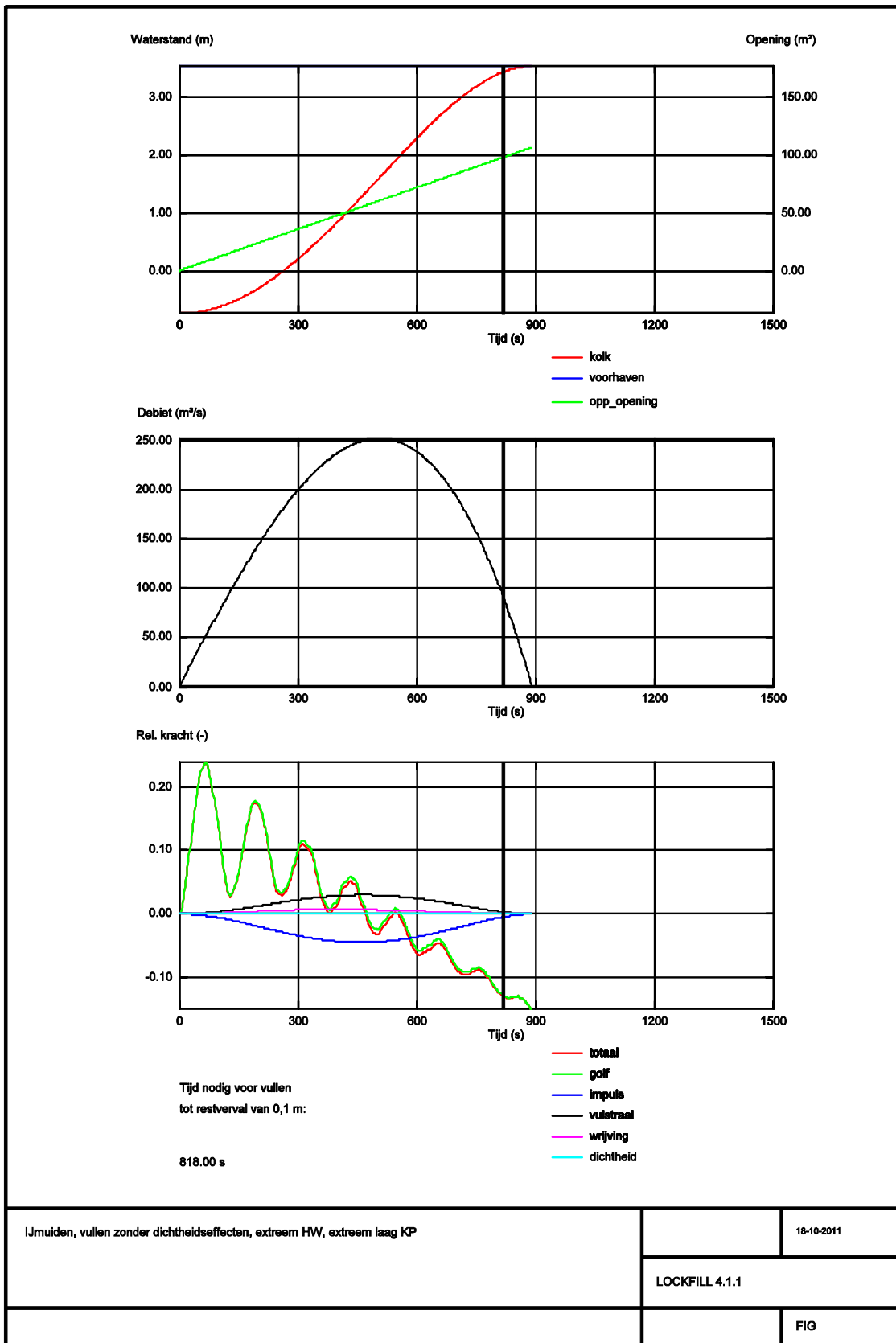
Figuur IJ4 Vullen, extreem HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil



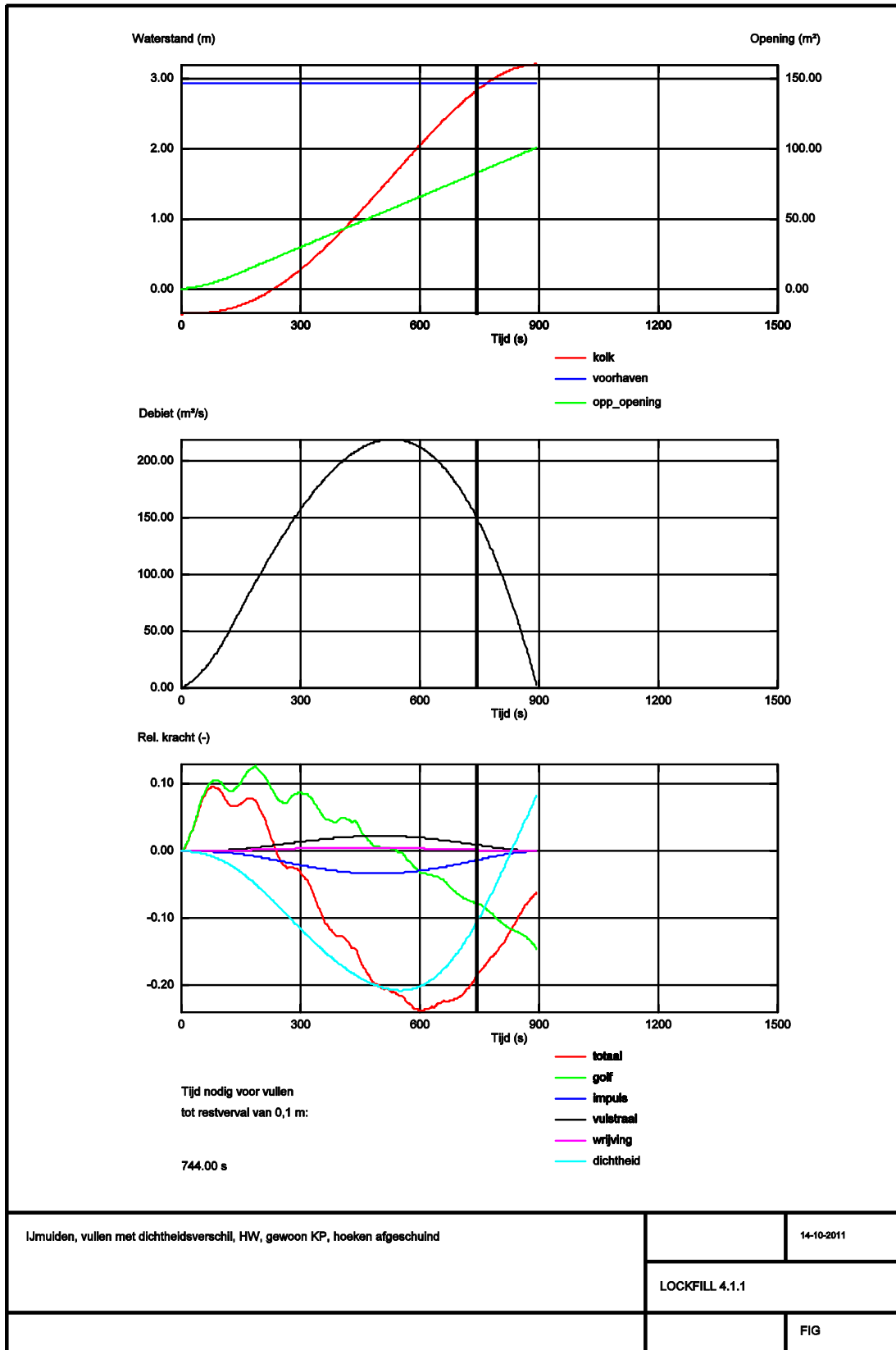
Figuur IJ5 Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil



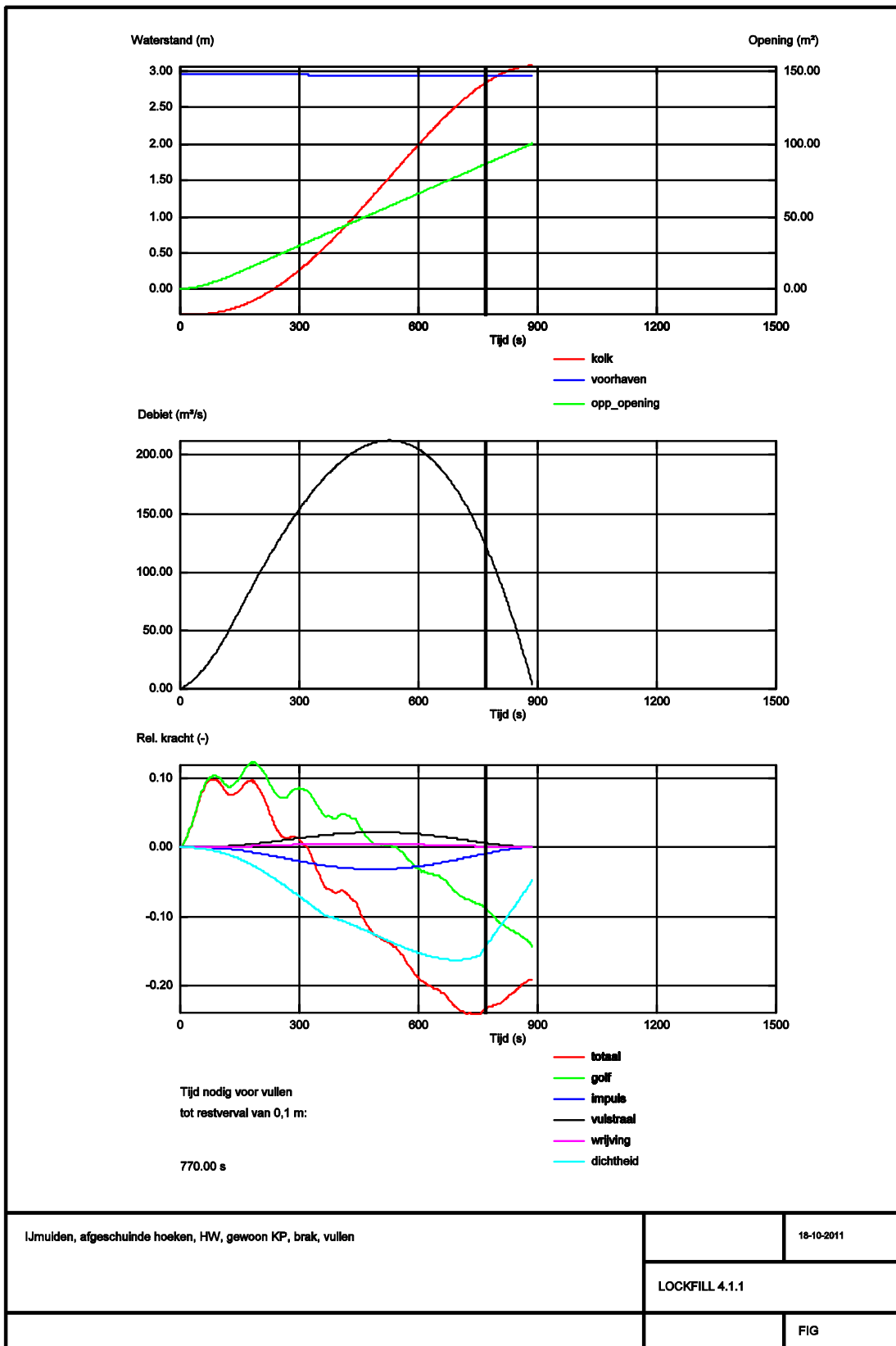
Figuur IJ5a Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, brak dichtheidsverschil



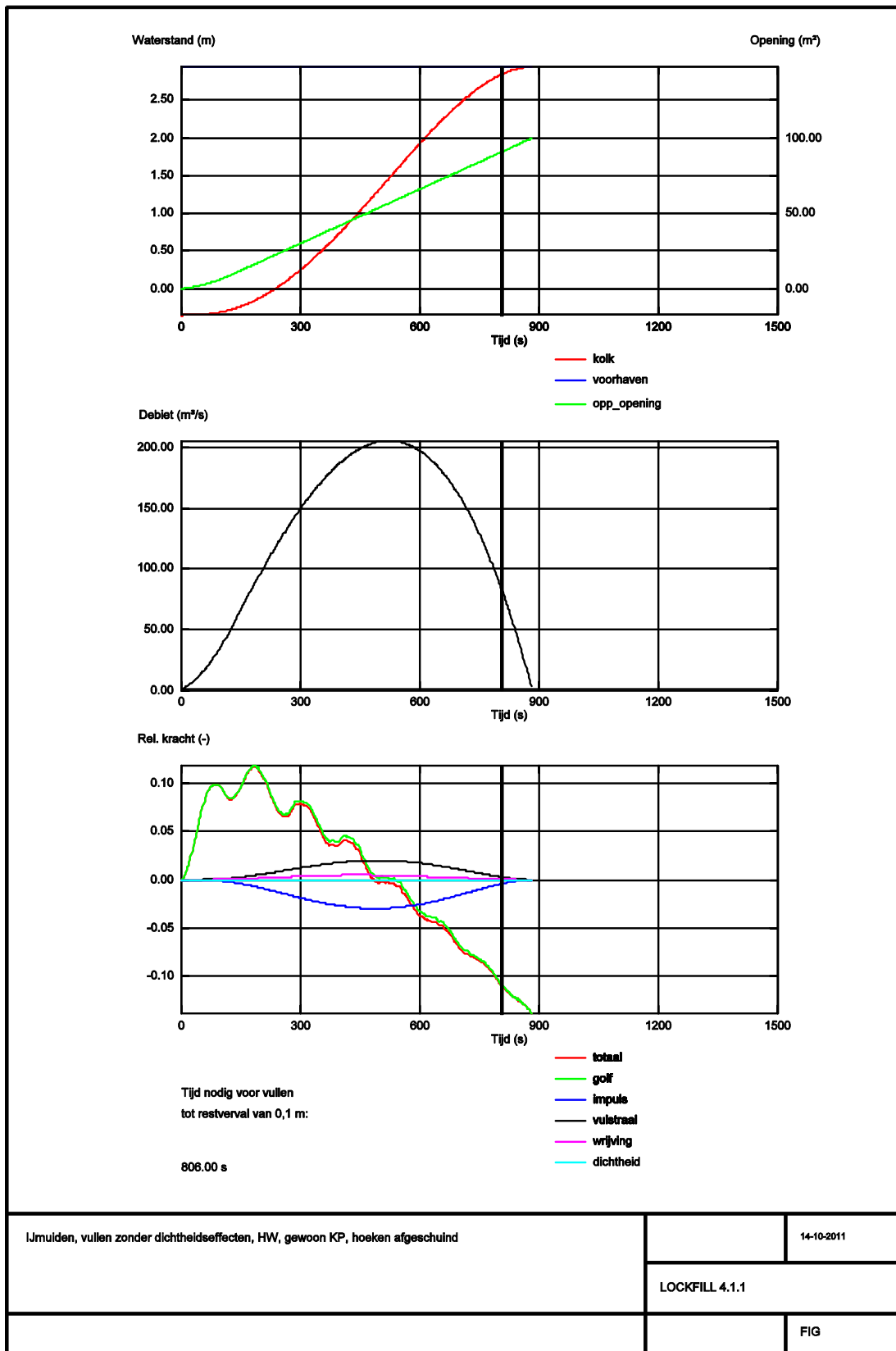
Figuur IJ6 Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, geen dichtheidsverschil



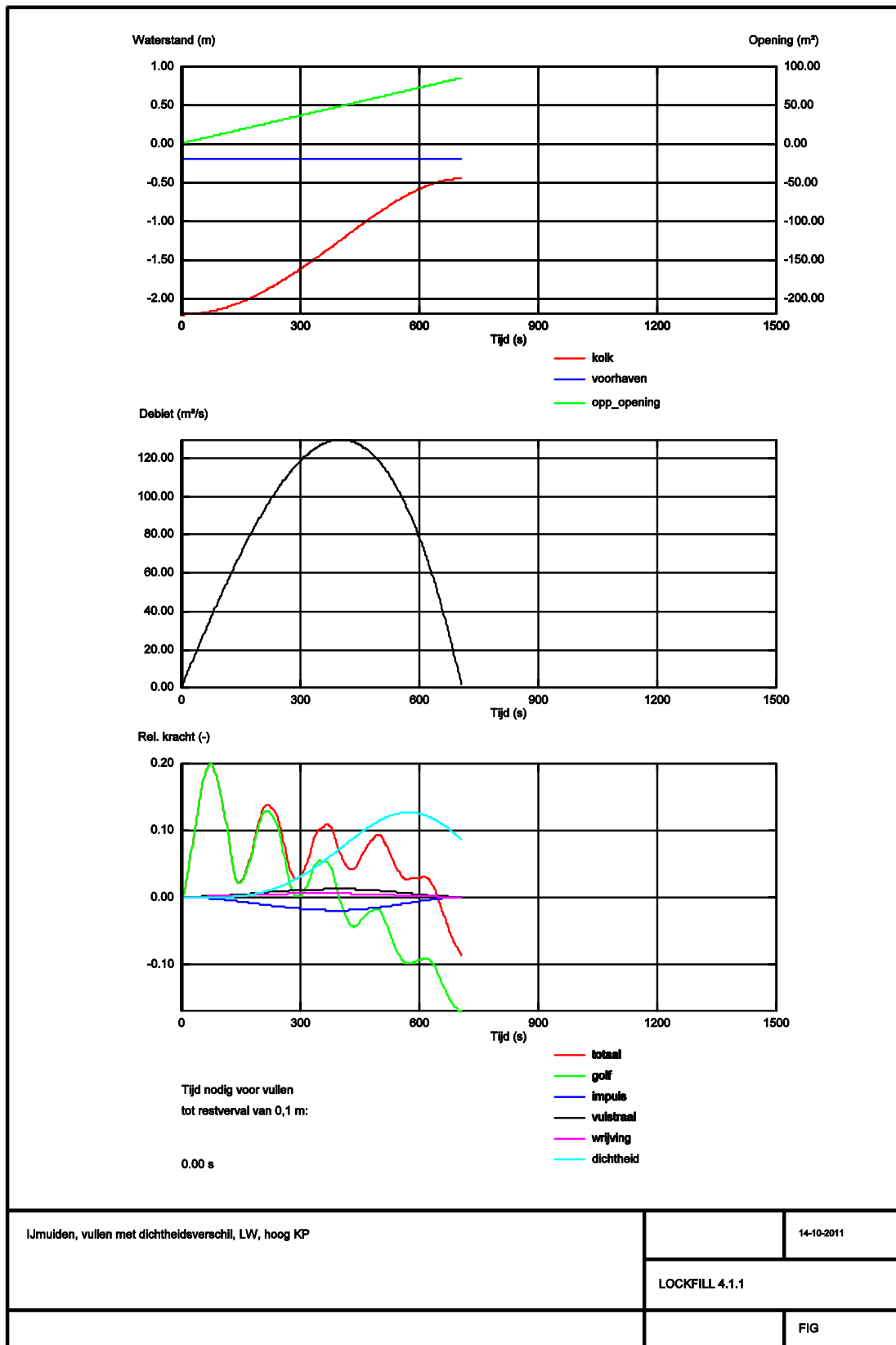
Figuur IJ7 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil



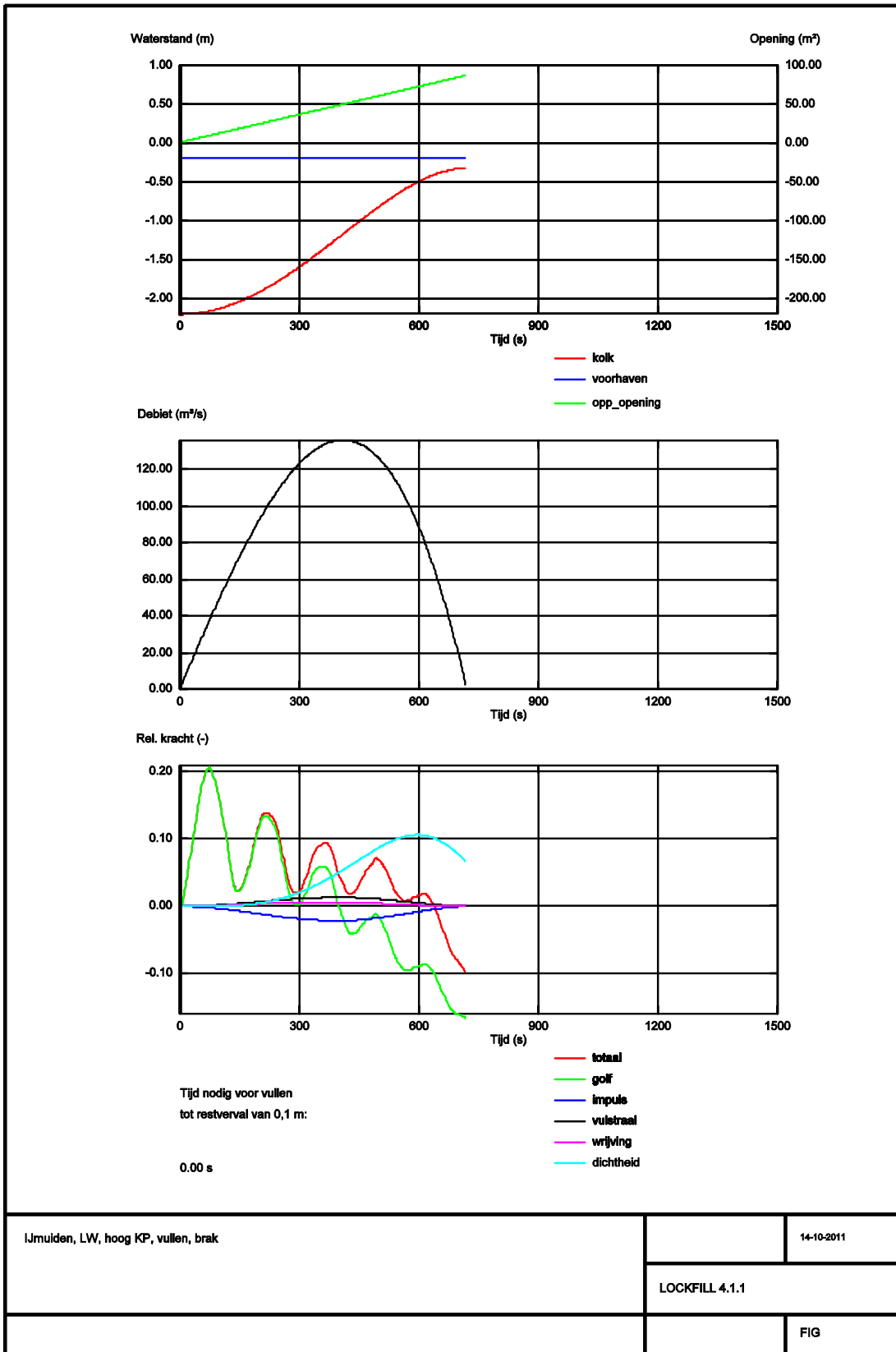
Figuur IJ7a Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, brak dichtheidsverschil



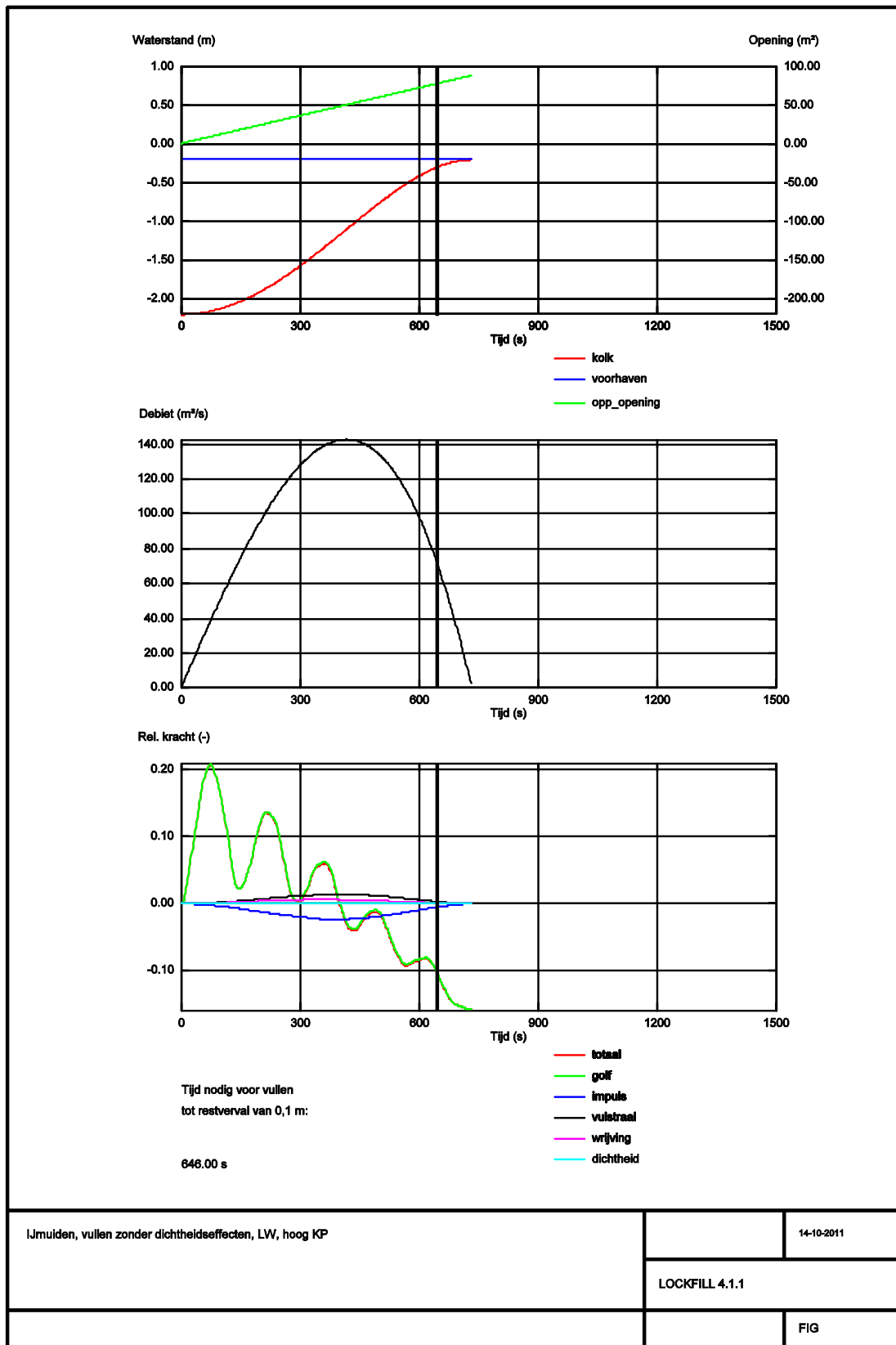
Figuur IJ8 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, geen dichtheidsverschil



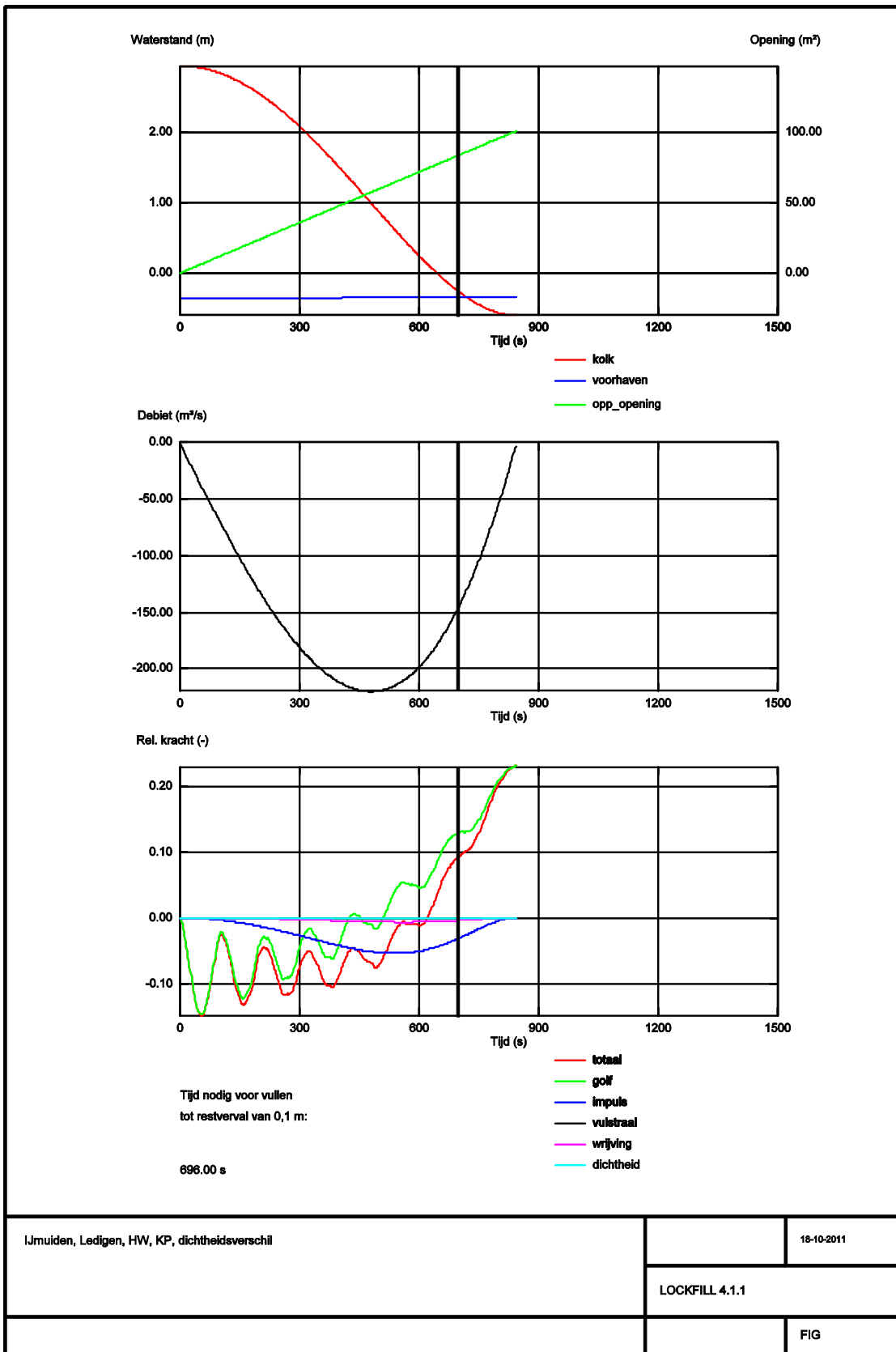
Figuur IJ9 Vullen, hoog kanaalpeil, LW, zout dichtheidsverschil



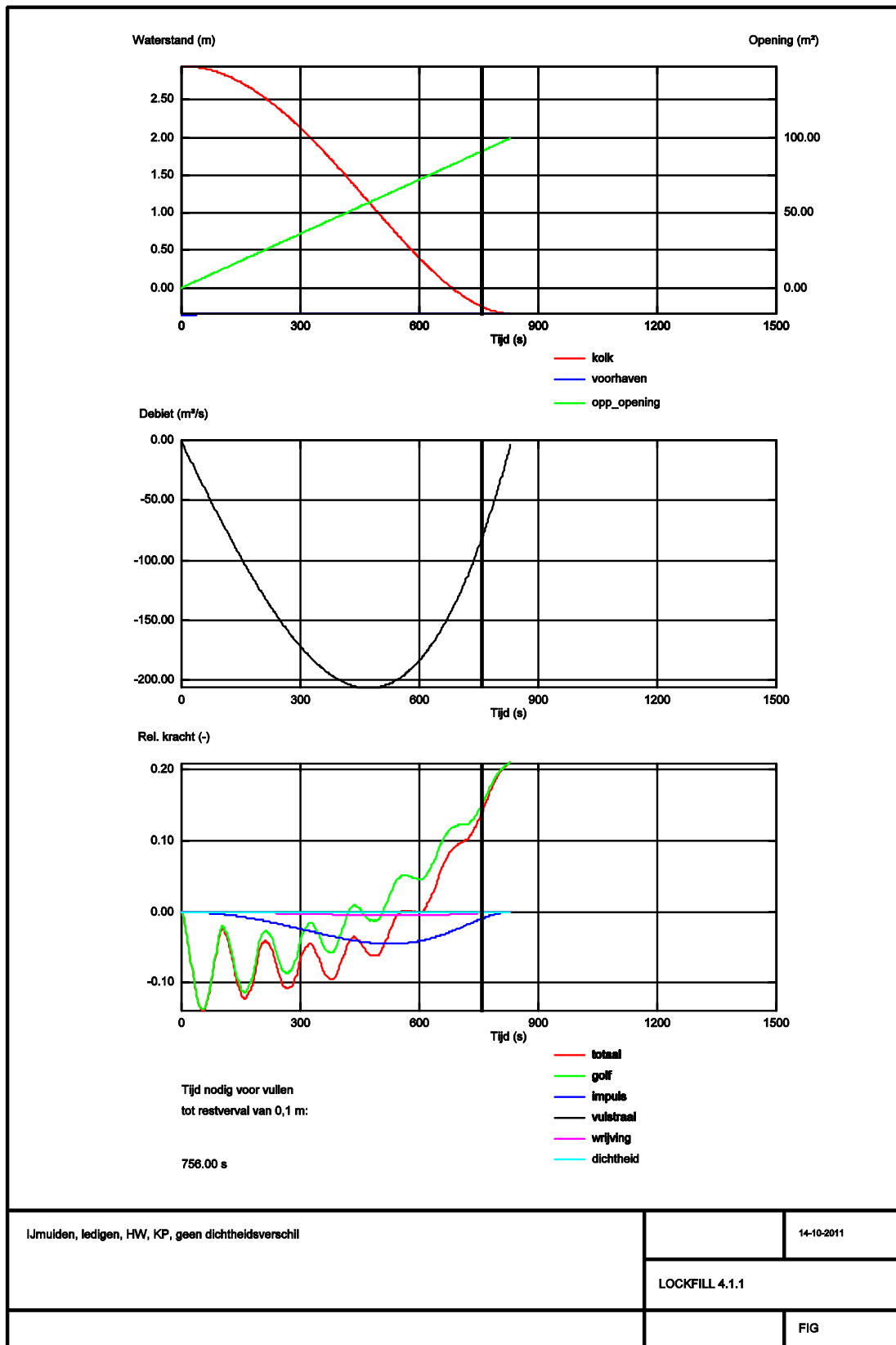
Figuur IJ9a Vullen, hoog kanaalpeil, LW, brak dichtheidsverschil



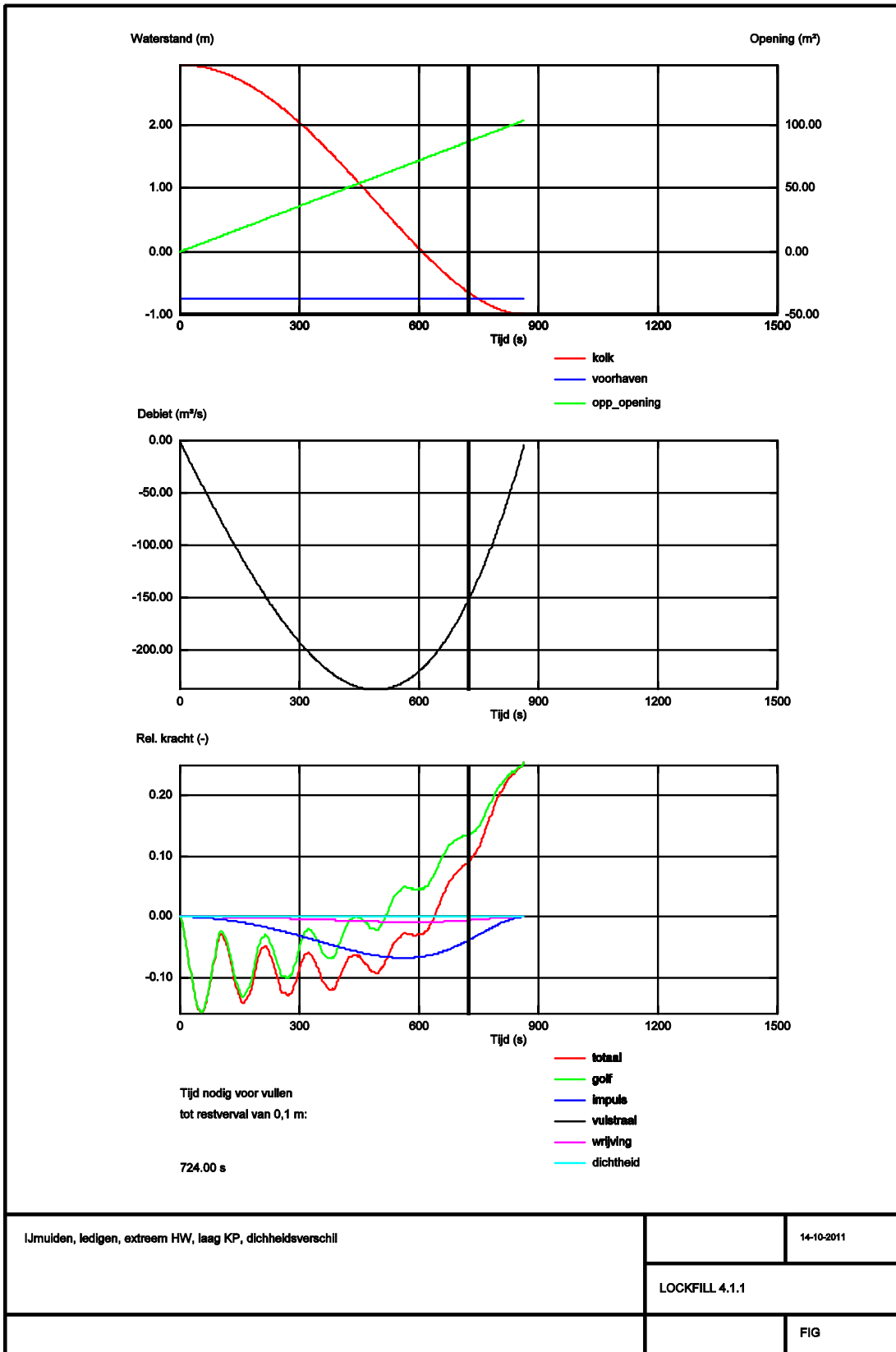
Figuur IJ10 Vullen, hoog kanaalpeil, LW, geen dichtheidsverschil



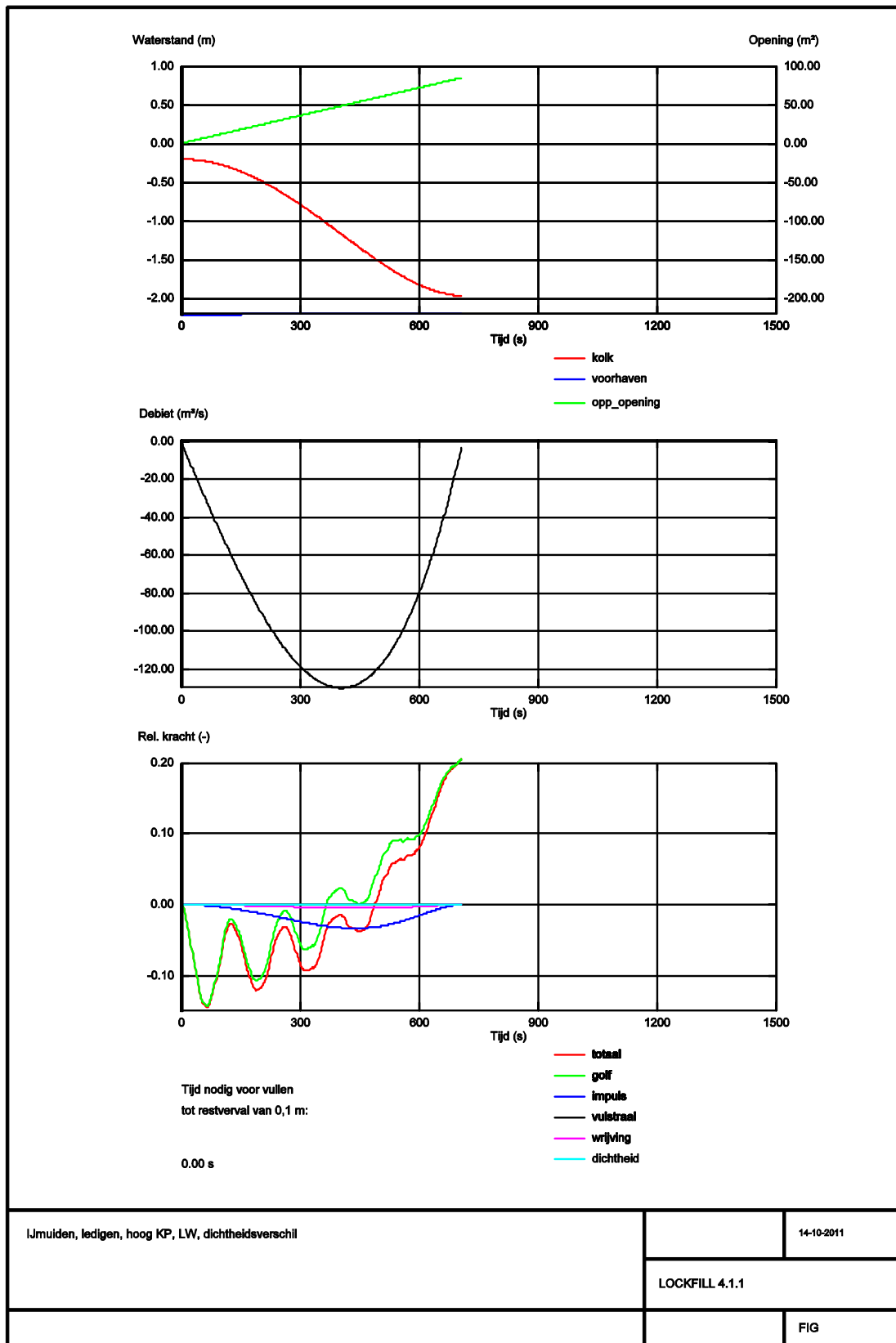
Figuur Fig IJ11 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil



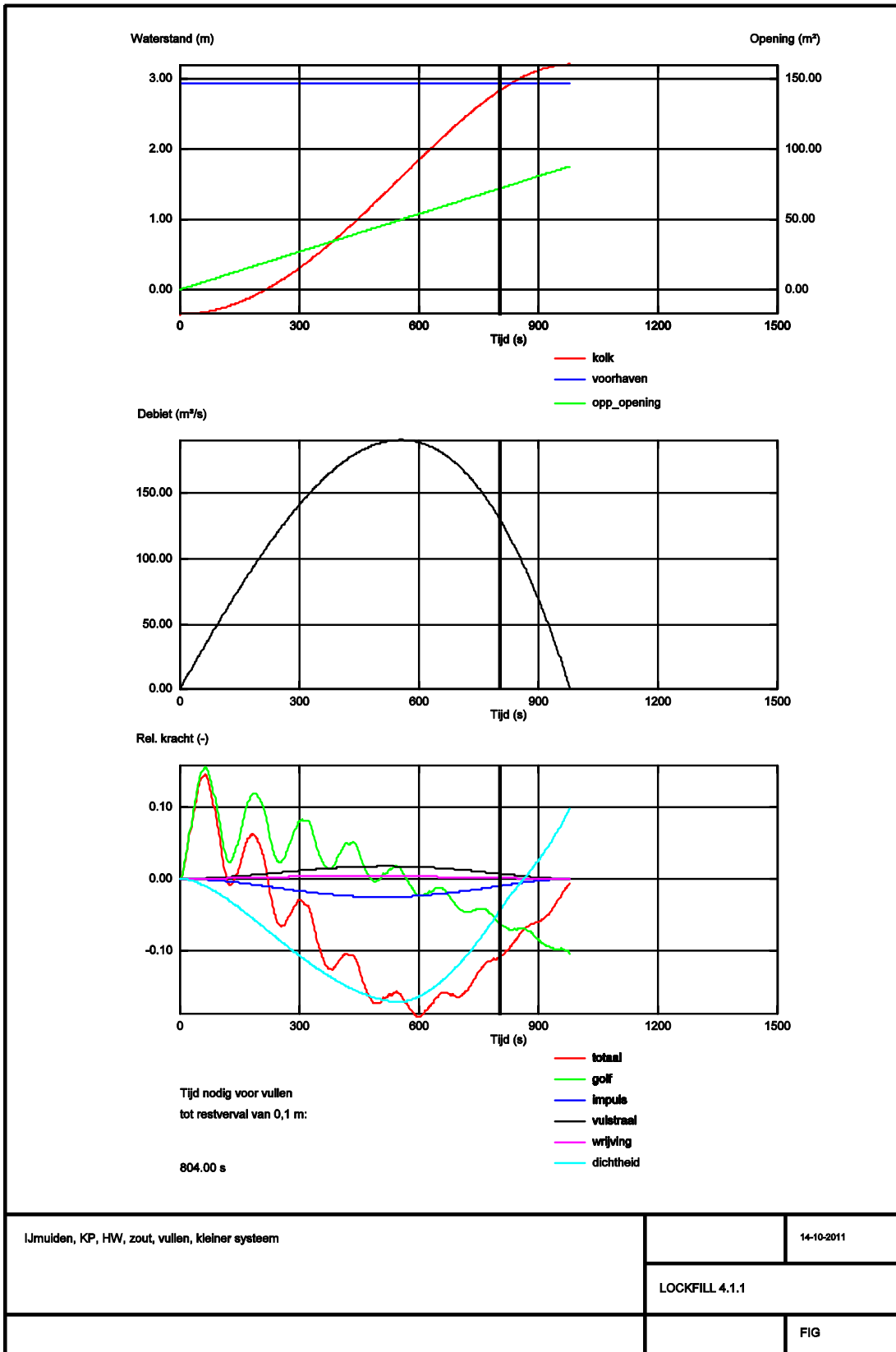
Figuur IJ12 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, geen dichtheidsverschil



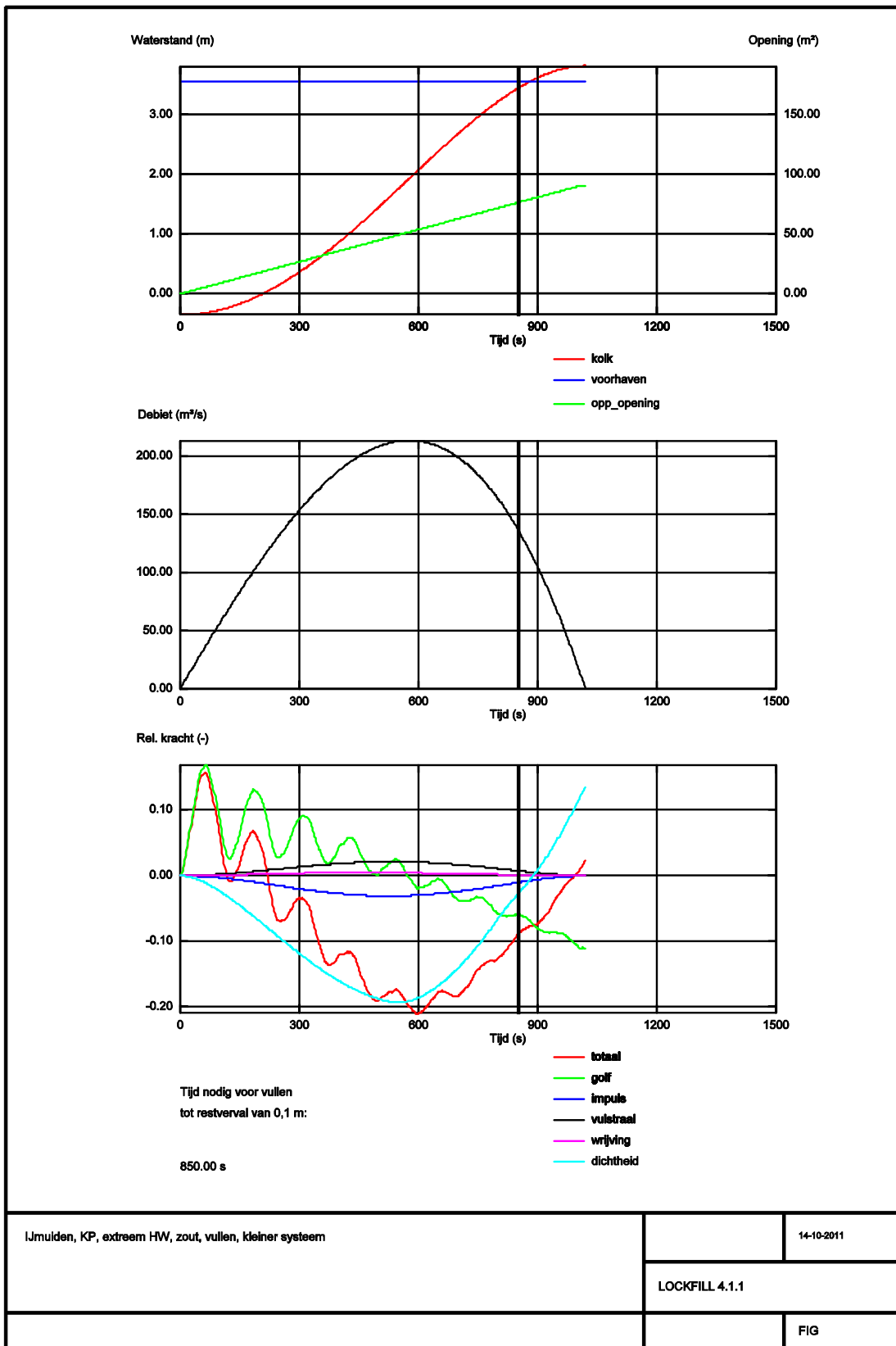
Figuur IJ13 Ledigen, extreem HW, laag kanaalpeil, dichtheidsverschil



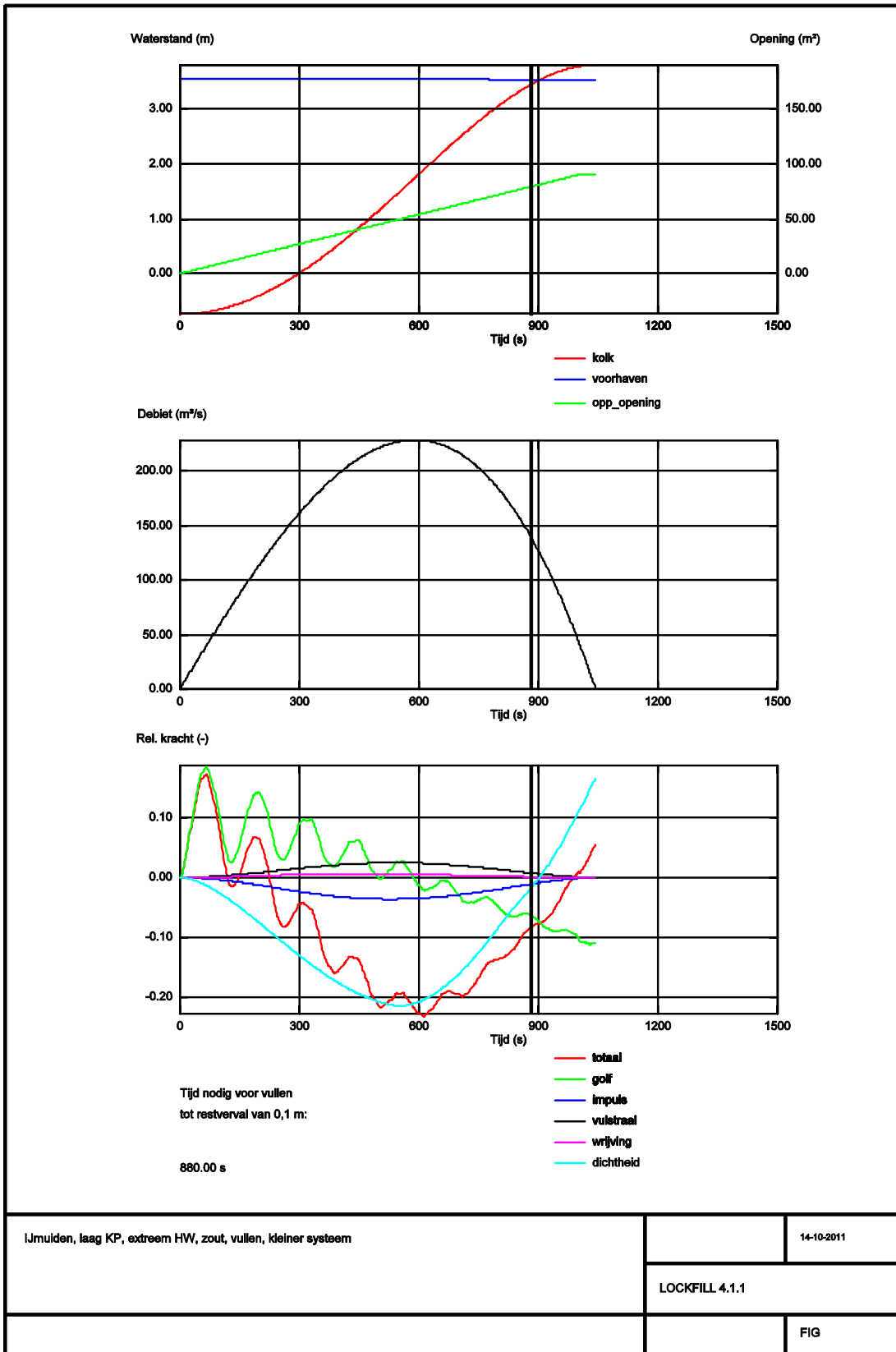
Figuur IJ14 Ledigen, hoog kanaalpeil, LW, dichtheidsverschil



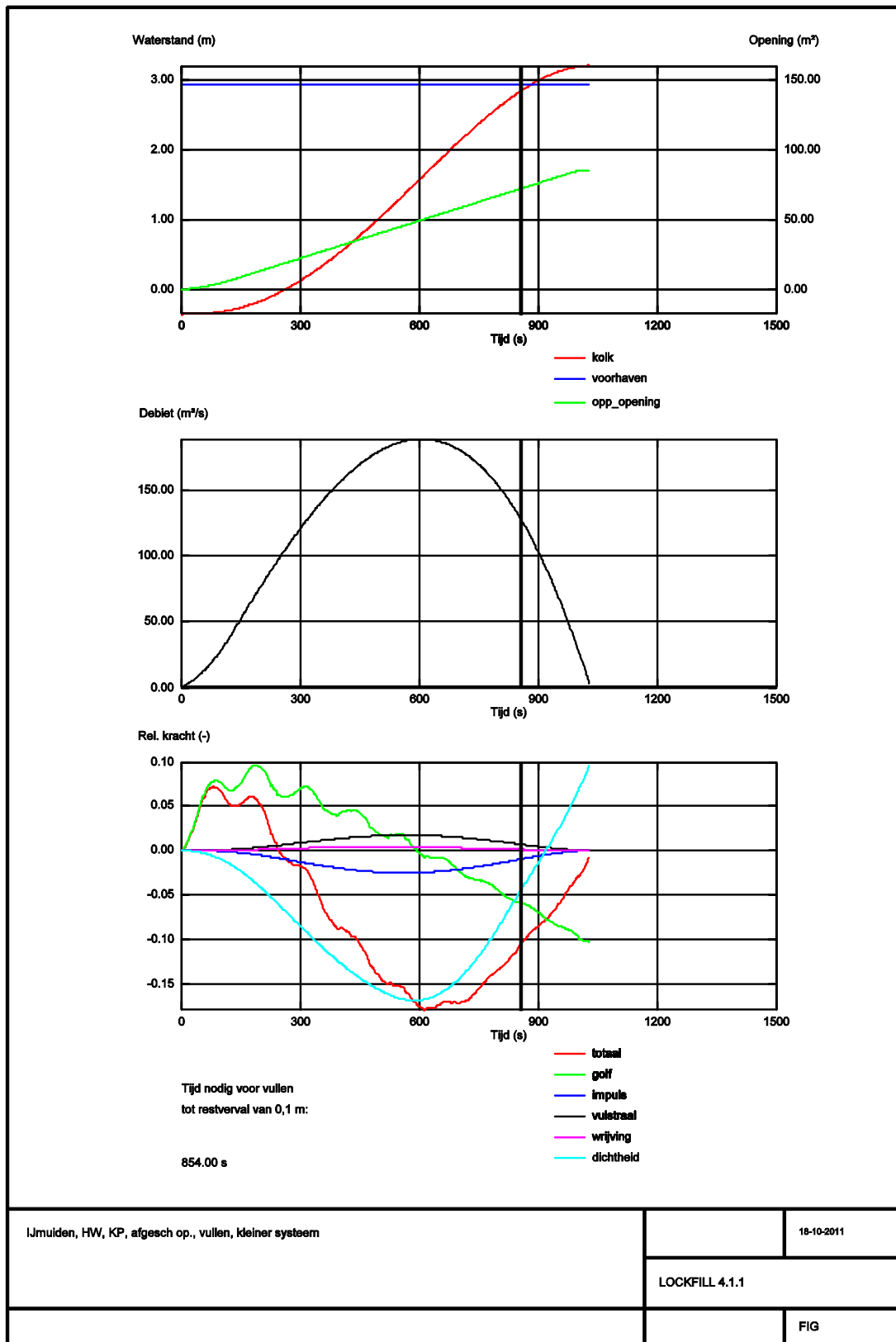
Figuur IJ1* Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



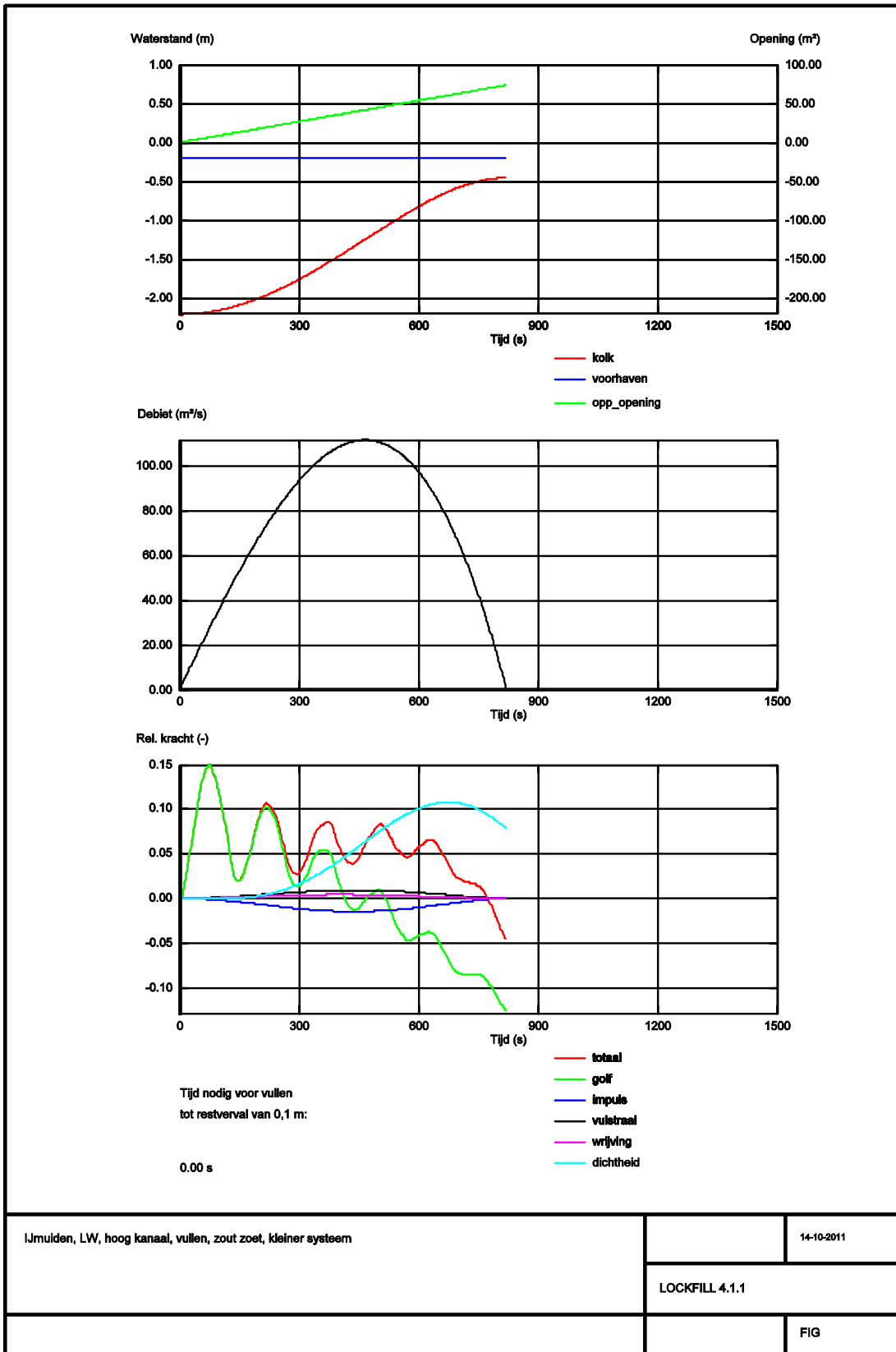
Figuur IJ3* Vullen, extreem HW, kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



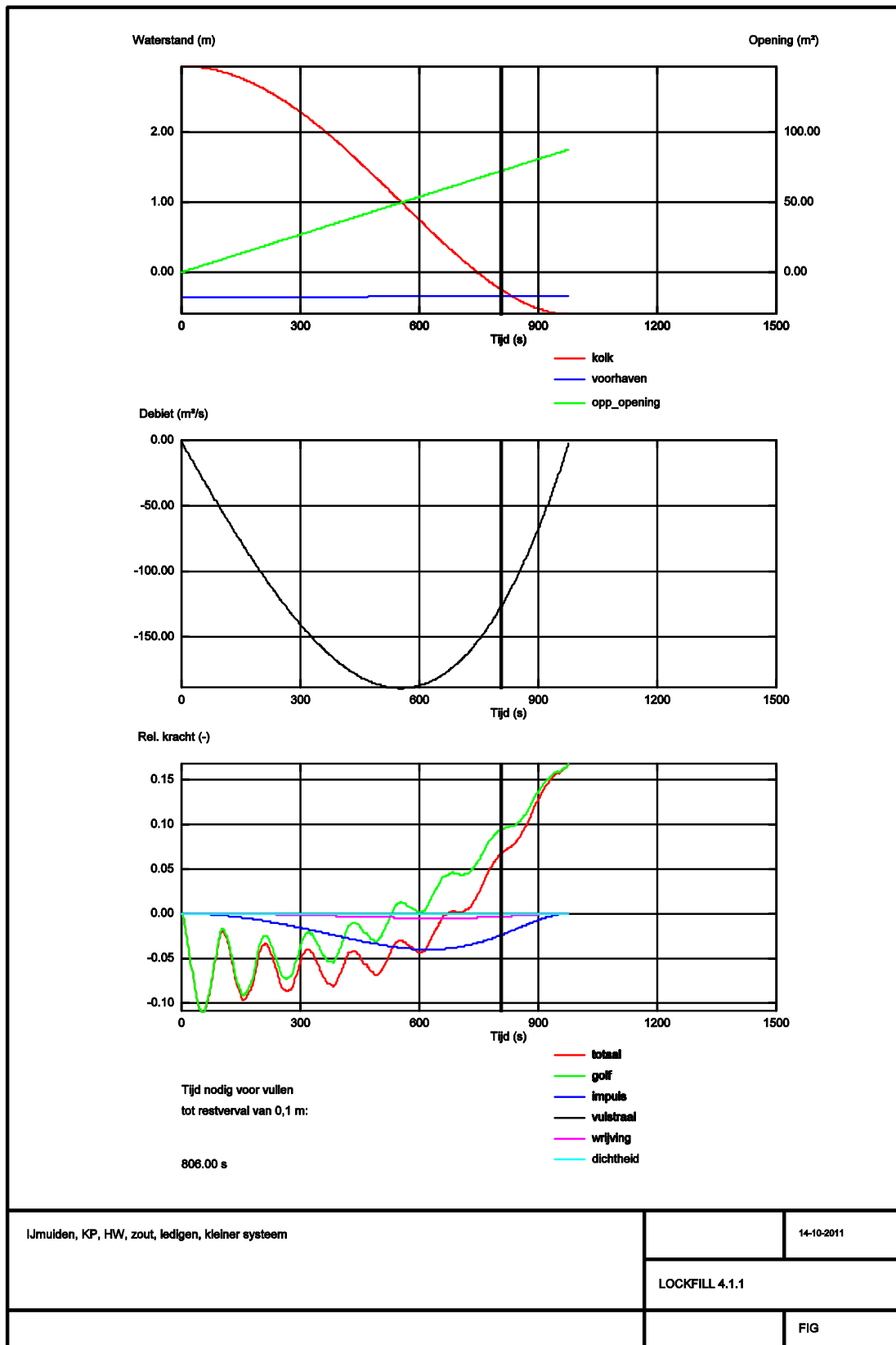
Figuur IJ5* Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



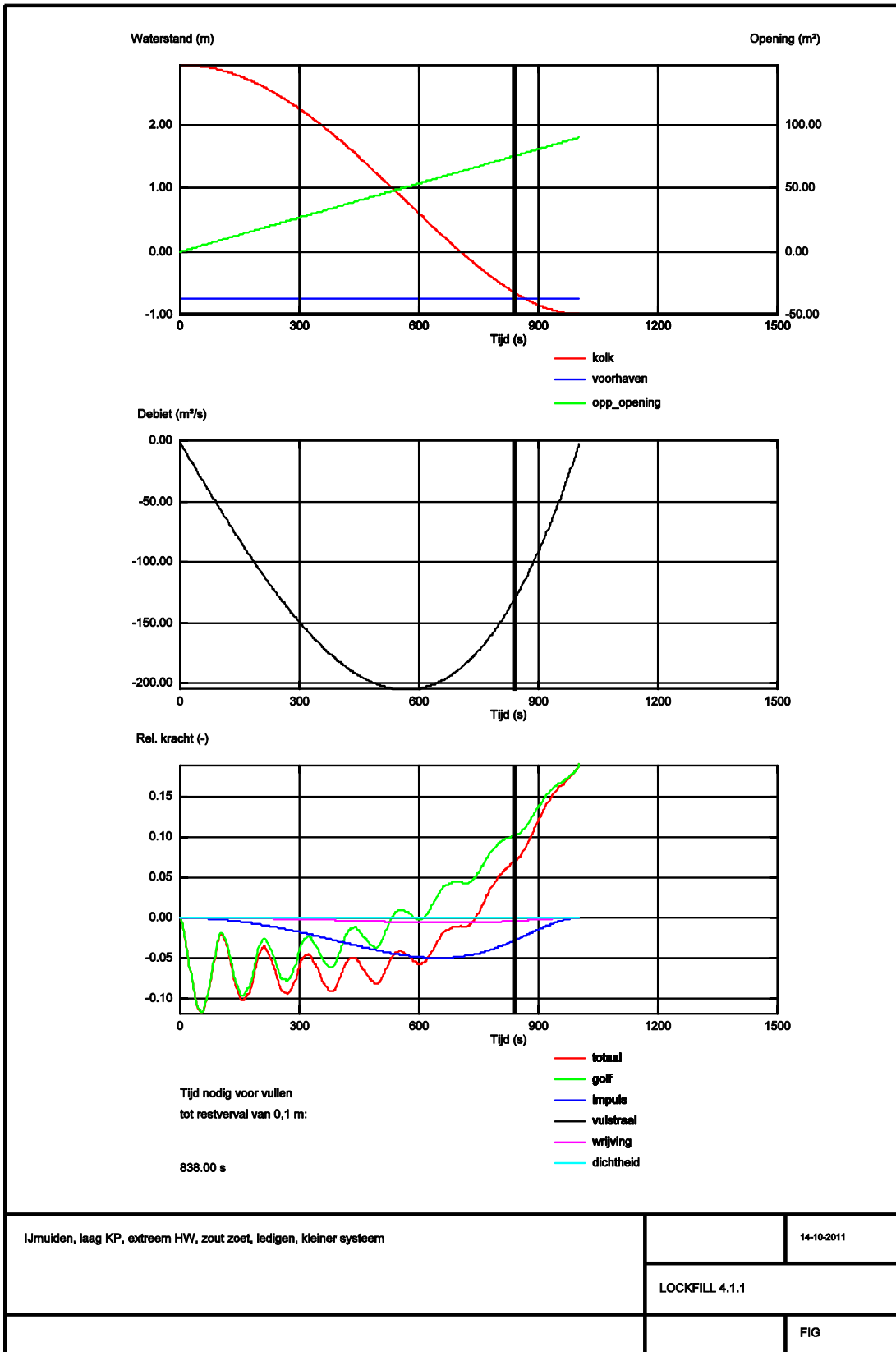
Figuur IJ7* Vullen, HW, kanaalpeil, afg. vulop., zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



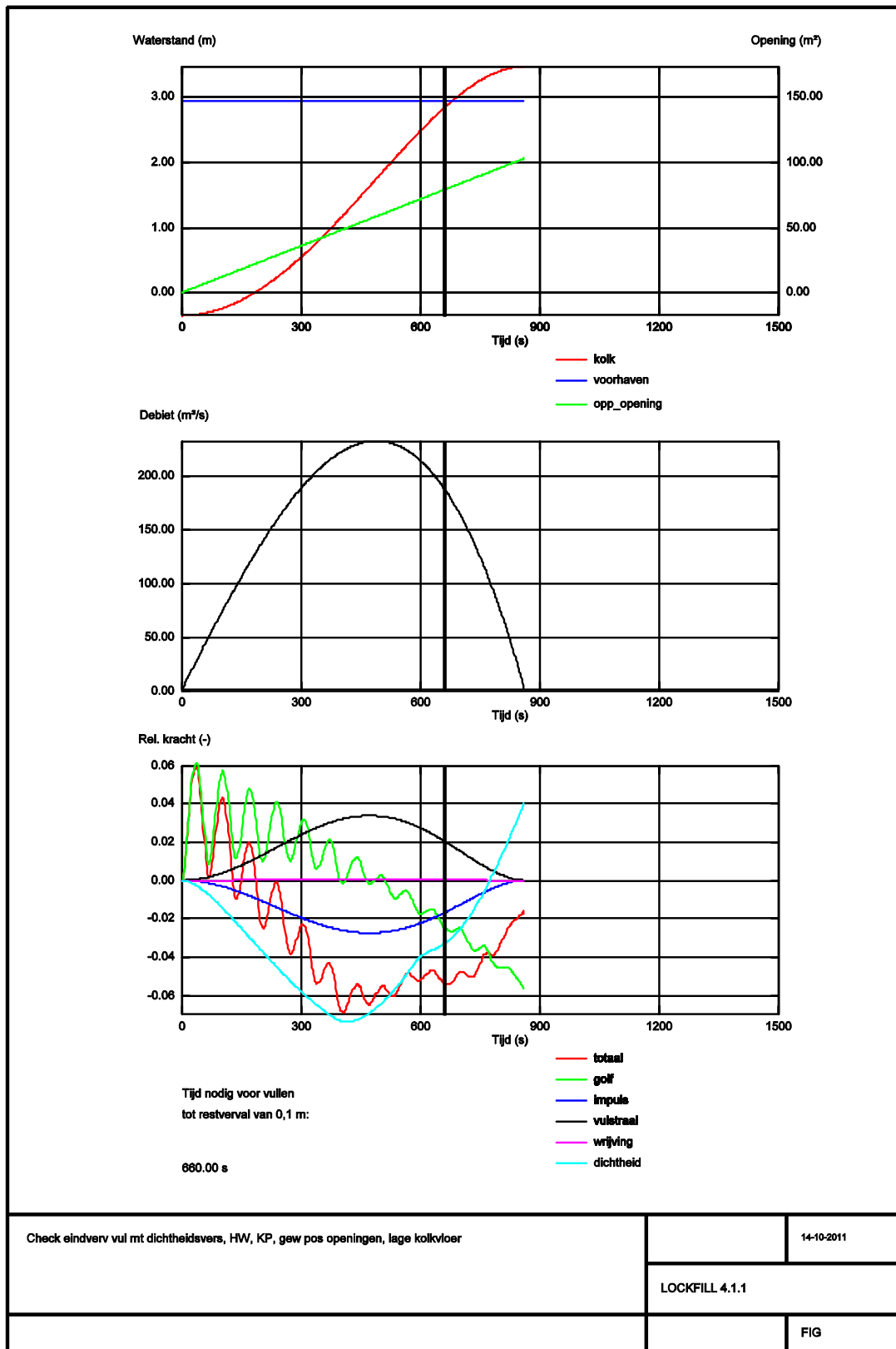
Figuur IJ9* Vullen, hoog kanaalpeil, LW, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



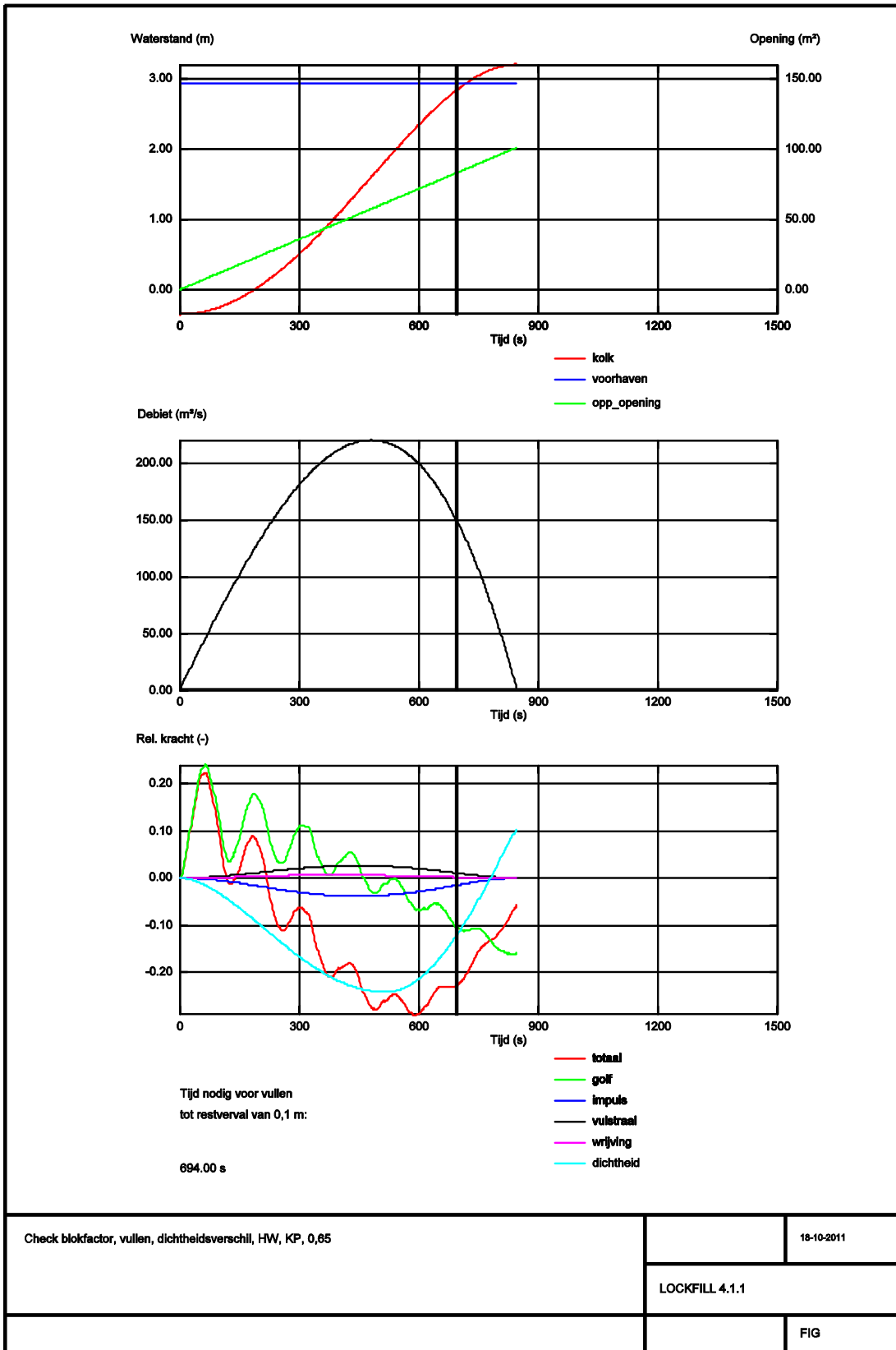
Figuur IJ11* Ledigen, HW, kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



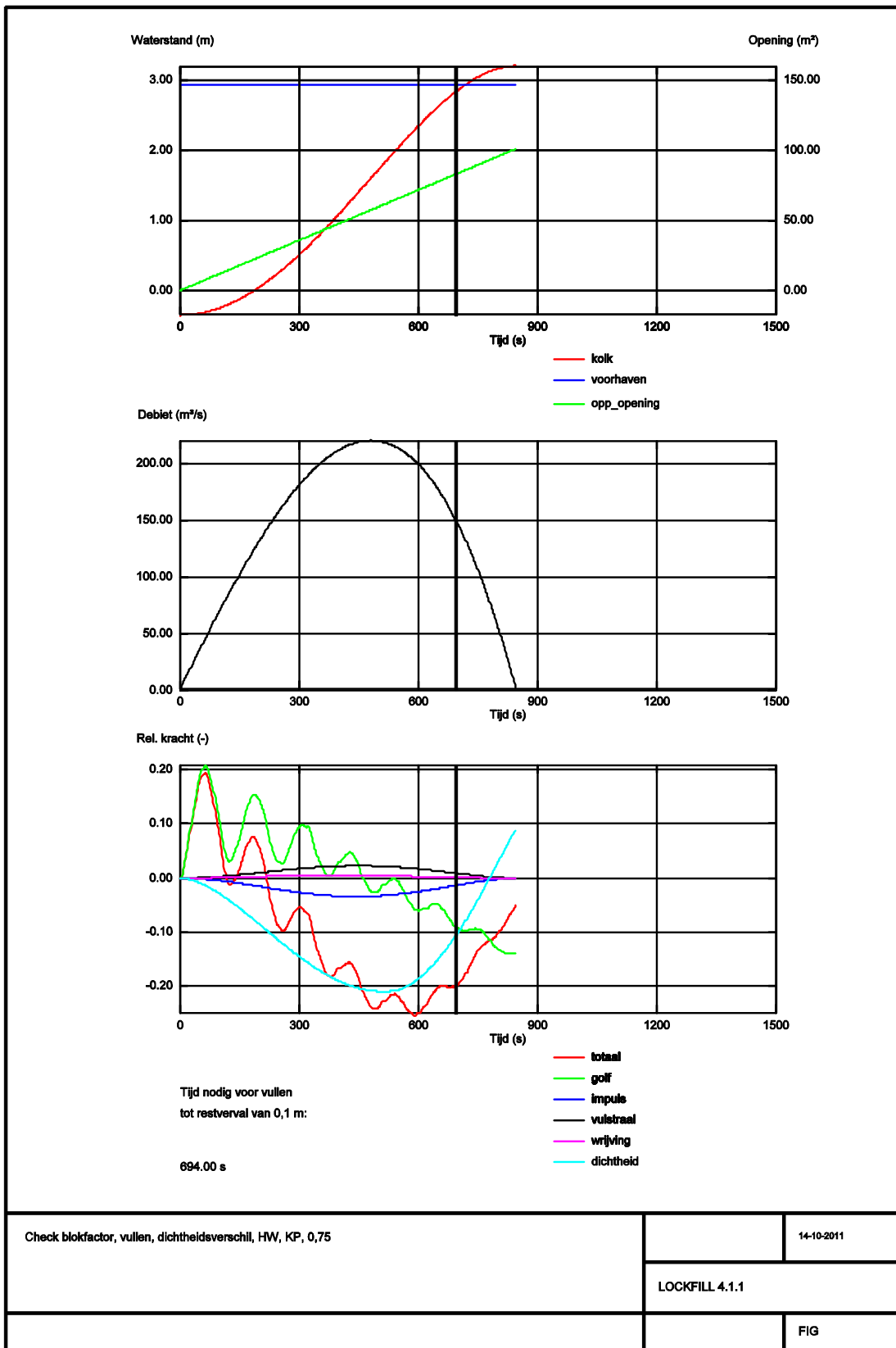
Figuur IJ13* Ledigen, extreem HW, laag kanaalpeil, zout dichtheidsverschil, kleiner systeem



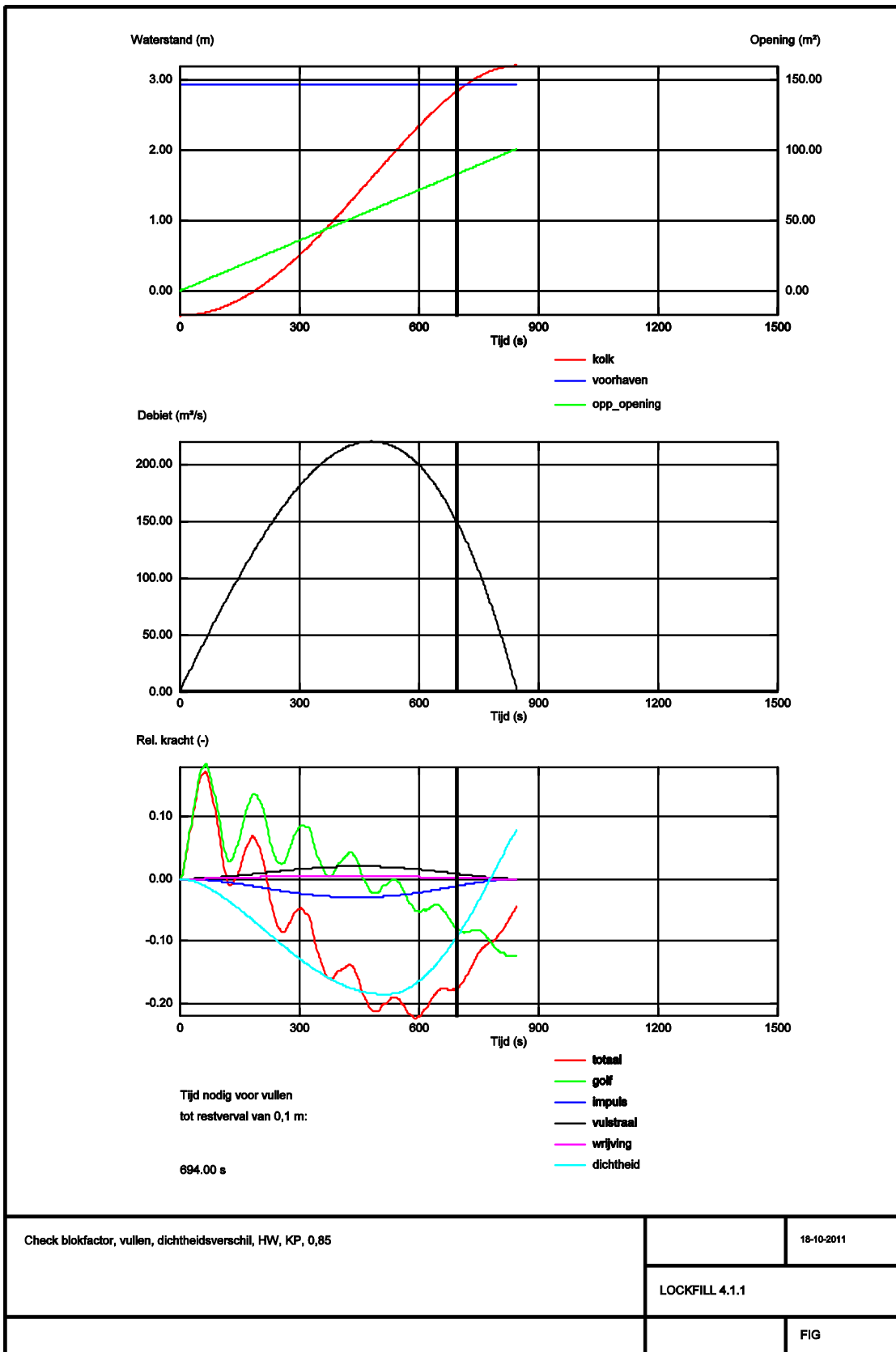
V1 Check verval aan einde vullen; niveau bovenkant opening aan uitstroomkant NAP -5 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³, Kolkvloer NAP-36 m.



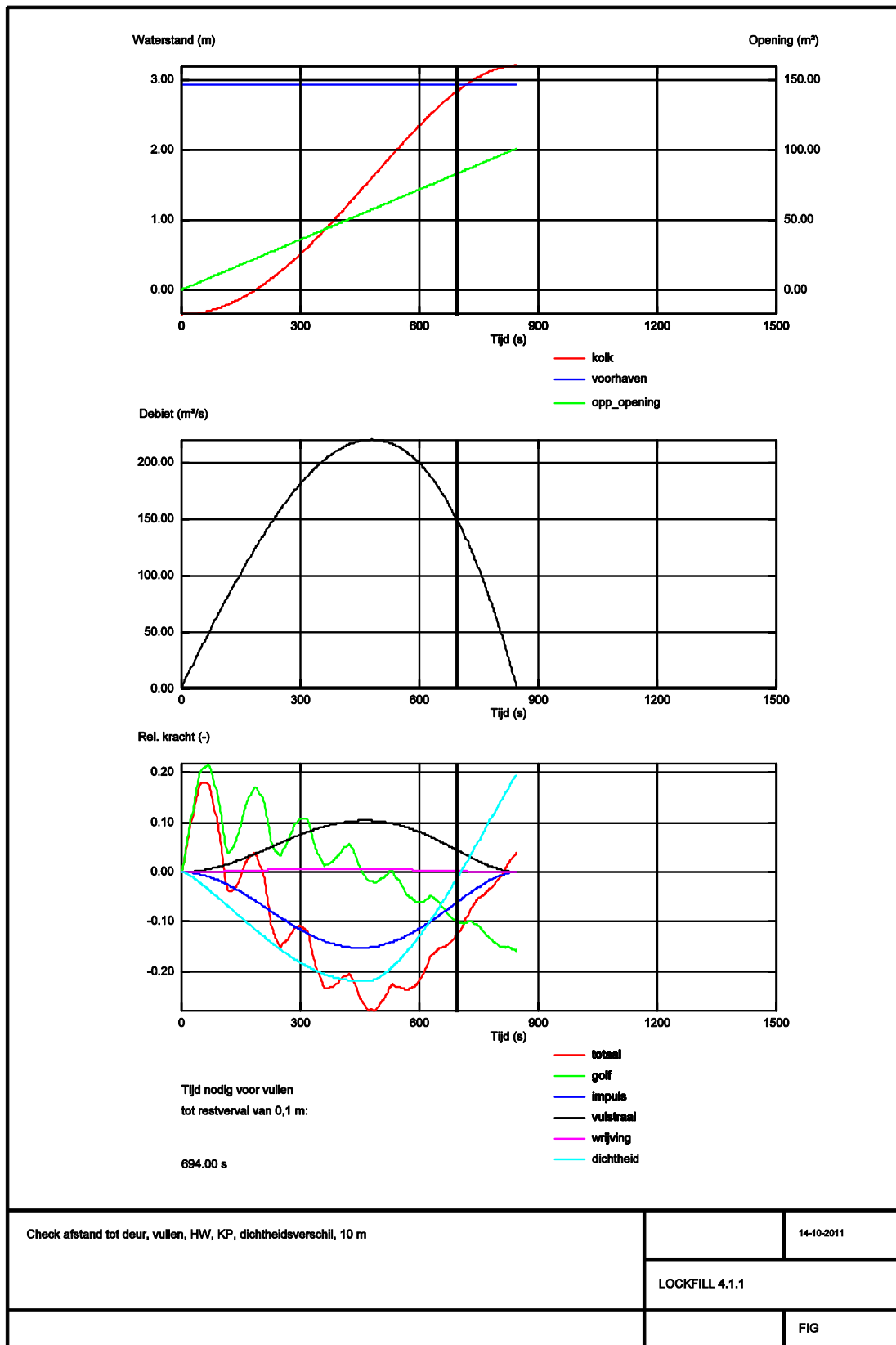
V2 Check blokfactor schip, 0,65, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



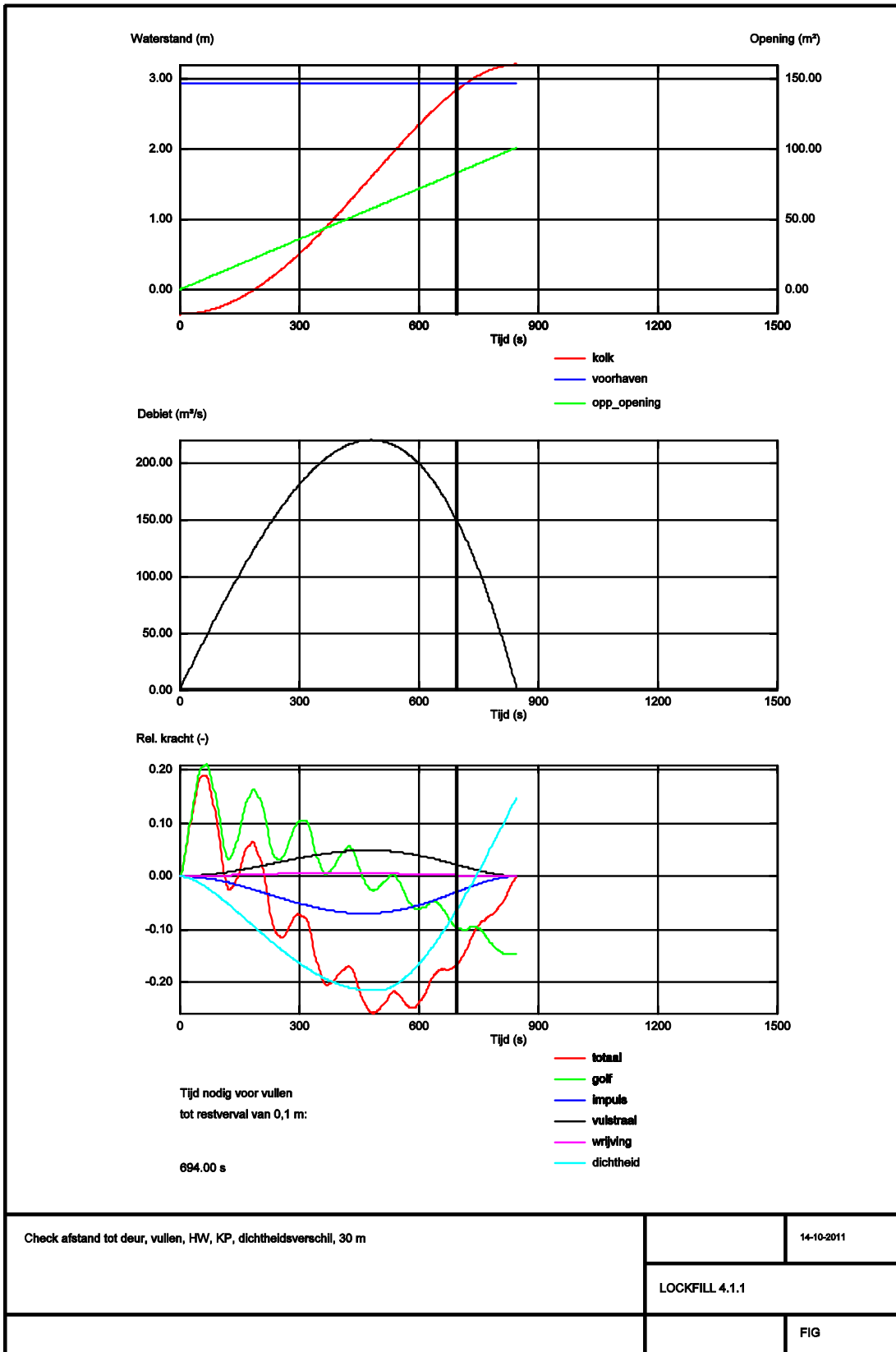
V3 Check blokfactor schip, 0,75, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



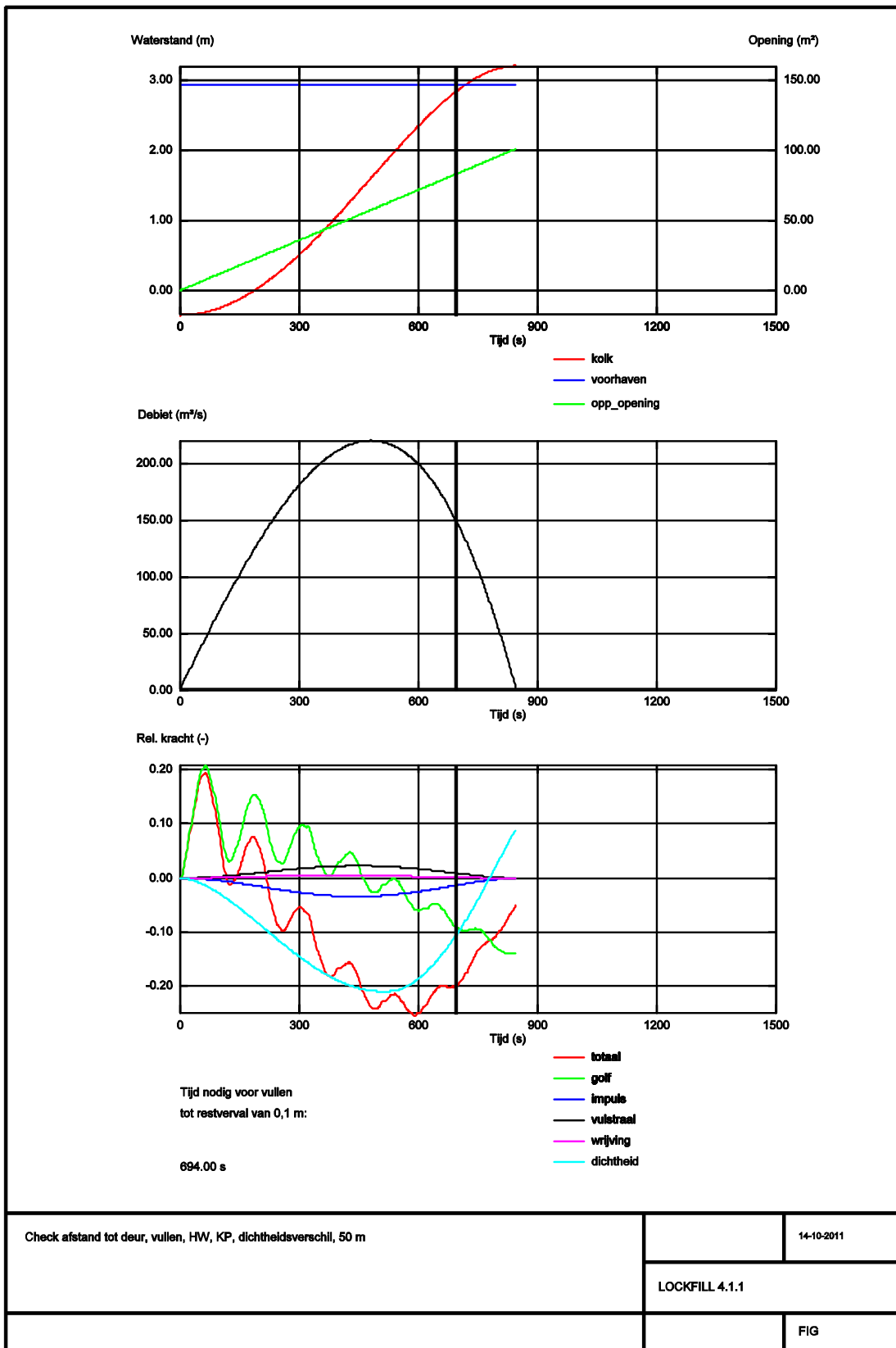
V4 Check blokfactor schip, 0,85, HW, KP, vullen, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



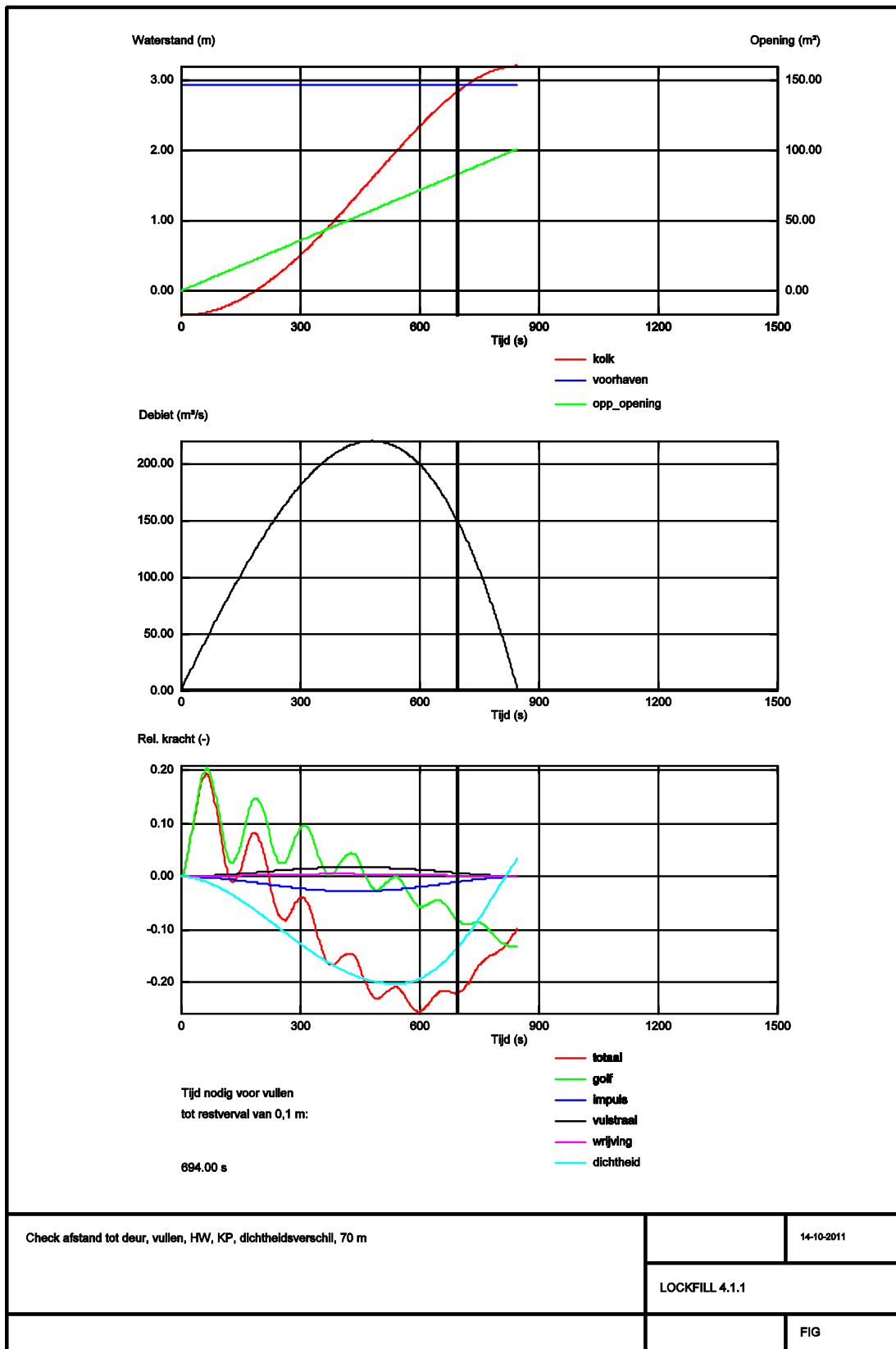
V5 Check afstand schip tot deur, vullen, 10 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



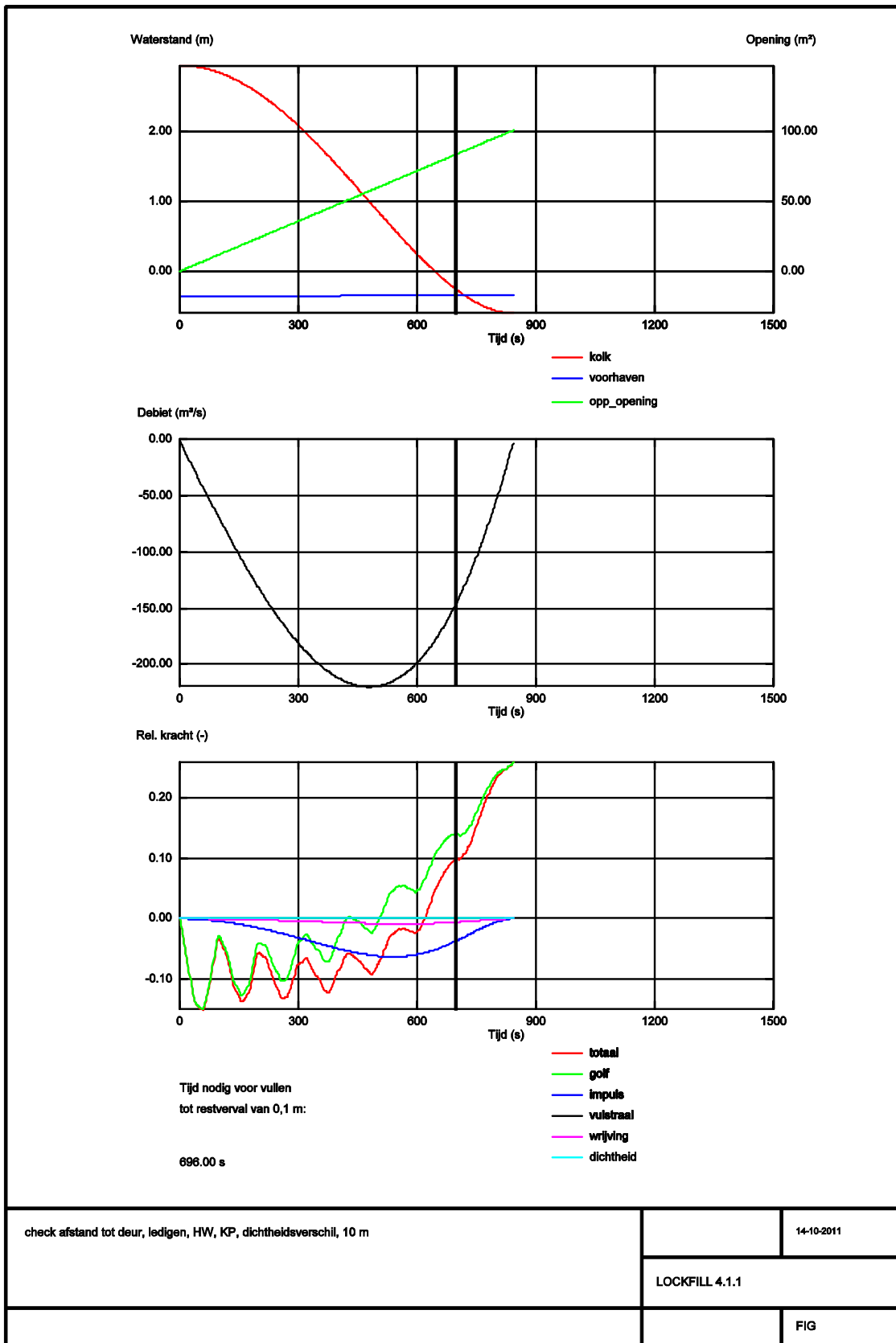
V6 Check afstand schip tot deur, vullen, 30 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



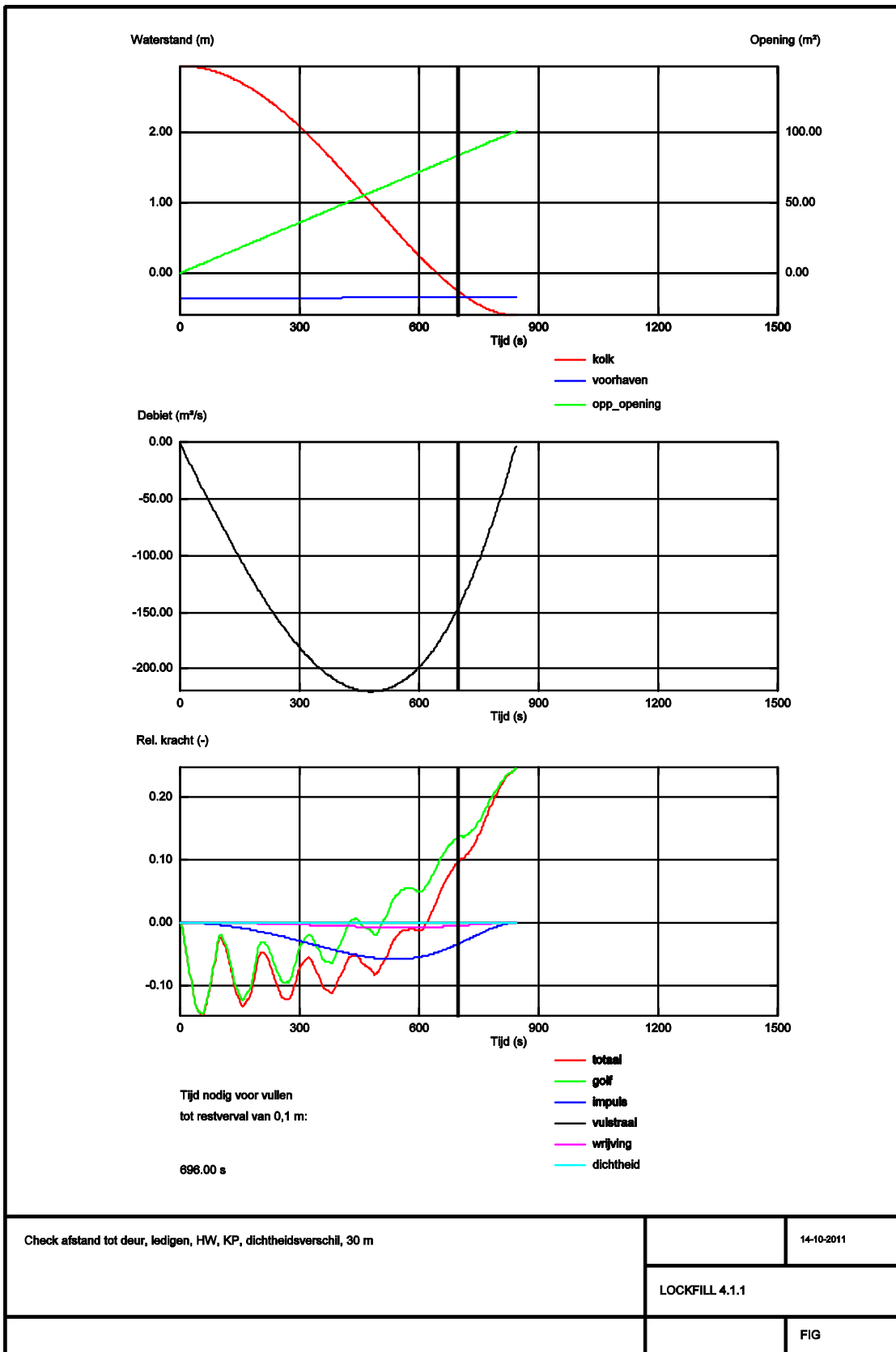
V7 Check afstand schip tot deur, vullen, 50 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



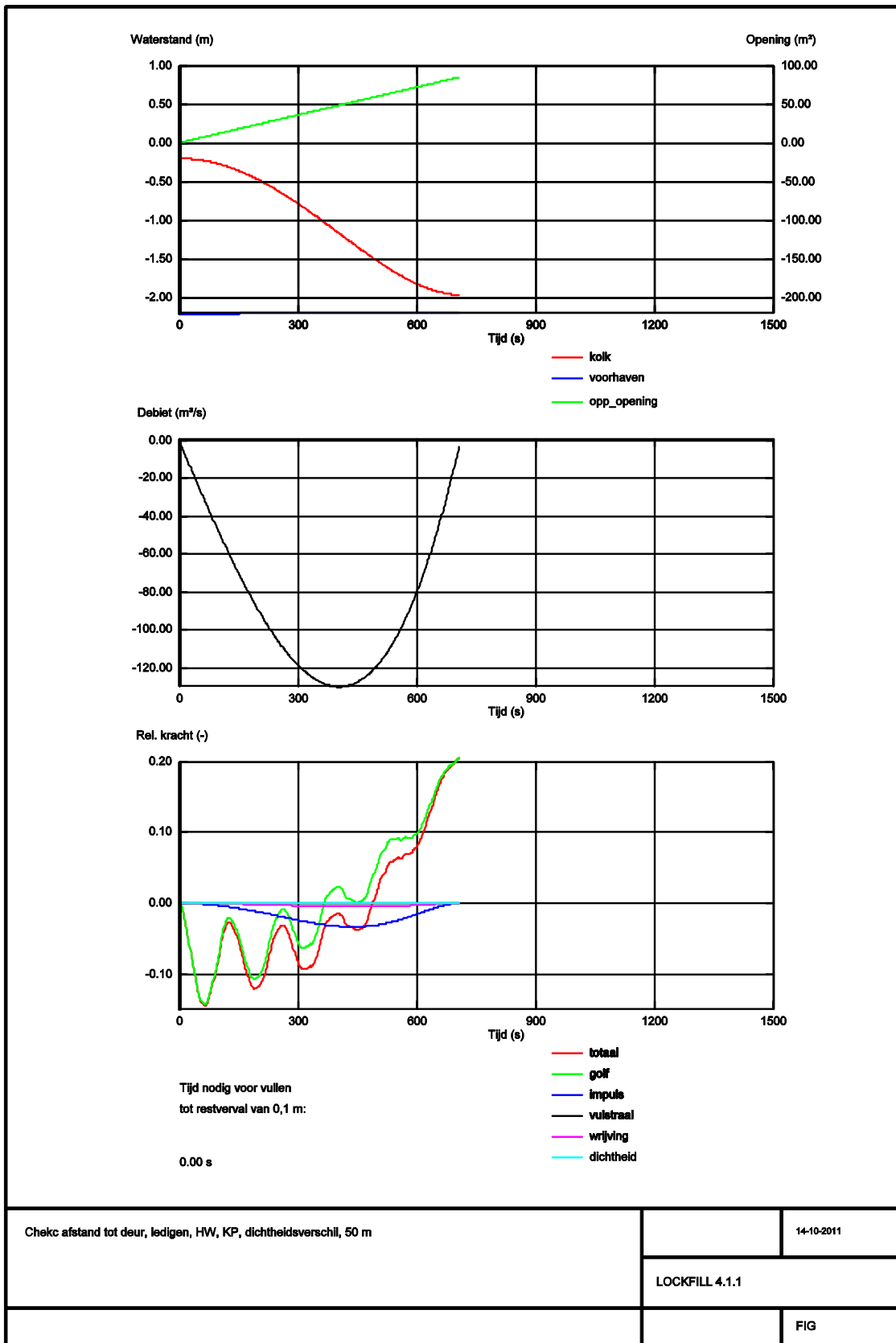
V8 Check afstand schip tot deur, vullen, 70 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



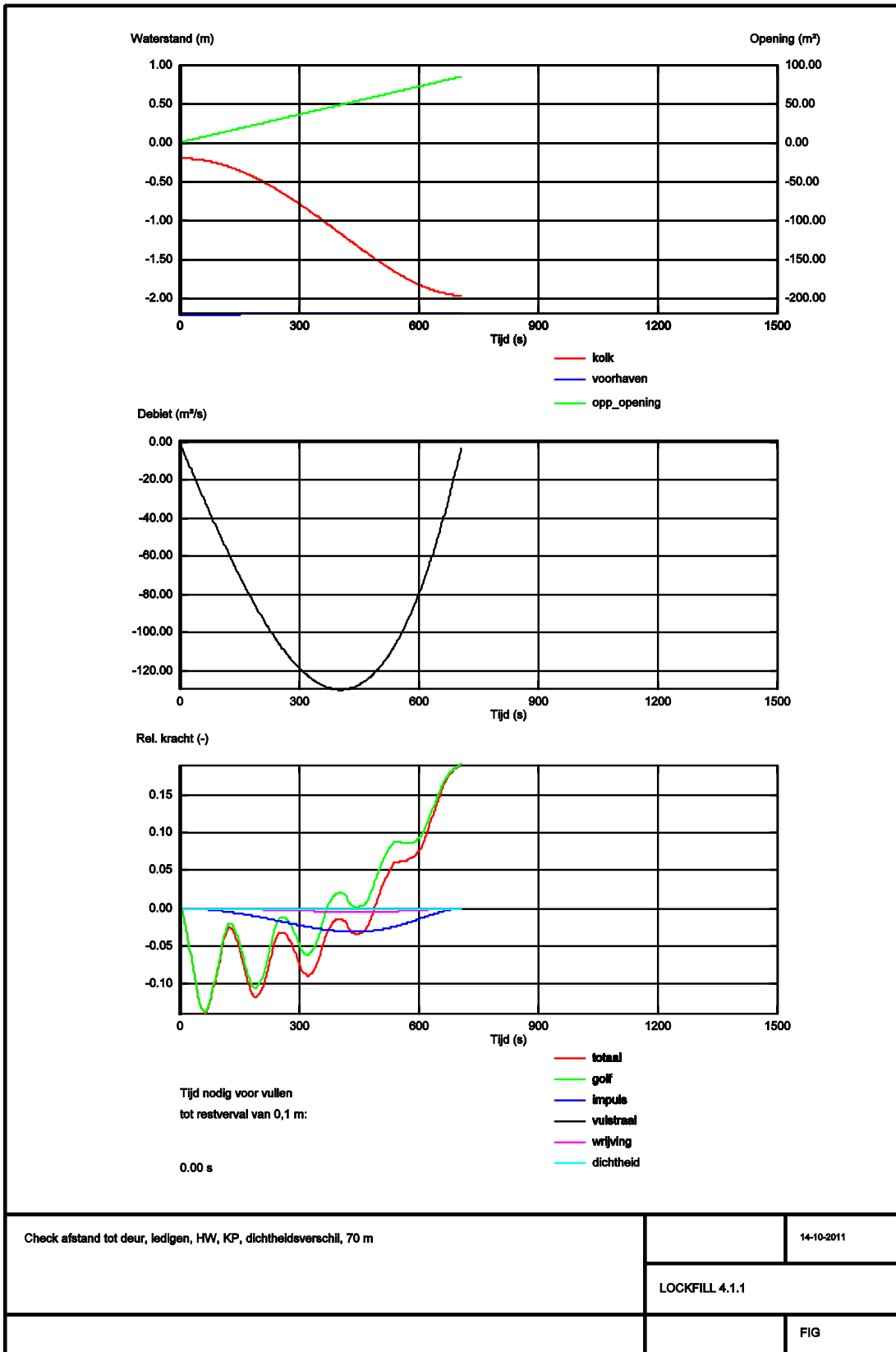
V9 Check afstand schip tot deur, ledigen, 10 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



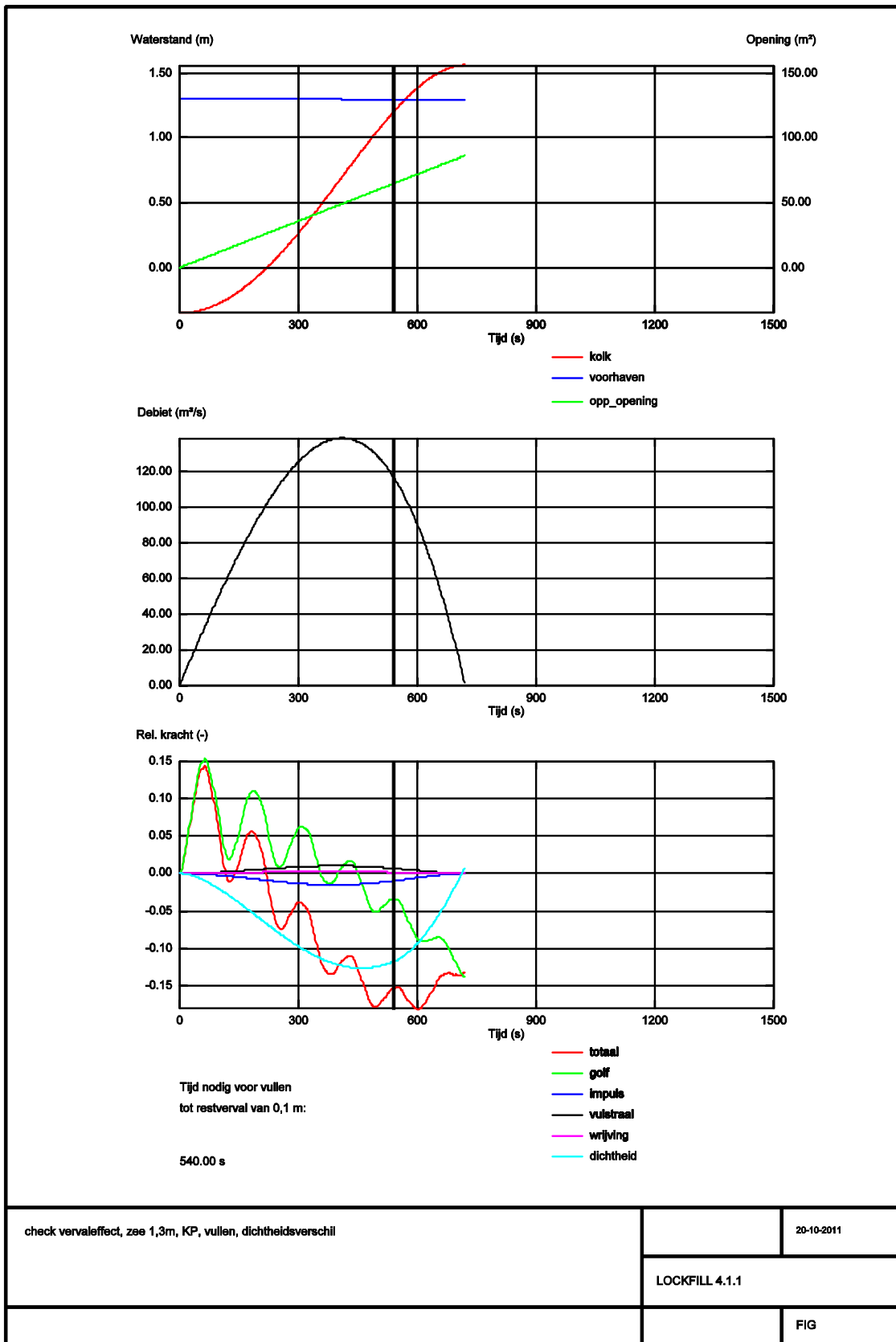
V10 Check afstand schip tot deur, ledigen, 30 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



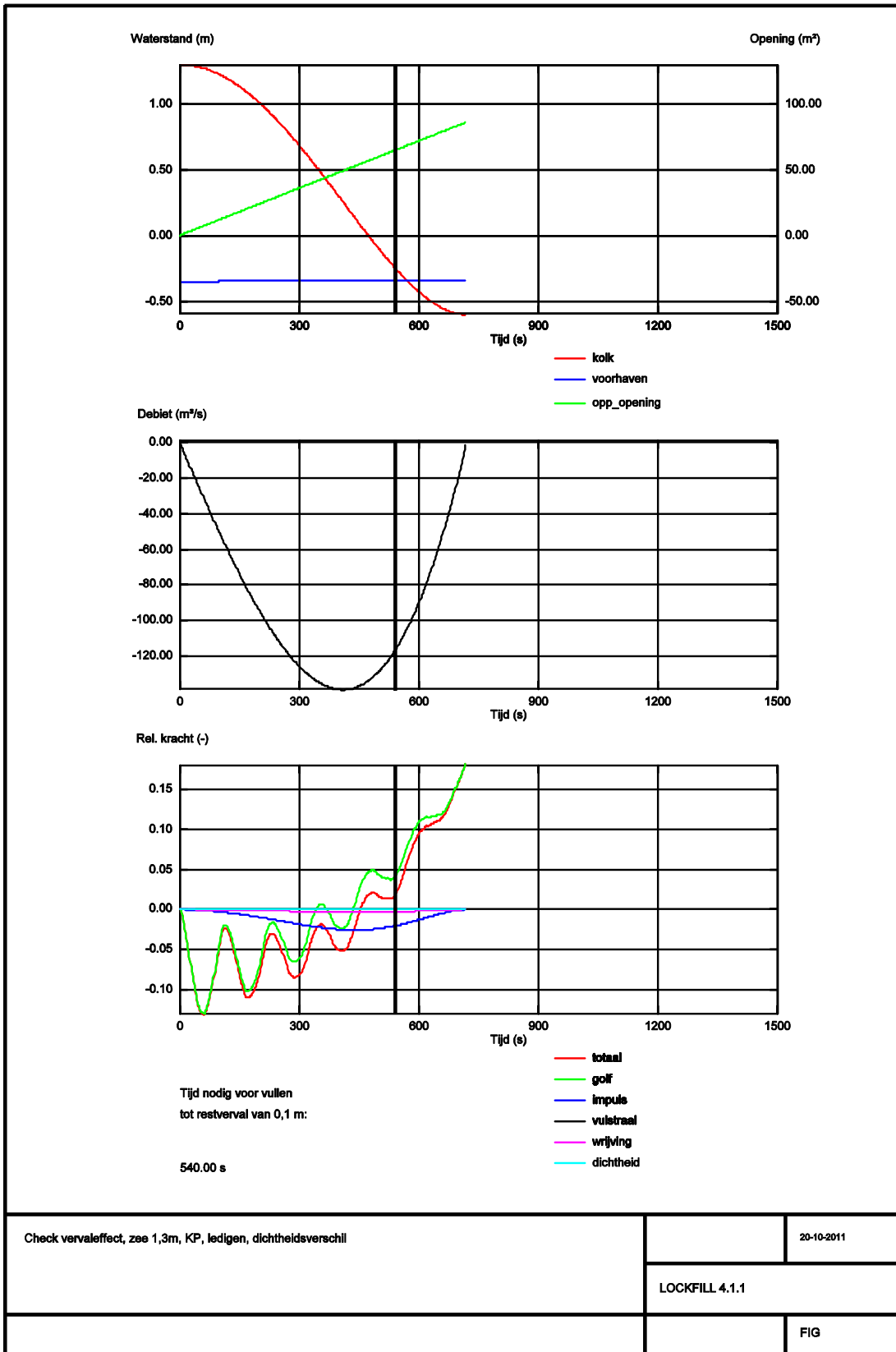
V11 Check afstand schip tot deur, ledigen, 50 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



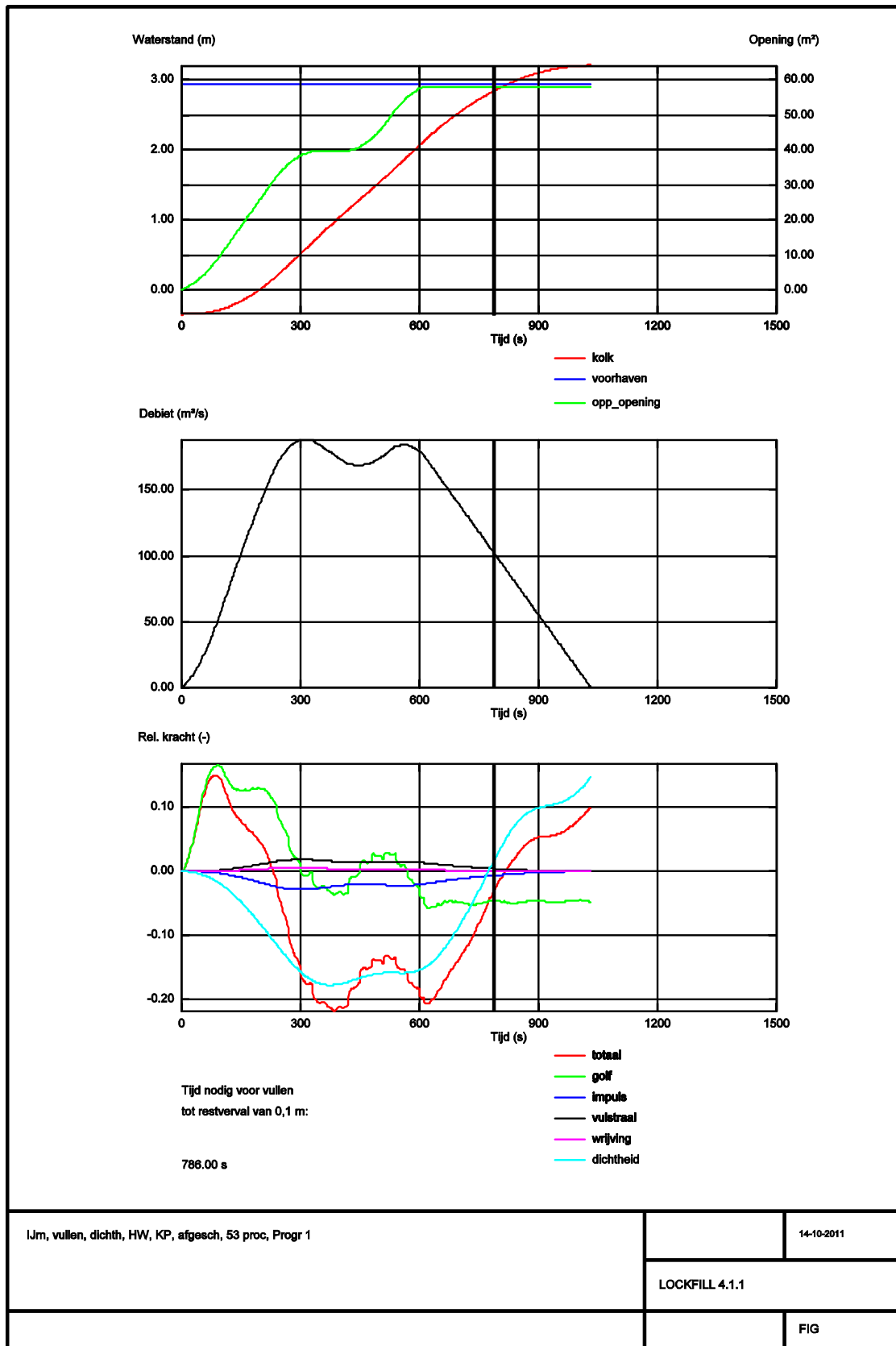
V12 Check afstand schip tot deur, ledigen, 70 m, HW, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³.



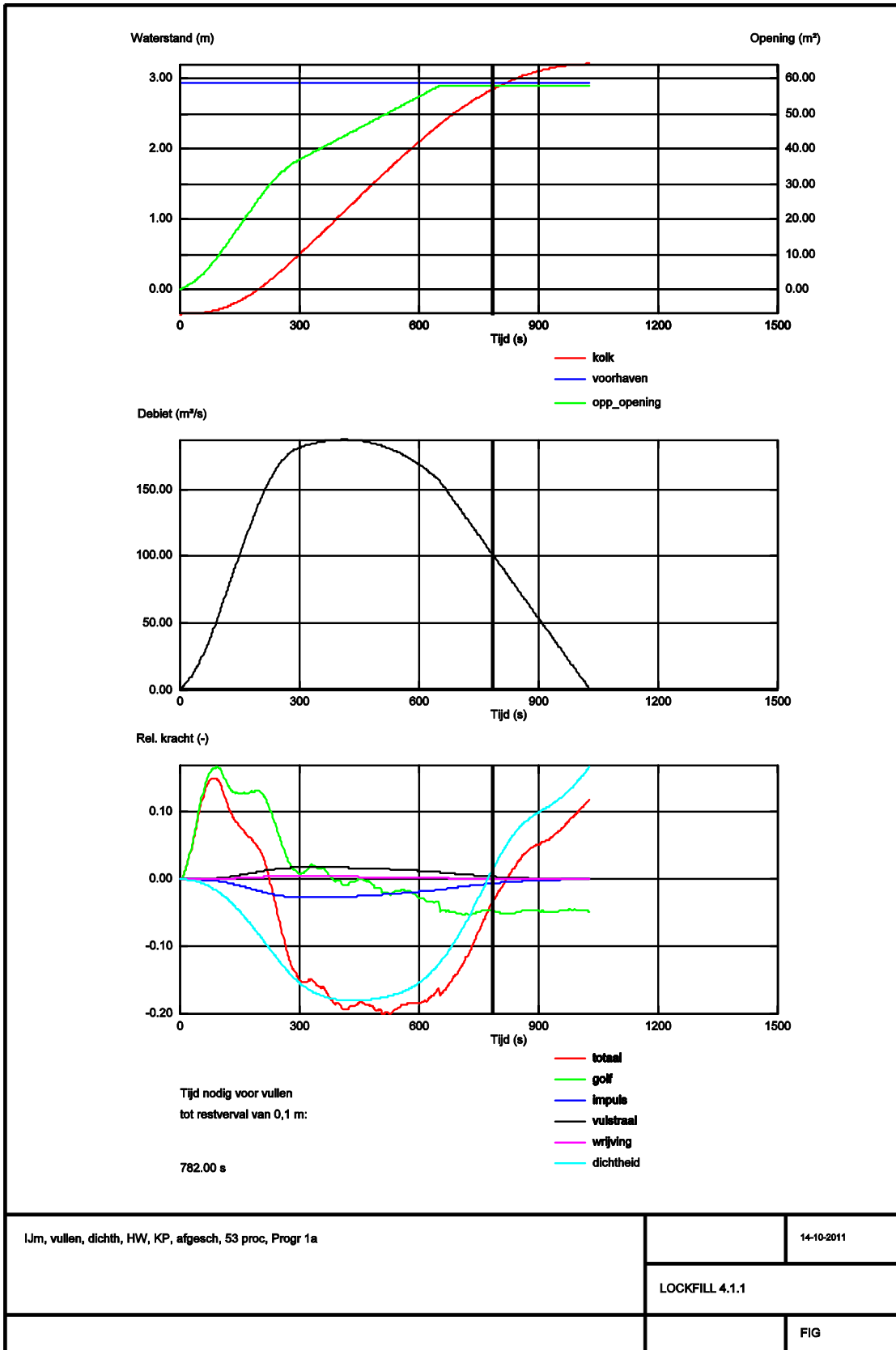
V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



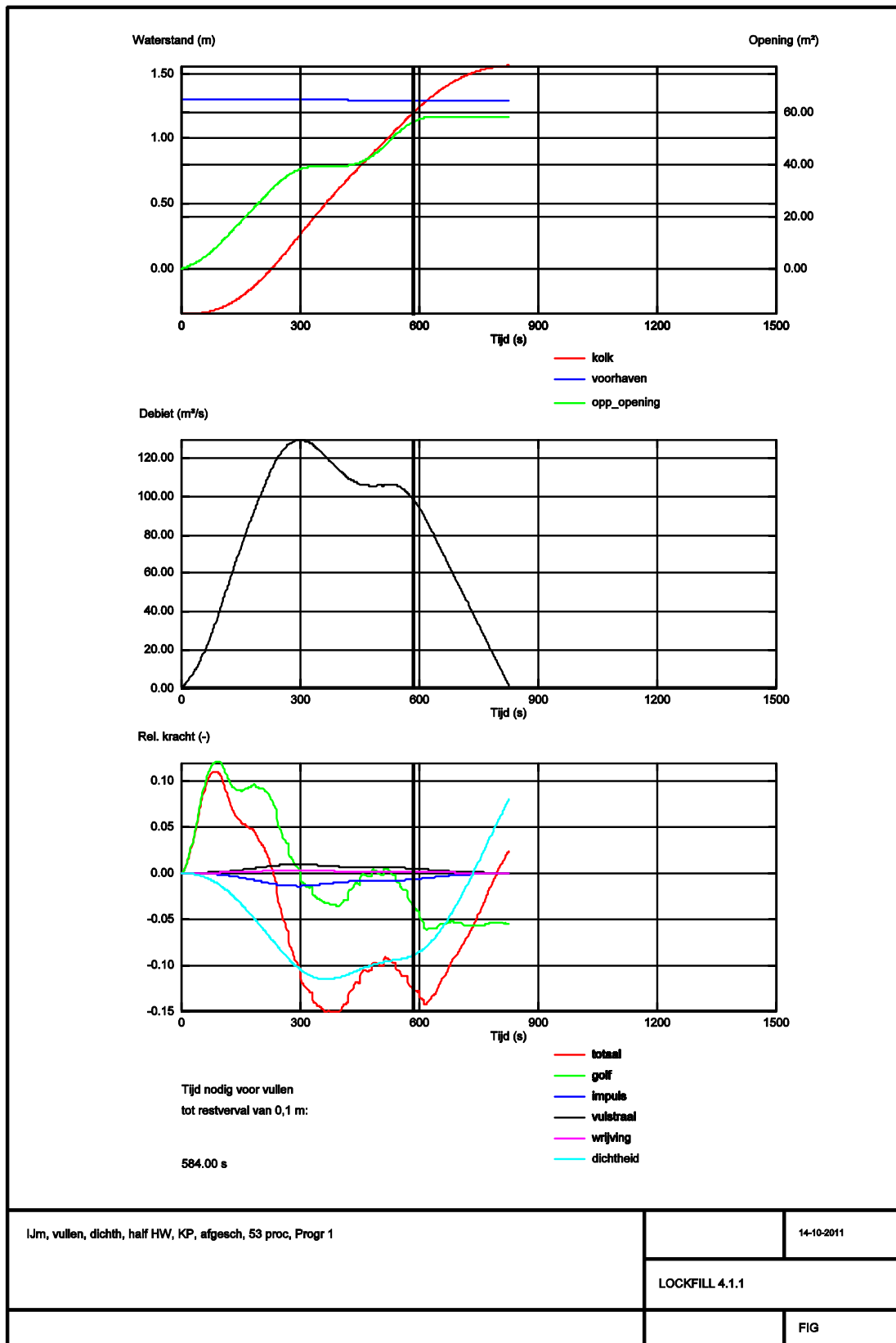
V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



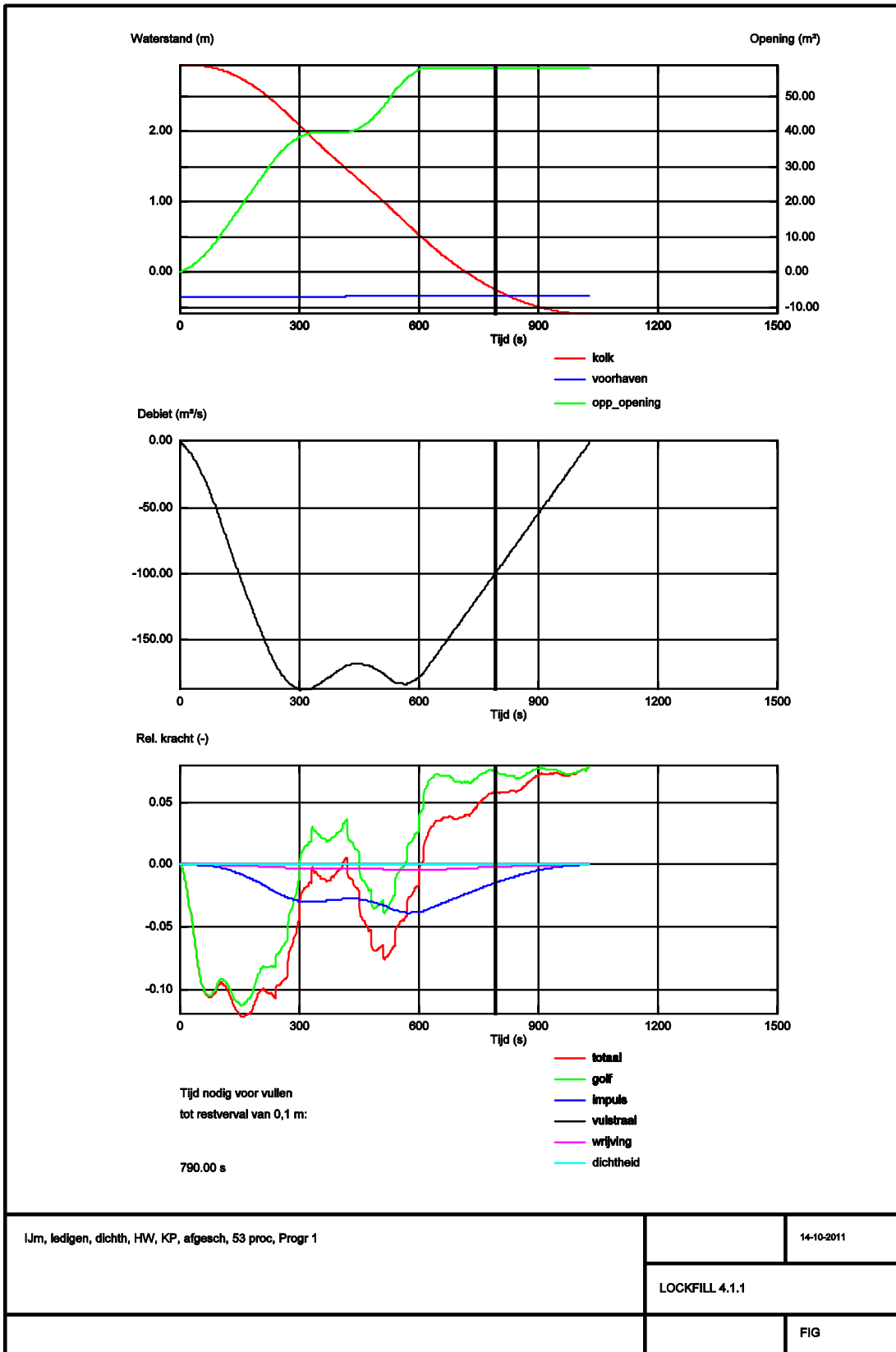
P-1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1



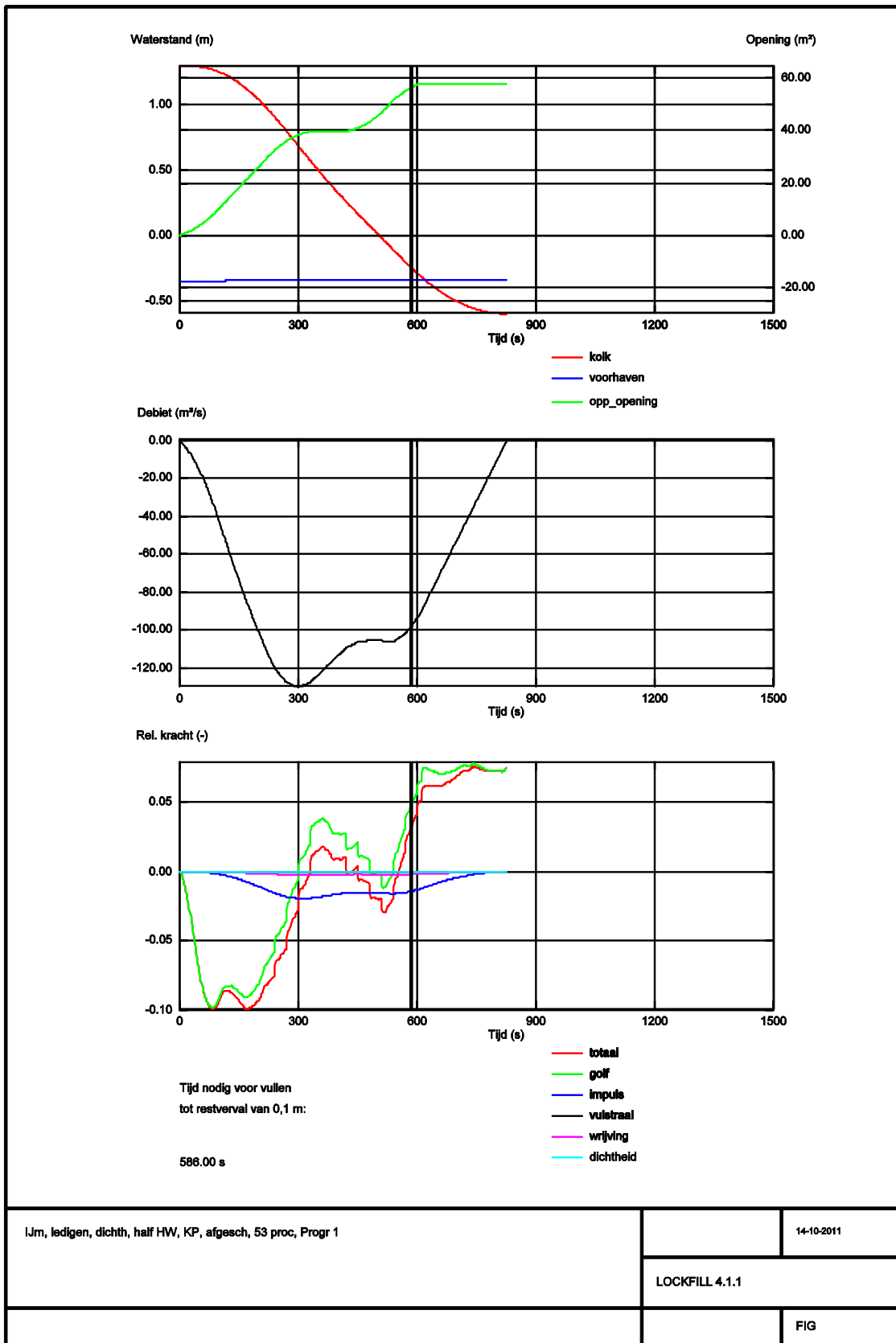
P-2 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1a



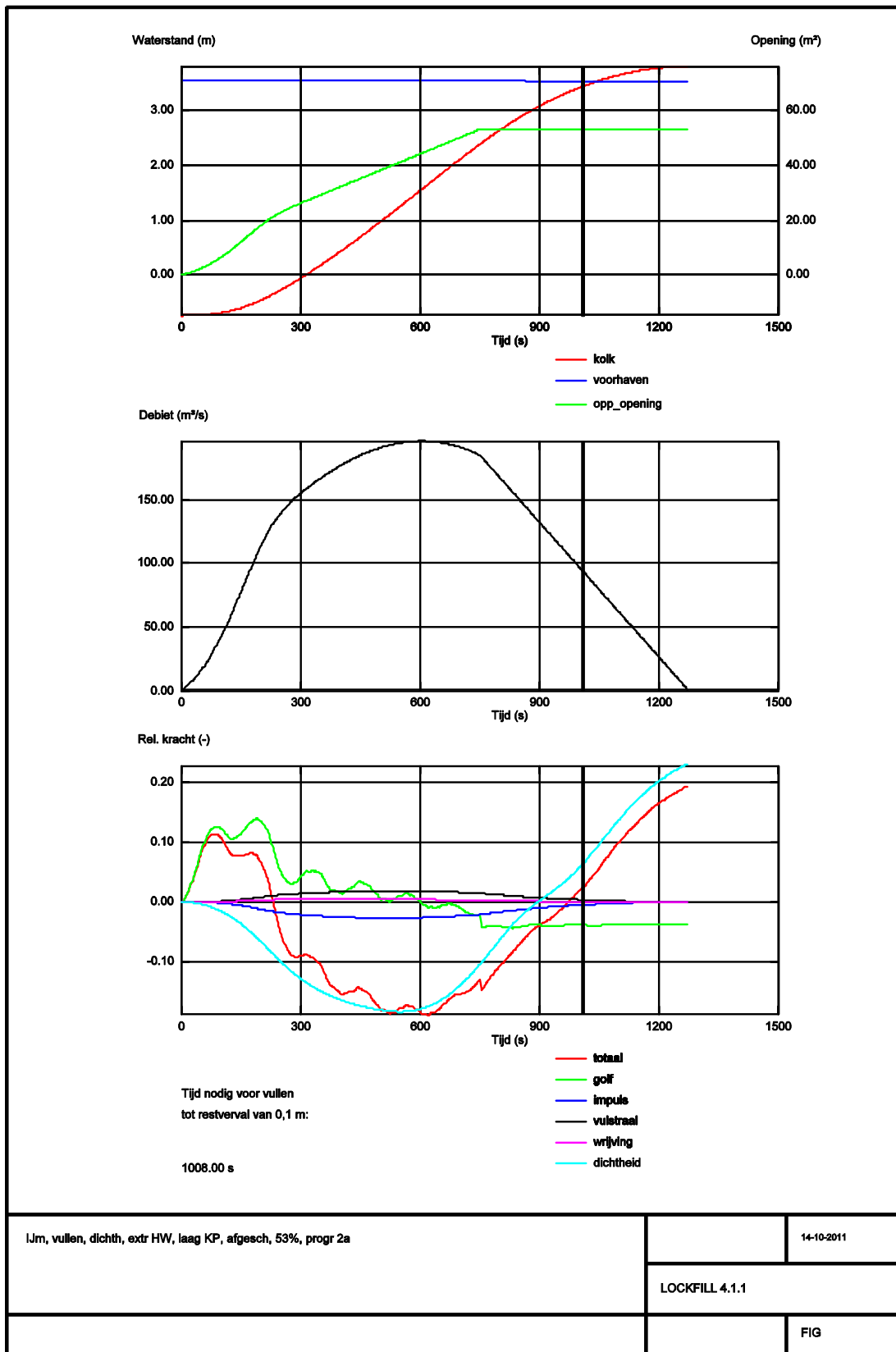
P-3 Vullen, zee NAP 1.30 m, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1



P-4 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1



P-5 Ledigen, kolk op NAP 1.30 m, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 1



P-6 Vullen, extreem HW, laag kanaalpeil, dichtheidsverschil, Progr 2a

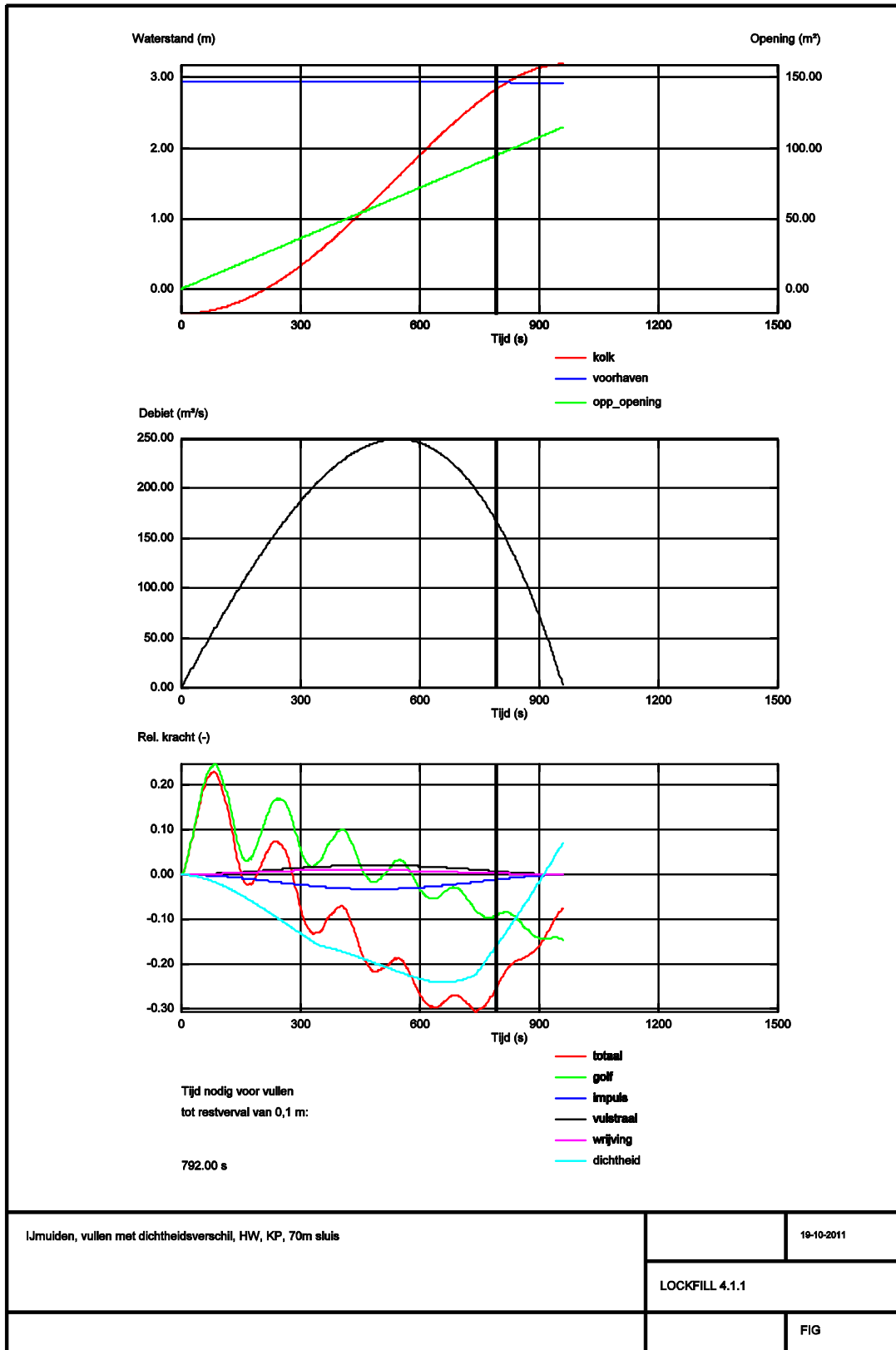
Sluisvariant 70 m breed met puntdeuren hydraulische lengte 628 m en schip 400 m

SYSTEEM MET 120 M² T.P.V. DE SCHUIVEN

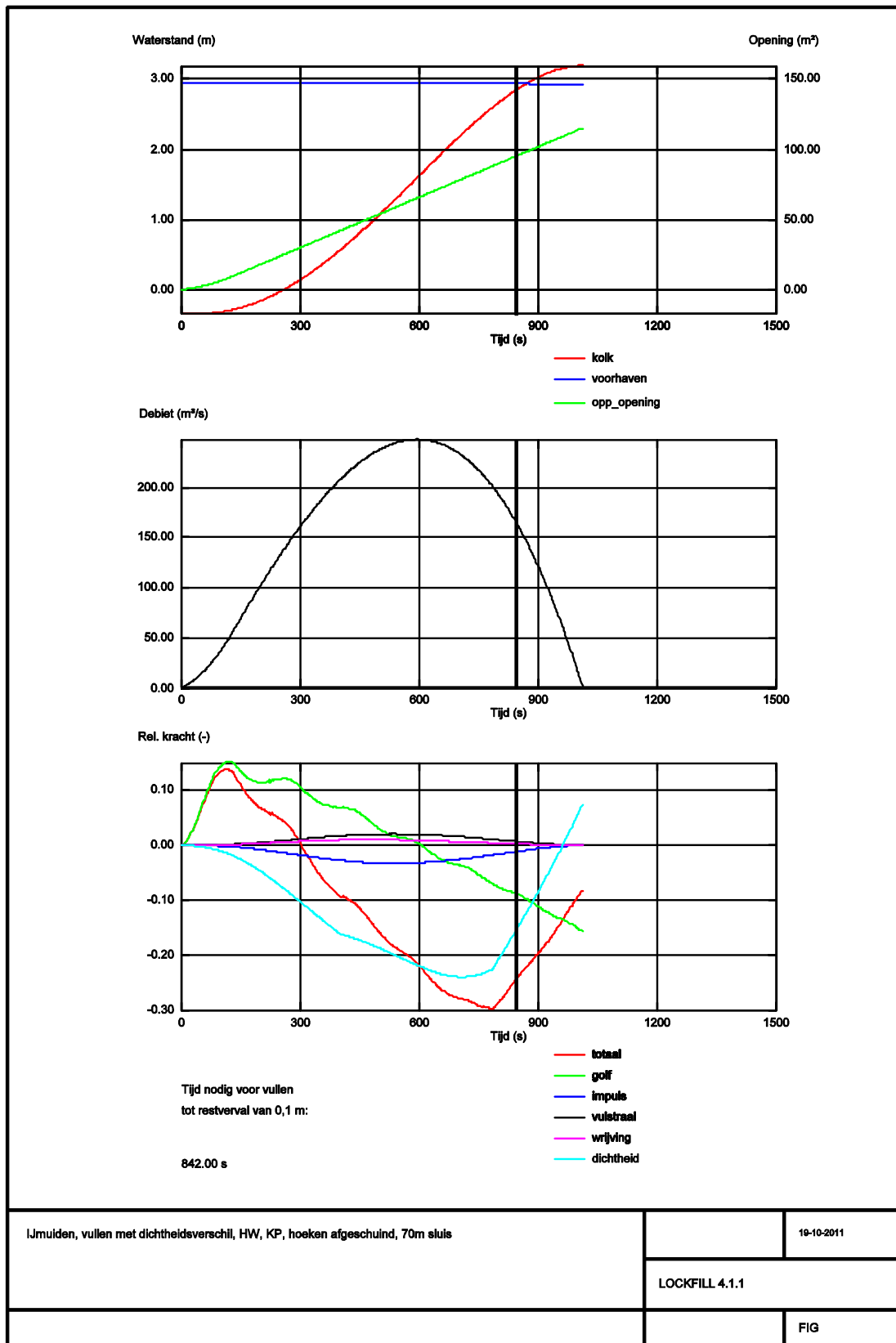
- IJ1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil
- IJ7 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil
- IJ11 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil

VARIATIES INVOERPARAMETERS OF OMSTANDIGHEDEN

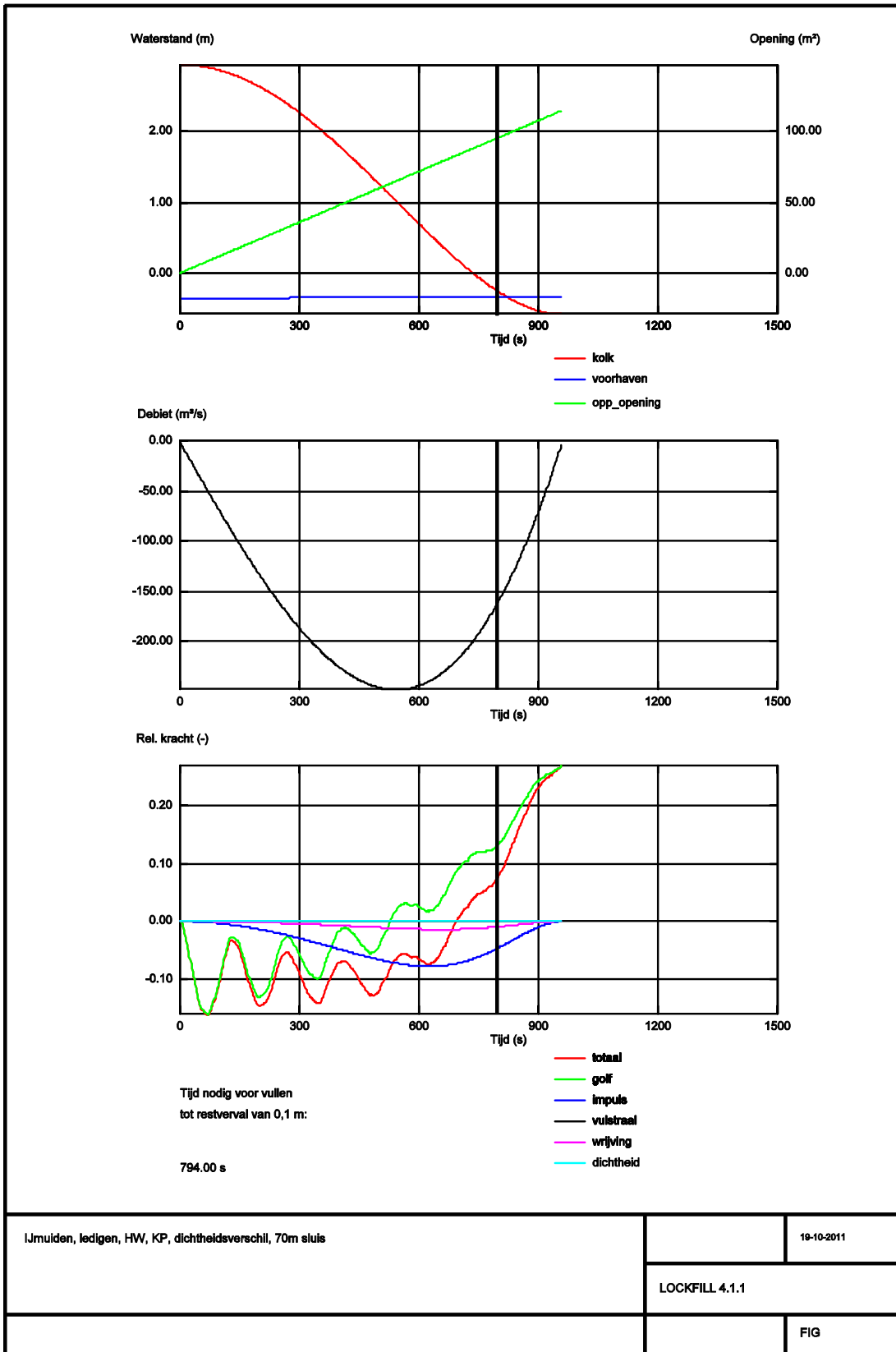
- V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³
- V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



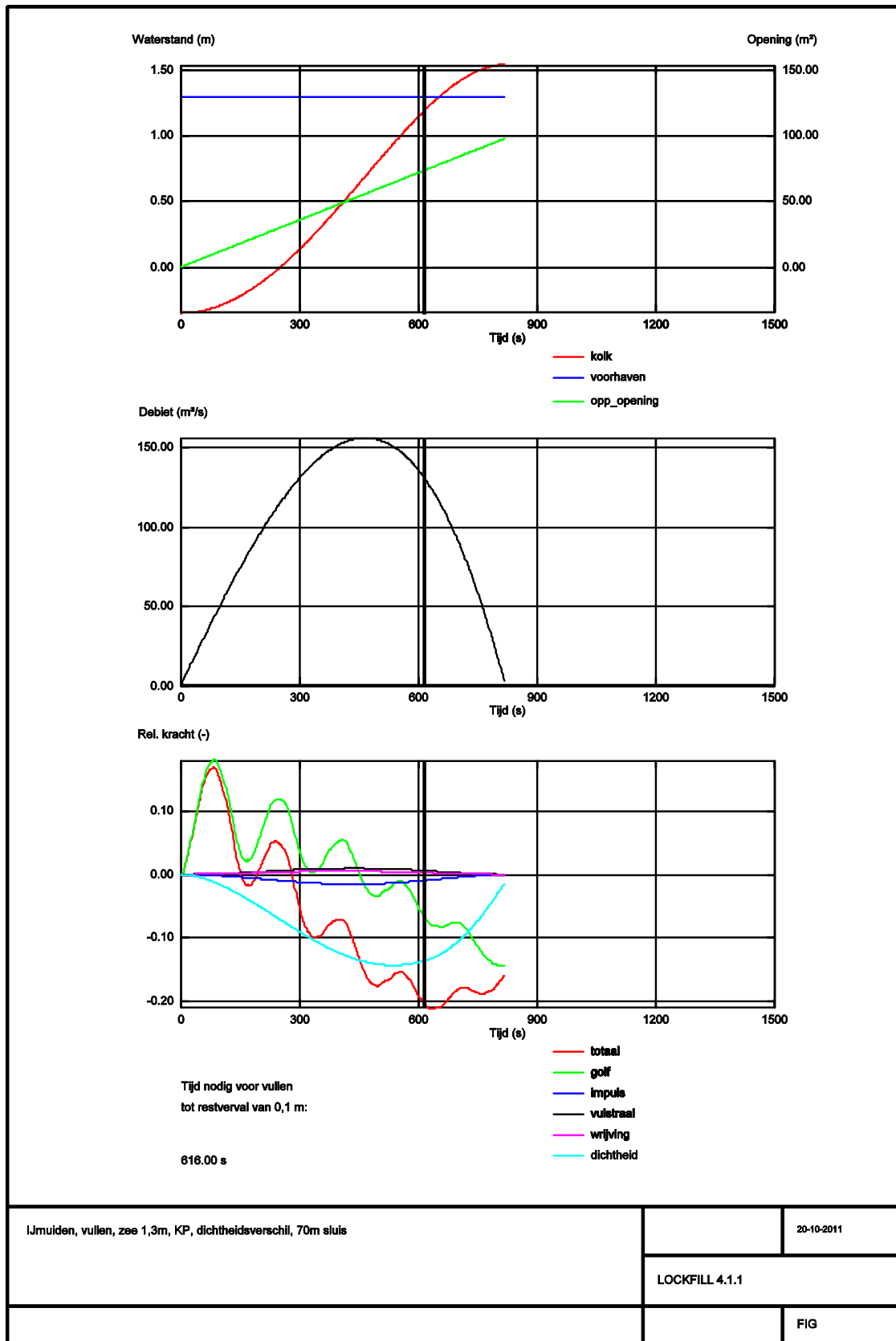
Figuur IJ1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil



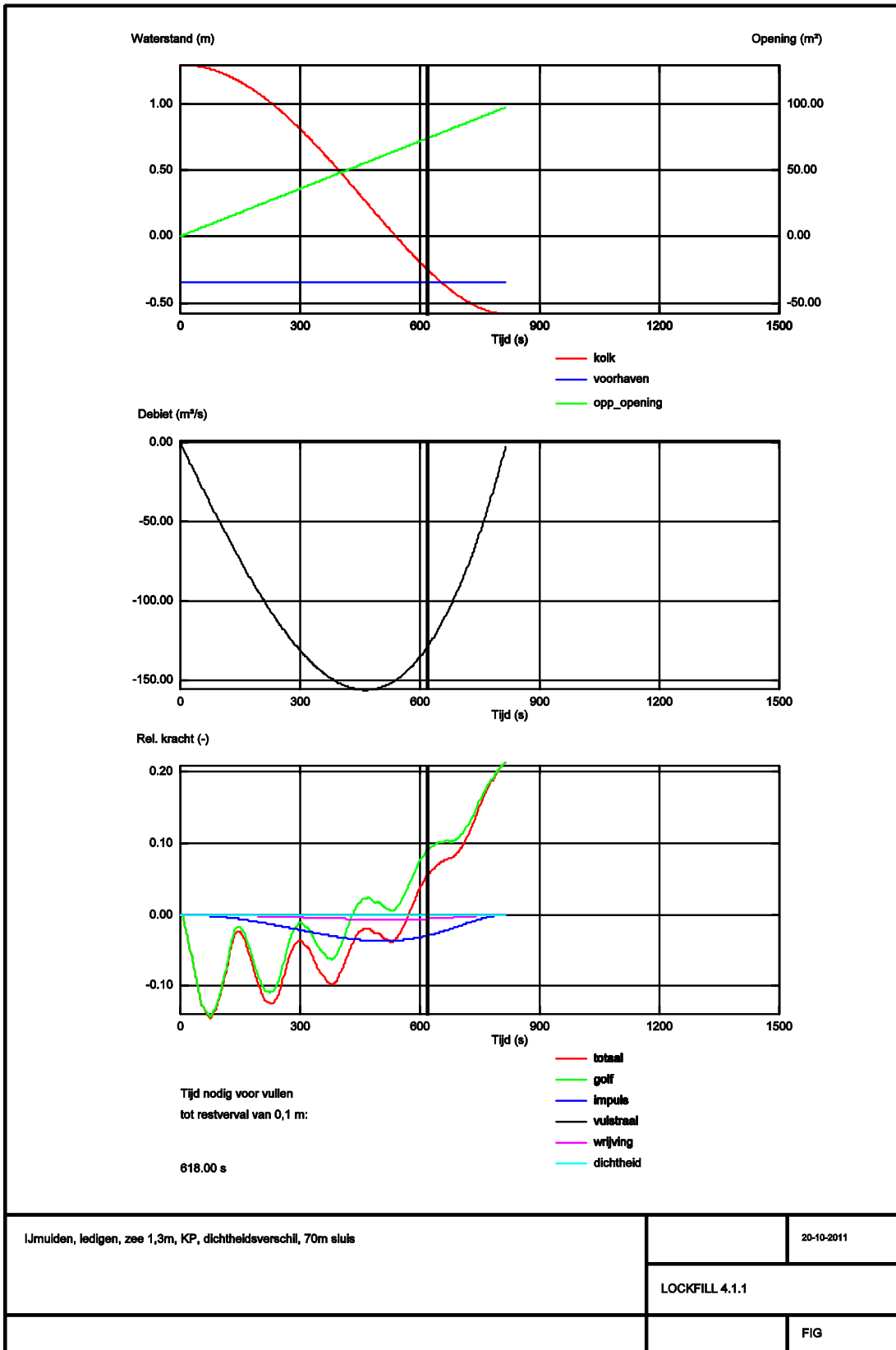
Figuur IJ7 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil



Figuur Fig IJ11 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil



V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³

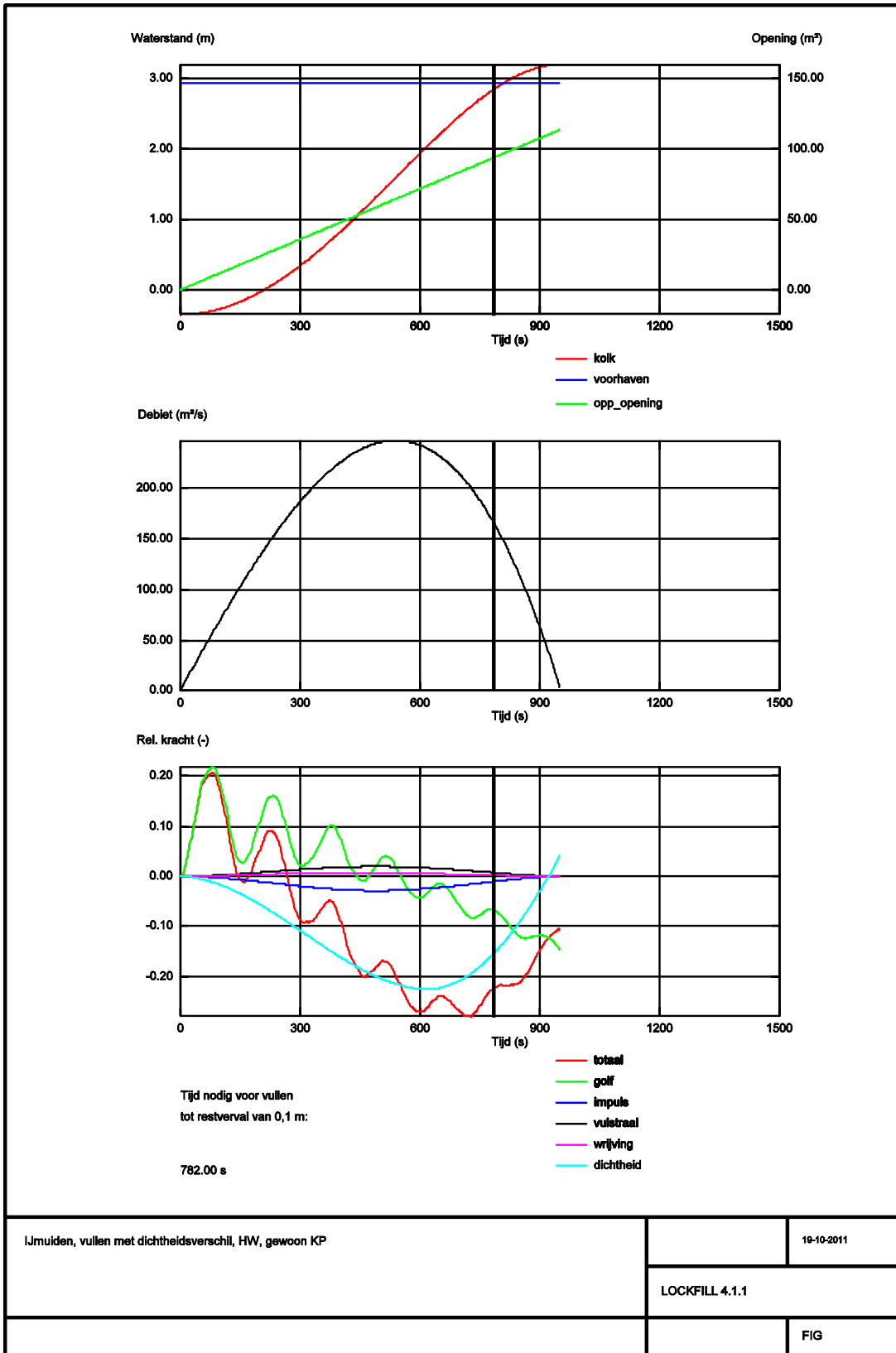
Sluisvariant 65 m breed met sectordeuren hydraulische lengte 663 m en schip 366 m

SYSTEEM MET 120 M² T.P.V. DE SCHUIVEN

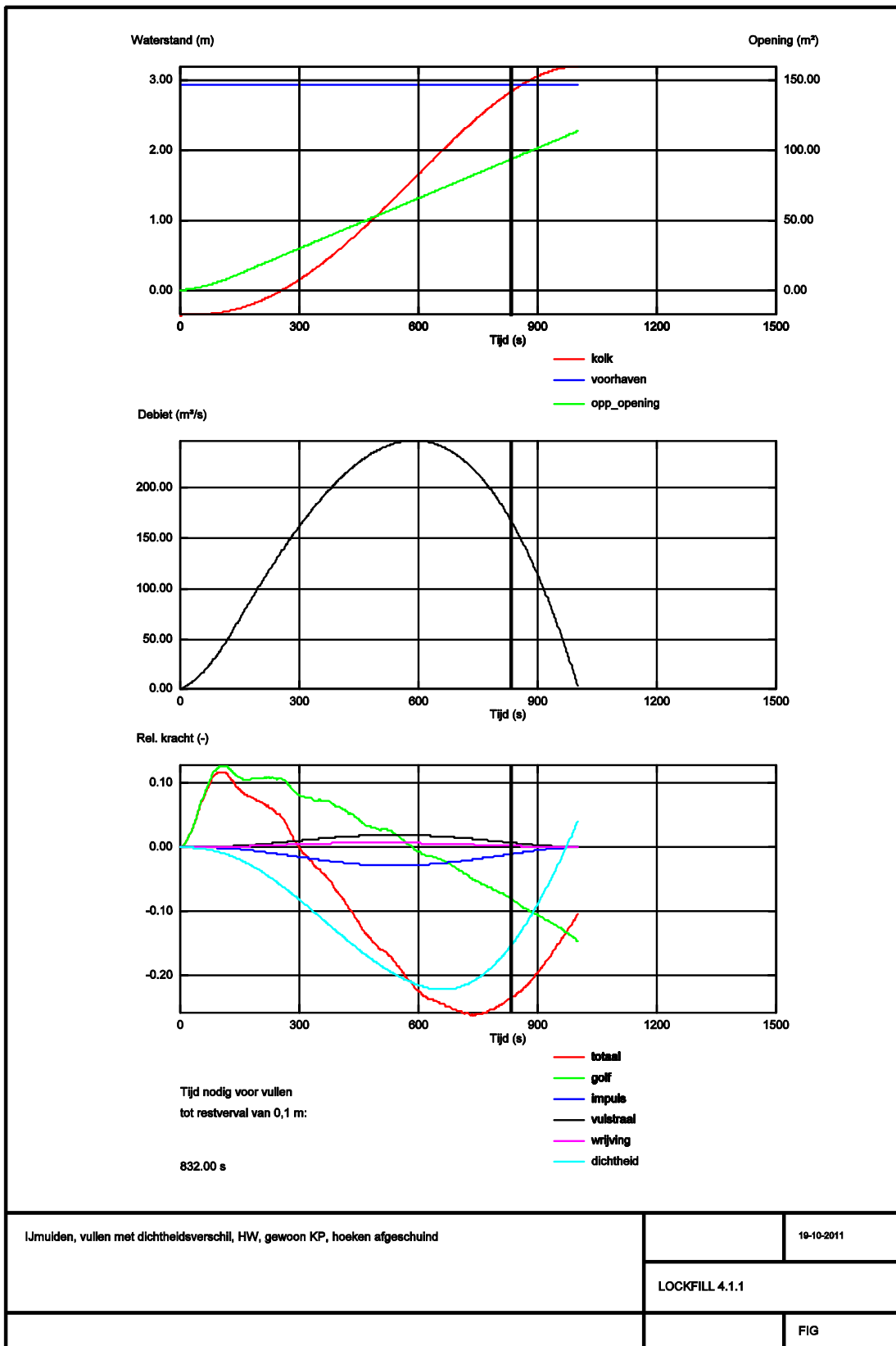
- IJ1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil
- IJ7 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil
- IJ11 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil

VARIATIES INVOERPARAMETERS OF OMSTANDIGHEDEN

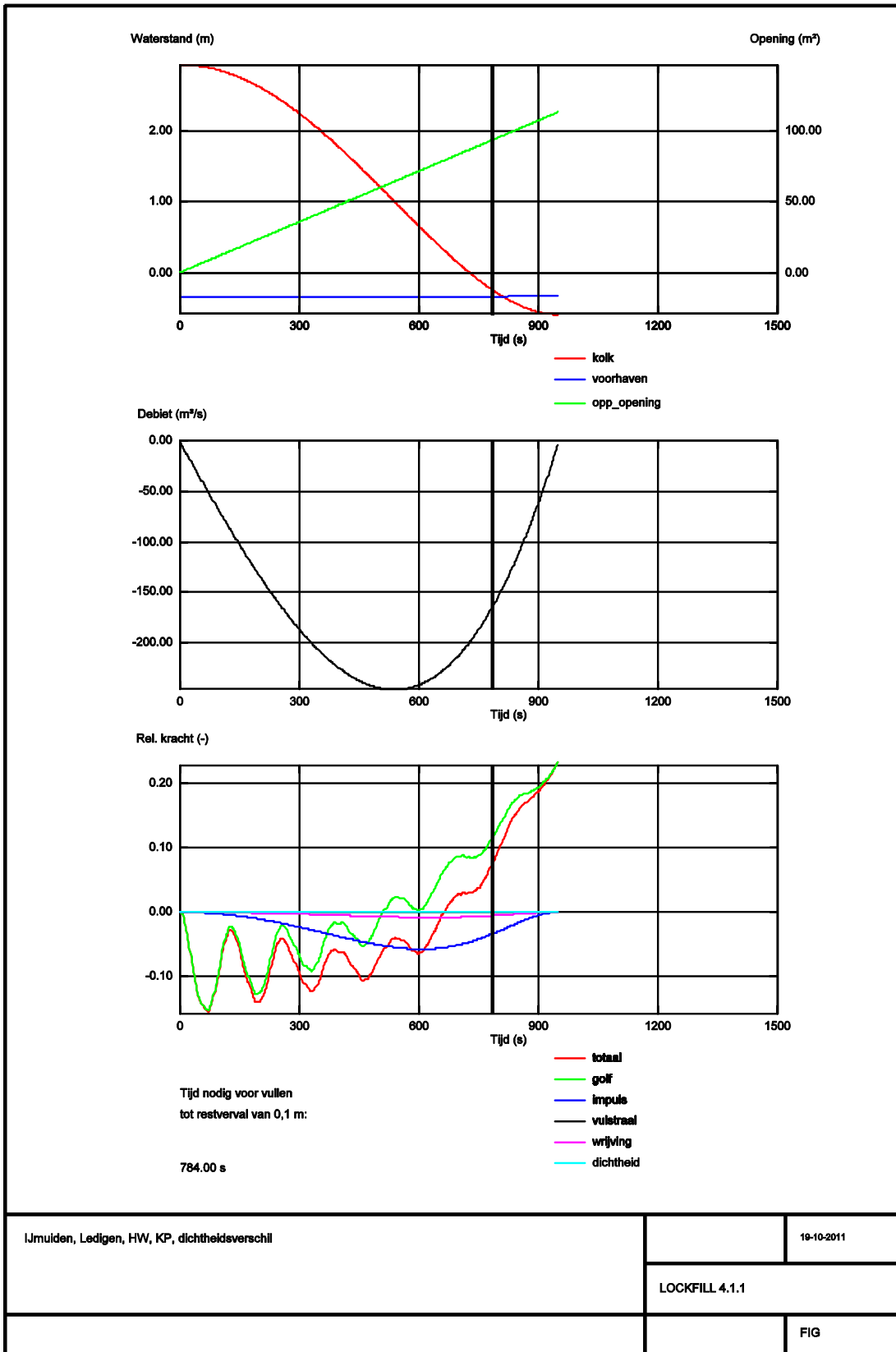
- V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³
- V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



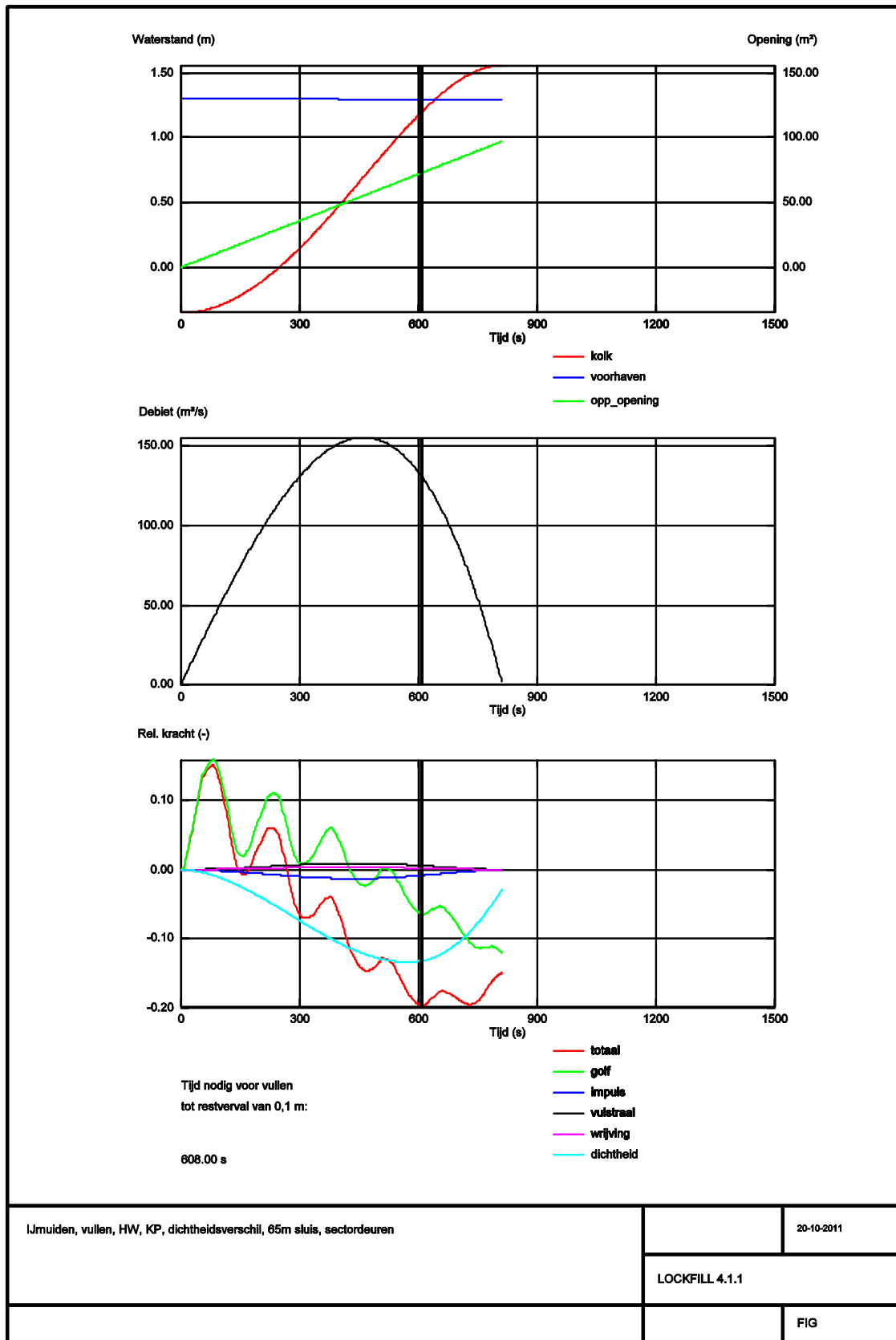
Figuur IJ1 Vullen, HW, gewoon kanaalpeil, zout dichtheidsverschil



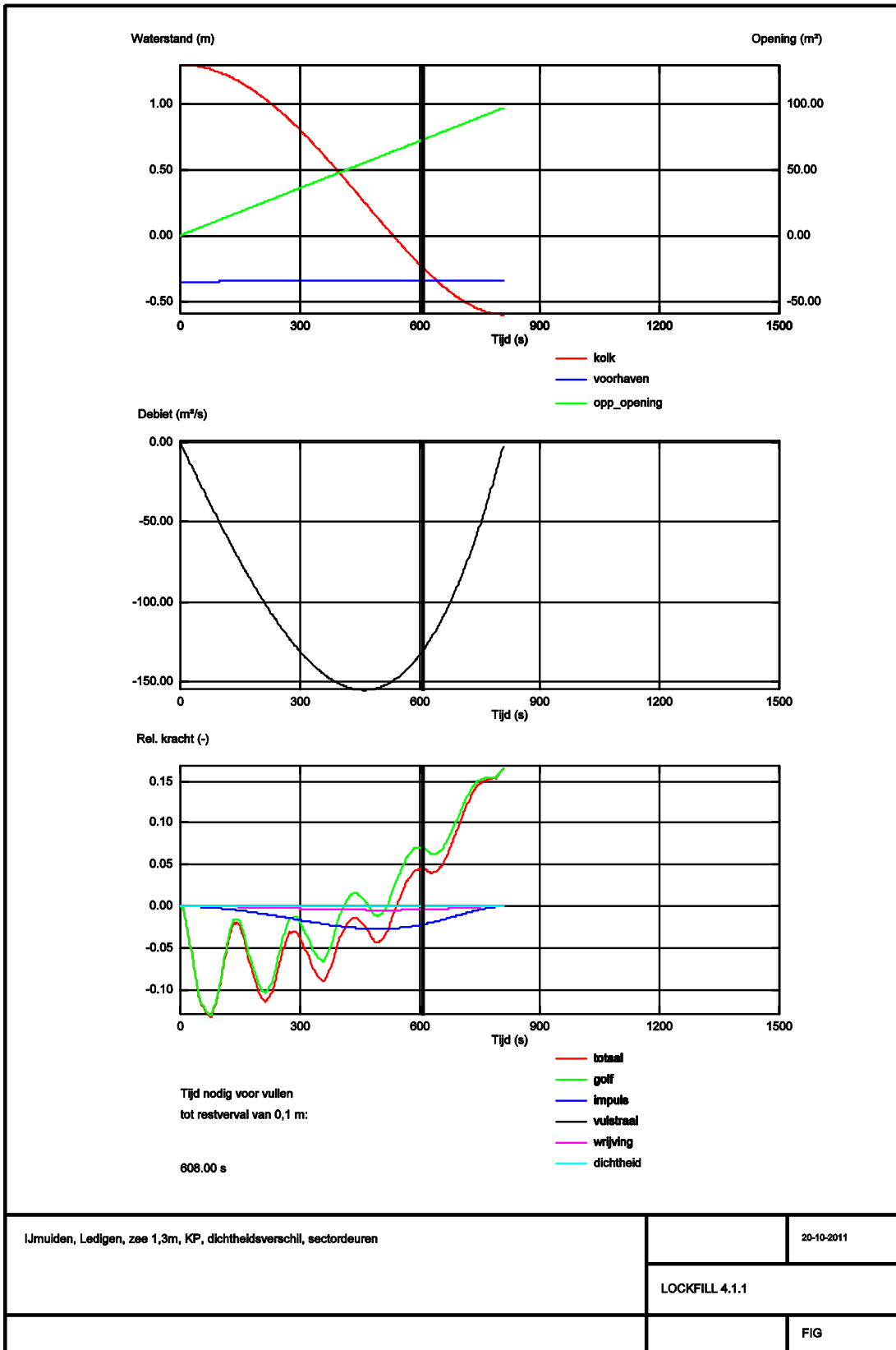
Figuur IJ7 Vullen, HW, kanaalpeil, afgeschuinde vulopeningen, zout dichtheidsverschil



Figuur Fig IJ11 Ledigen, HW, gewoon kanaalpeil, dichtheidsverschil



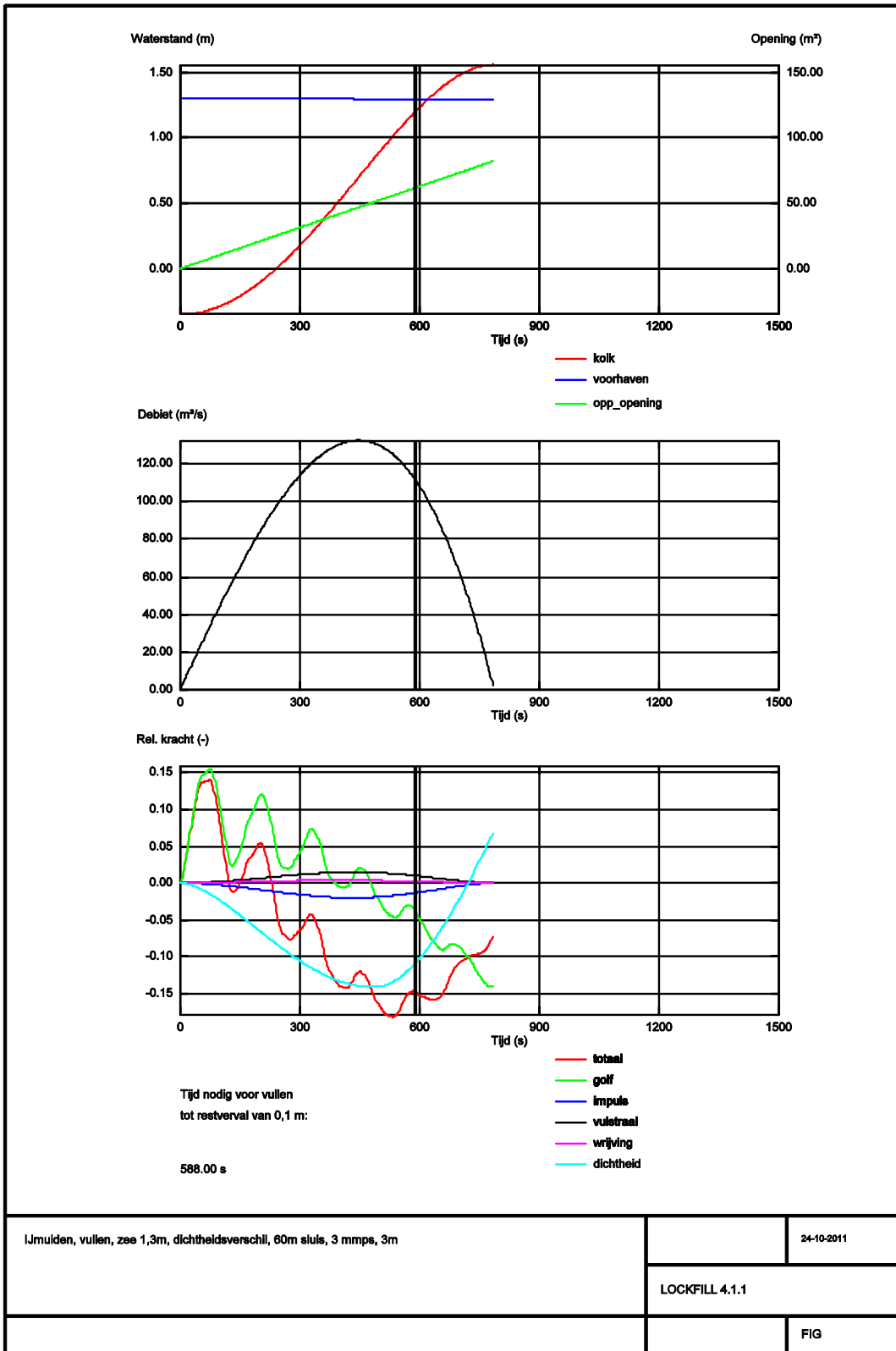
V13 Check vervaleffect, vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³



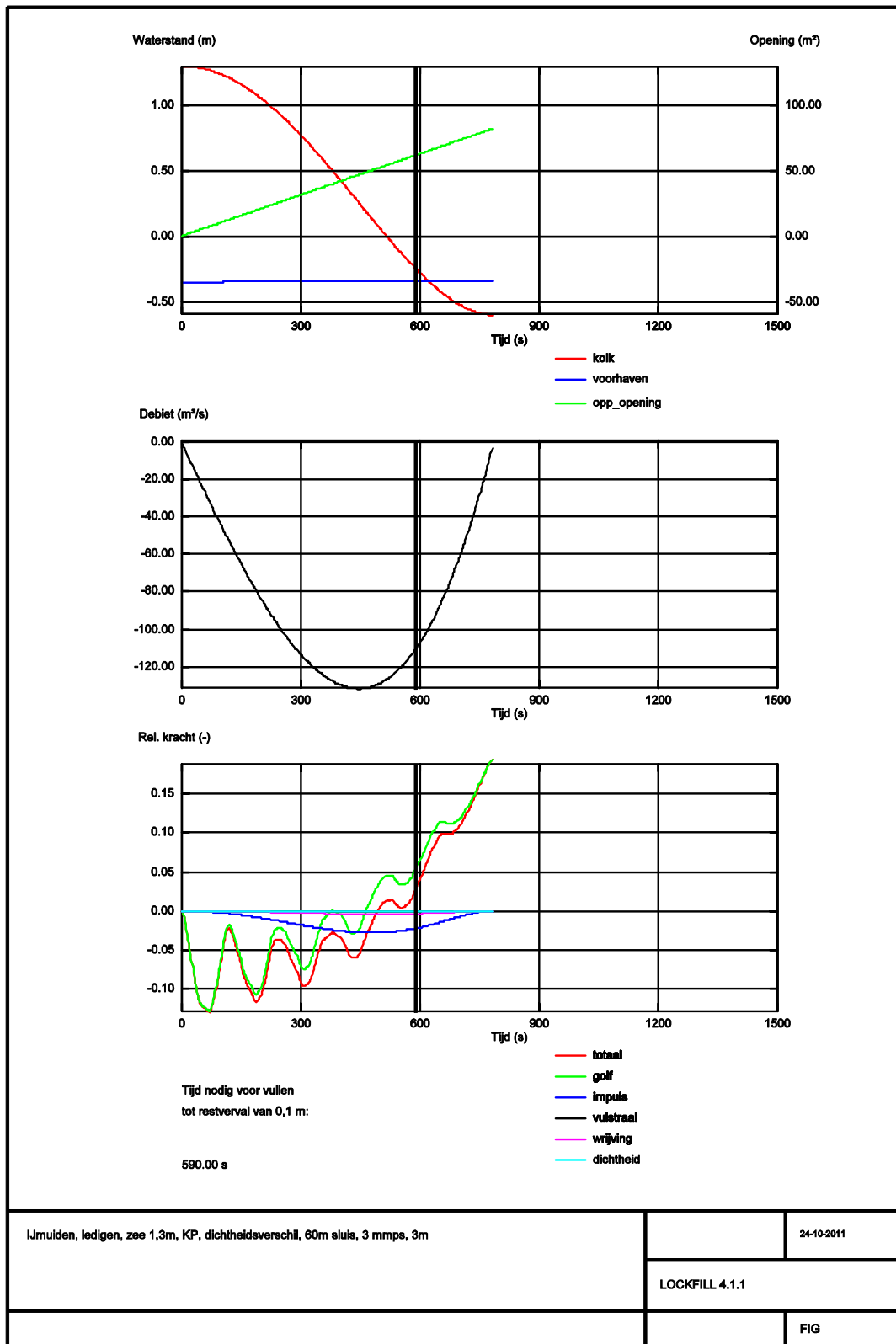
V14 Check vervaleffect, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³

**Sluisvariant 60 m breed met roldeuren
hydraulische lengte 590 m en schip 340 m**

- V13 Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1,5 mm/s en hefhoogte 1,5 m
- V13 Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1 mm/s en hefhoogte 1 m



V13 Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 3 mm/s en hefhoogte 3 m

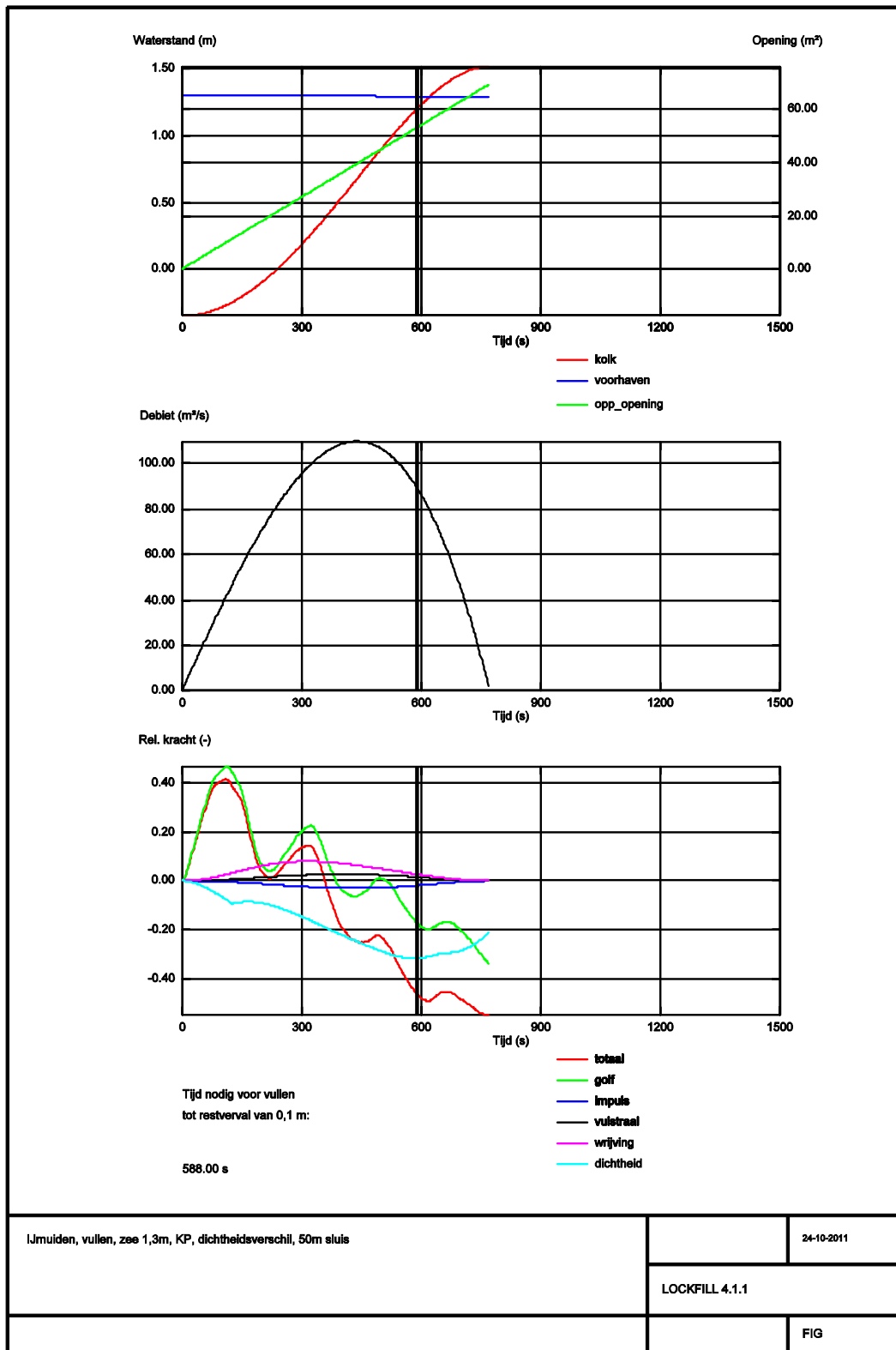


V13 IJmuiden, ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 3 mm/s en hefhoogte 3 m

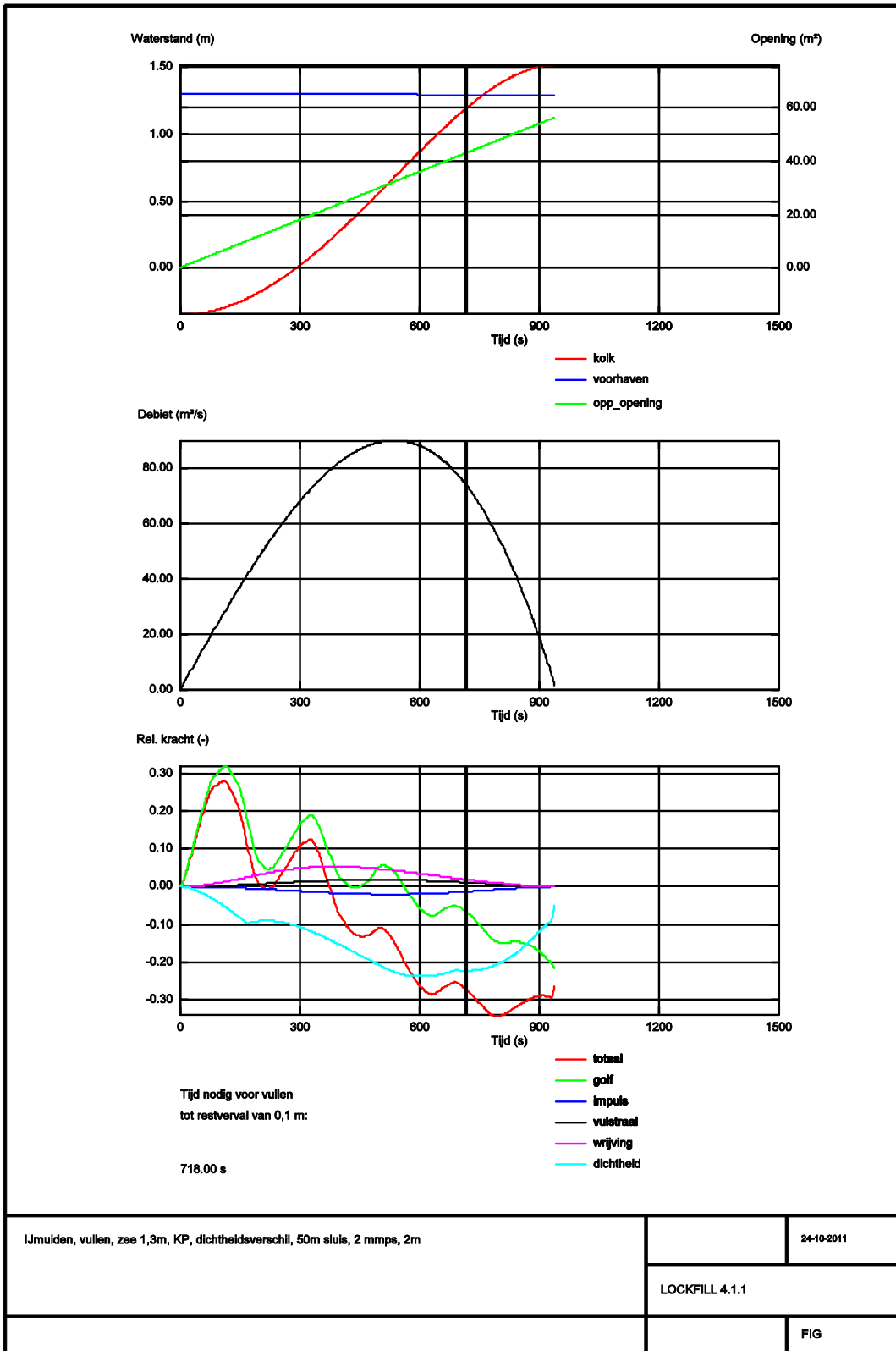
Sluisvariant 50 m breed met roldeuren hydraulische lengte 590 m en schip 325 m

- V13a Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 3 mm/s en hefhoogte 3 m
- V13b Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 2 mm/s en hefhoogte 2 m
- V13c Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1,5 mm/s en hefhoogte 1,5 m
- V13c Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1 mm/s en hefhoogte 1 m

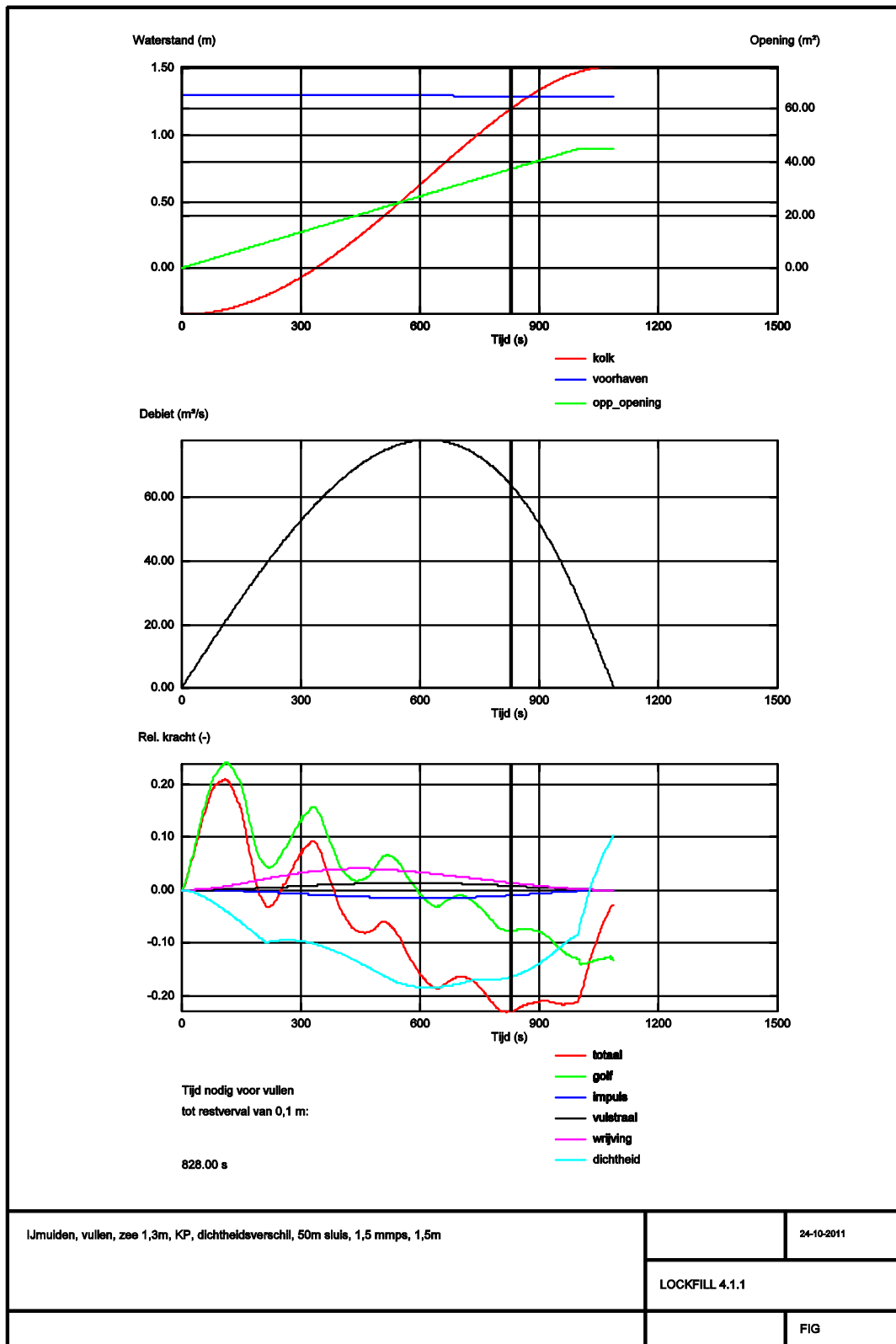
- V14a Ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1,5 mm/s en hefhoogte 1,5 m
- V14a Ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1 mm/s en hefhoogte 1 m



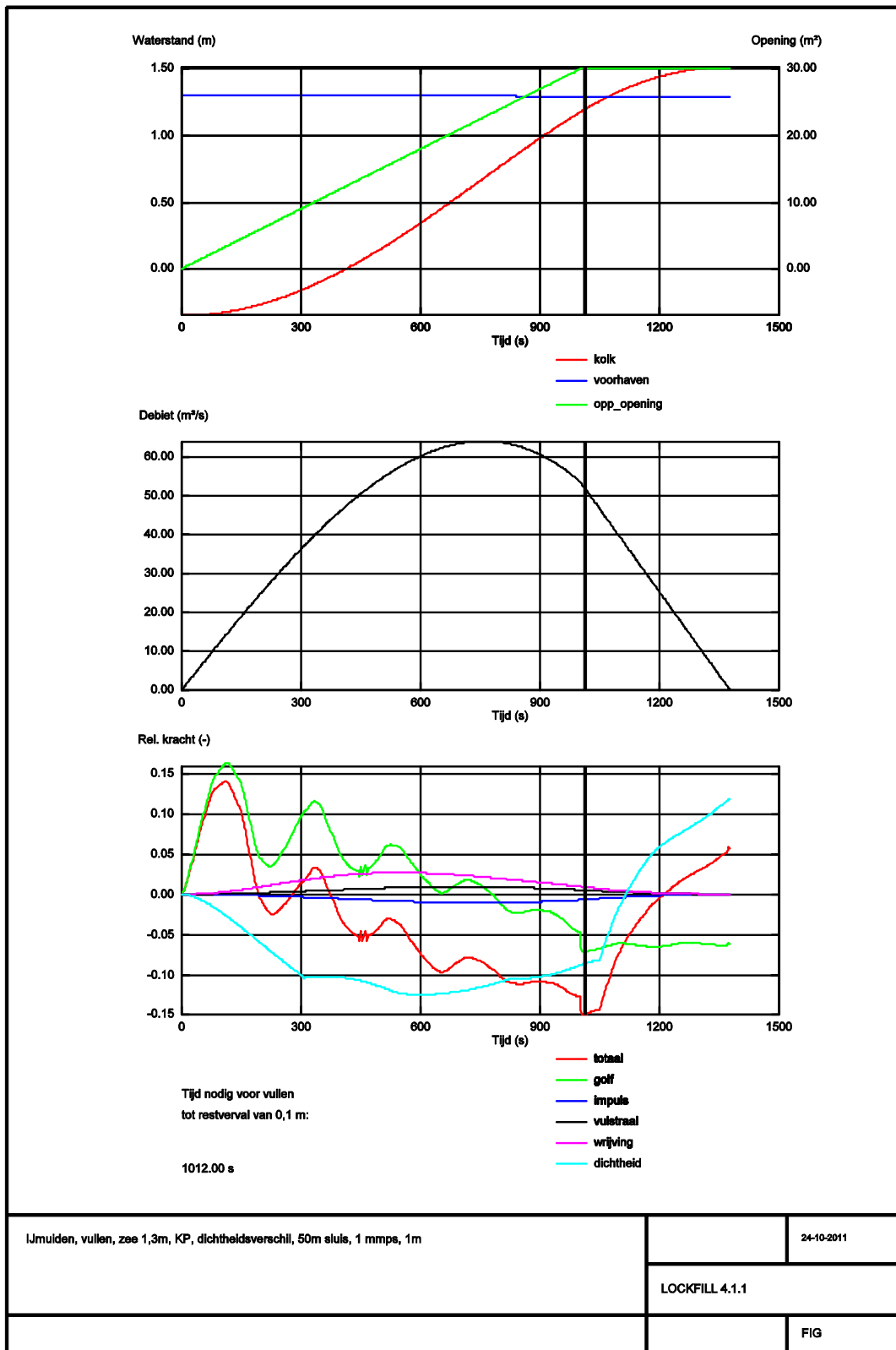
V13a Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 3 mm/s en hefhoogte 3 m



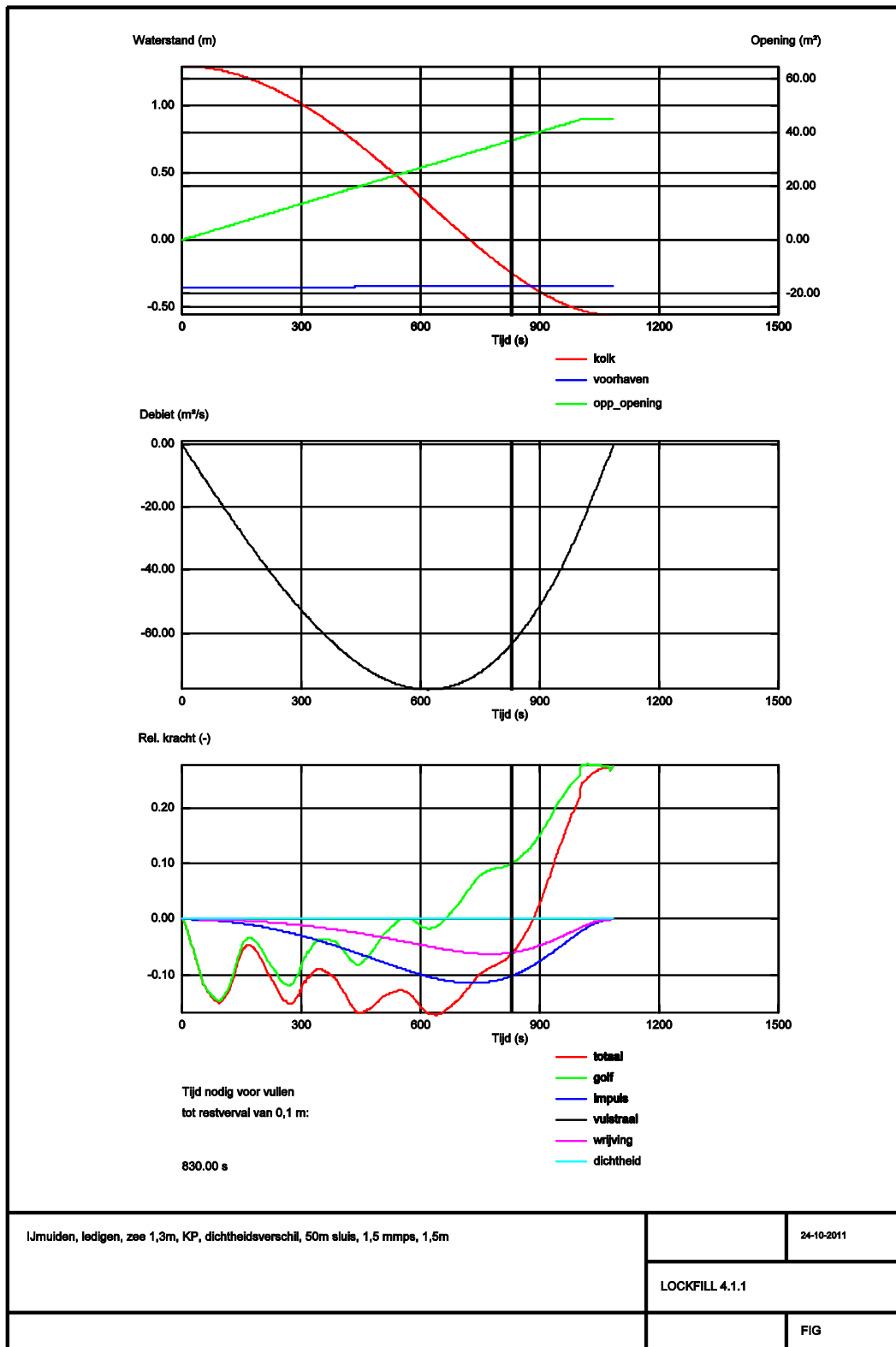
V13b Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 2 mm/s en hefhoogte 2 m



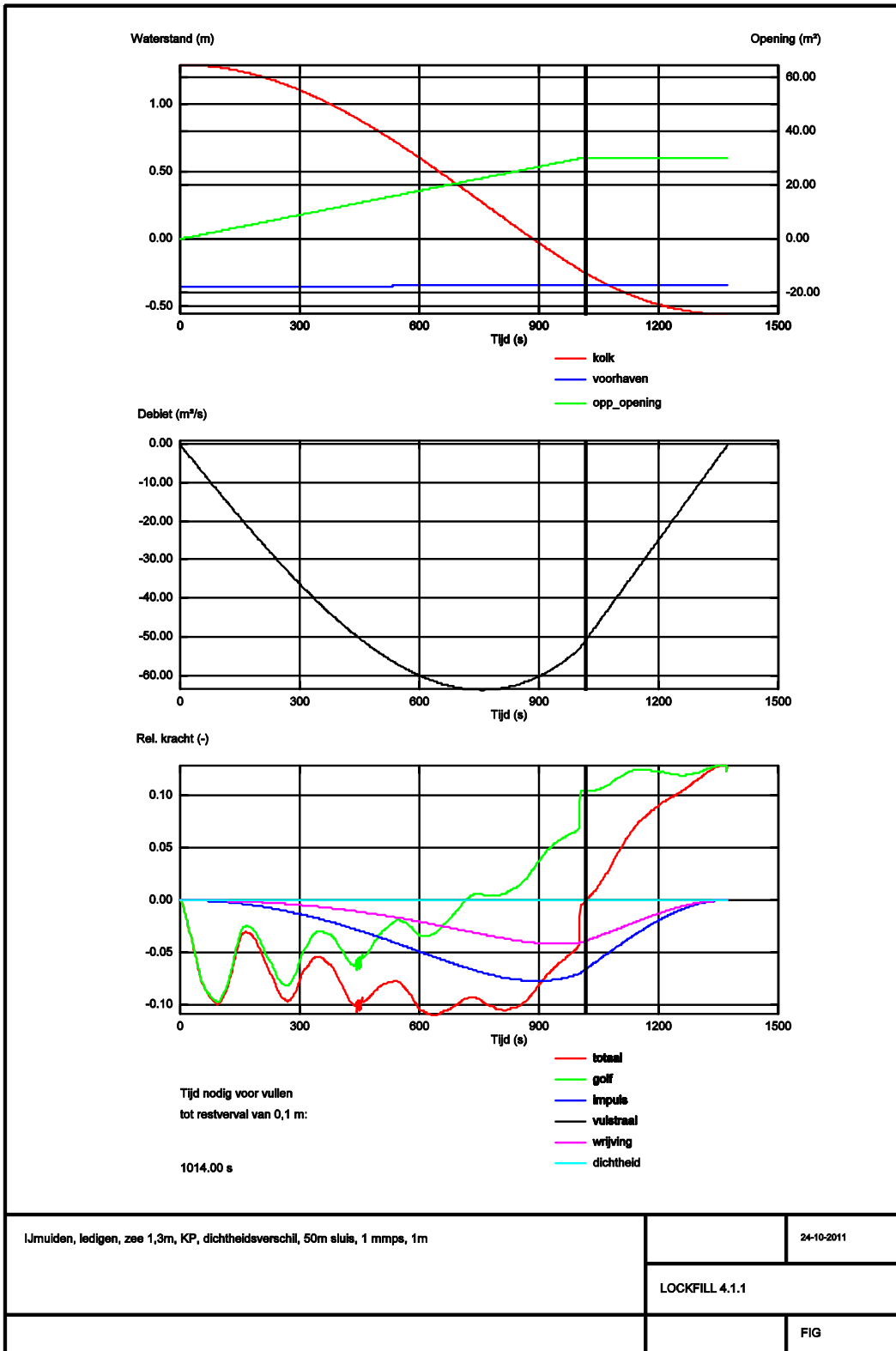
V13c CVullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1,5 mm/s en hefhoogte 1,5 m



V13d Vullen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1 mm/s en hefhoogte 1 m



V14a Ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1,5 mm/s en hefhoogte 1,5 m



V14b Ledigen, zee NAP 1,30, KP, dichtheidsverschil 20 kg/m³; hefsnelheid 1 mm/s en hefhoogte 1 m

BIJLAGE 6 Ontwerpberekeningen deur en bewegingswerk

BIJLAGE 7.1

Belastingscombinaties en reacties

		Belastingen [kN]				Afstand [m]				Reacties [kN]					
		Vert.	Horizontaal			Horiz.	Vertic. kw		Vertic. dp	Horiz.	Verticaal				
			B	B _{zout}	B _{zoet}		B _{total}	x			Z _{zout}	Z _{zoet}	Z _{zout}	Z _{zoet}	R _n	R_{v1}	R_{v2}	Σ(R_{v1}+R_{v2})	α (°)
F0	Eigen gewicht constr	-17800				25				0	3657	14143	17800	[-42,42]	
	Eigen gewicht draaipunt+ ballast	-3025				0,0				0	3025	0	3025	[-42,42]	
F1 _{zoet}	Oprijvende kracht (totale drijfkist)	26460				23,18				0	-6967	-19493	-26460	[-42,42]	
	ballast deel 1 (dp) (85%)	-7990				16,6				0	3779	4211	7990	[-42,42]	
	ballast deel 2 (mid) (80%)	-6208				23,1				0	1642	4566	6208	[-42,42]	
	ballast deel 3 (kw) (13,5%)	-1256				29,9				0	63	1193	1256	[-42,42]	
	oprijvende kracht dp (NAP-0.88m)	840				0,0				0	-840	0	-840	[-42,42]	
F2	Aanhangend gewicht	-2200				25				0	452	1748	2200	[-42,42]	
F _{subm}	submerged steel (max)	1700				25				0	-349	-1351	-1700	[-42,42]	
	submerged steel (min)	900				25				0	-185	-715	-900	[-42,42]	
Σperm	(min oplegdrnk: F0+F1+F _{submax})									0	4850	3269	8119	[-42,42]	
Veranderlijk															
F10 ₁₀₀₀₀	Max. pos. verval		-150674	65820	-84854		8,54	5,71	-3,96	-6,79	84854	-4736	4736	0	-42
F11 ₁₀₀₀₀	Max. neg. verval		-48255	78278	30024		4,83	6,22	-7,67	-6,28	-30024	3858	-3858	0	-42
F12	Vervalbelast. bij max. schutpeil		-112807	65820	-46986		7,39	5,71	-5,11	-6,79	46986	-4110	4110	0	-42
F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (pos.)		-22525		-22525		19,27				22525	4846	-4846	0	-42
F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (neg.)														
F13 ₁₀	Golf belasting			-7067	-7067		15,36				7067	642	-642	0	-42
F16	Verkeersbelasting (30kN per as)		-60				16				0	29	31	60	-42
F16	Verkeersbelasting (5kN/m²)		-1360				16				0	668	692	1360	-42
F16 _{total}			-1420								0	698	722	1420	-42
Bijzonder															
F40	Obstakel											953			
F53 _{1000.zout}	IJsdruk (250 kN/m) (+4.17m NAP)			-11229			22,17		9,67		11229	3451	-3451	0	-42
F53 _{1000.zoet}	IJsdruk (400 kN/m) (+0.67m NAP)			17966			18,67		6,17		-17966	-3523	3523	0	-42
F55 _{1000.zoet}	Lekraken drijfkist (20%)	706				30,41					0	-24	-682	-706	-42
	Vermoeiing		-90159	69563	-20596		6,6067	5,87	-5,89	-6,63	20596	-2222	2222	0	-42
Bij openen															
F15 ₅₀	Max. pos. verval bij openen		-124165	107903	-16262		7,77	7,31	-4,73	-5,19	16262	-843	843	0	-42
F15 ₅₀	Max. neg. verval bij openen		-74444	80343	5899		6,00	6,24	-6,50	-6,26	-5899	622	-622	0	-42
	Vermoeiing bij openen		-91071	90159	-912		6,64	6,61	-5,86	-5,89	912	-74	74	0	-42

Belastingcombinaties (voor UGT)		bcs1a	bcs1c	bcs1e	bcs1g	bcs1i	bcs3a	bcs4a	btw3a	btw3b
Permanente	F0	Eigen gewicht	1,32	1,32	1,32	1,00	1,00	1,00	1,76	1,00
	F1.zoet	Oprijvende kracht	1,32	1,32	1,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	F2	Aanhangend gewicht	1,32	1,32	1,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Veranderlijk	F10 ₁₀₀₀₀	Max. pos. verval	1,10							
	F11 ₁₀₀₀₀	Max. neg. verval		1,10						
	F12	Vervalbelast. bij max. schutpeil			1,10	1,00	1,00	1,00		
	F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (pos.)	1,10							
	F13 ₁₀₀₀	Golf belasting (neg.)		1,10						
	F13 ₁₀	Golf belasting			1,10					
Bijzonder	F40	Obstakel					1,00			
	F53 _{1000.zout}	IJsdruk (250 kN/m) (+4.17m NAP)			1,00					
	F53 _{1000.zoet}	IJsdruk (400 kN/m) (+0.67m NAP)								
	F55 _{1000.zoet}	Lekraken drijfkist				1,00				
Bij openen	F15 ₅₀	Max. pos. verval							1,00	
	F15 ₅₀	Max. neg. verval								1,00

Belastingcombinaties [kN] (met factor)		R _n	R _{v1}	R _{v2}	Σ(R _{v1} +R _{v2})
bcs1a	Max. pos. verval	118116	6010	6502	12512
bcs1c	Max. neg. verval	-33026	9536	72	9608
bcs1e	Normale verval+Golf+Verkeer	59458	3485	12549	16033
bcs1g	Normale verval+IJsdruk	58215	3978	6351	10329
bcs1i	Normale verval+Lekraken	46986	503	9120	9623
bcs3a min	Normale verval+Obstakel min	46986	527	10755	10329
bcs3a max	Normale verval+Obstakel max	46986	527	10755	10329
bcs4a	Onderhoud	0	6436	24892	31328
btw3a	Max. pos. verval bij openen	16262	3619	5859	9479
btw3b	Max. neg. verval bij openen	-5899	4632	2647	7279
	Vermoeiing bij openen	912	4387	5091	9479
	Vermoeiing	0	4636	5692	10329
	Max. pos. verval+Gewicht	93339	83	9525	9608

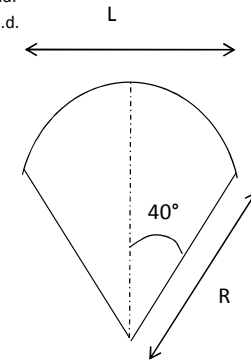
Representatieve waarden!
Belastingfactoren over de belastingen m.b.t. het bewegen van de deur zijn opgenomen in de berekening van het bewegingswerk.

Noot:
Ontbrekende permanente belastingen in bovengenoemde bepaling van reacties: - gewicht ducts ,nivelleerschuiven etc. ca. 120 ton. COG ligt ca. 30 meter uit draipunt - aanvaarconstructie, ca. = 100 ton. COG ligt ca. 25 m uit draipunt. - verkeersbrug, ca. 180 ton. COG ligt ca. 10 m uit draipunt. Deze gewichten zijn te compenseren door ontballasten van ballasttank deel 1, 2 en 3. **De gepresenteerde totaal reacties kunnen daartoe gehandhaafd blijven.**

INVOER

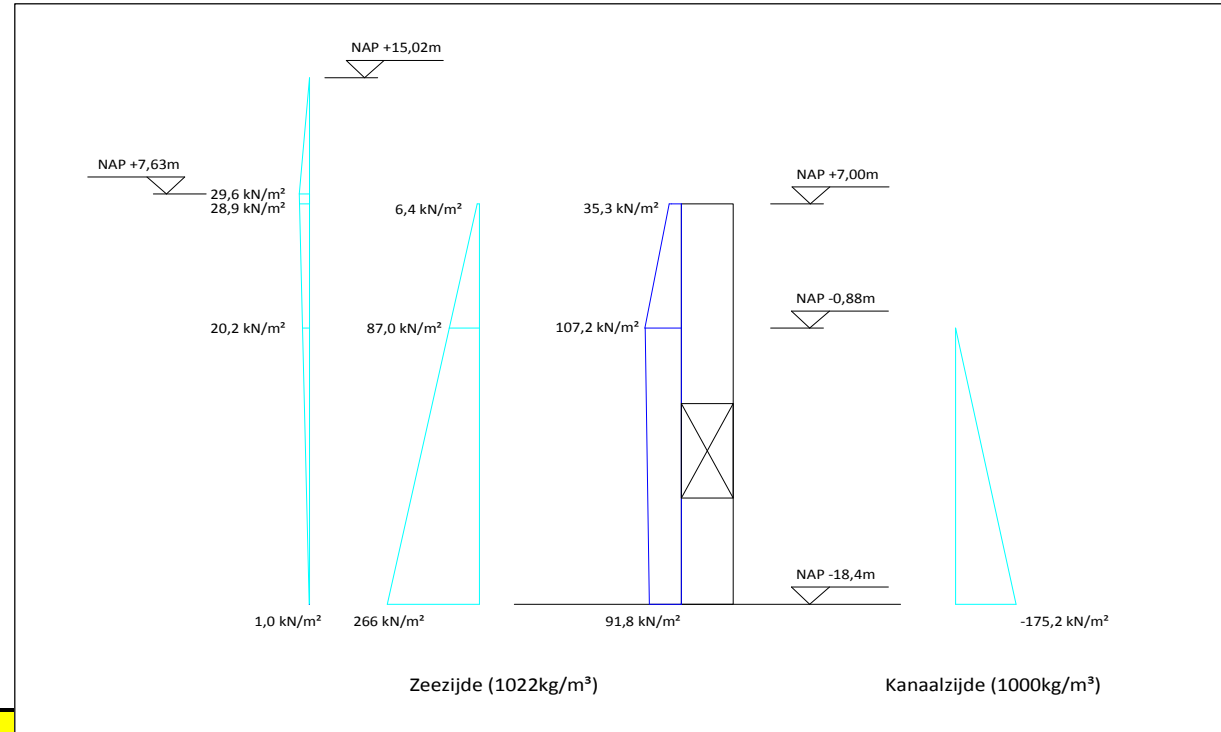
Waterstand (NAP)

Extreme hoogwaterstand Noordzee $H_{hoogzee} = 7,63$ m
 Extreme laagwaterstand Noordzee $H_{laagzee} = -3,50$ m (verlaagd 0.5m)
 Extreme hoogwaterstand Kanaal $H_{hoogkan} = 0,67$ m
 Extreme laagwaterstand Kanaal $H_{laagkan} = -0,88$ m
 Minimale hoogwaterstand openen Noordzee $0,01$ m
 Minimale hoogwaterstand openen Kanaal $0,71$ m incl. Golven e.d.
 Maximale hoogwaterstand openen Noordzee $5,32$ m incl. Golven e.d.
 Maximale hoogwaterstand openen Kanaal $3,92$ m
 Vermoeiing hoogwaterstand openen Noordzee $1,92$ m
 Vermoeiing hoogwaterstand openen Kanaal $1,82$ m
 Maximale schutpeil aan de zeezijde $H_{schutpeil} = 4,17$ m
 Vermoeiing hoogwaterstand Noordzee $H_{hoog.verm} = 1,82$ m
 Vermoeiing laagwaterstand Kanaal $H_{laag.verm} = -0,40$ m
 Niveau afdichting $H_{afd} = -18,00$ m
 Niveau opleg dp $H_{taat} = -5,50$ m
 Niveau opleg kw $H_{kw} = -18,00$ m
 Niveau bovenkant deur $H_{deur} = 7,00$ m
 Dichtheid zout water $\rho_{zout} = 10,22$ kN/m³
 Dichtheid zoet water $\rho_{zoet} = 10,00$ kN/m³



Gegevens

Deur lengte $L_d = 47,5$ m Radius $R \approx 34,85$ m
 Lsteunpunt $Lst = 31,464$ m Koorde $L = 44,91$ m
Golf invoer (van Goda)
 $H_s = 2.24$ m
 $\eta_{1000} = 7,39$ m $h_{1k} = 10,093$ m (NAP)
 $P_{1000} = 29,6$ kN/m² $h_{2k} = -0,913$ m (NAP)
 $P_{3000} = 1,0$ kN/m² $h_{3k} = -5,185$ m (NAP)
 $H_s = 0.90$ m
 $\eta_{10} = 2,97$ m $h_{10} = 5,160$ m (NAP)
 $P_{10} = 11,9$ kN/m² $h_{20} = -3,220$ m (NAP)
 $P_{30} = 0,7$ kN/m² $h_{30} = -6,915$ m (NAP)
 IJsdruk
 $P_{53zout} = 250$ kN/m (NAP +4,17m)
 $P_{53zoet} = 400$ kN/m (NAP +0,67m)



F10₁₀₀₀₀+F13₁₀₀₀ (Pos. Hoog water Keren)

BIJLAGE 7.2

Golfbelasting volgens methode Goda

Berekening belastingmodel van Goda

project: PoC
 objectnaam: Sectordeur 65m
 objectcode:
 datum: 7 november 2011



invoer:

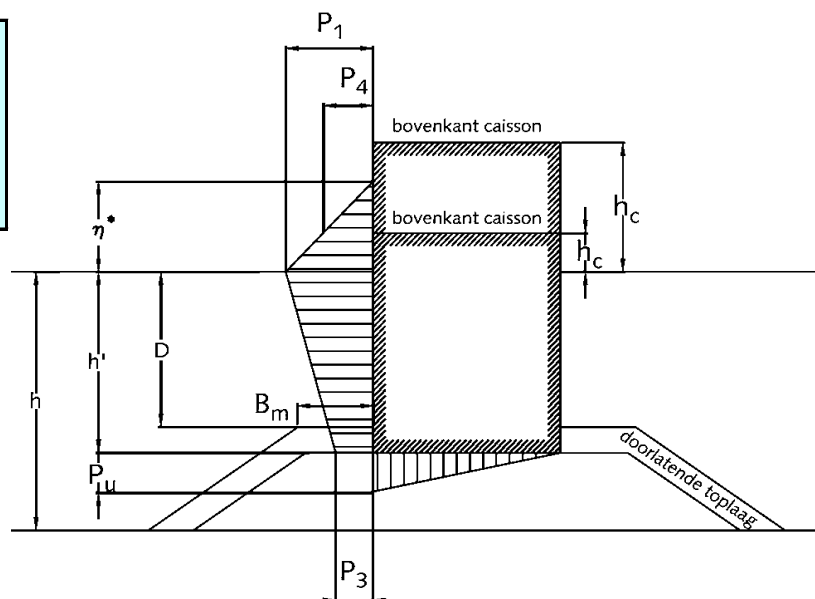
H_s	2.24 m	significante golfhoogte
T_p	5.00 s	golfperiode (piek)
β	0 °	hoek van de golfrichting met de normaal op het vlak van de wand
L_d	39.01 m	golflengte nabij de constructie
L_{op}	39.03 m	diepwater golflengte
λ_1	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
λ_2	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
λ_3	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
h_b	25.63 m	waterdiepte op afstand $5H_d$ van de wand
h	25.63 m	waterdiepte voor de drempel
D	25.63 m	waterdiepte boven de toplaag van de drempel
h'	25.63 m	waterdiepte boven het funderingsvlak van de wand
h_c	6.56 m	hoogteverschil tussen stilwaterlijn en bovenkant van de wand
B_m	0.00 m	breedte van de berm voor de wand
ρ_w	1,022 kg/m ³	dichtheid van water
g	9.81 m/s ²	valversnelling

(25.63=7.63+18.0)

uitvoer:

P_1	29.6 kN/m ²
P_3	1.0 kN/m ²
P_4	3.3 kN/m ²
P_u	1.0 kN/m ²

k_0	0.16 -
k	0.16 -
H_d	4.93 m
H_d/D	0.19 -
η^*	7.39 m
α_1	0.60 -
α_2	0.00 -
α_3	0.03 -
α_4	0.11 -
α_*	0.00 -
α_1	0.00 -
α_m	0.19 -
α_n	0.00 -
δ_1	-6.55 -
δ_{11}	-0.33 -
δ_2	-2.52 -
δ_{22}	-0.51 -
h_c^*	6.56 m



Berekening belastingmodel van Goda

project: PoC
 objectnaam: Sectordeur 65m
 objectcode:
 datum: 7 november 2011



invoer:

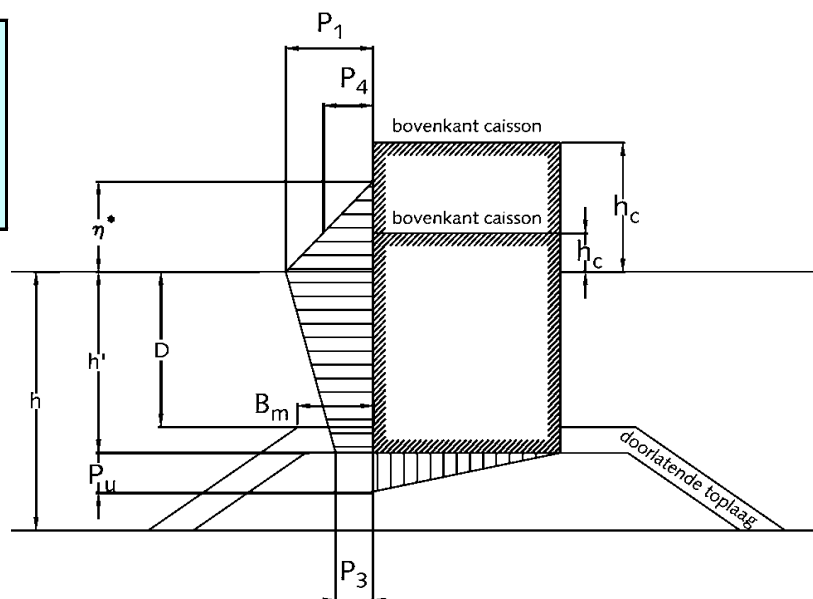
H_s	0.90 m	significante golfhoogte
T_p	2.60 s	golfperiode (piek)
β	0 °	hoek van de golfrichting met de normaal op het vlak van de wand
L_d	10.55 m	golf lengte nabij de constructie
L_{op}	10.55 m	diepwater golf lengte
λ_1	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
λ_2	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
λ_3	1.00 -	modificatiefactoren verticale wand
h_b	22.17 m	waterdiepte op afstand $5H_d$ van de wand
h	22.17 m	waterdiepte voor de drempel
D	22.17 m	waterdiepte boven de toplaag van de drempel
h'	22.17 m	waterdiepte boven het funderingsvlak van de wand
h_c	2.83 m	hoogteverschil tussen stilwaterlijn en bovenkant van de wand
B_m	0.00 m	breedte van de berm voor de wand
ρ_w	1,022 kg/m ³	dichtheid van water
g	9.81 m/s ²	valversnelling

(22.17=4.17+18.0)

uitvoer:

P_1	11.9 kN/m ²
P_3	0.7 kN/m ²
P_4	0.6 kN/m ²
P_u	0.7 kN/m ²

k_0	0.60 -
k	0.16 -
H_d	1.98 m
H_d/D	0.09 -
η^*	2.97 m
α_1	0.60 -
α_2	0.00 -
α_3	0.06 -
α_4	0.05 -
α_*	0.00 -
α_1	0.00 -
α_m	0.09 -
α_n	0.00 -
δ_1	-6.55 -
δ_{11}	-0.33 -
δ_2	-2.52 -
δ_{22}	-0.51 -
h_c^*	2.83 m

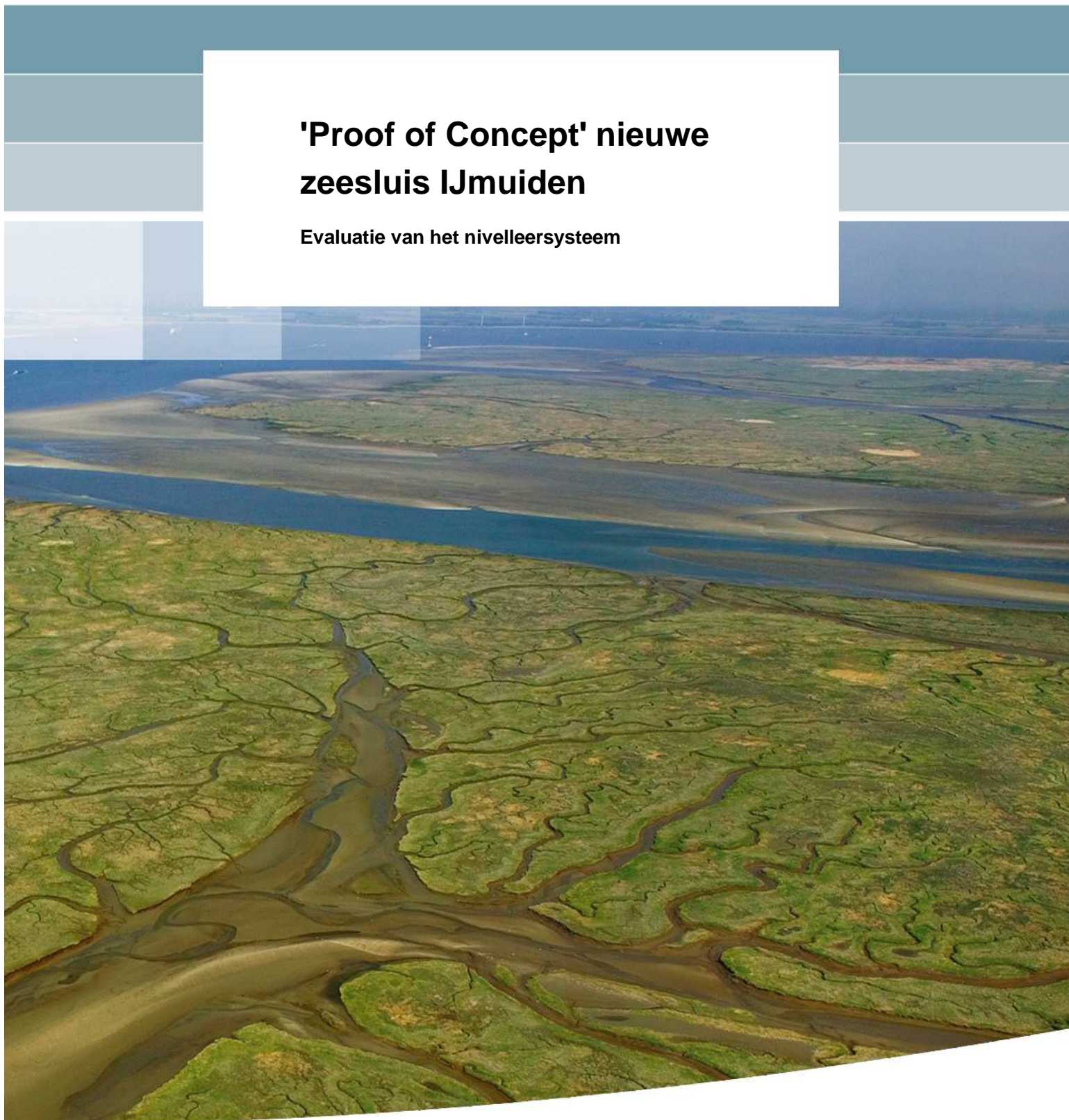


BIJLAGE 7.3

Memo Deltares; Nivelleeringsberekening

'Proof of Concept' nieuwe zeesluis IJmuiden

Evaluatie van het nivelleersysteem



**Volledige rapportage van
nivelleersysteem
is opgenomen in bijlage 6**

BIJLAGE 7.4

- drijfkist_sterkte-stabiliteit_Platen en verstijvers
- drijfkist_vermoeiing_Platen en verstijvers
- kerende wand_algehele toetsing_horizontale liggers
- kerende wand_sterkte-stabiliteit_Platen en verstijvers
- kerende wand_vermoeiing_Platen en verstijvers



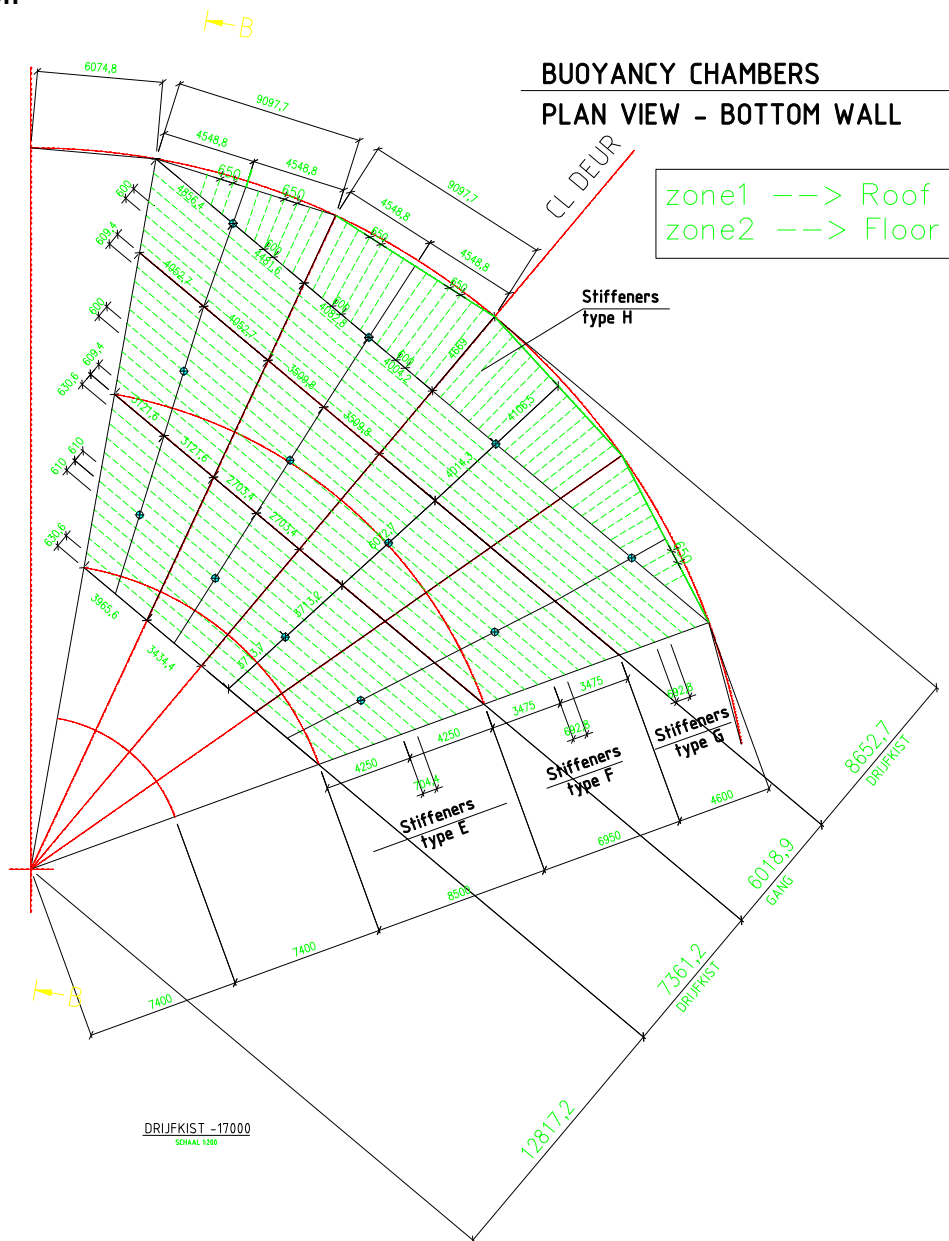
Huidplaten en verstijvers berekeningen voor IJmuiden drijfkisten

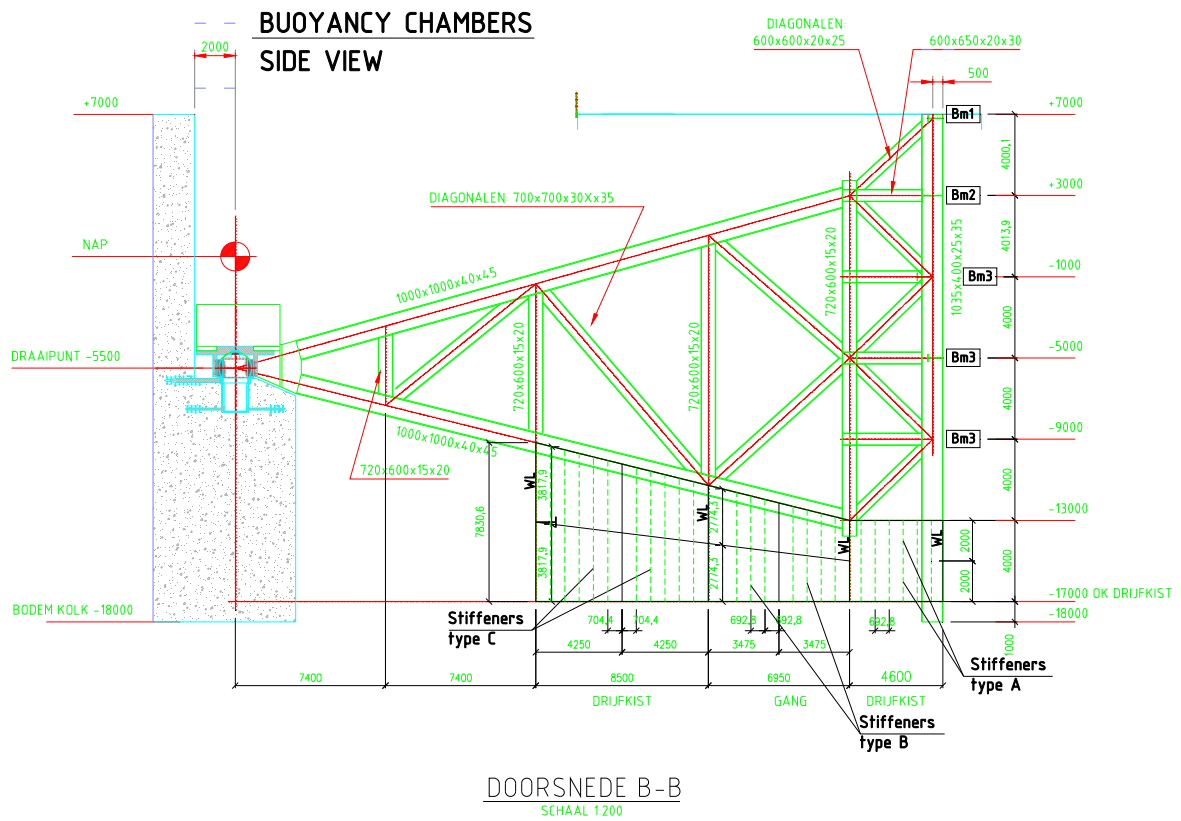
1. Inleiding

Deze berekeningen zijn in overeenstemming met Eurocode 3: Ontwerp van staalconstructies - Deel 1-5: voor in het vlak belaste plaatconstructies en Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen. Een constructie van een stalen plaat die versterkt is met verstijvers wordt getoetst aan de statische belasting en globale spanning - Max. Operationele Hoofd (extreem).

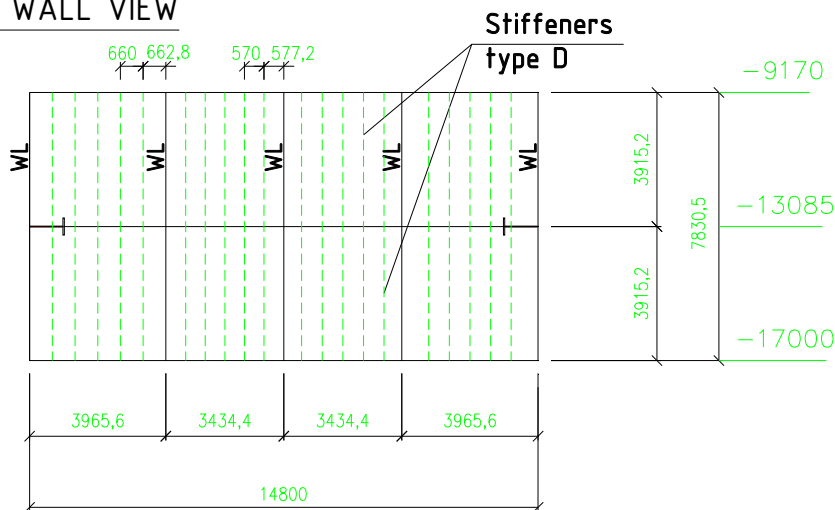
Sterkte en stabiliteit controles uitgevoerd voor elke wand van de drijfkisten. Acht verschillende type verstijfde plaatvelden (statische schema's A, B, C, D, E, F, G en H) en twee zones(1, 2). Elk statische schema heeft zijn eigen overspannings lengte, optredende waterdruk, globale spanningen, plaatdikte en verstijver configuratie. Voor elke zone zijn de hoogste waarden van de optredende waterdruk en de globale spanningen genomen. Dit is een conservatieve benadering.

2. Tekeningen





**BUOYANCY CHAMBER
BACK WALL VIEW**





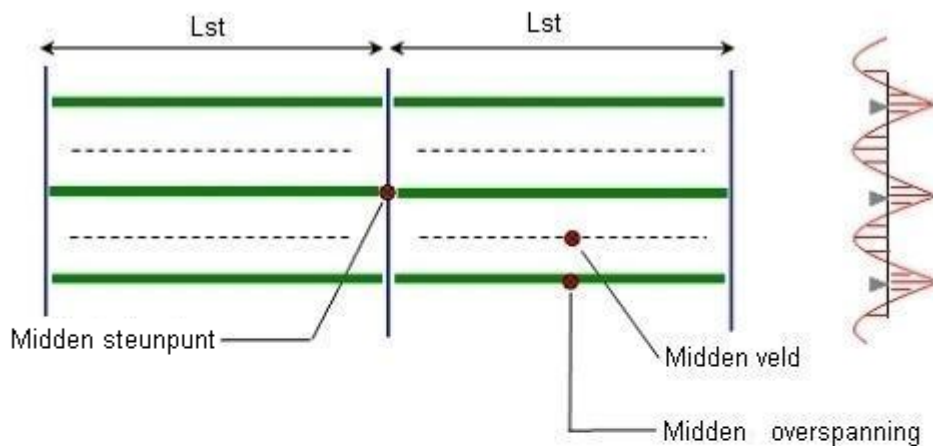
3. Verklaring controle punten

In elke zone, zijn 9 controles op verschillende plekken uitgevoerd, voor verschillende soorten spanning-combinaties. Die zijn:

1. Uiterste vezel verstijver t.p.v. midden steunpunt (langsmoment richting)
2. Uiterste vezel plaat t.p.v. midden steunpunt (langsmoment richting)
3. Uiterste vezel verstijver in het midden van de overspanning
4. Uiterste vezel plaat in het midden van de overspanning
5. Binnenste vezel plaat in het midden van de overspanning
6. Uiterste vezel plaat in het midden van het veld
7. Binnenste vezel plaat in het midden het veld
8. Verstijver lijf
9. Knikberekening verstijver (inclusief stabiliteitsbelasting)

De volgende figuur toont de locatie van de 9 punten die hierboven vermeld zijn.

Spanningen met een "-" zijn drukspanning en met een "+" zijn trekspanning.

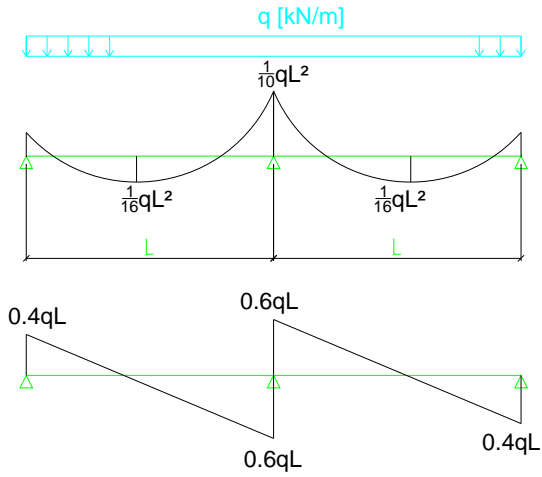


Midden steunpunt	Midden overspanning	Midden veld

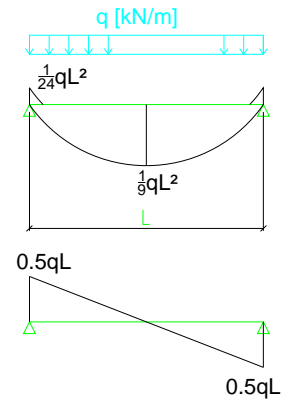


4. Statische schema's

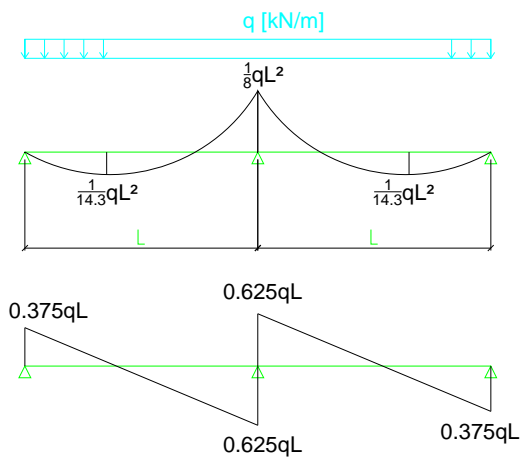
Statisch schema A, B, C:



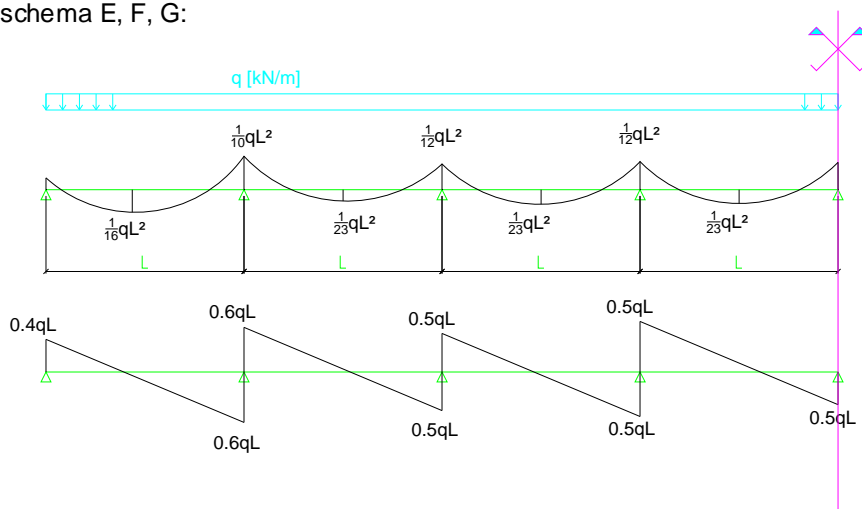
Statisch schema H:



Statisch schema D:



Statisch schema E, F, G:





5. Ontwerp Parameters

- Wand Zijde : WallSide := 1 Stroomopwaarts = -1
Stroomafwaarts = 1
- Soortelijke massa zeewater : $\rho_{sw} \equiv 1.022 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Zwaartekracht : $g \equiv 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Materiaal reductie factor : $\gamma_b := 1.0$
- Water hoogtes : h_{top} := 7.63m h_{low} := -0.88m
- Bovenkant deur : H_{top} := 7.00m
- Elasticiteitsmodulus : E_l := 210000MPa
- Water niveau verschil : $wl := h_{top} - h_{low}$ wl = 8.51·m
- Eenheid lengte : a := 1m
- Waterhoogtes gebruikt voor berekening :

		1	2								
el :=	)	-17	0	m	A					
		-17	0			B					
		-17	0				C				
		-17	0					D			
		-11.1	-17						E		
		-13	-17							F	
		-13	-17								G
		-13	-17									H

Statische schema's



6. Hydraulische druk (ontwerp waarden)

(afgeleid van de Excel berekening van de hydrostatische druk database: q_us inclusief rekenbelasting)

q_db :=			
	1	2	3
1	"z [m]"	"Pres,ch,d [kN/m2]"	res,by,ch,d [kN/m2]"
2	""	""	""
3	7	-6.93	0
4	6.875	-8.31	0
5	6.75	-9.68	0
6	6.625	-11.06	0
7	6.5	-12.43	0
8	6.375	-13.81	0
9	6.25	-15.18	0
10	6.125	-16.56	0

q_w :=	q_db _{197,3}	0	·kN·m ⁻²
	q_db _{197,3}	0	
	q_db _{197,3}	0	
	q_db _{197,3}	0	
	q_db _{149,3}	q_db _{197,3}	
	q_db _{165,3}	q_db _{197,3}	
	q_db _{165,3}	q_db _{197,3}	
	q_db _{165,3}	q_db _{197,3}	

	1	2
q_w =	271	0
	271	0
	271	0
	271	0
	206	271
	227	271
	227	271
	227	271

·kN·m⁻²

**A
B
C
D
E
F
G
H**



7. Afmetingen overspanningen

Overspanning van verstijvers :

		1	2		
$L_{st} :=$	4.000	0	m	A B C D E F G H	
	2.774	0			
	3.818	0			
	3.915	0			
	3.024	3.024			
	3.958	3.958			
	4.735	4.735			
	4.669	4.669			

Hartafstand van verstijvers :

		1	2		
$L_{pl} :=$	0.693	0	m	A B C D E F G H	
	0.693	0			
	0.704	0			
	0.660	0			
	0.610	0.610			
	0.600	0.600			
	0.600	0.600			
	0.650	0.650			

8. Lokale druk

Gelijkmatige belasting plaat : $q_{pl} := q_w \cdot a$

Gelijkmatige belasting verstijver : $q_{st} := \overrightarrow{(q_w \cdot L_{pl})}$

9. Momenten verstijver

Steunpuntmomenten in lengterichting (langsverstijvers):

$$M_{Lh} := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left\{ \begin{array}{l} M_{Lh_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{8} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } i = D \\ M_{Lh_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{24} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } i = H \\ M_{Lh_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{10} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Lh} \end{array} \right.$$



Veldmomenten in lengterichting (langsverstijvers):

$$M_{Ls} := \begin{array}{l} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Ls,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{14.3} \cdot q_{st,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = D \\ M_{Ls,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{9} \cdot q_{st,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = H \\ M_{Ls,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{16} \cdot q_{st,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Ls} \end{array}$$

Steunpuntmomenten in dwarsrichting (huidplaat):

$$M_{Th} := \text{WallSide} \cdot \frac{-1}{12} \cdot \overrightarrow{(q_{pl} \cdot L_{pl}^2)}$$

Veldmomenten in dwarsrichting (huidplaat):

$$M_{Ts} := \text{WallSide} \cdot \frac{1}{24} \cdot \overrightarrow{(q_{pl} \cdot L_{pl}^2)}$$

Dwarskracht verstijver:

$$V_d := \begin{array}{l} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} V_{d,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{5}{8} \cdot q_{st,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ if } i = D \\ V_{d,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{1}{2} \cdot q_{st,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ if } i = H \\ V_{d,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{3}{5} \cdot q_{st,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ V_d \end{array}$$



10. Ontwerp procedure en criteria

De effectieve breedte van de plaat in combinatie met de profielen worden berekend volgens de Eurocode:

Effectieve breedte in EC-1993-1-5:

Effectieve lengte : $L_{e2_{type, zone}} := 0.7 \cdot L_{st_{type, zone}}$ Voor veldmomenten.

$L_{e1_{type, zone}} := 0.5 \cdot L_{st_{type, zone}}$ Voor steunpuntmomenten.

Max .breedte: $b_0 := 0.5L_{pl}$

$\alpha_0 \equiv 1.0$ $\kappa_1 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e1}}$ $\kappa_2 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e2}}$

Voor steunpuntmomenten.

$$\beta_{1_{type, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{1_{type, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6 \cdot \left(\kappa_{1_{type, zone}} - \frac{1}{2500 \cdot \kappa_{1_{type, zone}}} \right) + 1.6 \cdot (\kappa_{1_{type, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{1_{type, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{8.6 \cdot \kappa_{1_{type, zone}}} & \text{if } \kappa_{1_{type, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

$$\beta_{2_{type, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{2_{type, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6.4 \cdot (\kappa_{2_{type, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{2_{type, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{5.9 \cdot \kappa_{2_{type, zone}}} & \text{if } \kappa_{2_{type, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

Voor veldmomenten.

$b_{eff_1} := \overrightarrow{(2\beta_1 \cdot b_0)}$

$b_{eff_2} := \overrightarrow{(2\beta_2 \cdot b_0)}$

$b_{eff_1} =$	$\begin{pmatrix} 334 & 0 \\ 268 & 0 \\ 328 & 0 \\ 323 & 0 \\ 269 & 269 \\ 311 & 311 \\ 340 & 340 \\ 352 & 352 \end{pmatrix}$	$\cdot \text{mm}$
----------------	--	-------------------

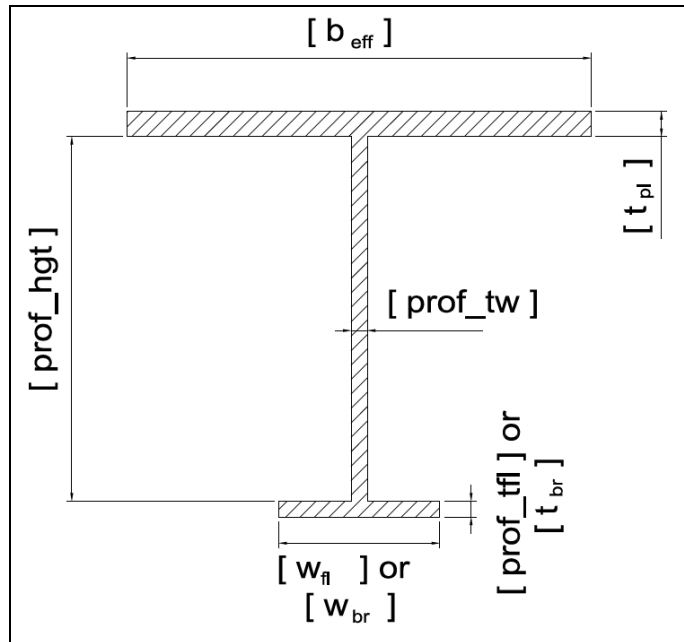
$b_{eff_2} =$	$\begin{pmatrix} 631 & 0 \\ 576 & 0 \\ 634 & 0 \\ 604 & 0 \\ 538 & 538 \\ 558 & 558 \\ 570 & 570 \\ 611 & 611 \end{pmatrix}$	$\cdot \text{mm}$
----------------	--	-------------------

Referentie

art 3.2.1 in EN-1993-1-5: 2006



11. Afmetingen doorsnede



Type_{type, zone} := "T"

	1	2	
prof_hgt :=	350	0	·mm
	350	0	
	350	0	
	350	0	
	350	350	
	350	350	
	350	350	
	350	400	

	1	2	
prof_tw :=	10	0	·mm
	10	0	
	10	0	
	10	0	
	10	10	
	10	10	
	10	10	
	10	10	

	1	2	
prof_tfl :=	25	0	·mm
	25	0	
	25	0	
	25	0	
	25	25	
	25	25	
	25	30	
	30	35	

A
B
C
D
E
F
G
H

	1	2	
prof_b :=	150	0	·mm
	150	0	
	150	0	
	200	0	
	150	150	
	150	150	
	150	200	
	150	250	

	1	2	
t _{pl} :=	25	0	·mm
	25	0	
	25	0	
	25	0	
	25	0	
	20	25	
	20	25	
	25	25	

A
B
C
D
E
F
G
H



$$\text{Oppervlakte: } \overrightarrow{\text{ar}} := (\text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl})$$

$$\text{prof_ex} := \frac{0.5 \cdot \text{prof_hgt}^2 \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl})}{\text{ar}}$$

$$\text{prof_Iyy} := \left[\begin{array}{l} \frac{1}{12} \cdot \text{prof_tw} \cdot \text{prof_hgt}^3 + \text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw} \cdot (0.5 \cdot \text{prof_hgt} - \text{prof_ex})^2 \dots \\ + \frac{1}{12} \cdot \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl}^3 + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl} - \text{prof_ex})^2 \end{array} \right]$$

$$\text{prof_wt} := 7850 \cdot \text{ar} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{prof_wt} = \begin{pmatrix} 57 & 0 \\ 57 & 0 \\ 57 & 0 \\ 67 & 0 \\ 57 & 57 \\ 57 & 57 \\ 57 & 75 \\ 63 & 100 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

▣ Verstijver taak

	" "	"zone1"	"zone2"
Design_stiffener =	"A"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"B"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"C"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"D"	"T375x200x10x25"	"T-"
	"E"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"F"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"G"	"T375x150x10x25"	"T380x200x10x30"
	"H"	"T380x150x10x30"	"T435x250x10x35"



12. Doorsnede eigenschappen

Referentie

Doorsnede t.p.v. midden steunpunt: (top: 1 & bodem: 2)

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_1} = \begin{pmatrix} 334 & 268 & 328 & 323 & 269 & 311 & 340 & 352 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 269 & 311 & 340 & 352 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Oppervlakte: $ar_s := ar \rightarrow ar_{s_{A,1}} = 7250 \cdot \text{mm}^2$

prof_ex_s := $\left[\frac{0.5 \cdot \text{prof_hgt}^2 \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl})}{ar} \right]$
 $prof_ex_{s_{A,1}} = 271.98 \cdot \text{mm}$

Zwaartepunt: $ex_1 := \frac{\frac{1}{2} b_{\text{eff}_1} \cdot (t_{pl})^2 + ar_s \cdot (t_{pl} + \text{prof_ex}_s)}{b_{\text{eff}_1} \cdot t_{pl} + ar_s}$
 $ex_{1_{A,1}} = 144.67 \cdot \text{mm}$

Traagheidsmoment:

$I_{yy_1} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_1} \cdot (t_{pl})^3 + b_{\text{eff}_1} \cdot t_{pl} \cdot \left(ex_1 - \frac{t_{pl}}{2} \right)^2 + \text{prof_Iyy} + ar \cdot (\text{prof_ex} - ex_1 + t_{pl})^2 \right]$
 $I_{yy_{1_{A,1}}} = 414146853 \cdot \text{mm}^4$

Weerstandsmoment:

$W_{yy_{1.1}} := \frac{I_{yy_1}}{\text{prof_hgt} + t_{pl} - ex_1 + \text{prof_tfl}}$ $W_{yy_{1.2}} := \frac{I_{yy_1}}{ex_1}$

$W_{yy_{1.1}} = \begin{pmatrix} 1622015 & 0 \\ 1592656 & 0 \\ 1619607 & 0 \\ 2027530 & 0 \\ 1547836 & 1593617 \\ 1569086 & 1612835 \\ 1581508 & 2348103 \\ 1865401 & 3708650 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$

$W_{yy_{1.2}} = \begin{pmatrix} 2862674 & 0 \\ 2378033 & 0 \\ 2816436 & 0 \\ 2881964 & 0 \\ 2012153 & 2391537 \\ 2261100 & 2693330 \\ 2433234 & 3089395 \\ 3079634 & 3818141 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$



Doorsnede in het midden van de overspanning:

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_2}^T = \begin{pmatrix} 631.14 & 575.68 & 633.65 & 603.95 & 538.46 & 558.12 & 570.11 & 611.31 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 538.46 & 558.12 & 570.11 & 611.31 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Referentie

Zwaartepunt: $ex_2 := \frac{\frac{1}{2} b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^2 + ar \cdot (t_{\text{pl}} + \text{prof_ex})}{b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} + ar}$ $ex_{2,A,1} = 102 \cdot \text{mm}$

Traagheidsmoment:

$I_{yy_2} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^3 + b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} \cdot \left(ex_2 - \frac{t_{\text{pl}}}{2} \right)^2 \dots \right] + \left[\text{prof_I}_{yy} + ar \cdot (\text{prof_ex} - ex_2 + t_{\text{pl}})^2 \right]$ $I_{yy_{2,A,1}} = 502413714 \cdot \text{mm}^4$

Weerstandsmoment:

$W_{yy_{2,2}} := \frac{I_{yy_2}}{ex_2}$ $W_{yy_{2,1}} := \frac{I_{yy_2}}{\text{prof_hgt} + t_{\text{pl}} + \text{prof_tfl} - ex_2}$

$W_{yy_{2,2}} = \begin{pmatrix} 4922596 & 0 \\ 4550142 & 0 \\ 4939330 & 0 \\ 4938489 & 0 \\ 3600160 & 4297062 \\ 3713285 & 4431055 \\ 3782059 & 4839863 \\ 4953783 & 6182725 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$

$W_{yy_{2,1}} = \begin{pmatrix} 1686307 & 0 \\ 1678673 & 0 \\ 1686625 & 0 \\ 2110496 & 0 \\ 1636789 & 1672796 \\ 1640443 & 1675984 \\ 1642565 & 2433020 \\ 1932317 & 3868329 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$

Afschuif oppervlakte: $A_v := (0.9 \cdot \text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw})$

$A_v = \begin{pmatrix} 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3600 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$

EN-1993-1-1:20
05 paragraph
6.2.6 (3)

Huidplaat:

Plaatdikte: $t_{\text{pl}} = \begin{pmatrix} 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 20 & 25 \\ 20 & 25 \\ 20 & 25 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$



Weerstandsmoment van plaat:

$$W_{\text{plate}} := \left[\frac{1}{6} \cdot a \cdot (t_{\text{pl}})^2 \right]$$

$$W_{\text{plate}} = \begin{pmatrix} 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 66667 & 104167 \\ 66667 & 104167 \\ 66667 & 104167 \\ 104167 & 104167 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Referentie

13.1 Spanning definitie

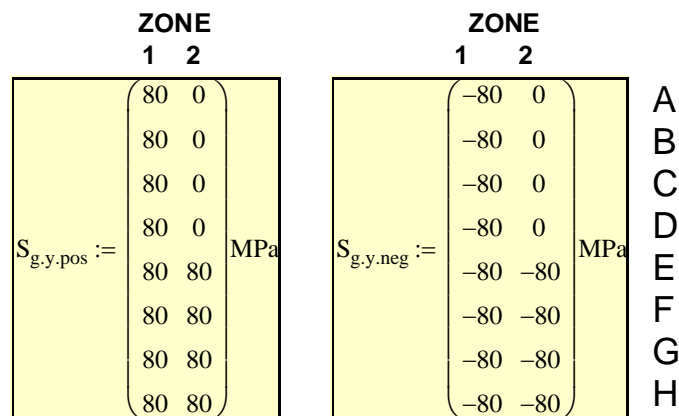
Spanning definitie S,a,b,c,d:

- a) g Globale spanningen uit het Ansys model
 - 2 Buigspanning van de verstijvers
 - 3 Buigspanning van de plaat
- b) Controle punt 1..9
- c) Spanningsrichting (y, z, and yz)
- d) Zone (A..H and 1..2)

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

13.2 Globale spanning uit het ANSYS

spanning in lengte richting:
(incl. belastingsfactor)





spanning in dwars richting:

		ZONE						
		1	2	1	2			
$S_{g.z.pos} :=$	80	0	MPa	$S_{g.z.neg} :=$	-80	0	MPa	A
	80	0			-80	0		B
	80	0			-80	0		C
	80	0			-80	0		D
	80	80			-80	-80		E
	80	80			-80	-80		F
	80	80			-80	-80		G
	80	80			-80	-80		H

Schuifspanning:
(incl. belastingsfactor)

		ZONE			
		1	2		
$S_{g.yz} :=$	60	0	MPa	A	
	60	0		B	
	60	0		C	
	60	0		D	
	60	60		E	
	60	60		F	
	60	60		G	
	60	60		H	

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

13.3 Spanningen verstijvers

Spanning verstijver t.p.v. midden steunpunt

Langsmoment: $M_{Lh_{A,1}} = -300.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Langsspanning flens: $S_{2.1.y} := \frac{M_{Lh}}{W_{yy1.1}} \cdot \gamma$ $S_{2.1.y_{A,1}} = -185 \cdot \text{MPa}$

Spanning buitenzijde plaat in
langsrichting: $S_{2.2.y} := \frac{-M_{Lh}}{W_{yy1.2}} \cdot \gamma$ $S_{2.2.y_{A,1}} = 105 \cdot \text{MPa}$



Spanning verstijver in het midden van de overspanning

Langsmoment:

$$M_{Ls_{A,1}} = 187.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Langsspanning flens:

$$S_{2.3.y} := \frac{M_{Ls}}{W_{yy2.1}} \cdot \gamma$$

$$S_{2.3.y_{A,1}} = 111 \cdot \text{MPa}$$

Spanning buitenzijde plaat in
langsrichting:

$$S_{2.4.y} := \frac{-M_{Ls}}{W_{yy2.2}} \cdot \gamma$$

$$S_{2.4.y_{A,1}} = -38 \cdot \text{MPa}$$

Spanning binnenzijde plaat in
langsrichting:

$$S_{2.5.y} := \frac{-M_{Ls} \cdot (ex_2 - t_{pl})}{I_{yy2}} \cdot \gamma$$

$$S_{2.5.y_{A,1}} = -29 \cdot \text{MPa}$$

13.4 Spanningen plaat

Buitenzijde plaat t.p.v. verstijver

Moment:

$$M_{Th_{A,1}} = -10.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Spanning:
(incl. belastingsfactor)

$$S_{3.4.z} := \frac{-M_{Th}}{W_{plate}} \cdot \gamma$$

$$S_{3.4.z_{A,1}} = 104 \cdot \text{MPa}$$

Buitenzijde plaat in het midden van
de overspanning

Moment:

$$M_{Ts_{A,1}} = 5.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Spanning:
(incl. belastingsfactor)

$$S_{3.6.z} := \frac{-M_{Ts}}{W_{plate}} \cdot \gamma$$

$$S_{3.6.z_{A,1}} = -52 \cdot \text{MPa}$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten



14. Vloeispanning

Staalkwaliteit S355 wordt gebruikt voor de berekening, de toelaatbare spanning is afhankelijk van de dikte van de plaat en verstijvers.

$$t_{\max} := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ D_{i,j} \leftarrow \max(t_{pl_{i,j}}, \text{prof_tw}_{i,j}, \text{prof_tfl}_{i,j}) \\ D \end{cases}$$

$$F_y := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ D_{i,j} \leftarrow 355 \cdot \text{MPa} \text{ if } t_{\max_{i,j}} \leq 16 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 345 \cdot \text{MPa} \text{ if } 16 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 40 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 335 \cdot \text{MPa} \text{ if } 40 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 63 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 325 \cdot \text{MPa} \text{ if } 63 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 80 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 315 \cdot \text{MPa} \text{ if } 80 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 100 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 295 \cdot \text{MPa} \text{ if } 100 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 150 \cdot \text{mm} \\ D \end{cases} \quad F_y = \begin{pmatrix} 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Ontwerp spanning :

$$F_{yd} := \frac{F_y}{\gamma_b}$$

$$F_{yd} = \begin{pmatrix} 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 355 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$



15. Gecombineerde spanningen en [U]nity [C]hecks

De gecombineerde spanningen worden geanalyseerd op 8 punten voor elke zone van de wand. Berekening van zone 1 is hier onder weergegeven. Berekening zone 2 is niet zichtbaar gemaakt.

Punt 1: Verstijver t.p.v. midden steunpunt

Langs spanning

$$S_{v.zn1_{1,type}} := S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.1.y_{type,1}}$$

$$S_{v.zn1_{1,A}} = -265 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(1,type)}} := \left| \frac{S_{v.zn1_{1,type}}}{F_{yd_{type,1}}} \right|$$

$$UC_{zn1_{1,A}} = 0.77$$

Punt 2: Plaat t.p.v. midden steunpunt

Von Mises spanning

$$S1_{v.zn1_{2,type}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{type,1}} + S_{2.2.y_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.neg_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{type,1}} + S_{2.2.y_{type,1}} \right) \cdot S_{g.z.neg_{type,1}} \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v.zn1_{2,type}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{type,1}} + S_{2.2.y_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{type,1}} + S_{2.2.y_{type,1}} \right) \cdot S_{g.z.pos_{type,1}} \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{2,type}} := \max(S1_{v.zn1_{2,type}}, S2_{v.zn1_{2,type}})$$

$$UC_{zn1_{(2,type)}} := \frac{S_{v.zn1_{2,type}}}{F_{yd_{type,1}}}$$

$$S_{v.zn1_{2,A}} = 257 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{2,A}} = 0.75$$

Punt 3: Verstijver in het midden van de overspanning

Langs spanning

$$S_{v.zn1_{3,type}} := S_{g.y.pos_{type,1}} + S_{2.3.y_{type,1}}$$

$$S_{v.zn1_{3,A}} = 191 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(3,type)}} := \left| \frac{S_{v.zn1_{3,type}}}{F_{yd_{type,1}}} \right|$$

$$UC_{zn1_{3,A}} = 0.55$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

Zie hoofdstuk:
13. Spanning



Punt 4: Buitenste vezel plaat in het midden van de overspanning

Von Mises spanning

$$S_{v.zn1_{4,type}} := \sqrt{\left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.4.y_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{type,1}} + S_{3.4.z_{type,1}} \right)^2 \dots + 0 - \left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.4.y_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.pos_{type,1}} + S_{3.4.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{4,A}} = 284 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(4,type)}} := \frac{S_{v.zn1_{4,type}}}{F_{yd_{type,1}}}$$

$$UC_{zn1_{4,A}} = 0.82$$

Punt 5: Binnenste vezel plaat in het midden van de overspanning

Von Mises spanning

$$S1_{v.zn1_{5,type}} := \sqrt{\left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.5.y_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.neg_{type,1}} - S_{3.4.z_{type,1}} \right)^2 \dots + 0 - \left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.5.y_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.neg_{type,1}} - S_{3.4.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v.zn1_{5,type}} := \sqrt{\left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.5.y_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{type,1}} - S_{3.4.z_{type,1}} \right)^2 \dots + 0 - \left(S_{g.y.neg_{type,1}} + S_{2.5.y_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.pos_{type,1}} - S_{3.4.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{5,type}} := \max(S1_{v.zn1_{5,type}}, S2_{v.zn1_{5,type}})$$

$$S_{v.zn1_{5,A}} = 191 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(5,type)}} := \frac{S_{v.zn1_{5,type}}}{F_{yd_{type,1}}}$$

$$UC_{zn1_{5,A}} = 0.55$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten



Punt 6: Buitenste vezel plaat in het midden van het veld

Von Mises spanning

$$S1_{v,zn1_{6,type}} := \sqrt{\left(S_{g,y, \text{pos}_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g,z, \text{neg}_{type,1}} + S_{3.6.z_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g,y, \text{pos}_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z, \text{neg}_{type,1}} + S_{3.6.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v,zn1_{6,type}} := \sqrt{\left(S_{g,y, \text{neg}_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g,z, \text{neg}_{type,1}} + S_{3.6.z_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g,y, \text{neg}_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z, \text{neg}_{type,1}} + S_{3.6.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S_{v,zn1_{6,type}} := \max(S1_{v,zn1_{6,type}}, S2_{v,zn1_{6,type}})$$

$$UC_{zn1_{(6,type)}} := \frac{S_{v,zn1_{6,type}}}{F_{yd_{type,1}}}$$

$$S_{v,zn1_{6,A}} = 213 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{6,A}} = 0.62$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

Punt 7: Binnenste vezel plaat in het midden van het veld

Von Mises spanning

$$S1_{v,zn1_{7,type}} := \sqrt{\left(S_{g,y, \text{neg}_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g,z, \text{pos}_{type,1}} - S_{3.6.z_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g,y, \text{neg}_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z, \text{pos}_{type,1}} - S_{3.6.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v,zn1_{7,type}} := \sqrt{\left(S_{g,y, \text{pos}_{type,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g,z, \text{pos}_{type,1}} - S_{3.6.z_{type,1}} \right)^2 - \left(S_{g,y, \text{pos}_{type,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z, \text{neg}_{type,1}} - S_{3.6.z_{type,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{type,1}} \right)^2}$$

$$S_{v,zn1_{7,type}} := \max(S1_{v,zn1_{7,type}}, S2_{v,zn1_{7,type}})$$

$$UC_{zn1_{(7,type)}} := \frac{S_{v,zn1_{7,type}}}{F_{yd_{type,1}}}$$

$$S_{v,zn1_{7,A}} = 213 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{7,A}} = 0.62$$



Punt 8: Lijf verstijver

$$S_{v.zn1_{8,type}} := \left| \frac{V_{d_{type,1}}}{A_{v_{type,1}}} \right| \quad S_{v.zn1_{8,A}} = 143 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(8,type)}} := \frac{S_{v.zn1_{8,type}} \cdot \sqrt{3}}{F_{yd_{type,1}}} \quad UC_{zn1_{8,A}} = 0.72$$

16. Knikberekening verstijvers (Punt 9)

Imperfectie factor : $\alpha := 0.49$

Kritische spanning :

$$\sigma_c := \frac{S_{2.1.y}}{2} + S_{g.y.neg} = \begin{pmatrix} -173 & 0 \\ -125 & 0 \\ -166 & 0 \\ -164 & 0 \\ -117 & -127 \\ -148 & -159 \\ -177 & -158 \\ -116 & -102 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Kritische lengte :

$$l_{0,eq} := 2 \frac{L_{st}}{4} = \begin{pmatrix} 2000 & 0 \\ 1387 & 0 \\ 1909 & 0 \\ 1958 & 0 \\ 1512 & 1512 \\ 1979 & 1979 \\ 2368 & 2368 \\ 2334 & 2334 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Oppervlakte flens :

$$A_f := \left[(\text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl}) + \frac{1}{3} \text{prof_tw} \cdot (\text{prof_hgt} - \text{ex}_1) \right] = \begin{pmatrix} 4434 & 0 \\ 4382 & 0 \\ 4430 & 0 \\ 5616 & 0 \\ 4344 & 4383 \\ 4377 & 4417 \\ 4398 & 6584 \\ 5157 & 9328 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$

Referentie

EN-1993-1-1:20
06 paragraph
6.3.1.2

EN-1993-1-1:20
06 paragraph
6.3.2.4



$$\text{Traagheid : } J_f := \left[\frac{\text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_b})^3}{12} + \frac{\frac{1}{3}(\text{prof_hgt} - \text{ex}_1) \cdot (\text{prof_tw})^3}{12} \right] = \begin{pmatrix} 7036954 & 0 \\ 7036516 & 0 \\ 7036916 & 0 \\ 16671800 & 0 \\ 7036202 & 7036529 \\ 7036477 & 7036811 \\ 7036650 & 20004864 \\ 8442978 & 45577732 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$

$$\text{Traagheidsstraal : } i_f := \sqrt{\left(\frac{J_f}{A_f} \right)} \quad i_f^T = \begin{pmatrix} 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.04 & 0.04 & 0.06 & 0.07 \end{pmatrix} \text{m}$$

$$\text{Kritische slankheid : } \lambda_c := \frac{l_{0,eq}}{i_f} \quad \lambda_c^T = \begin{pmatrix} 50.21 & 34.61 & 47.90 & 35.93 & 37.57 & 49.36 & 59.19 & 57.70 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 37.74 & 49.58 & 42.95 & 33.40 \end{pmatrix}$$

$$\text{Slankheid : } \lambda_1 := \left(\pi \sqrt{\frac{E_1}{F_{yd}}} \right) \quad \lambda_1^T = \begin{pmatrix} 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 \\ 76.41 & 76.41 & 76.41 & 76.41 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 \end{pmatrix}$$

$$\text{Slankheid : } \lambda_{c.ad} := \frac{\lambda_c}{\lambda_1} \quad \lambda_{c.ad}^T = \begin{pmatrix} 0.65 & 0.45 & 0.62 & 0.46 & 0.48 & 0.64 & 0.76 & 0.74 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.49 & 0.64 & 0.55 & 0.43 \end{pmatrix}$$

$$\text{Factor : } \Phi_c := \left[0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\lambda_{c.ad} - 0.2) + (\lambda_{c.ad})^2 \right] \right] = \begin{pmatrix} 0.82 & 0.45 \\ 0.66 & 0.45 \\ 0.79 & 0.45 \\ 0.67 & 0.45 \\ 0.69 & 0.69 \\ 0.81 & 0.81 \\ 0.93 & 0.74 \\ 0.91 & 0.65 \end{pmatrix}$$

$$\text{Axiale compressie factor : } \chi_c := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \chi_{c,i,j} \leftarrow \min \left[\frac{1}{\Phi_{c,i,j} + \sqrt{(\Phi_{c,i,j})^2 - (\lambda_{c.ad,i,j})^2}}, 1 \right] \\ \chi_c \end{cases} \quad \chi_c = \begin{pmatrix} 0.757 & 1.000 \\ 0.872 & 1.000 \\ 0.775 & 1.000 \\ 0.863 & 1.000 \\ 0.851 & 0.850 \\ 0.763 & 0.762 \\ 0.685 & 0.812 \\ 0.697 & 0.881 \end{pmatrix}$$



Spanning :

$$S_{v.zn1_{9,type}} := \frac{\sigma_{c,type,1}}{\chi_{c,type,1}}$$

Unity Check :

$$UC_{zn1_{9,type}} := \frac{-S_{v.zn1_{9,type}} \cdot \gamma}{F_{yd,type,1}}$$

$S_{v.zn1_{9,type}} =$

-228
-144
-214
-191
-138
-194
-258
-166

·MPa

$UC_{zn1_{9,type}} =$

0.66
0.42
0.62
0.55
0.40
0.56
0.75
0.48

Gecombineerde spanning zone2 (verborgen)



17. Overzicht [U]nity [C]hecks

Zone 1

$$S_{v,zn1} = \begin{pmatrix} -265 & -171 & -252 & -249 & -154 & -216 & -273 & -152 \\ 257 & 220 & 252 & 270 & 217 & 248 & 275 & 206 \\ 191 & 134 & 183 & 171 & 124 & 161 & 196 & 265 \\ 284 & 270 & 284 & 276 & 263 & 280 & 291 & 287 \\ 191 & 190 & 193 & 185 & 185 & 190 & 191 & 180 \\ 213 & 213 & 214 & 209 & 209 & 212 & 212 & 202 \\ 213 & 213 & 214 & 209 & 209 & 212 & 212 & 202 \\ 143 & 99 & 139 & 139 & 72 & 103 & 123 & 109 \\ -228 & -144 & -214 & -191 & -138 & -194 & -258 & -166 \end{pmatrix} \quad UC_{zn1} = \begin{pmatrix} 0.77 & 0.49 & 0.73 & 0.72 & 0.45 & 0.63 & 0.79 & 0.44 \\ 0.75 & 0.64 & 0.73 & 0.78 & 0.63 & 0.72 & 0.80 & 0.60 \\ 0.55 & 0.39 & 0.53 & 0.50 & 0.36 & 0.47 & 0.57 & 0.77 \\ 0.82 & 0.78 & 0.82 & 0.80 & 0.76 & 0.81 & 0.84 & 0.83 \\ 0.55 & 0.55 & 0.56 & 0.54 & 0.54 & 0.55 & 0.55 & 0.52 \\ 0.62 & 0.62 & 0.62 & 0.60 & 0.61 & 0.61 & 0.61 & 0.58 \\ 0.62 & 0.62 & 0.62 & 0.60 & 0.61 & 0.61 & 0.61 & 0.58 \\ 0.72 & 0.50 & 0.70 & 0.70 & 0.36 & 0.52 & 0.62 & 0.55 \\ 0.66 & 0.42 & 0.62 & 0.55 & 0.40 & 0.56 & 0.75 & 0.48 \end{pmatrix} \begin{matrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{matrix}$$

A B C D E F G H **A B C D E F G H**

Zone 2

$$S_{v,zn2} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -175 & -238 & -235 & -123 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 222 & 248 & 269 & 204 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 136 & 175 & 174 & 190 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 252 & 260 & 268 & 297 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 174 & 174 & 176 & 189 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 203 & 202 & 202 & 208 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 203 & 202 & 202 & 208 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 95 & 123 & 147 & 114 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -150 & -209 & -194 & -115 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa} \begin{matrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{matrix}$$

A B C D E F G H

Zone 2

$$UC_{zn2} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.51 & 0.69 & 0.68 & 0.36 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.64 & 0.72 & 0.78 & 0.59 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.40 & 0.51 & 0.50 & 0.55 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.73 & 0.75 & 0.78 & 0.86 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.51 & 0.51 & 0.51 & 0.55 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.59 & 0.59 & 0.59 & 0.60 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.59 & 0.59 & 0.59 & 0.60 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.48 & 0.62 & 0.74 & 0.57 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.43 & 0.60 & 0.56 & 0.33 \end{pmatrix} \begin{matrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{matrix}$$

A B C D E F G H

Detail Gewicht _____

Output verwerking _____



18. Overzicht van huidplaten en verstijvers

Plaat

	" "	"zone1"	"zone2"	
Plate_summary =	"A"	25	0	.mm
	"B"	25	0	
	"C"	25	0	
	"D"	25	0	
	"E"	20	25	
	"F"	20	25	
	"G"	20	25	
	"H"	25	25	

	" "	"zone1"	"zone2"
Plate_UC_summary =	"A"	0.82	0.00
	"B"	0.78	0.00
	"C"	0.82	0.00
	"D"	0.80	0.00
	"E"	0.76	0.73
	"F"	0.81	0.75
	"G"	0.84	0.78
	"H"	0.83	0.86

Verstijvers

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_summary =	"A"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"B"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"C"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"D"	"T375x200x10x25"	"T-"
	"E"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"F"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"G"	"T375x150x10x25"	"T380x200x10x30"
	"H"	"T380x150x10x30"	"T435x250x10x35"

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_UC_summary =	"A"	0.77	0.00
	"B"	0.50	0.00
	"C"	0.73	0.00
	"D"	0.72	0.00
	"E"	0.45	0.51
	"F"	0.63	0.69
	"G"	0.79	0.74
	"H"	0.77	0.57

totaal_gewicht := $W_{t_{sum}}$

totaal_gewicht = 373.6·tonne

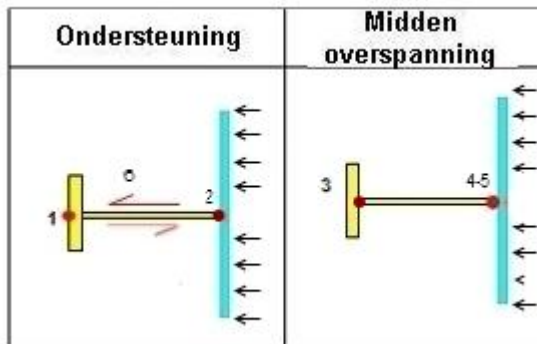
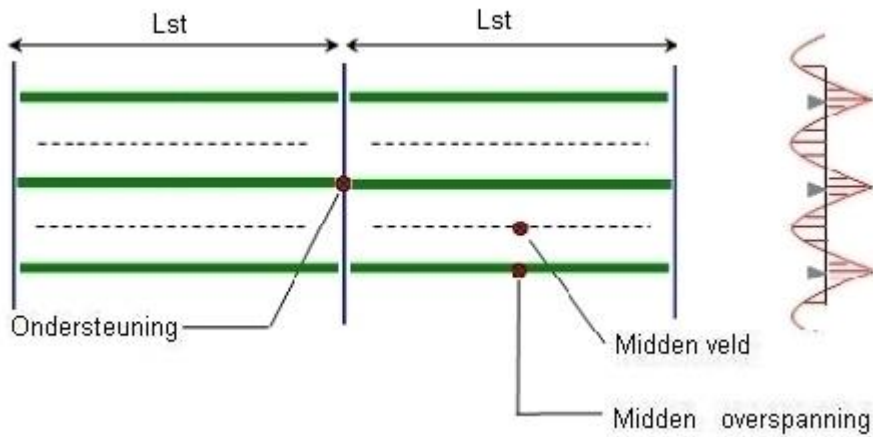


Berekening vermoeiing van stroomafwaarts huidplaten en verstijvers

In elke zone, zijn 6 controles op verschillende plekken uitgevoerd, voor verschillende soorten spanning-combinaties en lasdetails. Die zijn:

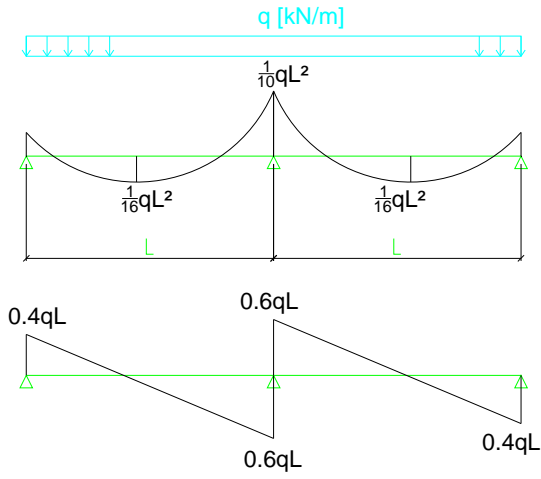
1. Uiterste vezel verstijver t.p.v. ondersteuning
2. Huid (binnenstezijde) t.p.v. ondersteuning
3. Verstijver web tegen flens lassen in het midden van de overspanning
4. Huid (binnenstezijde) in het midden van de overspanning (voor verticale spanning) in het midden van de overspanning
5. Huid (binnenstezijde) in het midden van de overspanning (voor horizontale spanning) in het midden van de overspanning
6. Verstijver web voor spanning afschuiving

Onderste figuur laat zien de definities van de 6 check points

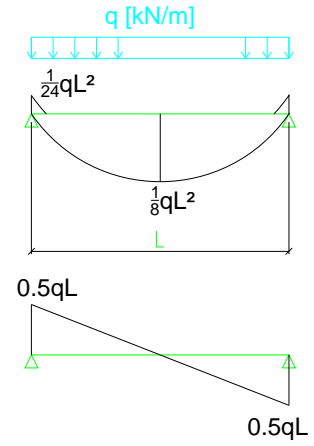




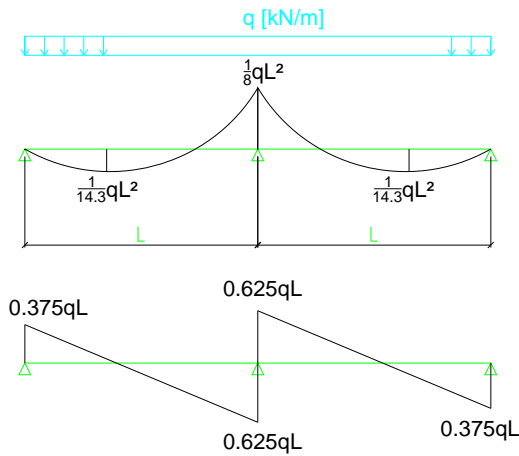
Statisch schema A, B, C:



Statisch schema H:



Statisch schema D:



Statisch schema E, F, G:

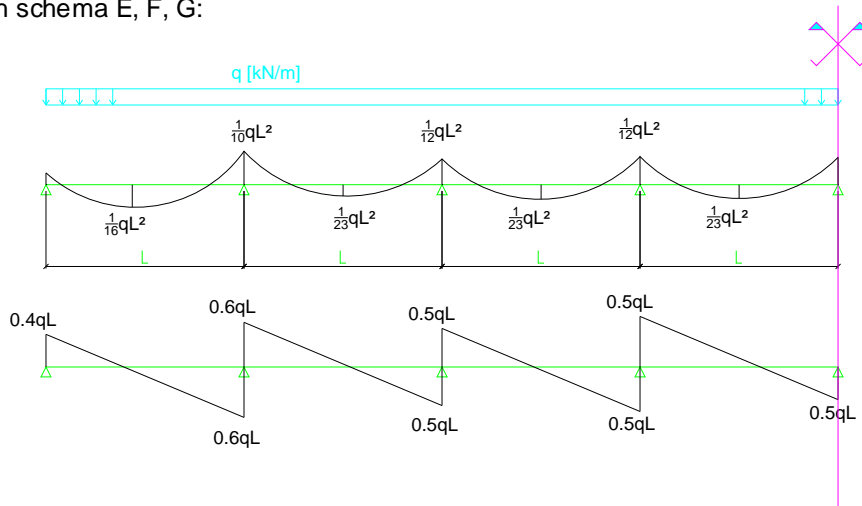




Table 8.5: Load carrying welded joints

Detail category	Constructional detail		Description	Requirements
80	$t < 50$ mm	all t	<p>Cruciform and Tee joints:</p> <p>1) Toe failure in full penetration butt welds and all partial penetration joints.</p> <p>2) Toe failure from edge of attachment to plate, with stress peaks at weld ends due to local plate deformations.</p> <p>3) Root failure in partial penetration Tee-butts joints or fillet welded joint and effective full penetration in Tee-butts joint.</p>	<p>1) Inspected and found free from discontinuities and misalignments outside the tolerances of EN 1090.</p> <p>2) For computing $\Delta\sigma$, use modified nominal stress.</p> <p>3) In partial penetration joints two fatigue assessments are required. Firstly, root cracking evaluated according to stresses defined in section 5, using category 36* for $\Delta\sigma_w$ and category 80 for $\Delta\sigma_m$. Secondly, toe cracking is evaluated by determining $\Delta\sigma$ in the load-carrying plate.</p> <p><u>Details 1) to 3):</u> The misalignment of the load-carrying plates should not exceed 15 % of the thickness of the intermediate plate.</p>
71	$50 < t \leq 80$	all t		
63	$80 < t \leq 100$	all t		
56	$100 < t \leq 120$	all t		
56	$t > 120$	$t \leq 20$		
50	$120 < t \leq 200$ $t > 200$	$t > 20$ $20 < t \leq 30$		
45	$200 < t \leq 300$ $t > 300$	$t > 30$ $30 < t \leq 50$		
40	$t > 300$	$t > 50$		
As detail 1 in Table 8.5	flexible panel			
36*				

Check point 1-2

Table 8.2: Welded built-up sections

Detail category	Constructional detail		Description	Requirements
125			<p><u>Continuous longitudinal welds:</u></p> <p>1) Automatic butt welds carried out from both sides.</p> <p>2) Automatic fillet welds. Cover plate ends to be checked using detail 6) or 7) in Table 8.5.</p>	<p><u>Details 1) and 2):</u></p> <p>No stop/start position is permitted except when the repair is performed by a specialist and inspection is carried out to verify the proper execution of the repair.</p>
112			<p>3) Automatic fillet or butt weld carried out from both sides but containing stop/start positions.</p> <p>4) Automatic butt welds made from one side only, with a continuous backing bar, but without stop/start positions.</p>	<p>4) When this detail contains stop/start positions category 100 to be used.</p>
100			<p>5) Manual fillet or butt weld.</p> <p>6) Manual or automatic butt welds carried out from one side only, particularly for box girders</p>	<p>5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.</p>
100			<p>7) Repaired automatic or manual fillet or butt welds for categories 1) to 6).</p>	<p>7) Improvement by grinding performed by specialist to remove all visible signs and adequate verification can restore the original category.</p>

Check point 3, 4

80	$t \leq 50$ mm		<p><u>Transverse attachments:</u></p> <p>6) Welded to plate.</p> <p>7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder.</p>	<p><u>Details 6) and 7):</u></p> <p>Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present.</p> <p>7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.</p>
71	$50 < t \leq 80$ mm		<p>8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections.</p> <p>The values are also valid for ring stiffeners.</p>	

Check point 5

80	$m=5$		<p>8) Continuous fillet welds transmitting a shear flow, such as web to flange welds in plate girders.</p> <p>9) Fillet welded lap joint.</p>	<p>8) $\Delta\sigma$ to be calculated from the weld throat area.</p> <p>9) $\Delta\sigma$ to be calculated from the weld throat area considering the total length of the weld. Weld terminations more than 10 mm from the plate edge, see also 4) and 5) above.</p>
----	-------	--	---	---

Check point 6



Ontwerp Parameters

Wand Zijde : WallSide := 1

Stroomopwaarts = -1
 Stroomafwaarts = 1

Zwaartekracht : $g \equiv 10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

Materiaal reductie factor : $\gamma_{Mf} := 1.35$

Spannings verhoging factor

Normale spanning:

$$SIF_n := \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.61$$

Toelaatbare verhoging
 spannings factor

Afschuiving spanning:

$$SIF_s := \sqrt[5]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.33$$

Referentie

483300 perioden

Waterhoogtes gebruikt voor berekening

	1	2	
el :=	-17	0	m
	-17	0	
	-17	0	
	-17	0	
	-11.1	-17	
	-13	-17	
	-13	-17	
	-13	-17	

**A
B
C
D
E
F
G
H**

Statische schema's

Eenheid lengte : a := 1m

Equivalentente dikte reductie factor : $\xi := 1$

Verminderde effectieve verstijver
 oppervlakte ten gevolge van de
 zwaartepunt van T - verstijver



Hydraulische druk (ontwerp waarden):

(afgeleid van de Excel berekening van de hydrostatische druk database: q_us inclusief rekenbelasting)

Referentie

q_db :=	1	2	3
1	"z [m]"	"Pres [kN/m2]"	"Pres,by [kN/m2]"
2	""	""	""
3	7	0	0
4	6.875	0	0
5	6.75	0	0
6	6.625	0	0
7	6.5	0	0
8	6.375	0	0
9	6.25	0	0

Gebruikte combinaties voor toelaatbare spanning

q _{w1} :=	q _{db} _{197,3}	0	·kN·m ⁻²
	q _{db} _{197,3}	0	
	q _{db} _{197,3}	0	
	q _{db} _{197,3}	0	
	q _{db} _{149,3}	q _{db} _{197,3}	
	q _{db} _{165,3}	q _{db} _{197,3}	
	q _{db} _{165,3}	q _{db} _{197,3}	
	q _{db} _{165,3}	q _{db} _{197,3}	

1	2
23	0
23	0
23	0
23	0
23	23
23	23
23	23
23	23

·kN·m⁻²

**A
B
C
D
E
F
G
H**

Overspanning van verstijvers :

1	2
4.000	0
2.774	0
3.818	0
3.915	0
3.024	3.024
3.958	3.958
4.735	4.735
4.669	4.669

L_{st} :=

m

**A
B
C
D
E
F
G
H**

Afstand van verstijvers : ----->

1	2
0.693	0
0.693	0
0.704	0
0.660	0
0.610	0.610
0.600	0.600
0.600	0.600
0.650	0.650

L_{pl} :=

m

**A
B
C
D
E
F
G
H**



Lokale druk

Gelijkmatige belasting plaat : $q_{pl1} := q_{wl} \cdot a$

Gelijkmatige belasting verstijver : $q_{st1} := \overrightarrow{(q_{wl} \cdot L_{pl})}$

Momenten verstijver

Steunpuntmomenten in lengterichting:

$$M_{Lh1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Lh1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{8} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = D \\ M_{Lh1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{24} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = H \\ M_{Lh1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{10} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \end{cases} M_{Lh1} = \begin{pmatrix} -25.16 & 0.00 \\ -12.10 & 0.00 \\ -23.29 & 0.00 \\ -28.69 & 0.00 \\ -12.66 & -12.66 \\ -21.33 & -21.33 \\ -30.52 & -30.52 \\ -13.40 & -13.40 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Veldmomenten in lengterichting:

$$M_{Ls1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Ls1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{14.3} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = D \\ M_{Ls1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{8} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ if } i = H \\ M_{Ls1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{16} \cdot q_{st1,i,j} \cdot (L_{st,i,j})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \end{cases} M_{Ls1} = \begin{pmatrix} 15.72 & 0.00 \\ 7.56 & 0.00 \\ 14.55 & 0.00 \\ 16.05 & 0.00 \\ 7.91 & 7.91 \\ 13.33 & 13.33 \\ 19.08 & 19.08 \\ 40.19 & 40.19 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Steunpuntmomenten in dwarsrichting:

$$M_{Th1} := \overrightarrow{\left[\text{WallSide} \cdot \left[\frac{-1}{12} \cdot q_{pl1} \cdot L_{pl}^2 + \frac{1}{2} \cdot 0.012 \text{m} \cdot q_{pl1} \cdot (L_{pl} - 0.012 \text{m}) \right] \right]}$$

$$M_{Th1}^T = \begin{pmatrix} -0.82 & -0.82 & -0.84 & -0.74 & -0.62 & -0.60 & -0.60 & -0.71 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & -0.62 & -0.60 & -0.60 & -0.71 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Dwarskracht verstijver:

$$V_{L1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..H \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} V_{L1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{5}{8} \cdot q_{st1,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ if } i = D \\ V_{L1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{1}{2} \cdot q_{st1,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ if } i = H \\ V_{L1,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{3}{5} \cdot q_{st1,i,j} \cdot L_{st,i,j} \text{ otherwise} \end{array} \right. \end{cases} V_{L1} = \begin{pmatrix} 37.74 & 0.00 \\ 26.17 & 0.00 \\ 36.59 & 0.00 \\ 36.64 & 0.00 \\ 25.11 & 25.11 \\ 32.33 & 32.33 \\ 38.68 & 38.68 \\ 34.43 & 34.43 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$



Ontwerp procedure en criteria

De effectieve breedte van de plaat in combinatie met de profielen worden berekend volgens de Eurocode:

Effectieve breedte in EC-1993-1-5:

page 9 & 10 in EN-1993-1-5:2006

Effectieve
lengte :

$$L_{e2_{level, zone}} := 0.7 \cdot L_{st_{level, zone}} \quad \underline{\text{Voor steunpuntmomenten.}}$$

$$L_{e1_{level, zone}} := 0.5 \cdot L_{st_{level, zone}} \quad \underline{\text{Voor veldmomenten.}}$$

Max .breedte:

$$b_0 := 0.5L_{pl}$$

$\alpha_0 \equiv 1$

$$\kappa_1 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e1}}$$

$$\kappa_2 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e2}}$$

Voor steunpuntmomenten.

$$\beta_{1_{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6 \cdot \left(\kappa_{1_{level, zone}} - \frac{1}{2500 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} \right) + 1.6 \cdot \left(\kappa_{1_{level, zone}} \right)^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{8.6 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

$$\beta_{2_{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{2_{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6.4 \cdot \left(\kappa_{2_{level, zone}} \right)^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{2_{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{5.9 \cdot \kappa_{2_{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{2_{level, zone}} > 0.7 \end{cases} \quad \underline{\text{Voor veldmomenten.}}$$

$$b_{eff_1} := \overrightarrow{(2\beta_1 \cdot b_0)} \quad b_{eff_1} = \begin{pmatrix} 334 & 0 \\ 268 & 0 \\ 328 & 0 \\ 323 & 0 \\ 269 & 269 \\ 311 & 311 \\ 340 & 340 \\ 352 & 352 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$b_{eff_2} := \overrightarrow{(2\beta_2 \cdot b_0)} \quad b_{eff_2} = \begin{pmatrix} 631 & 0 \\ 576 & 0 \\ 634 & 0 \\ 604 & 0 \\ 538 & 538 \\ 558 & 558 \\ 570 & 570 \\ 611 & 611 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

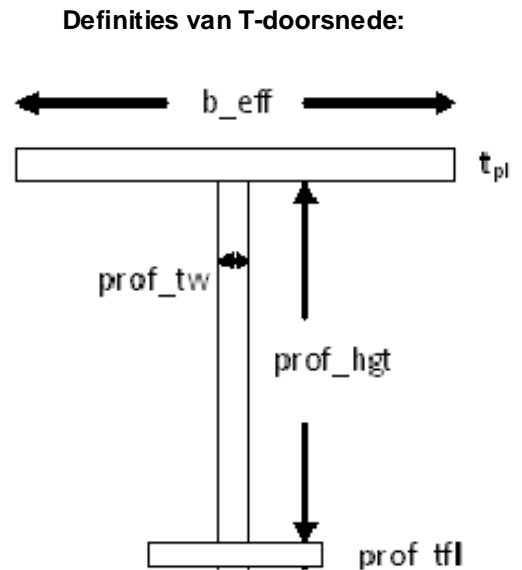


Ontwerp Parameters

Type_{level, zone} := "T"

prof_hgt :=	1	2	·mm	prof_tw :=	1	2	·mm
	350	0			10	0	
	350	0			10	0	
	350	0			10	0	
	350	0			10	0	
	350	350			10	10	
	350	350			10	10	
	350	350			10	10	
350	400	10	10				

A
B
C
D
E
F
G
H



prof_tfl :=	1	2	·mm	prof_b :=	1	2	·mm	t _{pl} :=	1	2	·mm
	25	0			150	0			25	0	
	25	0			150	0			25	0	
	25	0			150	0			25	0	
	25	0			200	0			25	0	
	25	25			150	150			20	25	
	25	25			150	150			20	25	
	25	30			150	200			20	25	
30	35	150	250	25	25						

A
B
C
D
E
F
G
H

► Verstijvers eigenschappen _____

► Verstijver taak _____

Design_stiffener =	" "	"zone1"	"zone2"
	"A"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"B"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"C"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"D"	"T375x200x10x25"	"T-"
	"E"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"F"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"G"	"T375x150x10x25"	"T380x200x10x30"
"H"	"T380x150x10x30"	"T435x250x10x35"	



Doorsnede eigenschappen

Plaat dikte: $t_{pl} = \begin{pmatrix} 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 25 & 0 \\ 20 & 25 \\ 20 & 25 \\ 20 & 25 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Weerstandsmoment van de plaat: $W_{plate} := \left[\frac{1}{6} \cdot a \cdot (t_{pl})^2 \right]$

$$W_{plate} = \begin{pmatrix} 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 104167 & 0 \\ 66667 & 104167 \\ 66667 & 104167 \\ 66667 & 104167 \\ 104167 & 104167 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Doorsnede t.p.v. ondersteuning: (top: 1 & bodem: 2)

Effectieve breedte: $b_{eff_1A,1} = 334 \cdot \text{mm}$

Oppervlakte: $ar_{A,1} = 7250 \cdot \text{mm}^2$

Zwaartepunt:

$$ex_1 := \frac{\frac{1}{2} \cdot b_{eff_1} \cdot (t_{pl})^2 + ar \cdot (t_{pl} + prof_ex)}{b_{eff_1} \cdot t_{pl} + ar}$$

$$ex_1 = \begin{pmatrix} 144.67 & 0.00 \\ 160.44 & 0.00 \\ 146.04 & 0.00 \\ 165.19 & 0.00 \\ 171.74 & 159.96 \\ 161.82 & 149.82 \\ 155.60 & 174.89 \\ 152.78 & 226.65 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy1} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{eff_1} \cdot (t_{pl})^3 + b_{eff_1} \cdot t_{pl} \cdot \left(ex_1 - \frac{t_{pl}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + prof_I_{yy} \dots \right. \\ \left. + ar \cdot (prof_ex + t_{pl} - ex_1)^2 \right]$$

$$I_{yy1} = \begin{pmatrix} 414146853 & 0 \\ 381534677 & 0 \\ 411314224 & 0 \\ 476079059 & 0 \\ 345568752 & 382539219 \\ 365884290 & 403504849 \\ 378612322 & 540314367 \\ 470497125 & 865397894 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$



Weerstandsmoment:

$$W_{yy1.1} := \frac{\overrightarrow{I_{yy1}}}{\text{prof_hgt} + t_{pl} + \text{prof_tfl} - ex_1}$$

$$W_{yy1.1} = \begin{pmatrix} 1622015 & 0 \\ 1592656 & 0 \\ 1619607 & 0 \\ 2027530 & 0 \\ 1547836 & 1593617 \\ 1569086 & 1612835 \\ 1581508 & 2348103 \\ 1865401 & 3708650 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy1.2} := \frac{\overrightarrow{I_{yy1}}}{ex_1 - t_{pl}}$$

$$W_{yy1.2} = \begin{pmatrix} 3460702 & 0 \\ 2816974 & 0 \\ 3398148 & 0 \\ 3395893 & 0 \\ 2277362 & 2834560 \\ 2579975 & 3232789 \\ 2792117 & 3604661 \\ 3682175 & 4291494 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Doorsnede in het midden van de overspanning:

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_2}^T = \begin{pmatrix} 631 & 576 & 634 & 604 & 538 & 558 & 570 & 611 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 538 & 558 & 570 & 611 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Zwaartepunt:

$$ex_2 := \frac{\frac{1}{2} b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{pl})^2 + ar \cdot (t_{pl} + \text{prof_ex})}{b_{\text{eff}_2} \cdot t_{pl} + ar}$$

$$ex_2 = \begin{pmatrix} 102 & 0 \\ 108 & 0 \\ 102 & 0 \\ 120 & 0 \\ 123 & 112 \\ 121 & 110 \\ 120 & 135 \\ 114 & 177 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy2} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{pl})^3 + b_{\text{eff}_2} \cdot t_{pl} \cdot \left(ex_2 - \frac{t_{pl}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \left[\text{prof_I}_{yy} + ar \cdot (\text{prof_ex} - ex_2 + t_{pl})^2 \right] \right]$$

$$I_{yy2} = \begin{pmatrix} 502413714 & 0 \\ 490507469 & 0 \\ 502919109 & 0 \\ 591441720 & 0 \\ 444460648 & 481626723 \\ 449428002 & 486414349 \\ 452353898 & 655733246 \\ 562985207 & 1094585170 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$



Weerstandsmoment:

$$W_{yy2.1} := \frac{\overset{\longrightarrow}{I_{yy2}}}{\text{prof_hgt} + t_{pl} + \text{prof_tfl} - ex_2}$$

$$W_{yy2.1} = \begin{pmatrix} 1686307 & 0 \\ 1678673 & 0 \\ 1686625 & 0 \\ 2110496 & 0 \\ 1636789 & 1672796 \\ 1640443 & 1675984 \\ 1642565 & 2433020 \\ 1932317 & 3868329 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy2.2} := \frac{\overset{\longrightarrow}{I_{yy2}}}{ex_2 - t_{pl}}$$

$$W_{yy2.2} = \begin{pmatrix} 6519540 & 0 \\ 5923970 & 0 \\ 6546780 & 0 \\ 6241359 & 0 \\ 4296140 & 5530677 \\ 4448352 & 5737782 \\ 4541470 & 5934994 \\ 6350828 & 7199358 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Afschuif oppervlakte:

$$A_v := 0.9(\text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw})$$

$$A_v = \begin{pmatrix} 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 0 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3150 \\ 3150 & 3600 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$





Spanning

Spanning definitie S,a,b,c,d:

- a) g Globale spanningen uit het Ansys model
 - 2 Buigspanning van de verstijvers
 - 3 Buigspanning van de plaat
- b) Contole punt 1..6
- c) Spanningsrichting (y, z, and yz)
- d) Zone (A..H and 1..2)

Globale spanning uit het ANSYS

	ZONE		ZONE		
	1	2	1	2	
spanning in lengte richting: (incl. belastingsfactor)	$S_{g.y.pos} :=$		$S_{g.y.neg} :=$		A B C D E F G H
	MPa		MPa		
spanning in dwars richting:	$S_{g.z.pos} :=$		$S_{g.z.neg} :=$		A B C D E F G H
	MPa		MPa		
Schuifspanning: (incl. belastingsfactor)	$S_{g.yz} :=$				A B C D E F G H
	MPa				

Dit is een conservatieve benadering, omdat de globale spanningen uit het ANSYS model zijn de hoogste spanningen van elke zone.



Spanningen verstijvers

Bereik spanningen verstijvers

Bereik spanning verstijver t.p.v. ondersteuning

Langsmoment: $M_{Lh1_{F,1}} = -21.3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Langsspanning flens: $S_{2.1.y.1} := \frac{M_{Lh1}}{W_{yy1.1}}$ $S_{2.1.y.1_{F,1}} = -13.6 \cdot \text{MPa}$

Huid (binnenzijde) bereik langsspanning: $S_{2.2.y.1} := \frac{-M_{Lh1}}{W_{yy1.2}}$ $S_{2.2.y.1_{F,1}} = 8.3 \cdot \text{MPa}$

Afschuiving verstijver : $\tau_{6.1} := \frac{V_{L1}}{A_v}$ $\tau_{6.1_{F,1}} = 10.3 \cdot \text{MPa}$

Bereik spanning verstijver in het midden van de overspanning

Langsmoment: $M_{Ls1_{F,1}} = 13.3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Bereik spanning flens langsmoment: $S_{2.3.y.1} := \left[\frac{M_{Ls1}}{I_{yy2}} \cdot (\text{prof_hgt} + t_{pl} - ex_2) \right]$ $S_{2.3.y.1_{F,1}} = 7.4 \cdot \text{MPa}$

Huid (binnenzijde) bereik langsmoment: $S_{2.4.y.1} := \frac{-M_{Ls1}}{W_{yy2.2}}$ $S_{2.4.y.1_{F,1}} = -3.0 \cdot \text{MPa}$

Lokale plaat bereik spanningen

Op verstijver buitenste plaat

Moment dwars: $M_{Th1_{F,1}} = -0.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Bereik spanning langsmoment: $S_{3.4.z.1} := \frac{M_{Th1}}{W_{plate}}$ $S_{3.4.z.1_{F,1}} = -9 \cdot \text{MPa}$



Toelaatbare bereik spanning

De toelaatbare spanning (categorie detail) is afhankelijk van de locatie van de controle punt.

Toelaatbare bereik spanning:

$$\Delta\sigma_C := \begin{pmatrix} 36 \\ 36 \\ 100 \\ 100 \\ 71 \\ 80 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Punt 1
Punt 2
Punt 3
Punt 4
Punt 5
Punt 6

*Toetaalbare bereik spanning is gebaseerd op:
 2 x 10⁶ perioden, EN 1993-1-9*

Gebruikt voor toelaatbare spanning bereik methode

$$\Delta\sigma_{C,d} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in 1 \\ \left| \begin{array}{l} \Delta\sigma_{C,d,i,j} \leftarrow \frac{\Delta\sigma_{C,i,j} \cdot \text{SIF}_n}{\gamma_{Mf}} \text{ if } i \leq 5 \\ \Delta\sigma_{C,d,i,j} \leftarrow \frac{\Delta\sigma_{C,i,j} \cdot \text{SIF}_s}{\gamma_{Mf}} \text{ if } i = 6 \end{array} \right. \\ \Delta\sigma_{C,d} \end{cases}$$

$$\Delta\sigma_{C,d} = \begin{pmatrix} 43 \\ 43 \\ 119 \\ 119 \\ 84 \\ 79 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Berekening schade _____

Berekening reductiefactor ks _____



Bereik gecombineerde spanningen en [U]nity [C]hecks

De gecombineerde bereik spanningen zijn geanalyseerd op zes punten voor elke zone op de muur, berekeningsproces van zone 1 is hieronder weergegeven met een lijst, zone 2 is niet zichtbaar gemaakt.

Combinatie 1

Punt 1: Verstijver t.p.v. ondersteuning

$$S_{v.zn1.1_{1,level}} := \left| S_{g.y.neg_{level,1}} + S_{2.1.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{1,F}} = 23.6 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(1,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{1,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_1} \cdot k_{s1_{1,level}}} \right|$$

Punt 2: Binnenste plaat op ondersteuning

$$S_{v.zn1.1_{2,level}} := \left| S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{2,F}} = 18.3 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(2,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{2,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_2} \cdot k_{s1_{2,level}}} \right|$$

Punt 3: Flens in het midden van de verspanning

$$S_{v.zn1.1_{3,level}} := \left| S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.3.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{3,F}} = 17.4 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(3,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{3,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_3} \cdot k_{s1_{3,level}}} \right|$$

Punt 4: Huidplaat in het midden van de verspanning

$$S_{v.zn1.1_{4,level}} := \left| S_{g.y.neg_{level,1}} + S_{2.4.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{4,F}} = 13 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(4,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{4,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_4} \cdot k_{s1_{4,level}}} \right|$$

Punt 5: Huidplaat, spanningen langsmoment (horizontaal)

$$S_{v.zn1.1_{5,level}} := \left| S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.4.z.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{5,F}} = 19 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(5,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{5,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_5} \cdot k_{s1_{5,level}}} \right|$$

Punt 6: Afschuiving verstijver

$$S_{v.zn1.1_{6,level}} := \left| \tau_{6.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{6,F}} = 10.3 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(6,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{6,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_6} \cdot k_{s1_{6,level}}} \right|$$

► Gecombineerde spanningen zone 2



Overzicht spanningen

Overzicht spanningen

Zone1

$$S_{v,zn1.1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} & \mathbf{G} & \mathbf{H} \\ 26 & 18 & 24 & 24 & 18 & 24 & 29 & 17 \\ 17 & 14 & 17 & 18 & 16 & 18 & 21 & 14 \\ 19 & 14 & 18 & 17 & 14 & 17 & 21 & 29 \\ 12 & 11 & 12 & 13 & 12 & 13 & 14 & 16 \\ 18 & 18 & 18 & 17 & 19 & 19 & 19 & 17 \\ 12 & 8 & 12 & 12 & 8 & 10 & 12 & 11 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Zone2

$$S_{v,zn2.1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} & \mathbf{G} & \mathbf{H} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 23 & 23 & 14 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 17 & 18 & 13 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 17 & 17 & 19 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 11 & 12 & 13 & 16 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16 & 16 & 16 & 17 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 10 & 12 & 10 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Overzicht Unity Checks

Zone 1

$$UC_{zn1_1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} & \mathbf{G} & \mathbf{H} \\ 0.60 & 0.41 & 0.57 & 0.56 & 0.42 & 0.55 & 0.68 & 0.40 \\ 0.40 & 0.33 & 0.39 & 0.43 & 0.36 & 0.43 & 0.49 & 0.32 \\ 0.16 & 0.12 & 0.15 & 0.14 & 0.12 & 0.15 & 0.17 & 0.24 \\ 0.10 & 0.09 & 0.10 & 0.11 & 0.10 & 0.11 & 0.12 & 0.14 \\ 0.21 & 0.21 & 0.21 & 0.20 & 0.23 & 0.23 & 0.23 & 0.20 \\ 0.15 & 0.11 & 0.15 & 0.15 & 0.10 & 0.13 & 0.16 & 0.14 \end{pmatrix} \begin{matrix} \underline{\text{int 1}} \\ \underline{\text{int 2}} \\ \underline{\text{int 3}} \\ \underline{\text{Point 4}} \\ \underline{\text{Point 5}} \\ \underline{\text{Point 6}} \end{matrix}$$

$$UC_{zn1} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in A..H \\ UC_{zn1_{i,j}} \leftarrow UC_{zn1_1_{i,j}} \\ UC_{zn1} \end{cases}$$

Zone 2

$$UC_{zn2_1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} & \mathbf{G} & \mathbf{H} \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.42 & 0.54 & 0.54 & 0.32 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.34 & 0.39 & 0.43 & 0.31 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.12 & 0.15 & 0.14 & 0.16 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.10 & 0.11 & 0.13 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.19 & 0.19 & 0.19 & 0.20 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.13 & 0.16 & 0.12 \end{pmatrix} \begin{matrix} \underline{\text{int 1}} \\ \underline{\text{int 2}} \\ \underline{\text{int 3}} \\ \underline{\text{Point 4}} \\ \underline{\text{Point 5}} \\ \underline{\text{Point 6}} \end{matrix}$$

$$UC_{zn2} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in A..H \\ UC_{zn2_{i,j}} \leftarrow UC_{zn2_1_{i,j}} \\ UC_{zn2} \end{cases}$$

Overzicht spanningen



► Output verwerking

Overzicht van vermoeiing controles van verstijvers op horizontale ondersteuning

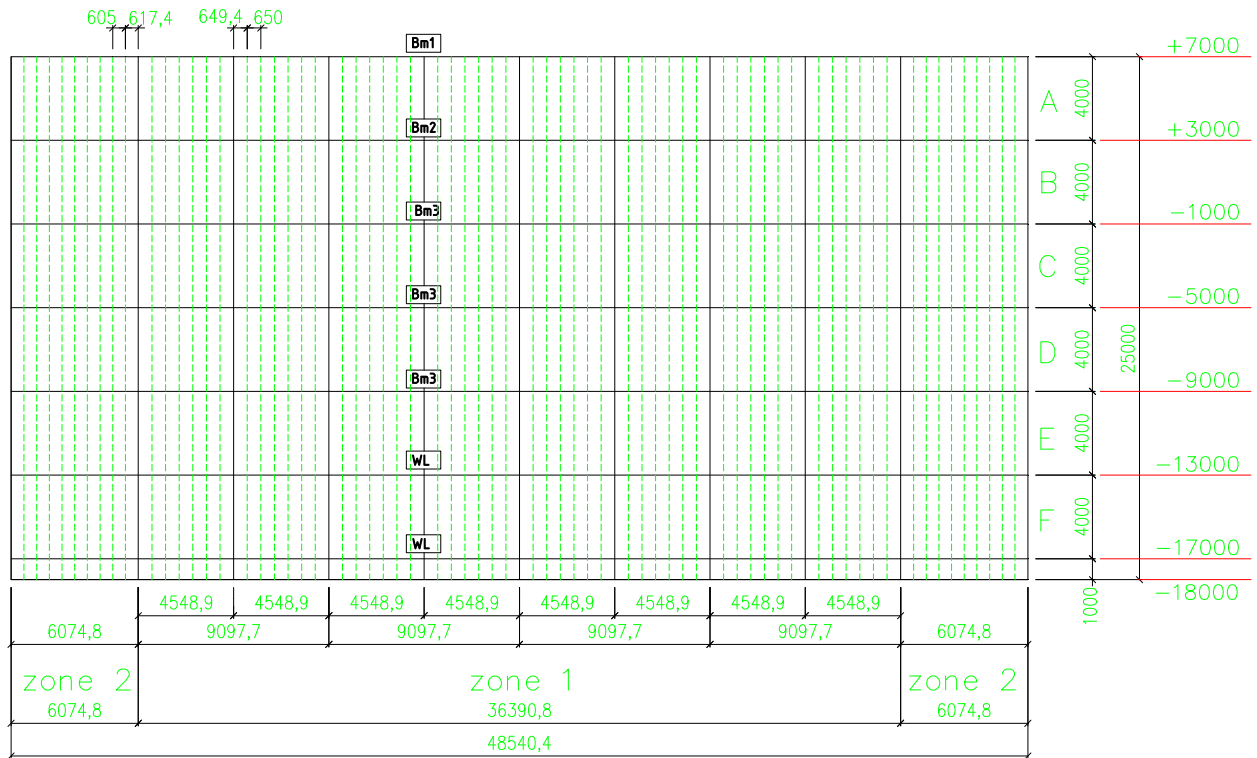
	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_summary =	"A"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"B"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"C"	"T375x150x10x25"	"T-"
	"D"	"T375x200x10x25"	"T-"
	"E"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"F"	"T375x150x10x25"	"T375x150x10x25"
	"G"	"T375x150x10x25"	"T380x200x10x30"
	"H"	"T380x150x10x30"	"T435x250x10x35"

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_UC_summary =	"A"	0.60	0.00
	"B"	0.41	0.00
	"C"	0.57	0.00
	"D"	0.56	0.00
	"E"	0.42	0.42
	"F"	0.55	0.54
	"G"	0.68	0.54
	"H"	0.40	0.32



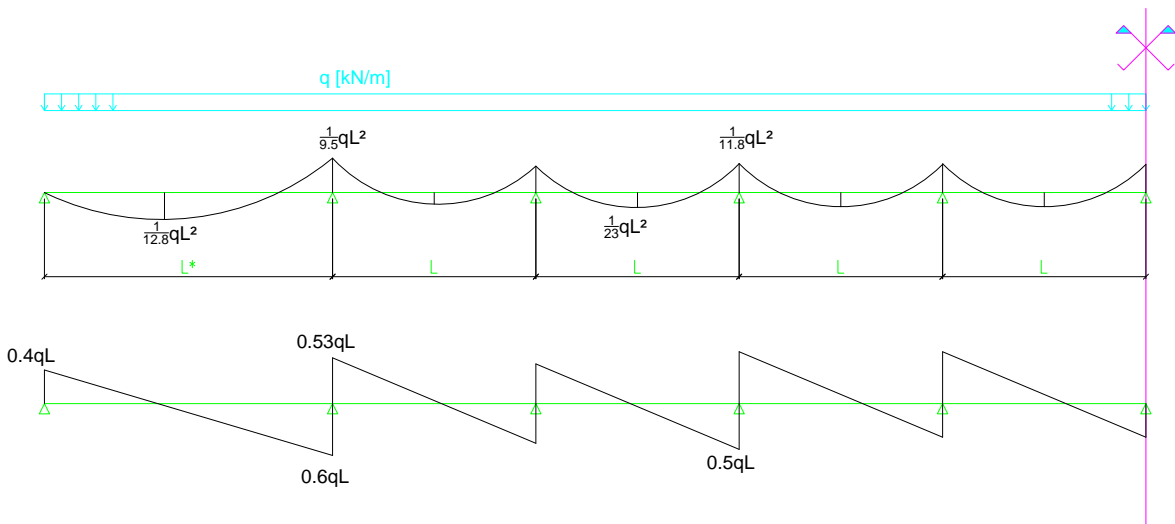
HORizontALE LIGGER CONTROLE - LIGGERS

Algehele vooraanzicht



Schematisering belasting en krachten

Ligger 1 t/m 3:





Afmetingen definities

Wand Zijde :

$$\text{WallSide} := 1$$

Lengte:

$$L_w := \begin{pmatrix} 4549 & 6074 \\ 4549 & 6074 \\ 4549 & 6074 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

Number of spans:

$$N_{sp} := \begin{pmatrix} 8 & 2 \\ 8 & 2 \\ 8 & 2 \end{pmatrix}$$

Overspanning van verstijvers:

$$L_{st} := \begin{pmatrix} 4000 & 4000 \\ 4000 & 4000 \\ 4000 & 4000 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

Lengte:

$$b_0 := \frac{L_{st}}{2} = \begin{pmatrix} 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Dikte:

$$t_{sk} := \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

Waterhoogtes gebruikt voor berekening:

	1	2	
el :=	7	7	Bm1
	3	3	Bm2
	-1	-1	Bm3
	-5	-5	Bm3 LEVELS
	-9	-9	Bm3
	-13	-13	Wall
	-17	-17	Wall

Hydraulische druk (ontwerp waarden):

(afgeleid van de Excel berekening van de hydrostatische druk database: q_us inclusief rekenbelasting)

q_db :=			
	1	2	3
1	"z [m]"	"Pres,d [kN/m2]"	"Pres,by,d [kN/m2]"
2	""	""	""
3	7	38.87	0
4	6.875	40.13	0
5	6.75	41.38	0
6	6.625	42.64	0
7	6.5	43.89	0
8	6.375	45.14	0
9	6.25	46.4	0
10	6.125	47.65	0



$$q_w := \begin{pmatrix} q_{db_{3,2}} & q_{db_{3,2}} \\ q_{db_{35,2}} & q_{db_{35,2}} \\ q_{db_{68,2}} & q_{db_{68,2}} \\ q_{db_{100,2}} & q_{db_{100,2}} \\ q_{db_{132,2}} & q_{db_{132,2}} \\ q_{db_{164,2}} & q_{db_{164,2}} \\ q_{db_{197,3}} & q_{db_{197,3}} \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_w = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 39 & 39 \\ 79 & 79 \\ 118 & 118 \\ 114 & 114 \\ 110 & 110 \\ 106 & 106 \\ 280 & 280 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Belasting definities

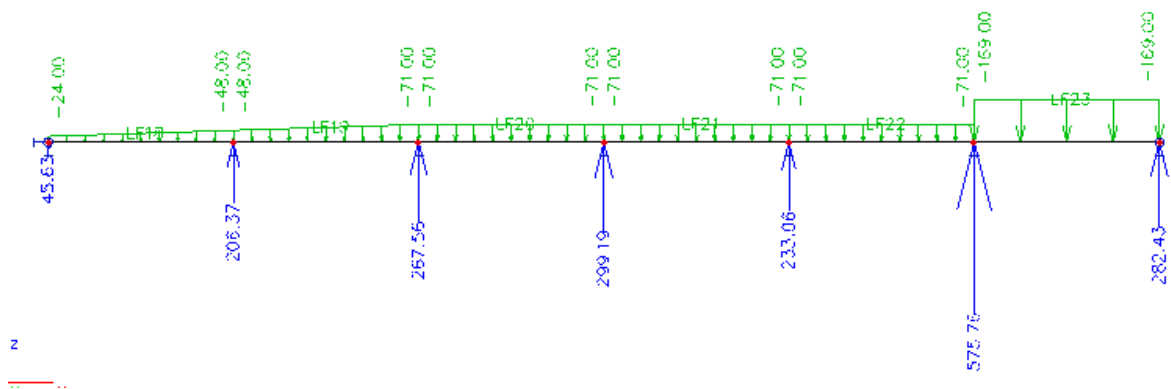
Hartafstand verstijvers:

$$L_p := \begin{pmatrix} 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \end{pmatrix} \text{ m}$$

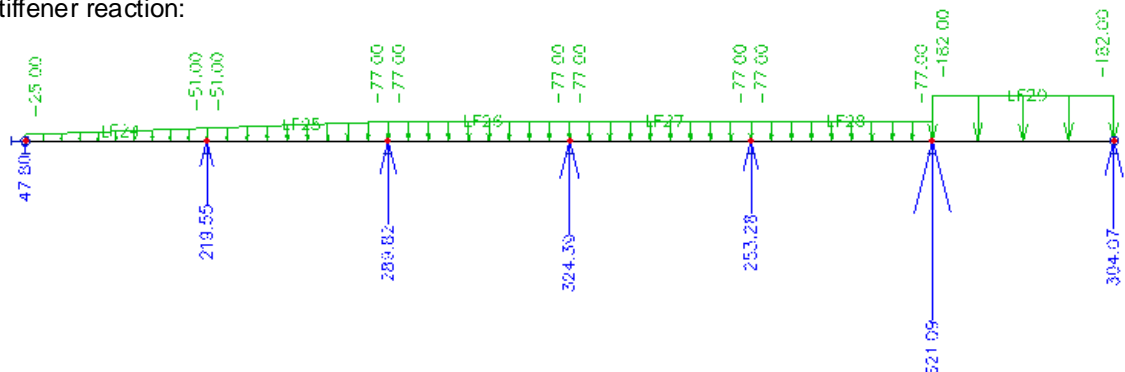
Waterdruk op verstijvers:

$$q_{st} := \begin{pmatrix} 25 & 24 \\ 51 & 48 \\ 77 & 71 \\ 74 & 69 \\ 72 & 67 \\ 69 & 64 \\ 182 & 169 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zone II stiffener reaction:



Zone I stiffener reaction:





Stiffener reaction in correspondence of beam supports:

$$Q_{st} := \begin{pmatrix} 48 & 46 \\ 220 & 206 \\ 324 & 299 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

Cross spacing of stiffeners:

$$L_{p.Bm} := \begin{pmatrix} L_{p1,1} & L_{p1,2} \\ L_{p2,1} & L_{p2,2} \\ L_{p3,1} & L_{p3,2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \\ 0.650 & 0.605 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Verdeelde belasting op de horizontale ligger:

$$q := \frac{Q_{st}}{L_{p.Bm}} = \begin{pmatrix} 74 & 76 \\ 338 & 340 \\ 498 & 494 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ontwerp interne krachten

Steunpuntmomenten in lengterichting:

$$M_{h,max} = \begin{pmatrix} -129.50 & -295.28 \\ -593.55 & -1322.32 \\ -874.14 & -1919.30 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{h,max} := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 .. Li_3 \\ \text{for } j \in 1 .. 2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{h,max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{9.5} \cdot q_{i,j} \cdot (L_{i,j})^2 \text{ if } j = 2 \\ M_{h,max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{11.8} \cdot q_{i,j} \cdot (L_{i,j})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{h,max} \end{cases}$$

Veldmomenten in lengterichting:

$$M_{s,max} = \begin{pmatrix} 66.44 & 219.15 \\ 304.52 & 981.41 \\ 448.47 & 1424.48 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{s,max} := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 .. Li_3 \\ \text{for } j \in 1 .. 2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{s,max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{12.8} \cdot q_{i,j} \cdot (L_{i,j})^2 \text{ if } j = 2 \\ M_{s,max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{23} \cdot q_{i,j} \cdot (L_{i,j})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{s,max} \end{cases}$$

Dwarskracht ligger:

$$V_{max} = \begin{pmatrix} 167.96 & 277.09 \\ 769.83 & 1240.90 \\ 1133.75 & 1801.12 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$V_{max} := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 .. Li_3 \\ \text{for } j \in 1 .. 2 \\ \left| \begin{array}{l} V_{max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot 0.6 \cdot q_{i,j} \cdot L_{i,j} \text{ if } j = 2 \\ V_{max,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot 0.5 \cdot q_{i,j} \cdot L_{i,j} \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ V_{max} \end{cases}$$



Materiaal

[mm] 16 40 63 80 100 150
 $f_{yk} := (355 \ 345 \ 335 \ 325 \ 315 \ 295) \text{ MPa}$

$E := 210000 \text{ MPa}$

$\nu := 0.3$

$\gamma_g := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\gamma_{M0} := 1.0$

$\gamma_{M1} := 1.0$

Effectieve breedte conform EC-1993-1-5:

	(veld)	(steunpunt)
Ligger lengte:	$L_{e1} := 0.7 \cdot L$	$L_{e2} := 0.5 \cdot L$
	$L_{e1} = \begin{pmatrix} 3184 & 4252 \\ 3184 & 4252 \\ 3184 & 4252 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$	$L_{e2} = \begin{pmatrix} 2275 & 3037 \\ 2275 & 3037 \\ 2275 & 3037 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$
$\alpha_0 \equiv 1.0$	$k_1 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e1}}$	$k_2 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e2}}$

Voor steunpuntmomenten:

$$\beta_{1, \text{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } k_{1, \text{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6.4 \cdot (k_{1, \text{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < k_{1, \text{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{5.9 \cdot k_{1, \text{level, zone}}} & \text{if } k_{1, \text{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

Voor veldmomenten:

$$\beta_{2, \text{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } k_{2, \text{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6 \cdot \left(k_{2, \text{level, zone}} - \frac{1}{2500 \cdot k_{2, \text{level, zone}}} \right) + 1.6 \cdot (k_{2, \text{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < k_{2, \text{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{8.6 \cdot k_{2, \text{level, zone}}} & \text{if } k_{2, \text{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

(veld)

$b_{\text{eff}_1} := \overrightarrow{(2\beta_1 \cdot b_0)}$

$b_{\text{eff}_1} = \begin{pmatrix} 1134.84 & 1655.56 \\ 1134.84 & 1655.56 \\ 1134.84 & 1655.56 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

(steunpunt)

$b_{\text{eff}_2} := \overrightarrow{(2\beta_2 \cdot b_0)}$

$b_{\text{eff}_2} = \begin{pmatrix} 528.95 & 709.03 \\ 528.95 & 709.03 \\ 528.95 & 709.03 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$



Globaal belastingen van ANSYS model

Steunpunt:

$\sigma_{H.Ans.1.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{H.Ans.1.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---

$\sigma_{H.Ans.2.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{H.Ans.2.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---

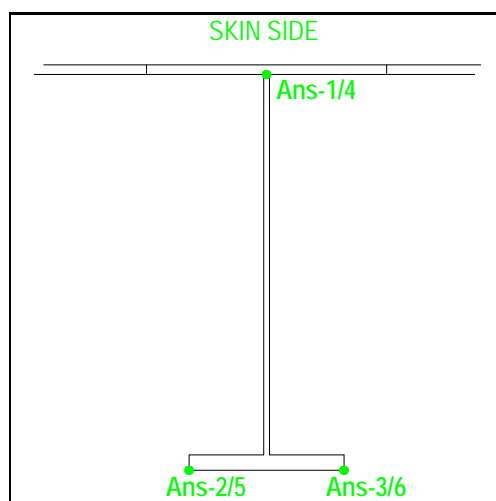
$\sigma_{H.Ans.3.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{H.Ans.3.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---

Veld:

$\sigma_{S.Ans.4.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{S.Ans.4.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---

$\sigma_{S.Ans.5.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{S.Ans.5.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---

$\sigma_{S.Ans.6.neg} := \begin{pmatrix} -100 & -100 \\ -100 & -100 \\ -100 & -100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$	$\sigma_{S.Ans.6.pos} := \begin{pmatrix} 100 & 100 \\ 100 & 100 \\ 100 & 100 \end{pmatrix} \text{ MPa}$
---	---





Doorsnede parameters - steunpunt zone

$$H_{H,t} := \begin{pmatrix} 300 & 350 \\ 600 & 900 \\ 900 & 1000 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

$$b_{H,f,s} := b_{\text{eff}_2} = \begin{pmatrix} 528.95 & 709.03 \\ 528.95 & 709.03 \\ 528.95 & 709.03 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$t_{H,f,s} := t_{\text{sk}} = \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$b_{H,f,i} := \begin{pmatrix} 250 & 350 \\ 300 & 400 \\ 400 & 400 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

$$t_{H,f,i} := \begin{pmatrix} 20 & 20 \\ 25 & 30 \\ 25 & 30 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

$$t_{H,w} := \begin{pmatrix} 10 & 10 \\ 15 & 15 \\ 15 & 20 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

$$h_{H,w} := H_{H,t} - t_{H,f,s} - t_{H,f,i}$$

$$A_{H,f,s} := \overrightarrow{(b_{H,f,s} \cdot t_{H,f,s})}$$

$$A_{H,f,i} := \overrightarrow{(b_{H,f,i} \cdot t_{H,f,i})}$$

$$A_{H,w} := \overrightarrow{(h_{H,w} \cdot t_{H,w})}$$

$$A_{H,t} := A_{H,f,s} + A_{H,f,i} + A_{H,w}$$

$$y_{H,G} := \frac{\overrightarrow{A_{H,f,s} \cdot \left(H_{H,t} - \frac{t_{H,f,s}}{2} \right) + A_{H,f,i} \cdot \left(\frac{t_{H,f,i}}{2} \right) + A_{H,w} \cdot \left(t_{H,f,i} + \frac{h_{H,w}}{2} \right)}}{A_{H,t}}$$

$$y_{H,G} = \begin{pmatrix} 178 & 206 \\ 309 & 438 \\ 424 & 489 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$y_{H,s} := H_{H,t} - y_{H,G}$$

$$y_{H,i} := y_{H,G}$$

$$J_{H,x} := \left[\frac{b_{H,f,s} \cdot t_{H,f,s}^3}{12} + A_{H,f,s} \cdot \left(H_{H,t} - \frac{t_{H,f,s}}{2} - y_{H,G} \right)^2 + \frac{b_{H,f,i} \cdot t_{H,f,i}^3}{12} + A_{H,f,i} \cdot \left(y_{H,G} - \frac{t_{H,f,i}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \frac{t_{H,w} \cdot h_{H,w}^3}{12} + A_{H,w} \cdot \left(t_{H,f,i} + \frac{h_{H,w}}{2} - y_{H,G} \right)^2 \right]$$

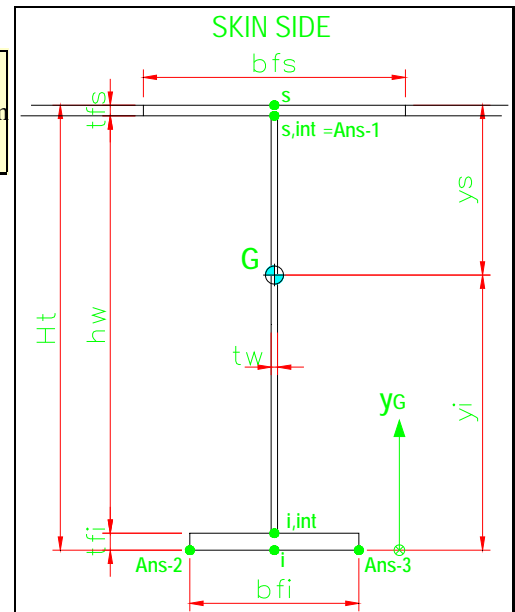
$$J_{H,y} := \left[\frac{b_{H,f,s}^3 \cdot t_{H,f,s}}{12} + \frac{b_{H,f,i}^3 \cdot t_{H,f,i}}{12} + \frac{(t_{H,w})^3 \cdot h_{H,w}}{12} \right]$$

$$W_{H,x,s} := \frac{J_{H,x}}{y_{H,s}} \quad W_{H,x,s} = \begin{pmatrix} 2154.2 & 3433.7 \\ 5207.9 & 11112.2 \\ 8915.1 & 13421.0 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^3$$

$$i_{H,x} := \sqrt{\frac{J_{H,x}}{A_{H,t}}} \quad i_{H,x} = \begin{pmatrix} 130 & 154 \\ 252 & 380 \\ 371 & 405 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$W_{H,x,i} := \frac{J_{H,x}}{y_{H,i}} \quad W_{H,x,i} = \begin{pmatrix} 1475.3 & 2413.9 \\ 4915.5 & 11709.5 \\ 10005.4 & 13997.5 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^3$$

$$i_{H,y} := \sqrt{\frac{J_{H,y}}{A_{H,t}}} \quad i_{H,y} = \begin{pmatrix} 116 & 158 \\ 101 & 131 \\ 102 & 121 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$





Controle - steunpunt zone

Weerstand:

$$\sigma_{H,i} := \frac{M_{h,max}}{W_{H,x,i}}$$

$$\sigma_{H,i} = \begin{pmatrix} -88 & -122 \\ -121 & -113 \\ -87 & -137 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,i,t} := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 .. Li_3 \\ \text{for } j \in 1 .. 2 \\ \sigma_{H,i,t,i,j} \leftarrow \sigma_{H,i,i,j} + \min(\sigma_{H,Ans.2.neg_{i,j}}, \sigma_{H,Ans.3.neg_{i,j}}) \\ \sigma_{H,i,t} \end{cases}$$

$$\sigma_{H,i,t} = \begin{pmatrix} -188 & -222 \\ -221 & -213 \\ -187 & -237 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,s} := \frac{-M_{h,max}}{W_{H,x,s}}$$

$$\sigma_{H,s} = \begin{pmatrix} 60 & 86 \\ 114 & 119 \\ 98 & 143 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,s,t} := \sigma_{H,s} + \overrightarrow{\left(\frac{\sigma_{H,Ans.1.pos}}{y_{H,s} - t_{H,f,s}} \cdot y_{H,s} \right)}$$

$$\sigma_{H,s,t} = \begin{pmatrix} 174 & 198 \\ 219 & 222 \\ 201 & 246 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$UC_i := \frac{-\sigma_{H,i,t} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk_{1,2}}} = \begin{pmatrix} 0.54 & 0.64 \\ 0.64 & 0.62 \\ 0.54 & 0.69 \end{pmatrix}$$

$$UC_s := \frac{\sigma_{H,s,t} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk_{1,2}}} = \begin{pmatrix} 0.50 & 0.57 \\ 0.64 & 0.64 \\ 0.58 & 0.71 \end{pmatrix}$$

$$\tau_{H,w} := \frac{V_{max}}{A_{H,w}}$$

$$\tau_{H,w} = \begin{pmatrix} 63 & 88 \\ 92 & 97 \\ 88 & 94 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,s,int} := \overrightarrow{\left[\frac{\sigma_{H,s}}{y_{H,s}} \cdot (y_{H,s} - t_{H,f,s}) \right]}$$

$$\sigma_{H,s,int} = \begin{pmatrix} 53 & 77 \\ 108 & 115 \\ 95 & 139 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,s,int,t} := \sigma_{H,s,int} + \sigma_{H,Ans.1.pos}$$

$$\sigma_{H,s,int,t} = \begin{pmatrix} 153 & 177 \\ 208 & 215 \\ 195 & 239 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H,i,int} := \overrightarrow{\left[\frac{\sigma_{H,i}}{y_{H,i}} \cdot (y_{H,i} - t_{H,f,i}) \right]}$$

$$\sigma_{H,i,int} = \begin{pmatrix} -78 & -110 \\ -111 & -105 \\ -82 & -129 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$



$$\sigma_{H.Ans.23.neg} := \frac{\sigma_{H.Ans.2.neg} + \sigma_{H.Ans.3.neg}}{2}$$

$$\sigma_{H.Ans.23.neg.int} := \frac{\sigma_{H.Ans.23.neg}}{y_{H.i}} \cdot (y_{H.i} - t_{H.f.i})$$

$$\sigma_{H.Ans.23.neg.int} = \begin{pmatrix} -89 & -90 \\ -92 & -93 \\ -94 & -94 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H.i.int.t} := \sigma_{H.i.int} + \sigma_{H.Ans.23.neg.int}$$

$$\sigma_{H.i.int.t} = \begin{pmatrix} -167 & -201 \\ -203 & -198 \\ -176 & -223 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H.VM.i.int} := \sqrt{\sigma_{H.i.int.t}^2 + 3 \cdot \tau_{H.w}^2}$$

$$\sigma_{H.VM.i.int} = \begin{pmatrix} 200 & 252 \\ 258 & 260 \\ 233 & 276 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{H.VM.s.int} := \sqrt{\sigma_{H.s.int.t}^2 + 3 \cdot \tau_{H.w}^2}$$

$$\sigma_{H.VM.s.int} = \begin{pmatrix} 188 & 234 \\ 262 & 273 \\ 247 & 289 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{VM.i.int} := \frac{\sigma_{H.VM.i.int} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk_{1,2}}} = \begin{pmatrix} 0.58 & 0.73 \\ 0.75 & 0.75 \\ 0.68 & 0.80 \end{pmatrix}$$

$$UC_{VM.s.int} := \frac{\sigma_{H.VM.s.int} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk_{1,2}}} = \begin{pmatrix} 0.55 & 0.68 \\ 0.76 & 0.79 \\ 0.72 & 0.84 \end{pmatrix}$$

Knik van gedrukte flens:

$$\sigma_c := \frac{\sigma_{H.i}}{2} + \sigma_{H.Ans.23.neg} = \begin{pmatrix} -144 & -161 \\ -160 & -156 \\ -144 & -169 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$l_{0.eq} := 2 \frac{L}{4} = \begin{pmatrix} 2275 & 3037 \\ 2275 & 3037 \\ 2275 & 3037 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\alpha := 0.49$$

$$A_{f.c} := \left[A_{H.f.i} + \frac{1}{3} t_{H.w} \cdot (y_{H.G} - t_{H.f.i}) \right] = \begin{pmatrix} 5527 & 7618 \\ 8918 & 14041 \\ 11995 & 15063 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$

$$N_{f.c} := (\sigma_c \cdot A_{f.c}) = \begin{pmatrix} -795 & -1228 \\ -1430 & -2197 \\ -1724 & -2539 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$



$$J_{f,c} := \frac{t_{H,f,i} \cdot b_{H,f,i}^3}{12} + \frac{\frac{1}{3}(y_{H,G} - t_{H,f,i}) \cdot t_{H,w}^3}{12}$$

$$J_{f,c} = \begin{pmatrix} 26046057 & 71463487 \\ 56276594 & 160038271 \\ 133370746 & 160102108 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$

$$i_c := \sqrt{\frac{J_{f,c}}{A_{f,c}}}$$

$$i_c = \begin{pmatrix} 68.6 & 96.9 \\ 79.4 & 106.8 \\ 105.4 & 103.1 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_c := \frac{l_{0,eq}}{i_c}$$

$$\lambda_c = \begin{pmatrix} 33.13 & 31.36 \\ 28.63 & 28.45 \\ 21.57 & 29.46 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{MPa}}{f_{yk,1,2}}}$$

$$\varepsilon = 0.825$$

$$\lambda_1 := \pi \sqrt{\frac{E}{f_{yk,1,2}}}$$

$$\lambda_1 = 77.51$$

$$\lambda_{c,ad} := \frac{\lambda_c}{\lambda_1}$$

$$\lambda_{c,ad} = \begin{pmatrix} 0.427 & 0.405 \\ 0.369 & 0.367 \\ 0.278 & 0.380 \end{pmatrix}$$

$$\Phi_c := 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\lambda_{c,ad} - 0.2) + \lambda_{c,ad}^2 \right]$$

$$\Phi_c = \begin{pmatrix} 0.647 & 0.632 \\ 0.610 & 0.608 \\ 0.558 & 0.616 \end{pmatrix}$$

$$\chi_{c1} := \left(\frac{1}{\Phi_c + \sqrt{\Phi_c^2 - \lambda_{c,ad}^2}} \right)$$

$$\chi_{c1} = \begin{pmatrix} 0.883 & 0.895 \\ 0.913 & 0.915 \\ 0.960 & 0.908 \end{pmatrix}$$

$$\chi_c := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 \dots Li_3 \\ \text{for } j \in 1 \dots 2 \\ \chi_{c,i,j} \leftarrow \min(\chi_{c1,i,j}, 1) \\ \chi_c \end{cases}$$

$$\chi_c = \begin{pmatrix} 0.883 & 0.895 \\ 0.913 & 0.915 \\ 0.960 & 0.908 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_b := \frac{\sigma_c}{\chi_c}$$

$$\sigma_b = \begin{pmatrix} -163 & -180 \\ -176 & -171 \\ -150 & -186 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$UC_\chi := \frac{-\sigma_b \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk,1,2}} = \begin{pmatrix} 0.47 & 0.52 \\ 0.51 & 0.50 \\ 0.43 & 0.54 \end{pmatrix}$$



Doorsnede parameters - veld zone

$$H_{S,t} := H_{H,t} = \begin{pmatrix} 300 & 350 \\ 600 & 900 \\ 900 & 1000 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

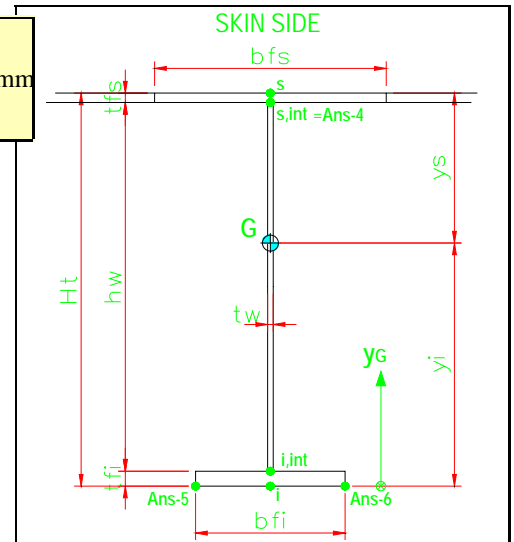
$$b_{S,f,s} := b_{\text{eff}_1} = \begin{pmatrix} 1134.84 & 1655.56 \\ 1134.84 & 1655.56 \\ 1134.84 & 1655.56 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$t_{S,f,s} := t_{\text{sk}} = \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$b_{S,f,i} := b_{H,f,i} = \begin{pmatrix} 250 & 350 \\ 300 & 400 \\ 400 & 400 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$t_{S,f,i} := t_{H,f,i} = \begin{pmatrix} 20 & 20 \\ 25 & 30 \\ 25 & 30 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$t_{S,w} := t_{H,w} = \begin{pmatrix} 10 & 10 \\ 15 & 15 \\ 15 & 20 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$



$$h_{S,w} := H_{S,t} - t_{S,f,s} - t_{S,f,i}$$

$$A_{S,f,s} := \overrightarrow{(b_{S,f,s} \cdot t_{S,f,s})}$$

$$A_{S,f,i} := \overrightarrow{(b_{S,f,i} \cdot t_{S,f,i})}$$

$$A_{S,w} := \overrightarrow{(h_{S,w} \cdot t_{S,w})}$$

$$A_{S,t} := A_{S,f,s} + A_{S,f,i} + A_{S,w}$$

$$y_{S,G} := \frac{\overrightarrow{A_{S,f,s} \cdot \left(H_{S,t} - \frac{t_{S,f,s}}{2} \right) + A_{S,f,i} \cdot \left(\frac{t_{S,f,i}}{2} \right) + A_{S,w} \cdot \left(t_{S,f,i} + \frac{h_{S,w}}{2} \right)}}{A_{S,t}}$$

$$y_{S,s} := H_{S,t} - y_{S,G}$$

$$y_{S,i} := y_{S,G}$$

$$J_{S,x} := \left[\frac{b_{S,f,s} \cdot t_{S,f,s}^3}{12} + A_{S,f,s} \cdot \left(H_{S,t} - \frac{t_{S,f,s}}{2} - y_{S,G} \right)^2 + \frac{b_{S,f,i} \cdot t_{S,f,i}^3}{12} + A_{S,f,i} \cdot \left(y_{S,G} - \frac{t_{S,f,i}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \frac{t_{S,w} \cdot h_{S,w}^3}{12} + A_{S,w} \cdot \left(t_{S,f,i} + \frac{h_{S,w}}{2} - y_{S,G} \right)^2 \right]$$

$$J_{S,y} := \left[\frac{b_{S,f,s}^3 \cdot t_{S,f,s}}{12} + \frac{b_{S,f,i}^3 \cdot t_{S,f,i}}{12} + \frac{(t_{S,w})^3 \cdot h_{S,w}}{12} \right]$$

$$W_{S,x,s} := \frac{J_{S,x}}{y_{S,s}} \quad W_{S,x,s} = \begin{pmatrix} 4236.8 & 7365.0 \\ 9613.3 & 21765.7 \\ 15660.7 & 24899.8 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^3$$

$$i_{S,x} := \sqrt{\frac{J_{S,x}}{A_{S,t}}} \quad i_{S,x} = \begin{pmatrix} 117.1 & 136.8 \\ 249.4 & 381.4 \\ 380.6 & 412.8 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$W_{S,x,i} := \frac{J_{S,x}}{y_{S,i}} \quad W_{S,x,i} = \begin{pmatrix} 1535.1 & 2507.2 \\ 5290.3 & 12715.8 \\ 10897.5 & 15445.3 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^3$$

$$i_{S,y} := \sqrt{\frac{J_{S,y}}{A_{S,t}}} \quad i_{S,y} = \begin{pmatrix} 274 & 405.2 \\ 239.2 & 342.7 \\ 221.6 & 322.9 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

► Uitwerking berekening parameters (verborgen)



Controle - veld zone

Weerstand:

$$\sigma_{S,i} := \frac{M_{s,max}}{W_{S,x,i}}$$

$$\sigma_{S,i} = \begin{pmatrix} 43 & 87 \\ 58 & 77 \\ 41 & 92 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{S,i,t} := \begin{cases} \text{for } i \in Li_1 .. Li_3 \\ \text{for } j \in 1 .. 2 \\ \sigma_{S,i,t,1,j} \leftarrow \sigma_{S,i,1,j} + \max(\sigma_{S,Ans.5.pos,1,j}, \sigma_{S,Ans.6.pos,1,j}) \\ \sigma_{S,i,t} \end{cases}$$

$$\sigma_{S,i,t} = \begin{pmatrix} 143 & 187 \\ 158 & 177 \\ 141 & 192 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{S,s} := \frac{-M_{s,max}}{W_{S,x,s}}$$

$$\sigma_{S,s} = \begin{pmatrix} -16 & -30 \\ -32 & -45 \\ -29 & -57 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{S,s,t} := \sigma_{S,s} + \overrightarrow{\left(\frac{\sigma_{S,Ans.4.neg}}{y_{S,s} - t_{S,f,s}} \cdot y_{S,s} \right)}$$

$$\sigma_{S,s,t} = \begin{pmatrix} -138.83 & -150.06 \\ -139.25 & -149.82 \\ -132.87 & -161.29 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{S,i} := \frac{\sigma_{S,i,t} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk,1,2}} = \begin{pmatrix} 0.42 & 0.54 \\ 0.46 & 0.51 \\ 0.41 & 0.56 \end{pmatrix}$$

$$UC_{S,s} := \frac{-\sigma_{S,s,t} \cdot \gamma_{M0}}{f_{yk,1,2}} = \begin{pmatrix} 0.40 & 0.43 \\ 0.40 & 0.43 \\ 0.39 & 0.47 \end{pmatrix}$$

Gewicht van het "T" onderdeel van de ligger

$$wght_{Tonly} := (A_{S,f,i} + A_{S,w}) \cdot \gamma_g \quad wght_{Tonly} = \begin{pmatrix} 60.05 & 79.68 \\ 124.81 & 194.88 \\ 179.77 & 244.13 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{Tonly,t} := \overrightarrow{(N_{sp} wght_{Tonly} \cdot L)} \quad W_{Tonly,t} = \begin{pmatrix} 2185.43 & 967.92 \\ 4542.27 & 2367.36 \\ 6542.01 & 2965.75 \end{pmatrix} \text{kg}$$

$$W_t := (W_{Tonly,t_{1,1}} + W_{Tonly,t_{1,2}}) + (W_{Tonly,t_{2,1}} + W_{Tonly,t_{2,2}}) + 3(W_{Tonly,t_{3,1}} + W_{Tonly,t_{3,2}}) = 38586.26 \text{ kg}$$



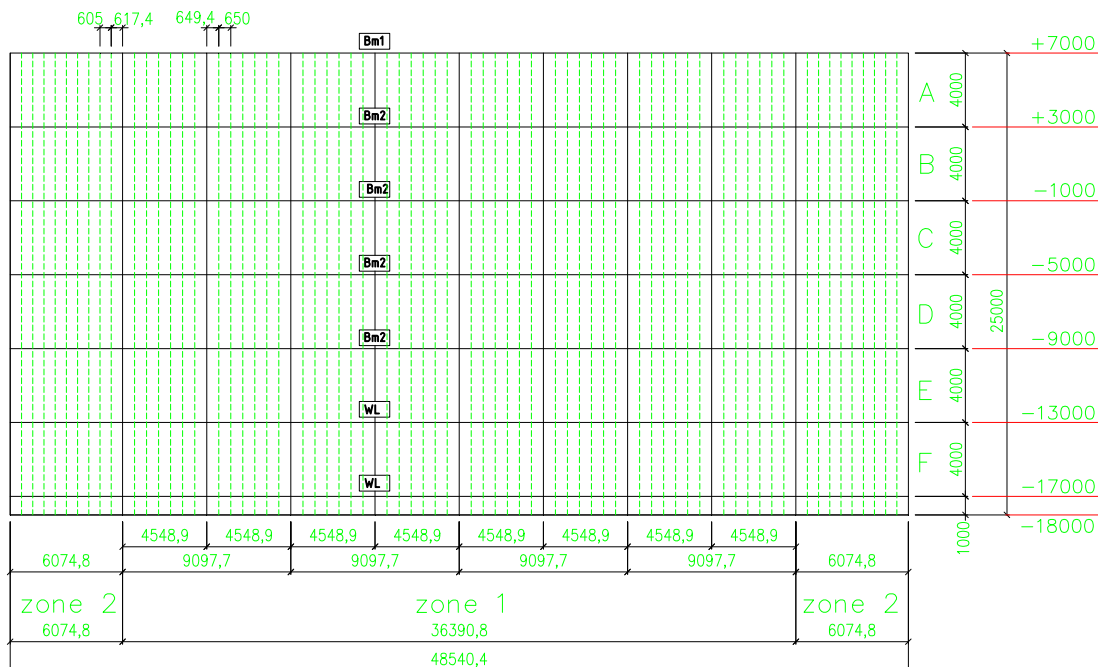
Huidplaten en verstijvers berekeningen voor IJmuiden sector sluisdeur

1. Inleiding

Deze berekeningen zijn in overeenstemming met Eurocode 3: Ontwerp van staalconstructies - Deel 1-5: voor in het vlak belaste plaatconstructies en Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen. Een constructie van een stalen plaat die verstevigd is met verstijvers wordt getoetst aan de statische belasting - Max. Operationele Hoofd (extreem).

Controles worden uitgevoerd voor zes levels verticaal (A, B, C, D, E en F) en twee zones horizontaal (1, 2). Elke zone heeft een maatgevende, druk belasting, globale spanningen, plaatdikte en verstijver. Voor elke zone zijn de hoogste waarden van de optredende waterdruk en de globale spanningen genomen. Dit is een conservatieve benadering.

2. Tekening deur



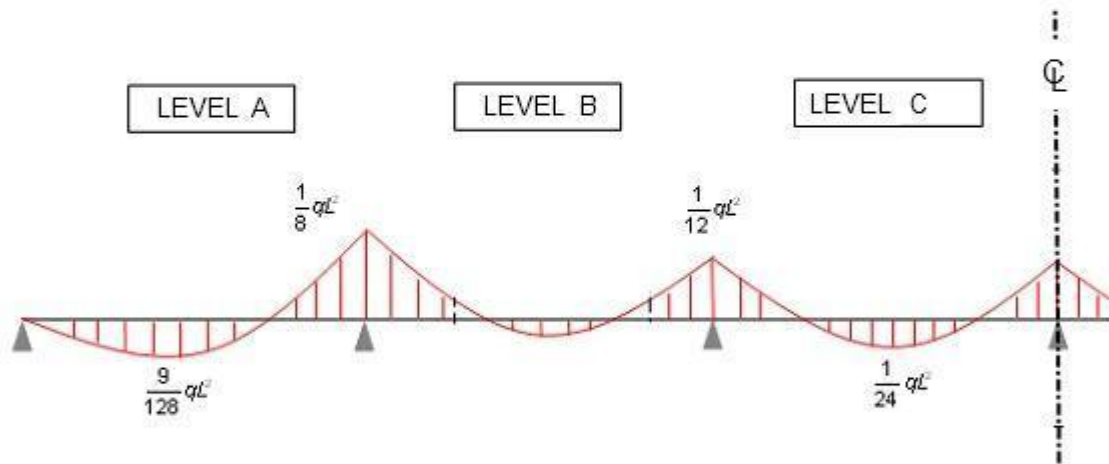
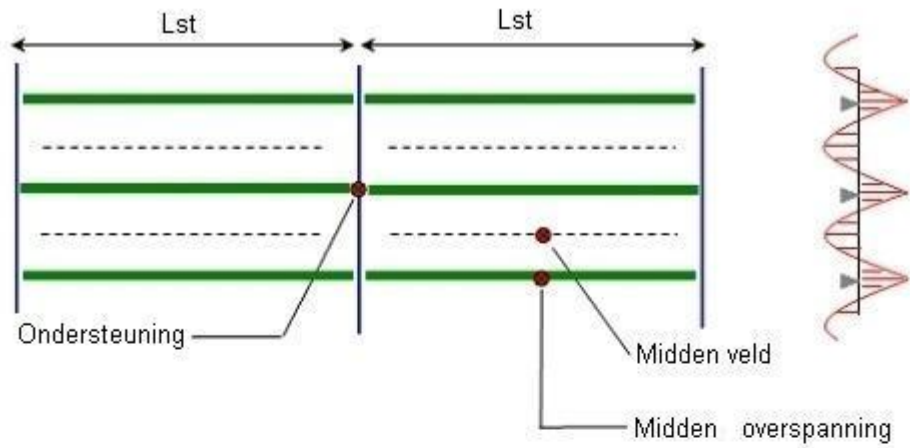
3. Verklaring controle punten

In elke zone, zijn 9 controles op verschillende plekken uitgevoerd, voor verschillende soorten spanning-combinaties. Die zijn:

- Uiterste vezel verstijver t.p.v. midden steunpunt (langsmoment richting)
- Uiterste vezel plaat t.p.v. midden steunpunt (langsmoment richting)
- Uiterste vezel verstijver in het midden van de overspanning
- Uiterste vezel plaat in het midden van de overspanning
- Binnenste vezel plaat in het midden van de overspanning
- Uiterste vezel plaat in het midden van het veld
- Binnenste vezel plaat in het midden het veld
- Verstijver lijf
- Knikberekening verstijver (inclusief stabiliteitsbelasting)

De volgende figuur toont de locatie van de 9 punten die hierboven vermeld zijn.

Spanningen met een "-" zijn drukspanning en met een "+" zijn trekspanning.



Ondersteuning	Midden overspanning	Midden veld



4. Ontwerp Parameters

Stroomopwaarts = -1
Stroomafwaarts = 1

Wand Zijde : WallSide := 1

Soortelijke massa zeewater : $\rho_{sw} \equiv 1.022 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Zwaartekracht : $g \equiv 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Belastingsfactor : $\gamma := 1.0$ De belastingsfactor is opgenomen in ANSYS, γ standaard ingesteld op 1.

Materiaal reductie factor : $\gamma_b := 1.0$

Water hoogtes : $h_{top} := 7.63 \text{ m}$ $h_{low} := -0.88 \text{ m}$

Bovenkant deur : $H_{top} := 7.00 \text{ m}$

Elasticiteitsmodulus : $E_1 := 210000 \text{ MPa}$

Water niveau verschil : $wl := h_{top} - h_{low}$ $wl = 8.51 \cdot \text{m}$

Waterhoogtes gebruikt voor berekening:

	1	2	
$el :=$	3.0	3.0) m
	-1.0	-1.0	
	-5.0	-5.0	
	-9.0	-9.0	
	-13.0	-13.0	
	-17.0	-17.0	

A
B
C
D
E
F
LEVELS

Eenheid lengte : $a := 1 \text{ m}$

Lengte van zone:

$L_z :=$	36.391	12.150) m
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	

A
B
C
D
E
F
LEVELS



6. Hydraulische druk (ontwerp waarden)

(afgeleid van de Excel berekening van de hydrostatische druk database: q_us inclusief rekenbelasting)

q_db :=	1	2	3
1	"z [m]"	"Pres,d [kN/m2]"	"Pres,by,d [kN/m2]"
2	""	""	""
3	7	38.87	0
4	6.875	40.13	0
5	6.75	41.38	0
6	6.625	42.64	0
7	6.5	43.89	0
8	6.375	45.14	0
9	6.25	46.4	0
10	6.125	47.65	0

$$q_w := \begin{pmatrix} q_{db_{35,2}} & q_{db_{35,2}} \\ q_{db_{68,2}} & q_{db_{68,2}} \\ q_{db_{68,2}} & q_{db_{68,2}} \\ q_{db_{100,2}} & q_{db_{100,2}} \\ q_{db_{132,2}} & q_{db_{132,2}} \\ q_{db_{197,3}} & q_{db_{197,3}} \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_w = \begin{matrix} \mathbf{1} & \mathbf{2} \\ \begin{pmatrix} 79 & 79 \\ 118 & 118 \\ 118 & 118 \\ 114 & 114 \\ 110 & 110 \\ 280 & 280 \end{pmatrix} \end{matrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

**A
B
C
D
E
F**

7. Afmetingen overspanningen

Overspanning van verstijvers :

$$L_{st} := \begin{pmatrix} 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Afstand van verstijvers :

$$L_{pl} := \begin{pmatrix} 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$



8. Lokale druk

Gelijkmatige belasting plaat : $q_{pl} := q_w \cdot a$

Gelijkmatige belasting verstijver : $q_{st} := \overrightarrow{(q_w \cdot L_{pl})}$

9. Momenten verstijver

Steunpuntmomenten in lengterichting (langsverstijvers):

$$M_{Lh} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Lh_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{12} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } B < i < E \\ M_{Lh_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{8} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Lh} \end{array} \right.$$

Veldmomenten in lengterichting (langsverstijvers):

$$M_{Ls} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Ls_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{24} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } B \leq i \leq E \\ M_{Ls_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{9}{128} \cdot q_{st_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Ls} \end{array} \right.$$



Steunpuntmomenten in dwarsrichting (huidplaat):

$$M_{Th} := \text{WallSide} \cdot \frac{-1}{12} \cdot \overrightarrow{(q_{pl} \cdot L_{pl}^2)}$$

Veldmomenten in dwarsrichting (huidplaat):

$$M_{Ts} := \text{WallSide} \cdot \frac{1}{24} \cdot \overrightarrow{(q_{pl} \cdot L_{pl}^2)}$$

Dwarskracht verstijver:

$$V_d := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} V_{d,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{1}{2} \cdot q_{st,i,j} \cdot L_{st,i,j} \quad \text{if } B \leq i \leq E \\ V_{d,i,j} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{5}{8} \cdot q_{st,i,j} \cdot L_{st,i,j} \quad \text{otherwise} \end{array} \right. \\ V_d \end{cases}$$

10. Ontwerp procedure en criteria

De effectieve breedte van de plaat in combinatie met de profielen worden berekend volgens de Eurocode:

Referentie

Effectieve breedte in EC-1993-1-5:

$$\text{Effectieve lengte : } L_{e2_{level, zone}} := \begin{cases} (0.7 \cdot L_{st_{level, zone}}) & \text{if } B \leq \text{level} \leq E \\ (0.85 \cdot L_{st_{level, zone}}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$L_{e1_{level, zone}} := \begin{cases} [0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + L_{st_{level+1, zone}})] & \text{if level = A} \\ [0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + \min(L_{st_{level-1, zone}}, L_{st_{level+1, zone}}))] & \text{if } B \leq \text{level} \leq E \\ [0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + L_{st_{level-1, zone}})] & \text{if level = F} \end{cases}$$

art 3.2.1 in
EN-1993-1-5:2
006

Max .breedte: $b_0 := 0.5L_{pl}$

$$\alpha_0 \equiv 1.0 \quad \kappa_1 := \frac{\overrightarrow{\alpha_0 \cdot b_0}}{L_{e1}} \quad \kappa_2 := \frac{\overrightarrow{\alpha_0 \cdot b_0}}{L_{e2}}$$

Voor steunpuntmomenten,

$$\beta_{1_{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6 \cdot \left(\kappa_{1_{level, zone}} - \frac{1}{2500 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} \right) + 1.6 \cdot (\kappa_{1_{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{8.6 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$



$$\beta_{2, \text{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{2, \text{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6.4 \cdot (\kappa_{2, \text{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{2, \text{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{5.9 \cdot \kappa_{2, \text{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{2, \text{level, zone}} > 0.7 \end{cases} \quad \text{Voor veldmomenten.}$$

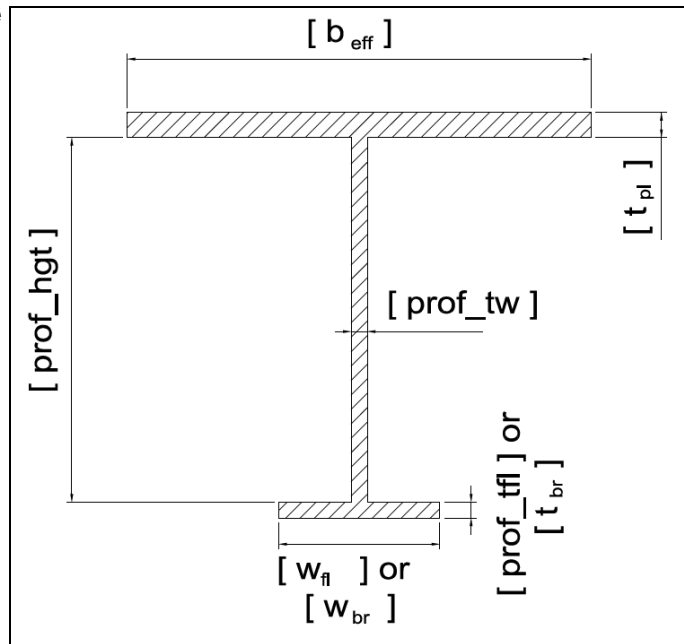
$$b_{\text{eff}_1} := \overrightarrow{(2\beta_1 \cdot b_0)}$$

$$b_{\text{eff}_2} := \overrightarrow{(2\beta_2 \cdot b_0)}$$

$$b_{\text{eff}_1} = \begin{pmatrix} 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$b_{\text{eff}_2} = \begin{pmatrix} 614 & 576 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 614 & 576 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

11. Afmetingen doorsnede



$$\text{Type}_{\text{level, zone}} := \text{"T"}$$



$$\text{prof_hgt} := \begin{pmatrix} 200 & 200 \\ 250 & 250 \\ 250 & 250 \\ 250 & 250 \\ 350 & 350 \\ 350 & 350 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\text{prof_tw} := \begin{pmatrix} 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 10 & 10 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\text{prof_tfl} := \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 25 & 25 \\ 20 & 20 \\ 20 & 20 \\ 20 & 20 \\ 30 & 30 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\text{prof_b} := \begin{pmatrix} 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 200 & 200 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$t_{pl} := \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$\text{ar} := (\text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl})$$

$$\text{prof_ex} := \frac{0.5 \cdot \text{prof_hgt}^2 \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl})}{\text{ar}}$$

$$\text{prof_Iyy} := \left[\begin{aligned} &\frac{1}{12} \cdot \text{prof_tw} \cdot \text{prof_hgt}^3 + \text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw} \cdot (\text{prof_hgt} - \text{prof_ex})^2 \dots \\ &+ \frac{1}{12} \cdot \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl}^3 + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl} - \text{prof_ex})^2 \end{aligned} \right]$$

$$\text{prof_wt} := 7850 \cdot \text{ar} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

► Verstijver taak

	"zone1"	"zone2"
"A"	"T215x150x8x15"	"T215x150x8x15"
"B"	"T275x150x8x25"	"T275x150x8x25"
"C"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
"D"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
"E"	"T370x150x8x20"	"T370x150x8x20"
"F"	"T380x200x10x30"	"T380x200x10x30"

Referentie

12. Doorsnede eigenschappen

Doorsnede t.p.v. ondersteuning: (top: 1 & bodem: 2)

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_1}^T = \begin{pmatrix} 325 & 325 & 325 & 325 & 325 & 325 \\ 314 & 314 & 314 & 314 & 314 & 314 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Oppervlakte: $\text{ar}_s := \text{ar}$

$$\text{ar}_{s,A,1} = 3850 \cdot \text{mm}^2$$



$$\text{prof_ex}_s := \left[\frac{0.5 \cdot \text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw} + \text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_hgt} + 0.5 \cdot \text{prof_tfl})}{\text{ar}} \right]$$

$$\text{prof_ex}_{s,A,1} = 162.82 \cdot \text{mm}$$

Zwaartepunt:

$$\text{ex}_1 := \frac{\frac{1}{2} \cdot b_{\text{eff}_1} \cdot (t_{\text{pl}})^2 + \text{ar}_s \cdot (t_{\text{pl}} + \text{prof_ex}_s)}{b_{\text{eff}_1} \cdot t_{\text{pl}} + \text{ar}_s}$$

$$\text{ex}_{1,A,1} = 82.71 \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy1} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_1} \cdot (t_{\text{pl}})^3 + b_{\text{eff}_1} \cdot t_{\text{pl}} \cdot \left(\text{ex}_1 - \frac{t_{\text{pl}}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \text{prof_Iyy} + \text{ar} \cdot (\text{prof_ex} - \text{ex}_1 + t_{\text{pl}})^2 \right]$$

$$I_{yy1,A,1} = 78644334 \cdot \text{mm}^4$$

Weerstandsmoment:

$$W_{yy1.1} := \frac{I_{yy1}}{\text{prof_hgt} + t_{\text{pl}} - \text{ex}_1 + \text{prof_tfl}}$$

$$W_{yy1.2} := \frac{I_{yy1}}{\text{ex}_1}$$

$$W_{yy1.1} = \begin{pmatrix} 533941 & 532727 \\ 1020386 & 1017367 \\ 855833 & 853526 \\ 855833 & 853526 \\ 1251559 & 1247762 \\ 2339303 & 2332511 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy1.2} = \begin{pmatrix} 950848 & 923524 \\ 1294977 & 1257845 \\ 1252907 & 1217094 \\ 1252907 & 1217094 \\ 1784040 & 1734657 \\ 2973139 & 2888652 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Doorsnede in het midden van de overspanning:

$$\text{Effectieve breedte: } b_{\text{eff}_2}^T = \begin{pmatrix} 614.09 & 598.40 & 598.40 & 598.40 & 598.40 & 614.09 \\ 575.83 & 562.95 & 562.95 & 562.95 & 562.95 & 575.83 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

[Referentie](#)

Zwaartepunt:

$$\text{ex}_2 := \frac{\frac{1}{2} \cdot b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^2 + \text{ar} \cdot (t_{\text{pl}} + \text{prof_ex})}{b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} + \text{ar}}$$

$$\text{ex}_{2,A,1} = 58 \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy2} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^3 + b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} \cdot \left(\text{ex}_2 - \frac{t_{\text{pl}}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \left[\text{prof_Iyy} + \text{ar} \cdot (\text{prof_ex} - \text{ex}_2 + t_{\text{pl}})^2 \right] \right]$$

$$I_{yy2,A,1} = 95122291 \cdot \text{mm}^4$$

Weerstandsmoment:

$$W_{yy2.2} := \frac{I_{yy2}}{\text{ex}_2}$$

$$W_{yy2.1} := \frac{I_{yy2}}{\text{prof_hgt} + t_{\text{pl}} + \text{prof_tfl} - \text{ex}_2}$$



$$W_{yy2.2} = \begin{pmatrix} 1648412 & 1559640 \\ 2211575 & 2095160 \\ 2133147 & 2021751 \\ 2133147 & 2021751 \\ 3008547 & 2852439 \\ 5165034 & 4882303 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy2.1} = \begin{pmatrix} 552091 & 550621 \\ 1064850 & 1061208 \\ 889670 & 886907 \\ 889670 & 886907 \\ 1308552 & 1303809 \\ 2442890 & 2434377 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Afschuif oppervlakte:

$$A_v := (0.9 \cdot \text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw})$$

$$A_v = \begin{pmatrix} 1440 & 1440 \\ 1800 & 1800 \\ 1800 & 1800 \\ 1800 & 1800 \\ 2520 & 2520 \\ 3150 & 3150 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$

EN-1993-1-1:20
05 paragraph
6.2.6 (3)

Huidplaat:

Plaatdikte:

$$t_{pl} = \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Weerstandsmoment van plaat: $W_{plate} := \left[\frac{1}{6} \cdot a \cdot (t_{pl})^2 \right]$

$$W_{plate} = \begin{pmatrix} 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 104167 & 104167 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$



13.1 Spanning

Spanning definitie S,a,b,c,d:

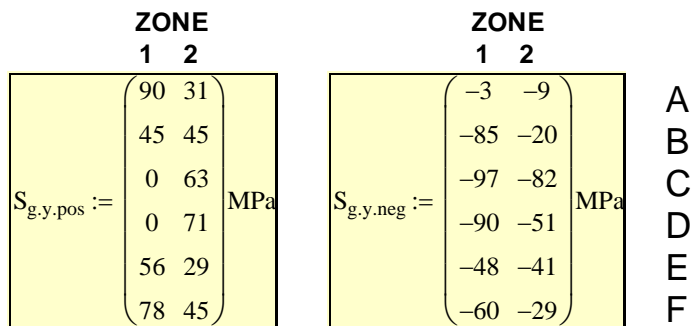
- a) g Globale spanningen uit het Ansys model
- 2 Buigspanning van de verstijvers
- 3 Buigspanning van de plaat
- b) Contole punt 1..9
- c) Spanningsrichting (y, z, and yz)
- d) Zone (A..F and 1..2)

Referentie

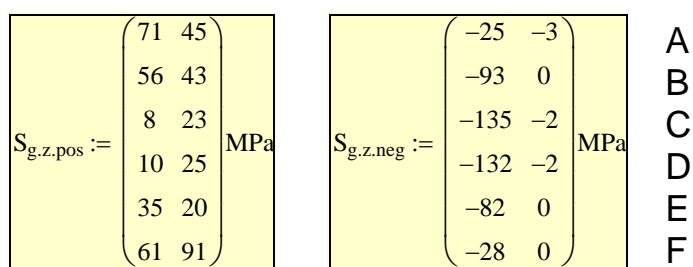
Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

13.2 Globale spanning uit het ANSYS

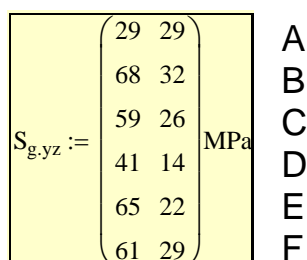
spanning in lengte richting:
(incl. belastingsfactor)
(verticaal)



spanning in dwars richting:
(horizontaal)



Schuifspanning:
(incl. belastingsfactor)





13.3 Spanningen verstijvers

Spanning verstijver t.p.v. ondersteuning

Langsmoment: $M_{Lh_{A,1}} = -102.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Langsspanning flens: $S_{2.1.y} := \frac{M_{Lh}}{W_{yy1.1}} \cdot \gamma$ $S_{2.1.y_{A,1}} = -192 \cdot \text{MPa}$

Spanning buitenzijde plaat in langsricting: $S_{2.2.y} := \frac{-M_{Lh}}{W_{yy1.2}} \cdot \gamma$ $S_{2.2.y_{A,1}} = 108 \cdot \text{MPa}$

Spanning verstijver in het midden van de overspanning

Langsmoment: $M_{Ls_{A,1}} = 57.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Langsspanning moment: $S_{2.3.y} := \frac{M_{Ls}}{W_{yy2.1}} \cdot \gamma$ $S_{2.3.y_{A,1}} = 105 \cdot \text{MPa}$

Spanning buitenzijde plaat in langsricting: $S_{2.4.y} := \frac{-M_{Ls}}{W_{yy2.2}} \cdot \gamma$ $S_{2.4.y_{A,1}} = -35 \cdot \text{MPa}$

Spanning binnenzijde plaat in langsricting: $S_{2.5.y} := \frac{-M_{Ls} \cdot (ex_2 - t_{pl})}{I_{yy2}} \cdot \gamma$ $S_{2.5.y_{A,1}} = -26 \cdot \text{MPa}$

13.4 Spanningen plaat

Buitenzijde plaat t.p.v. verstijver

Moment (verticaal): $M_{Th_{A,1}} = -2.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Spanning verticaal: (incl. belastingsfactor) $S_{3.4.z} := \frac{-M_{Th}}{W_{plate}} \cdot \gamma$ $S_{3.4.z_{A,1}} = 74 \cdot \text{MPa}$

Buitenzijde plaat in het midden van de overspanning

Moment (verticaal): $M_{Ts_{A,1}} = 1.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Spanning verticaal: (incl. belastingsfactor) $S_{3.6.z} := \frac{-M_{Ts}}{W_{plate}} \cdot \gamma$ $S_{3.6.z_{A,1}} = -37 \cdot \text{MPa}$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten



14.Vloeispanning

Staalkwaliteit S355 wordt gebruikt voor de berekening, de toelaatbare spanning is afhankelijk van de dikte van de plaat en verstijvers.

$$t_{\max} := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ D_{i,j} \leftarrow \max(t_{pl_{i,j}}, \text{prof_tw}_{i,j}, \text{prof_tfl}_{i,j}) \\ D \end{cases}$$

$$F_y := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ D_{i,j} \leftarrow 355 \cdot \text{MPa} \text{ if } t_{\max_{i,j}} \leq 16 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 345 \cdot \text{MPa} \text{ if } 16 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 40 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 335 \cdot \text{MPa} \text{ if } 40 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 63 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 325 \cdot \text{MPa} \text{ if } 63 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 80 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 315 \cdot \text{MPa} \text{ if } 80 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 100 \cdot \text{mm} \\ D_{i,j} \leftarrow 295 \cdot \text{MPa} \text{ if } 100 \cdot \text{mm} < t_{\max_{i,j}} \leq 150 \cdot \text{mm} \\ D \end{cases}$$

$$F_y = \begin{pmatrix} 355 & 355 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Ontwerp spanning :

$$F_{yd} := \frac{F_y}{\gamma_b}$$

$$F_{yd} = \begin{pmatrix} 355 & 355 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \\ 345 & 345 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Referentie



15. Gecombineerde spanningen en [U]nity [C]hecks

De gecombineerde spanningen worden geanalyseerd op 8 punten voor elke zone van de wand. Berekening van zone 1 is hier onder weergegeven. Berekening zone 2 is niet zichtbaar gemaakt.

Punt 1: Verstijver t.p.v. ondersteuning

Langs spanning (verticaal)

$$S_{v.zn1_{1,level}} := S_{g.y.neg_{level,1}} + S_{2.1.y_{level,1}}$$

$$S_{v.zn1_{1,A}} = -195 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(1,level)}} := \left| \frac{S_{v.zn1_{1,level}}}{F_{yd_{level,1}}} \right|$$

$$UC_{zn1_{1,A}} = 0.55$$

Punt 2: Plaat t.p.v. ondersteuning

Von Mises spanning

$$S1_{v.zn1_{2,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.neg_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y_{level,1}} \right) \cdot S_{g.z.neg_{level,1}} \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v.zn1_{2,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y_{level,1}} \right) \cdot S_{g.z.pos_{level,1}} \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{2,level}} := \max(S1_{v.zn1_{2,level}}, S2_{v.zn1_{2,level}})$$

$$UC_{zn1_{(2,level)}} := \frac{S_{v.zn1_{2,level}}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$S_{v.zn1_{2,A}} = 218 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{2,A}} = 0.61$$

Punt 3: Verstijver in het midden van de verspanning

Langs spanning

$$S_{v.zn1_{3,level}} := S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.3.y_{level,1}}$$

$$S_{v.zn1_{3,A}} = 195 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(3,level)}} := \left| \frac{S_{v.zn1_{3,level}}}{F_{yd_{level,1}}} \right|$$

$$UC_{zn1_{3,A}} = 0.55$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

Zie hoofdstuk:
13. Spanning



Punt 4: Buitenste vezel plaat in het midden van de verspanning

Von Mises spanning

$$S_{v,zn1_{4,level}} := \sqrt{\begin{aligned} & \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.4,y_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + \left(S_{g,z,pos_{level,1}} + S_{3.4,z_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + 0 - \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.4,y_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z,pos_{level,1}} + S_{3.4,z_{level,1}} \right) \dots \\ & + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{level,1}} \right)^2 \end{aligned}}$$

$$S_{v,zn1_{4,A}} = 175 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(4,level)}} := \frac{S_{v,zn1_{4,level}}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$UC_{zn1_{4,A}} = 0.49$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten

Punt 5: Binnenste vezel plaat in het midden van de verspanning

Von Mises spanning

$$S1_{v,zn1_{5,level}} := \sqrt{\begin{aligned} & \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.5,y_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + \left(S_{g,z,neg_{level,1}} - S_{3.4,z_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + 0 - \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.5,y_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z,neg_{level,1}} - S_{3.4,z_{level,1}} \right) \dots \\ & + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{level,1}} \right)^2 \end{aligned}}$$

$$S2_{v,zn1_{5,level}} := \sqrt{\begin{aligned} & \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.5,y_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + \left(S_{g,z,pos_{level,1}} - S_{3.4,z_{level,1}} \right)^2 \dots \\ & + 0 - \left(S_{g,y,neg_{level,1}} + S_{2.5,y_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g,z,pos_{level,1}} - S_{3.4,z_{level,1}} \right) \dots \\ & + 3 \cdot \left(S_{g,yz_{level,1}} \right)^2 \end{aligned}}$$

$$S_{v,zn1_{5,level}} := \max(S1_{v,zn1_{5,level}}, S2_{v,zn1_{5,level}})$$

$$S_{v,zn1_{5,A}} = 102 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(5,level)}} := \frac{S_{v,zn1_{5,level}}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$UC_{zn1_{5,A}} = 0.29$$



Punt 6: Buitenste vezel plaat in het midden van het veld

Von Mises spanning

$$S1_{v.zn1_{6,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.6.z_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.6.z_{level,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v.zn1_{6,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.neg_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.6.z_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.neg_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.6.z_{level,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{6,level}} := \max(S1_{v.zn1_{6,level}}, S2_{v.zn1_{6,level}})$$

$$UC_{zn1_{(6,level)}} := \frac{S_{v.zn1_{6,level}}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$S_{v.zn1_{6,A}} = 142 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{6,A}} = 0.40$$

Punt 7: Binnenste vezel plaat in het midden van het veld

Von Mises spanning

$$S1_{v.zn1_{7,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.neg_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{level,1}} - S_{3.6.z_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.neg_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.pos_{level,1}} - S_{3.6.z_{level,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S2_{v.zn1_{7,level}} := \sqrt{\left(S_{g.y.pos_{level,1}} \right)^2 \dots + \left(S_{g.z.pos_{level,1}} - S_{3.6.z_{level,1}} \right)^2 - \left(S_{g.y.pos_{level,1}} \right) \cdot \left(S_{g.z.neg_{level,1}} - S_{3.6.z_{level,1}} \right) \dots + 3 \cdot \left(S_{g.yz_{level,1}} \right)^2}$$

$$S_{v.zn1_{7,level}} := \max(S1_{v.zn1_{7,level}}, S2_{v.zn1_{7,level}})$$

$$UC_{zn1_{(7,level)}} := \frac{S_{v.zn1_{7,level}}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$S_{v.zn1_{7,A}} = 146 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{7,A}} = 0.41$$

Punt 8: Lijf verstijver

$$S_{v.zn1_{8,level}} := \left| \frac{V_{d_{level,1}}}{A_{v_{level,1}}} \right|$$

$$S_{v.zn1_{8,A}} = 89 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_{(8,level)}} := \frac{S_{v.zn1_{8,level}} \cdot \sqrt{3}}{F_{yd_{level,1}}}$$

$$UC_{zn1_{8,A}} = 0.44$$

Referentie

Zie hoofdstuk:
3. Verklaring
controle
punten



16. Knikberekening verstijvers (Punt 9)

Imperfectie factor :

$$\alpha := 0.49$$

Kritische spanning :

$$\sigma_c := \frac{S_{2.1.y}}{2} + S_{g.y.neg} = \begin{pmatrix} -99 & -99 \\ -160 & -90 \\ -157 & -138 \\ -148 & -105 \\ -105 & -94 \\ -138 & -102 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Kritische lengte :

$$l_{0,eq} := 2 \frac{L_{st}}{4} = \begin{pmatrix} 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \\ 2000 & 2000 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Oppervlakte flens :

$$A_f := \left[\text{prof_b} \cdot \text{prof_tfl} + \frac{1}{3} \text{prof_tw} \cdot (\text{prof_hgt} - \text{ex}_1) \right] = \begin{pmatrix} 2563 & 2559 \\ 4076 & 4071 \\ 3358 & 3353 \\ 3358 & 3353 \\ 3510 & 3504 \\ 6572 & 6564 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$

Traagheid : $J_f :=$

$$\left[\frac{\text{prof_tfl} \cdot (\text{prof_b})^3}{12} + \frac{1}{3} \frac{(\text{prof_hgt} - \text{ex}_1) \cdot (\text{prof_tw})^3}{12} \right] = \begin{pmatrix} 4220418 & 4220398 \\ 7032988 & 7032961 \\ 5626911 & 5626885 \\ 5626911 & 5626885 \\ 5627720 & 5627687 \\ 20004768 & 20004696 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$

Traagheidsstraal :

$$i_f := \sqrt{\frac{J_f}{A_f}} \quad i_f^T = \begin{pmatrix} 40.58 & 41.54 & 40.93 & 40.93 & 40.04 & 55.17 \\ 40.61 & 41.56 & 40.96 & 40.96 & 40.08 & 55.21 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Kritische slankheid :

$$\lambda_c := \frac{l_{0,eq}}{i_f} \quad \lambda_c^T = \begin{pmatrix} 49.28 & 48.15 & 48.86 & 48.86 & 49.95 & 36.25 \\ 49.25 & 48.12 & 48.82 & 48.82 & 49.90 & 36.23 \end{pmatrix}$$

Slankheid :

$$\lambda_1 := \left(\pi \sqrt{\frac{E_1}{F_{yd}}} \right) \quad \lambda_1^T = \begin{pmatrix} 76.41 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 \\ 76.41 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 & 77.51 \end{pmatrix}$$

Referentie

EN-1993-1-1:20
06 paragraph
6.3.1.2

EN-1993-1-1:20
06 paragraph
6.3.2.4



Slankheid : $\lambda_{c.ad} := \frac{\lambda_c}{\lambda_1}$ $\lambda_{c.ad}^T = \begin{pmatrix} 0.645 & 0.621 & 0.630 & 0.630 & 0.644 & 0.468 \\ 0.645 & 0.621 & 0.630 & 0.630 & 0.644 & 0.467 \end{pmatrix}$

Factor : $\Phi_c := 0.5 \cdot \overrightarrow{\left[1 + \alpha \cdot (\lambda_{c.ad} - 0.2) + (\lambda_{c.ad})^2 \right]} = \begin{pmatrix} 0.817 & 0.817 \\ 0.796 & 0.796 \\ 0.804 & 0.804 \\ 0.804 & 0.804 \\ 0.817 & 0.816 \\ 0.675 & 0.675 \end{pmatrix}$

Axiale compressie factor : $\chi_c := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \chi_{c,i,j} \leftarrow \min \left[\frac{1}{\Phi_{c,i,j} + \sqrt{(\Phi_{c,i,j})^2 - (\lambda_{c.ad,i,j})^2}}, 1 \right] \end{cases}$ $\chi_c = \begin{pmatrix} 0.758 & 0.759 \\ 0.773 & 0.773 \\ 0.767 & 0.768 \\ 0.767 & 0.768 \\ 0.759 & 0.759 \\ 0.861 & 0.861 \end{pmatrix}$

Spanning : $S_{v.zn1_{9,level}} := \frac{\sigma_{c,level,1}}{\chi_{c,level,1}}$ $S_{v.zn1_{9,level}} = \begin{pmatrix} -131 \\ -207 \\ -204 \\ -193 \\ -139 \\ -160 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$

Unity Check : $UC_{zn1_{9,level}} := \frac{-S_{v.zn1_{9,level}} \cdot \gamma}{F_{yd,level,1}}$ $UC_{zn1_{9,level}} = \begin{pmatrix} 0.37 \\ 0.60 \\ 0.59 \\ 0.56 \\ 0.40 \\ 0.46 \end{pmatrix}$



Gecombineerde spanning zone2 (verborgen)

17. Overzicht [U]nity [C]hecks

Zone 1

$S_{v.zn1} =$	$\begin{pmatrix} -195 & -235 & -216 & -205 & -162 & -215 \\ 218 & 254 & 215 & 198 & 222 & 240 \\ 195 & 93 & 57 & 56 & 92 & 162 \\ 175 & 267 & 231 & 212 & 211 & 247 \\ 102 & 212 & 236 & 219 & 198 & 153 \\ 142 & 211 & 216 & 199 & 203 & 170 \\ 146 & 207 & 173 & 151 & 163 & 182 \\ 89 & 85 & 85 & 82 & 57 & 144 \\ -131 & -207 & -204 & -193 & -139 & -160 \end{pmatrix}$	$\cdot \text{MPa } UC_{zn1} =$	$\begin{pmatrix} 0.55 & 0.68 & 0.63 & 0.60 & 0.47 & 0.62 \\ 0.61 & 0.74 & 0.62 & 0.57 & 0.64 & 0.70 \\ 0.55 & 0.27 & 0.17 & 0.16 & 0.27 & 0.47 \\ 0.49 & 0.77 & 0.67 & 0.61 & 0.61 & 0.71 \\ 0.29 & 0.61 & 0.68 & 0.63 & 0.58 & 0.44 \\ 0.40 & 0.61 & 0.63 & 0.58 & 0.59 & 0.49 \\ 0.41 & 0.60 & 0.50 & 0.44 & 0.47 & 0.53 \\ 0.44 & 0.43 & 0.43 & 0.41 & 0.29 & 0.72 \\ 0.37 & 0.60 & 0.59 & 0.56 & 0.40 & 0.46 \end{pmatrix}$	<u>Punt 1</u>
	A B C D E F		A B C D E F	<u>Punt 2</u>
				<u>Punt 3</u>
				<u>Punt 4</u>
				<u>Punt 5</u>
				<u>Punt 6</u>
				<u>Punt 7</u>
				<u>Punt 8</u>
				<u>Punt 9</u>

Zone 2

$S_{v.zn2} =$	$\begin{pmatrix} -188 & -160 & -193 & -159 & -148 & -174 \\ 145 & 168 & 149 & 150 & 112 & 170 \\ 129 & 90 & 117 & 123 & 63 & 123 \\ 145 & 173 & 200 & 169 & 151 & 221 \\ 77 & 100 & 109 & 88 & 87 & 89 \\ 76 & 98 & 108 & 107 & 75 & 90 \\ 96 & 116 & 140 & 109 & 100 & 157 \\ 83 & 79 & 79 & 77 & 53 & 134 \\ -130 & -117 & -179 & -137 & -124 & -118 \end{pmatrix}$	$\cdot \text{MPa } UC_{zn2} =$	$\begin{pmatrix} 0.53 & 0.46 & 0.56 & 0.46 & 0.43 & 0.50 \\ 0.41 & 0.49 & 0.43 & 0.43 & 0.33 & 0.49 \\ 0.36 & 0.26 & 0.34 & 0.36 & 0.18 & 0.36 \\ 0.41 & 0.50 & 0.58 & 0.49 & 0.44 & 0.64 \\ 0.22 & 0.29 & 0.32 & 0.26 & 0.25 & 0.26 \\ 0.21 & 0.28 & 0.31 & 0.31 & 0.22 & 0.26 \\ 0.27 & 0.34 & 0.41 & 0.32 & 0.29 & 0.45 \\ 0.40 & 0.40 & 0.40 & 0.38 & 0.27 & 0.67 \\ 0.37 & 0.34 & 0.52 & 0.40 & 0.36 & 0.34 \end{pmatrix}$	<u>Punt 1</u>
	A B C D E F		A B C D E F	<u>Punt 2</u>
				<u>Punt 3</u>
				<u>Punt 4</u>
				<u>Punt 5</u>
				<u>Punt 6</u>
				<u>Punt 7</u>
				<u>Punt 8</u>
				<u>Punt 9</u>

Detail Gewicht

Output verwerking



18. Overzicht van huidplaten en verstijvers

Plaat

	" "	"zone1"	"zone2"	
Plate_summary =	"A"	15	15	.mm
	"B"	15	15	
	"C"	15	15	
	"D"	15	15	
	"E"	15	15	
	"F"	25	25	

	" "	"zone1"	"zone2"
Plate_UC_summary =	"A"	0.61	0.41
	"B"	0.77	0.50
	"C"	0.68	0.58
	"D"	0.63	0.49
	"E"	0.64	0.44
	"F"	0.71	0.64

Verstijvers

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_summary =	"A"	"T215x150x8x15"	"T215x150x8x15"
	"B"	"T275x150x8x25"	"T275x150x8x25"
	"C"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"D"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"E"	"T370x150x8x20"	"T370x150x8x20"
	"F"	"T380x200x10x30"	"T380x200x10x30"

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_UC_summary =	"A"	0.55	0.53
	"B"	0.68	0.46
	"C"	0.63	0.56
	"D"	0.60	0.46
	"E"	0.47	0.43
	"F"	0.72	0.67

totaal_gewicht := W_{t_sum}

totaal_gewicht = 224.7·tonne

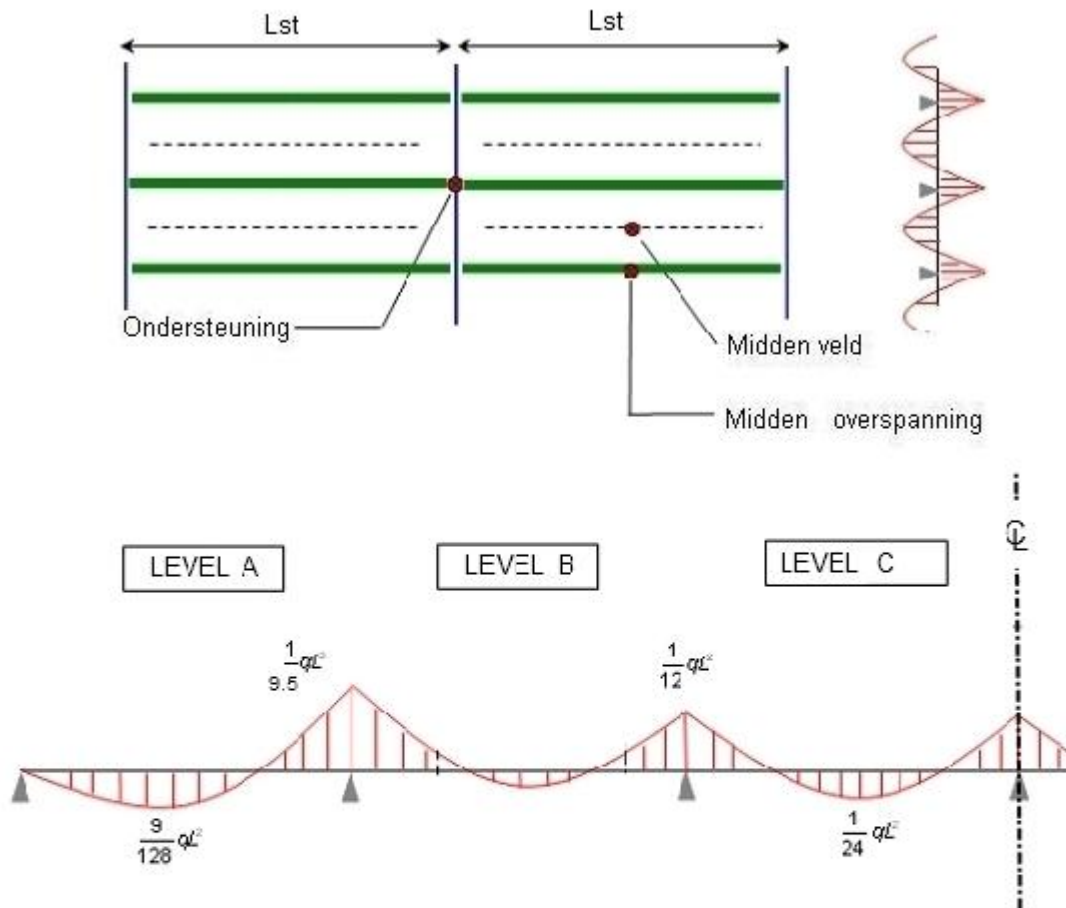


Berekening vermoeiing van stroomafwaarts huidplaten en verstijvers

In elke zone, zijn 6 controles op verschillende plekken uitgevoerd, voor verschillende soorten spanning-combinaties en lasdetails. Die zijn:

1. Uiterste vezel verstijver t.p.v. ondersteuning
2. Huid (binnenstezijde) t.p.v. ondersteuning
3. Verstijver web tegen flens lassen in het midden van de overspanning
4. Huid (binnenstezijde) in het midden van de overspanning (voor verticale spanning) in het midden van de overspanning
5. Huid (binnenstezijde) in het midden van de overspanning (voor horizontale spanning) in het midden van de overspanning
6. Verstijver web voor spanning afschuiving

Onderste figuur laat zien de definities van de 6 check points



Ondersteuning	Midden overspanning



Table 8.5: Load carrying welded joints

Detail category	Constructional detail		Description	Requirements
80	$t < 50$ mm	all t [mm]	<p>Cruciform and Tee joints:</p> <p>1) Toe failure in full penetration butt welds and all partial penetration joints.</p> <p>2) Toe failure from edge of attachment to plate, with stress peaks at weld ends due to local plate deformations.</p> <p>3) Root failure in partial penetration Tee-but joints or fillet welded joint and effective full penetration in Tee-but joint.</p>	<p>1) Inspected and found free from discontinuities and misalignments outside the tolerances of EN 1090.</p> <p>2) For computing $\Delta\sigma$, use modified nominal stress.</p> <p>3) In partial penetration joints two fatigue assessments are required. Firstly, root cracking evaluated according to stresses defined in section 5, using category 36* for $\Delta\sigma_w$ and category 80 for $\Delta\sigma_t$. Secondly, toe cracking is evaluated by determining $\Delta\sigma$ in the load-carrying plate.</p> <p>Details 1) to 3): The misalignment of the load-carrying plates should not exceed 15 % of the thickness of the intermediate plate.</p>
71	$50 < t \leq 80$	all t		
63	$80 < t \leq 100$	all t		
56	$100 < t \leq 120$	all t		
50	$t > 120$	$t \leq 20$		
45	$200 < t \leq 300$	$t > 20$ $20 < t \leq 30$		
As detail 1 in Table 8.5	flexible panel			
36*				

Check point 1-2

Table 8.2: Welded built-up sections

Detail category	Constructional detail		Description	Requirements
125			<p>Continuous longitudinal welds:</p> <p>1) Automatic butt welds carried out from both sides.</p> <p>2) Automatic fillet welds. Cover plate ends to be checked using detail 6) or 7) in Table 8.5.</p>	<p>Details 1) and 2):</p> <p>No stop/start position is permitted except when the repair is performed by a specialist and inspection is carried out to verify the proper execution of the repair.</p>
112			<p>3) Automatic fillet or butt weld carried out from both sides but containing stop/start positions.</p> <p>4) Automatic butt welds made from one side only, with a continuous backing bar, but without stop/start positions.</p>	<p>4) When this detail contains stop/start positions category 100 to be used.</p>
100			<p>5) Manual fillet or butt weld.</p> <p>6) Manual or automatic butt welds carried out from one side only, particularly for box girders</p>	<p>5), 6) A very good fit between the flange and web plates is essential. The web edge to be prepared such that the root face is adequate for the achievement of regular root penetration without break-out.</p>
100			<p>7) Repaired automatic or manual fillet or butt welds for categories 1) to 6).</p>	<p>7) Improvement by grinding performed by specialist to remove all visible signs and adequate verification can restore the original category.</p>

Check point 3, 4

80	$t \leq 50$ mm		<p>Transverse attachments:</p> <p>6) Welded to plate.</p> <p>7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder.</p> <p>8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections.</p>	<p>Details 6) and 7):</p> <p>Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present.</p> <p>7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.</p>
71	$50 < t \leq 80$ mm		<p>The values are also valid for ring stiffeners.</p>	

Check point 5

80	$m=5$		<p>8) Continuous fillet welds transmitting a shear flow, such as web to flange welds in plate girders.</p> <p>9) Fillet welded lap joint.</p>	<p>8) $\Delta\sigma$ to be calculated from the weld throat area.</p> <p>9) $\Delta\sigma$ to be calculated from the weld throat area considering the total length of the weld. Weld terminations more than 10 mm from the plate edge, see also 4) and 5) above.</p>
----	-------	--	---	---

Check point 6



Ontwerp Parameters

Wand Zijde : WallSide := 1

Stroomopwaarts = -1
 Stroomafwaarts = 1

Zwaartekracht : $g \equiv 10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

Materiaal reductie factor : $\gamma_{Mf} := 1.35$

Spannings verhoging factor

Normale spanning:

$$SIF_n := \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.61$$

Toelaatbare verhoging
 spannings factor

Afschuiving spanning:

$$SIF_s := \sqrt[5]{\frac{2 \cdot 10^6}{483300}} = 1.33$$

Referentie

483300 perioden

Waterhoogtes gebruikt voor berekening

	1	2	
el :=	3	3) m A B C D E F LEVELS
	-1	-1	
	-5	-5	
	-9.0	-9.0	
	-13.0	-13.0	
	-17.0	-17.0	

Eenheid lengte : a := 1m

Equivalente dikte reductie factor : $\xi := 1$

Verminderde effectieve verstijver
 oppervlakte ten gevolge van de
 zwaartepunt van T - verstijver

Lengte van zone :

L _z :=	36.391	12.150) m
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	
	36.391	12.150	



Hydraulische druk (ontwerp waarden):

(afgeleid van de Excel berekening van de hydrostatische druk database: q_us inclusief rekenbelasting)

Referentie

q_db :=	1	2	3
1	"z [m]"	"Pres [kN/m2]"	"Pres,by [kN/m2]"
2	""	""	""
3	7	0	0
4	6.875	0	0
5	6.75	0	0
6	6.625	0	0
7	6.5	0	0
8	6.375	0	0
9	6.25	0	0
10	6.125	0	0
11	6	0	0
12	5.875	0	0
13	5.75	0	0

Gebruikte combinaties voor toelaatbare spanning

$$q_{w1} := \begin{pmatrix} q_{db_{35,2}} & q_{db_{35,2}} \\ q_{db_{68,2}} & q_{db_{68,2}} \\ q_{db_{100,2}} & q_{db_{100,2}} \\ q_{db_{132,2}} & q_{db_{132,2}} \\ q_{db_{165,2}} & q_{db_{165,2}} \\ q_{db_{197,3}} & q_{db_{197,3}} \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{w1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 23 & 23 \\ 23 & 23 \\ 23 & 23 \\ 23 & 23 \\ 23 & 23 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

**A
B
C
D
E
F** LEVELS

Afmetingen overspanningen

Overspanning van verstijvers :

$$L_{st} := \begin{pmatrix} 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \\ 4.000 & 4.000 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Afstand van verstijvers : ----->

$$L_{pl} := \begin{pmatrix} 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \\ 0.65 & 0.605 \end{pmatrix} \text{ m}$$



Lokale druk

Gelijkmatige belasting plaat : $q_{pl1} := q_{wl} \cdot a$

Gelijkmatige belasting verstijver : $q_{st1} := \overrightarrow{(q_{wl} \cdot L_{pl})}$

Momenten verstijver

Steunpuntmomenten in lengterichting (verticaal):

$$M_{Lh1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Lh1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{12} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } B < i < E \\ M_{Lh1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{-1}{9,5} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Lh1} \end{cases} \quad M_{Lh1} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.00 \\ -24.84 & -23.12 \\ -19.66 & -18.30 \\ -19.66 & -18.30 \\ -24.84 & -23.12 \\ -24.84 & -23.12 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Veldmomenten in lengterichting (verticaal):

$$M_{Ls1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} M_{Ls1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{1}{24} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ if } B \leq i \leq E \\ M_{Ls1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \frac{9}{128} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot (L_{st_{i,j}})^2 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ M_{Ls1} \end{cases} \quad M_{Ls1} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.00 \\ 9.83 & 9.15 \\ 9.83 & 9.15 \\ 9.83 & 9.15 \\ 9.83 & 9.15 \\ 16.59 & 15.44 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Steunpuntmomenten in dwarsrichting (horizontaal):

$$M_{Th1} := \overrightarrow{\left[\text{WallSide} \cdot \left[\frac{-1}{12} \cdot q_{pl1} \cdot L_{pl}^2 + \frac{1}{2} \cdot 0.012\text{m} \cdot q_{pl1} \cdot (L_{pl} - 0.012\text{m}) \right] \right]}$$

Dwarskracht verstijver:

$$V_{L1} := \begin{cases} \text{for } i \in A..F \\ \text{for } j \in 1..2 \\ \left| \begin{array}{l} V_{L1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{1}{2} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot L_{st_{i,j}} \text{ if } B \leq i \leq E \\ V_{L1_{i,j}} \leftarrow \text{WallSide} \cdot \frac{5}{8} \cdot q_{st1_{i,j}} \cdot L_{st_{i,j}} \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ V_{L1} \end{cases} \quad V_{L1} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.00 \\ 29.50 & 27.45 \\ 29.50 & 27.45 \\ 29.50 & 27.45 \\ 29.50 & 27.45 \\ 36.87 & 34.32 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$



Ontwerp procedure en criteria

De effectieve breedte van de plaat in combinatie met de profielen worden berekend volgens de Eurocode:

Effectieve breedte in EC-1993-1-5:

pagina 9 & 10 in EN-1993-1-5:2006

Effectieve lengte : $L_{e2_{level, zone}} := \begin{cases} (0.7 \cdot L_{st_{level, zone}}) & \text{if } B \leq level \leq E \\ (0.85 \cdot L_{st_{level, zone}}) & \text{otherwise} \end{cases}$ Voor steunpuntmomenten.

Voor veldmomenten.

$$L_{e1_{level, zone}} := \begin{cases} [0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + L_{st_{level+1, zone}})] & \text{if level = A} \\ [[0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + \min(L_{st_{level-1, zone}}, L_{st_{level+1, zone}}))]] & \text{if } B \leq level \leq E \\ [[0.25 \cdot (L_{st_{level, zone}} + L_{st_{level-1, zone}})]] & \text{if level = F} \end{cases}$$

Max .breedte: $b_0 := 0.5L_{pl}$

$\alpha_0 \equiv 1$

$$\kappa_1 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e1}} \qquad \kappa_2 := \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_{e2}}$$

Voor steunpuntmomenten.

$$\beta_{1_{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6 \cdot \left(\kappa_{1_{level, zone}} - \frac{1}{2500 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} \right) + 1.6 \cdot (\kappa_{1_{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{1_{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{8.6 \cdot \kappa_{1_{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{1_{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

Voor veldmomenten.

$$\beta_{2_{level, zone}} := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \kappa_{2_{level, zone}} \leq 0.02 \\ \frac{1}{1 + 6.4 \cdot (\kappa_{2_{level, zone}})^2} & \text{if } 0.02 < \kappa_{2_{level, zone}} \leq 0.7 \\ \frac{1}{5.9 \cdot \kappa_{2_{level, zone}}} & \text{if } \kappa_{2_{level, zone}} > 0.7 \end{cases}$$

$$b_{eff_1} := \overrightarrow{(2\beta_1 \cdot b_0)} \qquad b_{eff_1} = \begin{pmatrix} 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \\ 325 & 314 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

$$b_{eff_2} := \overrightarrow{(2\beta_2 \cdot b_0)} \qquad b_{eff_2} = \begin{pmatrix} 614 & 576 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 598 & 563 \\ 614 & 576 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$



Ontwerp Parameters

Type_{level, zone} := "T"

prof_hgt := $\begin{pmatrix} 200 & 200 \\ 250 & 250 \\ 250 & 250 \\ 250 & 250 \\ 350 & 350 \\ 350 & 350 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

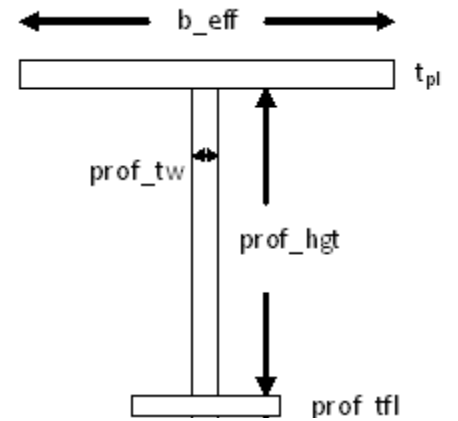
prof_tw := $\begin{pmatrix} 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 8 \\ 10 & 10 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

prof_tfl := $\begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 25 & 25 \\ 20 & 20 \\ 20 & 20 \\ 20 & 20 \\ 30 & 30 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

prof_b := $\begin{pmatrix} 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 150 & 150 \\ 200 & 200 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

t_{pl} := $\begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Definities van T-doorsnede:



▶ Verstijvers eigenschappen

▶ Verstijver taak

	" "	"zone1"	"zone2"
Design_stiffener =	"A"	"T215x150x8x15"	"T215x150x8x15"
	"B"	"T275x150x8x25"	"T275x150x8x25"
	"C"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"D"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"E"	"T370x150x8x20"	"T370x150x8x20"
	"F"	"T380x200x10x30"	"T380x200x10x30"

Doorsnede eigenschappen

Plaat dikte: $t_{pl} = \begin{pmatrix} 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 15 & 15 \\ 25 & 25 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Weerstandsmoment van de plaat: $W_{plate} := \left[\frac{1}{6} \cdot a \cdot (t_{pl})^2 \right]$

$W_{plate} = \begin{pmatrix} 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 37500 & 37500 \\ 104167 & 104167 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$



Doorsnede t.p.v. ondersteuning: (top: 1 & bodem: 2)

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_1 A,1} = 325 \cdot \text{mm}$

Oppervlakte: $ar_{A,1} = 3850 \cdot \text{mm}^2$

Zwaartepunt:

$$ex_1 := \frac{\frac{1}{2} b_{\text{eff}_1} (t_{\text{pl}})^2 + ar \cdot (t_{\text{pl}} + \text{prof_ex})}{b_{\text{eff}_1} \cdot t_{\text{pl}} + ar}$$

$$ex_1 = \begin{pmatrix} 82.71 & 84.14 \\ 127.80 & 129.67 \\ 115.67 & 117.48 \\ 115.67 & 117.48 \\ 158.73 & 161.07 \\ 178.34 & 180.93 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy1} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_1} \cdot (t_{\text{pl}})^3 + b_{\text{eff}_1} \cdot t_{\text{pl}} \cdot \left(ex_1 - \frac{t_{\text{pl}}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \text{prof_Iyy} \dots \right. \\ \left. + ar \cdot (\text{prof_ex} + t_{\text{pl}} - ex_1)^2 \right]$$

$$I_{yy1} = \begin{pmatrix} 78644334 & 77704159 \\ 165502826 & 163110125 \\ 144920490 & 142983321 \\ 144920490 & 142983321 \\ 283186268 & 279407158 \\ 530227871 & 522644853 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$

Weerstandsmoment:

$$W_{yy1.1} := \frac{I_{yy1}}{\text{prof_hgt} + t_{\text{pl}} + \text{prof_tfl} - ex_1}$$

$$W_{yy1.1} = \begin{pmatrix} 533941 & 532727 \\ 1020386 & 1017367 \\ 855833 & 853526 \\ 855833 & 853526 \\ 1251559 & 1247762 \\ 2339303 & 2332511 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy1.2} := \frac{I_{yy1}}{ex_1 - t_{\text{pl}}}$$

$$W_{yy1.2} = \begin{pmatrix} 1161494 & 1123887 \\ 1467176 & 1422378 \\ 1439597 & 1395242 \\ 1439597 & 1395242 \\ 1970223 & 1912786 \\ 3457871 & 3351784 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$



Doorsnede in het midden van de overspanning:

Effectieve breedte: $b_{\text{eff}_2}^T = \begin{pmatrix} 614 & 598 & 598 & 598 & 598 & 614 \\ 576 & 563 & 563 & 563 & 563 & 576 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$

Zwaartepunt:

$$e_{x_2} := \frac{\frac{1}{2} b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^2 + \text{ar} \cdot (t_{\text{pl}} + \text{prof_ex})}{b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} + \text{ar}}$$

$$e_{x_2} = \begin{pmatrix} 58 & 60 \\ 94 & 98 \\ 84 & 87 \\ 84 & 87 \\ 117 & 121 \\ 130 & 135 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Traagheidsmoment:

$$I_{yy_2} := \left[\frac{1}{12} \cdot b_{\text{eff}_2} \cdot (t_{\text{pl}})^3 + b_{\text{eff}_2} \cdot t_{\text{pl}} \cdot \left(e_{x_2} - \frac{t_{\text{pl}}}{2} \right)^2 \dots \right. \\ \left. + \left[\text{prof_Iyy} + \text{ar} \cdot (\text{prof_ex} - e_{x_2} + t_{\text{pl}})^2 \right] \right]$$

$$I_{yy_2} = \begin{pmatrix} 95122291 & 93598423 \\ 208443303 & 204281031 \\ 178929828 & 175694480 \\ 178929828 & 175694480 \\ 351088502 & 344500352 \\ 671685566 & 657890435 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^4$$

Weerstandsmoment:

$$W_{yy_{2.1}} := \frac{I_{yy_2}}{\text{prof_hgt} + t_{\text{pl}} + \text{prof_tfl} - e_{x_2}}$$

$$W_{yy_{2.1}} = \begin{pmatrix} 552091 & 550621 \\ 1064850 & 1061208 \\ 889670 & 886907 \\ 889670 & 886907 \\ 1308552 & 1303809 \\ 2442890 & 2434377 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

$$W_{yy_{2.2}} := \frac{I_{yy_2}}{e_{x_2} - t_{\text{pl}}}$$

$$W_{yy_{2.2}} = \begin{pmatrix} 2227407 & 2079371 \\ 2630164 & 2476092 \\ 2597678 & 2443523 \\ 2597678 & 2443523 \\ 3452299 & 3256948 \\ 6394281 & 5994445 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^3$$

Afschuif oppervlakte:

$$A_v := 0.9 \cdot (\text{prof_hgt} \cdot \text{prof_tw})$$

$$A_v = \begin{pmatrix} 1440 & 1440 \\ 1800 & 1800 \\ 1800 & 1800 \\ 1800 & 1800 \\ 2520 & 2520 \\ 3150 & 3150 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}^2$$





Spanning

Spanning definitie S,a,b,c,d:

- a) g Globale spanningen uit het Ansys model
 - 2 Buigspanning van de verstijvers
 - 3 Buigspanning van de plaat
- b) Contole punt 1..6
- c) Spanningsrichting (y, z, and yz)
- d) Zone (A..F and 1..2)

Globale spanning uit het ANSYS

	ZONE 1 2	ZONE 1 2													
spanning in lengte richting: (incl. belastingsfactor) (verticaal)	$S_{g.y.pos} :=$	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> </table>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	MPa
	10	10													
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
	$S_{g.y.neg} :=$	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> </table>	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	MPa
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
spanning in dwars richting: (horizontaal)	$S_{g.z.pos} :=$	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> </table>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	MPa
	10	10													
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
	$S_{g.z.neg} :=$	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> <tr><td>-10</td><td>-10</td></tr> </table>	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	MPa
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
-10	-10														
Schuifspanning: (incl. belastingsfactor)	$S_{g.yz} :=$	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td></tr> </table>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	MPa
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
10	10														
			A B C D E F												

Dit is een conservatieve benadering, omdat de globale spanningen uit het ANSYS model zijn de hoogste spanningen van elke zone.



Spanningen verstijvers

Bereik spanningen verstijvers

Bereik spanning verstijver t.p.v. ondersteuning

Langsmoment: $M_{Lh1_{F,1}} = -24.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Langsspanning flens (verticaal): $S_{2.1.y.1} := \frac{M_{Lh1}}{W_{yy1.1}}$ $S_{2.1.y.1_{F,1}} = -10.6 \cdot \text{MPa}$

Huid (binnenzijde) bereik langsspanning (verticaal): $S_{2.2.y.1} := \frac{-M_{Lh1}}{W_{yy1.2}}$ $S_{2.2.y.1_{F,1}} = 7.2 \cdot \text{MPa}$

Afschuiving verstijver : $\tau_{6.1} := \frac{V_{L1}}{A_v}$ $\tau_{6.1_{F,1}} = 11.7 \cdot \text{MPa}$

Bereik spanning verstijver in het midden van de overspanning

Langsmoment: $M_{Ls1_{F,1}} = 16.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Bereik spanning flens langsmoment: (vertical) $S_{2.3.y.1} := \left[\frac{M_{Ls1}}{I_{yy2}} \cdot (\text{prof_hgt} + t_{pl} - ex_2) \right]$ $S_{2.3.y.1_{F,1}} = 6.1 \cdot \text{MPa}$

Huid (binnenzijde) bereik langsmoment: (verticaal) $S_{2.4.y.1} := \frac{-M_{Ls1}}{W_{yy2.2}}$ $S_{2.4.y.1_{F,1}} = -2.6 \cdot \text{MPa}$

Lokale plaat bereik spanningen

Op verstijver buitenste plaat

Moment dwars (horizontaal): $M_{Th1_{F,1}} = -0.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Bereik spanning langsmoment (horizontaal): $S_{3.4.z.1} := \frac{M_{Th1}}{W_{plate}}$ $S_{3.4.z.1_{F,1}} = -6.8 \cdot \text{MPa}$



Toelaatbare bereik spanning

De toelaatbare spanning (categorie detail) is afhankelijk van de locatie van de controle punt.

Toelaatbare bereik spanning:

$$\Delta\sigma_C := \begin{pmatrix} 36 \\ 36 \\ 100 \\ 100 \\ 71 \\ 80 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Punt 1
Punt 2
Punt 3
Punt 4
Punt 5
Punt 6

*Toetaalbare bereik spanning
is gebaseerd op:
2 x 10⁶ perioden, EN 1993-1-9*

Gebruikt voor toelaatbare spanning bereik methode

$$\Delta\sigma_{C,d} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in 1 \\ \left| \begin{array}{l} \Delta\sigma_{C,d,i,j} \leftarrow \frac{\Delta\sigma_{C,i,j} \cdot \text{SIF}_n}{\gamma_{Mf}} \text{ if } i \leq 5 \\ \Delta\sigma_{C,d,i,j} \leftarrow \frac{\Delta\sigma_{C,i,j} \cdot \text{SIF}_s}{\gamma_{Mf}} \text{ if } i = 6 \end{array} \right. \\ \Delta\sigma_{C,d} \end{cases}$$

$$\Delta\sigma_{C,d} = \begin{pmatrix} 43 \\ 43 \\ 119 \\ 119 \\ 84 \\ 79 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Berekening schade _____

Berekening reductiefactor ks _____



Bereik gecombineerde spanningen en [U]nity [C]hecks

De gecombineerde bereik spanningen zijn geanalyseerd op zes punten voor elke zone op de muur, berekeningsproces van zone 1 is hieronder weergegeven met een lijst, zone 2 is niet zichtbaar gemaakt.

Combinatie 1

Punt 1: Verstijver t.p.v. ondersteuning

$$S_{v.zn1.1_{1,level}} := \left| S_{g.y.neg_{level,1}} + S_{2.1.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{1,F}} = 20.6 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(1,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{1,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_1} \cdot k_{s1_{1,level}}} \right|$$

Punt 2: Binnenste plaat op ondersteuning

$$S_{v.zn1.1_{2,level}} := \left| S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.2.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{2,F}} = 17.2 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(2,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{2,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_2} \cdot k_{s1_{2,level}}} \right|$$

Punt 3: Flens in het midden van de verspanning

$$S_{v.zn1.1_{3,level}} := \left| S_{g.y.pos_{level,1}} + S_{2.3.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{3,F}} = 16.1 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(3,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{3,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_3} \cdot k_{s1_{3,level}}} \right|$$

Punt 4: Huidplaat in het midden van de verspanning

$$S_{v.zn1.1_{4,level}} := \left| S_{g.y.neg_{level,1}} + S_{2.4.y.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{4,F}} = 12.6 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(4,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{4,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_4} \cdot k_{s1_{4,level}}} \right|$$

Punt 5: Huidplaat, spanningen langsmoment (horizontaal)

$$S_{v.zn1.1_{5,level}} := \left| S_{g.z.neg_{level,1}} + S_{3.4.z.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{5,F}} = 16.8 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(5,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{5,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_5} \cdot k_{s1_{5,level}}} \right|$$

Punt 6: Afschuiving verstijver

$$S_{v.zn1.1_{6,level}} := \left| \tau_{6.1_{level,1}} \right|$$

$$S_{v.zn1.1_{6,F}} = 11.7 \cdot \text{MPa}$$

$$UC_{zn1_1(6,level)} := \left| \frac{S_{v.zn1.1_{6,level}}}{\Delta\sigma_{C.d_6} \cdot k_{s1_{6,level}}} \right|$$



Overzicht spanningen

Overzicht spanningen

Zone1

$$S_{v,zn1.1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} \\ 10 & 34 & 33 & 33 & 30 & 21 \\ 10 & 27 & 24 & 24 & 23 & 17 \\ 10 & 18 & 20 & 20 & 17 & 16 \\ 10 & 14 & 14 & 14 & 13 & 13 \\ 10 & 29 & 29 & 29 & 29 & 17 \\ 0 & 16 & 16 & 16 & 12 & 12 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Zone2

$$S_{v,zn2.1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} \\ 10 & 33 & 31 & 31 & 29 & 20 \\ 10 & 26 & 23 & 23 & 22 & 17 \\ 10 & 18 & 19 & 19 & 16 & 16 \\ 10 & 14 & 14 & 14 & 13 & 13 \\ 10 & 26 & 26 & 26 & 26 & 16 \\ 0 & 15 & 15 & 15 & 11 & 11 \end{pmatrix} \cdot \text{MPa}$$

Overzicht Unity Checks

Zone 1

$$UC_{zn1_1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} \\ 0.23 & 0.80 & 0.77 & 0.77 & 0.70 & 0.48 \\ 0.23 & 0.63 & 0.55 & 0.55 & 0.53 & 0.40 \\ 0.08 & 0.15 & 0.17 & 0.17 & 0.14 & 0.13 \\ 0.08 & 0.12 & 0.12 & 0.12 & 0.11 & 0.11 \\ 0.12 & 0.34 & 0.34 & 0.34 & 0.34 & 0.20 \\ 0.00 & 0.21 & 0.21 & 0.21 & 0.15 & 0.15 \end{pmatrix} \begin{matrix} \underline{\text{Point 1}} \\ \underline{\text{Point 2}} \\ \underline{\text{Point 3}} \\ \underline{\text{Point 4}} \\ \underline{\text{Point 5}} \\ \underline{\text{Point 6}} \end{matrix}$$

$$UC_{zn1} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in A..F \\ UC_{zn1,i,j} \leftarrow UC_{zn1_1,i,j} \\ UC_{zn1} \end{cases}$$

Zone 2

$$UC_{zn2_1} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{C} & \mathbf{D} & \mathbf{E} & \mathbf{F} \\ 0.23 & 0.76 & 0.73 & 0.73 & 0.67 & 0.47 \\ 0.23 & 0.61 & 0.54 & 0.54 & 0.52 & 0.39 \\ 0.08 & 0.15 & 0.16 & 0.16 & 0.14 & 0.13 \\ 0.08 & 0.12 & 0.12 & 0.12 & 0.11 & 0.11 \\ 0.12 & 0.31 & 0.31 & 0.31 & 0.31 & 0.19 \\ 0.00 & 0.19 & 0.19 & 0.19 & 0.14 & 0.14 \end{pmatrix} \begin{matrix} \underline{\text{Point 1}} \\ \underline{\text{Point 2}} \\ \underline{\text{Point 3}} \\ \underline{\text{Point 4}} \\ \underline{\text{Point 5}} \\ \underline{\text{Point 6}} \end{matrix}$$

$$UC_{zn2} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..6 \\ \text{for } j \in A..F \\ UC_{zn2,i,j} \leftarrow UC_{zn2_1,i,j} \\ UC_{zn2} \end{cases}$$

Overzicht spanningen



► Output verwerking

Overzicht van vermoeiing controles van verstijvers op horizontale ondersteuning

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_summary =	"A"	"T215x150x8x15"	"T215x150x8x15"
	"B"	"T275x150x8x25"	"T275x150x8x25"
	"C"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"D"	"T270x150x8x20"	"T270x150x8x20"
	"E"	"T370x150x8x20"	"T370x150x8x20"
	"F"	"T380x200x10x30"	"T380x200x10x30"

	" "	"zone1"	"zone2"
Stiffener_UC_summary =	"A"	0.23	0.23
	"B"	0.80	0.76
	"C"	0.77	0.73
	"D"	0.77	0.73
	"E"	0.70	0.67
	"F"	0.48	0.47

BIJLAGE 7.5

- Stabiliteitsberekening
- Ontwerp Luchtkisten

MEMO

Filename: MEMO - Stabiliteit Sluisdeuren IJmuiden.doc



Voor : IV-Infra

Datum : 2011-12-15

Cc : -

Pagina : 1 van 4

Van : R.P. van den Heuvel

Proj. No. : INPA100484

Onderwerp : STABILITEIT SLUISDEUREN IJMUIDEN

1. INLEIDING

Deze memo bevat een eerste analyse van de stabiliteit van de sector sluisdeuren voor een sluiscomplex in IJmuiden.

2. PRINCIPE BESCHRIJVING

De sectordeur is vakwerk constructie met onderin een aantal drijftanks. Bij het bolscharnier en aan de beide uiteinden van de waterkerende wand zit een compartiment, wat normaal gesproken doorvloed is. Bij opdrijf operaties, worden deze drie compartimenten droog gemaakt. Daarna wordt water uit de drijftanks gepompt zodanig dat de deur ongeveer twee meter omhoog komt. Stabiliteit wordt gecreëerd door het watersnijdend oppervlak van de drie droog gemaakte compartimenten en een acceptabele afstand tussen het drijfpunt en het gewichtszwaartepunt.

3. AANNAMES

De sectordeur heeft een totaal gewicht van 2300 ton. Hierbij wordt een zwaartepunt in hoogte aangenomen van -9.0 meter (t.o.v. NAP)

De hoogte van het drijfpunt wordt voornamelijk gecreëerd door de drijftanks. Het drijfpunt van de drijftanks ligt op ongeveer -14.5 meter (t.o.v. NAP). Het drijfvolume van het staal en de drie waterdoorsnijdende compartimenten wordt op dit moment verwaarloosd. Als dit mee zou worden genomen, zal het drijfpunt omhoog gaan en de uitkomst van deze analyse alleen maar verbeteren.

Van de positie van het gewichtszwaartepunt en het drijfpunt wordt aangenomen dat deze in langs en dwars richting boven elkaar liggen. In detail moet hier later verder naar gekeken worden.

Om de stabiliteit te kunnen beoordelen wordt als criterium gesteld dat de GM (metacenter hoogte) minimaal 1 meter moet zijn.

Basispunt voor stabiliteitsberekeningen is de onderkant van de drijftanks en is genomen als -17.0 meter

Stabiliteitsberekeningen worden gedaan in zoet water met een dichtheid van 1.0 ton/m³

MEMO

Filename: MEMO - Stabiliteit Sluisdeuren IJmuiden.doc



4. STABILITEIT

De stabiliteit wordt met de volgende formules berekend:

$$BM = I/V$$

$$KM = KB+BM$$

$$GM=KM-KG$$

Hierbij is:

BM = Metacenter hoogte boven drijfpunt

I = Traagheidsmoment van het water doorsnijdend oppervlak

V = Waterverplaatsing (gewicht*waterdichtheid = $2300*1 = 2300 \text{ m}^3$)

KM = Metacenter hoogte boven basispunt

KB = Drijfpunt hoogte boven basispunt (2.5 m)

GM = Metacenter hoogte boven gewichtszwaartepunt

KG = Gewichtszwaartepunt boven basispunt

Gesteld is dat de waarde voor GM 1.0 meter zou moeten zijn. Dus dan volgt:

$$KM = KG+GM = 8+1 = 9 \text{ meter}$$

$$BM = KM-KB = 9-2.5 = 6.5 \text{ meter}$$

$$I = BM*V = 6.5*2300 = 14950 \text{ meter}^4$$

Oftewel het traagheidsmoment om de zwakste as van het waterdoorsnijdend oppervlak dient minimaal 14950 m^4 te zijn.

MEMO

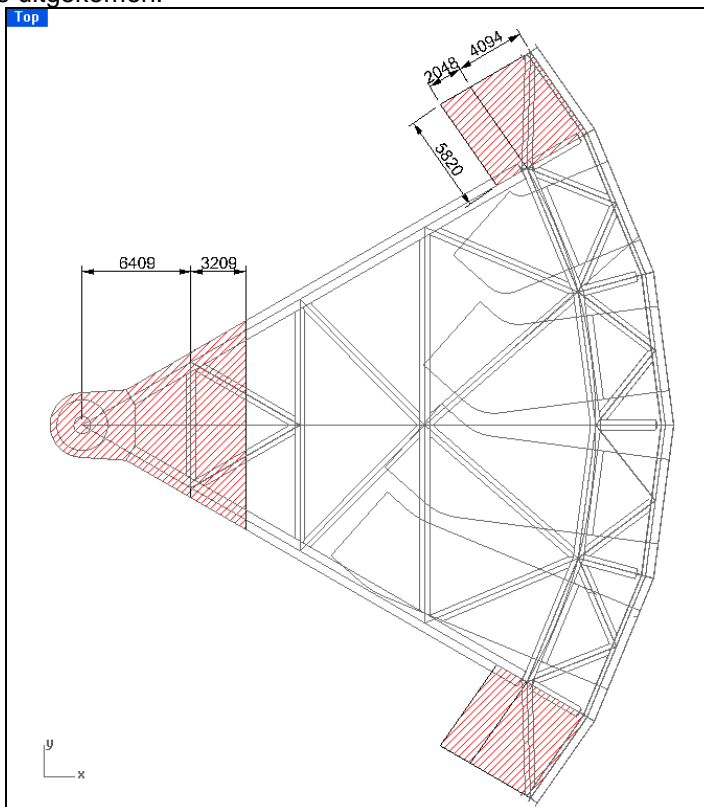
Filename: MEMO - Stabiliteit Sluisdeuren IJmuiden.doc



5. WATERDOORSNIJDEND OPPERVLAK

Op basis van het berekende traagheidsmoment zijn de benodigde waterdoorsnijdende oppervlaktes bepaald binnen de beperkingen van het huidige ontwerp.

Hier is het volgende uitgekomen:



De rode gearceerde vlakken zijn de waterdoorsnijdende oppervlaktes. Bij elkaar heeft dit een traagheid van 15528 m^4 rond de zwakste as. De zwakste as is in dit geval de Y-as. De aangegeven maten zijn ongeveer maten en kunnen worden afgerond naar praktische maten. Alleen mag hier niet veel van worden afgeweken, aangezien dat in direct verband staat met het traagheidsmoment.

6. HOOGTE VAN WATERDOORSNIJDENDE KASTEN

De sectordeuren opereren bij waterhoogtes tussen -3.5 en $+4.17$ meter t.o.v. NAP. De deur moet 2.0 meter opdrijven. Dit betekent dat de hoogte van de onderkant van de waterdoorsnijdende kasten moet liggen op minimaal -6.0 meter (liever -7.0 meter voor extra veiligheid) en de bovenkant moet minimaal op $+5.0$ meter liggen t.o.v. NAP.

7. LEKSTABILITEIT

De huidige drijftanks hebben overcapaciteit, oftewel deze hoeven niet volledig te worden leeggepompt om de deur te laten drijven. Mocht er 1 tank lek raken, dan kan dit worden opgevangen.

Als 1 van de waterdoorsnijdende compartimenten lek raakt, dan is de stabiliteit verloren. Dit moet ten allen tijde voorkomen worden.

MEMO

Filename: MEMO - Stabiliteit Sluisdeuren IJmuiden.doc

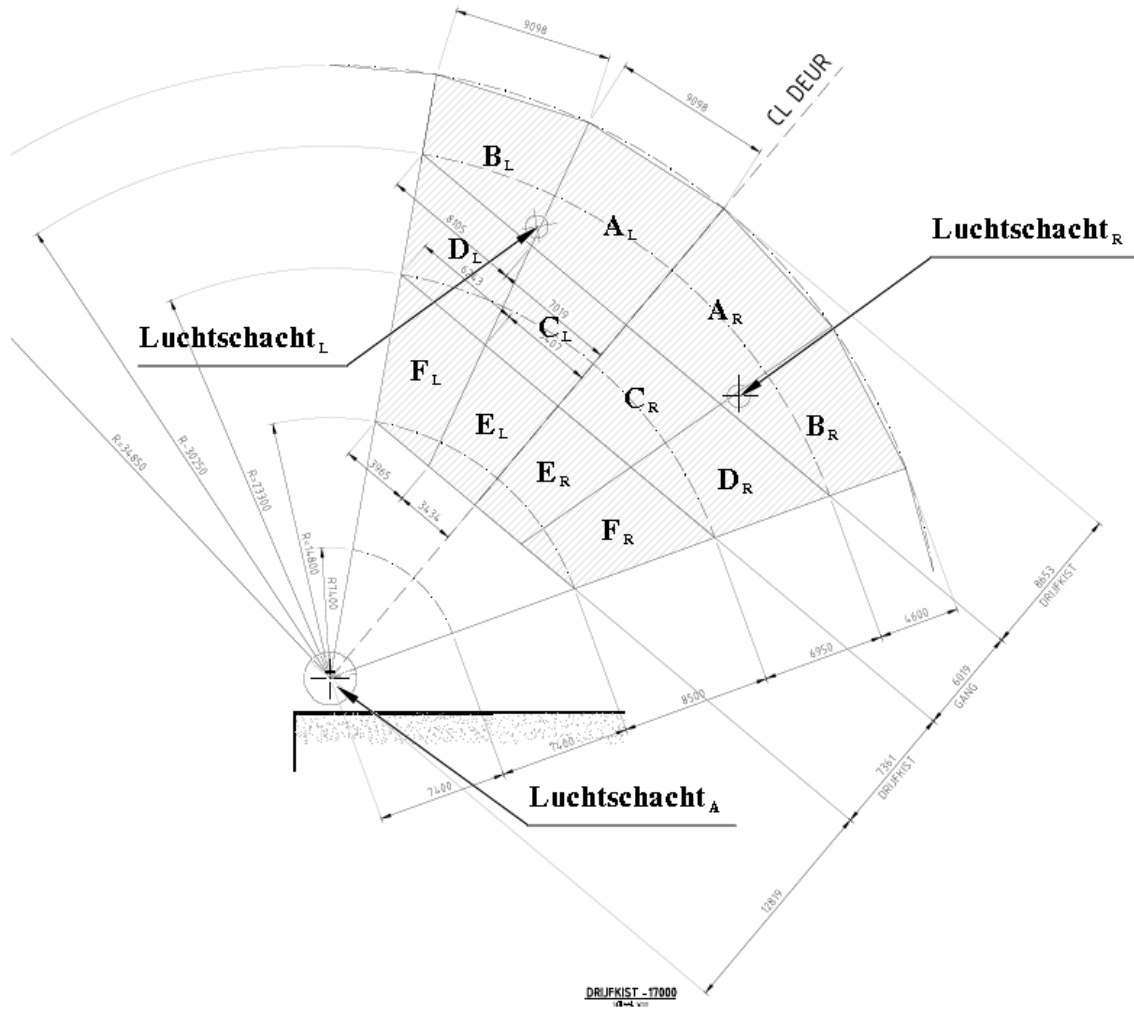


8. CONCLUSIE

Met de voorgestelde configuratie van waterdoorsnijdende drijfkasten is er voldoende stabiliteit gerealiseerd in deze fase van het ontwerp.



Ontwerp luchtkisten



Indeling luchtkisten en -schachten sectordeur

Geometrische uitgangspunten

Straal buitenkant kerende wand tot hart scharnier

$$R_{kw} := 34.85 \cdot m$$

Aantal luchtkisten

$$n_{tot} := 15$$

Aantal type luchtkisten

$$n_{dk.type} := 6$$

Totale hoek sector deur segment

$$\alpha_{sd} := 60 \cdot \frac{\pi}{180}$$

Luchtkist Type A

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{A.dk} := 30.400 \cdot m$$

Volume luchtkist A

$$V_{A.dk} := 261 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist A

$$A_{A.dk} := 56.22 \cdot m^2$$



Luchtkist Type B

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{B.dk} := 31.520 \cdot m$$

Volume luchtkist B

$$V_{B.dk} := 204 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist B

$$A_{B.dk} := 51.00 \cdot m^2$$

Luchtkist Type C

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{C.dk} := 23.349 \cdot m$$

Volume luchtkist C

$$V_{C.dk} := 180 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist C

$$A_{C.dk} := 33.39 \cdot m^2$$

Luchtkist Type D

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{D.dk} := 25.124 \cdot m$$

Volume luchtkist D

$$V_{D.dk} := 208 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist D

$$A_{D.dk} := 43.18 \cdot m^2$$

Luchtkist Type E

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{E.dk} := 18.003 \cdot m$$

Volume luchtkist E

$$V_{E.dk} := 252 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist E

$$A_{E.dk} := 37.57 \cdot m^2$$

Luchtkist Type F

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{F.dk} := 16.731 \cdot m$$

Volume luchtkist F

$$V_{F.dk} := 218 \cdot m^3$$

Grondoppervlak luchtkist F

$$A_{F.dk} := 32.54 \cdot m^2$$

Algemene ontwerp uitgangspunten geometrisch

Totale gewicht deur

$$G_{deur} := 1600 \cdot tonne$$

Additionele gewicht door sedimenten en aangroei

$$G_{add} := 120 \cdot tonne$$

Indicatie totaal volume deur

$$V_{deur} := \frac{G_{deur} \cdot m^3}{7850 \cdot kg}$$

$$V_{deur} = 203.8 \cdot m^3$$

Zwaart punt van de deur vanaf dp, radiaal gezien

$$R_{zp.deur} := 25 \cdot m$$

Zwaart punt additionele gewicht, radiaal gezien

$$R_{zp.add} := 25 \cdot m$$



Algemene ontwerp uitgangspunten hydralisch

Soortelijk gewicht zoet water

$$\rho_{zoet} := 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Soortelijk gewicht zout water

$$\rho_{zout} := 1022 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Niveau bovenkant kerende wand deur tov NAP

$$H_{bk.deur} := 7.00 \cdot \text{m}$$

Niveau sluis vloer tov NAP

$$H_{sluisdeur} := -18.00 \cdot \text{m}$$

Niveau minimum water tov NAP

$$H_{min.w} := -3.50 \cdot \text{m}$$

Niveau maximum water tov NAP

$$H_{max.w} := 7.00 \cdot \text{m}$$

Niveau onderkant luchtkisten

$$H_{ok.l} := -17 \cdot \text{m}$$

Niveau bovenkant kanaalsvloer tov NAP

$$H_{bk.v} := -18.00 \cdot \text{m}$$

Hoogte maximum onderdempeling

$$H_{max.od} := H_{bk.deur} - H_{sluisdeur}$$

$$H_{max.od} = 25.00 \text{ m}$$

Schatting maximaal ondergedompeld gewicht deur

$$B_{odg} := \frac{170 \text{ m}^3 \cdot \rho_{zoet}}{H_{max.od}}$$

$$B_{odg} = 7 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

Straal zwaarte punt ondergedompeld volume deur

$$R_{ogd} := R_{zp.deur}$$

$$R_{ogd} = 25.00 \text{ m}$$

Luchtschachten voor

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{Lsch.v} := 16.731 \cdot \text{m}$$

Hoogte luchtschacht

$$h_{Lsch.v} := \left| -13 \cdot \text{m} - H_{min.w} \right|$$

$$h_{Lsch.v} = 9.50 \text{ m}$$

Diameter Luchtschacht

$$d_{Lsch.v} := 1.5 \cdot \text{m}$$

Grondoppervlak Luchtschacht

$$A_{Lsch.v} := \pi \cdot d_{Lsch.v}^2$$

$$A_{Lsch.v} = 7.07 \text{ m}^{2.00}$$

Volume Luchtschacht

$$V_{Lsch.v} := A_{Lsch.v} \cdot h_{Lsch.v}$$

$$V_{Lsch.v} = 67.15 \text{ m}^{3.00}$$



Luchtschacht achter

Zwaartepunt, radiaal gezien

$$R_{Lsch.a} := 0 \cdot m$$

Hoogte luchtschacht

$$h_{Lsch.a} := |-5.5 \cdot m - H_{min.w}|$$

$$h_{Lsch.a} = 2.00 \text{ m}$$

Diameter Luchtschacht

$$d_{Lsch.a} := 3.0 \cdot m$$

Grondoppervlak Luchtschacht

$$A_{Lsch.a} := \pi \cdot d_{Lsch.a}^2$$

$$A_{Lsch.a} = 28.27 \text{ m}^2$$

Volume Luchtschacht

$$V_{Lsch.a} := A_{Lsch.a} \cdot h_{Lsch.a}$$

$$V_{Lsch.a} = 56.55 \text{ m}^3$$

Volume en Oppervlak luchtkisten

Som Volume luchtkisten

$$V_{l.t} := \begin{pmatrix} V_{A.dk} \\ V_{B.dk} \\ V_{C.dk} \\ V_{D.dk} \\ V_{E.dk} \\ V_{F.dk} \\ V_{Lsch.v} \\ V_{A.dk} \\ V_{B.dk} \\ V_{C.dk} \\ V_{D.dk} \\ V_{E.dk} \\ V_{F.dk} \\ V_{Lsch.v} \\ V_{Lsch.a} \end{pmatrix}$$

	1
1	261
2	204
3	180
4	208
5	252
6	218
7	67
8	261
9	204
10	180
11	208
12	252
13	218
14	67
15	57

$$V_{l.t} = \text{m}^3$$

$$V_{l.tot} := \sum V_{l.t}$$

$$V_{l.tot} = 2837 \text{ m}^3$$

Oppervlak per tank

$$A_{l.t} := \begin{pmatrix} A_{A.dk} \\ A_{B.dk} \\ A_{C.dk} \\ A_{D.dk} \\ A_{E.dk} \\ A_{F.dk} \\ A_{A.dk} \\ A_{B.dk} \\ A_{C.dk} \\ A_{D.dk} \\ A_{E.dk} \\ A_{F.dk} \\ A_{Lsch.a} \end{pmatrix}$$

	1
1	56.22
2	51.00
3	33.39
4	43.18
5	37.57
6	32.54
7	56.22
8	51.00
9	33.39
10	43.18
11	37.57
12	32.54
13	28.27

$$A_{l.t} = \text{m}^2$$



Berekening situatie 1: stabiel drijven, normale situatie

Bepaling ballastverdeling in tanks opdat de deur stabiel opdrijft.

$$M_{gewicht} + M_{add} - M_{ondergedompeld} - M_{luchtkisten} + M_{ballast} = 0$$

$$M_{som.1} := 0$$

Voorwaarde is dat de deur in deze situatie minimaal 2 meter stabiel drijft boven de grond

$$G_{deur} + G_{add} - F_{ondergedompeld} - F_{luchtkisten} + F_{ballast} = F_{2\ meter}$$

Luchtkisten gebruikt in de berekening

$$Aandeel_{sit1} := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{luchtkistA}_L \\ \text{luchtkistB}_L \\ \text{luchtkistC}_L \\ \text{luchtkistD}_L \\ \text{luchtkistE}_L \\ \text{luchtkistF}_L \\ \text{luchtschacht}_L \\ \text{luchtkistA}_R \\ \text{luchtkistB}_R \\ \text{luchtkistC}_R \\ \text{luchtkistD}_R \\ \text{luchtkistE}_R \\ \text{luchtkistF}_R \\ \text{luchtschacht}_R \\ \text{luchtschacht}_A \end{pmatrix}$$

Percentage per tank gevuld met ballastwater

$$\delta_{l.w.sit1} := \begin{pmatrix} 0.54 \\ 0.55 \\ 0 \\ 0 \\ 0.60 \\ 0.635 \\ 0 \\ 0.54 \\ 0.55 \\ 0 \\ 0 \\ 0.60 \\ 0.635 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$perc_1 := \frac{\delta_{l.w.sit1}}{\%}$$

	1
1	54.00
2	55.00
3	0.00
4	0.00
5	60.00
6	63.50
7	0.00
8	54.00
9	55.00
10	0.00
11	0.00
12	60.00
13	63.50
14	0.00
15	0.00



krachten door de water toegevoegd in de tank

$$F_{\text{ballast.sit1}} := \overrightarrow{(V_{l,t} \cdot \delta_{l,w.sit1} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit1}})} \cdot \rho_{\text{zoet}}$$

	1
1	141
2	112
3	0
4	0
5	151
6	138
7	0
8	141
9	112
10	0
11	0
12	151
13	138
14	0
15	0

$F_{\text{ballast.sit1}} =$ ·tonne

totaal ballast kracht

$$F_{\text{ballast.tot.sit1}} := \sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} F_{\text{ballast.sit1}_i}$$

$F_{\text{ballast.tot.sit1}} = 1086 \cdot \text{tonne}$

Opdrijvend vermogen v.d. de luchtkisten

$$F_{\text{luchtkisten.sit1}} := \rho_{\text{zoet}} \cdot \overrightarrow{(V_{l,t} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit1}})}$$

	1
1	261
2	204
3	180
4	208
5	252
6	218
7	67
8	261
9	204
10	180
11	208
12	252
13	218
14	67
15	57

$F_{\text{luchtkisten.sit1}} =$ ·tonne

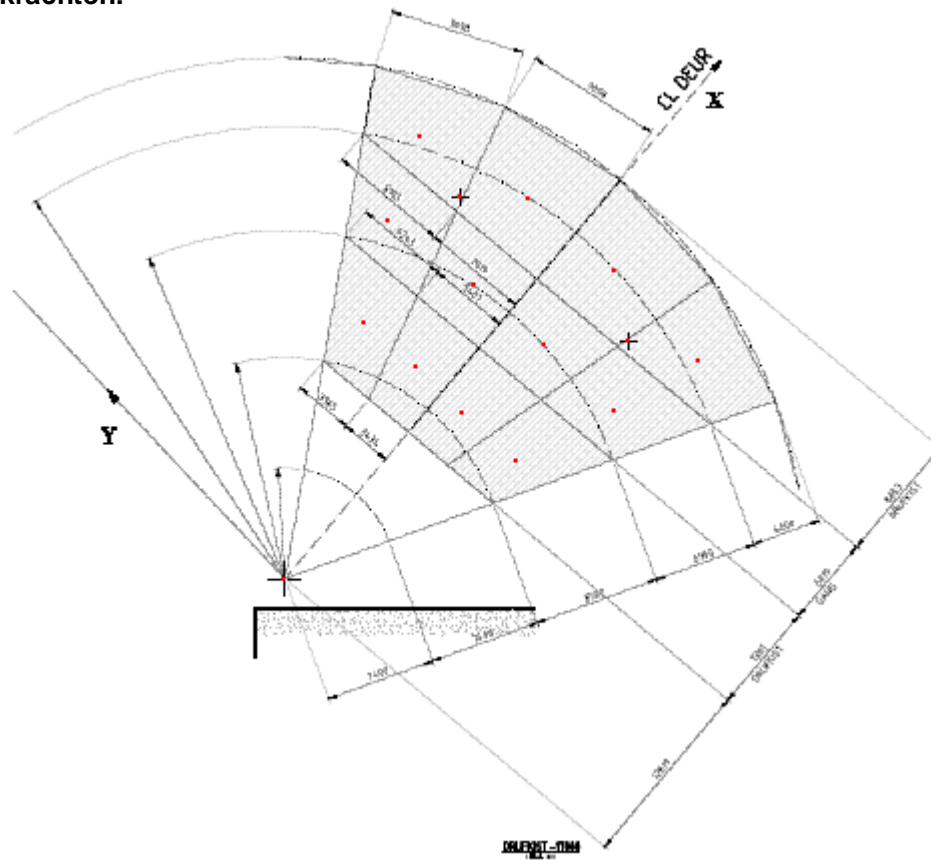
totaal opdrijven vermogen v.d. luchtkisten

$$F_{\text{luchtkisten.tot.sit1}} := \sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} F_{\text{luchtkisten.sit1}_i}$$

$F_{\text{luchtkisten.tot.sit1}} = 2837 \cdot \text{tonne}$



Positie van de krachten:



Coordinate bepaling tov asselstel xy

$$x_{i,L} := \begin{pmatrix} 30.413 \\ 29.228 \\ 23.142 \\ 23.142 \\ 16.583 \\ 16.583 \\ 29.220 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$x_{i,L} = \begin{pmatrix} 30.41 \\ 29.23 \\ 23.14 \\ 23.14 \\ 16.58 \\ 16.58 \\ 29.22 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$y_{i,L} := \begin{pmatrix} 3.947 \\ 11.799 \\ 3.001 \\ 9.780 \\ 2.222 \\ 7.008 \\ 15.650 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$y_{i,L} = \begin{pmatrix} 3.95 \\ 11.8 \\ 3 \\ 9.78 \\ 2.22 \\ 7.01 \\ 15.65 \end{pmatrix} \text{ m}$$



$$x_{1,R} := \text{stack}(x_{1,L}, 0)$$

$$x_{1,R} = \begin{pmatrix} 30.41 \\ 29.23 \\ 23.14 \\ 23.14 \\ 16.58 \\ 16.58 \\ 29.22 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$y_{1,R} := \text{stack}(-y_{1,L}, 0)$$

$$y_{1,R} = \begin{pmatrix} -3.95 \\ -11.8 \\ -3 \\ -9.78 \\ -2.22 \\ -7.01 \\ -15.65 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$x_{1,t} := \text{stack}(x_{1,L}, x_{1,R})$$

$$y_{1,t} := \text{stack}(y_{1,L}, y_{1,R})$$

Ligging zwaartepunt van totaal opdrijven vermogen luchtkamers

$$x_{1,\text{CoL},\text{sit1}} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} \left[\overrightarrow{(x_{1,t} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit1}} \cdot V_{1,t})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} \left[\overrightarrow{(\text{Aandeel}_{\text{sit1}} \cdot V_{1,t})}_i \right]}$$

$$x_{1,\text{CoL},\text{sit1}} = 23.01 \text{ m}$$

$$y_{1,\text{CoL},\text{sit1}} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} \left[\overrightarrow{(y_{1,t} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit1}} \cdot V_{1,t})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} \left[\overrightarrow{(\text{Aandeel}_{\text{sit1}} \cdot V_{1,t})}_i \right]}$$

$$y_{1,\text{CoL},\text{sit1}} = 0.00 \text{ m}$$

$$R_{1,\text{CoL},\text{sit1}} := \sqrt{(x_{1,\text{CoL},\text{sit1}}^2 + y_{1,\text{CoL},\text{sit1}}^2)}$$

$$R_{1,\text{CoL},\text{sit1}} = 23.01 \text{ m}$$

Coordinate bepaling tov asselstel xy van het zwaartepunt deur en additionele gewicht

$$x_{\text{zp},\text{deur}} := R_{\text{zp},\text{deur}} \quad x_{\text{zp},\text{deur}} = 25.00 \text{ m}$$

$$y_{\text{zp},\text{deur}} := R_{\text{zp},\text{deur}} \cdot \sin(0) \quad y_{\text{zp},\text{deur}} = 0.00 \text{ m}$$

$$x_{\text{zp},\text{add}} := R_{\text{zp},\text{add}} \quad x_{\text{zp},\text{add}} = 25.00 \text{ m}$$

$$y_{\text{zp},\text{add}} := R_{\text{zp},\text{add}} \cdot \sin(0) \quad y_{\text{zp},\text{add}} = 0.00 \text{ m}$$



Ligging zwaartepunt van totaal ballast

$$x_{1.CoB.sit1} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(x_{1,t} \cdot A_{andee1_{sit1}} \cdot V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit1})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit1} \cdot A_{andee1_{sit1}})}_i \right]} \quad x_{1.CoB.sit1} = 22.79 \text{ m}$$

$$y_{1.CoB.sit1} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(y_{1,t} \cdot A_{andee1_{sit1}} \cdot V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit1})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit1} \cdot A_{andee1_{sit1}})}_i \right]} \quad y_{1.CoB.sit1} = 0.00 \text{ m}$$

$$R_{1.CoB.sit1} := \sqrt{(x_{1.CoB.sit1}^2 + y_{1.CoB.sit1}^2)} \quad R_{1.CoB.sit1} = 22.79 \text{ m}$$

Check momenten evenwicht om y-as

$$\begin{aligned} \Sigma My_{sit1} := & G_{deur} \cdot x_{zp.deur} + G_{add} \cdot x_{zp.add} \dots \\ & + F_{ballast.tot.sit1} \cdot x_{1.CoB.sit1} - F_{luchtkisten.tot.sit1} \cdot x_{1.CoL.sit1} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}| \cdot x_{zp.deur} \end{aligned}$$

$$\Sigma My_{sit1} = 1 \text{ m} \cdot \text{tonne}$$

Check momenten evenwicht om x-as

$$\begin{aligned} \Sigma Mx_{sit1} := & G_{deur} \cdot y_{zp.deur} + G_{add} \cdot y_{zp.add} \dots \\ & + F_{ballast.tot.sit1} \cdot y_{1.CoB.sit1} - F_{luchtkisten.tot.sit1} \cdot y_{1.CoL.sit1} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}| \cdot y_{zp.deur} \end{aligned}$$

$$\Sigma Mx_{sit1} = 0.00 \text{ m} \cdot \text{tonne}$$

Check verticaal evenwicht

$$\Sigma V_{sit1} := G_{deur} + G_{add} + F_{ballast.tot.sit1} - F_{luchtkisten.tot.sit1} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}|$$

$$\Sigma V_{sit1} = -130 \cdot \text{tonne}$$

Totaal krachten door de luchtkisten

$$F_{l.tot.sit1} := F_{luchtkisten.tot.sit1} - F_{ballast.tot.sit1} \quad F_{l.tot.sit1} = 1751 \cdot \text{tonne}$$

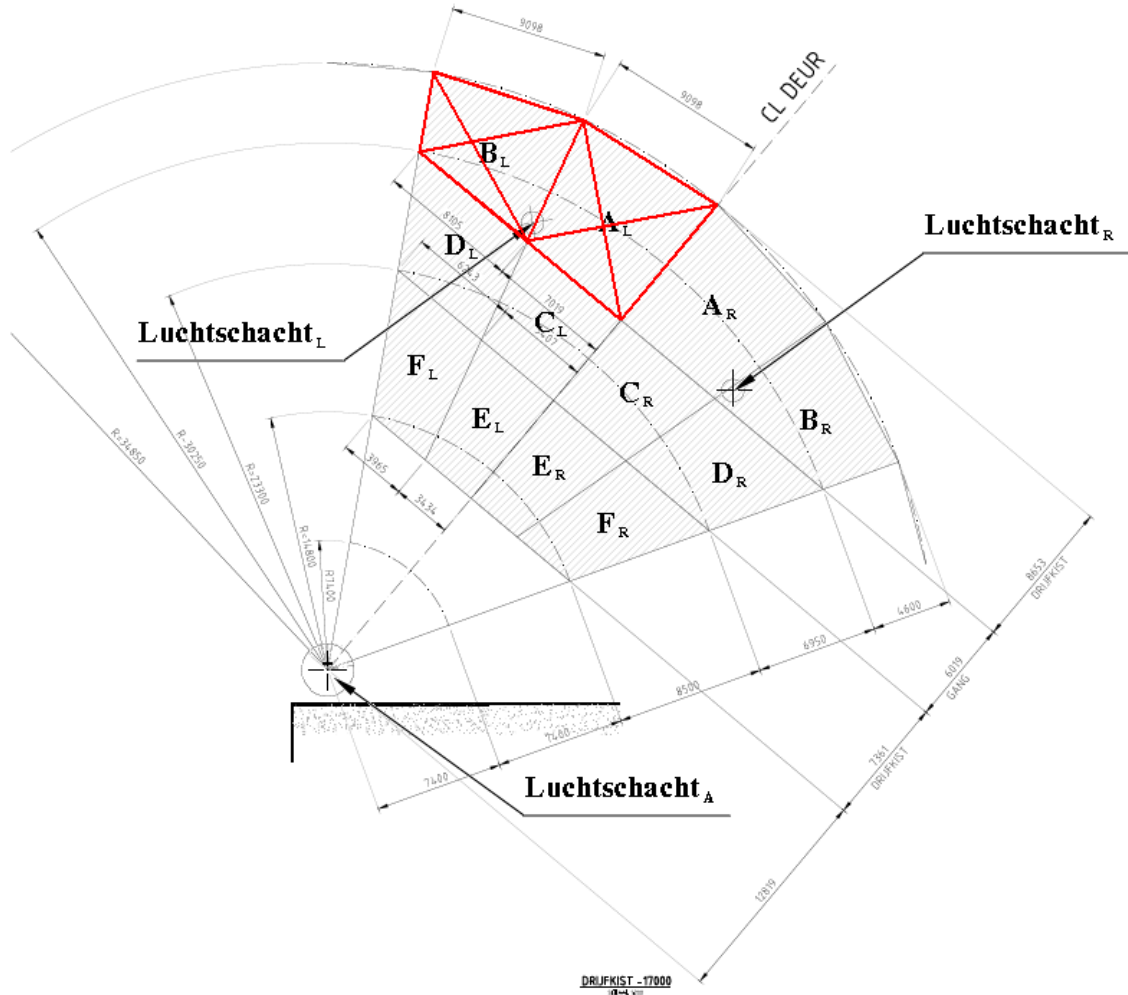
Conclusie

Door bovenstaande berekening is aangetoond dat het zwaartepunt van de deur recht boven het drijfpunt gebracht kan worden (ΣMy_{sit1} is ongeveer 0 en ΣMx_{sit1} is 0). Er is evenwicht. Dit is een van de randvoorwaarden voor de stabiliteitsom.

Omdat ΣV_{sit1} negatief is zal de deur omhoog willen. In de afbeeldingen op pagina 15 en 16 zijn twee situaties weergegeven.



Berekening situatie 2: stabiel drijven, met verlies van twee kisten aan voorzijde deur



Situatie lekragen twee luchtkisten aan voorzijde van de deur.
(hierbij blijft de luchtschacht in takt)

Bepaling ballastverdeling in tanks opdat de deur stabiel opdrijft.

$$M_{\text{gewicht}} + M_{\text{add}} - M_{\text{ondergedompeld}} - M_{\text{luchtkisten}} + M_{\text{ballast}} = 0 \quad M_{\text{som.2}} := 0$$

Voorwaarde is dat de deur in deze situatie minimaal 2 meter stabiel drijft boven de grond

$$G_{\text{deur}} + G_{\text{add}} - F_{\text{ondergedompeld}} - F_{\text{luchtkisten}} + F_{\text{ballast}} = F_{2 \text{ meter}}$$



Luchtkisten gebruikt in de berekening

$$\text{Aandeel}_{\text{sit2}} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{luchtkistA}_L \\ \text{luchtkistB}_L \\ \text{luchtkistC}_L \\ \text{luchtkistD}_L \\ \text{luchtkistE}_L \\ \text{luchtkistF}_L \\ \text{luchtschacht}_L \\ \text{luchtkistA}_R \\ \text{luchtkistB}_R \\ \text{luchtkistC}_R \\ \text{luchtkistD}_R \\ \text{luchtkistE}_R \\ \text{luchtkistF}_R \\ \text{luchtschacht}_R \\ \text{luchtschacht}_A \end{pmatrix}$$

Percentage per tank gevuld met ballastwater

$$\delta_{1,w,\text{sit2}} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.003 \\ 0.006 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.15 \\ 0.40 \\ 0.633 \\ 0.506 \\ 0.85 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{perc}_2 := \frac{\delta_{1,w,\text{sit2}}}{\%}$$

	1
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.30
5	0.60
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	15.00
10	40.00
11	63.30
12	50.60
13	85.00
14	0.00
15	0.00



krachten door de water toegevoegd in de tank

$$F_{\text{ballast.sit2}} := \overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \delta_{1,w,\text{sit2}} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit2}})} \cdot \rho_{\text{zoet}}$$

totaal ballast kracht

$$F_{\text{ballast.tot.sit2}} := \sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} F_{\text{ballast.sit2}_i}$$

$$F_{\text{luchtkisten.sit2}} := \rho_{\text{zoet}} \cdot \overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \text{Aandeel}_{\text{sit2}})}$$

totaal opdrijven vermogen v.d. luchtkisten

$$F_{\text{luchtkisten.tot.sit2}} := \sum_{i=1}^{n_{\text{tot}}} F_{\text{luchtkisten.sit2}_i}$$

	1
1	0
2	0
3	0
4	1
5	2
6	0
7	0
8	0
9	31
10	72
11	132
12	128
13	185
14	0
15	0

$F_{\text{ballast.sit2}} =$ ·tonne

$F_{\text{ballast.tot.sit2}} = 549 \cdot \text{tonne}$

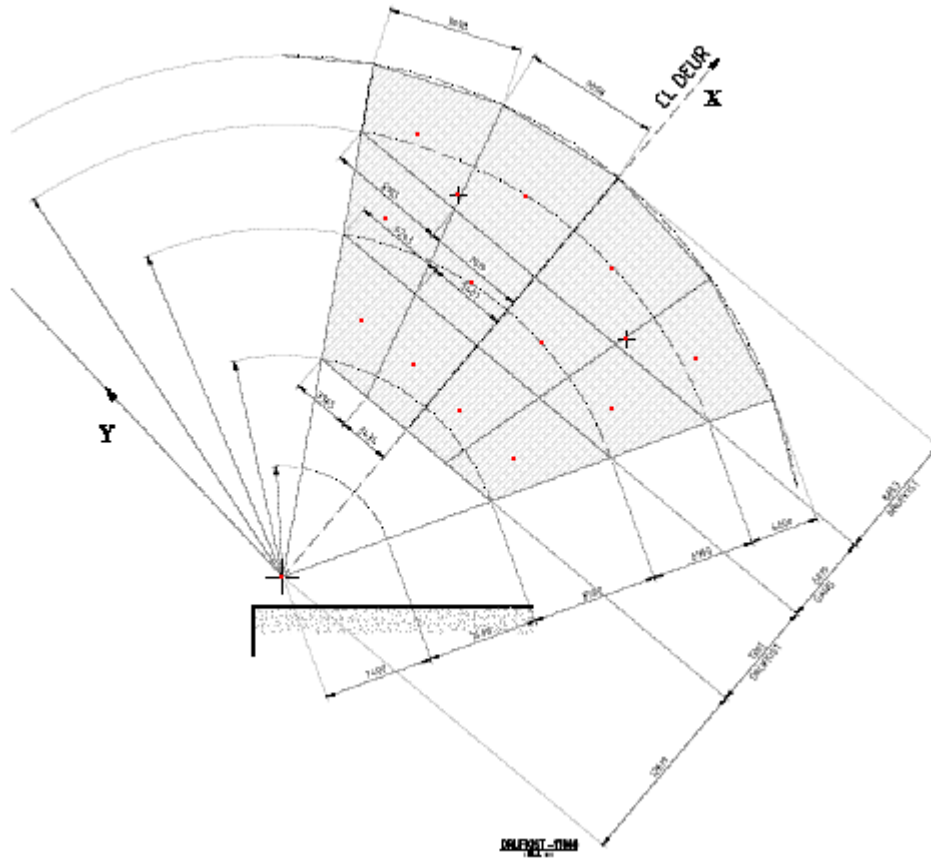
	1
1	0
2	0
3	180
4	208
5	252
6	218
7	67
8	261
9	204
10	180
11	208
12	252
13	218
14	67
15	57

$F_{\text{luchtkisten.sit2}} =$ ·tonne

$F_{\text{luchtkisten.tot.sit2}} = 2372 \cdot \text{tonne}$



Positie van de krachten situatie 2:



Ligging zwaartepunt van totaal opdrijven vermogen luchtkamers

$$x_{1,CoL.sit2} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(x_{1,t} \cdot A_{andee}_{sit2} \cdot V_{1,t})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(A_{andee}_{sit2} \cdot V_{1,t})}_i \right]}$$

$x_{1,CoL.sit2} = 21.66 \text{ m}$

$$y_{1,CoL.sit2} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(y_{1,t} \cdot A_{andee}_{sit2} \cdot V_{1,t})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(A_{andee}_{sit2} \cdot V_{1,t})}_i \right]}$$

$y_{1,CoL.sit2} = -1.45 \text{ m}$

$$R_{1,CoL.sit2} := \sqrt{(x_{1,CoL.sit2}^2 + y_{1,CoL.sit2}^2)}$$

$R_{1,CoL.sit2} = 21.71 \text{ m}$



Ligging zwaartepunt van totaal ballast

$$x_{1.CoB.sit2} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(x_{1,t} \cdot A_{andee1_{sit2}} \cdot V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit2})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit2} \cdot A_{andee1_{sit2}})}_i \right]}$$

$x_{1.CoB.sit2} = 19.73 \text{ m}$

$$y_{1.CoB.sit2} := \frac{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(y_{1,t} \cdot A_{andee1_{sit2}} \cdot V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit2})}_i \right]}{\sum_{i=1}^{n_{tot}} \left[\overrightarrow{(V_{1,t} \cdot \delta_{1,w.sit2} \cdot A_{andee1_{sit2}})}_i \right]}$$

$y_{1.CoB.sit2} = -6.26 \text{ m}$

$$R_{1.CoB.sit2} := \sqrt{(x_{1.CoB.sit2}^2 + y_{1.CoB.sit2}^2)}$$

$R_{1.CoB.sit2} = 20.70 \text{ m}$

Check momenten evenwicht om y-as

$$\Sigma M_{y_{sit2}} := G_{deur} \cdot x_{zp.deur} + G_{add} \cdot x_{zp.add} \dots + F_{ballast.tot.sit2} \cdot x_{1.CoB.sit2} - F_{luchtkisten.tot.sit2} \cdot x_{1.CoL.sit2} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}| \cdot x_{zp.deur}$$

$\Sigma M_{y_{sit2}} = -1 \text{ m} \cdot \text{tonne}$

Check momenten evenwicht om x-as

$$\Sigma M_{x_{sit2}} := G_{deur} \cdot y_{zp.deur} + G_{add} \cdot y_{zp.add} \dots + F_{ballast.tot.sit2} \cdot y_{1.CoB.sit2} - F_{luchtkisten.tot.sit2} \cdot y_{1.CoL.sit2} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}| \cdot y_{zp.deur}$$

$\Sigma M_{x_{sit2}} = -0 \text{ m} \cdot \text{tonne}$

Check verticaal evenwicht

$$\Sigma V_{sit2} := G_{deur} + G_{add} + F_{ballast.tot.sit2} - F_{luchtkisten.tot.sit2} - B_{odg} \cdot |H_{sluisdeur} - H_{min.w}|$$

$\Sigma V_{sit2} = -201 \cdot \text{tonne}$

Totaal krachten door de luchtkisten

$$F_{1.tot.sit2} := F_{luchtkisten.tot.sit2} - F_{ballast.tot.sit2}$$

$F_{1.tot.sit2} = 1823 \cdot \text{tonne}$

Conclusie

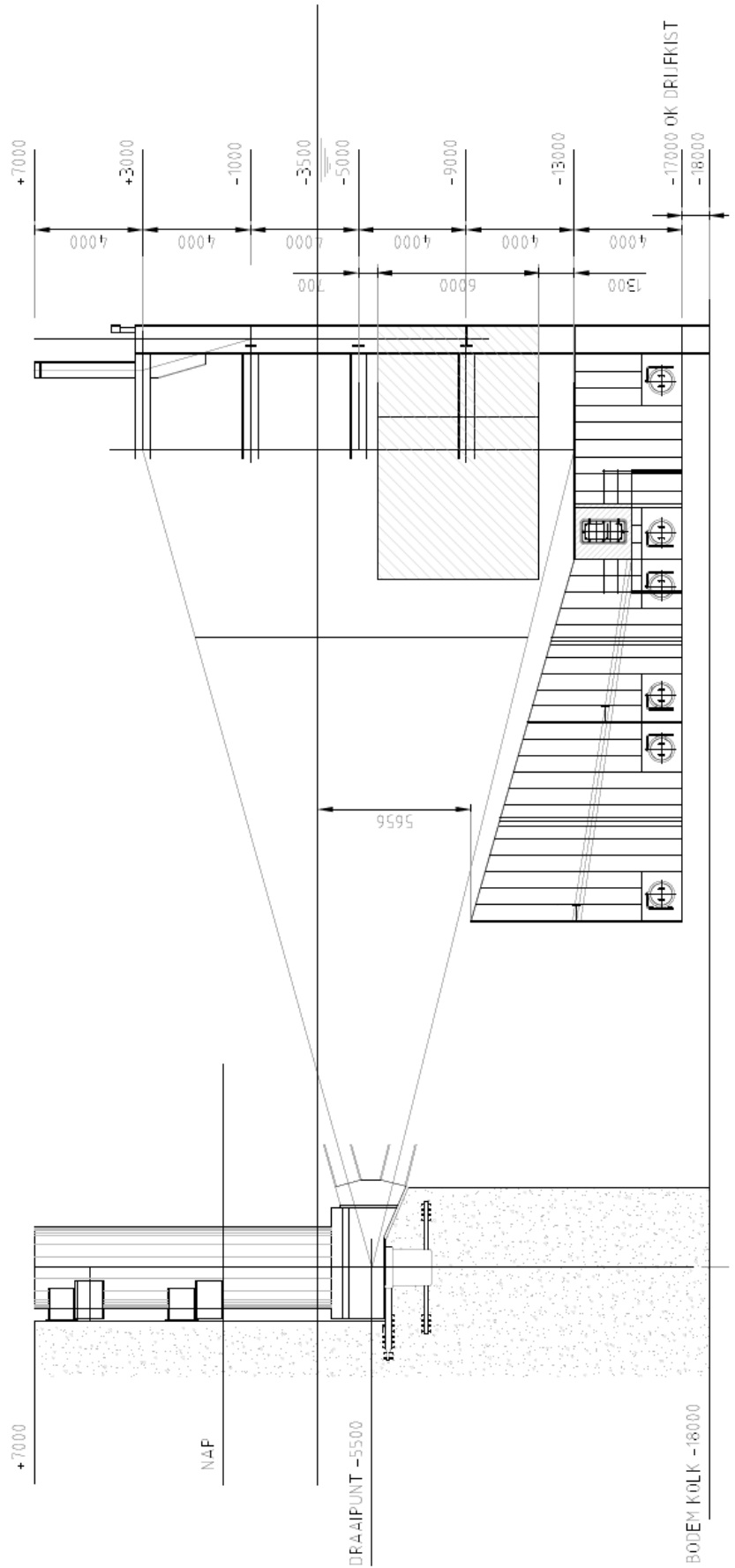
Door bovenstaande berekening is aangetoond dat het zwaartepunt van de deur recht boven het drijfpunt gebracht kan worden ($\Sigma M_{y_{sit2}}$ is ongeveer 0 en $\Sigma M_{x_{sit2}}$ is 0).

Er is evenwicht. Dit is een van de randvoorwaarden voor de stabiliteitssom.

Omdat ΣV_{sit1} negatief is zal de deur omhoog willen. In onderstaande afbeeldingen zijn twee situaties weergegeven.

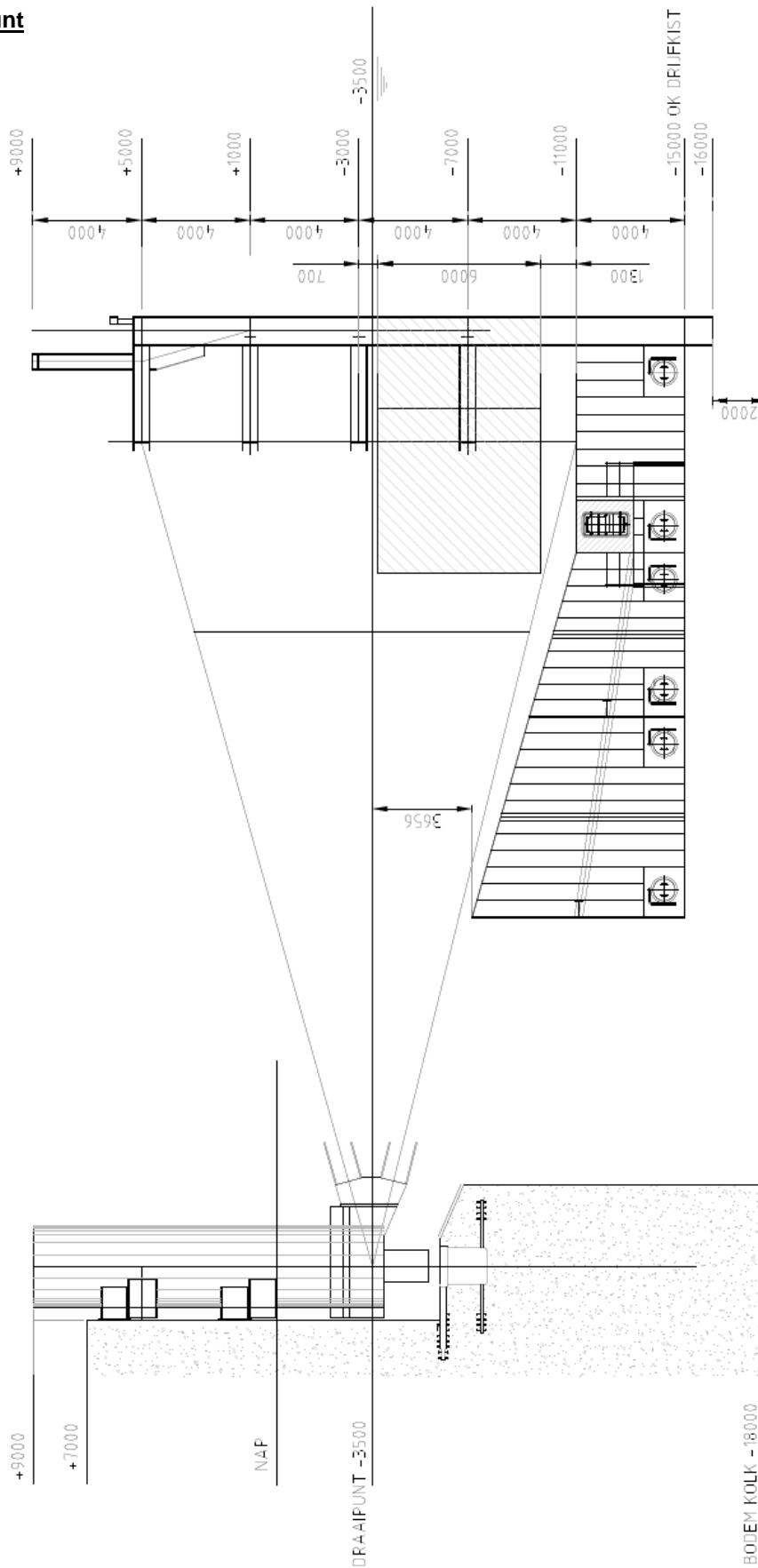


Start: Normale situatie





Fase 1: Loskomen Draaipunt



BIJLAGE 7.6

Berekeningen bewegingswerken

Project : INPA 100484 - Zeetoeegang IJmuiden PoC

Onderdeel : Analyse nivelleerschuij sector 65m breedte kolk



$$H_{\text{binnen}} := -0.70\text{m}$$

Waterstand binnen zijde tov NAP

$$H_{\text{buiten}} := 3.60\text{m}$$

Waterstand buiten zijde tov NAP

$$H_{\text{vloer}} := -18.4\text{m}$$

Hoogte sluis

Schuij informatie:

$$b_{\text{schuij}} := 5000\text{mm}$$

$$h_{\text{schuij}} := 3000\text{mm}$$

Schuijweerstand tijdens openen

$$q_{\text{schuij}} := s_{\text{m}_{\text{zout.water}}} \cdot g \cdot |H_{\text{buiten}} - H_{\text{binnen}}| = 43.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$v_{\text{openen}} := 4 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$F_{\text{schuij}} := q_{\text{schuij}} \cdot b_{\text{schuij}} \cdot h_{\text{schuij}} = 646.445 \cdot \text{kN}$$

$$t_{\text{openen}} := \frac{h_{\text{schuij}}}{v_{\text{openen}}} = 750 \text{ s}$$

$$\mu_{\text{UHMWPE}} := 0.2$$

$$F_{\text{w}_{\text{repr}}} := F_{\text{schuij}} \cdot \mu_{\text{UHMWPE}} = 129.289 \cdot \text{kN}$$

Massa schuij

$$M_{\text{schuij}} := 7000\text{kg}$$

$$F_{\text{q}_{\text{schuij}_{\text{repr}}}} := M_{\text{schuij}} \cdot g = 68.647 \cdot \text{kN}$$



Pull down kracht tijdens begin openen schuif

$$\gamma_{\text{water}} := \rho_{\text{zout.water}} \cdot g = 10.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$d_{\text{strip}} := 80\text{mm}$$

$$\gamma_o := 1.1$$

$$A_{\text{dp}} := d_{\text{strip}} \cdot b_{\text{schuif}} = 0.4 \text{ m}^2$$

$$K_{\text{dp}} := 0.47$$

$$F_{\text{dp_repr}} := \gamma_{\text{water}} \cdot K_{\text{dp}} \cdot A_{\text{dp}} \cdot |H_{\text{vloer}} - H_{\text{binnen}}| = 33.351 \cdot \text{kN}$$

Negatief verval met seal

$$\rho_{\text{zee}} := 1022 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{kanaal}} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_{\text{neg.kanaal}} := 0.01\text{m} + 0.20\text{m} = 0.21 \text{ m}$$

Waterstand binnen zijde tov NAP

$$h_{\text{neg.zee}} := -1.35\text{m}$$

Waterstand buiten zijde tov NAP

$$h_{\text{onderkant.schuif}} := -9\text{m}$$

Hoogte schuif tov NAP

$$\Delta h_{\text{kan}} := h_{\text{onderkant.schuif}} - 1 + h_{\text{neg.kanaal}} = 9.21 \text{ m}$$

$$\Delta h_{\text{zee}} := h_{\text{onderkant.schuif}} - 1 + h_{\text{neg.zee}} = 7.65 \text{ m}$$

$$F_{\text{neg.schuif}} := - \frac{(\rho_{\text{zee}} \cdot \Delta h_{\text{zee}}^2 - \rho_{\text{kanaal}} \cdot \Delta h_{\text{kan}}^2) \cdot g \cdot b_{\text{schuif}}}{2} = 613.261 \cdot \text{kN}$$

$$l_{\text{seal}} := 2 \cdot b_{\text{schuif}} + 2 \cdot h_{\text{schuif}} = 16 \text{ m}$$

$$F_{\text{seal}} := \frac{F_{\text{neg.schuif}}}{l_{\text{seal}}} = 38.329 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{\text{neg}} := F_{\text{neg.schuif}} \cdot \mu_{\text{UHMWPE}} = 122.652 \cdot \text{kN}$$



Samenvatting belastingen (BGT)

Bruikbaarheidstoestand

$$F_{w_bgt} := F_{w_repr} \cdot \gamma_o = 142.218 \cdot \text{kN}$$

$$F_{q_schuif_bgt} := F_{q_schuif_repr} \cdot \gamma_o = 75.511 \cdot \text{kN}$$

$$F_{dp_bgt} := F_{dp_repr} \cdot \gamma_o = 36.686 \cdot \text{kN}$$

$$F_{neg_bgt} := F_{neg} \cdot \gamma_o = 134.918 \cdot \text{kN}$$

$$F_{schuif_bgt} := F_{w_bgt} + F_{q_schuif_bgt} + F_{dp_bgt} + F_{neg_bgt} = 389.332 \cdot \text{kN}$$

Cilindergegevens

$$D_{bz} := 250 \text{ mm}$$

$$d_{sz} := 140 \text{ mm}$$

$$\text{slag} := 1.2 \cdot h_{schuif} = 3.6 \text{ m}$$

$$n := 4$$

Aantal schuiven per pomp

$$P_{os_openen} := \frac{F_{schuif_bgt}}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_{bz}^2 - d_{sz}^2)} \cdot 1.1 = 127.106 \cdot \text{bar}$$

$$Q_{openen} := \frac{\text{slag} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_{bz}^2 - d_{sz}^2)}{t_{openen}} = 9.7 \cdot \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$\eta_{volumetrisch} := 0.9$$

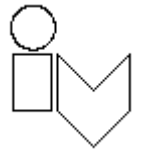
$$\eta_{mechanisch} := 0.9$$

$$\eta_{hydraulisch} := 0.9$$

$$\eta_{tot} := \eta_{volumetrisch} \cdot \eta_{mechanisch} \cdot \eta_{hydraulisch} = 0.729$$

$$Q_{totaal} := \frac{Q_{openen} \cdot n}{\eta_{tot}} = 53.244 \cdot \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

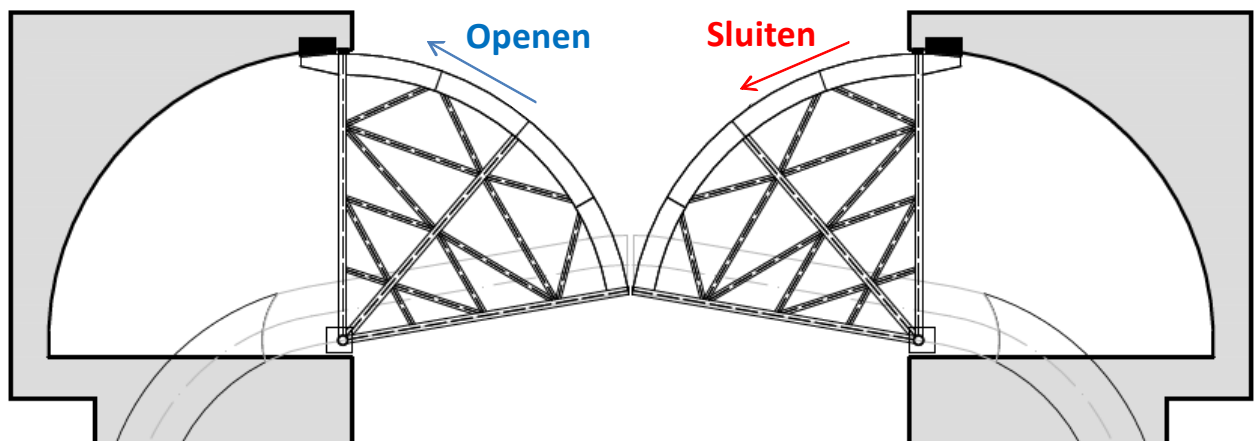
$$P_{openen} := \frac{n \cdot F_{schuif_bgt} \cdot \gamma_{openen}}{\eta_{tot}} = 8.55 \cdot \text{kW}$$



Sectordeur: Bewegingswerk

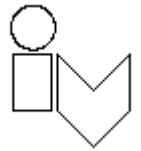
- Waarden in geel zijn invulwaarden.
- Waarden in oranje zijn aannames.
- Niet gemarkeerde waarden zijn berekende uitkomsten.
- Waarden in blauw zijn iteratiewaarden.
- Waarden voorzien van een rand zijn belangrijke resultaten.

Bewegingsrichting



Project :

Zeetogang IJmuiden ID480

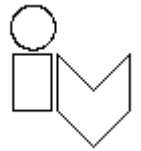


Onderdeel :

PoC Sectordeur

Algemene informatie

Zwaartekracht	$g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	
Dichtheid zoutwater	$\rho_{\text{zout}} := 1022 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Ontwerp sectordeur 65m
Dichtheid zoetwater	$\rho_{\text{zoet}} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Ontwerp sectordeur 65m
Maximum zeewater dichtheid	$\rho_{\text{max}} := 1022 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Ontwerp sectordeur 65m
Lengte deur	$l_{\text{deur}} := 47.5\text{m}$	Ontwerp sectordeur 65m
Level sluisvloer	$h_{\text{sluisvloer}} := -18.4\text{m}$	Ontwerp sectordeur 65m
Deur hoogte	$h_{\text{deur}} := 25\text{m}$	Ontwerp sectordeur 65m
Radius deur	$r_{\text{deur}} := 34.85\text{m}$	Ontwerp sectordeur 65m
Radius tandbaan	$r_{\text{aandr}} := r_{\text{deur}} + 750\text{mm}$	
Massa deur	$m_{\text{deur}} := 1.6 \cdot 10^6 \text{kg}$	
Additioneel gewicht	$m_{\text{add}} := 1.2 \cdot 10^5 \text{kg}$	
massa ballast	$m_{\text{bal}} := 1126 \cdot 10^3 \text{kg}$	Ontwerp sectordeur 65m
Hoek van de sectordeur constructie	$\beta_{\text{deur}} := 80^\circ$	
Beginsnelheid	$v_0 := 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Beginhoeksnelheid	$\omega_0 := 0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	

Referenties:*Bewegingen van de sectordeur bij het sluiten*

Totaal tijd voor het sluiten

$$t_{\text{tot}} := 6\text{min} = 360\text{ s}$$

Ontwerp puntdeur 70m

Tijd van versnellen vanuit stilstand

$$t_{\text{ac}} := 50\text{s}$$

Tijd van vertragen van topsnelheid naar kruipsnelheid

$$t_{\text{dec.1}} := 40\text{s}$$

Tijd van bewegen op kruipsnelheid

$$t_{\text{kruip}} := 30\text{s}$$

Tijd van vertragen van kruipsnelheid naar stilstand

$$t_{\text{dec.2}} := 10\text{s}$$

Tijd van bewegen op maximale snelheid

$$t_{\text{top}} := t_{\text{tot}} - t_{\text{ac}} - t_{\text{dec.1}} - t_{\text{kruip}} - t_{\text{dec.2}} \quad t_{\text{top}} = 230\text{ s}$$

Totaal afstand deurbeweging

$$s_{\text{tot}} := \frac{r_{\text{deur}} \cdot \beta_{\text{deur}} \cdot \pi}{180^\circ} \quad s_{\text{tot}} = 48.66\text{ m}$$

Iteratiewaarde voor topsnelheid

$$v_{\text{top}} := 0.1701 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kruipsnelheid

$$v_{\text{kruip}} := \frac{1}{5} \cdot v_{\text{top}}$$

Afstand bij versnellen vanuit stilstand

$$s_{\text{ac}} := 0.5 \cdot v_{\text{top}} \cdot t_{\text{ac}}$$

Afstand bij bewegen op maximale snelheid

$$s_{\text{top}} := v_{\text{top}} \cdot t_{\text{top}}$$

Afstand bij vertragen van topsnelheid naar kruipsnelheid

$$s_{\text{dec.1}} := \left[v_{\text{kruip}} + 0.5 \cdot (v_{\text{top}} - v_{\text{kruip}}) \right] \cdot t_{\text{dec.1}}$$

Afstand bij bewegen op kruipsnelheid

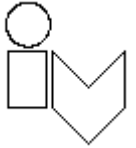
$$s_{\text{kruip}} := v_{\text{kruip}} \cdot t_{\text{kruip}}$$

Afstand bij vertragen van kruipsnelheid naar stilstand

$$s_{\text{dec.2}} := 0.5 \cdot v_{\text{kruip}} \cdot t_{\text{dec.2}}$$

Controle moet uitkomen op 1,00

$$s_{\text{check}} := \frac{s_{\text{tot}}}{s_{\text{ac}} + s_{\text{top}} + s_{\text{dec.1}} + s_{\text{kruip}} + s_{\text{dec.2}}} \quad s_{\text{check}} = 1$$



Versnelling naar maximale snelheid vanuit stilstand

$$a_{ac} := \frac{v_{top}}{t_{ac}}$$

Vertraging van topsnelheid naar kruipsnelheid

$$a_{dec.1} := \frac{v_{top} - v_{kruip}}{t_{dec.1}}$$

Vertraging van kruipsnelheid naar stilstand

$$a_{dec.2} := \frac{v_{kruip}}{t_{dec.2}}$$

Hoeksnelheid bij topsnelheid

$$\omega_{top} := \frac{s_{top} \cdot 180^\circ}{r_{deur} \cdot \pi \cdot t_{top}}$$

Hoeksnelheid bij kruipsnelheid

$$\omega_{kruip} := \frac{s_{kruip} \cdot 180^\circ}{r_{deur} \cdot \pi \cdot t_{kruip}}$$

Hoekversnelling bij versnelling naar topsnelheid

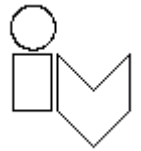
$$\alpha_{ac} := \frac{\omega_{top}}{t_{ac}}$$

Hoekvertraging bij vertragen naar kruipsnelheid

$$\alpha_{dec.1} := \frac{\omega_{top} - \omega_{kruip}}{t_{dec.1}}$$

Hoekvertraging bij vertraging naar stilstand

$$\alpha_{dec.2} := \frac{\omega_{kruip}}{t_{dec.2}}$$



Bewegingen van de sectordeur bij het openen

Totaaltijd voor het openen

$$t_{\text{tot.O}} := t_{\text{tot}} = 360 \text{ s}$$

Tijd van versnellen vanuit stilstand

$$t_{\text{ac.1.O}} := 10 \text{ s}$$

Tijd van bewegen op kruipsnelheid

$$t_{\text{kruip.O}} := 30 \text{ s}$$

Tijd van versnellen van kruipsnelheid naar topsnelheid

$$t_{\text{ac.2.O}} := 40 \text{ s}$$

Tijd van vertragen van topsnelheid naar stilstand

$$t_{\text{dec.O}} := 50 \text{ s}$$

Tijd van bewegen op maximale snelheid

$$t_{\text{top.O}} := t_{\text{tot.O}} - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}} - t_{\text{dec.O}} \quad t_{\text{top.O}} = 230 \text{ s}$$

Afstand bij versnellen vanuit stilstand naar kruipsnelheid

$$s_{\text{ac.1.O}} := 0.5 \cdot v_{\text{kruip}} \cdot t_{\text{ac.1.O}}$$

Afstand bij bewegen op kruipsnelheid

$$s_{\text{kruip.O}} := v_{\text{kruip}} \cdot t_{\text{kruip.O}}$$

Afstand bij versnellen van kruipsnelheid naar topsnelheid

$$s_{\text{ac.2.O}} := \frac{t_{\text{ac.2.O}}}{2} \cdot (v_{\text{kruip}} + v_{\text{top}})$$

Afstand bij bewegen op topsnelheid

$$s_{\text{top.O}} := v_{\text{top}} \cdot t_{\text{top.O}}$$

Afstand bij vertragen van topsnelheid naar stilstand

$$s_{\text{dec.O}} := 0.5 \cdot v_{\text{top}} \cdot t_{\text{dec.O}}$$

Controle moet uitkomen op 1,00

$$s_{\text{check.O}} := \frac{s_{\text{tot}}}{s_{\text{ac.1.O}} + s_{\text{kruip.O}} + s_{\text{ac.2.O}} + s_{\text{top.O}} + s_{\text{dec.O}}} \quad s_{\text{check.O}} = 1$$

Versnelling naar kruip snelheid vanuit stilstand

$$a_{\text{ac.1.O}} := \frac{v_{\text{kruip}}}{t_{\text{ac.1.O}}}$$

Vertraging van kruipsnelheid naar topsnelheid

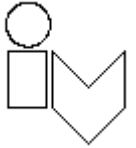
$$a_{\text{ac.2.O}} := \frac{v_{\text{top}} - v_{\text{kruip}}}{t_{\text{ac.2.O}}}$$

Vertraging van kruipsnelheid naar stilstand

$$a_{\text{dec.O}} := \frac{v_{\text{top}}}{t_{\text{dec.O}}}$$

Hoeksnelheid bij kruipsnelheid

$$\omega_{\text{kruip.O}} := \frac{s_{\text{kruip.O}} \cdot 180^\circ}{r_{\text{deur}} \cdot \pi \cdot t_{\text{kruip.O}}}$$



Hoeksnelheid bij topsnelheid

$$\omega_{\text{top.O}} := \frac{s_{\text{top.O}} \cdot 180^\circ}{r_{\text{deur}} \cdot \pi \cdot t_{\text{top.O}}}$$

Hoekversnelling bij versnelling naar kruipsnelheid

$$\alpha_{\text{ac.1.O}} := \frac{\omega_{\text{kruip.O}}}{t_{\text{ac.1.O}}}$$

Hoekversnelling bij versnelling naar topsnelheid

$$\alpha_{\text{ac.2.O}} := \frac{\omega_{\text{top.O}} - \omega_{\text{kruip.O}}}{t_{\text{ac.2.O}}}$$

Hoekvertraging bij vertraging naar stilstand

$$\alpha_{\text{dec.O}} := \frac{\omega_{\text{top.O}}}{t_{\text{dec.O}}}$$

Bewegingen van de sectordeur bij het sluiten

Bewegingsafstand

$$s_b := 0\text{m}, 0.5\text{m}.. s_{\text{tot}}$$

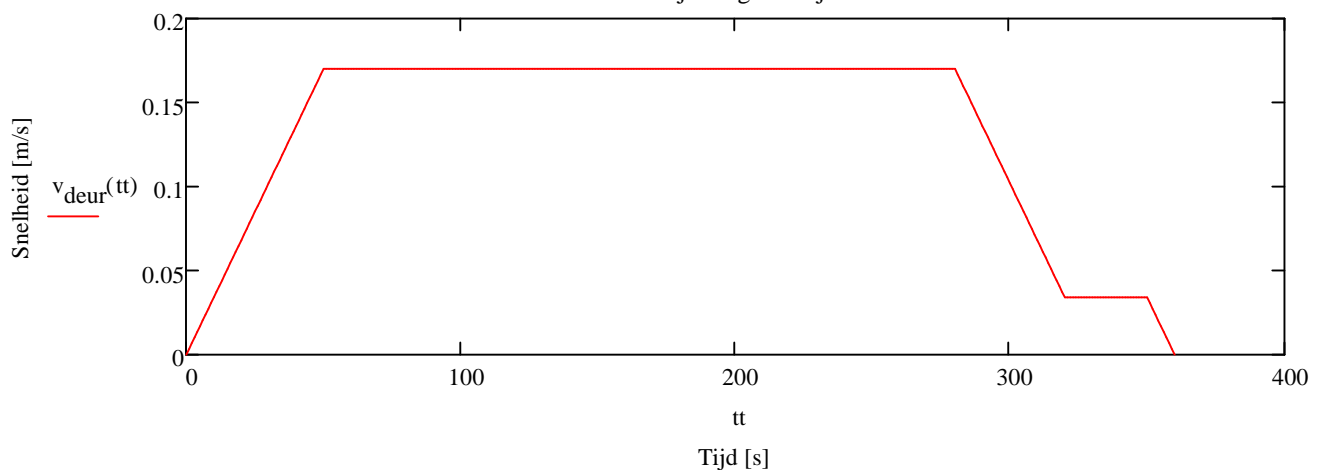
Bewegingstijd

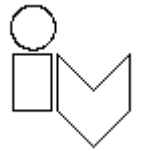
$$t_t := 0\text{s}, 1\text{s}.. t_{\text{tot}}$$

Snelheid in tijdstappen tijdens sluiten

$$v_{\text{deur}}(tt) := \begin{cases} (v_0 + a_{\text{ac}} \cdot tt) & \text{if } tt \leq t_{\text{ac}} \\ v_{\text{top}} & \text{if } t_{\text{ac}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} \\ v_{\text{top}} - a_{\text{dec.1}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}}) & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \\ v_{\text{kruip}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} \\ v_{\text{kruip}} - a_{\text{dec.2}} \cdot [tt - (t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}})] & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \end{cases}$$

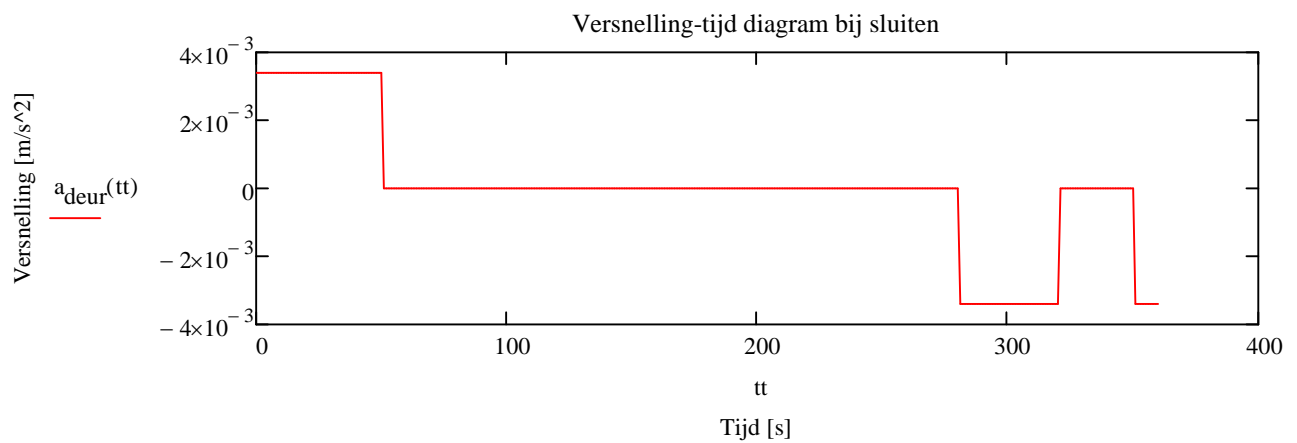
Snelheid-tijd diagram bij sluiten





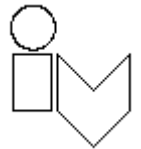
Acceleratie in tijdstappen tijdens sluiten

$$a_{\text{deur}}(tt) := \begin{cases} a_{\text{ac}} & \text{if } tt \leq t_{\text{ac}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac}} < tt \leq (t_{\text{ac}} + t_{\text{top}}) \\ -a_{\text{dec.1}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} \\ -a_{\text{dec.2}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} + t_{\text{dec.2}} \end{cases}$$

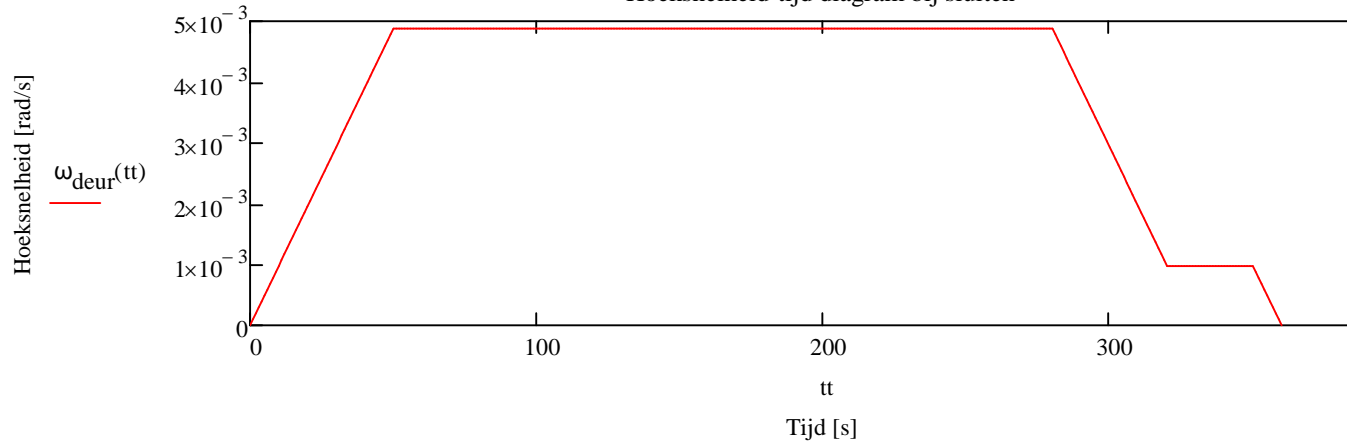


Hoeksnelheid in tijdstappen tijdens sluiten

$$\omega_{\text{deur}}(tt) := \begin{cases} \omega_0 + \alpha_{\text{ac}} \cdot tt & \text{if } tt \leq t_{\text{ac}} \\ \omega_{\text{top}} & \text{if } t_{\text{ac}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} \\ \omega_{\text{top}} - \alpha_{\text{dec.1}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}}) & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \\ \omega_{\text{kruip}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} \\ \omega_{\text{kruip}} - \alpha_{\text{dec.2}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}} - t_{\text{dec.1}} - t_{\text{kruip}}) & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} + t_{\text{dec.2}} \end{cases}$$



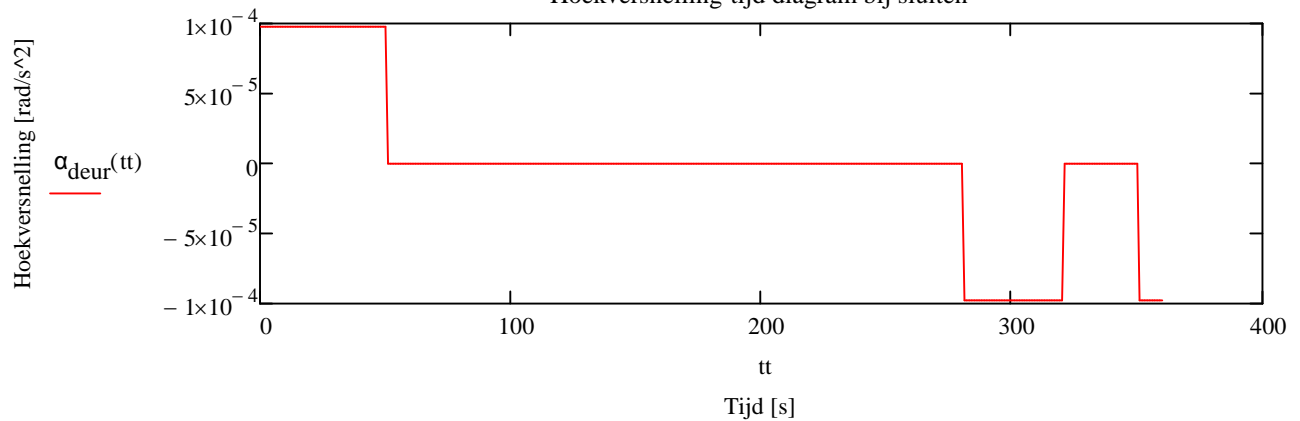
Hoeksnelheid-tijd diagram bij sluiten

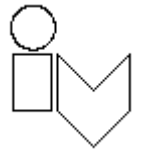


Hoekversnelling in tijdstappen tijdens sluiten

$$\alpha_{\text{deur}}(tt) := \begin{cases} \alpha_{\text{ac}} & \text{if } tt \leq t_{\text{ac}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac}} < tt \leq (t_{\text{ac}} + t_{\text{top}}) \\ -\alpha_{\text{dec.1}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} \\ -\alpha_{\text{dec.2}} & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} + t_{\text{dec.2}} \end{cases}$$

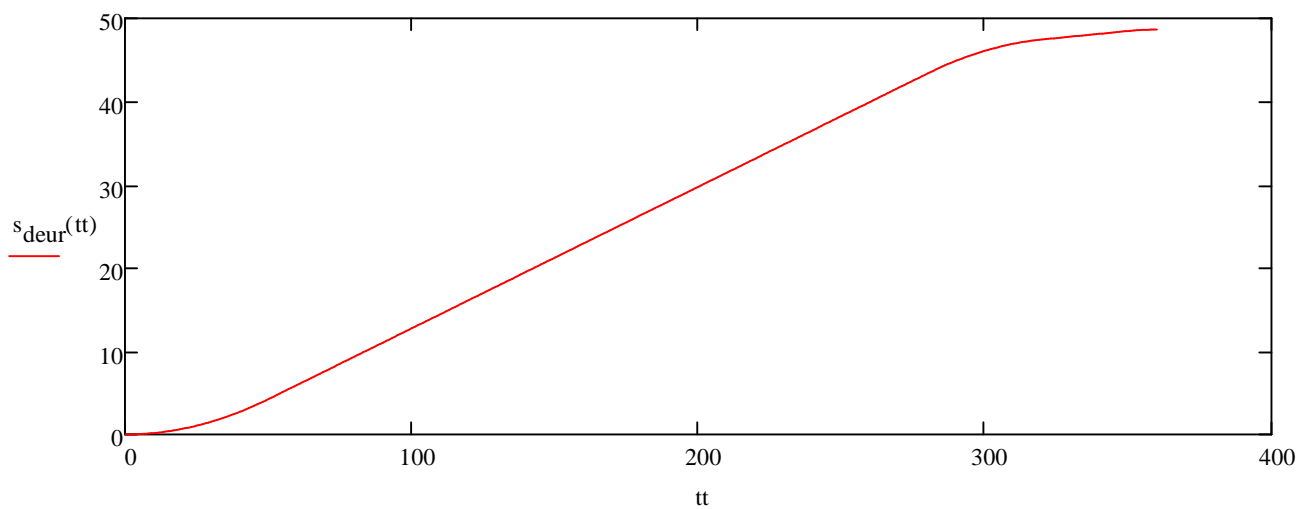
Hoekversnelling-tijd diagram bij sluiten

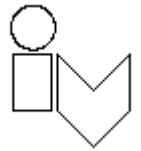




Afgelegde weg van de deur tijdens sluiten

$$s_{\text{deur}}(tt) := \begin{cases} \left[0.5 \cdot a_{\text{ac}} \cdot (tt)^2 \right] & \text{if } tt \leq t_{\text{ac}} \\ \left[s_{\text{ac}} + v_{\text{top}} \cdot (tt - t_{\text{ac}}) \right] & \text{if } t_{\text{ac}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} \\ s_{\text{ac}} + s_{\text{top}} + v_{\text{top}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}}) - 0.5 \cdot a_{\text{dec.1}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}})^2 & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} \\ \left[s_{\text{ac}} + s_{\text{top}} + s_{\text{dec.1}} + v_{\text{kruip}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}} - t_{\text{dec.1}}) \right] & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} \\ s_{\text{ac}} + s_{\text{top}} + s_{\text{dec.1}} + s_{\text{kruip}} + v_{\text{kruip}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}} - t_{\text{dec.1}} - t_{\text{kruip}}) - 0.5 \cdot a_{\text{dec.2}} \cdot (tt - t_{\text{ac}} - t_{\text{top}} - t_{\text{dec.1}} - t_{\text{kruip}})^2 & \text{if } t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} < tt \leq t_{\text{ac}} + t_{\text{top}} + t_{\text{dec.1}} + t_{\text{kruip}} + t_{\text{dec.2}} \end{cases}$$

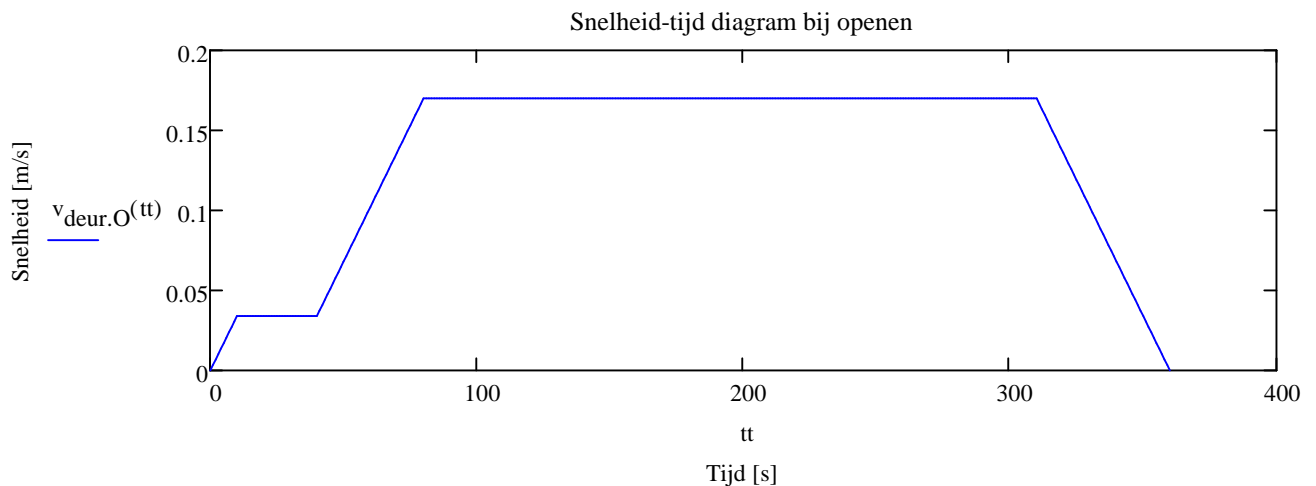




Bewegingen van de sectordeur bij het openen

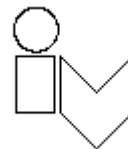
Snelheid in tijdstappen tijdens openen

$$v_{\text{deur.O}}(tt) := \begin{cases} (v_0 + a_{\text{ac.1.O}} \cdot tt) & \text{if } tt \leq t_{\text{ac.1.O}} \\ v_{\text{kruip}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} \\ v_{\text{kruip}} + a_{\text{ac.2.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} \\ v_{\text{top}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \\ v_{\text{top}} - a_{\text{dec.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}} - t_{\text{top.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} + t_{\text{dec.O}} \end{cases}$$

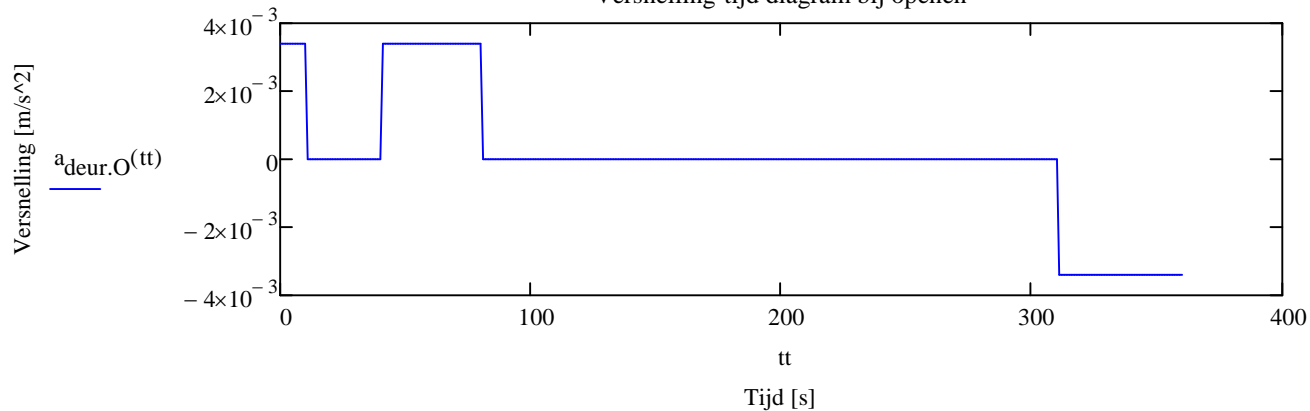


Acceleratie in tijdstappen tijdens openen

$$a_{\text{deur.O}}(tt) := \begin{cases} a_{\text{ac.1.O}} & \text{if } tt \leq t_{\text{ac.1.O}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} < tt \leq (t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}}) \\ a_{\text{ac.2.O}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \\ -a_{\text{dec.O}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} + t_{\text{dec.O}} \end{cases}$$



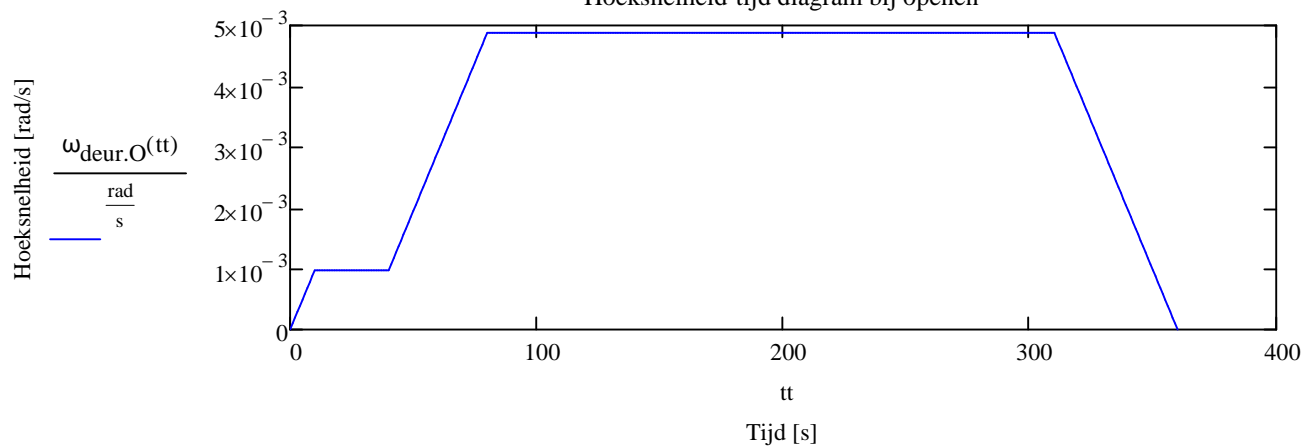
Versnelling-tijd diagram bij openen

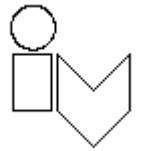


Hoeksnelheid in tijdstappen tijdens openen

$$\omega_{\text{deur.O}}(tt) := \begin{cases} (\omega_0 + \alpha_{\text{ac.1.O}} \cdot tt) & \text{if } tt \leq t_{\text{ac.1.O}} \\ \omega_{\text{kruip}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} \\ \omega_{\text{kruip}} + \alpha_{\text{ac.2.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} \\ \omega_{\text{top}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \\ \omega_{\text{top}} - \alpha_{\text{dec.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}} - t_{\text{top.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} < tt \leq \end{cases}$$

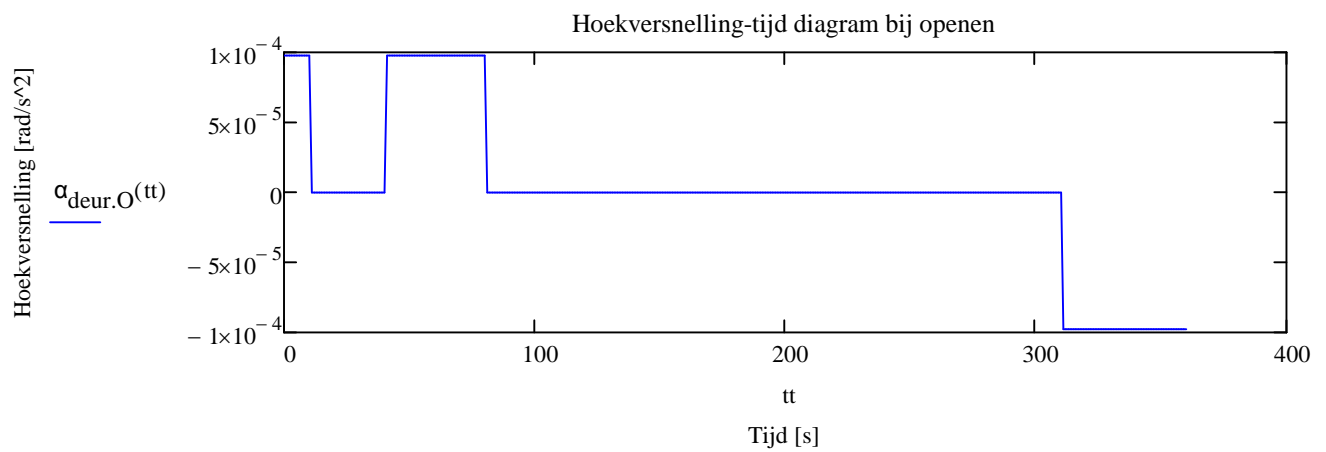
Hoeksnelheid-tijd diagram bij openen

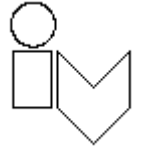




Hoekversnelling in tijdstappen tijdens openen

$$\alpha_{\text{deur.O}}(tt) := \begin{cases} \alpha_{\text{ac.1.O}} & \text{if } tt \leq t_{\text{ac.1.O}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} < tt \leq (t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}}) \\ \alpha_{\text{ac.2.O}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} \\ 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \\ -\alpha_{\text{dec.O}} & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} + t_{\text{dec.O}} \end{cases}$$

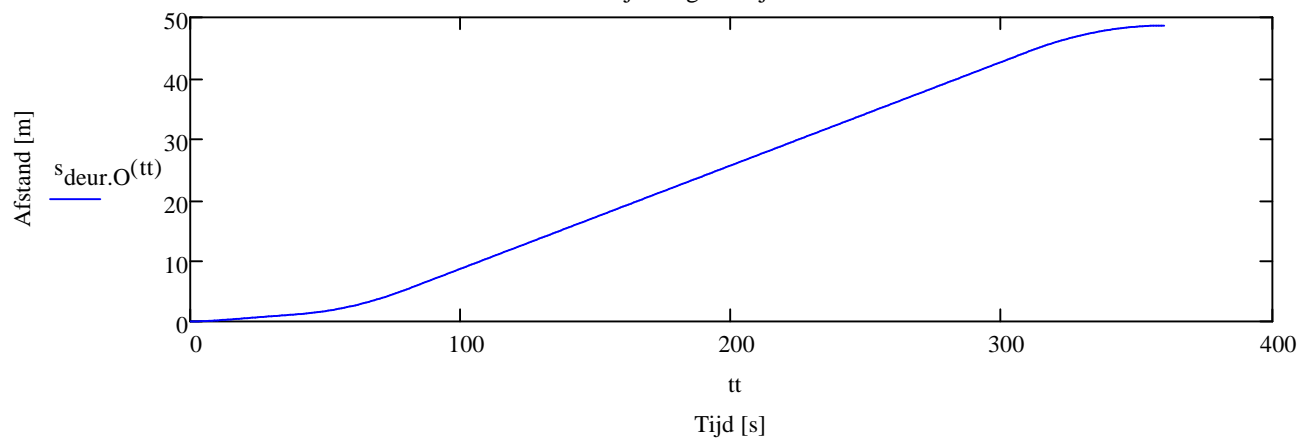


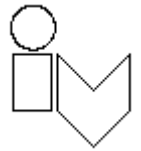


Afstandtijd-diagram tijdens openen

$$s_{\text{deur.O}}(tt) := \begin{cases} 0.5 \cdot a_{\text{ac.1.O}} \cdot (tt)^2 & \text{if } tt \leq t_{\text{ac.1.O}} \\ s_{\text{ac.1.O}} + v_{\text{kruip}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} \\ s_{\text{ac.1.O}} + s_{\text{kruip.O}} + v_{\text{kruip}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}}) + 0.5 \cdot a_{\text{ac.2.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}})^2 & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} \\ s_{\text{ac.1.O}} + s_{\text{kruip.O}} + s_{\text{ac.2.O}} + v_{\text{top}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}}) & \text{if } t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} < tt \leq t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \\ s_{\text{ac.1.O}} + s_{\text{kruip.O}} + s_{\text{ac.2.O}} + s_{\text{top.O}} + v_{\text{top}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}} - t_{\text{top.O}}) - 0.5 \cdot a_{\text{dec.O}} \cdot (tt - t_{\text{ac.1.O}} - t_{\text{kruip.O}} - t_{\text{ac.2.O}} - t_{\text{top.O}})^2 & \text{if } tt > t_{\text{ac.1.O}} + t_{\text{kruip.O}} + t_{\text{ac.2.O}} + t_{\text{top.O}} \end{cases}$$

Afstandtijd-diagram tijdens het sluiten





Hydrodynamische gegevens bij de sectordeur aan zeezijde

Schutpeilen:

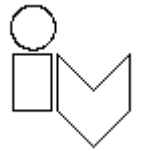
Maximaal positief schutpeil kanaal	$h_{\text{pos.max.kanaal}} := 0.01\text{m}$	LW-AF201 12415
Maximaal positief schutpeil Noordzee	$h_{\text{pos.max.zee}} := 3.92\text{m}$	LW-AF201 12415
Maximaal negatief schutpeil kanaal	$h_{\text{neg.max.kanaal}} := 0.01\text{m}$	LW-AF201 12415

Belastingen bij positief verval (noordzeezijde):

Windgolfhoogte	$H_{\text{s.p.wind}} := 0.80\text{m}$	LW-AF201 12415
Windgolfperiode	$T_{\text{s.p.wind}} := 2.60\text{s}$	LW-AF201 12415
Translatiegolfhoogte	$H_{\text{s.p.trans}} := 0.1\text{m}$	LW-AF201 12415
Stijgsnelheid translatiegolf	$v_{\text{p.trans}} := 0.1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$	LW-AF201 12415
Seiche golfhoogte	$H_{\text{s.p.seiche}} := 0.25\text{m}$	LW-AF201 12415
Seiche golfperiode	$T_{\text{s.p.seiche}} := 5\text{min}$	LW-AF201 12415
Seiche golfhoogte 2e berekening	$H_{\text{s.p.seiche.2}} := 0.12\text{m}$	LW-AF201 12415
Seiche golfperiode 2e berekening	$T_{\text{s.p.seiche.2}} := 3\text{min}$	LW-AF201 12415
Deining golfhoogte	$H_{\text{s.p.deining}} := 0.15\text{m}$	LW-AF201 12415
Deining golfperiode	$T_{\text{s.p.deining}} := 15.6\text{s}$	LW-AF201 12415
Restverval	$\Delta h := 0.1\text{m}$	LW-AF201 12415

Belastingen bij negatief verval (kanaalzijde):

Windgolfhoogte	$H_{\text{s.n.wind}} := 0.40\text{m}$	LW-AF201 12415
Windgolfperiode	$T_{\text{s.n.wind}} := 2\text{s}$	LW-AF201 12415
Translatiegolfhoogte	$H_{\text{s.n.trans}} := 0.2\text{m}$	LW-AF201 12415
Stijgsnelheid translatiegolf	$v_{\text{n.trans}} := 0.1 \frac{\text{m}}{\text{min}}$	LW-AF201 12415
Op-/afwaaiing hoogte	$H_{\text{s.n.opwaai}} := 0.20\text{m}$	LW-AF201 12415
Restverval	$\Delta h = 0.1\text{m}$	LW-AF201 12415



Belastingen op de sectordeur

Optredende belastingen op de sectordeur

- Wrijving op steunpunt door horizontale belasting
- Massatraagheid van de deur
- Massatraagheid bewegingswerk
- Wrijving van de steunpunten onder de deur over stalen baan
- Stromingsweerstand door waterhoogteverschil
- Stromingsweerstand van de deur

Wrijving op steunpunt door horizontale belasting

Maximaal optredende horizontale belasting tijdens bewegingscyclus $F_{\text{hor.schut}} := 16262\text{kN}$ Bij max pos. verval

Vermoeiingsbelasting tijdens bewegen $F_{\text{hor.schut.verm}} := 810\text{kN}$ Bij normaal verval

Wrijvingcoëfficiënt in draaipunt $\mu_{\text{drpnt}} := 0.20$

Diameter draaipunt $D_{\text{drpnt}} := 1200\text{mm}$

Belasting op aandrijving

$$F_{\text{w.drpnt}} := F_{\text{hor.schut}} \cdot \mu_{\text{drpnt}} \cdot \frac{0.5D_{\text{drpnt}}}{r_{\text{aandr}}} \quad F_{\text{w.drpnt}} = 54.816 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{w.drpnt.verm}} := F_{\text{hor.schut.verm}} \cdot \mu_{\text{drpnt}} \cdot \frac{0.5D_{\text{drpnt}}}{r_{\text{aandr}}} \quad F_{\text{w.drpnt.verm}} = 2.73 \cdot \text{kN}$$

Massatraagheid van de sectordeur

Totale massa van de deur incl. water

$$m_{\text{tot}} := m_{\text{deur}} + m_{\text{add}} + m_{\text{bal}} \quad m_{\text{tot}} = 2846000 \text{ kg}$$

Afstand zwaartepunt deur naar draaipunt $r_{\text{massa}} := 25\text{m}$

Afstand zwaartepunt additionele massa naar draaipunt $r_{\text{add}} := 25\text{m}$

Afstand zwaartepunt ballast naar draaipunt $r_{\text{bal}} := 22.31\text{m}$

Massatraagheid deur

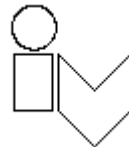
$$I_{\text{deur}} := m_{\text{deur}} \cdot r_{\text{massa}}^2 \quad I_{\text{deur}} = 100000000 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}$$

Massatraagheid additioneel gewicht

$$I_{\text{add}} := m_{\text{add}} \cdot r_{\text{add}}^2 \quad I_{\text{add}} = 75000000 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}$$

Massatraagheid ballastgewicht

$$I_{\text{bal}} := m_{\text{bal}} \cdot r_{\text{bal}}^2 \quad I_{\text{bal}} = 560450848.6 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}$$



Polair massastraagheidsmoment

$$I_{\text{tot}} := I_{\text{deur}} + m_{\text{deur}} \cdot r_{\text{massa}}^2 + I_{\text{add}} + m_{\text{add}} \cdot r_{\text{add}}^2 + I_{\text{bal}} + m_{\text{bal}} \cdot r_{\text{bal}}^2$$

$$I_{\text{tot}} = 3270901697.2 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}$$

Totale kracht op aandrijving

$$F_{\text{tr}} := \frac{I_{\text{tot}} \cdot \alpha_{\text{ac}}}{r_{\text{aandr}}} \quad F_{\text{tr}} = 8.969 \cdot \text{kN}$$

Polair massastraagheidsmoment uit excel

$$I_{\text{tot.excel}} := 2.0 \cdot 10^9 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

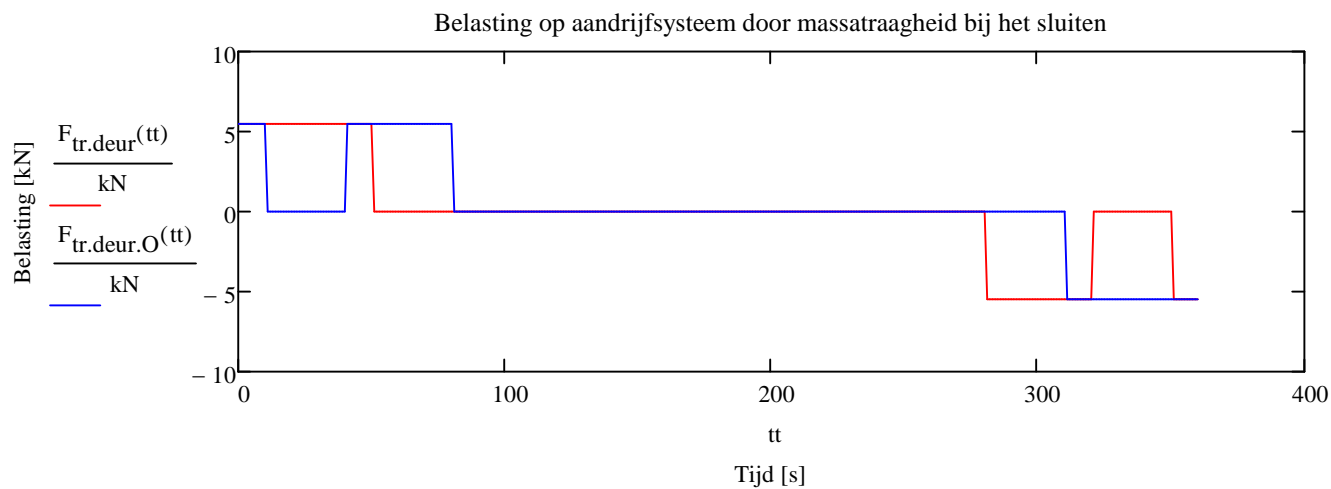
Totale kracht op aandrijving vanuit massastraagheid excel

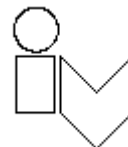
$$F_{\text{tr.excel}} := \frac{I_{\text{tot.excel}} \cdot \alpha_{\text{ac}}}{r_{\text{aandr}}} \quad \boxed{F_{\text{tr.excel}} = 5.484 \cdot \text{kN}}$$

Belasting op aandrijfsysteem door massastraagheid

$$F_{\text{tr.deur}}(\text{tt}) := \frac{I_{\text{tot.excel}} \cdot \alpha_{\text{deur}}(\text{tt})}{r_{\text{aandr}}}$$

$$F_{\text{tr.deur.O}}(\text{tt}) := \frac{I_{\text{tot.excel}} \cdot \alpha_{\text{deur.O}}(\text{tt})}{r_{\text{aandr}}}$$





Massatraagheid in bewegingswerk

Wrijving van de steunpunten onder de deur over stalen baan

Maximaal optredende verticale belasting tijdens bewegingscyclus

$$F_{\text{vert.schut}} := 5078 \text{ kN}$$

Bij max. pos. verval

Vermoeiingsbelasting tijdens bewegingscyclus

$$F_{\text{vert.schut.verm}} := 4330 \text{ kN}$$

Wrijvingcoëfficiënt in UHMWPE op staal

$$\mu_{\text{UHMWPE}} := 0.20$$

Afstand van steunpunten naar draaipunt

$$r_{\text{steun}} := 31.464 \text{ m}$$

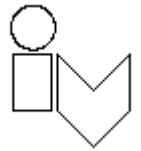
Belasting op aandrijving

$$F_{\text{w.UHMWPE}} := F_{\text{vert.schut}} \cdot \mu_{\text{UHMWPE}} \cdot \frac{r_{\text{steun}}}{r_{\text{aandr}}}$$

$$F_{\text{w.UHMWPE}} = 897.608 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{w.UHMWPE.verm}} := F_{\text{vert.schut.verm}} \cdot \mu_{\text{UHMWPE}} \cdot \frac{r_{\text{steun}}}{r_{\text{aandr}}}$$

$$F_{\text{w.UHMWPE.verm}} = 765.388 \cdot \text{kN}$$



Stromingsweerstand door waterhoogteverschil

Maximaal waterhoogte verschil

$$\Delta h_{\text{pos}} := H_{\text{s,p.wind}} + H_{\text{s,p.trans}} + H_{\text{s,p.seiche}} + H_{\text{s,p.deining}} + \Delta h$$

$$\Delta h_{\text{pos}} = 1.4 \text{ m}$$

Waterhoogte verschil bij vermoeiing

$$\Delta h_{\text{pos.verm}} := H_{\text{s,p.wind}} + \Delta h$$

$$\Delta h_{\text{pos.verm}} = 0.9 \text{ m}$$

De snelheid van het water bij open verbinding

$$v_{\text{ben.pos}} := \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{\text{pos}}}$$

$$v_{\text{ben.pos}} = 5.24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{\text{ben.pos.verm}} := \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{\text{pos.verm}}}$$

$$v_{\text{ben.pos.verm}} = 4.201 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Lengte van een sectie van de deur

$$l_{\text{sectie}} := 6.075 \text{ m}$$

Dynamische viscositeit van water

$$\mu_{\text{water}} := 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

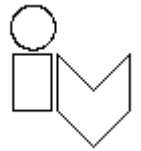
Het Reynoldsgetal zegt iets over het soort stroming.
Is het getal van Reynolds < 2300, stroming is laminair
Is het getal van Reynolds > 3500, stroming is turbulent

Met het getal van Reynolds kan de weerstandscoefficiënt worden bepaald van een object in een langstromend medium, in dit geval de sectordeur door het water.

Getal van Reynolds

$$Re_{\text{pos}} := \frac{v_{\text{ben.pos}} \cdot l_{\text{sectie}} \cdot \rho_{\text{zout}}}{\mu_{\text{water}}}$$

$$Re_{\text{pos}} = 32533930.271$$



Weerstandscoefficiënt van de huidplaat van de sectordeur

$$c_w := \frac{0.075}{(\log(Re_{pos}) - 2)^2} = 0.002$$

Deze weerstandscoefficiënt lijkt te laag, dus voor het voorontwerp van de sectordeur wordt een weerstandscoefficiënt aangehouden van 0,1.

$$c_d := 0.1$$

Kracht op aandrijving

$$F_{\text{huidplaat.pos}} := 0.5 \cdot \rho_{\text{zout}} \cdot v_{\text{ben.pos}}^2 \cdot c_d \cdot [I_{\text{sectie}} \cdot (h_{\text{pos.max.zee}} + -1h_{\text{sluisvloer}})]$$

$$F_{\text{huidplaat.pos}} = 190.257 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{huidplaat.pos.verm}} := 0.5 \cdot \rho_{\text{zout}} \cdot v_{\text{ben.pos.verm}}^2 \cdot c_d \cdot [I_{\text{sectie}} \cdot (h_{\text{pos.max.zee}} + -1h_{\text{sluisvloer}})]$$

$$F_{\text{huidplaat.pos.verm}} = 122.308 \cdot \text{kN}$$

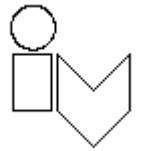
Stromingsweerstand van de sectordeur

Zie rekensheet stromingsweerstand

$$F_{\text{stroming}} := 25 \text{ kN}$$

Project :

Zeetogang IJmuiden ID480



Onderdeel :

PoC Sectordeur

Totale kracht op aandrijfsysteem

Wrijving op steunpunt door horizontale belasting

$$F_{w.drpn} = 54.816 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w.drpn.verm} = 2.73 \cdot \text{kN}$$

Massatraagheid van de deur

$$F_{tr.excel} = 5.484 \cdot \text{kN}$$

Massatraagheid bewegingswerk

Wrijving van de steunpunten onder de deur over stalen baan

$$F_{w.UHMWPE} = 897.608 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w.UHMWPE.verm} = 765.388 \cdot \text{kN}$$

Stromingsweerstand door waterhoogteverschil

$$F_{huidplaat.pos} = 190.257 \cdot \text{kN}$$

$$F_{huidplaat.pos.verm} = 122.308 \cdot \text{kN}$$

Stromingsweerstand van de deur

$$F_{stroming} = 25 \cdot \text{kN}$$

$$F_{tot} := F_{w.drpn} + F_{tr.excel} + F_{w.UHMWPE} + F_{huidplaat.pos} + F_{stroming} = 1173.164 \cdot \text{kN}$$

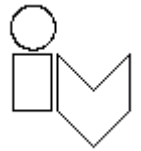
$$F_{tot.verm} := F_{w.drpn.verm} + F_{tr.excel} + F_{w.UHMWPE.verm} + F_{huidplaat.pos.verm} + F_{stroming} = 920.911 \cdot \text{kN}$$

$$F_{tot.openen} := F_{tot} \cdot 1.10 = 1290.481 \cdot \text{kN}$$

$$F_{tot.openen.verm} := F_{tot.verm} \cdot 1.10 = 1013.002 \cdot \text{kN}$$

Op te nemen kracht door bewegingswerk Overbelasten = 1300kN

Op te nemen kracht door bewegingswerk Vermoeiing = 1050kN



Bewegingswerk

moduul van het rondsel

$$m_r := 24 \text{ mm}$$

aantal tanden

$$z_1 := 20$$

Diameter stc rondsel

$$d_r := m_r \cdot z_1 = 480 \text{ mm}$$

Toerental rondsel bij maximale snelheid

$$n_r := \frac{v_{\text{top}}}{\pi \cdot d_r}$$

$$n_r = 6.768 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

Aantal drijvende rondsels

$$n_{\text{dr.r}} := 5$$

Aantal drijvende rondsels bij overbelasten

$$n_{\text{dr.r.max}} := 4$$

Representatieve waarden voor de momenten en krachten:

$$F_{\text{o.t.rep}} := \frac{F_{\text{tot.openen}}}{n_{\text{dr.r.max}}}$$

$$F_{\text{o.t.rep}} = 322.62 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{v.t.rep}} := \frac{F_{\text{tot.openen.verm}}}{n_{\text{dr.r}}}$$

$$F_{\text{v.t.rep}} = 202.6 \cdot \text{kN}$$

$$M_{\text{o.rep}} := \frac{F_{\text{tot.openen}} \cdot \frac{d_r}{2}}{n_{\text{dr.r.max}}}$$

$$M_{\text{o.rep}} = 77.429 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{v.rep}} := \frac{F_{\text{tot.openen.verm}} \cdot \frac{d_r}{2}}{n_{\text{dr.r}}}$$

$$M_{\text{v.rep}} = 48.624 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Aangenomen nominaal motortoerental

$$n_{\text{m.aan}} := 1300 \text{ min}^{-1}$$

Aangenomen overbrengings verhouding

$$i_{\text{twk.aan}} := \frac{n_{\text{m.aan}}}{n_r}$$

$$i_{\text{twk.aan}} = 192.079$$

Aangenomen rendement

$$\eta_{\text{aandr.aan}} := 0.85$$

Aangenomen motorkoppel

$$M_{\text{m.aan}} := \frac{M_{\text{v.rep}}}{i_{\text{twk.aan}} \cdot \eta_{\text{aandr.aan}}}$$

$$M_{\text{m.aan}} = 297.82 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

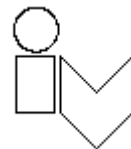
Benodigd motorvermogen op bovenstaande aannamen

$$P_{\text{aan}} := 2 \cdot \pi \cdot M_{\text{m.aan}} \cdot n_{\text{m.aan}}$$

$$P_{\text{aan}} = 40.544 \cdot \text{kW}$$

Project :

Zeetogang IJmuiden ID480



Onderdeel :

PoC Sectordeur

Benodigd motorvermogen uitgaande van overbelasting

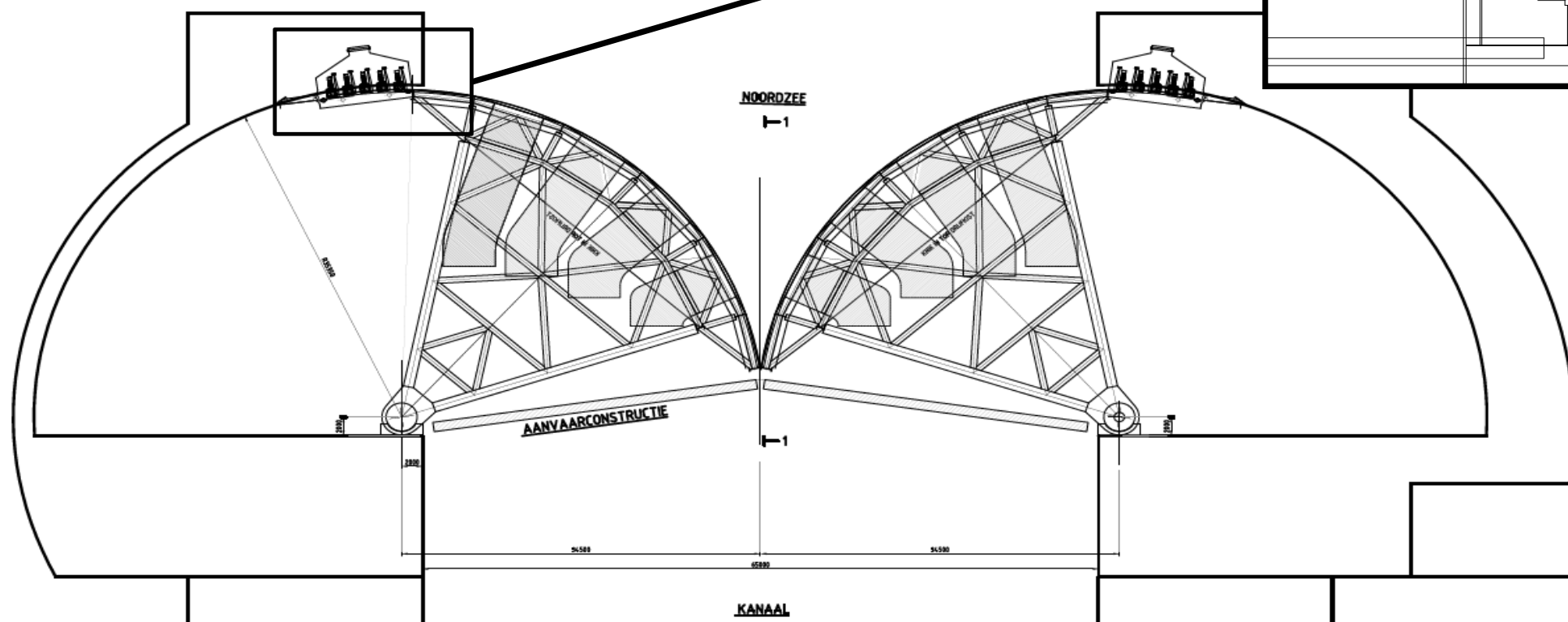
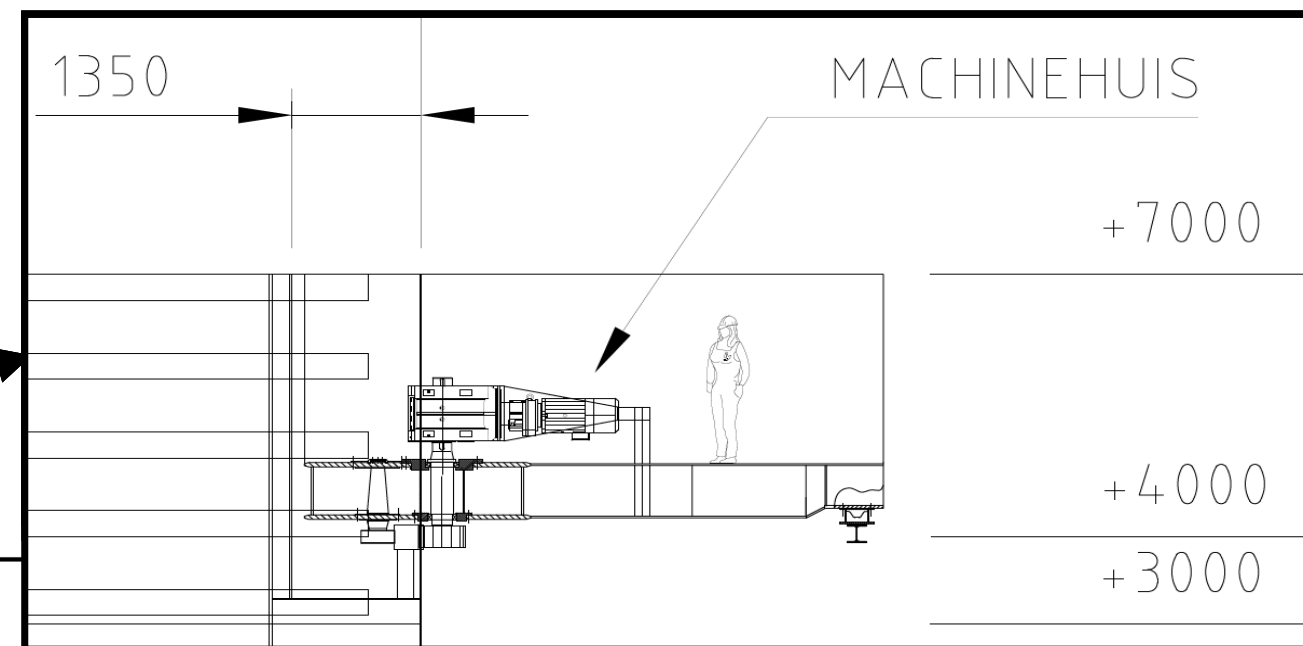
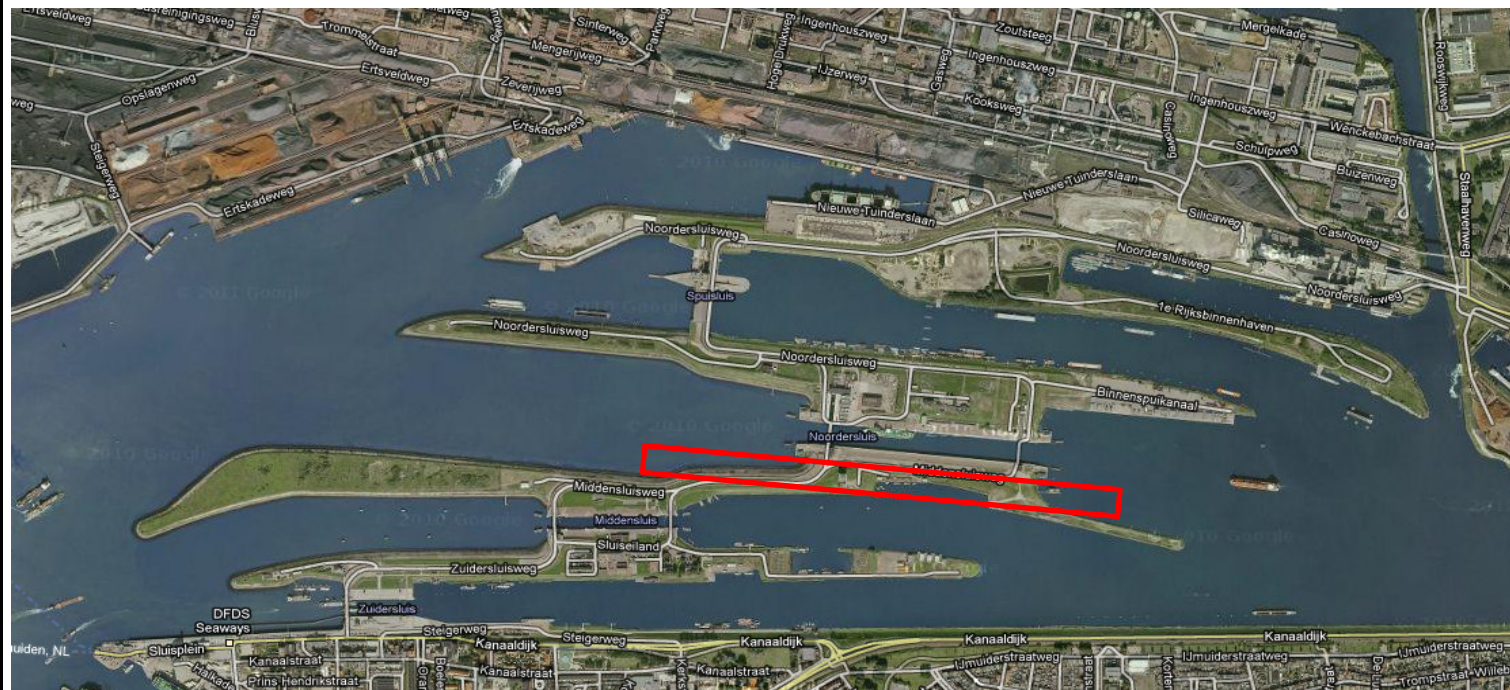
$$M_{m.o.aan} := \frac{M_{o.rep}}{2.5i_{twk.aan} \cdot \eta_{aandr.aan}}$$

$$M_{m.o.aan} = 189.699 \text{ Nm}$$

$$P_{o.aan} := 2 \cdot \pi M_{m.o.aan} \cdot n_{m.aan}$$

$$P_{o.aan} = 25.825 \text{ kW}$$

Overzicht IJmuiden / Sectordeur / Aandrijving



GEGEVENS CENTRALE AANDRIJVING

Gegevens motoren *Representatief*

Toepassing/locatie	Normaal gebruik
Merk	SEW
Type	DV200L4M5
Vermogen	40 [kW]
Toerental	n_{in} 1300 [min-1]
Koppel	Nominaal M_N 294 [Nm]
M_A/M_N	1,4 [-]
Rendement	η_{motor} 83 [-]

Gegevens tandwieloverbrenging

	Aantal tanden	Moduul m	Steekcirke dstc	Ratio i_{wwk}	Tandhoek [°]	Tand-breedte [mm]	Tand-correctie	Materiaal
	[-]	[mm]	[mm]	[-]				[-]
Rondsel	20	24	480			260	0,20(.m)	42CrMo4
Tandbaan	2966,7	24	71200	148,33	0	280	0,00(.m)	GS60

Gegevens remmen *Representatief*

Toepassing/locatie	Normaal & nood gebruik
Merk	Römer RT315
Remkoppel	Per rem 525 [Nm]

Gegevens tandwielkast *Representatief*

Toepassing/locatie	Normaal gebruik
Merk	SEW
Type	K187R107
Overbrenging	i_{twk} 193,0 [-]
Koppel	Nominaal M_N 50000 [Nm]
M_A/M_N	2,0 [-]

Overige gegevens van belang

Soortelijke massa kanaalwater	ρ_k	1000 [kg/m ³]
Soortelijke massa zeewater	ρ_z	1022 [kg/m ³]
Soortelijke massa lucht	ρ_l	1,25 [kg/m ³]
Elasticiteitsmodulus Staal	E	210000 [N/mm ²]

Algemene gegevens aandrijving

Aantal drijvende rondsels voor vermoeiing	5 [-]
Aantal drijvende rondsels voor overbelasting	4 [-]

GEGEVENS WATERSTANDEN t.b.v. AANDRIJVING

Peil normaal	H_{pnor}	0,30 [m]
Sluisvloer	H_{vloer}	-18,00 [m]
Niveau afdichting	$H_{afdichting}$	-18,40 [m]
Niveau bovenkant sluiswolk	H_{wand}	7,00 [m]

GEGEVENS SLUISDEUR

Radius van sluisdeur	R_{deur}	34,85 [m]
Totale hoek segment punt	α_{deur}	80 [°]
Lengte kerende wand	L_{deur}	48,66 [m]
Hoogte sectordeur	h_s	25,40 [m]
Bewegingsafstand	s_{rol}	40 [m]
Massa deur	m_{deur}	2E+06 [kg]
Snelheid deur	v_{max}	0,17 [m/s]
Eindsnelheid deur	v_{traag}	0,034 [m/s]

Project : PoC IJmuiden **Onderdeel** Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m

Materialen van de verschillende onderdelen			Vloeisterkte [N/mm ²] f _{y,rep}	Treksterkte [N/mm ²] f _{t,rep}	Vermoeiingsterkte [N/mm ²] f _{fat,t;c,rep}	Vermoeiingsterkte [N/mm ²] f _{fat,b;rep}	Tekening
Fe360C	Constructiestaal	S235J0	235	340	136	170	
St60	Constructiestaal	St60 Spieën	305	570	228	285	
Fe510D	Constructiestaal	S355J2G3	355	490	196	245	
St.52-3N	Constructiestaal	S355J2H	355	470	188	235	
GS52	Gietstaal		260	510	204	255	
GS60	Gietstaal		300	600	240	300	
C15	veredelstaal		300	500	200	250	
C35	Assenmateriaal		320	550	220	275	
C45	Assenmateriaal		370	630	252	315	
17CrNiMo6	veredelstaal		800	1000	400	500	
42CrMo4	Veredelstaal		500	750	300	375	
UHMWPE	Polyethyleen	Hydrobaan	16		0	0	

Bepaling aantal omwentelingen	Deur	
* aantal cycli (op en neer)	109.500 [-]	Ontwerpnota. Levensduur (12 wisselingen per dag, 25 jaar)
* aantal wringspanningswisselingen rondselas/uitgaande as TWK	219.000 [omw]	
* aantal buigspanningswisselingen rondselas/uitgaande as TWK	7.066.806 [omw]	
* aantal wringspanningswisselingen motoras	219.000 [omw]	
* aantal buigspanningswisselingen motoras	1.363.893.472 [omw]	

Berekening rendementen

Bij de bepaling van de rendementen wordt rekening gehouden met de huidige normen. Het rendement geldt van 1 kabel tot motor/handbediening.

Tandwielkast	η I 0,96 [-]	Aantal 1 [-]
Totaal rendement aandrijving	η 0,96 [-]	Combinatie van II t/m III
rendement tandwieloverbrenging	0,98 [-]	Voor berekening overbrenging in TWK

Tabel rendementsfactoren, uit NEN6786:2001 VOBB:

ONDERDEEL	RENDERINGSFACTOR (η) ¹⁾	
Cilindrische tandwielen:	incl. assen en lagers	0,98
	rolkogellagers, smering oliebad	0,96
	glijlagers, geslepen as	0,95
	glijlagers, niet geslepen as	0,94
Conische tandwielen:	incl. assen en lagers	0,97
	rolkogellagers, smering oliebad	0,93
	glijlagers, niet geslepen as	0,92
Kabelschijf of kabeltrommel incl. assen en lagers en rekening houdend met de buigstijfheid van de staalkabel:	rolkogellager	0,98
	glijlagers	0,96
Worm/wormwiel: staal/brons, μ _f = 0,10	rolkogellagers	$\frac{S}{S + 0,6 r_s}$ ²⁾
	Ketting: exclusief lagerwrijving	0,95

1) Indien een tandwieloverbrenging onvoldoende tegen stof en vuil is beschermd, moet een rendementsfactor in rekening zijn gebracht die het kwadraat is van de rendementsfactor uit de tabel.
2) S is de spoed van de worm; r_s is de straal van de steekcirkel van de worm.

Belastingen op het aandrijsysteem

Uiterstegrenstoestand	UGT		BF1	
	[kN]	[Nm]	[kN]	[Nm]
Gtw1 Overbelasten	1300	337	1173	304
Gtw2 Vermoeiing	1050	272	921	239
Bruikbaarheidsgrenstoestand				
Gtw3 Overschrijden grensmotorkoppel	1300	337	1173	304
Gtw4 Overschrijden toegekend motorkoppel	1300	337	1173	304
Gtw5 Overschrijden remkoppel	1300	337	1173	304

Piekwaarde uit de grafieken
Grootste waarde belastingcombinatie
Grootste waarde belastingcombinatie
Grootste waarde belastingcombinatie A3, A4 bij openen 0-30[s] en sluiten 131-155[s]
Maximale belasting: in beweging zijnde deur stilzetten (zie Gtw3)

Project : PoC IJmuiden		Onderdeel Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m	
As van de dwangrollen		Doorsnede bij diametersprong in onderplaat	
	Overbel.	Vermoei.	
Opp. doorsnede	A	38013	[mm ²]
Weerstandsmoment buiging	W_b	1045365	[mm ³]
Weerstandsmoment wringing	W_t	2090730	[mm ³]
Treksterkte Rek-/vloei-grens	$f_{t,d}/f_{y,d}$	630 | 370	[N/mm ²]
Rekenw. koppel, op wiel	M_d	0,00E+00	[Nmm]
Belasting uit extern gewicht	G_{kopp}	0	[N]
Rekenwaarde eigengewicht as	M_{eg}	74098	[Nmm]
Rekenw. max buigend moment	$M_{b,d}$	5,96E+07	3,94E+07 [Nmm]
Rekenw. max dwarskracht	D_d	2,65E+05	1,75E+05 [N]
Rekenw. max wringend moment	$M_{w,d}$	0,00E+00	0,00E+00 [Nmm]

Materiaal as	C45	[-]
Maten uit schets	225	[mm]
Straal afronding	r	3 [mm]
Diameter as	d	220 [mm]
	a	600 [mm]
	b	825 [mm]

Aanname n.a.v. leverancier documentatie.

Op sterkte Volgens 9.4.1.2.1 blz. 195			
Buigspanning	$\sigma_{b,d}$	57 [N/mm ²]	$\sigma_{b,d}/f_{y,d}$ 0,09
Schuifspanning; gemiddeld	$\tau_{m,d}$	7 [N/mm ²]	
Wringingspanning	$\tau_{w,d}$	0 [N/mm ²]	$(\tau_{w,d} + \tau_{m,d}) * \sqrt{3}/f_{y,d}$ 0,02
Ideële spanning	$\sigma_{i,d}$		$\sqrt{\sigma_{b,d}^2 + 3 * \tau_{m,d}^2}/f_{y,d}$ 0,09
Ideële spanning, gedrongen	$\sigma_{i,d,ged}$		$\sqrt{1,25 * \sigma_{b,d}^2 + 3 * \tau_{m,d}^2}/f_{y,d}$ 0,11

TOETS u.c.;	Sterktecapaciteit voor vermoei.	0,79 [-]	Toets volgens 9.7.1.2.2 blz. 227	TOETS1 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK
TOETS u.c.;		0,90 [-]	Toets volgens 9.7.1.2.2 blz. 231	TOETS2 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK
TOETS u.c.;			[-] Toets volgens 9.4.1.2.2.2 blz. 201	TOETS3 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK

Op vermoeiing	Buiging	Schuif	
Rotatiefrequentie	K_n	1,15	[-] Factor voor de rotatiefrequentie van teken wisselend koppel, volgens 9.4.1.2.2.1 blz. 199
Optredende spanning	$\sigma_{b,d}$	43	[N/mm ²] Bij vermoeiing
Materiaalfactor	$\gamma_{m,t}$	1,00	[-] Volgens tabel 20 blz. 177
Rekenwaarde treksterkte	$f_{t,d}$	630	[N/mm ²] Volgens 9.2.1 blz. 175
Materiaalfactor	$\gamma_{m,fat}$	1,20	[-] Volgens tabel 20 blz. 177
Rep.waarde vermoeiingssterkte	$f_{fat,b,rep}$	315	[N/mm ²] Volgens tabel 18 blz. 169
Rekenw. vermoeiingssterkte	$f_{fat,b,d}$	263	[N/mm ²] Volgens 9.2.1 blz. 175
Kerfactoren	A	0,66	[-] Volgens tabel A.1 blz. 343
	B	7,7	[-] Volgens tabel A.1 blz. 343
	C	0,2	[-] Volgens tabel A.1 blz. 343
Relatieve spanningsgradient	α_σ	3,87	[-] Volgens tabel A.1 blz. 343
	X	0,67	[-] Volgens tabel 21 blz. 183
	η_X	1	[-] Volgens figuur 10 blz. 181
Groottefactor	k_b	3,87	[-] Volgens 9.3.1.1.1.1 a) blz. 181
	k_d	1,25	[-] Volgens 9.3.1.1.1.2 figuur 11 blz. 185
	k_u	1,10	[-] Volgens 9.3.1.1.1.3 figuur 12 blz. 187
Oppervlakte-gesteldheidsfactor			Aangenomen ruwheid max 1,6 µm
Rekenw. vermoeiingsduursterkte ($\kappa = -1$)	$f_{fat,b,rep,d}$	49	[N/mm ²] Volgens 9.3.1.1.1 blz. 179

Project : PoC IJmuiden		Onderdeel Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m	
Rondselas		Doorsnede bij diametersprong lager	
	Overbel.	Vermoei.	
Opp. doorsnede	A	29865	[mm ²]
Weerstandsmoment buiging	W_b	727954	[mm ³]
Weerstandsmoment wringing	W_t	1455907	[mm ³]
Treksterkte Rek-/vloegrens	$f_{t,d}/f_{y,d}$	500 | 300	[N/mm ²]
Rekenw. koppel, op wiel	M_d	7,74E+07 | 4,86E+07	[Nmm]
Belasting uit extern gewicht	G_{kopp}	0	[N]
Rekenwaarde eigengewicht as	M_{eg}	58215	[Nmm]
Rekenw. max buigend moment	$M_{b,d}$	2,48E+07 | 1,58E+07	[Nmm]
Rekenw. max dwarskracht	D_d	1,10E+05 | 7,00E+04	[N]
Rekenw. max wringend moment	$M_{w,d}$	7,74E+07 | 4,86E+07	[Nmm]

Materiaal as	C15	[-]
Maten uit schets	225	[mm]
Straal afronding	r	2,1 [mm]
Diameter as	d	195 [mm]
	a	600 [mm]
	b	825 [mm]

Aanname n.a.v. leverancier documentatie.

	Max.	Verm.
	41,25	26 kN
	151,25	96 kN
	110	70 kN

Op sterkte Volgens 9.4.1.2.1 blz. 195		
Buigspanning	$\sigma_{b,d}$	34 [N/mm ²]
Schuifspanning; gemiddeld	$\tau_{m,d}$	4 [N/mm ²]
Wringingspanning	$\tau_{w,d}$	53 [N/mm ²]
Ideële spanning	$\sigma_{i,d}$	
Ideële spanning, gedrongen	$\sigma_{i,d;ged}$	

$\sigma_{b,d}/f_{y,d}$	0,07
$(\tau_{w,d} + \tau_{m,d}) * \sqrt{3}/f_{y,d}$	0,20
$\sqrt{\sigma_{b,d}^2 + 3 * \tau_{m,d}^2}/f_{y,d}$	0,21
$\sqrt{1,25 * \sigma_{b,d}^2 + 3 * \tau_{m,d}^2}/f_{y,d}$	0,09

TOETS u.c. op sterkte voorwaarde 1;	OK
TOETS u.c. op sterkte voorwaarde 2;	OK
TOETS u.c. op sterkte voorwaarde 3;	OK
TOETS u.c. op sterkte voorwaarde 4;	OK

Op vermoeiing	Buiging	Schuif	Wringing	
Rotatiefrequentie	0,00 [omw/s]	K_n 1,15	K_n 1,15	K_n 1,00 [-]
Optredende spanning	$\sigma_{b,d}$ 25	$\tau_{v,d}$ 2,70	$\tau_{t,d}$ 2,70	$\tau_{t,d}$ 33,4 [N/mm ²]
Materiaalfactor	$\gamma_{m,t}$ 1,00	$\gamma_{m,t}$ 1,00	$\gamma_{m,t}$ 1,00	$\gamma_{m,t}$ 1,00 [-]
Rekenwaarde treksterkte	$f_{t,d}$ 500	$f_{t,d}$ 500	$f_{t,d}$ 500	$f_{t,d}$ 500 [N/mm ²]
Materiaalfactor	$\gamma_{m,fat}$ 1,20	$\gamma_{m,fat}$ 1,20	$\gamma_{m,fat}$ 1,20	$\gamma_{m,fat}$ 1,20 [-]
Rep.waarde vermoeiingssterkte	$f_{fat,b;rep}$ 250	$f_{fat,v;rep}$ 115	$f_{fat,t;rep}$ 144	$f_{fat,t;rep}$ 144 [N/mm ²]
Rekenw. vermoeiingssterkte	$f_{fat,b,d}$ 208	$f_{fat,v,d}$ 96	$f_{fat,t,d}$ 120	$f_{fat,t,d}$ 120 [N/mm ²]
Kerfactoren	A 0,66	A 3,4	A 3,4	A 3,4 [-]
	B 7,7	B 27	B 27	B 27 [-]
	C 0,2	C 1	C 1	C 1 [-]
Relatieve spanningsgradient	α_σ 4,27	α_v 2,72	α_τ 2,72	α_τ 2,72 [-]
	X 0,96	X 0,48	X 0,48	X 0,48 [-]
	η_X 1,16	η_X 1,11	η_X 1,11	η_X 1,11 [-]
	k_b 3,68	k_v 2,45	k_t 2,45	k_t 2,45 [-]
Groottefactor	k_d 1,25	k_d 1,00	k_d 1,25	k_d 1,25 [-]
Oppervlakte-gesteldheidsfactor	k_u 1,10	k_u 1,10	k_u 1,10	k_u 1,10 [-]
Rekenw. vermoeiingsduursterkte ($\kappa = -1$)	$f_{fat,b;re,d}$ 41	$f_{fat,v;re,d}$ 36	$f_{fat,t;re,d}$ 36	$f_{fat,t;re,d}$ 36 [N/mm ²]
TOETS u.c.;	Sterktecapaciteit voor vermoei.	0,37 [-]		Toets volgens 9.7.1.2.2 blz. 227
TOETS u.c.;		0,62 [-]		Toets volgens 9.7.1.2.2 blz. 231
TOETS u.c.;			0,93 [-]	Toets volgens 9.4.1.2.2.2 blz. 201

Factor voor de rotatiefrequentie van teken wisselend koppel, volgens 9.4.1.2.2.1 blz. 199

Bij vermoeiing

Volgens tabel 20 blz. 177

Volgens 9.2.1 blz. 175

Volgens tabel 20 blz. 177

Volgens tabel 18 blz. 169

Volgens 9.2.1 blz. 175

Volgens tabel A.1 blz. 343

Volgens tabel A.1 blz. 343

Volgens tabel A.1 blz. 343

Volgens tabel 21 blz. 183

Volgens figuur 10 blz. 181

Volgens 9.3.1.1.1.1 a) blz. 181

Volgens 9.3.1.1.1.2 figuur 11 blz. 185

Volgens 9.3.1.1.1.3 figuur 12 blz. 187

Aangenomen ruwheid max 1,6 μ m

TOETS1 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK
TOETS2 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK
TOETS3 u.c. op sterktecapaciteit voor de vermoeiing;	OK

Opgesteld:	Datum:	Bladnummer:	Rev.:
WST	15-12-2011	5	0,2

Project : PoC IJmuiden		Onderdeel Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m			
Spie op rondsel		Rondsel			
Volgens DIN6892		Overbelasting		Vermoeii	
		As		Naaf	
Optredend koppel	$M_{q,rep}/M_O/M_V$	7,74E+04	4,86E+04	7,74E+04	4,86E+04 [Nm]
Optredend koppel per spie	$M_{q,rep}/M_O/M_V$	3,87E+04	2,43E+04	3,87E+04	2,43E+04 [Nm]
Factor voor aanzetting	K_A	1		[-] Gelijkmatige belastingen	
Aangrijp diameter	D	480		[mm]	
Materiaal		C45			
As diameter	d_{as}	195		[mm]	
Opp. contactvlak spie * breedte		45		[mm]	
* hoogte eff.		25		25	[mm] Volgens NEN4230
Effectieve hoogte	t_{1tr}/t_{2tr}	22		28	[mm] Volgt uit standaard spie uitvoering.
Effectieve lengte	l_{1tr}	150		[mm] Volgens DIN6892	
Verhouding diameters	D/d	2,5		[-] T.b.v. grafiek 3 DIN6892	
Verhouding lengte en diameter	l_{1tr}/d_{as}	0,8		[-] T.b.v. grafiek 3 DIN6892	
Factor voor aantal spieën	K_v	1		[-] Volgens DIN6892	
Factor voor lastverdeling	K_{λ}	1,1		[-] Volgens grafiek 3 DIN6892	
Factor voor passing	K_r	0,75		[-] Volgens DIN6892 tabel B1	
Materiaal spanning	$R_e/R_{p0,2}$	630	370	630	370 [N/mm ²]
Toelaatbare materiaalspanning	p_{zul}	472,5	277,5	472,5	277,5 [N/mm ²] Volgens DIN6892 (18)
Omtrekskracht	$F_{eq,O,rep}/F_{max,O}/F_{max,V}$	3,97E+05	249354	397072	249354 [N]
Optredende spanning	$p_{1,2eq}/p_{1,2max}$	130	61	105	50 [N/mm ²] Volgens DIN6892 (9/10)
Aantal spanningswisselingen	N	219000		219000 [-]	
Lastrichtingsfactor	f_L/f_W	1	0,25	1	0,25 [-] Volgens DIN6892 afbeelding 6 en 7
Toelaatbare spanning	$p_{zul} * f$	473	69	473	69 [N/mm ²] Volgens DIN6892 (16/17)
TOETS u.c.; * overbelasting		0,28	[-]	0,22	[-]
TOETS u.c.; * vermoeiing			0,88 [-]		0,72 [-]

TOETS u.c. op overbelasting; **OK**
 TOETS u.c. op vermoeiing; **OK**

Project : PoC IJmuiden		Onderdeel		Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m	
Tontatslager rondselas		Overbel.	Vermoei.		
Type		SKF 29448 E			
Equivalentente kracht	$F_{equ,O/V,rep}$	135000	32400	[N]	
Statisch draaggetal	C_o	3450000		[N]	
Dynamisch draaggetal	C	799000		[N]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type		1,8		[-]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type			1,2	[-]	
Nom. levensduur:	L_{10h}		1,07E+08	[uur]	
TOETS u.c.;	* overbelasting	u_c	0,07	[-]	
TOETS u.c.;	* vermoeiing	u_c	0,09	[-]	
Dubbelrijig tonlager rondselas		Overbel.	Vermoei.		
Type		SKF23944 W33			
Equivalentente kracht	$F_{equ,O/V,rep}$	226875	115500	[N]	
Statisch draaggetal	C_o	1080000		[N]	
Dynamisch draaggetal	C	546000		[N]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type		1,8		[-]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type			1,2	[-]	
Nom. levensduur:	L_{10h}		438697	[uur]	
TOETS u.c.;	* overbelasting	u_c	0,38	[-]	
TOETS u.c.;	* vermoeiing	u_c	0,46	[-]	
Dubbelrijig tonlager dwangrollenas		Overbel.	Vermoei.		
Type		SKF23044 W33			
Equivalentente kracht	$F_{equ,O/V,rep}$	397500	210000	[N]	
Statisch draaggetal	C_o	1860000		[N]	
Dynamisch draaggetal	C	1220000		[N]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type		1,8		[-]	
Getalwaarde voor het onderscheiden van het type			1,2	[-]	
Nom. levensduur:	L_{10h}		872163	[uur]	
TOETS u.c.;	* overbelasting	u_c	0,38	[-]	
TOETS u.c.;	* vermoeiing	u_c	0,37	[-]	

$$F_{am} = 1\beta F_r + A \left(\frac{n}{1000} \right)^2$$

If $1,8 F_r < 0,0005 C_o$ then $0,0005 C_o$

Volgens 9.8.3.2.1a blz. 277
 Volgens 9.8.3.2.1a blz. 277
 Hierin is p 3 voor kogel- en 10/3 voor rollagers.

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * n} * \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

TOETS u.c. op overbelasting; **OK**
 TOETS u.c. op vermoeiing; **OK**

TOETS u.c. op overbelasting; **OK**
 TOETS u.c. op vermoeiing; **OK**

TOETS u.c. op overbelasting; **OK**
 TOETS u.c. op vermoeiing; **OK**

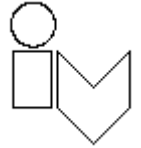
Rondsel op tandkrans		Volgens NEN 6786:2001 §9.8.1.4		
Tandvoetsterkte		Rondsel	Tandwiel	
Aantal tanden	$z_{1,2}$	20	2967	[-]
Moduul	m_n	24,0		[mm]
Tandbreedte	b	260	260	[mm] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 253
Materiaal		42CrMo4	GS60	[-]
Representatieve waarde vloeigrens	$f_{y,rep}$	500	300	[N/mm ²]
Materiaalfactor * overbelasting	$\gamma_{m,y}/\gamma_{m,t}$	1,00	1,15	[-] Volgens tabel 20 blz. 177
Rekenwaarde vloeigrens	$f_{y;d}$	335	201	[N/mm ²] Volgens 9.8.1.4.2 blz. 259 (max 450N/mm ² voor carboneerstaal)
Rekenwaarde treksterkte	$f_{t;d}$	750	522	[N/mm ²]
Gemodif. waarde v.d. vermoeiingssterkte	$f_{t,fat,rep}$	101	57	[N/mm ²] Volgens tabel 32 blz. 261, wisselend koppel
Repr. waarde koppel BF1	* overbel.	$M_{t,O,rep}$	7,04E+07	1,02E+10 [Nmm] Volgens 9.8.1.2 blz. 249
	* vermoei.	$M_{t,V,rep}$	4,42E+07	6,43E+09 [Nmm] Volgens 9.8.1.2 blz. 249
Repr. waarde omtrekskracht BF1	* overbel.	$F_{t,O,rep}$	287385	[N] Volgens 9.8.1.2 blz. 249
	* vermoei.	$F_{t,V,rep}$	180516	[N] Volgens 9.8.1.2 blz. 249
Bedrijfsfactor	K_A	1,00		[-] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 253
Factor ter bepaling dynamische factor	h_v	0,15		[(s/m) ^{1/2}] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 255
Toerental	$n_{1,2}$	6,76	0,05	[omw/min]
	$n_{1,2}$	0,11	0,00	[omw/s]
Omtreksnelheid op de steekcirkel	v_t	0,17		[m/s]
Dynamische factor	K_v	1,06		[-] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 253
Factor voor tandvoetspanning	K_F	1		[-] Volgens 9.8.1.6 blz. 269
Tandvormfactor	K_n	1,0	1,0	[-] Volgens 9.4.1.2.2.1 blz. 199
	Y_F	2,575	2,070	[-] Volgens tabel 30 blz.257
Buigspanning in tandvoet BF1	ϵ_β	0,00	0,00	Volgens 9.8.1.4.1 blz.255
	Y_β	1,00	1,00	Volgens 9.8.1.4.1 blz.255
* overbel.	$\sigma_{F,O,rep}$	126	101	[N/mm ²] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 253
	$\sigma_{F,V,rep}$	79	68	[N/mm ²] Volgens 9.8.1.4.1 blz. 253
	$C_{\phi_r} = \tan \phi$		4,47	[-] Volgens 9.3.1.2 blz. 190
	n		4,4E+05	[-] >2x10 ⁶ , dus $f_{fat,rep,t} = f_{fat,d}$ 109,500*4 aandrijvingen
	$f_{fat,t,rep,t}$		80	[N/mm ²]
			1,00	
TOETS BF1 u.c.;	* overbelasting	u_C	0,38	0,50 [-] Volgens 9.8.1.4.2b blz. 259
TOETS BF1 u.c.;	* vermoeiing	u_C	0,78	0,84 [-] Volgens 9.8.1.4.2b blz. 259

TOETS BF1 u.c. op overbelasting; **OK**
 TOETS BF1 u.c. op vermoeiing; **OK**

Project : PoC IJmuiden		Onderdeel		Analyse bewegingswerk Voorontwerp Sectordeur 65m	
Flanksterkte					
Diameter steekcirkel	d_1, d_b	480	71.200	[mm]	
Tandentalverhouding	u	148,33		[-]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 263
* factor voor uitw. vertanding	$(u+1)/u$	1,01		[-]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 263
Factor voor flankspanning	K_H	1,20		[-]	Volgens 9.8.1.6 blz. 269
Drukhoek	α	20		[°]	Gebruikelijke waarde.
Tandhoek	β	0		[°]	
Geometriefactor	Z_H	1,76		[-]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 263
Repr. waarde van de elasticiteitsmodulus	$E_{equ,rep}$	210000	205000	[N/mm ²]	Volgens 9.1.2 tabel 19 blz. 173
Materiaalfactor	Z_M	269		[-]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 263
Contactspanning BF1	$\sigma_{H,V,rep}$	647		[N/mm ²]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 261
Contactspanning BF1	$\sigma_{H,O,rep}$	817		[N/mm ²]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 261
Contactsterkte	$f_{H,fat,rep}$	880	648	[N/mm ²]	Alleen voor vermoeiing (9.8.1.4.4a blz. 267).
TOETS BF1 u.c.; * vermoeiing	u_c	0,74	1,00	[-]	Volgens 9.8.1.4.4 blz. 265
TOETS BF1 u.c. op vermoeiing; <input type="text" value="OK"/>					
Contactspanning volgens $\sigma_{H,V,rep} \leq f_{H,fat,rep} * (Z_L * Z_R * Z_V / S_H)$					
Volgens 9.8.1.4.4 blz. 265					
Tandwielkast					
Rondsel | Tandwiel					
Reductiefactor op koppel		0,80		[-]	Volgens 9.8.1.4.4 blz. 253
Materiaal		500	300		
Maatgevende repr. koppel	$M_{o,i,S,rep}$	4,42E+07	6,43E+09	[Nm]	
Windbelasting	F14	3		[kN]	(verwaarloosbaar)
	M_{rep}	3,54E+07	5,14E+09	[Nm]	
Gereduceerde repr. kracht van koppel					
* vermoeiing	$F_{t,V,rep}$	147360		[N]	
Gereduceerde contactspanning	$\sigma_{H,V,rep:red}$	585		[N/mm ²]	Volgens 9.8.1.4.3 blz. 261
Contactsterkte voor $n \geq 120$ omw/min	$f_{H,fat,rep > 120}$	583	430	[N/mm ²]	Volgens 9.8.1.4.4a blz. 267
Veiligheidsfactor voor de contactspanning	S_H	1,20		[-]	Volgens 9.8.1.4.4 blz. 265
Product van viscositeits-/ ruwheids- en snelheidsfactor					
	$Z_L * Z_R * Z_V$	0,85		[-]	Volgens 9.8.1.4.4 blz. 267
TOETS u.c.; * vermoeiing	u_c	1,42	1,92	[-]	Deze toetsing moet volgens VOBB, maar is niet relevant vanwege toelaatbare contactspanning
TOETS u.c. op vermoeiing; <input type="text" value="NOT OK"/>					
Toets 2a.37.1 Loopwielen capaciteit					
Overbelasten					
Totaal optredende verticale kracht		388		[kN]	UGT belasting
Gegevens loopwielen:					
Materiaal loopwiel		GS60			
Toelaatbare spanning		850,0		[N/mm ²]	Laagst gekwalificeerde materiaal soort in tabel 5, blz. 46 van NEN6788
Diameter loopwiel	D	630		[mm]	
Lengte rol breedte	L_r	130		[mm]	
Radius wiel	r_r	5000		[mm]	
Factor	K	0,0001		[mm ⁻¹]	Volgens 16.2.1 van NEN6788:1995 blz. 46.
Elasticiteitsmodulus	$E_{equ,rep}$	205000		[N/mm ²]	
Contactspanning BF1	σ_{Hz}	336,7		[N/mm ²]	$\sigma_{Hz}^2 = 0.35 * E_{equ,rep} * K * \frac{F_{k;b}}{L_r}$
TOETS u.c.; * overbelasting		0,40		[-]	
TOETS u.c. op overbelasting; <input type="text" value="OK"/>					
Opgesteld:					Datum:
WST					15-12-2011
				Bladnummer:	Rev.:
				9	0,2

Project :

Zeetoeegang IJmuiden ID480

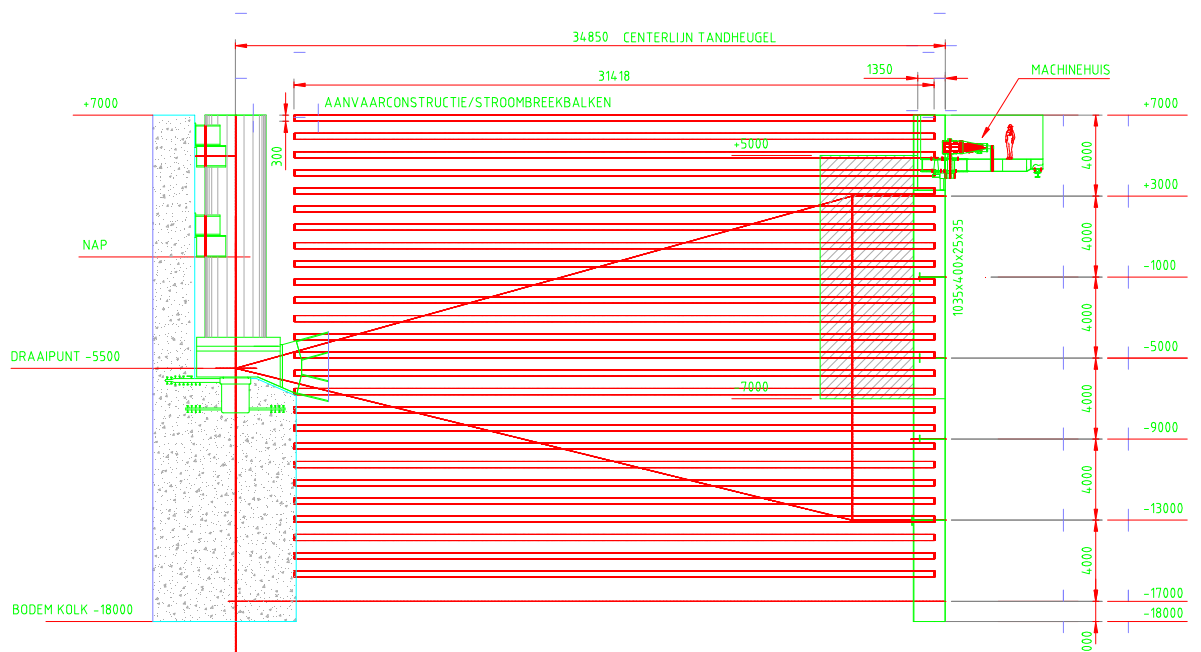
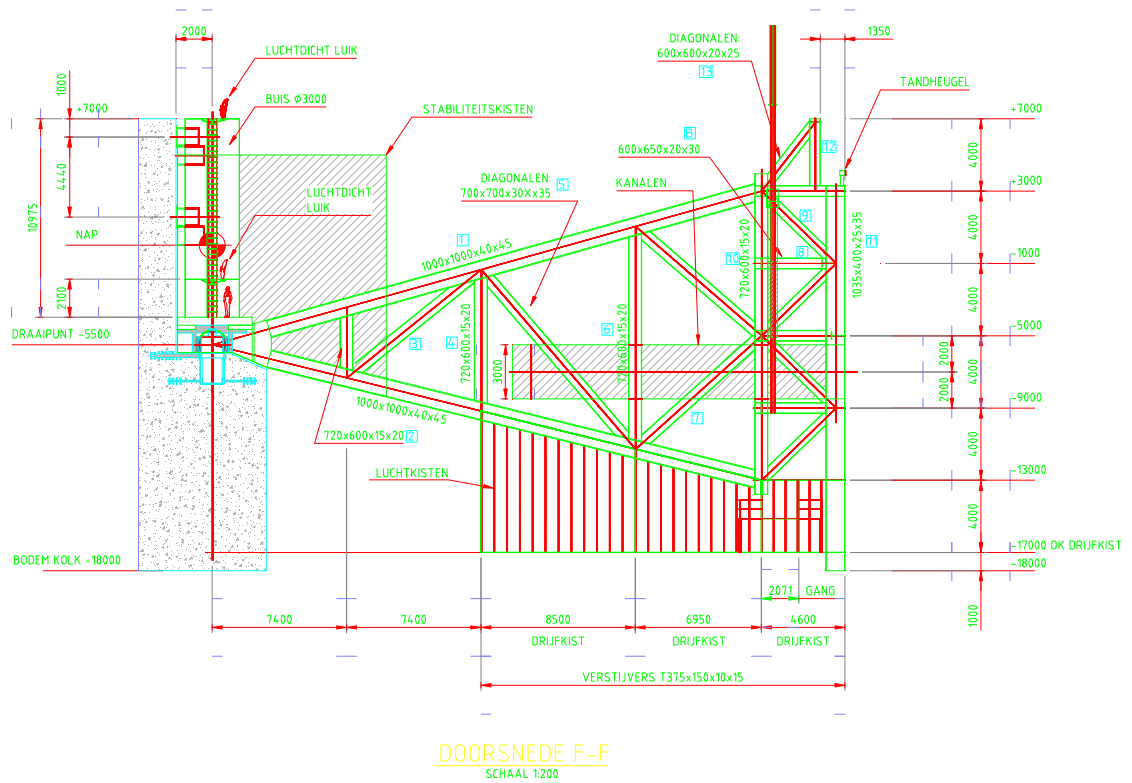


Onderdeel :

PoC Sectordeur

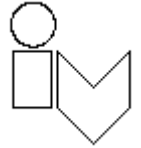
Stroomweerstand

Tekeningen



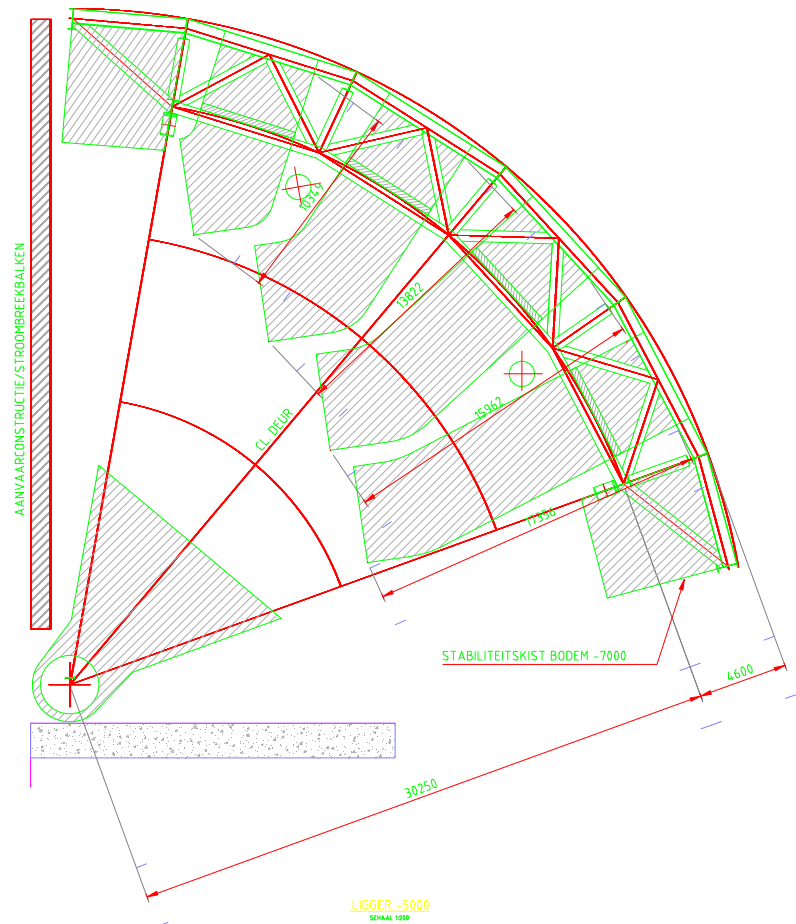
Project :

Zeetoeegang IJmuiden ID480



Onderdeel :

PoC Sectordeur



Algemene informatie

Dichtheid zoutwater:

$$\rho_{\text{zout}} := 1022 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Lengte deur:

$$l_{\text{deur}} := 48.542\text{m}$$

Level sluisvloer:

$$h_{\text{sluisvloer}} := -18\text{m}$$

Deur hoogte:

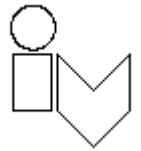
$$h_{\text{deur}} := 25\text{m}$$

Buiten straal deur:

$$R_{\text{deur}} := 34.85\text{m}$$

Reis snelheid:

$$v_r := 0.17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Berekening stroomweerstand

Profielen

Profielen:

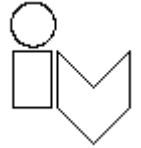
$\left(\begin{array}{c} P_{r.1} \\ P_{r.2} \\ P_{r.3} \\ P_{r.4} \\ P_{r.5} \\ P_{r.6} \\ P_{r.7} \\ P_{r.8} \\ P_{r.9} \\ P_{r.10} \\ P_{r.11} \\ P_{r.12} \\ P_{r.13} \end{array} \right)$

Lengte profielen:

$L_{pr} :=$	28.185	·m
	3.914	
	9.523	
	7.836	
	13.092	
	12.311	
	9.211	
	4.090	
	5.733	
	16	
	21	
	3.8	
	4.811	

Hoogte profielen:

$H_{pr} :=$	1	·m
	0.72	
	0.7	
	0.72	
	0.7	
	0.72	
	0.7	
	0.6	
	0.6	
	0.72	
	1.035	
	0.6	
	0.6	



Oppervlakte profielen:

$$A_{pr} := \overrightarrow{(L_{pr} \cdot H_{pr})}$$

$$A_{pr} = \text{[Table]} \cdot \text{m}^2$$

28.185
2.818
6.666
5.642
9.164
8.864
6.448
2.454
3.44
11.52
21.735
2.28
2.887

Stroom factor:

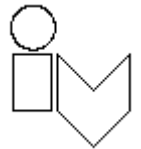
$$c_{pr} := \text{[Table]}$$

1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6
1.6

Aantal profielen:

$$n_{pr} := \text{[Table]}$$

4
2
2
2
2
2
2
4
8
8
2
1
2
2



Afstand draaipunt naar zwaartepunt profiel:

$e_{pr} :=$	15.125	$\cdot m$
	7.4	
	11.1	
	14.8	
	19.05	
	23.3	
	26.775	
	29.075	
	29.075	
	30.250	
	34.85	
	33.5	
	31.875	

Snelheid: $v_{pr} := v_r \frac{e_{pr}}{R_{deur}}$

$v_{pr} =$	0.074	$\frac{m}{s}$
	0.036	
	0.054	
	0.072	
	0.093	
	0.114	
	0.131	
	0.142	
	0.142	
	0.148	
	0.17	
	0.163	
	0.155	

Stuwdruk:

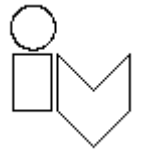
$$q_{w,pr} := 0.5 \cdot \rho_{zout} \cdot v_{pr}^2$$

$q_{w,pr} =$	2.782	
	0.666	
	1.498	
	2.663	
	4.413	
	6.601	
	8.717	Pa
	10.279	
	10.279	
	11.127	
	14.768	
	13.646	
	12.354	

Weerstand:

$$F_{pr} := \overrightarrow{(q_{w,pr} \cdot A_{pr} \cdot c_{pr} \cdot n_{pr})}$$

$F_{pr} =$	501.767	
	6.005	
	31.958	
	48.085	
	129.407	
	187.241	
	359.714	N
	322.877	
	452.58	
	410.172	
	513.568	
	99.561	
	114.117	



217.768
1.275
10.179
20.421
70.737
125.185
276.365
269.373
377.583
356.032
513.568
95.704
104.375

Aandrijving: $F_{\text{aandr.pr}} := \left(F_{\text{pr}} \cdot \frac{e_{\text{pr}}}{R_{\text{deur}}} \right)$ $F_{\text{aandr.pr}} =$ N

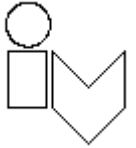
Totaal aandrijving: $F_{\text{tot.aandr.pr}} := \left(F_{\text{pr}} \cdot \frac{e_{\text{pr}}}{R_{\text{deur}}} \right) = 2.439 \cdot \text{kN}$

Profiel: verstijvers

Profielen: $\begin{pmatrix} vr_1 \\ vr_2 \\ vr_3 \\ vr_4 \\ vr_5 \\ vr_6 \end{pmatrix}$

Lengte profielen: $L_{\text{vr}} := \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$

Breedte profielen: $B_{\text{vr}} := \begin{pmatrix} 0.215 \\ 0.275 \\ 0.270 \\ 0.270 \\ 0.370 \\ 0.380 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$



Oppervlakte:

$$A_{vr} := \overrightarrow{(L_{vr} \cdot B_{vr})}$$

$$A_{vr} = \begin{pmatrix} 0.86 \\ 1.1 \\ 1.08 \\ 1.08 \\ 1.48 \\ 1.52 \end{pmatrix} \text{ m}^2$$

Stroom factor:

$$c_{vr} := \begin{pmatrix} 2.05 \\ 2.05 \\ 2.05 \\ 2.05 \\ 2.05 \\ 2.05 \end{pmatrix}$$

Aantal:

$$n_{vr} := \begin{pmatrix} 66 \\ 66 \\ 66 \\ 66 \\ 66 \\ 66 \end{pmatrix}$$

Afstand draaipunt naar
zwaartepunt profiel:

$$e_{vr} := \begin{pmatrix} 34.85 \\ 34.85 \\ 34.85 \\ 34.85 \\ 34.85 \\ 34.85 \end{pmatrix} \cdot \text{m}$$

Snelheid:

$$v_{vr} := v_r \frac{e_{vr}}{R_{deur}}$$

$$v_{vr} = \begin{pmatrix} 0.17 \\ 0.17 \\ 0.17 \\ 0.17 \\ 0.17 \\ 0.17 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Stuwdruk:

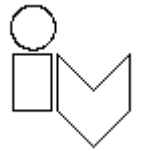
$$q_{w,vr} := 0.5 \cdot \rho_{zout} \cdot v_{vr}^2$$

$$q_{w,vr} = \begin{pmatrix} 14.768 \\ 14.768 \\ 14.768 \\ 14.768 \\ 14.768 \\ 14.768 \end{pmatrix} \text{ Pa}$$

Weerstand:

$$F_{vr} := \overrightarrow{(q_{w,vr} \cdot A_{vr} \cdot c_{vr} \cdot n_{vr})}$$

$$F_{vr} = \begin{pmatrix} 1.718 \\ 2.198 \\ 2.158 \\ 2.158 \\ 2.957 \\ 3.037 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$



Aandrijving: $F_{\text{aandr.vr}} := \left(F_{\text{vr}} \cdot \frac{e_{\text{vr}}}{R_{\text{deur}}} \right)$

$$F_{\text{aandr.vr}} = \begin{pmatrix} 1.718 \\ 2.198 \\ 2.158 \\ 2.158 \\ 2.957 \\ 3.037 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

Totaal aandrijving: $F_{\text{tot.aandr.vr}} := \left(F_{\text{vr}} \cdot \frac{e_{\text{vr}}}{R_{\text{deur}}} \right) = 14.226 \cdot \text{kN}$

Profiel: luchtkisten

Oppervlakte: $A_{\text{lu}} := 112.28 \text{m}^2$

Stroom factor: $c_{\text{lu}} := 1.6$

Aantal profielen: $n_{\text{lu}} := 1$

Afstand draaipunt naar zwaartepunt profiel: $e_{\text{lu}} := 24.825 \text{m}$

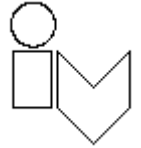
Snelheid: $v_{\text{lu}} := v_r \frac{e_{\text{lu}}}{R_{\text{deur}}} = 0.121 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Stuwdruk: $q_{\text{w.lu}} := 0.5 \cdot \rho_{\text{zout}} \cdot v_{\text{lu}}^2 = 7.494 \text{Pa}$

Weerstand: $F_{\text{lu}} := q_{\text{w.lu}} \cdot A_{\text{lu}} \cdot c_{\text{lu}} \cdot n_{\text{lu}} = 1.346 \cdot \text{kN}$

Aandrijving: $F_{\text{aandr.lu}} := F_{\text{lu}} \cdot \frac{e_{\text{lu}}}{R_{\text{deur}}} = 0.959 \cdot \text{kN}$

Totaal aandrijving: $F_{\text{tot.aandr.lu}} := F_{\text{aandr.lu}} = 0.959 \cdot \text{kN}$

Profiel: stabiliteitskisten

Profielen: $\begin{pmatrix} sb_1 \\ sb_2 \end{pmatrix}$

Oppervlakte: $A_{sb} := \begin{pmatrix} 100.05 \\ 54 \end{pmatrix} \cdot m^2$

Stroom factor:

$$c_{sb} := \begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.2 \end{pmatrix}$$

Aantal:

$$n_{sb} := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Afstand draaipunt naar
zwaartepunt profiel:

$$e_{sb} := \begin{pmatrix} 5.55 \\ 31.1 \end{pmatrix} \cdot m$$

Snelheid:

$$v_{sb} := v_r \frac{e_{sb}}{R_{deur}} = \begin{pmatrix} 0.027 \\ 0.152 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$$

Stuwdruk:

$$q_{w, sb} := 0.5 \cdot \rho_{zout} \cdot v_{sb}^2 = \begin{pmatrix} 0.375 \\ 11.761 \end{pmatrix} Pa$$

Weerstand:

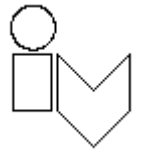
$$F_{sb} := \overrightarrow{(q_{w, sb} \cdot A_{sb} \cdot c_{sb} \cdot n_{sb})} = \begin{pmatrix} 0.045 \\ 1.524 \end{pmatrix} \cdot kN$$

Aandrijving:

$$F_{aandr, sb} := \overrightarrow{\left(F_{sb} \cdot \frac{e_{sb}}{R_{deur}} \right)} = \begin{pmatrix} 0.007 \\ 1.36 \end{pmatrix} \cdot kN$$

Totaal aandrijving:

$$F_{tot, aandr, sb} := \left(F_{sb} \cdot \frac{e_{sb}}{R_{deur}} \right) = 1.367 \cdot kN$$

Profiel: kanalen

Profielen:

$$\begin{pmatrix} ka_1 \\ ka_2 \\ ka_3 \\ ka_4 \end{pmatrix}$$

Oppervlakte:

$$A_{ka} := \begin{pmatrix} 31.047 \\ 41.466 \\ 47.886 \\ 52.068 \end{pmatrix} \cdot m^2$$

Stroom factor:

$$c_{ka} := \begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.2 \\ 1.2 \\ 1.2 \end{pmatrix}$$

Aantal:

$$n_{ka} := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Afstand draaipunt naar
zwaartepunt profiel:

$$e_{ka} := \begin{pmatrix} 29.444 \\ 27.584 \\ 26.348 \\ 25.496 \end{pmatrix} \cdot m$$

Snelheid:

$$v_{ka} := v_r \frac{e_{ka}}{R_{deur}} = \begin{pmatrix} 0.144 \\ 0.135 \\ 0.129 \\ 0.124 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$$

Stuwdruk:

$$q_{w,ka} := 0.5 \cdot \rho_{zout} \cdot v_{ka}^2 = \begin{pmatrix} 10.542 \\ 9.252 \\ 8.441 \\ 7.904 \end{pmatrix} Pa$$

Weerstand:

$$F_{ka} := \overrightarrow{(q_{w,ka} \cdot A_{ka} \cdot c_{ka} \cdot n_{ka})} = \begin{pmatrix} 0.393 \\ 0.46 \\ 0.485 \\ 0.494 \end{pmatrix} \cdot kN$$

Aandrijving:

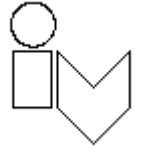
$$F_{aandr,ka} := \overrightarrow{\left(F_{ka} \cdot \frac{e_{ka}}{R_{deur}} \right)} = \begin{pmatrix} 0.332 \\ 0.364 \\ 0.367 \\ 0.361 \end{pmatrix} \cdot kN$$

Totaal aandrijving:

$$F_{tot.aandr,ka} := \overrightarrow{\left(F_{ka} \cdot \frac{e_{ka}}{R_{deur}} \right)} = 1.424 \cdot kN$$

Project :

Zeetoeegang IJmuiden ID480



Onderdeel :

PoC Sectordeur

Profiel: Stroombreekbalken

Oppervlakte: $A_{\text{stb}} := 9.425\text{m}^2$

Stroom factor: $c_{\text{stb}} := 1.6$

Aantal profielen: $n_{\text{stb}} := 26$

Afstand draaipunt naar zwaartepunt profiel: $e_{\text{stb}} := 18.584\text{m}$

Snelheid: $v_{\text{stb}} := v_r \frac{e_{\text{stb}}}{R_{\text{deur}}} = 0.091 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Stuwdruk: $q_{\text{w.stb}} := 0.5 \cdot \rho_{\text{zout}} \cdot v_{\text{stb}}^2 = 4.199\text{Pa}$

Weerstand: $F_{\text{stb}} := q_{\text{w.stb}} \cdot A_{\text{stb}} \cdot c_{\text{stb}} \cdot n_{\text{stb}} = 1.647\text{kN}$

Aandrijving: $F_{\text{aandr.stb}} := F_{\text{stb}} \cdot \frac{e_{\text{stb}}}{R_{\text{deur}}} = 0.878\text{kN}$

Totaal aandrijving: $F_{\text{tot.aandr.stb}} := F_{\text{aandr.stb}} = 0.878\text{kN}$

Totaal aandrijving sluis

$F_{\text{tot.sluis}} := F_{\text{tot.aandr.pr}} + F_{\text{tot.aandr.vr}} + F_{\text{tot.aandr.lu}} + F_{\text{tot.aandr.sb}} + F_{\text{tot.aandr.ka}} + F_{\text{tot.aandr.stb}}$

$F_{\text{tot.sluis}} = 21.294\text{kN}$

BIJLAGE 7.7

Berekening draaipunt

Project : INPA 100484 - Zeetoeegang IJmuiden PoC

Onderdeel : Draaipunt sectordeur



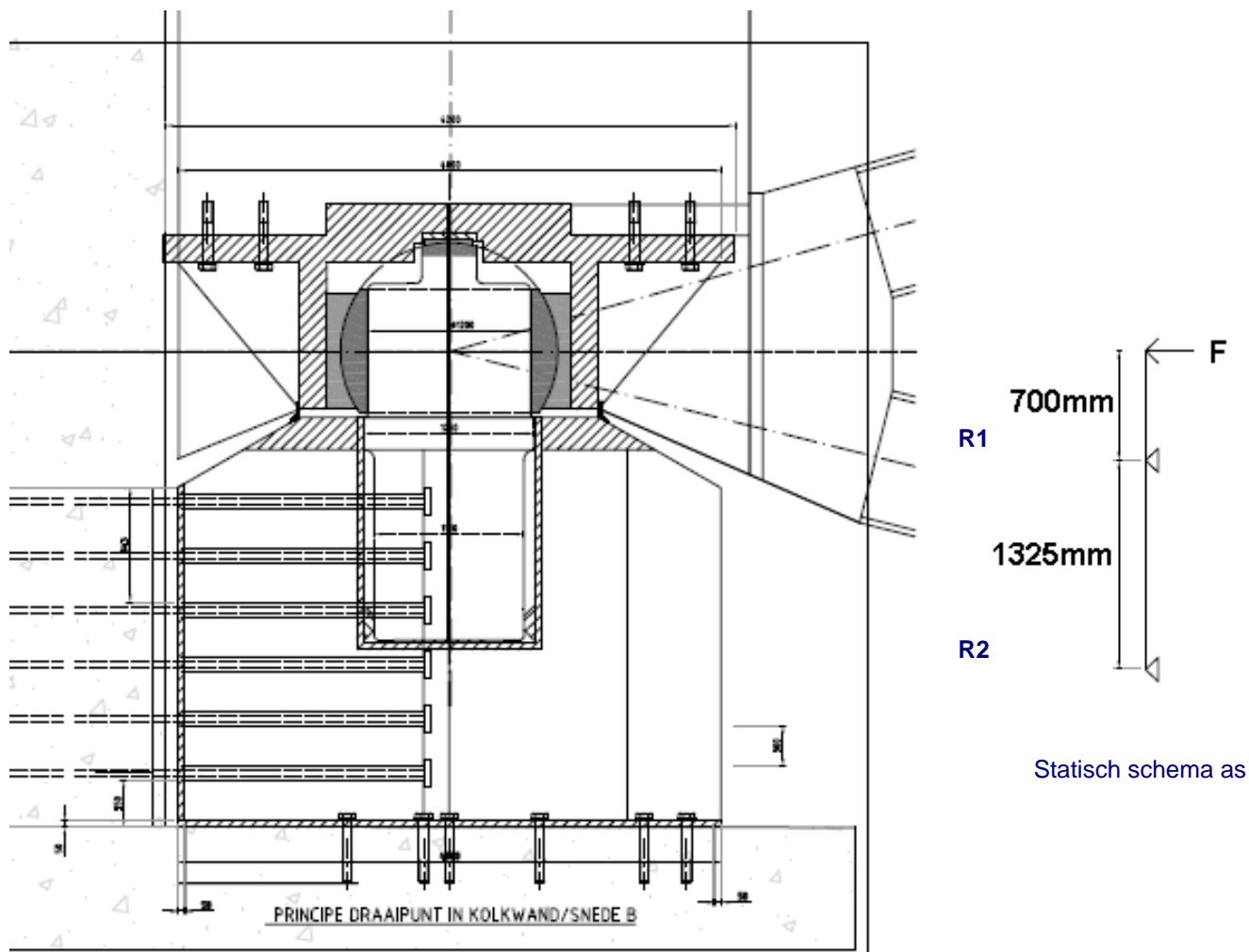
Sluis PoC: sectordeur

Berekening draaipunt

De berekening van het draaipunt omvat de volgende onderdelen:

- As berekening
- Reactiekrachten op taats (as-kom)
- Ankerstoelconstructie
- GEP lager
- Glijvlakken

Het draaipunt wordt voornamelijk horizontaal belast door de vervalbelasting.



Afbeelding: Principe doorsnede as, lager en stoel constructie



As berekening

Uitgangspunten voor de berekening

Krachten op het enkele draaipunt

$F_{dr.punt.ver.O.d.onderhoud} := 5597 \cdot kN$	"Overbelasten"	Max. verticale belasting tijdens onderhoud.
$F_{dr.punt.hor.O.d} := 118116 \cdot kN$	"Overbelasten"	Max. horizontale belasting bij max. pos. verval
$F_{dr.punt.ver.O.d} := 5641 \cdot kN$	"Overbelasten"	Max. verticale belasting bij max pos. verval

Materiaal pen-as

Materiaal 34CrMo6

$$f_{y.rep} := 440 \frac{N}{mm^2} \quad NEN6786 \quad d > 1000 \text{ mm} \quad \text{Geschat op basis extrapolatie van tabel 18 van 6786:2001}$$

$$\gamma_{m.y} := 1$$

$$f_{y.d} := \frac{f_{y.rep}}{\gamma_{m.y}} = 440 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{fat.b.rep} := 295 \frac{N}{mm^2} = 295.0000 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_{m.fat} := 1.2$$

$$f_{fat.t.c.rep} := 275 \frac{N}{mm^2} = 275.0000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{fat.v.rep} := \frac{f_{fat.t.c.rep}}{3^{0.5}} = 158.7713 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{fat.b.d} := \frac{f_{fat.b.rep}}{\gamma_{m.fat}} = 245.8333 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{fat.t.c.d} := \frac{f_{fat.t.c.rep}}{\gamma_{m.fat}} = 229.1667 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{fat.v.d} := \frac{f_{fat.v.rep}}{\gamma_{m.fat}} = 132.3094 \cdot \frac{N}{mm^2}$$



Toetsing As-pen

Benodigde gegevens

Hoogte as

$$h_{as.A} := 700\text{mm}$$

Diameter as

$$d_{as.A} := 1300\text{mm}$$

Oppervlak taats

$$A_{as.A} := \frac{\pi}{4} \cdot d_{as.A}^2 = 1327323 \cdot \text{mm}^2$$

Weerstandsmoment

$$W_{as.A} := \frac{\pi}{32} \cdot d_{as.A}^3 = 215689971 \cdot \text{mm}^3$$

Optredende belasting

$$M_{as.A} := h_{as.A} \cdot F_{dr.punt_hor_O_d} = 82681 \cdot \text{kNm} \quad \text{Ter plaatse van R1}$$

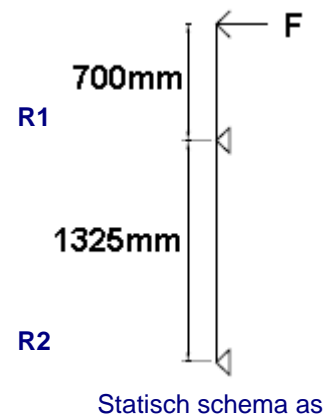
Optredende spanningen

$$\sigma_{d_as.A} := \frac{M_{as.A}}{W_{as.A}} + \frac{F_{dr.punt_ver_O_d}}{A_{as.A}} = 388 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{d_as.A} := \frac{F_{dr.punt_hor_O_d}}{A_{as.A}} = 89 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Ter plaatse van R1}$$

TOETS

$$uc_{taats.A} := \frac{\sqrt{\sigma_{d_as.A}^2 + 3 \cdot \tau_{d_as.A}^2}}{f_{y,d}} = 0.95$$





Taats (as-kom) berekening reactiekrachten

Toetsing as-kom horizontaal (lijnsparing)

$$\sigma_{\text{hz.GS60}} := 850 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Hetelfde geldt voor constructiestaal
S355

Afstand tussen oplegvlakken taats $l_{\text{taats}} := 1325 \text{ mm}$

Reactiekracht op taats bovenin $R1 := F_{\text{dr.punt_hor_O_d}} \cdot \frac{h_{\text{as.A}} + l_{\text{taats}}}{l_{\text{taats}}} = 180517 \cdot \text{kN}$

Reactiekracht op taats onderin $R2 := -F_{\text{dr.punt_hor_O_d}} + R1 = 62401 \cdot \text{kN}$

Benodigde gegevens

$$E_{\text{staal}} = 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

speling := 5mm

Tussen taats en as

Buitenstraal as

$$r_{\text{as.hor}} := \frac{d_{\text{as.A}}}{2} = 650 \cdot \text{mm}$$

Binnenstraal taats

$$r_{\text{taats.hor}} := \frac{d_{\text{as.A}} + \text{speling} \cdot 2}{2} = 655 \cdot \text{mm}$$

Lengte oplegvlak taats

$$L_{\text{oplegvlak}} := 200 \text{ mm}$$

ξ Factor K t.b.v. contactspanning

$$K_{\text{taats.hor}} := \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{r_{\text{as.hor}}} - \frac{1}{r_{\text{taats.hor}}} \right) = 0.0059 \cdot \text{m}^{-1}$$

LET OP : min bij bol tegen hol

Volgens
NEN6788:1995 16.2

Optredende spanningen

$$\sigma_{\text{hz_taats_hor}} := \sqrt{\frac{0.350 \cdot E_{\text{staal}} \cdot K_{\text{taats.hor}} \cdot R1}{L_{\text{oplegvlak}}}} = 624 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$u_{\text{taats_kap_h}} := \frac{\sigma_{\text{hz_taats_hor}}}{\sigma_{\text{hz.GS60}}} = 0.73$$

Zowel GS60 of S355 vodoet
hiermee.



Stoelconstructie

$F_{dr.punt_hor_O_d_neg.verval} := 33026 \cdot kN$ "Overbelasten" Max. horizontale belasting bij max. neg. verval

Voorspan staven die geactiveerd worden bij negatief verval.

Dywidag staven FEP 1230

Diameter

$$d_{dywidag} := 36mm$$

$$A_{s.dw} := 1018mm^2$$

$$f_{pu} := \frac{1230}{1.1} \frac{N}{mm^2}$$

Maximale spanning na verankering

$$\sigma_{pi} := 0.8 \cdot f_{pu} = 895 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Maximale kracht na verankering

$$F_{pi} := \sigma_{pi} \cdot A_{s.dw} = 911 \cdot kN$$

Benodige aantal staven

$$n_{dywidag} := \frac{F_{dr.punt_hor_O_d_neg.verval}}{F_{pi}} = 36$$

Neem 40 staven

Dywidag gegevens:

Afmeting anker 180x180

h.o.h. anker

$$a.x = 260mm$$

$$a.y = 230mm$$

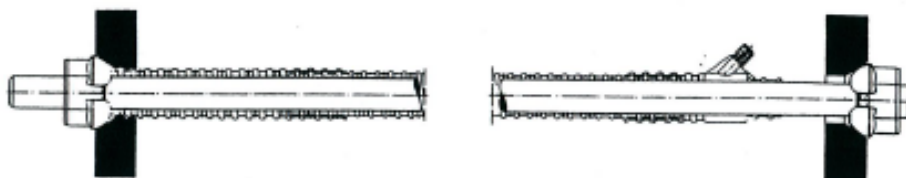
Randafstand

$$r_x = 150mm$$

$$r_y = 135mm$$

Omhullingsbuis

$$\text{diamater } 50mm$$

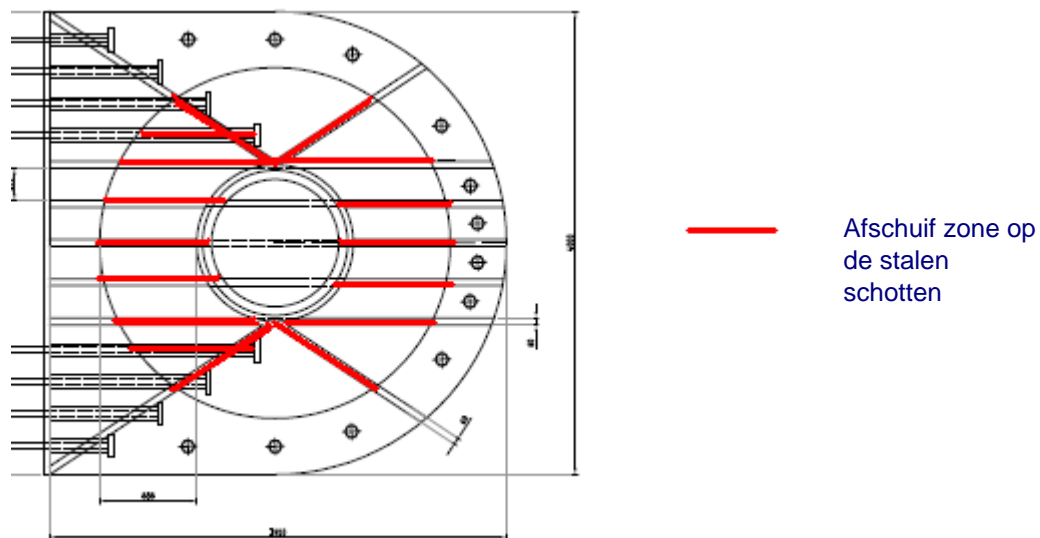
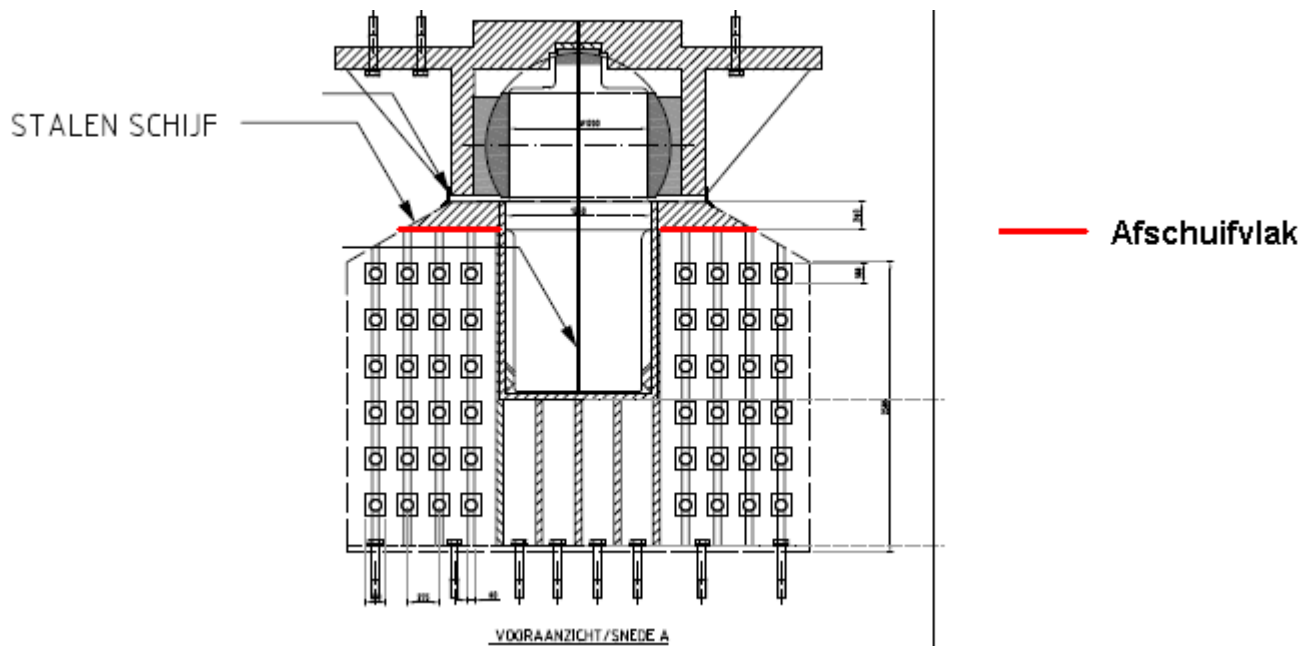


Afbeelding: Dywidagstaaf



Reactiekracht R1 op Staalconstructie

Er wordt een stalen schijf geplaatst ter plaatse van het bovenste oplegpunt van de as om zo de reactiekracht uit de as in te leiden via schuifkrachten in de stalen schotten.



Afbeeldingen: Doorsnede en bovenaanzicht staalconstructie

Schuiflengte $l_{\text{schuif}} := 16250\text{mm}$

Aantal schotten $n_{\text{schotten}} := 14$

$$f_{y.d.schotten} := 335 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Bij staalplaten $100 < t < 250\text{mm}$



Toelaatbare schuifspanning

$$\tau_{v,d} := \frac{f_{y,d, \text{schotten}}}{\sqrt{3}} = 193 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bij staalplaten 100 < t < 250 mm

Plaatdikte schotten

$$t_{\text{schotten}} := 60 \text{ mm}$$

Reactiekracht R1:

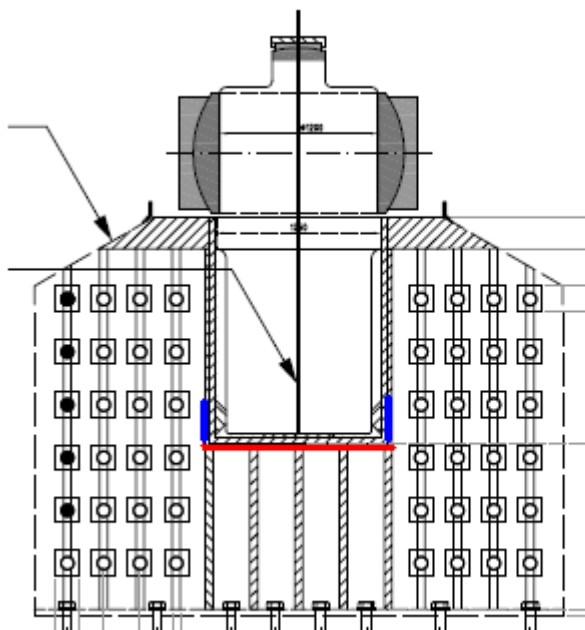
Afschuifspanning in schotten:

$$\tau_{\text{schot}} := \frac{R1}{l_{\text{schuif}} \cdot t_{\text{schotten}}} = 185 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$UC_{\text{schuif, schot, R1}} := \frac{\tau_{\text{schot}}}{\tau_{v,d}} = 0.96$$

Reactiekracht R2 op Staalconstructie

De onderste reactiekracht van as op de as-kom wordt opgenomen via schuifkrachten in de stalen schotten de cilindervormige kom en drukspanning in verticale schotten..



Afschuif zone reactiekracht R2

Oplegzone reactiekracht R2

Afbeelding: Doorsnede
staalconstructie

Afschuifzone lengte

$$l_{\text{schuif, R2}} := 3750 \text{ mm}$$

Over 5 schotten met een dikte van 60 mm

Schuifcapaciteit R2

$$\tau_{\text{cap, schuifzone, R2}} := l_{\text{schuif, R2}} \cdot t_{\text{schotten}} \cdot \tau_{v,d} = 43518 \cdot \text{kN}$$

Lengte oplegzone as

$$l_{\text{opleg, R2}} := 200 \text{ mm}$$

Aantal meewerkende schotten

$$n_{\text{schotten, R2}} := 10$$

$$\sigma_{\text{cap, druk, opleg, R2}} := f_{y,d, \text{schotten}} \cdot t_{\text{schotten}} \cdot l_{\text{opleg, R2}} \cdot n_{\text{schotten, R2}} = 40200 \cdot \text{kN}$$

Project : INPA 100484 - Zeetoeegang IJmuiden PoC

Onderdeel : Draaipunt sectordeur



Unity check krachtsafdracht R2:

$$UC_{R2} := \frac{R2}{\tau_{\text{cap.schuifzone.R2}} + \sigma_{\text{cap.druk.opleg.R2}}} = 0.75$$

Ankerplaten t.b.v dywidagstaven in beton

Ankerplaat afmeting $l_{\text{ankerplaat}} := 250\text{mm}$

$b_{\text{ankerplaat}} := 250\text{mm}$

Drukspanning in beton $\sigma_{\text{c.ankerplaat}} := \frac{F_{\text{pi}}}{l_{\text{ankerplaat}} \cdot b_{\text{ankerplaat}}} = 15 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

CHS omhullingsbuis voorspanstaven

Maximale kracht per voorspanstaaf

$$F_{\text{voersp.max}} := F_{\text{pi}} = 911 \cdot \text{kN}$$

Circuloar Hollow Section $d_{\text{chs}} := 114.3\text{mm}$

$t_{\text{chs}} := 10\text{mm}$

$A_{\text{s.chs}} := 3277\text{mm}^2$

Axiale spanning max.

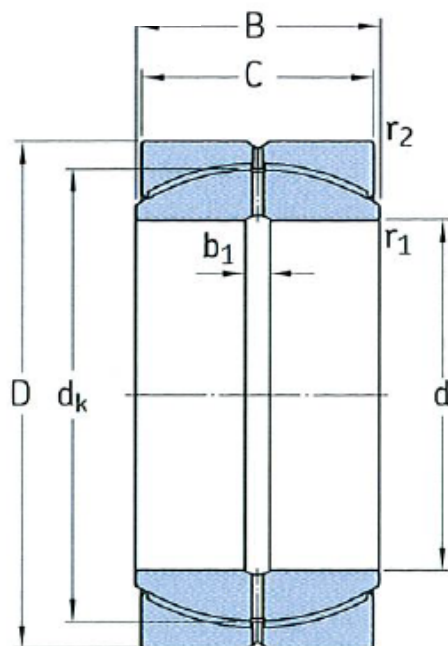
$$\sigma_{\text{s.chs}} := \frac{F_{\text{voersp.max}}}{A_{\text{s.chs}}} = 278 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$f_{\text{y.chs}} := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$UC_{\text{chs}} := \frac{\sigma_{\text{s.chs}}}{f_{\text{y.chs}}} = 0.78$$



GEP lager



Principe maatvoering legenda GEP lager principe

$$F_{\text{radiaal,max}} := F_{\text{dr.punt_hor}_O_d} = 118116 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{radiaal,normale.verval}} := 59458 \cdot \text{kN}$$

Maatvoering gekozen op GEP-F serie

GEP1300F als principe gekozen

Binnendiameter $d := 1300 \text{ mm}$

Buitendiameter $D := 1800 \text{ mm}$

Breedte buitenschaal $C := 950 \text{ mm}$

Bij benadering op basis van extrapolatie van tabellen tot GEP 1000F

Breedte binnenschaal $B := 1000 \text{ mm}$

Diameter lagerschaal $d_k := 0.9 \cdot D = 1620 \cdot \text{mm}$

Geprojecteerde oppervlakte lager:

$$l_{\text{geprojecteerd.GEP}} := \frac{\pi \cdot d_k}{2} = 2545 \cdot \text{mm}$$

$$h_{\text{geprojecteerd.GEP}} := 0.5 \cdot B = 500 \cdot \text{mm} \quad \text{Bij benadering.}$$

$$GEP_{\text{geprojecteerd.oppervlak}} := l_{\text{geprojecteerd.GEP}} \cdot h_{\text{geprojecteerd.GEP}} = 1272345 \cdot \text{mm}^2$$

Project : INPA 100484 - Zeetoeegang IJmuiden PoC

Onderdeel : Draaipunt sectordeur



Oplegdruk GEP lager

$$\sigma_{\text{opleg.max}} := \frac{F_{\text{radiaal.max}}}{GEP_{\text{geprojecteerd.oppervlak}}} = 93 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{Bij maximaal positief verval}$$

$$\sigma_{\text{opleg.normale.verval}} := \frac{F_{\text{radiaal.normale.verval}}}{GEP_{\text{geprojecteerd.oppervlak}}} = 47 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Glijvlak

Toetsing glijvlak verticaal

Benodigde gegevens

diameter glijvlak

$$d_{\text{glijvlak}} := 350 \text{ mm}$$

Oppervlak glijvlak geprojecteerd

$$A_{\text{glijvlak}} := \frac{\pi \cdot d_{\text{glijvlak}}^2}{4} = 96211 \cdot \text{mm}^2$$

Oplegspanning glijvlak

$$\sigma_{d,\text{glijvlak}} := \frac{F_{\text{dr.punt.ver.O.d.onderhoud}}}{A_{\text{glijvlak}}} = 58 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

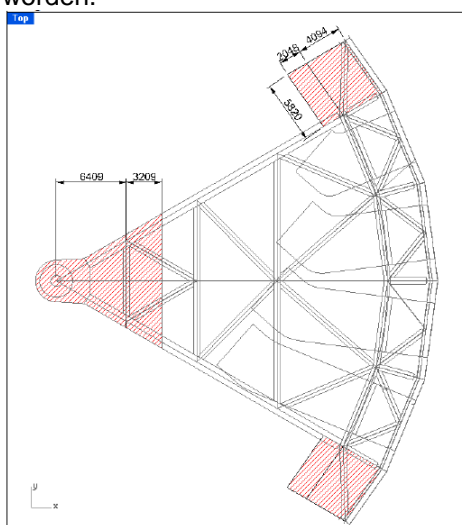
1 Uitwisselen sectordeur

1.1 Inleiding

De segmentdeuren zijn voorzien permanent aanwezige 'luchtkisten' onderin de constructie en 'drijflichamen' geïntegreerd in de waterlijn. De functie van de luchtkisten hiervan is tweeledig:

1. Het voorzien van oprijvend vermogen zodat de deuren opgedreven kunnen worden ten behoeve van drijvend installeren van de deur dan wel voor het transporteren naar een onderhoudslocatie. Om de deur na aanvaring ook drijfbaar te kunnen krijgen wordt er voldoende oprijfvolume gefaciliteerd en wordt de luchtkist gecompartmenteerd om het verlies in drijfvermogen te compenseren en weg te trimmen.
2. Het reduceren van het bedrijfsgewicht en daarmee het ontlasten van de belasting op de draai- en oplegpunten.

Voor het verkrijgen van drijfstabiliteit tijdens opdrijven en transport, zijn waterdoorsnijdende drijflichamen nodig. Er zijn drie drijflichamen opgenomen in de constructie in de uiterste hoeken van het segment. De ligging van de lichamen is hoog in de deur. De hoogte van de compartimenten zelf zijn zodanig dat ze bij elke waterstand waarbij de deur opgedreven dient te worden waterdoorsnijdend zijn. In normale bedrijfssituatie zouden deze lichamen, indien afgesloten, zorgen voor fluctuatie in oplegdruk. Daartoe worden er in de lichamen afsluitbare gaten voorzien. In de bedrijfssituatie communiceert het water in de tanks gewoon met het water daar buiten. De deur kan opgedreven worden door voor aanvang van dit proces de gaten af te sluiten en de tanks leeg te pompen. Het verkregen oprijvend vermogen van deze drijftanks samen met de lager gelegen luchtkamers zorgt voor het oprijvend vermogen van de deur tot een stabiel drijvende deur. De waterdoorsnijdende drijftanks zorgen voor het stabiel opdrijven van de constructie. Voor aanvang moet het ballast water in de luchtkamers onderin verpompt worden zodat het totale zwaartepunt van de constructie recht boven het totale oprijfpunt van de constructie ligt. In dit geval is een stabiele rechtopdrijvende deur verkregen. De deur dient zodanig geballast te worden dat in een oprijf operaties de drie drijflichamen droog gepompt zijn en de deur 2 meter omhoog komt om van het draaipunt gelicht te worden.



Figuur 1 Doorvloeiende drijfkisten



1.2 Berekeningen

Het opdrijvende vermogen van de sectordeur is gebaseerd op een vereenvoudigde stabiliteits berekening waaraan de volgende uitgangspunten aan ten grondslag liggen:

- Droog gewicht van de deur 2300 ton
- Hoogte drijfpunt van de drijftanks op ca. 14.5 NAP
- Stabiliteitscriterium GM (metacenter hoogte) $GM > 1$
- Onderkant drijfkisten -17 m NAP

Voor de stabiliteitsberekening van de sectordeur wordt verwezen naar bijlagen 5.2 en 5.3.



1.3 Planning wisselen deuren

Het uitgangspunt is dat de deur bij gepland onderhoud in open toestand (in de inkassing) wordt opgedreven t.b.v. het uitwisselen van de sectordeuren. Bij deze stand kan de deur plaatsvast (in het horizontale vlak) worden gehouden vanuit de kade (m.b.v.(mobiele) lieren) en de zoekerinrichting die op de verticale schacht en de kolkwand zijn bevestigd. Op deze positie in de inkassing is de sectordeur het minst onderhevig aan de heersende golfslag in het doorstroomprofiel van de sluiskolk.

Het uitwisselen van de deuren moet mogelijk zijn in twee scenarios:

- Regulier onderhoud: 2 deuren word uitgewisseld in 24 uur. Hierbij wordt aangenomen dat het demonteren en terug monteren van het brugdek op de sectordeur buiten deze 24uur wordt uitgevoerd.
- Calamiteit: 2 deuren dienen uitgewisseld te worden in 48 uur. Hierbij wordt aangenomen dat het demonteren brugdek binnen deze 48 uur wordt uitgevoerd omdat de deur met brugdek moeilijk stabiel is op te drijven. Het monteren van het brugdek op de reservedeur kan wel buiten 48u uitwisselings tijdblok worden uitgevoerd.

Regulier

Bij gepland onderhoud is er 24 uur beschikbaar om 2 deuren uit te wisselen. Het gereedmaken van het materieel geschiedt buiten het tijds kader van 24 uur. Dit betekent bijvoorbeeld dat de reservedeuren klaar staan in de buurt van de sluizen. Tevens wordt ervan uitgegaan dat er zoveel mogelijk parallel aan 2 deuren tegelijk de activiteiten worden ondernomen die nodig zijn voor het uisselen van de deuren. Parallele werkzaamheden uitvoeren aan 2 deuren vergt een verdubbeling aan inzet wat betreft personeel en materieel, echter betekent dit wel dat de beschikbare tijd per deur (voor uitdrijven deur en indrijven reserve deur) wordt geoptimaliseerd.

Er wordt een stappenplan gepresenteerd dat grofweg de benodigde stappen aangeeft om de deuren uit te wisselen.

Onderstaand stappenplan is gebaseerd op het uitgangspunt dat de deuren 1 en 2 als eerst worden verwijderd en vervolgens worden vervangen door reserve deuren 3 en 4. Alle werkzaamheden worden zoveel mogelijk parallel aan twee deuren tegelijk uitgevoerd.



Stapnr.	Deurnr.	Actie	Tijdsduur
1	Deur 1	Vorbereidende parallele handelingen:	
1A	Deur 1	In open stand aankoppelen van (mobiele) lieren voor horizontale borging sectordeur	
1B	Deur 1	Afkoppelen bewegingswerk: bouten losmaken van de ronselassen, excentrisch plaatsen van de ronsels, machinekamer uithijzen m.b.v. mobiele kraan	
1C	Deur 1	Demonteren verticale blokkerconstructie op de schacht	
1D	Deur 1	Activeren van de cilinder in de as t.b.v. eerste lossing van de as uit de kom	
			2 uur
2	Deur 1	Ballastverdeling inregelen drijfkisten onderin de deur t.b.v. verkrijgen neutrale drijfsituatie	1 uur
3	Deur 1	Afsluiten openingen in drijflichamen en verdere voorbereiding	1 uur
4	Deur 1	Gecontroleerd leegpompen van de drijfkisten. Geleidelijk en gebalanceerd ca. 2m laten opdrijven	2 uur
5	Deur 1	Aankoppelen sleepboten en laten vieren van lieren	1.5 uur
6	Deur 1	Deur uitdrijven uit inkassing naar midden van kolk	1 uur
7	Deur 1	Deur afvoeren.	1 uur
	Deur 1	Subtotaal (Stap 1 t/m 6)	9.5 uur
8	Deur 2	Subtotaal (Stap 1 t/m 6) op deur 2	9.5 uur*
	Deur 1/2	Overlaptijd t.b.v. parallel uitvoeren werkzaamheden	2 uur
8	Deur 3	Invaren deur in inkassing en in positie brengen m.b.v. zoekerinrichting	2 uur
9		Aankoppelen en borgen sectordeur middels (mobiele) lieren vanaf kolkwand en afkoppelen sleepboten	1.5 uur
11	Deur 3	Gecontroleerd vol laten lopen van de drijflichamen bovenin de deur. ca. 2m. op positie laten zakken.	2 uur
12	Deur 3	Openen afsluiters in drijflichamen etc.	1 uur
13	Deur 3	Ballast in luchtkisten pompen totdat de gewenste druk op het draaipunt is bereikt. Bedrijfsinstelling.	1 uur
14		Aankoppelen bewegingswerk en monteren blokkerconstructie op de schacht	2 uur
15	Deur 3	Subtotaal (Stap 8 t/m 12)	9.5 uur
16	Deur 4	Subtotaal (Stap 8 t/m 12) op deur 4	9.5 uur*
	Deur 3/4	Overlaptijd t.b.v. parallel uitvoeren werkzaamheden	2 uur
14	Deur 3 en 4	Testprogramma uitvoeren	1 uur
TOTAAL			24 uur

Tabel 1: Parallele stappenplan verwisseling sectordeuren 65 m

* = parallele werkzaamheden



Bovenstaand stappenplan vertaald zich in een doorlooptijd die geïllustreerd is als volgt:

	24hrs																													
	6hr						12hr						18hr						24hr											
Deur 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
Deur 2																														
Deur 3																														
Deur 4																														

Het voorbereidings-, ballastproces en uitdrijven van twee sectordeuren samen met het hele ballastproces kan vrijwel parallel aan elkaar plaatsvinden. Op deze wijze wordt de beschikbare tijd t.b.v. het uitwisselen van elke deur optimaal benut.

Calamiteiten

In geval van calamiteiten wordt een 48 uur tijdblok aangehouden om 2 deuren uit te wisselen inclusief het monteren en demonteren van het brugdek. Deze veronderstelling rust op het uitgangspunt dat er bij calamiteiten (die onverwachts optreden) extra voorbereidingstijd benodigd is om het personeel en materiaal in te schakelen en te mobiliseren. Tevens zal het demonteren en van het brugdek ook moeten plaatsvinden voordat de deur stabiel opdreven kan worden.

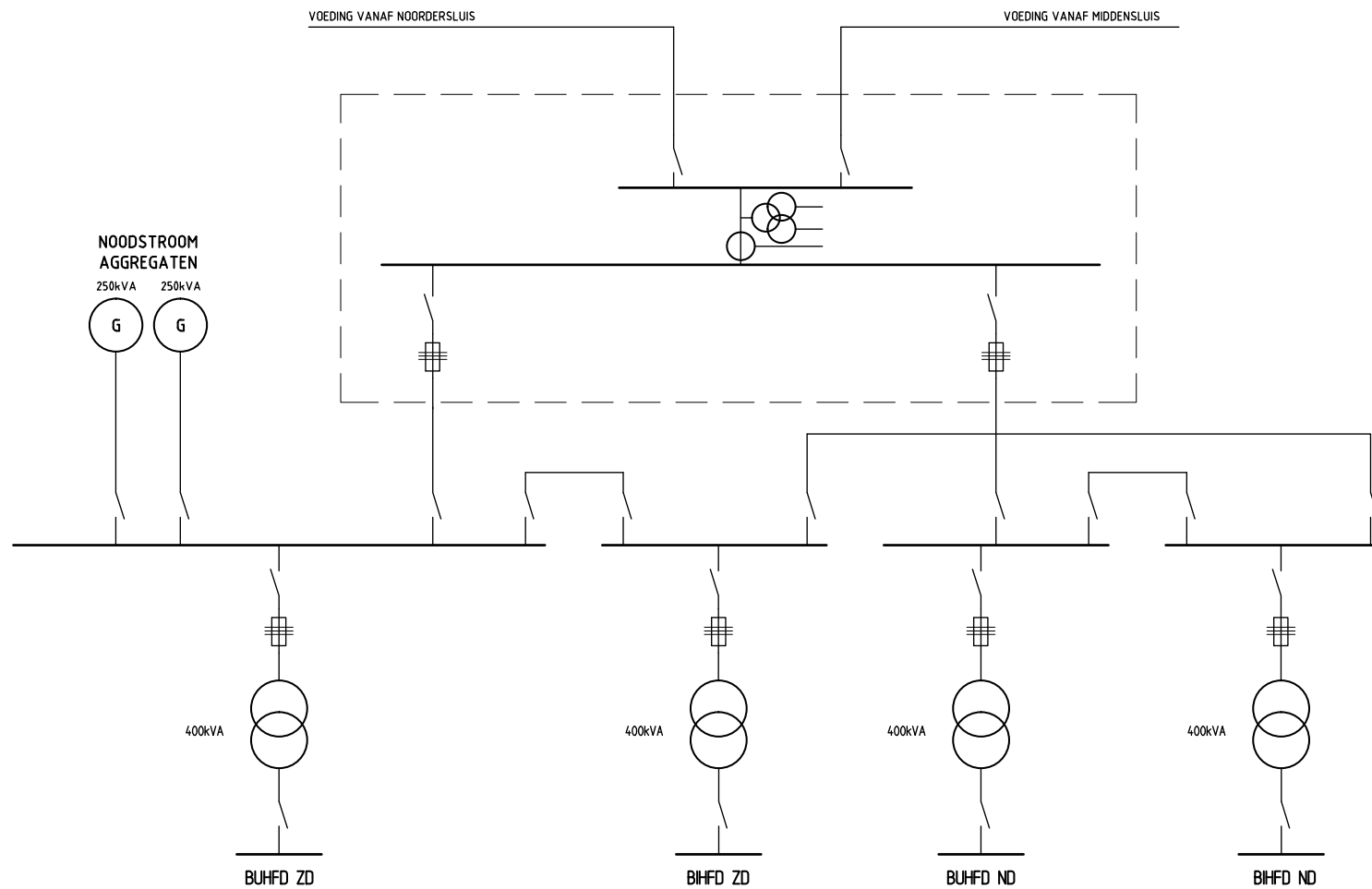
Het demonteren van het brugdek is haalbaar middels het inzetten van een bok die na het uithijzen ook als transportmiddel dient. Het brugdek kan in gehesen toestand aan de bok's *rigging* worden getransporteerd naar een nabije locatie buiten de inkassing en sluiskolk.

BIJLAGE 7.8

Uitwisselen sectordeur

BIJLAGE 8 Schema's Besturing en bediening

BIJLAGE 8.1 Tekening 58102 Grondschem



-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

REV.	DATUM	OMSCHRIJVING REVISIE	GETEKEND	GECONTR.	GEZIEN
------	-------	----------------------	----------	----------	--------

OPDR. GEVER **Rijkswaterstaat Noord Holland**

OMSCHR. / VERSIE: PROOF OF CONCEPT		PROJECTNR.	INPA 100484
DATUM: 02-11-2011	GECONTROLEERD: K.Gotz	TEKENINGNR.	58102
GETEKEND: W.Addink	GEZIEN: P.Kloet	BLADNR.	001
STATUS: concept	SCHAAL: nvt		
DEZE TEKENING IS EIGENDOM VAN ZONDER SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN DE EIGENAAR MAG DEZE OP GEENERLEI WIJZE WORDEN GECOPIEERD OF OPENBAAR GEMAAKT.		FORMAAT: A3	

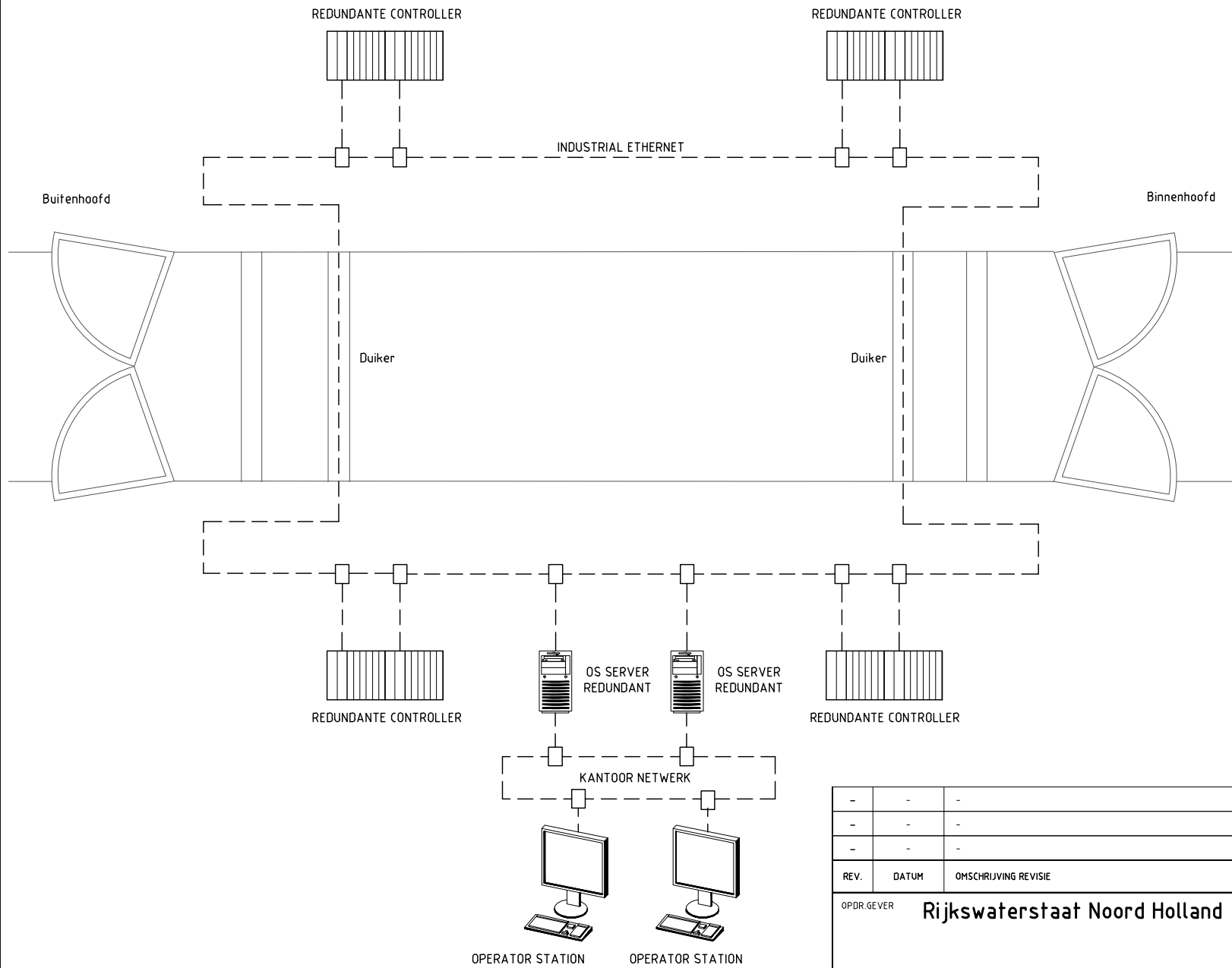
Iv-Infra



Iv-Infra b.v.
 Noordhoek 37
 3351 LD Papendrecht
 Postbus 1155
 3350 CD Papendrecht
 Nederland
 Tel. +31(0)78 644 81 11
 Fax +31(0)78 644 81 12
 www.iv-groep.nl

PROJECT **Nieuwe Zeetogang IJmuiden**
 ONDERDEEL **Grondschemas
 Subvariant sectordeuren**

BIJLAGE 8.2 Tekening 58302 Configuratieschema



--- = NETWERK VERBINDING
 □ = SWITCH

-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
REV.	DATUM	OMSCHRIJVING	REVISIE	GETEKEND	GECONTR.	GEZIEN	

OPDR. GEVER **Rijkswaterstaat Noord Holland**

Iv-Infra



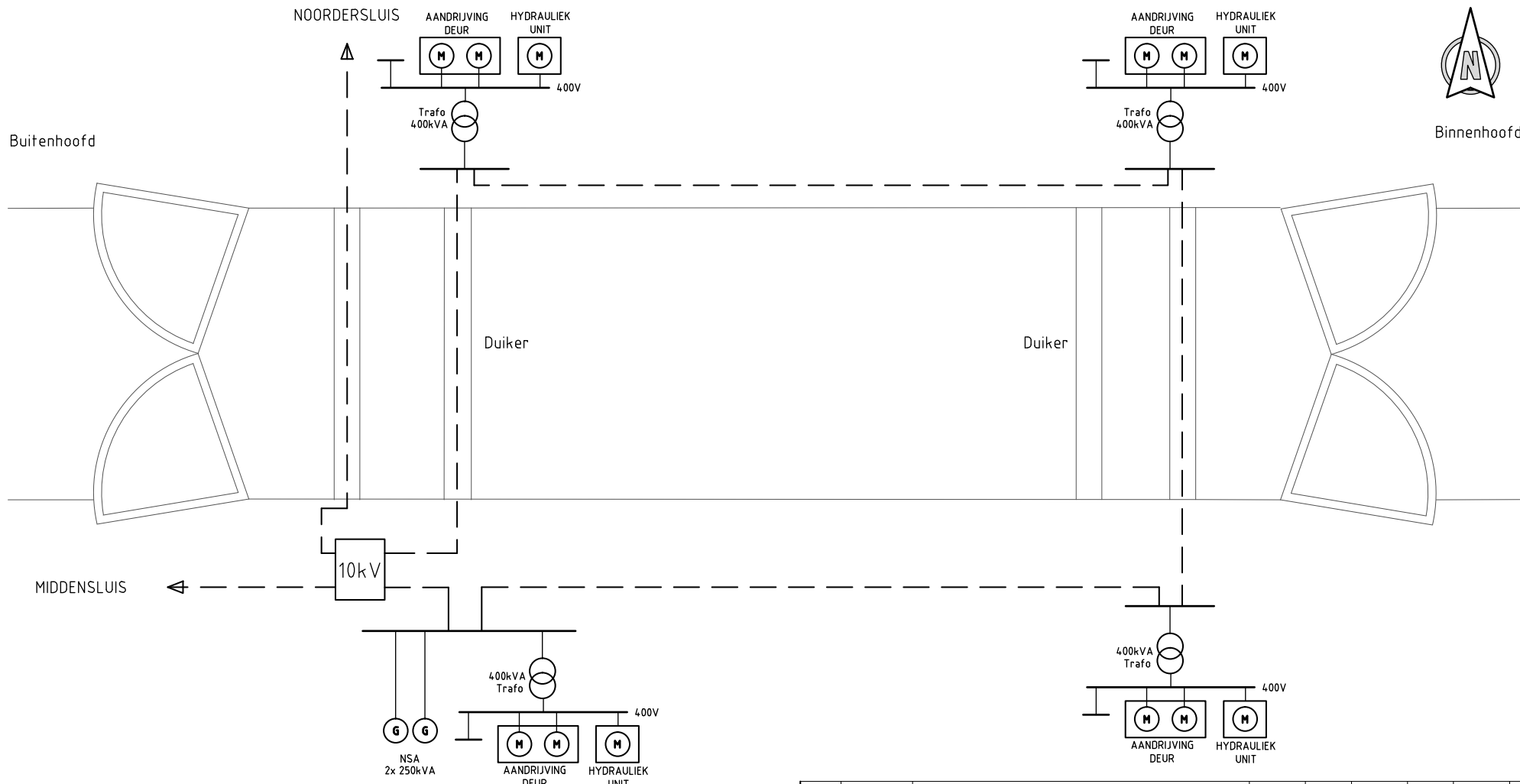
Iv-Infra b.v.
 Noordhoek 37
 3351 LD Papendrecht
 Postbus 1155
 3350 CD Papendrecht
 Nederland
 Tel. +31(0)78 644 81 11
 Fax +31(0)78 644 81 12
 www.iv-groep.nl

PROJECT **Nieuwe Zeetogang IJmuiden**
 ONDERDEEL **Configuratieschema**

OMSCHR. / VERSIE: **PROOF OF CONCEPT**
 DATUM: 01-11-2011
 GEKONTROLEERD: K.Gotz
 GETEKEND: W.Addink
 GEZIEN: P.Kloef
 STATUS: **concept**
 DEZE TEKENING IS EIGENDOM VAN
 ZONDER SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN DE EIGENAAR MAG DEZE
 OP GENEERLEI WIJZE WORDEN GECOPIEERD OF OPENBAAR GEMAAKT.
 FORMAAT: **A3**

PROJECTNR. **INPA100484**
 TEKENINGNR. **58302**
 BLADNR. **001**

BIJLAGE 8.3 Tekening 58402 Kabeltracé



-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
REV.	DATUM	OMSCHRIJVING REVISIE	GETEKEND	GECONTR.	GEZIEN

OPDR.GEVER **Rijkswaterstaat Noord Holland**

Iv-Infra

Iv-Infra b.v.
 Noordhoek 37
 3351 LD Papendrecht
 Postbus 1155
 3350 CD Papendrecht
 Nederland
 Tel. +31(0)78 644 81 11
 Fax +31(0)78 644 81 12
 www.iv-groep.nl

PROJECT **Nieuwe Zeetogang IJmuiden**

ONDERDEEL **Kabeltrace
Subvariant sectordeuren**

OMSCHR./ VERSIE: **PROOF OF CONCEPT**

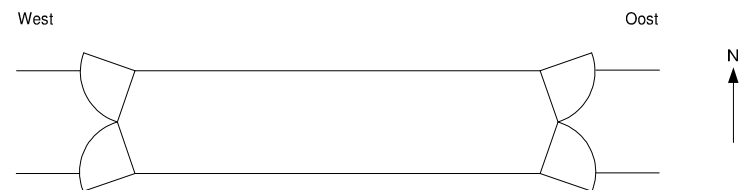
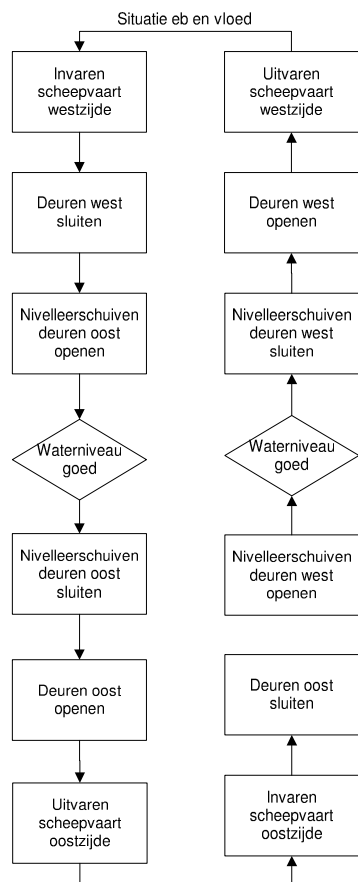
DATUM: 01-11-2011	GECONTROLEERD: K.Gotz
GETEKEND: W.Addink	GEZIEN: P.Kloef
STATUS: concept	SCHAAL: NVT
DEZE TEKENING IS EIGENDOM VAN ZONDER SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN DE EIGENAAR MAG DEZE OP GEENERLEI WIJZE WORDEN GECOPIEERD OF OPENBAAR GEMAAKT.	FORMAAT: A3

PROJECTNR. **INPA100484**

TEKENINGNR. **59402**

BLADNR. **001**

BIJLAGE 8.4 Tekening 58502 Flowdiagram



**Flowdiagram processtappen
PoC Nieuwe Zeesluis
Tekening: 58502**

Datum: 21-11-2011 Rev:0.1

BIJLAGE 9 Ontwerpberekeningen sluishoofd en drempel

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: (van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Stabiliteit Status*: _____Gewicht

Doorsnede van 800 + tot 1700 -

$$\text{vol-} A = 775 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 25 \text{ m} - 3 \cdot 2 \text{ m} = 19 \text{ m}$$

$$\text{leeg} A = 500 \text{ m}^2 \quad \text{zand} \quad h = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ m}$$

$$\text{vloer} A = 1275 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 3 \cdot 2 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$\text{beton } G = (775 \cdot 19 + 1275 \cdot 6) \cdot 25 = 559 \text{ MN}$$

$$\text{zand } G = (500 \cdot 13 \text{ m}) \cdot 18 = 117 \text{ MN}$$

Doorsnede van 1700- tot 3500 -

$$\text{vol} A = 1400 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 18 \text{ m} - 3 \cdot 2 - 4 = 8 \text{ m}$$

$$\text{leeg} A = 1000 \text{ m}^2 \quad \text{zand} \quad h = 4,5 + 3,5 = 8 \text{ m}$$

$$\text{vloer} A = 2400 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 3 \cdot 2 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Stijgand} A = 312 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 4 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$\text{beton } G = (1400 \cdot 8 + 2400 \cdot 6 + 312 \cdot 4) \cdot 25 = 671 \text{ MN}$$

$$\text{zand } G = (1000 \cdot 8 \text{ m}) \cdot 18 = 144 \text{ MN}$$

Extra wand

$$A = 35 \times 5 = 175 \text{ m}^2 \quad \text{beton} \quad h = 5 \text{ m}$$

$$\text{beton } G = 175 \cdot 5 \cdot 25 = 22 \text{ MN}$$

$$\text{Totaal} = 559 + 117 + 671 + 144 + 22 = 1513 \text{ MN}$$

$$= 630 \text{ kN/m}^2$$

(80%)

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 2 van: _____

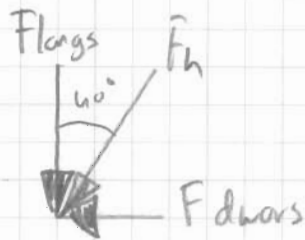
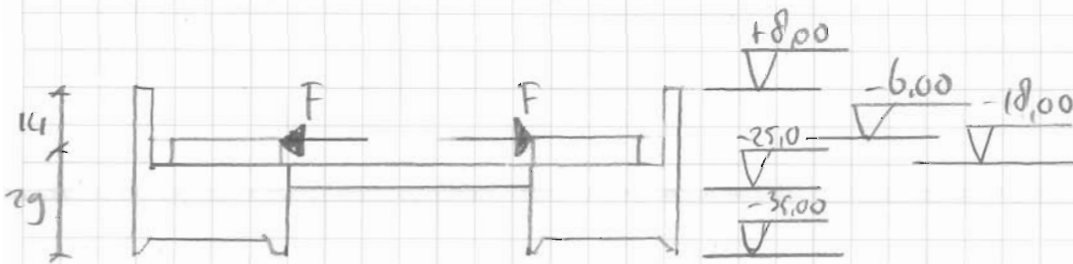
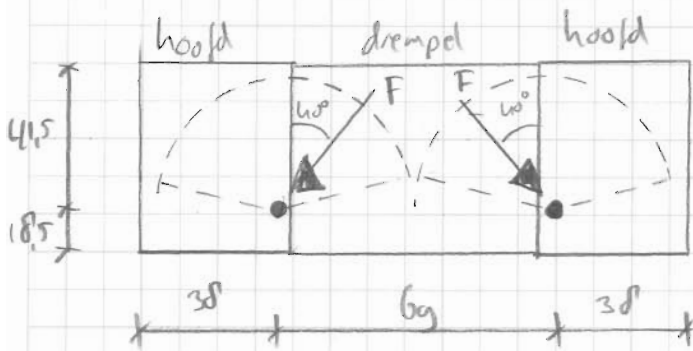
Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Spathrachten

Uit ber deur volgt : $F_h = 120860 \text{ U} - 30782 \text{ kN}$ (Exteen)
 voor normaal schuip $\alpha = 0,5$

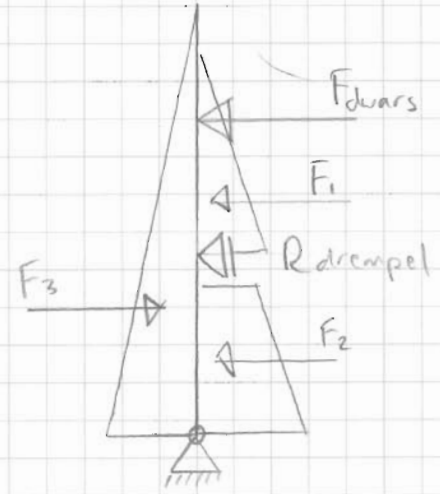
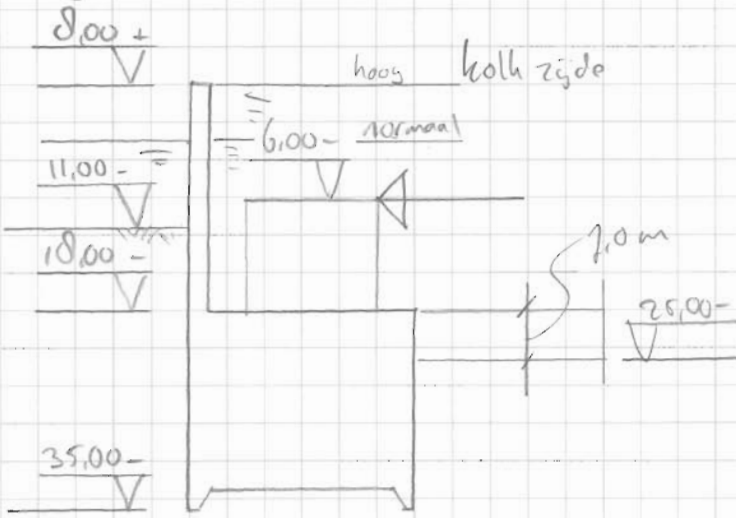


$$F_h \cdot \cos 40^\circ = F_{\text{flang}} = 92584 \text{ kN}$$

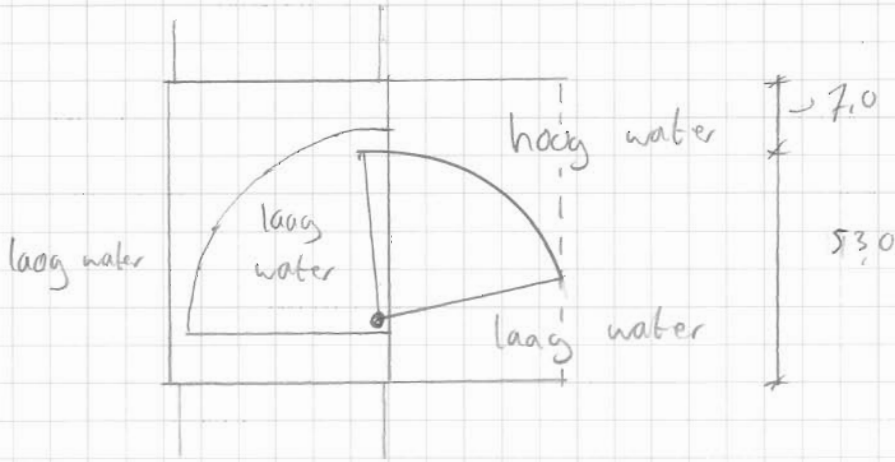
$$F_h \cdot \sin 40^\circ = F_{\text{dwars}} = 77687 \text{ kN}$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 3 van: _____
Opdrachtgever : _____ Eneeringsnr.: _____ Opsteller: _____
Project : _____ Autorisator: _____
Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Grond en waterdrukken



doorsnede



bovenopzicht

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 4 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Belastingen grond en water

- Bepaling F_1

waterdruk hoog water ($b = 7,0 \text{ m}$)

$$P_{\min} = 0$$

$$P_{\max} = (8,00 + 18,00) \cdot 10 = 260 \text{ kN/m}^2 \quad h = 26 \text{ m}$$

waterdruk laag water ($b = 43,0 \text{ m}$)

$$P_{\min} = 0$$

$$P_{\max} = (-0,90 + 18,00) \cdot 10 = 171 \text{ kN/m}^2 \quad h = 17,1 \text{ m}$$

$$F_{1:\text{rep}} = \left(\frac{0 + 260}{2} \right) \cdot 26 \text{ m} \cdot 7,0 \text{ m} + \left(\frac{0 + 171}{2} \right) \cdot 17,1 \text{ m} \cdot 43 \text{ m}$$

$$= 87 \text{ MN} = 1,74 \text{ MN/m}$$

$$\text{niveau} = \frac{26 \cdot 7 + 43 \cdot 17,1}{50} \cdot \frac{1}{3} + -17,00 = -12,1 \text{ m NAP}$$

- Bepaling F_2

waterdruk

$$P_{\min} = P_{\max} = (-25 - 35) \cdot 10 = 200 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\max} = (-0,4 + 35,0) \cdot 10 = 346 \text{ kN/m}^2$$

gronddruk

$$P_{\min} = 0$$

$$P_{\max} = 10 \text{ m} \cdot (70 - 10) \cdot 0,5 = 50 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{2:\text{rep}} = \left(\frac{200 + 346}{2} \right) \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 10$$

$$= 161 \text{ MN} = 3,21 \text{ MN/m}$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 5 van: _____

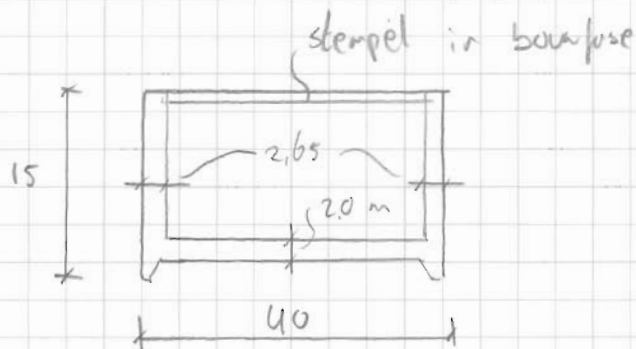
Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Gewicht Bouwase

Uitgangspunt : Heffschip 8000 ton = 80 MN



Gewicht

- wanden = $(15\text{m} - 4\text{m} - 2\text{m}) \cdot 2,65\text{m} \cdot 2 = 47,1 \text{ m}^2/\text{m}$
- Snijranden = $\frac{(0,75\text{m} + 2,5\text{m})}{2} \cdot 4\text{m} \cdot 2 = 13,0 \text{ m}^2/\text{m}$
- vloer = $2,0\text{m} \cdot 40\text{m} = 80 \text{ m}^2/\text{m}$

$\underline{\quad\quad\quad} +$
 $140,1 \text{ m}^2/\text{m}$

$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

$G = 3,5 \text{ MN/m}$
 $L = 60 \text{ m}$

} $229,1 \text{ m}$

kies 3 elementen 20 m (90 MN per stuk)

ruimte over voor :- meer afbouw voor plaatsig
- tussen wanden

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 6 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp: Krachten bij oplegging Status*: _____

- Uit Scia volgt dat: - onder $M_d = 1271850 \text{ kNm}$
 grondvlak $R_d = 15780 \text{ kN}$

Dit geeft aan spanning op grondvlak

$$\sigma = \frac{M_d}{W} + \frac{R_d}{A}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot b_0 \cdot h_0^2$$

$$A = b_0 \cdot h_0$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma = \frac{M_d}{W} + \frac{R_d}{A} \\ W = \frac{1}{6} \cdot b_0 \cdot h_0^2 \\ A = b_0 \cdot h_0 \end{array} \right\} \sigma = 79,5 + 6,6 = 86 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toelaatbaar} = N_d \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \phi\right) = 0,9 \cdot 580 \cdot 0,36 = 190 \text{ kN/m}^2$$

Voldoet

en minder zandvalling

- Bij drempel

$$M_d = 1726366 \text{ kNm}$$

$$R_d = 2224 \text{ kN}$$

toetsing zie verderop in berekening drempel

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



1. Contents

1. Contents	1
2. Inleiding	2
3. Input	2
3.1. Project	2
3.2. Toelichting model	2
3.3. Analysis model	3
3.4. Analysis model (vloeren)	3
3.5. Analysis model (buitenwanden)	4
3.6. Analysis model (buiten en binnenwanden)	4
3.7. Materials	5
3.8. Subsoils	5
3.9. Load cases	5
3.10. Combinations	5
3.11. Nonlinear combinations	5
3.12. Result classes	6
3.13. Solver and mesh setup	6
3.14. Opleggingen	7
3.15. Surface supports on surface	7
3.16. Line supports on 2D member edge	7
3.17. Forces on surface	7
3.18. Generated free loads	8
3.19. Free surface load	9
3.20. LC1 Eigen gewicht	10
3.21. LC2 Waterdruk positief	11
3.22. LC2 Waterdruk positief	11
3.23. LC2 Waterdruk positief	12
3.24. LC3 Waterdruk negatief	12
3.25. LC3 Waterdruk negatief	13
3.26. LC3 Waterdruk negatief	13
3.27. LC4 Gronddruk positief	14
3.28. LC4 Gronddruk positief	14
3.29. LC5 Gronddruk negatief	15
3.30. LC6 Spatkrachten	15
4. Output	16
4.1. Reactiekrachten drempel NC1	16
4.2. Reactiekrachten drempel NC2	16
4.3. Reactiekrachten drempel NC3	17
4.4. Reactiekrachten drempel NC4	17
4.5. Oplegspanning NC1	18
4.6. Oplegspanning NC2	18
4.7. Oplegspanning NC3	19
4.8. Oplegspanning NC4	19
4.9. Resulterende krachten in oplegging grondvlak (NC3)	20
4.10. Resulterende krachten in drempel (NC4)	20
4.11. Verplaatsingen Uz	21
4.12. Verplaatsingen Ux	21
4.13. Verplaatsingen Uy	22

Project	Zeetogang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



2. Inleiding

In dit document zijn de input en de output van de 3D EEM berekening voor het sluishoofd van de sector deuren weergegeven. Dit model is gemaakt om te toetsen of de oplegspanningen en verplaatsingen van het hoofd niet groot zijn. Tevens zijn de krachten in de drempel berekend. De toetsing van locale onderdelen van het hoofd, zoals wanden en vloeren, is handmatig gedaan.

3. Input

3.1. Project

Licence name	DHV
National code	NEN
Structure	General XYZ
No. of nodes :	223
No. of beams :	0
No. of slabs :	93
No. of used profiles :	0
No. of load cases :	6
No. of used materials :	1
Project filename	stabiliteit_3D_2.esa
Project file path	\\Intra.local\projectroot\Projects_WA_AMF\LW2\BA3334-100-100\04 Projectgegevens\04 POC\working_docs\VO\Variant 1\Sluishoofd\
Project	Zeetogang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd
Author	-
Date	12. 12. 2011
Acceleration of gravity [m/sec²]	9.810
Version	Scia Engineer 10.0.408
Functionality	Subsoil Nonlinearity Support nonlinearity
Combi description	Load combination factors : Gamma f;g - fund. combi 2 1.35 Gamma f;g - fund. combi 1 1.20 Gamma f;g - favourable 0.90 Gamma f;q 1.50 Service life 50 NEN - moment factor 0.50 Model factor 'Pond load' 1.30

3.2. Toelichting model

Het sluishoofd is al volgt geschematiseerd:

De wanden en vloeren zijn met de werkelijk dikte ingevoerd. Alle onderdelen zijn momentvast met elkaar verbonden. De opleggingen zijn als volgt gemodelleerd:

- in de x richting worden de krachten opgenomen door wrijving met de grond (onderkant hoofd) en de drempel. Dit is gemodelleerd met vaste steunpunten.
- in de y richting worden de krachten opgenomen door wrijving met de grond. Hier is een stijve veer gemodelleerd.
- in de z richting worden de krachten opgenomen door een verende oplegging (soil) met een stijfheid van 40 MN/m².

Er is een grof net gebruikt (elementen 2 x 2 meter) zodat de rekentijd beperkt blijft. Dit net wordt fijn genoeg geacht om de verplaatsingen en spanningen met de grond te bepalen.

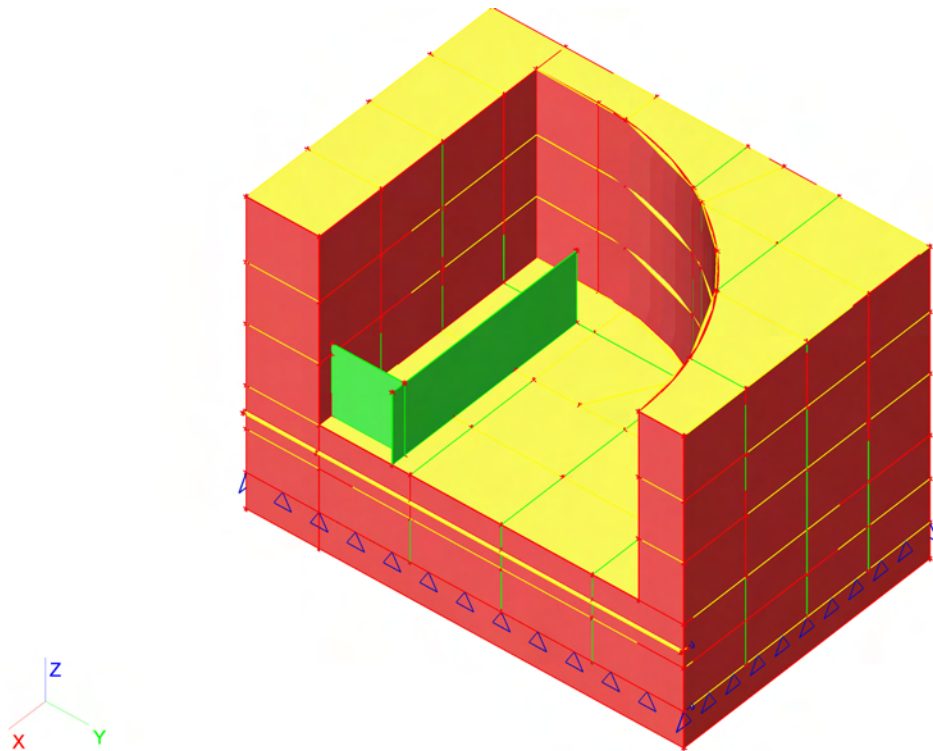
Author	-	Date	12. 12. 2011
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number	2

Project	
Part	
Description	

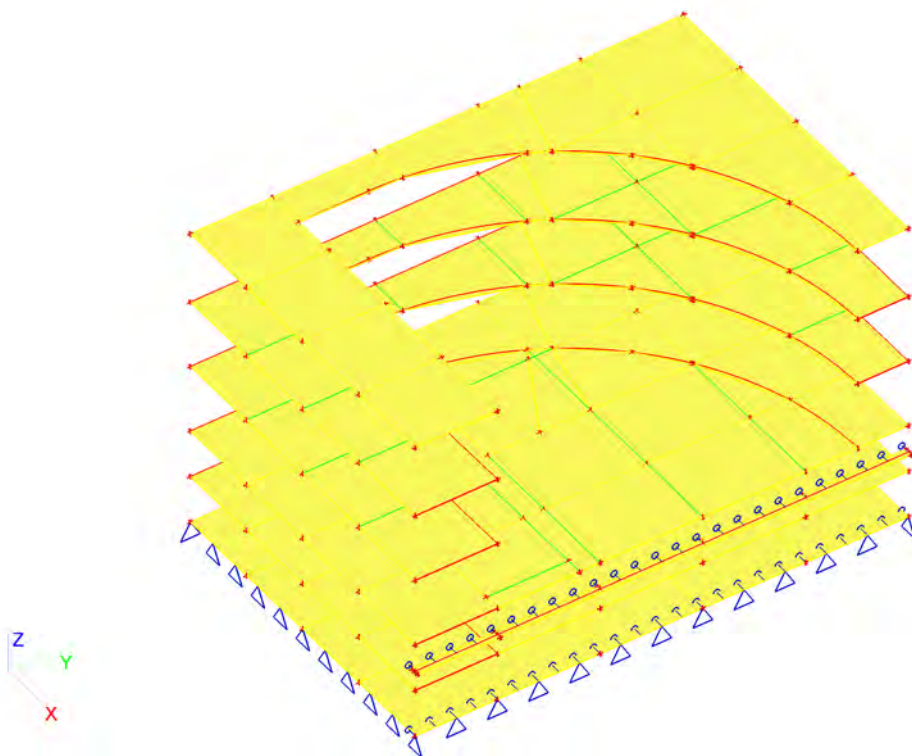
Zeetoeegang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



3.3. Analysis model



3.4. Analysis model (vloeren)

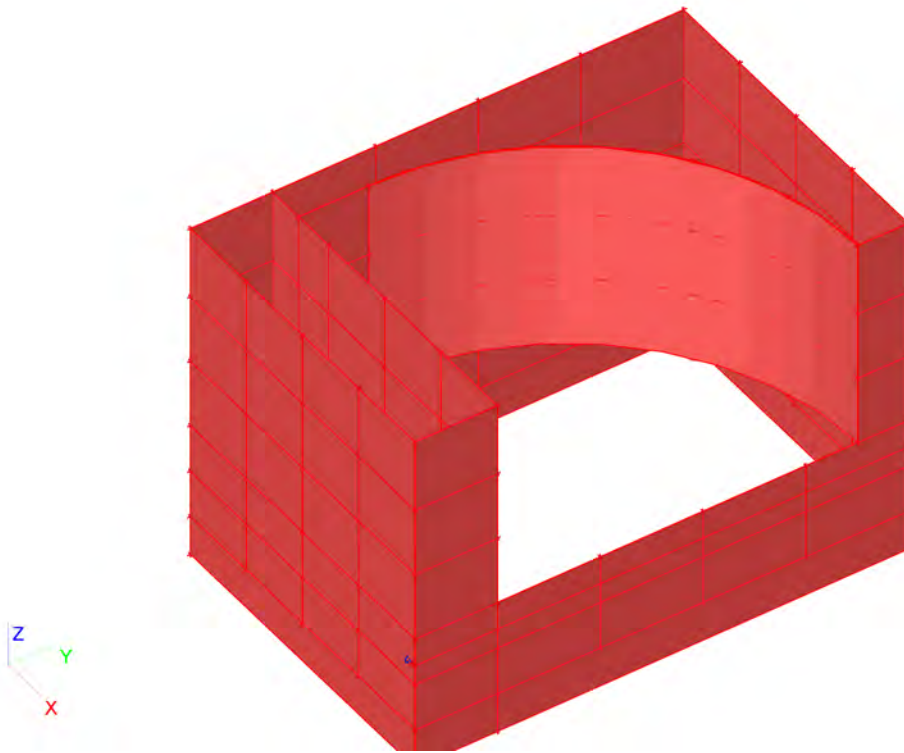


Project	
Part	
Description	

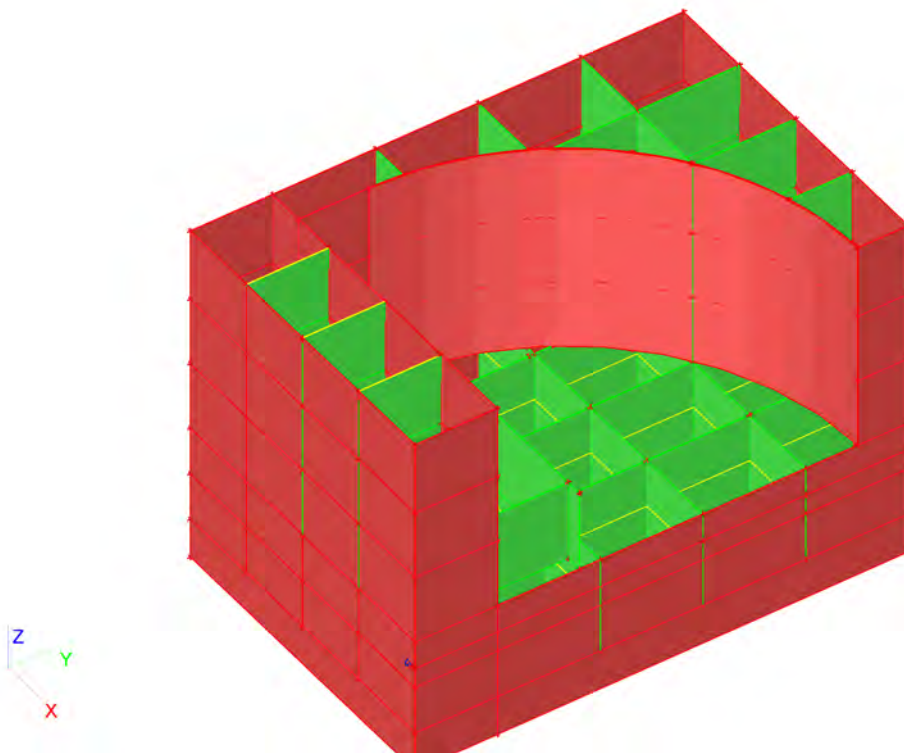
Zeetoeegang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



3.5. Analysis model (buitenwanden)



3.6. Analysis model (buiten en binnenwanden)



Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



3.7. Materials

Type	Concrete
Name	C28/35
Thermal exp [m/mK]	0.01e-003
Unit mass [kg/m³]	2500.00
E mod [MPa]	3.1000e+04
Poisson - nu	0.2
Independent G modulus	×
G mod [MPa]	1.2917e+04
Characteristic cube compression strength (f'ck) [MPa]	35.00
Mean tensile strength [MPa]	2.80
Cement class	32.5
User-defined tensile strength (fbrep)	×
Representative tensile strength (fbrep) [MPa]	1.96
Design compression strength (f'b) [MPa]	21.00
Design tensile strength (fb) [MPa]	1.40
Mean tensile strength (fbm) [MPa]	2.74
Measured values of mean compressive strength (influence of ageing)	×

3.8. Subsoils

Name	C1x [MN/m³]	C1y [MN/m³]	Stiffness [MN/m³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Sand/Clean/Stiff	0.0000e+00	2.0000e+04	4.0000e+01	0.0000e+00	0.0000e+00

3.9. Load cases

Name	Description	Action type	LoadGroup	Load type
LC1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	Standard
LC2	Waterdruk positief	Permanent	LG1	Standard
LC3	Waterdruk negatief	Permanent	LG1	Standard
LC4	Gronddruk positief	Permanent	LG1	Standard
LC5	Gronddruk negatief	Permanent	LG1	Standard
LC6	Spatkrachten	Permanent	LG1	Standard

3.10. Combinations

Name	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO1	Linear - serviceability	LC1 - Eigen gewicht	1.00
		LC2 - Waterdruk positief	1.00
		LC3 - Waterdruk negatief	1.00
		LC4 - Gronddruk positief	1.00
		LC5 - Gronddruk negatief	1.00
		LC6 - Spatkrachten	1.00

3.11. Nonlinear combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
NC1	BGT extreem	Serviceability	LC1 - Eigen gewicht	1.00
			LC2 - Waterdruk positief	1.00
			LC3 - Waterdruk negatief	1.00
			LC4 - Gronddruk positief	1.00
			LC5 - Gronddruk negatief	1.00
			LC6 - Spatkrachten	0.90

Author	-	Date
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
NC2	BGT normaal	Serviceability	LC1 - Eigen gewicht	1.00
			LC2 - Waterdruk positief	1.00
			LC3 - Waterdruk negatief	1.00
			LC4 - Gronddruk positief	1.00
			LC5 - Gronddruk negatief	1.00
			LC6 - Spatkrachten	0.45
NC3	UGT extreem	Ultimate	LC1 - Eigen gewicht	0.90
			LC2 - Waterdruk positief	0.90
			LC3 - Waterdruk negatief	1.10
			LC4 - Gronddruk positief	0.90
			LC5 - Gronddruk negatief	1.10
			LC6 - Spatkrachten	1.00
NC4	UGT normaal	Ultimate	LC1 - Eigen gewicht	0.90
			LC2 - Waterdruk positief	0.90
			LC3 - Waterdruk negatief	1.10
			LC4 - Gronddruk positief	0.90
			LC5 - Gronddruk negatief	1.10
			LC6 - Spatkrachten	0.50

3.12. Result classes

Name	List
All SLS	CO1 - Linear - serviceability
ULS	NC3
	NC4

3.13. Solver and mesh setup

Advanced solver options	x
Neglect shear force deformation ($A_y, A_z \gg A$)	x
Division on haunches and arbitrary members	5
Apply the nodal refinement	No members
Bending theory of plate/shell analysis	Mindlin
Type of solver	Direct
Number of thicknesses of rib plate	20
Number of sections on average member	10
Maximal acceptable translation [mm]	1000.0
Maximal acceptable rotation [mrad]	100.0
Maximum iterations	20
Minimal distance between two points [m]	0.001
Average size of 2D element/curved element [m]	2.000
Average number of tiles of 1D element	1
Minimal length of beam element [m]	0.100
Maximal length of beam element [m]	100.000
Average size of cables, tendons, elements on subsoil, nonlinear soil spring [m]	1.000
Generation of nodes in connections of beam elements	✓
Generation of nodes under concentrated loads on beam elements	✓
Generation of eccentric elements on members with variable height	x
To generate predefined mesh	✓
To smooth the border of predefined mesh	x
Maximal out of plane angle of a quadrilateral [mrad]	30.0
Predefined mesh ratio	1.5
Coefficient for reinforcement	1
Hanging nodes for prestressing	✓

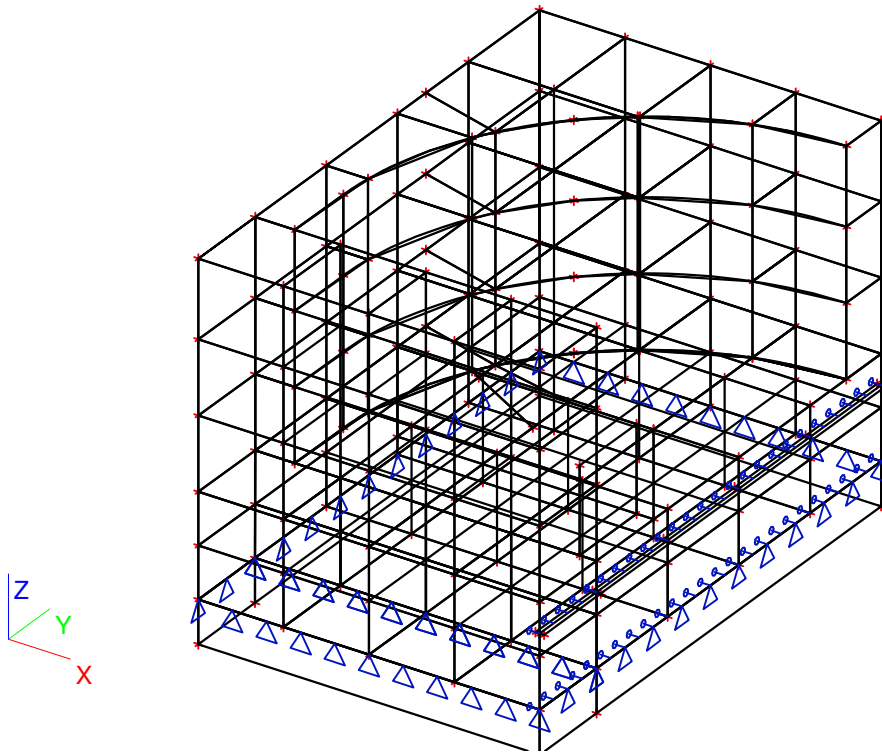
Author	-	Date
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number

12. 12. 2011

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



3.14. Opleggingen



3.15. Surface supports on surface

Name	2D member	Type	Subsoil
SS1	S1	Individual	Sand/Clean/Stiff - NEN 6740
SS2	S89	Individual	Sand/Clean/Stiff - NEN 6740

3.16. Line supports on 2D member edge

Name	2D member	Edge Orig	X Pos x_1	Y Pos x_2	Z	Rx	Ry	Rz
Sle1	S1	2 From start	Rigid 0.000	Free 1.000	Free	Free	Free	Free
Sle2		1 From start	Rigid 0.000	Free 1.000	Free	Free	Free	Free
Sle3	S89	3 From start	Rigid 0.000	Free 1.000	Free	Free	Free	Free
Sle4		1 From start	Rigid 0.000	Free 1.000	Free	Free	Free	Free

3.17. Forces on surface

Name	Dir	Type	Value [kN/m ²]	2D member	Load case	System
SF3	Z	Force	-161.00	S78	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF4	Z	Force	-161.00	S79	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF6	Z	Force	-161.00	S81	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF7	Z	Force	-161.00	S82	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF8	Z	Force	-161.00	S83	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF9	Z	Force	-580.00	S77	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF10	Z	Force	-580.00	S76	LC1 - Eigen gewicht	LCS

Author	-	Date
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



Name	Dir	Type	Value [kN/m ²]	2D member	Load case	System
SF11	Z	Force	-580.00	S74	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF12	Z	Force	-580.00	S73	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF13	Z	Force	-580.00	S72	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF14	Z	Force	-580.00	S71	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF15	Z	Force	-580.00	S70	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF16	Z	Force	-580.00	S69	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF17	Z	Force	-580.00	S83	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF18	Z	Force	-580.00	S75	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF19	Z	Force	-580.00	S78	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF20	Z	Force	-580.00	S79	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF22	Z	Force	-580.00	S81	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF30	Z	Force	-580.00	S82	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF31	Z	Force	346.00	S1	LC3 - Waterdruk negatief	LCS
SF32	Z	Force	-161.00	S85	LC2 - Waterdruk positief	LCS
SF33	Z	Force	-580.00	S85	LC1 - Eigen gewicht	LCS
SF34	Z	Force	346.00	S89	LC3 - Waterdruk negatief	LCS
SF35	Z	Force	-580.00	S97	LC1 - Eigen gewicht	LCS

3.18. Generated free loads

Name	Load case	2D member	Dir Distribution	Type load Type	Original Load	System Location
GFF12	LC2 - Waterdruk positief	S25	Z Dir X	Surface Force	FF1	Member LCS Length
GFF13	LC2 - Waterdruk positief	S27	Z Dir X	Surface Force	FF1	Member LCS Length
GFF68	LC3 - Waterdruk negatief	S26	Z Dir Y	Surface Force	FF17	Member LCS Length
GFF69	LC5 - Gronddruk negatief	S9	Z Dir Y	Surface Force	FF21	Member LCS Length
GFF70	LC5 - Gronddruk negatief	S20	Z Dir Y	Surface Force	FF21	Member LCS Length
GFF71	LC5 - Gronddruk negatief	S5	Z Dir Y	Surface Force	FF21	Member LCS Length
GFF72	LC3 - Waterdruk negatief	S9	Z Dir Y	Surface Force	FF16	Member LCS Length
GFF73	LC3 - Waterdruk negatief	S20	Z Dir Y	Surface Force	FF16	Member LCS Length
GFF74	LC3 - Waterdruk negatief	S5	Z Dir Y	Surface Force	FF16	Member LCS Length
GFF75	LC3 - Waterdruk negatief	S18	Z Dir X	Surface Force	FF6	Member LCS Length
GFF1	LC2 - Waterdruk positief	S7	Z Dir X	Surface Force	FF2	Member LCS Length
GFF76	LC2 - Waterdruk positief	S2	Z Dir X	Surface Force	FF2	Member LCS Length
GFF77	LC2 - Waterdruk positief	S86	Z Dir X	Surface Force	FF2	Member LCS Length
GFF78	LC2 - Waterdruk positief	S92	Z Dir X	Surface Force	FF2	Member LCS Length
GFF79	LC2 - Waterdruk positief	S91	Z Dir Y	Surface Force	FF4	Member LCS Length
GFF80	LC2 - Waterdruk positief	S88	Z Dir Y	Surface Force	FF4	Member LCS Length
GFF81	LC2 - Waterdruk positief	S90	Z Dir Y	Surface Force	FF4	Member LCS Length

Author	-	Date
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluis hoofd



Name	Load case	2D member	Dir Distribution	Type load Type	Original Load	System Location
GFF82	LC4 - Gronddruk positief	S88	Z Dir Y	Surface Force	FF10	Member LCS Length
GFF83	LC4 - Gronddruk positief	S90	Z Dir Y	Surface Force	FF10	Member LCS Length
GFF84	LC4 - Gronddruk positief	S7	Z Dir X	Surface Force	FF8	Member LCS Length
GFF85	LC4 - Gronddruk positief	S2	Z Dir X	Surface Force	FF8	Member LCS Length
GFF86	LC4 - Gronddruk positief	S86	Z Dir X	Surface Force	FF8	Member LCS Length
GFF87	LC4 - Gronddruk positief	S92	Z Dir X	Surface Force	FF8	Member LCS Length
GFF88	LC4 - Gronddruk positief	S87	Z Dir Y	Surface Force	FF9	Member LCS Length
GFF89	LC4 - Gronddruk positief	S93	Z Dir Y	Surface Force	FF9	Member LCS Length
GFF90	LC4 - Gronddruk positief	S6	Z Dir Y	Surface Force	FF9	Member LCS Length
GFF91	LC4 - Gronddruk positief	S3	Z Dir Y	Surface Force	FF9	Member LCS Length
GFF92	LC2 - Waterdruk positief	S87	Z Dir Y	Surface Force	FF3	Member LCS Length
GFF93	LC2 - Waterdruk positief	S93	Z Dir Y	Surface Force	FF3	Member LCS Length
GFF94	LC2 - Waterdruk positief	S6	Z Dir Y	Surface Force	FF3	Member LCS Length
GFF95	LC2 - Waterdruk positief	S3	Z Dir Y	Surface Force	FF3	Member LCS Length
GFF96	LC2 - Waterdruk positief	S19	Z Dir Y	Surface Force	FF3	Member LCS Length
GFF97	LC3 - Waterdruk negatief	S92	Z Dir Y	Surface Force	FF22	Member LCS Length

3.19. Free surface load

Name	Load case	Dir	Type	Distribution	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	Validity	Select	System	Location
FF1	LC2 - Waterdruk positief	Z	Force	Dir X	0.00	-161.00	All	Select	Member LCS	Length
FF2	LC2 - Waterdruk positief	Z	Force	Dir X	-246.00	-346.00	All	Select	Member LCS	Length
FF3	LC2 - Waterdruk positief	Z	Force	Dir Y	0.00	346.00	All	Select	Member LCS	Length
FF4	LC2 - Waterdruk positief	Z	Force	Dir Y	0.00	346.00	All	Select	Member LCS	Length
FF8	LC4 - Gronddruk positief	Z	Force	Dir X	0.00	-50.00	All	Select	Member LCS	Length
FF9	LC4 - Gronddruk positief	Z	Force	Dir Y	0.00	85.00	All	Select	Member LCS	Length
FF10	LC4 - Gronddruk positief	Z	Force	Dir Y	0.00	85.00	All	Select	Member LCS	Length
FF16	LC3 - Waterdruk negatief	Z	Force	Dir Y	0.00	-430.00	All	Select	Member LCS	Length
FF17	LC3 - Waterdruk negatief	Z	Force	Dir Y	0.00	-260.00	All	Select	Member LCS	Length
FF21	LC5 - Gronddruk negatief	Z	Force	Dir Y	0.00	-215.00	All	Select	Member LCS	Length
FF6	LC3 - Waterdruk negatief	Z	Force	Dir X	0.00	161.00	All	Select	Member	Length

Author	-	Date
Version	Scia Engineer 10.0.408	Page Number

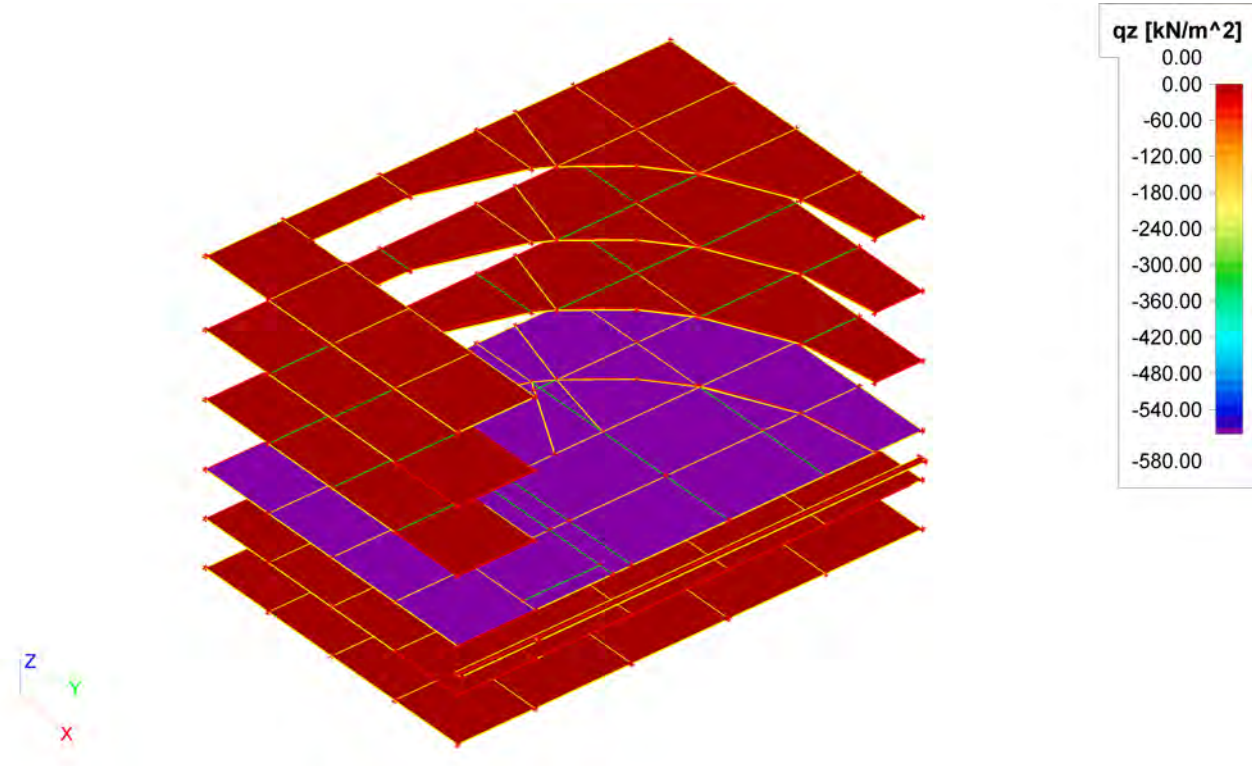
12. 12. 2011

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



Name	Load case	Dir	Type	Distribution	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	Validity	Select	System	Location
FF6	LC3 - Waterdruk negatief	Z	Force	Dir X	0.00	161.00	All	Select	LCS	Length
FF22	LC3 - Waterdruk negatief	Z	Force	Dir Y	0.00	-171.00	All	Select	Member LCS	Length

3.20. LC1 Eigen gewicht

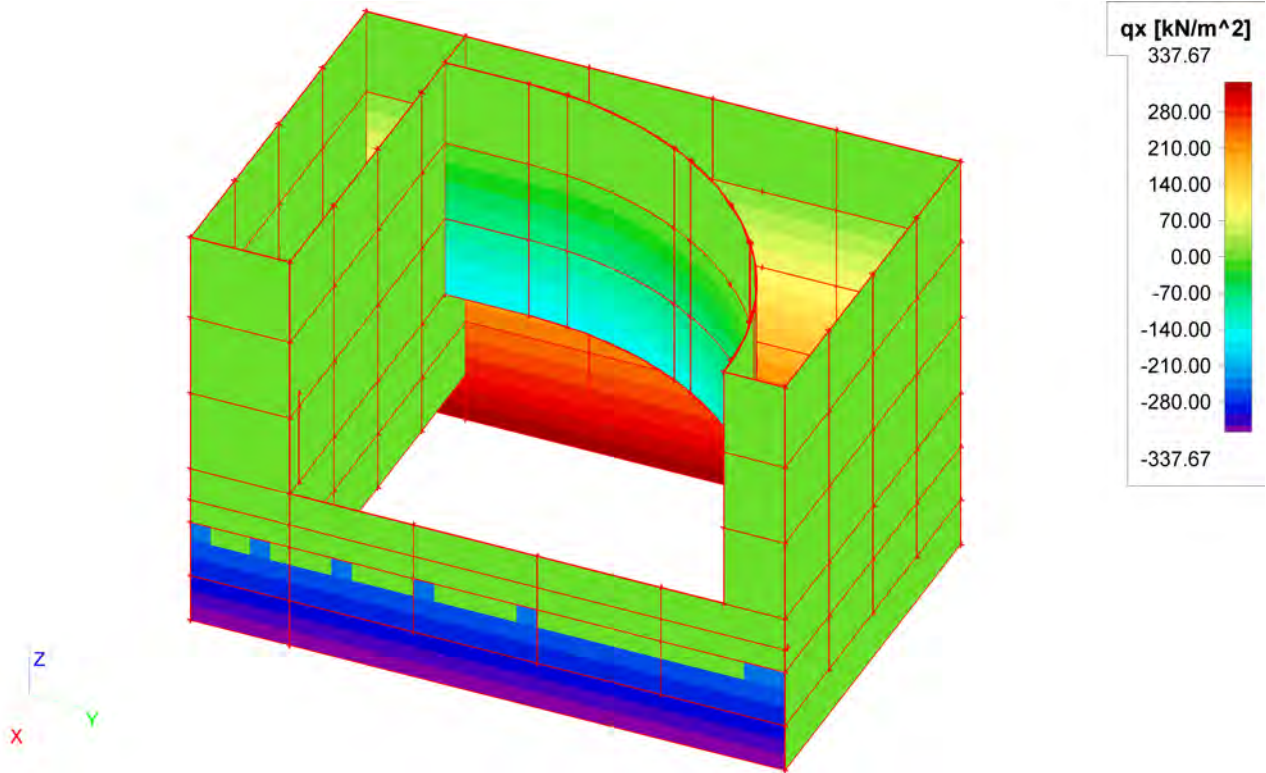


Project	
Part	
Description	

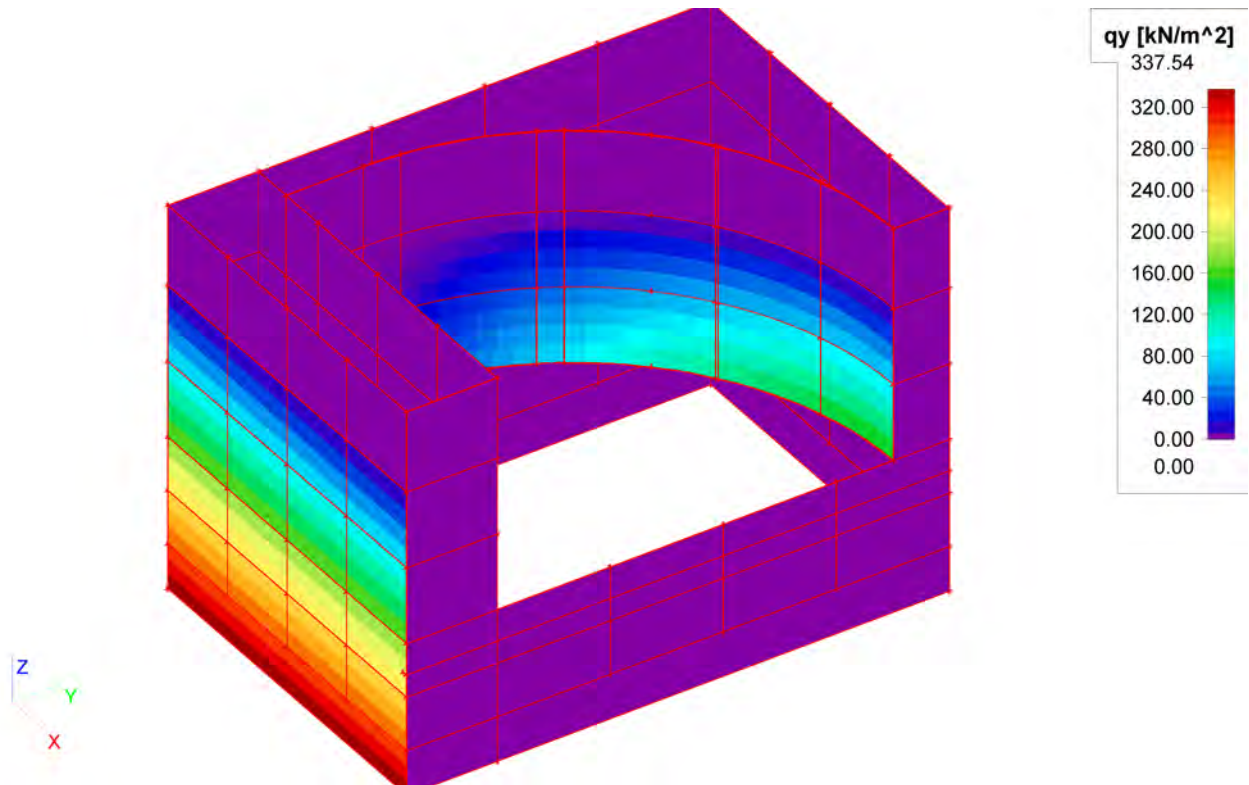
Zeetoeegang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



3.21. LC2 Waterdruk positief



3.22. LC2 Waterdruk positief

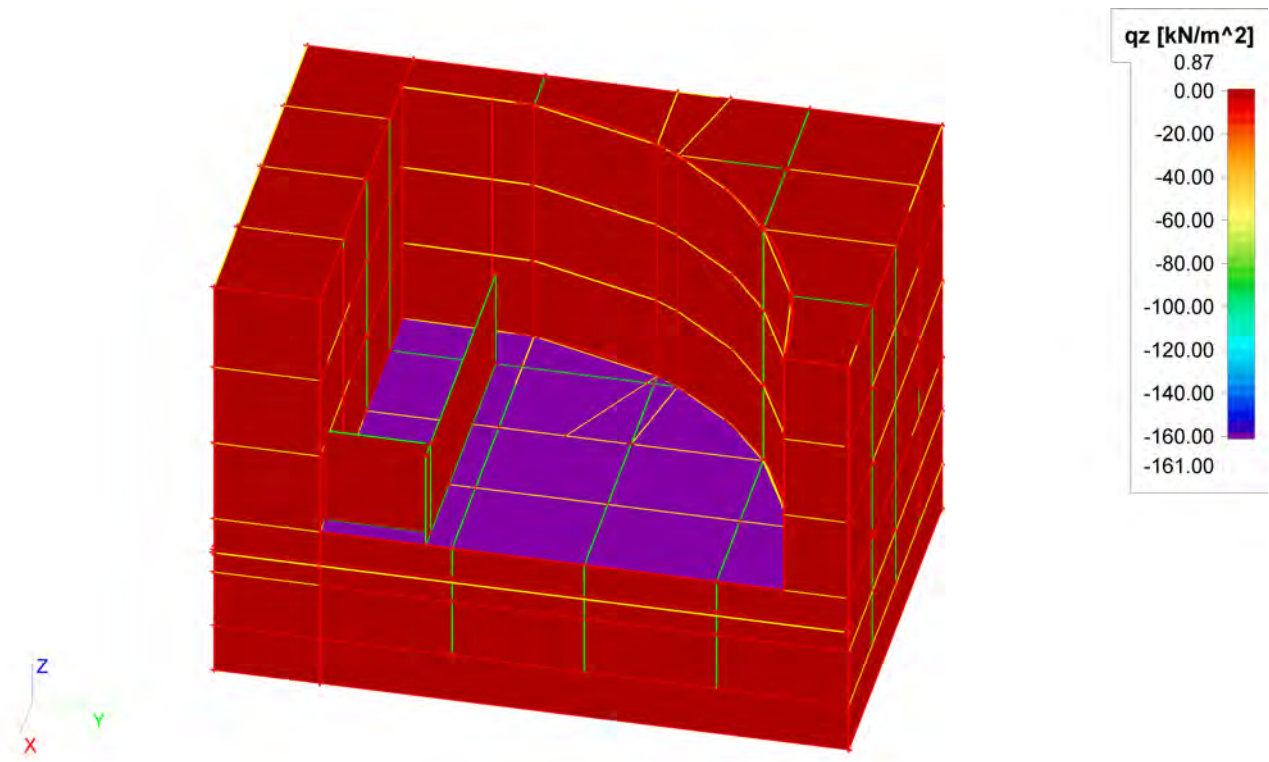


Project	
Part	
Description	

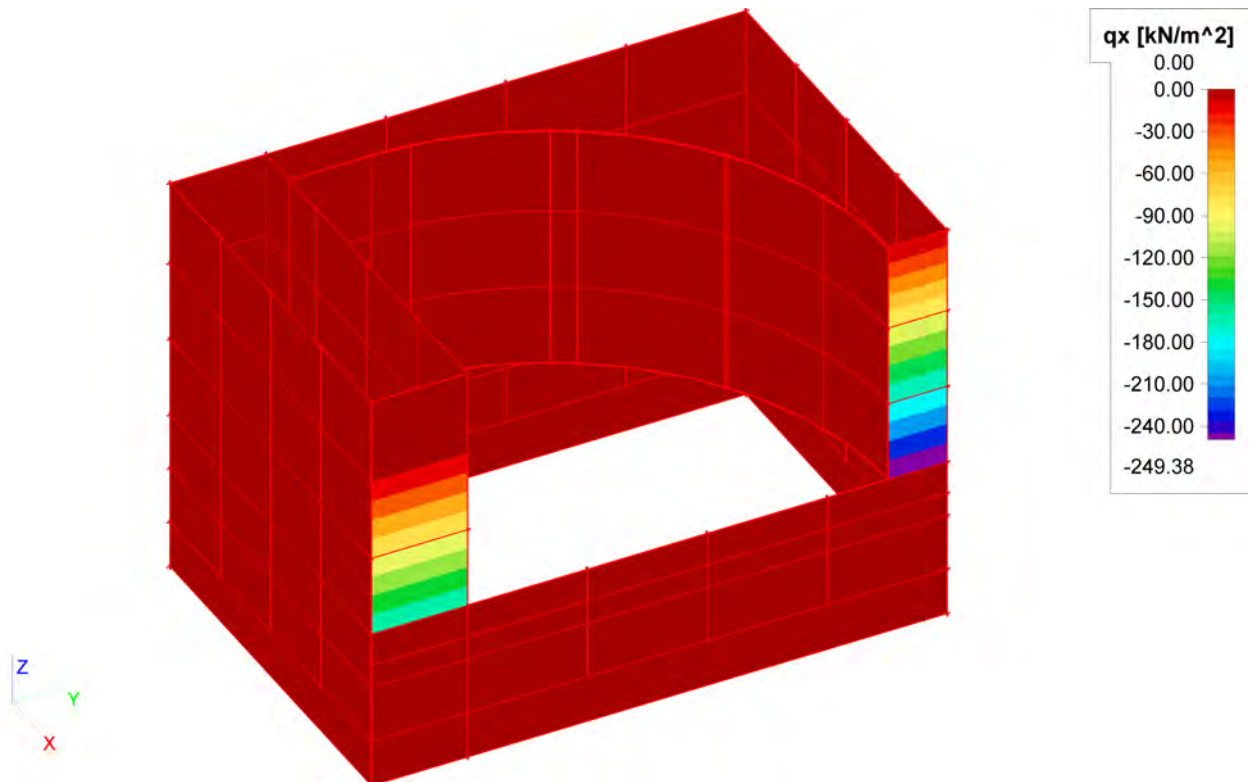
Zeetogang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluisoofd



3.23. LC2 Waterdruk positief



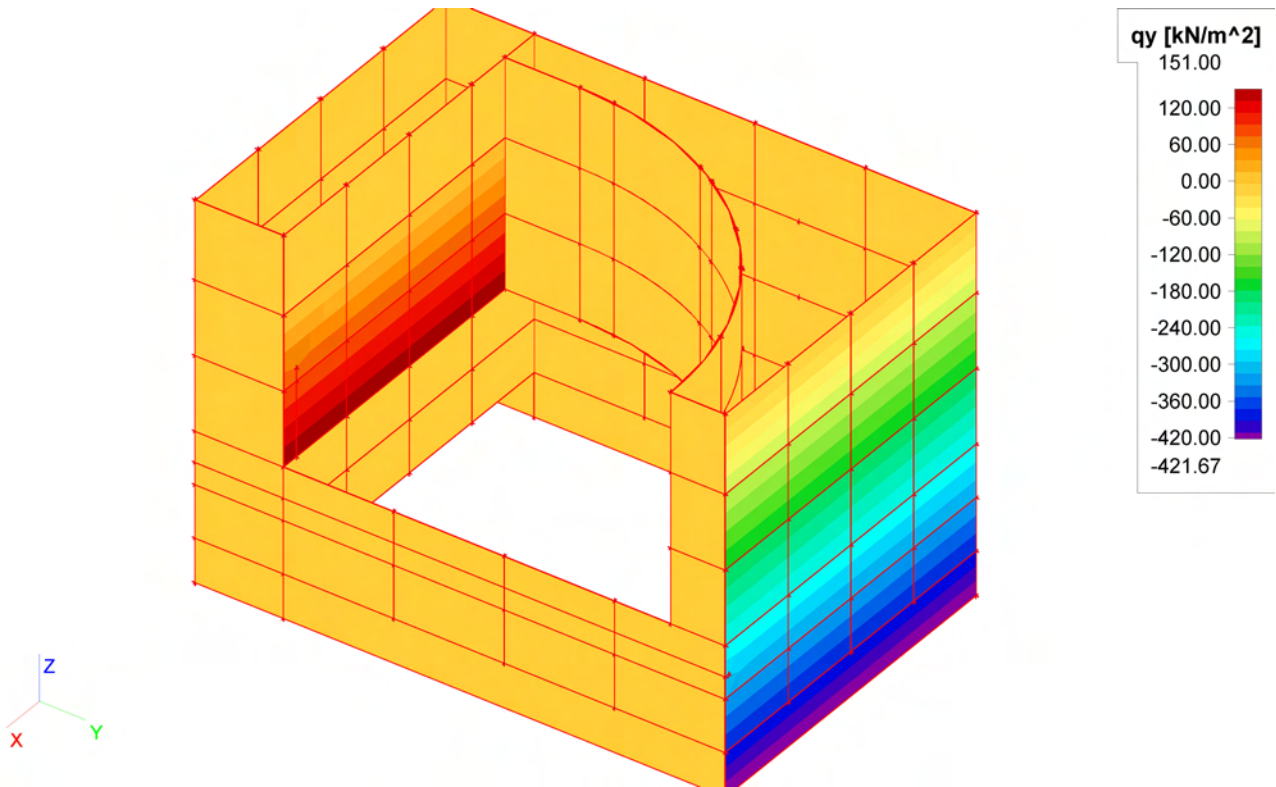
3.24. LC3 Waterdruk negatief



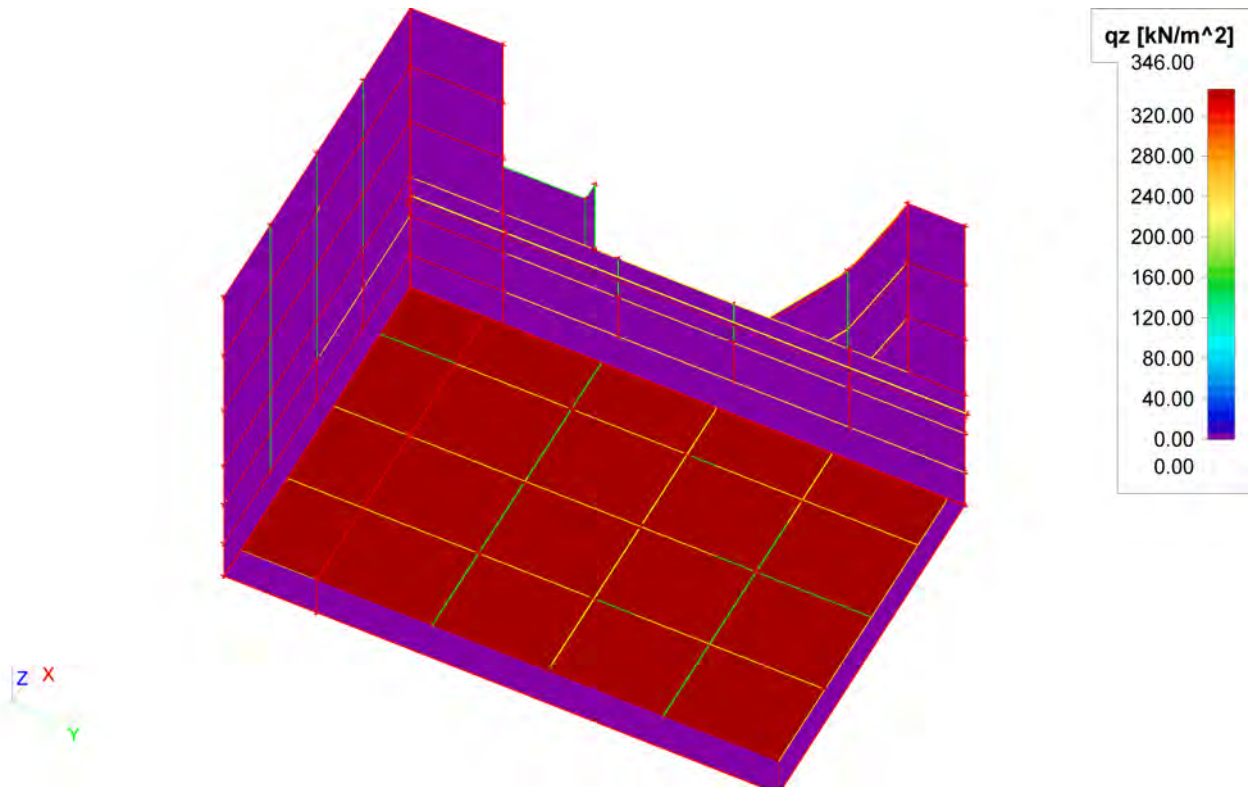
Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd



3.25. LC3 Waterdruk negatief



3.26. LC3 Waterdruk negatief

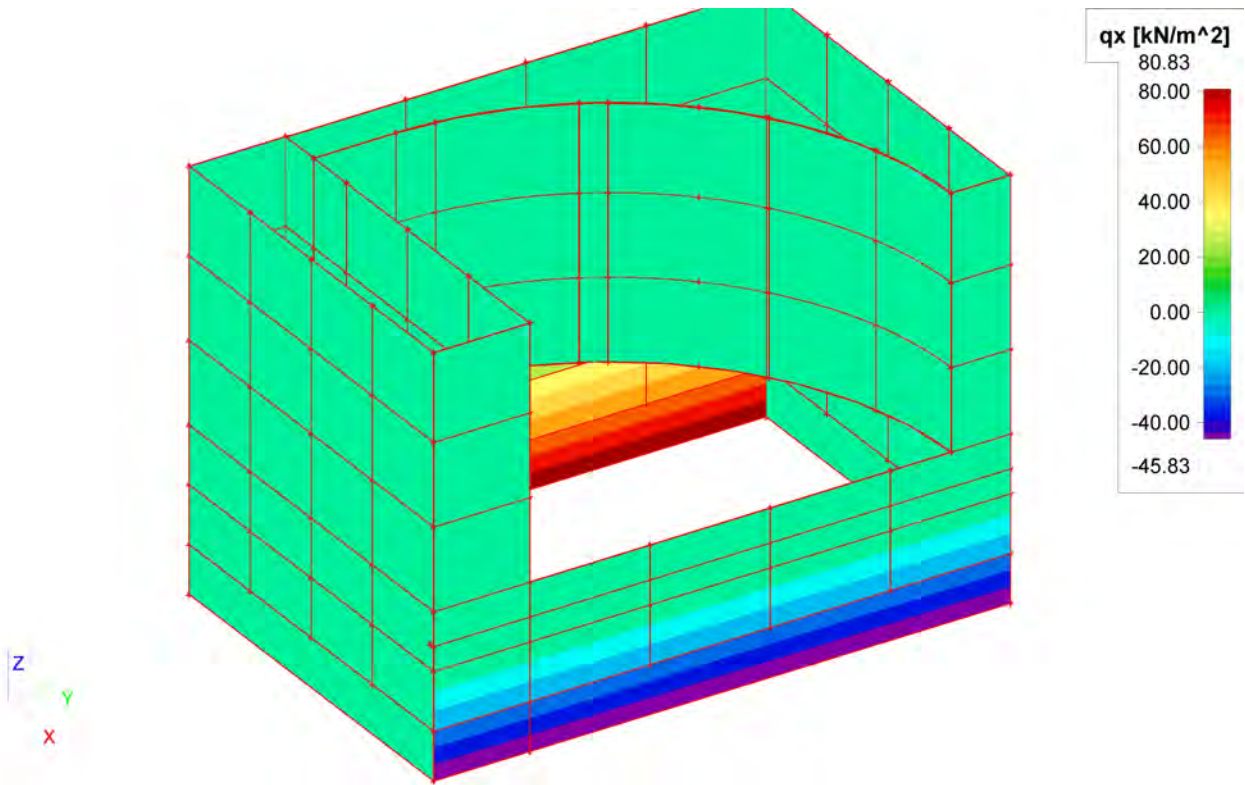


Project	
Part	
Description	

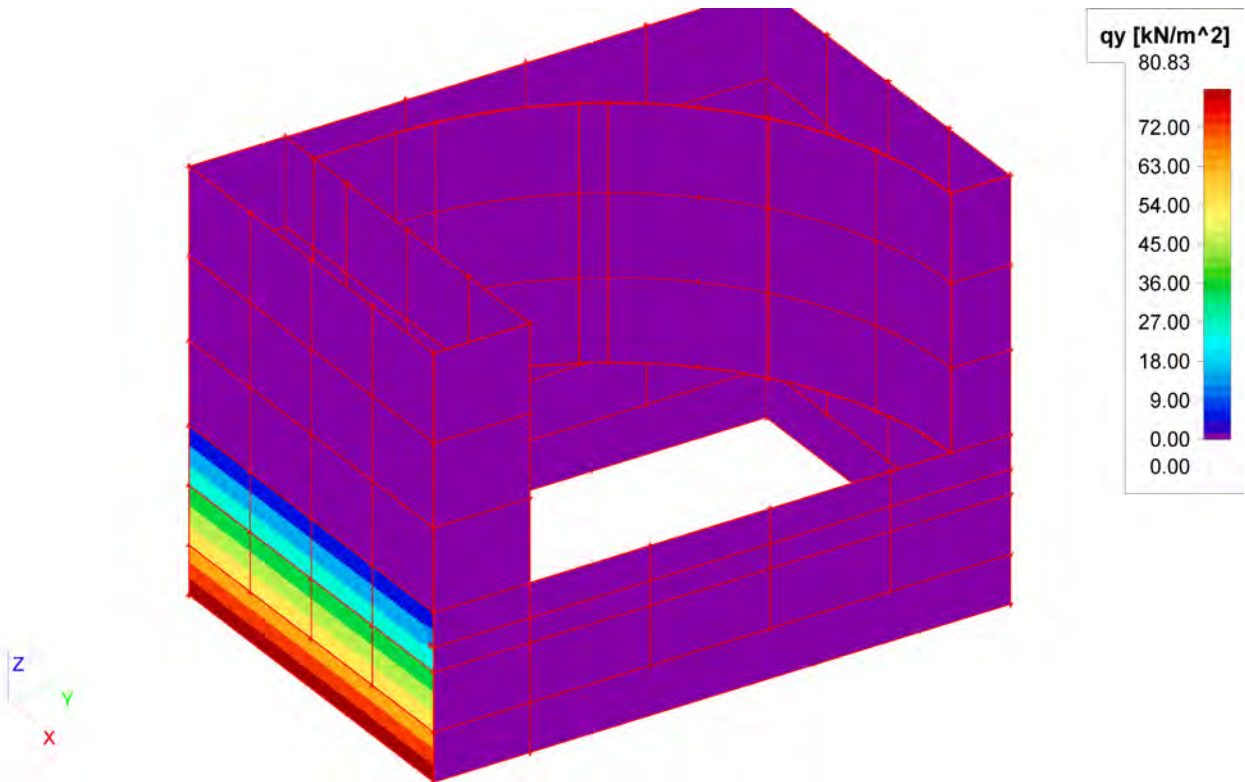
Zeetogang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



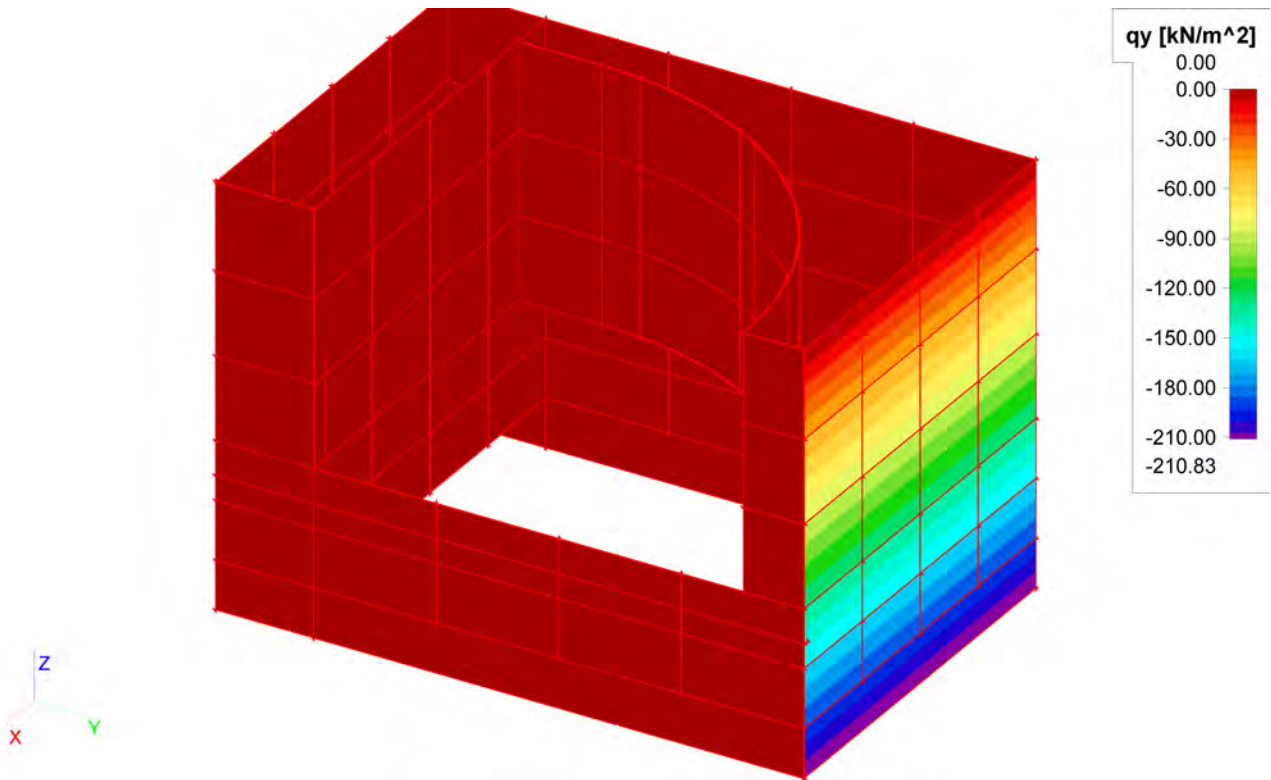
3.27. LC4 Gronddruk positief



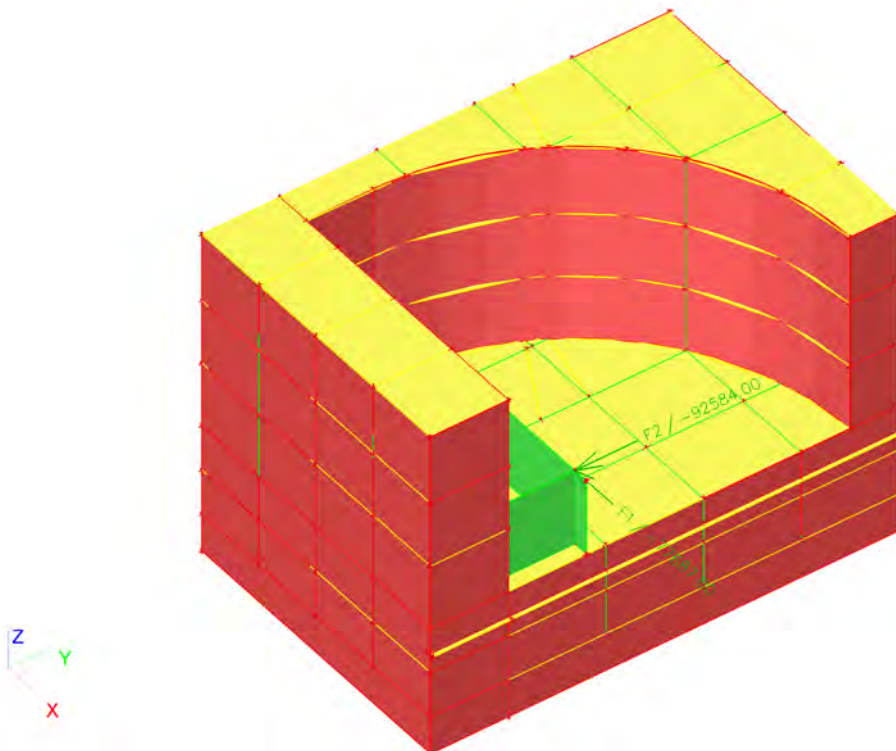
3.28. LC4 Gronddruk positief



3.29. LC5 Gronddruk negatief



3.30. LC6 Spatkrachten

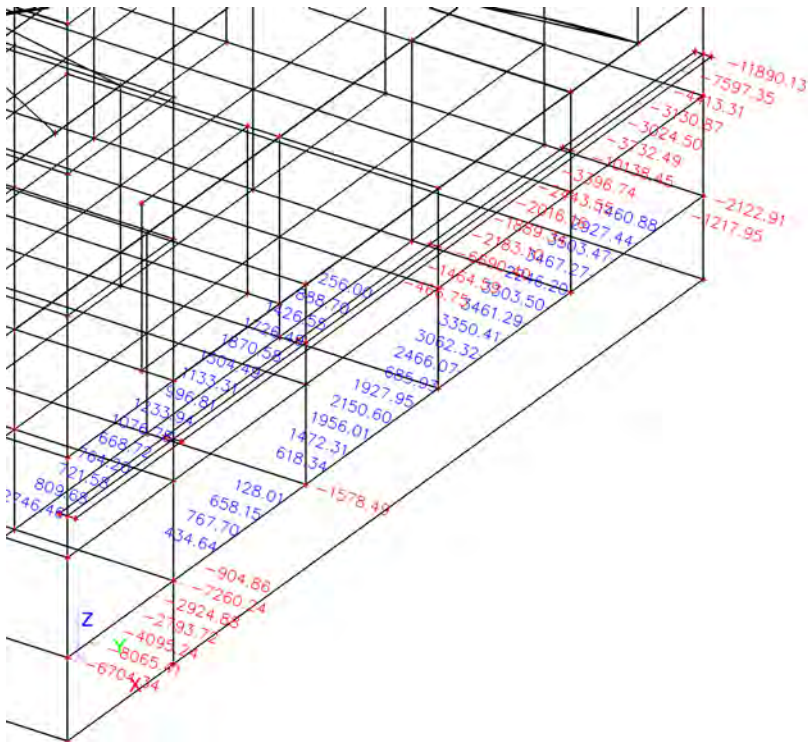


Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Variant 1 (65 m)
Description	Ontwerp sluishoofd

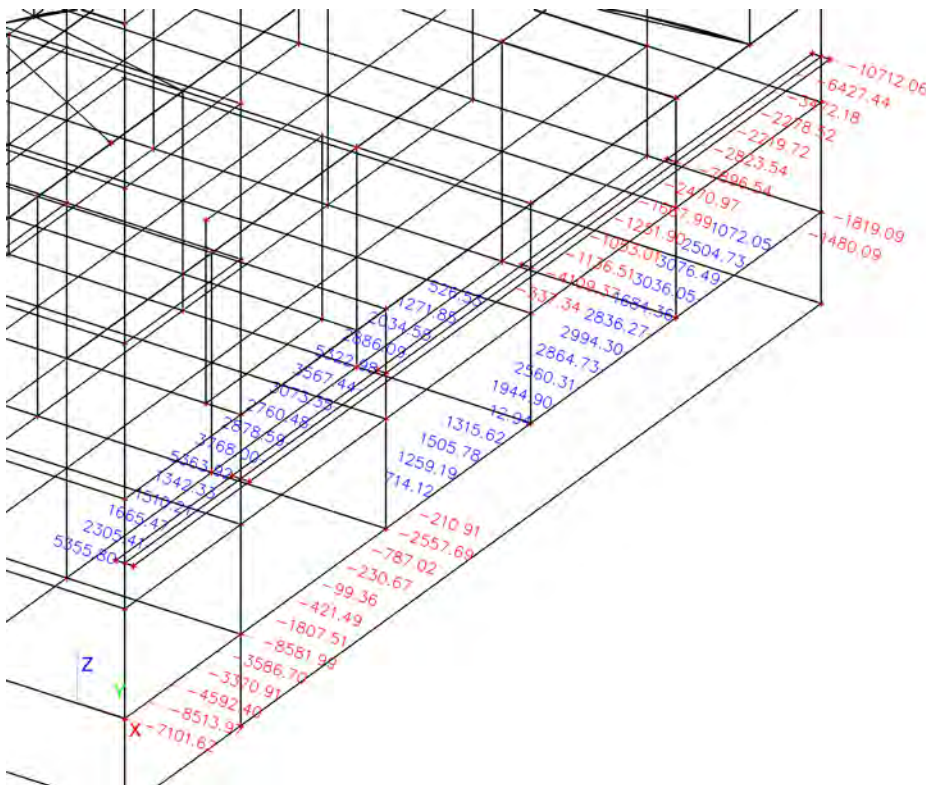


4. Output

4.1. Reactiekrachten drempel NC1



4.2. Reactiekrachten drempel NC2

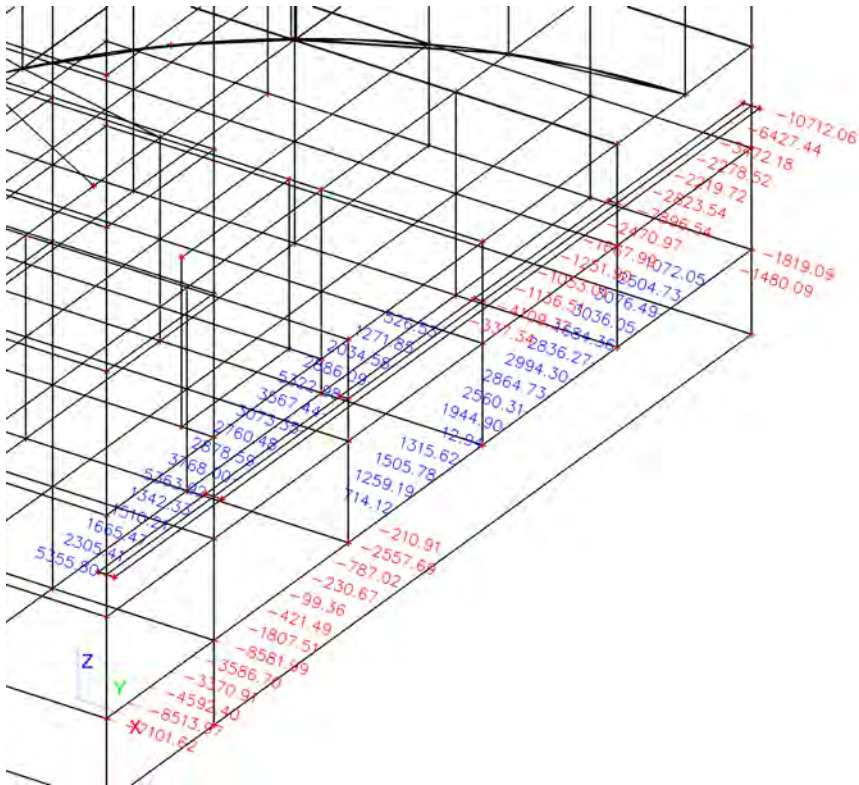


Project	
Part	
Description	

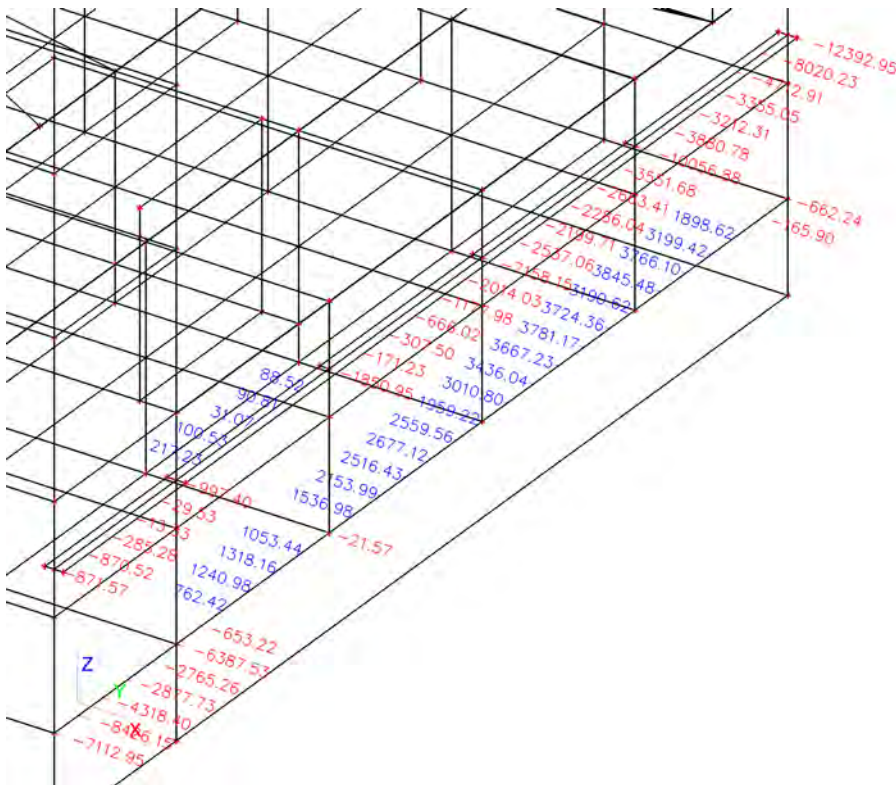
Zeetogang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



4.3. Reactiekrachten drempel NC3



4.4. Reactiekrachten drempel NC4

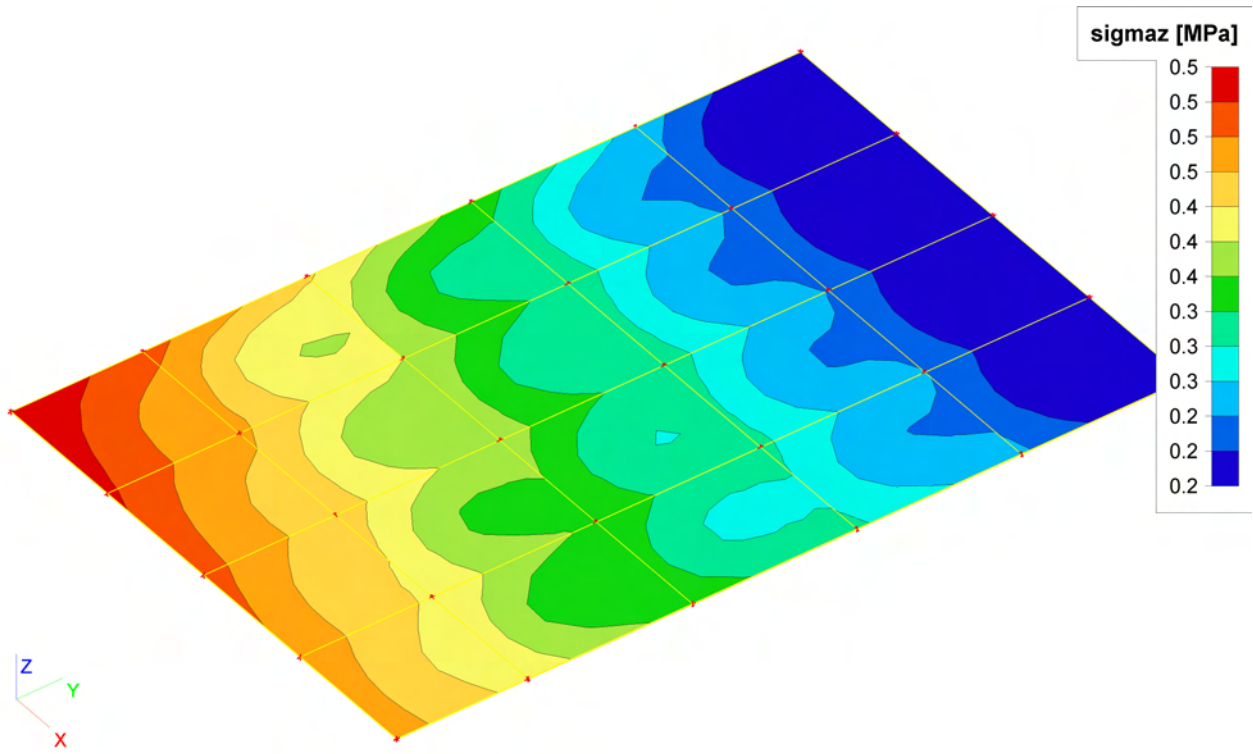


Project	
Part	
Description	

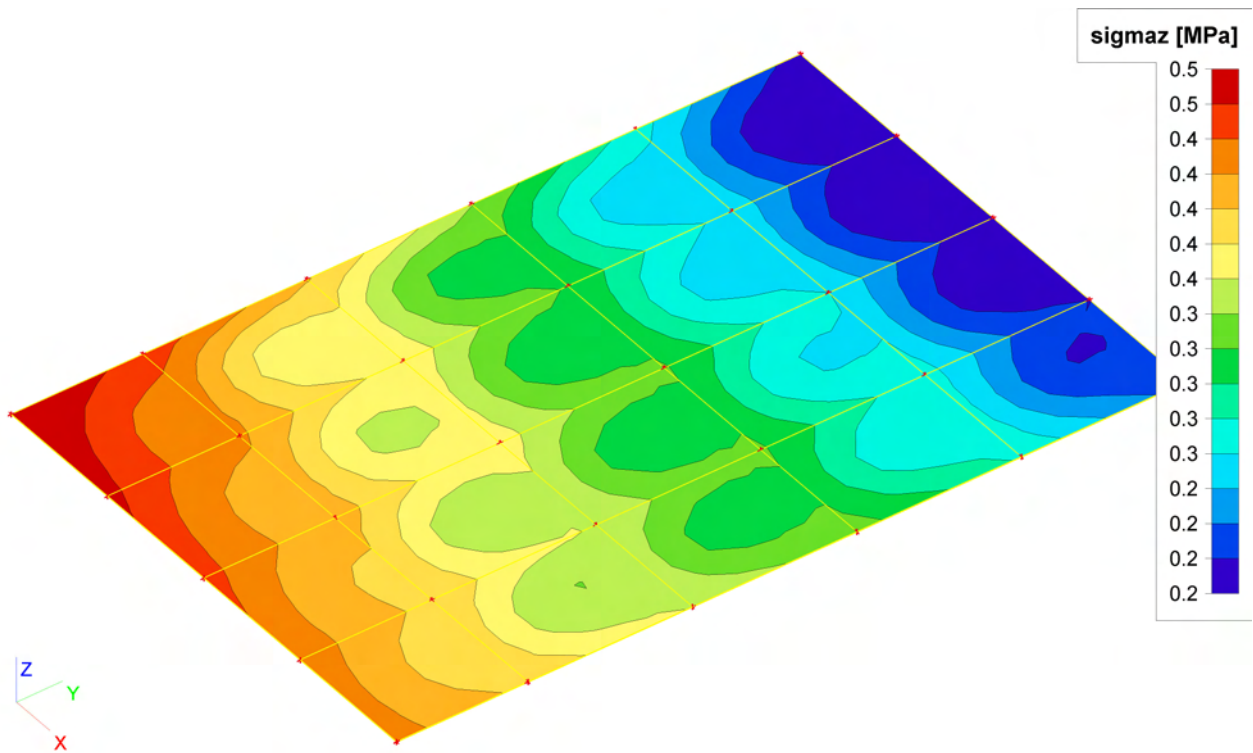
Zeetogang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



4.5. Oplegspanning NC1



4.6. Oplegspanning NC2

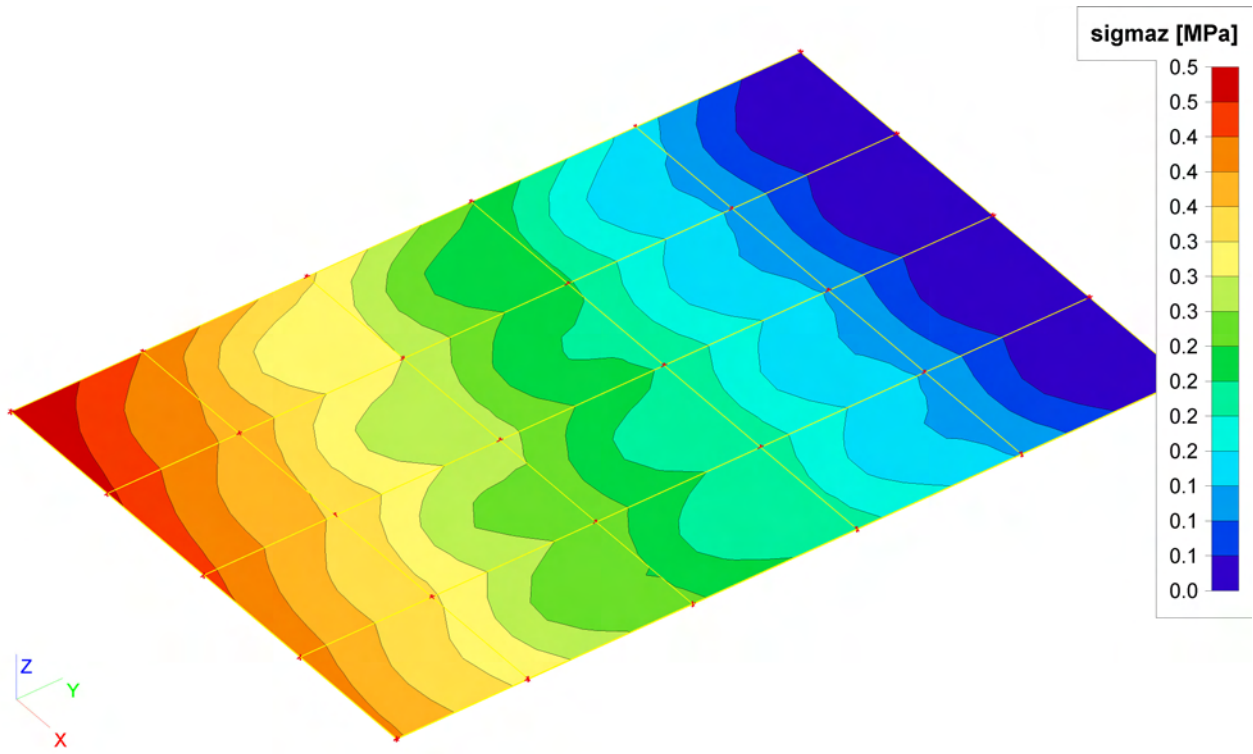


Project	
Part	
Description	

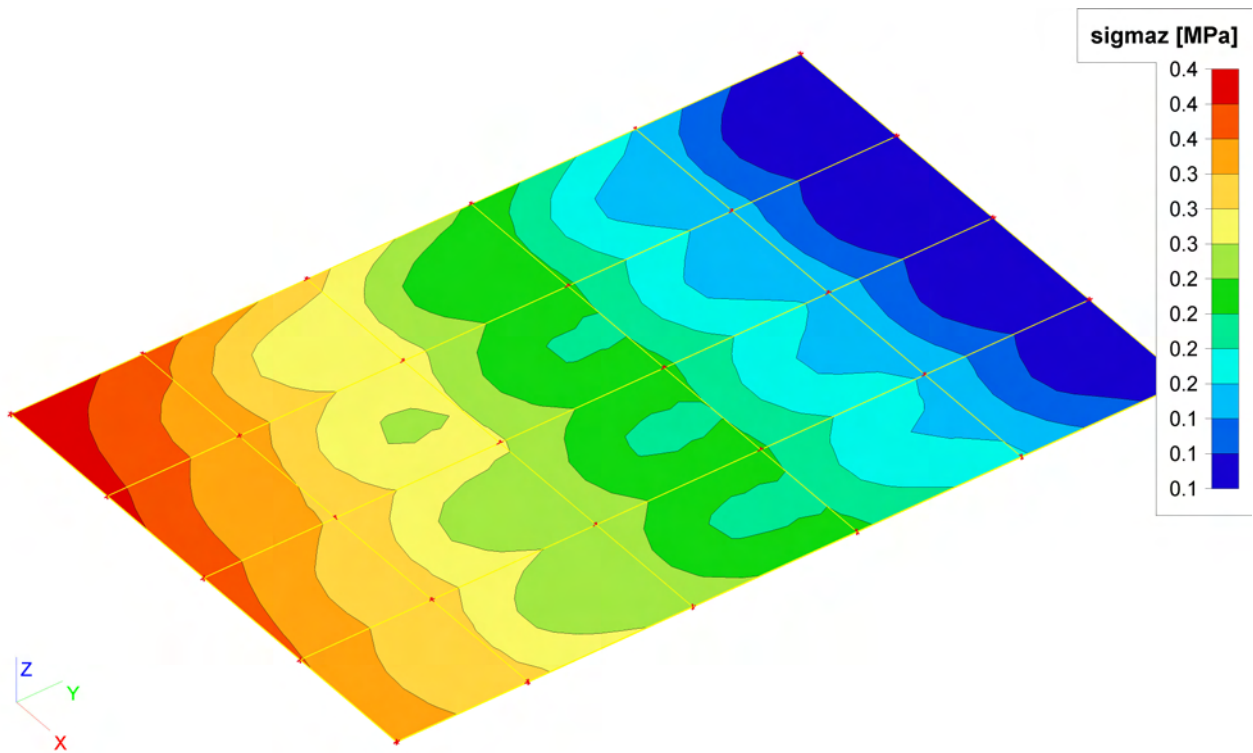
Zeetoeegang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluis hoofd



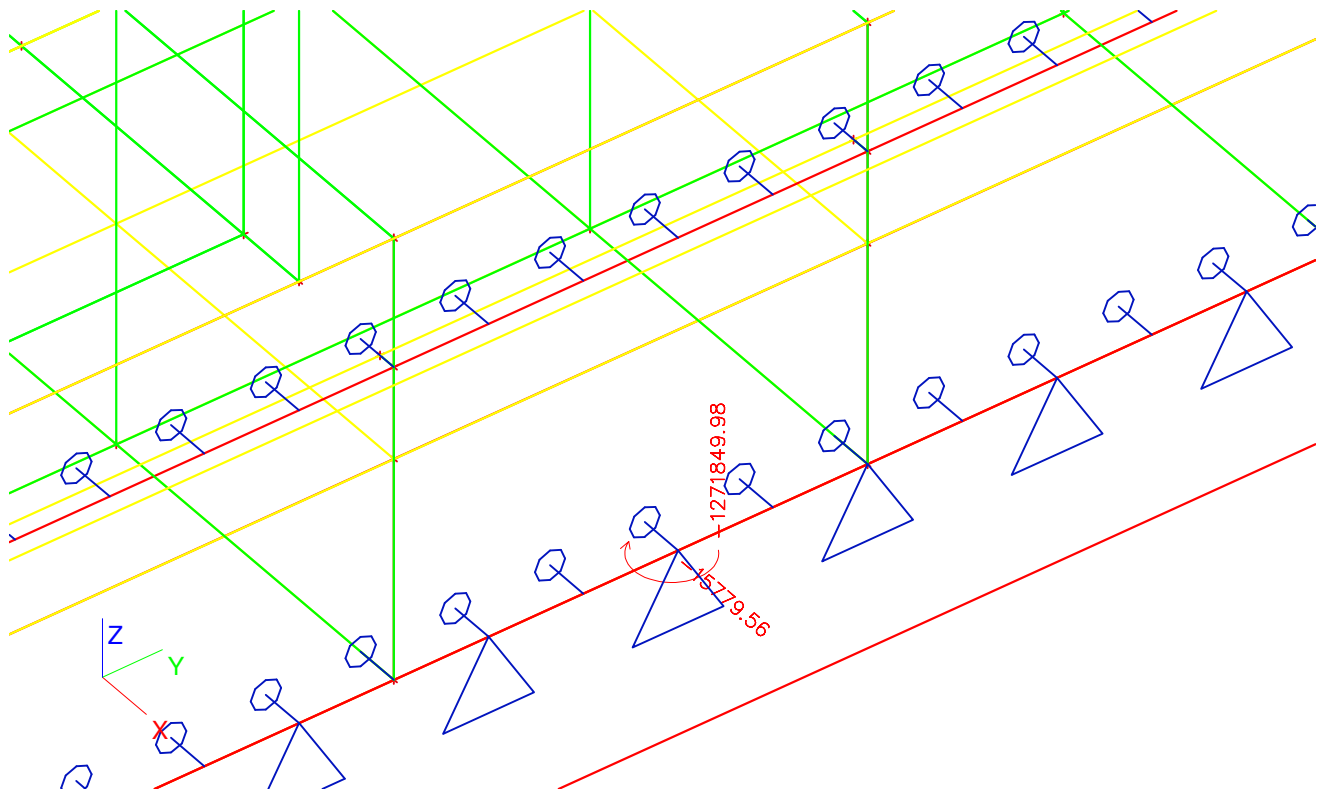
4.7. Oplegspanning NC3



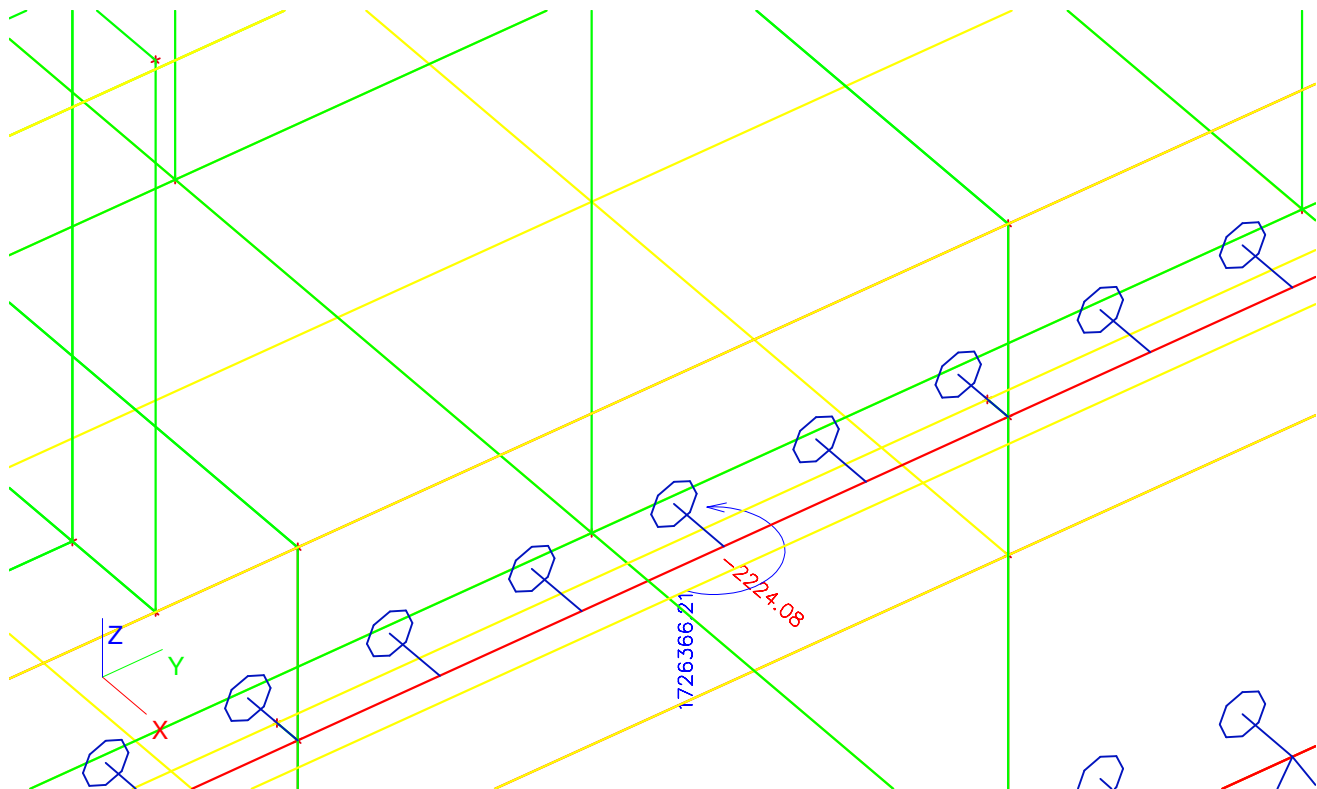
4.8. Oplegspanning NC4



4.9. Resulterende krachten in oplegging grondvlak (NC3)



4.10. Resulterende krachten in drempel (NC4)

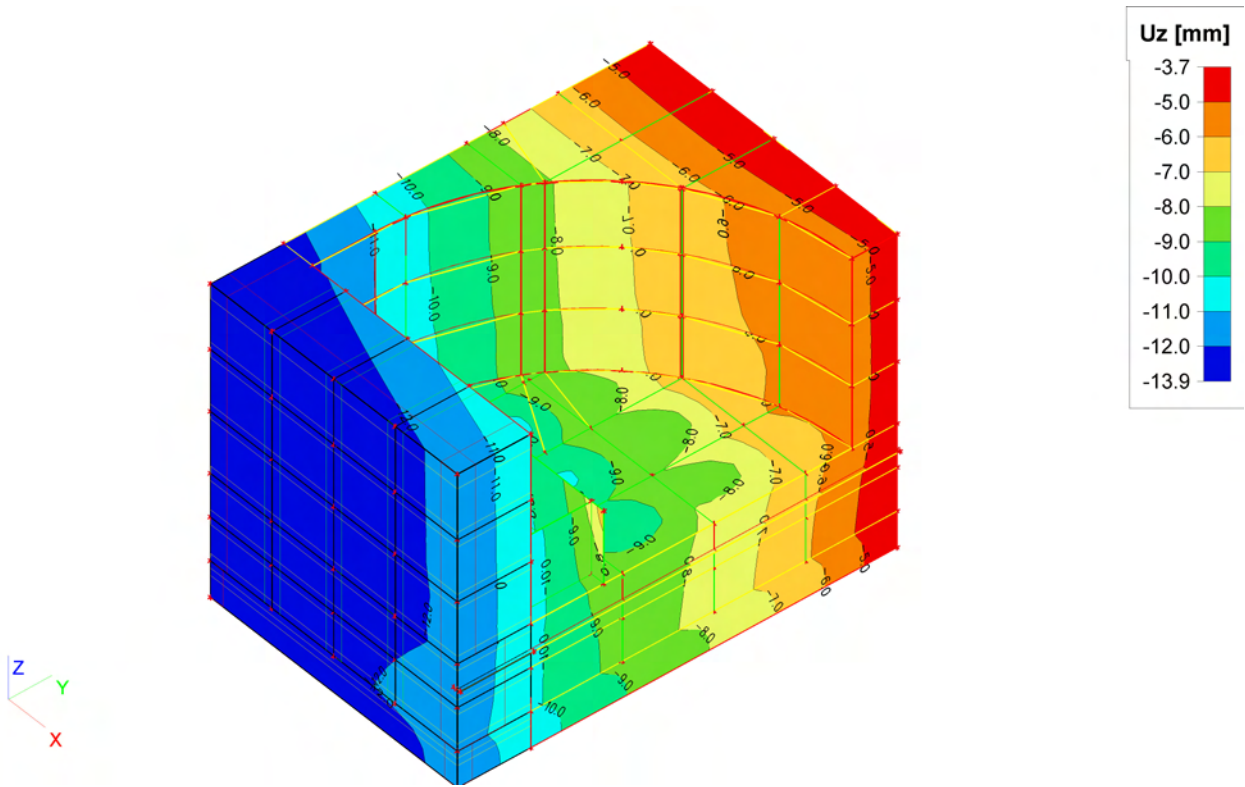


Project	
Part	
Description	

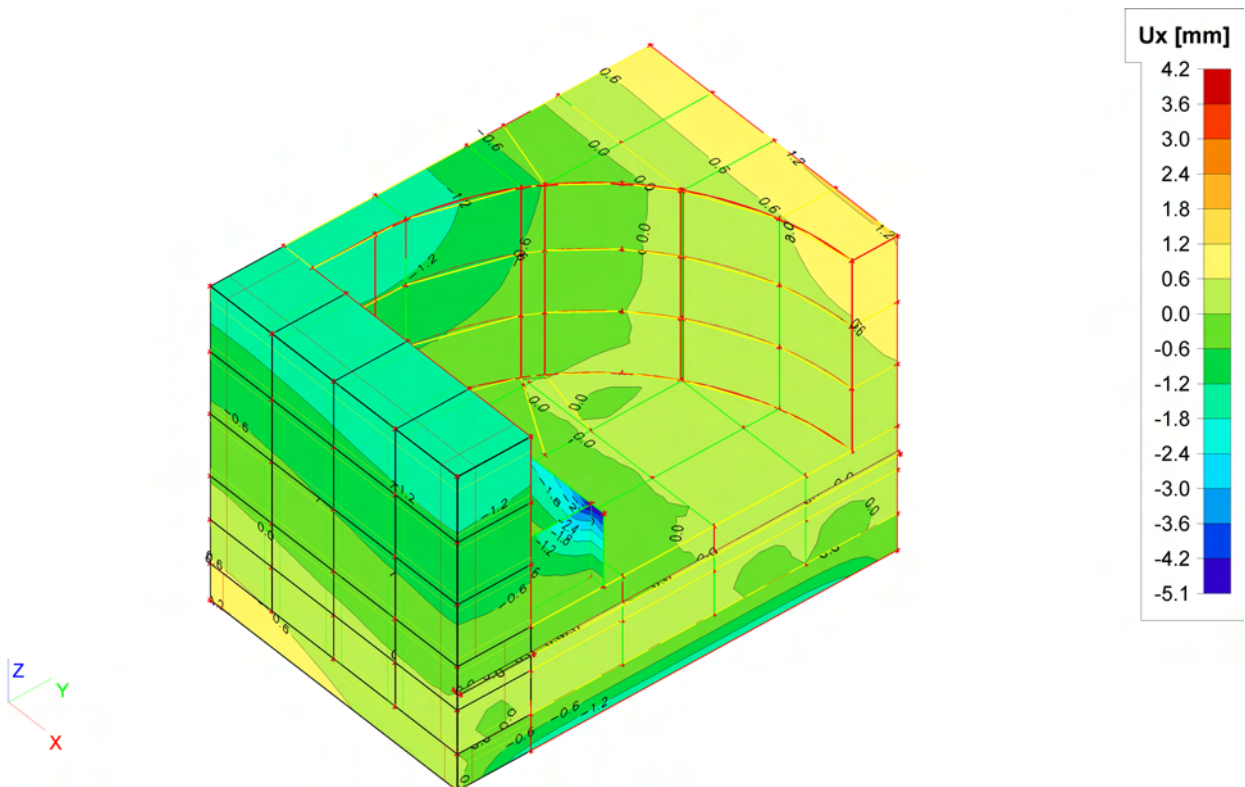
Zeetogang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



4.11. Verplaatsingen Uz



4.12. Verplaatsingen Ux

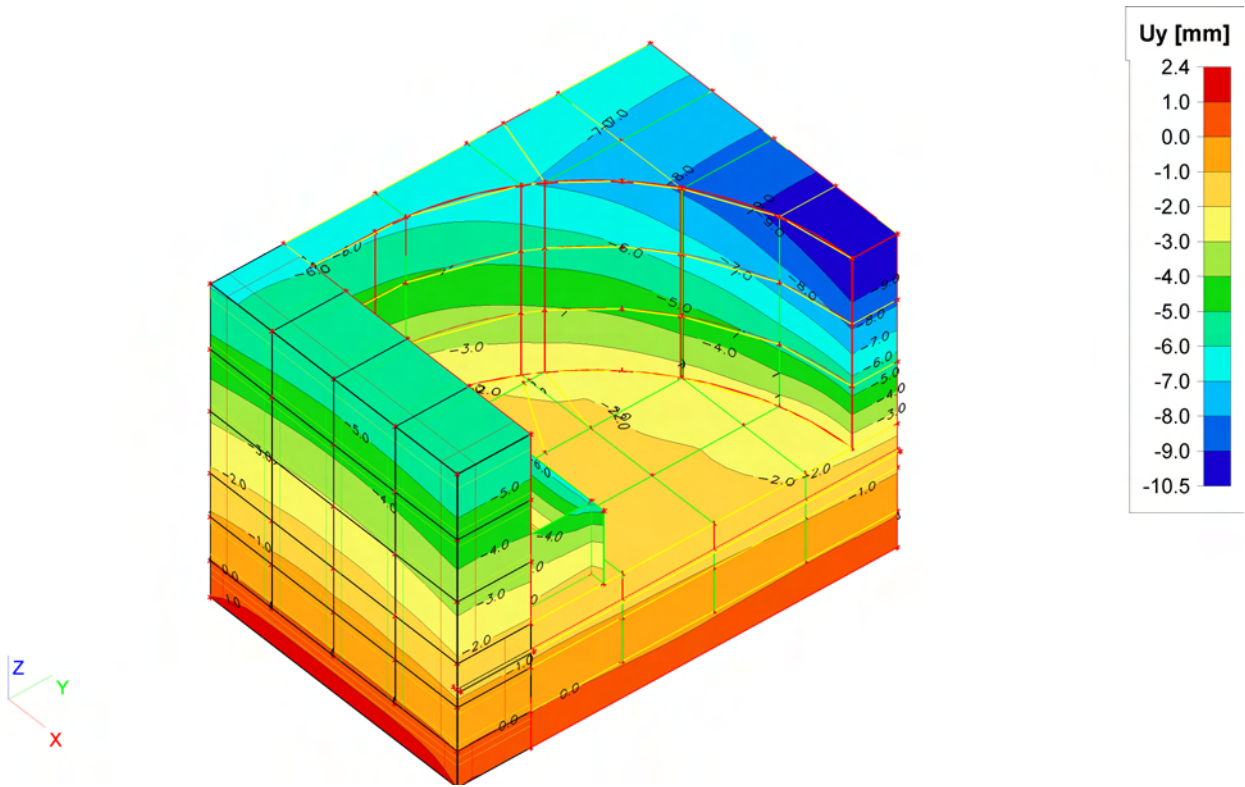


Project	
Part	
Description	

Zeetoeegang IJmond
 Variant 1 (65 m)
 Ontwerp sluishoofd



4.13. Verplaatsingen Uy



Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 0 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Stuishaofd Sector deur Status*: _____

Toeting lokale onderdelen

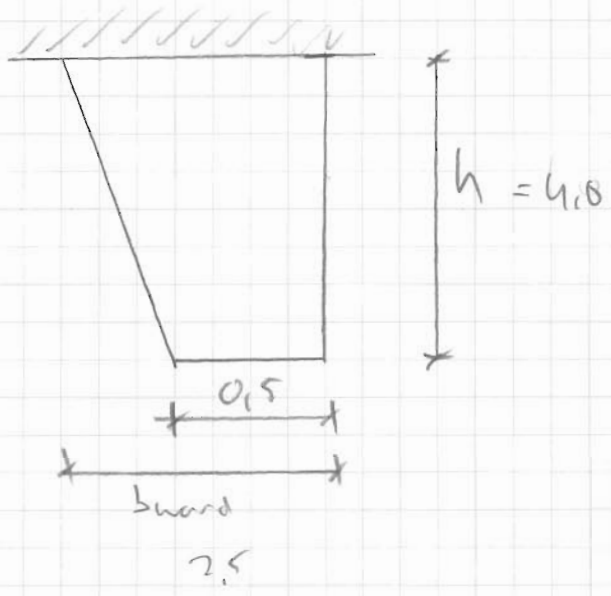
Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 1 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

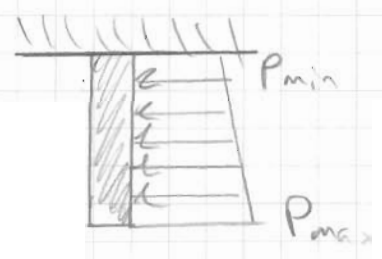
Onderdeel/onderwerp : Snijgaard Status*: _____

Geometrie



Belasting

Gronddruk + water



$$P_{max} = 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \cdot (35 + 8,0) + 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 4,3 \text{ m}$$

$$= 602 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{maxid} = 1,1 \cdot P_{max} = 662,2 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{min} = 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \cdot (35 + 8,0) - 10 \text{ kN/m}^3 \cdot (4,3 - 4)$$

$$P_{minid} = 1,1 \cdot P_{min}$$

* invullen: klad / concept / actief / vervallen / etc.

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 2 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Sijroord Status*: _____

stel $h = 4 \text{ m} \Rightarrow P_{\text{min:d}} = 1600 \text{ kN/m}^2$

Snede krachten

$$M_d \approx \frac{1}{2} \cdot P_{\text{gem:d}} \cdot h^2 = 5050 \text{ kNm/m}$$

$$V_d \approx P_{\text{gem:d}} \cdot h = 2525 \text{ kN/m}$$

Dimensionering

Geen dwarskracht wapening \Rightarrow niet mogelijk

↓
wapening \rightarrow beugels $\phi 16-100 \Rightarrow V_{RD} = \frac{2 \cdot 201}{100} \cdot 7000 \cdot 0,435 \cdot 1$
2-snedig $= 2800 \text{ kN/m}$

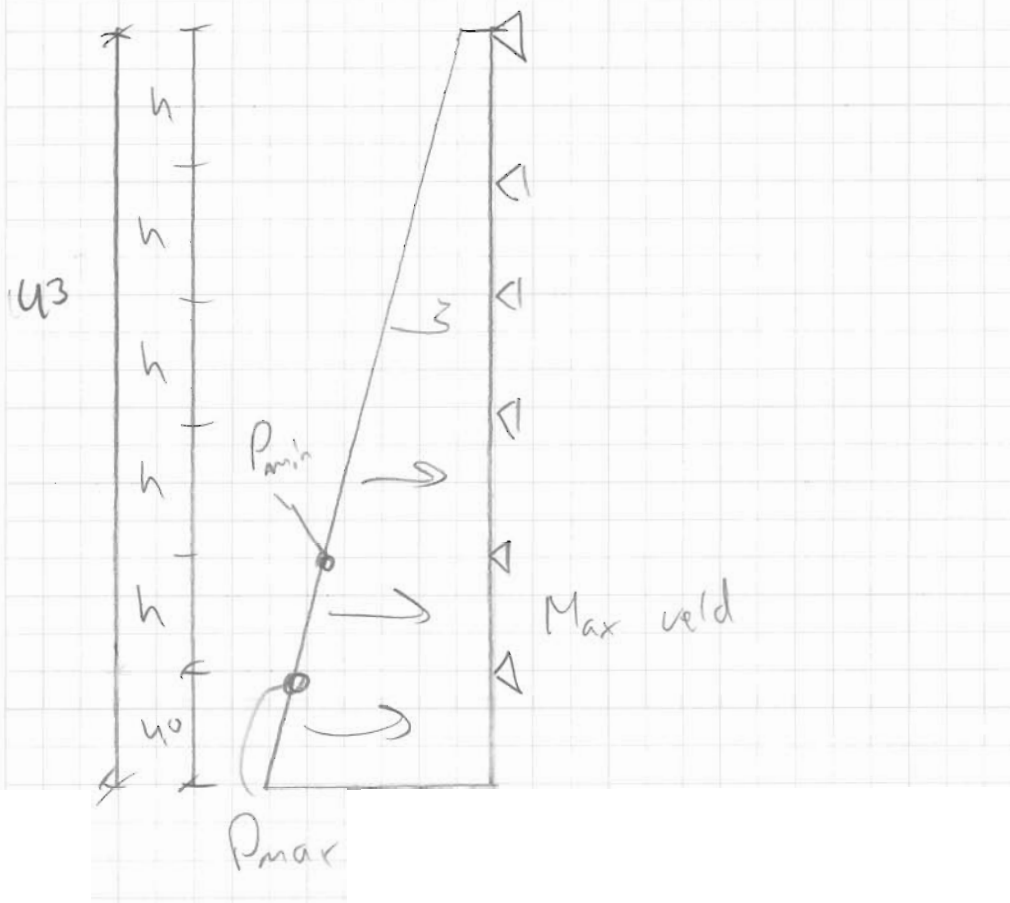
Wapening

$$A_{s:\text{ben}} = \frac{M_d}{0,35 \cdot 0,9 \cdot 2000} = 6500 \text{ mm}^2/\text{m} \approx \phi 32-125$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 3 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Aditer wand Status*: _____GeometrieBelastingen

$$P_{max} = (20-10) \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot (3,9 \text{ m}) + 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,9 \text{ m}$$

$$= 793 + 390 = 1183 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_{min} = (20-10) \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 \cdot 1,8 \cdot (3,9 - h) + 10 \text{ kN/m}^3 \cdot (3,9 - h)$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 1 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Snedevrachten + dimensionering

Dwarshoofd \Rightarrow geen beugels $\Rightarrow U_d \leq 650 \text{ kN/m}$

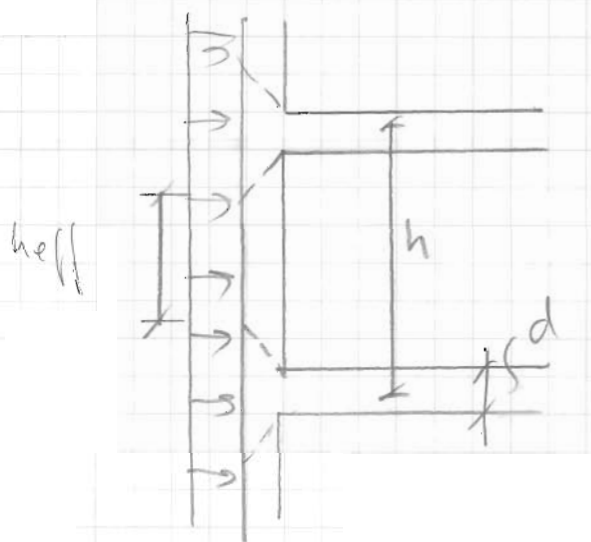
$$\gamma = 1,1 \cdot 1,35 = 1,5$$

d (wanddikte)

$$U_d = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (h - 2 \cdot 2) \Rightarrow$$

hier $5,5 \text{ m} \Rightarrow U_d = 476$

Afhoofd

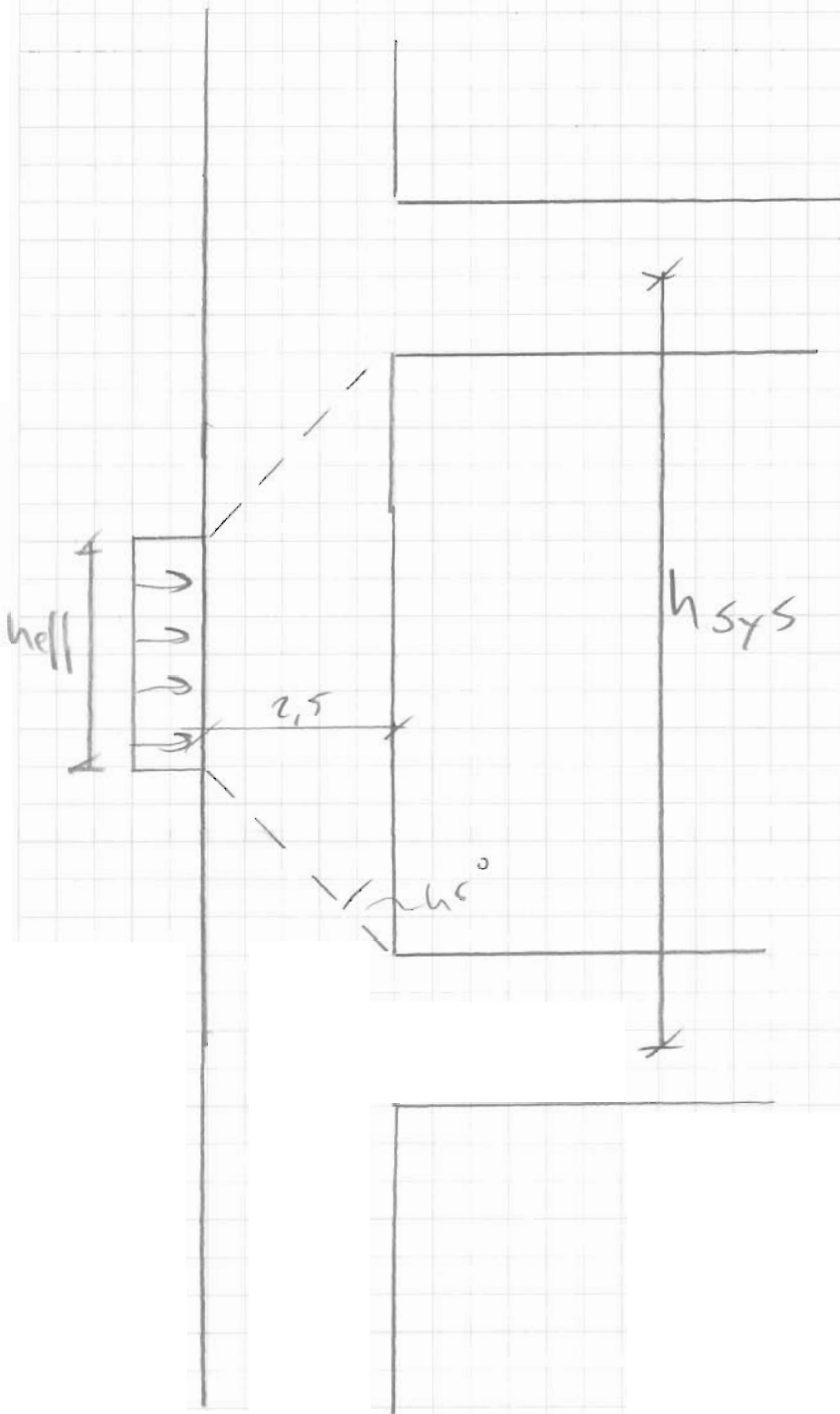


Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 5 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

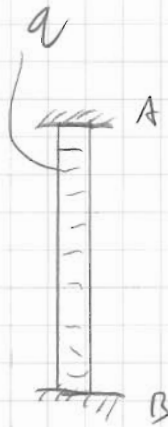
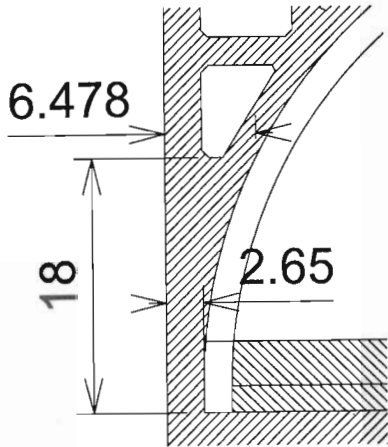
Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____



Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 6 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp: Achterwand Status*: _____

Geometrie



Belastingen

Waterdruk op nivo -18,00
 Buitenkant hws +8,00
 Binnenkant lvs -0,90
8,90 m

$P_{prop} = 10 \cdot 8,9 = 89 \text{ kN/m}^2$

$P_d = 1,1 \cdot P_{prop} = 100 \text{ kN/m}^2$

Snedekrachten

$M_d: A = 4200 \text{ kNm/m}$

$U_d: A = 1100 \text{ kN/m}$

$M_d: B = 1600 \text{ kNm/m}$

$U_d: B = 800 \text{ kN/m}$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 1 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Toetsing

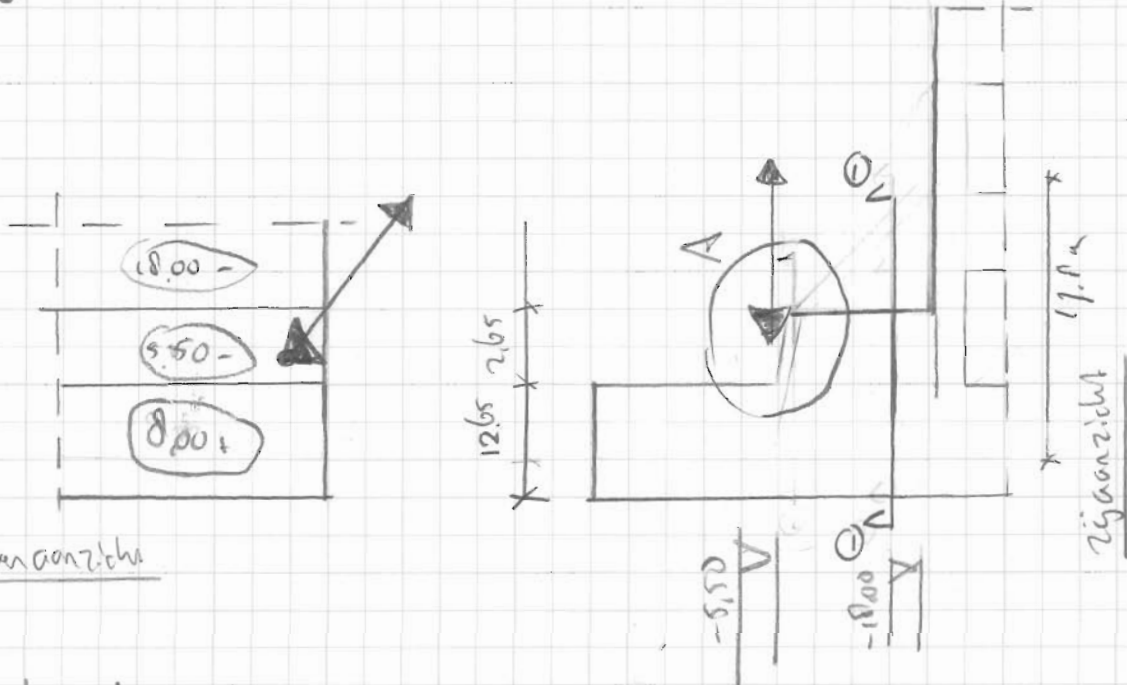
$$A_{s:ben}: A = \frac{M_d \cdot A}{435 \cdot 0,9 \cdot 6000} = 1800 \text{ mm}^2 = \text{praktisch}$$

$$A_{s:ben}: B = \frac{M_d \cdot A}{435 \cdot 0,9 \cdot 2000} = 2063 \text{ mm}^2 = \text{praktisch}$$

$$\begin{aligned} U_{E:D}: A &= 1500 \text{ kN/m (zonder wap)} > 1100 \text{ kN/m} \\ U_{E:D}: B &= 800 \text{ kN/m (met } f_{32-100} \text{ wap)} > 800 \text{ kN/m} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} U_{E:D}: A \\ U_{E:D}: B \end{aligned}} \right\} \text{geen controle}$$

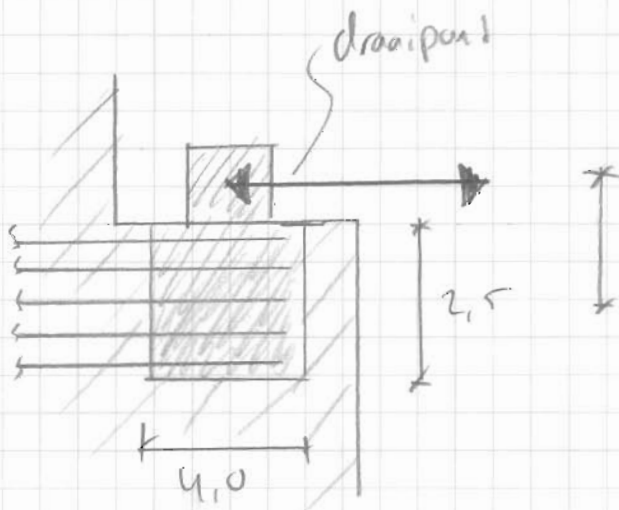
Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 8 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : Toetsing aansluiting schroefdraad Status*: _____

Geometrie



bovenaanzicht

detail A



Belastingen

Druk (positief verval) = 120 MN (92 MN ↓ en 28 MN ←)
 Trek (negatief verval) = 30 MN (23 MN ↑ en 70 MN →)

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 9 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Snedevrachten en foetsing

Buiging in ①

$$a = 12,5 \text{ m} \quad z \approx 14 \text{ m}$$

$$M_d = 92 \text{ MN} \cdot 12,5 \text{ m} = 1150 \text{ MNm}$$

$$V_d = 92 \text{ MN} = 92 \text{ MN} \Rightarrow z_2 \Rightarrow \begin{matrix} b = 1500 \text{ mm} \\ d = 12500 \text{ mm} \end{matrix}$$

$$\text{Speiding } 5,35 \text{ m} \Rightarrow M_d = 219 \text{ MN/m}$$

$$A_{s:\text{ben}} = \frac{M_d}{438.09 \cdot 10000} = 3921 \text{ mm}^2/\text{m} \quad w_o \approx 0,3\%$$

Dwarskracht in ② = ①

Drukkracht loonaal

$$A = \frac{121 \text{ MN}}{15 \text{ N/mm}^2} \approx 3000 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm} \quad \text{Alhoord}$$

Trekkracht loonaal langrichting holk

$$A_{s:\text{ben}} = \frac{23 \text{ MN}}{0,5 \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 106000 \text{ mm}^2 = 185 \text{ } \phi 40$$

stel 5x9 staven

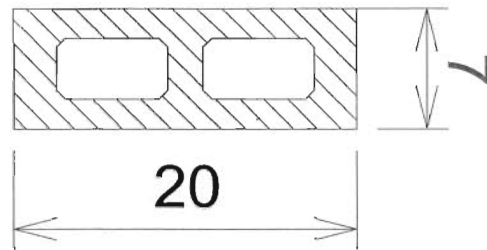
$$\text{Trekkracht loonaal dwars op holk} = 75 \text{ } \phi 40$$

stel 5x4 staven

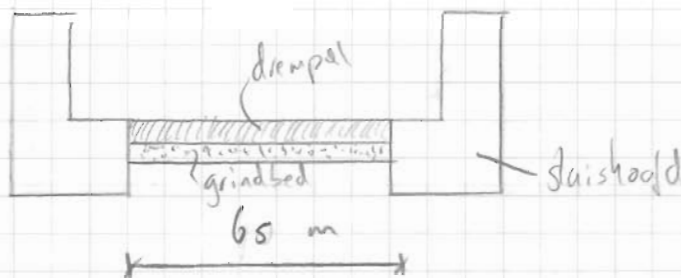
Alternatief: verspanning of HE-balken instorten

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 10 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : Drempel Status*: _____

Geometrie



doorsnede



$$A_{\text{beton}} = 140 \text{ m}^2 \cdot 0,65 = 91 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{grind}} = 140 \text{ m}^2 \cdot 0,35 = 49 \text{ m}^2$$

Belastingen

→ golf bovenop 8,00 m r.p.

$$\text{Waterdruk (waterkolom)} = (15,0 + 18,0) \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 330 \cdot 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Slib (20 cm)} = 0,2 \text{ m} \cdot (20 - 10) = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{laag water} = -3,50 \text{ m/VAP.}$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 11 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Snedekrachten

in A $M_d = (1,1 \cdot 330 \text{ kN/m}^2 + 1,3 \cdot 20 \text{ kN/m}^2 + 1,3 \cdot 46 \text{ kN/m}^2) \cdot 8,5^2 \cdot \frac{1}{12}$
 $= 2700 \text{ kNm/m}$

in B $V_d = (1,1 \cdot 330 \text{ kN/m}^2 + 1,3 \cdot 70 \text{ kN/m}^2 + 1,3 \cdot 46 \text{ kN/m}^2) \cdot 4 \text{ m} \cdot \frac{1}{2}$
 $= 892 \text{ kN/m}$

Toetsingen

Wapening

As:ben (A) = $\frac{M_d}{435 \cdot 0,9 \cdot 1500} = 4575 \text{ mm}^2/\text{m} = \phi_{25-100}$

Buigels

As:v:ben (B) = $\frac{V_d \cdot 150}{1500 \cdot 300 \cdot 7,5} = 119 \text{ mm}^2/\text{sneede} = \phi_{12-150}$
 u sneedij

uit stab: ber. Slz. 6

$M_d = 1726 \text{ MNm}$
 $2 \times 40 \text{ m}$ } $F_d = 43 \text{ MN/element}$

- Opdringen zie pagina 14

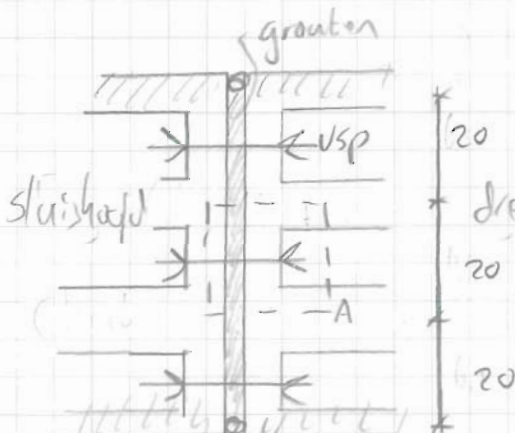
- Verbinding sluis hoofd

$F_d = 43 \text{ MN/4 ankers} = 11 \text{ MN}$

$A_{s:vsp} = \frac{F_d}{1700 \text{ N/mm}^2} = 9200 \text{ mm}^2$

$\phi_{15,1} = 41 \text{ stengels} \cdot 2 > 24$

$F_{anker} = 24 \cdot \phi_{15,1} \cdot 1500 \text{ N/mm}^2 = 17 \text{ MN}$



Leven aan zkt

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 13 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

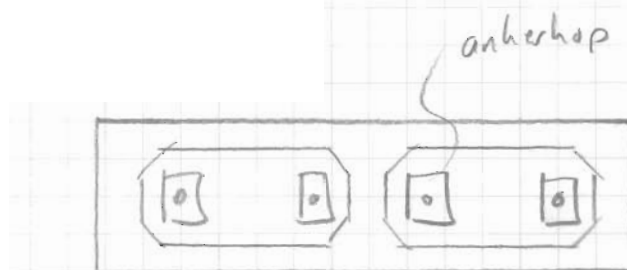
Wopening $A_s^{(1)} = \frac{M_d^{(1)}}{435 \cdot 0,9 \cdot 1750} = 15000 \text{ mm}^2 = 7500 \text{ mm}^2/\text{m} = 9 \phi 32$
(2 m spreiding)

$A_s^{(2)} = \frac{M_d^{(2)}}{\text{" " "}} = 6000 \text{ mm}^2 = 3000 \text{ mm}^2/\text{m} = 4 \phi 32$

$M_d^{(1)} \approx M_d^{(2)} \approx M_d^{(3)}$ - zelfde wopening

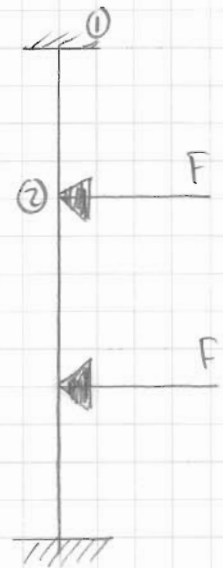
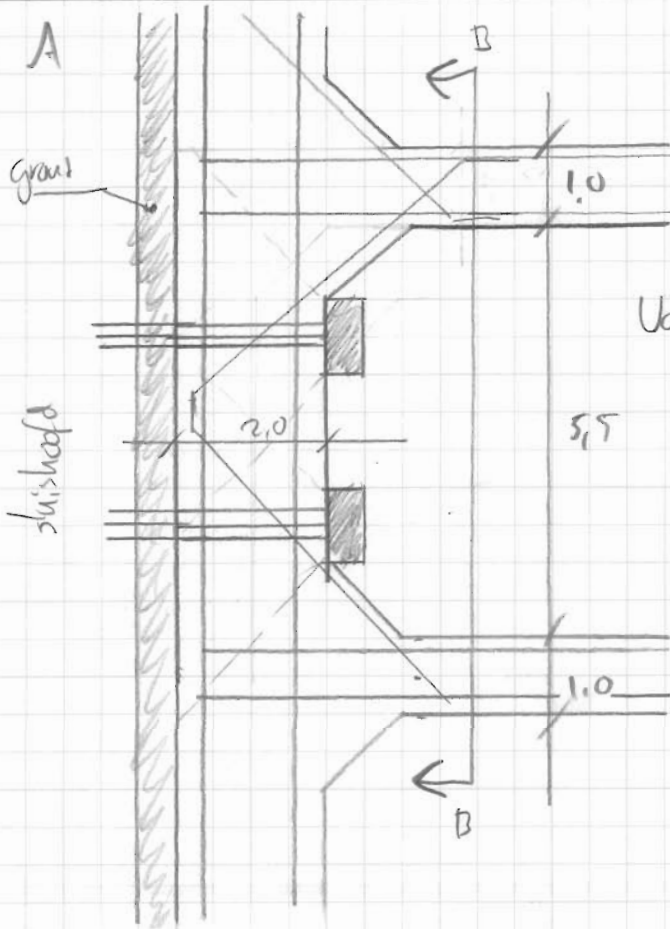
Dwarskracht $V_{Ed} \leq 0,5 b_w d v_{fd} = 0,5 \cdot 2000 \cdot 1750 \cdot 0,53 \cdot \frac{28}{1,5} = 17 \text{ MN}$
 $\hookrightarrow 0,6 \left(1 - \frac{28}{250}\right) = 0,53$

$V_d < V_{Ed}$ dus op te lossen met dwarskracht wopening



Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 12 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

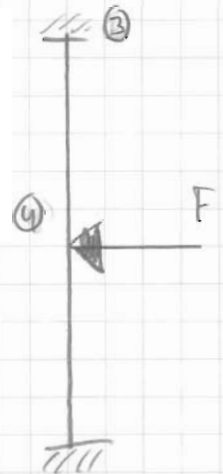
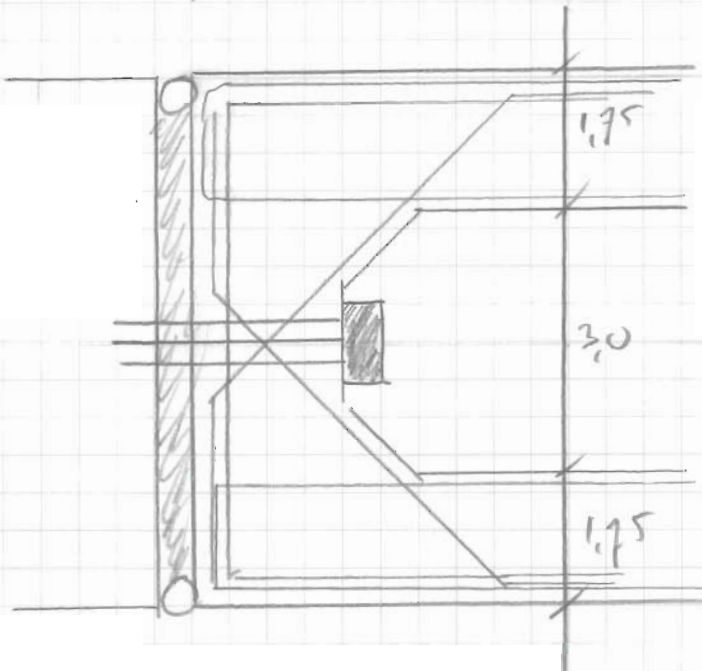
detail A



$$M_d^{\textcircled{1}} = 10 \text{ MNm}$$

$$M_d^{\textcircled{2}} = 4.4 \text{ MNm}$$

$$V_d^{\textcircled{2}} = F_d = 7 \text{ MN}$$



$$M_d^{\textcircled{2}} = 4 \text{ MNm}$$

$$M_d^{\textcircled{1}} = 4 \text{ MNm}$$

$$V_d^{\textcircled{1}} = 4 \text{ MN}$$

Input

Waterniveau boven	-3.5 m NAP
Waterniveau onder	-0.4 m NAP
Bk drempel	-18 m NAP
Dikte drempel	7 m NAP
Ok drempel	-25 m NAP
Percentage holle ruimte	35 %
Gewicht beton	24 kN/m3
Gewicht zandvulling	20 kN/m3

Controle opdrijven bij extreem laag water

	y	rep	d	
Waterdruk opwaarts	1.1	-246.0	-270.6	
Waterdruk neerwaartst	0.9	145.0	130.5	
Beton	0.9	109.2	98.3	
Zand	0.9	49.0	44.1	
Totaal:		57.2	2.3	Ok
UC:		0.81	0.99	

Controle drijven tijdens transport

	y	rep	d	
Waterdruk opwaarts	1.0	-70.0	-70.0	
Waterdruk neerwaartst	1.0	0.0	0.0	
Beton	1.0	109.2	109.2	
Totaal:		39.2	39.2	Zinkt

Benodigd hefvermogen (nat) 50960 kN
509.6 ton

BIJLAGE 10 Ontwerpberekeningen kolk- en fuikwanden en kolkbodem

BEREKENING ONTLASTVLOERCONSTRUCTIE

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 0 van: _____
Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
Project : Gmond Autorisator: _____
Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Onblustvloer

* invullen: klad / concept / actief / vervallen / etc.

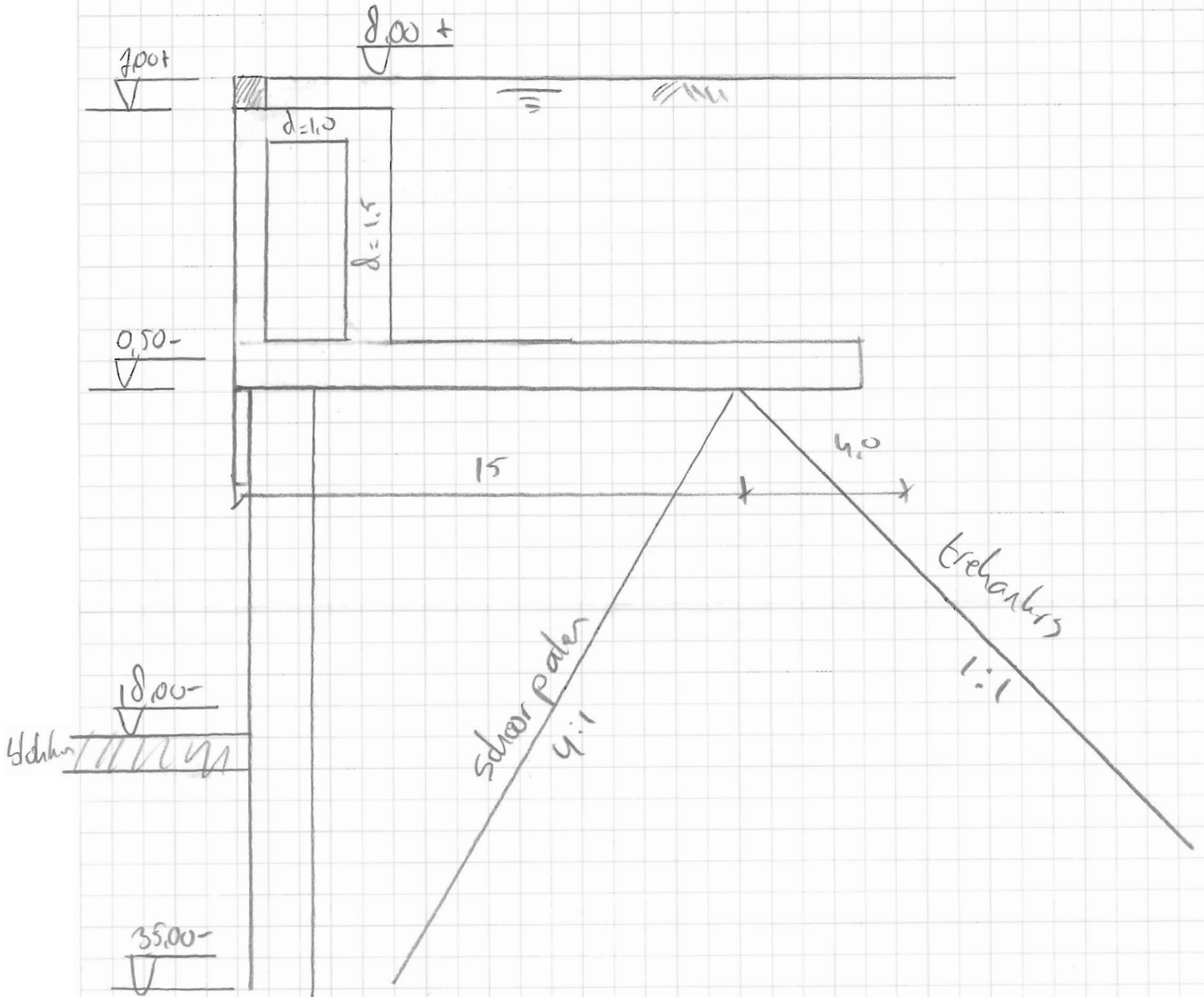
Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 1 van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Ontlast vloer Status*: _____

Geometrie



Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 2 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Aanpak berekening

- ① Invoer damwand/combinand onder ontlastdoer in Msheel
- ② Horizontale reactiekracht in steunpuntbasis
invoer voor Scia Engineer son
- ③ Invoer ontlast doer en palen/ankers in
Scia Engineer per 3 m (stromien)

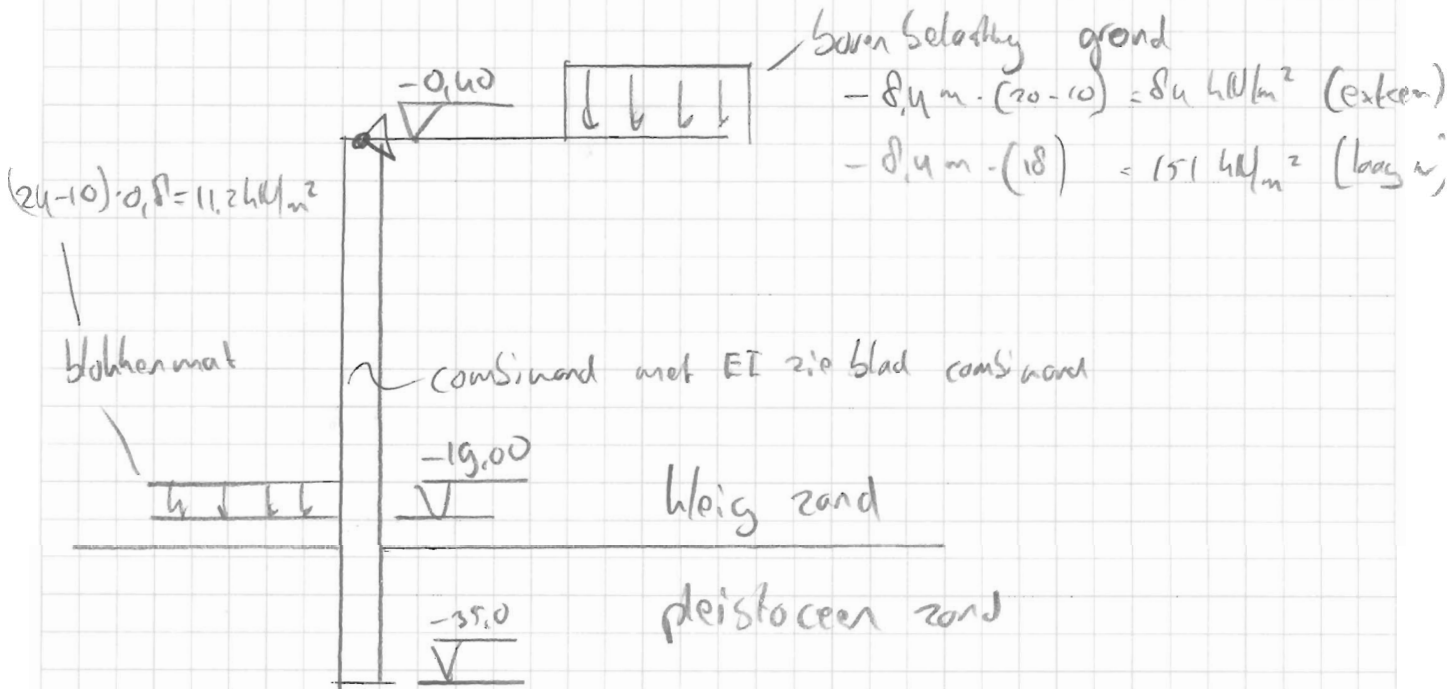
Ankers = grote krachten
 trillingsvrij
 1:1 hoek } kies schroefinjectiepaal
 = stalen zuispaal +
 schroefblad +
 grout

$$F_{\max} = 3000 \text{ kN } \phi 650$$

$$\text{Palen Fundx } F_d = 2500 \text{ kN}$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 3 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Schematisatie M steel



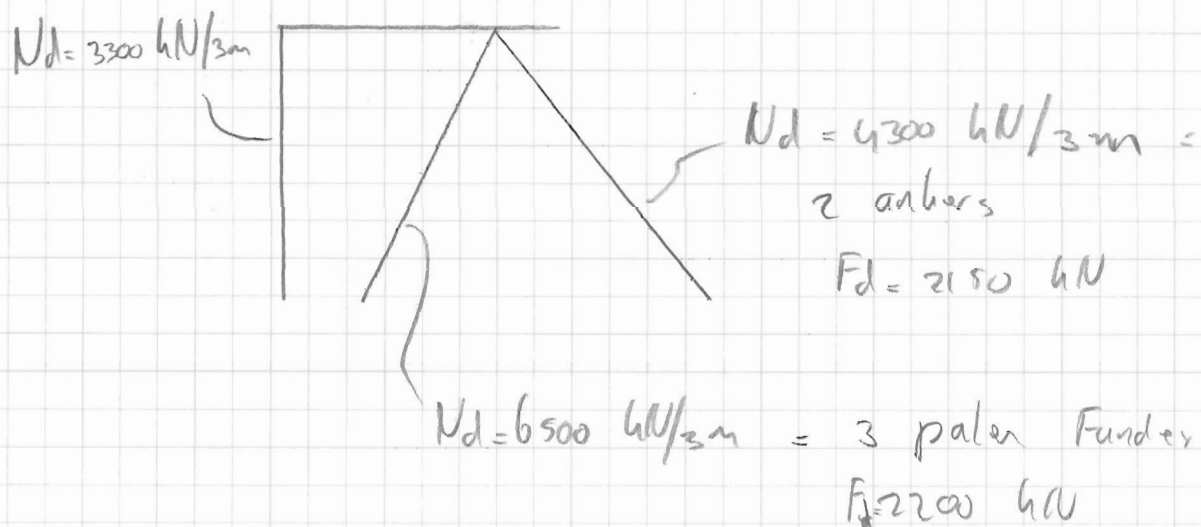
- fasen - normaal (kolhpeil -2,20) (grondwater -0,40)
- laag (kolhpeil -3,50) (grondwater -0,40)
- extreem (kolhpeil -0,90) (grondwater -0,40)

↑
 + 84 m extra
 waterspanning
 in bovenste laag

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 4 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Resultaten

Mit Sia Engineer volgt:



Keuze hoh anker 3m
 " palen 3m } 1,5 tussen afstand

Verspringend in lengterichting

Bijlagen:

- Combiwand profile
- Afroestingsprofiel
- Msheet som
- Scia Engineer som
- Betonberekening



datum: 6-dec-11

naam: JvS

Berekening combiwand:

Eurocode: ENV 1993-5 annex G

lokatie: Ontlastvloer

		$EA_{\text{buis;grond}} = EA_{\text{buis}} \times 0.5 =$	18209 MN/buis
		A_{buis}	604.2366 cm ² /m
buisprofiel:	D = 1420.0 mm	$A_{\text{buis}} = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$	= 173416 mm ²
	t = 40.0 mm	$I_{\text{buis}} = \frac{1}{64} \pi (D^4 - d^4)$	= 4131634×10^4 mm ⁴
	$f_{y,d} = 355$ N/mm ²	$W_{el} = I_{\text{buis}} / (\frac{1}{2} D)$	= 58192×10^3 mm ³
	hoh = 2.870 m	$W_{pl} = (D - t)^2 t$	= 76176×10^3 mm ³
			20275.97

tussenplank:	n = 2 planken	$t_{\text{lijf}} = 12.2$ mm
AZ28-700	$b_{\text{plank}} = 700$ mm	$t_{\text{flens}} = 12.2$ mm
	$h_{\text{plank}} = 460$ mm	$t_{\text{slot}} = 11.0$ mm
	$f_{y,d} = 460$ N/mm ²	$b_{\text{slot}} = 50.0$ mm
		$I_{\text{plank}} = 63620 \times 10^4$ mm ⁴ /m

ovalisatie:	$r = \frac{1}{4} (D + d)$	= 690 mm	(middellijn radius)
	$I_{\text{ring}} = \frac{1}{12} 1000 t^3$	= 5333333 mm ⁴	(traagheidsmoment buis)
	$M_{sd,buis} = \frac{1}{4} 1000 t^2 f_{y,d}$	= 142.000 kNm/m	(vloeimoment vd wand vd buis)
	$M_{sd,slot} = \frac{1}{4} 1000 t_{\text{slot}}^2 f_{y,d}$	= 13.915 kNm/m	(maat (vloeimoment slot)
	$M_{sd,plank} = \frac{1}{4} 1000 t_{\text{lijf}}^2 f_{y,d}$	= 17.1166 kNm/m	(vloeimoment plank)
	$M_{\text{eff},sd} = 0,160 M_{sd,\text{min}} + 0,125 w_{y,sd} r$	= 7.737 kNm/m	(buigend moment in omtreksrichting)
	$w_{y,sd} = 2 M_{sd,\text{min}} / (h - 2 t_{\text{flens}})$	= 63.9 kN/m	(trekkracht uit plank)
	$e = 0,0684 w_{y,sd} r^3 / E I_{\text{ring}}$	= 1.282 mm (max: 0,1 r)	(ovalisatie)
	$a = r / (1 - 3e / r)$	= 694 mm	(straal vd buis bij ovalisatie)
	$t / a = 0,0576 > \frac{1}{60}$	= 0,0167	
	$\epsilon = 0,25 t / a - 0,0025$	= 0,0119	(kritische rek bij plooiën buis)
	$\epsilon_{\text{vloe}} = f_{y,d} / E_d$	= 0,0017	(rek bij vloeï materiaal)
	$\mu = \epsilon / \epsilon_{\text{vloe}}$	= 7,047 > 1,000	
	$\Theta = \text{asin}(1 / \mu)$	= 0,1424 rad (max: $\pi / 2$)	
	$\beta_g = 1 - 2 e / 3 r$	= 0,999	(reductie voor ovalisatie)
	$\beta_s = 0,625 + 0,125 \mu$	= 1,000 (max: 1,0)	(reductie voor plooi)
	$c_1 = (4 - 3,464 M_{\text{eff},sd} / M_{sd,buis})^{1/2}$	= 1,952	
	$g = c_1 / 6 + 2 / 3$	= 0,992	(interactie factor)
	$R_{\Theta} = 0,5 (\Theta / \sin \Theta + \cos \Theta) g \beta_g \beta_s$	= 0,987	(totale reductiefactor)
	$M_{pl,R,d} = W_{pl} f_{y,d} / \text{hoh}$	= 9422 kNm/m	(plastisch moment vd buis)
	$M_{\text{red},R,d} = R_{\Theta} M_{pl,R,d}$	= 9304 kNm/m	
	$M_{d,\text{bouw}} =$	= 0 kNm/m	
	unity check =	= 0,00	

	$E_d = 210000$ N/mm ²		
	$EI_{\text{sam}} = E_d (I_{\text{buis}} + n b_{\text{plank}} I_{\text{plank}}) / \text{hoh}$	= $3,08832 \times 10^8$ kNm ² /m	(tbv invoer Msheet)
corrosie:	binnen = 1.0 mm		
	buiten = 5.0 mm		
	$D_{\text{cor}} = D - 2 \text{cor}; \text{buiten}$	= 1410.0 mm	
	$t_{\text{cor}} = t - \text{cor}; \text{binnen} - \text{cor}; \text{buiten}$	= 34.0 mm	
	$W_{pl,\text{cor}} = (D_{\text{cor}} - t_{\text{cor}})^2 t_{\text{cor}}$	= 64375×10^3 mm ³	
	$R_{\text{cor}} = W_{pl,\text{cor}} / W_{pl}$	= 0.845	(reductie voor corrosie)
	$M_{\text{red},R,d,\text{cor}} = R_{\text{cor}} M_{\text{red},R,d}$	= 7863 kNm/m	
	$M_{d,\text{eind}} =$	= 7310 kNm/m	
	unity check =	= 0,93	
	$I_{\text{buis},\text{cor}} = \frac{1}{64} \pi (D_{\text{cor}}^4 - d_{\text{cor}}^4)$	= 3480641×10^4 mm ⁴	
	$EI_{\text{cor}} = E_d I_{\text{buis},\text{cor}} / \text{hoh}$	= $2,54681 \times 10^8$ kNm ² /m	(tbv invoer Msheet)

oplossing behoeven er alleen t.p.v. het binnenhoofd constructieve maatregelen te worden getroffen. Tijdens het VO-stadium bleken de vloeren van de beide voorgenoemde hoofden korter te zijn dan de beschikbare gegevens tot dan toe hadden laten zien;

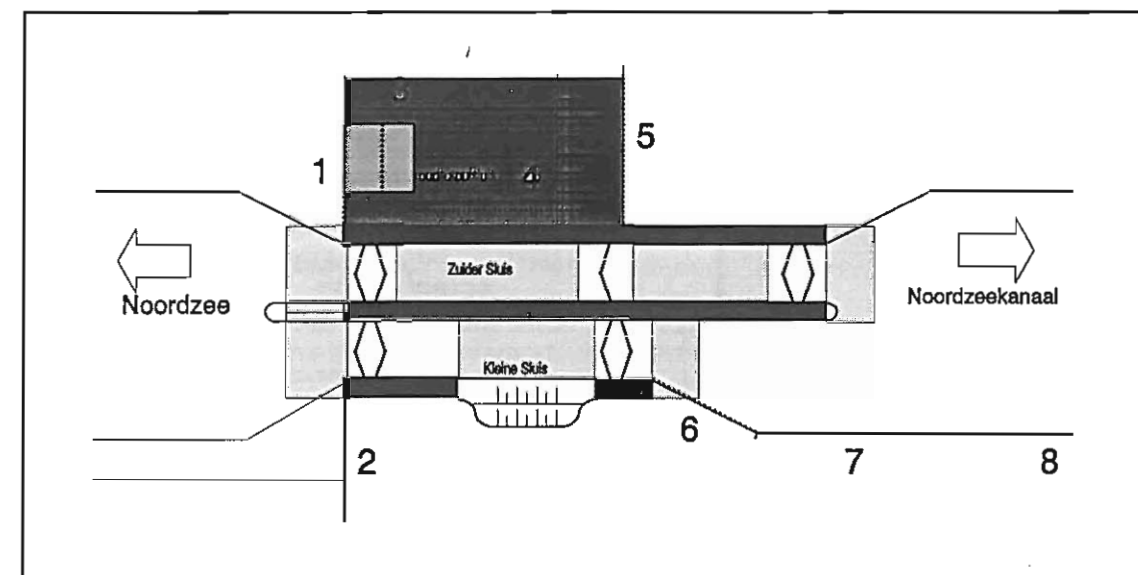
- het vertikaal evenwicht van de constructies bijzondere aandacht verdient. Het vertikaal evenwicht zal een belangrijke rol spelen bij de uiteindelijke ontwerpkeuze van de uit te voeren constructieve maatregelen;
- nader bepaald dient te worden wat de aan te houden grondwaterstanden tijdens zowel de bouw als ook de definitieve situatie zijn.

Tijdens de start van het ontwerp stadium zullen de randvoorwaarden van de onderloopsheid, het opdrukgevaar en de grondwaterstanden gegeven de benodigde verlengingen van de hoofden, zoals omschreven in hfst. 4.7.5. en vastgelegd in figuur 4.7.5. a. worden bepaald. Hiermee zal worden getoetst of het gekozen ontwerp van hfst. 4.7.5. voldoet aan alle gestelde eisen tijdens de bouw-, shut- en faalsituaties. Dit zowel voor de locale als ook de overall situatie.

4.2.3. Capaciteit bestaande constructies.

Van een aantal van de bestaande constructie-onderdelen die mogelijk deel uit zouden maken van de toekomstige situatie is de bestaande capaciteit onderzocht. Het betreft de damwandconstructies en de toeleidingswerken. Voor een overzicht van deze constructie-onderdelen zie figuur 4.2.3.a. Ook zijn de onderdelen omschreven die zijn onderzocht maar niet voldoende capaciteit bezitten. Andere bestaande constructies als puntdeuren en oevers worden behandeld in resp. paragraaf 4.5 en 4.8.

Damwandconstructies.



Figuur 4.2.3.a. : Overzicht bestaande constructies.

Zeezijde:

- 1- Buitenhoofd Zuider Sluis, vleugelwand.
- 2- Buitenhoofd Kleine Sluis, vleugelwand.
- 3- Kistdam t.p.v. de spuisluis.

Kanaalzijde:

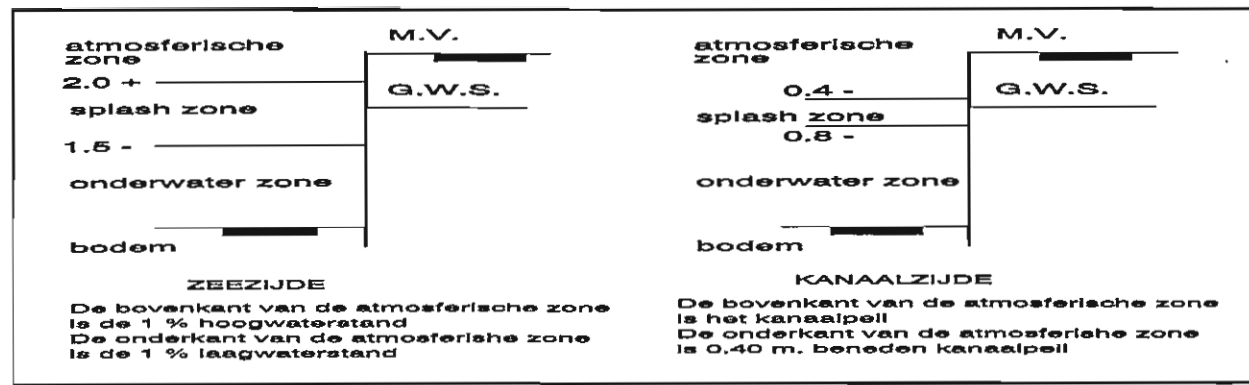
- 4- Ontlastscherm achter de noordelijke sluiswand van de Zuider Sluis.
- 5- Beschoeiing insteekhaven.
- 6- Fuik kanaalzijde t.p.v. de Kleine Sluis.
- 7- Opstel-, wacht en overnachtingsplaats.
- 8- Resterend deel loswal.

Uitgangspunten corrosie.

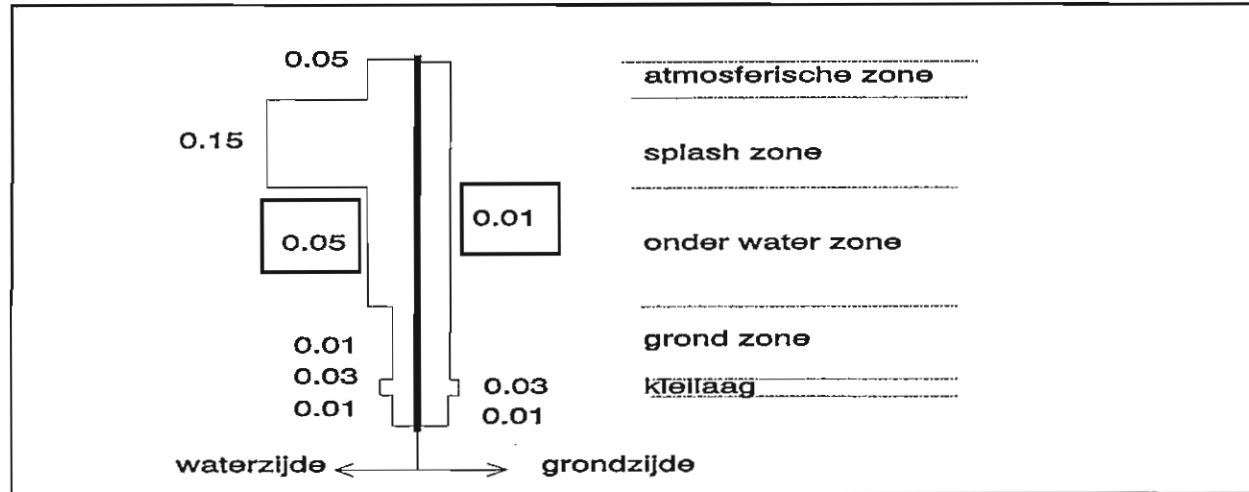
Het type profiel en de wanddikte van de bovengenoemde damwanden zijn door middel van inspectie bepaald. Als de levensduur bekend is zijn deze gegevens om te zetten naar opgetreden corrosiesnelheden. Deze corrosiesnelheden zijn weer getoetst aan in de literatuur genoemde waarden. Op grond van de metingen en de literatuur is een prognose voor de corrosiesnelheid bepaald die van belang is voor het bepalen van de restlevensduur van de damwanden, [Lit. 16].

Bij het bepalen van de corrosiesnelheid wordt onderscheid gemaakt tussen de zeezijde en de kanaalzijde. De zôneindeling over de hoogte van de damwanden is namelijk verschillend zie figuur 4.2.3.b.

Voor de zeezijde en de kanaalzijde van het complex Zuider- en Kleine Sluis wordt op grond van de metingen en de literatuur het onderstaande corrosieprofiel aangehouden.



Figuur 4.2.3.b. : Zone-indeling damwand.



Figuur 4.2.3.c. : Corrosieprofiel.

Berekening en conclusies.

Bij het berekenen van de damwanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de restlevensduur van de damwanden dient 50 jaar te zijn;
- het bovengenoemde corrosieprofiel;
- de damwanden worden niet geconserveerd;
- programma van eisen Zuider- en Kleine Sluis.

In tabel 4.2.3.I. zijn de resultaten van de berekeningen vermeld.

Nr.	Plaats	Sterkte	Stabiliteit	Gebruik in nieuwe situatie
1	Vleugelwand Kleine Sluis	Voldoet niet	Voldoet niet	n.v.t.
2	Vleugelwand Zuidersluis	Voldoet niet	Voldoet niet	n.v.t.
3	Kistdam	Voldoet	Voldoet	ja
4	Ontlastscherm	Voldoet	Voldoet	hangt af van keuze versterkingswerk
5	Beschoeiing insteekhaven	Voldoet	Voldoet	hangt af van het al dan niet opsluiten van klasse III specie in insteekhaven
6	Fuik	Voldoet niet	voldoet niet	komt door verlenging van KS te vervallen; evt bruikbaar als ankerscherm
7+8	Loswal	Voldoet niet	voldoet niet	is evt. noodzakelijk in bouwfase of anders als bruikbaar als ankerscherm

Tabel 4.2.3.I. Resultaten berekening.

Konklusie.

De damwanden ter plaatse van de vleugelwanden van de Kleine- en Zuidersluis voldoen niet. Deze damwanden worden vervangen. De damwanden ter plaatse van de fuik hebben met een verlengde KS geen kerende functie meer. Deze damwanden worden opnieuw geplaatst als ankerscherm voor de nieuwe fuikconstructie.

Geleidewerken.

- Beschermingsconstructie ten westen van de wand tussen de Kleine Sluis en de Zuidersluis.

Deze beschermingsconstructie voldoet niet v.w.b. de vereiste levensduur en de vereiste aanvaarenergiecapaciteit.

- De aanvaarvoorzieningen ter bescherming van de open brug (dit zijn 2 prefab betonnen geleidestoelen) en geleidepalen (3 st. houten proppen) t.p.v. het buitenhoofd van de ZS en KS voldoen v.w.b. de vereiste capaciteit.

- Remmingwerken/afmeerconstructies noord-oost zijde.

Deze palen voldoen niet. Met name de belasting op de haalpen kan niet worden opgenomen. De koningspaal zal bezwijken doordat het toelaatbaar moment wordt overschreden.

- De aanvaarvoorziening (betonnen plaat met 3 koningspalen) ter bescherming van het noordelijk binnenhoofd ZS voldoet niet v.w.b. de vereiste capaciteit en levensduur.

- Remmingwerken/afmeerconstructies noord-west zijde.

Deze palen voldoen niet. Ook in dit geval zal de koningspaal bezwijken doordat het toelaatbaar moment wordt overschreden.

- Remmingwerken/afmeerconstructies zuid-west zijde.

Deze palen voldoen niet. Voor de recreatievaart is het namenlijk noodzakelijk om een doorgaand remmingwerk te plaatsen.

- Damwand zuid-oost zijde.

Deze damwand voldoet niet qua inheidiepte.

Onderdelen van de toeleidingswerken die v.w.b. de sterkte en/of stabiliteit niet voldoen zijn v.w.b. oplossende maatregelen uitgewerkt in paragraaf 4.9.

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares

Date of report: 6-12-2011
Time of report: 12:23:58

Date of calculation: 6-12-2011
Time of calculation: 12:03:14

Filename: \\.\04 POC\working_docs\VO\Variant 2\Kolkwand\Ontlastvloer

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

1 Table of Contents

1	Table of Contents	2
2	Summary	6
2.1	Overview per Stage and Test	6
2.2	Supports	6
2.3	Warnings	6
2.4	CUR Verification Steps	7
3	Input Data for all Stages	8
3.1	General Input Data	8
3.2	Sheet Piling Properties	8
3.3	Calculation Options	8
4	Outline Stage 1: Normaal laag schutpeil	10
5	Step 6.3 Stage 1: Normaal laag schutpeil	11
5.1	General Input Data	11
5.1.1	Rigid Supports	11
5.2	Input Data Left	11
5.2.1	Calculation Method	11
5.2.2	Water Level	11
5.2.3	Surface	11
5.2.4	Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links	11
5.2.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
5.2.6	Uniform Loads	12
5.3	Calculated Earth Pressure Coefficients Left	12
5.4	Input Data Right	12
5.4.1	Calculation Method	12
5.4.2	Water Level	12
5.4.3	Surface	12
5.4.4	Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts	12
5.4.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
5.4.6	Surcharge Loads	13
5.5	Calculated Earth Pressure Coefficients Right	13
5.6	Calculation Results	13
5.6.1	Charts of Moments, Forces and Displacements	14
5.6.2	Moments, Forces and Displacements	14
5.6.3	Stresses	15
5.6.4	Soil Collapse	16
5.6.5	Vertical Force Balance	16
5.6.6	Vertical Force Balance Contribution per Layer	17
5.6.7	Rigid and Spring Supports	17
6	Step 6.4 Stage 1: Normaal laag schutpeil	18
6.1	General Input Data	18
6.1.1	Rigid Supports	18
6.2	Input Data Left	18
6.2.1	Calculation Method	18
6.2.2	Water Level	18
6.2.3	Surface	18
6.2.4	Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links	18
6.2.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
6.2.6	Uniform Loads	19
6.3	Calculated Earth Pressure Coefficients Left	19
6.4	Input Data Right	19
6.4.1	Calculation Method	19
6.4.2	Water Level	19
6.4.3	Surface	19
6.4.4	Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts	19
6.4.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	19
6.4.6	Surcharge Loads	20
6.5	Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
6.6	Calculation Results	20
6.6.1	Charts of Moments, Forces and Displacements	21
6.6.2	Moments, Forces and Displacements	21
6.6.3	Stresses	22
6.6.4	Soil Collapse	23
6.6.5	Vertical Force Balance	23
6.6.6	Vertical Force Balance Contribution per Layer	24

6.6.7 Rigid and Spring Supports	24
7 Step 6.5 Stage 1: Normaal laag schutpeil	25
7.1 General Input Data	25
7.1.1 Rigid Supports	25
7.2 Input Data Left	25
7.2.1 Calculation Method	25
7.2.2 Water Level	25
7.2.3 Surface	25
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links	25
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	25
7.2.6 Uniform Loads	26
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	26
7.4 Input Data Right	26
7.4.1 Calculation Method	26
7.4.2 Water Level	26
7.4.3 Surface	26
7.4.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts	26
7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	26
7.4.6 Surcharge Loads	27
7.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	27
7.6 Calculation Results	27
7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	28
7.6.2 Moments, Forces and Displacements	28
7.6.3 Stresses	29
7.6.4 Soil Collapse	30
7.6.5 Vertical Force Balance	30
7.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	31
7.6.7 Rigid and Spring Supports	31
8 Outline Stage 2: Extreem laag water	32
9 Step 6.3 Stage 2: Extreem laag water	33
9.1 General Input Data	33
9.1.1 Rigid Supports	33
9.2 Input Data Left	33
9.2.1 Calculation Method	33
9.2.2 Water Level	33
9.2.3 Surface	33
9.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links	33
9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	33
9.2.6 Uniform Loads	34
9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	34
9.4 Input Data Right	34
9.4.1 Calculation Method	34
9.4.2 Water Level	34
9.4.3 Surface	34
9.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts	34
9.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	34
9.4.6 Surcharge Loads	35
9.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	35
9.6 Calculation Results	35
9.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	36
9.6.2 Moments, Forces and Displacements	36
9.6.3 Stresses	37
9.6.4 Soil Collapse	38
9.6.5 Vertical Force Balance	38
9.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	39
9.6.7 Rigid and Spring Supports	39
10 Step 6.4 Stage 2: Extreem laag water	40
10.1 General Input Data	40
10.1.1 Rigid Supports	40
10.2 Input Data Left	40
10.2.1 Calculation Method	40
10.2.2 Water Level	40
10.2.3 Surface	40
10.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links	40
10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	40
10.2.6 Uniform Loads	41
10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	41

10.4 Input Data Right	41
10.4.1 Calculation Method	41
10.4.2 Water Level	41
10.4.3 Surface	41
10.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts	41
10.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	41
10.4.6 Surcharge Loads	42
10.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	42
10.6 Calculation Results	42
10.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	43
10.6.2 Moments, Forces and Displacements	43
10.6.3 Stresses	44
10.6.4 Soil Collapse	45
10.6.5 Vertical Force Balance	45
10.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	46
10.6.7 Rigid and Spring Supports	46
11 Step 6.5 Stage 2: Extreem laag water	47
11.1 General Input Data	47
11.1.1 Rigid Supports	47
11.2 Input Data Left	47
11.2.1 Calculation Method	47
11.2.2 Water Level	47
11.2.3 Surface	47
11.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links	47
11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	47
11.2.6 Uniform Loads	48
11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	48
11.4 Input Data Right	48
11.4.1 Calculation Method	48
11.4.2 Water Level	48
11.4.3 Surface	48
11.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts	48
11.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	48
11.4.6 Surcharge Loads	49
11.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	49
11.6 Calculation Results	49
11.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	50
11.6.2 Moments, Forces and Displacements	50
11.6.3 Stresses	51
11.6.4 Soil Collapse	52
11.6.5 Vertical Force Balance	52
11.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	53
11.6.7 Rigid and Spring Supports	53
12 Outline Stage 3: Extreem hoog water	54
13 Step 6.3 Stage 3: Extreem hoog water	55
13.1 General Input Data	55
13.1.1 Rigid Supports	55
13.2 Input Data Left	55
13.2.1 Calculation Method	55
13.2.2 Water Level	55
13.2.3 Surface	55
13.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links	55
13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	55
13.2.6 Uniform Loads	56
13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	56
13.4 Input Data Right	56
13.4.1 Calculation Method	56
13.4.2 Water Level	56
13.4.3 Surface	56
13.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts	56
13.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	56
13.4.6 Surcharge Loads	57
13.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	57
13.6 Calculation Results	57
13.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	58
13.6.2 Moments, Forces and Displacements	58
13.6.3 Stresses	59

13.6.4 Soil Collapse	60
13.6.5 Vertical Force Balance	60
13.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	61
13.6.7 Rigid and Spring Supports	61
14 Step 6.4 Stage 3: Extreem hoog water	62
14.1 General Input Data	62
14.1.1 Rigid Supports	62
14.2 Input Data Left	62
14.2.1 Calculation Method	62
14.2.2 Water Level	62
14.2.3 Surface	62
14.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links	62
14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	62
14.2.6 Uniform Loads	63
14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	63
14.4 Input Data Right	63
14.4.1 Calculation Method	63
14.4.2 Water Level	63
14.4.3 Surface	63
14.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts	63
14.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	63
14.4.6 Surcharge Loads	64
14.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	64
14.6 Calculation Results	64
14.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	65
14.6.2 Moments, Forces and Displacements	65
14.6.3 Stresses	66
14.6.4 Soil Collapse	67
14.6.5 Vertical Force Balance	67
14.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	68
14.6.7 Rigid and Spring Supports	68
15 Step 6.5 Stage 3: Extreem hoog water	69
15.1 General Input Data	69
15.1.1 Rigid Supports	69
15.2 Input Data Left	69
15.2.1 Calculation Method	69
15.2.2 Water Level	69
15.2.3 Surface	69
15.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links	69
15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	69
15.2.6 Uniform Loads	70
15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	70
15.4 Input Data Right	70
15.4.1 Calculation Method	70
15.4.2 Water Level	70
15.4.3 Surface	70
15.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts	70
15.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	70
15.4.6 Surcharge Loads	71
15.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	71
15.6 Calculation Results	71
15.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	72
15.6.2 Moments, Forces and Displacements	72
15.6.3 Stresses	73
15.6.4 Soil Collapse	74
15.6.5 Vertical Force Balance	74
15.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer	75
15.6.7 Rigid and Spring Supports	75

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-4871.0	776.6	59.3	63.6	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-4535.4	802.6	63.1	67.3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	-50.6	-2330.1	540.9	26.6	30.1	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-2796.2	649.1			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-6399.1	853.7	69.8	73.5	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		-6117.1	874.8	76.8	79.9	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	-68.6	-3039.3	652.7	31.5	35.6	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-3647.2	783.3			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-7311.8	-1155.4	60.9	64.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		-6985.6	-1129.0	67.3	70.6	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-109.6	-4690.1	922.6	30.9	35.4	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-5628.2	1107.1			
Max		-109.6	-7311.8	-1155.4	76.8	79.9	---

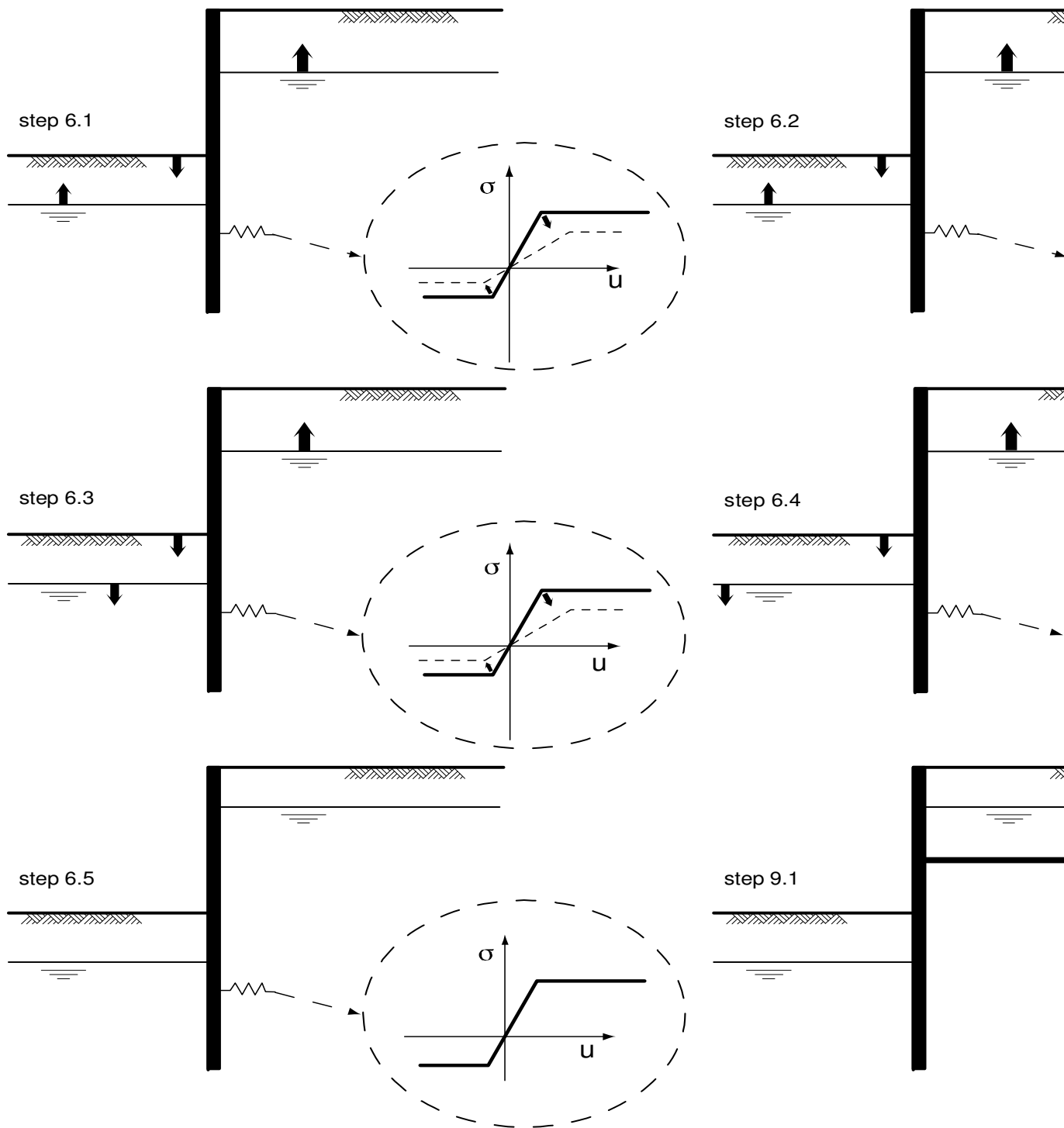
2.2 Supports

Stage	Verification type	Support Ontlastvloer	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	Step 6.3	603.58	-
2	Step 6.3	771.87	-
3	Step 6.3	1154.81	-
1	Step 6.4	576.91	-
2	Step 6.4	749.71	-
3	Step 6.4	1127.36	-
1	Step 6.5	358.76	-
2	Step 6.5	465.61	-
3	Step 6.5	911.76	-

2.3 Warnings

Stage	Warning
3	Uplift might occur

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 kN/m ³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	34.60 m
Level top side	-0.40 m
Number of sections	1
Pr;max;point	0.00 MPa
Xi factor	0.72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm ² /m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
Combiwand 142...	-35.00	-0.40	2.5500E+06	1.00	7863.00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
Combiwand 142...	-35.00	-0.40	1.00	1.00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
Combiwand 142...	-35.00	-0.40	2.5500E+06	7863.00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ²]
Combiwand 142...	-35.00	-0.40	1420.00	1.35	10.00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NAD NL method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Application Document of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set RC 3

Factors on loads		
- Permanent load, unfavourable	1.00	
- Permanent load, favourable	1.00	
- Variable load, unfavourable	1.38	User defined
- Variable load, favourable	0.00	

Material factors		
- Cohesion	1.54	User defined
- Tangent phi	1.32	User defined
- Delta (wall friction angle)	1.32	User defined
- Modulus of subgrade reactions	1.43	User defined

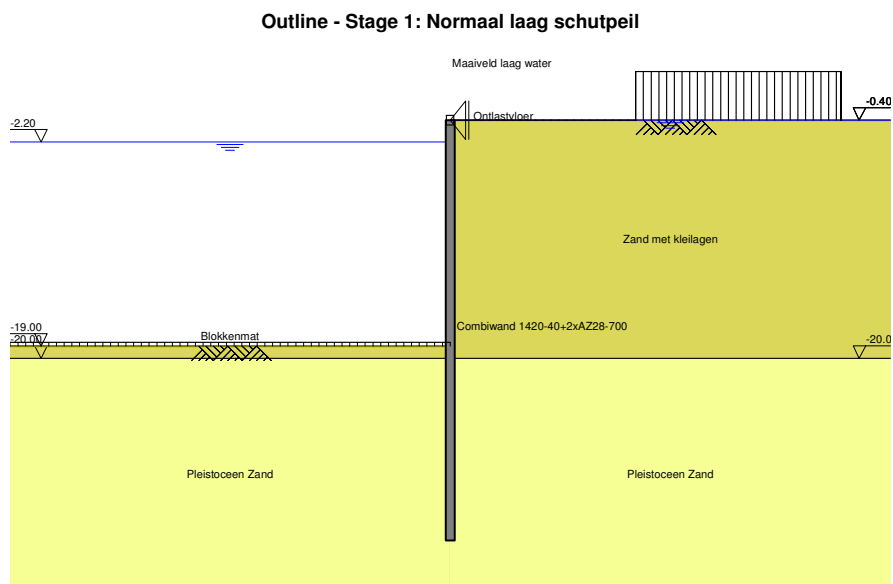
Geometry modification

- Reduction in surface level on passive side	0.00 m	
- Reduction in phreatic line on passive side	0.28 m	User defined
- Raise in phreatic line on passive side	0.28 m	User defined
- Raise in phreatic line on active side	0.06 m	User defined

Vertical balance factors

- Gamma m:b4	1.32	User defined
--------------	------	--------------

4 Outline Stage 1: Normaal laag schutpeil



5 Step 6.3 Stage 1: Normaal laag schutpeil

5.1 General Input Data

5.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -2.48 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	17.60

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoceen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

5.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.3	90.7	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	11.5	141.3	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	15.6	192.0	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	19.7	242.8	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	23.8	293.5	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	27.9	344.3	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	32.0	395.0	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	36.1	445.8	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	40.3	496.5	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	44.4	547.3	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	48.5	598.0	0.33	0.57	4.13

5.4 Input Data Right

5.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

5.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

5.4.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoecen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

5.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

5.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	1.0	7.7	0.41	0.96	3.01
2	-1.04	2.7	19.6	0.41	0.96	3.01
3	-1.69	5.3	39.6	0.41	0.96	3.01
4	-2.34	8.0	59.5	0.41	0.95	3.00
5	-2.99	10.7	79.5	0.40	0.95	3.00
6	-3.64	13.4	99.4	0.40	0.94	2.99
7	-4.47	16.9	125.0	0.40	0.93	2.97
8	-5.86	22.6	167.5	0.40	0.91	2.95
9	-7.24	28.4	209.9	0.39	0.89	2.92
10	-8.62	34.1	253.2	0.39	0.86	2.89
11	-10.01	39.8	315.6	0.39	0.84	3.05
12	-11.39	45.6	400.3	0.38	0.81	3.35
13	-12.77	51.3	510.4	0.38	0.79	3.75
14	-14.16	57.0	656.9	0.37	0.76	4.31
15	-15.54	89.6	858.2	0.53	0.74	5.07
16	-16.92	103.0	1144.9	0.55	0.72	6.16
17	-18.31	111.7	1419.5	0.55	0.71	7.01
18	-19.28	117.6	880.4	0.55	0.70	4.11
19	-19.78	120.5	643.3	0.55	0.69	2.92
20	-20.68	104.4	883.7	0.45	0.62	3.82
21	-22.05	111.8	935.7	0.45	0.60	3.78
22	-23.41	118.8	988.9	0.45	0.59	3.76
23	-24.77	125.4	1042.9	0.45	0.58	3.73
24	-26.14	131.8	1137.8	0.45	0.58	3.86
25	-27.50	138.0	1304.0	0.44	0.57	4.20
26	-28.86	144.0	1361.2	0.44	0.56	4.17
27	-30.23	149.8	1418.5	0.44	0.56	4.16
28	-31.59	155.5	1475.7	0.44	0.55	4.14
29	-32.95	161.1	1533.1	0.43	0.55	4.13
30	-34.32	166.6	1462.1	0.43	0.55	3.78

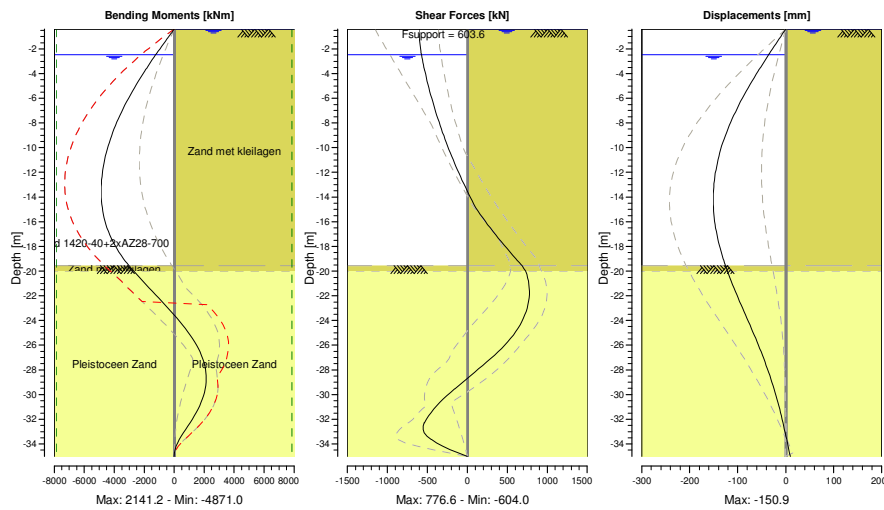
5.6 Calculation Results

Number of iterations: 7

5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Normaal laag schutpeil

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3



5.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-604.0	0.0
1	-0.90	-301.7	-602.2	-8.7
2	-0.90	-301.7	-602.2	-8.7
2	-1.18	-470.0	-599.7	-13.5
3	-1.18	-470.0	-599.7	-13.5
3	-2.20	-1073.6	-581.4	-30.9
4	-2.20	-1073.6	-581.4	-30.9
4	-2.48	-1235.3	-573.8	-35.7
5	-2.48	-1235.3	-573.8	-35.7
5	-3.50	-1804.8	-542.0	-52.5
6	-3.50	-1804.8	-542.0	-52.5
6	-3.78	-1955.2	-532.5	-57.0
7	-3.78	-1955.2	-532.5	-57.0
7	-5.16	-2657.3	-480.9	-78.3
8	-5.16	-2657.3	-480.9	-78.3
8	-6.55	-3282.5	-421.4	-97.6
9	-6.55	-3282.5	-421.4	-97.6
9	-7.93	-3819.9	-353.9	-114.5
10	-7.93	-3819.9	-353.9	-114.5
10	-9.31	-4258.4	-278.5	-128.5
11	-9.31	-4258.4	-278.5	-128.5
11	-10.70	-4587.0	-195.2	-139.2
12	-10.70	-4587.0	-195.2	-139.2
12	-12.08	-4794.9	-103.9	-146.6
13	-12.08	-4794.9	-103.9	-146.6
13	-13.47	-4871.0	-4.6	-150.4
14	-13.47	-4871.0	-4.6	-150.4
14	-14.85	-4804.2	102.5	-150.5
15	-14.85	-4804.2	102.5	-150.5
15	-16.23	-4558.5	254.8	-147.0
16	-16.23	-4558.5	254.8	-147.0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-4089.3	425.5	-140.1
17	-17.62	-4089.3	425.5	-140.1
17	-19.00	-3375.6	608.3	-130.2
18	-19.00	-3375.6	608.3	-130.2
18	-19.55	-3020.2	684.2	-125.5
19	-19.55	-3020.2	684.2	-125.5
19	-20.00	-2702.0	729.3	-121.4
20	-20.00	-2702.0	729.3	-121.4
20	-21.36	-1669.4	774.9	-107.8
21	-21.36	-1669.4	774.9	-107.8
21	-22.73	-616.5	759.2	-92.9
22	-22.73	-616.5	759.2	-92.9
22	-24.09	372.9	681.7	-77.6
23	-24.09	372.9	681.7	-77.6
23	-25.45	1214.2	541.8	-62.6
24	-25.45	1214.2	541.8	-62.6
24	-26.82	1822.0	339.3	-48.4
25	-26.82	1822.0	339.1	-48.4
25	-28.18	2117.6	93.2	-35.6
26	-28.18	2117.6	93.2	-35.6
26	-29.55	2074.6	-156.8	-24.2
27	-29.55	2074.6	-157.3	-24.2
27	-30.91	1697.7	-383.5	-14.4
28	-30.91	1697.7	-383.5	-14.4
28	-32.27	1061.9	-535.1	-5.8
29	-32.27	1062.1	-537.4	-5.8
29	-33.64	340.7	-451.7	2.1
30	-33.64	340.6	-450.8	2.1
30	-35.00	0.0	0.0	9.6
Max		-4871.0	774.9	-150.5
Max, minor nodes incl.		-4871.0	776.6	-150.9

5.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	32
1	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		7.47	17.66	A	
4	-2.20	0.00	0.00	-		7.46	17.66	A	
4	-2.48	0.00	0.00	-		8.63	20.40	A	
5	-2.48	0.00	0.00	-		8.61	20.40	A	
5	-3.50	0.00	10.01	-		12.88	30.41	A	
6	-3.50	0.00	10.01	-		12.85	30.41	A	
6	-3.78	0.00	12.75	-		14.02	33.16	A	
7	-3.78	0.00	12.75	-		13.96	33.16	A	
7	-5.16	0.00	26.33	-		19.84	46.73	A	
8	-5.16	0.00	26.33	-		19.66	46.73	A	
8	-6.55	0.00	39.90	-		25.62	60.30	A	
9	-6.55	0.00	39.90	-		25.35	60.30	A	
9	-7.93	0.00	53.47	-		31.40	73.88	A	
10	-7.93	0.00	53.47	-		31.05	73.88	A	
10	-9.31	0.00	67.05	-		37.17	87.45	A	
11	-9.31	0.00	67.05	-		36.76	87.45	A	
11	-10.70	0.00	80.62	-		42.94	101.03	A	
12	-10.70	0.00	80.62	-		42.47	101.03	A	
12	-12.08	0.00	94.19	-		48.69	114.60	A	
13	-12.08	0.00	94.19	-		48.20	114.60	A	
13	-13.47	0.00	107.77	-		54.43	128.17	A	
14	-13.47	0.00	107.77	-		53.94	128.17	A	
14	-14.85	0.00	121.34	-		60.16	141.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	121.34	-		85.19	141.75	A	
15	-16.23	0.00	134.91	-		94.04	155.32	A	
16	-16.23	0.00	134.91	-		98.37	155.32	A	
16	-17.62	0.00	148.49	-		107.63	168.89	A	
17	-17.62	0.00	148.49	-		107.13	168.89	A	
17	-19.00	0.00	162.06	-		116.32	182.47	A	
18	-19.00	0.00	162.06	-		115.77	182.47	A	
18	-19.55	0.00	167.46	-		119.39	187.86	A	
19	-19.55	33.74	167.46	P		119.05	187.86	A	
19	-20.00	47.55	171.87	P		122.00	192.28	A	
20	-20.00	65.25	171.87	P		100.76	192.28	A	
20	-21.36	116.07	186.85	P		108.11	205.65	A	
21	-21.36	115.91	186.85	P		108.15	205.65	A	
21	-22.73	166.67	201.83	P		115.45	219.03	A	
22	-22.73	166.66	201.83	P		115.16	219.03	A	
22	-24.09	217.41	216.80	P		122.38	232.41	A	
23	-24.09	217.41	216.80	P		121.87	232.41	A	
23	-25.45	268.16	231.78	P		128.99	245.79	A	
24	-25.45	268.16	231.78	P		128.32	245.79	A	
24	-26.82	318.91	246.76	P		135.33	259.16	A	
25	-26.82	318.91	246.76	P		134.55	259.16	A	
25	-28.18	333.60	261.73	3	90	141.45	272.54	A	
26	-28.18	333.60	261.73	3	90	140.59	272.54	A	
26	-29.55	341.59	276.71	3	81	147.38	285.92	A	
27	-29.55	341.59	276.71	3	81	146.49	285.92	A	
27	-30.91	298.83	291.69	2	63	153.17	299.29	A	
28	-30.91	298.83	291.69	2	63	152.24	299.29	A	
28	-32.27	233.36	306.67	1	45	158.82	312.67	A	
29	-32.27	233.36	306.67	1	45	157.88	312.67	A	
29	-33.64	46.43	321.64	A		266.40	326.05	1	17
30	-33.64	46.43	321.64	A		265.22	326.05	1	18
30	-35.00	50.55	336.62	A		485.32	339.43	1	33

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

5.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3294.0	3347.3
Water	5319.3	5872.1
Total	8613.2	9219.4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	5182.79 kN
Mobilized passive effective resistance	3293.96 kN
Percentage mobilized resistance	63.6 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	150775.34 kNm
Mobilized passive moment	89472.18 kNm
Percentage mobilized moment	59.3 %

5.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.32
Maximum point resistance	0.00 [MPa]
A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero	

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1320.11
Vertical force passive	1373.23
Resulting vertical force (no dead weight)	53.12
Vertical toe capacity $F_{toe;d}$	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-977.86
Vertical force passive	1017.21
Resulting vertical force (no dead weight)	39.35
Vertical toe capacity $F_{toe;d}$	0.00
Resultant goes up	

5.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-329.21
-20.00	Pleistoceen Zand	1367.04	-20.00	Pleistoceen Zand	-990.91

5.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	603.58	0.00

6 Step 6.4 Stage 1: Normaal laag schutpeil

6.1 General Input Data

6.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -2.48 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	17.60

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoceen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

6.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.3	90.7	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	11.5	141.3	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	15.6	192.0	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	19.7	242.8	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	23.8	293.5	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	27.9	344.3	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	32.0	395.0	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	36.1	445.8	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	40.3	496.5	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	44.4	547.3	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	48.5	598.0	0.33	0.57	4.13

6.4 Input Data Right

6.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

6.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

6.4.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoecen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

6.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

6.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	1.0	7.7	0.41	0.96	3.01
2	-1.04	2.7	19.6	0.41	0.96	3.01
3	-1.69	5.3	39.6	0.41	0.96	3.01
4	-2.34	8.0	59.5	0.41	0.95	3.00
5	-2.99	10.7	79.5	0.40	0.95	3.00
6	-3.64	13.4	99.4	0.40	0.94	2.99
7	-4.47	16.9	125.0	0.40	0.93	2.97
8	-5.86	22.6	167.5	0.40	0.91	2.95
9	-7.24	28.4	209.9	0.39	0.89	2.92
10	-8.62	34.1	253.2	0.39	0.86	2.89
11	-10.01	39.8	315.6	0.39	0.84	3.05
12	-11.39	45.6	400.3	0.38	0.81	3.35
13	-12.77	51.3	510.4	0.38	0.79	3.75
14	-14.16	57.0	656.9	0.37	0.76	4.31
15	-15.54	89.6	858.2	0.53	0.74	5.07
16	-16.92	103.0	1144.9	0.55	0.72	6.16
17	-18.31	111.7	1419.5	0.55	0.71	7.01
18	-19.28	117.6	880.4	0.55	0.70	4.11
19	-19.78	120.5	643.3	0.55	0.69	2.92
20	-20.68	104.4	883.7	0.45	0.62	3.82
21	-22.05	111.8	935.7	0.45	0.60	3.78
22	-23.41	118.8	988.9	0.45	0.59	3.76
23	-24.77	125.4	1042.9	0.45	0.58	3.73
24	-26.14	131.8	1137.8	0.45	0.58	3.86
25	-27.50	138.0	1304.0	0.44	0.57	4.20
26	-28.86	144.0	1361.2	0.44	0.56	4.17
27	-30.23	149.8	1418.5	0.44	0.56	4.16
28	-31.59	155.5	1475.7	0.44	0.55	4.14
29	-32.95	161.1	1533.1	0.43	0.55	4.13
30	-34.32	166.6	1462.1	0.43	0.55	3.78

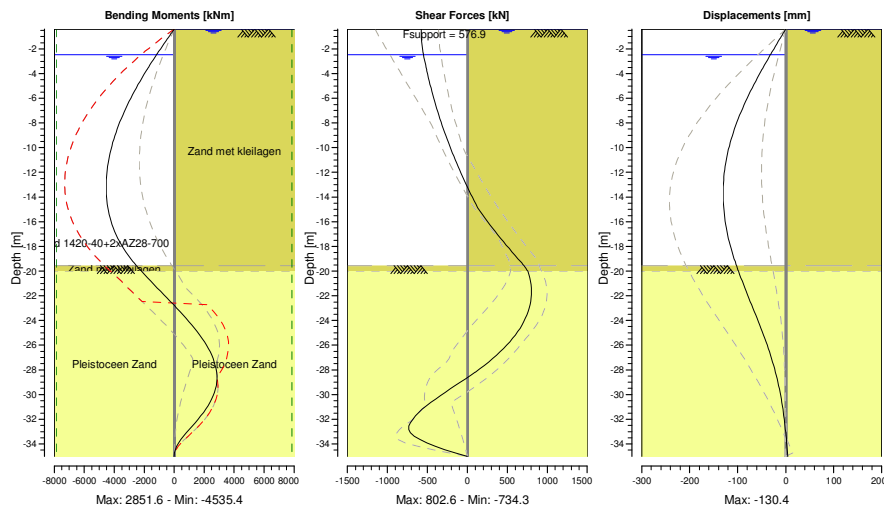
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 8

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Normaal laag schutpeil

Step 6.4 - Partial factor set: RC 3



6.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-578.0	0.0
1	-0.90	-288.7	-576.3	-7.7
2	-0.90	-288.7	-576.3	-7.7
2	-1.18	-449.7	-573.8	-12.1
3	-1.18	-449.7	-573.8	-12.1
3	-2.20	-1026.9	-555.5	-27.7
4	-2.20	-1026.9	-555.5	-27.7
4	-2.48	-1181.4	-547.9	-31.9
5	-2.48	-1181.4	-547.9	-31.9
5	-3.50	-1724.4	-516.1	-46.9
6	-3.50	-1724.4	-516.1	-46.9
6	-3.78	-1867.6	-506.6	-50.9
7	-3.78	-1867.6	-506.6	-50.9
7	-5.16	-2533.8	-455.0	-69.8
8	-5.16	-2533.8	-455.0	-69.8
8	-6.55	-3123.2	-395.5	-86.8
9	-6.55	-3123.2	-395.5	-86.8
9	-7.93	-3624.7	-328.0	-101.5
10	-7.93	-3624.7	-328.0	-101.5
10	-9.31	-4027.4	-252.6	-113.4
11	-9.31	-4027.4	-252.6	-113.4
11	-10.70	-4320.2	-169.2	-122.3
12	-10.70	-4320.2	-169.2	-122.3
12	-12.08	-4492.2	-78.0	-128.0
13	-12.08	-4492.2	-78.0	-128.0
13	-13.47	-4532.4	21.3	-130.4
14	-13.47	-4532.4	21.3	-130.4
14	-14.85	-4429.8	128.4	-129.3
15	-14.85	-4429.8	128.4	-129.3
15	-16.23	-4148.2	280.7	-124.9
16	-16.23	-4148.2	280.7	-124.9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-3643.2	451.4	-117.4
17	-17.62	-3643.2	451.4	-117.4
17	-19.00	-2893.6	634.2	-107.2
18	-19.00	-2893.6	634.2	-107.2
18	-19.55	-2524.0	710.1	-102.5
19	-19.55	-2524.0	710.1	-102.5
19	-20.00	-2194.1	755.3	-98.5
20	-20.00	-2194.1	755.3	-98.5
20	-21.36	-1126.2	800.8	-85.2
21	-21.36	-1126.2	800.8	-85.2
21	-22.73	-37.9	785.1	-71.1
22	-22.73	-37.9	785.1	-71.1
22	-24.09	986.8	707.6	-57.0
23	-24.09	986.8	707.6	-57.0
23	-25.45	1863.4	567.7	-43.6
24	-25.45	1863.4	567.7	-43.6
24	-26.82	2506.5	365.2	-31.5
25	-26.82	2506.5	365.2	-31.5
25	-28.18	2830.6	99.8	-21.3
26	-28.18	2830.7	99.5	-21.3
26	-29.55	2752.7	-215.7	-13.1
27	-29.55	2752.6	-216.0	-13.1
27	-30.91	2253.2	-511.0	-6.9
28	-30.91	2253.0	-511.7	-6.9
28	-32.27	1404.7	-710.4	-2.2
29	-32.27	1405.2	-713.3	-2.2
29	-33.64	449.3	-593.3	1.3
30	-33.64	449.3	-592.4	1.3
30	-35.00	0.0	0.0	4.6
Max		-4532.4	800.8	-130.4
Max, minor nodes incl.		-4535.4	802.6	-130.4

6.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	32
1	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		7.47	17.66	A	
4	-2.20	0.00	0.00	-		7.46	17.66	A	
4	-2.48	0.00	0.00	-		8.63	20.40	A	
5	-2.48	0.00	0.00	-		8.61	20.40	A	
5	-3.50	0.00	10.01	-		12.88	30.41	A	
6	-3.50	0.00	10.01	-		12.85	30.41	A	
6	-3.78	0.00	12.75	-		14.02	33.16	A	
7	-3.78	0.00	12.75	-		13.96	33.16	A	
7	-5.16	0.00	26.33	-		19.84	46.73	A	
8	-5.16	0.00	26.33	-		19.66	46.73	A	
8	-6.55	0.00	39.90	-		25.62	60.30	A	
9	-6.55	0.00	39.90	-		25.35	60.30	A	
9	-7.93	0.00	53.47	-		31.40	73.88	A	
10	-7.93	0.00	53.47	-		31.05	73.88	A	
10	-9.31	0.00	67.05	-		37.17	87.45	A	
11	-9.31	0.00	67.05	-		36.76	87.45	A	
11	-10.70	0.00	80.62	-		42.94	101.03	A	
12	-10.70	0.00	80.62	-		42.47	101.03	A	
12	-12.08	0.00	94.19	-		48.69	114.60	A	
13	-12.08	0.00	94.19	-		48.20	114.60	A	
13	-13.47	0.00	107.77	-		54.43	128.17	A	
14	-13.47	0.00	107.77	-		53.94	128.17	A	
14	-14.85	0.00	121.34	-		60.16	141.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	121.34	-		85.19	141.75	A	
15	-16.23	0.00	134.91	-		94.04	155.32	A	
16	-16.23	0.00	134.91	-		98.37	155.32	A	
16	-17.62	0.00	148.49	-		107.63	168.89	A	
17	-17.62	0.00	148.49	-		107.13	168.89	A	
17	-19.00	0.00	162.06	-		116.32	182.47	A	
18	-19.00	0.00	162.06	-		115.77	182.47	A	
18	-19.55	0.00	167.46	-		119.39	187.86	A	
19	-19.55	33.74	167.46	P		119.05	187.86	A	
19	-20.00	47.55	171.87	P		122.00	192.28	A	
20	-20.00	65.25	171.87	P		100.76	192.28	A	
20	-21.36	116.07	186.85	P		108.11	205.65	A	
21	-21.36	115.91	186.85	P		108.15	205.65	A	
21	-22.73	166.67	201.83	P		115.45	219.03	A	
22	-22.73	166.66	201.83	P		115.16	219.03	A	
22	-24.09	217.41	216.80	P		122.38	232.41	A	
23	-24.09	217.41	216.80	P		121.87	232.41	A	
23	-25.45	268.16	231.78	P		128.99	245.79	A	
24	-25.45	268.16	231.78	P		128.32	245.79	A	
24	-26.82	318.91	246.76	P		135.33	259.16	A	
25	-26.82	318.91	246.76	P		134.55	259.16	A	
25	-28.18	369.66	261.73	P		141.45	272.54	A	
26	-28.18	369.66	261.73	P		140.59	272.54	A	
26	-29.55	383.20	276.71	3	91	147.38	285.92	A	
27	-29.55	383.20	276.71	3	91	146.49	285.92	A	
27	-30.91	357.14	291.69	2	76	153.17	299.29	A	
28	-30.91	357.14	291.69	2	76	152.24	299.29	A	
28	-32.27	264.37	306.67	2	51	158.82	312.67	A	
29	-32.27	264.37	306.67	2	51	157.88	312.67	A	
29	-33.64	46.43	321.64	A		330.09	326.05	1	21
30	-33.64	46.43	321.64	A		328.90	326.05	1	23
30	-35.00	50.55	336.62	A		628.06	339.43	1	42

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

6.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3489.2	3517.7
Water	5319.3	5872.1
Total	8808.5	9389.8

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	5182.79 kN
Mobilized passive effective resistance	3489.17 kN
Percentage mobilized resistance	67.3 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	150775.34 kNm
Mobilized passive moment	95200.48 kNm
Percentage mobilized moment	63.1 %

6.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.32
Maximum point resistance	0.00 [MPa]
A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero	

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1391.22
Vertical force passive	1454.69
Resulting vertical force (no dead weight)	63.47
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-1030.53
Vertical force passive	1077.55
Resulting vertical force (no dead weight)	47.02
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

6.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-329.21
-20.00	Pleistoceen Zand	1448.51	-20.00	Pleistoceen Zand	-1062.01

6.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	576.91	0.00

7 Step 6.5 Stage 1: Normaal laag schutpeil

7.1 General Input Data

7.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -2.20 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.00

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	17.60

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

7.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.50	5.2	73.7	0.32	0.55	4.52
2	-20.68	7.2	160.9	0.26	0.46	5.84
3	-22.05	10.4	232.6	0.26	0.46	5.84
4	-23.41	13.6	304.4	0.26	0.46	5.84
5	-24.77	16.8	376.2	0.26	0.46	5.84
6	-26.14	20.0	448.0	0.26	0.46	5.84
7	-27.50	23.2	519.8	0.26	0.46	5.84
8	-28.86	26.4	591.6	0.26	0.46	5.84
9	-30.23	29.6	663.4	0.26	0.46	5.84
10	-31.59	32.9	735.2	0.26	0.46	5.84
11	-32.95	36.1	807.0	0.26	0.46	5.84
12	-34.32	39.3	878.8	0.26	0.46	5.84

7.4 Input Data Right

7.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

7.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

7.4.4 Soil Material Properties in Profile: Laag schutpeil rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

7.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

7.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	0.8	11.5	0.32	0.87	4.52
2	-1.55	3.7	53.0	0.32	0.87	4.52
3	-2.85	7.9	112.9	0.32	0.86	4.50
4	-4.20	12.3	175.3	0.31	0.84	4.47
5	-5.61	16.9	240.2	0.31	0.82	4.43
6	-7.02	21.4	306.4	0.31	0.80	4.40
7	-8.43	26.0	411.7	0.30	0.78	4.82
8	-9.84	30.6	579.6	0.30	0.75	5.71
9	-11.25	35.1	842.8	0.30	0.73	7.15
10	-12.66	39.7	1290.6	0.29	0.70	9.59
11	-14.07	44.2	1881.9	0.29	0.68	12.43
12	-15.48	48.8	1212.0	0.29	0.66	7.20
13	-16.89	53.4	824.2	0.29	0.64	4.45
14	-18.30	57.9	881.9	0.29	0.62	4.36
15	-19.50	83.5	931.9	0.39	0.61	4.30
16	-20.68	74.9	1246.9	0.32	0.52	5.40
17	-22.05	81.4	1321.4	0.33	0.51	5.34
18	-23.41	87.5	1397.2	0.33	0.50	5.31
19	-24.77	93.2	1474.1	0.33	0.49	5.28
20	-26.14	98.7	1701.6	0.33	0.49	5.77
21	-27.50	103.9	1814.8	0.33	0.48	5.84
22	-28.86	108.9	1895.2	0.33	0.47	5.81
23	-30.23	113.8	1975.7	0.33	0.47	5.79
24	-31.59	118.5	2056.4	0.33	0.46	5.77
25	-32.95	123.0	1966.5	0.33	0.46	5.29
26	-34.32	127.5	2035.4	0.33	0.46	5.27

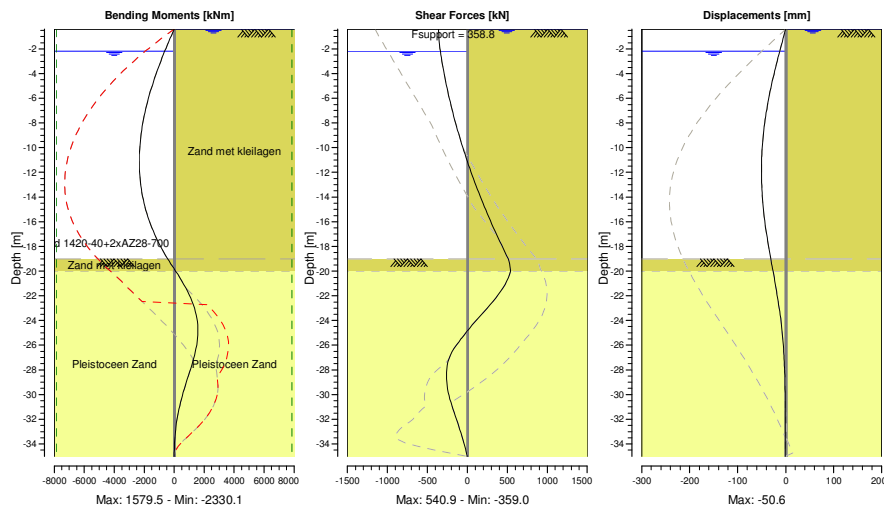
7.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Normaal laag schutpeil

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



7.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-359.0	0.0
1	-0.90	-179.2	-357.4	-3.5
2	-0.90	-179.2	-357.4	-3.5
2	-2.20	-633.5	-337.9	-12.5
3	-2.20	-633.5	-337.9	-12.5
3	-3.50	-1051.7	-304.6	-21.0
4	-3.50	-1051.7	-304.6	-21.0
4	-4.91	-1451.9	-262.4	-29.5
5	-4.91	-1451.9	-262.4	-29.5
5	-6.32	-1788.1	-213.7	-36.8
6	-6.32	-1788.1	-213.7	-36.8
6	-7.73	-2051.1	-158.6	-42.8
7	-7.73	-2051.1	-158.6	-42.8
7	-9.14	-2232.1	-97.1	-47.1
8	-9.14	-2232.1	-97.1	-47.1
8	-10.55	-2321.8	-29.1	-49.8
9	-10.55	-2321.8	-29.1	-49.8
9	-11.95	-2311.3	45.2	-50.6
10	-11.95	-2311.3	45.2	-50.6
10	-13.36	-2191.4	126.0	-49.6
11	-13.36	-2191.4	126.0	-49.6
11	-14.77	-1953.2	213.3	-47.0
12	-14.77	-1953.2	213.3	-47.0
12	-16.18	-1587.5	306.9	-42.8
13	-16.18	-1587.5	306.9	-42.8
13	-17.59	-1085.4	407.0	-37.4
14	-17.59	-1085.4	407.0	-37.4
14	-19.00	-437.7	513.5	-31.2
15	-19.00	-437.7	513.5	-31.2
15	-20.00	92.9	540.9	-26.5
16	-20.00	92.9	540.9	-26.5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-21.36	776.8	446.6	-20.2
17	-21.36	776.8	446.4	-20.2
17	-22.73	1280.7	286.4	-14.5
18	-22.73	1280.7	286.2	-14.5
18	-24.09	1543.3	97.6	-9.7
19	-24.09	1543.2	97.4	-9.7
19	-25.45	1557.5	-72.8	-6.1
20	-25.45	1557.6	-73.1	-6.1
20	-26.82	1355.1	-212.4	-3.5
21	-26.82	1355.0	-212.5	-3.5
21	-28.18	1023.4	-259.9	-1.9
22	-28.18	1023.5	-259.8	-1.9
22	-29.55	673.9	-245.7	-1.1
23	-29.55	673.9	-245.8	-1.1
23	-30.91	371.0	-192.4	-0.8
24	-30.91	371.0	-192.3	-0.8
24	-32.27	156.2	-121.9	-0.7
25	-32.27	156.2	-121.8	-0.7
25	-33.64	36.4	-55.2	-0.8
26	-33.64	36.4	-55.2	-0.8
26	-35.00	0.0	0.0	-0.9
Max		-2321.8	540.9	-50.6
Max, minor nodes incl.		-2330.1	540.9	-50.6

7.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	19
1	-0.90	0.00	0.00	-		1.62	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		1.62	4.91	A	
2	-2.20	0.00	0.00	-		5.83	17.66	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		5.81	17.66	A	
3	-3.50	0.00	12.75	-		10.06	30.41	A	
4	-3.50	0.00	12.75	-		10.00	30.41	A	
4	-4.91	0.00	26.58	-		14.66	44.23	A	
5	-4.91	0.00	26.58	-		14.53	44.23	A	
5	-6.32	0.00	40.40	-		19.25	58.06	A	
6	-6.32	0.00	40.40	-		19.05	58.06	A	
6	-7.73	0.00	54.22	-		23.85	71.88	A	
7	-7.73	0.00	54.22	-		23.58	71.88	A	
7	-9.14	0.00	68.05	-		28.44	85.70	A	
8	-9.14	0.00	68.05	-		28.12	85.70	A	
8	-10.55	0.00	81.87	-		33.02	99.53	A	
9	-10.55	0.00	81.87	-		32.66	99.53	A	
9	-11.95	0.00	95.69	-		37.59	113.35	A	
10	-11.95	0.00	95.69	-		37.21	113.35	A	
10	-13.36	0.00	109.52	-		42.16	127.17	A	
11	-13.36	0.00	109.52	-		41.77	127.17	A	
11	-14.77	0.00	123.34	-		46.71	141.00	A	
12	-14.77	0.00	123.34	-		46.34	141.00	A	
12	-16.18	0.00	137.16	-		51.26	154.82	A	
13	-16.18	0.00	137.16	-		50.91	154.82	A	
13	-17.59	0.00	150.98	-		55.81	168.64	A	
14	-17.59	0.00	150.98	-		55.49	168.64	A	
14	-19.00	0.00	164.81	-		60.35	182.47	A	
15	-19.00	50.64	164.81	P		81.20	182.47	A	
15	-20.00	96.72	174.62	P		85.82	192.28	A	
16	-20.00	125.00	174.62	P		72.24	192.28	A	
16	-21.36	196.86	189.60	P		77.51	205.65	A	
17	-21.36	196.72	189.60	P		78.75	205.65	A	
17	-22.73	229.21	204.57	3	85	84.06	219.03	A	
18	-22.73	229.20	204.57	3	85	84.84	219.03	A	
18	-24.09	237.37	219.55	2	70	90.16	232.41	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
19	-24.09	237.37	219.55	2	70	90.59	232.41	A	
19	-25.45	224.94	234.53	2	55	95.89	245.79	A	
20	-25.45	224.94	234.53	2	55	96.07	245.79	A	
20	-26.82	178.89	249.50	1	37	101.31	259.16	A	
21	-26.82	178.89	249.50	1	37	101.30	259.16	A	
21	-28.18	121.69	264.48	1	22	106.50	272.54	A	
22	-28.18	121.69	264.48	1	22	106.35	272.54	A	
22	-29.55	94.31	279.46	1	15	113.06	285.92	1	
23	-29.55	94.31	279.46	1	15	111.34	285.92	1	
23	-30.91	86.69	294.44	1	12	131.76	299.29	1	
24	-30.91	86.69	294.44	1	12	130.21	299.29	1	
24	-32.27	90.12	309.41	1	12	139.45	312.67	1	
25	-32.27	90.12	309.41	1	12	138.05	312.67	1	
25	-33.64	98.33	324.39	1	12	142.38	326.05	1	
26	-33.64	98.33	324.39	1	12	141.13	326.05	1	
26	-35.00	107.81	339.37	1	12	144.09	339.43	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

7.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	2369.5	2266.1
Water	5409.0	5872.1
Total	7778.5	8138.2

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	7870.86 kN
Mobilized passive effective resistance	2369.52 kN
Percentage mobilized resistance	30.1 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	227516.82 kNm
Mobilized passive moment	60628.81 kNm
Percentage mobilized moment	26.6 %

7.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.25
Maximum point resistance	0.00 [MPa]

A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1152.66
Vertical force passive	1263.84
Resulting vertical force (no dead weight)	111.18
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-853.82
Vertical force passive	936.17
Resulting vertical force (no dead weight)	82.35
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

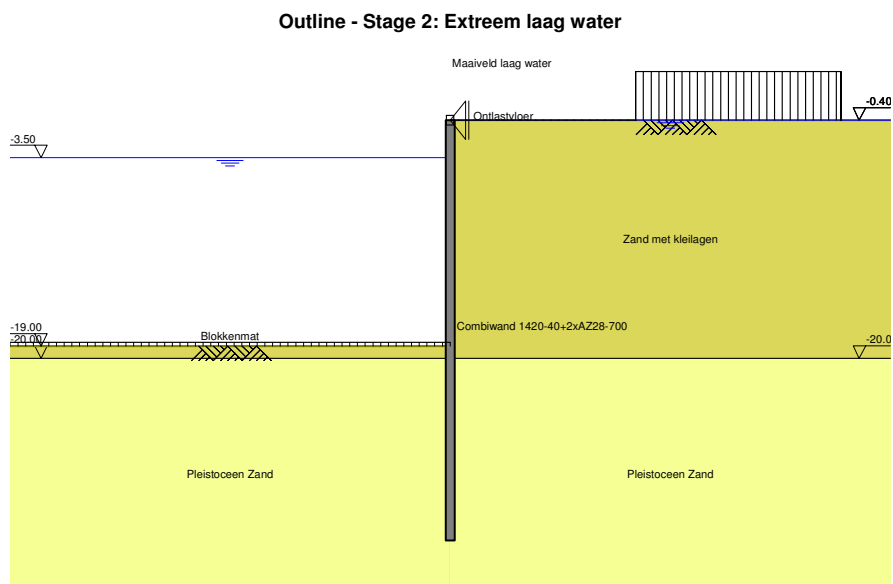
7.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.00	Zand met kleila...	32.32	-0.40	Zand met kleila...	-282.23
-20.00	Pleistoceen Zand	1231.52	-20.00	Pleistoceen Zand	-870.43

7.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	358.76	0.00

8 Outline Stage 2: Extreem laag water



9 Step 6.3 Stage 2: Extreem laag water

9.1 General Input Data

9.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: -3.78 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	30.40

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoceen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

9.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.1	88.3	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	10.9	134.1	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	14.6	180.0	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	18.3	226.0	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	22.0	271.9	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	25.8	317.9	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	29.5	363.8	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	33.2	409.8	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	37.0	455.7	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	40.7	501.7	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	44.4	547.6	0.33	0.57	4.13

9.4 Input Data Right

9.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

9.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

9.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

9.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoecen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

9.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

9.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	1.0	7.7	0.41	0.96	3.01
2	-1.04	2.7	19.6	0.41	0.96	3.01
3	-1.69	5.3	39.6	0.41	0.96	3.01
4	-2.34	8.0	59.5	0.41	0.95	3.00
5	-2.99	10.7	79.5	0.40	0.95	3.00
6	-3.64	13.4	99.4	0.40	0.94	2.99
7	-4.47	16.9	125.0	0.40	0.93	2.97
8	-5.86	22.6	167.5	0.40	0.91	2.95
9	-7.24	28.4	209.9	0.39	0.89	2.92
10	-8.62	34.1	253.2	0.39	0.86	2.89
11	-10.01	39.8	315.6	0.39	0.84	3.05
12	-11.39	45.6	400.3	0.38	0.81	3.35
13	-12.77	51.3	510.4	0.38	0.79	3.75
14	-14.16	57.0	656.9	0.37	0.76	4.31
15	-15.54	89.6	858.2	0.53	0.74	5.07
16	-16.92	103.0	1144.9	0.55	0.72	6.16
17	-18.31	111.7	1419.5	0.55	0.71	7.01
18	-19.28	117.6	880.4	0.55	0.70	4.11
19	-19.78	120.5	643.3	0.55	0.69	2.92
20	-20.68	104.4	883.7	0.45	0.62	3.82
21	-22.05	111.8	935.7	0.45	0.60	3.78
22	-23.41	118.8	988.9	0.45	0.59	3.76
23	-24.77	125.4	1042.9	0.45	0.58	3.73
24	-26.14	131.8	1137.8	0.45	0.58	3.86
25	-27.50	138.0	1304.0	0.44	0.57	4.20
26	-28.86	144.0	1361.2	0.44	0.56	4.17
27	-30.23	149.8	1418.5	0.44	0.56	4.16
28	-31.59	155.5	1475.7	0.44	0.55	4.14
29	-32.95	161.1	1533.1	0.43	0.55	4.13
30	-34.32	166.6	1462.1	0.43	0.55	3.78

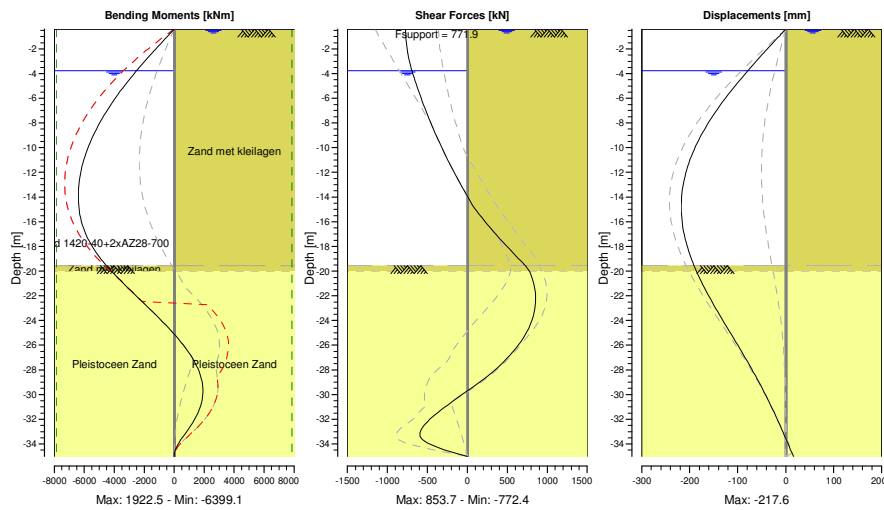
9.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

9.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Extreem laag water

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3



9.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-772.4	0.0
1	-0.90	-385.9	-770.7	-12.0
2	-0.90	-385.9	-770.7	-12.0
2	-1.18	-601.4	-768.2	-18.7
3	-1.18	-601.4	-768.2	-18.7
3	-2.20	-1376.8	-749.8	-42.9
4	-2.20	-1376.8	-749.8	-42.9
4	-2.48	-1585.7	-742.2	-49.4
5	-2.48	-1585.7	-742.2	-49.4
5	-3.50	-2325.2	-705.4	-72.8
6	-3.50	-2325.2	-705.4	-72.8
6	-3.78	-2521.0	-692.7	-79.1
7	-3.78	-2521.0	-692.7	-79.1
7	-5.16	-3432.4	-623.5	-108.9
8	-5.16	-3432.4	-623.5	-108.9
8	-6.55	-4242.6	-546.3	-136.1
9	-6.55	-4242.6	-546.3	-136.1
9	-7.93	-4940.5	-461.1	-160.1
10	-7.93	-4940.5	-461.1	-160.1
10	-9.31	-5515.2	-368.1	-180.4
11	-9.31	-5515.2	-368.1	-180.4
11	-10.70	-5955.6	-267.1	-196.6
12	-10.70	-5955.6	-267.1	-196.6
12	-12.08	-6250.8	-158.1	-208.3
13	-12.08	-6250.8	-158.1	-208.3
13	-13.47	-6389.7	-41.3	-215.3
14	-13.47	-6389.7	-41.3	-215.3
14	-14.85	-6361.5	83.5	-217.6
15	-14.85	-6361.5	83.5	-217.6
15	-16.23	-6129.8	253.4	-215.1
16	-16.23	-6129.8	253.4	-215.1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-5650.3	441.8	-208.0
17	-17.62	-5650.3	441.8	-208.0
17	-19.00	-4901.8	642.3	-196.6
18	-19.00	-4901.8	642.3	-196.6
18	-19.55	-4525.8	725.2	-191.1
19	-19.55	-4525.8	725.2	-191.1
19	-20.00	-4187.9	776.0	-186.1
20	-20.00	-4187.9	776.0	-186.1
20	-21.36	-3078.6	841.4	-169.2
21	-21.36	-3078.6	841.4	-169.2
21	-22.73	-1918.5	850.6	-150.1
22	-22.73	-1918.5	850.6	-150.1
22	-24.09	-784.7	802.9	-129.5
23	-24.09	-784.7	802.9	-129.5
23	-25.45	244.9	697.8	-108.4
24	-25.45	244.9	697.8	-108.4
24	-26.82	1091.9	535.0	-87.4
25	-26.82	1092.0	534.8	-87.4
25	-28.18	1677.2	314.0	-67.2
26	-28.18	1677.2	314.0	-67.2
26	-29.55	1921.5	34.9	-48.3
27	-29.55	1921.6	34.3	-48.3
27	-30.91	1764.9	-257.7	-30.6
28	-30.91	1764.9	-257.9	-30.6
28	-32.27	1230.8	-510.5	-14.3
29	-32.27	1231.2	-513.8	-14.3
29	-33.64	452.1	-562.8	1.2
30	-33.64	451.3	-562.5	1.2
30	-35.00	0.0	-0.1	16.3
Max		-6389.7	850.6	-217.6
Max, minor nodes incl.		-6399.1	853.7	-217.6

9.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	32
1	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		7.47	17.66	A	
4	-2.20	0.00	0.00	-		7.46	17.66	A	
4	-2.48	0.00	0.00	-		8.63	20.40	A	
5	-2.48	0.00	0.00	-		8.61	20.40	A	
5	-3.50	0.00	0.00	-		12.88	30.41	A	
6	-3.50	0.00	0.00	-		12.85	30.41	A	
6	-3.78	0.00	0.00	-		14.02	33.16	A	
7	-3.78	0.00	0.00	-		13.96	33.16	A	
7	-5.16	0.00	13.57	-		19.84	46.73	A	
8	-5.16	0.00	13.57	-		19.66	46.73	A	
8	-6.55	0.00	27.15	-		25.62	60.30	A	
9	-6.55	0.00	27.15	-		25.35	60.30	A	
9	-7.93	0.00	40.72	-		31.40	73.88	A	
10	-7.93	0.00	40.72	-		31.05	73.88	A	
10	-9.31	0.00	54.29	-		37.17	87.45	A	
11	-9.31	0.00	54.29	-		36.76	87.45	A	
11	-10.70	0.00	67.87	-		42.94	101.03	A	
12	-10.70	0.00	67.87	-		42.47	101.03	A	
12	-12.08	0.00	81.44	-		48.69	114.60	A	
13	-12.08	0.00	81.44	-		48.20	114.60	A	
13	-13.47	0.00	95.01	-		54.43	128.17	A	
14	-13.47	0.00	95.01	-		53.94	128.17	A	
14	-14.85	0.00	108.59	-		60.16	141.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	108.59	-		85.19	141.75	A	
15	-16.23	0.00	122.16	-		94.04	155.32	A	
16	-16.23	0.00	122.16	-		98.37	155.32	A	
16	-17.62	0.00	135.73	-		107.63	168.89	A	
17	-17.62	0.00	135.73	-		107.13	168.89	A	
17	-19.00	0.00	149.31	-		116.32	182.47	A	
18	-19.00	0.00	149.31	-		115.77	182.47	A	
18	-19.55	0.00	154.70	-		119.39	187.86	A	
19	-19.55	33.74	154.70	P		119.05	187.86	A	
19	-20.00	47.55	159.12	P		122.00	192.28	A	
20	-20.00	65.25	159.12	P		100.76	192.28	A	
20	-21.36	111.26	175.26	P		108.11	205.65	A	
21	-21.36	111.11	175.26	P		108.15	205.65	A	
21	-22.73	157.06	191.40	P		115.45	219.03	A	
22	-22.73	157.05	191.40	P		115.16	219.03	A	
22	-24.09	203.00	207.54	P		122.38	232.41	A	
23	-24.09	203.00	207.54	P		121.87	232.41	A	
23	-25.45	248.95	223.68	P		128.99	245.79	A	
24	-25.45	248.95	223.68	P		128.32	245.79	A	
24	-26.82	294.90	239.82	P		135.33	259.16	A	
25	-26.82	294.90	239.82	P		134.55	259.16	A	
25	-28.18	340.85	255.96	P		141.45	272.54	A	
26	-28.18	340.85	255.96	P		140.59	272.54	A	
26	-29.55	386.79	272.10	P		147.38	285.92	A	
27	-29.55	386.79	272.10	P		146.49	285.92	A	
27	-30.91	367.97	288.25	3	85	153.17	299.29	A	
28	-30.91	367.97	288.25	3	85	152.24	299.29	A	
28	-32.27	301.10	304.39	2	63	158.82	312.67	A	
29	-32.27	301.10	304.39	2	63	157.88	312.67	A	
29	-33.64	68.10	320.53	1		240.84	326.05	1	15
30	-33.64	68.10	320.53	1		239.65	326.05	1	17
30	-35.00	46.27	336.67	A		670.41	339.43	1	45

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

9.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3519.2	3432.5
Water	5008.9	5872.1
Total	8528.1	9304.6

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	4786.54 kN
Mobilized passive effective resistance	3519.24 kN
Percentage mobilized resistance	73.5 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	139046.60 kNm
Mobilized passive moment	97100.83 kNm
Percentage mobilized moment	69.8 %

9.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.32
Maximum point resistance	0.00 [MPa]
A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero	

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1355.68
Vertical force passive	1467.25
Resulting vertical force (no dead weight)	111.57
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-1004.21
Vertical force passive	1086.85
Resulting vertical force (no dead weight)	82.64
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

9.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-329.21
-20.00	Pleistoceen Zand	1461.06	-20.00	Pleistoceen Zand	-1026.47

9.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	771.87	0.00

10 Step 6.4 Stage 2: Extreem laag water

10.1 General Input Data

10.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

10.2 Input Data Left

10.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.2.2 Water Level

Water level: -3.78 [m]

10.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

10.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	30.40

10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoceen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

10.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.1	88.3	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	10.9	134.1	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	14.6	180.0	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	18.3	226.0	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	22.0	271.9	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	25.8	317.9	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	29.5	363.8	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	33.2	409.8	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	37.0	455.7	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	40.7	501.7	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	44.4	547.6	0.33	0.57	4.13

10.4 Input Data Right

10.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

10.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

10.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

10.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoecen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

10.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

10.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	1.0	7.7	0.41	0.96	3.01
2	-1.04	2.7	19.6	0.41	0.96	3.01
3	-1.69	5.3	39.6	0.41	0.96	3.01
4	-2.34	8.0	59.5	0.41	0.95	3.00
5	-2.99	10.7	79.5	0.40	0.95	3.00
6	-3.64	13.4	99.4	0.40	0.94	2.99
7	-4.47	16.9	125.0	0.40	0.93	2.97
8	-5.86	22.6	167.5	0.40	0.91	2.95
9	-7.24	28.4	209.9	0.39	0.89	2.92
10	-8.62	34.1	253.2	0.39	0.86	2.89
11	-10.01	39.8	315.6	0.39	0.84	3.05
12	-11.39	45.6	400.3	0.38	0.81	3.35
13	-12.77	51.3	510.4	0.38	0.79	3.75
14	-14.16	57.0	656.9	0.37	0.76	4.31
15	-15.54	89.6	858.2	0.53	0.74	5.07
16	-16.92	103.0	1144.9	0.55	0.72	6.16
17	-18.31	111.7	1419.5	0.55	0.71	7.01
18	-19.28	117.6	880.4	0.55	0.70	4.11
19	-19.78	120.5	643.3	0.55	0.69	2.92
20	-20.68	104.4	883.7	0.45	0.62	3.82
21	-22.05	111.8	935.7	0.45	0.60	3.78
22	-23.41	118.8	988.9	0.45	0.59	3.76
23	-24.77	125.4	1042.9	0.45	0.58	3.73
24	-26.14	131.8	1137.8	0.45	0.58	3.86
25	-27.50	138.0	1304.0	0.44	0.57	4.20
26	-28.86	144.0	1361.2	0.44	0.56	4.17
27	-30.23	149.8	1418.5	0.44	0.56	4.16
28	-31.59	155.5	1475.7	0.44	0.55	4.14
29	-32.95	161.1	1533.1	0.43	0.55	4.13
30	-34.32	166.6	1462.1	0.43	0.55	3.78

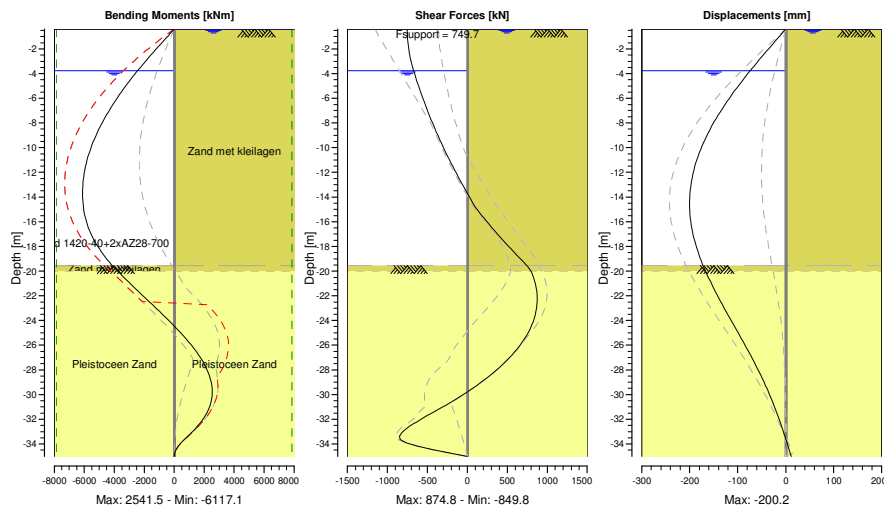
10.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

10.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Extreem laag water

Step 6.4 - Partial factor set: RC 3



10.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.1	-751.3	0.0
1	-0.90	-375.3	-749.6	-11.2
2	-0.90	-375.3	-749.7	-11.2
2	-1.18	-584.9	-747.2	-17.5
3	-1.18	-584.9	-747.2	-17.5
3	-2.20	-1338.9	-728.8	-40.2
4	-2.20	-1338.9	-728.8	-40.2
4	-2.48	-1541.9	-721.2	-46.3
5	-2.48	-1541.9	-721.2	-46.3
5	-3.50	-2259.9	-684.3	-68.2
6	-3.50	-2259.9	-684.3	-68.2
6	-3.78	-2449.8	-671.7	-74.1
7	-3.78	-2449.8	-671.7	-74.1
7	-5.16	-3332.2	-602.4	-101.9
8	-5.16	-3332.2	-602.4	-101.9
8	-6.55	-4113.3	-525.2	-127.2
9	-6.55	-4113.3	-525.2	-127.2
9	-7.93	-4782.1	-440.1	-149.4
10	-7.93	-4782.1	-440.1	-149.4
10	-9.31	-5327.6	-347.0	-168.0
11	-9.31	-5327.6	-347.0	-168.0
11	-10.70	-5738.9	-246.1	-182.7
12	-10.70	-5738.9	-246.1	-182.7
12	-12.08	-6005.0	-137.1	-193.0
13	-12.08	-6005.0	-137.1	-193.0
13	-13.47	-6114.9	-20.2	-198.8
14	-13.47	-6114.9	-20.2	-198.8
14	-14.85	-6057.5	104.6	-200.1
15	-14.85	-6057.5	104.6	-200.1
15	-16.23	-5796.7	274.4	-196.8
16	-16.23	-5796.7	274.4	-196.8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-5288.2	462.8	-189.2
17	-17.62	-5288.2	462.8	-189.2
17	-19.00	-4510.5	663.3	-177.6
18	-19.00	-4510.5	663.3	-177.6
18	-19.55	-4123.0	746.2	-172.1
19	-19.55	-4123.0	746.2	-172.1
19	-20.00	-3775.6	797.1	-167.1
20	-20.00	-3775.6	797.1	-167.1
20	-21.36	-2637.7	862.5	-150.5
21	-21.36	-2637.7	862.5	-150.5
21	-22.73	-1448.9	871.6	-131.9
22	-22.73	-1448.9	871.6	-131.9
22	-24.09	-286.4	823.9	-112.3
23	-24.09	-286.4	823.9	-112.3
23	-25.45	771.9	718.8	-92.5
24	-25.45	771.9	718.8	-92.5
24	-26.82	1647.6	556.0	-73.2
25	-26.82	1647.6	556.0	-73.2
25	-28.18	2261.8	335.3	-55.1
26	-28.18	2261.9	335.0	-55.1
26	-29.55	2534.9	55.9	-38.7
27	-29.55	2534.8	55.7	-38.7
27	-30.91	2387.2	-281.8	-24.0
28	-30.91	2387.2	-283.0	-24.0
28	-32.27	1746.1	-650.2	-11.1
29	-32.27	1747.2	-655.4	-11.1
29	-33.64	677.1	-840.1	0.6
30	-33.64	673.9	-840.8	0.6
30	-35.00	-0.9	-2.6	11.8
Max		-6114.9	871.6	-200.1
Max, minor nodes incl.		-6117.1	874.8	-200.2

10.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	32
1	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		2.07	4.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		3.23	7.65	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		7.47	17.66	A	
4	-2.20	0.00	0.00	-		7.46	17.66	A	
4	-2.48	0.00	0.00	-		8.63	20.40	A	
5	-2.48	0.00	0.00	-		8.61	20.40	A	
5	-3.50	0.00	0.00	-		12.88	30.41	A	
6	-3.50	0.00	0.00	-		12.85	30.41	A	
6	-3.78	0.00	0.00	-		14.02	33.16	A	
7	-3.78	0.00	0.00	-		13.96	33.16	A	
7	-5.16	0.00	13.57	-		19.84	46.73	A	
8	-5.16	0.00	13.57	-		19.66	46.73	A	
8	-6.55	0.00	27.15	-		25.62	60.30	A	
9	-6.55	0.00	27.15	-		25.35	60.30	A	
9	-7.93	0.00	40.72	-		31.40	73.88	A	
10	-7.93	0.00	40.72	-		31.05	73.88	A	
10	-9.31	0.00	54.29	-		37.17	87.45	A	
11	-9.31	0.00	54.29	-		36.76	87.45	A	
11	-10.70	0.00	67.87	-		42.94	101.03	A	
12	-10.70	0.00	67.87	-		42.47	101.03	A	
12	-12.08	0.00	81.44	-		48.69	114.60	A	
13	-12.08	0.00	81.44	-		48.20	114.60	A	
13	-13.47	0.00	95.01	-		54.43	128.17	A	
14	-13.47	0.00	95.01	-		53.94	128.17	A	
14	-14.85	0.00	108.59	-		60.16	141.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	108.59	-		85.19	141.75	A	
15	-16.23	0.00	122.16	-		94.04	155.32	A	
16	-16.23	0.00	122.16	-		98.37	155.32	A	
16	-17.62	0.00	135.73	-		107.63	168.89	A	
17	-17.62	0.00	135.73	-		107.13	168.89	A	
17	-19.00	0.00	149.31	-		116.32	182.47	A	
18	-19.00	0.00	149.31	-		115.77	182.47	A	
18	-19.55	0.00	154.70	-		119.39	187.86	A	
19	-19.55	33.74	154.70	P		119.05	187.86	A	
19	-20.00	47.55	159.12	P		122.00	192.28	A	
20	-20.00	65.25	159.12	P		100.76	192.28	A	
20	-21.36	111.26	175.26	P		108.11	205.65	A	
21	-21.36	111.11	175.26	P		108.15	205.65	A	
21	-22.73	157.06	191.40	P		115.45	219.03	A	
22	-22.73	157.05	191.40	P		115.16	219.03	A	
22	-24.09	203.00	207.54	P		122.38	232.41	A	
23	-24.09	203.00	207.54	P		121.87	232.41	A	
23	-25.45	248.95	223.68	P		128.99	245.79	A	
24	-25.45	248.95	223.68	P		128.32	245.79	A	
24	-26.82	294.90	239.82	P		135.33	259.16	A	
25	-26.82	294.90	239.82	P		134.55	259.16	A	
25	-28.18	340.85	255.96	P		141.45	272.54	A	
26	-28.18	340.85	255.96	P		140.59	272.54	A	
26	-29.55	386.79	272.10	P		147.38	285.92	A	
27	-29.55	386.79	272.10	P		146.49	285.92	A	
27	-30.91	432.74	288.25	P		153.17	299.29	A	
28	-30.91	432.74	288.25	P		152.24	299.29	A	
28	-32.27	411.29	304.39	3	86	158.82	312.67	A	
29	-32.27	411.29	304.39	3	86	157.88	312.67	A	
29	-33.64	110.85	320.53	1	21	261.78	326.05	1	17
30	-33.64	110.85	320.53	1	21	260.59	326.05	1	18
30	-35.00	46.27	336.67	A		889.31	339.43	2	60

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

10.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3823.8	3717.0
Water	5008.9	5872.1
Total	8832.6	9589.1

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	4786.54 kN
Mobilized passive effective resistance	3823.77 kN
Percentage mobilized resistance	79.9 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	139046.60 kNm
Mobilized passive moment	106751.07 kNm
Percentage mobilized moment	76.8 %

10.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.32
Maximum point resistance	0.00 [MPa]
A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero	

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1474.41
Vertical force passive	1594.34
Resulting vertical force (no dead weight)	119.93
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-1092.15
Vertical force passive	1180.99
Resulting vertical force (no dead weight)	88.84
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

10.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-329.21
-20.00	Pleistoceen Zand	1588.15	-20.00	Pleistoceen Zand	-1145.20

10.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	749.71	0.00

11 Step 6.5 Stage 2: Extreem laag water

11.1 General Input Data

11.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

11.2 Input Data Left

11.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.2.2 Water Level

Water level: -3.50 [m]

11.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.00

11.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	30.40

11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

11.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.50	5.2	73.7	0.32	0.55	4.52
2	-20.68	7.0	157.5	0.26	0.46	5.84
3	-22.05	9.9	222.4	0.26	0.46	5.84
4	-23.41	12.8	287.4	0.26	0.46	5.84
5	-24.77	15.7	352.4	0.26	0.46	5.84
6	-26.14	18.7	417.4	0.26	0.46	5.84
7	-27.50	21.6	482.4	0.26	0.46	5.84
8	-28.86	24.5	547.4	0.26	0.46	5.84
9	-30.23	27.4	612.4	0.26	0.46	5.84
10	-31.59	30.3	677.4	0.26	0.46	5.84
11	-32.95	33.2	742.4	0.26	0.46	5.84
12	-34.32	36.1	807.4	0.26	0.46	5.84

11.4 Input Data Right

11.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

11.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

11.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem laagwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

11.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

11.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld laag water	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	151.20
	40.00	151.20
	40.00	0.00

11.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	0.8	11.5	0.32	0.87	4.52
2	-1.55	3.7	53.0	0.32	0.87	4.52
3	-2.85	7.9	112.9	0.32	0.86	4.50
4	-4.20	12.3	175.3	0.31	0.84	4.47
5	-5.61	16.9	240.2	0.31	0.82	4.43
6	-7.02	21.4	306.4	0.31	0.80	4.40
7	-8.43	26.0	411.7	0.30	0.78	4.82
8	-9.84	30.6	579.6	0.30	0.75	5.71
9	-11.25	35.1	842.8	0.30	0.73	7.15
10	-12.66	39.7	1290.6	0.29	0.70	9.59
11	-14.07	44.2	1881.9	0.29	0.68	12.43
12	-15.48	48.8	1212.0	0.29	0.66	7.20
13	-16.89	53.4	824.2	0.29	0.64	4.45
14	-18.30	57.9	881.9	0.29	0.62	4.36
15	-19.50	83.5	931.9	0.39	0.61	4.30
16	-20.68	74.9	1246.9	0.32	0.52	5.40
17	-22.05	81.4	1321.4	0.33	0.51	5.34
18	-23.41	87.5	1397.2	0.33	0.50	5.31
19	-24.77	93.2	1474.1	0.33	0.49	5.28
20	-26.14	98.7	1701.6	0.33	0.49	5.77
21	-27.50	103.9	1814.8	0.33	0.48	5.84
22	-28.86	108.9	1895.2	0.33	0.47	5.81
23	-30.23	113.8	1975.7	0.33	0.47	5.79
24	-31.59	118.5	2056.4	0.33	0.46	5.77
25	-32.95	123.0	1966.5	0.33	0.46	5.29
26	-34.32	127.5	2035.4	0.33	0.46	5.27

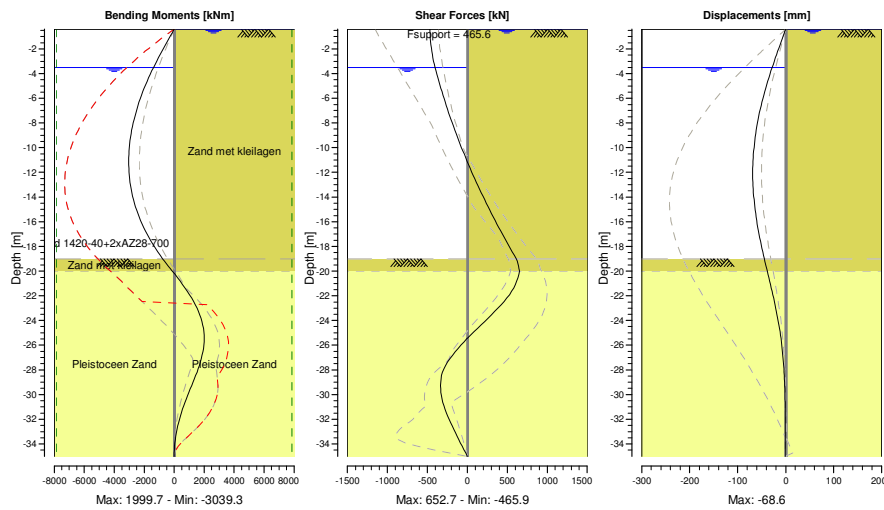
11.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

11.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Extreem laag water

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



11.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-465.9	0.0
1	-0.90	-232.7	-464.3	-4.7
2	-0.90	-232.7	-464.3	-4.7
2	-2.20	-826.0	-444.8	-16.7
3	-2.20	-826.0	-444.8	-16.7
3	-3.50	-1379.6	-403.2	-28.1
4	-3.50	-1379.6	-403.2	-28.1
4	-4.91	-1906.1	-343.0	-39.5
5	-4.91	-1906.1	-343.0	-39.5
5	-6.32	-2343.3	-276.4	-49.4
6	-6.32	-2343.3	-276.4	-49.4
6	-7.73	-2682.0	-203.3	-57.5
7	-7.73	-2682.0	-203.3	-57.5
7	-9.14	-2913.3	-123.8	-63.5
8	-9.14	-2913.3	-123.8	-63.5
8	-10.55	-3028.1	-37.9	-67.2
9	-10.55	-3028.1	-37.9	-67.2
9	-11.95	-3017.2	54.4	-68.6
10	-11.95	-3017.2	54.4	-68.6
10	-13.36	-2871.8	153.2	-67.7
11	-13.36	-2871.8	153.2	-67.7
11	-14.77	-2582.6	258.4	-64.5
12	-14.77	-2582.6	258.4	-64.5
12	-16.18	-2140.7	370.0	-59.3
13	-16.18	-2140.7	370.0	-59.3
13	-17.59	-1537.0	488.0	-52.5
14	-17.59	-1537.0	488.0	-52.5
14	-19.00	-762.5	612.5	-44.4
15	-19.00	-762.5	612.5	-44.4
15	-20.00	-126.4	652.7	-38.3
16	-20.00	-126.4	652.7	-38.3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-21.36	723.5	579.6	-30.0
17	-21.36	723.6	579.4	-30.0
17	-22.73	1416.7	423.1	-22.2
18	-22.73	1416.7	422.9	-22.2
18	-24.09	1854.1	216.3	-15.4
19	-24.09	1854.0	216.1	-15.4
19	-25.45	1999.6	-0.8	-9.9
20	-25.45	1999.7	-1.2	-9.9
20	-26.82	1868.5	-183.6	-5.9
21	-26.82	1868.4	-184.0	-5.9
21	-28.18	1519.5	-310.1	-3.2
22	-28.18	1519.5	-310.0	-3.2
22	-29.55	1071.5	-333.5	-1.7
23	-29.55	1071.5	-333.6	-1.7
23	-30.91	636.9	-294.8	-0.9
24	-30.91	636.8	-294.7	-0.9
24	-32.27	289.3	-209.5	-0.6
25	-32.27	289.3	-209.4	-0.6
25	-33.64	72.8	-106.4	-0.5
26	-33.64	72.8	-106.4	-0.5
26	-35.00	0.0	0.0	-0.4
Max		-3028.1	652.7	-68.6
Max, minor nodes incl.		-3039.3	652.7	-68.6

11.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	0.00	1	19
1	-0.90	0.00	0.00	-		1.62	4.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		1.62	4.91	A	
2	-2.20	0.00	0.00	-		5.83	17.66	A	
3	-2.20	0.00	0.00	-		5.81	17.66	A	
3	-3.50	0.00	0.00	-		10.06	30.41	A	
4	-3.50	0.00	0.00	-		10.00	30.41	A	
4	-4.91	0.00	13.82	-		14.66	44.23	A	
5	-4.91	0.00	13.82	-		14.53	44.23	A	
5	-6.32	0.00	27.65	-		19.25	58.06	A	
6	-6.32	0.00	27.65	-		19.05	58.06	A	
6	-7.73	0.00	41.47	-		23.85	71.88	A	
7	-7.73	0.00	41.47	-		23.58	71.88	A	
7	-9.14	0.00	55.29	-		28.44	85.70	A	
8	-9.14	0.00	55.29	-		28.12	85.70	A	
8	-10.55	0.00	69.12	-		33.02	99.53	A	
9	-10.55	0.00	69.12	-		32.66	99.53	A	
9	-11.95	0.00	82.94	-		37.59	113.35	A	
10	-11.95	0.00	82.94	-		37.21	113.35	A	
10	-13.36	0.00	96.76	-		42.16	127.17	A	
11	-13.36	0.00	96.76	-		41.77	127.17	A	
11	-14.77	0.00	110.59	-		46.71	141.00	A	
12	-14.77	0.00	110.59	-		46.34	141.00	A	
12	-16.18	0.00	124.41	-		51.26	154.82	A	
13	-16.18	0.00	124.41	-		50.91	154.82	A	
13	-17.59	0.00	138.23	-		55.81	168.64	A	
14	-17.59	0.00	138.23	-		55.49	168.64	A	
14	-19.00	0.00	152.06	-		60.35	182.47	A	
15	-19.00	50.64	152.06	P		81.20	182.47	A	
15	-20.00	96.72	161.87	P		85.82	192.28	A	
16	-20.00	125.01	161.87	P		72.24	192.28	A	
16	-21.36	190.06	178.01	P		77.51	205.65	A	
17	-21.36	189.93	178.01	P		78.75	205.65	A	
17	-22.73	253.71	194.15	3	99	84.06	219.03	A	
18	-22.73	253.70	194.15	3	99	84.84	219.03	A	
18	-24.09	268.64	210.29	3	84	90.16	232.41	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
19	-24.09	268.64	210.29	3	84	90.59	232.41	A	
19	-25.45	265.03	226.43	2	69	95.89	245.79	A	
20	-25.45	265.03	226.43	2	69	96.07	245.79	A	
20	-26.82	237.88	242.57	2	53	101.31	259.16	A	
21	-26.82	237.87	242.57	2	53	101.30	259.16	A	
21	-28.18	170.52	258.71	1	33	106.50	272.54	A	
22	-28.18	170.52	258.71	1	33	106.35	272.54	A	
22	-29.55	112.82	274.85	1	19	111.48	285.92	A	
23	-29.55	112.82	274.85	1	19	111.22	285.92	A	
23	-30.91	86.41	290.99	1	13	127.73	299.29	1	
24	-30.91	86.41	290.99	1	13	126.18	299.29	1	
24	-32.27	78.80	307.13	1	11	145.92	312.67	1	
25	-32.27	78.80	307.13	1	11	144.53	312.67	1	
25	-33.64	79.94	323.27	1	10	155.39	326.05	1	
26	-33.64	79.94	323.27	1	10	154.14	326.05	1	
26	-35.00	83.56	339.42	1	10	162.42	339.43	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

11.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	2604.6	2294.5
Water	5095.0	5872.1
Total	7699.6	8166.5

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	7310.28 kN
Mobilized passive effective resistance	2604.59 kN
Percentage mobilized resistance	35.6 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	210923.93 kNm
Mobilized passive moment	66348.96 kNm
Percentage mobilized moment	31.5 %

11.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.25
Maximum point resistance	0.00 [MPa]

A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1167.87
Vertical force passive	1389.93
Resulting vertical force (no dead weight)	222.06
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-865.09
Vertical force passive	1029.58
Resulting vertical force (no dead weight)	164.49
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

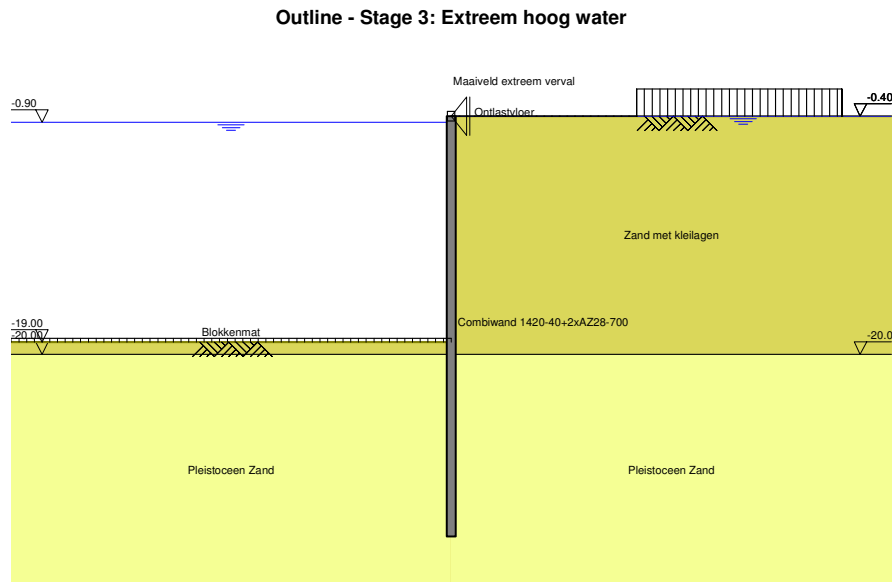
11.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.00	Zand met kleila...	32.32	-0.40	Zand met kleila...	-282.23
-20.00	Pleistoceen Zand	1357.61	-20.00	Pleistoceen Zand	-885.64

11.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	465.61	0.00

12 Outline Stage 3: Extreem hoog water



13 Step 6.3 Stage 3: Extreem hoog water

13.1 General Input Data

13.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

13.2 Input Data Left

13.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.2.2 Water Level

Water level: -1.18 [m]

13.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

13.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoceen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

13.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.6	94.0	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	12.3	151.2	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	16.9	208.5	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	21.6	265.9	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	26.2	323.3	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	30.9	380.6	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	35.5	438.0	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	40.2	495.3	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	44.8	552.7	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	49.5	610.0	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	54.1	667.4	0.33	0.57	4.13

13.4 Input Data Right

13.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

13.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

13.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	84.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	-4.90

13.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	13986.01	13986.01	6993.01	6993.01
Pleistoceen Zand	-20.00	27972.03	27972.03	13986.01	13986.01

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	3496.50	3496.50
Pleistoecen Zand	-20.00	6993.01	6993.01

13.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld extreem verval	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	84.00
	40.00	84.00
	40.00	0.00

13.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
2	-1.04	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
3	-1.69	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
4	-2.34	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
5	-2.99	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
6	-3.64	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
7	-4.47	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
8	-5.86	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	-7.24	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	-8.62	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
11	-10.01	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
12	-11.39	1.5	0.0	0.05	0.05	0.05
13	-12.77	11.7	0.0	0.25	0.25	0.25
14	-14.16	22.7	0.0	0.36	0.36	0.36
15	-15.54	32.9	0.0	0.42	0.42	0.42
16	-16.92	42.4	202.0	0.45	0.73	2.15
17	-18.31	51.4	518.6	0.47	0.71	4.73
18	-19.28	57.4	684.7	0.48	0.70	5.68
19	-19.78	60.5	798.7	0.48	0.69	6.33
20	-20.68	52.8	1175.8	0.38	0.61	8.38
21	-22.05	62.5	673.4	0.38	0.60	4.12
22	-23.41	72.0	747.3	0.39	0.59	4.00
23	-24.77	81.4	827.1	0.39	0.58	3.94
24	-26.14	90.6	954.4	0.39	0.57	4.10
25	-27.50	99.6	1072.8	0.39	0.57	4.19
26	-28.86	108.4	1162.3	0.39	0.56	4.17
27	-30.23	117.0	1252.2	0.39	0.56	4.16
28	-31.59	125.5	1342.3	0.39	0.56	4.14
29	-32.95	133.9	1432.5	0.39	0.56	4.13
30	-34.32	142.1	1453.9	0.38	0.55	3.94

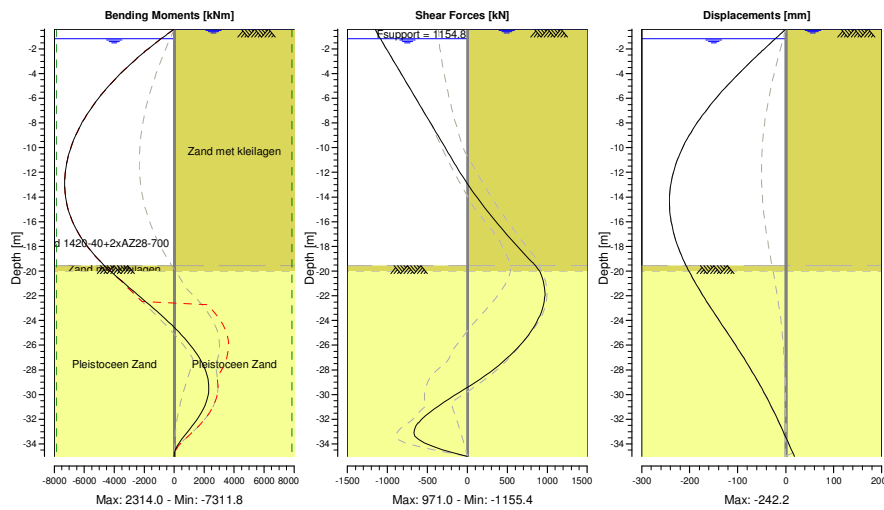
13.6 Calculation Results

Number of iterations: 6

13.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Extreem hoog water

Step 6.3 - Partial factor set: RC 3



13.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-1155.4	0.0
1	-0.90	-566.9	-1112.1	-14.0
2	-0.90	-567.0	-1112.1	-14.0
2	-1.18	-874.8	-1086.9	-21.8
3	-1.18	-874.8	-1086.9	-21.8
3	-2.20	-1935.8	-993.4	-50.0
4	-2.20	-1935.8	-993.4	-50.0
4	-2.48	-2210.3	-967.7	-57.6
5	-2.48	-2210.3	-967.7	-57.6
5	-3.50	-3149.7	-874.2	-84.8
6	-3.50	-3149.7	-874.2	-84.8
6	-3.78	-3390.9	-848.6	-92.0
7	-3.78	-3390.9	-848.6	-92.0
7	-5.16	-4477.3	-721.8	-126.1
8	-5.16	-4477.3	-721.8	-126.1
8	-6.55	-5388.2	-594.9	-156.8
9	-6.55	-5388.2	-594.9	-156.8
9	-7.93	-6123.7	-468.1	-183.6
10	-7.93	-6123.7	-468.1	-183.6
10	-9.31	-6683.7	-341.3	-205.7
11	-9.31	-6683.7	-341.3	-205.7
11	-10.70	-7068.2	-214.5	-222.8
12	-10.70	-7068.2	-214.5	-222.8
12	-12.08	-7275.9	-85.6	-234.6
13	-12.08	-7275.9	-85.6	-234.6
13	-13.47	-7296.1	57.4	-241.0
14	-13.47	-7296.1	57.4	-241.0
14	-14.85	-7108.2	215.5	-241.9
15	-14.85	-7108.2	215.5	-241.9
15	-16.23	-6691.8	387.8	-237.5
16	-16.23	-6691.8	387.8	-237.5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-6028.0	573.3	-228.1
17	-17.62	-6028.0	573.3	-228.1
17	-19.00	-5099.0	771.2	-214.1
18	-19.00	-5099.0	771.2	-214.1
18	-19.55	-4652.3	853.2	-207.5
19	-19.55	-4652.3	853.2	-207.5
19	-20.00	-4256.9	903.4	-201.6
20	-20.00	-4256.9	903.4	-201.6
20	-21.36	-2973.0	966.8	-182.0
21	-21.36	-2973.0	966.8	-182.0
21	-22.73	-1654.4	954.2	-160.2
22	-22.73	-1654.4	954.2	-160.2
22	-24.09	-402.8	871.6	-137.1
23	-24.09	-402.8	871.6	-137.1
23	-25.45	697.4	732.6	-113.8
24	-25.45	697.4	732.7	-113.8
24	-26.82	1569.6	536.9	-91.0
25	-26.82	1569.6	536.7	-91.0
25	-28.18	2135.1	282.8	-69.3
26	-28.18	2135.1	282.8	-69.3
26	-29.55	2313.8	-30.6	-49.1
27	-29.55	2314.0	-31.3	-49.1
27	-30.91	2043.7	-355.9	-30.6
28	-30.91	2043.7	-356.2	-30.6
28	-32.27	1370.4	-611.3	-13.6
29	-32.27	1370.8	-614.7	-13.6
29	-33.64	484.8	-610.6	2.5
30	-33.64	484.0	-610.2	2.5
30	-35.00	0.0	-0.1	18.2
Max		-7296.1	-1155.4	-241.9
Max, minor nodes incl.		-7311.8	-1155.4	-242.2

13.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	84.00	A	
1	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		0.00	91.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		0.00	91.65	A	
3	-2.20	0.00	10.01	-		0.00	101.66	A	
4	-2.20	0.00	10.01	-		0.00	101.66	A	
4	-2.48	0.00	12.75	-		0.00	104.40	A	
5	-2.48	0.00	12.75	-		0.00	104.40	A	
5	-3.50	0.00	22.76	-		0.00	114.41	A	
6	-3.50	0.00	22.76	-		0.00	114.41	A	
6	-3.78	0.00	25.51	-		0.00	117.16	A	
7	-3.78	0.00	25.51	-		0.00	117.16	A	
7	-5.16	0.00	39.08	-		0.00	130.73	A	
8	-5.16	0.00	39.08	-		0.00	130.73	A	
8	-6.55	0.00	52.65	-		0.00	144.30	A	
9	-6.55	0.00	52.65	-		0.00	144.30	A	
9	-7.93	0.00	66.23	-		0.00	157.88	A	
10	-7.93	0.00	66.23	-		0.00	157.88	A	
10	-9.31	0.00	79.80	-		0.00	171.45	A	
11	-9.31	0.00	79.80	-		0.00	171.45	A	
11	-10.70	0.00	93.37	-		0.00	185.03	A	
12	-10.70	0.00	93.37	-		1.13	185.03	A	
12	-12.08	0.00	106.95	-		1.84	198.60	A	
13	-12.08	0.00	106.95	-		9.81	198.60	A	
13	-13.47	0.00	120.52	-		13.61	212.17	A	
14	-13.47	0.00	120.52	-		19.87	212.17	A	
14	-14.85	0.00	134.09	-		25.44	225.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	134.09	-		29.60	225.75	A	
15	-16.23	0.00	147.67	-		36.10	239.32	A	
16	-16.23	0.00	147.67	-		38.90	239.32	A	
16	-17.62	0.00	161.24	-		45.91	252.89	A	
17	-17.62	0.00	161.24	-		47.77	252.89	A	
17	-19.00	0.00	174.81	-		55.05	266.47	A	
18	-19.00	0.00	174.81	-		55.97	266.47	A	
18	-19.55	0.00	180.21	-		58.91	271.86	A	
19	-19.55	33.74	180.21	P		59.26	271.86	A	
19	-20.00	47.55	184.62	P		61.68	276.28	A	
20	-20.00	65.24	184.62	P		48.44	276.28	A	
20	-21.36	122.68	198.00	P		57.21	281.57	A	
21	-21.36	122.52	198.00	P		58.03	281.57	A	
21	-22.73	179.88	211.38	P		66.90	286.87	A	
22	-22.73	179.87	211.38	P		67.55	286.87	A	
22	-24.09	225.50	224.76	3	95	76.47	292.16	A	
23	-24.09	225.50	224.76	3	95	76.91	292.16	A	
23	-25.45	267.89	238.13	3	91	85.86	297.46	A	
24	-25.45	267.89	238.13	3	91	86.11	297.46	A	
24	-26.82	311.04	251.51	3	88	95.05	302.75	A	
25	-26.82	311.04	251.51	3	88	95.12	302.75	A	
25	-28.18	355.00	264.89	3	87	104.03	308.05	A	
26	-28.18	355.00	264.89	3	87	103.95	308.05	A	
26	-29.55	399.73	278.27	3	86	112.82	313.34	A	
27	-29.55	399.73	278.27	3	86	112.62	313.34	A	
27	-30.91	380.09	291.64	2	73	135.10	318.64	1	
28	-30.91	380.09	291.64	2	73	134.90	318.64	1	
28	-32.27	309.38	305.02	2	53	165.55	323.94	1	
29	-32.27	309.38	305.02	2	53	165.28	323.94	1	
29	-33.64	51.79	318.40	A		269.45	329.23	1	18
30	-33.64	51.79	318.40	A		268.88	329.23	1	19
30	-35.00	56.44	331.77	A		720.10	334.53	1	48

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

13.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3698.6	2356.8
Water	5610.3	8111.7
Total	9308.9	10468.5

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 5727.64 kN
 Mobilized passive effective resistance 3698.60 kN
 Percentage mobilized resistance 64.6 %
 Position single support -0.40 m
 Maximum passive moment 166902.36 kNm
 Mobilized passive moment 101641.01 kNm
 Percentage mobilized moment 60.9 %

13.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor 0.72
 Partial material factor 1.32
 Maximum point resistance 0.00 [MPa]
 A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-961.18
Vertical force passive	1542.10
Resulting vertical force (no dead weight)	580.92
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-711.99
Vertical force passive	1142.29
Resulting vertical force (no dead weight)	430.30
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

13.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-95.99
-20.00	Pleistoceen Zand	1535.91	-20.00	Pleistoceen Zand	-865.19

13.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	1154.81	0.00

14 Step 6.4 Stage 3: Extreem hoog water

14.1 General Input Data

14.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

14.2 Input Data Left

14.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.2.2 Water Level

Water level: -1.18 [m]

14.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.55

14.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoceen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

14.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.78	5.5	40.6	0.41	0.64	3.01
2	-20.68	7.6	94.0	0.33	0.57	4.13
3	-22.05	12.3	151.2	0.33	0.57	4.13
4	-23.41	16.9	208.5	0.33	0.57	4.13
5	-24.77	21.6	265.9	0.33	0.57	4.13
6	-26.14	26.2	323.3	0.33	0.57	4.13
7	-27.50	30.9	380.6	0.33	0.57	4.13
8	-28.86	35.5	438.0	0.33	0.57	4.13
9	-30.23	40.2	495.3	0.33	0.57	4.13
10	-31.59	44.8	552.7	0.33	0.57	4.13
11	-32.95	49.5	610.0	0.33	0.57	4.13
12	-34.32	54.1	667.4	0.33	0.57	4.13

14.4 Input Data Right

14.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

14.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

14.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	21.11	14.07
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	25.76	17.18

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	84.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	-4.90

14.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	45000.00	45000.00	22500.00	22500.00
Pleistoceen Zand	-20.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	11250.00	11250.00
Pleistoecen Zand	-20.00	22500.00	22500.00

14.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld extreem verval	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	84.00
	40.00	84.00
	40.00	0.00

14.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
2	-1.04	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
3	-1.69	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
4	-2.34	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
5	-2.99	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
6	-3.64	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
7	-4.47	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
8	-5.86	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	-7.24	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	-8.62	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
11	-10.01	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
12	-11.39	1.5	0.0	0.05	0.05	0.05
13	-12.77	11.7	0.0	0.25	0.25	0.25
14	-14.16	22.7	0.0	0.36	0.36	0.36
15	-15.54	32.9	0.0	0.42	0.42	0.42
16	-16.92	42.4	202.0	0.45	0.73	2.15
17	-18.31	51.4	518.6	0.47	0.71	4.73
18	-19.28	57.4	684.7	0.48	0.70	5.68
19	-19.78	60.5	798.7	0.48	0.69	6.33
20	-20.68	52.8	1175.8	0.38	0.61	8.38
21	-22.05	62.5	673.4	0.38	0.60	4.12
22	-23.41	72.0	747.3	0.39	0.59	4.00
23	-24.77	81.4	827.1	0.39	0.58	3.94
24	-26.14	90.6	954.4	0.39	0.57	4.10
25	-27.50	99.6	1072.8	0.39	0.57	4.19
26	-28.86	108.4	1162.3	0.39	0.56	4.17
27	-30.23	117.0	1252.2	0.39	0.56	4.16
28	-31.59	125.5	1342.3	0.39	0.56	4.14
29	-32.95	133.9	1432.5	0.39	0.56	4.13
30	-34.32	142.1	1453.9	0.38	0.55	3.94

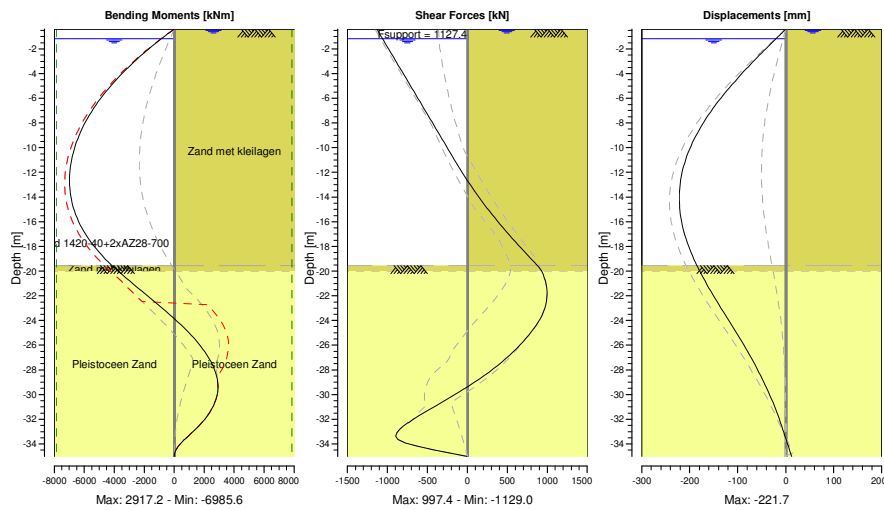
14.6 Calculation Results

Number of iterations: 8

14.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Extreem hoog water

Step 6.4 - Partial factor set: RC 3



14.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.1	-1129.0	0.0
1	-0.90	-553.7	-1085.8	-13.1
2	-0.90	-553.7	-1085.8	-13.1
2	-1.18	-854.2	-1060.5	-20.4
3	-1.18	-854.2	-1060.5	-20.4
3	-2.20	-1888.3	-967.1	-46.8
4	-2.20	-1888.3	-967.1	-46.8
4	-2.48	-2155.5	-941.4	-53.9
5	-2.48	-2155.5	-941.4	-53.9
5	-3.50	-3068.0	-847.9	-79.2
6	-3.50	-3068.0	-847.9	-79.2
6	-3.78	-3301.9	-822.2	-86.0
7	-3.78	-3301.9	-822.2	-86.0
7	-5.16	-4351.8	-695.4	-117.7
8	-5.16	-4351.8	-695.4	-117.7
8	-6.55	-5226.3	-568.6	-146.1
9	-6.55	-5226.3	-568.6	-146.1
9	-7.93	-5925.4	-441.8	-170.7
10	-7.93	-5925.4	-441.8	-170.7
10	-9.31	-6448.9	-315.0	-190.8
11	-9.31	-6448.9	-315.0	-190.8
11	-10.70	-6797.0	-188.2	-206.1
12	-10.70	-6797.0	-188.2	-206.1
12	-12.08	-6968.4	-59.3	-216.3
13	-12.08	-6968.4	-59.3	-216.3
13	-13.47	-6952.1	83.7	-221.2
14	-13.47	-6952.1	83.7	-221.2
14	-14.85	-6727.7	241.9	-221.0
15	-14.85	-6727.7	241.9	-221.0
15	-16.23	-6275.0	414.1	-215.7
16	-16.23	-6275.0	414.1	-215.7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-17.62	-5574.7	599.6	-205.7
17	-17.62	-5574.7	599.6	-205.7
17	-19.00	-4609.3	797.6	-191.6
18	-19.00	-4609.3	797.6	-191.6
18	-19.55	-4148.2	879.6	-185.0
19	-19.55	-4148.2	879.6	-185.0
19	-20.00	-3740.9	929.7	-179.2
20	-20.00	-3740.9	929.7	-179.2
20	-21.36	-2421.0	993.1	-160.0
21	-21.36	-2421.0	993.1	-160.0
21	-22.73	-1066.6	980.6	-139.0
22	-22.73	-1066.6	980.6	-139.0
22	-24.09	218.8	891.8	-117.2
23	-24.09	218.8	891.7	-117.2
23	-25.45	1333.6	734.6	-95.6
24	-25.45	1333.6	734.5	-95.6
24	-26.82	2200.5	528.7	-74.9
25	-26.82	2200.5	528.7	-74.9
25	-28.18	2752.1	271.3	-55.9
26	-28.18	2752.2	271.1	-55.9
26	-29.55	2914.9	-42.0	-38.8
27	-29.55	2914.9	-42.5	-38.8
27	-30.91	2620.7	-391.7	-23.8
28	-30.91	2620.7	-392.8	-23.8
28	-32.27	1841.2	-738.2	-10.7
29	-32.27	1842.4	-743.4	-10.7
29	-33.64	685.4	-868.0	1.1
30	-33.64	682.2	-868.6	1.1
30	-35.00	-0.9	-2.6	12.3
Max		-6968.4	-1129.0	-221.2
Max, minor nodes incl.		-6985.6	-1129.0	-221.7

14.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	84.00	A	
1	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-1.18	0.00	0.00	-		0.00	91.65	A	
3	-1.18	0.00	0.00	-		0.00	91.65	A	
3	-2.20	0.00	10.01	-		0.00	101.66	A	
4	-2.20	0.00	10.01	-		0.00	101.66	A	
4	-2.48	0.00	12.75	-		0.00	104.40	A	
5	-2.48	0.00	12.75	-		0.00	104.40	A	
5	-3.50	0.00	22.76	-		0.00	114.41	A	
6	-3.50	0.00	22.76	-		0.00	114.41	A	
6	-3.78	0.00	25.51	-		0.00	117.16	A	
7	-3.78	0.00	25.51	-		0.00	117.16	A	
7	-5.16	0.00	39.08	-		0.00	130.73	A	
8	-5.16	0.00	39.08	-		0.00	130.73	A	
8	-6.55	0.00	52.65	-		0.00	144.30	A	
9	-6.55	0.00	52.65	-		0.00	144.30	A	
9	-7.93	0.00	66.23	-		0.00	157.88	A	
10	-7.93	0.00	66.23	-		0.00	157.88	A	
10	-9.31	0.00	79.80	-		0.00	171.45	A	
11	-9.31	0.00	79.80	-		0.00	171.45	A	
11	-10.70	0.00	93.37	-		0.00	185.03	A	
12	-10.70	0.00	93.37	-		1.13	185.03	A	
12	-12.08	0.00	106.95	-		1.84	198.60	A	
13	-12.08	0.00	106.95	-		9.81	198.60	A	
13	-13.47	0.00	120.52	-		13.61	212.17	A	
14	-13.47	0.00	120.52	-		19.87	212.17	A	
14	-14.85	0.00	134.09	-		25.44	225.75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
15	-14.85	0.00	134.09	-		29.60	225.75	A	
15	-16.23	0.00	147.67	-		36.10	239.32	A	
16	-16.23	0.00	147.67	-		38.90	239.32	A	
16	-17.62	0.00	161.24	-		45.91	252.89	A	
17	-17.62	0.00	161.24	-		47.77	252.89	A	
17	-19.00	0.00	174.81	-		55.05	266.47	A	
18	-19.00	0.00	174.81	-		55.97	266.47	A	
18	-19.55	0.00	180.21	-		58.91	271.86	A	
19	-19.55	33.74	180.21	P		59.26	271.86	A	
19	-20.00	47.55	184.62	P		61.68	276.28	A	
20	-20.00	65.24	184.62	P		48.44	276.28	A	
20	-21.36	122.68	198.00	P		57.21	281.57	A	
21	-21.36	122.52	198.00	P		58.03	281.57	A	
21	-22.73	179.88	211.38	P		66.90	286.87	A	
22	-22.73	179.87	211.38	P		67.55	286.87	A	
22	-24.09	237.23	224.76	P		76.47	292.16	A	
23	-24.09	237.22	224.76	P		76.91	292.16	A	
23	-25.45	278.47	238.13	3	95	85.86	297.46	A	
24	-25.45	278.47	238.13	3	95	86.11	297.46	A	
24	-26.82	315.66	251.51	3	90	95.05	302.75	A	
25	-26.82	315.66	251.51	3	90	95.12	302.75	A	
25	-28.18	355.85	264.89	3	87	104.03	308.05	A	
26	-28.18	355.85	264.89	3	87	103.95	308.05	A	
26	-29.55	398.70	278.27	3	85	112.82	313.34	A	
27	-29.55	398.70	278.27	3	85	112.62	313.34	A	
27	-30.91	443.61	291.64	3	85	153.24	318.64	1	
28	-30.91	443.61	291.64	3	85	153.04	318.64	1	
28	-32.27	415.70	305.02	2	72	179.73	323.94	1	
29	-32.27	415.70	305.02	2	72	179.45	323.94	1	
29	-33.64	81.79	318.40	1		296.98	329.23	1	20
30	-33.64	81.79	318.40	1		296.40	329.23	1	21
30	-35.00	56.44	331.77	A		899.24	334.53	2	60

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

14.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	4041.7	2674.6
Water	5610.3	8111.7
Total	9652.0	10786.3

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	5727.64 kN
Mobilized passive effective resistance	4041.69 kN
Percentage mobilized resistance	70.6 %
Position single support	-0.40 m
Maximum passive moment	166902.36 kNm
Mobilized passive moment	112256.84 kNm
Percentage mobilized moment	67.3 %

14.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor	0.72
Partial material factor	1.32
Maximum point resistance	0.00 [MPa]
A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero	

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1093.80
Vertical force passive	1685.28
Resulting vertical force (no dead weight)	591.48
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-810.22
Vertical force passive	1248.36
Resulting vertical force (no dead weight)	438.14
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

14.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.55	Zand met kleila...	6.19	-0.40	Zand met kleila...	-95.99
-20.00	Pleistoceen Zand	1679.09	-20.00	Pleistoceen Zand	-997.81

14.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	1127.36	0.00

15 Step 6.5 Stage 3: Extreem hoog water

15.1 General Input Data

15.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Ontlastvloer	-0.40	No	Yes

15.2 Input Data Left

15.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.2.2 Water Level

Water level: -0.90 [m]

15.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-19.00

15.2.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

15.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m ²]
Blokkenmat	11.20

15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-19.50	5.2	73.7	0.32	0.55	4.52
2	-20.68	7.4	165.6	0.26	0.46	5.84
3	-22.05	11.0	246.6	0.26	0.46	5.84
4	-23.41	14.6	327.8	0.26	0.46	5.84
5	-24.77	18.3	408.9	0.26	0.46	5.84
6	-26.14	21.9	490.0	0.26	0.46	5.84
7	-27.50	25.5	571.2	0.26	0.46	5.84
8	-28.86	29.2	652.3	0.26	0.46	5.84
9	-30.23	32.8	733.5	0.26	0.46	5.84
10	-31.59	36.4	814.6	0.26	0.46	5.84
11	-32.95	40.0	895.8	0.26	0.46	5.84
12	-34.32	43.7	976.9	0.26	0.46	5.84

15.4 Input Data Right

15.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.4.2 Water Level

Water level: -0.40 [m]

15.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-0.40

15.4.4 Soil Material Properties in Profile: Extreem hoogwater rechts

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand met kleila...	-0.40	18.00	20.00	0.00	27.00	18.00
Pleistoceen Zand	-20.00	18.00	20.00	0.00	32.50	16.60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand met kleila...	-0.40	1.00	1.00	Fine
Pleistoceen Zand	-20.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand met kleila...	-0.40	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	84.00
Pleistoceen Zand	-20.00	n.a.	n.a.	n.a.	84.00	-4.90

15.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand met kleila...	-0.40	5000.00	5000.00
Pleistoceen Zand	-20.00	10000.00	10000.00

15.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
Maaiveld extreem verval	0.00	0.00
	19.00	0.00
	19.00	84.00
	40.00	84.00
	40.00	0.00

15.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0.65	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
2	-1.55	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
3	-2.85	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
4	-4.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
5	-5.61	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
6	-7.02	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
7	-8.43	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
8	-9.84	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	-11.25	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	-12.66	0.3	0.0	0.01	0.01	0.01
11	-14.07	8.0	0.0	0.13	0.13	0.13
12	-15.48	18.0	0.2	0.23	0.23	0.23
13	-16.89	27.1	860.5	0.29	0.65	9.19
14	-18.30	35.4	1183.2	0.32	0.62	10.80
15	-19.50	42.0	637.6	0.34	0.61	5.18
16	-20.68	35.1	848.5	0.25	0.52	6.05
17	-22.05	43.4	942.0	0.27	0.50	5.76
18	-23.41	51.5	1049.5	0.28	0.49	5.62
19	-24.77	59.4	1172.3	0.28	0.49	5.59
20	-26.14	67.1	1375.9	0.29	0.48	5.91
21	-27.50	74.5	1501.4	0.29	0.47	5.87
22	-28.86	81.8	1627.5	0.29	0.47	5.84
23	-30.23	88.8	1754.2	0.29	0.47	5.82
24	-31.59	95.7	1881.3	0.30	0.46	5.81
25	-32.95	102.5	1916.8	0.30	0.46	5.53
26	-34.32	109.1	2038.1	0.30	0.46	5.52

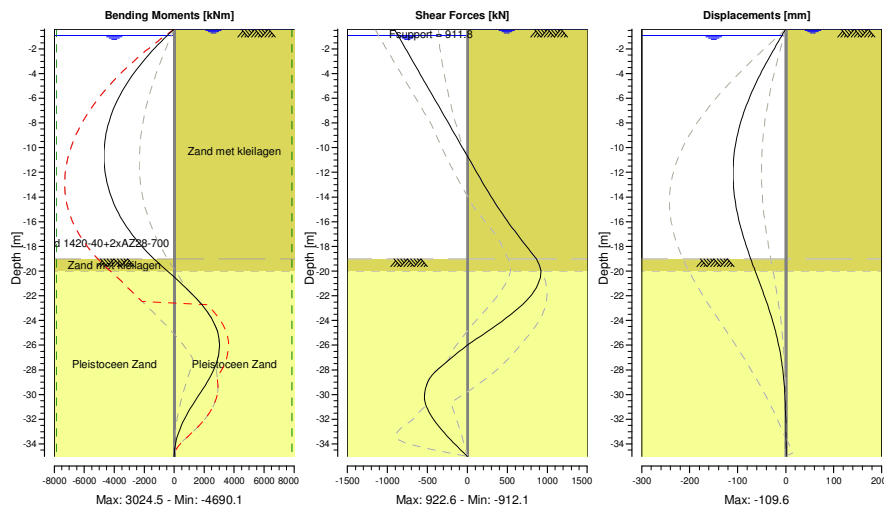
15.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Extreem hoog water

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



15.6.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-0.40	0.0	-912.1	0.0
1	-0.90	-445.3	-868.8	-7.6
2	-0.90	-445.3	-868.9	-7.6
2	-2.20	-1499.7	-753.3	-27.0
3	-2.20	-1499.7	-753.3	-27.0
3	-3.50	-2403.8	-637.7	-45.5
4	-3.50	-2403.8	-637.7	-45.5
4	-4.91	-3214.1	-512.4	-63.7
5	-4.91	-3214.1	-512.4	-63.7
5	-6.32	-3847.9	-387.1	-79.4
6	-6.32	-3847.9	-387.1	-79.4
6	-7.73	-4305.2	-261.9	-92.2
7	-7.73	-4305.2	-261.9	-92.2
7	-9.14	-4585.9	-136.6	-101.6
8	-9.14	-4585.9	-136.6	-101.6
8	-10.55	-4690.1	-11.3	-107.4
9	-10.55	-4690.1	-11.3	-107.4
9	-11.95	-4617.8	114.0	-109.6
10	-11.95	-4617.8	114.0	-109.6
10	-13.36	-4368.7	239.7	-108.2
11	-13.36	-4368.7	239.7	-108.2
11	-14.77	-3935.1	376.2	-103.4
12	-14.77	-3935.1	376.2	-103.4
12	-16.18	-3299.5	526.8	-95.6
13	-16.18	-3299.5	526.8	-95.6
13	-17.59	-2442.8	690.2	-85.2
14	-17.59	-2442.8	690.2	-85.2
14	-19.00	-1347.6	865.4	-72.9
15	-19.00	-1347.6	865.4	-72.9
15	-20.00	-450.1	922.6	-63.5
16	-20.00	-450.1	922.6	-63.5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-21.36	778.4	860.3	-50.5
17	-21.36	778.5	860.2	-50.5
17	-22.73	1846.7	687.7	-38.0
18	-22.73	1846.7	687.3	-38.0
18	-24.09	2611.8	427.3	-26.8
19	-24.09	2611.7	427.1	-26.8
19	-25.45	2991.4	122.7	-17.6
20	-25.45	2991.4	122.2	-17.6
20	-26.82	2959.3	-158.2	-10.5
21	-26.82	2959.3	-158.5	-10.5
21	-28.18	2569.3	-407.0	-5.5
22	-28.18	2569.2	-407.3	-5.5
22	-29.55	1915.5	-525.0	-2.4
23	-29.55	1915.5	-525.2	-2.4
23	-30.91	1193.0	-515.0	-0.7
24	-30.91	1192.9	-514.9	-0.7
24	-32.27	564.1	-393.0	0.2
25	-32.27	564.1	-392.8	0.2
25	-33.64	147.4	-211.8	0.6
26	-33.64	147.4	-211.7	0.6
26	-35.00	0.0	-0.1	0.9
Max		-4690.1	922.6	-109.6
Max, minor nodes incl.		-4690.1	922.6	-109.6

15.6.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
1	-0.40	0.00	0.00	-		0.00	84.00	A	
1	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-0.90	0.00	0.00	-		0.00	88.91	A	
2	-2.20	0.00	12.75	-		0.00	101.66	A	
3	-2.20	0.00	12.75	-		0.00	101.66	A	
3	-3.50	0.00	25.51	-		0.00	114.41	A	
4	-3.50	0.00	25.51	-		0.00	114.41	A	
4	-4.91	0.00	39.33	-		0.00	128.23	A	
5	-4.91	0.00	39.33	-		0.00	128.23	A	
5	-6.32	0.00	53.15	-		0.00	142.06	A	
6	-6.32	0.00	53.15	-		0.00	142.06	A	
6	-7.73	0.00	66.98	-		0.00	155.88	A	
7	-7.73	0.00	66.98	-		0.00	155.88	A	
7	-9.14	0.00	80.80	-		0.00	169.70	A	
8	-9.14	0.00	80.80	-		0.00	169.70	A	
8	-10.55	0.00	94.62	-		0.00	183.53	A	
9	-10.55	0.00	94.62	-		0.00	183.53	A	
9	-11.95	0.00	108.45	-		0.00	197.35	A	
10	-11.95	0.00	108.45	-		0.26	197.35	A	
10	-13.36	0.00	122.27	-		0.36	211.17	A	
11	-13.36	0.00	122.27	-		6.98	211.17	A	
11	-14.77	0.00	136.09	-		9.01	225.00	A	
12	-14.77	0.00	136.09	-		16.16	225.00	A	
12	-16.18	0.00	149.91	-		19.82	238.82	A	
13	-16.18	0.00	149.91	-		24.78	238.82	A	
13	-17.59	0.00	163.74	-		29.35	252.64	A	
14	-17.59	0.00	163.74	-		32.82	252.64	A	
14	-19.00	0.00	177.56	-		37.93	266.47	A	
15	-19.00	50.64	177.56	P		40.09	266.47	A	
15	-20.00	96.72	187.37	P		43.91	276.28	A	
16	-20.00	125.00	187.37	P		32.17	276.28	A	
16	-21.36	206.21	200.75	P		38.00	281.57	A	
17	-21.36	206.06	200.75	P		40.27	281.57	A	
17	-22.73	287.21	214.13	P		46.43	286.87	A	
18	-22.73	287.19	214.13	P		48.28	286.87	A	
18	-24.09	326.04	227.50	3	89	54.66	292.16	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob*
19	-24.09	326.04	227.50	3	89	56.12	292.16	A	
19	-25.45	353.57	240.88	2	79	62.64	297.46	A	
20	-25.45	353.57	240.88	2	79	63.76	297.46	A	
20	-26.82	309.34	254.26	2	58	70.38	302.75	A	
21	-26.82	309.34	254.26	2	58	71.19	302.75	A	
21	-28.18	268.82	267.63	1	44	77.86	308.05	A	
22	-28.18	268.82	267.63	1	44	78.43	308.05	A	
22	-29.55	150.71	281.01	1	22	85.13	313.34	A	
23	-29.55	150.71	281.01	1	22	85.49	313.34	A	
23	-30.91	88.32	294.39	1	11	118.59	318.64	1	
24	-30.91	88.32	294.39	1	11	117.71	318.64	1	
24	-32.27	60.96	307.77	1		161.98	323.94	1	8
25	-32.27	60.96	307.77	1		161.21	323.94	1	9
25	-33.64	50.57	321.14	1		188.41	329.23	1	10
26	-33.64	50.57	321.14	1		187.74	329.23	1	10
26	-35.00	45.47	334.52	A		209.91	334.53	1	10

*
 Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

15.6.4 Soil Collapse

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	3058.0	1563.6
Water	5703.6	8111.7
Total	8761.6	9675.3

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 8641.67 kN
 Mobilized passive effective resistance 3058.00 kN
 Percentage mobilized resistance 35.4 %
 Position single support -0.40 m
 Maximum passive moment 250332.03 kNm
 Mobilized passive moment 77354.24 kNm
 Percentage mobilized moment 30.9 %

15.6.5 Vertical Force Balance

Xi factor 0.72
 Partial material factor 1.25
 Maximum point resistance 0.00 [MPa]
 A maximum point resistance of zero results in a vertical toe capacity of zero

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-822.40
Vertical force passive	1633.14
Resulting vertical force (no dead weight)	810.74
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-609.19
Vertical force passive	1209.74
Resulting vertical force (no dead weight)	600.55
Vertical toe capacity F _{toe;d}	0.00
Resultant goes up	

15.6.6 Vertical Force Balance Contribution per Layer

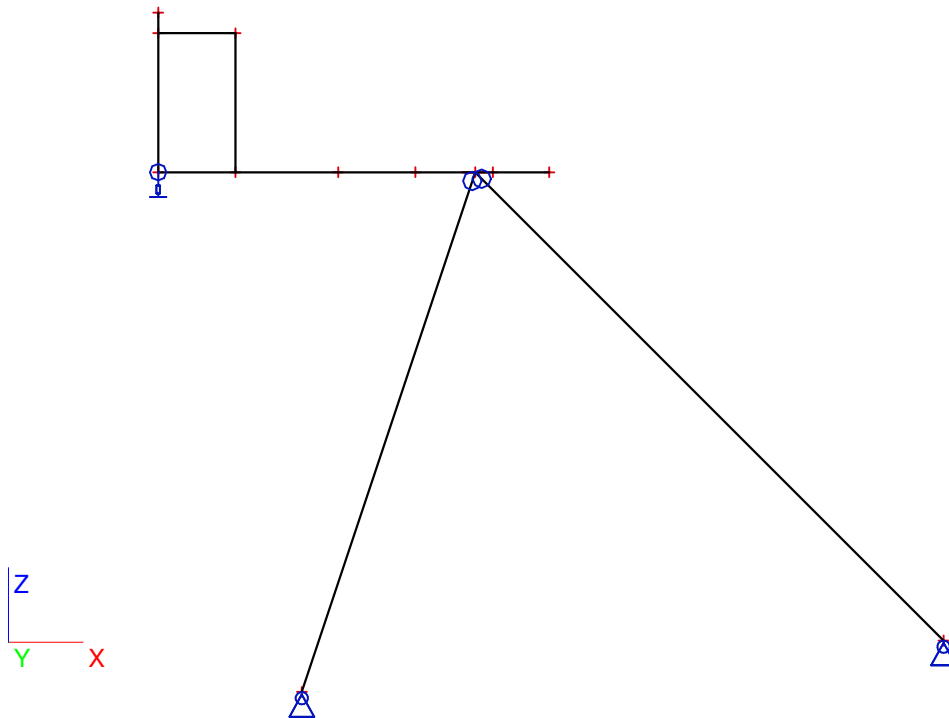
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-19.00	Zand met kleila...	32.32	-0.40	Zand met kleila...	-73.27
-20.00	Pleistoceen Zand	1600.82	-20.00	Pleistoceen Zand	-749.13

15.6.7 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	-0.40	911.76	0.00

End of Report

1. Analysis model



2. Solver and mesh setup

Advanced solver options	x
Neglect shear force deformation ($A_y, A_z \gg A$)	x
Division on haunches and arbitrary members	5
Apply the nodal refinement	No members
Bending theory of plate/shell analysis	Mindlin
Type of solver	Direct
Number of thicknesses of rib plate	20
Number of sections on average member	10
Maximal acceptable translation [mm]	1000.0
Maximal acceptable rotation [mrad]	100.0
Minimal distance between two points [m]	0.001
Average size of 2D element/curved element [m]	1.000
Average number of tiles of 1D element	1
Minimal length of beam element [m]	0.100
Maximal length of beam element [m]	100.000
Average size of cables, tendons, elements on subsoil, nonlinear soil spring [m]	1.000
Generation of nodes in connections of beam elements	✓
Generation of nodes under concentrated loads on beam elements	✓
Generation of eccentric elements on members with variable height	x
To generate predefined mesh	✓
To smooth the border of predefined mesh	x
Maximal out of plane angle of a quadrilateral [mrad]	30.0
Predefined mesh ratio	1.5
Coefficient for reinforcement	1
Hanging nodes for prestressing	✓

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Kolkwanden variant 70 m
Description	Ontlastvloer

3. Combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO1	SLS	Envelope - serviceability	LC1 - Eigen gewicht	1.00
			LC2 - Waterdruk	1.00
			LC3 - Gronddruk	1.00
			LC4 - Kracht uit combiwand	0.90
CO2	ULS	Linear - ultimate	LC1 - Eigen gewicht	1.10
			LC2 - Waterdruk	1.10
			LC3 - Gronddruk	1.10
			LC4 - Kracht uit combiwand	1.00

4. Load cases

Name	Description	Action type	LoadGroup	Load type	Direction
LC1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	Self weight	-Z
LC2	Waterdruk	Permanent	LG1	Standard	
LC3	Gronddruk	Permanent	LG1	Standard	
LC4	Kracht uit combiwand	Permanent	LG1	Standard	

5. Materials

Type	Concrete
Name	C28/35
Thermal exp [m/mK]	0.01e-003
Unit mass [kg/m ³]	2500.00
E mod [MPa]	3.1000e+04
Poisson - nu	0.2
Independent G modulus	×
G mod [MPa]	1.2917e+04
Characteristic cube compression strength (f'ck) [MPa]	35.00
Mean tensile strength [MPa]	2.80
Cement class	32.5
User-defined tensile strength (fbrep)	×
Representative tensile strength (fbrep) [MPa]	1.96
Design compression strength (f'b) [MPa]	21.00
Design tensile strength (fb) [MPa]	1.40
Mean tensile strength (fbm) [MPa]	2.74
Measured values of mean compressive strength (influence of ageing)	×

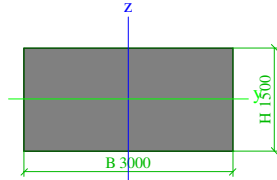
Type Name	Steel NEN 6770
Name	S460
Type	Steel
Thermal exp [m/mK]	0.01e-003
Unit mass [kg/m ³]	7850.00
E mod [MPa]	2.1000e+05
Poisson - nu	0.3
Independent G modulus	×
G mod [MPa]	8.0769e+04
Log. decrement	0.025
Therm. exp. (fire) [m/mK]	0.14e-003
Specific heat [J/gK]	6.0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4.5000e+01
Fu [MPa]	550.0
Fy [MPa]	460.0

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Kolkwanden variant 70 m
Description	Ontlastvloer



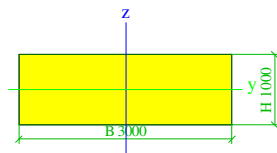
6. Cross-sections

>	Name	CS1	
	Type	Rectangle	
	Detailed	1500; 3000	
	Item material	C28/35	
	Fabrication	concrete	
	Buckling y-y, z-z	b	b
	FEM analysis	x	



>	A [m ²]	4.5000e+00	
	A y, z [m ²]	3.7500e+00	3.7500e+00
	I y, z [m ⁴]	8.4375e-01	3.3750e+00
	I w [m ⁶], t [m ⁴]	0.0000e+00	2.3156e+00
	Wel y, z [m ³]	1.1250e+00	2.2500e+00
	Wpl y, z [m ³]	1.6875e+00	3.3750e+00
	d y, z [mm]	0	0
	c YLCS, ZLCS [mm]	1500	750
	alpha [deg]	0.00	
	AL [m ² /m]	9.0000e+00	

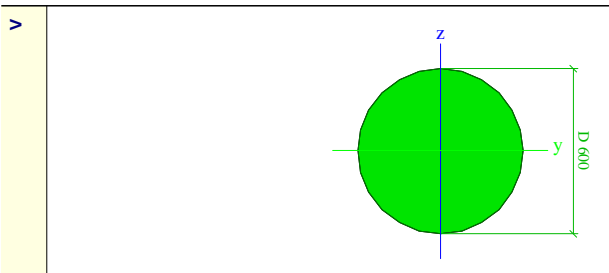
>	Name	CS2	
	Type	Rectangle	
	Detailed	1000; 3000	
	Item material	C28/35	
	Fabrication	concrete	
	Buckling y-y, z-z	b	b
	FEM analysis	x	



>	A [m ²]	3.0000e+00	
	A y, z [m ²]	2.5000e+00	2.5000e+00
	I y, z [m ⁴]	2.5000e-01	2.2500e+00
	I w [m ⁶], t [m ⁴]	0.0000e+00	7.8990e-01
	Wel y, z [m ³]	5.0000e-01	1.5000e+00
	Wpl y, z [m ³]	7.5000e-01	2.2500e+00
	d y, z [mm]	0	0
	c YLCS, ZLCS [mm]	1500	500
	alpha [deg]	0.00	
	AL [m ² /m]	8.0000e+00	

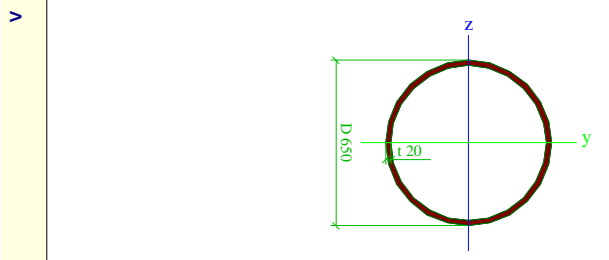
>	Name	vibropaal 3x	
	Type	Circle	
	Detailed	600	
	Item material	C28/35	
	Fabrication	concrete	
	Buckling y-y, z-z	b	b
	FEM analysis	x	

Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Kolkwanden variant 70 m
Description	Ontlastvloer



>	A [m ²]	2.8269e-01	
	A y, z [m ²]	2.4028e-01	2.4028e-01
	I y, z [m ⁴]	6.3591e-03	6.3591e-03
	I w [m ⁶], t [m ⁴]	0.0000e+00	1.2718e-02
	Wel y, z [m ³]	2.1197e-02	2.1197e-02
	Wpl y, z [m ³]	3.5989e-02	3.5989e-02
	d y, z [mm]	0	0
	c YLCS, ZLCS [mm]	0	0
	alpha [deg]	0.00	
	AL [m ² /m]	1.8849e+00	

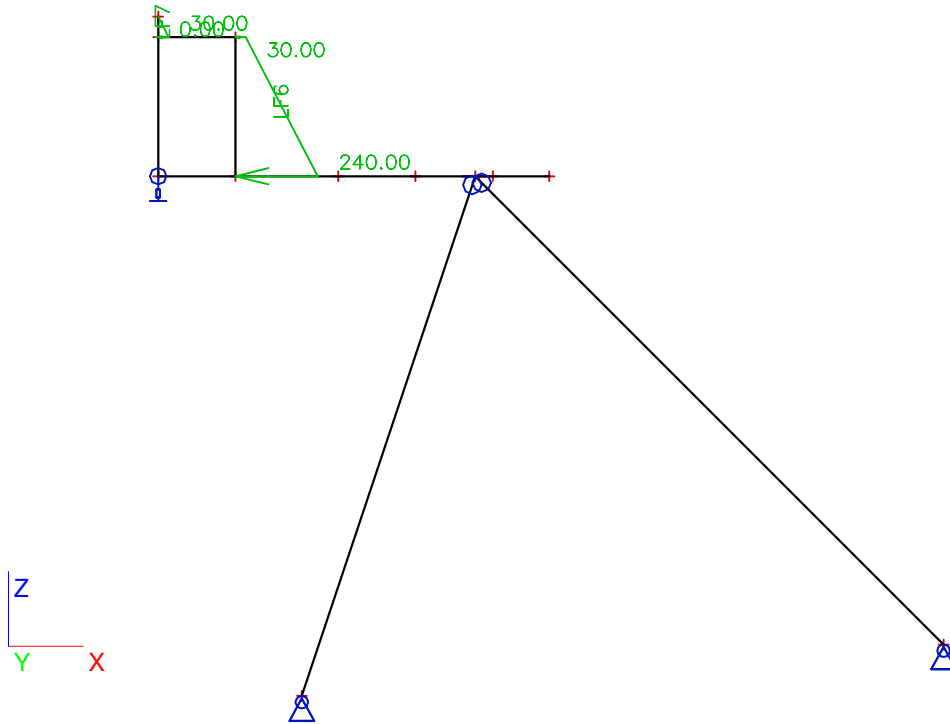
>	Name	Trekpaal (2x)	
	Type	Tube	
	Detailed	650; 20	
	Item material	S460	
	Fabrication	general	
	Buckling y-y, z-z	b	b
	FEM analysis	x	



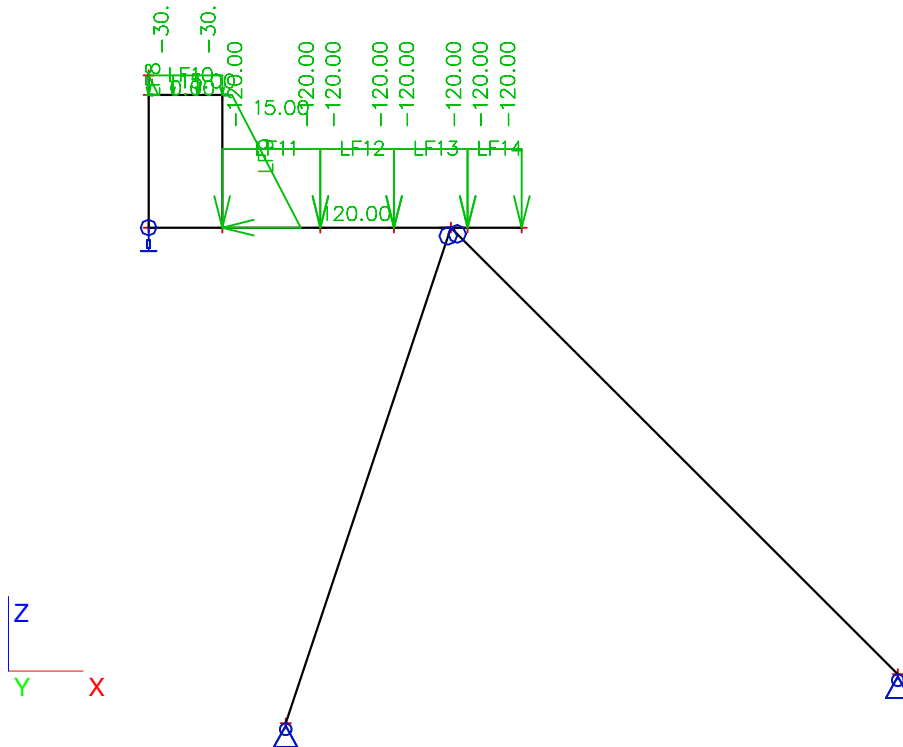
>	A [m ²]	3.9576e-02	
	A y, z [m ²]	2.5195e-02	2.5195e-02
	I y, z [m ⁴]	1.9650e-03	1.9650e-03
	I w [m ⁶], t [m ⁴]	0.0000e+00	3.9277e-03
	Wel y, z [m ³]	6.0463e-03	6.0463e-03
	Wpl y, z [m ³]	7.9382e-03	7.9382e-03
	d y, z [mm]	0	0
	c YLCS, ZLCS [mm]	0	0
	alpha [deg]	0.00	
	AL [m ² /m]	2.0419e+00	



7. LC2 Horizontale paalbelasting

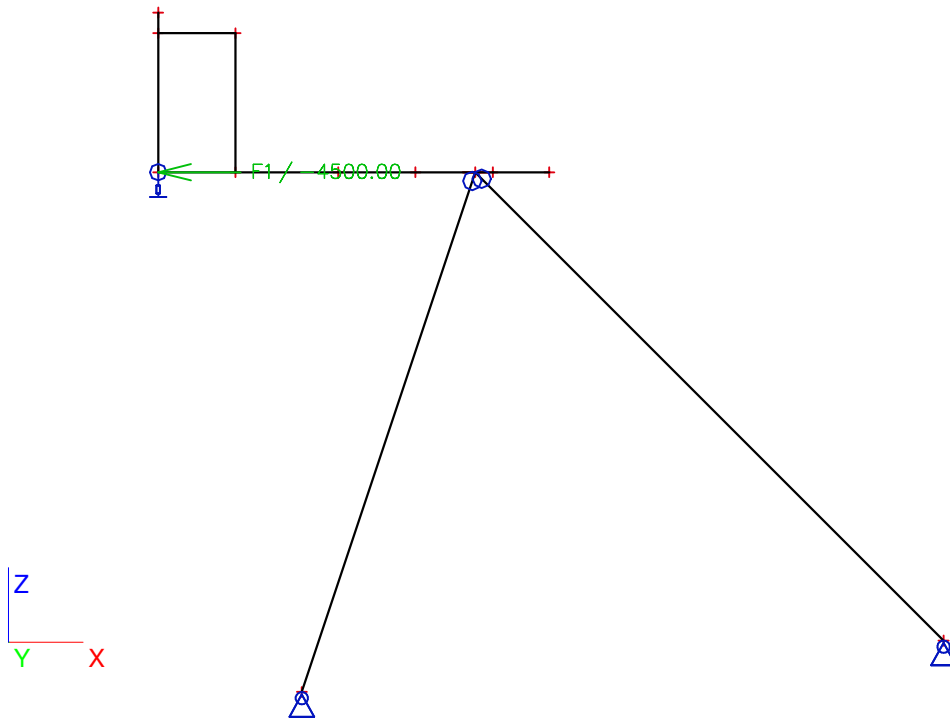


8. LC3 Grondbelasting

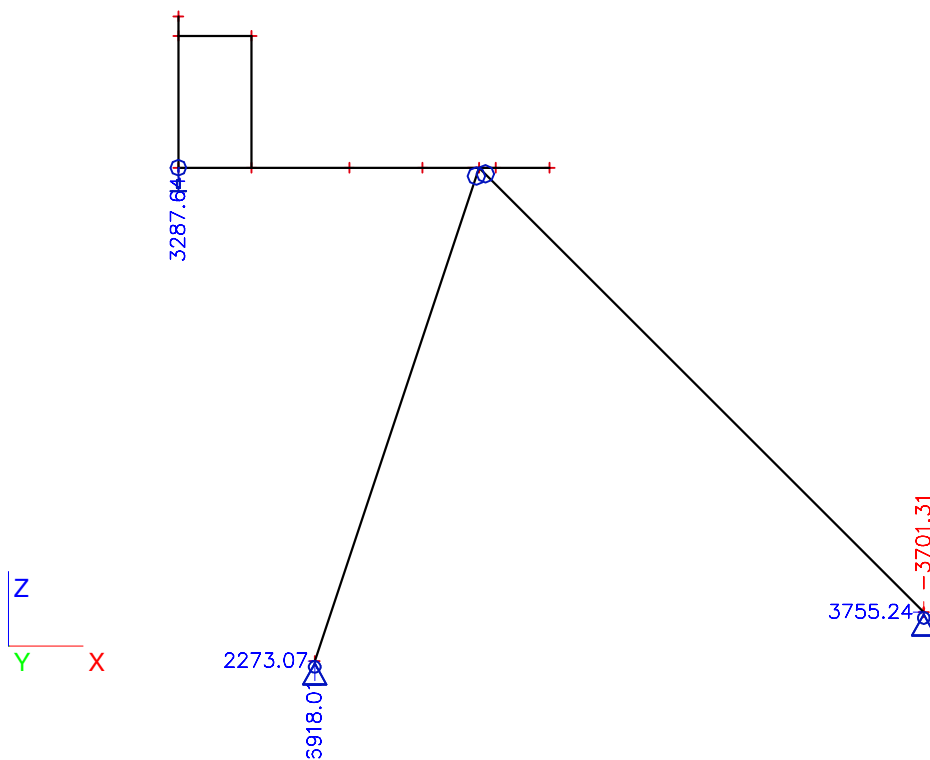




9. LC4 Belasting uit combiwand



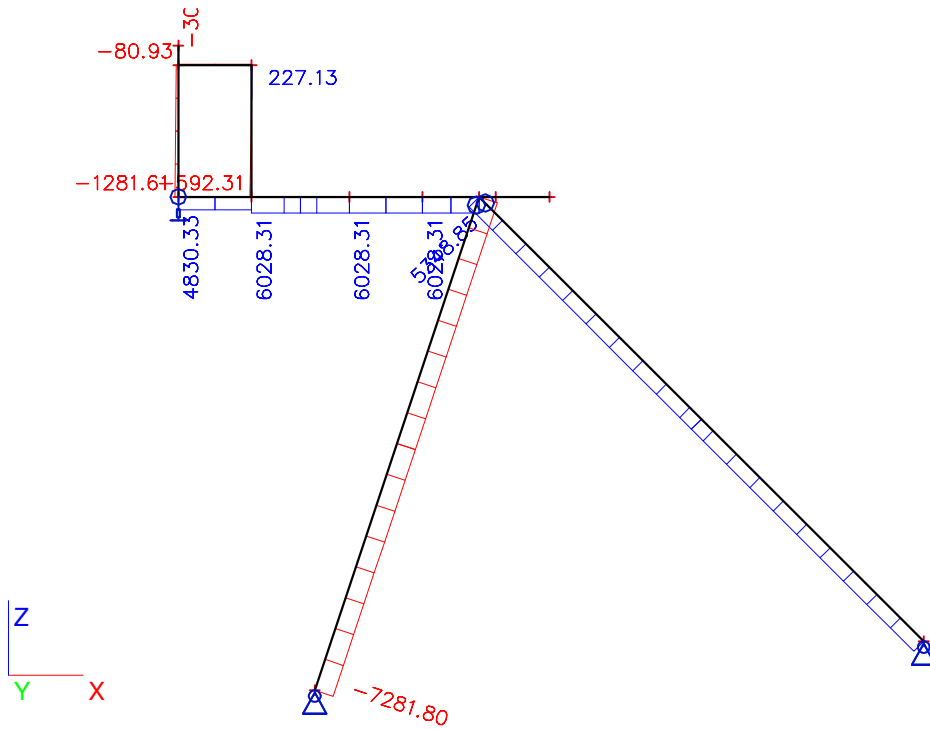
10. Reactiekrachten UGT



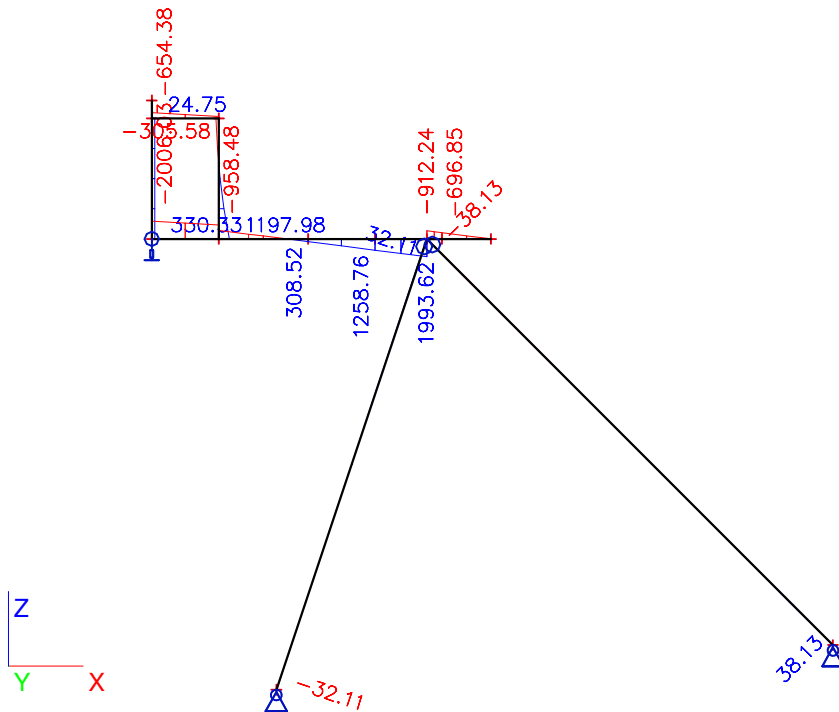
Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Kolkwanden variant 70 m
Description	Ontlastvloer



11. Normalkrachten (rekenwaarden)



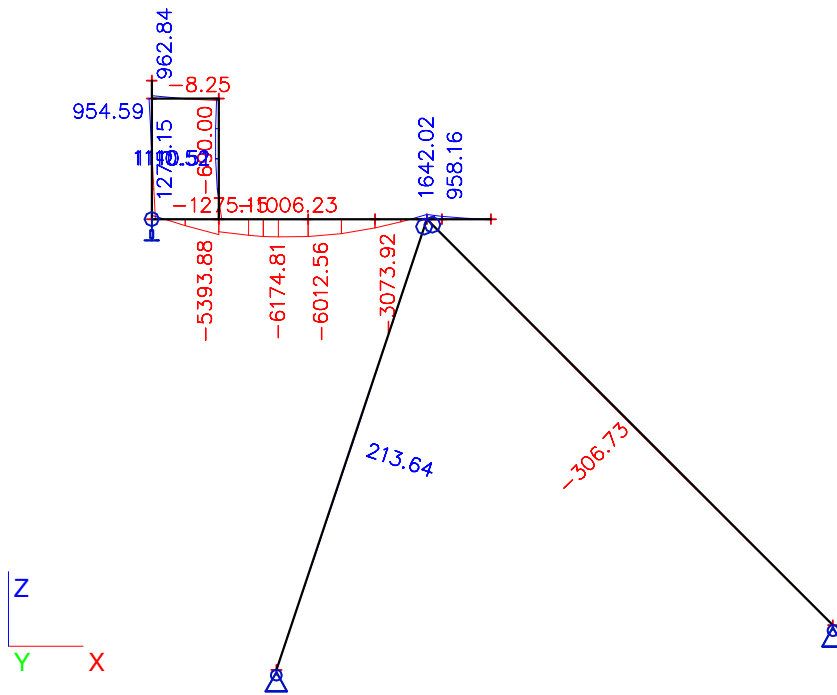
12. Dwarskrachten (rekenwaarden)



Project	Zeetoeegang IJmond
Part	Kolkwanden variant 70 m
Description	Ontlastvloer



13. Momenten (rekenwaarden)



Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: (_____ van: _____

Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____

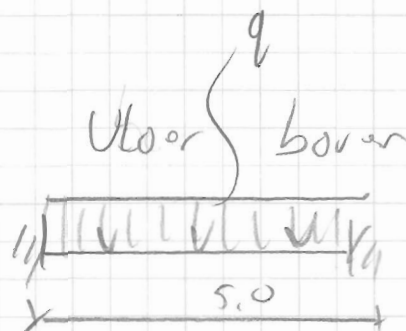
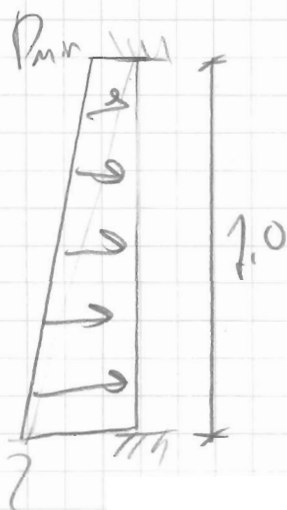
Project : _____ Autorisator: _____

Onderdeel/onderwerp : Wapening Status*: _____Geometrie

dichte 1000 mm

zie blad 1

- Voorwand - hoek

Belastingen

$$P_{max} = 1,25 \cdot 10 \cdot 70 = 875 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{golf factor} \times 2 = 1750 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{min} = 875 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{gen} = 1200 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,5 \cdot 70 \text{ kN/m}^2$$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 2 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Snedelrachten

$$M_d = \frac{1}{10} \cdot 7^2 \cdot P_{\text{gem}} = 686 \text{ kNm/m} \quad \left| \quad M_d = \frac{1}{10} \cdot 5^2 \cdot P_{\text{gem}} = 78 \text{ kNm/m} \right.$$

$$V_d = \frac{2}{3} \cdot 7 \cdot P_{\text{gem}} = 653 \text{ kN/m} \quad \left| \quad \text{Nicht maatgevend} \right.$$

Dimensionering

$$A_s = \frac{M_d}{435 \cdot 0,9 \cdot 900} = 2000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$\phi 20 - 150$

$$A_{s,v} = \frac{V_d \cdot h_{\text{eff}}}{2 \cdot 350 \cdot 0,45} = 390 \text{ m}^2/2 = 196 \text{ mm}^2/\text{staaf}$$

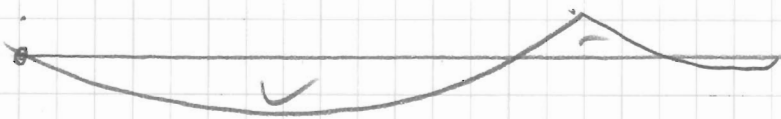
beugels $\phi 6 - 150$

Doc.registr.nr. : _____ Versie: _____ Datum: _____ Blad: 3 van: _____
 Opdrachtgever : _____ Boekingsnr.: _____ Opsteller: _____
 Project : _____ Autorisator: _____
 Onderdeel/onderwerp : _____ Status*: _____

Geometrie + Belastingen + Snelkrachten met Seia

Onderdoer

dikte 1500 mm



$$M_{dmax} = 667 \text{ kNm/3m} = 2060 \text{ kNm/m}$$

$$U_d = 2000 \text{ kN/3m} = 667 \text{ kN/m}$$

$$A_{s,ber} = \frac{M_d}{435 \cdot 0,9 \cdot 1250} = 4709 \text{ mm}^2 = \phi 25-100$$

$$\xi_d = \frac{U_d}{1000 \cdot 1250} = 0,533 \approx \xi_c \text{ is te wapenen}$$

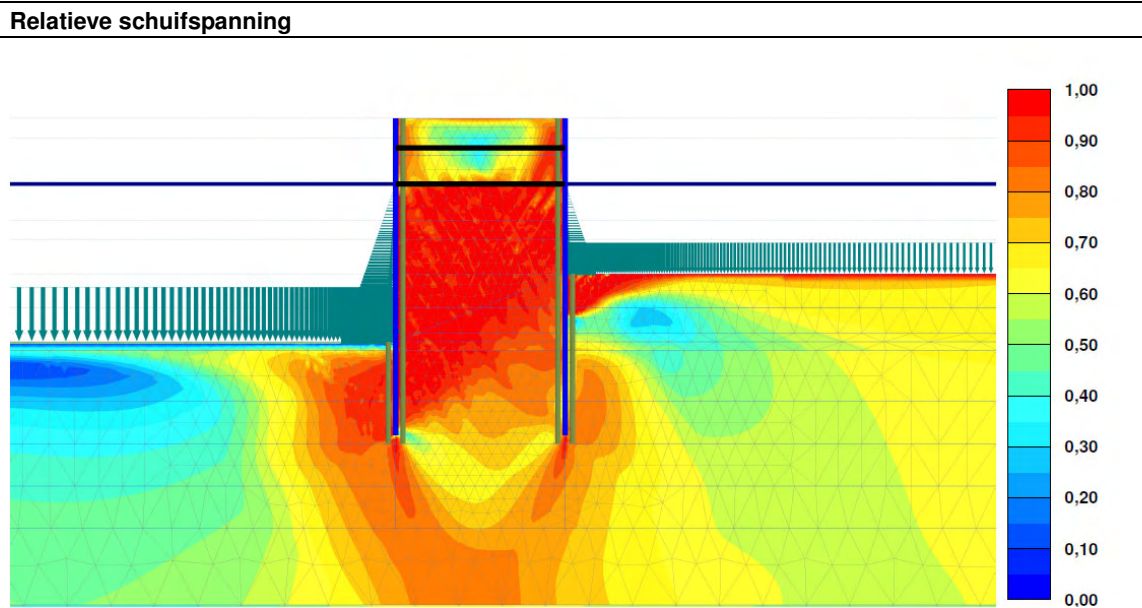
$$N_d = 6000 \text{ kN/3m} = 2000 \text{ kN/m}$$

$$A_{s,ber} = \frac{N_d}{200} = 10000 \text{ mm}^2 = 12 \phi 32 \text{ /m}$$

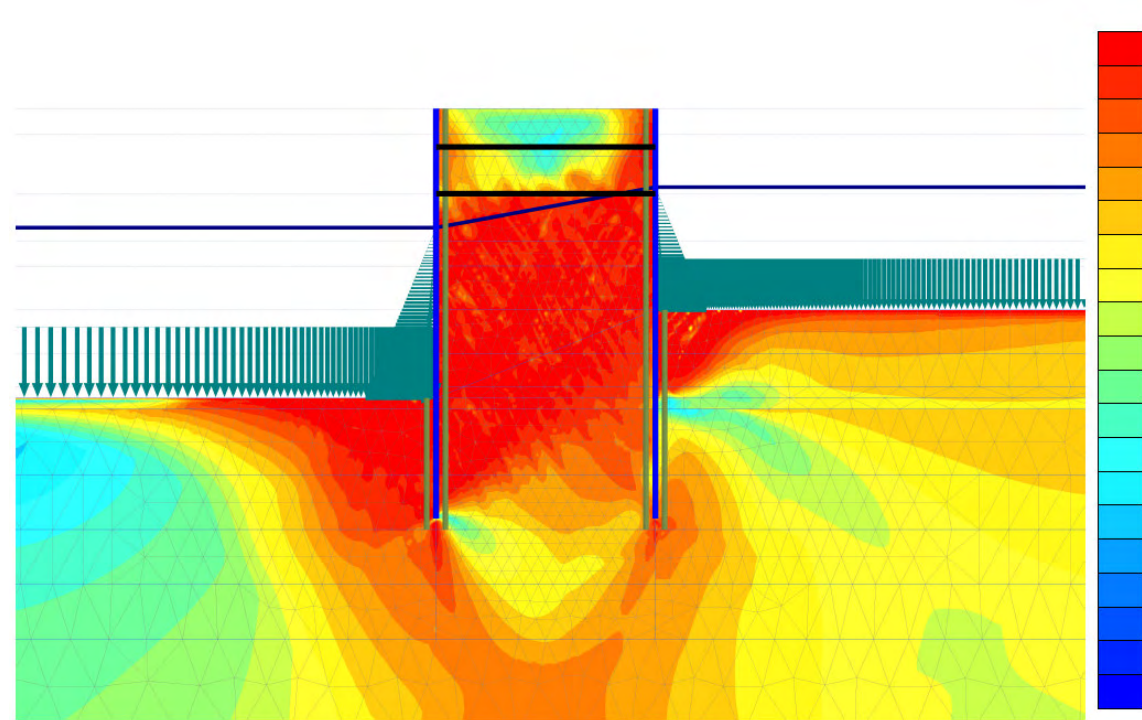
in midden doorsnede

PLAXIS UITVOER

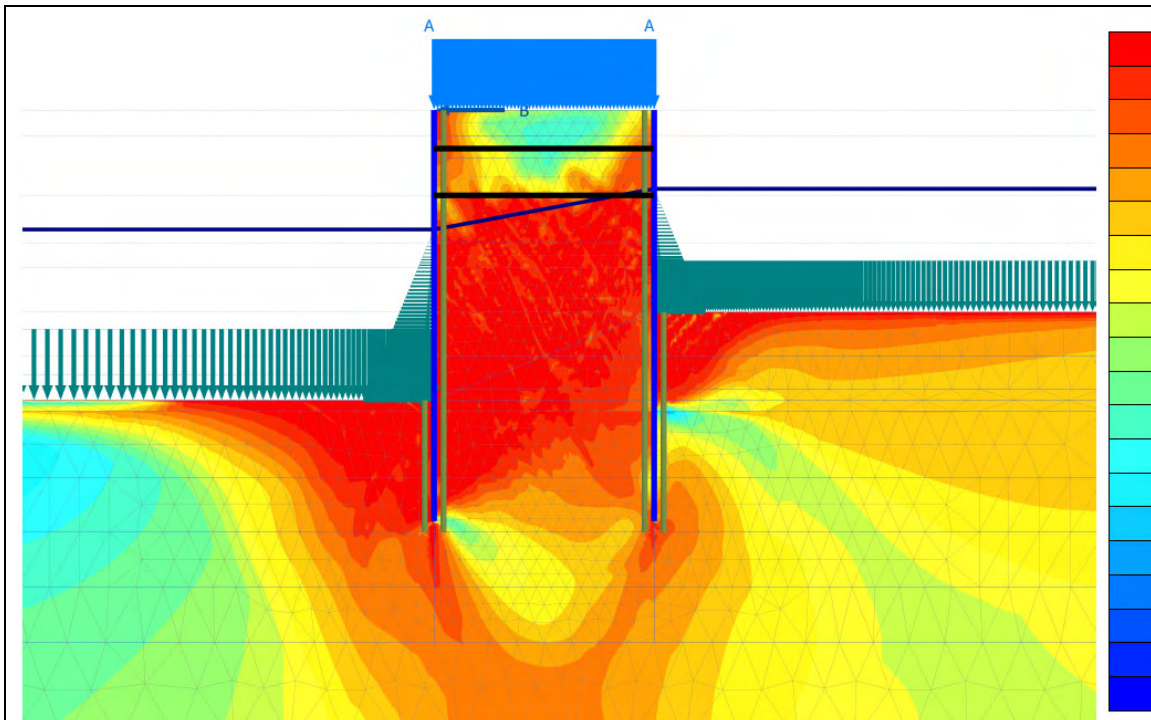
Zuidelijke kolkwand resultaten



Fase 11: Aanbrengen bodembescherming

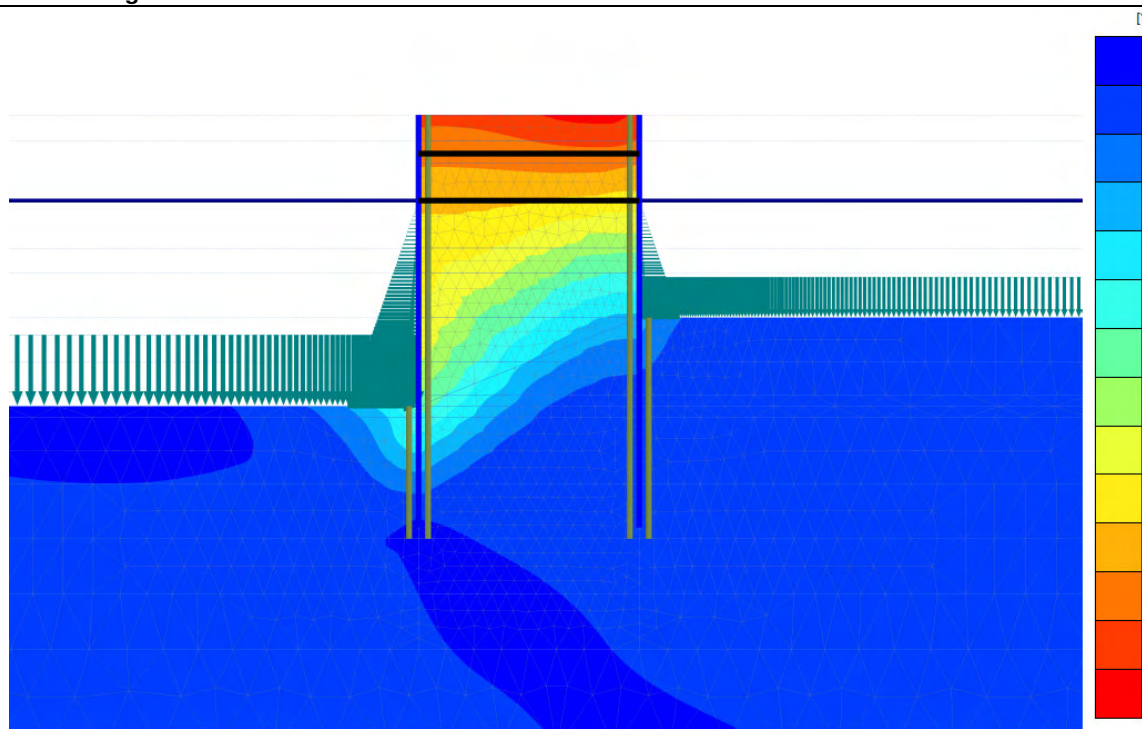


Fase 18: Laag water

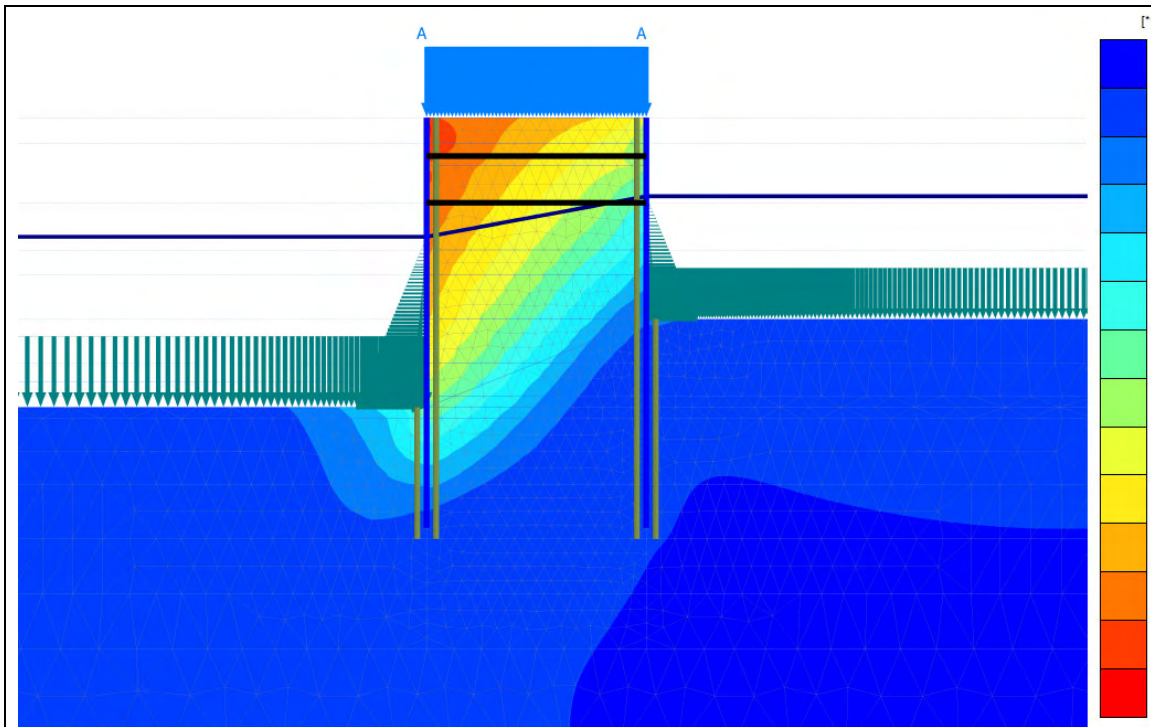


Fase 21: Laag water met bovenbelasting en bolderkracht

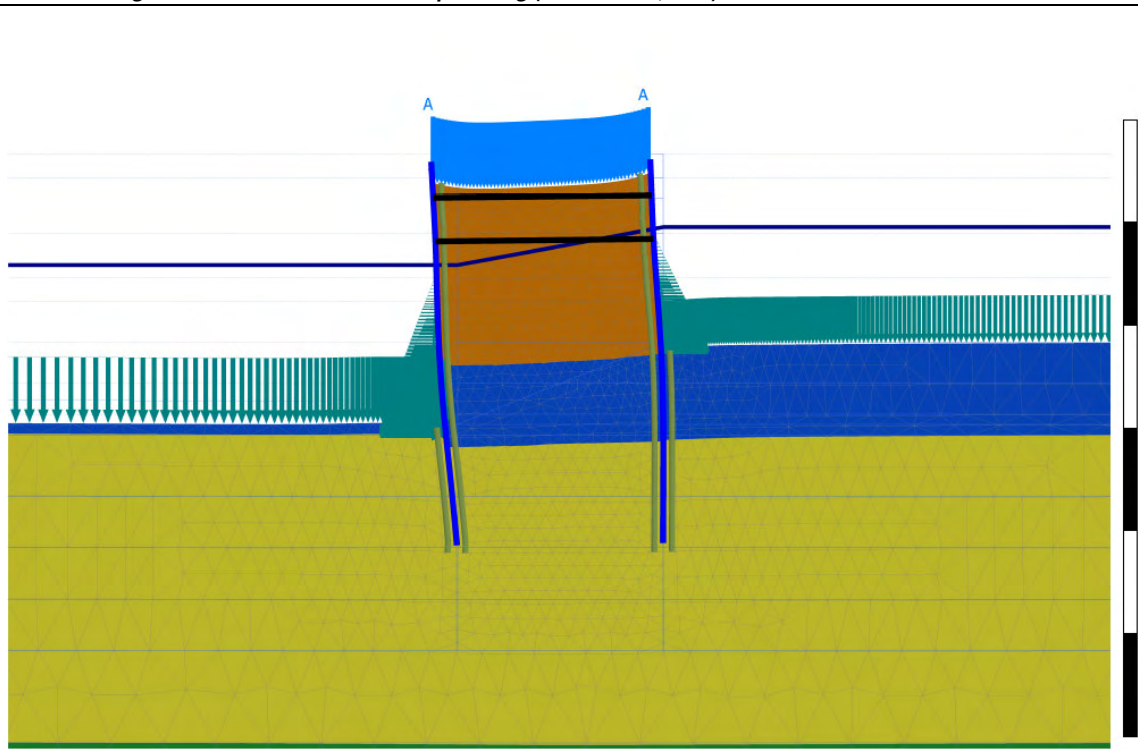
Vervorming



Fase 10: Baggeren – horizontale faseverplaatsing (maximaal 0,25 m)

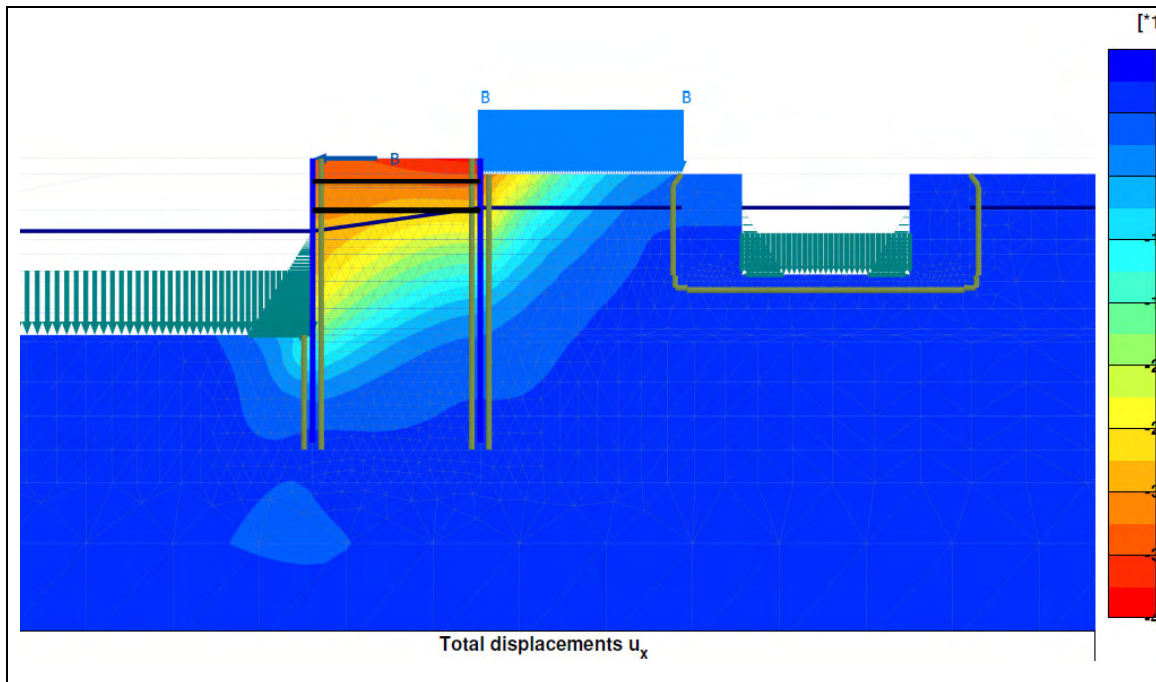


Fase 18: Laag water – totale horizontale verplaatsing (maximaal 0,50 m)

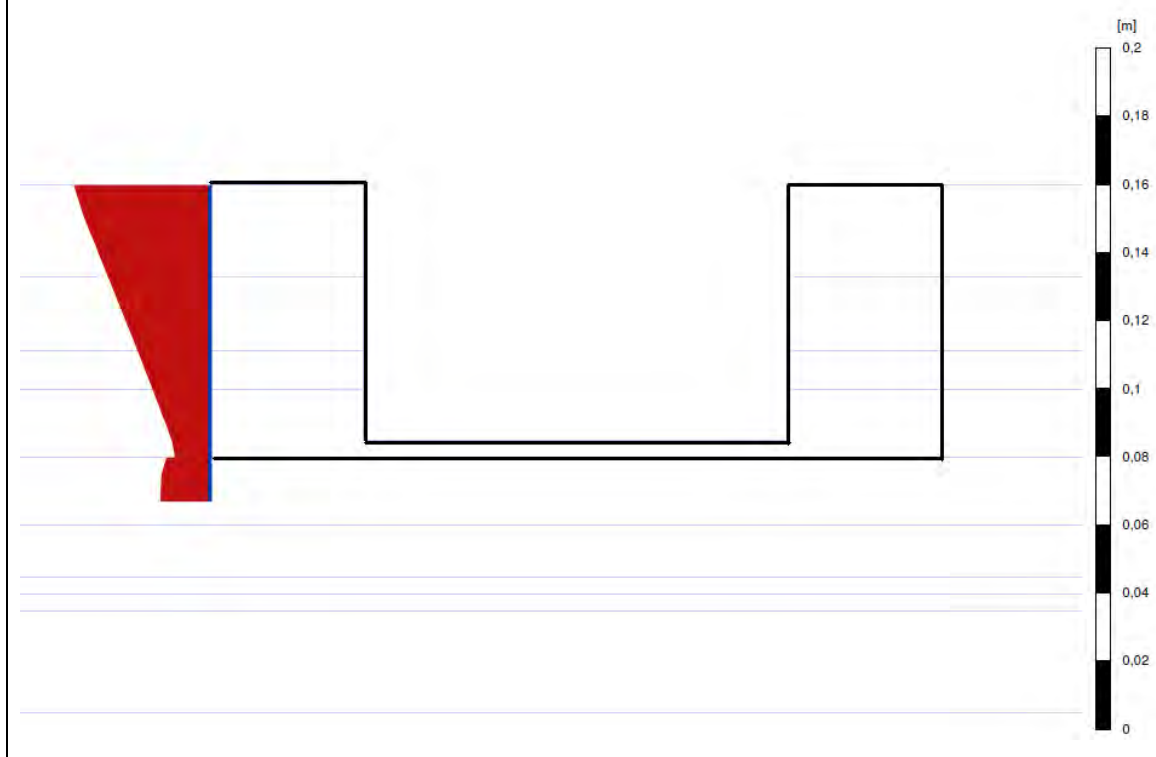


Fase 18: Laag water – deformed mesh (vervormingen 5:1 verschaald)

Middensluis resultaten



Fase 23: Laag water met maaiveldbelasting en bolderkracht- horizontale vervormingen (maximaal 0,4 m)



Fase 23: Laag water met maaiveldbelasting en bolderkracht- horizontale vervormingen ter plaatse van de Middensluis (maximaal 4 cm)

BEREKENINGEN KOLKBODEM

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



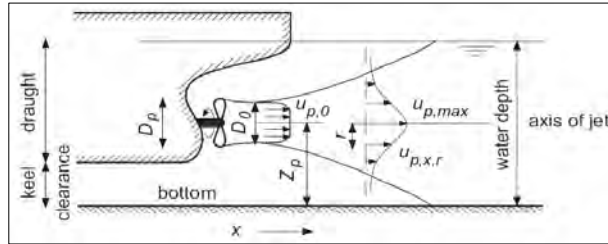
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

Hypothetisch schip 1a
 (5m halve straalbuislengte)

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	18000	[kW]
Used power while unberthing	30%	[%]
Diameter main propellor D_p	6,2	[m]
Keel clearance	4	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

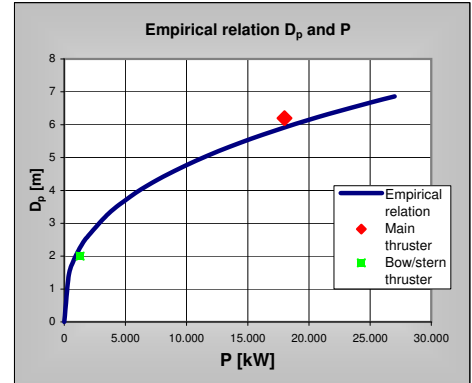
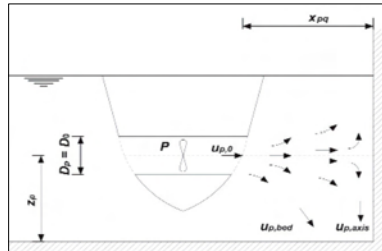
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	1300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	10,5	[m]
Keel clearance	4	[m]
Distance propellor tip - keel	1	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 4,40 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,20 (only with Blokland method)

$$[eq. 1] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,58 \quad [m/s]$$

$$[eq. 2] \quad U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 1,68 \quad [m/s]$$

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 2,00 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

$$[eq. 3] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,98 \quad [m/s]$$

$$[eq. 4] \quad U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,66 \quad [m/s]$$

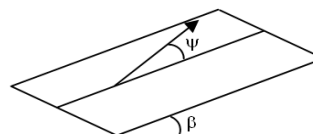
	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted / 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{k,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :		9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

$$\text{Slope factor } k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$$



$$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for Blokland and Rock Manual method}$$

$$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for PIANC method; for sloping beds } D_{50} \text{ is increased with 50\%}$$

Required D_{50}

CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
for main thruster	0,27 -->	0,23	31,5	10-60kg	35	0,24
for bow/stern thruster	0,68 -->	0,57	498,5	0.3-1.0 ton	650	0,63

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



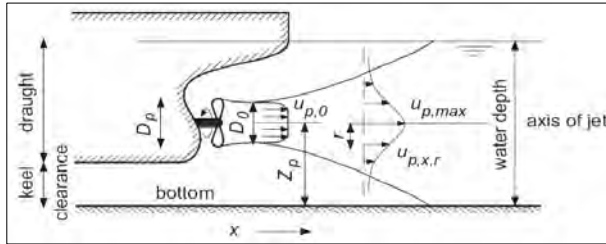
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

Hypothetisch schip 1b
 (10m halve straalbuislengte)

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	18000	[kW]
Used power while unberthing	30%	[%]
Diameter main propellor D_p	6,2	[m]
Keel clearance	4	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

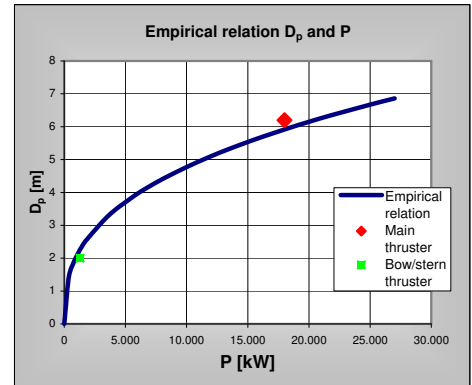
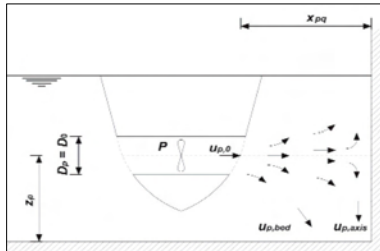
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	1300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	5,5	[m]
Keel clearance	4	[m]
Distance propellor tip - keel	1	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 4,40 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,58$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 1,40$ [m/s]

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 2,00 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,98$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,66$ [m/s]

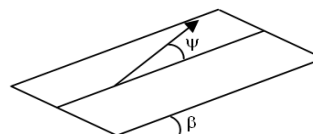
	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted / 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{k,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :		9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$



$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%

		CHOICE (EN13383 gradings)					
		D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
Required D_{50}	for main thruster	0,19 -->	0,16	10,5	10-60kg	35	0,24
	for bow/stern thruster	0,68 -->	0,57	498,5	0.3-1.0 ton	650	0,63

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

EMMA MAERSK
 (14,500 TEU)
 Halve straalbuis = 3m

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	80000	[kW]
Used power while unberthing	15%	[%]
Diameter main propellor D_p	9,6	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases

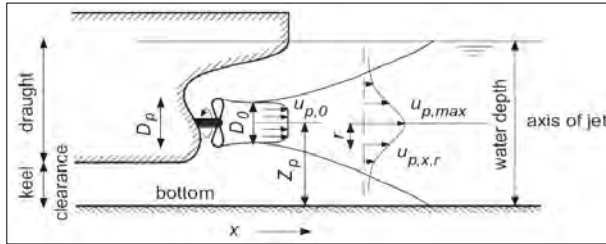
Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	3300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	3,2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	25,85	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	3	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases

Densities

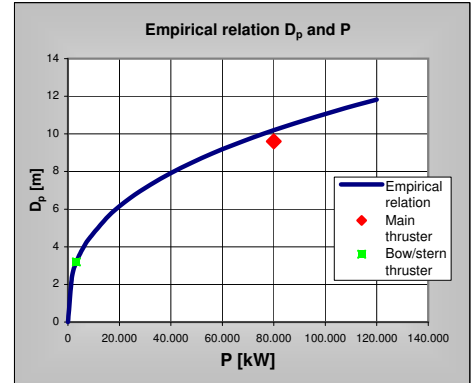
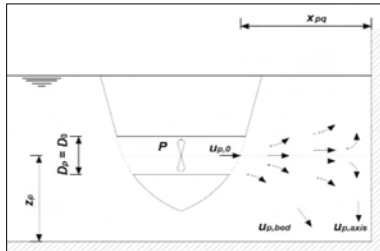
Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]



Empirical relations

For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$



Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,82 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,39$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 2,68$ [m/s]

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 3,20 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,96$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,28$ [m/s]

	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p	0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers		
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

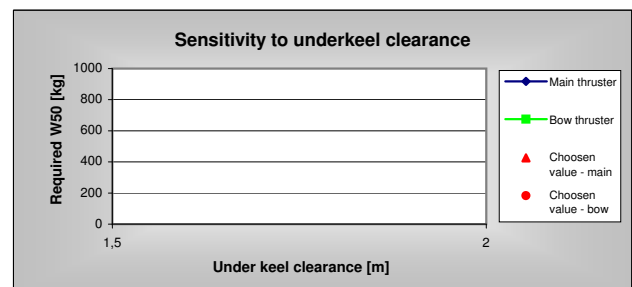
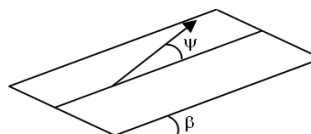
Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	= 6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?	flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	= 90 [°]	
Internal friction ϕ	= 40 [°]	

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$

$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%



	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	CHOICE (EN13383 gradings)		
				Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
Required D_{50} for main thruster	0,69 -->	0,58	522,8	0.3-1.0 ton	650	0,63
Required D_{50} for bow/stern thruster	0,50 -->	0,42	200,4	0.3-1.0 ton	650	0,63

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



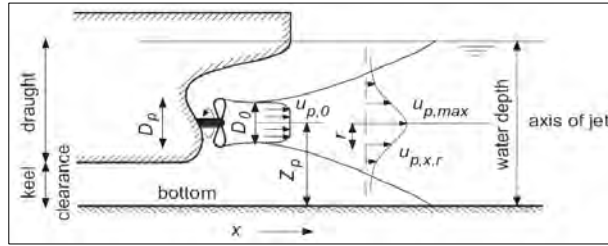
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

EMMA MAERSK
 (14,500 TEU)
 Halve straalbuis = 6m

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	80000	[kW]
Used power while unberthing	30%	[%]
Diameter main propellor D_p	9,6	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

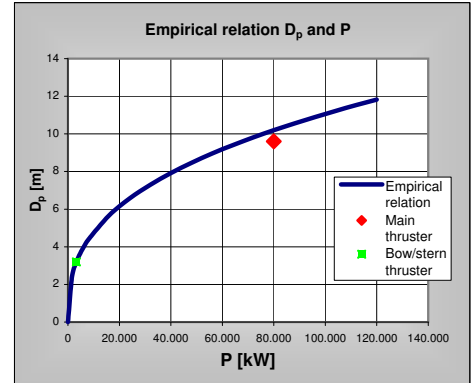
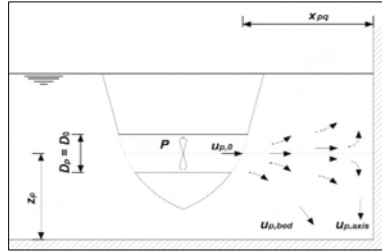
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	3300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	3,2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	22,75	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	3	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,82 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 9,31$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 3,38$ [m/s]

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 3,20 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,96$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,54$ [m/s]

	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p	0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers		
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

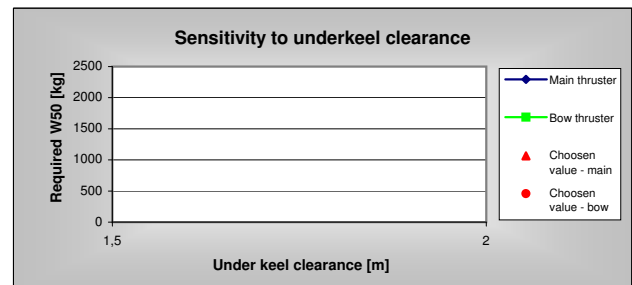
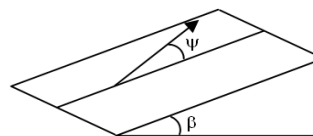
Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	= 6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?	flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	= 90	[°]
Internal friction ϕ	= 40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$

$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%



Required D_{50}

CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
for main thruster	1,10 -->	0,92	2091,4	3 - 6 ton	4500	1,19
for bow/stern thruster	0,62 -->	0,52	375,5	0.3-1.0 ton	650	0,63

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



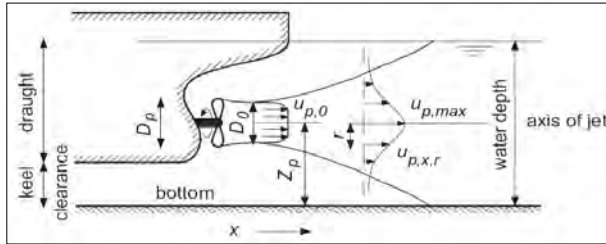
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

EMMA MAERSK
 (14,500 TEU)
 Halve straalbuis = 10m

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	80000	[kW]
Used power while unberthing	50%	[%]
Diameter main propellor D_p	9,6	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

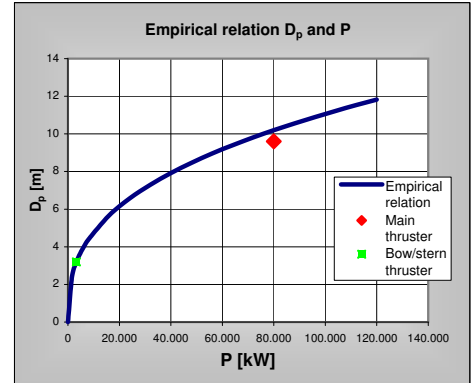
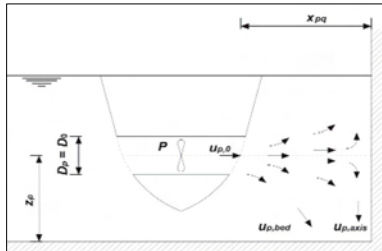
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	3300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	3,2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	18,75	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	3	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,82 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 11,04$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 4,00$ [m/s]

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 3,20 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,96$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,96$ [m/s]

	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{k,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

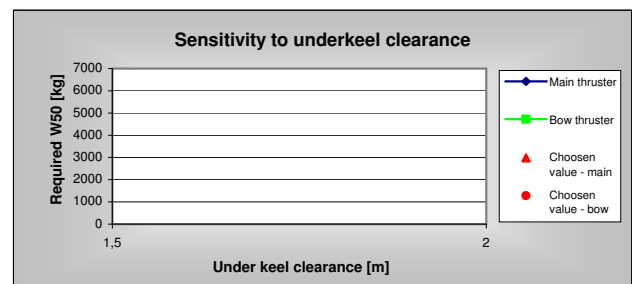
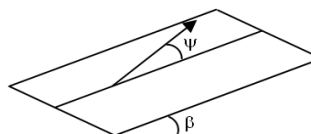
Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b =	0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$

$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%



Required D_{50}

CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
for main thruster	1,55 -->	1,30	5809,4	6 - 10 ton	#N/A	#N/A
for bow/stern thruster	0,84 -->	0,71	943,6	1 - 3 ton	2000	0,91

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



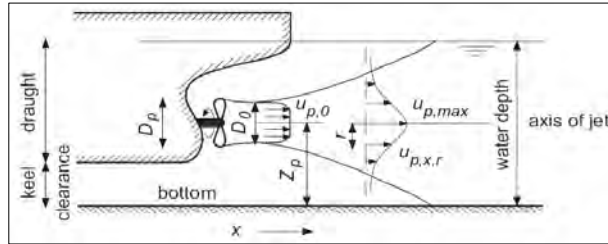
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

EMMA MAERSK
 (14,500 TEU)
 Sluispeil -0.75m NAP

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	80000	[kW]
Used power while unberthing	50%	[%]
Diameter main propellor D_p	9,6	[m]
Keel clearance	2,5	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

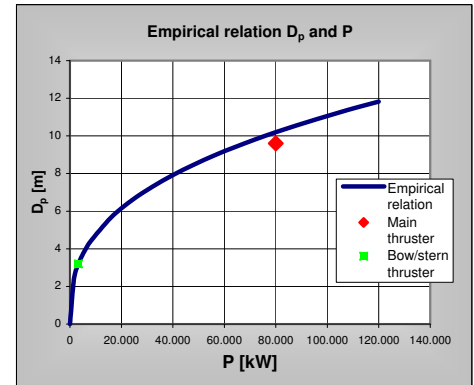
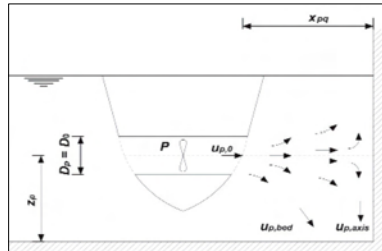
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	3300	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	3,2	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	18,75	[m]
Keel clearance	2,5	[m]
Distance propellor tip - keel	3	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,82 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

$$[eq. 1] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 11,04 \quad [m/s]$$

$$[eq. 2] \quad U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 3,07 \quad [m/s]$$

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 3,20 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

$$[eq. 3] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,96 \quad [m/s]$$

$$[eq. 4] \quad U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 2,76 \quad [m/s]$$

	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

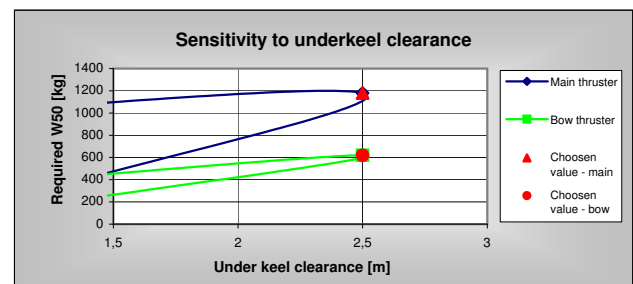
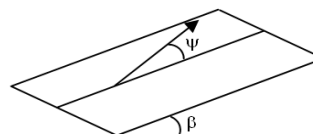
Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :		9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

$$\text{Slope factor } k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$$

$$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for Blokland and Rock Manual method}$$

$$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for PIANC method; for sloping beds } D_{50} \text{ is increased with 50\%}$$



Required D_{50}

CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
for main thruster	0,91 -->	0,76	1179,7	1 - 3 ton	2000	0,91
for bow/stern thruster	0,73 -->	0,62	619,6	0.3-1.0 ton	650	0,63

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS

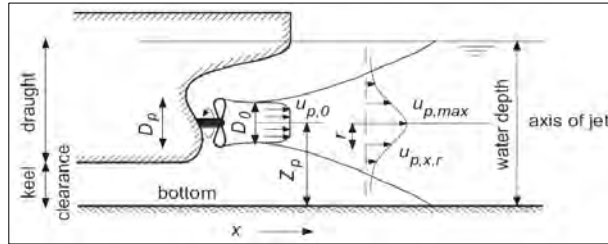


Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

QUEEN MARY 2
 Bow 30%, 90deg
 Extreme low water

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P **43000** [kW]
 Used power while unberthing **100%** [%]
 Diameter main propellor D_p **8,5** [m]
 Keel clearance **4,5** [m]
 Distance propellor tip - keel **0,5** [m]
PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



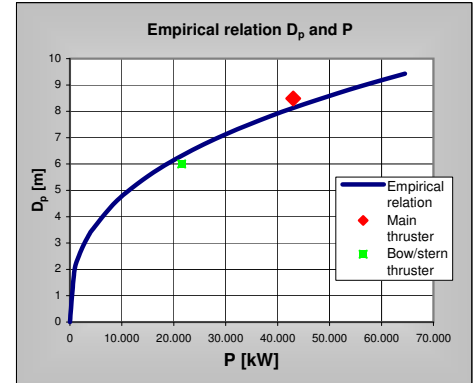
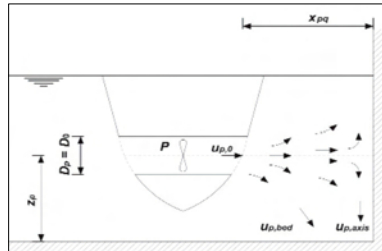
Empirical relations

For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P **21500** [kW]
 Used power while unberthing **30%** [%]
 Diameter propellor D_p **6** [m]
 Distance propellor - quay x_{pq} **16** [m]
 Keel clearance **4,5** [m]
 Distance propellor tip - keel **0,5** [m]
PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone $\rho_{stone} =$ **2650** [kg/m³]
 Density water $\rho_{water} =$ **1025** [kg/m³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ? **non-ducted**
 $D_0 =$ **6,02** [m]
 $C_1 =$ **1,15**
 $C_2 =$ **0,30**
1,10 (only with Blokland method)

$$[eq. 1] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} = \mathbf{12,07} \quad [m/s]$$

$$[eq. 2] \quad U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = \mathbf{2,36} \quad [m/s]$$

Preferred method:

Rock Manual 2007

	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p	0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers		
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

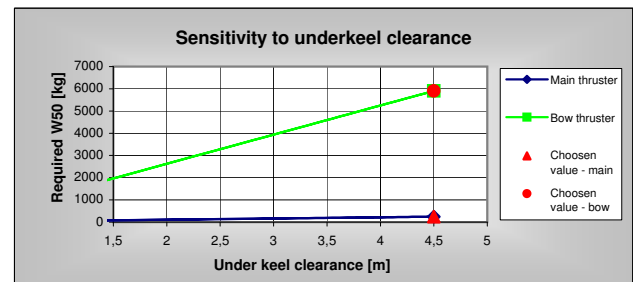
¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

Bow/stern thruster

Propellor type ? **non-ducted**
 $D_0 =$ **4,26** [m]
 $C_1 =$ **1,15**
 $C_3 =$ **2,80**

$$[eq. 3] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} = \mathbf{8,08} \quad [m/s]$$

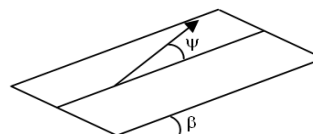
$$[eq. 4] \quad U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = \mathbf{4,02} \quad [m/s]$$



Determination of required stone size

Turbulence factor $k_t^2 =$ **6** same berthing location, no movement of stones allowed
 Flat bed or sloping bed? **flat**
 Armourstone on slope 1 : **9999** --> b = **0,0** [°]
 Current angle $\psi =$ **90** [°]
 Internal friction $\phi =$ **40** [°]

$$\text{Slope factor } k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = \mathbf{1,00}$$



$$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{U_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for Blokland and Rock Manual method}$$

$$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{U_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for PIANC method; for sloping beds } D_{50} \text{ is increased with 50\%}$$

Required D_{50}		CHOICE (EN13383 gradings)					
		D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
for main thruster		0,54 -->	0,45	243,5	0.3-1.0 ton	650	0,63
	for bow/stern thruster	1,56 -->	1,31	5906,4	6 - 10 ton	8000	1,45

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



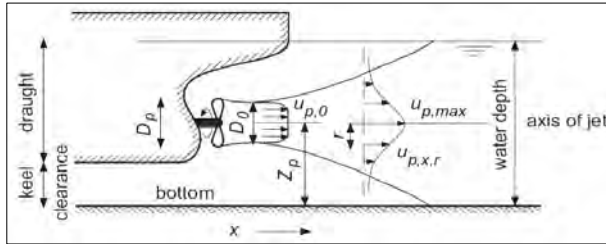
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

QUEEN MARY 2
 Bow 50%+45degrees
 Extreme low water

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	43000	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter main propellor D_p	8,5	[m]
Keel clearance	4,5	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

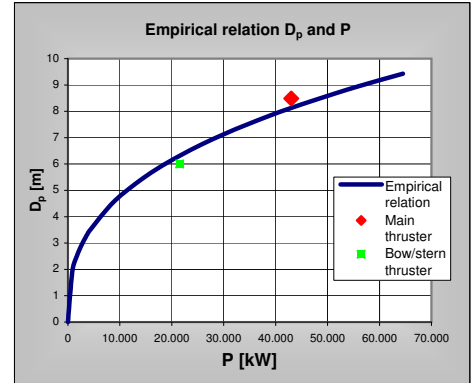
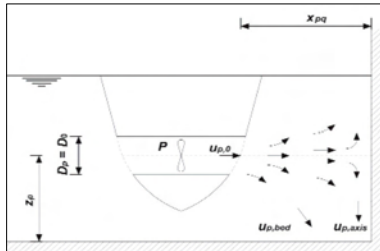
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	21500	[kW]
Used power while unberthing	50%	[%]
Diameter propellor D_p	6	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	22,6274	[m]
Keel clearance	4,5	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,02 [m]
C_1	= 1,15
C_2	= 0,30
	1,10 (only with Blokland method)

Preferred method: Rock Manual 2007

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 12,07$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 2,36$ [m/s]

Bow/stern thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 4,26 [m]
C_1	= 1,15
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 9,58$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 3,73$ [m/s]

	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

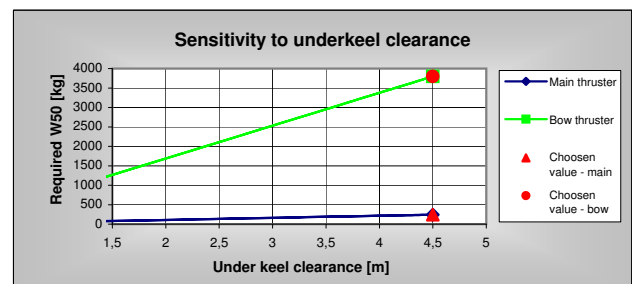
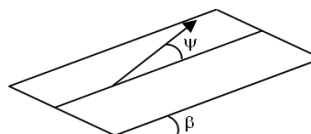
Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :		9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$

$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%



CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
Required D_{50}	0,54 -->	0,45	243,5	0.3-1.0 ton	650	0,63
	1,34 -->	1,13	3798,6	3 - 6 ton	4500	1,19

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



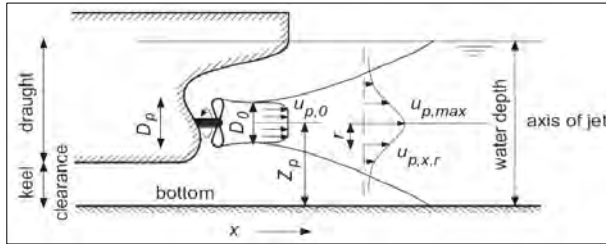
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

QUEEN MARY 2
 Bow 50%+45degrees
 Lock: -0.75m NAP

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	43000	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter main propellor D_p	8,5	[m]
Keel clearance	6,25	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

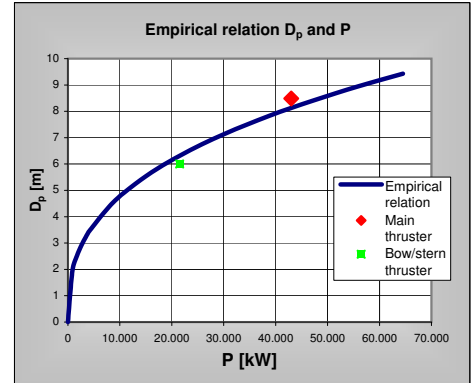
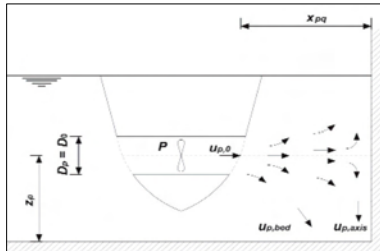
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	21500	[kW]
Used power while unberthing	50%	[%]
Diameter propellor D_p	6	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	22,6274	[m]
Keel clearance	6,25	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone	$\rho_{stone} =$	2650	[kg/m ³]
Density water	$\rho_{water} =$	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
$D_0 =$	6,02 [m]
$C_1 =$	1,15
$C_2 =$	0,30
	1,10 (only with Blokland method)

Preferred method: Rock Manual 2007

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 12,07$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 1,98$ [m/s]

Bow/stern thruster

Propellor type ?	non-ducted
$D_0 =$	4,26 [m]
$C_1 =$	1,15
$C_3 =$	2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 9,58$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 3,53$ [m/s]

	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

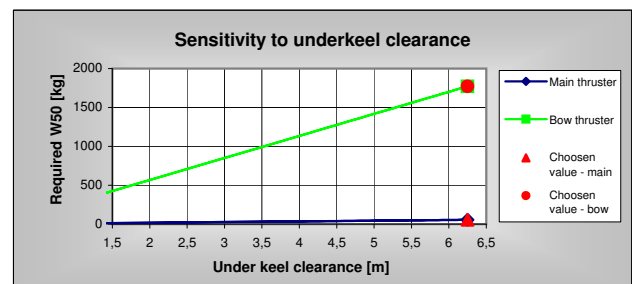
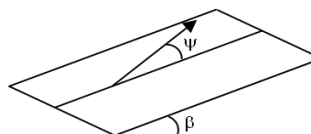
Determination of required stone size

Turbulence factor $k_t^2 =$	5,2	different berthing locations, minor movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?	flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle $\psi =$	90	[°]
Internal friction $\phi =$	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$

$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%



	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	CHOICE (EN13383 gradings)		
				Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
Required D_{50} for main thruster	0,33 -->	0,28	56,0	40-200kg	120	0,36
Required D_{50} for bow/stern thruster	1,04 -->	0,87	1771,7	1 - 3 ton	2000	0,91

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



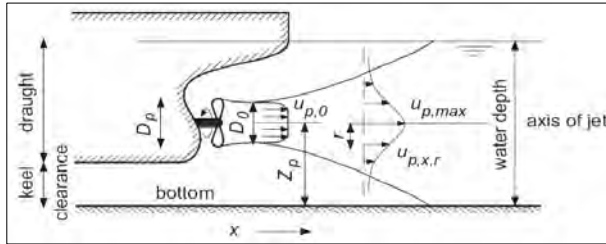
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

QUEEN MARY 2
 Bow 50%+45degrees
 Lock: -0.75m NAP

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	43000	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter main propellor D_p	8,5	[m]
Keel clearance	6,25	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

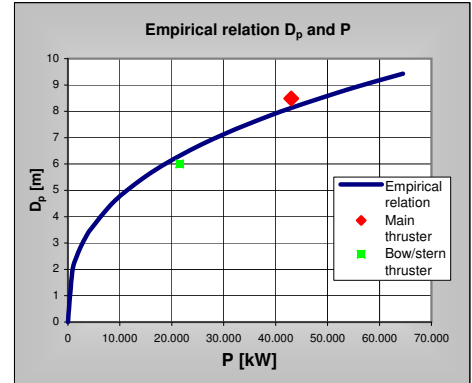
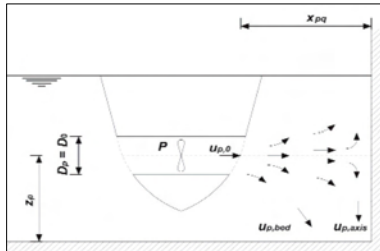
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	21500	[kW]
Used power while unberthing	30%	[%]
Diameter propellor D_p	6	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	16	[m]
Keel clearance	6,25	[m]
Distance propellor tip - keel	0,5	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,02 [m]
C_1	= 1,15
C_2	= 0,30
	1,10 (only with Blokland method)

Preferred method: Rock Manual 2007

[eq. 1]
$$U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 12,07 \text{ [m/s]}$$

[eq. 2]
$$U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 1,98 \text{ [m/s]}$$

	Blok land ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17·f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

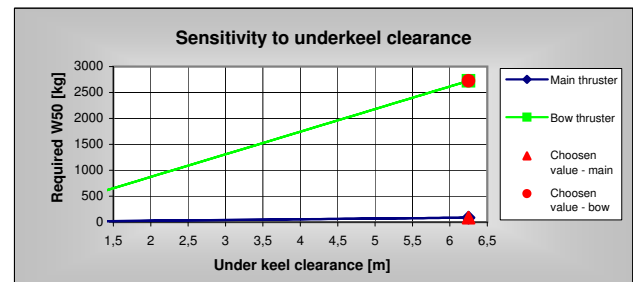
¹ For determination of $u_{p,b}$, D_p is used (in PIANC method)
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

Bow/stern thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 4,26 [m]
C_1	= 1,15
C_3	= 2,80

[eq. 3]
$$U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 8,08 \text{ [m/s]}$$

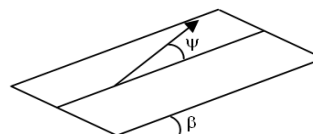
[eq. 4]
$$U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 3,53 \text{ [m/s]}$$



Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :		9999	--> b = 0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$



$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%

Required D_{50}		CHOICE (EN13383 gradings)					
		D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
	for main thruster	0,38 -->	0,32	86,0	40-200kg	120	0,36
	for bow/stern thruster	1,20 -->	1,01	2726,5	3 - 6 ton	4500	1,19

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



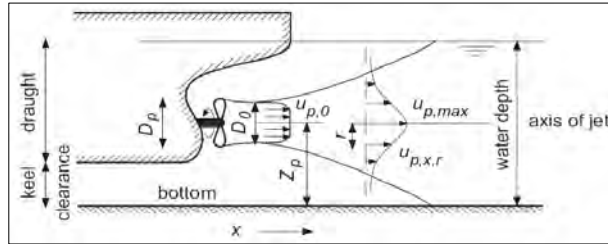
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

Hypothetisch schip 2a
 (halve straalbuislengte 5m)

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	7600	[kW]
Used power while unberthing	50%	[%]
Diameter main propellor D_p	4,6	[m]
Keel clearance	7	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

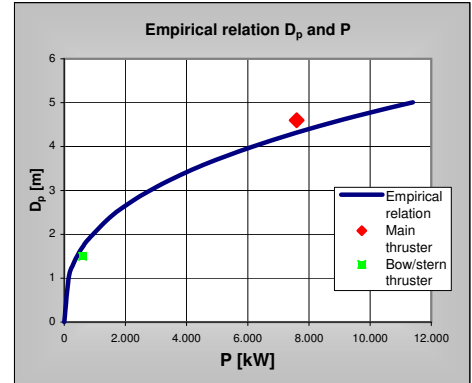
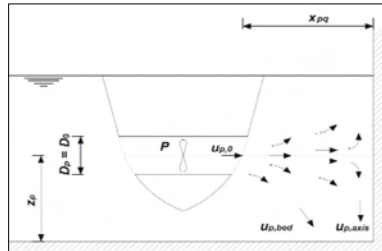
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	600	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter propellor D_p	1,5	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	5,5	[m]
Keel clearance	7	[m]
Distance propellor tip - keel	1	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 3,27 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

$$[eq. 1] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 8,23 \quad [m/s]$$

$$[eq. 2] \quad U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 0,87 \quad [m/s]$$

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

Propellor type ?	ducted
D_0	= 1,50 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

$$[eq. 3] \quad U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 7,47 \quad [m/s]$$

$$[eq. 4] \quad U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = 1,28 \quad [m/s]$$

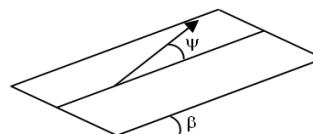
	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p		0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers	
C_1	1.17 · f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

¹ For determination of $u_{k,b}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall

Determination of required stone size

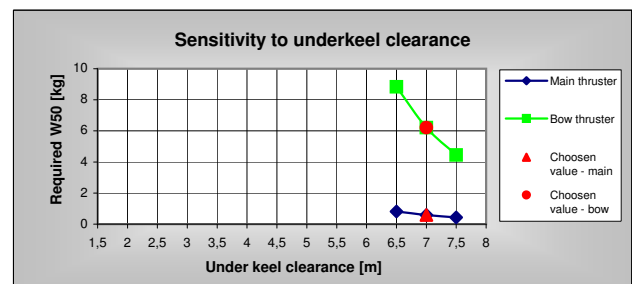
Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b =	0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

$$\text{Slope factor } k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$$



$$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for Blokland and Rock Manual method}$$

$$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta} \quad \text{for PIANC method; for sloping beds } D_{50} \text{ is increased with 50\%}$$



CHOICE (EN13383 gradings)						
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}
Required D_{50}	0,07 -->	0,06	0,6	10-60kg	35	0,24
	0,16 -->	0,13	6,2	10-60kg	35	0,24

STONE STABILITY UNDER PROPELLOR JET CURRENTS



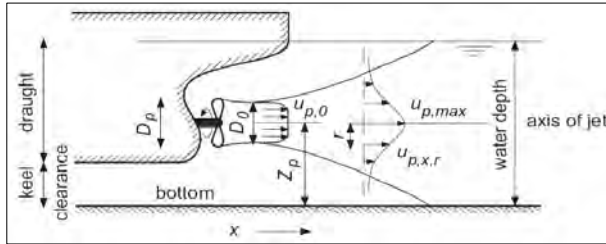
Project: IJmuiden - Nieuwe Zeesluis
Standards: The Rock Manual 2007-C683-section 4.3.4.3 / PIANC WG22 / Blokland (1996)
Date: 16-11-2011
By: A.F. van der Plas

BULK CARRIER
 ("Berge Stahl")
 (alleen hoofdschroef)

Ship characteristics - main thruster

Installed engine power P	20500	[kW]
Used power while unberthing	100%	[%]
Diameter main propellor D_p	9	[m]
Keel clearance	0,75	[m]
Distance propellor tip - keel	0,2	[m]

PIANC-WG22: at least 0,5m in most cases



Empirical relations

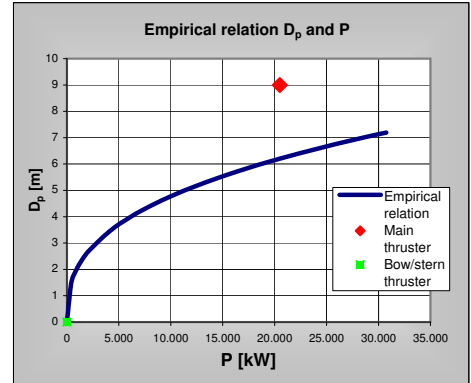
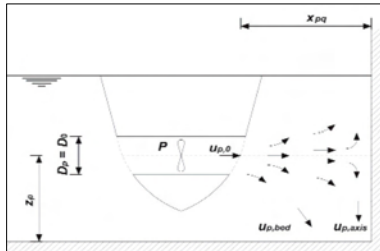
For relation $DWT-P/DWT-D_p$, see PIANC WG22

$$D_p = 0.0133P^{0.365}$$

Ship characteristics - bow/stern thruster

Installed engine power P	0	[kW]
Used power while unberthing	0%	[%]
Diameter propellor D_p	0	[m]
Distance propellor - quay x_{pq}	0	[m]
Keel clearance	0	[m]
Distance propellor tip - keel	0	[m]

PIANC-WG22: at least equal to D_p in most cases



Densities

Density stone ρ_{stone}	=	2650	[kg/m ³]
Density water ρ_{water}	=	1025	[kg/m ³]

Determination of maximum bed velocity

Main thruster

Propellor type ?	non-ducted
D_0	= 6,39 [m]
C_1	= 1,17 *f
C_2	= 0,31
f	= 1,00 (only with Blokland method)

[eq. 1] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = 9,22$ [m/s]

[eq. 2] $U_{p,max,bed} = C_2 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{z_p} \right) = 3,31$ [m/s]

Preferred method:

Blokland

Bow/stern thruster

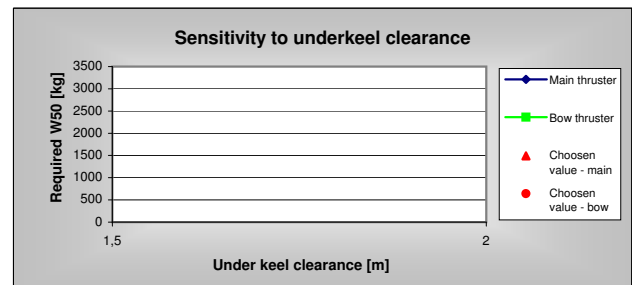
Propellor type ?	ducted
D_0	= 0,00 [m]
C_1	= 1,17
C_3	= 2,80

[eq. 3] $U_{p,0} = C_1 \cdot \left[\frac{P}{\rho_w \cdot D_0^2} \right]^{1/3} = \text{\#DIV/0!}$ [m/s]

[eq. 4] $U_{p,max,bed} = C_3 \cdot U_{p,0} \cdot \left(\frac{D_0}{\max\{x_{pq} + z_p; C_3 \cdot z_p\}} \right) = \text{\#DIV/0!}$ [m/s]

	Blokland ²	R.M. 2007	PIANC-WG22 ¹
D_0/D_p	0.71 for non-ducted 1.0 for ducted propellers		
C_1	1.17 · f	1.15	1.17 ducted / 1.48 non-ducted
C_2	0.306	0.3	0.7
C_3	2.8	2.8	-

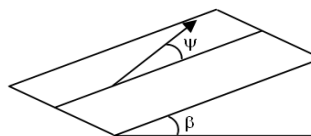
¹ For determination of $u_{p,0}$, D_p is used (in PIANC method)
 1.0 if no quaywall
² f = 1.1 with current parallel to quaywall
 1.2 with current oblique to quaywall



Determination of required stone size

Turbulence factor k_t^2	=	6	same berthing location, no movement of stones allowed
Flat bed or sloping bed?		flat	
Armourstone on slope 1 :	9999	--> b =	0,0 [°]
Current angle ψ	=	90	[°]
Internal friction ϕ	=	40	[°]

Slope factor $k_{sl} = \frac{\cos \psi \sin \beta + \sqrt{\cos^2 \beta \tan^2 \phi - \sin^2 \psi \sin^2 \beta}}{\tan \phi} = 1,00$



$D_{50} = \frac{k_t^2}{2 \cdot k_{sl}} \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for Blokland and Rock Manual method

$D_{50} \approx 1.34 \cdot \frac{u_{p,max,bed}^2}{2g\Delta}$ for PIANC method; for sloping beds D_{50} is increased with 50%

		CHOICE (EN13383 gradings)					
	D_{50} [m]	D_{n50} [m]	W_{50}	Class	W_{50} [kg]	d_{n50}	
Required D_{50}	for main thruster	1,06 -->	0,89	1849,6	1 - 3 ton	2000	0,91
	for bow/stern thruster	#DIV/0! -->	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Ontwerpschip	FORMULES ROCK MANUAL			FORMULES HANDBOEK SCHUTSLUIZEN		
	Limietsnelheid [m/s]	Ontwerpsnelheid [m/s]	Retourstromsnelheid [m/s]	Limietsnelheid [m/s]	Ontwerpsnelheid [m/s]	Retourstromsnelheid [m/s]
Emma Maersk	1,19	1,07	3,06	0,92	1,38	2,96
Berge Stahl	0,73	0,66	2,84	0,67	1,00	4,09
Queen Mary 2	2,54	2,29	3,10	2,12	3,17	2,10



Project: Nieuwe zeesluis Ijmuiden
Literatuur: Rock Manual CUR/CIRIA C683, Handboek Schutsluizen
Door: Ton van der Plas

BEREKENING	
Emma Maersk	
Locatie:	Sluis

Uitgangspunten

	Sluis	
Vaarwegprofiel		
breedte b [m]	70,0	m
waterstand	-2,5	m NAP (MLW)
bodem niveau	-17	m NAP
Nat opp. Ac	1015,0	m ²
equiv. Diepte h	14,50	m
Bschip	56,00	m
Dschip	13,75	m (gelichterd)
As (cb=0.9)	693,0	m ²
L schip	397,0	m

BEREKENING VOLGENS ROCK MANUAL

Formules

Limiet snelheid schip

Max snelheid VI	1,19	m/s	
Ontwerp Vs (90%)	1,07	m/s, =	3.8 km/uur

$$V_L = F_L \sqrt{g A_c / b_w}$$

$$F_L = \left[\frac{2}{3} \left(1 - \frac{A_m}{A_c} + 0.5 F_L^2 \right) \right]^{3/2}$$

Waterstand verlaging

factor a_s	1,04	[-]	(vergrotingsfactor uit Rock Manual (4.173))
Ac*	262,94	m ²	(nat profiel naast schip, met spiegel daling delta h)
delta h - gemiddeld	0,84	m	
afstand as - schip	0,00	m	
delta h - max	0,84	m	

$$\Delta h = \frac{V_s^2}{2g} \left[\alpha_s \left(A_c / A_c^* \right)^2 - 1 \right]$$

$$U_r = V_s \left(A_c / A_c^* - 1 \right)$$

$$\hat{\Delta h} / \Delta h = \begin{cases} 1 + 2A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 4A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

where $A_w^* = y h / A_c (-)$.

Retourstroom

Ur - gemiddeld	3,06	m/s
Ur - max	3,06	m/s

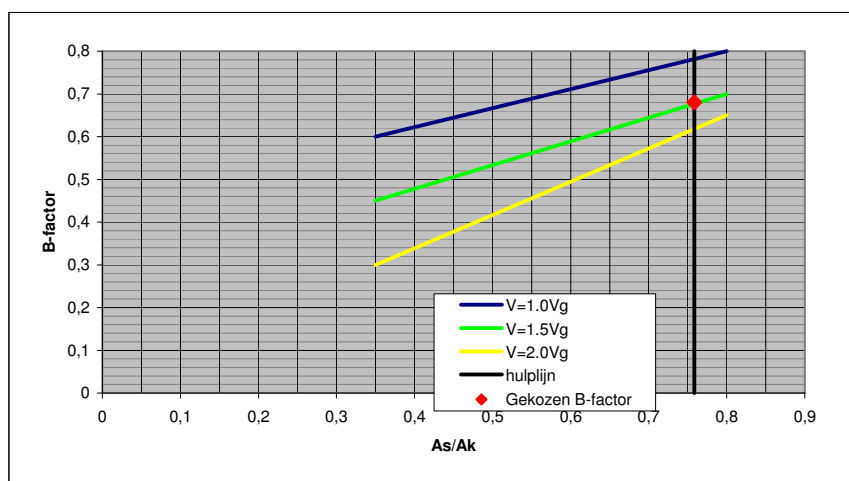
$$\hat{U}_r / U_r = \begin{cases} 1 + A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 3A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

BEREKENING VOLGENS HANDBOEK SCHUTSLUIZEN

Grens-snelheid Vg	0,92	m/s	
As/Ak	0,76		
Check voorwaarde	= tussen 0.35 en 0.8 => ok		
factor (1.0-2.0)	1,5	Vg	
Ontwerp Vs	1,38	m/s, =	5 km/uur
Coefficient β	0,68		

$$v_g = [0,76 (A_s/A_k)^2 - 1,45 (A_s/A_k) + 0,74] \sqrt{g (h_k - z_d)}$$

$$u_r = \beta v_{smax} A_s / (A_k - A_s)$$





Project: Nieuwe zeesluis Ijmuiden
Literatuur: Rock Manual CUR/CIRIA C683, Handboek Schutsluizen
Door: Ton van der Plas

BEREKENING	
Berge Stahl	
Locatie:	Sluis

Uitgangspunten	Sluis		
Vaarwegprofiel			
breedte b [m]	70,0	m	
waterstand	-2,5	m NAP (MLW)	
bodem niveau	-17	m NAP	
Nat opp. Ac	1015,0	m ²	
equiv. Diepte h	14,50	m	
Bschip	63,00	m	
Dschip	13,75	m (gelichterd)	866,25
As (cb=0.9)	779,6	m ²	
L schip	328,0	m	

BEREKENING VOLGENS ROCK MANUAL

Formules

Limiet snelheid schip

Max snelheid VI	0,73	m/s	
Ontwerp Vs (90%)	0,66	m/s, =	2.4 km/uur

$$V_L = F_L \sqrt{g A_c / b_w}$$

$$F_L = \left[\frac{2}{3} \left(1 - \frac{A_m}{A_c} + 0.5 F_L^2 \right) \right]^{3/2}$$

Waterstand verlaging

factor a_s	1,04	[-]	(vergrotingsfactor uit Rock Manual (4.173))
Ac*	191,42	m ²	(nat profiel naast schip, met spiegel daling delta h)
delta h - gemiddeld	0,63	m	
afstand as - schip	0,00	m	
delta h - max	0,63	m	

$$\Delta h = \frac{V_s^2}{2g} \left[\alpha_s \left(A_c / A_c^* \right)^2 - 1 \right]$$

$$U_r = V_s \left(A_c / A_c^* - 1 \right)$$

$$\hat{\Delta h} / \Delta h = \begin{cases} 1 + 2A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 4A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

where $A_w^* = y h / A_c (-)$.

Retourstroom

Ur - gemiddeld	2,84	m/s
Ur - max	2,84	m/s

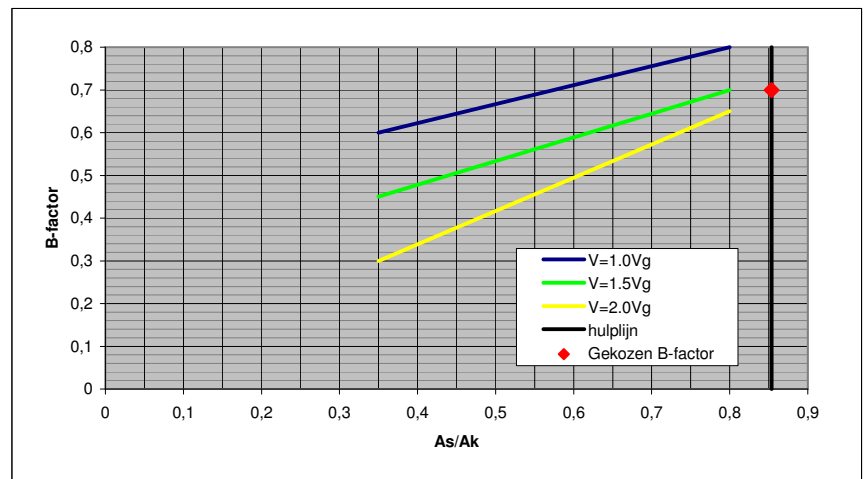
$$\hat{U}_r / U_r = \begin{cases} 1 + A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 3A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

BEREKENING VOLGENS HANDBOEK SCHUTSLUIZEN

Grens-snelheid Vg	0,67	m/s	
As/Ak	0,85		
Check voorwaarde	voldoet niet		
factor (1.0-2.0)	1,5	Vg	
Ontwerp Vs	1,00	m/s, =	3.6 km/uur
Coefficient β	0,7		

$$v_g = [0,76 (A_s/A_k)^2 - 1,45 (A_s/A_k) + 0,74] \sqrt{g (h_k - z_d)}$$

$$u_r = \beta v_{smax} A_s / (A_k - A_s)$$





Project: Nieuwe zeesluis Ijmuiden
Literatuur: Rock Manual CUR/CIRIA C683, Handboek Schutsluizen
Door: Ton van der Plas

BEREKENING	
Queen Mary 2	
Locatie:	Sluis

Uitgangspunten

	Sluis	
Vaarwegprofiel		
breedte b [m]	70,0	m
waterstand	-2,5	m NAP (MLW)
bodem niveau	-17	m NAP
Nat opp. Ac	1015,0	m ²
equiv. Diepte h	14,50	m
Bschip	55,00	m
Dschip	10	m (gelichterd)
As (cb=0.9)	495,0	m ²
L schip	345,0	m

BEREKENING VOLGENS ROCK MANUAL

Formules

Limiet snelheid schip

Max snelheid VI	2,54	m/s	
Ontwerp Vs (90%)	2,29	m/s, =	8.2 km/uur

$$V_L = F_L \sqrt{g A_c / b_w}$$

$$F_L = \left[\frac{2}{3} \left(1 - \frac{A_m}{A_c} + 0.5 F_L^2 \right) \right]^{3/2}$$

Waterstand verlaging

factor a_s	1,04	[-]	(vergrotingsfactor uit Rock Manual (4.173))
Ac*	431,15	m ²	(nat profiel naast schip, met spiegel daling delta h)
delta h - gemiddeld	1,27	m	
afstand as - schip	0,00	m	
delta h - max	1,27	m	

$$\Delta h = \frac{V_s^2}{2g} \left[\alpha_s \left(A_c / A_c^* \right)^2 - 1 \right]$$

$$U_r = V_s \left(A_c / A_c^* - 1 \right)$$

$$\hat{\Delta h} / \Delta h = \begin{cases} 1 + 2A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 4A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

where $A_w^* = y h / A_c (-)$.

Retourstroom

Ur - gemiddeld	3,10	m/s
Ur - max	3,10	m/s

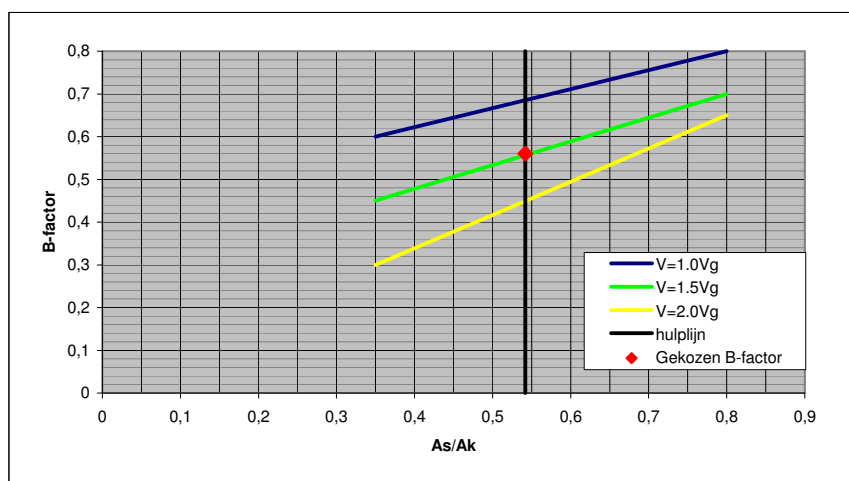
$$\hat{U}_r / U_r = \begin{cases} 1 + A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 3A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

BEREKENING VOLGENS HANDBOEK SCHUTSLUIZEN

Grens-snelheid Vg	2,12	m/s	
As/Ak	0,54		
Check voorwaarde	= tussen 0.35 en 0.8 => ok		
factor (1.0-2.0)	1,5	Vg	
Ontwerp Vs	3,17	m/s, =	11.4 km/uur
Coefficient β	0,56		

$$v_g = [0,76 (A_s/A_k)^2 - 1,45 (A_s/A_k) + 0,74] \sqrt{(g (h_k - z_d))}$$

$$u_r = \beta v_{smax} A_s / (A_k - A_s)$$





Project: Nieuwe zeesluis Ijmuiden
Literatuur: Rock Manual CUR/CIRIA C683, Handboek Schutsluizen
Door: Ton van der Plas

BEREKENING	
Queen Mary 2	
Locatie:	Sluis

Uitgangspunten

	Sluis	
Vaarwegprofiel		
breedte b [m]	14,0	m
waterstand	0	m NAP (MLW)
bodem niveau	-4,5	m NAP
Nat opp. Ac	63,0	m ²
equiv. Diepte h	4,50	m
Bschip	11,40	m
Dschip	3,7	m (gelichterd)
As (cb=0.9)	38,0	m ²
L schip	345,0	m

BEREKENING VOLGENS ROCK MANUAL

Formules

Limiet snelheid schip

Max snelheid VI	0,94	m/s	
Ontwerp Vs (90%)	0,85	m/s, =	3 km/uur

$$V_L = F_L \sqrt{g A_c / b_w}$$

$$F_L = \left[\frac{2}{3} \left(1 - \frac{A_m}{A_c} + 0.5 F_L^2 \right) \right]^{3/2}$$

Waterstand verlaging

factor a_s	1,04	[-]	(vergrotingsfactor uit Rock Manual (4.173))
Ac*	20,55	m ²	(nat profiel naast schip, met spiegel daling delta h)
delta h - gemiddeld	0,32	m	
afstand as - schip	5,00	m	
delta h - max	0,55	m	

$$\Delta h = \frac{V_s^2}{2g} \left[\alpha_s \left(A_c / A_c^* \right)^2 - 1 \right]$$

$$U_r = V_s \left(A_c / A_c^* - 1 \right)$$

$$\hat{\Delta h} / \Delta h = \begin{cases} 1 + 2 A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 4 A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

where $A_w^* = y h / A_c (-)$.

Retourstroom

Ur - gemiddeld	1,75	m/s
Ur - max	2,37	m/s

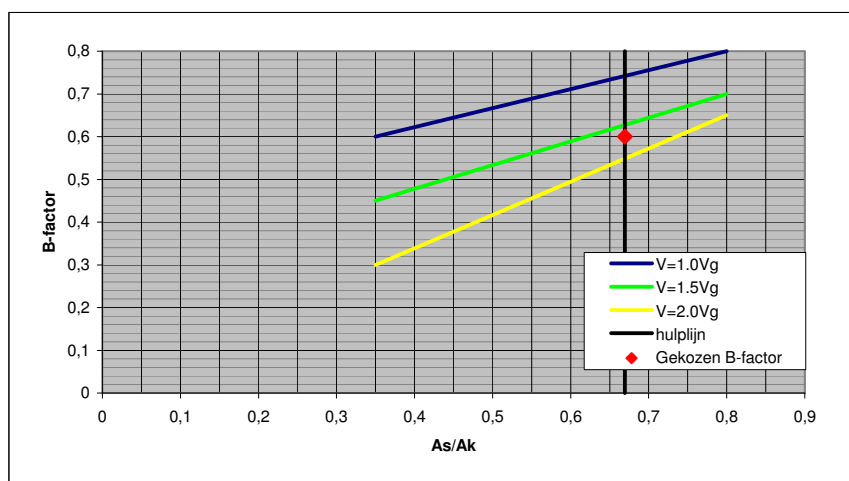
$$\hat{U}_r / U_r = \begin{cases} 1 + A_w^* & \text{for } b_w / L_s < 1.5 \\ 1 + 3 A_w^* & \text{for } b_w / L_s \geq 1.5 \end{cases}$$

BEREKENING VOLGENS HANDBOEK SCHUTSLUIZEN

Grens-snelheid Vg	0,73	m/s
As/Ak	0,67	
Check voorwaarde	= tussen 0.35 en 0.8 => ok	
factor (1.0-2.0)	2	Vg
Ontwerp Vs	1,46	m/s, = 5.3 km/uur
Coefficient β	0,6	

$$v_g = [0,76 (A_s/A_k)^2 - 1,45 (A_s/A_k) + 0,74] \sqrt{g (h_k - z_d)}$$

$$u_r = \beta v_{smax} A_s / (A_k - A_s)$$



BIJLAGE 11 Schema's beschikbaarheid- en betrouwbaarheidanalyse

BIJLAGE 11.1

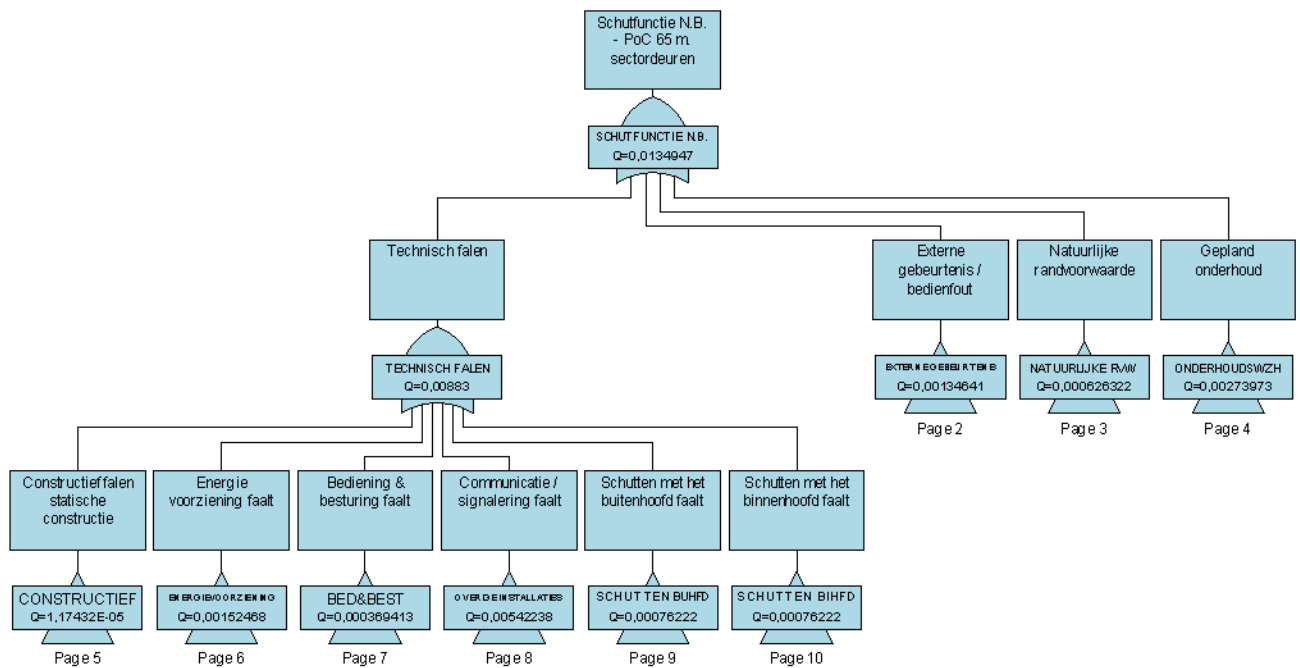
Beschikbaarheid 65m FMECA

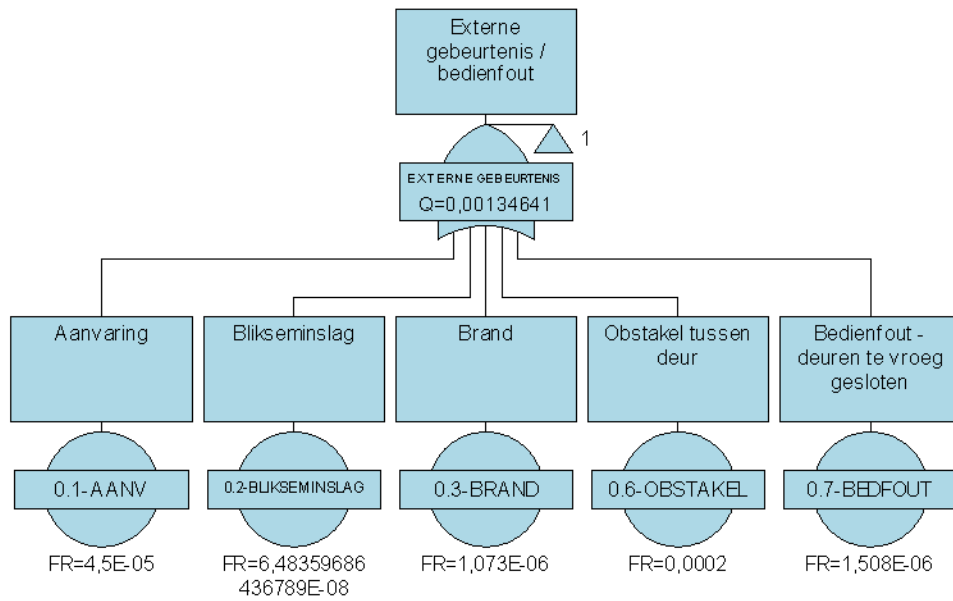
ID	Deelsysteem	Onderdeel	Component	Locatie	Aantal	Functie	Faalmechanisme	Oorzaak	Merkeerbaar / niet-merkeerbaar	Inspectie-Interval	Effect	Effect op schutfunctie	MTTF [jaar]
0.1	Externe gebeurtenis	Aanvaring				Deur wordt licht aangevaren	Deur/schip licht beschadigd	Orbestuurbaar schip, fout schipper	Merkeerbaar		Afhankelijk met schipper, schadeopname, schadeherstel / deurwissel	Ja	3
0.2	Externe gebeurtenis	Blikseminslag				Schade door blikseminslag	Schade door blikseminslag	Hooggevoelig apparaat	Merkeerbaar		Uitval installaties	Ja	11
0.3	Externe gebeurtenis	Brand				Er ontstaat brand	Schade door brand	Mogelijke ontstekingsbronnen aanwezig	Merkeerbaar		Uitval installaties	Ja	106
0.4	Externe gebeurtenis	Netuitval Velsen				Energievoorziening valt uit vanaf noordzijde	Installaties functioneren niet zonder voeding	Storing bij energieleverancier	Merkeerbaar		Uitval installaties	Ja	5
0.5	Externe gebeurtenis	Netuitval IJmuiden				Energievoorziening valt uit vanaf zuidzijde	Installaties functioneren niet zonder voeding	Storing bij energieleverancier	Merkeerbaar		Uitval installaties	Ja	3
0.6	Externe gebeurtenis	Obstakel tussen deur				Hout/afval etc. komt tussen de deuren/vloer of wand	Deuren sluiten niet of openen niet volledig	Stromingen	Merkeerbaar		Deur niet te openen/sluiten, mogelijk duiker nodig	Ja	1
0.7	Menselijk falen	Bedienfout				Deursteel wordt te vroeg gesloten	Schade door schip tussen de deur	Onoplettendheid sluiswachter	Merkeerbaar		Deur tijdelijk niet bruikbaar	Ja	76
0.8	Natuurlijke randvoorwaarde	Hoog water				Maximaal schutpeil overschreden	Er kan niet worden gesloten	Natuur	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
0.9	Natuurlijke randvoorwaarde	Laag water				Minimaal schutpeil onderschreden	Er kan niet worden gesloten	Natuur	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
0.10	Natuurlijke randvoorwaarde	Zeer strenge vorst				Zeer lage temperatuur	Er kan niet worden gesloten	Natuur	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
0.11	Natuurlijke randvoorwaarde	Mist				Slecht zicht	Er kan niet worden gesloten	Natuur	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
0.12	Natuurlijke randvoorwaarde	Wind				Zware storm (Windkracht 10 of hoger)	Er kan niet worden gesloten	Natuur	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
0.13	Overige gebeurtenissen	Vast en variabel onderhoud				Onderhoudswerkzaamheden	Sluis gestremd t.b.v. onderhoud/uitwisselen componenten	Onderhoud niet mogelijk zonder stremming	Merkeerbaar		Schutten niet mogelijk	Ja	vaste NB
1.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Bedieningspaneel		aan beide zijden van elk hoofd	4	Lokale bediening aandrijving en bewegingswerk	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar	<8760	Lokale (nood)bediening niet mogelijk	Nee	-
1.2.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Hydraulisch aggregaat	Pomp	aan beide zijden van elk hoofd	4x3	Aandrijving&beweging deur of deurschuiven	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Bewegen deur en schuiven niet mogelijk	Ja	(UGT)
1.2.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Hydraulisch aggregaat	E-Motor		4x3	Aandrijving&beweging deur of deurschuiven	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Bewegen deur en schuiven niet mogelijk	Ja	(UGT)
1.2.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Hydraulisch aggregaat	Overstortventielen			Voorkomen overschrijding werkdruk	Defect	Defect	Merkeerbaar		Geen veiligheids tegen overschrijding	Nee	-
1.2.4	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Hydraulisch aggregaat	Accumulator		4	Juiste werkdruk behouden	Defect	Defect	Merkeerbaar		Werkdruk niet in orde, bewegen deur en schuiven niet mogelijk	Ja	(UGT)
1.2.5	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch	Hydraulisch aggregaat	Olieservoir		4	Opslag hydraulische olie	Construcief falen	lekage	Merkeerbaar		Onvoldoende hydraulische olie, bewegen deur en schuiven niet mogelijk	Ja	(UGT)
1a.3.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	E-motor		4x5	Aandrijving sectordeur	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rem		4x5	Remmen aandrijving	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rem		4x5	Remmen aandrijving	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Tandwielkast (TWK)		4x5	Overbrengen aandrijfkrachten	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Tandwielkast (TWK)		4x5	Overbrengen aandrijfkrachten	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.4	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rondsels		4x5	Aandrijven sectordeur	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.3.4	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rondsels		4x5	Aandrijven sectordeur	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.4.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Tandbaan		4	Aandrijven sectordeur	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.4.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Tandbaan		4	Aandrijven sectordeur	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.4.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Trek-duwstang		4	Kadeverbinding tractor	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.4.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Trek-duwstang		4	Kadeverbinding tractor	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.4.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Bekabeling		4	Toevoer energie aandrijving	Breukt	Defect	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	50
1a.5.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rondsels-as		4x5	Krachtsoverbrenging naar rondsels	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.5.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Rondsels-as		4x5	Krachtsoverbrenging naar rondsels	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.5.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Uitgaande as TWK		4x5	Krachtsoverbrenging vanuit TWK	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.5.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Tractor	Uitgaande as TWK		4x5	Krachtsoverbrenging vanuit TWK	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen deur niet mogelijk	Redundant	(UGT)
1a.6	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Eindschakelaar		2 per deur	2x4	Standbewaking	Spreekt niet aan / spreekt onterecht aan	Defect	Merkeerbaar		Stand deur onbekend, standbepaling door wegmestysteem	Redundant	20
1a.6.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektromechanisch, sectordeur	Eindschakelaar				Standbepaling deur	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Stand deur onbekend, standbepaling door eindschakelaars	Redundant	20
1b.3.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Pen		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.1	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Pen		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Bolschamier-lager		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.2	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Bolschamier-lager		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Stangoog		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.3	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Stangoog		4x4	Aangrijpingspunt cilinder aan schuif	Construcief falen	Vermoeling	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.3.4	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Hydraulische cilinder	Cilinder		4x4	Beweging schuif	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.4	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Leidingwerk	Cilinder		4x4	Transport hydraulische olie	Construcief falen	Lekkage	Merkeerbaar		Onvoldoende hydraulische olie, bewegen schuif niet mogelijk	Ja	(UGT)
1b.6	Aandrijving en bewegingswerk, elektrohydraulisch, niveleerschui	Eindschakelaar		2 per schuif	2x4x4	Standbewaking	Spreekt niet aan / spreekt onterecht aan	Defect	Merkeerbaar		Stand schuif onbekend, bediening niet meer mogelijk	Ja	20
2	Aarding- en bliksembeveiligingsinstallatie			div.		Beschermen tegen overspanning / blikseminslag	Construcief falen	Defect	Merkeerbaar		Onvoldoende bescherming	Bij blikseminslag	-
3	Afsluitboominstallatie			sluis hoofden, technische ruimten		Tegenhouden wegverkeer	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Verkeer kan niet worden tegengehouden, schutten niet mogelijk	Ja	25
4	Audiologsysteem			bediengebouw		Registreren gesprekken	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Registratie niet mogelijk	Nee	-
5	Bebordingbewegwijzering			Informeren/sturen land- en scheepvaartverkeer		Informeren/sturen land- en scheepvaartverkeer	Niet goed leesbaar	Slijtage	Merkeerbaar		Overlast verkeer	Nee	-
6.1.1	Bedienings- en besturingssysteem	Bedieningspaneel	Centrale bediening	bedienruimte	2	Bediening sluis	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	10
6.1.2	Bedienings- en besturingssysteem	Bedieningspaneel	Noodbediening	sluis hoofden	2	Noodbediening sluis	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar	<8760	Noodbediening niet mogelijk	Nee	-
6.2.1	Bedienings- en besturingssysteem	Bekabeling	Besturingssysteem	bediengebouw	1 ring	Netwerk besturingssysteem	Breukt	Defect	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	50
6.2.2	Bedienings- en besturingssysteem	Bekabeling	Kantoor-netwerk	bediengebouw	1 ring	Netwerk bedieningssysteem	Defect	Defect	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk via draatpaal	Redundant	50
6.3	Bedienings- en besturingssysteem	Kast		bedienruimte	2	Behuizing bediening- en besturingssysteem	Construcief falen	Defect	Merkeerbaar		Installatie niet goed beschermd	Nee	-
6.4	Bedienings- en besturingssysteem	Monitor		bedienruimte	2	Tonen beiden SCADA	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	10
6.5	Bedienings- en besturingssysteem	PLC		aan beide zijden van elk hoofd	4x2	Besturing installaties	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	25
6.6	Bedienings- en besturingssysteem	Server		bediengebouw	1x2	Besturing installaties	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	15
6.7	Bedienings- en besturingssysteem	SCADA-systeem		bedienruimte		Bediening installaties	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening niet mogelijk	Redundant	15
7	Binnenverlichting			gebouwen, kelders		Verlichting ruimten	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Overlast (onderhouds)personeel	Nee	-
8	Bodembescherming	Zelsteen				Beschermen bodem tegen uitspoeling	Uitspoeling	Overbelasting	Niet merkeerbaar	<8760	Uitspoelen bodem, mogelijk gevolgen voor stabiliteit constructie	Op den duur	-
10	Brandmeld- en ontrotingsinstallatie (BIM)			gebouwen, kelders		Melden brand, ontroimen gebouwen/kelders	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Mogelijk grotere gevolgen bij brand	Nee	-
11.1	Closed Circuit TeleVision installatie (CCTV installatie)			bedienruimte	1	Bediening CCTV	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Bediening CCTV niet mogelijk	Ja	10
11.2	Closed Circuit TeleVision installatie (CCTV installatie)			div.	(6)	Maken beiden land- en scheepvaartverkeerssituatie	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Deel object niet zichtbaar via CCTV	Ja	10
11.3	Closed Circuit TeleVision installatie (CCTV installatie)			bedienruimte	(9)	Tonen beiden CCTV aan sluiswachter	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Deel object niet zichtbaar via CCTV	Ja	10
11.4	Closed Circuit TeleVision installatie (CCTV installatie)			bediengebouw	1	Besturing CCTV	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Geen CCTV	Ja	15
12	Lucht kamers	Pompen		op sectordeur		Leeppompen luchtkamers / drijkisten	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar		Luchtkisten niet leeg te pompen	Nee	-
13.1	Gebouw	Bediengebouw				Behuizing centrale bediening en installaties	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Installaties in gebouw niet beschikbaar	Ja	(UGT)
15.1	Hydro-/meteo meetinstallatie	Windmeting				Meten windomstandigheden	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Windsituatie onbekend	Nee	-
15.2	Hydro-/meteo meetinstallatie	Niveau meting		sluis hoofden	2	Metten niveau t.b.v. gelijkwater over sluisdeuren, min/max schutpeil etc.	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Niveau onbekend, bediening niet mogelijk	Ja	20
16	Inbraakbeveiligingsinstallatie			bediengebouw		Beveiligen tegen inbraak/diefstal	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Minder bescherming tegen inbraak	Nee	-
17	Informatie- en Volg-systeem Scheepvaart 1990 (IVS90)	PONTIS		bedienruimte		Weergeven scheep- en ladinggegevens	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Gegevens niet beschikbaar via systeem	Nee	-
18.1	Intercominstallatie			bedienruimte/technische ruimten		Communicatie personeel in technische ruimten gebouwen met sluiswachter in bedienruimte	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar	<8760	Communicatie uit mogelijk via intercom	Nee	-
18.2	Praatpaalinstallatie			bedienruimte/koik en remmingwerken		Communicatie tussen sluiswachter en personen buiten	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar	<8760	Communicatie niet mogelijk via draatpaal	Nee	-
20.1	Laagspanningsinstallatie	Bekabeling		bedienruimte	2	Distributie laagspanning	Breukt	Defect	Merkeerbaar		Geen energievoorziening	Ja	50
20.2	Laagspanningsinstallatie	Kast		bedienruimte	2	Behuizing laagspanningsinstallatie	Construcief falen	Defect	Niet merkeerbaar	<8760	Installatie niet goed beschermd	Nee	-
20.3	Laagspanningsinstallatie	Oververdeler		bedienruimte	4	Verdelen laagspanning	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Geen energievoorziening	Ja	25
21	Marifooninstallatie			bedienruimte		Communicatie sluiswachter met scheepvaart in de omgeving	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Communicatie sluiswachter met scheepvaart niet mogelijk via marifoon	Ja	10
22.1	Hoogspanningsinstallatie	Bekabeling		bedienruimte	1 ring	Distributie hoogspanning	Breukt	Defect	Merkeerbaar		Geen energievoorziening	Redundant	50
22.2	Hoogspanningsinstallatie	Hoogspanningsverdeler		bedienruimte	5	Verdelen hoogspanning	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Geen energievoorziening	Ja	25
22.3	Hoogspanningsinstallatie	Trafo (step up / step down)	Trafo 400 kVA		4	Omzetten spanning naar gewenst niveau	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Geen voeding installaties	Ja	50
22.4	Hoogspanningsinstallatie	Hoofdvordeler		bedienruimte	2	Verdelen hoofdspanning	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Geen energievoorziening	Redundant	25
23	Noodstroominstallatie, roterend			bedienruimte	4	Energievoorziening tijdens netuitval	Valt uit	Defect	Niet merkeerbaar	<8760	Sluis niet beschikbaar bij net-uitval	Bij netuitval	25
24	Noodstroominstallatie, statisch			bedienruimte	4	Energievoorziening tijdens opstarten roterende installatie, bij spanningsdips etc. t.b.v. voorkomen uitval systemen	Valt uit	Storing	Merkeerbaar		Sluis (tijdelijk) niet beschikbaar bij netuitval/spanningsdip	Bij netuitval	25
25	Objectverlichting			zuidwestzijde		Verlichting terrein en kolk	Valt uit	Defect	Merkeerbaar		Slecht zicht bij nacht	Bij nacht	15
26	Overbescherming	Fuikwand		zuidwestzijde		Beschermen oevers	Construcief falen	Overbelasting	Merkeerbaar		Uitspoelen oever, mogelijk gevolgen voor stabiliteit constructie	Op den duur	-
27	Omroepinstallatie			bedienruimte/terrein en remmingwerken		Waarschuwen en informeren personen buiten	Valt uit	Storing	Niet merkeerbaar	<8760	Waarschuwen/informeren via omroep niet mogelijk	Nee	-
29.1	Pompinstallatie	Bedien											

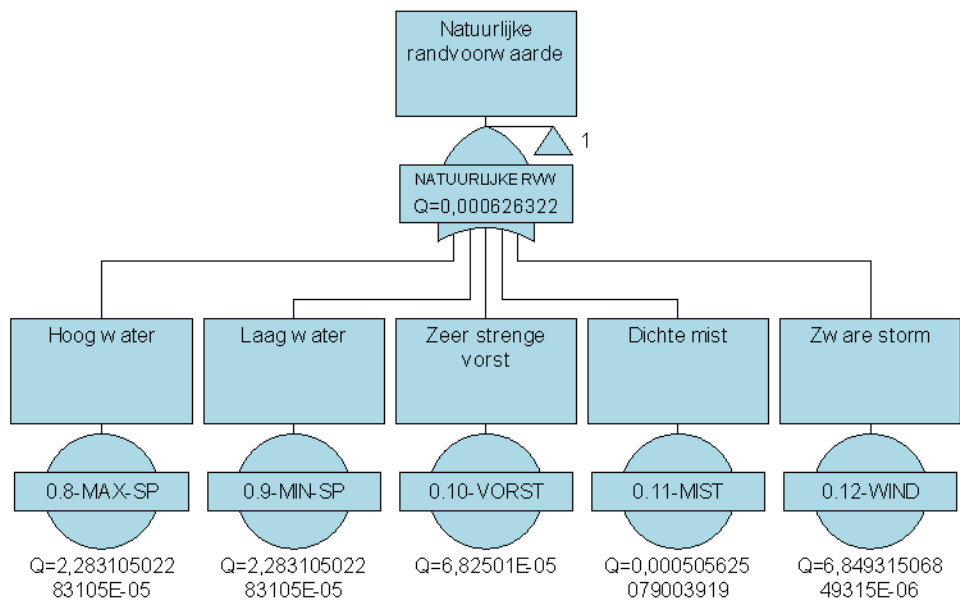
Faaltrequentie [uur]	Bron faaltrequentie	MTRR [uur]	Herstel
4.5000E-05	TAW Leidraad Kunstwerken	12	Repareren / vervangen door reserve
6.4936E-06	Bliksemanalyse	168	Repareren
1.0731E-06	Brandanalyse	336	Repareren
2.1950E-05	Leverancier	1,17	-
4.0770E-05	Leverancier	1,33	-
2.0000E-04	TAW Leidraad Kunstwerken	2	Obstakel verwijderen
1.5085E-06	Opschepmodel [Heslinga, KEMA]	24	Repareren / vervangen door reserve
0.002283%	WPPoC-20110411-JSL-01 Uitgangspuntendoc.docx	-	-
0.002283%	WPPoC-20110411-JSL-01 Uitgangspuntendoc.docx	-	-
0.006825%	KNMI	-	-
0.050563%	KNMI	-	-
0.000685%	KNMI	-	-
0.273973%	Eis: deur wisselen in 24 uur	-	-
-	-	-	-
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Vervangen
-	-	-	-
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	1680	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	1680	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	1680	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	1680	Repareren / vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
2.0000E-06	TAW LK/RWS dBase (200 m.)	48	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	168	Vervangen
1.0000E-05	TAW LK	4	Vervangen, op voorraad bij leverancier
2.7000E-06	TAW Leidraad Kunstwerken	4	Vervangen, op voorraad bij leverancier
5.7078E-06	Techn LD (DISK)	48	Repareren/vervangen
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	24	Repareren / vervangen
1.0000E-05	TAW LK	4	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
4.5662E-06	Techn LD (DISK)	168	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
-	-	-	-
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	24	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
2.0000E-05	TAW LK / RWS datab. (2 km)	730	Repareren/vervangen
2.0000E-06	TAW LK / RWS datab. (200m)	168	Repareren/vervangen
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	4	Vervangen, op voorraad bij leverancier
3.6000E-05	OREDA	8	Vervangen, op voorraad bij leverancier
7.6104E-06	Techn LD (DISK)	48	Vervangen, op voorraad bij leverancier
7.6104E-06	Techn LD (DISK)	48	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	24	Vervangen, op voorraad bij leverancier
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	24	Vervangen, op voorraad bij leverancier
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	4	Vervangen, op voorraad bij leverancier
7.6104E-06	Techn LD (DISK)	48	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	4380	Vervangen
-	-	-	-
2.4000E-05	TAW LK	48	Repareren/vervangen
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
2.6600E-06	RWS database (1 km)	168	Repareren/vervangen
-	-	-	-
2.7000E-07	RWS dBase	168	Repareren/vervangen
1.1416E-05	Techn LD (DISK)	8	Vervangen, voorraad leverancier (evt. handheld)
2.7200E-06	RWS dBase (2 km.)	730	Repareren/vervangen
3.3000E-07	RWS dBase	168	Repareren/vervangen
1.0000E-06	TAW LK	168	Repareren/vervangen
1.0000E-06	TAW LK	168	Repareren/vervangen
1.9000E-05	RWS dBase	730	Repareren/vervangen
2.2000E-05	RWS dBase	8	Vervangen, op voorraad bij leverancier
7.6104E-06	Techn LD (DISK)	12	Repareren/vervangen
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1.0000E-06	RWS dBase	168	Vervangen, op voorraad bij leverancier
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Repareren / vervangen door reserve
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
3.6301E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	730	Repareren / vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	48	Vervangen door reserve
-	-	-	-
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	8760	Vervangen
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	8760	Vervangen
-	-	-	-
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	8760	Vervangen
1.8151E-10	Gebaseerd op norm ontwerp	8760	Vervangen
-	-	-	-
-	-	-	-
4.5662E-06	Techn LD (DISK)	168	Vervangen, op voorraad bij leverancier
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

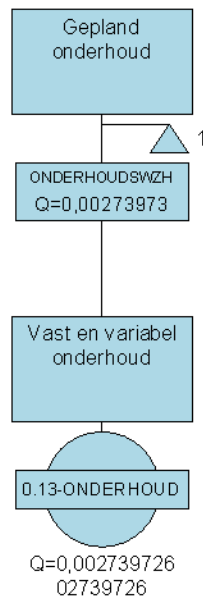
BIJLAGE 11.2

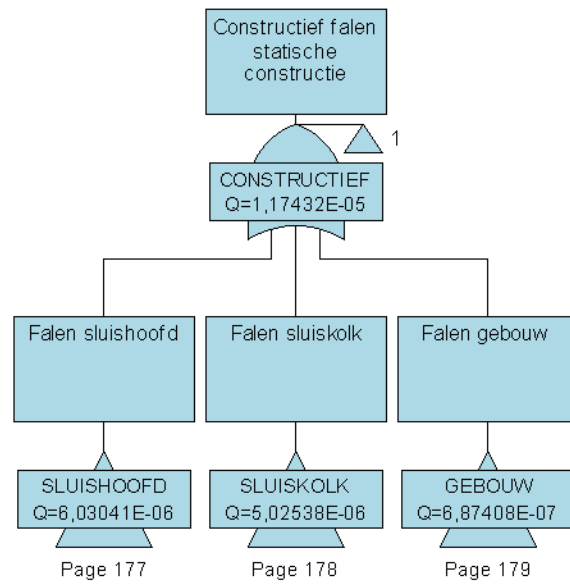
Beschikbaarheid 65m Foutenboom

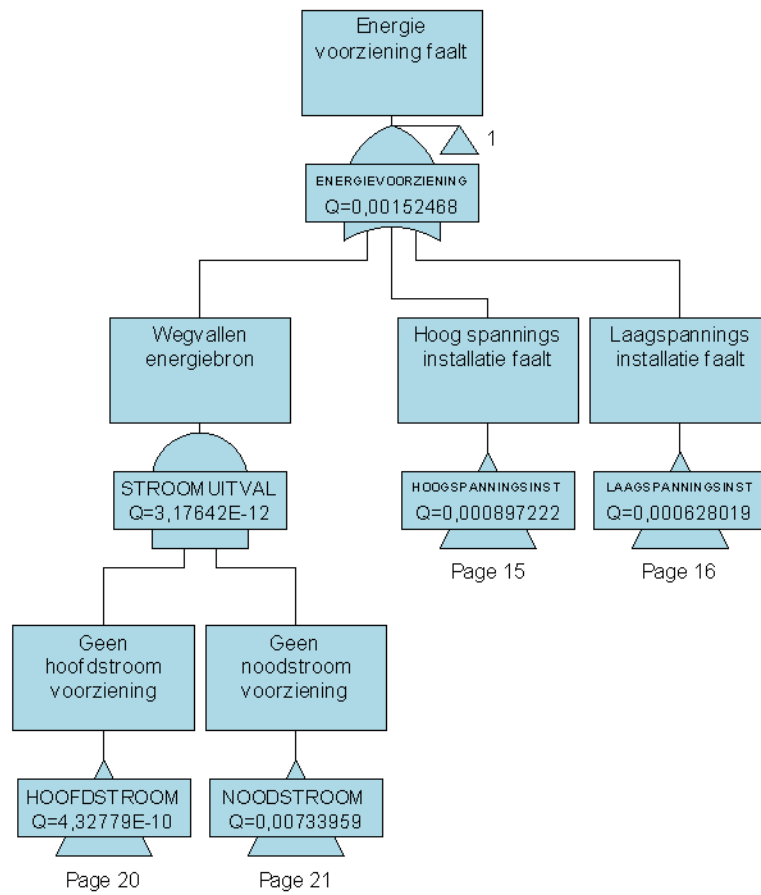


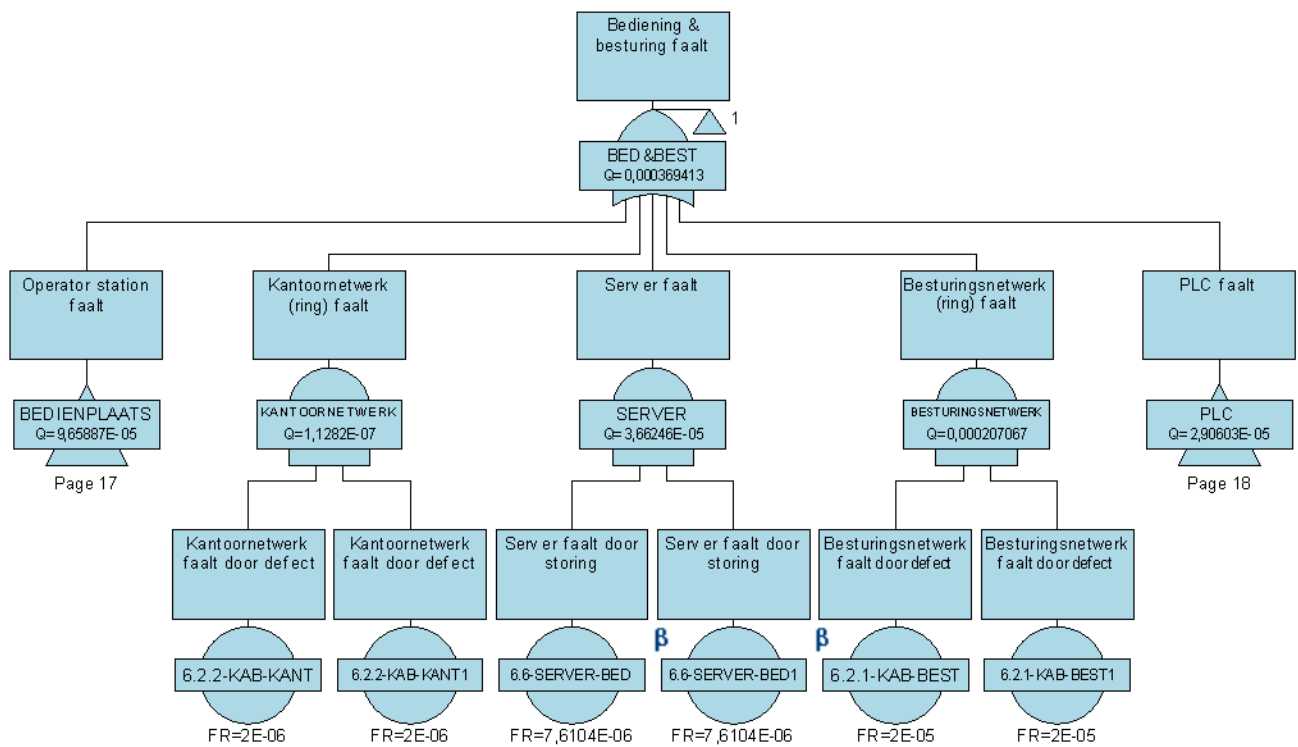






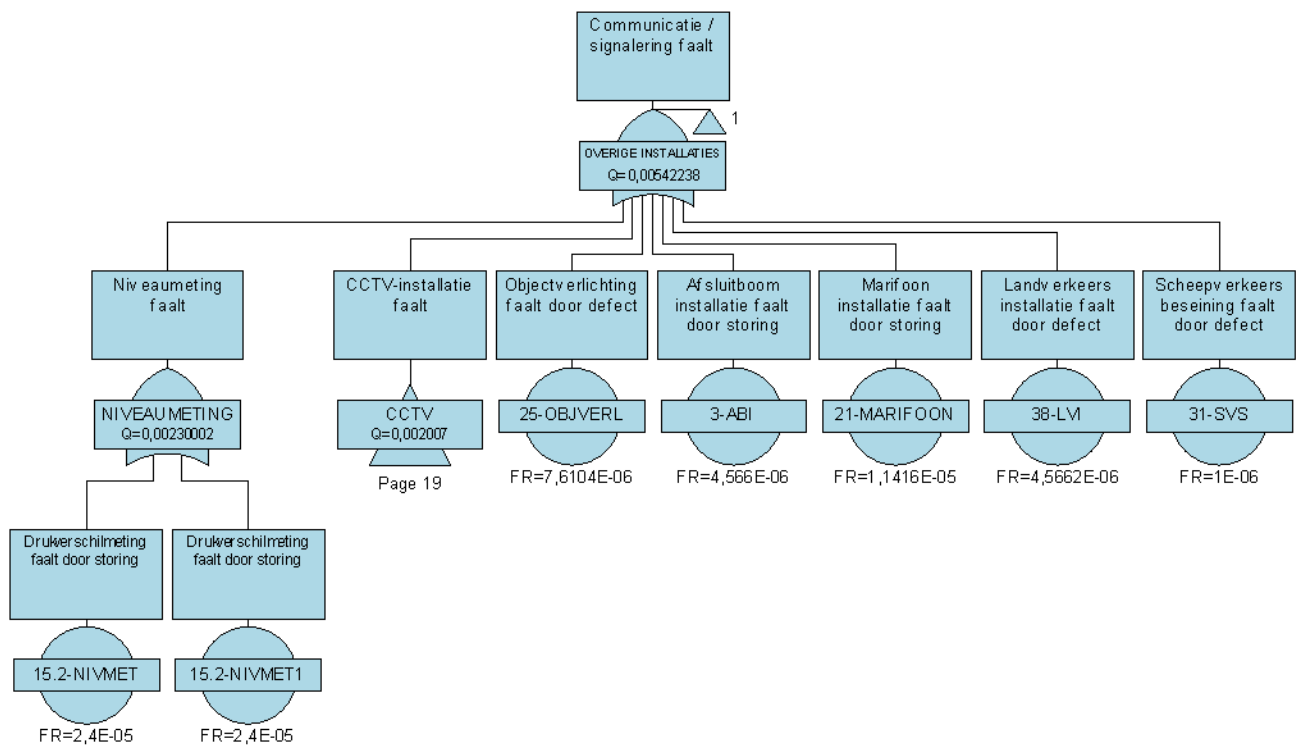


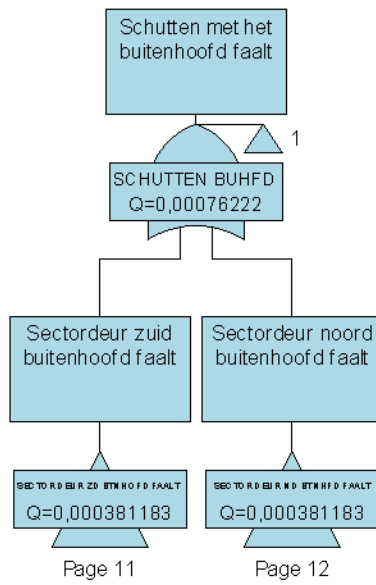


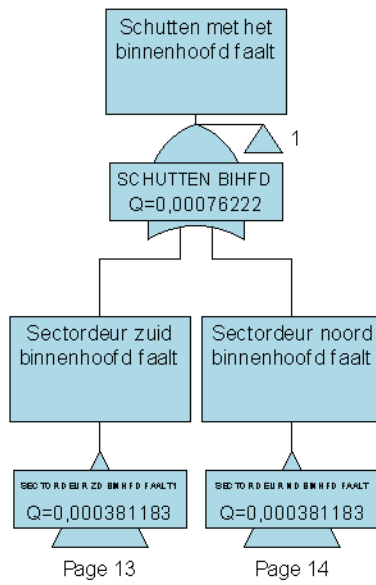


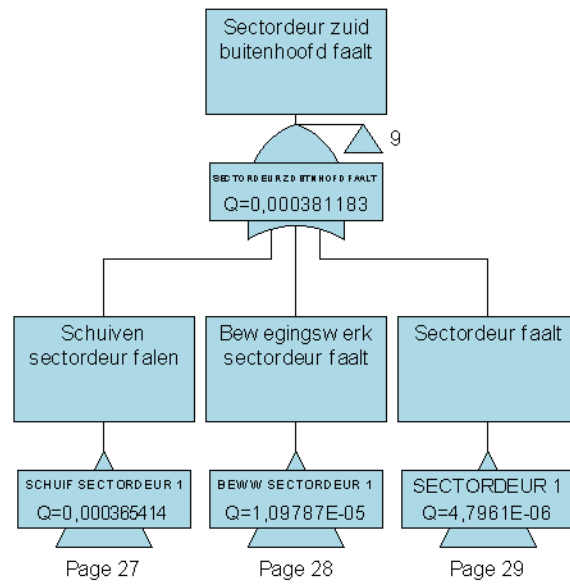
Page 17

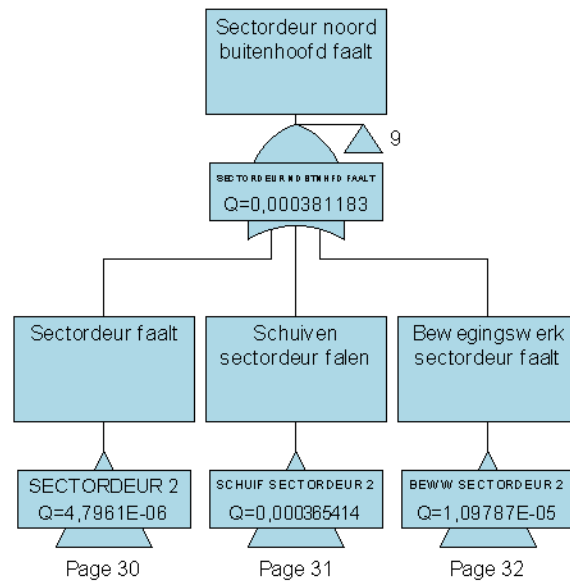
Page 18

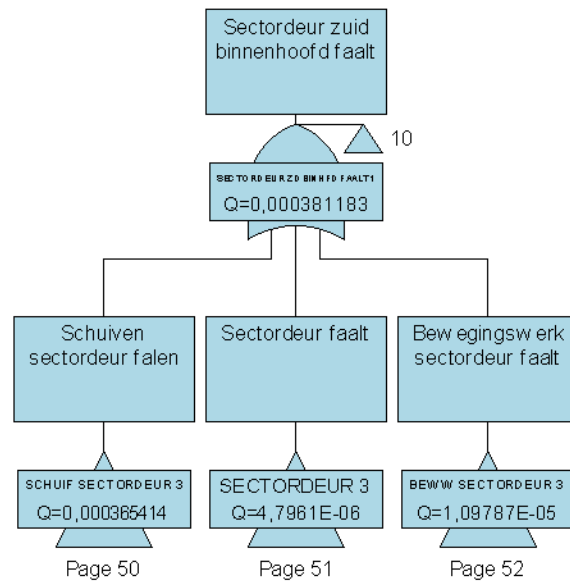


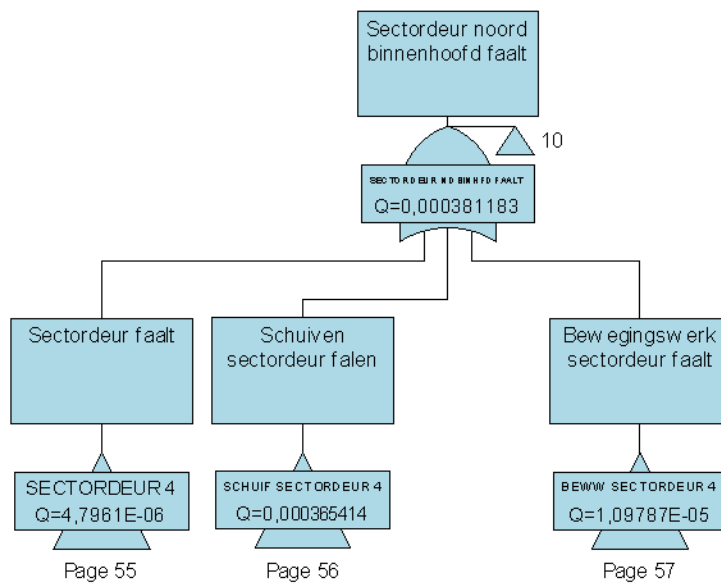


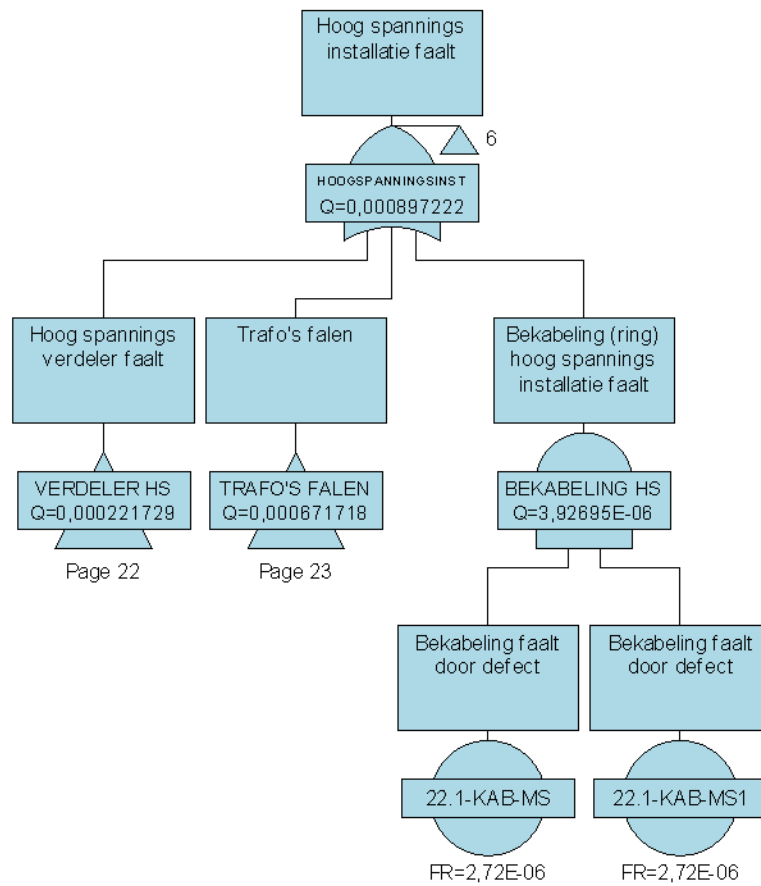


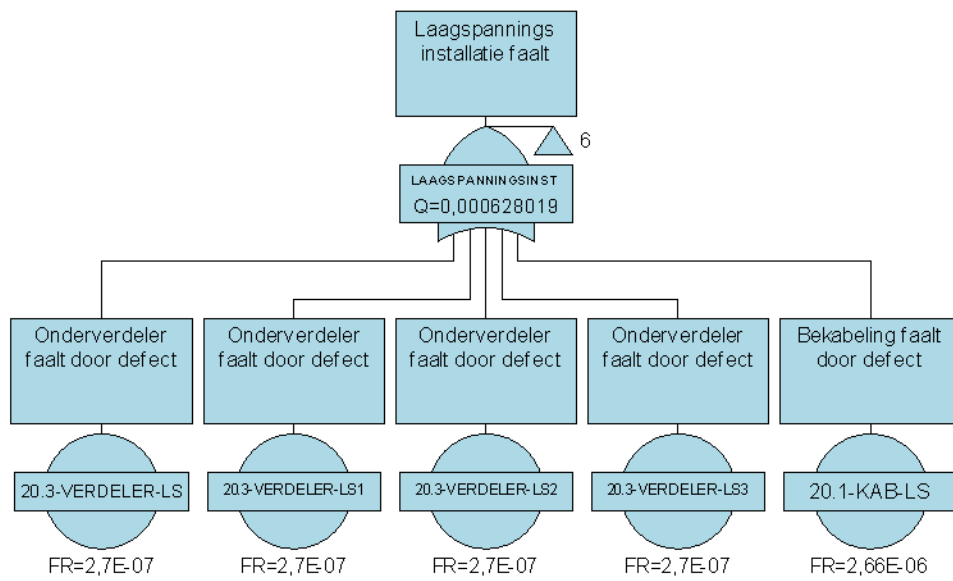


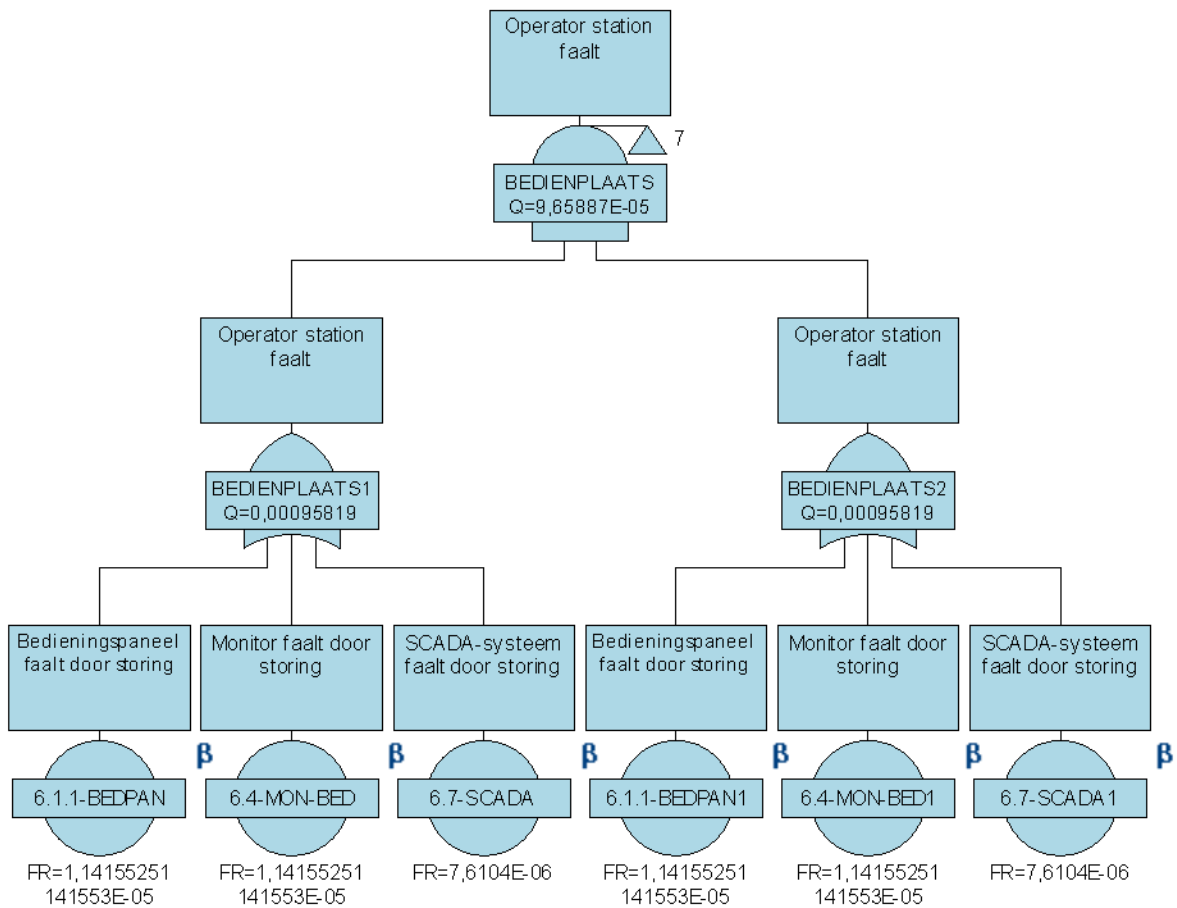


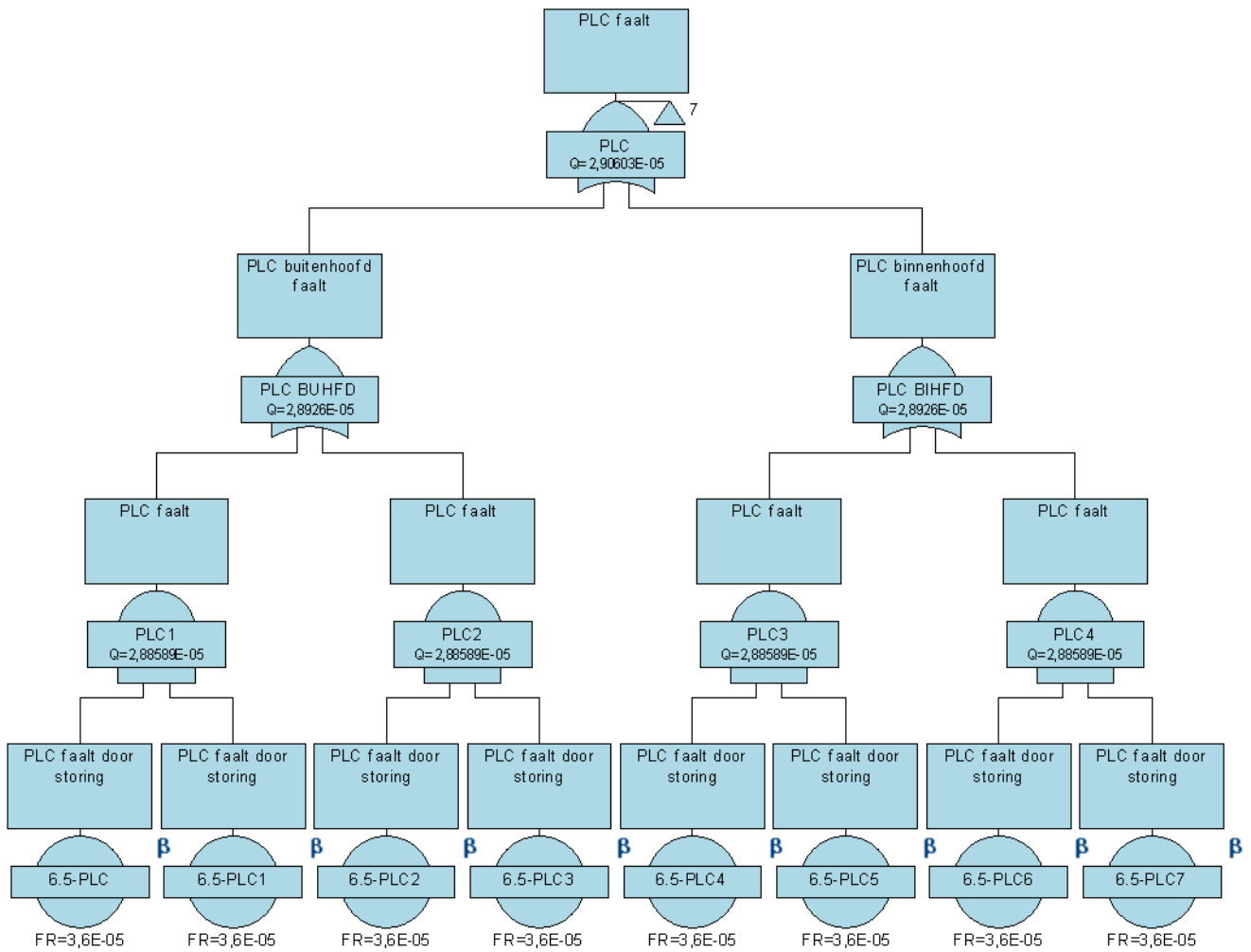


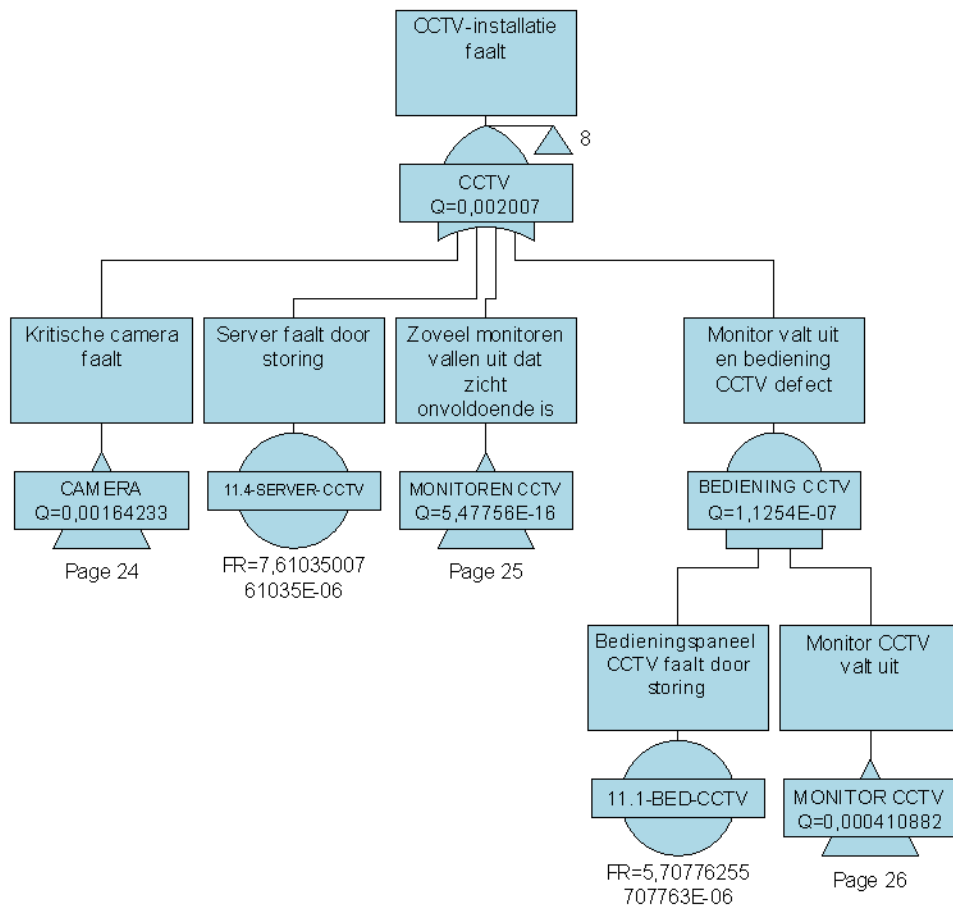


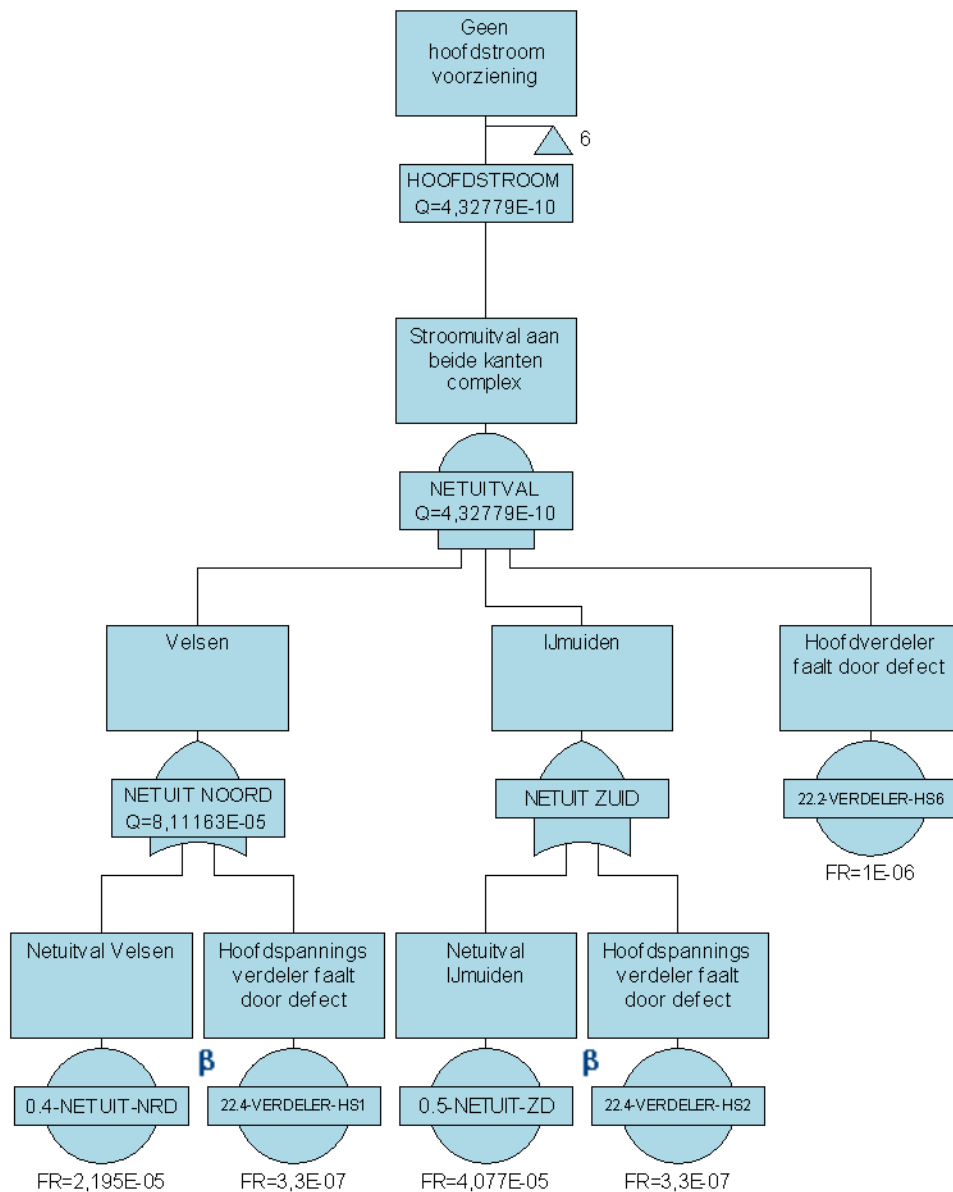


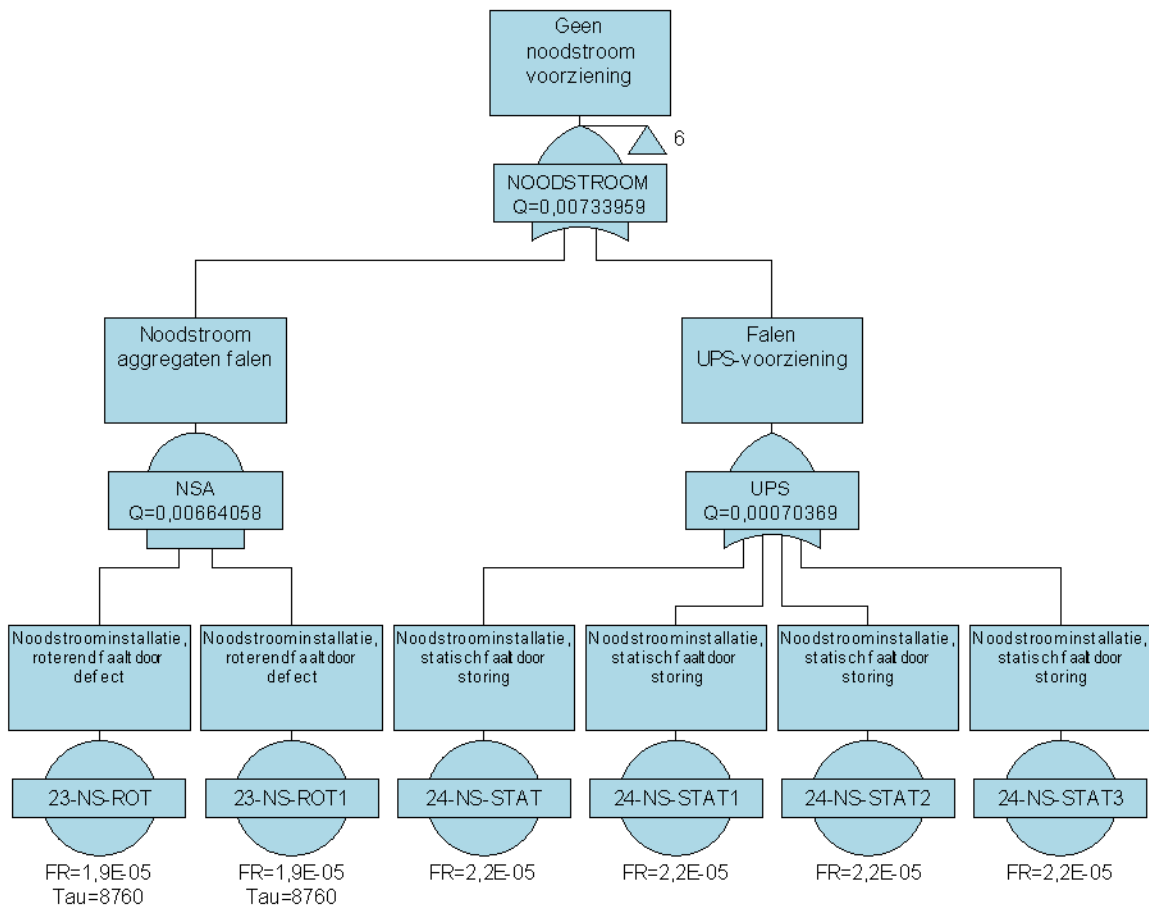


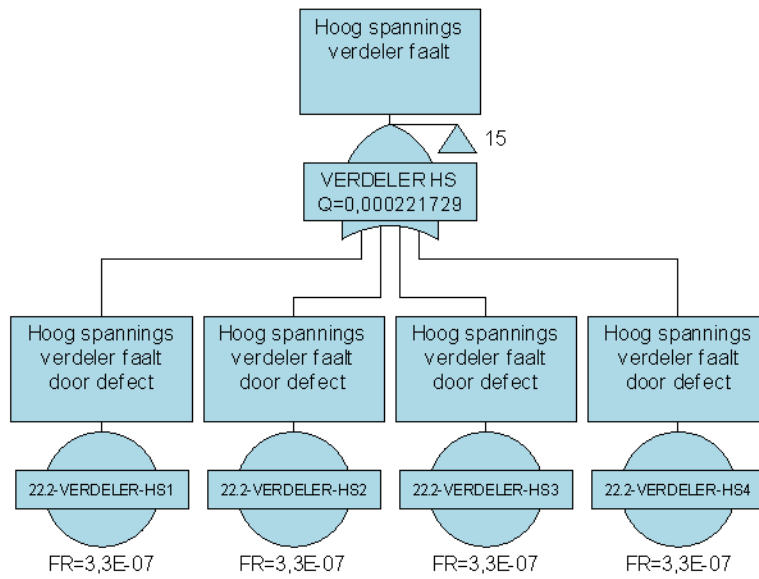


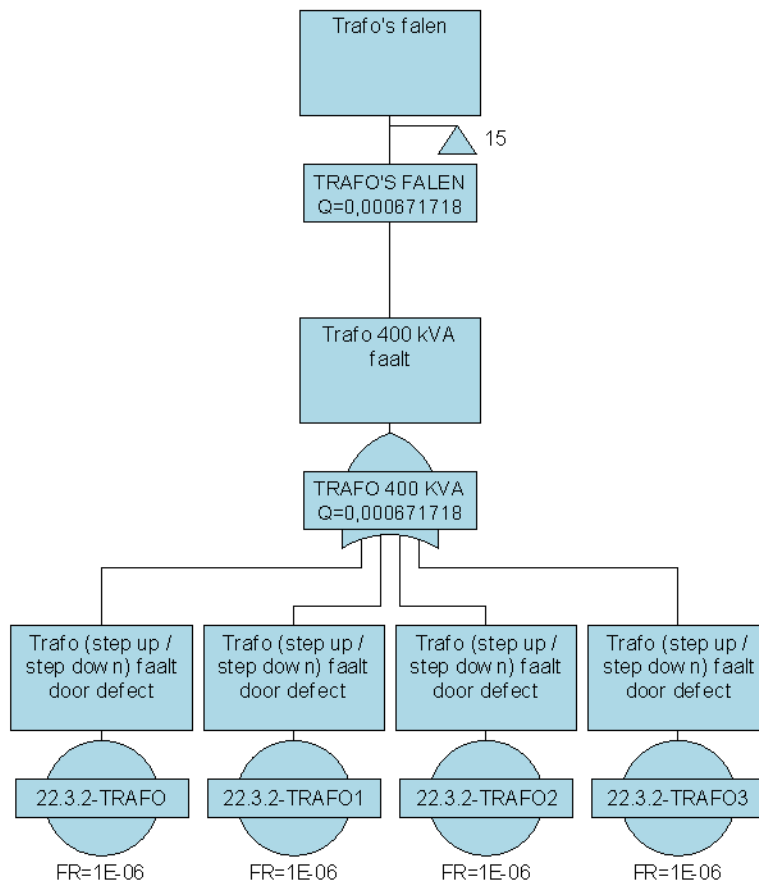


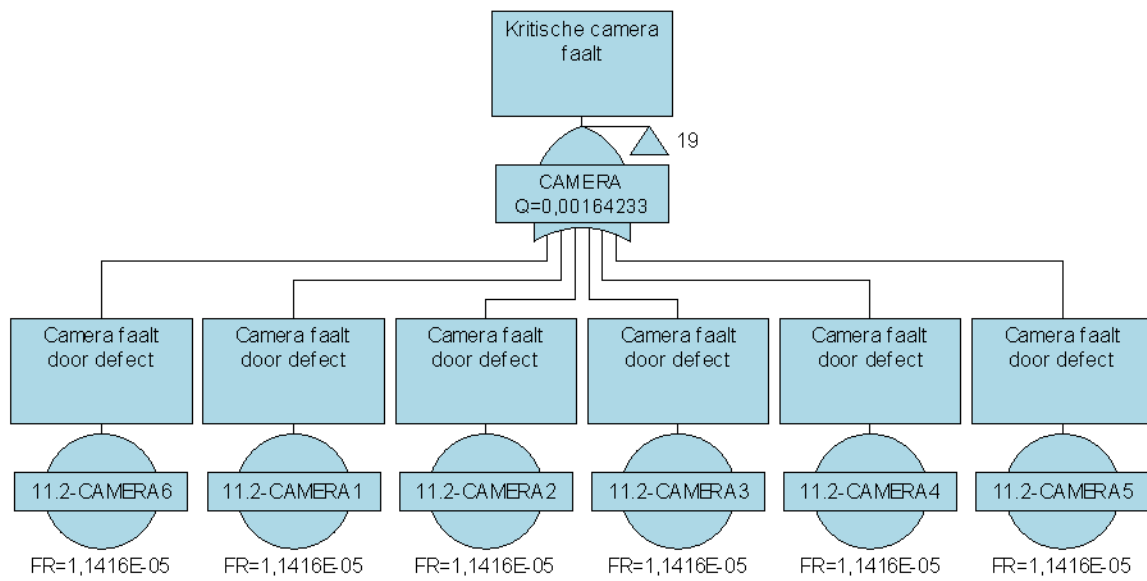


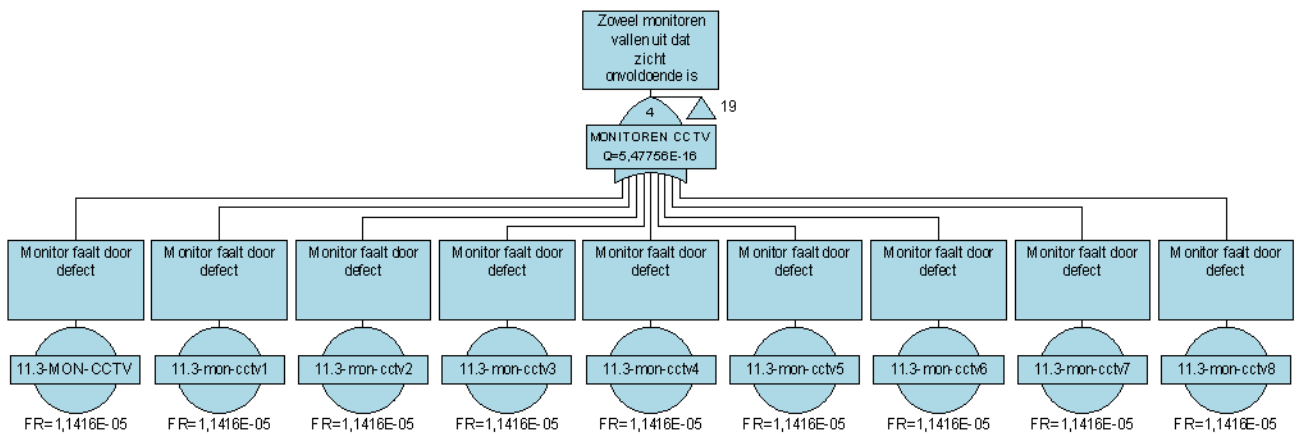


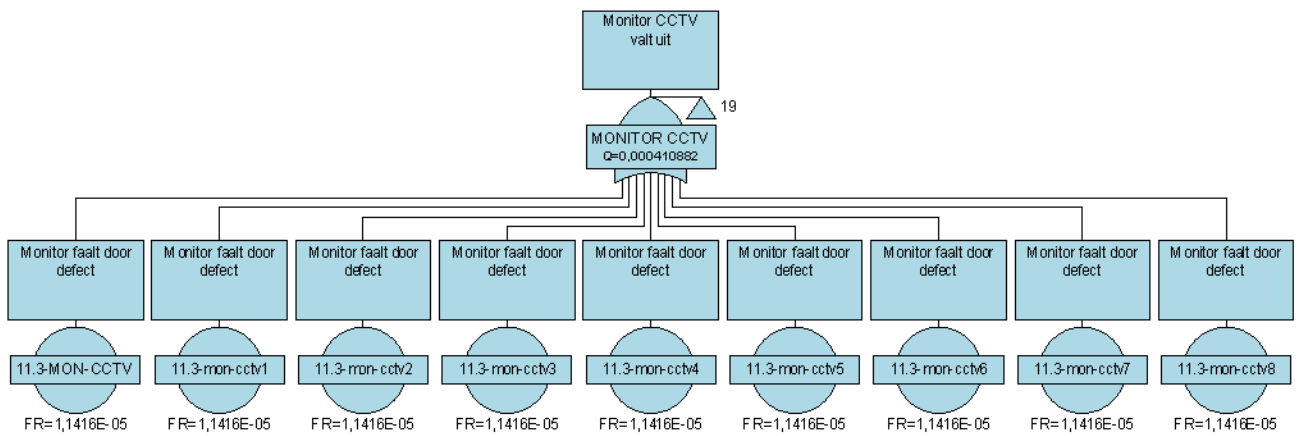


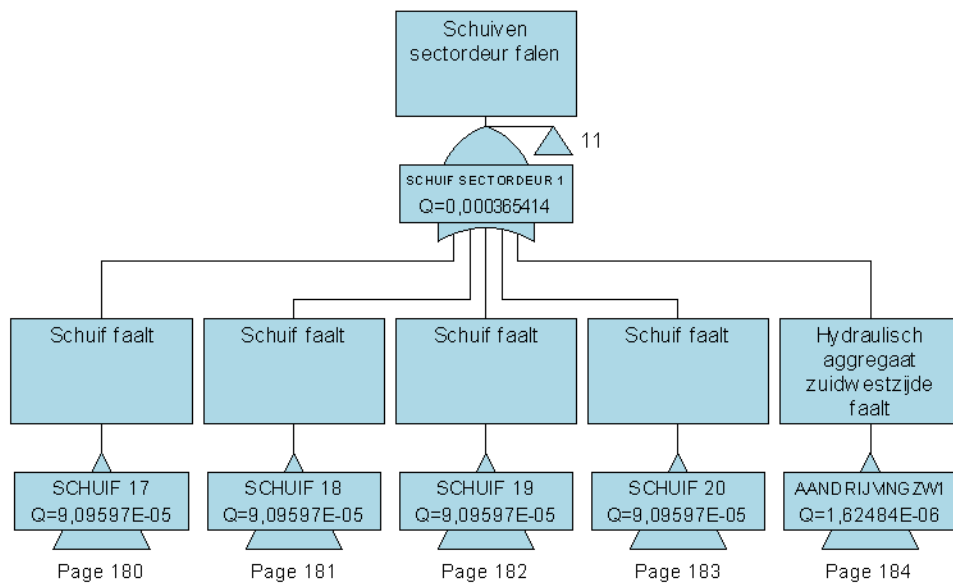


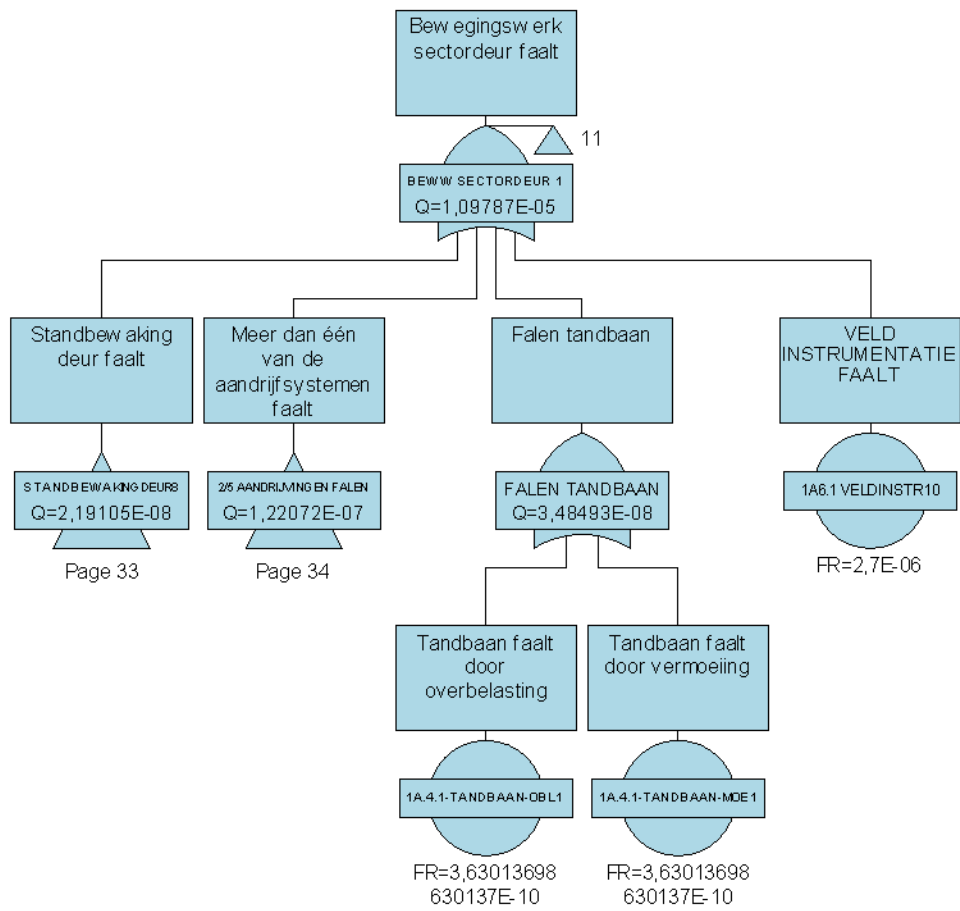


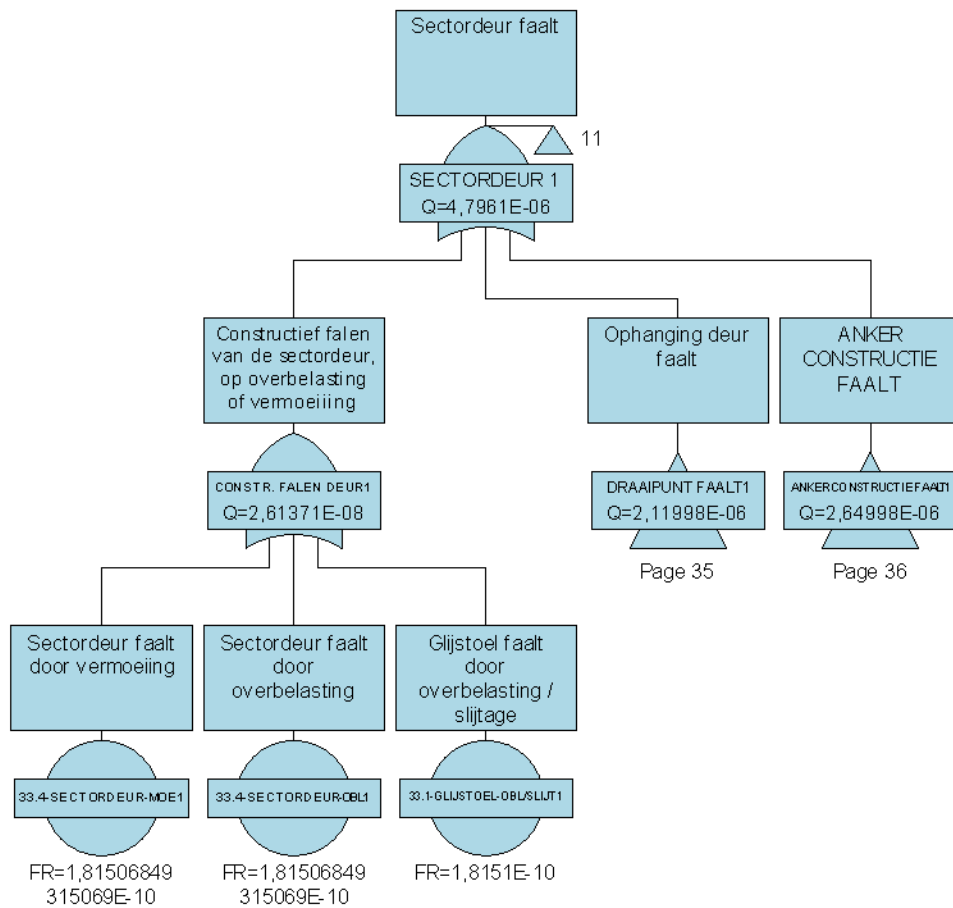


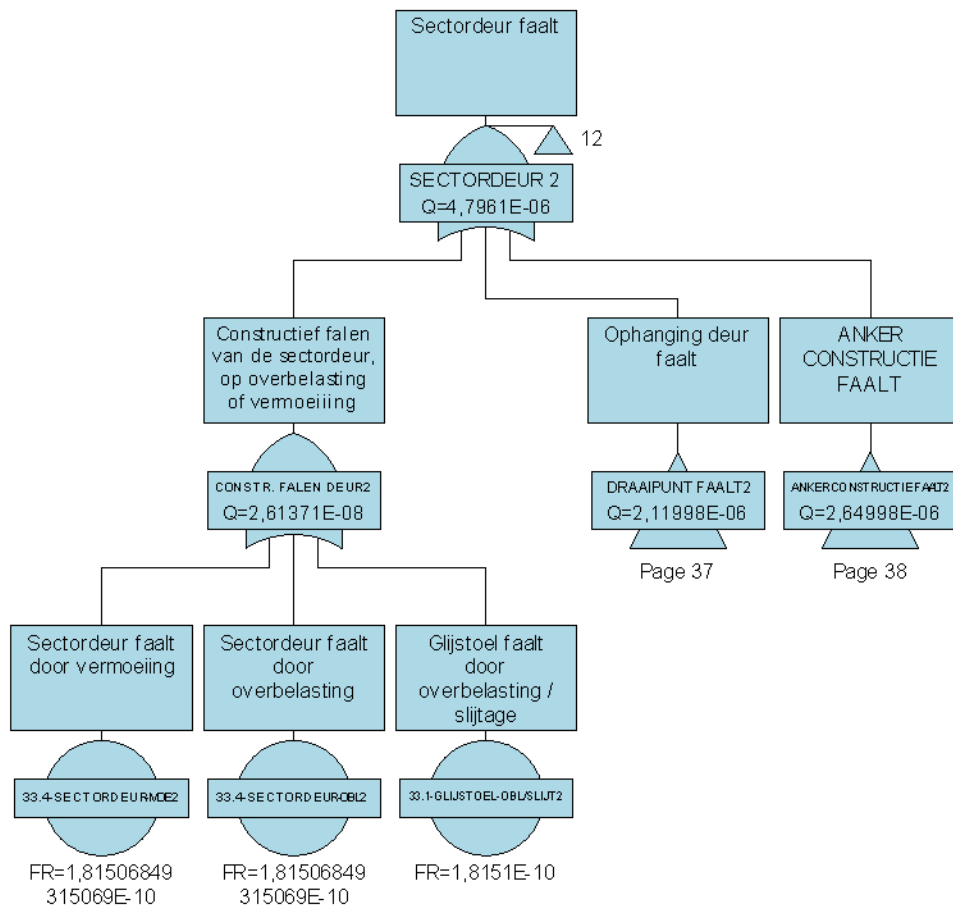


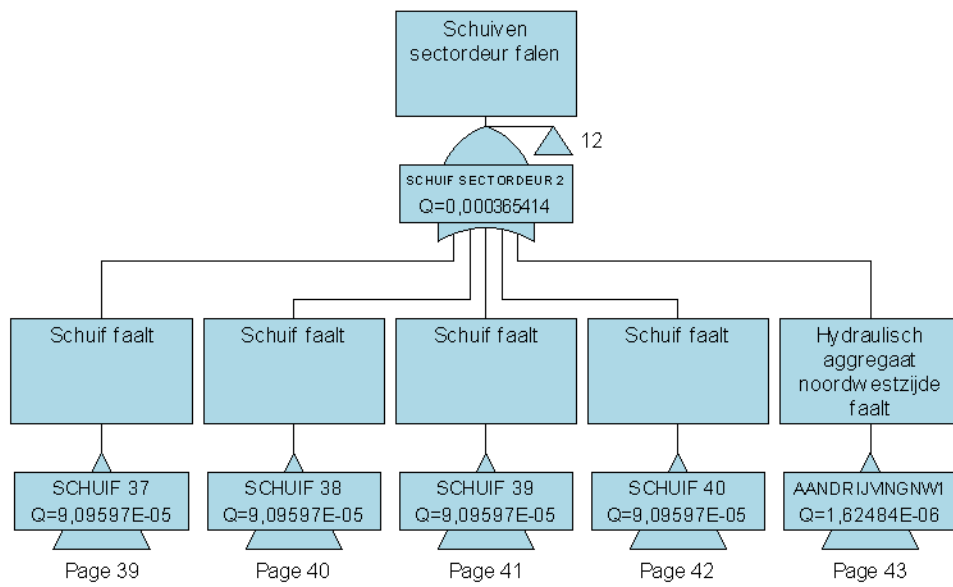


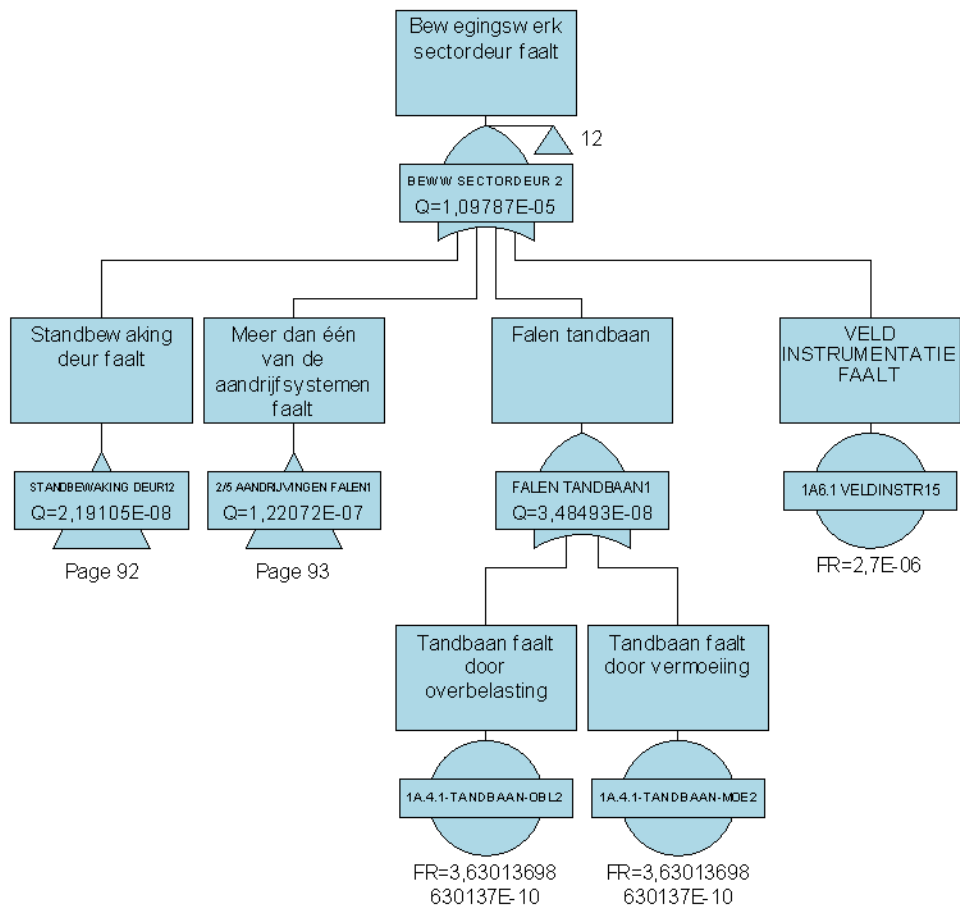


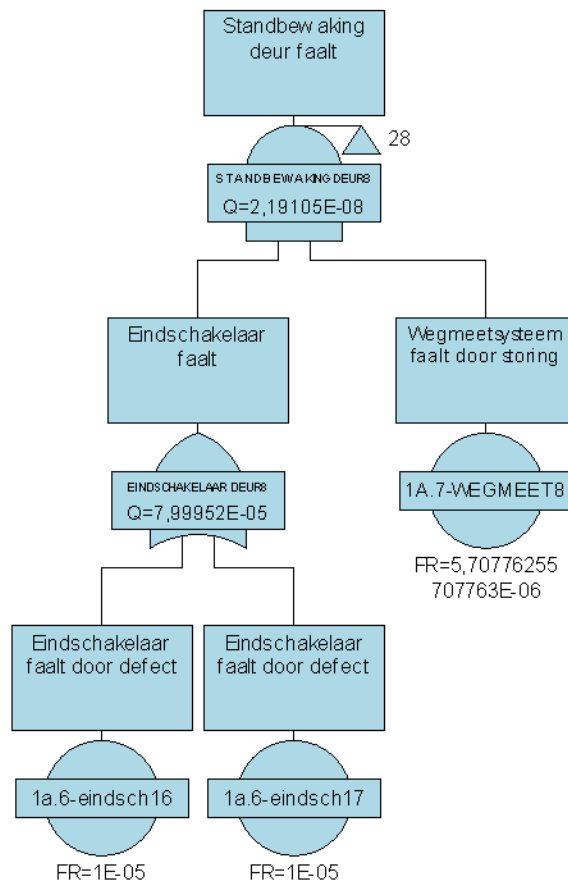


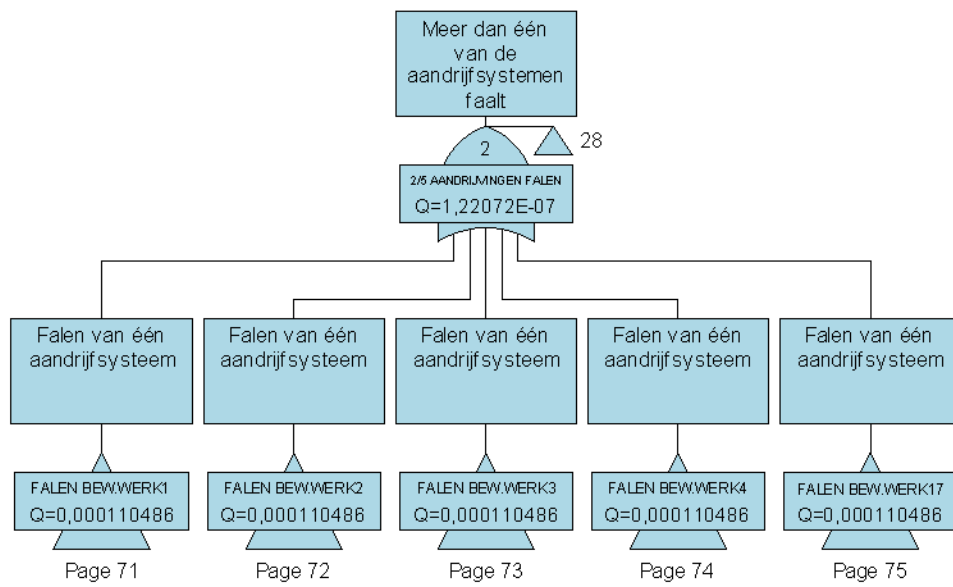


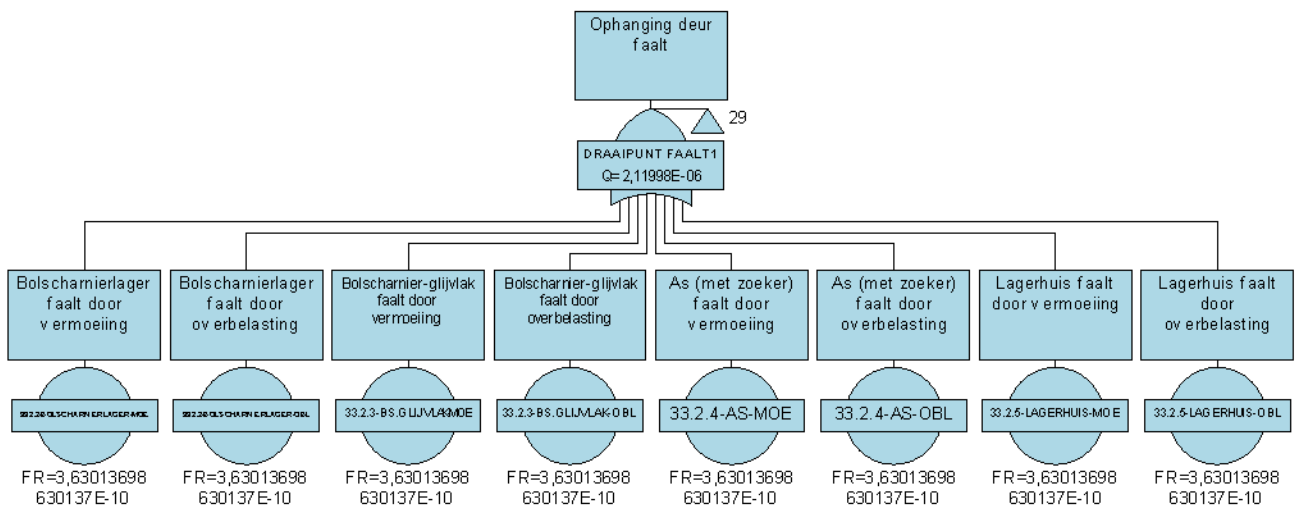


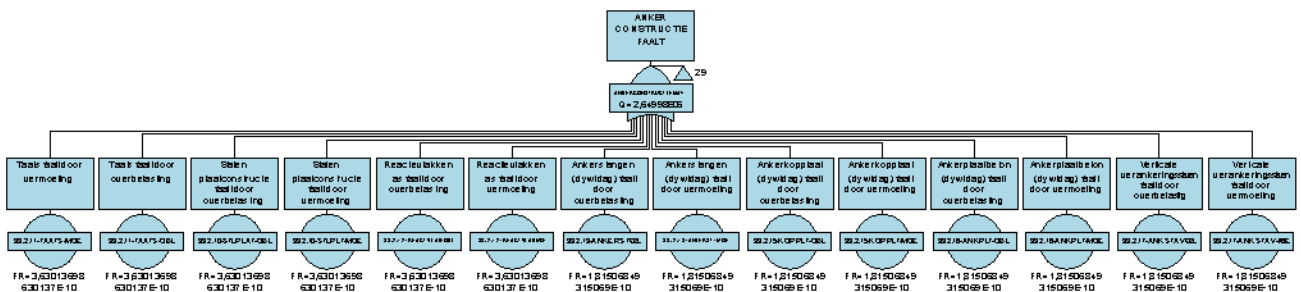


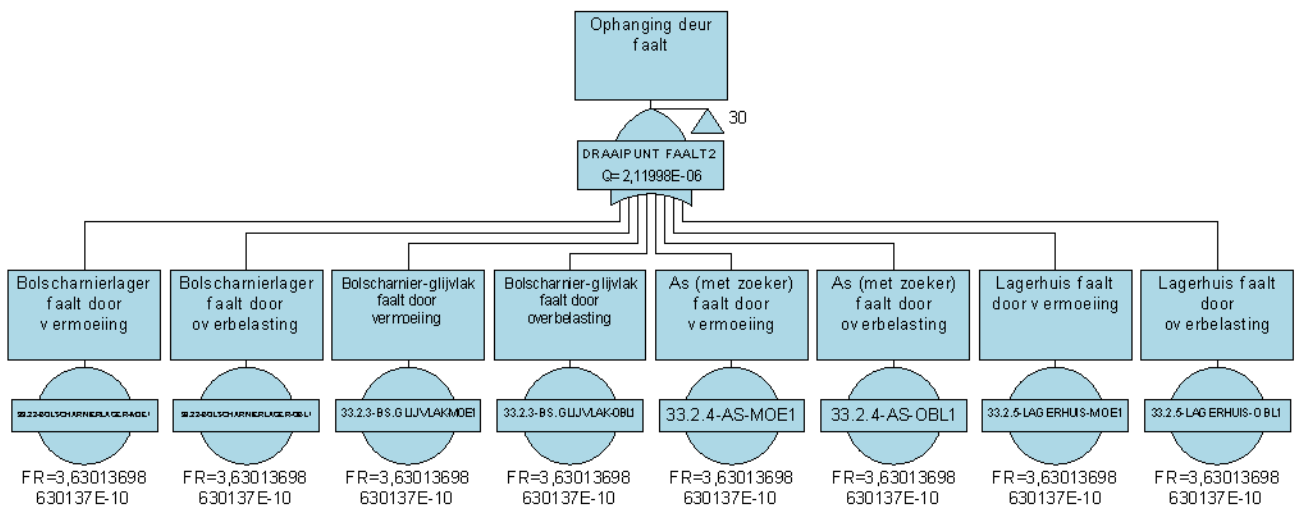


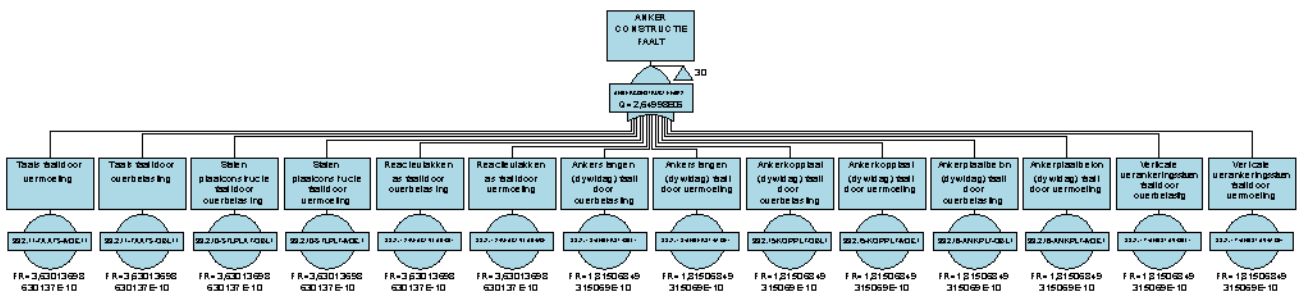


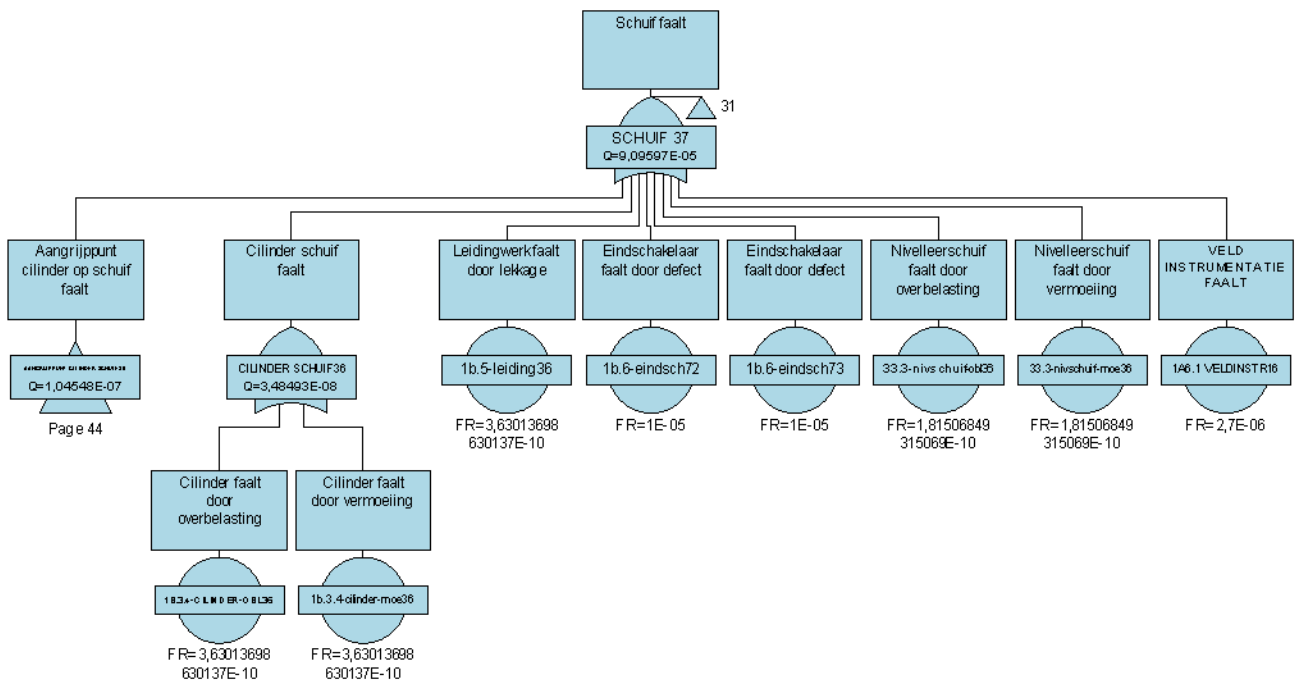


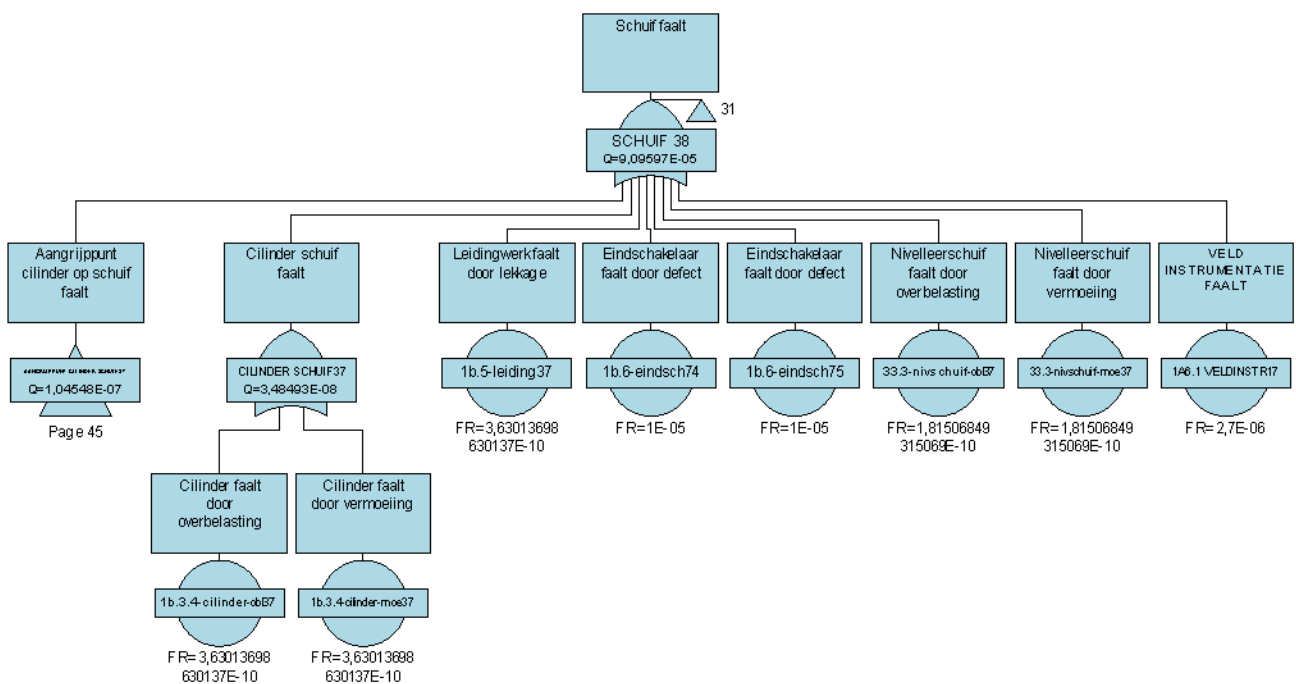




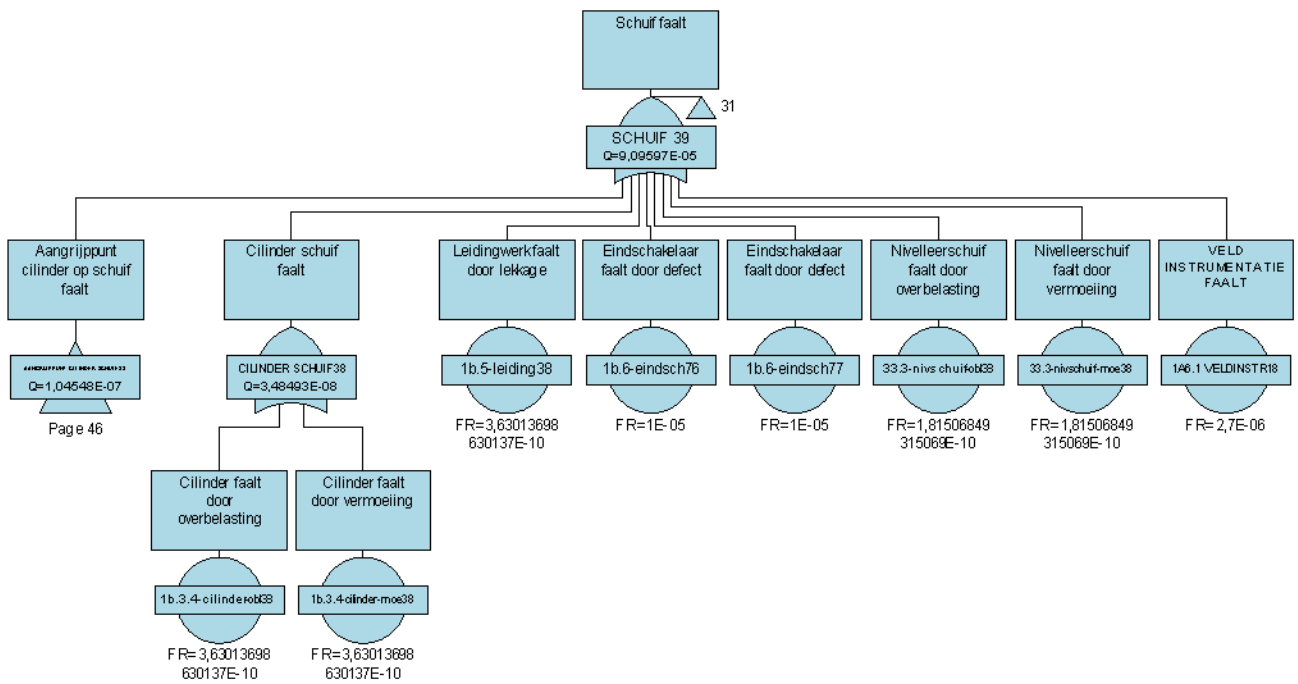




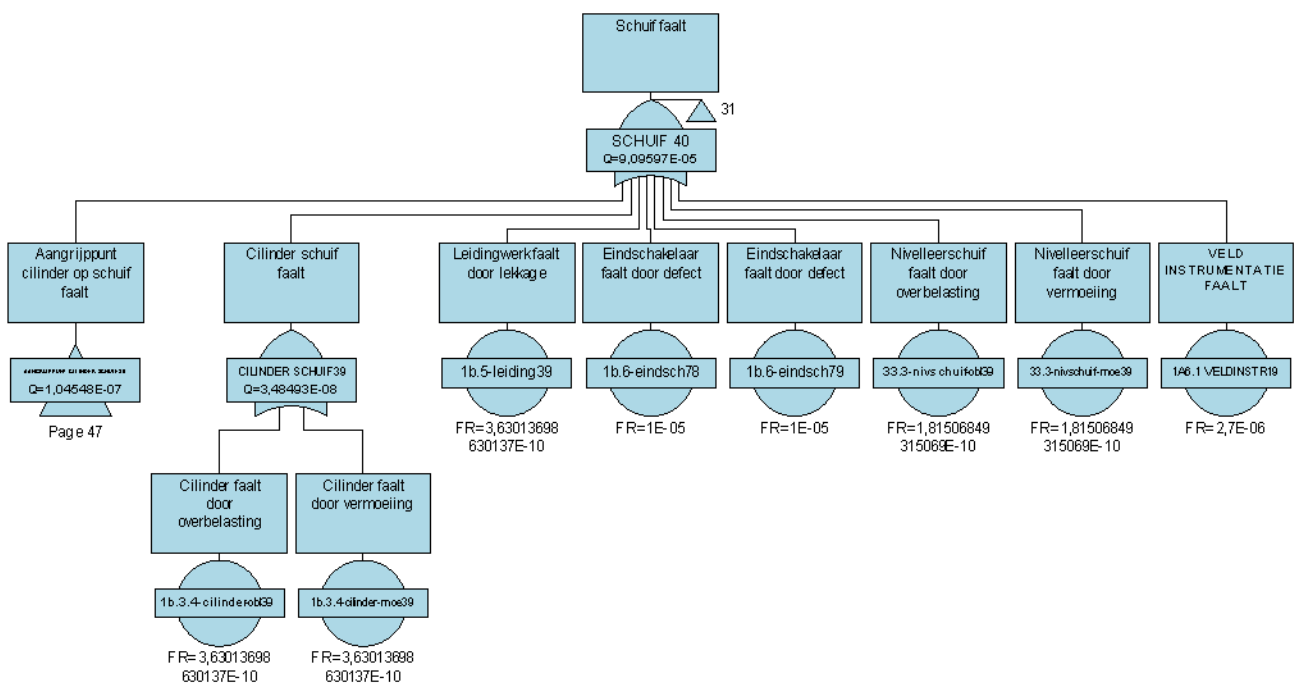


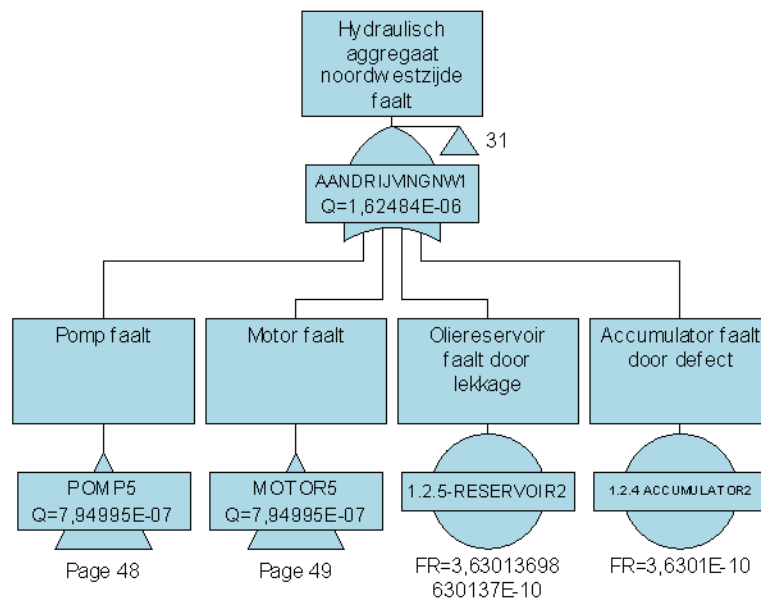


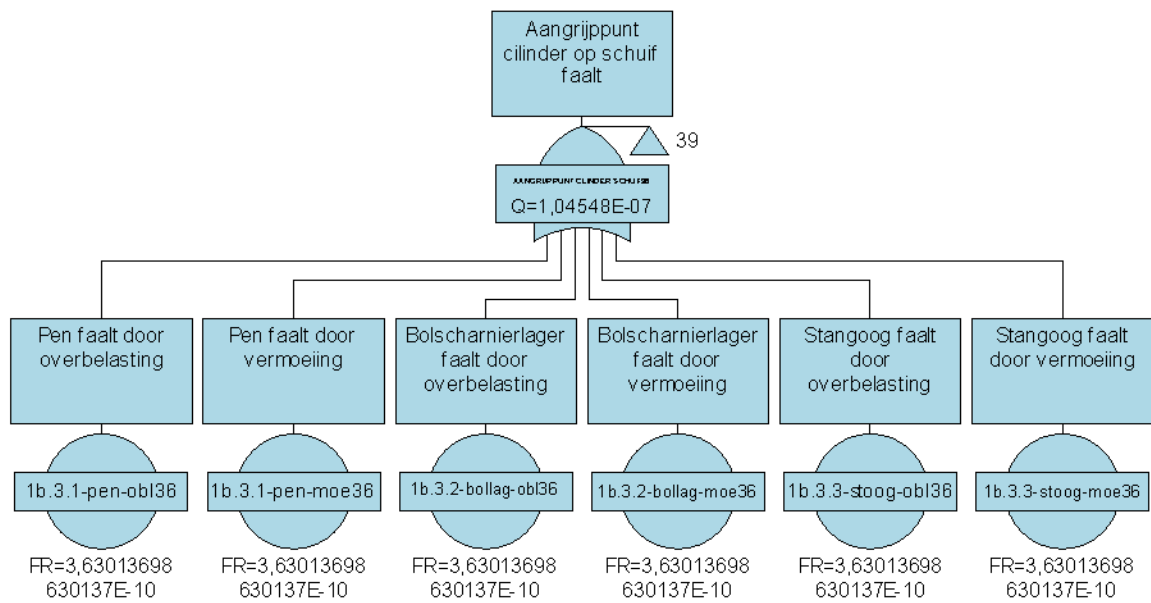
Page 45

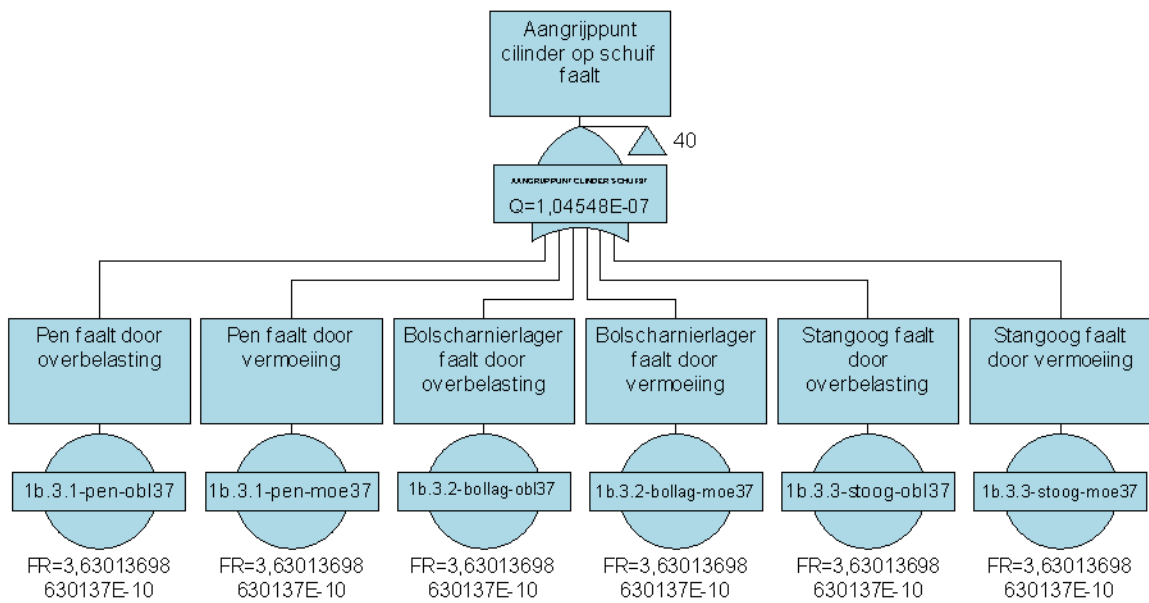


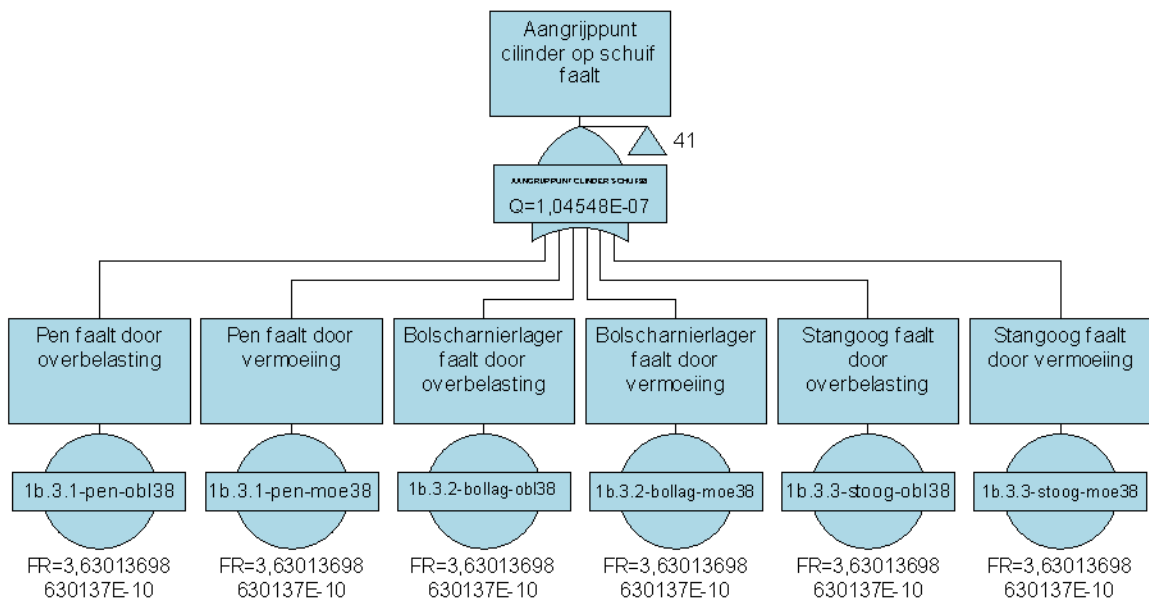
Page 46

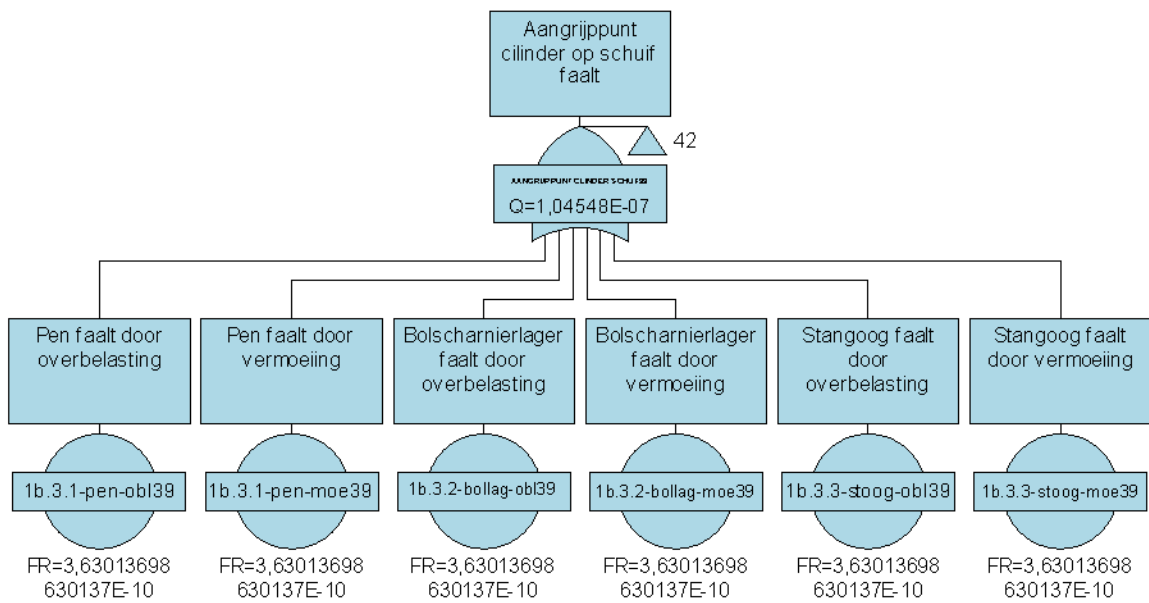


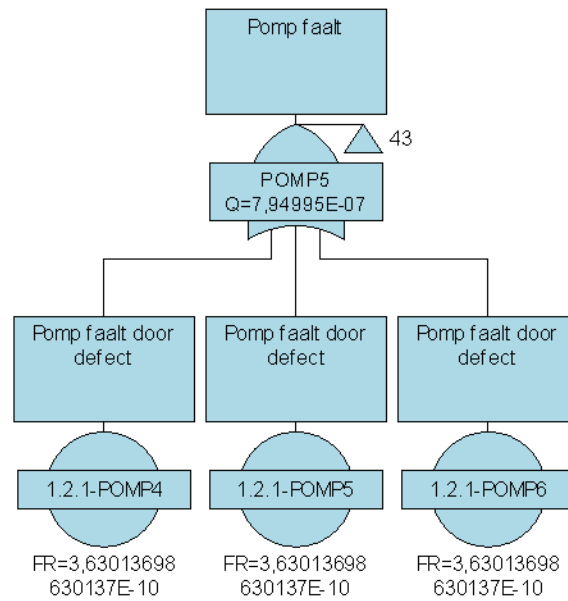


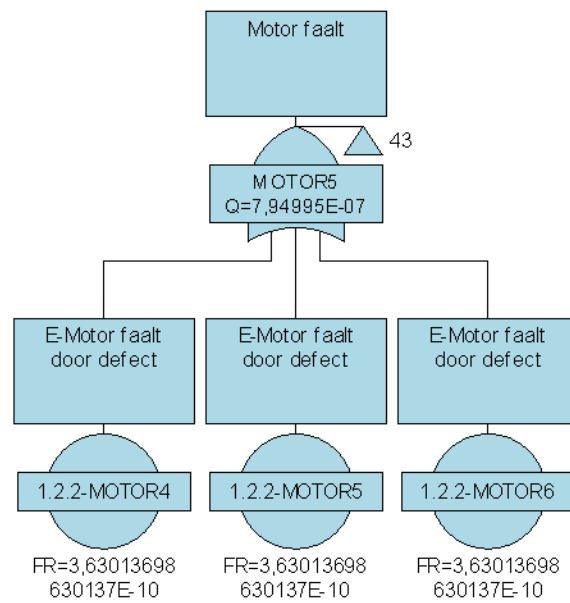


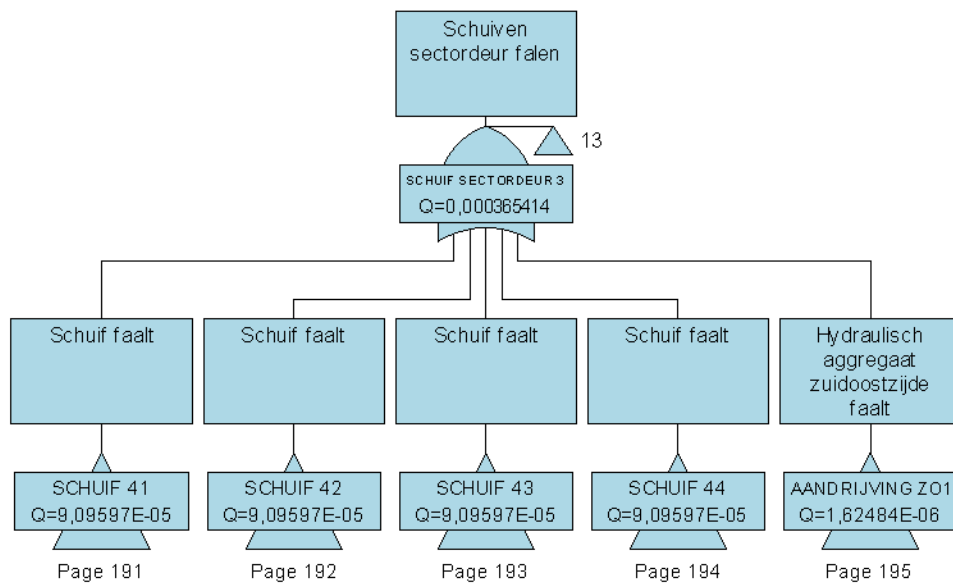


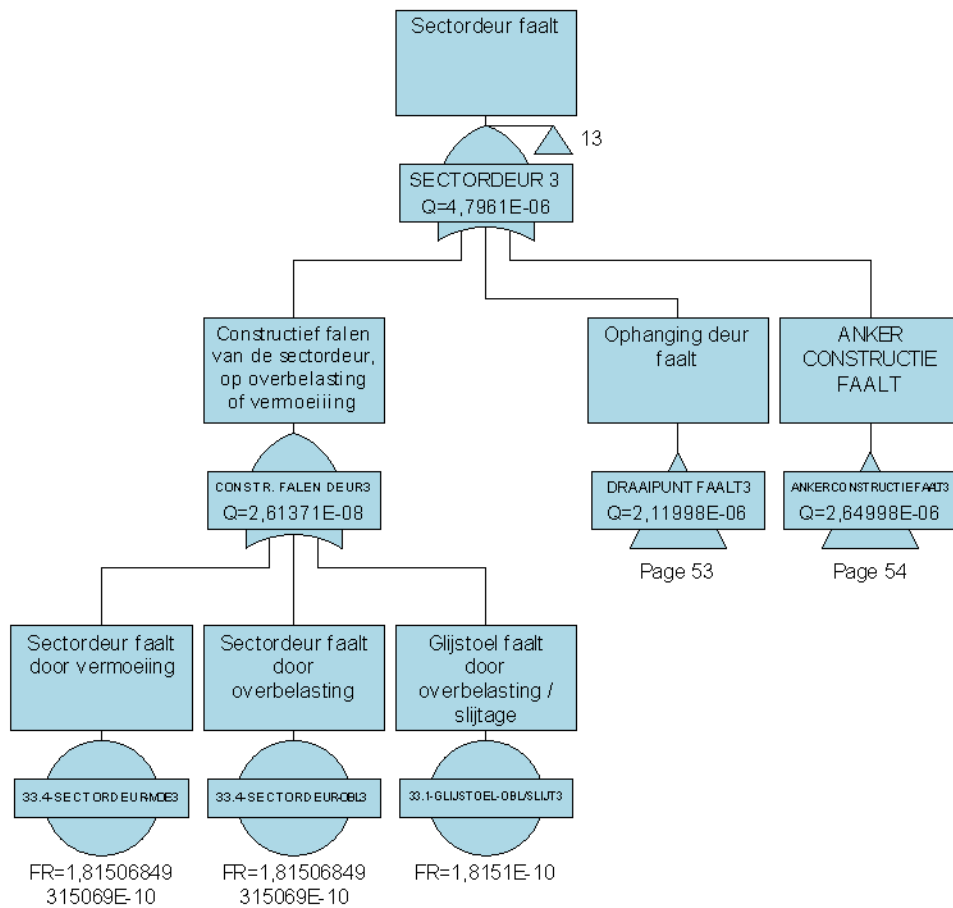


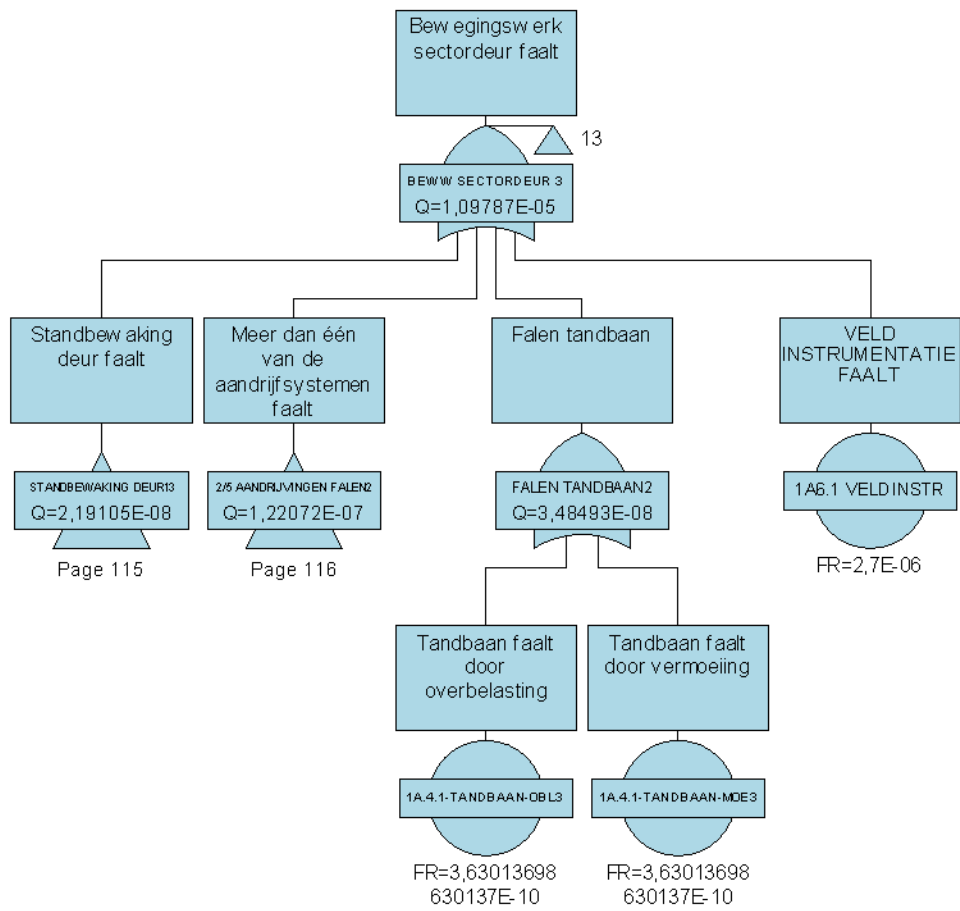


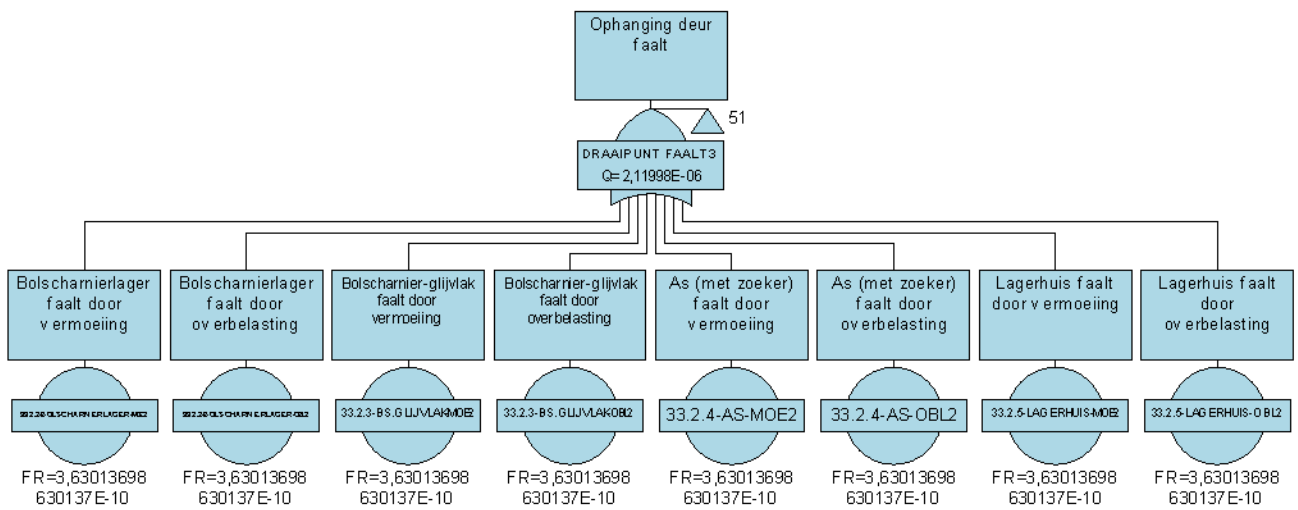


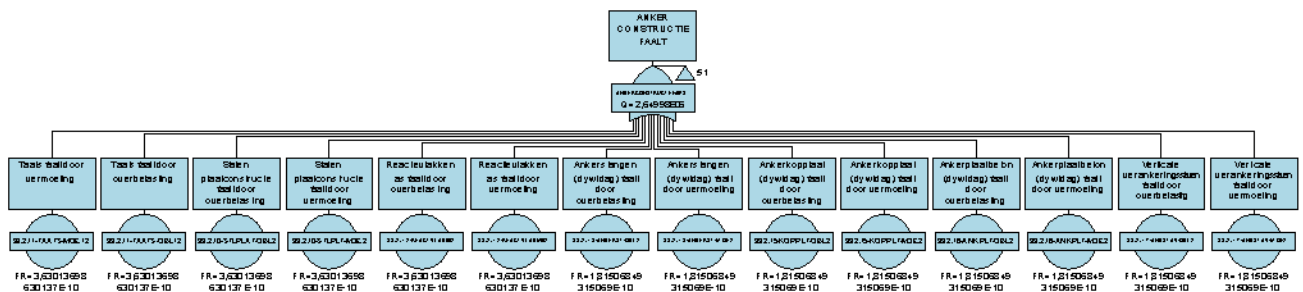


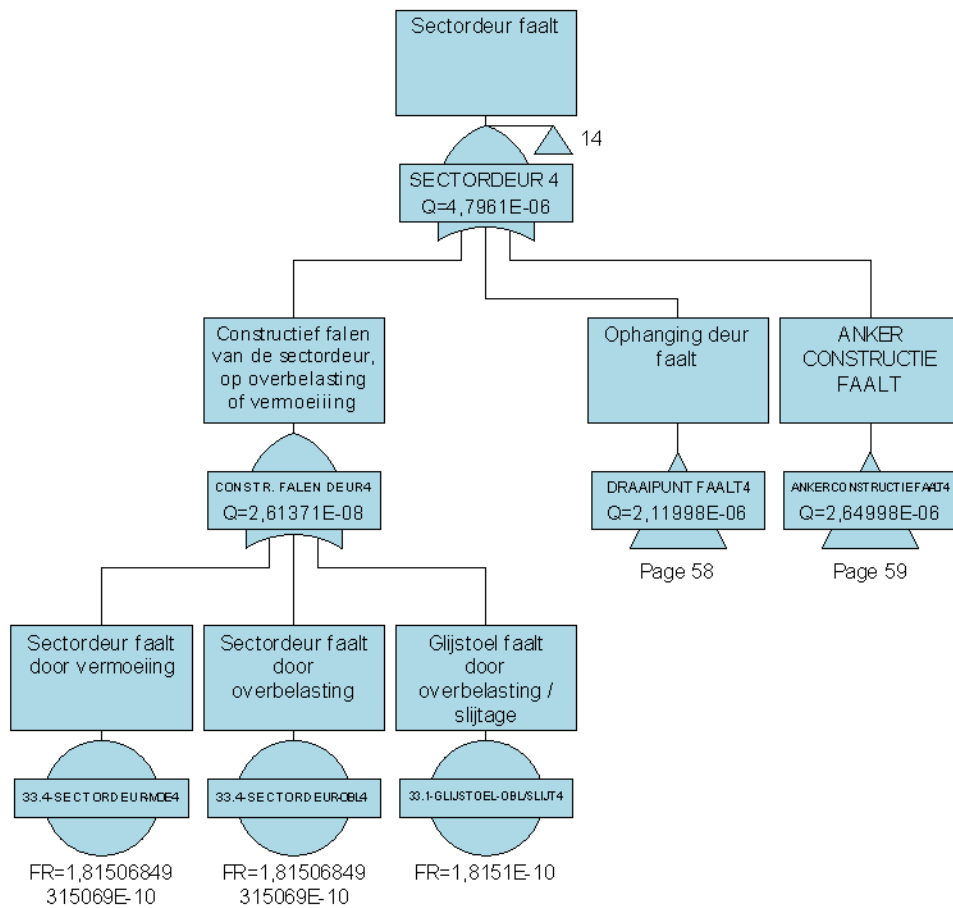


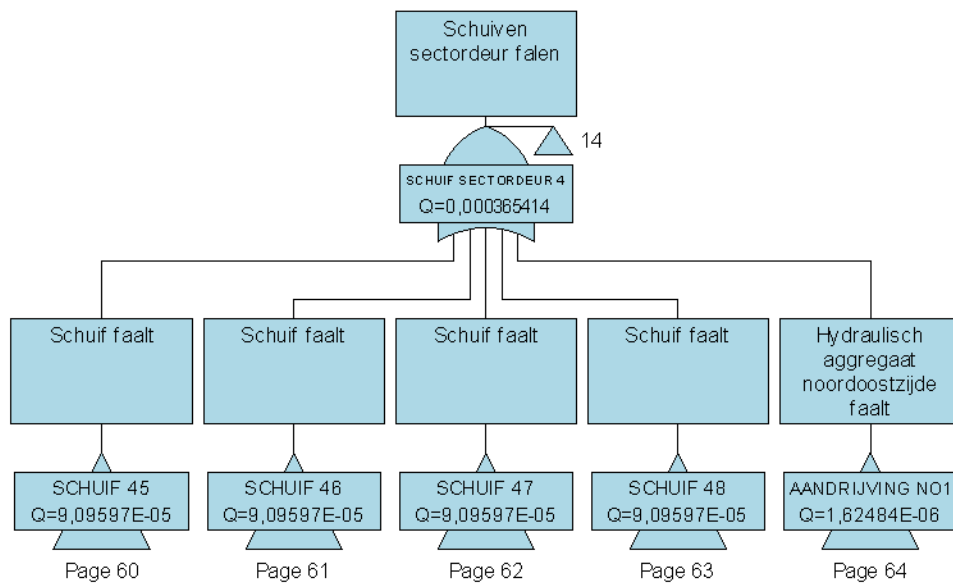


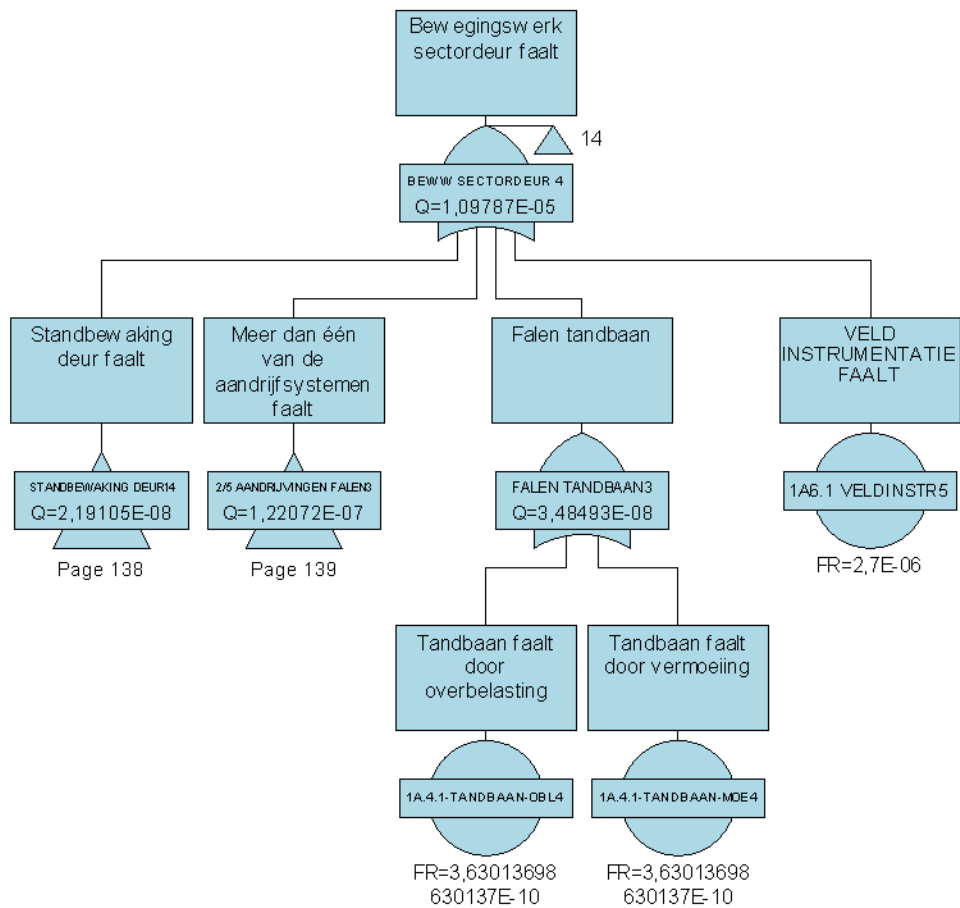


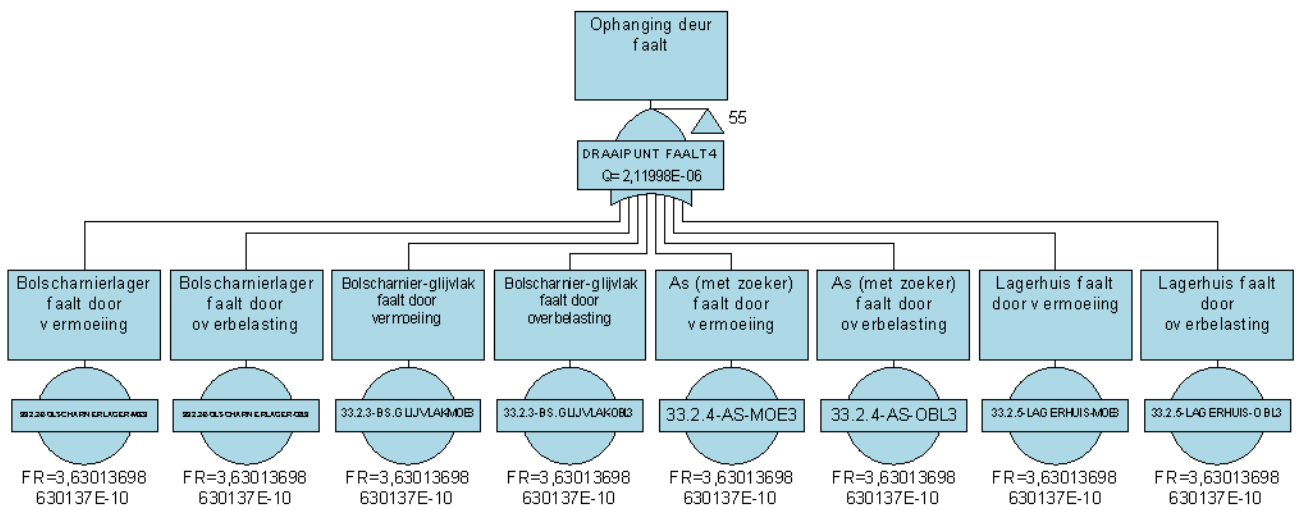


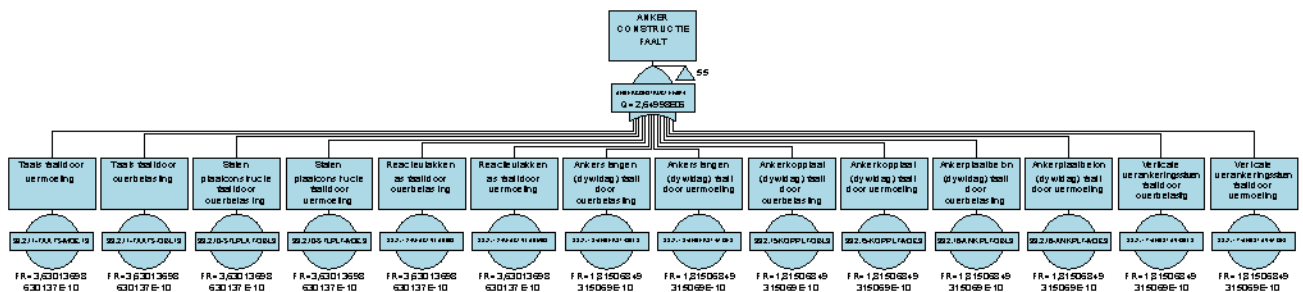


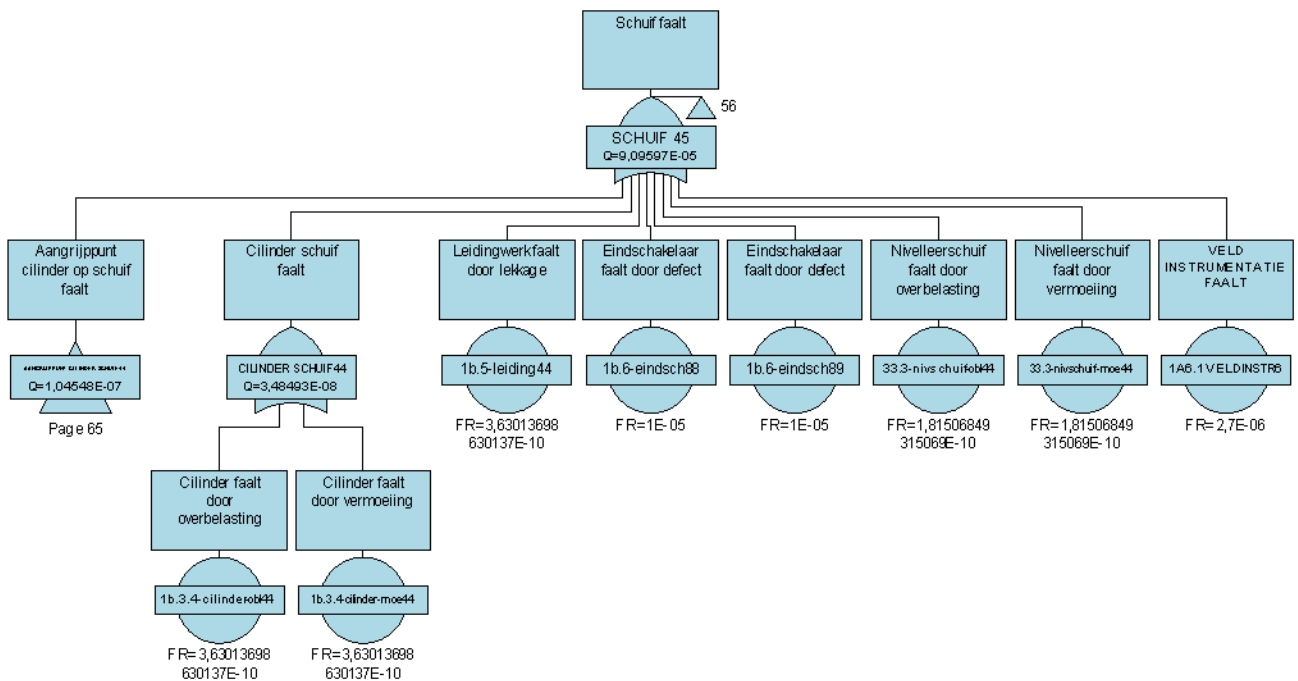


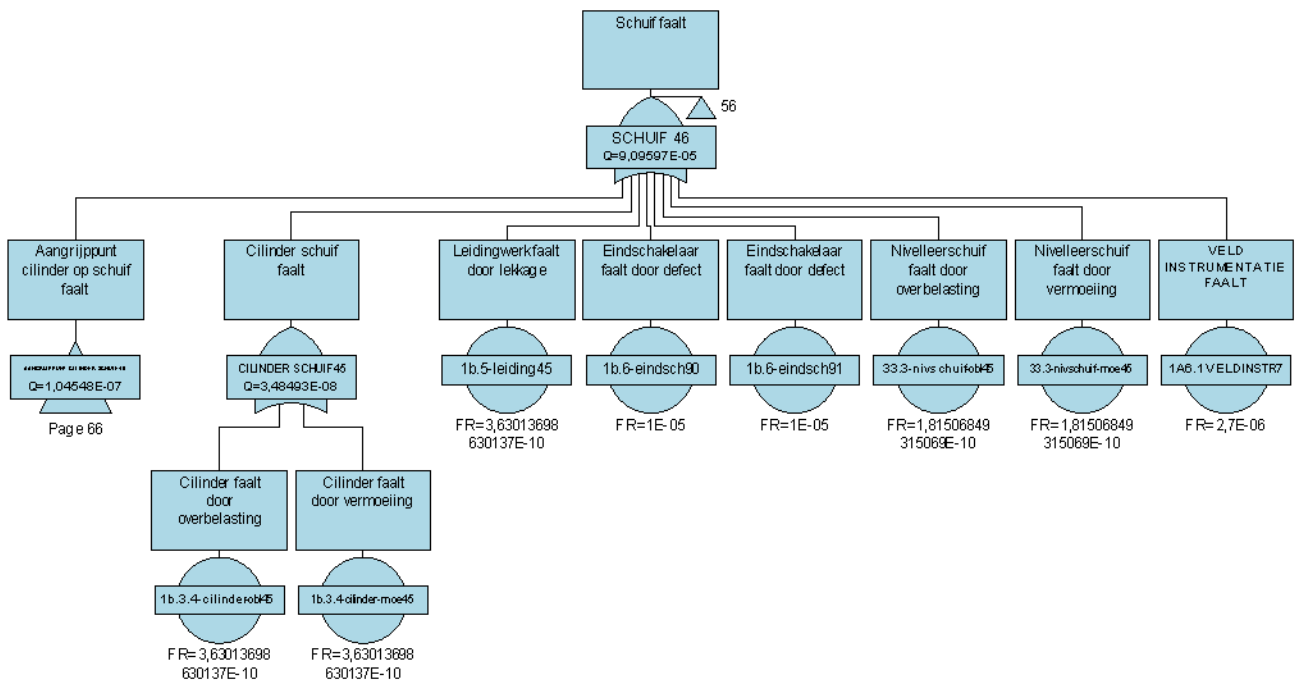


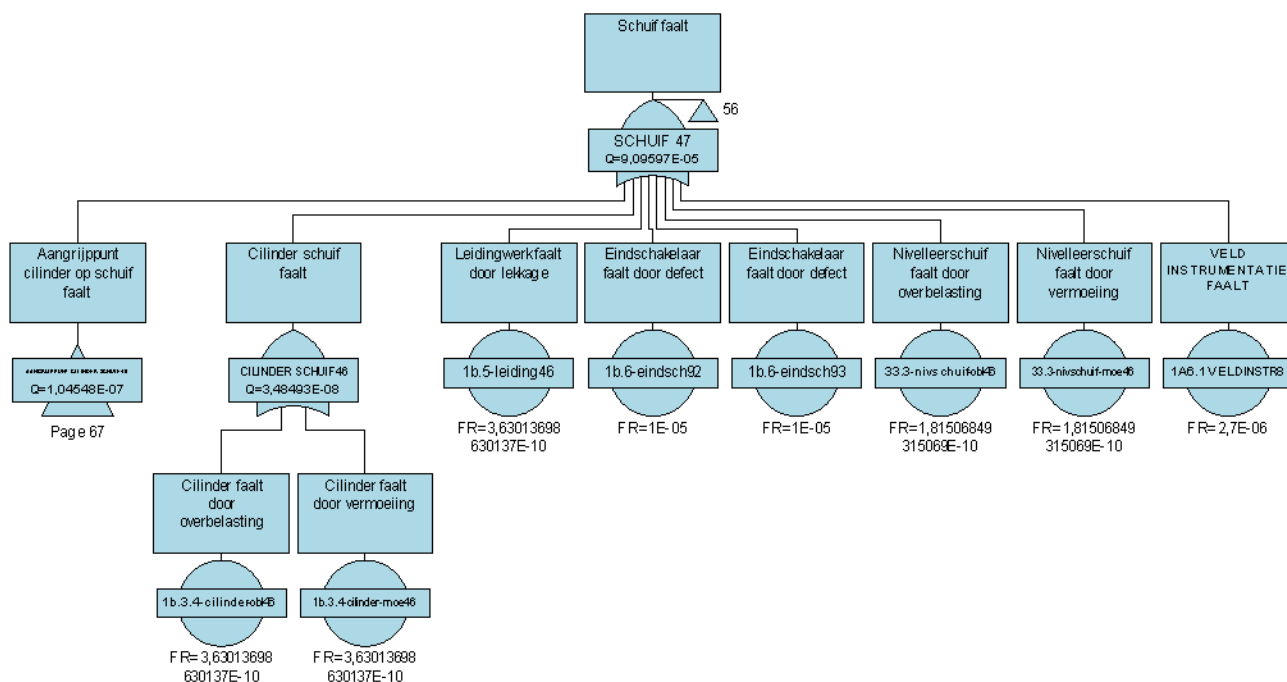


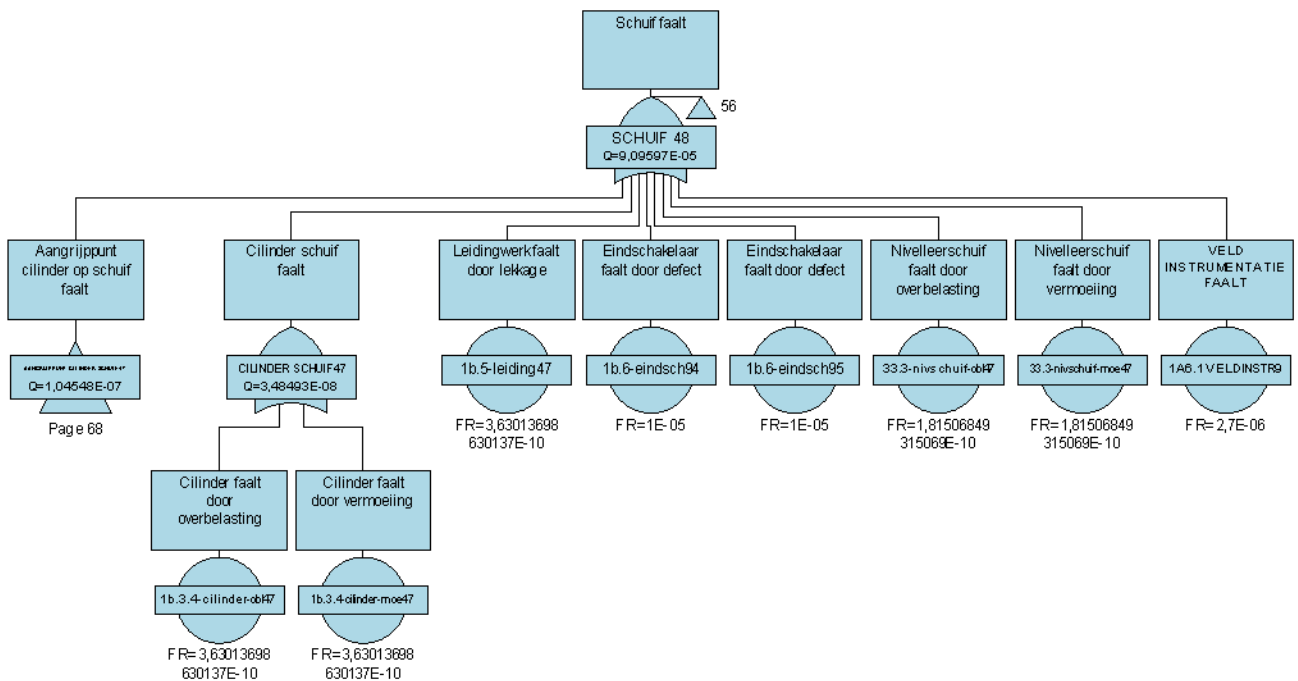


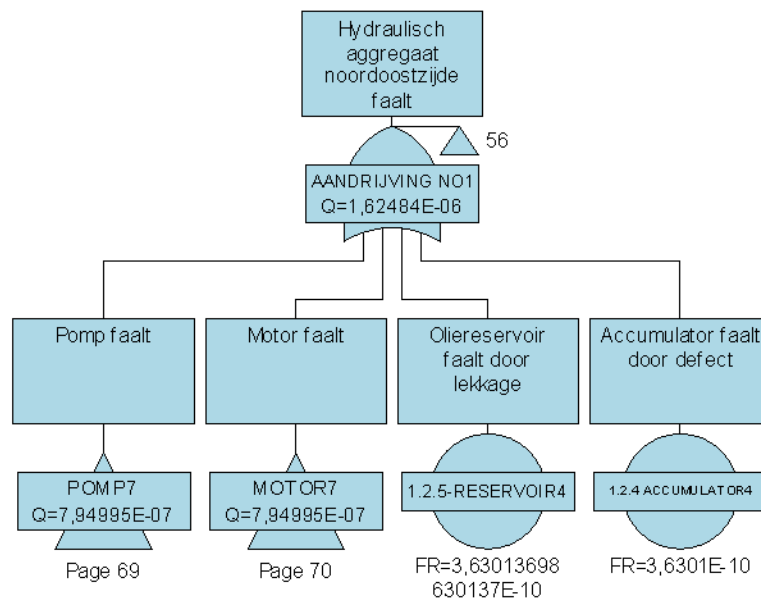


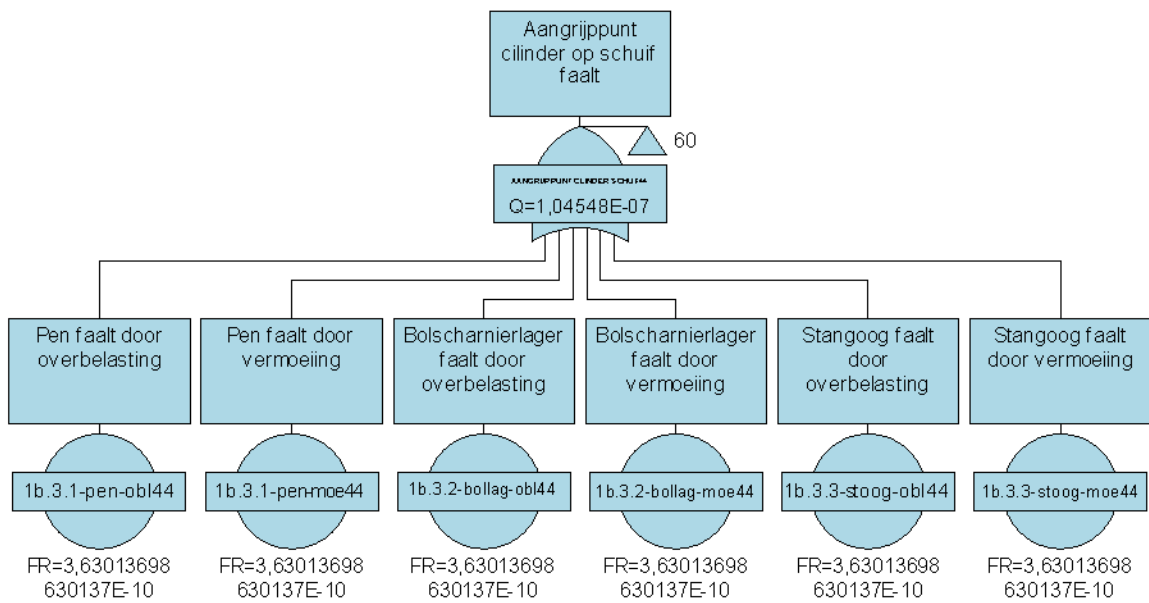


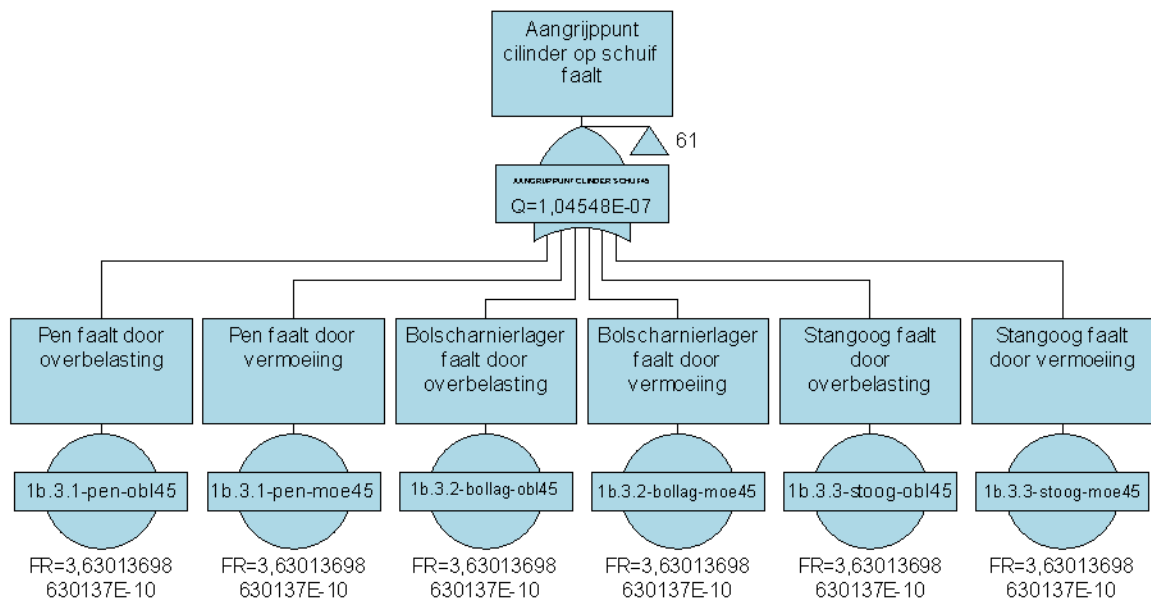


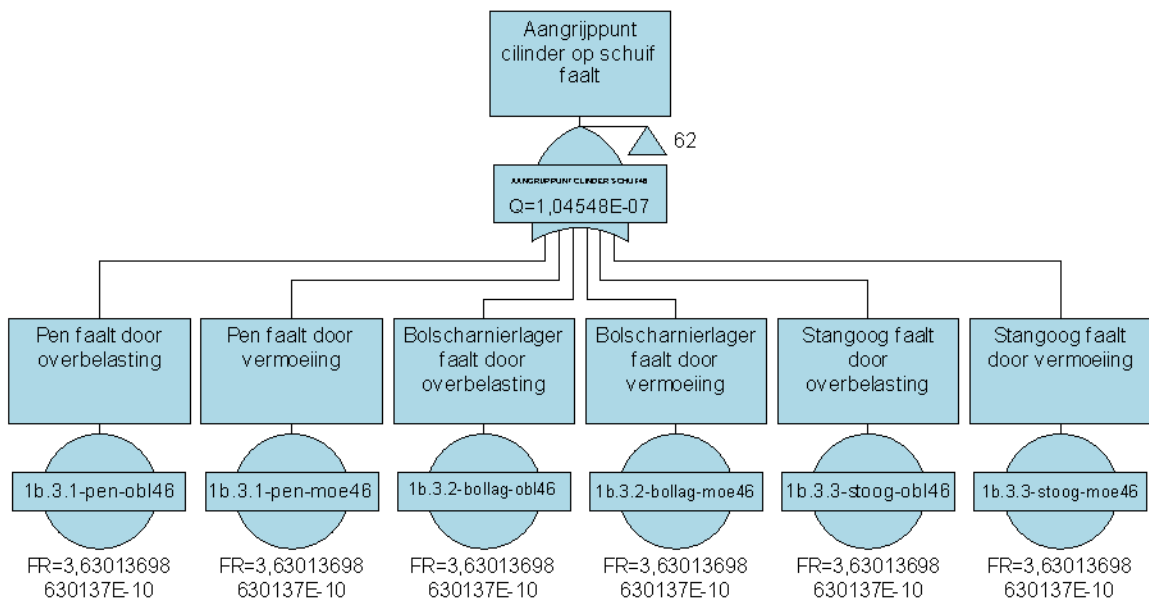


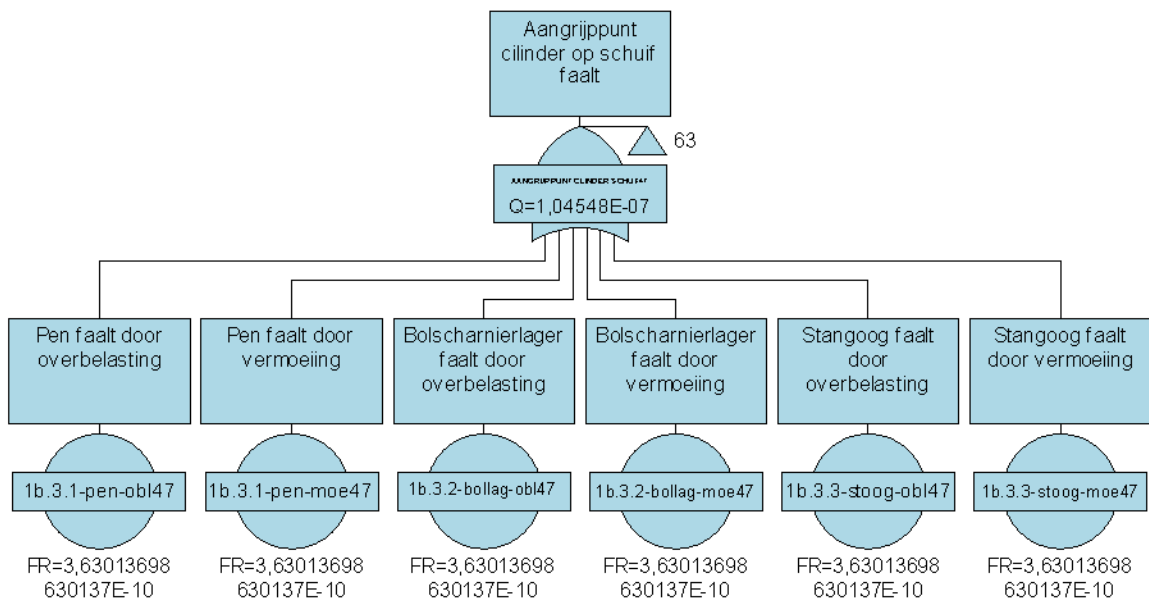


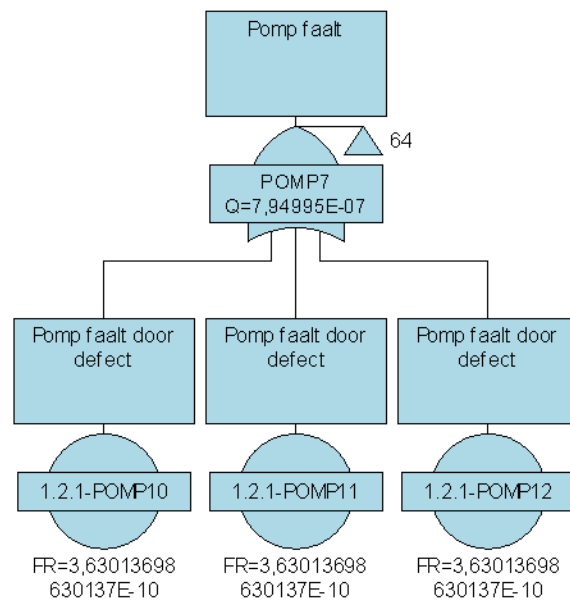


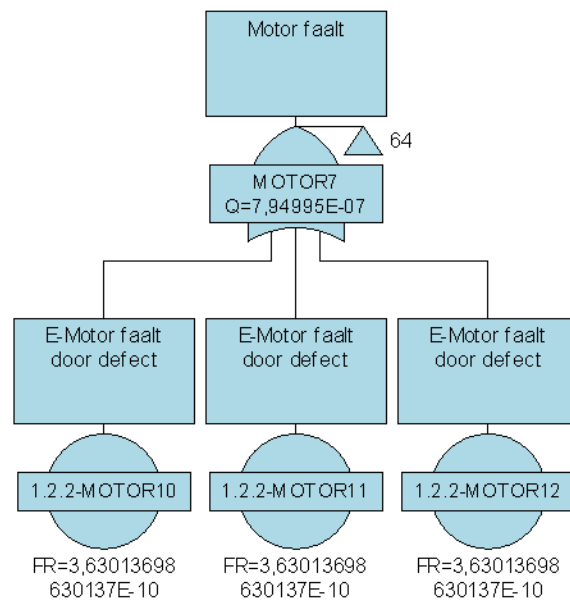


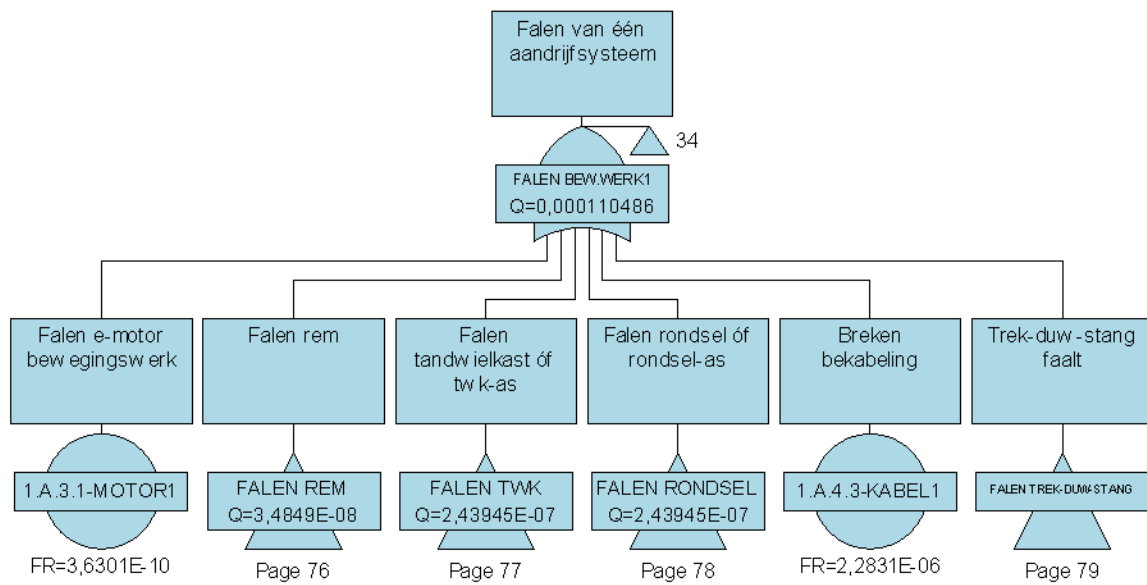


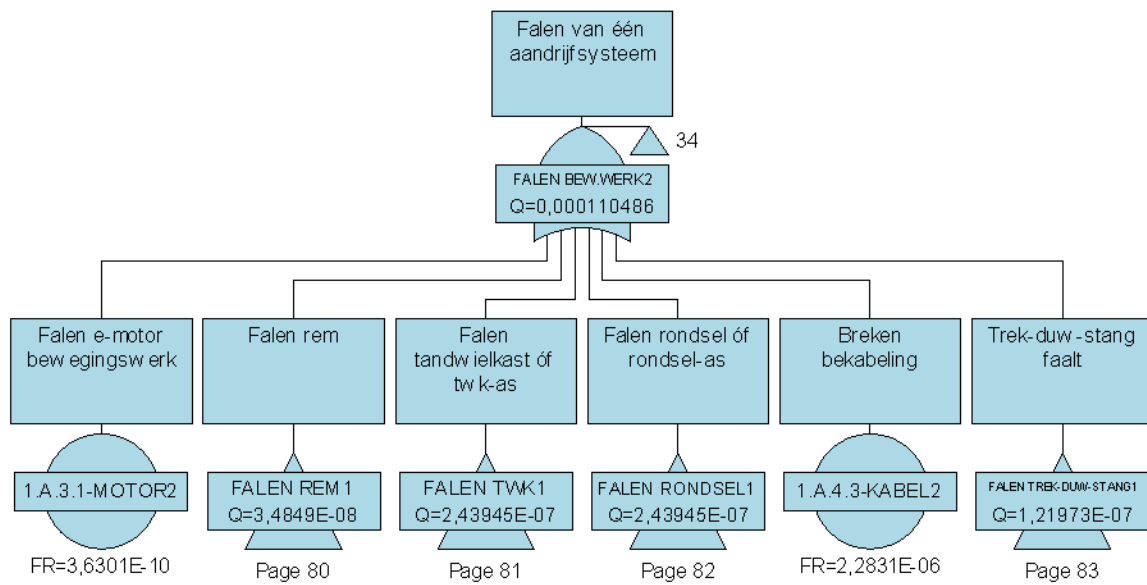


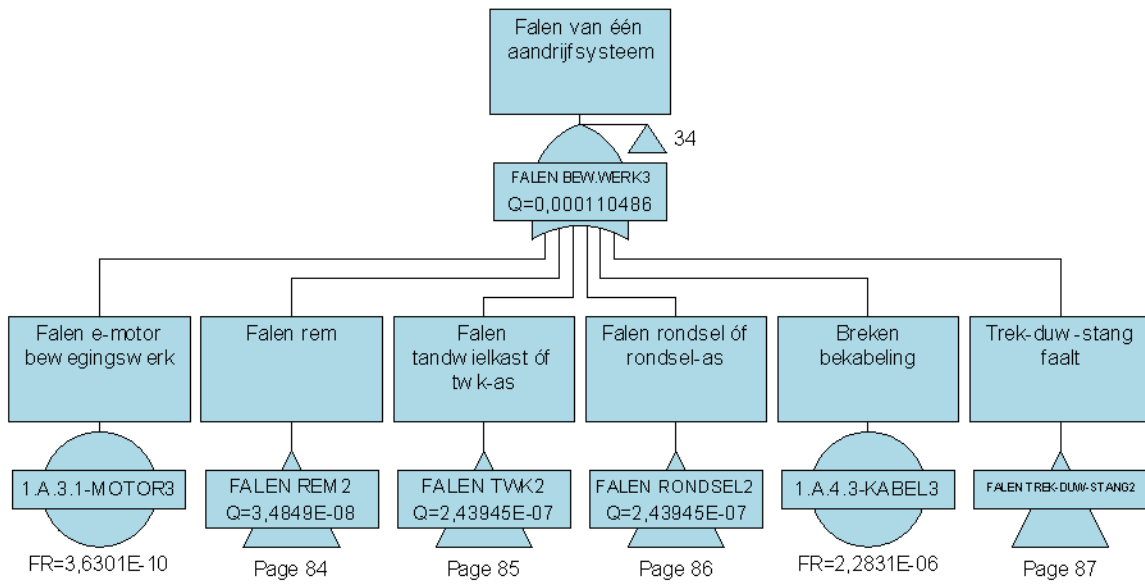


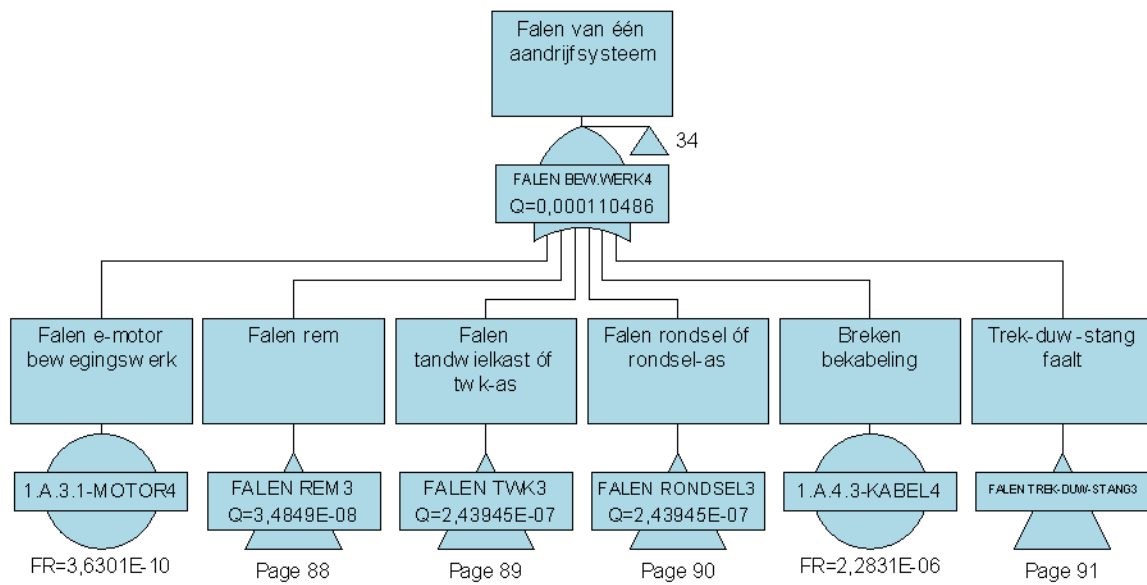


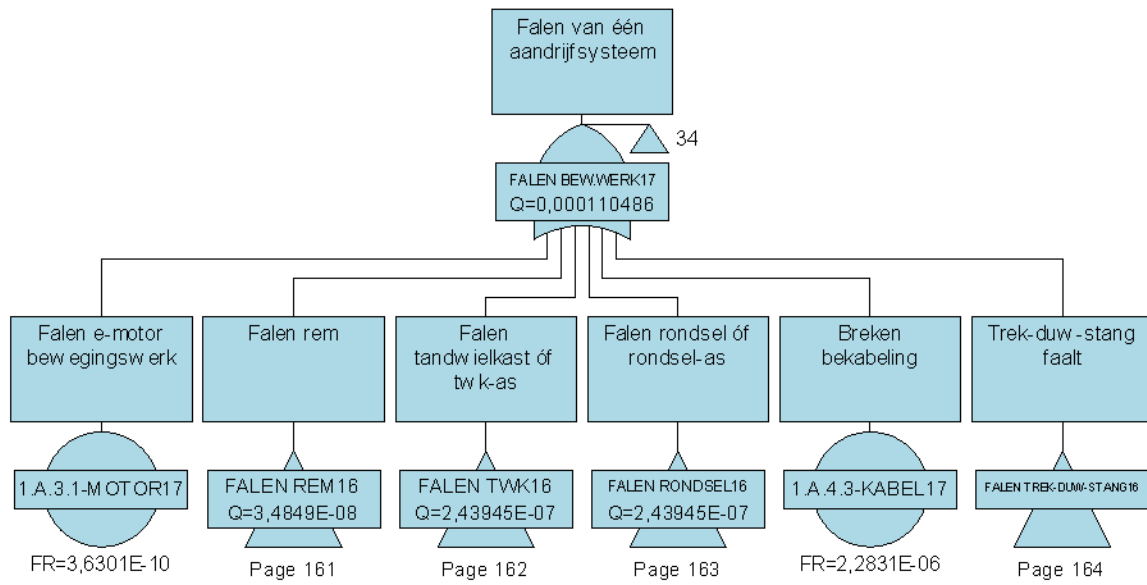


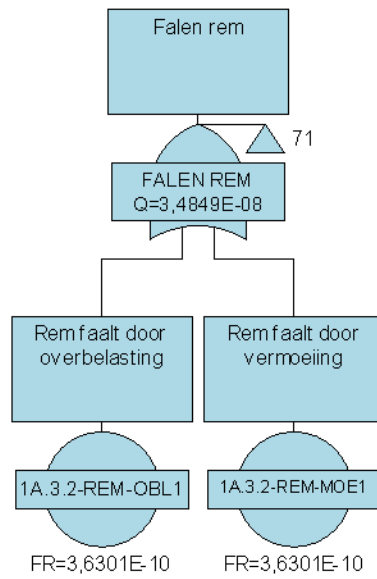


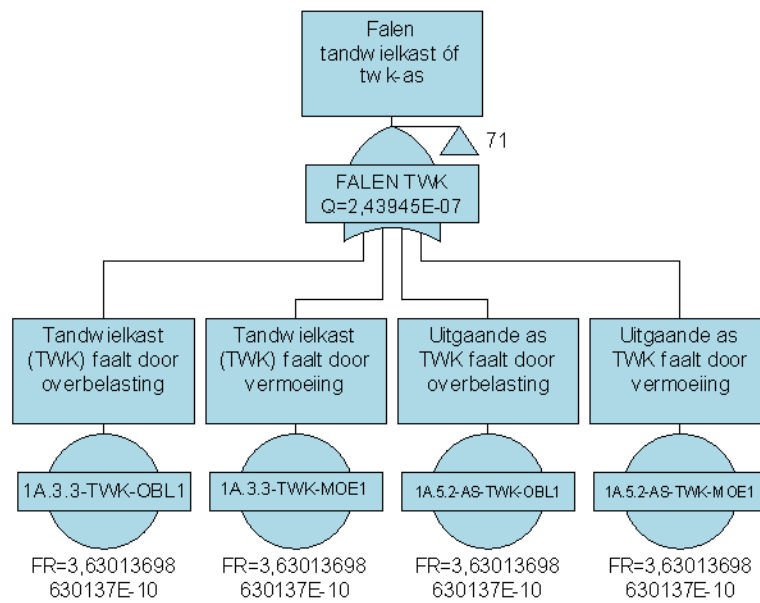


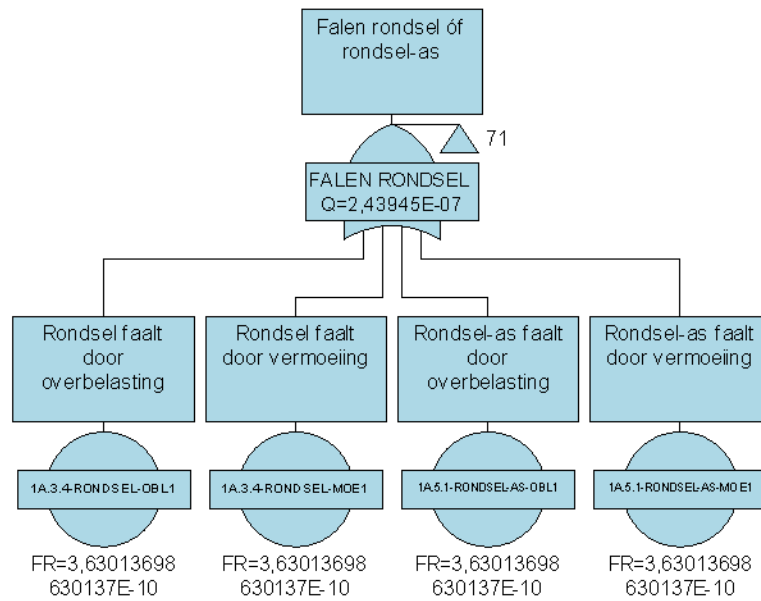


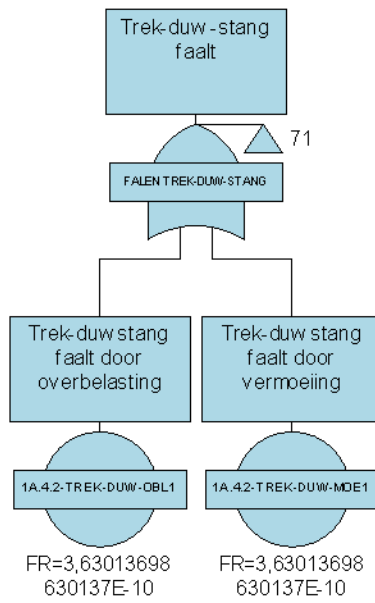


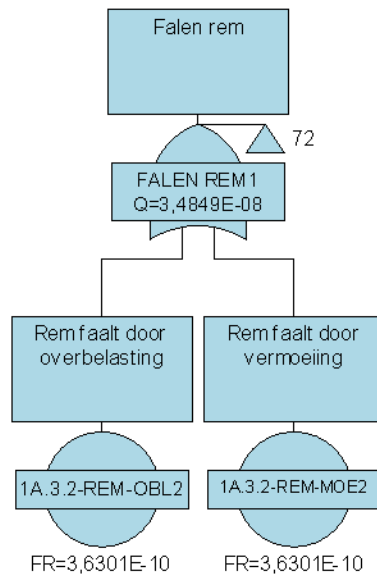


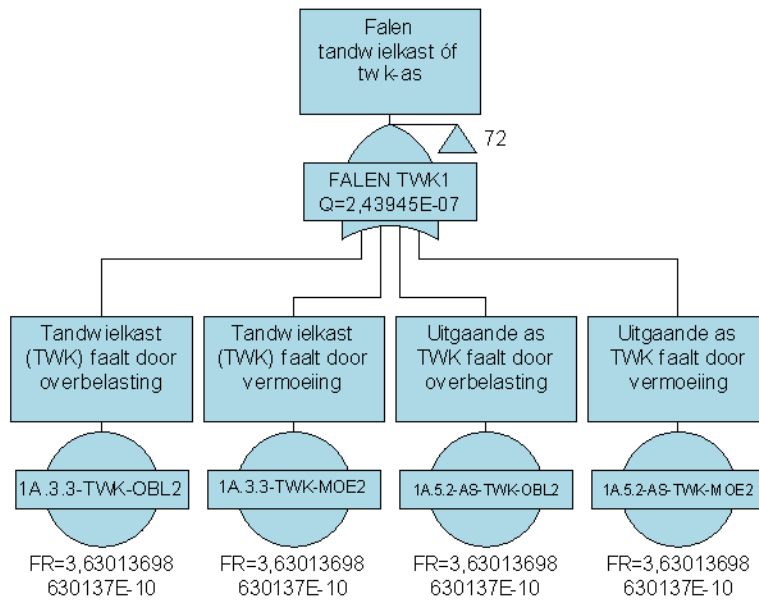


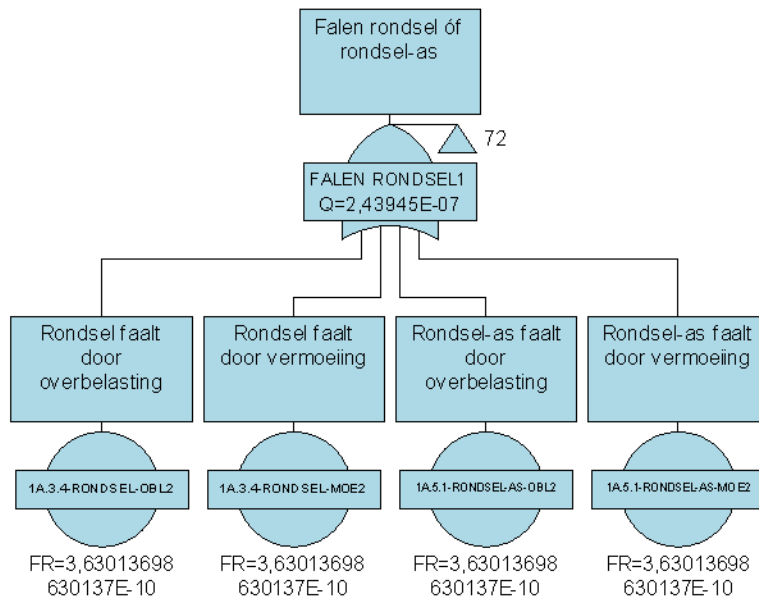


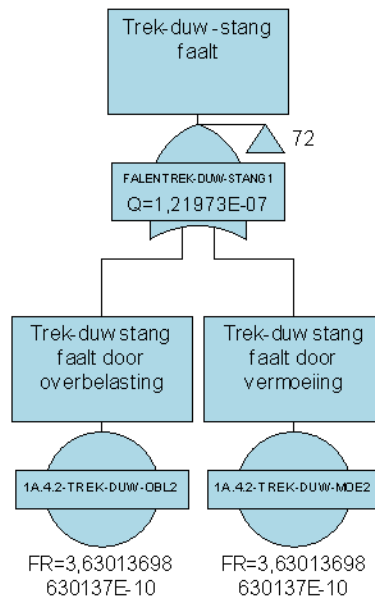


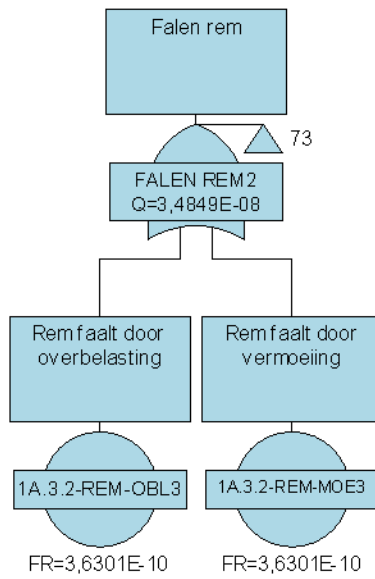


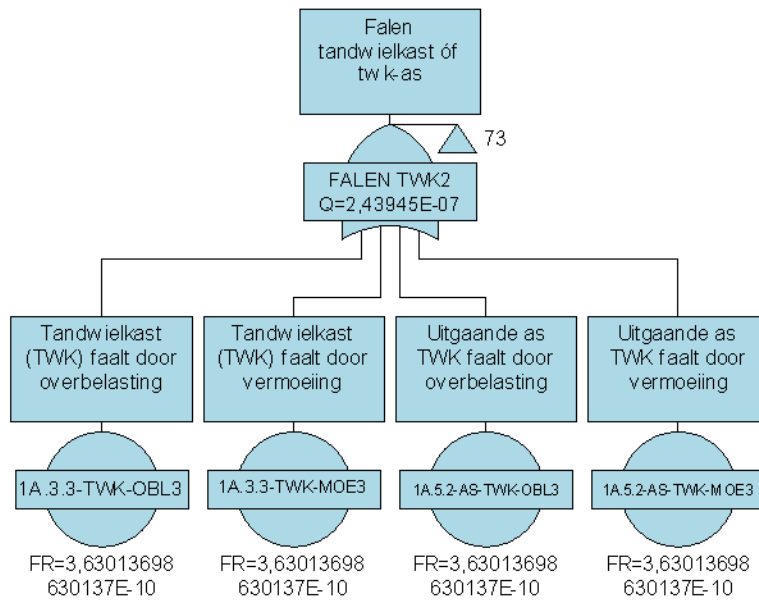


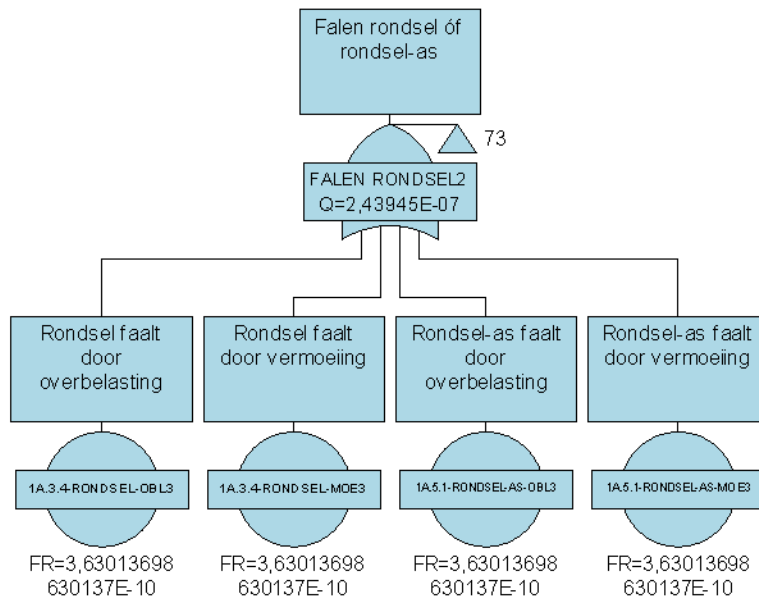


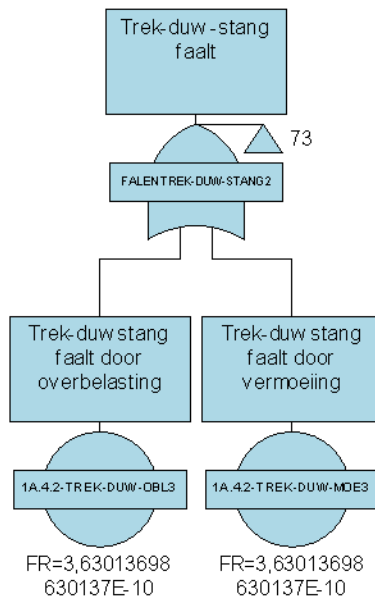


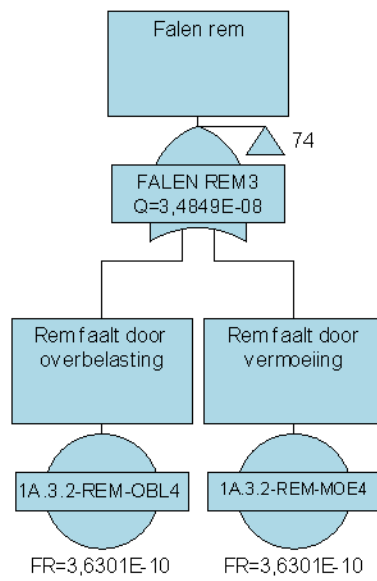


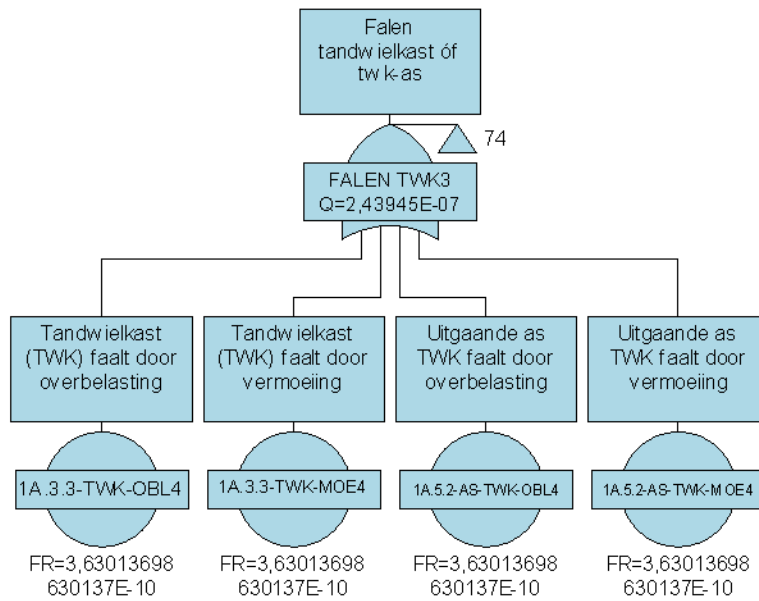


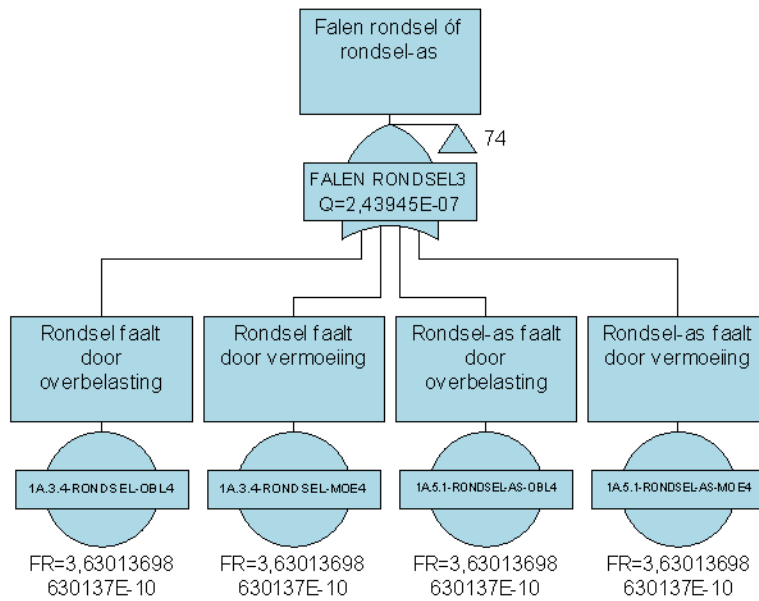


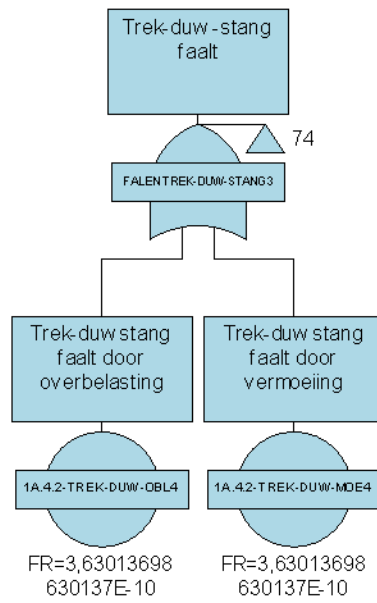


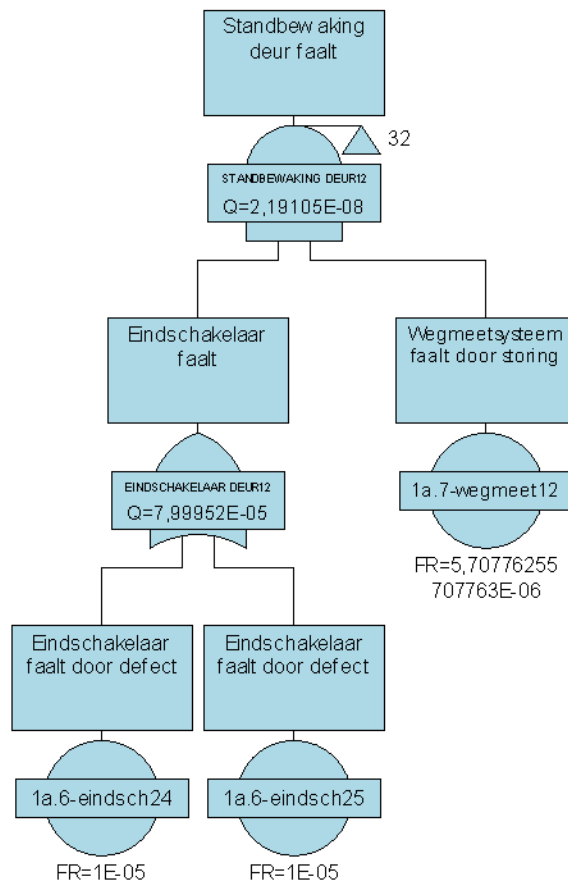


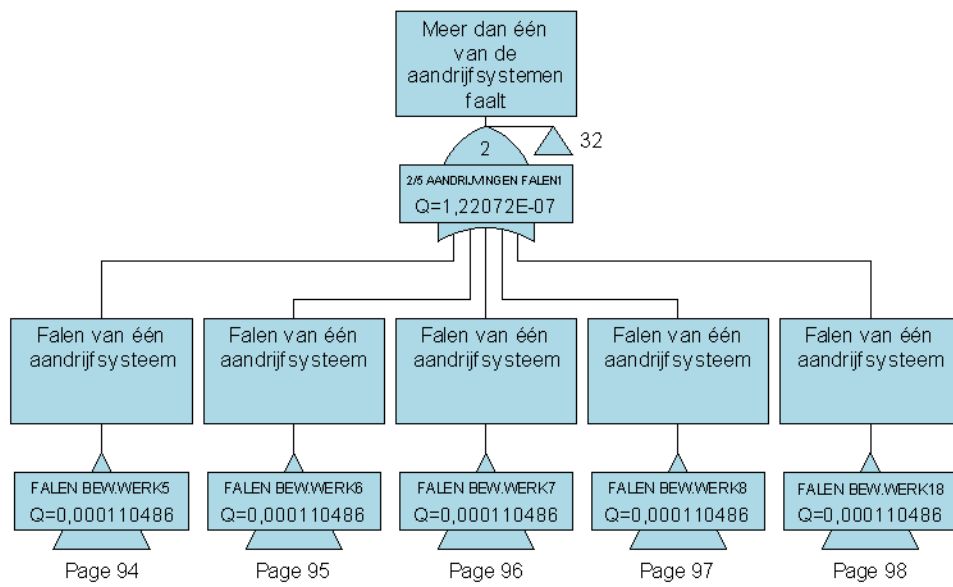


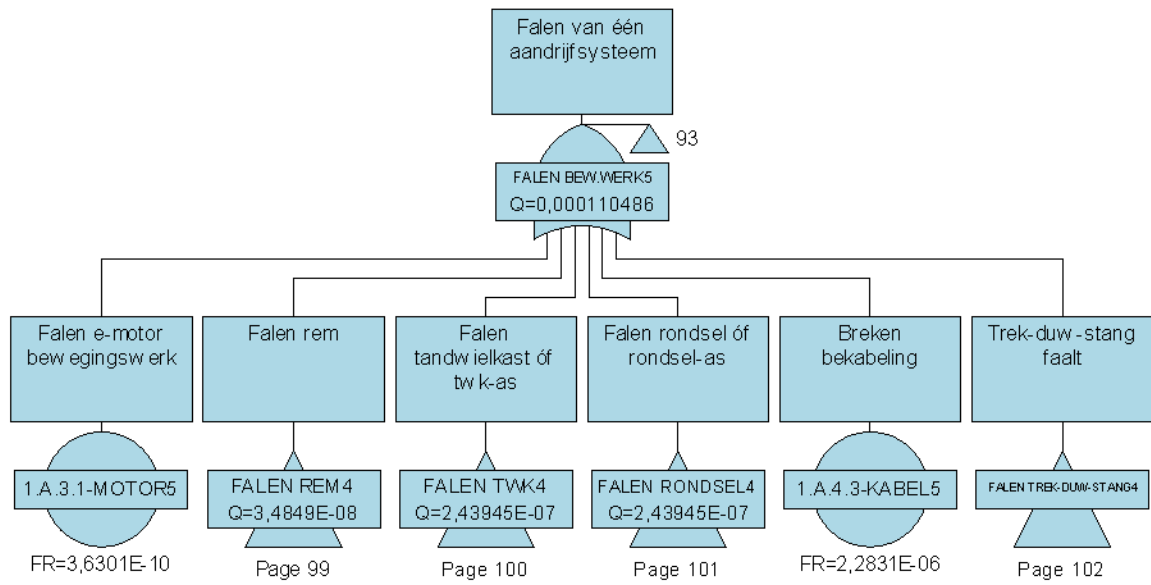


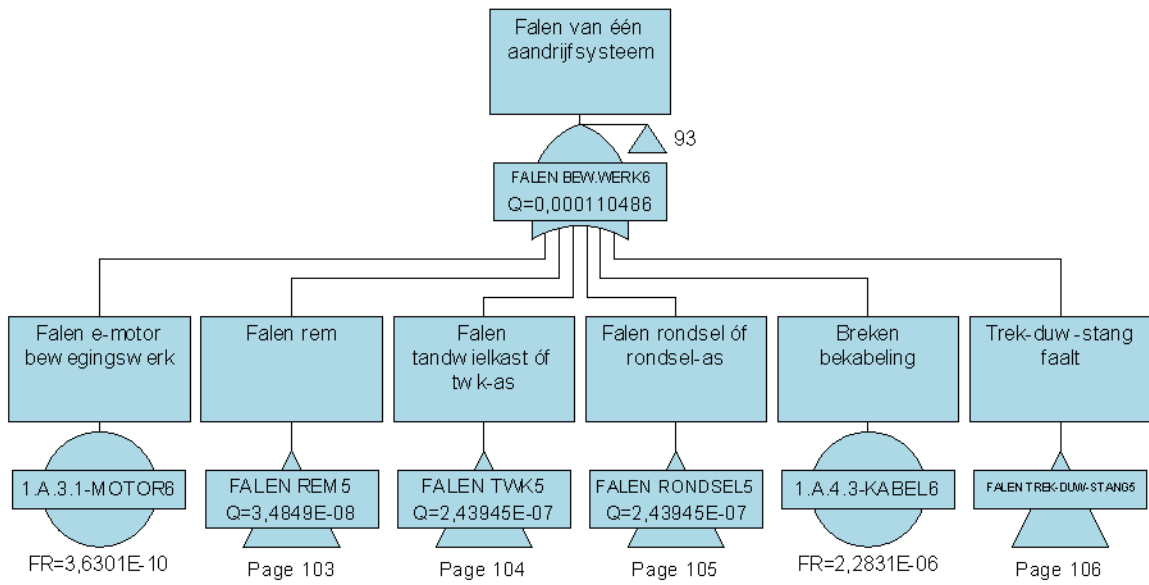


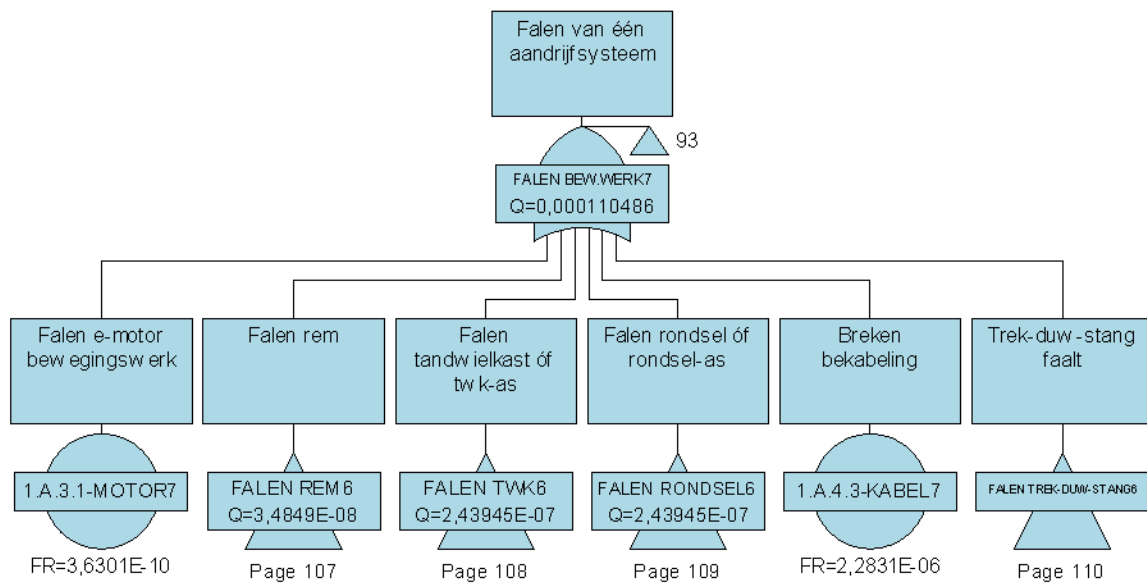


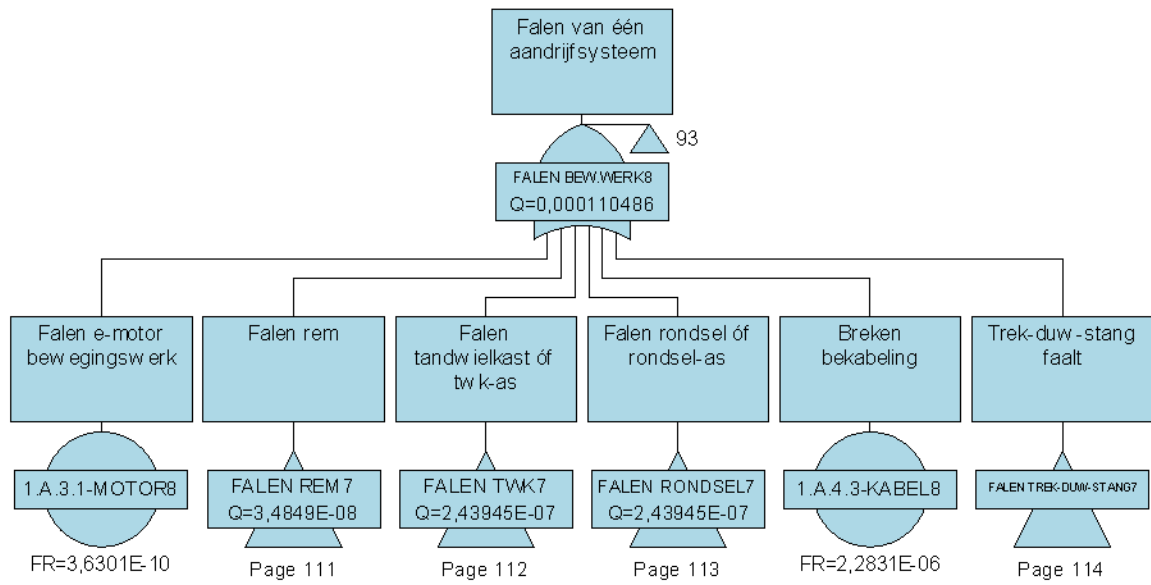


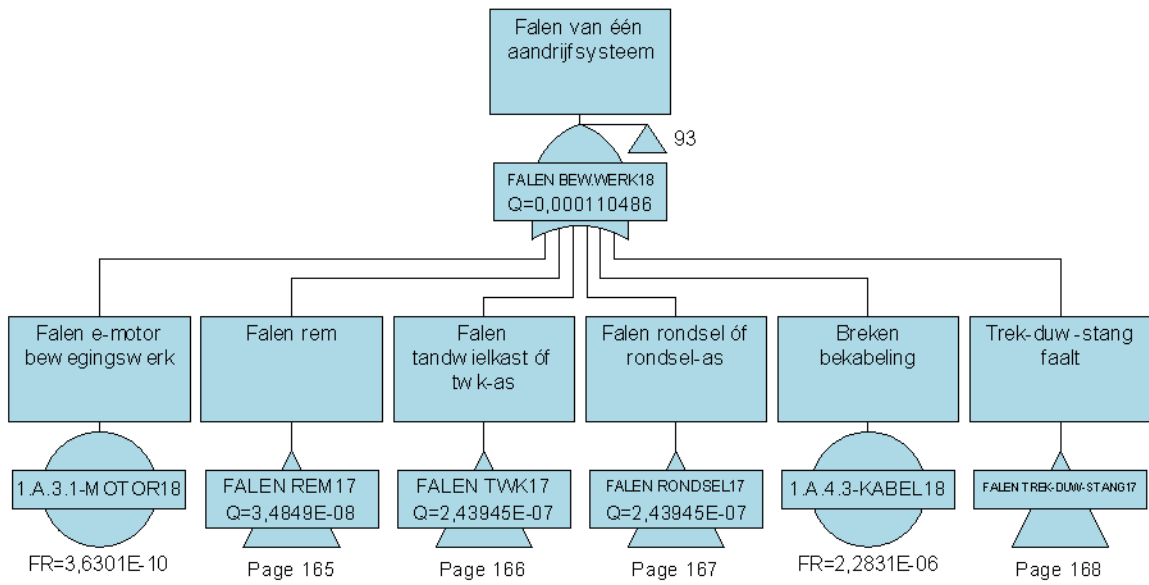


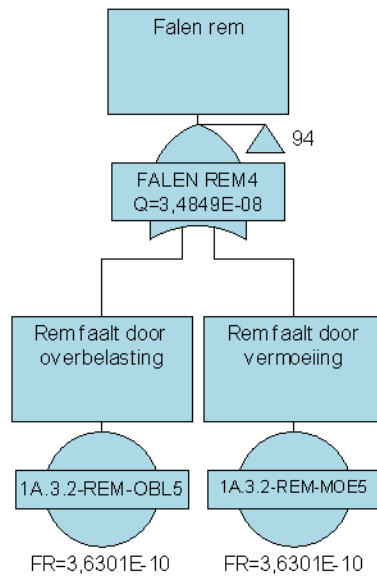


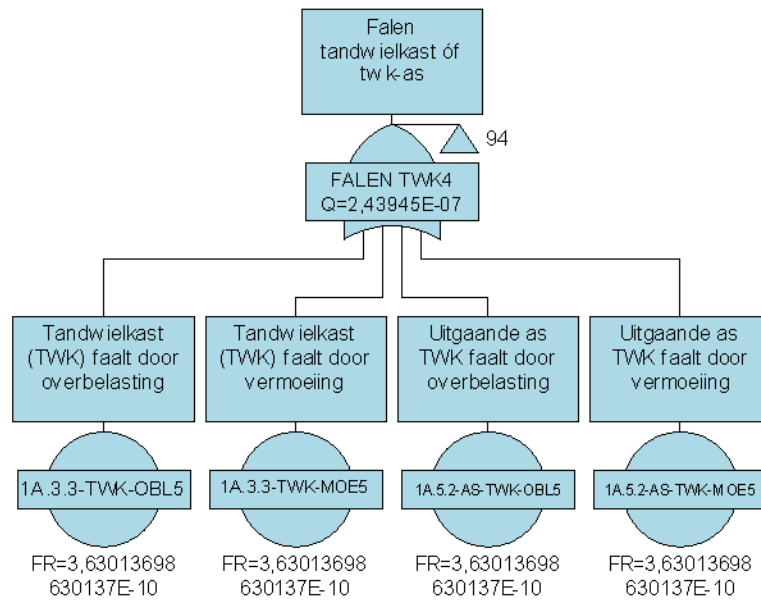


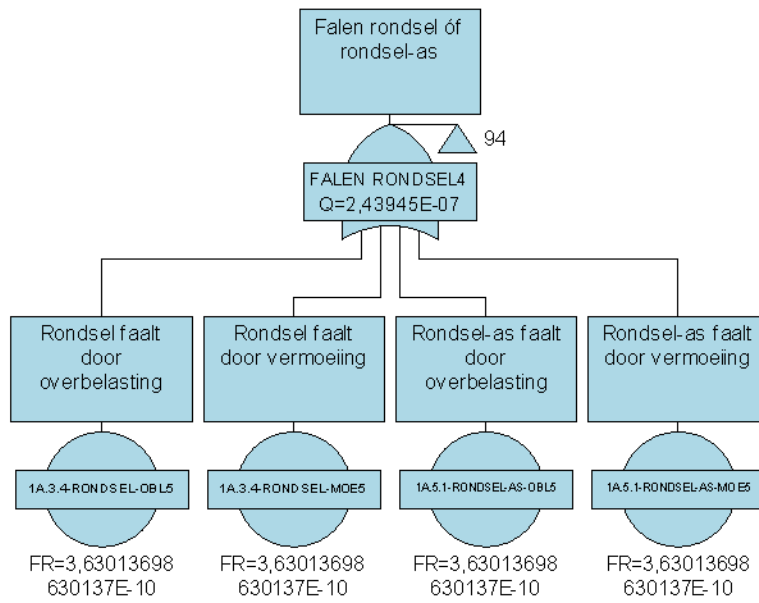


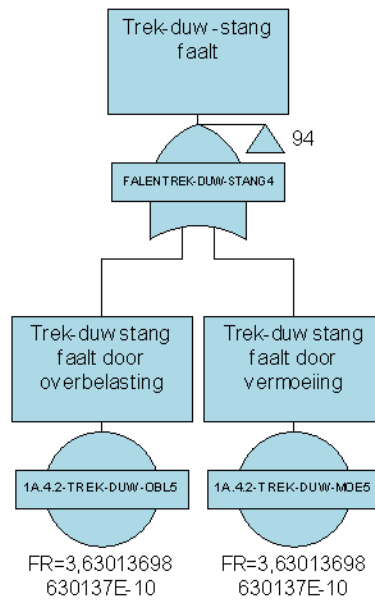


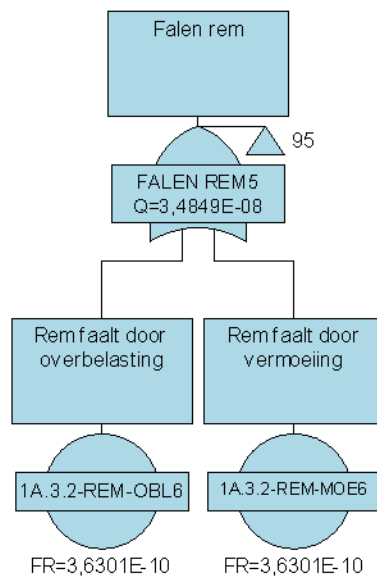


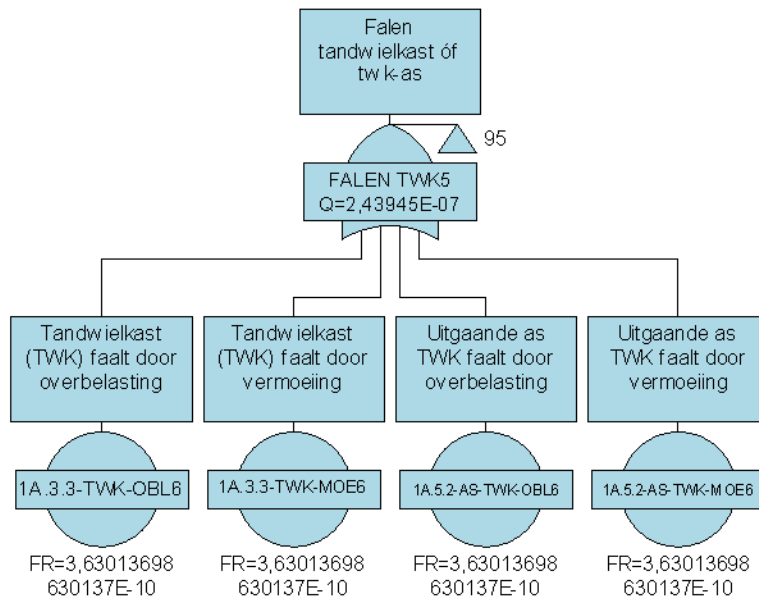


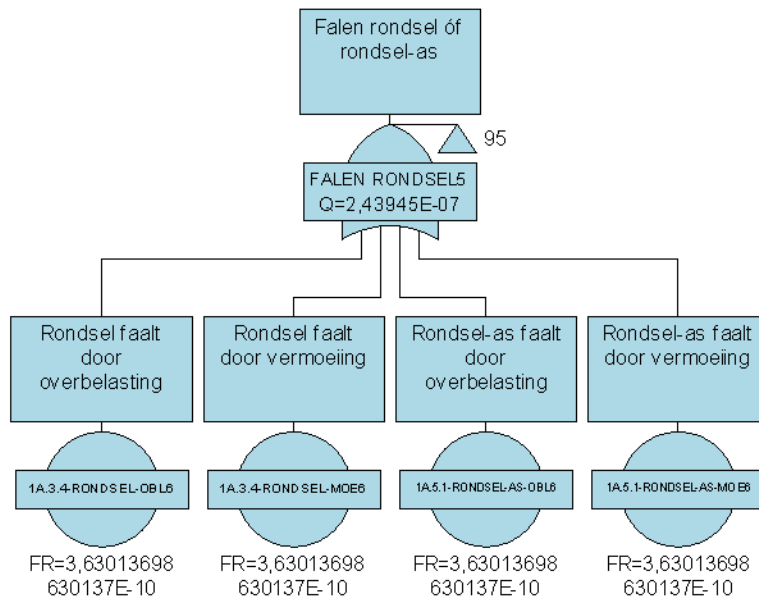


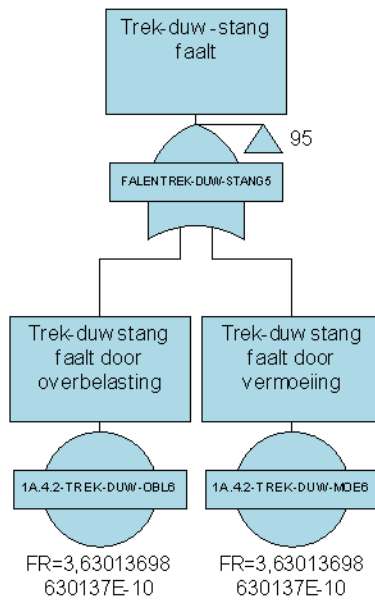


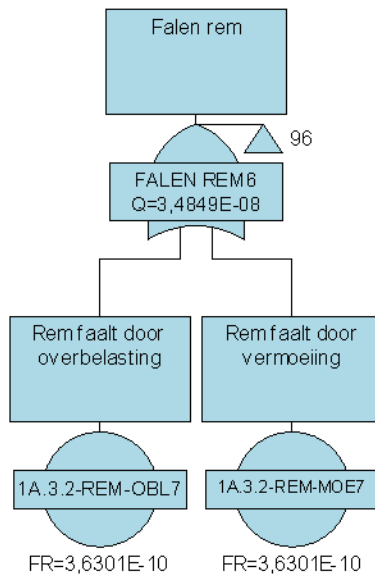


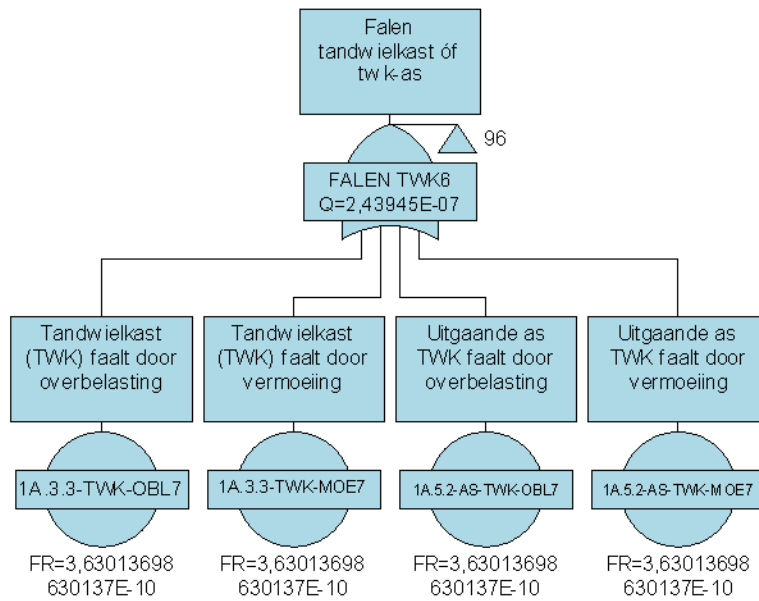


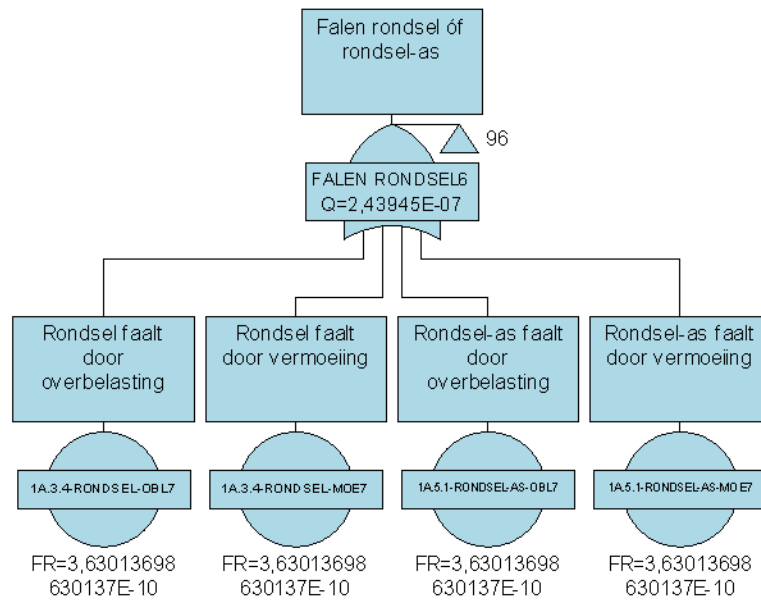


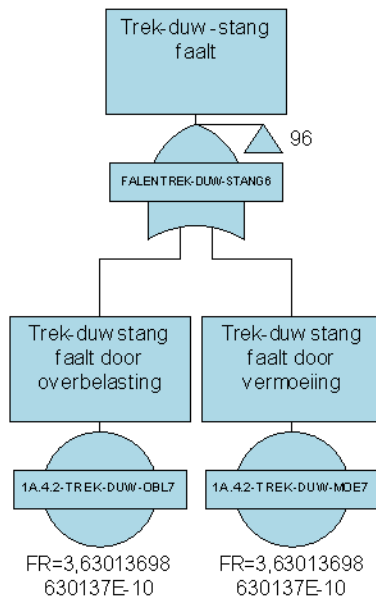


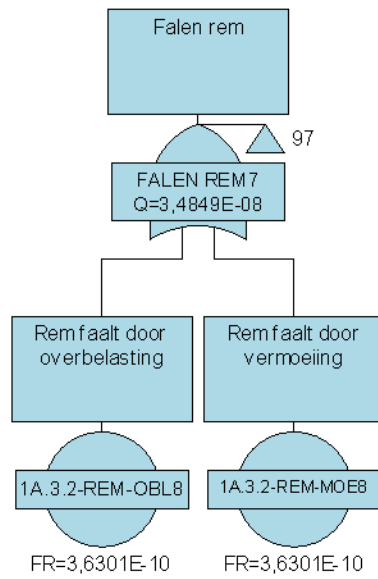


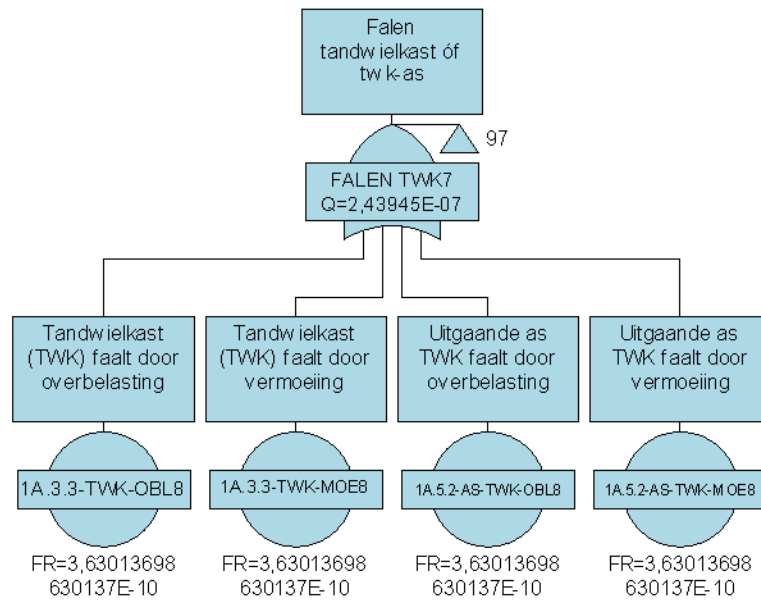


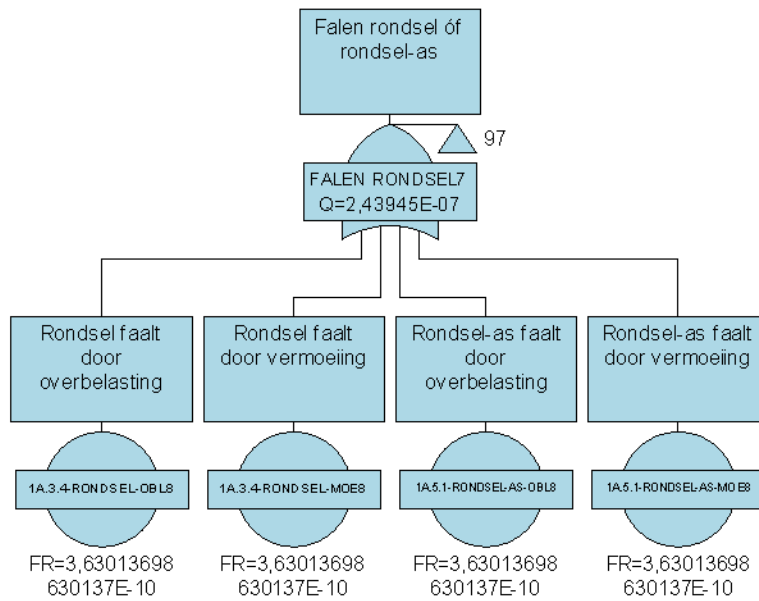


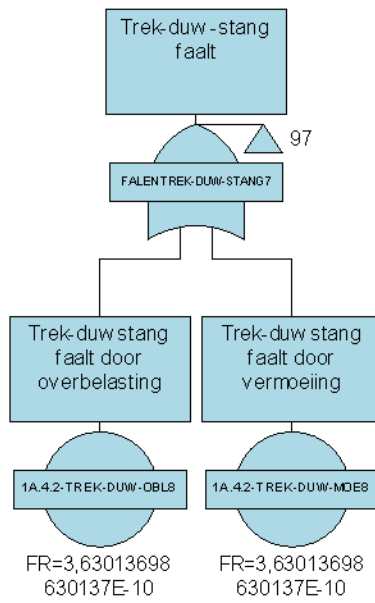


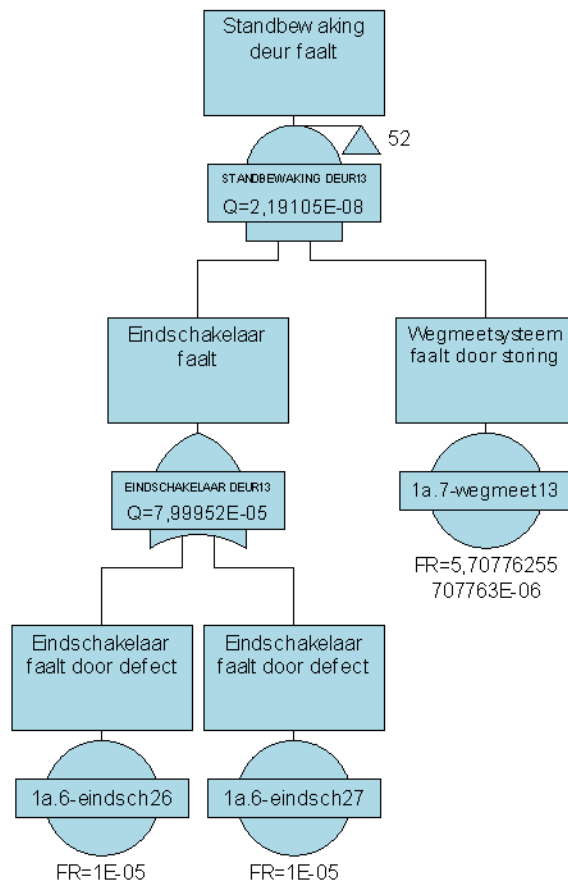


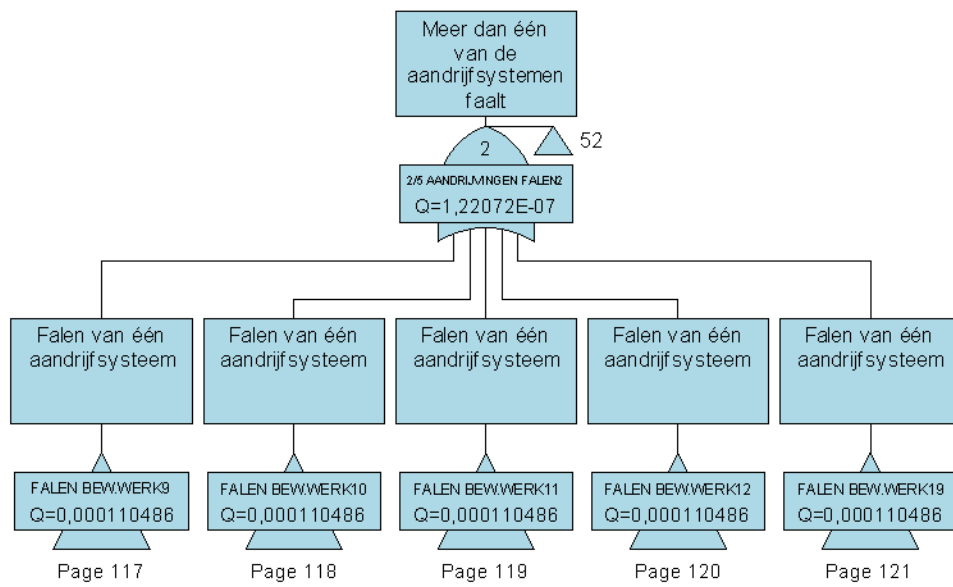


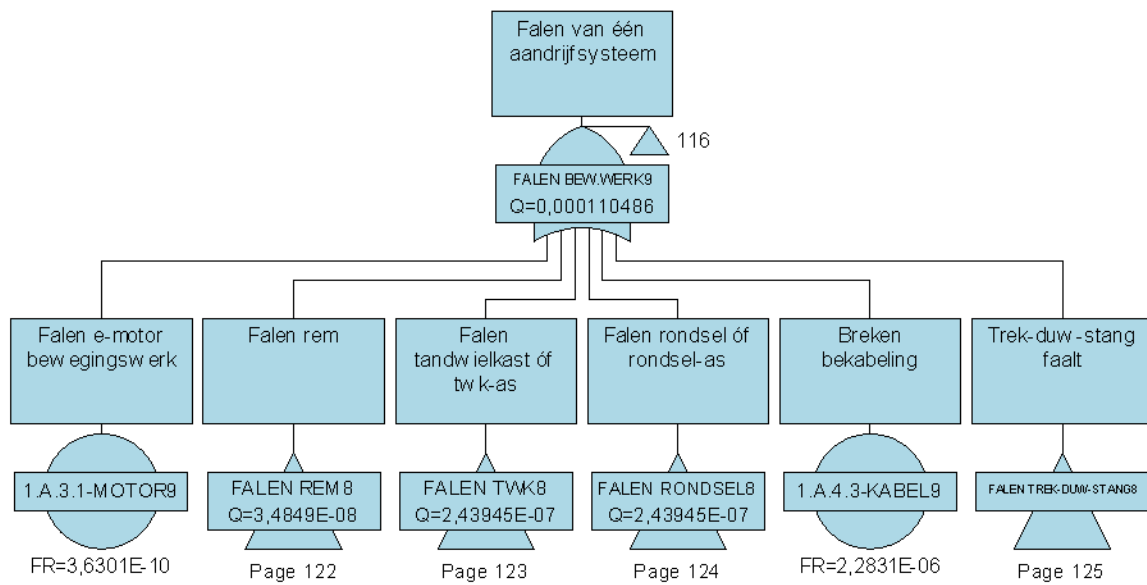


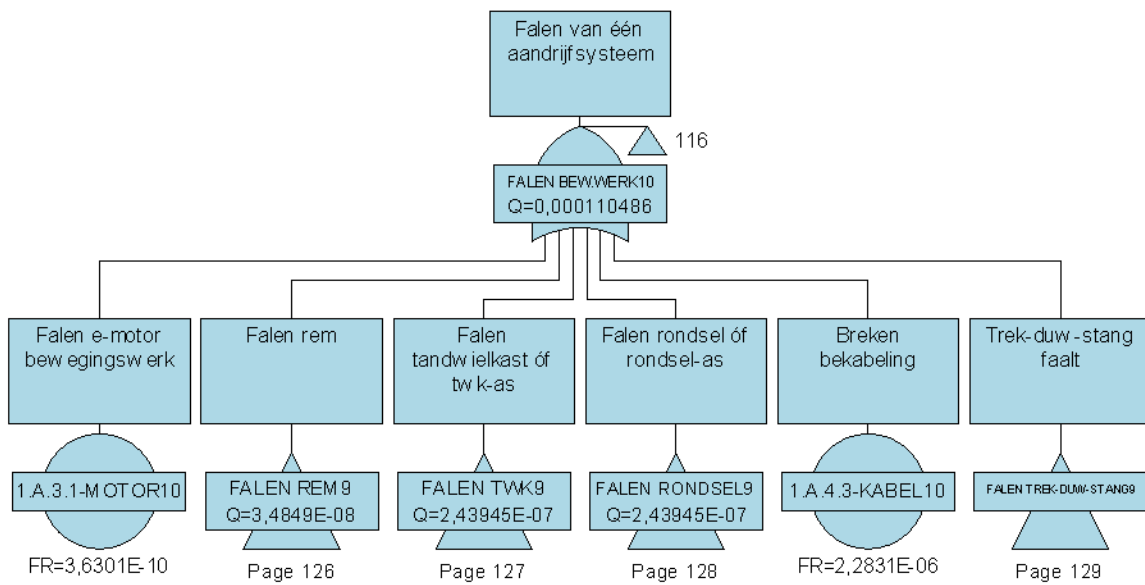


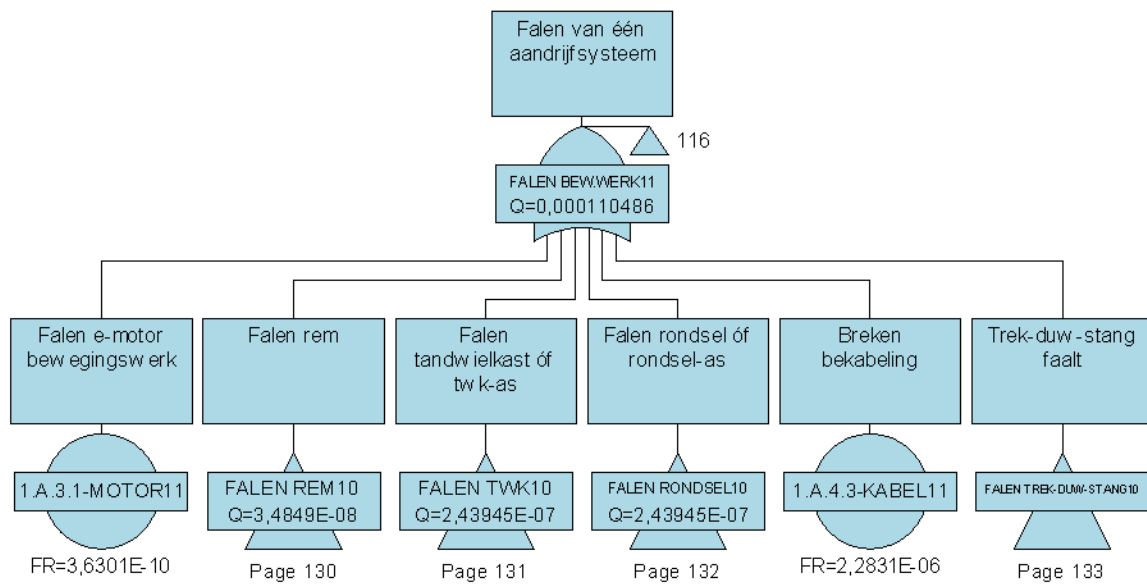


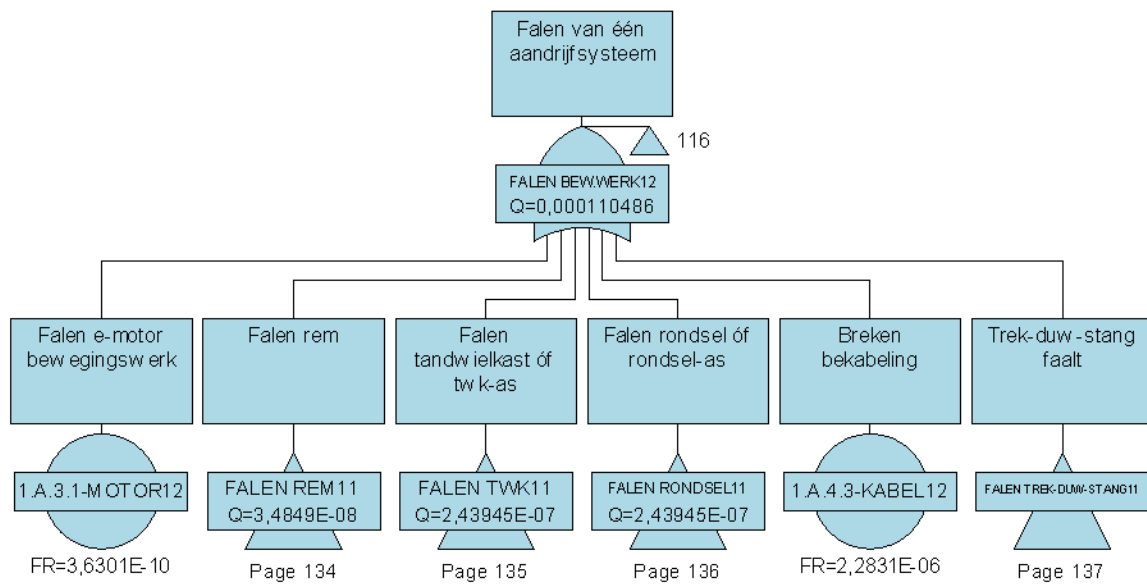


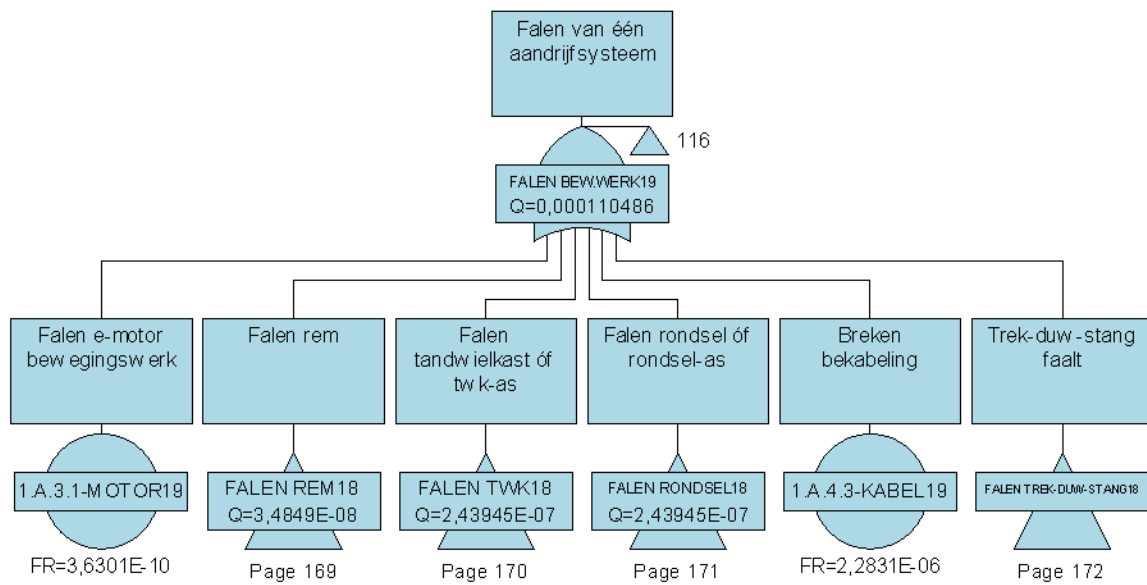


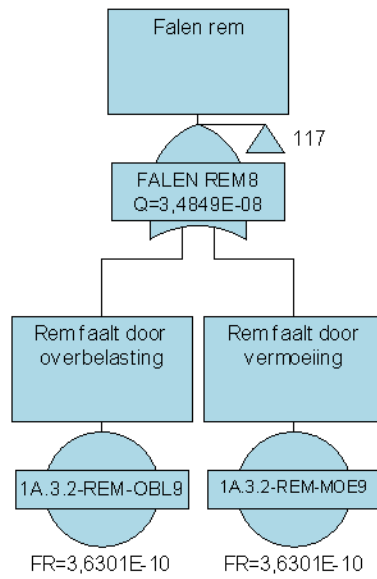


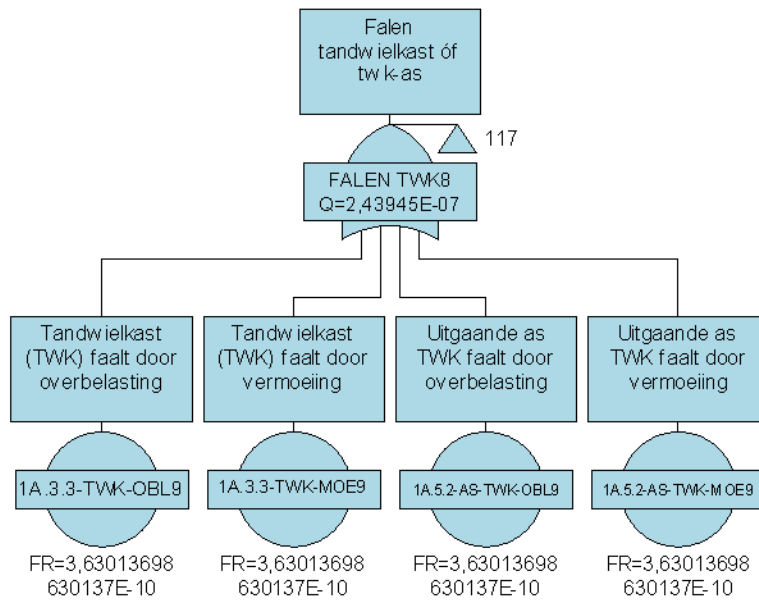


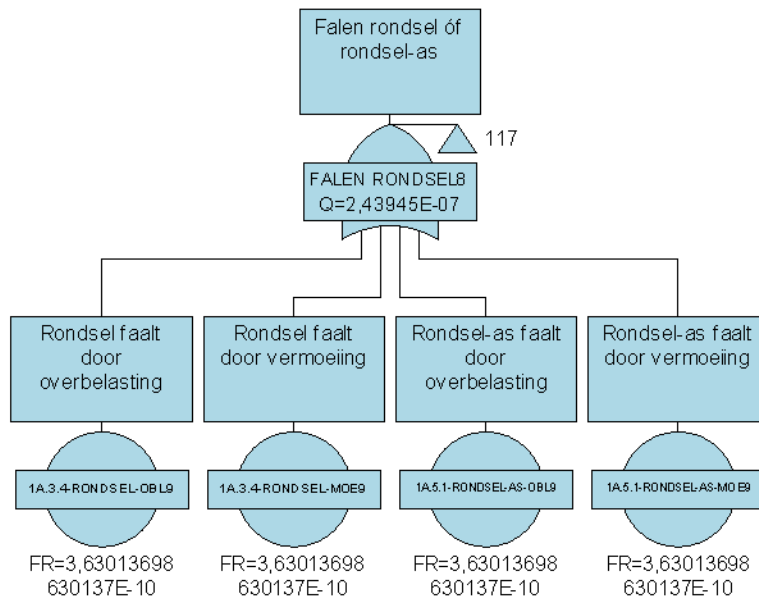


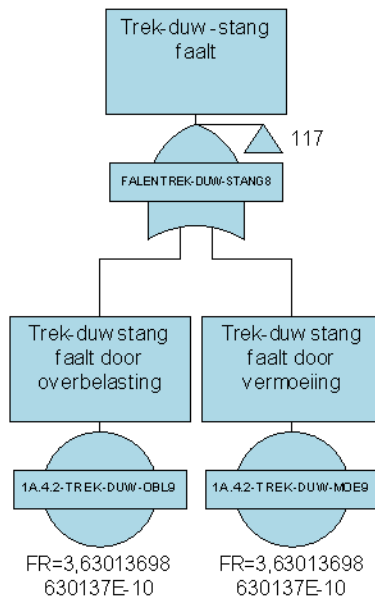


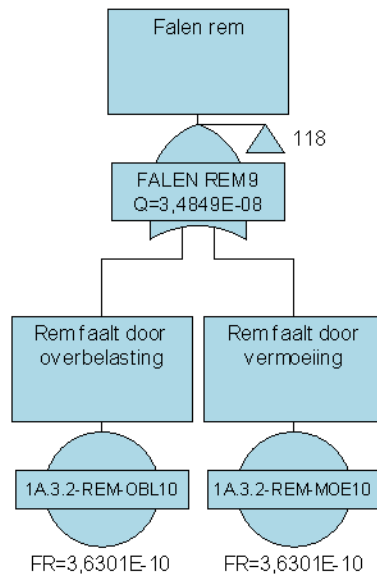


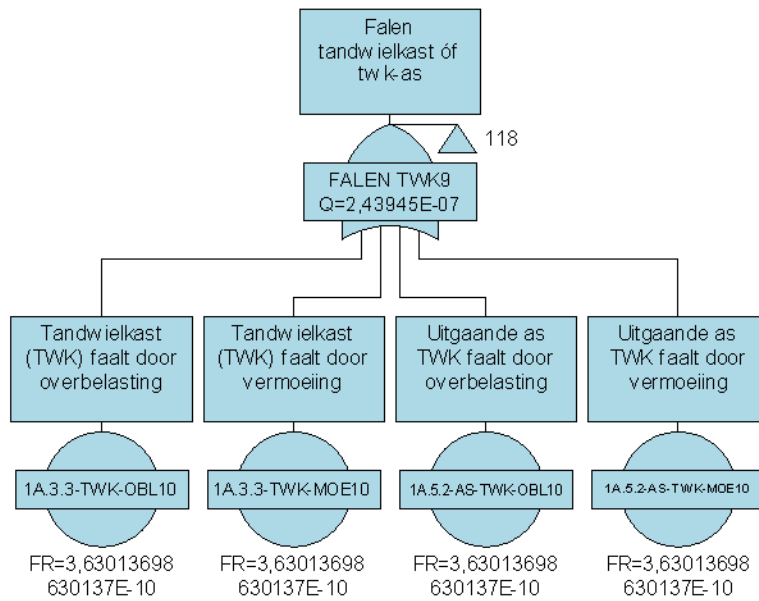


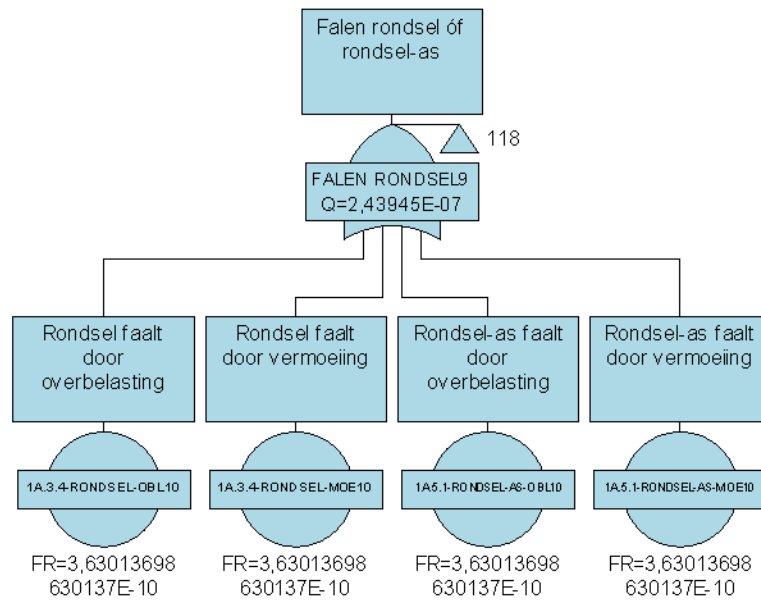


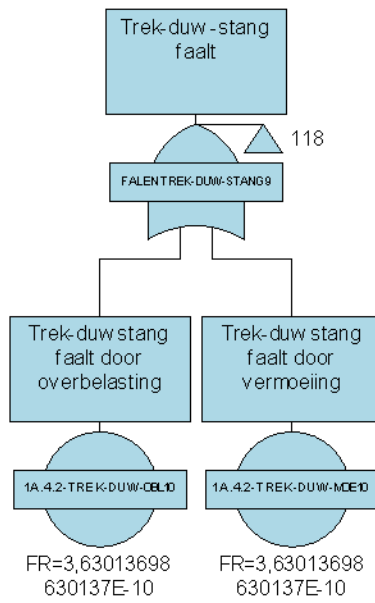


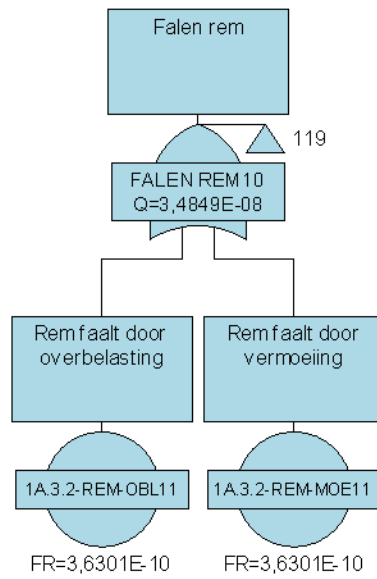


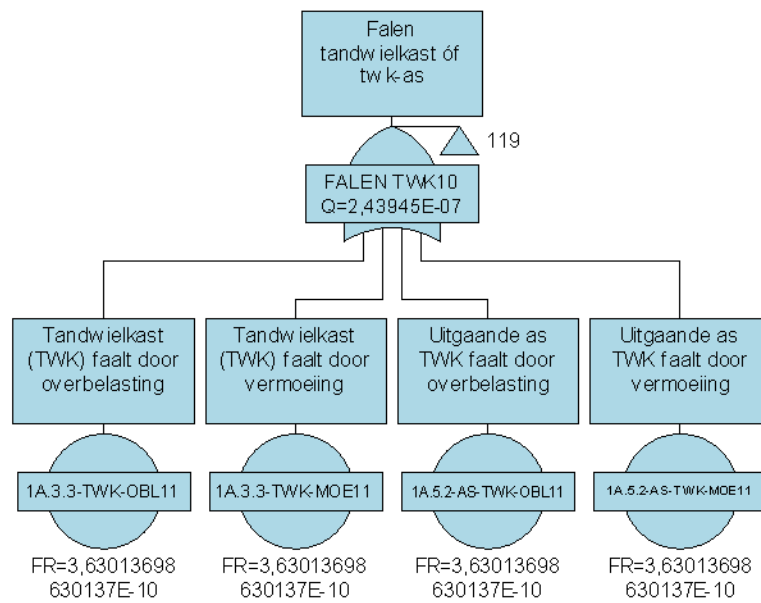


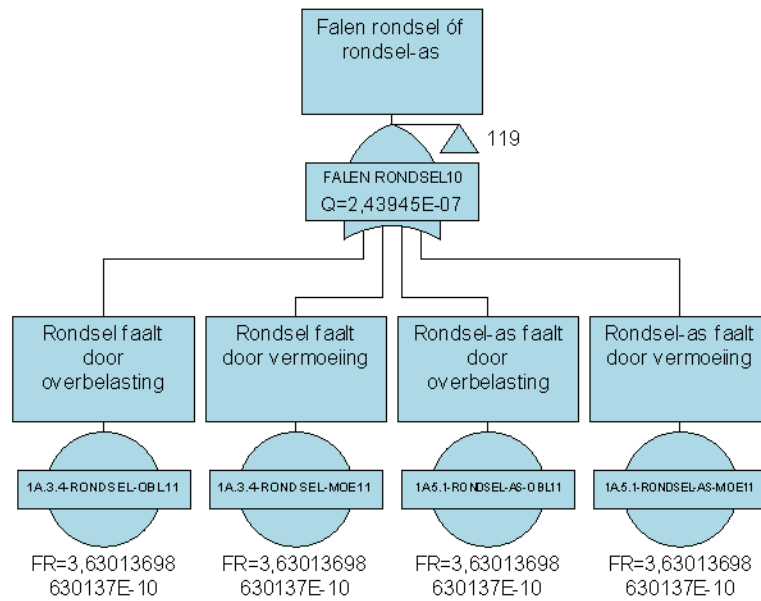


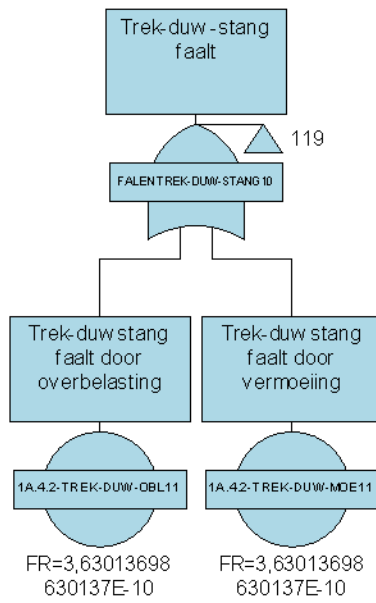


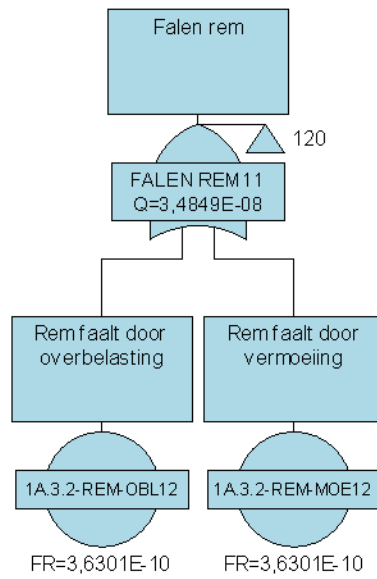


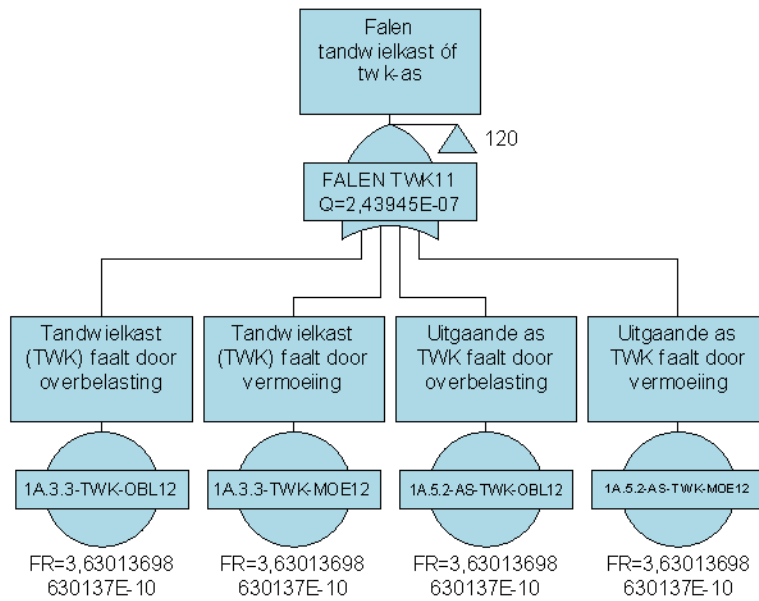


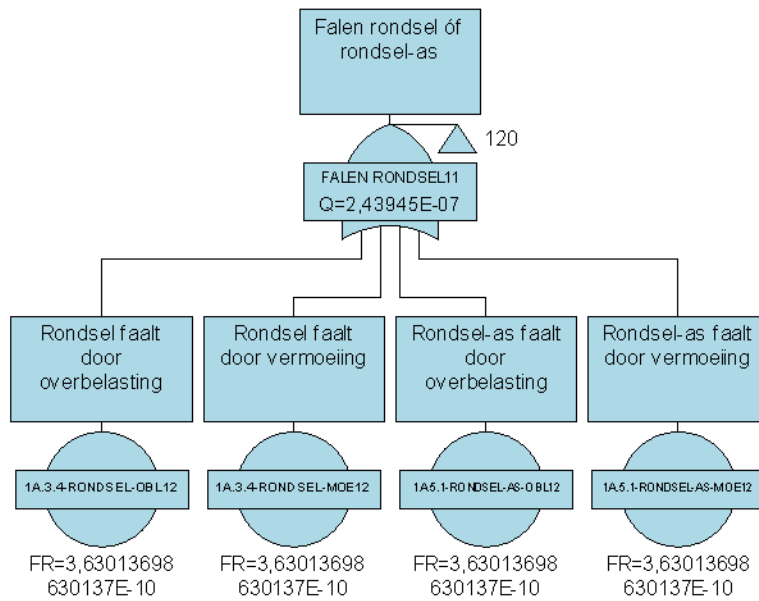


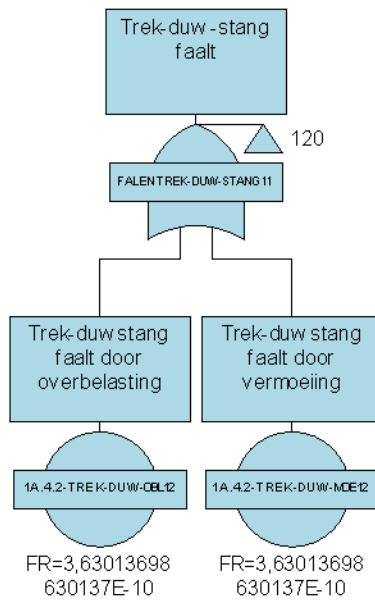


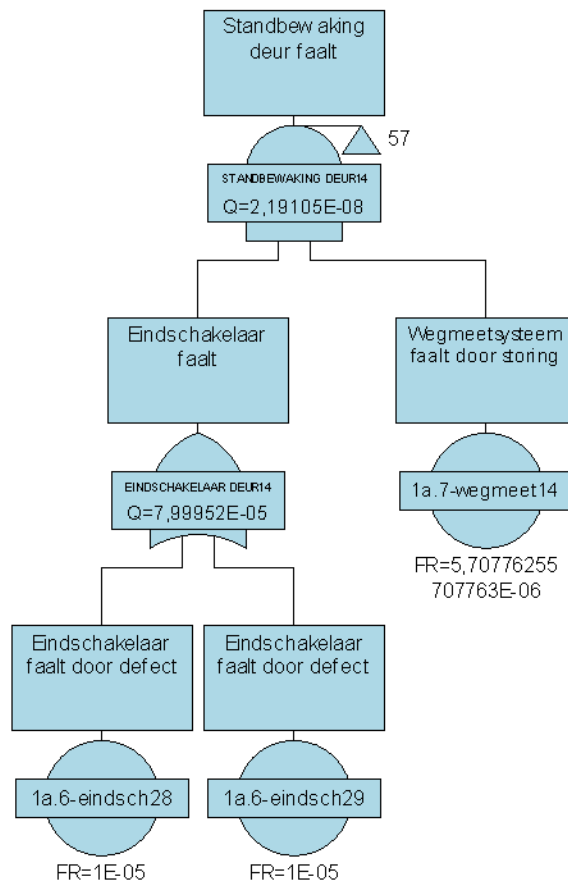


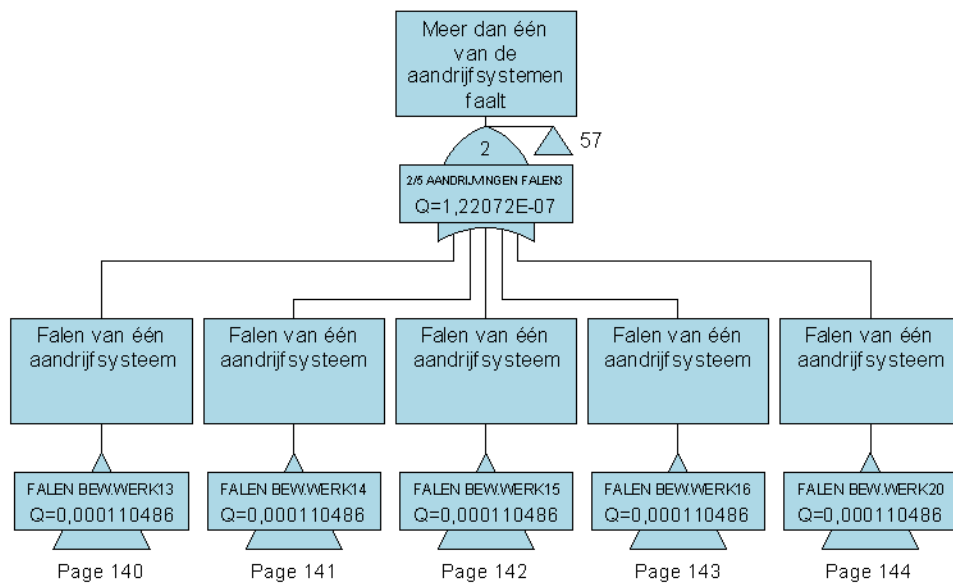


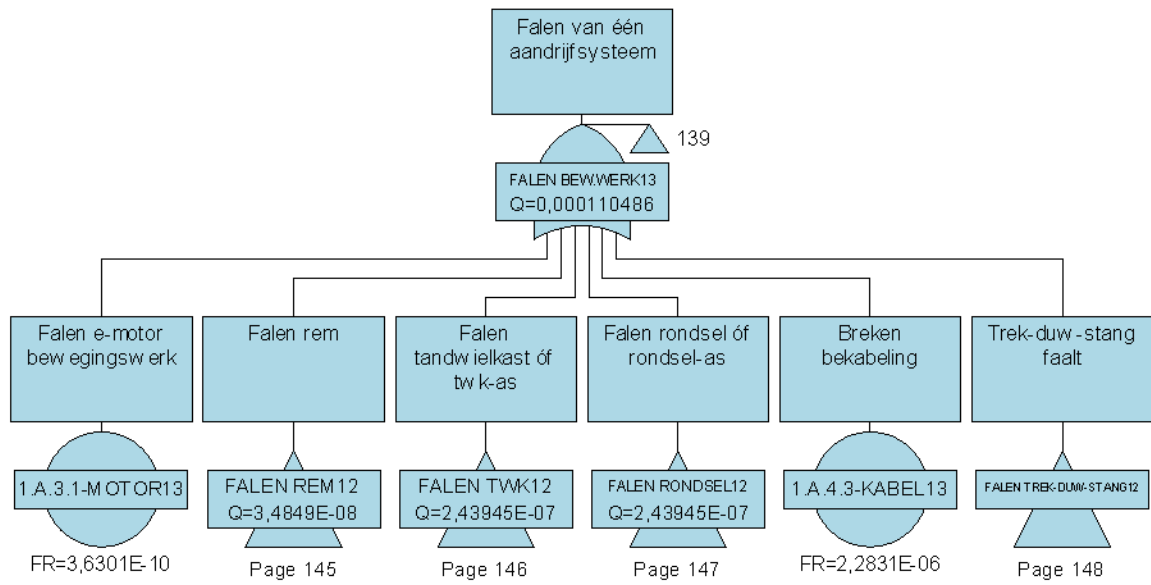


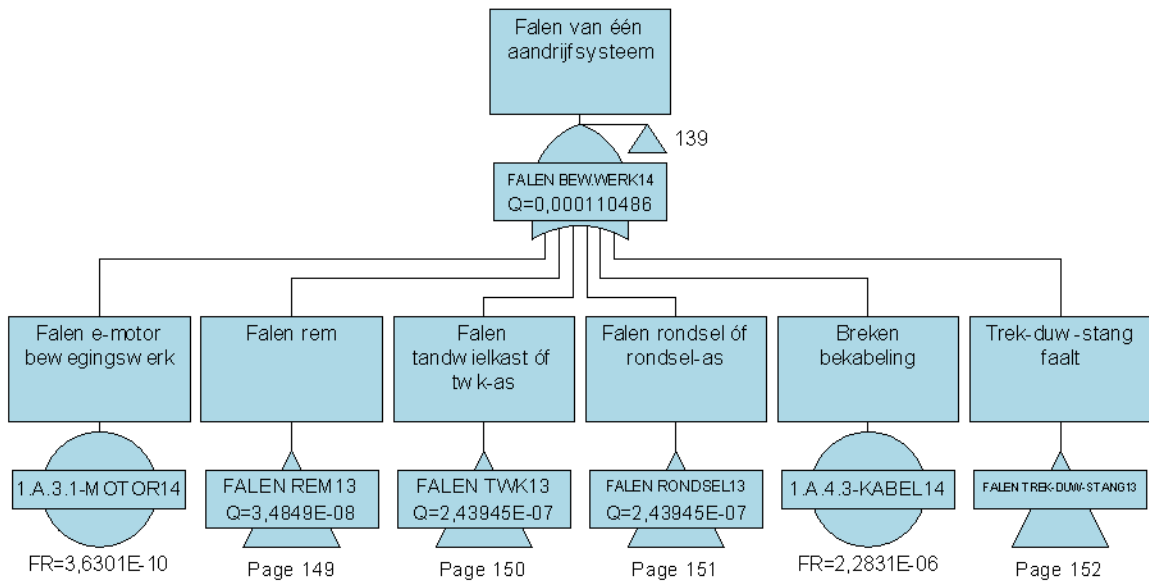


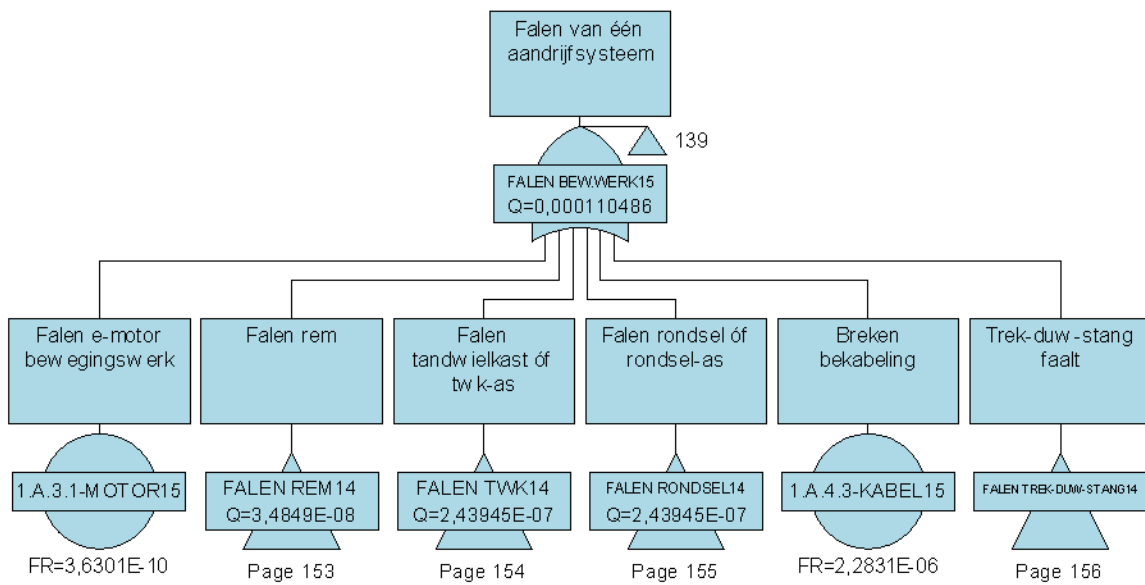


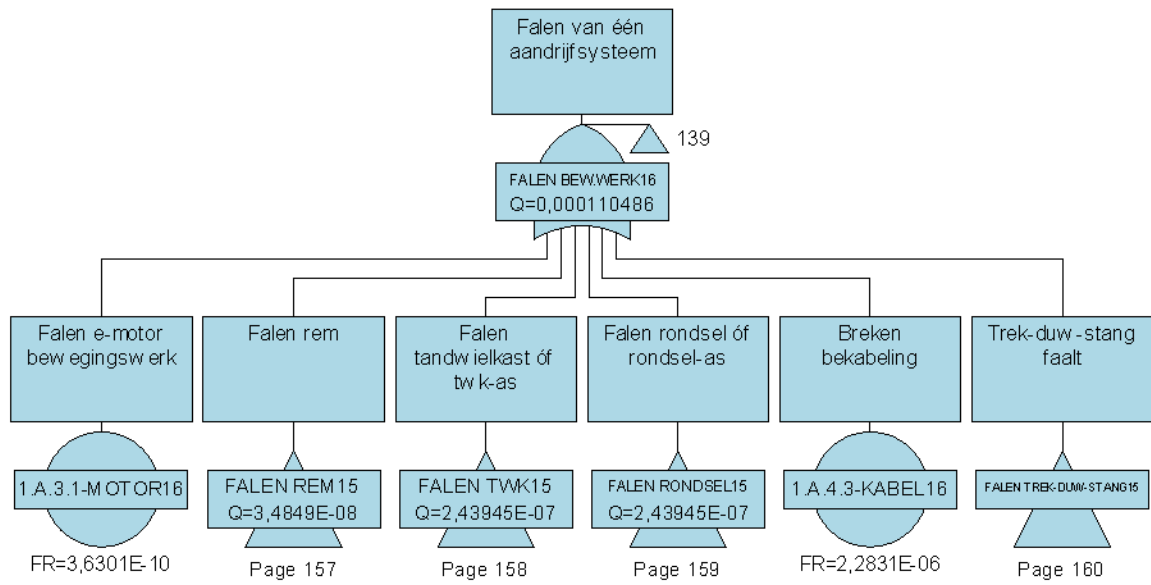


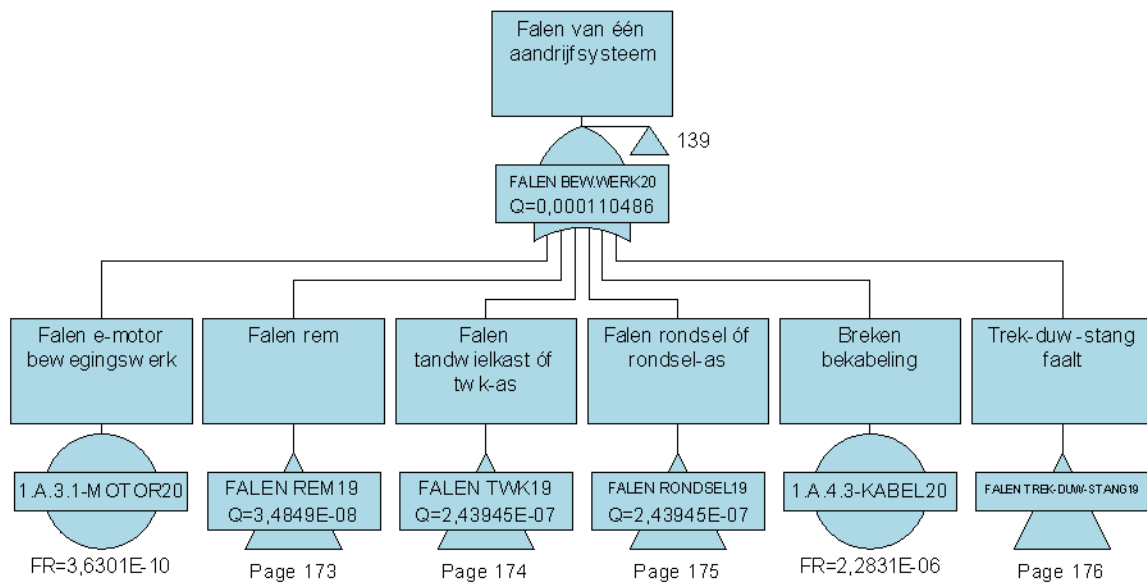


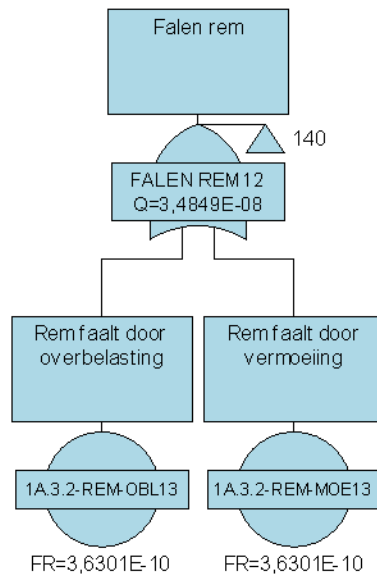


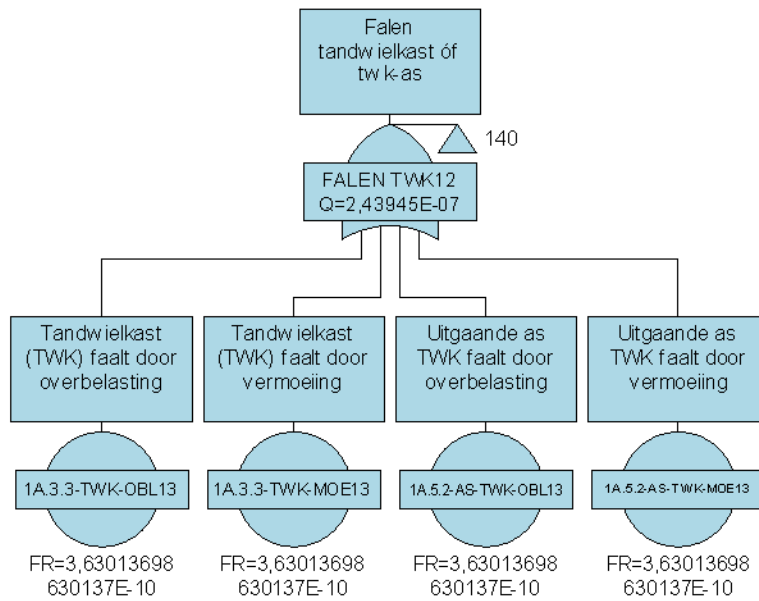


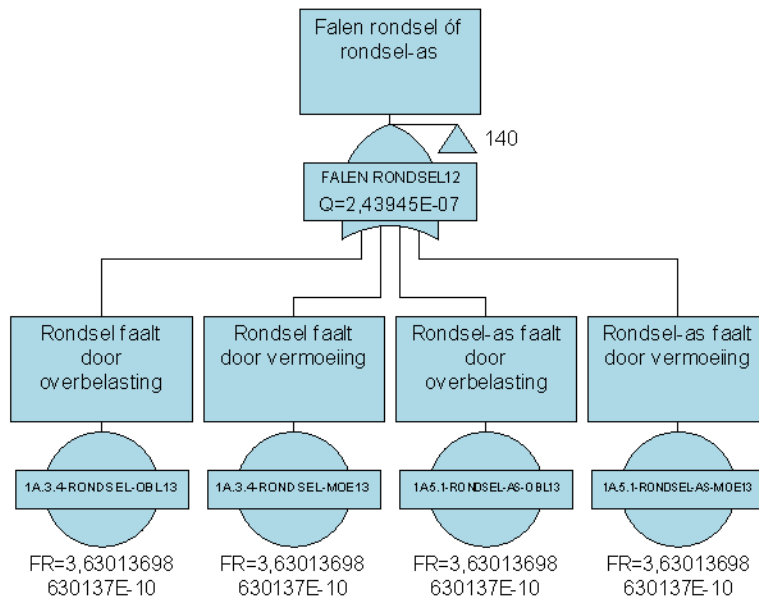


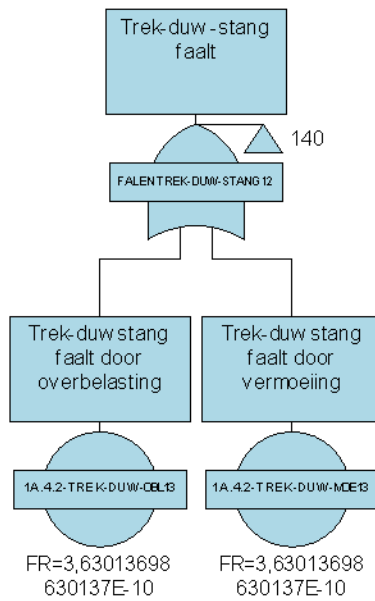


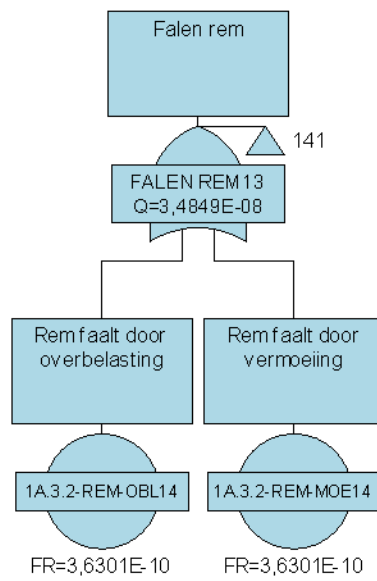


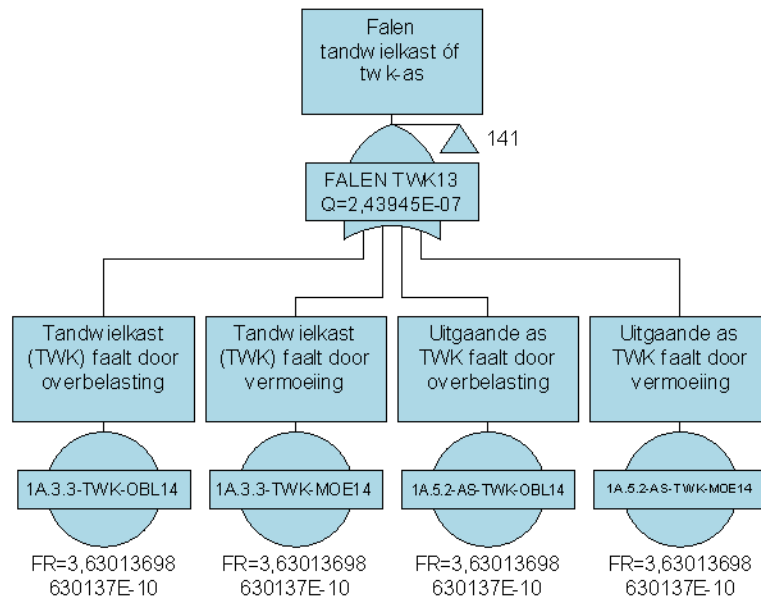


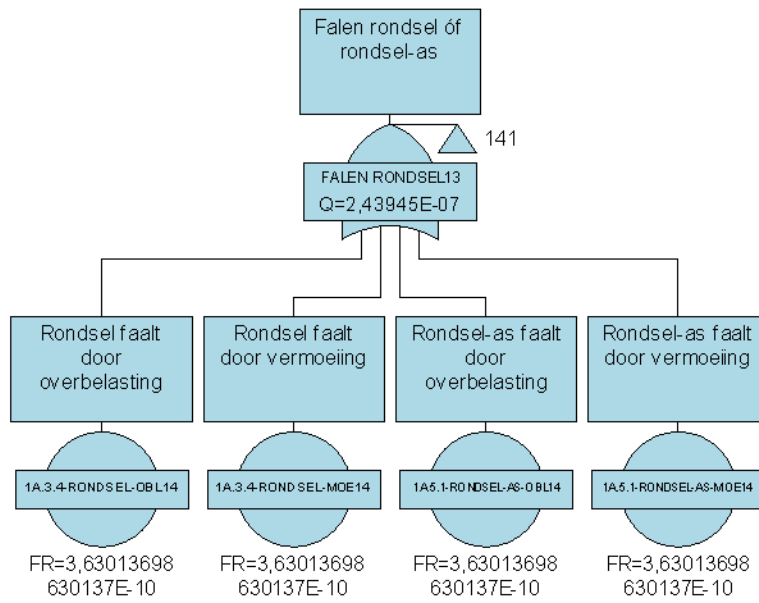


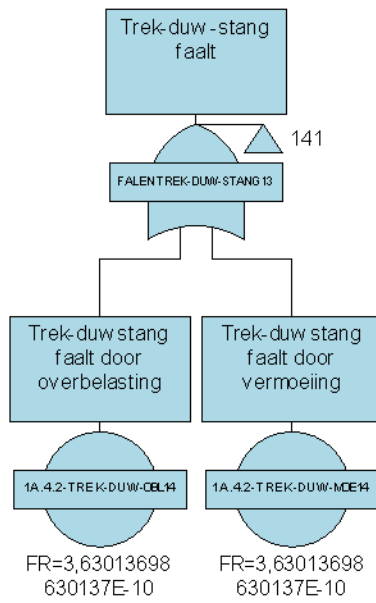


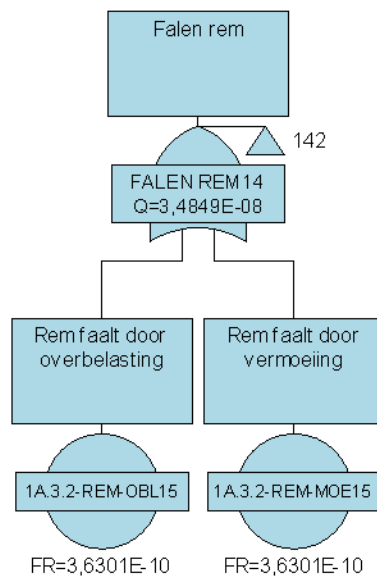


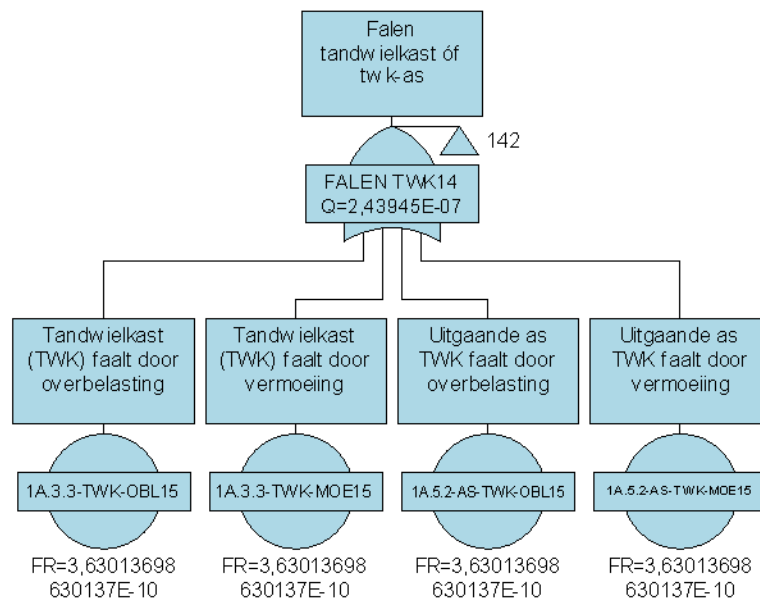


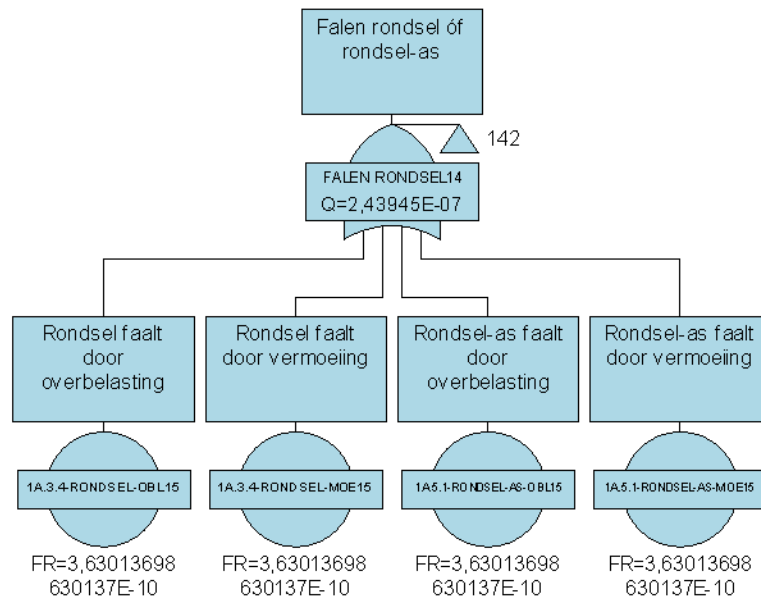


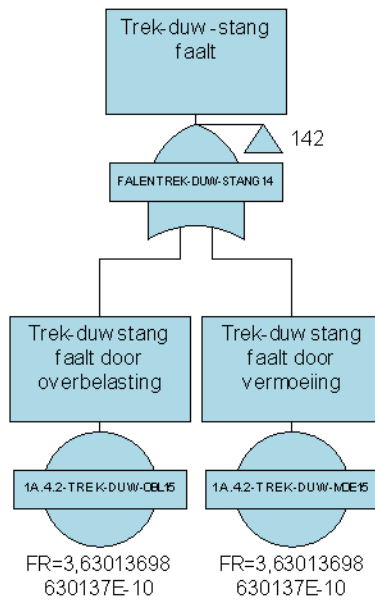


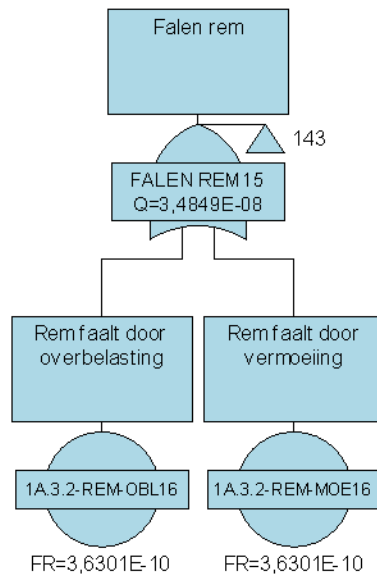


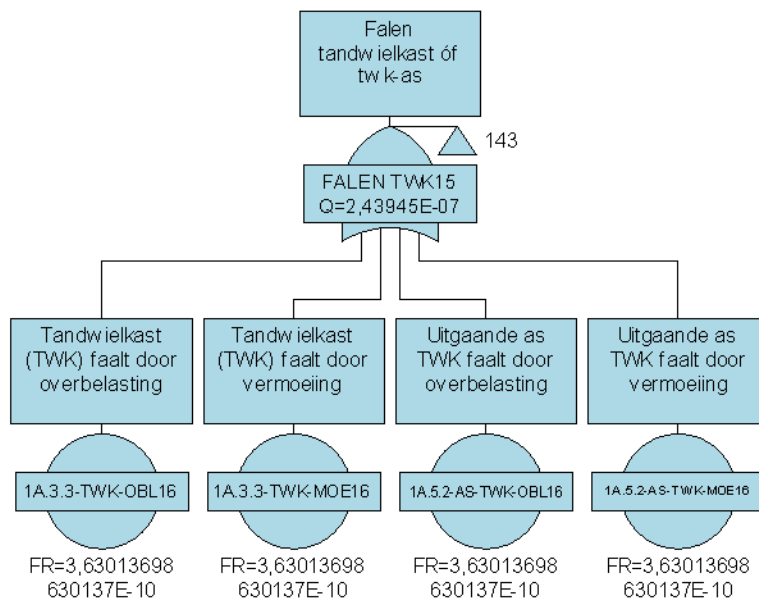


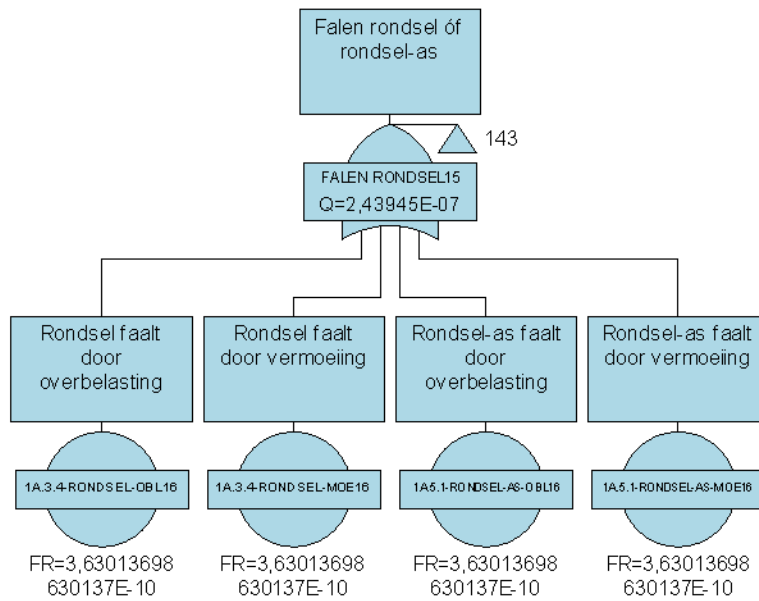


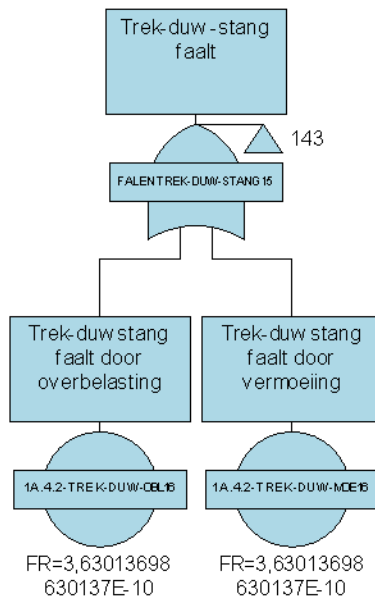


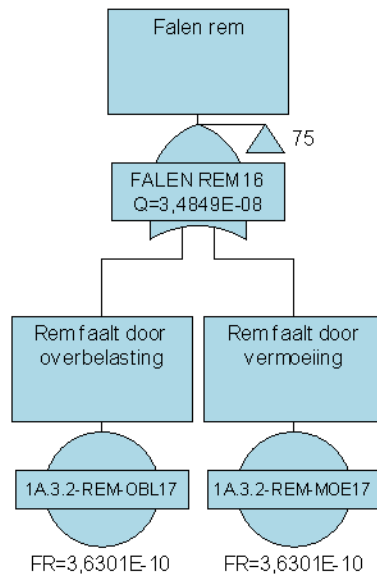


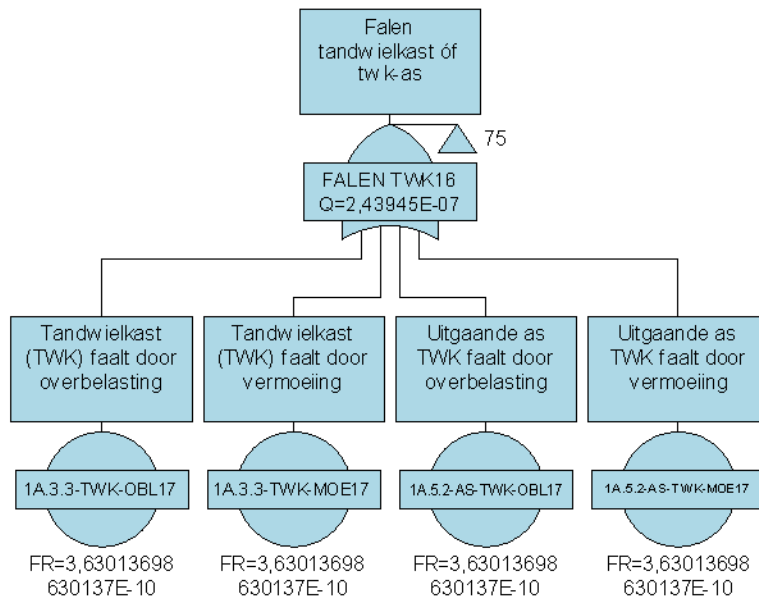


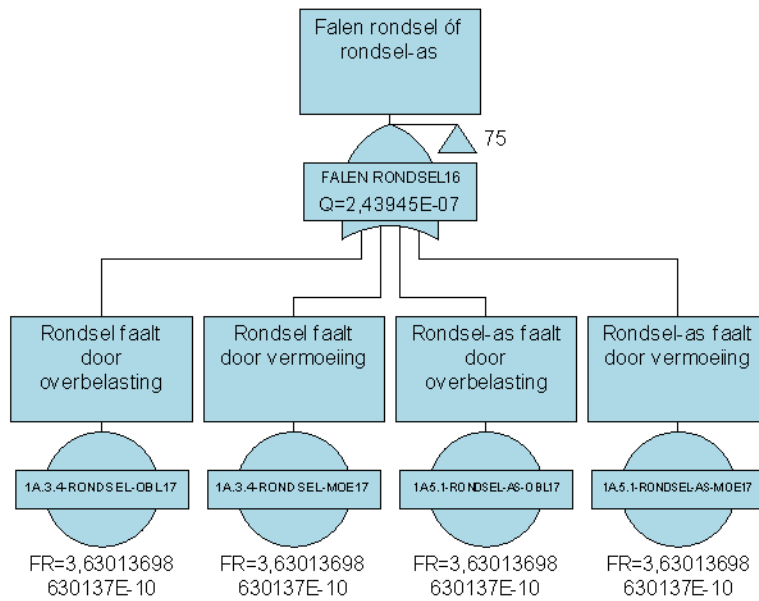


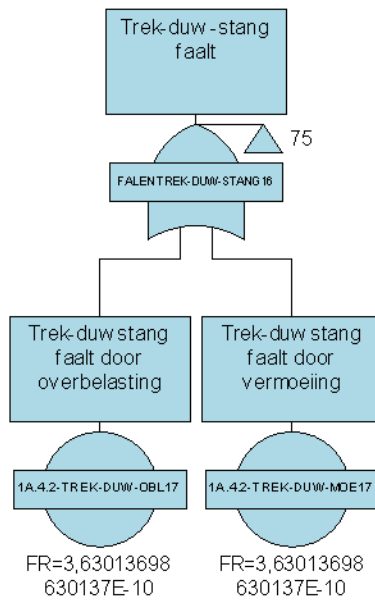


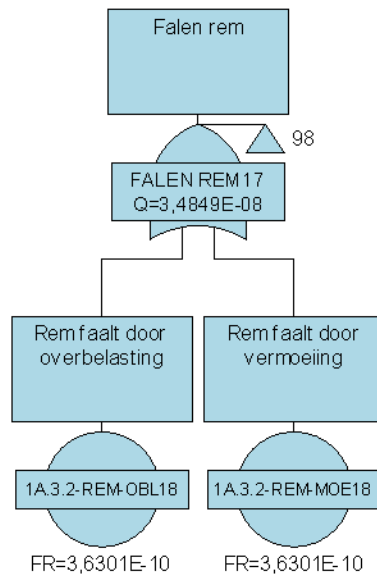


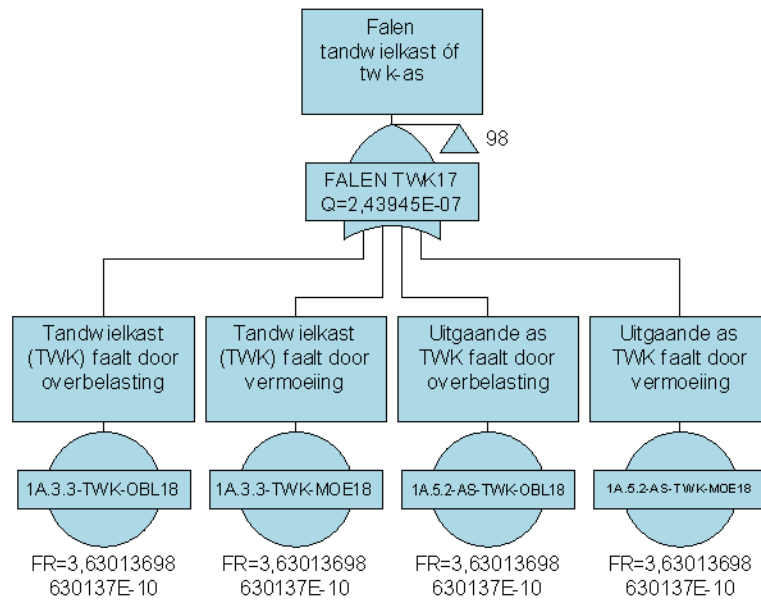


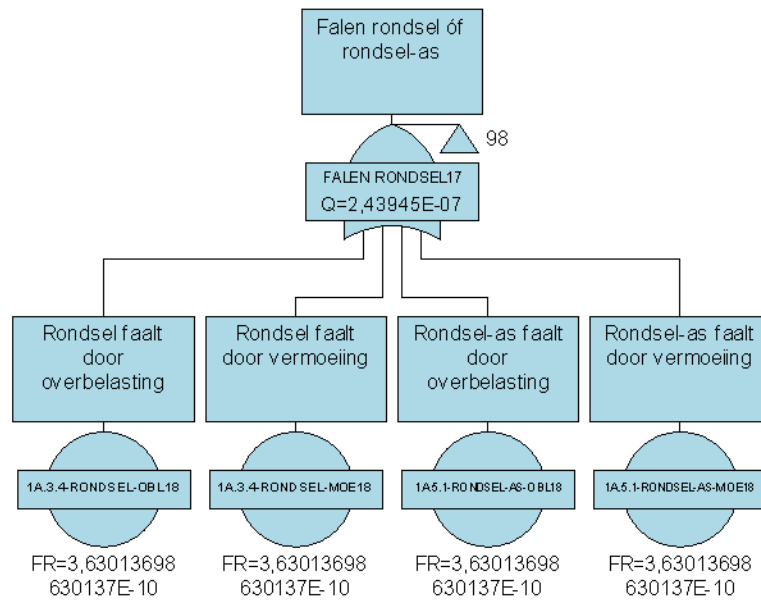


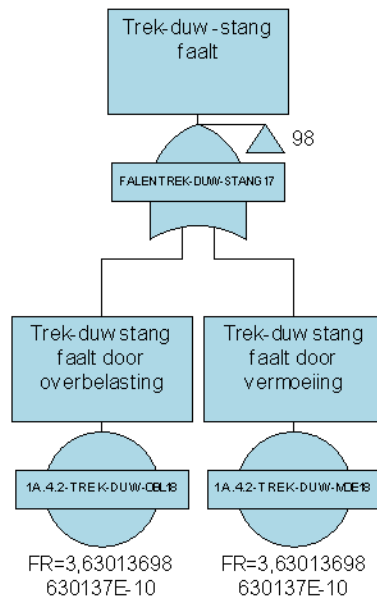


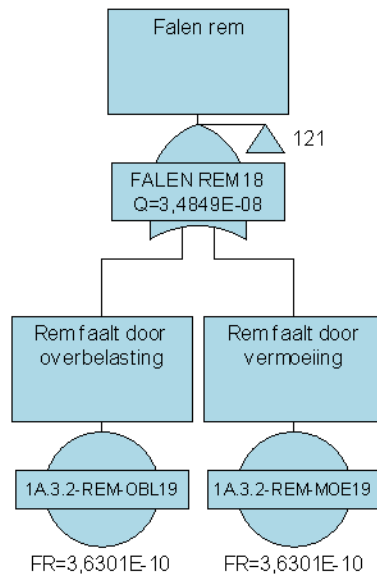


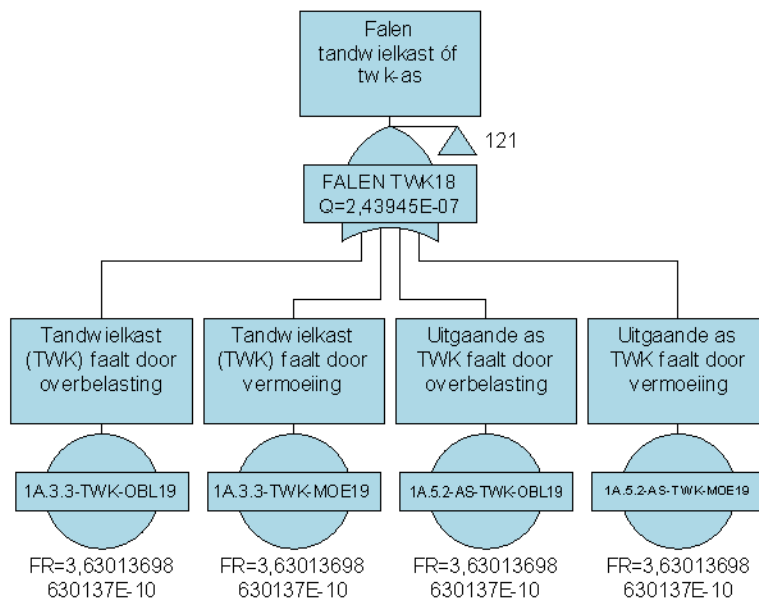


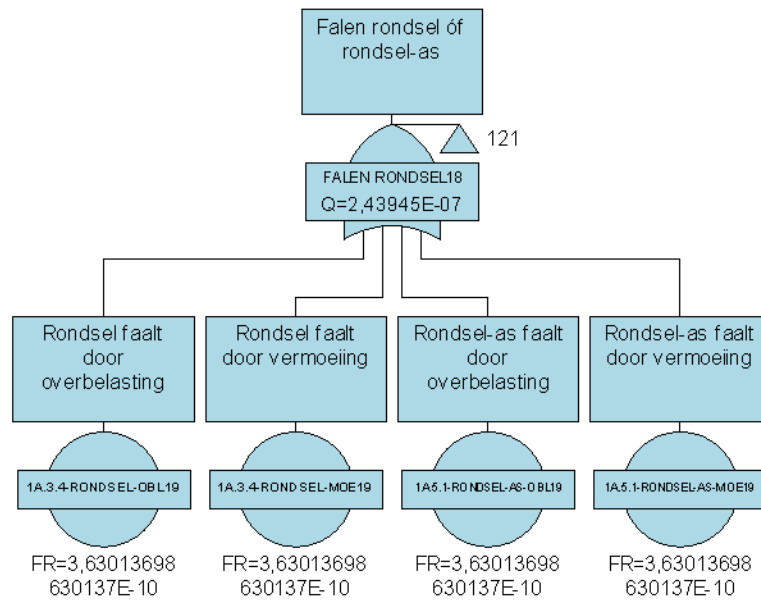


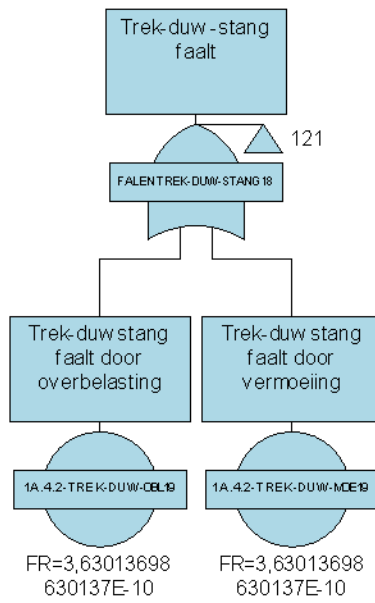


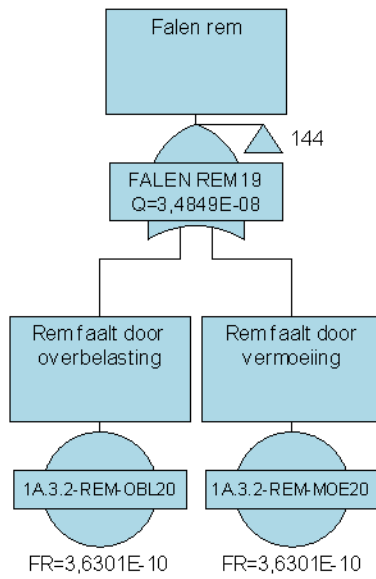


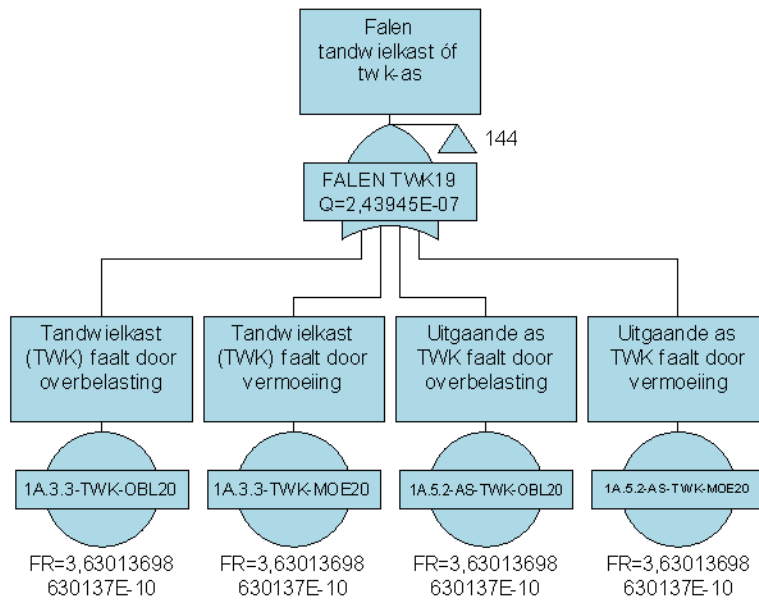


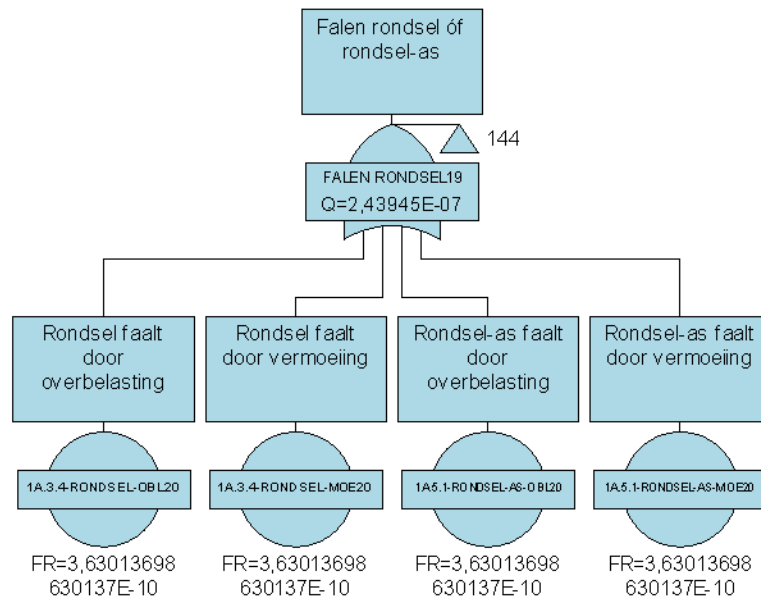


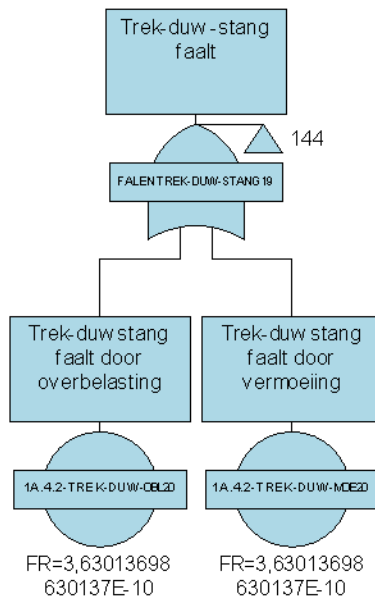


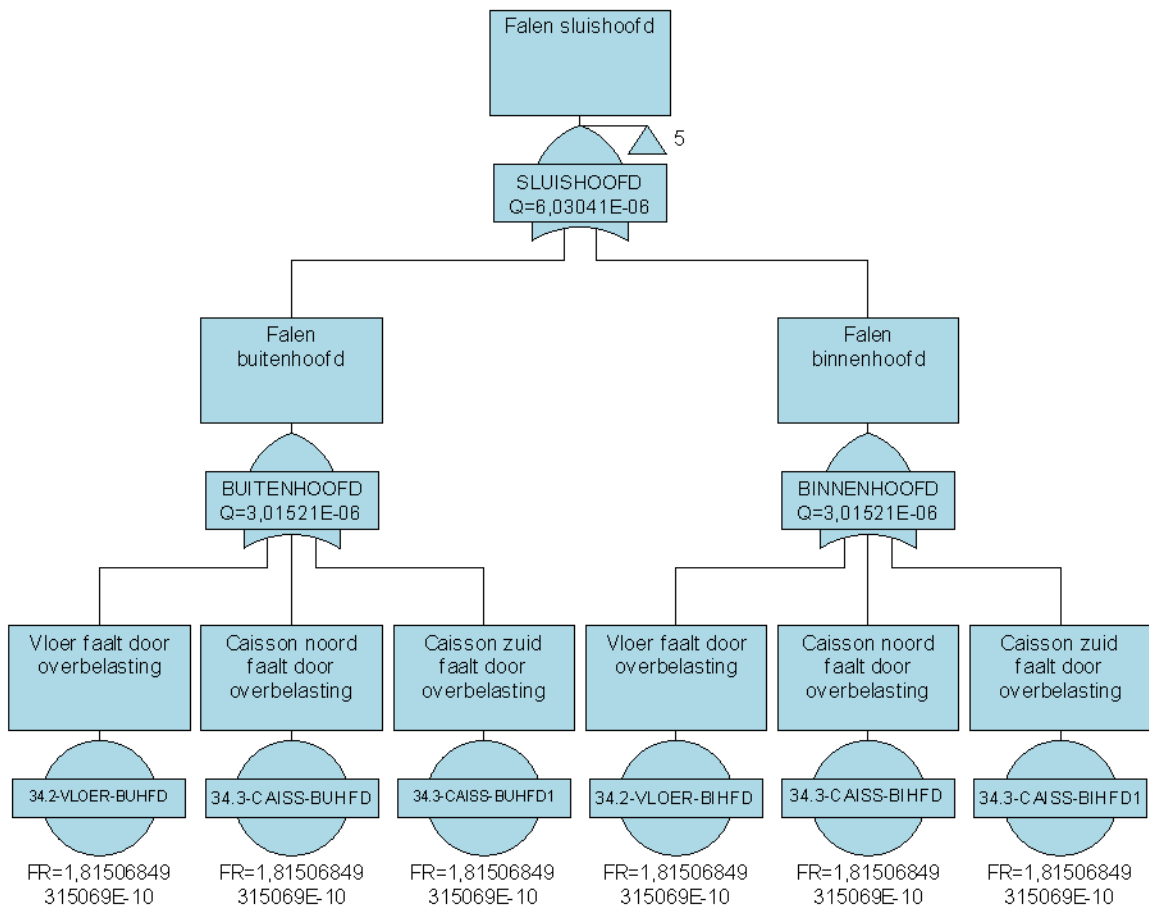


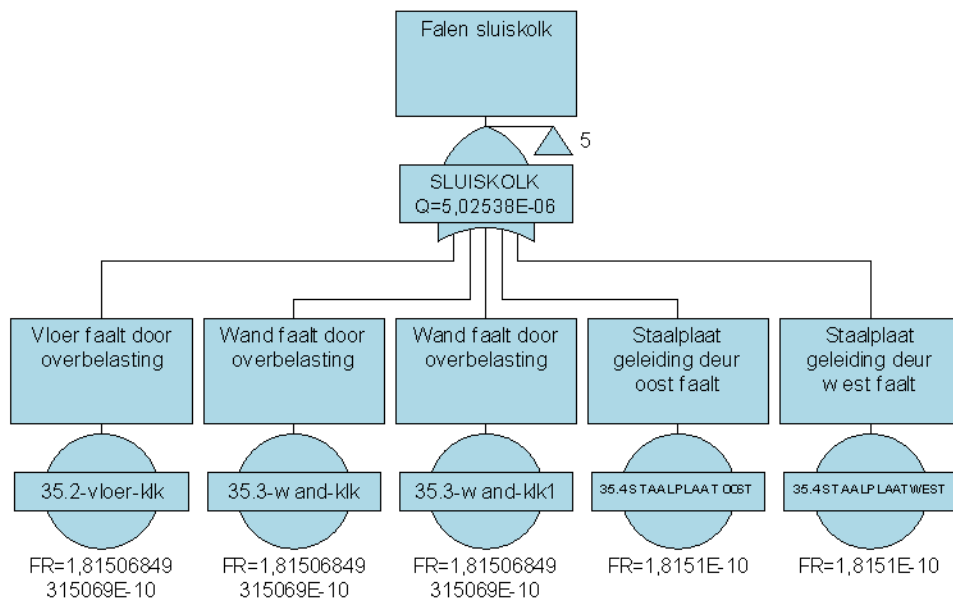


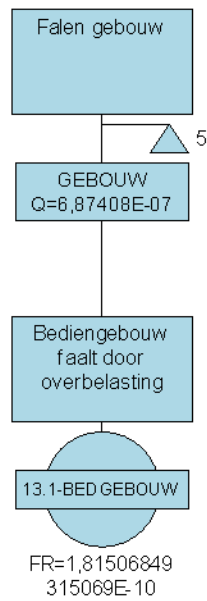


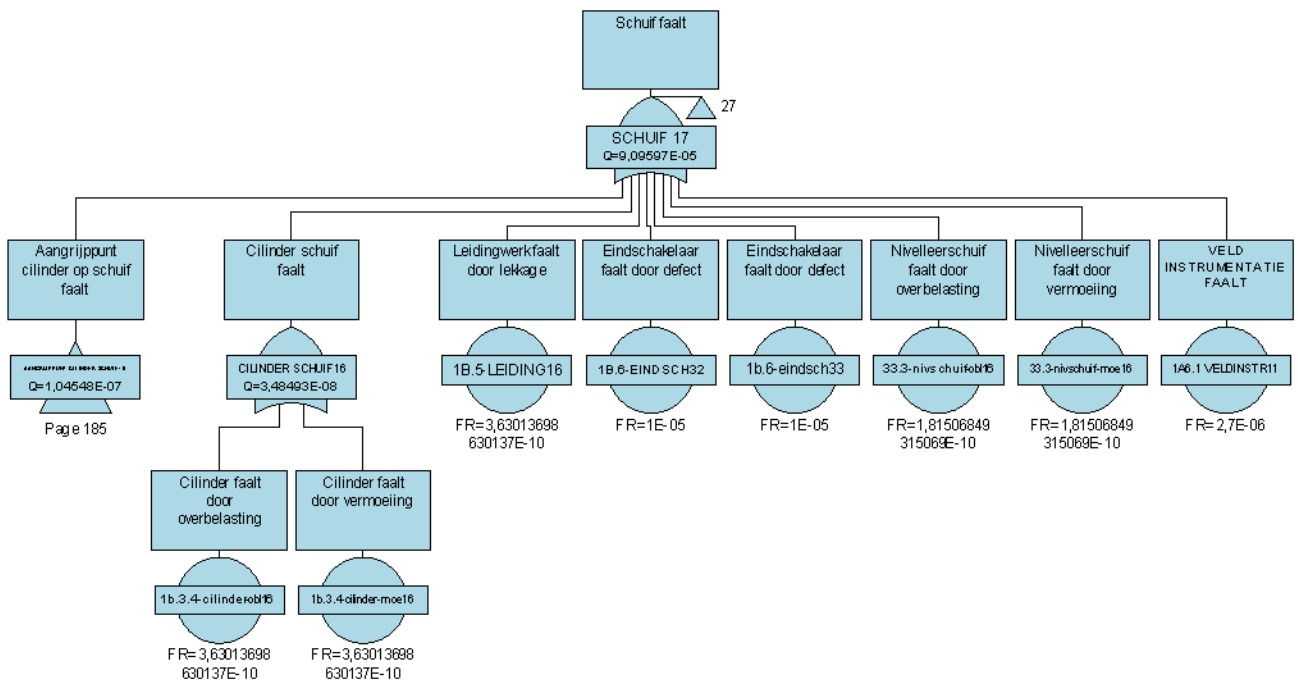


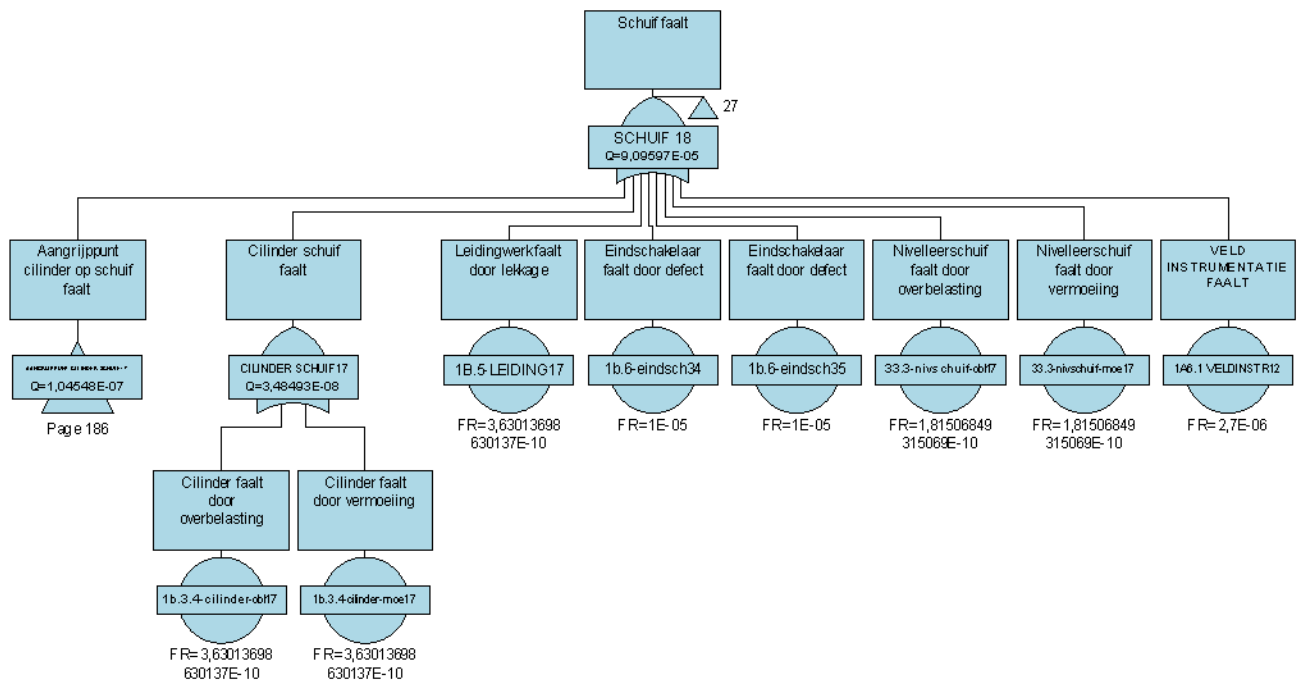




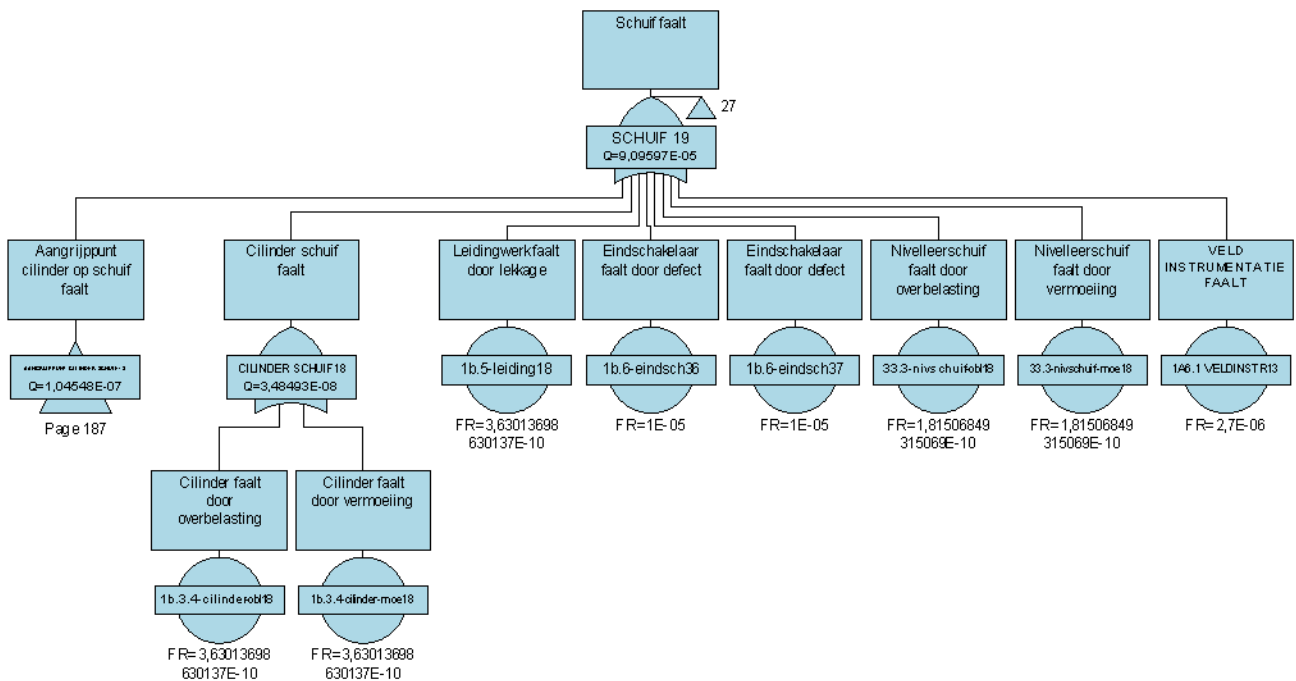


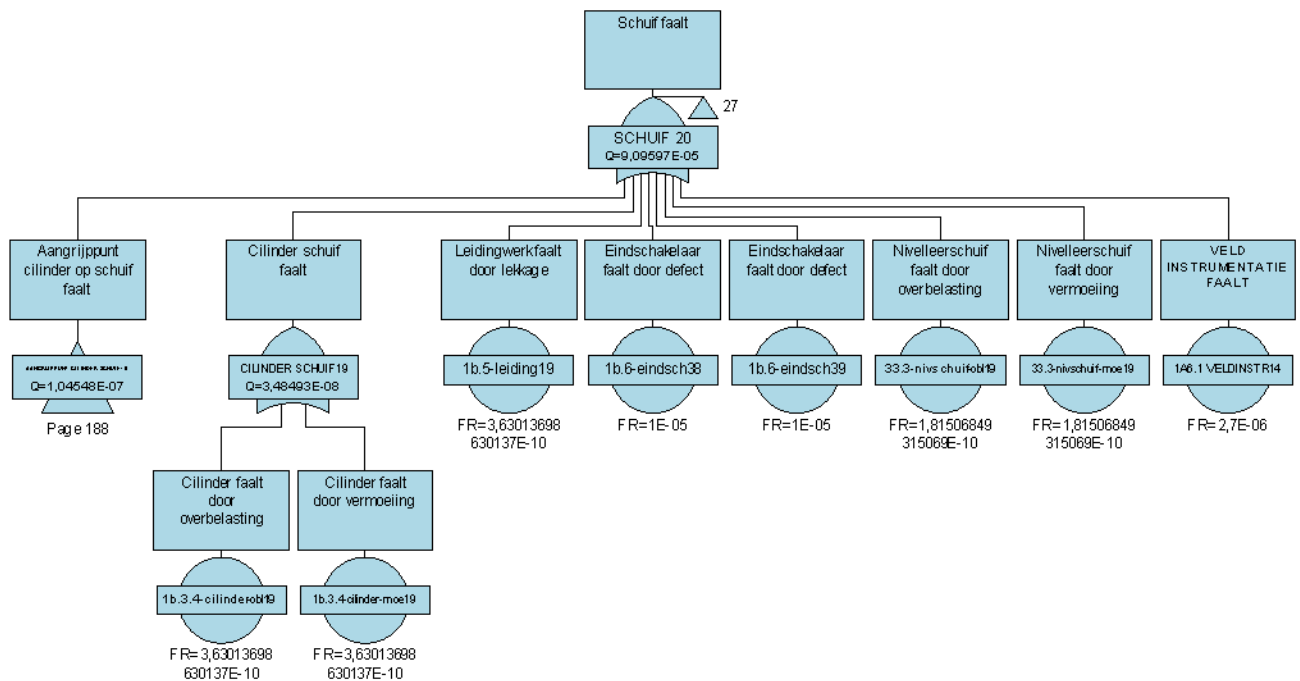


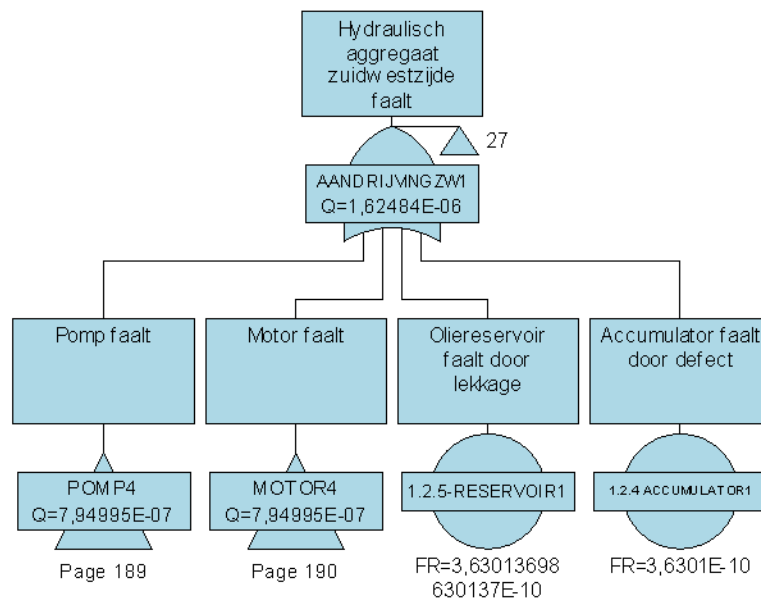


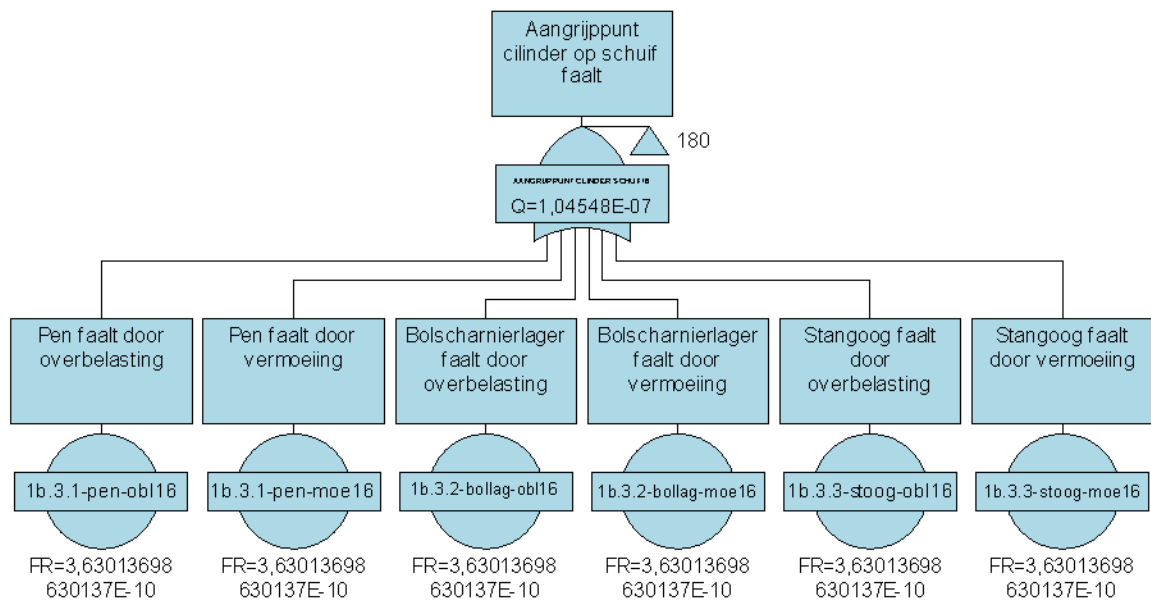


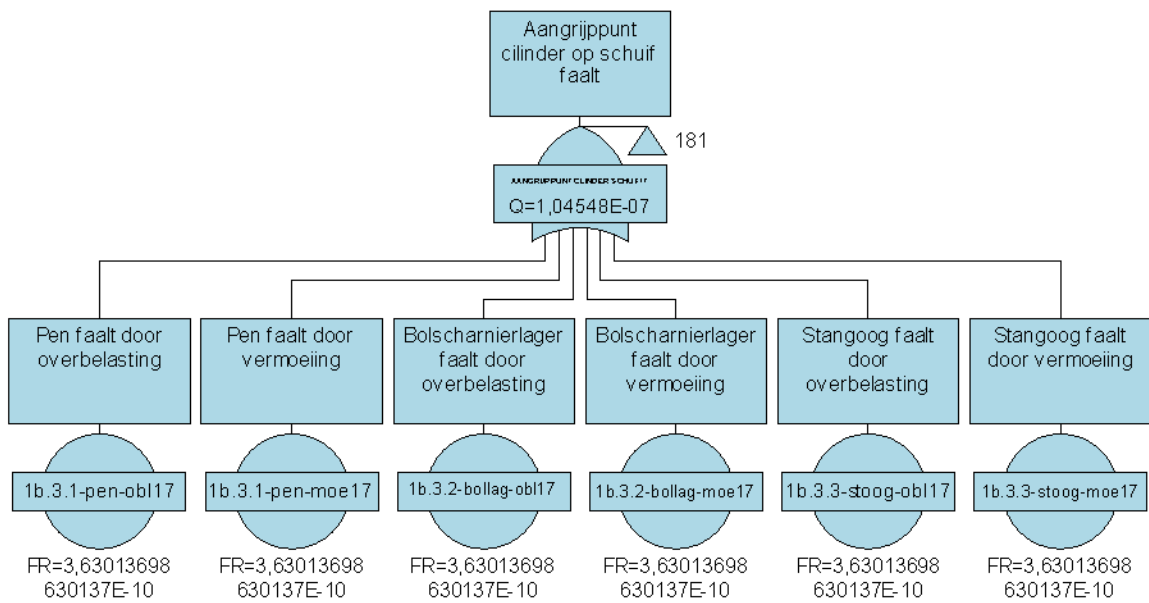
Page 186

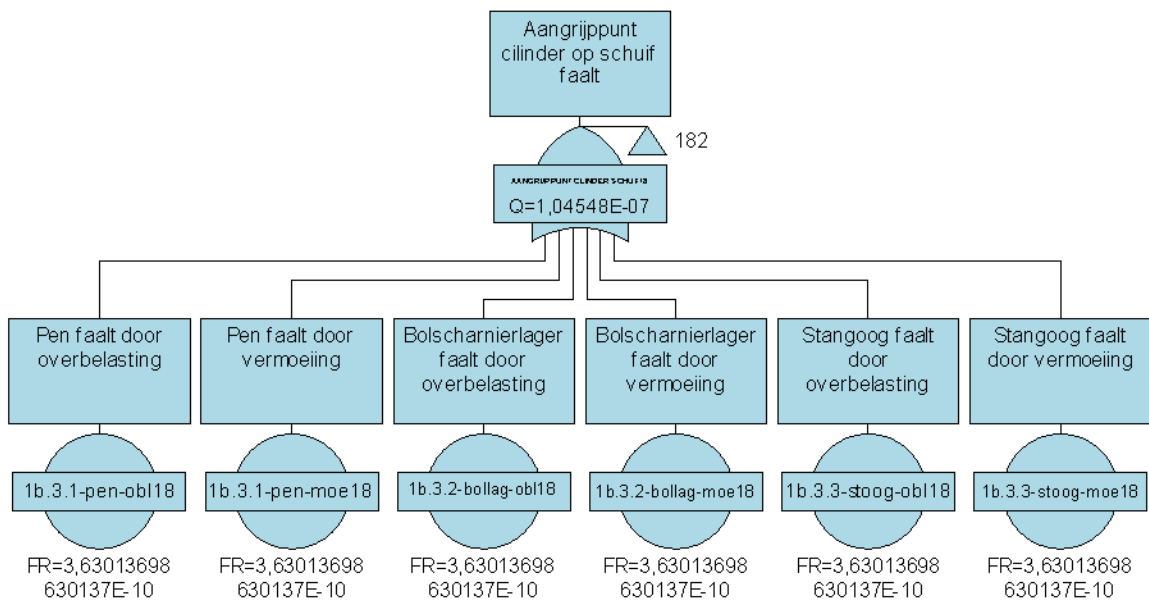


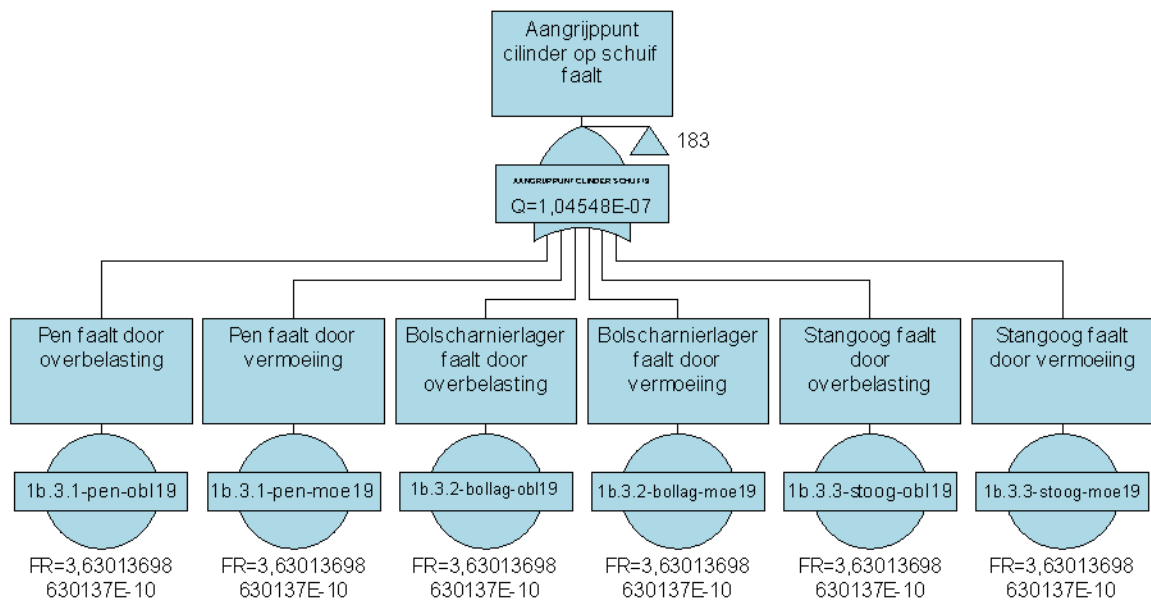


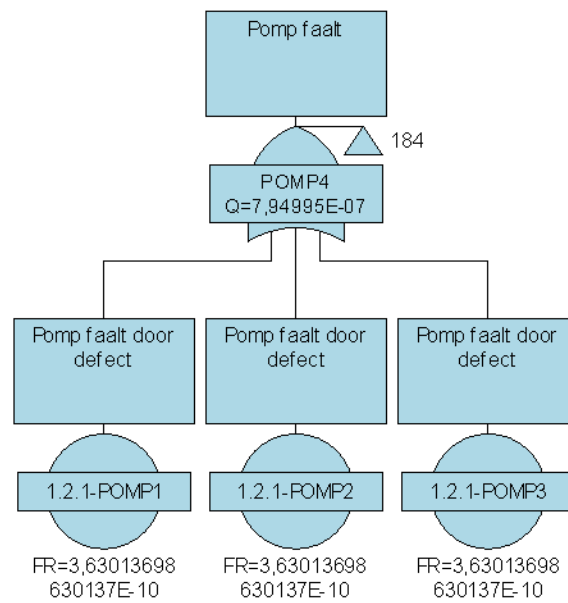


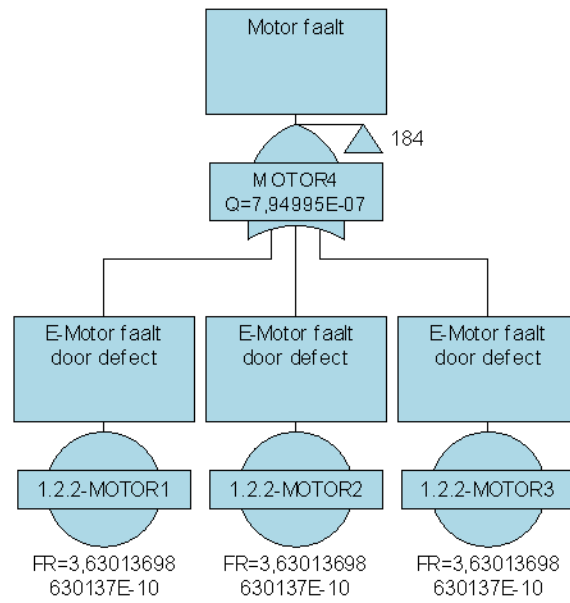


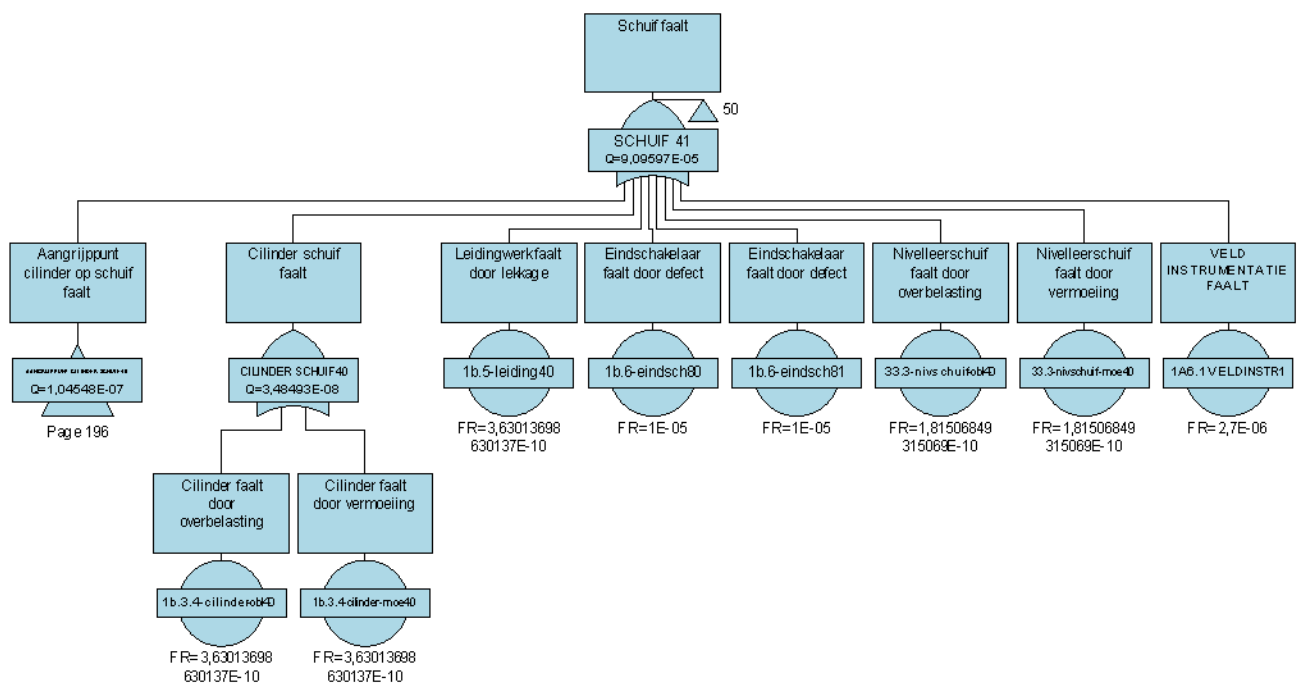


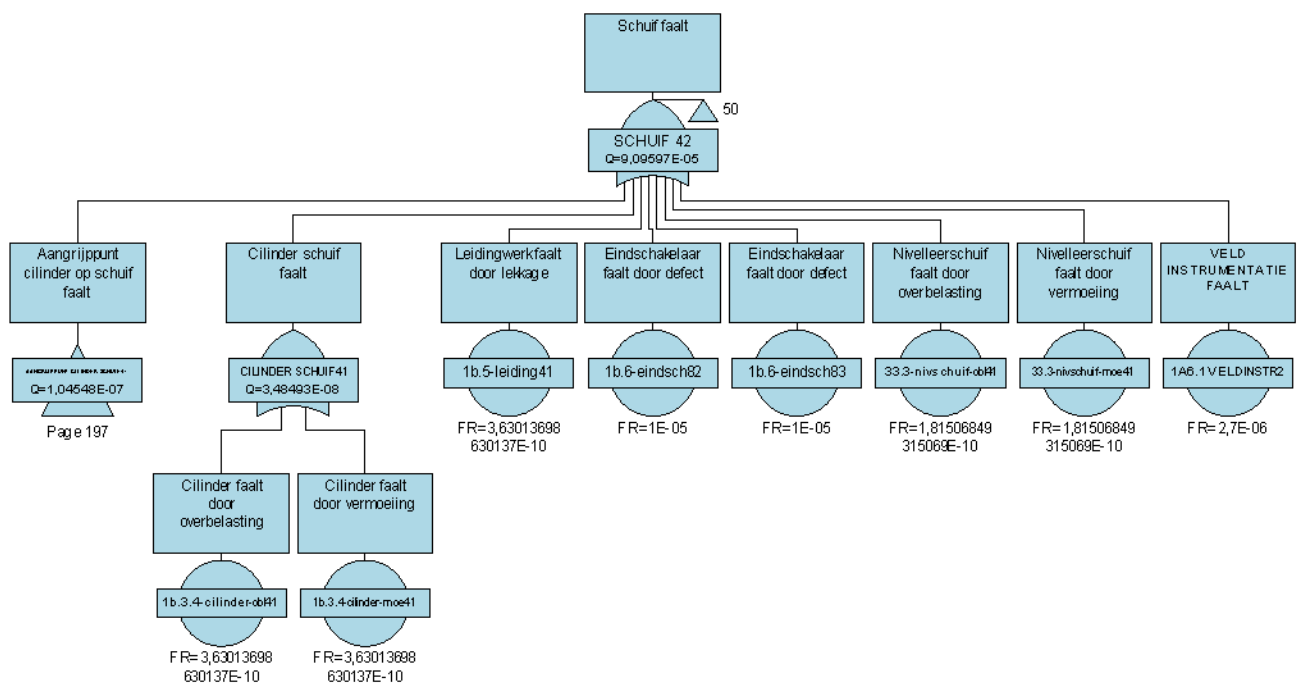


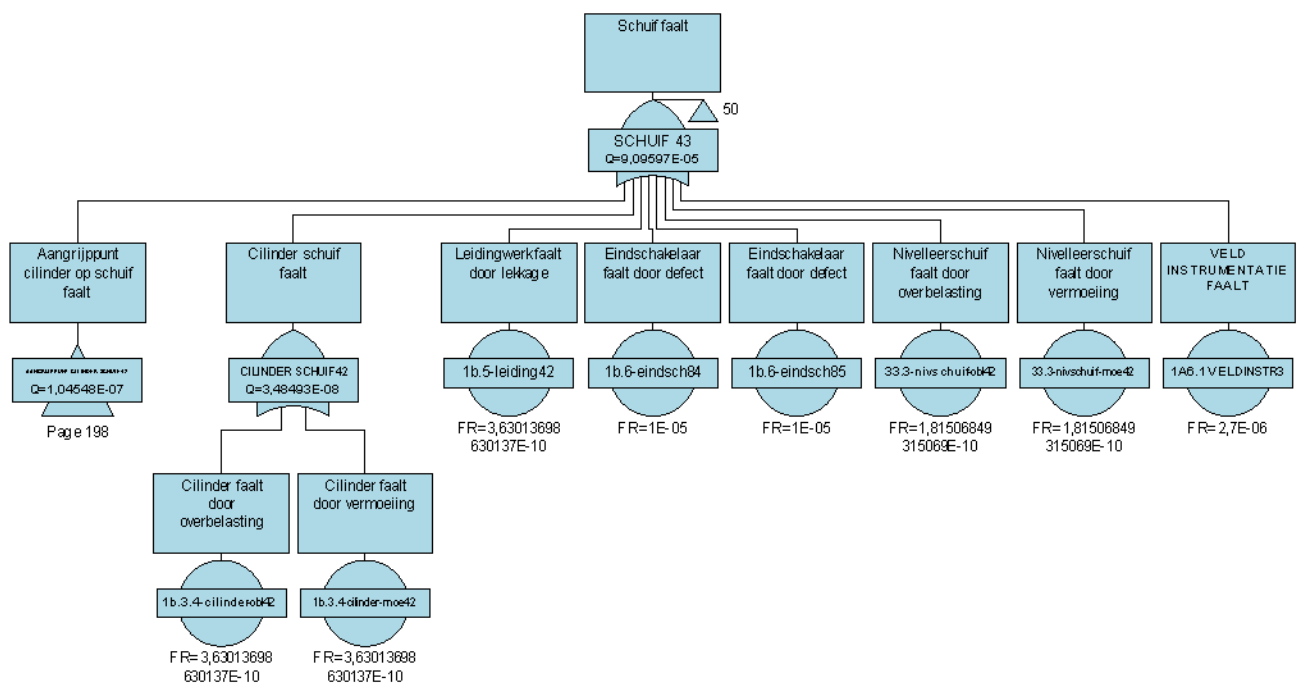


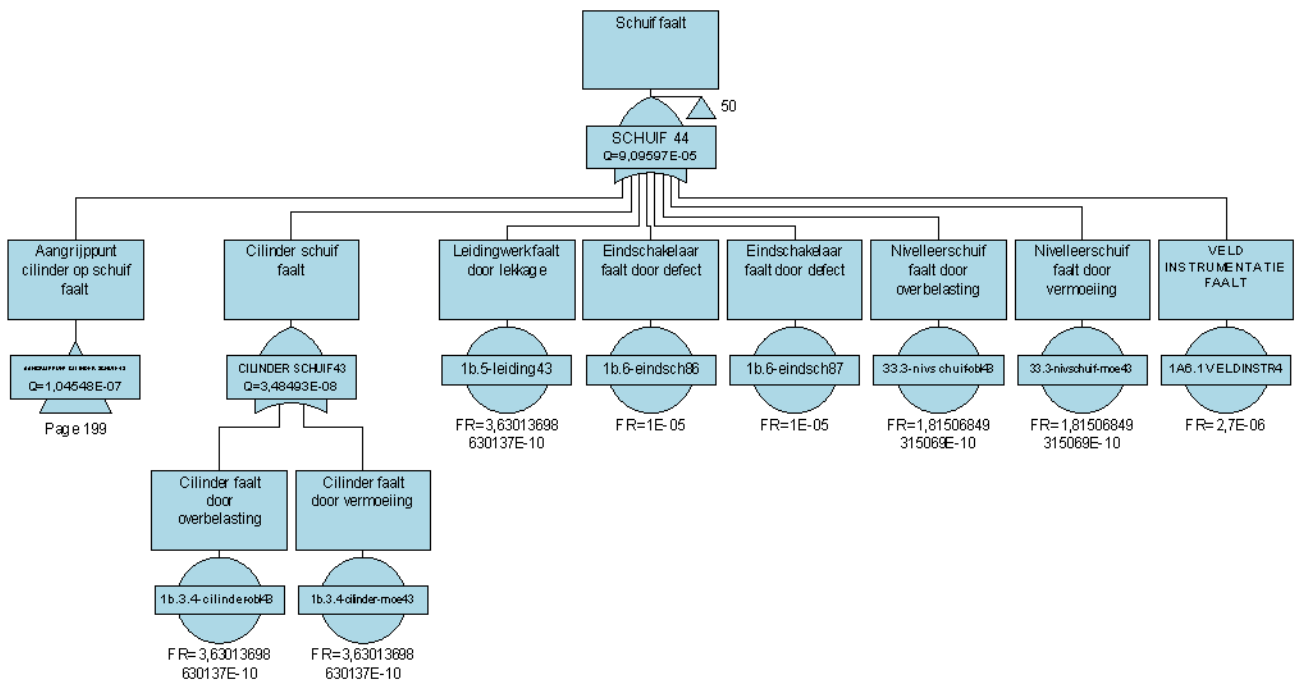




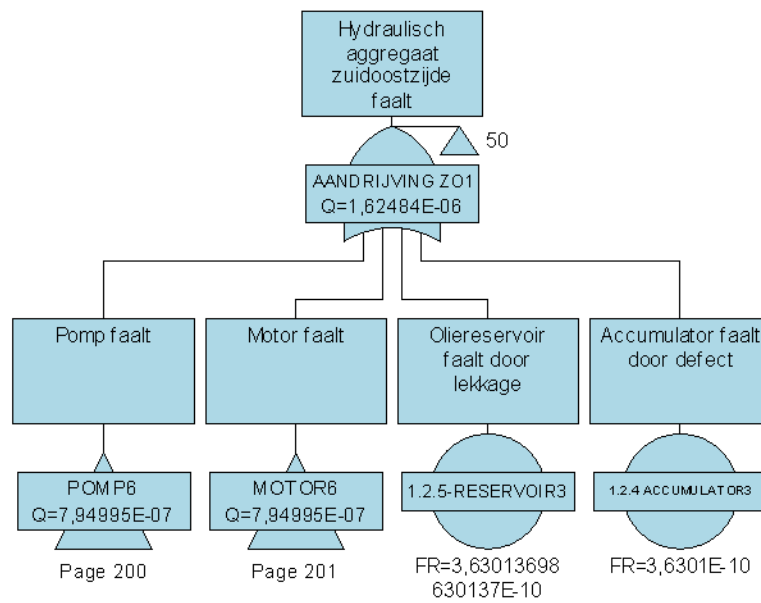


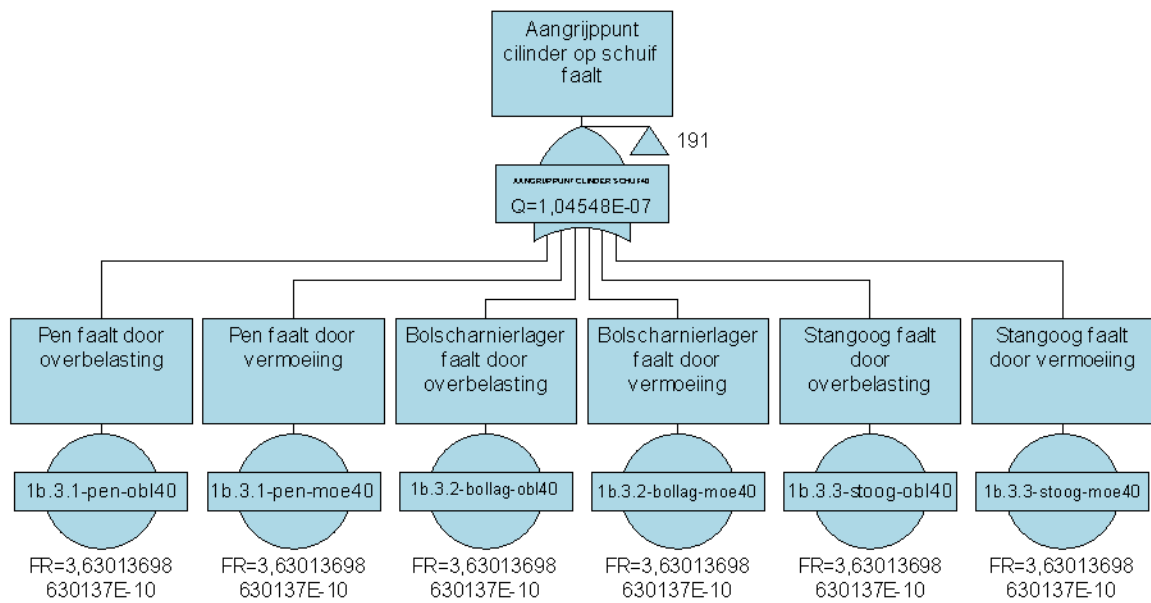


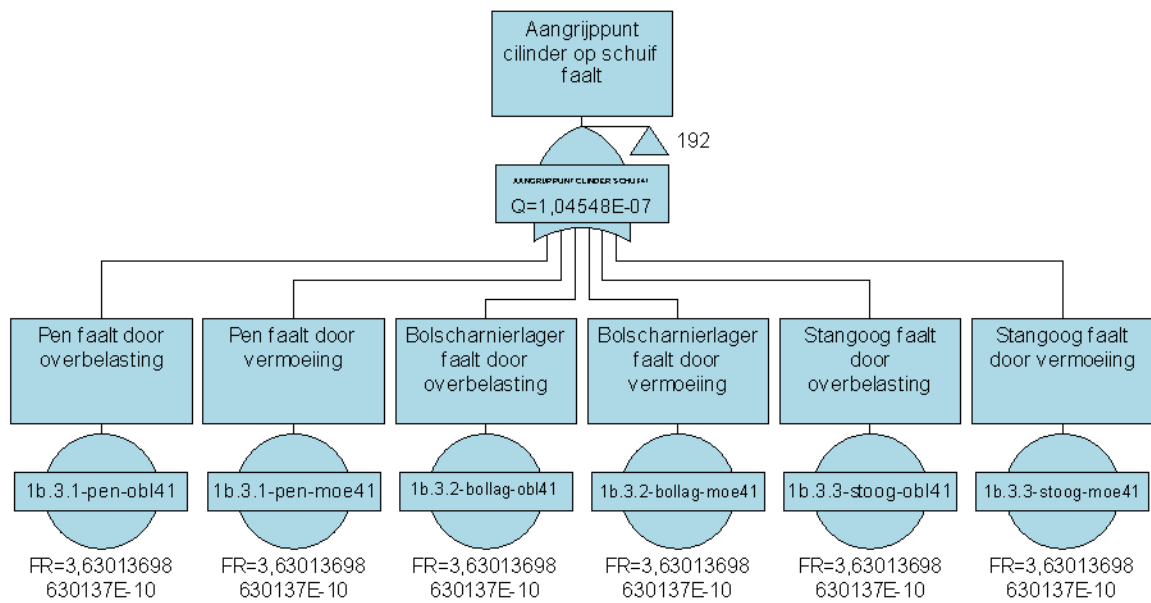


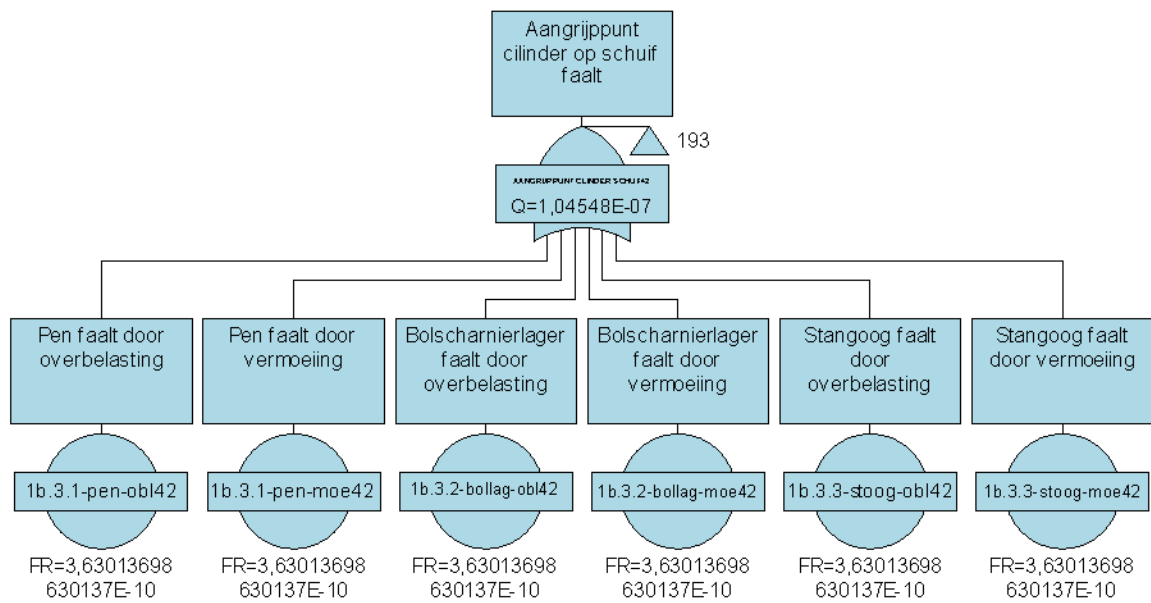


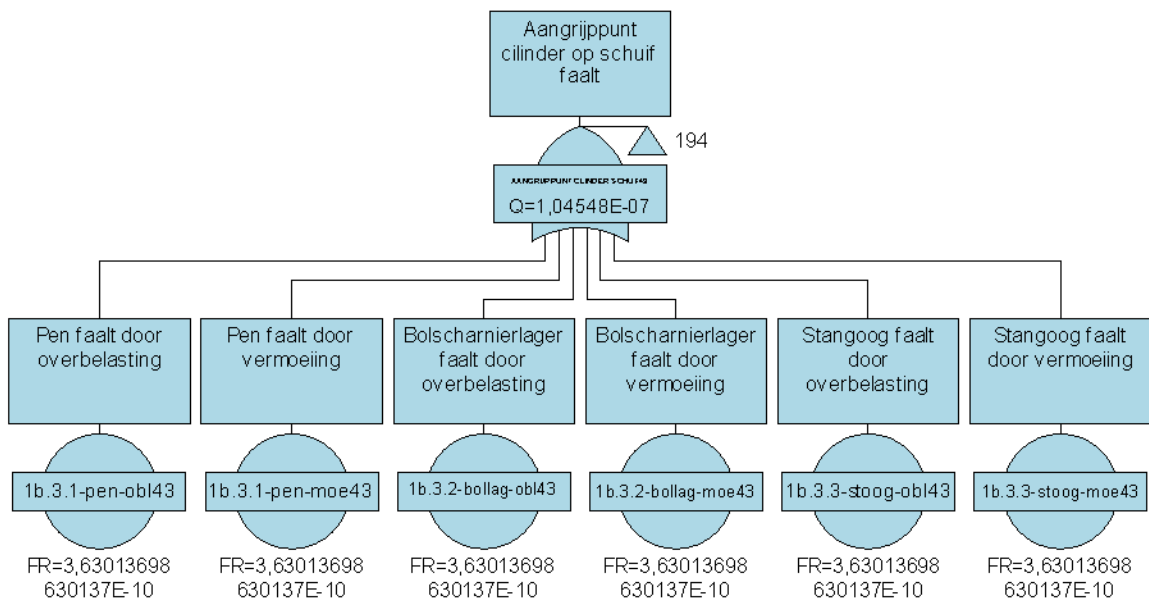
Page 199

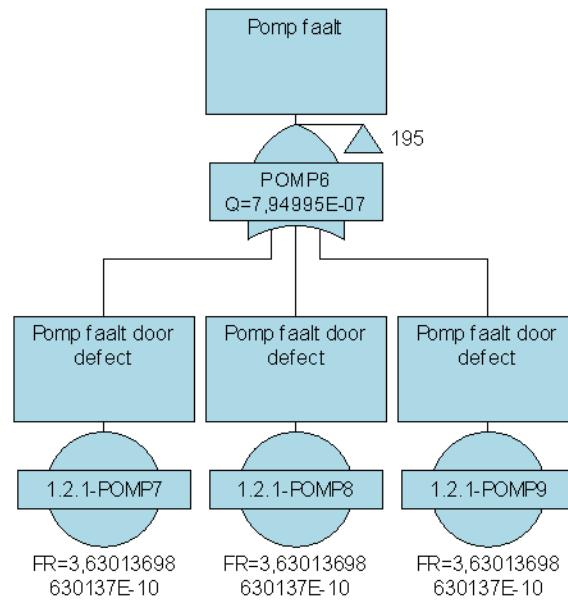


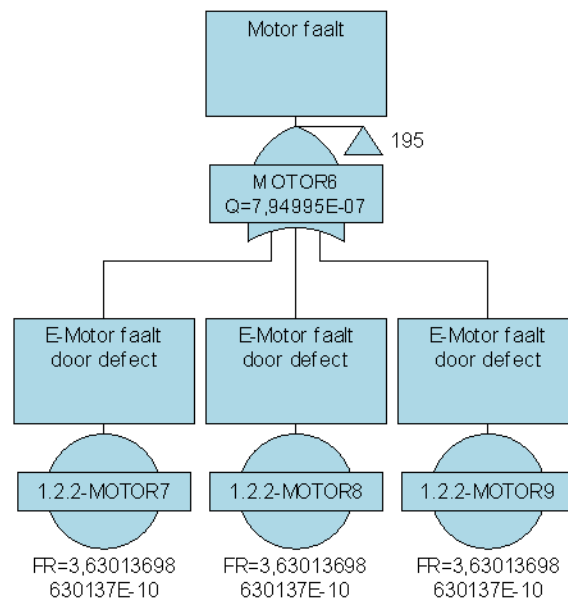












BIJLAGE 11.3

Beschikbaarheid 65m Min Deelverz.

#	CutSetID	CutSetDescr	Unavailability	QImpotence	Frequency	WImpotence	MTR
1	0.13-ONDERHOUD	Vast en variabel onderhoud	0,2740%	16,7069%	0	0,0000%	#N/B
2	15.2-NIVMET	Drukverschilmeting faalt door storing	0,1151%	7,0168%	2,39724E-05	2,9871%	48
3	15.2-NIVMET1	Drukverschilmeting faalt door storing	0,1151%	7,0168%	2,39724E-05	2,9871%	48
4	20.3-VERDELER-LS	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%	168
5	20.3-VERDELER-LS1	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%	168
6	20.3-VERDELER-LS2	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%	168
7	20.3-VERDELER-LS3	Onderverdeler faalt door defect	0,0767%	4,6744%	4,56271E-06	0,5685%	168
8	21-MARIFOON	Marifoon installatie faalt door storing	0,0548%	3,3397%	1,14097E-05	1,4217%	8
9	0.1-AANV	Aanvaring	0,0540%	3,2912%	4,49757E-05	5,6042%	12
10	0.11-MIST	Dichte mist	0,0506%	3,0833%	0	0,0000%	#N/B
11	20.1-KAB-LS	Bekabeling faalt door defect	0,0447%	2,7239%	2,65881E-06	0,3313%	168
12	0.6-OBSTAKEL	Obstakel tussen deur	0,0400%	2,4382%	0,00019992	24,9110%	2
13	11.4-SERVER-CCTV	Server faalt door storing	0,0365%	2,2268%	7,60757E-06	0,9479%	48
14	0.3-BRAND	Brand	0,0360%	2,1977%	1,07261E-06	0,1337%	336
15	11.2-CAMERA6	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
16	11.2-CAMERA1	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
17	11.2-CAMERA2	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
18	11.2-CAMERA3	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
19	11.2-CAMERA4	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
20	11.2-CAMERA5	Camera faalt door defect	0,0274%	1,6703%	1,14129E-05	1,4221%	48
21	38-LVI	Landverkeers installatie faalt door defect	0,0219%	1,3363%	4,5652E-06	0,5688%	168
22	3-ABI	Afsluitboom installatie faalt door storing	0,0219%	1,3362%	4,565E-06	0,5688%	168
23	6.2.1-KAB-BEST@6.2.1-KAB-BEST1	Besturingsnetwerk faalt door defect	0,0207%	1,2627%	5,67311E-07	0,0707%	168
24	22.3.2-TRAFO	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%	168
25	22.3.2-TRAFO1	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%	168
26	22.3.2-TRAFO2	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%	168
27	22.3.2-TRAFO3	Trafo (step up / step down) faalt door defect	0,0168%	1,0243%	9,99832E-07	0,1246%	168
28	25-OBJVERL	Objectverlichting faalt door defect	0,0091%	0,5569%	7,60971E-06	0,9482%	12
29	0.10-VORST	Zeer strenge vorst	0,0068%	0,4162%	0	0,0000%	#N/B
30	22.2-VERDELER-HS1	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%	168
31	22.2-VERDELER-HS2	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%	168
32	22.2-VERDELER-HS3	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%	168
33	22.2-VERDELER-HS4	Hoog spannings verdeler faalt door defect	0,0055%	0,3381%	3,29982E-07	0,0411%	168
34	CCF BEDIENPANEEL	CCF bedienpanelen	0,0055%	0,3340%	1,14093E-06	0,1422%	168
35	31-SVS	Scheepverkeers beseining faalt door defect	0,0048%	0,2927%	9,99952E-07	0,1246%	168
36	1b.6-EINDSCH32	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%	48
37	1b.6-eindsch33	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%	48
38	1b.6-eindsch34	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%	48
39	1b.6-eindsch35	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%	48
40	1b.6-eindsch36	Eindschakelaar faalt door defect	0,0040%	0,2439%	9,9996E-06	1,2460%	48
41	1b.6-eindsch37	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
42	1b.6-eindsch38	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
43	1b.6-eindsch39	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
44	1b.6-eindsch72	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
45	1b.6-eindsch73	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
46	1b.6-eindsch74	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
47	1b.6-eindsch75	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
48	1b.6-eindsch76	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
49	1b.6-eindsch77	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
50	1b.6-eindsch78	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
51	1b.6-eindsch79	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
52	1b.6-eindsch80	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
53	1b.6-eindsch81	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
54	1b.6-eindsch82	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
55	1b.6-eindsch83	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
56	1b.6-eindsch84	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
57	1b.6-eindsch85	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
58	1b.6-eindsch86	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
59	1b.6-eindsch87	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
60	1b.6-eindsch88	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
61	1b.6-eindsch89	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
62	1b.6-eindsch90	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
63	1b.6-eindsch91	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
64	1b.6-eindsch92	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
65	1b.6-eindsch93	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
66	1b.6-eindsch94	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
67	1b.6-eindsch95	Eindschakelaar faalt door defect	3,99984E-05	0,002439115	9,9996E-06	0,012460001	48
68	CCF SCADA	CCF SCADA	3,65166E-05	0,002226792	7,60762E-07	0,000947948	168
69	CCF SERVER	CCF servers bediening & besturing	3,65166E-05	0,002226792	7,60762E-07	0,000947948	168
70	0.7-BEDFOUT	Bedienfout - deuren te vroeg gesloten	3,61907E-05	0,002206919	1,50795E-06	0,001878975	24
71	CCF PLC	CCF PLC's	2,87917E-05	0,001755727	3,59896E-06	0,004484488	168
72	0.8-MAX-SP	Hoog water	2,28311E-05	0,001392244	0	0	-
73	0.9-MIN-SP	Laag water	2,28311E-05	0,001392244	0	0	-
74	0.2-BLIKSEMINSLAG	Blikseminslag	1,08923E-05	0,000664217	6,48353E-08	8,0788E-05	168

75	1A6.1 VELDINSTR11	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
76	1A6.1 VELDINSTR12	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
77	1A6.1 VELDINSTR13	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
78	1A6.1 VELDINSTR14	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
79	1A6.1 VELDINSTR10	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
80	1A6.1 VELDINSTR16	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
81	1A6.1 VELDINSTR17	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
82	1A6.1 VELDINSTR18	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
83	1A6.1 VELDINSTR19	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
84	1A6.1 VELDINSTR15	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
85	1A6.1 VELDINSTR1	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
86	1A6.1 VELDINSTR2	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
87	1A6.1 VELDINSTR3	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
88	1A6.1 VELDINSTR4	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
89	1A6.1 VELDINSTR	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
90	1A6.1 VELDINSTR6	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
91	1A6.1 VELDINSTR7	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
92	1A6.1 VELDINSTR8	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
93	1A6.1 VELDINSTR9	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
94	1A6.1 VELDINSTR5	VELD INSTRUMENTATIE FAALT	1,07999E-05	0,00065858	2,69997E-06	0,003364299	48
95	0.12-WIND	Zware storm	6,84932E-06	0,000417673	0	0	#N/B
96	CCF MONITOR	CCF bedieningsmonitoren	4,566E-06	0,000278436	1,1415E-06	0,001422367	168
97	22.1-KAB-MS@22.1-KAB-MS1	Bekabeling faalt door defect Bekabeling faalt door defect	3,92695E-06	0,000239467	1,07588E-08	1,3406E-05	730
98	35.4 STAALPLAAT OOST	Staalplaat geleiding deur oost faalt	1,00509E-06	6,12906E-05	1,8151E-10	2,2617E-07	8760
99	35.4 STAALPLAAT WEST	Staalplaat geleiding deur west faalt	1,00509E-06	6,12906E-05	1,8151E-10	2,2617E-07	8760
100	34.2-VLOER-BUHFD	Vloer faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	48
101	34.3-CAISS-BUHFD	Caisson noord faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
102	34.3-CAISS-BUHFD1	Caisson zuid faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
103	34.2-VLOER-BIHFD	Vloer faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	48
104	34.3-CAISS-BIHFD	Caisson noord faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
105	34.3-CAISS-BIHFD1	Caisson zuid faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
106	35.2-vloer-kik	Vloer faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
107	35.3-wand-kik	Wand faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
108	35.3-wand-kik1	Wand faalt door overbelasting	1,00507E-06	6,12895E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	8760
109	13.1-BEDGEBOUW	Bediengebouw faalt door overbelasting	6,87408E-07	4,19184E-05	1,81507E-10	2,26166E-07	4380
110	1.2.1-POMP1	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
111	1.2.1-POMP2	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
112	1.2.1-POMP3	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
113	1.2.2-MOTOR1	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
114	1.2.2-MOTOR2	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
115	1.2.2-MOTOR3	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
116	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-MOE	Bolscharnierlager faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
117	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-OBL	Bolscharnierlager faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
118	33.2.3-BS-GLIJVLAK-MOE	Bolscharnier-glijvlak faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
119	33.2.3-BS-GLIJVLAK-OBL	Bolscharnier-glijvlak faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
120	33.2.4-AS-MOE	As (met zoeker) faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
121	33.2.4-AS-OBL	As (met zoeker) faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
122	33.2.5-LAGERHUIS-MOE	Lagerhuis faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
123	33.2.5-LAGERHUIS-OBL	Lagerhuis faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
124	33.2.11-TAATS-MOE	Taats faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
125	33.2.11-TAATS-OBL	Taats faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
126	33.2.10-STLPLAT-OBL	Stalen plaatconstructie faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
127	33.2.10-STLPLT-MOE	Stalen plaatconstructie faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
128	33.2.12-REACTVLAK-OBL	Reactievlakken as faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
129	33.2.12-REACTVLAK-MOE	Reactievlakken as faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
130	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-MOE1	Bolscharnierlager faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
131	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-OBL1	Bolscharnierlager faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
132	33.2.3-BS-GLIJVLAK-MOE1	Bolscharnier-glijvlak faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
133	33.2.3-BS-GLIJVLAK-OBL1	Bolscharnier-glijvlak faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
134	33.2.4-AS-MOE1	As (met zoeker) faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
135	33.2.4-AS-OBL1	As (met zoeker) faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730

136	33.2.5-LAGERHUIS-MOE1	Lagerhuis faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
137	33.2.5-LAGERHUIS-OBL1	Lagerhuis faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
138	33.2.11-TAATS-MOE11	Taats faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
139	33.2.11-TAATS-OBL11	Taats faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
140	33.2.10-STLPLAT-OBL1	Stalen plaatconstructie faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
141	33.2.10-STLPLT-MOE1	Stalen plaatconstructie faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
142	33.2.12-REACTVLAK-OBL1	Reactievlakken as faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
143	33.2.12-REACTVLAK-MOE1	Reactievlakken as faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
144	1.2.1-POMP4	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
145	1.2.1-POMP5	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
146	1.2.1-POMP6	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
147	1.2.2-MOTOR4	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
148	1.2.2-MOTOR5	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
149	1.2.2-MOTOR6	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
150	1.2.1-POMP7	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
151	1.2.1-POMP8	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
152	1.2.1-POMP9	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
153	1.2.2-MOTOR7	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
154	1.2.2-MOTOR8	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
155	1.2.2-MOTOR9	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
156	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-MOE2	Bolscharnierlager faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
157	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-OBL2	Bolscharnierlager faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
158	33.2.3-BS.GLIJVLAK-MOE2	Bolscharnier-glijvlak faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
159	33.2.3-BS.GLIJVLAK-OBL2	Bolscharnier-glijvlak faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
160	33.2.4-AS-MOE2	As (met zoeker) faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
161	33.2.4-AS-OBL2	As (met zoeker) faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
162	33.2.5-LAGERHUIS-MOE2	Lagerhuis faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
163	33.2.5-LAGERHUIS-OBL2	Lagerhuis faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
164	33.2.11-TAATS-MOE12	Taats faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
165	33.2.11-TAATS-OBL12	Taats faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
166	33.2.10-STLPLAT-OBL2	Stalen plaatconstructie faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
167	33.2.10-STLPLT-MOE2	Stalen plaatconstructie faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
168	33.2.12-REACTVLAK-OBL2	Reactievlakken as faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
169	33.2.12-REACTVLAK-MOE2	Reactievlakken as faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
170	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-MOE3	Bolscharnierlager faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
171	33.2.2-BOLSCHARNIERLAGER-OBL3	Bolscharnierlager faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
172	33.2.3-BS.GLIJVLAK-MOE3	Bolscharnier-glijvlak faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
173	33.2.3-BS.GLIJVLAK-OBL3	Bolscharnier-glijvlak faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
174	33.2.4-AS-MOE3	As (met zoeker) faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
175	33.2.4-AS-OBL3	As (met zoeker) faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
176	33.2.5-LAGERHUIS-MOE3	Lagerhuis faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
177	33.2.5-LAGERHUIS-OBL3	Lagerhuis faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
178	33.2.11-TAATS-MOE13	Taats faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
179	33.2.11-TAATS-OBL13	Taats faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
180	33.2.10-STLPLAT-OBL3	Stalen plaatconstructie faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
181	33.2.10-STLPLT-MOE3	Stalen plaatconstructie faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	48
182	33.2.12-REACTVLAK-OBL3	Reactievlakken as faalt door overbelasting	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
183	33.2.12-REACTVLAK-MOE3	Reactievlakken as faalt door vermoeiing	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
184	1.2.1-POMP10	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
185	1.2.1-POMP11	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
186	1.2.1-POMP12	Pomp faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
187	1.2.2-MOTOR10	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
188	1.2.2-MOTOR11	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730
189	1.2.2-MOTOR12	E-Motor faalt door defect	2,64998E-07	1,61597E-05	3,63014E-10	4,52333E-07	730

190	6.1.1-BEDPAN@6.1.1-BEDPAN1	Bedieningspaneel faalt door storing Bedieningspaneel faalt door storing	2,42931E-07	1,4814E-05	1,01221E-08	1,26127E-05	168
191	6.7-SCADA@6.1.1-BEDPAN1	SCADA-systeem faalt door storing Bedieningspaneel faalt door storing	1,61985E-07	9,87788E-06	6,74937E-09	8,41005E-06	168
192	6.1.1-BEDPAN@6.7-SCADA1	Bedieningspaneel faalt door storing SCADA-systeem faalt door storing	1,61985E-07	9,87788E-06	6,74937E-09	8,41005E-06	168
193	33.2.13-ANKERST-OBL	Ankerstangen (dywidag) faalt door overbelasting	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
194	33.2.13-ANKERST-MOE	Ankerstangen (dywidag) faalt door vermoeiing	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
195	33.2.15-KOPPLT-OBL	Ankerkopplaat (dywidag) faalt door overbelasting	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
196	33.2.15-KOPPLT-MOE	Ankerkopplaat (dywidag) faalt door vermoeiing	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
197	33.2.16-ANKPLT-OBL	Ankerplaat beton (dywidag) faalt door overbelasting	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
198	33.2.16-ANKPLT-MOE	Ankerplaat beton (dywidag) faalt door vermoeiing	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
199	33.2.17-ANKSTAV-OBL	Verticale verankeringsstaven faalt door overbelasting	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730
200	33.2.17-ANKSTAV-MOE	Verticale verankeringsstaven faalt door vermoeiing	1,32499E-07	8,07984E-06	1,81507E-10	2,26167E-07	730

BIJLAGE 11.4

Beschikbaarheid 65m Siemens

BIJLAGE 12 Integraal Veiligheids Plan



Zeetoegang IJmond Planstudie Nieuwe Zeesluis IJmuiden fase 1



Integraal Veiligheidsplan

Documentnummer WPPOC20110805-MVI-01

Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Realisatiemanager		vrijgave	
Contractmanager		akkoord	
Manager Techniek		akkoord	
Opsteller	M. Visser	opstellen	03-10-2011

Documentgeschiedenis:

Versie	Datum	Status	Beschrijving
0.3	05-08-2011	Concept	Eerste uitgave, intern gecontroleerd
1.0	9-12-2012	Definitief	Versie besproken met opdrachtgever 29-11-2012

Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat Noord Holland
Toekanweg 7
2035 LC Haarlem

Informatie: Eric Brasser
Telefoon: 06 15093317
Fax: 033 468 2773

Uitgevoerd door: DHV&IV-Infra

Opsteller: Marcel Visser

Datum: december 2011

Status: Definitief

Versienummer: 1.0

Inhoudsopgave

.....

1	Veiligheid bij Rijkswaterstaat.....	4
1.1	Ambitie RWS	4
1.2	Veiligheid en ambitie Zeetoegang IJmond	5
1.3	Veiligheid en ambitie Project Zeetoegang IJmond	6
1.4	Invulling Integraal Veiligheidsdossier	6
2	Scope en veiligheidsaspecten Zeetoegang IJmond	8
2.1	Scope Zeetoegang IJmond	8
2.2	Relevante veiligheidsaspecten Zeetoegang IJmond	9
3	Organisatie en verantwoordelijkheden.....	13
3.1	Veiligheidsteam Zeetoegang IJmond	13
3.2	V&G coördinator	13
3.3	Rollen, taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden	13
4	Bijzondere veiligheidsproducten in de voorbereidingsfase.....	14
4.1	RASCI tabellen	14
4.2	Risico-inventarisatie en -evaluatie	14
4.3	V&G-Plan en V&G-dossier	15
5	Productkwaliteitsplan.....	16
5.1	Productkwaliteitsplan tijdens de voorbereidingsfase	16
5.2	Productkwaliteitsplan tijdens de realisatiefase	17
5.3	Productkwaliteitsplan tijdens de overdrachtfase	18
5.4	Kwaliteitsborging Zeetoegang IJmond	18
Bijlage 19		
1.	Beleidsverklaring veiligheid Rijkswaterstaat	19
2.	Normen en Richtlijnen op het gebied van veiligheid	20
3.	RASCI tabel Veiligheidsproducten	23
4.	Resultaat RI&E Zeetoegang IJmond	24
5.	Overzicht V&G-documenten in de planstudie	25

1 Veiligheid bij Rijkswaterstaat

1.1 Ambitie RWS

Veiligheid is een speerpunt van de agenda 2008 – 2012 van RWS. Om het belang van veiligheid te benadrukken is eind 2007 een beleidsverklaring veiligheid ondertekend door de DG van Rijkswaterstaat (zie **bijlage 1**). Daarin staat beschreven dat RWS zich inzet voor een integrale veiligheidsaanpak met als doel het veiligheidsniveau van RWS en alle betrokken partijen bij- en partners van RWS, te verbeteren en te stimuleren. De ambitie en het beleid zijn verder uitgewerkt in het programmaplan veiligheidsmanagement 2009 -2012, wat inmiddels door het DT RWS is vastgesteld. De ambitie luidt als volgt:

Het is onze ambitie dat:

- er in de RWS organisatie geen dodelijke arbeidsongevallen zijn te betreuren;
- in 2010 het veiligheidsmanagementsysteem voor medewerkers van Rijkswaterstaat en haar contractanten op orde is;
- in 2012 Rijkswaterstaat op de cultuurladder voor wat betreft arbeidsveiligheid gestegen is van het reactieve niveau naar het pro-actieve niveau;
- in 2012 voor de andere veiligheidsdomeinen duidelijke stappen voorwaarts zijn gezet in het systematisch toepassen van de plan-do-check-act-cyclus.

Rijkswaterstaat heeft de ambitie om op termijn een niveau van veiligheidsbeheersing te bereiken, zoals dat op dit moment door Shell is bereikt. Dit niveau van een pro-actieve en creërende veiligheidscultuur met een ondersteunend veiligheidssysteem kunnen we alleen bereiken als veiligheid intrinsiek is verankerend in ons denken en handelen. Uit metingen, werksessies en interviews met medewerkers van Rijkswaterstaat blijkt dat dit ook breed in de organisatie wordt gezien.

De weg naar een pro-actieve veiligheidscultuur met een bijbehorend, ondersteunend veiligheidsmanagementsysteem (VMS) rust op de pijlers: cultuurverandering en structurering. Aan de cultuurkant, de menskant dus, moet gewerkt worden aan het versterken en waar nodig inrichten van leerprocessen: wat betekent veiligheid voor mijn werk, waar kan ik het verbeteren, wanneer moet ik opschalen en hoe kan ik iemand aanspreken op onveilig gedrag of een onveilig ontwerp.

Aan de structuurkant kan veel worden bereikt door heldere, eenduidige sturingslijnen die overal hetzelfde zijn, die iedereen kent en waarnaar vanzelfsprekend wordt gehandeld. Best practices worden corporate doorgevoerd en bewaakt.

Inbedden in structuren en processen sluit in het bijzonder aan bij "betrouwbare en efficiënte partner" in het realisatieprogramma Agenda 2012. Hierbij zal gewerkt worden aan:

- Helder beleid en strategische doelen;
- Organisatie van verantwoordelijkheden;
- Risicomanagement en risicobeheersing;
- Uniformering Primaire Processen, standaarden en documentatie;
- Monitoring en ongevallenonderzoek;
- Audits;
- Management review.

Figuur 1 Ambitie Programmaplan Veiligheidsmanagement 2009- 2012

1.2 Veiligheid en ambitie Zeetoeegang IJmond

Het Projectteam Zeetoeegang IJmond van Rijkswaterstaat onderschrijft het belang voor veiligheid en heeft zich geconformeerd aan het RWS-brede veiligheidsbeleid. Op welke wijze het Projectteam van Rijkswaterstaat zich daar specifiek voor inzet is verder uitgewerkt in het voorliggende Integraal Veiligheidsplan voor het project Zeetoeegang IJmond voor planstudie fase 1.

De Opdrachtnemer in de Planstudiefase 1, DHV en IV-Infra staan ook achter deze veiligheidsambities. Veiligheid reikt verder dan de fase(n) waarin op moment van verschijnen van deze versie van het IVP de Opdrachtnemer betrokken is. Rijkswaterstaat is wel in alle fasen betrokken, daarom wordt in dit Integrale Veiligheidsplan met Projectteam het Projectteam van Rijkswaterstaat bedoeld, tenzij expliciet anders is aangegeven.

In het Integraal Veiligheidsplan is de veiligheidsambitie voor het Project Zeetoeegang IJmond vastgesteld. Deze ambitie is als volgt:

Hoofdambitie

Het project Zeetoeegang IJmond streeft, vanaf de planstudiefase tot en met de bouwfase¹ van de maatregel, in samenwerking met alle betrokkenen, per veiligheidsthema een veiligheidsniveau na conform de in de Leidraad Integrale Veiligheid aangedragen richtlijnen/kaders en normen (zie **bijlage 2**).

Deze hoofdambitie alsmede de onderstaande subambities zijn opgesteld ten behoeve van de planstudie, fase 1 onderbouwing voor het nemen van een voorkeursbeslissing. Er is al wel een doorkijk gemaakt naar planstudie fase 2 procedures voor formele MER en de daarop volgende contract-, aanbestedings- en realisatiefase. De subambities dienen bij de overgang van planstudie fase 1 naar planstudie fase 2 beoordeeld en eventueel aangepast te worden.

Subambities

Om deze ambitie te behalen zullen de volgende doelen worden nagestreefd

- Nul doden en gewonden onder RWS medewerkers en (externen) derden tijdens de realisatiefase van alle objecten;
- Geen extra kosten ten gevolge van schade aan objecten ten gevolgen van calamiteiten en incidenten tijdens de realisatiefase;
- Alle objecten en systemen voldoen aan de relevante wet- en regelgeving en de aanvullende normen en richtlijnen (Leidraad Integrale Veiligheid e.d.);
- Een pro-actieve veiligheidscultuur binnen het projectteam;²
- Geen opmerkingen van de arbeidsinspectie tijdens de realisatiefase. (arbeidsinspectie vragen een veiligheidstoets uit te voeren)

¹ De gebruiksfase is ook van belang. Veiligheid in de gebruiksfase is echter de verantwoordelijkheid van de beheerder. Dit betekent niet dat het projectteam geen enkele verantwoordelijkheid heeft ten opzichte van deze fase. Het projectteam moet bewerkstelligen dat een maatregel in de gebruiksfase aan de eisen kan voldoen. Samenwerking met de beheerder in een vroeg stadium is daarom van belang.

² Een organisatie kan worden ingedeeld in 5 niveaus van volwassenheid wat betreft de veiligheidscultuur. Achtereenvolgens zijn dit: pathologisch, reactief, calculatief, proactief en generatief.

Deze ambities sluiten aan op de ambities die door RWS zijn vastgelegd in de beleidsverklaring veiligheid.

1.3 Veiligheid en ambitie Project Zeetoeegang IJmond

De ambities van het Projectteam Zeetoeegang IJmond worden gerealiseerd door middel van het invullen van de in het Integrale Veiligheidsplan aangedragen onderwerpen:

- Ambities m.b.t. veiligheid;
- Scope en aandachtsgebieden m.b.t. veiligheid;
- Organisatie;
- Maatregelspecifieke proces- en productplan (RASCI-tabellen);
- Invullen veiligheid via productkwaliteitsplan.

Voor de invulling van de genoemde onderwerpen is voor het project Zeetoeegang IJmond een pragmatische aanpak gekozen. Dit gezien de wens vanuit het Projectteam om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de al aanwezige procedures en processen. De zogenaamde RASCI tabellen dienen dan ook als checklist. Hiermee wordt geborgd dat alle relevante veiligheidsaspecten worden meegenomen en dat waar nodig beheersmaatregelen worden getroffen. Deze worden zoveel mogelijk opgenomen in bestaande documenten zoals het risicodossier, het Veiligheids & Gezondheidsplan (V&G-Plan), Veiligheids & Gezondheidsdossier (V&G-Dossier), de Objectspecificaties, Operationeel Concept Document en ontwerpnota's, dan wel in dit Integrale Veiligheidsplan.

In de Leidraad Integrale Veiligheid worden veiligheidsaspecten genoemd die niet voor alle objecten en in alle fases van toepassing zijn. De eerste stap om te komen tot deze pragmatische invulling van het plan is de bepaling van alle relevante veiligheidsaspecten voor het project Zeetoeegang IJmond (zie **bijlage 2**).

Bij het bepalen van de relevantie van de veiligheidsaspecten kunnen vier fasen worden onderscheiden; de planstudiefase, de ontwerpfase, de realisatiefase en de gebruiksfase. De relevantie van de veiligheidsaspecten wordt bepaald op basis van een inventarisatie van de beschikbare gegevens enerzijds en eisen/risico's van de omgeving/beheerder anderzijds.

De verschillende veiligheidsaspecten worden per aspect beoordeeld op hun relevantie opdat duidelijk wordt op welke punten het project "Zeetoeegang IJmond" bijdraagt aan de veiligheidsambitie.

1.4 Invulling Integraal Veiligheidsdossier

Het Integrale Veiligheidsdossier bevat alle documenten die van belang zijn voor de veiligheid van het project "Zeetoeegang IJmond". Een aantal van deze documenten zijn als onderdeel van de planstudie fase 1 mee gezonden en worden daarom niet nogmaals op een aparte manier gebundeld.

In **bijlage 5** is dan ook een overzichtslijst te vinden waarin de betreffende documenten (inclusief nummer), die onderdeel uitmaken van het Veiligheidsdossier, staan weergegeven.

Binnen het veiligheidsdossier worden vier fasen onderscheiden:

- Planstudie fase (2 fasen, zie ook paragraaf 1.2 van dit document);
- Ontwerpfase (opstellen contract en aanbesteding t/m gunning);
- Uitvoeringsfase (ontwerp- en uitvoeringsdeel) en
- Gebruiksfase.

Momenteel bevindt het project zich in de planstudie fase 1. Deze fase wordt afgerond met een beslissing van de voorkeursvariant.

2 Scope en veiligheidsaspecten Zeetoeegang IJmond

2.1 Scope Zeetoeegang IJmond

In de periode 2030-2035 is de Noordersluis om technische redenen toe aan een grondige renovatie of vervanging om de zeehavens van het Noordzeekanaalgebied bereikbaar te houden. En daarmee het garanderen van de bereikbaarheid van de haven van Amsterdam en ondervangen van het risico van de instabiele zeevering (bescherming van het achtergelegen land).

Het vertrekpunt voor de scope van het project Zeetoeegang IJmond zijn de afspraken uit het convenant planstudie fase Zeetoeegang IJmond dat partijen gezamenlijk op 27 november 2009 hebben ondertekend.

De planstudie als geheel heeft als onderzoeksopdracht het ontwerp, de financiering en de risicoanalyse van een nieuwe zeesluis ter vervanging van de Noordersluis. Er is besloten de planstudie in twee fasen op te delen:

1. In fase 1 wordt de onderbouwing geleverd voor het nemen van een voorkeursbeslissing, een bestuurlijk beslismoment waarbij scope, tijd en geld van het project worden vastgesteld voorafgaand aan de start van de aanbesteding. In deze fase wordt ook onderzoek uitgevoerd naar de effecten middels een MKBA en Milieutoets.
2. In fase 2 worden de benodigde procedures doorlopen inclusief de formele project-MER. In fase 2 zal ook de aanbestedingsfase worden gestart en het realisatiecontract worden opgesteld en wordt ter afronding van fase 2 een beslissing genomen over gunning en start van de realisatie

Hoewel de scope van de planstudie zich beperkt tot een nieuwe zeesluis naast de bestaande Noordersluis wordt in de Integrale Veiligheidsplan toch verder gekeken naar het hele havengebied van IJmuiden, binnen en buiten de sluisen met de nadruk op het gebied van het sluisencomplex, de voorhavens en de Velserkom.

2.2 Relevante veiligheidsaspecten Zeetoeegang IJmond

Integrale veiligheid:

'Alle veiligheidsaspecten van een systeem in samenhang.'³

Om alle verschillende veiligheidsaspecten te beheersen zullen deze per fase ook dusdanig moeten worden beschouwd. De Integrale Veiligheidsaanpak is dus relevant voor alle fasen zoals beschreven in paragraaf 1.4 van dit document.

Constructieve veiligheid:

'De veiligheid van personen met betrekking tot het bezwijken van een constructie.'

Gezien de scope van het project spelen de constructieve sterkte en stabiliteit van de sluiswanden, sluishoofden van zowel de nieuw te bouwen sluis als van de bestaande objecten zoals Noordersluis en waterkering alsmede de wegen en bruggen een grote rol zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase. In de planstudiefase wordt hier de nodige aandacht op gevestigd bij het opstellen van de objectspecificatie en alle producten die daaraan ten grondslag liggen.

Brandveiligheid:

'De veiligheid van personen met betrekking tot brand en de gevolgen daarvan.'

Brand dient zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase te worden voorkomen. Het gaat hierbij om:

- het beperken van de kans op brand;
- het beperken van de kans op uitbreiding van brand (binnen een object);
- het zorgdragen dat mensen tijdig een veilige plaats kunnen bereiken;
- het beperken van de kans op uitbreiding van de brand naar een ander object of perceel, eventueel met behulp van de brandweer.

Arbeidsveiligheid:

'De veiligheid van personen die beroepshalve aanwezig zijn.'

In de uitvoeringsfase dient de veiligheid en de arbeidsomstandigheden van het uitvoerende personeel (en derden) gewaarborgd te worden. Ook verdient hinder voor de omgeving aandacht, bijvoorbeeld veroorzaakt door het bouwverkeer te water.

Daarnaast dient het eindresultaat van de Zeetoeegang IJmond te waarborgen dat gebruik van de toekomstige sluis door passanten en bezoekers evenals beheer en onderhoud van alle objecten door de verschillende beheerders op een veilige manier en onder goede arbeidsomstandigheden mogelijk is. De belangrijkste beheerders zijn Rijkswaterstaat, de gemeente Velsen en Hoogheemraadschap Noorder Kwartier. Om veiligheid in de gebruiksfase te borgen wordt overwogen

³ Alle definities zijn afkomstig uit de Leidraad Integrale Veiligheid

om de arbeidsinspectie te betrekken om voor de realisatiefase, maar nadat het referentieontwerp gereed is, bij het uitvoeren van een veiligheidstoets.

Sociale veiligheid:

'De mate waarin mensen beschermd zijn en zich beschermd voelen tegen persoonlijk leed door misdrijven (criminaliteit), overtredingen en overlast door andere mensen.'

In de ontwerpfase kunnen maatregelen getroffen worden om overlast en/of criminaliteit, inclusief terroristische aanslagen te voorkomen m.b.t. opslag- en werkterreinen (b.v. afscherming, verlichting of (persoonlijke of camera) bewaking).

Het gebied heeft een industrieel karakter met grote schepen, gevaarlijke stromingen en dergelijk en is daardoor gevaarlijk voor onbevoegden. De sociale veiligheid verdient daardoor ook in de gebruiksfase de nodige aandacht, b.v. door het vermijden van onoverzichtelijke en donkere hoeken en uitgebreide camera-bewaking. In het Operationeel Concept Document (bijlage 5) wordt hier de nodige aandacht aan geschonken.

Security:

'De bescherming of beveiliging van inrichtingen, personen en infrastructuur tegen moedwillige verstoringen.'

In het verlengde van het aspect sociale veiligheid kunnen mogelijk moedwillige verstoringen of sabotageacties tijdens de uitvoeringsfase plaatsvinden. Daartegen kunnen soortgelijke maatregelen (wanneer vanuit risico-oogpunt noodzakelijk) als bijvoorbeeld afschermingen en camerabewaking een uitkomst bieden.

Ook in de gebruiksfase is dit van belang omdat diverse op afstand bestuurd worden en het essentieel is dat ze op het juiste moment moeten kunnen functioneren.

Machineveiligheid:

De veiligheid voor (vaarweg-, weg- en algemene) gebruikers en onderhouds- en bedienend personeel van machines.

Een groot deel van werk vindt plaats op, vanaf of onder water. De machines die daarbij zullen worden ingezet moeten veilig bediend en onderhouden kunnen worden. Ook in de gebruiksfase dienen machines (met name de bewegingswerken en nivelleersysteem van de sluisen) veilig bediend en onderhouden kunnen worden. Aan dit onderwerp wordt, net als bij sociale veiligheid, de nodige aandacht geschonken in het Operationeel Concept Document. De machines dienen bij oplevering en/of in gebruikname voorzien te zijn van een CE markering.

Verkeersveiligheid (wegverkeer):

'Veiligheid met betrekking tot het transport over de weg'

De bestaande wegverbinding over het sluiscomplex dient na de aanleg van de nieuwe sluis beschikbaar te blijven. In de huidige situatie is de verkeersverbinding formeel een eigenweg van Rijkswaterstaat. Maar openbaar gebruik is wel toegestaan. De verbinding bestaat uit een weg voor gemotoriseerd verkeer en een fietsverbinding. Op de plek van de nieuwe sluis zal een nieuwe verbinding moeten worden gecreëerd. In de gebruiksfase is het van essentieel belang dat de verkeersverbinding over de sluiscolk bestuurt kan worden in relatie met de overig onderdelen van het sluiscomplex, zowel de reeds bestaande objecten als de nieuwe sluis. Daarnaast moet de veiligheid in het weg- en fietspad ontwerp voor alle verkeersdeelnemers geborgd zijn.

Verkeersveiligheid (scheepvaartveiligheid/zee- en binnenvaart):

'Veiligheid met betrekking tot het transport over water, rivieren en zee'

Tijdens de uitvoeringsfase ondervindt het scheepvaartverkeer in het toegangskanaal vanaf open zee, de Velserskom en de haven van Amsterdam mogelijk hinder van transport van materiaal en/of materieel door de aannemer. Voor een gedetailleerde beschrijving van de omgeving zie het systeemcontext diagram in de Klant Eis Specificatie (bijlage 5).

Veiligheid tegen overstromingen:

'Veiligheid van personen of objecten met betrekking tot hoog water.'

Tijdens de realisatiefase kunnen als gevolg van onjuiste werkvolgorde in combinatie met hoog water gevaarlijke situaties ontstaan. In de gebruiksfase kunnen bewoners en andere in het gebied aanwezig, inclusief dieren ingesloten raken. Daarvoor moeten calamiteitsroutes worden aangelegd. Continue aandacht voor het veilig functioneren van de primaire waterkering in zowel de planstudiefase, ontwerpfase, realisatiefase als de gebruiksfase is dan ook van het grootste belang.

Externe veiligheid (transport gevaarlijke stoffen):

'Veiligheid van de omgeving als gevolg van transport (weg, water, spoor, leiding).'

Zowel in de uitvoeringsfase als in de gebruiksfase m.b.t. transport van gevaarlijke (b.v. brandbaar, explosief, bijtende) stoffen dient het externe veiligheidsrisico acceptabel laag te zijn. Individueel en groepsrisico dienen acceptabel laag te zijn. Voor verdere inhoudelijke uitwerking zie het deelrapport Externe Veiligheid.

Hulpverlening (calamiteitenbestrijding):

'De mate waarin hulpverlening (qua bereikbaarheid, middelen en organisatie) kan plaatsvinden tijdens een incident, waarbij de veiligheid van personen in het geding komt.'

Tijdens de uitvoeringswerkzaamheden is het van belang dat bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten te allen tijde geborgd is. Ook dient aansluiting te worden gevonden op de bestaande procedures en afspraken die tussen de huidige bedienaars, beheerders en de hulpverleningsdiensten zijn gemaakt (zoals vastgelegd in het calamiteitenplan en ontruimingsplannen).

Ook in de gebruiksfase moet de bereikbaarheid voor hulpverleners geborgd zijn zodat passanten, bewoners en andere in het gebied aanwezig en ook dieren tijdig geïnformeerd kunnen worden en de nodige assistentie adequaat kan worden verleend. Vanwege de wijzigende omgeving (de nieuwe sluis die aan het bestaande complex wordt toegevoegd) dienen calamiteiten en ontruimingsplannen op dit punt grondig te worden beoordeeld en aangepast, in het Operationeel Concept Document wordt de nodige aandacht aan dit onderwerp geschonken.

Tot slot wordt opgemerkt dat de thema's tunnelveiligheid en Spoorwegveiligheid niet nader zijn beschouwd omdat deze geen rol hebben bij dit project.

3 Organisatie en verantwoordelijkheden

3.1 Veiligheidsteam Zeetoeegang IJmond

Binnen het projectteam Zeetoeegang IJmond is een veiligheidsteam samengesteld. Deze groep borgt dat het Integraal veiligheidsplan binnen het projectteam Zeetoeegang IJmond zal worden ingevuld en geïmplementeerd.

Dit veiligheidsteam bestaat uit de volgende personen:

- Rico Sies (technisch manager RWS);
- Volkert Schaap (omgevingsmanager RWS).
- Eric Brassier (technische manager DHV&Iv-Infra)
- Marcel Visser (V&G coördinator planstudie fase 1);
- Geert Smits (Adviseur techniek);
- Aanvullen met eerder genoemde mensen en wellicht HVKér van DHV of Iv

3.2 V&G coördinator

Vanaf de initiatiefase bestaat de wettelijke verplichting om voor **ieder** project een V&G-coördinator aan te wijzen. Bij het project is Marcel Visser aangewezen als V&G-coördinator voor de planstudie fase 1. Deze V&G-coördinator is verantwoordelijk voor het opzetten van de eerste versie van het V&G-plan en het V&G-dossier gedurende de initiatief- t/m de planstudie fase.1.

Voor het afronden van de planstudie fase 1 dient duidelijk te zijn wie de V&G-coördinator is in de volgende fase. Op dit moment wordt voorzien dat de technisch manager, Rico Sies deze rol zal gaan vervullen.

3.3 Rollen, taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden

Per veiligheidsaspect gelden diverse rollen, taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden (RTBV's) bij het opstellen van de diverse veiligheidsproducten. In zogenaamde RASCI tabellen (**zie bijlage 3**) wordt een overzicht gegeven van deze RTBV's en op te stellen veiligheidsproducten in de planstudie fase 1.

In hoofdstuk 4 wordt een toelichting gegeven op de in de voorbereidingsfase op te stellen veiligheidsproducten. Hierbij wordt aansluiting gezocht bij de huidige invulling van het projectteam (IPM-model) en de omgeving van het project door voor de invulling van de omgevingspartijen de uitgevoerde stakeholdersanalyse te gebruiken (zie verder de Klant Eis Specificatie).

4 Bijzondere veiligheidsproducten in de voorbereidingsfase

Zoals aangegeven in par. 3.3 wordt per veiligheidsaspect bepaald welke taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden aan bepaalde personen/partijen toegewezen worden en welke veiligheidsproducten er voor de afzonderlijke veiligheidsaspecten opgesteld moeten worden.

4.1 RASCI tabellen

De in het kader van de realisering van het project Zeetoeegang IJmond te vervaardigen veiligheidsproducten zijn in kaart gebracht met behulp van zogenaamde RASCI tabellen (**zie bijlage 3**).

Voor elk veiligheidsaspect wordt in de RASCI-tabellen aangegeven hoe de verantwoordelijkheid voor elk op te stellen veiligheidsproduct over de partijen is verdeeld.

Het gaat hierbij vooral om welke partijen op welk tijdstip een bepaald document dienen op te leveren dan wel betrokken zou moeten zijn bij de totstandkoming van een veiligheidsproduct. Dit wordt in de RASCI tabellen duidelijk gemaakt door de aanduiding van de verantwoordelijkheid met een letter, te weten:

RASCI legenda		
R	Responsible:	Voert uit
A	Accountable:	Stelt vast
S	Supportive:	Draagt bij
C	Consulted:	Wordt geconsulteerd
I	Informed:	Wordt geïnformeerd

De RASCI tabellen dragen er toe bij dat in alle fasen aan alle veiligheidsaspecten voldoende aandacht wordt besteed. Hierdoor wordt aantoonbaar gemaakt dat Rijkswaterstaat als opdrachtgever aan haar algemene veiligheidsverplichtingen heeft voldaan.

4.2 Risico-inventarisatie en -evaluatie

In de contracteringsfase dient een RI&E uitgevoerd op te worden op bijzondere veiligheidsaspecten in de uitvoeringsfase en op bijzondere veiligheidsaspecten in de gebruiksfase.

Hiervoor is op 05-08-2011 een risicosessie met het projectteam georganiseerd. Bij deze sessie zijn, voor wat betreft veiligheidsrisico's voornamelijk veiligheidsrisico's met aspect constructieve veiligheid en aan het licht gekomen.

Aanwezig:
veiligheidsteam

Hiervan is een beknopte rapportage opgesteld (**zie bijlage 4**). Met de resultaten van deze RI&E wordt getoetst of de veiligheidsaspecten in het V&G plan opgenomen bijzondere risico's goed zijn geborgd.

Van de bevindingen van deze toets wordt een rapportage opgesteld. Indien (op onderdelen) de borging van veiligheidsaspecten onvoldoende is, worden aanbevelingen op de borging alsnog te bewerkstelligen.

Bij aanvang van de planstudie fase 2 dient een planning gemaakt te worden van de vervolg risico sessies.

4.3 V&G-Plan en V&G-dossier

In de planstudie fase 1 is de eerste versie van het V&G-Plan en het V&G-dossier (als bedoeld in het Arbobesluit, afdeling 5 Bouwproces) opgesteld.

In het V&G-Plan zijn de – in deze fase reeds door het projectteam onderkende – bijzondere risico's vermeld, die betrekking hebben op de veiligheid tijdens de bouwfase van uitvoerend personeel van de opdrachtnemer en van alle aanwezigen op of nabij het werkterrein.

5 Productkwaliteitsplan

In de RASCI-tabel (**zie bijlage 3**) staat o.a. vermeld welke veiligheidsproducten (kolom "product") onderscheiden worden per veiligheidsaspect en in welke fase. De kwaliteit van deze producten dient beheerst te worden en geborgd te zijn. Hoe dit binnen de projectorganisatie Zeetoeegang IJmond is geregeld wordt in dit hoofdstuk beschreven.

5.1 Productkwaliteitsplan tijdens de voorbereidingsfase

De werkzaamheden van het veiligheidsteam Zeetoeegang IJmond in de planstudie fase 1 met betrekking tot veiligheid hebben betrekking op onder meer:

1. het verzamelen van relevante informatie;
2. het inventariseren (en vastleggen) van eisen en wensen;
3. het op hoofdlijnen vervaardigen van een veilig ontwerp;
4. het opstellen van specifieke veiligheidsproducten (**zie hoofdstuk 4**).

Ad 1: verzamelen relevante informatie

In de voorbereidingsfase is alle informatie over de bestaande situatie verzameld, die noodzakelijk is voor de voorbereiding en uitvoering van het project. Onder meer is verzameld:

- informatie (geotechnische en milieutechnische) van de ondergrond;
- informatie over de technische staat van te verwijderen, te slopen en aan te passen objecten;
- informatie niet gesprongen explosieven
- informatie over de aanwezigheid van (mens en milieu bedreigende) schadelijke stoffen en objecten;
- informatie over (de staat van veiligheid van) de omgeving;
- informatie over (reeds beschikbare) documentatie betreffende de veiligheid van het gebied en de daarin de aanwezige objecten en personen.

Ad 2: het inventariseren van eisen en wensen

In de planstudie fase 1 worden alle eisen en wensen op het gebied van veiligheid geïnventariseerd en vastgelegd. Eisen op systeemniveau vloeien voort uit het V&G beleid van Rijkswaterstaat.

Door middel van een stakeholderanalyse zijn alle belanghebbenden (en belangstellenden) geïnventariseerd. Door met deze (interne en externe) stakeholders in contact te treden, zijn hun eisen en wensen verkregen.

Er is geen afzonderlijke Programma van Eisen opgesteld. Eisen en wensen zijn rechtstreeks verwerkt in de hierna genoemde ontwerp- en planstudie documenten.

Ad 3: het op hoofdlijnen vervaardigen van een veilig ontwerp;

In de planstudie fase 1 zijn eisen met betrekking tot de veiligheid opgenomen in de Klant Eis Specificatie en daaruit volgende Objectspecificaties voor de verschillende te onderzoeken varianten. Nadere gespecificeerd in het de bijbehorende (deel) ontwerprapporten en tekeningen.

Ad. 4: het opstellen van specifieke veiligheidsproducten

Het veiligheidsteam DHV&Iv-Infra stelt in de voorbereidingsfase, planstudie fase 1 naast het voorliggende IVP, de volgende specifieke veiligheidsproducten op: **RASCI-tabellen, RI&E, V&G-Plan- ontwerpfase, V&G-Dossier- ontwerpfase**. Een toelichting op deze specifieke veiligheidsproducten wordt in hoofdstuk 4 gegeven.

5.2 Productkwaliteitsplan tijdens de realisatiefase

Algemeen

Tijdens de realisatiefase dient de opdrachtnemer de werkzaamheden uit te voeren conform de eisen in het DBFM contract met inachtneming van de Nederlandse en Europese wet- en regelgeving.

Het projectteam RWS is belast met de contracthandhaving waarbij het de methode van **Systeemgerichte Contract Beheersing** (SCB) hanteert. Hierbij wordt uitgegaan van het goed functioneren van het **kwaliteitbeheersingssysteem** en het **kwaliteitsborgingssysteem** van de Opdrachtnemer. Als onderdeel van het kwaliteitbeheersingssysteem dient de Opdrachtnemer een **Afwijkingenregister** bij te houden, waarin alle geconstateerde afwijkingen worden geregistreerd alsmede de door de Opdrachtnemer getroffen preventieve en correctieve maatregelen.

De werkzaamheden van het projectteam RWS zijn gericht op het toetsen van de resultaten van ontwerpwerkzaamheden en uitvoeringswerkzaamheden door middel van systeemtoetsen, procestoetsen en producttoetsen. De keuze voor de 'mix' aan toetsen is risicogestuurd. De basis hiervoor is zowel een eigen risico-inventarisatie en evaluatie als die van de opdrachtnemer. Daar waar grote risico's worden gesignaleerd, wordt vaker, diepgaander en (technisch) inhoudelijker getoetst. De mix aan toetsactiviteiten wordt vastgelegd in een **toetsplan**. De toetsers worden aangestuurd door een toetscoördinator.

De hoofdlijnen op basis waarvan de mix aan toetsen wordt vastgesteld is vastgelegd in het bij het DBFM contract gevoegde **Toetsing- en Acceptatieplan**.

Tijdens de uitvoeringsfase, op dit moment voorzien in de periode 2015 – 2019 dient de Opdrachtnemer op een beheerste wijze om te gaan met (mogelijke optredende) risico's. In het DBFM contract worden eisen gesteld aan het door de Opdrachtnemer te hanteren systeem van **Risicomanagement**.

De opdrachtnemer dient periodiek een **RI&E** uit te voeren, een **risicoregister** bij te houden, **risicobeheersmaatregelen** te treffen, het **Integrale Veiligheids Dossier** periodiek te actualiseren en na te leven. De Opdrachtnemer dient de V&G verantwoordelijke periodiek te informeren over de resultaten van het risicomangement.

5.3 Productkwaliteitsplan tijdens de overdrachtfase

Na oplevering van de objecten dienen deze te worden overgedragen aan de desbetreffende beheerders. De Opdrachtnemer dient een compleet **as built opleverdossier** (gebruikersdossier) samen te stellen waarin alle informatie is opgenomen die een beheerder nodig heeft voor het veilig beheren, onderhouden (en zelfs slopen) van de object. Het as built gebruikersdossier is onderhevig aan de acceptatieprocedure.

De Opdrachtnemer dient de (toekomstige) beheerders te informeren over zogenaamde restrisico's, die betrekking hebben op het veilig beheren, onderhouden (en zelfs slopen) van het object of installatie. Deze restrisico's zijn van belang voor de beheerder omdat hij (als werkgever) verantwoordelijk is voor het treffen van maatregelen om zijn personeel een veilige arbeidsplaats te kunnen bieden. Hierbij kan gedacht worden aan het scholen van medewerkers of het verstrekken van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Daarnaast dien(t)(en) de (toekomstige) beheerder(s) geïnformeerd te worden over specifieke bouwkundige en technische kenmerken van een object, alsmede de kenmerken betreffende de inrichting of outillage, waarmee bij het verrichten van latere werkzaamheden in verband met de veiligheid en gezondheid rekening dient te worden gehouden door de Opdrachtnemer. Deze specifieke kenmerken dienen te zijn vastgelegd in het **V&G-dossier**.

5.4 Kwaliteitsborging Zeetoegang IJmond

De wijze van kwaliteitbeheersing van (intern en extern) te vervaardigen veiligheidsproducten is in de voorgaande paragrafen beschreven.

Om na te gaan of gewerkt wordt conform het IVP dienen er periodiek interne en externe audits plaats te vinden. In de voorbereidingsfase hebben er (nog) geen **interne audits** plaats gevonden. Het uitvoeren van **externe audits** naar de werking van het kwaliteitbeheersingssysteem van de Opdrachtnemer vindt plaats tijdens de uitvoeringsfase als onderdeel van de Systeemgericht Contact Beheersing.

Bijlage

1. Beleidsverklaring veiligheid Rijkswaterstaat



Rijkswaterstaat

Beleidsverklaring Veiligheid Rijkswaterstaat

Wij verplichten ons, gezamenlijk en met behoud van ieders eigen verantwoordelijkheid, tot het handhaven en waar mogelijk verbeteren van het veiligheidsniveau van de wegen, de vaarwegen, het watersysteem en de hoogwaterbescherming in beheer bij Rijkswaterstaat, voor zover door Rijkswaterstaat beïnvloedbaar. Dit omvat een integrale aanpak van de veiligheidszorg voor:

- Medewerkers en andere betrokkenen (beroepsgebonden veiligheid)
- Gebruikers van de wegen en vaarwegen (interne veiligheid)
- Omwonenden (externe veiligheid)

Om dit doel te bereiken zullen we ons veiligheidsmanagementsysteem nauwkeurig en gewetensvol inrichten, uitvoeren en afstemmen. We nemen veiligheid expliciet in onze organisatie- en ondernemingsdoelstellingen op en beschouwen deze als integraal onderdeel van de primaire processen van de Rijkswaterstaat, te starten met de beroepsgebonden veiligheid.

We dragen er zorg voor dat de derden, die in opdracht van Rijkswaterstaat aanwezig zijn op onze terreinen en daar werkzaamheden verrichten, voldoen aan de veiligheidseisen die op onszelf van toepassing zijn.

Wij aanvaarden dat ter voorkoming van ongevallen en incidenten, een open, tijdige en correcte uitwisseling van gegevens noodzakelijk is. Ongevallen en incidenten worden geanalyseerd met als doel er lering uit te trekken en maatregelen ter voorkoming van herhaling door te voeren.

We onderschrijven het belang van betrouwbare, open en tijdige voorlichting aan het publiek met betrekking tot de veiligheid op en rond de wegen, de vaarwegen, het watersysteem en de hoogwaterbescherming en streven daarbij naar een goede onderlinge afstemming en effectieve samenwerking.

De hieruit voortvloeiende inspanning vormt het veiligheidsmanagementsysteem Rijkswaterstaat.

De Directeur-Generaal van Rijkswaterstaat
Bert Keijts

De Hoofdingenieur-Directeur van de
Dienst Verkeer en Scheepvaart
Joris Al

Bijlage

2. Normen en Richtlijnen op het gebied van veiligheid

Elke maatregel die wordt uitgevoerd in het kader van het project Zeetoeegang IJmond zal moeten voldoen aan/gebruik moeten maken van de volgende eisen/richtlijnen per veiligheidsonderwerp voortkomend uit de Leidraad Integrale Veiligheid (indien van toepassing):

Integrale Veiligheid	Interne Veiligheid	Algemeen	Constructieve veiligheid	Arbeidsomstandigheden Machineveiligheid	
			Brandveiligheid		
			Arbeidsveiligheid		
			Sociale veiligheid		
			Security		
		Sectoraal/ Object gericht	Veiligheid wegverkeer		Verkeersveiligheid <i>Tunnelveiligheid</i>
			Veiligheid Zee- en binnenvaart		
	<i>Spoorwegveiligheid</i>				
	Externe Veiligheid	Gevaarlijke stoffen	Veiligheid tegen overstroming		
			Inrichtingen Transport		
	Hulpverlening	Bereikbaarheid			
		Middelen			
		Organisatie			

Integrale Veiligheid

- Leidraad integrale Veiligheid.

Constructieve veiligheid

- Bouwbesluit (inclusief Eurocodes en Nationale Bijlagen en Ontwerp NB);
- Bouwverordening;
- Richtlijn ontwerp betonnen kunstwerken (inclusief ontwerp ROK);
- NEN 3651 (nl); Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken.

Brandveiligheid

- Bouwbesluit (inclusief Eurocodes en Nationale Bijlagen en Ontwerp NB);
- Bouwverordening.

Arbeidsveiligheid

- Arbeidsomstandighedenwet;
- Arbeidsomstandighedenbesluit
- Arboregeling;
- Kader V&G zorg voor RWS projecten;
- Informatie over specifieke V&G aspecten zijn o.a. te vinden in diverse publicaties zoals de CROW Publicatie 132 over het werken in en met verontreinigde grond

Sociale Veiligheid

- CPTED Normering is van toepassing waarbij kan worden gedacht aan:
 - controleerbaarheid (o.a. zichtlijnen, aanwezigheid formele en/of informele controle);
 - zichtbaarheid (o.a. overzicht, verlichting);
 - toegankelijkheid (alternatieve routes, keuzemogelijkheden, bewegwijzering);
 - zorgvuldige locatie- en functiekeuze (o.a. dag/nachtgebruik, zonering openbaar/privé, routing);
 - attractiviteit (goed te onderhouden, aangenaam kleur- en materiaalgebruik, etc.);
 - inbraak- en vandalismebestendigheid (bijv. materiaalgebruik, inrichting gevels, entrees).

Security

- Corporate Beveiligingsmodel
- Beveiligingsbeleid V&W en RWS

Verkeersveiligheid

- Handboek wegontwerp (CROW publicatie 164)
- Handboek Bermbeveiligingsvoorzieningen RWS

Machineveiligheid

- Machinerichtlijn

Zee- en binnenvaart

- Richtlijnen vaarwegen
- Binnenvaart Politie reglement
- Scheepvaartverkeerswet

Veiligheid tegen overstromingen

- Waterwet

Externe veiligheid

- Wet vervoer gevaarlijke stoffen

- Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen

Hulpverlening

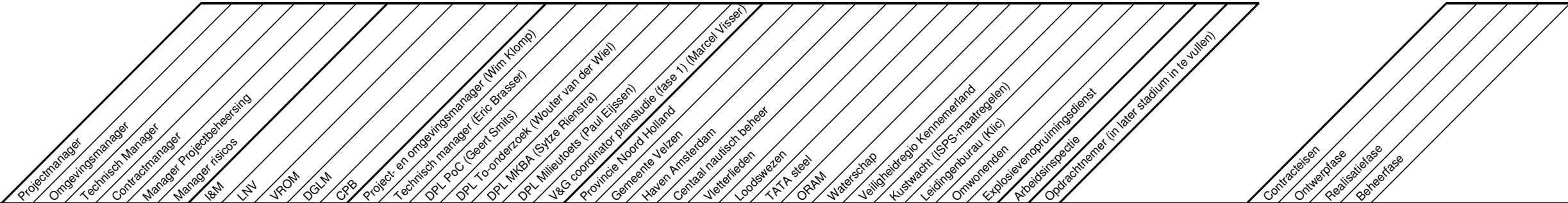
- Wet veiligheidsregio's
- Eisen m.b.t. hulpverlening, zelfredzaamheid en calamiteitenbestrijding zoals opgesteld door de hulpdiensten
- Eisen m.b.t. hulpverlening, zelfredzaamheid en calamiteitenbestrijding voortkomend uit voorgaande wet- en regelgeving, normen en richtlijnen

Bijlage

3. RASCI tabel Veiligheidsproducten

Zie bijgevoegde excel sheets met RASCI tabellen.

hulpverlening en calamiteitenbestrijding



Activiteit	Datum	RWS DNH (OG)				Rijksoverheid overig				DHV - IV Infra (ON)				Extern										AI	ON	Bron / regelgeving	Product	Input voor	Korte omschrijving / Toelichting								
Planstudie fase 1 (voorkeursbeslissing)																																					
hc																																					
Leveren bestaande rampenbestrijdings-/aanvalsplan /bereikbaarheidsplan		R																														- Bouwbesluit - RVW 2005				wordt aan de voorkant voornamelijk geborgd in brandveiligheid, sociale veiligheid en externe veiligheid, voorkomen van ...	
Inventariseren gebruikerseisen en omgevingseisen m.b.t. hulpverlening		C																																			
Planstudie fase 2 (Procedures, opstellen DBFM contract en aanbestedingsfase)																																					
hc																																					
validatie Ontwerp eisen																																					
Opstellen rapport integrale bereikbaarheid eindsituatie																																					
Opstellen bereikbaarheidsplan bouwsituatie																																					
Opstellen calamiteitenplan																																					
Realisatiefase (detailontwerp en bouwfase)																																					
hc																																					
Ontwerpverificatie- en validatie eisen v.w.b. openbare hulpverlening																																					
Voortdurend actualiseren calamiteitenplan tijdens bouwfase																																					
Leveren van as-built bewijs bereikbaarheid.																																					
Gebruiksfasen																																					
hc																																					
Overdragen calamiteitenplan realisatiefase																																					
Opstellen calamiteitenplan beheerfase																																					

R Responsible
 A Accountable
 S Supportive
 C Consulted
 I Informed

Bijlage

4. Resultaat RI&E Zeetoegang IJmond

Zie bijlage: Risico-inventarisatie en –evaluatie Zeetoegang IJmond
rapportage 110805 Risicosessie Zeetoegang IJmond

R-ID	Onzekerheid	Oorzaak	Gevolg	Kans van optreden * gevolg	Beheersmaatregelen
1	Het is niet mogelijk om een goede aan en afvoeren van (te grote) schepen te maken.	Voorhavens zijn te krap bemeten (ruimte ontbreekt) of gebrekkige simulatie.		43.5	1 De wijze van simuleren goed doornemen met CNB, RWS en Loosdrecht (aanpak) en nodig na realistische simulatie op Compact(week 38) en zonodig nog een simulatie op Full Bridge(jan-febr 2012) uitvoeren. 2 Absolute minimum bepalen van wat echt nodig is in de voorhavens en wat nautisch verantwoord is. Daarnaast marges opzoeken/ bepalen waar nog ruimte inzit. Vwb 1 in overleg met loodsen en CNB. Vwb 2 bepalen na 1 en uitwerken door DHV. [DHV] 3 Eenduidige vlootsamenstelling kiezen (relatie met capaciteitsmodel) die toekomstgericht moet zijn (dus visie hebben, vooruit kijken), en voor deze vloot simulaties uitvoeren. Verantwoordelijke RWS +HA. BM reeds uitgevoerd.
2	[voorhaven buiten] Negatieve golf effecten (gv de nieuwe harde wanden in de voorhaven.	Dit is niet in de voorbereiding meegenomen.	Er ontstaat een minder veilige situatie.	25.5	1 Goed golfmodel maken en zonodig voorzieningen meenemen in VO en simulatie door DHV en Marin en Deltares.
3	Er vinden zettingsvloeiingen plaats tijdens uitgraven voorhavens.	Er is te weinig grondonderzoek verricht om uitspraak te doen. (of functieverlies en/of extra onderhoud nodig is)	Er is te veel hinder tijdens de bouw voor scheepvaart dat Noorder en/of Middensluis gebruikt	37	1 Voor start VO (september) opnemen in een nader te formuleren breed geo technisch onderzoek, daarna analyseren en conclusies trekken. [OG [RWS]]
4	Er treedt onverwachte stroming (oa. zout/zoet, verontimpingen) op voor de scheepvaart.	Voorhavens van nieuwe zeeluis en bestaande NS hydraulisch zijn niet symmetrisch ontworpen.	Onverwachte scheepsbewegingen (veiligheid) waardoor loodswaars kleet om selectief schepen naar binnen en buiten te schutten waardoor de wachttijden oplopen en de vervoerscapaciteit naar beneden bijgesteld moet worden.	32.5	1 Aanvullend hydraulisch onderzoek laten uitvoeren zodat met nieuwe hydraulische situatie rekening kan worden gehouden. 2 Eventueel aanvullend simulatie onderzoek afhankelijk van resultaten lopend onderzoek. [ON/OG] 3 Eventueel schermen meenemen in ontwerp opdat er weer symetrie is.
5	Te verwijderen sluiselanden zijn niet functioneel.	Er is onvoldoende gecommuniceerd met belanghebbenden (vlietdienst en sleepdienst, K&L en bewoners).	Er treedt tijdsverlies op of duurdere tijdelijke voorzieningen moeten worden getroffen.	27.5	1 Voorafgaand aan het ontwerp inventariseren van elementen op sluiselanden waarvan de functie behouden moet worden. Duidelijk en heldere afspraken maken en vastleggen. 2 In SO en VO fase al goed communiceren. [RWS] 3 In contractfase nogmaals terug communiceren met alle belanghebbenden. [OG]
6	[voorhaven vooral binnen] Dieper stekende scheepvaart (op laag tij binnen te laten komen) zorgt voor een diepere vaargeul waardoor de waterdichtende kleilaag op NAP -16 - tot NAP -18 wordt weggebaggerd met mogelijk risico van optreden van overspannen / onderspannen grondwater in de omgeving en daardoor onverwachte effecten op hun bedrijfsvoering (in brede zin).	Er is onvoldoende geo hydrologisch onderzoek gepleegd om mogelijk vooroordelen te kunnen ontzenuwen.	Onbegrip / weerstand bij omgeving (bv Corus) tegen aanleg nieuwe zeeluis.	30	1 In contractfase nogmaals terugkoppelen aan belanghebbenden. [ON] 2 In deelopport bodem wordt dit aspect meegenomen. [DHV] 3 De bodem van de Velsekom niet verdiepen. 4 Voor start VO (september) gedegen geotechnisch onderzoek (grondwaterspanning tweede watervoerend pakket) uitvoeren. [OG [RWS]]
7	Niet ingeplande deurtwisseling kan niet snel genoeg plaatsvinden.	Er kan op korte vaarafstand geen deurendok gemaakt worden.	Er kan niet voldaan worden aan de beschikbaarheidsis.	44	1 Goed beschikbare ruimte rondom sluiscomplex in beeld brengen door DHV en RWS. Overwegen van een extra deurkas in het sluisdook door DHV (gekomde roldeur) Rekening houden met opslagruimte voor reservevaten van de nieuwe sluis door DHV. 2 Analyse maken van deurhandelingen maken voor elk deurtype (die als haalbaar overbiven / overblijft) als onderdeel van onderhoudstrategie en beschikbaarheid. Vervolgens daarbij het tooltje zoeken (onderhoudsdok / helling en / of een reserve deur (set deuren) die aan NZK zijde drijvend geparkeerd liggen. Verantwoordelijke OG (RWS) in samenwerking met ON (DHV/IV-infra)
8	[sectordeuren enkel en gekromde roldeur] De sluis is langdurig buiten gebruik wegens onderhoud sluisdeuren.	De sluisdeuren blijken niet binnen de gestelde tijd (<24 h) gewisseld te kunnen worden (te complex, slecht weer, techniek, omvang van de deuren, benodigde hulpconstructies, organisatie etc.).	De beschikbaarheid van de sluis wordt niet gehaald en daarmee zijn maatschappelijke kosten gemoed.	43	1 In overleg met behaerder RWS CNB in voorontwerp fase benodigde tijd bepalen en laten toetsen door onafhankelijke deskundige. (door DHV&IV-infra) 2 Sluisdeuren eenvoudige uitwisselbaar ontwerpen. [DHV&IV-infra] 3 Bij de te ontwerpen keringsmiddelen zoveel als mogelijk gebruik maken van proven onderhoudstechniek bij zeeluisen, dus niet te veel theorie. [OG (RWS)] 4 Voor ingebruikname van de sluis, de onderhoudsmanager de deurtwisseling laten 'oefenen' en het proces hiermee optimaliseren totdat uitwisselings tijd bereikt wordt. 5 Keuze van een deurtype waarbij onderhoud in de deurkas mogelijk is.
9	Bewezen technieken blijken in een volgende fase niet haalbaar te zijn .	Extrapolatie van bestaande kennis (bewezen technieken) wordt te optimistisch ingeschat en haalbaar geacht.	Er moet een ander deurtype worden gekozen.	39	1 In voorontwerp goed naar kijken, zonodig aanvullend onderzoek laten uitvoeren voordat de voorkeursbesluit wordt genomen. [DHV&IV-infra] 2 Inschakelen van top-experts op betroffend gebied. Globale berekeningen maken waarmee de haalbaarheid kan worden aangetoond en ook nog rekening wordt gehouden met (te)gallers. Dus niet tot aan de grenzen van het kunnen, gaan. Terugvragen bedenken. [DHV] 3 Inzet van experts die daadwerkelijk kennis hebben en niet in naam deskundige geachte bedrijven / diensten vertegenwoordigen. Toets van DHV-resultaat door deskundigen. [OG (RWS)] 4 Een grotere doortlooptijd van het SO om hiermee een meer gedetailleerd ontwerp te maken en de ontwerp-risico's te verkleinen. [OG(RWS)] 5 Back-up scenario achter de hand houden. Tweede VO maken. Parallel uitvoeren met hoofdopdracht.
10	Tijdens de gebruiksfase uitspoeling van de bodembescherming plaats.	Bij het ontwerp is niet voldoende rekening gehouden met de stabiliteit van de constructie komt ter discussie te staan.	De stabiliteit van de constructie komt ter discussie te staan.	31	Ontwikkelingen m.b.t. toekomstige ontwikkelingen scheepvaart analyseren, bespreken en vastleggen als uitgangspunt voor ontwerp. [ON + OG]
11	Er treedt piping op.	De kwelchem is te kort of het scherm is niet dicht of de details zijn verkeerd gedetailleerd.	Er spoelt zand uit.	24.5	1 Voor start VO (september) voldoende geotechnisch veld en lab onderzoek, waardoor ontwerp goed is onderbouwd. [ON/OG]
12	Zand spoelt uit door de wanden	Damwanden lopen uit het slot, diepwand panelen sluiten niet goed aan, overgang tussen de cellenwand/caisson sluit niet goed aan, verbinding sluisdook/sluisdook is niet goed uitgevoerd/ontworpen.	De wanden moeten worden gerepareert en dit kost tijd en geld.	30.5	Tijdens ontwerp fase technische haalbaarheid aantonen. Verantwoordelijke ON tijdens uitvoeringsfase voldoende monitoring (slotverklapper). [Aanname]
13	[caisson, cellenwand] Wand kan niet op diepte gebracht worden.	De ondergrond is anders dan verwacht, uitvoering is moeilijker dan verwacht, er zitten obstakels in de ondergrond waardoor de constructie niet voldoet.	Er zijn aanvullende maatregelen nodig wat tijd en geld kost.	45.5	1 Voor start voorontwerp bestaand grondonderzoek analyseren en opnieuw beoordelen op uitvoerbaarheid, vervolgens waar nodig meer specifiek aanvullend grondonderzoek en historisch onderzoek uitvoeren, opnieuw beoordelen op uitvoerbaarheid. [OG (RWS)] 2 De juiste en voldoende onderzoeken van de omgeving waar de constructies komen uitvoeren (objecten in de bodem zoals kabels leidingen funderingen damwanden etc). [ON/OG] 3 Inventariseren conventionele explosieven in ondergrond. OG reeds uitgevoerd onderzoek beschikbaar stellen. ON aanvullend onderzoek verrichten (bureaustudie). [Is reeds onderdeel van opdracht DHV]
14	[Nisdam staal] Stalen onderdelen hebben meer onderhoud nodig dan verwacht.	Corrosie gaat sneller dan verwacht.	De beschikbaarheid van de sluis wordt lager.	27.5	1 Ervaring en onderzoeken naar corrosiefactor bij huidige sluisen navragen. [DHV] 2 In ontwerp voorzien in onderhoudsmaatregelen (conservering, kathodische bescherming, beton i.p.v. staal, etc). [ON] 3 Een paar meter beneden minimum schutpeil de stalen combiwand over laten gaan op een betonnen kering, geldt voor de beide wanden van de zuidelijke
15	[Algemeen risico] Handhaven functie bedieningshuis tijdens bouw wordt onvoldoende gewaarborgd	Er zijn onvoldoende tijdelijke voorzieningen getroffen mbt. signalering/voeding/etc kabels en zicht op sluis.	De beschikbaarheid van de Noorder sluis neemt af.	23	Nu studie doen naar bediening NS tijdens de bouw fase nieuwe sluis en de eindsituatie (met NS en de nieuwe zeeluis). Bouw tijdelijk bedieningsgebouw zal toch wel een jaar duren (evcl procedures en vergunningen), dus snel beginnen. Gelkt ook voor om te leggen kabels en leidingen aan zuidzijde. [RWS + HA]
16	Er wordt onnodig ruimtebeslag gelegd op de omgeving.	Breedte kolkwanden is te ruim ingeschat.	De afwegingen worden niet zuiver gemaakt en daarmee is er een suboptimaal ontwerp.	29.5	1 Afstaan van gevoeligheid van huidig globaal ontwerp (door DHV) en gelijktijdig bezien waar deze verleggen ruimte benodigd is, dan wel kan worden ingezet (DHV). Let wel behoud enige reserve binnen het ontwerp om tegevallers te kunnen opvangen. 2 In Voorontwerp fase de benodigde kolkwandbreedte nauwkeuriger rekenkundig onderbouwen. [ON] 3 Na voorontwerp fase controleren of de gemaakte keuze in het schetsontwerp nog steeds de juiste keuze is. [DHV&IV-infra]

17	Aanbrengen van funderingselementen in bouwkuip heeft gevolgen voor de stabiliteit van de Noordersluis.	De diepte van de put en de directe nabijheid van de NS (contractmatig niet afgedekt zijn in het DBFM contract)	52.5	<p>1 In voorontwerpfase goed naar kijken. [DHV]</p> <p>2 Goede afweging en keuze maken tav in te brengen element en bepalen welke gevolgen dit kan hebben. Tijdens uitvoering bestaande constructie monitoren. [DBFM verantwoordelijk: ontwerpende partij en aannemer]</p> <p>3 Vooral gedegen geotechnisch onderzoek voor het voorontwerp uitvoeren en de kaders en randvoorwaarden van het gebied bepalen en bijvoegen bij contract, zelf effort steken in ontwerpberekeningen en het resultaat hiervan (voorbeeld van uitvoeringsbeperking: maximale ontgravingdiepte bij een bepaalde GWS en waterstand) bindend voorschrijven in het contract. [OG (RWS)]</p>
18	Er treden stremmingen op.	Meer dan verwacht van ophoping van vuil en slib bij het sluishoofd.	32	<p>1 Ervaring navragen en/of onderzoeken opvragen bij beheerders huidige sluisen. [DHV]</p> <p>2 Tijdens ontwerpfase zo goed mogelijke inschatting maken van te verwachten slibafzetting en ontwerp eventueel aanpassen. [ON]</p> <p>3 Intensieve monitoring tijdens beginperiode gebruiksfase en eventueel geplande onderhoudsfrequentie aanpassen. [OG]</p>
19	[Algemeen risico] De kerende hoogte van 6.35+ NAP blijkt niet juist.	omdat de onderbouwing van de faalkans van overstromen niet goed is onderbouwd,	37.5	<p>1 Faalkans dient volgens normering te worden bepaald. Tevens dient een goede faalkansverdeling te worden opgesteld voor het gehele complex en de onderdelen afzonderlijk. Wordt onderbouwd door ON in VO fase. [DHV]</p> <p>2 Variabele kerende hoogte inbouwen in ontwerp door de kerende hoogte bewust in het buitenhoofd te laten opnemen (incl. uiteraad de deur), waardoor ontwerp van kolkwandconstructie en binnenhoofd alleen bepaald wordt door het minimum- en maximum schulppeil. [OG (RWS)]</p> <p>3 Robuustheidsstoelag in overlap met RWS en provincie vaststellen.</p>
20	[kromme roldeur en sectordeur] Er ontstaan ongewenste trillingen in de deurconstructie.	Spuien via de sluis.	32	<p>1 Spuibelasting meenemen in voorontwerp, zonodig daarna modelonderzoek uit laten voeren. [DHV]</p>

Bijlage

5. Overzicht V&G-documenten in de planstudie

De volgende documenten maken deel uit van de planstudie:

Document	Nummer
V&G plan Voorbereidingsfase	
V&G dossier Voorbereidingsfase	
Klant Eis Specificatie	WPPoC-20110315-MVI-01 versie 3.0
Operationeel Concept Document	WPPoC-20110318-MVI-01 versie 1.0
Deelrapport Externe Veiligheid	WPMIL-20111021-MdL-01 versie 2.0



V&G-plan

**Vorbereitung van het project
Nieuwe zeesluis IJmuiden
WPPOC20110805-MVI-02**

12 december 2011





Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat Dienst Noord-Holland
Toekanweg 7
2035 LC Haarlem

Datum: 12 december 2011

Status: Definitief

Versienummer: 1.0

Inhoudsopgave

1.	Gegevens van het bouwwerk	4
1.1	Omschrijving van het bouwwerk.....	4
1.2	Locatie van het bouwwerk.....	4
1.3	Betrokken partijen.....	5
1.4	Regels en voorschriften	6
2.	Organisatie van de uitvoeringsfase	7
2.1	Planning van de werkzaamheden	7
2.2	Ingeschakelde / in te schakelen onderaannemers.....	7
2.3	Ingeschakelde / in te schakelen deskundige diensten.....	7
2.4	Voorlichting en instructie van werknemers in de uitvoeringsfase	7
3.	Afstemming V&G-coördinatie Ontwerp- en Uitvoeringsfase	8
3.1	V&G fasering in het bouwproces	8
3.2	Afstemming V&G-coördinatie Voorbereidings- en Ontwerpfase.....	8
3.3	Afstemming V&G-coördinatie Realisatiefase	9
4.	Resultaten Risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E)	10
4.1	Borging arbeidsveiligheid in de ontwerpfase.....	10
4.2	Restrisico's voortvloeiend uit het ontwerp.....	10
4.3	Restrisico's voortvloeiend uit de omgeving	10
4.4	Beheersmaatregelen	10
5.	Referenties	11
	BIJLAGEN.....	12
A	Ingeschakelde / in te schakelen onderaannemers..	13
B	Ingeschakelde / in te schakelen deskundige diensten	14
C	Model overdrachtsformulier Voorbereidingsfase naar Ontwerpfase	15
D	Model overdrachtsformulier Realisatiefase - Ontwerp naar Bouw	16
E	Resultaten Risico-inventarisatie en -evaluatie	18

1. Gegevens van het bouwwerk

1.1 Omschrijving van het bouwwerk

Dit V&G plan heeft betrekking op de het project nieuw zeetoegang IJmond

De veiligheidsambitie van het Projectteam van Rijkswaterstaat is het realiseren van:

- Nul dodelijke slachtoffers onder het personeel van de opdrachtnemer en de opdrachtgever (Rijkswaterstaat);
- Nul verkeers- en omgevingslachtoffers als gevolg van de bouwwerkzaamheden.

Deze veiligheidsambitie sluit aan op de Beleidsverklaring Veiligheid Rijkswaterstaat [1] en het Programmaplan Veiligheidsmanagement 2009-2012 [2].

Dit document is opgesteld door het ingenieursbureau DHV tijdens de planstudie fase 1.

Het is tevens de uitwerking van verplichtingen van het projectteam zeetoegang IJmond binnen Rijkswaterstaat onder het Kader V&G-zorg voor RWS-projecten [3] en daarmee van het arbeidsomstandighedenbesluit, met name Artikel 2.28.

1.2 Locatie van het bouwwerk

Het werk betreft de realisatie van een nieuwe zeesluis naast de bestaande Noordersluis in het sluisencomplex IJmuiden..

Een nadere omschrijving van de geografische grenzen is beschreven in [4] de systeemspecificatie.

1.3 Betrokken partijen

Opdrachtgever

Organisatie : Rijkswaterstaat Noord-Holland
Naam : Frans Loman
Bezoekadres : Toekanweg 7
Postcode en Plaats : 2035 LC Haarlem
Telefoonnummer : 06 520 777 66
E-mailadres : frans.loman@rws.nl

Ontwerpde partij Planstudiefase

Organisatie : DHV BV
Naam : Eric Brassier
Bezoekadres : Laan 1914 nr. 35
Postcode en Plaats : 3818EX Amersfoort
Telefoonnummer : 033-468 2773
E-mailadres : eric.brassier@dhv.com

V&G-coördinator Planstudiefase

Organisatie : Rijkswaterstaat Droge Infrastructuur
Naam : Rico Sies
Bezoekadres : Griffioenlaan 2
Postcode en Plaats : 3526 LA Utrecht
Telefoonnummer : 06 109 249 69
E-mailadres : rico.sies@rws.nl

Uitvoerende partij(en) Realisatiefase

Organisatie :
Naam :
Bezoekadres :
Postcode en Plaats :
Telefoonnummer :
E-mailadres :

Organisatie :
Naam :
Bezoekadres :
Postcode en Plaats :
Telefoonnummer :
E-mailadres :

2. Organisatie van de uitvoeringsfase

2.1 Planning van de werkzaamheden

Beoogde datum start werkzaamheden : Nog nader te bepalen
Beoogde datum einde werkzaamheden : Nog nader te bepalen

Uitvoeringsduur : ca. 4 jaar

De opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de fasering van de werkzaamheden in de uitvoeringsfase.

De Opdrachtnemer dient in overleg met de eigenaren en/of belanghebbenden de (plannings)afspraken te analyseren, te onderzoeken op eventuele conflicten in verband met V&G en nader te prioriteren en te specificeren.

2.2 Ingeschakelde / in te schakelen onderaannemers

Bijlage A <door de opdrachtnemer nader in te vullen> bevat een overzicht van de door de opdrachtnemer voor de werkzaamheden ingeschakelde of in te schakelen onderaannemers en/of zelfstandige hulppersonen.

Dit overzicht dient tijdens de uitvoeringsfase actueel te worden gehouden door de opdrachtnemer en dient een vast onderdeel te zijn van de contract overleggen met de gemachtigde van de Opdrachtgever.

2.3 Ingeschakelde / in te schakelen deskundige diensten

Bijlage B <door de opdrachtnemer nader in te vullen> bevat een overzicht van de door de uitvoerende partij voor de werkzaamheden ingeschakelde of in te schakelen deskundige diensten.

Dit overzicht dient tijdens de uitvoeringsfase actueel te worden gehouden door de uitvoerende partij en dient een vast onderdeel te zijn van de contractoverleggen met de gemachtigde van de Opdrachtgever.

2.4 Voorlichting en instructie van werknemers in de uitvoeringsfase

<door de opdrachtnemer nader uit te werken>

3. Afstemming V&G-coördinatie Ontwerp- en Uitvoeringsfase

3.1 V&G fasering in het bouwproces

Het bouwproces wordt met betrekking tot de V&G aspecten in drie fasen, met elk hun specifieke kenmerken verdeeld.

Planstudie- en ontwerpfase

De opdrachtgever (VGCV) stelt het V&G Dossier en V&G Plan op en schept het kader voor de vastlegging van de V&G aspecten gedurende de hele levensloop van het werk. Hij benoemt de belangrijkste restrisico's, onderverdeeld in risico's voor aanvang van het werk, als gevolg van het ontwerp en in de beheersfase. Deze risico's zijn weergegeven in bijlage F van het V&G Plan en bijlage A en B van het V&G Dossier.

Bouwfase

De opdrachtnemer voert de taken overeenkomstig het Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 2.31 uit. De opdrachtnemer (VGCO) stelt een V&G plan op voor het werk als geheel en per object gedurende de (detail)ontwerpfase.

Verder actualiseert de opdrachtnemer (VGCU) tijdens de realisatiefase het V&G Dossier naar aanleiding van de (detail)ontwerpwerkzaamheden die hij heeft verricht.

Beheerfase

De opdrachtnemer verzamelt gedurende de realisatiefase (VGCU) alle benodigde documenten ten behoeve van de overdracht- dossiers voor de toekomstige beheerders en stelt deze dossiers samen. Zie verder hoofdstuk 3 van het V&G Dossier.

3.2 Afstemming V&G-coördinatie Voorbereidings- en Ontwerpfase

Na afloop van de Planstudie- en Ontwerpfase zal de Opdrachtgever, op basis van een geïntegreerd contract voor ontwerp en uitvoering, de voltooiing van de ontwerpfase, als bedoeld in het Arbobesluit, uitbesteden aan een marktpartij, zijnde een ontwerpende partij in de zin van het Arbobesluit (verder te noemen: de Opdrachtnemer). De Opdrachtnemer zal een V&G-coördinator voor de Ontwerpfase (VGCO) aanstellen, die de taken/verantwoordelijkheden van de VGCV zal overnemen. Hiertoe zal een overdrachtsbespreking plaatsvinden tussen de VGCV en de VGCO. Tijdens de overdrachtsbespreking zal de VGCV de volgende documenten overdragen aan de VGCO:

- RI&E uit de Voorbereidingsfase;

-
- V&G-plan gebaseerd op de Planstudiefase;
 - V&G-dossier gebaseerd op de Planstudiefase.

De formele overdracht vindt plaats door middel van het modelformulier in Bijlage C.

3.3 Afstemming V&G-coördinatie Realisatiefase

Op basis van het in § 1.2 genoemde geïntegreerd contract voor ontwerp en uitvoering, besteedt de Opdrachtgever ook de uitvoeringsfase, als bedoeld in het Arbobesluit, van het bouwwerk uit aan de Opdrachtnemer. De Opdrachtnemer vervult in dat geval de rol van uitvoerende partij in de zin van het Arbobesluit.

De Opdrachtnemer zal een V&G-coördinator voor de Uitvoeringsfase (VGCU) aanstellen. Er zal een overdrachtsbespreking plaatsvinden tussen de VGCO en de VGCU. Tijdens de overdrachtsbespreking zal de VGCO de volgende documenten overdragen aan de VGCU:

- RI&E uit de Ontwerpfase;
- V&G-plan gebaseerd op de Ontwerpfase;
- V&G-dossier gebaseerd op de Ontwerpfase.

De formele overdracht vindt plaats door middel van het modelformulier in Bijlage D.

4. Resultaten Risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E)

4.1 Borging arbeidsveiligheid in de ontwerpfase

De Opdrachtgever heeft werkzaamheden verricht in de voorbereidingsfase van het bouwwerk als bedoeld in artikel 2.23, afdeling 5, hoofdstuk 2 van het Arbeidsomstandighedenbesluit.

Tijdens deze werkzaamheden is door de Opdrachtgever een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) resultaten zie bijlage F, bijgehouden op het gebied van arbeidsveiligheid in de uitvoeringsfase.

Dit V&G-plan Voorbereidingsfase bevat de projectspecifieke restrisico's voor de arbeidsveiligheid in de uitvoeringsfase, die redelijkerwijs niet door de opdrachtgever in de ontwerpfase konden worden geëlimineerd.

Voor bepaalde arbeidsveiligheidsrisico's in de uitvoeringsfase zijn beheersmaatregelen doorgevoerd in het ontwerp van de opdrachtgever. Deze beheersmaatregelen zijn eveneens opgenomen in bijlage F van dit V&G-plan Voorbereidingsfase.

4.2 Restrisico's voortvloeiend uit het ontwerp

Bijlage F bevat een overzicht van de (rest)risico's op het gebied van de arbeidsveiligheid in de uitvoeringsfase, voortvloeiend uit de Vraagspecificatie van de Opdrachtgever voor zover deze niet door de opdrachtgever konden worden geëlimineerd.

4.3 Restrisico's voortvloeiend uit de omgeving

Bijlage F bevat een overzicht van de (rest)risico's op het gebied van de arbeidsveiligheid in de uitvoeringsfase van het bouwwerk voortvloeiend uit de omgeving van het te realiseren bouwwerk voor zover deze niet door de opdrachtgever konden worden geëlimineerd.

4.4 Beheersmaatregelen

Bijlage F bevat een overzicht van beheersmaatregelen voor arbeidsveiligheidsrisico's in de uitvoeringsfase die door de opdrachtgever zijn doorgevoerd in het ontwerp van het bouwwerk.

Bijlage F bevat daarnaast suggesties voor in de uitvoeringsfase te treffen beheersmaatregelen voor de overgebleven restrisico's.

5. Referenties

Algemeen

- [1] Beleidsverklaring Veiligheid Rijkswaterstaat, Rijkswaterstaat, november 2007
- [2] Programmaplan Veiligheidsmanagement 2009-2012, concept, Rijkswaterstaat, 27 maart 2009
- [3] Kader V&G-zorg voor RWS-projecten, versie 1.0, Rijkswaterstaat, 14 maart 2008

Systeembeschrijving en eisen

- [4] Systeemspecificatie documentnummer WPPoC-20110915-CVR-01 09 december 2011

BIJLAGEN

A Ingeschakelde / in te schakelen onderaannemers

ID	Zelfstandige hulppersoon
01	In te schakelen voor : <Werkzaamheden> Naam deskundige dienst : <naam bedrijf / organisatie> Contactpersoon : <naam contactpersoon> Adres : <adres> Postcode en plaats : <postcode> <plaats> Telefoonnummer : <telefoonnummer> Faxnummer : <faxnummer> E-mailadres : <e-mailadres>
02	In te schakelen voor : Naam deskundige dienst : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
03	In te schakelen voor : Naam deskundige dienst : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
04	In te schakelen voor : Naam deskundige dienst : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
05	In te schakelen voor : Naam deskundige dienst : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :

B Ingeschakelde / in te schakelen deskundige diensten

ID	Deskundige dienst
01	In te schakelen voor : <te leveren expertise> Bedrijf / Organisatie : <naam bedrijf / organisatie> Contactpersoon : <naam contactpersoon> Adres : <adres> Postcode en plaats : <postcode> <plaats> Telefoonnummer : <telefoonnummer> Faxnummer : <faxnummer> E-mailadres : <e-mailadres>
02	In te schakelen voor : Bedrijf / Organisatie : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
03	In te schakelen voor : Bedrijf / Organisatie : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
04	In te schakelen voor : Bedrijf / Organisatie : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :
05	In te schakelen voor : Bedrijf / Organisatie : Contactpersoon : Adres : Postcode en plaats : Telefoonnummer : Faxnummer : E-mailadres :

C Model overdrachtsformulier

Vorbereidingsfase naar Ontwerpfase

V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding		V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Bedrijf:	<bedrijf>	Bedrijf:	<bedrijf>
Plaats:	<plaats>	Plaats:	<plaats>
Telefoon:	<telefoon>	Telefoon:	<telefoon>

Met ondertekening van dit formulier verklaren de V&G-coördinatoren Voorbereiding (VGCV) en Realisatiefase – Ontwerp (VGCO) dat er een overdrachtsbespreking heeft plaatsgevonden voor de RI&E, het V&G-plan en het V&G-dossier voor het project zeetoeegang IJmuiden.

In deze bespreking zijn door de V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding de gemaakte ontwerpkeuzes en de restrisico's voor de Bouwfase in relatie tot V&G-zorg toegelicht, zijn het V&G-plan en het V&G-dossier besproken en zijn eventuele onduidelijkheden weggenomen.

De V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp heeft de inhoud van het bovenstaande begrepen en is van mening dat hij zijn verplichtingen in de Realisatiefase - Ontwerp naar behoren kan invullen.

V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding		V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Handtekening/ datum	<handtekening/datum>	Handtekening/ datum	<handtekening/datum>

D Model overdrachtsformulier Realisatiefase - Ontwerp naar Bouw

V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp		V&G-coördinator Realisatiefase - Bouw	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Bedrijf:	<bedrijf>	Bedrijf:	<bedrijf>
Plaats:	<plaats>	Plaats:	<plaats>
Telefoon:	<telefoon>	Telefoon:	<telefoon>

Met ondertekening van dit formulier verklaren de V&G-coördinatoren Realisatiefase - Ontwerp (VGCO) en Realisatiefase - Uitvoering (VGCU) dat er een overdrachtsbespreking heeft plaatsgevonden voor de RI&E, het V&G-plan en het V&G-dossier voor het project zeetoeegang IJmuiden.

In deze bespreking zijn door de V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp de gemaakte ontwerpkeuzes en de restrisico's voor de Uitvoerings fase in relatie tot V&G-zorg toegelicht, zijn het V&G-plan en het V&G-dossier besproken en zijn eventuele onduidelijkheden weggenomen.

De V&G-coördinator Realisatiefase - Uitvoering heeft de inhoud van het bovenstaande begrepen en is van mening dat hij zijn verplichtingen in de Realisatiefase - Uitvoering naar behoren kan invullen.

V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp		V&G-coördinator Realisatiefase - Bouw	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Handtekening/ datum	<handtekening/ datum>	Handtekening/ datum	<handtekening/ datum>

E Model overdrachtsformulier

Planstudiefase naar Voorbereidingsfase

Deleted:

V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding		V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Bedrijf:	<bedrijf>	Bedrijf:	<bedrijf>
Plaats:	<plaats>	Plaats:	<plaats>
Telefoon:	<telefoon>	Telefoon:	<telefoon>

Met ondertekening van dit formulier verklaren de V&G-coördinatoren Planstudie (VGCP) en Realisatiefase – Voorbereiding (VGCP) dat er een overdrachtsbespreking heeft plaatsgevonden voor de RI&E, het V&G-plan en het V&G-dossier voor het project zeetoeegang IJmuiden.

In deze bespreking zijn door de V&G-coördinator Planstudie de gemaakte ontwerpkeuzes en de restrisico's voor de Bouwfase in relatie tot V&G-zorg toegelicht, zijn het V&G-plan en het V&G-dossier besproken en zijn eventuele onduidelijkheden weggenomen.

De V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding heeft de inhoud van het bovenstaande begrepen en is van mening dat hij zijn verplichtingen in de Realisatiefase - Voorbereiding naar behoren kan invullen.

V&G-coördinator Realisatiefase - Voorbereiding		V&G-coördinator Realisatiefase - Ontwerp	
Naam:	<naam>	Naam:	<naam>
Handtekening/ datum	<handtekening/datum>	Handtekening/ datum	<handtekening/datum>

F Resultaten Risico-inventarisatie en - evaluatie

Deze bijlage beschrijft de projectspecifieke V&G-risico's gedurende de Realisatiefase (werknemersrisico en risico derden incl. wegverkeer) als gevolg van systeem- en ontwerpkeuzes die in de ontwerpfase voor de nieuwe eindsituatie zijn gemaakt en die door de Opdrachtnemer nader zijn uitgewerkt ter de voltooiing van de ontwerpfase.

<door de opdrachtnemer nader in te vullen>

De opdrachtnemer mag niet eerder starten met de werkzaamheden dan nadat hij overtuigend heeft aangetoond dat hij de risico's beheerst.

p.m.

Deze bijlage zal nader moeten worden ingevuld in de vervolgfasen van het project.

Nr.	Restrisico	Omschrijving	Toelichting	Maatregelen	Bron
Algemeen					
	Publiek verkeer	Werkverkeer en publiek verkeer maken gebruik van dezelfde weg. Met publiek verkeer wordt bedoeld: bewoners, hun bezoekers en recreatieverkeer, zowel gemotoriseerd als niet gemotoriseerd	Er kunnen gevaarlijke situaties ontstaan als gevolg van conflicterend verkeer. In het bijzonder als het "ongelijke partijen" betreft: (zand)transport auto versus fietser	Dit geldt voornamelijk voor het verkeer over de verbindingsweg over het sluiscomplex. Er moet gepoogd worden om de werkzaamheden zoveel mogelijk over water te laten verlopen.	
	Hulpdiensten	Bereikbaarheid voor hulpdiensten tijdens de verschillende fasen van de uitvoering	Als gevolg van de door de aannemer toegepaste uitvoeringsfasering is een ongevalslocatie tijdelijk beperkt of niet bereikbaar voor hulpdiensten	Zoveel mogelijk werken over water, zodat de verbindingsweg over het sluiscomplex niet gestremd is voor hulpdiensten. Zorgen dat ook tijdens de werkzaamheden hulpdiensten over water snel ter plekke kunnen zijn.	

Nr.	Restrisico	Omschrijving	Toelichting	Maatregelen	Bron
Ontwerp					
	Bewegingswerken deuren zijn niet betrouwbaar	Bewezen technieken blijken niet haalbaar te zijn. Deursysteem zonder extra ondersteuning blijkt technisch niet haalbaar te zijn. Traagheid in deurbeweging en het achterelkaar openen/sluiten van vloed- en ebdeuren waardoor niet aan eisen aan passeertijd kan worden voldaan	De hoogwaterveiligheid kan in gevaar komen als de bewegingswerken van de deuren niet blijkt te werken of tijdens gebruik bezwijkt.	In volgende ontwerpfase dient er wellicht modelonderzoek overwogen te worden om deze risico's beter te kunnen kwantificeren en gerichte beheersmaatregelen te kunnen nemen. Of in het ontwerp en de uitvoering mogelijkheden open laten om verbeteringen aan de deuren en hoofd of drempel uit te kunnen voeren.	

Nr.	Restrisico	Omschrijving	Toelichting	Maatregelen	Bron
Omgeving					
	grondwerk	Bij graafwerkzaamheden worden NGE's geraakt	De kans dat er niet gesprongen explosieven in het gebied liggen is aanwezig	Detectieonderzoek uitvoeren	
	Verontreiniging bodem	De bodem ter plekke van de nieuwe sluis is vervuild	Ondanks vooronderzoek wordt toch een vervuiling aangetroffen	Aanvullend milieukundig grondonderzoek uitvoeren en evt sanering uitvoeren	

V&G-coördinator Realisatiefase (ontwerp)

Organisatie :
Naam : ... (VGCO)
Bezoekadres :
Postcode en Plaats :
Telefoonnummer :
E-mailadres :

V&G-coördinator Realisatiefase (uitvoering)

Organisatie :
Naam : ... (VGCU)
Bezoekadres :
Postcode en Plaats :
Telefoonnummer :
E-mailadres :

De overdracht van dit V&G-plan naar de V&G Coördinator Realisatiefase is beschreven in hoofdstuk 3 van dit plan.

1.4 Regels en voorschriften

Op het project zijn de standaard wet- en regelgeving, normen en richtlijnen, veiligheidsregels en -voorschriften van toepassing.



V&G-dossier

**Vorbereitung van het project
Nieuwe zeesluis IJmuiden
WPPOC20110805-MVI-02
12 december 2011**





Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat Dienst Noord-Holland
Toekanweg 7
2035 LC Haarlem

Datum: **12 december 2011**

Status: [Definitief](#)

Versienummer: [1.0](#)

Inhoudsopgave

1.	Algemene informatie.....	4
1.1	Algemeen.....	4
2.	Beschrijving van het systeem en de objecten.....	5
2.1	Functie(s)	5
2.2	Objectenstructuur.....	5
2.3	Raakvlakken met de omgeving	6
3.	Onderliggende documenten voor het beheer.....	7
4.	Structurele voorzieningen en veiligheidskenmerken	8
5.	Overgebleven risico's en beheersmaatregelen	9
5.1	Borging arbeidsveiligheid in de ontwerpfase	9
5.2	Restrisico's voortvloeiend uit het ontwerp	9
6.	Referenties	10
	BIJLAGE	11
A	Restrisico's en beheersmaatregelen voor wat betreft het ontwerp van de Infrastructuur op de Beschikbaarheidsdatum	12

1. Algemene informatie

1.1 Algemeen

Voorliggend document betreft het Veiligheids- en Gezondheidsdossier (ontwerpfase) (verder te noemen: V&G-dossier) behorend bij de Vraagspecificatie van de Overeenkomst:

Zeetoegang IJmond

Dit document is opgesteld door DHV tijdens de planstudiefase 1 van de zeetoegang IJmond.

Het is de uitwerking van verplichtingen van Projectteam Zeetoegang IJmond van Rijkswaterstaat onder het Kader V&G-zorg voor RWS-projecten [1] en daarmee van het Arbeidsomstandigheden-besluit, met name Artikel 2.30

Dit V&G-dossier vormt de aanzet tot de dossiers voor de waterbouwkundige constructies gedurende de Beheerfase.

Uitsluiting: in het V&G-dossier is geen rekening gehouden met niet geplande reparaties of herstel van schade ten gevolge van verkeersongevallen, incidenten, etc. Hiervoor dient de beheerder een actieplan op te stellen.

2. Beschrijving van het systeem en de objecten

2.1 Functie(s)

De planstudie als geheel heeft als onderzoeksopdracht het ontwerp, de financiering en de risicoanalyse van een nieuwe zeesluis ter vervanging van de Noordersluis. Er is besloten de planstudie in twee fasen op te delen:

1. In fase 1 wordt de onderbouwing geleverd voor het nemen van een voorkeursbeslissing, een bestuurlijk beslismoment waarbij scope, tijd en geld van het project worden vastgesteld voorafgaand aan de start van de aanbesteding. In deze fase wordt ook onderzoek uitgevoerd naar de effecten middels een MKBA en Milieutoets.
2. In fase 2 worden de benodigde procedures doorlopen inclusief de formele project-MER. In fase 2 zal ook de aanbestedingsfase worden gestart en het realisatiecontract worden opgesteld en wordt ter afronding van fase 2 een beslissing genomen over gunning en start van de realisatie

Hoewel de scope van de planstudie zich beperkt tot een nieuwe zeesluis naast de bestaande Noordersluis wordt toch verder gekeken naar het hele havengebied van IJmuiden, binnen en buiten de sluisen met de nadruk op het gebied van het sluisencomplex, de voorhavens en de Velserkom.

2.2 Objectenstructuur

Het systeem nieuwe zeesluis is opgedeeld in onderstaande objecten

- Nieuwe buiten toeleidingskanaal
- Buitensluishoofd
- Schutkolk
- Binnensluishoofd
- Nieuwe binnentoeleidingskanaal
- Technische ruimte
- Installatie
- Terrein
- Voorhaven zeezijde
- Sluisencomplex
- Voorhaven rivierzijde

Voor een volledige beschrijving van het systeem en de objecten zie de systeemspecificatie WPPoC-20110915-CVR-01.

2.3 Raakvlakken met de omgeving

De belangrijkste V&G raakvlakken met de omgeving betreffen:

Partij:

TATA steel
Haven Amsterdam
gemeente Velsen
Hoogheemraadschap
Hollands Noorderkwartier
RWS Dienst Noord
Holland

Object:

Bedrijfsterrein TATA steel
beroepsvaart in het Noorderbuitenkanaal
Verkeersverbinding over het spuicomplex
Beheer spuigemaal en inzet Noordersluis
voor extra spuicapaciteit
beroepsvaart die het sluzencomplex
passeert

3. Onderliggende documenten voor het beheer

De kenmerken van en de eisen aan het werk zijn door de ontwerpende partij vastgelegd in de Vraagspecificatie. De documenten die deel uitmaken van de Vraagspecificatie vormen een integraal onderdeel van dit V&G-dossier en zijn daarom niet bij het dossier gevoegd.

ID	Code	Document	Status	Versie	Datum

Bovenstaand overzicht moet tijdens de vervolgfases – opstellen contractdocumenten, voltooiing van de ontwerpfase (VGCO) en uitvoeringsfase (VGCU) - van het project worden ingevuld door de V&G-coördinator in de betreffende fase van het project.

4. Structurele voorzieningen en veiligheidskenmerken

Onderstaande tabel geeft een overzicht van structurele voorzieningen en veiligheidskenmerken die in belangrijke mate op de Aanvangsdatum (bij oplevering van het werk) aanwezig zijn.

Structurele voorzieningen, veiligheidskenmerken	Risico dat wordt beperkt
de kistdamconstructie is versmald om ruimte te winnen voor de bredere ontlastvloerconstructie en nautische ruimte in de voorhaven van de Middensluis.	Niet op diepte krijgen van caissons door opstakels of harde grondlagen
Het ontwerp gaat vooralsnog uit van trillingsarme en trillingsvrije oplossingen.	Schade aan bestaande constructies door trillingen
uitvoeren van gedegen grondonderzoek voorafgaande aan de volgende ontwerpfase opdat ontwerp aangepast kan worden.	De grondslag is ongunstiger dan aangenomen.

5. Overgebleven risico's en beheersmaatregelen

5.1 Borging arbeidsveiligheid in de ontwerpfase

De Opdrachtgever heeft werkzaamheden verricht in de ontwerpfase van het bouwwerk als bedoeld in artikel 2.23, afdeling 5, hoofdstuk 2 van het Arbeidsomstandigheden-besluit. Het betreft werkzaamheden in de planfase van het project.

Tijdens deze werkzaamheden is door de Opdrachtgever een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) bijgehouden op het gebied van arbeidsveiligheid in de beheer- en onderhoudsfase.

Dit V&G-dossier bevat de projectspecifieke restrisico's voor de arbeidsveiligheid in de beheer- en onderhoudsfase, die redelijkerwijs niet in de ontwerpfase konden worden geëlimineerd.

Voor bepaalde arbeidsveiligheidsrisico's in de beheer- en onderhoudsfase zijn beheersmaatregelen doorgevoerd in het ontwerp van de opdrachtgever. Deze structurele voorzieningen en veiligheidskenmerken zijn vastgelegd in hoofdstuk 4 van dit dossier.

5.2 Restrisico's voortvloeiend uit het ontwerp

Bijlage A bevat een overzicht van de (rest)risico's op het gebied van de arbeidsveiligheid in de beheer en onderhoudsfase, voortvloeiend uit het ontwerp van de Opdrachtgever in Voorbereiding / Realisatiefase - Ontwerp voor zover deze niet door de Opdrachtgever konden worden geëlimineerd.

6. Referenties

Algemeen

- [1] Kader V&G-zorg voor RWS-projecten, versie 1.0, Rijkswaterstaat, 14 maart 2008

Systeembeschrijving en eisen

- [2] Systeemspecificatie documentnummer WPPoC-20110915-CVR-01 09 december 2011

BIJLAGE

A Restrisico's en beheersmaatregelen voor wat betreft het ontwerp van de Infrastructuur op de Beschikbaarheidsdatum

Deze bijlage geeft de eerste aanzet tot de specifieke restrisico's van de aanleg van de nieuwe zeesluis op de Beschikbaarheidsdatum.

Nr.	Restrisico	Omschrijving	Toelichting	Maatregelen	Bron
	Sluishoofden of kolkwanden verzakken	Bodembescherming blijkt niet zwaar genoeg te zijn. Er zijn onvoldoende gegevens van de ondergrond beschikbaar	ontwikkelingen met toekomstige hoofd- en boegschroef veroorzaken grotere belastingen. Geotechnische gegeven zijn te optimistisch ingeschat	Bodembescherming en/of constructie overdimensioneren	
	aanvaarschade	De beschikbaarheid van de sluis is kleiner dan geëist of de waterkerende functie komt in gevaar	Als gevolg van aanvaring moet de sluis gesloten worden om als de functie water keren niet in gevaar te brengen	Beschermende constructies aan de bewegingswerken van de deuren in bouwen, zonder dat daarbij de beschikbaarheid eisen in het geding komen.	

BIJLAGE 13 Systemspecificatie Nieuwe Zeesluis



Systemspecificatie Nieuwe Zeesluis Variant 1 (65m breedte)

Zeetoeegang IJmond

Documentnummer: WPPoC-20111223-CVR-01

Datum	10 februari 2012
Status	Definitief
Fase	planstudie fase 1



Systemspecificatie Nieuwe Zeesluis Variant 1 (65m breedte)

Zeetoegang IJmond
Documentnummer: WPPoC-20111223-CVR-01

Datum 10 februari 2012
Status Definitief
Fase planstudie fase 1

Versie nr.	Uitgave datum	Gewijzigde hoofdstukken/paragrafen	Reden voor revisie
1.0	23-12-2011		Eerste versie specificatie Nieuwe Zeesluis.
2.0	10-02-2012	Herformulering eisen SYS-0493, SYS-0449, SYS-0378 en SYS-0474.	Verwerking opmerkingen RWS d.d. 29-12-2011 en 06-01-2012.



Colofon

Beheerder: Marcel Visser, Christian Vreman

Informatie:

Telefoon: 06 150 933 17
033 468 3410

Vrijgegeven door: Eric Brasser

Datum: 10 februari 2012

Status: Definitief

Versienummer 2.0

Inhoud

1	VOORWOORD	9
2	KADERSTELLING.....	11
2.1	PROBLEEMDEFINITIE ZEETOEGANG IJMOND	11
2.2	PROJECTDOELSTELLING.....	11
2.3	SYSTEM OF INTEREST.....	11
2.4	OBJECTBESCHRIJVING	12
2.5	OBJECTENBOOM	12
2.5.1	<i>Toelichting objectenboom Noordzeekanaalgebied.....</i>	<i>14</i>
	<i>Noordzeetoeegang</i>	<i>14</i>
	<i>Voorhaven zeezijde</i>	<i>15</i>
	<i>Sluizencomplex</i>	<i>15</i>
	<i>Voorhaven rivierzijde</i>	<i>16</i>
	<i>Noordzeekanaal (beginnend bij Velsertunnel).....</i>	<i>16</i>
2.5.2	<i>Toelichting objectenboom Nieuwe Zeesluis.....</i>	<i>18</i>
	<i>Systeem Nieuwe Zeesluis</i>	<i>19</i>
	<i>Objectspecificatie A: Nieuwe buiten toeleidingskanaal.....</i>	<i>19</i>
	<i>Objectspecificatie B: Buitensluishoofd</i>	<i>19</i>
	<i>Objectspecificatie C: Schutkolk</i>	<i>19</i>
	<i>Objectspecificatie D: Binnensluishoofd</i>	<i>19</i>
	<i>Objectspecificatie E: Nieuwe binnen toeleidingskanaal</i>	<i>20</i>
	<i>Objectspecificatie F: Technische ruimte.....</i>	<i>20</i>
	<i>Objectspecificatie G: Installatie</i>	<i>20</i>
	<i>Objectspecificatie H: Terrein</i>	<i>20</i>
	<i>Omgeving – objecten die worden beïnvloed door aanleg van de Nieuwe Zeesluis</i>	<i>21</i>
	<i>Objectspecificatie I: Voorhaven Zeezijde</i>	<i>21</i>
	<i>Objectspecificatie J: Sluizencomplex</i>	<i>21</i>
	<i>Objectspecificatie K: Voorhaven Rivierzijde.....</i>	<i>22</i>
2.6	FUNCTIEBOOM	22
2.7	OBJECTGRENZEN	23
3	VAN TOEPASSING ZIJNDE DOCUMENTEN	24
3.1	NORMEN EN RICHTLIJNEN	24
3.2	OBJECTSPECIFIEKE EN PROJECTSPECIFIEKE DOCUMENTEN	27
4	TYPERING VAN EISEN	29
4.1	TYPEN EISEN	29
4.2	FORMULERING VAN EISEN	30
4.3	VERIFICATIE VAN EISEN	30
5	EISEN SYSTEEM NIEUWE ZEESLUIS.....	31
5.1	SYSTEEMEISEN NIEUWE ZEESLUIS.....	31
6	OBJECTSPECIFICATIE A: NIEUWE BUITEN TOELEIDINGSKANAAL	56
6.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE A – NIEUWE BUITEN TOELEIDINGSKANAAL..	56

6.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE A	56
6.3	FUNCTIES OBJECT NIEUWE BUITEN TOELEIDINGSKANAAL	56
6.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE A.....	57
6.5	SCOPEBESCHRIJVING	58
6.6	EISEN NIEUWE BUITEN TOELEIDINGSKANAAL.....	59
6.6.1	<i>Fuik Nieuwe buiten toeleidingskanaal</i>	<i>64</i>
6.6.2	<i>Opstelruimte Nieuwe buiten toeleidingskanaal</i>	<i>67</i>
7	OBJECTSPECIFICATIE B: BUITENSLUISHOOFD.....	69
7.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE B – BUITENSLUISHOOFD	69
7.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE B.....	69
7.3	FUNCTIES OBJECT BUITENSLUISHOOFD	69
7.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE B	69
7.5	SCOPEBESCHRIJVING	71
7.6	EISEN: BUITENSLUISHOOFD	72
7.6.1	<i>Betonwerk buitensluishoofd.....</i>	<i>74</i>
7.6.2	<i>Bewegingswerk buitensluishoofd.....</i>	<i>77</i>
7.6.3	<i>Sluisdeur buitensluishoofd</i>	<i>80</i>
8	OBJECTSPECIFICATIE C: SCHUTKOLK.....	84
8.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE C – SCHUTKOLK	84
8.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE C	84
8.3	FUNCTIES OBJECT SCHUTKOLK	84
8.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE C.....	84
8.5	SCOPEBESCHRIJVING	86
8.6	EISEN: SCHUTKOLK.....	87
8.6.1	<i>Kolkwanden</i>	<i>87</i>
8.6.2	<i>Kolkbodem.....</i>	<i>96</i>
9	OBJECTSPECIFICATIE D: BINNENSLUISHOOFD	99
9.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE D – BINNENSLUISHOOFD	99
9.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE D	99
9.3	FUNCTIES OBJECT BINNENSLUISHOOFD	99
9.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE D	100
9.5	SCOPEBESCHRIJVING	101
9.6	EISEN: BINNENSLUISHOOFD.....	102
9.6.1	<i>Sluisdeur binnensluishoofd.....</i>	<i>104</i>
9.6.2	<i>Betonwerk binnensluishoofd.....</i>	<i>108</i>
9.6.3	<i>Bewegingswerk binnensluishoofd</i>	<i>111</i>
10	OBJECTSPECIFICATIE E: NIEUWE BINNEN TOELEIDINGSKANAAL	114
10.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE E – NIEUWE BINNEN TOELEIDINGSKANAAL	114
10.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE E	114
10.3	FUNCTIES OBJECT NIEUWE BINNEN TOELEIDINGSKANAAL	114
10.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE E.....	115
10.5	SCOPEBESCHRIJVING	116
10.6	EISEN: NIEUWE BINNEN TOELEIDINGSKANAAL	117
10.6.1	<i>Opstelruimte Nieuwe binnen toeleidingskanaal</i>	<i>121</i>
10.6.2	<i>Fuik Nieuwe binnen toeleidingskanaal.....</i>	<i>123</i>

11	OBJECTSPECIFICATIE F: TECHNISCHE RUIMTE	125
11.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE F – TECHNISCHE RUIMTE	125
11.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE F.....	125
11.3	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE F	125
11.4	SCOPEBESCHRIJVING	126
11.5	EISEN: TECHNISCHE RUIMTE	127
12	OBJECTSPECIFICATIE G: INSTALLATIES	131
12.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE G – INSTALLATIE	131
12.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE G.....	131
12.3	FUNCTIES OBJECT INSTALLATIE	131
12.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE G	132
12.5	SCOPEBESCHRIJVING	133
12.6	EISEN: INSTALLATIES	134
12.6.1	<i>Bediening</i>	138
12.6.2	<i>Beveiliging</i>	144
12.6.3	<i>Besturing bewegingswerk</i>	146
12.6.4	<i>Nivelleersysteem</i>	148
13	OBJECTSPECIFICATIE H: TERREIN	151
13.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE H – TERREIN.....	151
13.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE H	151
13.3	FUNCTIES OBJECT TERREIN	151
13.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE H.....	152
13.5	SCOPEBESCHRIJVING	153
13.6	EISEN: TERREIN.....	154
13.6.1	<i>Bereikbaarheidsvoorzieningen</i>	154
13.6.2	<i>Landverbinding</i>	156
13.6.3	<i>Terreininrichting</i>	161
14	OBJECTSPECIFICATIE I: OMGEVING – VOORHAVEN BUITEN	163
14.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE I – VOORHAVEN BUITEN	163
14.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE I.....	163
14.3	FUNCTIES OBJECT VOORHAVEN BUITEN	164
14.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE I.....	164
14.5	SCOPEBESCHRIJVING	165
14.6	EISEN: OMGEVING: VOORHAVEN BUITEN.....	166
14.6.1	<i>Forteiland</i>	168
14.6.2	<i>Middenbuitentoeleidingskanaal</i>	170
14.6.3	<i>Noorderbuitenkanaal (als onderdeel IJ-geul)</i>	172
14.6.4	<i>Noorderbuitentoeleidingskanaal</i>	174
14.6.5	<i>Verbindingskanaal</i>	176
15	OBJECTSPECIFICATIE J: OMGEVING - SLUIZENCOMPLEX..	178
15.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE J – SLUIZENCOMPLEX	178
15.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE J	178
15.3	FUNCTIES OBJECT SLUIZENCOMPLEX	179
15.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE J	179
15.5	SCOPEBESCHRIJVING	180

15.6	EISEN: OMGEVING: SLUIZENCOMPLEX.....	181
15.6.1	<i>Middensluis (incl. bruggen)</i>	181
15.6.2	<i>Middensluiseland</i>	183
15.6.3	<i>Noordersluis</i>	185
15.6.4	<i>Sluisleidingcentrum (SLC)</i>	187
15.6.5	<i>Wegverbinding IJmuiden-Velsen</i>	189
15.6.6	<i>Spuisluis en gemaal</i>	191
16	OBJECTSPECIFICATIE K: OMGEVING – VOORHAVEN BINNEN	
	193	
16.1	INLEIDING OBJECTSPECIFICATIE K – VOORHAVEN BINNEN	193
16.2	OBJECTENBOOM OBJECTSPECIFICATIE K.....	193
16.3	FUNCTIES OBJECT VOORHAVEN BINNEN.....	193
16.4	BESCHRIJVING OBJECTSPECIFICATIE K.....	193
16.5	SCOPEBESCHRIJVING	195
16.6	EISEN: OMGEVING: VOORHAVEN BINNEN	196
16.6.1	<i>Middenbinnentoeleidingskanaal</i>	198
16.6.2	<i>Noorderbinnentoeleidingskanaal</i>	201
16.6.3	<i>Velserkom</i>	203

1 Voorwoord

Systems Engineering

Binnen Rijkswaterstaat is het opstellen van de Systemspecificatie onderdeel van het ontwikkelen van het systeem. Dit is stap S8 uit het [Stappenplan Systems Engineering voor RWS projecten](#).

In de Systemspecificatie staan kaderstellende onderdelen, zoals de probleem- en doelstellingen en beschrijving van het System of Interest, ter contextuele ondersteuning van het ontwikkelen van het systeem. De Systemspecificatie beschrijft de externe begrenzing en interne structuur van het beschouwde systeem. De Systemspecificatie vormt de basis voor de uiteindelijk op te stellen vraagspecificatie, tot de inkoopstrategie is vastgesteld is het een groeiend document. Voor het groeiproces wordt van de KES, de Functieanalyse, het OCD en Basisspecificaties, RBA's, Ontwerpnota, raakvlak en RAMSHE analyse gebruik gemaakt. Het voorliggende document betreft de Systemspecificatie voor alle in een eerder fase gedefinieerde Objecten, zoals opgenomen in de Objectenboom, zie figuur 2-3. Om een compleet beeld te krijgen van de kaders (omgeving) waarbinnen het systeem Nieuwe Zeesluis, het onderwerp van deze Systemspecificatie, valt is in figuur 2-2 het Noordzeetoegangsgebied in een overkoepelende Objectenboom weergegeven (de totale omgeving van de Nieuwe Zeesluis).

Doel systeemspecificatie

Het doel van de Systemspecificatie(alle objectspecificaties) is het objectief en herleidbaar vastleggen van de specificaties van het systeem ten behoeve van de verdere uitwerking van het ontwerp van het systeem..

Fase en context

In de voorgaande fase zijn de doelstelling en de kaders van het project geïnventariseerd. Vanuit het statement: "er moet een nieuwe Sluis komen" is gekeken welke partijen belangen hebben bij de nieuwe sluis en wat die belangen zijn (de KES). Daarnaast is de invloed van de nieuwe sluis op het bestaande sluisencomplex en haar voorhavens, en andersom geanalyseerd, het OCD. Parallel daaraan is de scope van het project vastgesteld en vastgelegd in de Objectenboom.

De Klanteisenspecificatie en daarmee de Systemspecificatie zijn geen starre informatiebronnen, maar documenten die meegroeien met de ontwikkelingen van het project. Parallel aan het verzamelen en vaststellen van de eisen uit de omgeving is er naar technische oplossingen van onderdelen van de sluis gekeken (bijv. verschillende sluisdeurtypen). Deze subvarianten zijn vastgelegd in de Subvariantennota [kenmerk: WPPoC-20110513-JSL-01, versie 5.0], de systeemspecificatie is hierop aangepast. Vervolgens is een integrale subvariant gekozen door RWS en uitgewerkt tot voorvoorontwerp, zie Ontwerpnota Ontwerpdossier Variant 1.

In deze versie van de systeemspecificatie zijn de objectspecificaties geactualiseerd aan de resultaten van het voorontwerp. Hierbij zijn de ontwerpconcepten vertaald in eisen maar is ontwerpvrijheid gelaten om deze concepten verder in te vullen in een vraagspecificatie en/of een aanbiedingsontwerp in het kader van de DBFM contractering.

In de Klant Eis Specificatie zijn naast de technische eisen ook diverse proces eisen opgenomen. Deze laatste eisen hebben geen invloed op het ontwerp van de nieuwe zeesluis en zijn daarom niet opgenomen in deze Systeemspecificatie.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 is kaderstellend. Hierin worden de Probleemdefinitie, Projectdoelstellingen en het System of Interest op hoofdlijnen beschreven.

In hoofdstuk 3 worden de van toepassing zijnde documenten besproken. Er wordt hier een onderscheid gemaakt tussen normen en richtlijnen, bindende en informatie documenten.

Hoofdstuk 4 omschrijft de typering van eisen, de formulering van eisen en de verificatie van eisen.

In hoofdstuk 5 zijn de systeemeisen weergegeven.

Tenslotte zijn in hoofdstuk 6 t/m 16 de objectspecificaties weergegeven.

In de bijlagen is een eisnummer index, verklarende woordenlijst en het systeemcontextdiagram opgenomen.

2 Kaderstelling

Voor u ligt de systemspecificatie ten behoeve van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden in het kader van het project Zeetoeegang IJmond.

2.1 Probleemdefinitie Zeetoeegang IJmond

In de periode 2030-2035 is de Noordersluis om technische redenen toe aan een grondige renovatie of vervanging om de zeehavens van het Noordzeekanaalgebied bereikbaar te houden.

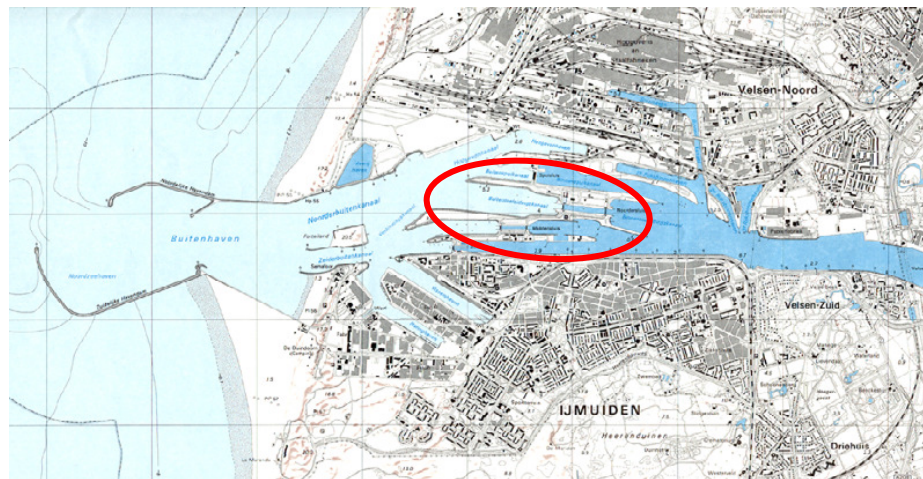
2.2 Projectdoelstelling

Het garanderen van de bereikbaarheid van de haven van Amsterdam en ondervangen van het risico van de instabiele zeewering (bescherming van het achtergelegen land).

2.3 System of Interest

Het te realiseren systeem van het project Zeetoeegang IJmond betreft een Nieuwe Zeesluis (schutsluis). Het systeem nieuwe Zeesluis is een System of Interest binnen de "economische gebieden" HavenIJmuiden, Tata Steel en Lichterlocatie en "maatschappelijke gebieden" provincie Noord-Holland, gemeenten Velsen en Beverwijk, en "infrastructuur" de vaarweg Noorderbuitenkanaal en wegverbinding Noordersluisweg, Middensluisweg, Zuidersluisweg.

In Figuur 2-1 is de locatie van het Systeem Nieuwe Zeesluis weergegeven.



Figuur 2-1: Locatie Systeem nieuwe Zeesluis

2.4 Objectbeschrijving

Deze objectbeschrijving heeft betrekking op het object Nieuwe Zeesluis en alle overige objecten, in de omgeving, die worden beïnvloed door de aanleg van de Nieuwe Zeesluis. De Nieuwe Zeesluis dient ingepast te worden in het huidige sluisencomplex te IJmuiden, ten zuiden van de Noordensluis en ten noorden van de Middensluis. De Nieuwe Zeesluis zal onderdeel uitmaken van het totale systeem Noordzeekanaalengebied.

Het object Nieuwe Zeesluis betreft een schutsluis en kan worden gedefinieerd als: Een kunstwerk ter plaatse van een waterkering in een waterloop, waarmee schepen het hoogteverschil kunnen overbruggen.

Deze systeemspecificatie heeft betrekking op het ontwerp, de realisatie, het beheer en het onderhoud (en sloop) van de Nieuwe Zeesluis. Eisen met betrekking tot andere objecten uit het totale systeem zijn onder "Omgeving" gegroepeerd, zie de objectenboom figuur 2-3.

2.5 Objectenboom

De plaats van het object Nieuwe Zeesluis, waar deze specificatie betrekking op heeft, in het totale systeem volgt uit de objectenboom Noordzeekanaalgebied (Figuur 2-2). In deze objectenboom is de positie (groentint) van object Nieuwe Zeesluis weergegeven.

Deze systeemspecificatie is opgesteld met de Nieuwe Zeesluis als centrum. Hieruit volgen diverse Objectspecificaties (objecten van Nieuwe Zeesluis – zie figuur 2-3). Tevens worden enkele andere objecten uit de objectenboom Noordzeekanaalgebied (omgeving) meegenomen in de systeemspecificatie daar directe raakvlakken aanwezig zijn tussen het betreffende object en het object Nieuwe Zeesluis. Een voorbeeld hiervan betreft de wegverbinding IJmuiden – Velsen. Deze wegverbinding is gelegen over het sluisencomplex en dient tijdens en na realisatie in stand gehouden te worden.

2.5.1 Toelichting objectenboom Noordzeekanaalgebied

In deze paragraaf is een toelichting opgenomen van de objecten, op hoofdlijnen, zoals weergegeven in de objectenboom van het Noordzeekanaalgebied (omgeving Nieuwe Zeesluis).

- 1) Noordzeetoegang
- 2) Voorhaven zeezijde
- 3) Sluizencomplex
- 4) Voorhaven rivierzijde
- 5) Noordzeekanaal (beginnend bij Velsertunnel)

Noordzeetoegang

De toegangsgeul vanaf de Noordzee naar de havens in het Noordzeekanaalgebied bestaat uit een aanloopgebied en de IJ-geul. De IJ-geul ligt vrijwel volledig in de Noordzee en loopt formeel vanaf de Buka2-kade bij Corus via de pieren van IJmuiden en heeft gerekend vanaf de Havenmond IJmuiden, een lengte van 43 km. Op zee heeft de IJ-geul een bodembreedte variërend van 450 tot 600 m. Op 11 km van de IJgeul is aan de noordzijde een draaiplaats ingericht, die ruimte biedt aan de IJgeulgebonden scheepvaart om in geval van calamiteiten rond te gaan en naar het aanloopgebied terug te varen.

Schepen met een diepgang vanaf 14,10 m. tot 17,80 m. zijn IJ-geul gebonden en passeren deze diepwaterroute met behulp van tijpoort advisering (deze schepen zijn bij passage van de IJ-geul afhankelijk van het getij en passeren de havenmond binnen een vastgestelde fase van het horizontale- en verticale getij). IJ-geulgebonden bulkschepen gaan door hun diepgang nooit rechtstreeks naar de sluisen, maar worden eerst in het Noorderbuitenkanaal gelichter of hebben als bestemming de buitenkaden van Tata Steel.

Voorhaven zeezijde

Voor dit project verstaan we onder "voorhaven buiten" het gebied tussen de pieren en het sluisencomplex en bestaat uit de volgende delen:

- De Buitenhaven: deze haven wordt aan de zeezijde omsloten door de pieren,
- Aan de zuidzijde van de Buitenhaven ligt de jachthaven Seaport Marina. Tezamen met het Kennemerstrand biedt dit gebied diverse recreatieve mogelijkheden. Ten oosten van Seaport Marina, aan het Zuiderbuitenkanaal, is de IJmondhaven aangelegd. Daarnaast bevinden zich de visserijhaven en een cruise-terminal,
- Het Forteiland: onderdeel van de stelling van Amsterdam is UNESCO werelderfgoed,
- Aan de noordzijde van het Forteiland, grenzend aan het Noorderbuitenkanaal, wordt een nieuwe lichterhaven geprojecteerd. Naar verwachting is deze in 2015 operationeel.
- Het gebied tussen het Forteiland en de sluisen, bestaande uit het Noorderbuitenkanaal, de buitenkaden van Tata Steel en de IJpalen (ook wel aangeduid als lichtervoorziening).

Sluisencomplex

Het sluisencomplex van IJmuiden is de entree van de Noordzee naar de havens van Amsterdam, Velsen, Beverwijk en Zaandam. Het bestaat uit de Kleine- en Zuidersluis (in gebruik genomen in 1876), de Middensluis (in gebruik genomen in 1896), de Noordersluis (in gebruik genomen in 1929), de Spuisluizen en het Gemaal. De Noordersluis is de grootste sluiskolk van het complex. Hier kunnen schepen terecht met een maximale lengte van circa 325 m, een maximale breedte van 45 m of een maximum diepgang van maximaal 13,75 m (in zout water). Dieper stekende bulkschepen worden buiten de sluisen - aan de IJpalen - gelichter, waarna ze de Noordersluis wel kunnen passeren. De Middensluis is de op één na grootste sluis waar schepen geschut kunnen worden tot 185 m lang en 24 m breed en met 8,5 m diepgang. In de praktijk worden zeeschepen met de hier geldende maximale afmetingen evenwel alleen in uitzonderlijke situaties door de Middensluis geschut. In beginsel gaan zeeschepen met een lengte van > 180 m, een breedte van > 18 m en een diepgang van > 8 m in de dagelijkse praktijk door de Noordersluis. In de Zuidersluis en Kleine Sluis worden vooral binnenvaartschepen en recreatievaartuigen geschut. In onderstaande tabel zijn de afmetingen van de sluisen en de maximale afmetingen van de schepen die in de verschillende sluisen geschut kunnen worden samengevat.

Sluis	In gebruik genomen/ gerenoveerd	Afmeting van de sluis			Afmeting te schutten zeeschepen. ()=maximale afmeting binnenvaartschepen	
		Lengte (m) tussen de deuren	Breedte (m) tussen de wanden	Diepte (m) t.o.v. NAP	Maximale lengte (m)	Maximale breedte (m)
Noordersluis	1929/2003	400	49,19*	-15,00	325	45
Middensluis	1896/1996	225	25	-10,00	185 (200)	24 (24,7)
Zuidersluis	1876/2000	120	18	-7,85	95 (100)	17 (17,9)
Kleine sluis	1876/1999	111	11	-3,75	(70)	(9,5)

Tabel 2-1: Afmetingen sluisen en maximale scheepsafmetingen [bron: technisch achtergronddocument RWS]

*) maatgevend als gevolg van oorlogsschade

Over het sluisencomplex ligt een wegverbinding tussen IJmuiden en Velsen-Noord (alleen geschikt voor personenauto's en langzaam verkeer). Daarnaast heeft het sluisencomplex (inclusief gemaal en spuisluis) ook de functie van primaire waterkering.

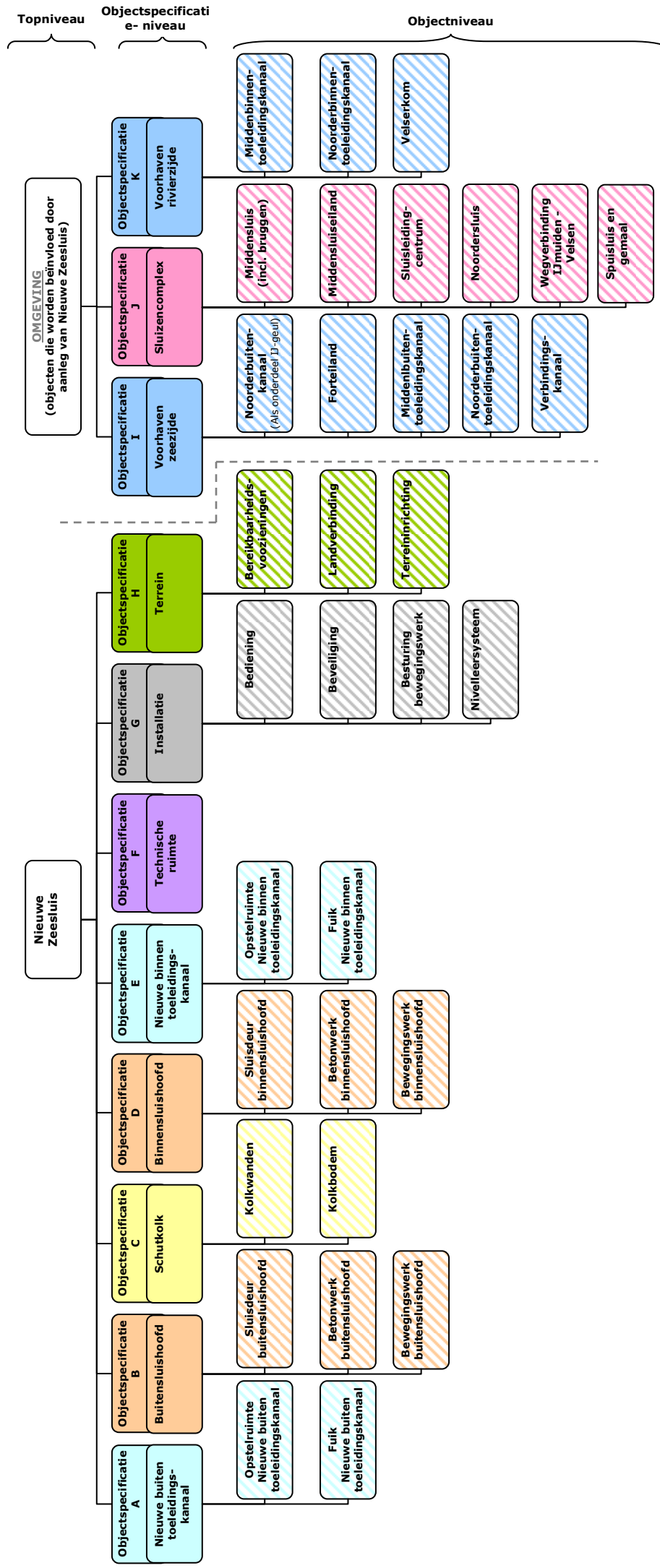
Voorhaven rivierzijde

Ten oosten van het sluisencomplex (landzijde) ligt de zogeheten Velserkom, die de aansluiting vormt naar het Noordzeekanaal.

Noordzeekanaal (beginnend bij Velsertunnel)

Het Noordzeekanaal is in gebruik sinds 1876 en is een aantal keer verbreed en verdiept tot de huidige afmetingen; een bodembreedte van 170 m, een diepte van NAP-15,50 m. en een lengte van 20,6 km beginnend bij de Zuidersluis. (De genoemde bodembreedte en diepte beginnen bij de Noordersluis) Het is een hoofdtransportas, geschikt voor grote zeeschepen. De diepteligging van de bovenkant van de tunnels die het kanaal kruisen bepalen de bodemdiepte van het Noordzeekanaal. Dit heeft gevolgen voor de maximale diepgang van de schepen die het Noordzeekanaal bevaren. Met name de Velsertunnel bij km 4,2 en de Coentunnel bij km 20 zijn maatgevend voor de diepgang van de schepen. Het Westpoort havengebied met een oppervlakte van meer dan 900 ha begint bij de Afrikahaven, op 11,5 km vanuit de sluisen in IJmuiden. Bij km 20,6 gaat het Noordzeekanaal over in het IJ. Schepen met een maximaal toegestane diepgang van 14,05 m in zoet water (dit komt overeen met 13,75 m in zout water) kunnen komen tot in de Mercuriushaven bij km 21,5. In het stadscentrum nabij km 24,5 ligt de Passenger Terminal Amsterdam, waar in 2008 117 cruiseschepen vanuit zee hebben aangemeerd. Het Noordzeekanaal heeft naast hoofdtransportas de volgende functies:

- ♦ Afvoer water, ijs en sediment;
- ♦ Recreatievaart;
- ♦ Ecologie en waterkwaliteit;
- ♦ Oeverrecreatie;
- ♦ Regionale watervoorziening;
- ♦ Koelwater;
- ♦ Recreatie- en beroepsvisserij.



Figuur 2-3: Objectenboom Nieuwe Zeesluis

2.5.2 Toelichting objectenboom Nieuwe Zeesluis

In deze paragraaf is een globale toelichting opgenomen van de objecten zoals weergegeven in de objectenboom voor het systeem Nieuwe Zeesluis. Tevens is aangegeven uit welke objectspecificaties de systemspecificatie, inclusief een korte toelichting. Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar de desbetreffende objectspecificaties.

Er zijn 11 Objectspecificaties gedefinieerd, te weten:

Systeem Nieuwe Zeesluis

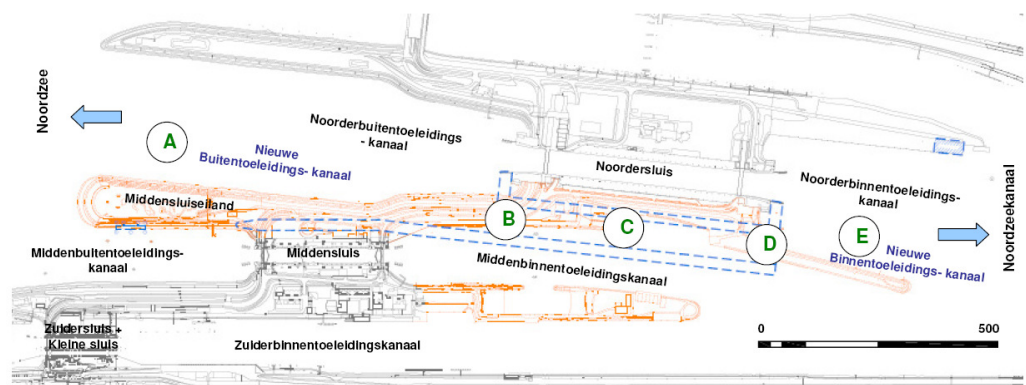
- Objectspecificatie A: Nieuwe buiten toeleidingskanaal
- Objectspecificatie B: Buitensluishoofd
- Objectspecificatie C: Schutkolk
- Objectspecificatie D: Binnensluishoofd
- Objectspecificatie E: Nieuwe binnen toeleidingskanaal
- Objectspecificatie F: Technische ruimte
- Objectspecificatie G: Installatie
- Objectspecificatie H: Terrein

Omgeving – Objecten die worden beïnvloed door aanleg van de Nieuwe Zeesluis

- Objectspecificatie I: Voorhaven Zeezijde
- Objectspecificatie J: Sluizencomplex
- Objectspecificatie K: Voorhaven Rivierzijde

De Nieuwe Zeesluis heeft geen dusdanige invloed op andere dan de hierboven genoemde objecten volgens de objectenboom van het totale systeem (figuur 2-2) dusdanig dat daaraan eisen gesteld moeten worden.

Onderstaande afbeelding geeft een schematische weergave van de objectgrenzen van de verschillende objectspecificaties. De kleur rood geeft objecten aan die verwijderd dienen te worden. Groene tekst geeft de locatie van de Nieuwe Objecten weer. Niet specifiek weergegeven zijn de technische ruimte en de installatie daar dit verspreid aanwezig zal zijn binnen het object Nieuwe Zeesluis. Ook is niet weergegeven het terrein gezien dit het gebied omvat wat opnieuw aangelegd dient te worden in kader van project Nieuwe Zeesluis.



Figuur 2-4: Weergave objecten Nieuwe Zeesluis, geprojecteerd in huidige situatie.

Systeem Nieuwe Zeesluis

Het systeem Nieuwe Zeesluis bevat alle objecten die worden aangelegd bij realisatie van de Nieuwe Zeesluis.

Objectspecificatie A: Nieuwe buiten toeleidingskanaal

Het Nieuwe buiten toeleidingskanaal (volgens de RVW de voorhaven) is het gebied voor de sluis, aan de westzijde van het sluisencomplex, waar het scheepvaartverkeer wordt afgewikkeld. Het is een uitbreiding van de bestaande voorhaven van de Noordersluis. Aankomende schepen krijgen hier de gelegenheid om vaart te minderen en zonodig af te meren aan het remmingwerk, indien aanwezig. Het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal bestaat uit de objecten:

- Opstelruimte;
- Fuik;
- Onderwatertalud.

In objectspecificatie A worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie B: Buitensluishoofd

Het sluishoofd is de "deur met het kozijn" waardoor schepen de schutkolk in en uit varen, deze is gesitueerd direct na de fuik in de voorhaven. De belangrijkste functie van de sluishoofden is het handhaven van de scheiding van waterpeilen en waterkwaliteit en gelijktijdig mogelijk maken van doorlaten van scheepvaart.

Het sluishoofd maakt ook onderdeel uit van de primaire waterkering en dient daarom voldoende hoog te zijn aangelegd en de fundering moet geschikt zijn voor eventueel in de toekomst verwachte waterstands verhogingen. De onderliggende objecten zijn:

- Sluisdeur;
- Betonwerk;
- Bewegingswerk buitensluishoofd.

In objectspecificatie B worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie C: Schutkolk

De schutkolk is in feite een grote bak met water die aan twee zijden kan worden gesloten en geopend (dit door middel van openen en sluiten van de sluisdeuren) waarin het schip zich tijdelijk bevindt tijdens het passeren van de grens tussen waterpeilen en waterkwaliteiten (zout- zoet).

De schutkolk bestaat feitelijk uit de objecten:

- Kolkwand;
- Kolkbodem.

In objectspecificatie C worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie D: Binnensluishoofd

Het sluishoofd is de "deur met het kozijn" waardoor schepen de schutkolk in en uit varen, deze is gesitueerd direct na de fuik in de voorhaven. De belangrijkste functie van de sluishoofden is het handhaven van de scheiding van waterpeilen en waterkwaliteit en gelijktijdig mogelijk maken van doorlaten van scheepvaart.

Het sluishoofd maakt ook onderdeel uit van de primaire waterkering en dient daarom voldoende hoog te zijn aangelegd en de fundering moet geschikt zijn voor eventueel in de toekomst verwachte waterstands verhogingen. De onderliggende objecten zijn:

- Sluisdeur;
- Betonwerk;

- Bewegingswerk binnensluishoofd.

In objectspecificatie D worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie E: Nieuwe binnen toeleidingskanaal

Het Nieuwe binnen toeleidingskanaal (volgens de RVW de voorhaven) is het gebied voor de sluis, aan de oostzijde van het sluizencomplex, waar het scheepvaartverkeer wordt afgewikkeld. Het is een uitbreiding van de bestaande voorhaven van de Noordersluis. Aankomende schepen krijgen hier de gelegenheid om vaart te minderen en zonodig af te meren aan het remmingwerk, indien aanwezig. Het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal bestaat uit de objecten:

- Opstelruimte;
- Fuik;
- Onderwatertalud.

In objectspecificatie E worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie F: Technische ruimte

Technische ruimten zijn alle ruimten waarin apparatuur die de veilige bediening van de sluis mogelijk maakt is opgesteld. De meest in het oog springende ruimte is het bedieningsgebouw van waaruit de hele sluis bediend wordt. Maar ook in de sluishoofden en kolkwanden zullen ruimten zijn waarin bedieningsapparatuur is opgesteld. Vooralsnog is de technische ruimte niet verder onderverdeeld in onderliggende objecten.

Objectspecificatie G: Installatie

Om de sluis te kunnen laten functioneren zijn een aantal installaties noodzakelijk. Onder de Installatie vallen alle installaties die noodzakelijk geacht worden, dus ook het object 'besturing bewegingswerk'. De onderliggende objecten zijn:

- Bedieningsinstallatie;
- Beveiligingsinstallatie;
- Besturing bewegingswerk;
- Nivelleersysteem.

In objectspecificatie G worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie H: Terrein

Het terrein om de sluis dient zodanig te zijn ingericht dat de verschillende objecten van de Nieuwe Zeesluis bereikbaar zijn voor bedienend- en onderhoudspersoneel, in de objectenboom vertaalt naar de 'bereikbaarheidsvoorzieningen'. Maar het moet ook aansluiten op de omgeving. Een belangrijke factor daarbij is dat de bestaande wegverbinding (landverbinding) gehandhaafd dient te worden. De gehele inrichting (verharding, groen, lichtmasten. Etc.) direct om de nieuwe zeesluis wordt vertaald naar de terreininrichting. De onderliggende objecten zijn:

- Bereikbaarheidsvoorzieningen;
- Landverbinding;
- Terreininrichting.

In objectspecificatie H worden deze objecten verder toegelicht.

Omgeving – objecten die worden beïnvloed door aanleg van de Nieuwe Zeesluis

De grenzen van het Systeem Nieuwe Zeesluis zijn in beeld gebracht door de fysieke verschijningsvorm en raakvlakken met andere objecten te analyseren. De objectgrenzen vormen de ruimtelijke afbakening van het object en zijn voor de Nieuwe Zeesluis in kaart gebracht met behulp van een (systeem)contextdiagram.

Voor het opstellen van het Systeemcontextdiagram zijn alle relevante objecten in de omgeving van het systeem (De Nieuwe Zeesluis) nader geschematiseerd. Ten grondslag hieraan ligt het Technisch Achtergronddocument van RWS. De relaties van het systeem met deze omgevingsobjecten zijn onderkend, in kaart gebracht en gestructureerd met behulp van een Systeemcontextdiagram. Per raakvlak is het type van raakvlak benoemd. Voorbeelden van de gebruikte raakvlakken zijn: Data Input/Output, Fysiek-Nautiek, Fysiek-Aansluiting, etc.

Het opgestelde Systeemcontextdiagram is weergegeven in bijlage A.3. Onderstaand een korte toelichting op het Systeemcontextdiagram.

In het Systeemcontextdiagram is het Systeem de Nieuwe Zeesluis centraal geplaatst. De omgevingsobjecten met directe raakvlakken zijn geplaatst binnen de rode ellips. In aanvulling hierop zijn de belanghebbenden met directe invloed op het systeem ook in de rode ellips geplaatst. Rondom de rode ellips zijn de overige omgevingsobjecten geplaatst die binnen het systeem Zeetoeegang IJmond behoren.

Behalve de objectenboom Nieuwe Zeesluis zijn de relevante objecten, objecten die worden beïnvloed door aanleg van de Nieuwe Zeesluis, uit de omgeving reeds opgenomen in een boomschema, eveneens gepresenteerd in Figuur 2-3.

Onderstaand opgesomd welke objecten worden behandeld in de (deel)specificaties.

Objectspecificatie I: Voorhaven Zeezijde

Onderliggende objecten die worden beïnvloed van de Voorhaven Zeezijde zijn:

- Noorderbuitenkanaal;
- Forteiland;
- Middenbuiten toeleidingskanaal;
- Noorderbuiten toeleidingskanaal;
- Verbindingskanaal

In objectspecificatie I worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie J: Sluizencomplex

Onderliggende objecten van objectspecificatie J, Sluizencomplex zijn:

- Middensluis (incl. bruggen);
- Middensluiseland;
- Sluisleidingcentrum;
- Noordersluis;
- Wegverbinding IJmuiden-Velsen;
- Spuisluis en gemaal.

In objectspecificatie J worden deze objecten verder toegelicht.

Objectspecificatie K: Voorhaven Rivierzijde

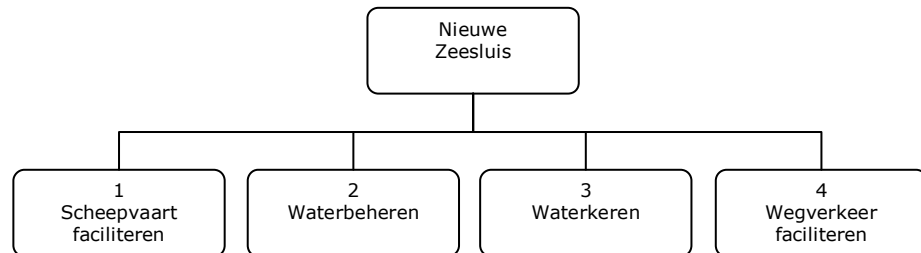
Onderliggende objecten van objectspecificatie K, Voorhaven rivierzijde zijn:

- Middenbinnen toeleidingskanaal
- Noorderbinnen toeleidingskanaal
- Velserkom

In objectspecificatie K worden deze objecten verder toegelicht.

2.6 Functieboom

Er is een functionele analyse uitgevoerd waarbij de functies zijn gedefinieerd waarmee de hoofdfunctie (eigenlijk de oplossing) "uitbreiding van het sluisencomplex met een nieuwe zeesluis" wordt vervuld. Het systeem "de nieuwe zeesluis" heeft vier functies. In onderstaande figuur is de functieboom voor de Nieuwe Zeesluis weergegeven.



Onderstaand een nadere toelichting op de functies van het systeem Nieuwe Zeesluis.

1. Scheepvaart faciliteren
Het systeem Nieuwe Zeesluis dient het scheepvaartverkeer (zowel binnenvaart als zeevaart) van zee naar de zeehavens van het Noordzeekanalengebied, en vice versa te faciliteren.
2. Waterbeheren
Het systeem de Nieuwe Zeesluis dient bij overtollige neerslag te functioneren als spuisluis, aanvullend op de capaciteit van het gemaal/ de spuisluis.
3. Waterkeren
Het systeem Nieuwe Zeesluis dient, zowel tijdens als na de bouw, te functioneren als onderdeel van de primaire waterkering.
4. Wegverkeer faciliteren
Het systeem Nieuwe Zeesluis dient de functie als lokale wegverbinding voor personenvervoer over het sluisencomplex te faciliteren.

2.7 Objectgrenzen

De grenzen van het object worden bepaald door de fysieke verschijningsvorm en raakvlakken met andere objecten. De objectgrenzen vormen de ruimtelijke afbakening van het object en zijn voor de Nieuwe Zeesluis in kaart gebracht met behulp van een (systeem)contextdiagram.

Voor het opstellen van het Systeemcontextdiagram zijn alle relevante objecten in de omgeving van het systeem (De Nieuwe Zeesluis) nader geschematiseerd. Ten grondslag hieraan ligt het Technisch Achtergronddocument van RWS. De relaties van het systeem met deze omgevingsobjecten zijn onderkend, in kaart gebracht en gestructureerd met behulp van een Systeemcontextdiagram. Per raakvlak is het type van raakvlak benoemd. Voorbeelden van de gebruikte raakvlakken zijn: Data Input/Output, Fysiek-Nautiek, Fysiek-Aansluiting, etc.

In het Systeemcontextdiagram is de Nieuwe Zeesluis centraal geplaatst. De omgevingsobjecten met directe raakvlakken zijn geplaatst binnen de rode ellips. In aanvulling hierop zijn de belanghebbenden met directe invloed op het systeem ook in de rode ellips geplaatst. Rondom de rode ellips zijn de overige omgevingsobjecten geplaatst die binnen het systeem Zeetoegang IJmond behoren.

Het opgestelde Systeemcontextdiagram is weergegeven in bijlage A.3.

In de objectenboom Nieuwe Zeesluis zijn de relevante objecten uit de omgeving reeds opgenomen.

3 Van toepassing zijnde documenten

In dit hoofdstuk worden de verschillende typen documenten die van toepassing zijn voor het object Nieuwe Zeesluis behandeld.

Indien tegenstrijdigheid bestaat tussen de eisen in het Functioneel Programma van Eisen, reglementen, normen, praktijkrichtlijnen, aanbevelingen, beoordelingsrichtlijnen of andere publicaties, dan gelden onderstaande rangorden:

1. Wet en regelgeving, normen en richtlijnen
2. Eisen uit het Functioneel Programma van Eisen
3. Eisen uit objectspecifieke en projectspecifieke documenten

De lijsten met van toepassing zijnde documenten worden in de loop van het proces steeds verder aangevuld.

3.1 Normen en Richtlijnen

Onderstaande tabel is een eerste opzet en is overeenkomstig basisspecificatie schutsluis.

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
Normen	E-1	– Eurocodes: Grondslagen: NEN-EN 1990 Belastingen: NEN-EN 1991 Beton: NEN-EN 1992 Staal: NEN-EN 1993 Hout: NEN-EN 1995 Geotechniek: EN 1997 alle van toepassing zijnde subnormen van de hier bovengenoemde normen			
Leidraden	L-1	Leidraad "Duurzaam Ontwerpen GWW", CUR-rapport 99-6, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) i.o.v. Ministerie van Verkeer en Water, Directoraat- Generaal Rijkswaterstaat	1999	CUR	

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
	L-2	Leidraad "Milieuzorg - handleiding bij onderhouds- en renovatiewerkzaamheden", rapportnummer DUBOP-R-97154, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Programmabureau DuBo-GWW		RWS	
	L-3	Leidraad afvalstoffen Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.		RWS	
	L-4	Leidraad Bouwstoffen RWS, Deel I en II.	2007	RWS, DWW	
	L-5	Leidraad Kunstwerken TAW	maart 2003	TAW	
	L-6	Leidraad Afdeling Veiligheid; RA kader, Bouwdienst	April 2007 versie 3.0	RWS	document nog verder te ontwikkelen
	L-7	Handleiding Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid	September 2003	NVBR	Volgt uit KES 0196
	L-8	Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006)	2006	TAW	
Richtlijnen	R-1	Richtlijnen voor het ontwerpen van Betonnen Kunstwerken (ROBK)	Versie 6	RWS-BD	
	R-2	Aanvullingen en wijzigingen voor tunnels en aquaducten op: Richtlijnen voor het Ontwerpen van Betonnen Kunstwerken, versie 6 (ROBK).		RWS-BD	
	R-3	richtlijnen Vaarwegen RVW 2005 (Commissie Vaarweg Beheer).		RWS	
	R-4	Richtlijn scheepvaarttekens		RWS, AVV	
	R-5	Binnenvaart Politie Reglement (BPR), ISBN 90 6110 192-1			
	R-6	Technisch rapport Zandmeevoerende wellen		TAW	
	R-7	Richtlijn Bestaande Betonnen Kunstwerken (RBBK)		RWS-BD	

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
	R-8	RAW Suppletie Bouwdienst Rijkswaterstaat Paragrafen: 42.12.14 lid 06 42.12.19 lid 03 en 04 42.12.23 42.15.03 42.15.09 42.15.10 42.15.13 42.16.04 42.22.23		RWS-BD	
CUR-publicaties	C-1	CUR 166 damwandconstructies		CUR	
	C-2	CUR 99-8 Energie zuinig ontwerpen van civiele kunstwerken		CUR	
	C-3	CUR 213 Hout in de GWW-sector "duurzame detaillering in hout"		CUR	
	C-4	CUR 128 Koelen van beton		CUR	
	C-5	CUR 2001-4 Ontwerpregels voor trekpalen		CUR	
	C-6	A89 CUR-Aanbeveling 2002 Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (ASR)		CUR	
	C-7	CUR rapport BR 11 Duurzaam bouwen in de grond-, weg- en waterbouw		CUR	
	C-8	CUR 77 Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren, Aanbeveling		CUR	
	C-9	CUR rapport 85 Scheurvorming door krimp en temperatuurwisselingen in wanden		CUR	
Aanbevelingen	A-1	Beheer- en onderhoudssystematiek kunstwerken. Map 1: Systematiek.	Maart 2000, versie 2.0	RWS, Bouwdienst	
	A-2	Beheer- en onderhoudssystematiek kunstwerken. Map 2: Systematiek. (wel verouderd, nieuwe versie in ontwikkeling, beschikbaar in januari 2008)	Maart 2000, versie 2.0	RWS, Bouwdienst	

Type	Code	Titel	Datum / versie	Organisatie	Opmerking
	A-3	"Checklist productverbetering kunstwerken RWS in ontwerp en onderhoud".	Maart 2003,	RWS, Bouwdienst	
	A-4	Aanbeveling van de keuring van hydrofobeermiddelen voor beton, volgens de eisen van Bouwdienst Rijkswaterstaat.		RWS, Bouwdienst	
	A-5	RBA duurzaam inkopen (Rijkswaterstaat Brede Afspraak)	8 januari 2010	RWS	
Vakliteratuur	V-1	EAU Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufer einfassungen" Hafen und Wasserstraben	2004	DGG	
	V-2	Ontwerp van Schutsluizen Deel 1 en 2	2000	RWS	

3.2 Objectspecifieke en projectspecifieke documenten

Binnen de objectspecifieke en projectspecifieke documenten wordt onderscheid gemaakt tussen bindende en niet bindende documenten.

Bindende documenten: Bindende documenten zijn documenten, waarvan de Opdrachtnemer niet mag afwijken, tenzij uit de hiërarchie van de bindende documenten het tegendeel volgt.

Niet-bindende documenten: Opdrachtnemer mag hier gebruik van maken. De niet-bindende normen en richtlijnen zijn de normen en richtlijnen waarvan de Opdrachtnemer gebruik kan maken. De niet-bindende overige informatie zijn de documenten die door de Opdrachtgever ad info zijn verstrekt aan de Opdrachtnemer. De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de interpretatie van de conclusie en aanbevelingen in deze informatie en dient die informatie voor zover nodig zelf aan te vullen. De Opdrachtgever is niet aansprakelijk voor op de niet bindende documenten gebaseerde conclusies of gekozen uitgangspunten.

ID	Titel	Datum / versie	Organisatie	Status ¹
1	Zeetogang IJmond - Update hydraulische ontwerprandvoorwaarden ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis te IJmuiden	07-oktober-2003, versie 3	DHV	B
2	<Nader in te vullen*>			
3	<Nader in te vullen*>			

¹ B = bindend document, I = informatief document

ID	Titel	Datum / versie	Organisatie	Status ¹
4	<Nader in te vullen*>			
5	<Nader in te vullen*>			
	*) Gedacht moet worden aan documenten als: Milieuadvies, landschapsplan, afspraken met omgeving, bedieningsplan, calamiteitenplan, etc.			

4 Typering van eisen

4.1 Typen eisen

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de specificatie is opgesteld. Kenmerkend voor deze specificatie is de indeling naar diverse soorten eisen en de samenhang tussen de eisen. De eisen vallen uiteen in de volgende typen eisen:

- Functionele eisen;
- Aspecteisen;
- Externe en interne raakvlakeisen.

Naast de functionele eisen en raakvlakeisen worden aspecteisen geïdentificeerd. Deze beschrijven specifieke eigenschappen van het te ontwikkelen systeem, die geen directe bijdrage leveren aan de primaire functie.

Aspect	Toelichting
Veiligheid	Eisen met betrekking tot veiligheid tijdens realisatie en veiligheid in de gebruiksfase van gerealiseerde objecten, voor zowel de gebruiker als de omgeving.
Gezondheid	Eisen met betrekking tot gezondheid tijdens realisatie en veiligheid in de gebruiksfase van gerealiseerde objecten, voor zowel de gebruiker als de omgeving.
Beschikbaarheid	Eisen aan het vermogen van een product in een toestand te zijn om de vereiste functie onder bepaalde omstandigheid op een bepaald moment of gedurende een bepaald tijdsinterval uit te voeren, ervan uitgaande dat de vereiste externe hulpbronnen zijn verschaft
Betrouwbaarheid	Eisen aan de waarschijnlijkheid dat een product een vereiste functie kan uitvoeren onder gegeven omstandigheden gedurende een bepaald tijdsinterval
Vormgeving	Eisen met betrekking tot uiterlijke vormgeving van gerealiseerde objecten om andere redenen dan constructieve
Omgevingshinder	Eisen aan stof, geluid, trillingen, en stank tijdens de realisatie en gebruiksfase.
Uitvoering	Eisen aan de uitvoering van nieuw te bouwen en de aanpassing van bestaande objecten
Beheerbaarheid en bedienbaarheid	Eisen met betrekking tot de beheersbaarheid en bedienbaarheid van objecten
Onderhoud	Eisen met betrekking tot benodigde instandhoudingvoorzieningen en relatie met onderhoudsprocessen (onderhoudbaarheid)
Toekomstvastheid	Eisen met betrekking tot aanpassing van gerealiseerde objecten aan toekomstverwachtingen
Materiaalgebruik en Duurzaamheid	Eisen met betrekking tot het materiaalgebruik en de duurzaamheid van de objecten
Slopen	Eisen met betrekking tot de sloop van te slopen objecten

Tabel 4-1: Overzicht formulering aspecteisen.

4.2 Formulering van eisen

De eisen in hoofdstuk 5, en de onderliggende objectspecificaties, zijn beschreven conform Tabel 4-2. Begrippen en definities zijn toegelicht in de bijlage.

Eisnummer	Titel eis	Bovenliggende eis	Onderliggende eis
Automatisch gegenereerde eisnummering uit de database Relatics Volgt uit:*) KES eisnummer	Eistekst	Eisnummers van eisen waaronder deze eis valt in de eisenboom	Eisnummers van eisen die onder deze eis vallen in de eisenboom
Verificatiemethode:			
	Brondocument		

*) indien relevant verwijzing naar KES eis(en) die ten grondslag ligt aan betreffende eis

Tabel 4-2: Voorbeeldformulering eisen.

4.3 Verificatie van eisen

Verifiëren en valideren beschrijft alle activiteiten die nodig zijn om objectief en expliciet te kunnen aantonen dat de oplossing voldoet aan de eisen en behoeften van de klant en daarmee past binnen de oplossingsruimte. Verificatie is een check of het juist gebouwd/ontworpen is, validatie is een check of het juiste gebouwd/ontworpen is. In het algemeen geldt voor eisen dat aan een eis is voldaan als de eis zelf geverifieerd is.

Voor de verificatie van de meeste eisen op systeemniveau, zoals weergegeven in hoofdstuk 4, geldt echter dat aan alle eisen op systeemniveau is voldaan zodra aan alle onderliggende eisen in de verschillende objectspecificaties is voldaan. De opdrachtnemer hoeft deze eisen op systeemniveau dus niet zelf te verifiëren, de verificatie ligt in het verifiëren van de onderliggende eisen. Zodra alle onderliggende eisen van deze eis op systeemniveau zijn geverifieerd is deze eis op systeemniveau eveneens geverifieerd. Deze eisen op systeemniveau vormen zodoende de 'kapstok' voor de onderliggende eisen. Indien niet wordt voldaan aan, of discussie ontstaat over, onderliggende eisen dan kan worden teruggevallen op bovenliggende eisen, uiteindelijk tot de eisen op systeemniveau.

5 Eisen Systeem Nieuwe Zeesluis

5.1 Systeemeisen Nieuwe Zeesluis

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Topeis: Functie - Scheepvaart faciliteren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0347 volgt uit: KES-0169 KES-0163	De infrastructuur van het Systeem de Nieuwe Zeesluis, die in het kader van het project Zeetogang IJmond is gerealiseerd dient de zeescheepvaart van en naar het Noordzeekanaalgebied te faciliteren.		SYS-0364 SYS-0342 SYS-0377 SYS-0404 SYS-0410 SYS-0414 SYS-0439 SYS-0482 SYS-0489 SYS-0515 SYS-0569
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Flare	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0375 volgt uit: KES-0178 KES-0045 KES-0177 KES-0043	De Nieuwe Zeesluis dient welving (flare) van (scherpe) boeg en achterschip van maatgevend schip mogelijk te maken, daartoe dient aan weerszijden van de kolk langs de kolkmuur een obstakelvrije strook van 7 m breed met oneindige hoogte vrij te zijn gehouden.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [25] Technisch achtergrond document Project Zeetogang IJmond / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Schutten van bulkschepen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0414 volgt uit: KES-0170	De Nieuwe Zeesluis dient bulkschepen met afmetingen van 366m lengte * 51m breedte en een maximen maximale diepgang van inkomend 13,75m (zoutwater) of uitgaand 14,05m (Zoetwater) te kunnen schutten. Onderbouwing maximale breedte schip: Maximale breedte betreft sluiscolkbreedte (bruto) minus $\geq 10,0$ m nautische manoeuvreerruimte (per scheepzijde ≥ 5 m) minus 3,0m ruimtereservering voor aanvaarbescherming (per sluiszijde 1,5m).	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Simulatie.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

ID	Schutten van containerschepen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0410 volgt uit: KES-0170 KES-0210	De Nieuwe Zeesluis dient containerschepen met afmetingen van 366m lengte * 51m breedte en een maximen maximale diepgang van inkomend 13,75m (zoutwater) of uitgaand 14,05m (Zoetwater) te kunnen schutten.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator:	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Schutten van Cruiseschepen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0377 volgt uit: KES-0170 KES-0210	De Nieuwe Zeesluis dient cruiseschepen met afmetingen van (ntb)m lengte * (ntb)m breedte op de waterlijn (extremste breedte boven de waterlijn van (ntb)m) en een maximen maximale diepgang van inkomend 13,75m (zoutwater) of uitgaand 14,05m (Zoetwater) te kunnen schutten.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Simulatie	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

ID	Afmetingen Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0342 volgt uit: KES-0083 KES-0170 KES-0022	De Nieuwe Zeesluis dient over de volgende afmetingen te beschikken: Sluislengte 545m tussen de stopstrepen; Sluisbreedte 65m (betreft de bruto kolkbreedte, breedte tussen de kolkwanden), Sluisdiepte NAP -18,0m. Mogelijkheid om diepte als volgt te formuleren: De diepte van de nieuwe zeesluis dient zodanig te zijn dat ze bij 99% van de waterstanden in de Buitenhaven IJmuiden toegankelijk is voor schepen met een diepgang van: inkomend 13,75 m (zoutwater) uitgaand 14,05 m (zoetwater)	SYS-0347	SYS-0371 SYS-0370 SYS-0340 SYS-0361 SYS-0363 SYS-0372 SYS-0375 SYS-0386 SYS-0407 SYS-0408 SYS-0409 SYS-0411 SYS-0422 SYS-0423 SYS-0429 SYS-0430 SYS-0432 SYS-0435 SYS-0443 SYS-0444
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Sleepboten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0423 volgt uit: KES-0030	De Nieuwe Zeesluis dient mogelijk te maken dat een maatgevend schip middels sleepboten aan voor en achterzijde, elk met een benodigde werkruimte van 50m, kan passeren.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[19] Notitie Technische aspecten Nieuwe Zeesluis		

ID	Passeertijden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0409 volgt uit: KES-0057	De Nieuwe Zeesluis c.a. dient voor de onderstaande scheepstypen, tussen de referentielijnen, de volgende gemiddelde passeertijd mogelijk te maken: <ul style="list-style-type: none"> - maatgevende cruiseschepen maximaal 40 minuten - maatgevende bulkcarriers maximaal 55 minuten - maatgevende tankers maximaal 45 minuten - gemiddeld voor deze vloot maximaal 50 minuten 	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Functionele Eis - Waterbeheer

ID	Topeis: Functie - Waterbeheer	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0426 volgt uit: KES-0102	Het Systeem de Nieuwe Zeesluis dient bij overtollige neerslag te functioneren als spuisluis, aanvullend op de capaciteit van het gemaal/ de spuisluis.		SYS-0425 SYS-0438 SYS-0487 SYS-0552 SYS-0579
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	
Brondocument:	[02] Eisen/Wensen van waterschap Rijnland en HHNK		

ID	Maximale kwel bezwaar	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0487	Kwel mag niet leiden tot een groter waterbezwaar op het Noordzeekanaal en dient daardoor maximaal 5% van het bergende vermogen van het Noordzeekanaal te bedragen.	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Spui capaciteiten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0425 volgt uit: KES-0087	De sluis dient bij een hoogwatersituatie, bij onderstaande relatieve vervallen, op het Noordzeekanaal te kunnen spuien met een navolgende capaciteit: Verval Debiet (in m.) (in m ³ /s) 0,20 50 0,40 70 0,60 85 0,80 100 1,00 110	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: Watermanager	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Functionele Eis – Waterkeren

ID	Topeis: Functie - Waterkeren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0378 volgt uit: KES-0017 KES-0089	De kerende functie van dijkkring 44 dient te allen tijde in tact te blijven, tijdens de uitvoering en in de gebruiksfase van de nieuwe zeesluis. NB: Het sluizencomplex vormt ook de verbindende waterkering (7) die de dijkkringgebieden 13 en 14 beschermt.		SYS-0449 SYS-0474 SYS-0475 SYS-0476
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[06] Landschapsbeleidsplan Velsen Achtergronden (concept)		

ID	Aanleghoogte Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0476	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient aangelegd te zijn op een constructieve hoogte van NAP+ 7,00m	SYS-0378	SYS-0477
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Bergend vermogen Noordzeekanaal gebied	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0475	Uitgaande van een streefpeil (kanaal) van NAP -0,40 m dient rekening gehouden te worden met een het bergende vermogen van het Noordzeekanaal van ca. $21,6 \cdot 10^6$ m ³	SYS-0378	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[36] Update Hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden Nieuwe Zeesluis IJmuiden		

ID	Toekomstige hydraulische belastingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0477	Ten behoeve van een robuust ontwerp en in te spelen op de toekomst dient voor alle niet vervangbare objecten gerekend te worden met een hoogwatersituatie van NAP +8,02m op het Buitentoeleidingskanaal en voor alle vervangbare objecten met een waterstand van NAP +7,63m op het Buitentoeleidingskanaal.	SYS-0476	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp / Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[36] Update Hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden Nieuwe Zeesluis IJmuiden		

ID	Kans op overlopen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0474	De kans op overlopen van het systeem Nieuwe Zeesluis dient kleiner te zijn dan 10^{-4} per jaar.	SYS-0378	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Normfrequentie voor gewenste bescherming	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0449 volgt uit: KES-0010	De veiligheidsnorm waarmee gerekend dient te zijn bedraagt 1:10.000 jaar, zie verder de Waterwet.	SYS-0378	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[14] mail Wensen/Eisen KES Provincie Noord Holland (Waterkeringmensen) / [23] Structuurvisie Noord-Holland 2040		

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

ID	Topeis: Functie - Wegverkeer faciliteren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0452	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient de functie als lokale wegverbinding voor personenvervoer over het sluisencomplex te faciliteren.		SYS-0368 SYS-0417 SYS-0445 SYS-0446 SYS-0447 SYS-0448 SYS-0485 SYS-0486 SYS-0545 SYS-0546
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: RWS	
Brondocument:	[35] Vraagspecificatie definitieve versie (bijlage bij nota van inlichtingen)		

Aspect – Veiligheid

ID	Topeis: Aspect - Veiligheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0465	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient gebruikers, bezoekers, bedienaars en de beheerder de mogelijkheid te bieden om op een veilige manier gebruik te kunnen maken van en te kunnen verblijven op het sluisencomplex.		SYS-0338 SYS-0339 SYS-0343 SYS-0346 SYS-0351 SYS-0352 SYS-0353 SYS-0365 SYS-0369 SYS-0379 SYS-0380 SYS-0381 SYS-0384 SYS-0389 SYS-0415 SYS-0416 SYS-0418 SYS-0419 SYS-0424 SYS-0433 SYS-0436 SYS-0441 SYS-0450 SYS-0471 SYS-0488 SYS-0490 SYS-0491 SYS-0511 SYS-0529 SYS-0530 SYS-0531 SYS-0543
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Bereikbaarheid hulpdiensten gebruiksfase	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0351 volgt uit: KES-0164 KES-0055	De Nieuwe Zeesluis dient zodanig te zijn ontworpen en aangelegd dat optimale bereikbaarheid voor hulpdiensten van het sluisencomplex in de gebruiksfase is gegarandeerd.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Bereikbaarheid hulpdiensten tijdens uitvoering	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0352 volgt uit: KES-0152	De bereikbaarheid van het complex door hulpdiensten dient tijdens de uitvoering van de Nieuwe Zeesluis te zijn gegarandeerd.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Veiligheids Cluster	
Brondocument:	[34] Verslag overleg Veiligheidscluster - 18 april 2011		

ID	Bluswater	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0362 volgt uit: KES-0218	Bij voorzieningen ten behoeve van bluswater hoeft geen onderscheidt gemaakt te zijn tussen blussen met zout of brak water.	SYS-0379	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Veiligheidsregio Kennemerland	
Brondocument:	[26] Terugkoppeling KES: bluswater + aanwezigheid heliplatform		

ID	Veiligheid nieuwe zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0433 volgt uit: KES-0056	De nieuwe zeesluis en alle afzonderlijke onderdelen dienen te voldoen aan alle veiligheidsvoorschriften die volgen uit het bouwbesluit en de RVW 2005.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: RWS Dienst Infrastructuur	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Cameratoezicht	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0365 volgt uit: KES-0183	Alle onderdelen van de Nieuwe Zeesluis dienen door middel van effectief cameratoezicht op het sluiscomplex bewaakt te zijn. [nader eisen stellen aan zaken als type beeld, bewegende camera's, waar komen monitoren etc]	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Ligging en vorm irt simulatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0389 volgt uit: KES-0036 KES-0082 KES-0059 KES-0034	De ligging en vorm van de Nieuwe Zeesluis, navais, aanliggende vaarwegsecties, bijhorende constructies en inrichting van het relevante natte gebied, inclusief wacht- en opstelplaatsen, dient te zijn ontworpen en ingericht op basis van uitgevoerde simulaties.	SYS-0465	SYS-0390 SYS-0391
Verificatievoorschrift:	Inrichting op basis van uitgevoerde simulatie.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

ID	Ligging Nieuwe Zeesluis irt noord-zuid richting	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0390 volgt uit: KES-0193 KES-0037 KES-0035	De Nieuwe Zeesluis dient te zijn aangelegd tussen de Noordersluis en de Middensluis conform real-time simulaties bij het MARIN (september 2010), waarbij de functies van de beide bestaande sluizen zo min mogelijk zijn geschaad.	SYS-0389	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp Real Time Simulatie	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Ligging Nieuwe Zeesluis irt tot oost west richting	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0391 volgt uit: KES-0194	De Nieuwe Zeesluis dient te zijn aangelegd tussen de Noordersluis en Middensluis, conform real-time simulaties bij Marin (september 211). Optimaliseren in oost- west richting is toegestaan (wel voldoen conform eisen real-time simulatie bij het MARIN, september 2010).	SYS-0389	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp / Real Time Simulatie	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Maximale in- en uitvaar snelheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0471	De maximale in- en uitvaarsnelheid van de Nieuwe Zeesluis dient 5 km/h (=1,4m/s) te bedragen. [Betreft een werkafpraak, opnemen in objectspecificatie?]	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Aanbevelingen rapport Beveiligingsmaatregelen IJmuiden (E&Y 2008)	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0338 volgt uit: KES-0145 KES-0220	Het ontwerp van de Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan onderstaande aanbevelingen zoals gesteld in rapport 'Beveiligingsmaatregelen IJmuiden' Ernst&Young, 2008: - Toe- en uitgangscnontroletechniek in/aan de geselecteerde (vitale) gebouwen, - CCTV systeem, - Speedgates, - Slagbomen, - Kenteken herkenningssysteem.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Veiligheids Cluster	
Brondocument:	[20] Rapport Beveiligingsmaatregelen IJmuiden - 1789077, 3 Juni 2008 / [34] Verslag overleg Veiligheidscluster - 18 april 2011		

ID	Handleiding Bluswatervoorziening en bereikbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0379 volgt uit: KES-0196	De Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de Handleiding Bluswatervoorziening en bereikbaarheid.	SYS-0465	SYS-0362
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Veiligheidsregio Kennemerland	
Brondocument:	[34] Verslag overleg Veiligheidscluster - 18 april 2011		

ID	Hekwerken	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0380 volgt uit: KES-0145	Er dient een hekken- en beveiligingsplan opgesteld te worden om ongewenste situaties op De Nieuwe Zeesluis/ het sluisplateau te voorkomen.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Vletterlieden (C.V.V.)	
Brondocument:	[31] Verslag overleg Nautisch Cluster / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Gezondheid

ID	Topeis: Aspect - Gezondheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0458	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient de gezondheid van de gebruikers en omgeving niet in gevaar te brengen.		SYS-0398 SYS-0420
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Nader onderzoek luchtkwaliteit	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0398 volgt uit: KES-0154	De nieuwe zeesluis dient te passen binnen de milieuruimte volgens onderzoek [ntb] De wens van Milieudienst gemeente Velsen betreft nader onderzoek naar verbetermogelijkheden voor de luchtkwaliteit (Alleen van toepassing wanneer de resultaten van de milieutoets bekend zijn en er blijkt een tekort aan milieuruimte).	SYS-0458	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[32] Verslag overleg Overheidscluster		

Aspect – Beschikbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Beschikbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0354 volgt uit: KES-0003 KES-0206 KES-0166 KES-0161 KES-0162	De beschikbaarheid van de nieuwe sluis dient minimaal 98% te bedragen van de tijd, hier bij is rekening gehouden met planbaar onderhoud, niet- gepland onderhoud en niet beschikbaarheid door overschrijding maximaal schutpeil en onderscheiding minimaal schutpeil.		SYS-0355 SYS-0387 SYS-0358 SYS-0397 SYS-0427 SYS-0498 SYS-0516 SYS-0525 SYS-0526 SYS-0527 SYS-0528 SYS-0568 SYS-0575 SYS-0356 SYS-0357
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

ID	Schutpeilen Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0397 volgt uit: KES-0207 KES-0172	Er dient rekening gehouden te worden met de volgende maatgevende schutpeilen voor de Nieuwe Zeesluis: Minimaal schutpeil: NAP -2,20m Maximaal schutpeil: NAP +3,60m	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Beschikbaarheid tijdens realisatie Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0357 volgt uit: KES-0123 KES-0207	Tijdens de realisatie/bouw Nieuwe Zeesluis: - volledig operationeel zijn van Noordersluis en Middensluis en overige 2 sluisen - geen stremming van schutbedrijf Noordersluis, tenzij noodzakelijk en dan voor maximaal 6 uur en maximaal (ntb) keer per (ntb). - handhaven van huidige schutpeilen van het sluisencomplex.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Schutten bij wind	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0422 volgt uit: KES-0004 KES-0142	Het schutproces met de Nieuwe Zeesluis vindt plaats onder de volgende meteorologische condities <ul style="list-style-type: none"> • Schutten maatgevende schip tot windkracht 7bft (op zee) • Ontbonden dwars component van de wind max. bft 5 op de sluis voor marginale schepen; conform bepalingen marginale schepen Noordersluis en Noordzeekanaal (zie basijn 21/2006). • Schutten voor niet maatgevende schepen dient geschut te kunnen worden tot 9 bft (scheepstypen ntb). 	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Real Time Simulatie.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Stremming tgv gepland onderhoud	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0427 volgt uit: KES-0005	Een stremming, als gevolg van gepland onderhoud, mag voor de volgende onderdelen niet langer duren dan: - Wisselen keringsmiddel 24 uur - Wisselen ondergeleiding keringsmiddel 24 uur - Wisselen bewegingswerken 24 uur	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Aspect – Betrouwbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Betrouwbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0469	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de maximale faalkans door constructief bezwijken van 10[-6] per jaar.		SYS-0388 SYS-0406 SYS-0472 SYS-0496 SYS-0497 SYS-0500 SYS-0501 SYS-0502 SYS-0503 SYS-0504 SYS-0505 SYS-0508 SYS-0509 SYS-0510 SYS-0513 SYS-0514 SYS-0518 SYS-0519 SYS-0520 SYS-0544 SYS-0553 SYS-0554 SYS-0570
Verificatievoorschrift:		Initiator: DHV B.V.	

ID	Levensduur onderdelen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0478	Er dient rekening gehouden te worden met een levensduur van niet vervangbare civiele onderdelen van 100 jaar en van een levensduur van 50 jaar voor eenvoudig vervangbare onderdelen. Verder dient rekening gehouden te worden met een ontwerplevensduur voor: Staalconstructies: 50 jaar; Werktuigbouwkundige installaties: 25 jaar; Electro technische installaties: 15 jaar; Besturingssystemen: 10 jaar.	SYS-0388	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Ontwerp irt zoet-zout systeem	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0406 volgt uit: KES-0060	Bij de bepaling van het manoeuvreergedrag van maatgevende schepen, het vaarbaanontwerp, het ontwerp van de voorhaven, alle constructies en operationele parameters (nivelleertijd, veilige in- en uitvaart) dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van (complexe) zoet-zout systemen (schutten, spuien en malen).	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Levensduur Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0388 volgt uit: KES-0063	De nieuwe sluis dient gedurende 100 jaar zijn functie te kunnen vervullen.	SYS-0469	SYS-0478
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

ID	Topeis: Aspect - Vormgeving	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0466	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de eisen uit het vormgevingsdocument. --> Dit document dient t.z.t. opgesteld te worden, waarna de aspecteisen ten aanzien van vormgeving ingevuld kunnen worden.		SYS-0349 SYS-0383 SYS-0392 SYS-0393 SYS-0394 SYS-0396 SYS-0413 SYS-0440 SYS-0499 SYS-0517
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Aslijnen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0349 volgt uit: KES-0040	De aslijnen van de Nieuwe Zeesluis dient (zo veel als mogelijk) parallel te lopen aan de aslijn van de Noordersluis.	SYS-0466	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp (Bij afwijking --> Real time simulatie)	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Historische voorwaarden industrieel erfgoed	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0383 volgt uit: KES-0013	De Nieuwe Zeesluis moet voldoen aan de historische voorwaarden voor industrieel erfgoed Noordzeekanaal gebied.	SYS-0466	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[23] Structuurvisie Noord-Holland 2040		

Aspect - Omgevingshinder

ID	Topeis: Aspect - Omgevingshinder	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0460	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient de hinder voor zowel de gebruiker als de omgeving, tijdens de bouw en gedurende het gebruik zodanig beperkt te zijn dat deze binnen de grenzen van redelijkheid en billijkheid blijven vallen.		SYS-0382 SYS-0421
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Hinder	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0382 volgt uit: KES-0158	De bouwstromen dienen zodanig te worden gepland dat minimale hinder ontstaat voor de aangrenzende leefomgeving.	SYS-0460	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Schutbedrijf	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0421 volgt uit: KES-0042	De Nieuwe Zeesluis en de bestaande Noordersluis dienen zodanig ten opzichte van elkaar te liggen dat het schutbedrijf van beide zeesluizen technisch onafhankelijk van elkaar kan worden afgewikkeld.	SYS-0460	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Uitvoerbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Uitvoerbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0464	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient uitvoerbaar te zijn binnen de gestelde kaders.		SYS-0344 SYS-0345 SYS-0348 SYS-0359 SYS-0385 SYS-0402 SYS-0431 SYS-0434
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Bestaande constructies	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0359 volgt uit: KES-0058	Onderdelen van de bestaande constructie(s) die in de huidige en toekomstige situatie geen functie hebben dienen te zijn verwijderd bij het situeren van de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0464	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Instabiliteit bestaande objecten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0385 volgt uit: KES-0062	Bouw van de Nieuwe Zeesluis en aanleg van de voorhavens mag niet leiden tot instabiliteit of blijvend functieverlies van de bestaande objecten.	SYS-0464	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Nautische eisen tijdens de bouw van Nieuwe Zeesluis.	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0402 volgt uit: KES-0168	Tijdens de bouw Nieuwe Zeesluis: <ul style="list-style-type: none"> • Blijft de Noordersluis volledig operationeel; • Blijft de Middensluis volledig operationeel (afhankelijk van het Dynamar/PMSS capaciteitsonderzoek, in opdracht van Haven Amsterdam); • Schutbedrijf van de Noordersluis mag niet gestremd worden door de bouw van de nieuwe sluis; • Huidige schutpeilen van het sluisencomplex handhaven, nl: Maximaal schutpeil (NAP+3,60m); Minimaal schutpeil (NAP-2,50m); • Indien noodzakelijk stremmingduur Noordersluis maximaal 6 uur. 	SYS-0464	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Beheerbaar- en bedienbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0455	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient 7 dagen per week, 24 uur per dag beheerbaarheid en bedienbaarheid te zijn.		SYS-0350 SYS-0366 SYS-0524 SYS-0532 SYS-0533 SYS-0534 SYS-0535 SYS-0536 SYS-0537 SYS-0538 SYS-0539 SYS-0540 SYS-0541 SYS-0542 SYS-0563 SYS-0567 SYS-0572
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect - Onderhoudbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Onderhoudbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0461	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient op een veilige wijze te kunnen worden beheerd, bediend en onderhouden.		SYS-0405 SYS-0512 SYS-0521 SYS-0522 SYS-0523 SYS-0557 SYS-0558
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Onderhoud	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0405 volgt uit: KES-0052	De Nieuwe Zeesluis dient eenvoudig, met bewezen of aantoonbaar geschikte methodes, economisch verantwoord en met gebruikelijke of bij te leveren middelen te kunnen worden onderhouden, waarbij rekening wordt gehouden met de bepaalde onderhoudssituatie van het bestaande sluiscomplex.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Aspect - Toekomstvastheid

ID	Topeis: Aspect - Toekomstvastheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0463	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient dusdanig ontworpen te worden dat een uitbreiding van het sluiscomplex met een of meerdere nieuwe sluisen of aanpassing van de voorhavens mogelijk is zonder dat de werking van de reeds gerealiseerde sluis gestremd of op enigerlei wijze belemmerd wordt.		SYS-0341 SYS-0395 SYS-0399 SYS-0412 SYS-0428
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Toekomstvastheid irt ontwikkelingen Velserkom	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0428 volgt uit: KES-0217	Sluis en toeleidingskanalen zodanig geschikt te zijn dat toekomstige ontwikkelingen (schepen met grotere diepgang) in de Velserkom (tot Velsertunnel) gerealiseerd kunnen worden.	SYS-0463	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp -Ontwerptekening + rapportage	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Nader onderzoek mogelijkheden leidingstraat	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0399 volgt uit: KES-0129	Over de beide sluishoofden dient een leidingstraat beschikbaar te zijn met een vrije ruimte van tenminste [ntb] voor toekomstig gebruik door nutsvoorzieningen [zodra bekend nadere onderliggende eisen aan capaciteit, bereikbaarheid en type nuts stellen] Er dient nader onderzoek verricht te worden naar de toekomstige behoefte van nutsbedrijven. Gedacht moet worden aan een mogelijke leidingstraat en of financiering hiervan mogelijk is.	SYS-0463	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Netwerkmanager	
Brondocument:	[12] mail Wensen/Eisen KES DWS		

ID	Locatie Nieuwe Zeesluis irt renovatie Noordersluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0395 volgt uit: KES-0208	De aanleg van de Nieuwe Zeesluis moet zodanig zijn dat renovatie van de Noordersluis op de huidige locatie mogelijk moet zijn. De nieuwe sluis moet derhalve civieltechnisch dusdanig ontworpen en gebouwd worden dat de betrouwbaarheid van de constructies niet afhankelijk is van de aanwezigheid van de Noordersluis, noch van enige constructie in geval van levensduurverlenging van de Noordersluis.	SYS-0463	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Periode toekomstbestendig	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0412 volgt uit: KES-0167	De Nieuwe Zeesluis is toekomstbestendig voor tenminste 100 jaar.	SYS-0463	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Aspect - Duurzaamheid

ID	Topeis: Aspect Duurzaamheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0376 volgt uit: KES-0119	Bij het ontwerp van de Nieuwe Zeesluis dienen duurzame technieken toegepast te worden.		SYS-0373 SYS-0374
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[13] mail Wensen/Eisen KES Milieudienst IJmond		

ID	Duurzame aanleg en exploitatie Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0374 volgt uit: KES-0202	Duurzame aanleg en exploitatie van de Nieuwe Zeesluis. Zo veel mogelijk duurzame maatregelen nemen tijdens de realisatie- en exploitatiefase door het toepassen van schone, klimaatneutrale, stille, lichtarme en flora en faunavriendelijke methoden en toepassing van "cradle to cradle" materialen uit de regio en zo min mogelijk milieubelastend slopen/bouwen en exploiteren (energiezuinig).	SYS-0376	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Duurzaam bouwen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0373 volgt uit: KES-0159	De Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de maatregelen opgenomen in het RBA Duurzaam inkopen.	SYS-0376	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Aspect - Sloopbaarheid

ID	Topeis: Aspect - Sloopbaarheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0462	Vooralsnog zijn er geen specifieke eisen gesteld aan sloopbaarheid van het systeem Nieuwe Zeesluis.		SYS-0470
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect - Milieuhygiëne

ID	Topeis: Aspect - Milieuhygiëne	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0459	Aspecteis voorlopig nog niet opgenomen.		
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Externe Raakvlak Eisen

ID	Topeis: Externe Raakvlak Eisen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0468	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de externe raakvlak eisen, binnen de gestelde kaders.		SYS-0360 SYS-0367 SYS-0400 SYS-0473
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Nationaal Landschap en stelling van Amsterdam	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0400 volgt uit: KES-0013 KES-0016	Het ontwerp van de Nieuwe Zeesluis dient het fort eiland, onderdeel van Nationaal Landschap stelling van Amsterdam niet aan te tasten	SYS-0468	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[23] Structuurvisie Noord-Holland 2040		

ID	Instandhouden kabels en leidingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0473	De functie van de bestaande kabels en leidingen in het sluizencomplex ter plekke van de nieuw te bouwen constructies en werkterreinen moet in stand worden gehouden.	SYS-0468	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Interne Raakvlak Eisen

ID	Topeis: Interne Raakvlak Eisen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0467	Het systeem Nieuwe Zeesluis dient te voldoen aan de interne raakvlak eisen, binnen de gestelde kaders.		SYS-0547 SYS-0548 SYS-0549 SYS-0550 SYS-0555 SYS-0576 SYS-0577 SYS-0578
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

6 Objectspecificatie A: Nieuwe Buiten toeleidingskanaal

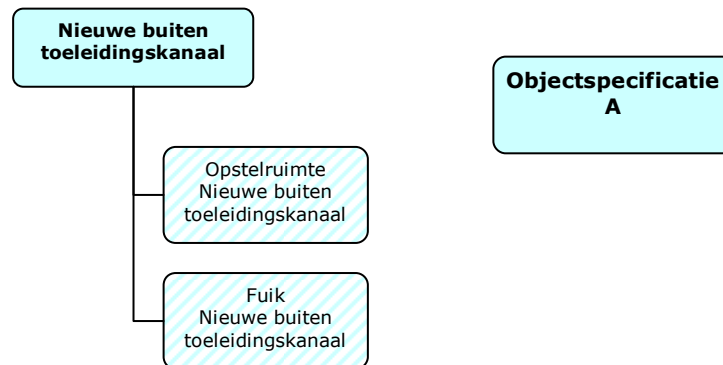
6.1 Inleiding Objectspecificatie A – Nieuwe buiten toeleidingskanaal

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van Objectspecificatie A, Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 6.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze Objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 6.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze Objectspecificatie.

6.2 Objectenboom Objectspecificatie A

Objectspecificatie A bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 6-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie A.



Figuur 6-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie A

6.3 Functies object Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal

Het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren) en functie 3 (waterkeren) te vervullen.

6.4 Beschrijving Objectspecificatie A

Objectspecificatie A, Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: opstelruimte en de fuik dienen te voldoen.

Het Nieuwe buiten toeleidingskanaal is het gebied voor de sluis waar het sluisverkeer wordt afgewikkeld. Aankomende schepen krijgen hier de gelegenheid om vaart te minderen en zonodig af te meren aan het remmingwerk. Het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal wordt omsloten door de het Noorderbuitenkanaal, het buitensluishoofd en het Middenbuitentoeleidingskanaal. De hoofdindeling van het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal is gelijk gehouden aan de indeling van de voorhavens zoals gesteld in de RVW 2005 en bestaat dus uit de objecten: wachtruimte, opstelruimte en fuik.

Voor realisatie van het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient het Middensluiseland West tot ter hoogte van het buitensluishoofd van de Noordersluis verwijderd te worden. Verder zullen baggerwerkzaamheden plaats moeten vinden om voldoende diepgang voor de maatgevende schepen te realiseren.

Opstelruimte

De opstelruimte biedt plaats aan schepen die de eerstvolgende schutting mee gaan. Van een "echte" opstelruimte kan niet gesproken worden daar de lengte van 1,0 à 1,5 maal de kolk lengte niet gehaald wordt binnen het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal. <Verdere omschrijving invoegen indien noodzakelijk>

Fuik

De fuik wordt uitgevoerd in twee verschillende vormen. Aan de noordzijde wordt de fuik uitgevoerd in de vorm van een geleidewerk met een verloop van 1:10 richting de schutkolk. De zuidzijde zal uitgevoerd worden in de vorm van geleidewand, die tevens de functie waterkeren (onderdeel van de primaire kering) op zich zal nemen. Ter voorkoming van schade aan de constructie en de schepen en eventueel voor de geleiding van de schepen zal de wand voorzien worden van een geleidewerk/fenders.

6.5 Scopebeschrijving

De scope van deze Objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze Objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze Objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie A, Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baggerwerkzaamheden ▪ Overgangsconstructie (fuikwand) tussen Nieuwe Zeesluis en Middensluis – ook constructie ter hoogte van Middensluis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mogelijke energievoorzieningen op aanmeerpalen
Objecten		
Opstelruimte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baggerwerkzaamheden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <Nader formuleren>
Fuik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Civiele constructie ▪ Geleideconstructie dan wel fenderconstructie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inrichting op fuikwand

Tabel 6-1: Scopeafbakening Objectspecificatie A

6.6 Eisen Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Diepte Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0371 volgt uit: KES-0186	Het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient aangelegd te zijn met een minimale diepte van NAP -18,0m.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Vrije ruimte voor sleepboten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0444 volgt uit: KES-0064 KES-0185 KES-0146	Voor het sluishoofd (haaks op de in- en uitgang) dient bij voorkeur een breedte van minimaal 25 meter met een waterdiepte van ten minste 7 meter vrij van obstakels te zijn om manoeuvreren met sleepboten mogelijk te maken.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie ontwerp - Tekening/ Simulatie	Initiator: Svitzer	
Brondocument:	[10] mail aanvullende Wensen/Eisen KES Nautisch cluster		

ID	Passerende (ontmoeten) schepen in toeleidingskanalen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0411 volgt uit: KES-0211 KES-0195	Maatgevende schepen mogen elkaar niet ontmoeten in de toeleidingskanalen van respectievelijk de Nieuwe zeesluis, de Noorder- en de Middensluis.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Invloed spuisluis / gemaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0386 volgt uit: KES-0039	Indien door de spuisluis wordt gespuid of door het gemaal wordt bemalen dient scheepsvaart voor de sluis en voorhavens vlot en veilig afgewikkeld te kunnen worden.	SYS-0342	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening/ real time simulatie	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Vormgeving Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0441 volgt uit: KES-0149	Het Toeleidingskanaal dient dusdanig ontworpen te zijn dat een hydraulische symmetrische invaart met Noordersluis bereikt wordt. Indien geen symmetrische invaart haalbaar is dient het ontwerp getoetst te worden op haalbaarheid door middel van real time simulaties.	SYS-0465	
Verificatie-voorschrift:	Real Time Simulatie.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aanvaarbescherming deurenbergplaats	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0573	Er dient een aanvaarbescherming aanwezig te zijn om aanvaring van de deuren te voorkomen.	SYS-0499	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Aanwezigheid reservedeuren Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0498	Ten behoeve van de beschikbaarheid dient 1 sluisdeur (identiek aan overige deuren) aanwezig te zijn in het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vormgeving deurenbergplaats 'buiten'	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0574	De deurenbergplaats dient te zijn uitgevoerd als een constructie bestaande uit losse buispalen met een onderwaterbetonvloer waarop de deur kan rusten.	SYS-0499	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Bodembescherming t.b.v. stabiliteit fuikwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0496	Om ontgroning in de directe omgeving van de fuikwand te voorkomen dient over de volledige lengte en een breedte van 25meter bodembescherming aangebracht te worden (zowel aan zeezijde als aan kanaalzijde).	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Bodembescherming t.b.v. stabiliteit sluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0497	Om ontgroning in de directe omgeving van de het sluishoofd te voorkomen dient over een lengte van 50m en sluisbreedte een stabiele en vormvaste bodembescherming aangebracht te worden.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

ID	Deurenbergplaats Nieuwe Buiten Toeleidingkanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0499	De deurenbergplaats in het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient uitgevoerd te zijn als zogenoemde 'natte' deurenbergplaats.	SYS-0466	SYS-0573 SYS-0574
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

6.6.1 Fuik Nieuwe buiten toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Aanlegdiepte i.v.m. onderloopsheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0570	In verband met tegengaan van onderloopsheid dient de constructie aangelegd te zijn op een diepte van NAP -35,0m.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie fuikwand grenzend aan Middensluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0500	De fuikwand grenzend aan de constructie van de Middensluis dient te zijn uitgevoerd als een ontlastvloerconstructie.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie fuikwand grenzend aan Middensluis en buitensluishoofd Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0501	De fuikwand grenzend aan de Middensluis en het buitensluishoofd van de Nieuwe Zeesluis dient te zijn uitgevoerd als een kistdam.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Fuikconstructie - Geleidewerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0502	De constructie aan de noordzijde van het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient uitgevoerd te worden als geleidewerk en dient de maatgevende schepen te kunnen faciliteren. Het geleidewerk dient met een verloop van 1:10 richting de schutkolk te zijn gerealiseerd.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting op bestaande kwelschermen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0576	De nieuwe constructies dienen aan te sluiten op de bestaande kwelschermen.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Overgang constructies	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0577	De overgang tussen de verschillende objecten dient grond- en waterdicht te zijn.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

6.6.2 Opstelruimte Nieuwe buiten toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Opstelruimte	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0569	De opstelruimte dient te zijn aangelegd op een minimale diepte van NAP -18,0m, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

7 Objectspecificatie B: Buitensluishoofd

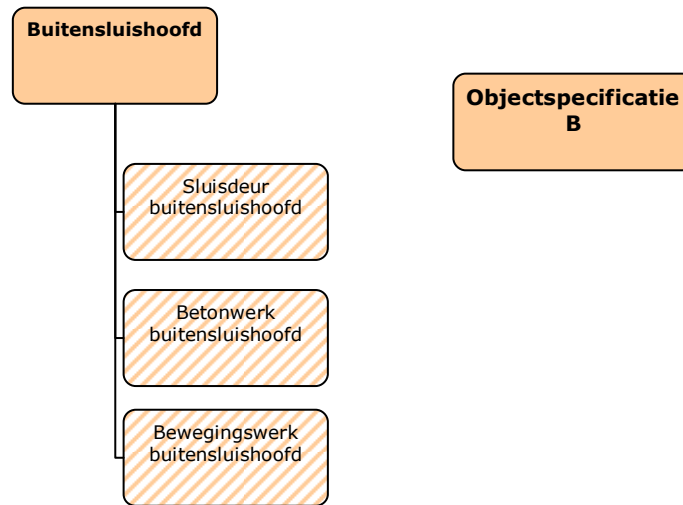
7.1 Inleiding Objectspecificatie B – Buitensluishoofd

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van Objectspecificatie B, Buitensluishoofd, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 7.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze Objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 7.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze Objectspecificatie.

7.2 Objectenboom Objectspecificatie B

Objectspecificatie B bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 7-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie B



Figuur 7-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie B

7.3 Functies object Buitensluishoofd

Het object buitensluishoofd dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren), 3 (waterkeren) en 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

7.4 Beschrijving objectspecificatie B

Objectspecificatie B, Buitensluishoofd, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de onderliggende objecten: sluisdeur, betonwerk en bewegingswerk dienen te voldoen.

Het buitensluishoofd is het sluishoofd gelegen aan de westzijde van de sluiscolk. Voortkomend uit het onderzoek naar de hydraulische randvoorwaarden ter plaatse van de Nieuwe Zeesluis dient het buitenhoofd aangelegd te worden op een hoogte van NAP +7,00m. Om in te spelen op de toekomst dienen de niet vervangbare onderdelen, ontworpen te worden op een hoogwatersituatie van NAP +8,02m, voor de vervangbare onderdelen dient met een hoogwatersituatie van NAP +7,63m gerekend te worden.

Sluisdeur buitensluishoofd

De sluisdeur dient uitgevoerd te worden als type "Sectordeur". Ten behoeve van het schutten van schepen, het keren van water en het faciliteren van het wegverkeer dient het buitensluishoofd uitgerust te worden met een keringsmiddel, een sluisdeur. De totale overspanning bedraagt 65m. De kerende hoogte is gelijk aan de hoogte van het buitensluishoofd, NAP +7,00m. Voor de sluisdeur dient rekening gehouden te worden met een mogelijk in de toekomst optredende hoogwatersituatie van NAP +7,63m.

Betonwerk buitensluishoofd

Het buitensluishoofd dient uitgevoerd te worden als betonnen (prefab) constructie. De vormgeving moet dusdanig zijn dat de sluisdeuren, inclusief nissen voor bewegingswerken etc. passen binnen het ontwerp. Onder het betonwerk wordt dus verstaan de drempelconstructie en de wanden (zowel aan de noord als aan de zuidzijde van de drempelconstructie).

Bewegingswerk

Om de deuren te kunnen sluiten en openen dient de deur voorzien te worden van een bewegingswerk. Het bewegingswerk dient uitgevoerd te worden in de vorm van een pennenbaan/tandbaan voorop de kerende wand van de deur en een bonkelaar aan de kadezijde. Binnen het bewegingswerk wordt de bediening en besturing niet meegenomen. Dit is opgenomen in objectspecificatie G.

7.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie B, Buitensluishoofd	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle civiele werken van het buitenhoofd 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Besturing ▪ Bediening
Objecten		
Sluisdeur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deur ▪ Geleideconstructie (b.v. railconstructie) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eisen aan weginrichting ▪ Deurnivelleersysteem
Betonwerk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wandconstructie (noord+zuid) ▪ Drempelconstructie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <Nader formuleren>
Bewegingswerk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ophanging ▪ Bewegingswerk 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Besturing bewegingswerk

Tabel 7-1: Scopeafbakening objectspecificatie B

7.6 Eisen: Buitensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterbeheer

ID	Lek door Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0579	De Nieuwe Zeesluis dient per jaar minder dan (ntb) m ³ /jaar te lekken.	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:		Initiator:	

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Afstand tussen sluisdeur en stopstreep	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0488	De afstand tussen de deur en de stopstreep dient minimaal 5,0m te bedragen.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[24] Subvariantennota / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

7.6.1 Betonwerk buitensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Aanlegdiepte i.v.m. onderloopsheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0570	In verband met tegengaan van onderloopsheid dient de constructie aangelegd te zijn op een diepte van NAP -35,0m.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie buitensluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0503	Het buitensluishoofd (wanden en drempel) dient te zijn uitgevoerd als een caissonconstructie.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vulling met zand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0504	Alle kamers in de prefab betonconstructies, met uitzondering van de technische ruimten, dienen met zand gevuld te worden.	SYS-0469	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Overgang constructies	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0577	De overgang tussen de verschillende objecten dient grond- en waterdicht te zijn.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

7.6.2 Bewegingswerk buitensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Bewegingstijd keringsmiddel	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0361 volgt uit: KES-0047	De bewegingstijd van het keringsmiddel dient voor het openen maximaal 7 minuten te bedragen en voor het sluiten ook maximaal 7 minuten.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aantal schuttingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0575	Ten aanzien van de vermoeingsbelasting dient uitgegaan te worden van gemiddeld 15 schuttingen per dag door de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[37] Rapport Zoutindringingsonderzoek incl. figuren		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Deurbewegingswerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0505	De sluisdeur dient geopend en gesloten te worden met een bewegingswerk bestaande uit een pennenbaan/tandbaan voorop de kerende wand van de deur en een bonkelaar aan de kadezijde	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Drukverval tijdens openen sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0483	Voor het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de sluisdeur dient met een drukverval van 0,10m over de nivelleeropeningen rekening gehouden te worden.	SYS-0404	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

7.6.3 Sluisdeur buitensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aantal schuttingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0575	Ten aanzien van de vermoeringsbelasting dient uitgegaan te worden van gemiddeld 15 schuttingen per dag door de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[37] Rapport Zoutindringingsonderzoek incl. figuren		

ID	Gepland onderhoud sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0557	Een geplande deurenwissels van een sluisdeur dient plaats te kunnen vinden binnen 24 uur.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Niet gepland onderhoud sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0568	Een geplande deurenwissels van een sluisdeur dient plaats te kunnen vinden binnen 24 uur.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Drukverval tijdens openen sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0483	Voor het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de sluisdeur dient met een drukverval van 0,10m over de nivelleeropeningen rekening gehouden te worden.	SYS-0404	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vormgeving sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0472	De sluisdeur dient uitgevoerd te worden als zogenoemd sluisdeurtype Sectordeur.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

ID	Belasting t.b.v. bepaling opdrijvend vermogen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0560	Bij het bepalen van het drijvende vermogen dient uitgegaan te worden van het eigen gewicht van de deur en een extra massa van 120 ton ten gevolge van: <ul style="list-style-type: none"> - Aangroei; - Slib, aanhangend water, ijs, e.d.; - Anodes; - Voorzieningen bewegingswerken schuiven; - Voorzieningen ballasten drijfkisten; - Afwerking wegverbinding (slijtlaag, kering); - Overig 	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Minimum peil voor vervangen van sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0561	De sluisdeur dient vervangen te kunnen worden bij een minimum peil van NAP -2,2m.	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Opdrijvend vermogen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0558	De sluisdeur dient zelfstandig stabiel te zijn in drijvende situatie.	SYS-0461	SYS-0559 SYS-0560 SYS-0561
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Reserve drijfvermogen sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0559	De sluisdeur dient ontworpen te zijn met 20% extra drijfvermogen in verband met mogelijke lekkage van de luchtkisten.	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

8 Objectspecificatie C: Schutkolk

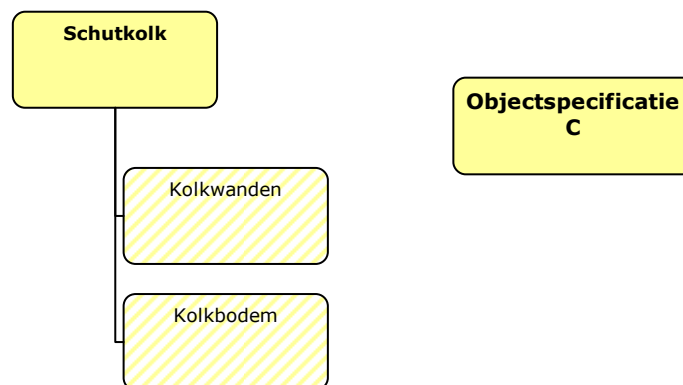
8.1 Inleiding objectspecificatie C – Schutkolk

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie C, Schutkolk, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 8.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 8.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

8.2 Objectenboom objectspecificatie C

Objectspecificatie C bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 8-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie C.



Figuur 8-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie C

8.3 Functies object Schutkolk

Het object schutkolk dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 3 (waterkeren) en 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

8.4 Beschrijving objectspecificatie C

Objectspecificatie C, Schutkolk, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de onderliggende objecten: kolkwanden en kolkbodem dienen te voldoen.

De schutkolk is in feite een grote bak met water die aan twee zijden kan worden gesloten en geopend (dit door middel van openen en sluiten van de sluisdeuren)

waarin het schip zich tijdelijk bevindt tijdens het passeren van de grens tussen waterpeilen en waterkwaliteiten (zout- zoet).

Ter plaatse van de geplande schutkolk is het huidige Middensluiseland gelegen. Voor realisatie van de schutkolk dient het Middensluiseland verwijderd te worden. Belangrijk hierbij is dat de primaire kering gehandhaafd blijft gedurende en na realisatie van de Nieuwe Zeesluis.

Kolkwand

Binnen het object kolkwand wordt onderscheid gemaakt in vormgeving tussen de noordelijke en de zuidelijke kolkwand. De noordelijke kolkwand dient uitgevoerd te worden als type 'ontlastvloer', de zuidelijke wand als 'kistdamconstructie'. De gehele kolk is onderdeel van de primaire kering, de aanleghoogte zal dan ook NAP +7,00m bedragen. Ook hier dient rekening gehouden te worden met een mogelijk in de toekomst optredende hoogwatersituatie van NAP +8,02m.

In totaal zal een netto kolkwand lengte van 545m beschikbaar moeten zijn voor de scheepvaart.

Eisen gesteld aan de inrichting op kolkwand die onderdeel uitmaken van de functie scheepvaart faciliteren zijn ondergebracht onder het object kolkwand, gedacht moet worden aan o.a. haalkommen en bolders. Overige inrichting van de kolkwand (wegverbinding) is ondergebracht bij objectspecificatie H - terreininrichting.

Kolkbodem

De kolkbodem van de Nieuwe Zeesluis dient vormvastheid te waarborgen om zo schade aan de constructie (stabiliteit, uitrollende stenen tegen deuren) en schepen te voorkomen.

8.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie Schutkolk	C, <ul style="list-style-type: none">▪ Alle civiele werken van de schutkolk	<ul style="list-style-type: none">▪ Terreininrichting
Objecten		
Kolkwanden	<ul style="list-style-type: none">▪ Beton en/of staalwerk▪ Voorzieningen in kolkwand▪ Voorzieningen op kolkwand t.b.v. functie scheepvaart faciliteren	<ul style="list-style-type: none">▪ Nivelleersysteem▪ Wegverbinding
Kolkbodem	<ul style="list-style-type: none">▪ <Nader formuleren>	<ul style="list-style-type: none">▪ <Nader formuleren>

Tabel 8-1: Scopeafbakening objectspecificatie C

8.6 Eisen: Schutkolk

8.6.1 Kolkwanden

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Afmeren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0340 volgt uit: KES-0156 KES-0157	Het sluisplateau dient voorzien te worden van vaste winchkoppen. De winchkoppen dienen geplaatst te worden met een intervalafstand van 30m. De uiterste winchkoppen dienen voorzien te worden van zogenoemde 'quick release hooks'.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

ID	Afstandskennmerken kolkwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0482	Vanaf de stopstreep dient om de 5 meter een afstandskennmerk op de kolkwand en het sluisplateau aangebracht te worden over een lengte van 40m.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp / Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Bolderafstand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0479	De bolders dienen op 4 meter uit de dagmaat van de kolkwand en op een onderlinge h.o.h afstand van 11 meter te worden geplaatst over de lengte tussen de stopstrepen.	SYS-0364	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp / Tekening	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	

ID	Bolders	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0364 volgt uit: KES-0051	Er dienen ten behoeve van de functie scheepvaart faciliteren bolders aangebracht te worden op de kolkwanden. Voor de bolders dient een bolderbelasting van 2000 kN per bolder aangehouden te worden.	SYS-0347	SYS-0479
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Haalkommen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0439 volgt uit: KES-0144	Er dienen ten behoeve van het afmeren van binnenvaartschepen, sleepboten en onderhoudsschepen haalkommen aangebracht te worden in de zijwanden van de kolk. De haalkommen dienen gedimensioneerd te worden op een belasting van 300 kN.	SYS-0347	SYS-0481
Verificatievoorschrift:		Initiator: Vletterlieden (C.V.V.)	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Inrichting haalkommen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0481	De haalkommen dienen een onderlinge h.o.h afstand van 15 meter te worden geplaatst over de lengte tussen de stopstrepen. De onderste haalkom zit op 1,75m boven minimaal schutpeil en hebben een verticale h.o.h. afstand van 1,5m tot aan de bovenzijde van de kolkwand.	SYS-0439	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp / Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Vrije ruimte sluisplateau	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0443 volgt uit: KES-0177	Rekening houden met een grotere vrije ruimte op de sluisplateaus door uitstekende delen van de accommodatie van cruiseschepen en bijzondere transporten. • Trend waarneembaar dat cruiseschepen uitstekende delen in het hogere deel van de accommodatie hebben. bijv. jacuzzi's, brugvleugels, bars etc. maar ook reddingboten welke buiten de accommodatie hangen. • Daarom ≥ 10 meter horizontale vrije ruimte vanaf de kolkwanden;	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Aanvaarbescherming	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0339 volgt uit: KES-0049	De sluis dient aan beide zijden te zijn voorzien van een aanvaarconstructie die effectief is over de gehele lengte van de kolk en hoofden. De aanvaarconstructie dient onder alle schutomstandigheden te zorgen voor een adequate geleiding van alle type schepen, verticaal en vrij te kunnen bewegen met de variatie van de waterstanden, zonder te kantelen o.i.d.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Afsluitbaarheid sluisplateau	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0343 volgt uit: KES-0180	Ten behoeve van de veiligheid dienen de sluisplateaus afsluitbaar te zijn voor publiek door middel van een hekwerk.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Afwerking kolkwanden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0346 volgt uit: KES-0143	De afwerking van de kolkwanden dient uitgevoerd te worden met stalen dekzerken met boogstraal $R_{min.} = 0,7$ m.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127 / [31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Bereikbaarheid ruimte naast kolkwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0353 volgt uit: KES-0136	Er dient voldoende ruimte te zijn om snel van de ene naar de andere sluiszijde te rijden.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Vletterlieden (C.V.V.)	
Brondocument:	[31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Dagrecreatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0369 volgt uit: KES-0070	De minimale afstand vanaf de bolders tot aan de dagrecreanten dient 25m te bedragen.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Veiligheids Cluster	
Brondocument:	[08] Landschapsonderzoek Zeesluis IJmuiden / [34] Verslag overleg Veiligheidscluster - 18 april 2011		

ID	Ladders	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0490	De kolkwand dient voorzien te worden van ladders om opvarenden tijdens het schutproes van/ aan boord te laten gaan. Ook drenkelingen moeten de ladders kunnen gebruiken. Ladders dienen aan beide sluiszijden, h.o.h. maximaal 30m en de eerste ladder op 5m vanaf de stopstreep te zijn gesitueerd. De ladders dienen te reiken tot LWP (NAP -3,0m - 10 ⁻⁴ /jaar).	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Ruimte op sluisplateau voor hulpdiensten/ ondersteunende diensten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0419 volgt uit: KES-0181 KES-0182	Voldoende ruimte op de sluisplateaus voor hulpverleners en ondersteunende diensten.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

ID	Schuilruimte vletterlieden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0511	In verband met de veiligheid en werkzaamheden van de vletterlieden dienen twee schuilhuisjes, aan weerszijden van de kolk, geplaatst te worden. De afmeting van de schuilhuisjes bedragen minimaal 1,5x2,5m.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Verstevigd hekwerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0491	In verband met mogelijk brekende trossen dient op het sluisplateau, aan weerszijden van de sluis en over de volledige lengte, een verstevigd hekwerk te worden aangebracht dat dient doet als extra schuilmogelijkheid.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Werkruimte naast kolkwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0450 volgt uit: KES-0135	Aan weerszijden van de kolk langs de kolkmuur vanaf het sluisplateau dient een obstakelvrije strook van 10 meter breed en 5 meter hoog aanwezig te zijn t.b.v. het werk van de vletterlieden en hulpdiensten.	SYS-0465	SYS-0571
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Vletterlieden (C.V.V.)	
Brondocument:	[31] Verslag overleg Nautisch Cluster		

ID	Werkruimte tussen bolder en obstakel	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0571	De afstand van hart bolder tot het eerstvolgende obstakel op het sluisplateau dient minimaal 6,4m te bedragen ten behoeve van het werk van de vletterlieden en hulpdiensten.	SYS-0450	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Aanlegdiepte i.v.m. onderloopsheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0570	In verband met tegengaan van onderloopsheid dient de constructie aangelegd te zijn op een diepte van NAP -35,0m.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie noordelijke kolkwand Noordersluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0508	De noordelijke kolkwand grenzend aan de constructie van de Noordersluis dient te zijn uitgevoerd als een ontlastvloer constructie.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie zuidelijke kolkwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0510	De zuidelijke kolkwand dient te zijn uitgevoerd als een kistdamconstructie, waarbij gerekend dient te worden met een maximale diepte van het Middenbinnentoeleidingskanaal van NAP -11,0m (dit betreft bovenzijde van eventuele aanwezige bodembescherming).	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

ID	Betonschort	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0512	Ten behoeve van beheer en onderhoud dient de constructie, grenzend aan water, tot 1m beneden LWP (NAP -3,0m - 10^-4/jaar) uitgevoerd te zijn in beton.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect – Toekomstvastheid

ID	Verdieping Velserkom	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0341 volgt uit: KES-0217	Verdieping van de Velserkom tot (ntb) mag geen nadelige invloed hebben op de te realiseren constructie.	SYS-0463	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting op bestaande kwelschermen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0576	De nieuwe constructies dienen aan te sluiten op de bestaande kwelschermen.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Overgang constructies	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0577	De overgang tussen de verschillende objecten dient grond- en waterdicht te zijn.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

8.6.2 Kolkbodem

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Bodembescherming	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0363 volgt uit: KES-0048 KES-0190	De sluisbodem dient onder maatgevende omstandigheden bij gegeven voortstuwingssystemen, retourstroming (verdringing), schroefstralen, voortstuwing (incl. boeg-schroeven) [getallen opnemen], zoet/zout-uitwisseling en sedimentatie: <ul style="list-style-type: none"> • Stabiliteit i.v.m. waarbogen van gehanteerde UKC; • Stuwkracht van de sloopsschroeven op te kunnen nemen; • Krachten uit de retourstromen te kunnen weerstaan; • Vlakheid en vormvastheid te waarborgen. 	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Kolkbodem geen spudpalen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0387 volgt uit: KES-0155	Voor het ontwerp van de sluisbodem hoeft geen rekening te zijn gehouden met het gebruik van spudpalen.	SYS-0354	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Aspect – Betrouwbaarheid

ID	Constructie kolkbodem	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0513	De kolkbodem dient te zijn uitgevoerd met betonnen zetstenen op gravel en geotextiel.	SYS-0469	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

9 Objectspecificatie D: Binnensluishoofd

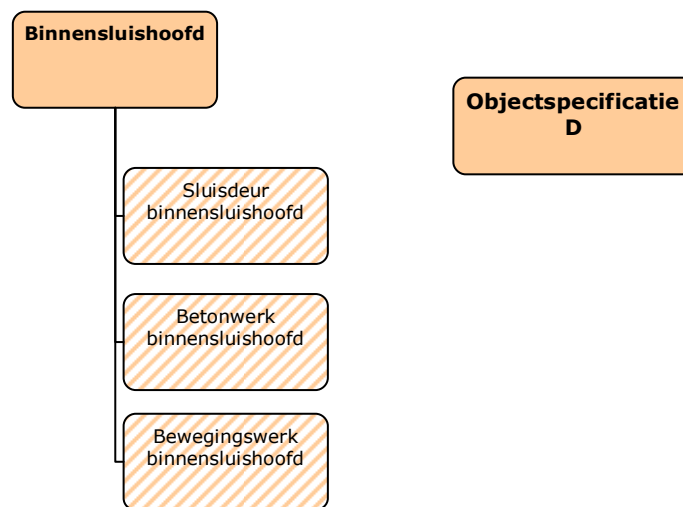
9.1 Inleiding objectspecificatie D – Binnensluishoofd

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie D, Binnensluishoofd, als onderdeel van het project Zeetoegang IJmond.

In paragraaf 9.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 9.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

9.2 Objectenboom objectspecificatie D

Objectspecificatie D bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 9-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie D.



Figuur 9-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie D

9.3 Functies object Binnensluishoofd

Het object binnensluishoofd dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren), 3 (waterkeren) en 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

9.4 Beschrijving Objectspecificatie D

objectspecificatie D, Binnensluishoofd, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: sluisdeur, betonwerk en bewegingswerk dienen te voldoen.

Het binnensluishoofd is het sluishoofd gelegen aan de oostzijde van de sluiscolk. De gehele Nieuwe Zeesluis zal onderdeel zijn van de primaire kering. De kerende hoogte is gelijk aan de kerende hoogte van het buitensluishoofd, en de kolkwanden. De Binnensluishoofd dient aangelegd te worden op een hoogte van NAP +7,00m. Om in te spelen op de toekomst dienen de niet vervangbare onderdelen ontworpen te worden op een hoogwatersituatie van NAP +8,02m, voor de vervangbare onderdelen dient rekening gehouden te worden met een hoogwatersituatie van NAP +7,63m

Sluisdeur binnensluishoofd

De sluisdeur dient uitgevoerd te worden als type "Sectordeur". Ten behoeve van het schutten van schepen, het keren van water en het faciliteren van het wegverkeer dient het binnensluishoofd uitgerust te worden met een keringsmiddel, een sluisdeur. De totale overspanning bedraagt 60m. De kerende hoogte is gelijk aan de hoogte van het binnensluishoofd, NAP +7,00m. Voor de deuren dient rekening gehouden te worden met een mogelijk in de toekomst optredende hoogwatersituatie van NAP +7,63m.

Betonwerk binnensluishoofd

Het binnensluishoofd dient uitgevoerd te worden als betonnen (prefab) constructie. De vormgeving moet dusdanig zijn dat de sluisdeuren, inclusief nissen voor bewegingswerken etc. passen binnen het ontwerp. Onder het betonwerk wordt dus verstaan de drempelconstructie en de wanden (zowel aan de noord als aan de zuidzijde van de drempelconstructie).

Bewegingswerk

Om de deuren te kunnen sluiten en openen dient de deur voorzien te worden van een bewegingswerk. Het bewegingswerk dient uitgevoerd te worden in de vorm van een pennenbaan/tandbaan voorop de kerende wand van de deur en een bonkelaar aan de kadezijde Binnen het bewegingswerk wordt de bediening en besturing niet meegenomen. Dit is opgenomen in Objectspecificatie G.

9.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie D, Binnensluishoofd	▪ Alle civiele werken van het buitenhoofd	▪ Besturing ▪ Bediening
Objecten		
Sluisdeur	▪ Deur ▪ Geleideconstructie (b.v. railconstructie)	▪ Eisen aan weginrichting ▪ Deurnivelleersysteem
Betonwerk	▪ Wandconstructie (noord+zuid) ▪ Drempelconstructie	▪ <Nader formuleren>
Bewegingswerk	▪ <Nader formuleren>	▪ Besturing bewegingswerk

Tabel 9-1: Scopeafbakening objectspecificatie D

9.6 *Eisen: Binnensluishoofd*

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

ID	Lek door Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0579	De Nieuwe Zeesluis dient per jaar minder dan (ntb) m3/jaar te lekken.	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator:	

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Afstand tussen sluisdeur en stopstreep	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0488	De afstand tussen de deur en de stopstreep dient minimaal 5,0m te bedragen.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1 / [24] Subvariantennota		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

9.6.1 Sluisdeur binnensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aantal schuttingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0575	Ten aanzien van de vermoedingsbelasting dient uitgegaan te worden van gemiddeld 15 schuttingen per dag door de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[37] Rapport Zoutindringingsonderzoek		

ID	Gepland onderhoud sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0557	Een geplande deurenwissels van een set sluisdeuren dient plaats te kunnen vinden binnen 24 uur.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Niet gepland onderhoud sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0568	Een geplande deurenwissels van een set sluisdeuren dient plaats te kunnen vinden binnen 24 uur.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Drukverval tijdens openen sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0483	Voor het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de sluisdeur dient met een drukverval van 0,10m over de nivelleeropeningen rekening gehouden te worden.	SYS-0404	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vormgeving sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0472	De sluisdeur dient uitgevoerd te worden als zogenoemd sluisdeurtype Sectordeur.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

ID	Belasting t.b.v. bepaling opdrijvend vermogen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0560	Bij het bepalen van het drijvende vermogen dient uitgegaan te worden van het eigen gewicht van de deur en een extra massa van 200 (nader definitief vast te stellen) ton ten gevolge van: <ul style="list-style-type: none"> - Aangroei; - Slib, aanhangend water, ijs, e.d.; - Anodes; - Voorzieningen bewegingswerken schuiven; - Voorzieningen ballasten drijfkisten; - Afwerking wegverbinding (slijtlaag, kering); - Overig 	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Minimum peil voor vervangen van sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0561	De sluisdeur dient vervangen te kunnen worden bij een minimum peil van NAP -2,2m.	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Opdrijvend vermogen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0558	De sluisdeur dient zelfstandig stabiel te zijn in drijvende situatie.	SYS-0461	SYS-0559 SYS-0560 SYS-0561
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Reserve drijfvermogen sluisdeur	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0559	De sluisdeur dient ontworpen te zijn met 20% extra drijfvermogen in verband met mogelijke lekkage van de luchtkisten.	SYS-0558	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp		Initiator: DHV B.V.
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

9.6.2 Betonwerk binnensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Aanlegdiepte i.v.m. onderloopsheid	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0570	In verband met tegengaan van onderloopsheid dient de constructie aangelegd te zijn op een diepte van NAP -35,0m.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie binnensluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0514	Het binnensluishoofd (wanden en drempel) dient te zijn uitgevoerd als een caissonconstructie.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vulling met zand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0504	Alle kamers in de prefab betonconstructies, met uitzondering van de technische ruimten, dienen met zand gevuld te worden.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp		Initiator: DHV B.V.
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Overgang constructies	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0577	De overgang tussen de verschillende objecten dient grond- en waterdicht te zijn.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

9.6.3 Bewegingswerk binnensluishoofd

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Bewegingstijd keringsmiddel	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0361 volgt uit: KES-0047	De bewegingstijd van het keringsmiddel dient voor het openen maximaal 7 minuten te bedragen en voor het sluiten ook maximaal 7 minuten.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aantal schuttingen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0575	Ten aanzien van de vermoeringsbelasting dient uitgegaan te worden van gemiddeld 15 schuttingen per dag door de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[37] Rapport Zoutindringingsonderzoek incl. figuren		

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Deurbewegingswerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0505	De sluisdeur dient geopend en gesloten te worden met een bewegingswerk bestaande uit een pennenbaan/tandbaan voorop de kerende wand van de deur en een bonkelaar aan de kadezijde	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Drukverval tijdens openen sluisdeuren	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0483	Voor het waterstandsverschil over de deur tijdens het bewegen van de sluisdeur dient met een drukverval van 0,10m over de nivelleeropeningen rekening gehouden te worden.	SYS-0404	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Berekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

10 Objectspecificatie E: Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal

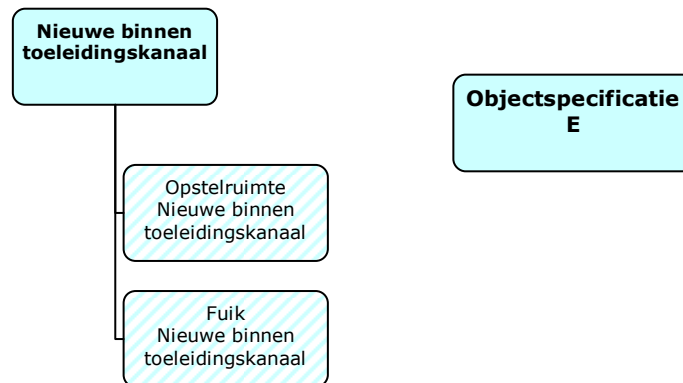
10.1 Inleiding objectspecificatie E – Nieuwe binnen toeleidingskanaal

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie E, Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 10.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 10.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

10.2 Objectenboom objectspecificatie E

Objectspecificatie E bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 10-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie E.



Figuur 10-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie E

10.3 Functies object Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal

Het object Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren) en 2 (waterbeheren te vervullen).

10.4 Beschrijving Objectspecificatie E

Objectspecificatie E, Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal, maakt onderdeel uit van de systeemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: opstelruimte en de fuik dienen te voldoen.

Het Nieuwe binnen toeleidingskanaal is het gebied voor de sluis waar het sluisverkeer wordt afgewikkeld. Aankomende schepen krijgen hier de gelegenheid om vaart te mindere. Het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal wordt omsloten door het Noorderbinnentoeleidingskanaal, het binnensluishoofd en het Middenbinnentoeleidingskanaal. De hoofdindeling van het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal is gelijk gehouden aan de indeling van de voorhaven zoals gesteld in de RVW 2005 en bestaat dus uit de objecten: opstelruimte en fuik.

Voor realisatie van het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient het Middensluiseland Oost tot ter hoogte van het binnensluishoofd van de Noordersluis verwijderd te worden. Verder zullen baggerwerkzaamheden plaats moeten vinden om voldoende diepgang voor de maatgevende schepen te realiseren.

Opstelruimte

De opstelruimte biedt plaats aan schepen die de eerstvolgende schutting mee gaan. Van een "echte" opstelruimte kan niet gesproken worden daar de lengte van 1,0 à 1,5 maal de kolk lengte niet gehaald wordt binnen het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal. <Verdere omschrijving invoegen indien noodzakelijk>

Fuik

De fuik wordt uitgevoerd in de vorm van een geleidewerk met een verloop van 1:10 richting de schutkolk om zo de scheepvaart veilig en vlot de Nieuwe Zeesluis te kunnen passeren.

10.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie E, Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Opstelruimte	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Fuik	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>

Tabel 10-1: Scopeafbakening objectspecificatie E

10.6 Eisen: Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Passerende (ontmoeten) schepen in toeleidingskanalen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0411 volgt uit: KES-0195 KES-0211	Maatgevende schepen mogen elkaar niet ontmoeten in de toeleidingskanalen van respectievelijk de Nieuwe zeesluis, de Noorder- en de Middensluis.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

ID	Aansluiting bestaande vaargeulen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0515	Het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal dient aan te sluiten op de bestaande vaargeul van het Noordzeekanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Vrije ruimte voor sleepboten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0444 volgt uit: KES-0146 KES-0185 KES-0064	Voor het sluishoofd (haaks op de in- en uitgang) dient bij voorkeur een breedte van minimaal 25 meter met een waterdiepte van ten minste 7 meter vrij van obstakels te zijn om manoeuvreren met sleepboten mogelijk te maken.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie ontwerp - Tekening/ Simulatie	Initiator: Svitzer	
Brondocument:	[10] mail aanvullende Wensen/Eisen KES Nautisch cluster		

ID	Diepte Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0370 volgt uit: KES-0187	Het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal dient aangelegd te zijn met een minimale diepte van NAP -18,0m.	SYS-0342	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Vormgeving Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0441 volgt uit: KES-0149	Het Toeleidingskanaal dient dusdanig ontworpen te zijn dat een hydraulische symmetrische invaart met Noordersluis bereikt wordt. Indien geen symmetrische invaart haalbaar is dient het ontwerp getoetst te worden op haalbaarheid door middel van real time simulaties.	SYS-0465	
Verificatie-voorschrift:	Real Time Simulatie.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[31] Verslag overleg Nautisch Cluster / [01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Aanwezigheid reservedeuren Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0516	Ten behoeve van de beschikbaarheid dient 1 deur (identiek aan overige deuren) aanwezig te zijn aan de kanaalzijde. (Vooralsnog is positie op Noordersluseiland geselecteerd als voorkeurslocatie)	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Bodembescherming t.b.v. stabiliteit sluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0518	Om ontgroning in de directe omgeving van de het sluishoofd te voorkomen dient over een lengte van 50m en sluisbreedte een stabiele en vormvaste bodembescherming aangebracht te worden.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

ID	Deurenbergplaats Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0517	De deurenbergplaats in het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal dient uitgevoerd te zijn als zogenoemde 'droge' deurenbergplaats. De minimale grootte van het droogdok bedraagt: - Lengte: totale lengte deuren + 2x steigerwerk - Breedte: 2 deurdikten + 3x steigerwerk - Diepte: deurdiepte in volledig ontlaste toestand.	SYS-0466	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

10.6.1 Opstelruimte Nieuwe binnen toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Opstelruimte	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0569	De opstelruimte dient te zijn aangelegd op een minimale diepte van NAP -18,0m, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

10.6.2 Fuik Nieuwe binnen toeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Fuikconstructie - Geleidewerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0519	De constructie aan de noordzijde en zuidzijde van het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal dient uitgevoerd te worden als geleidewerk en dient de maatgevende schepen te kunnen faciliteren. Het geleidewerk dient met een verloop van 1:10 richting de schutkolk te zijn gerealiseerd.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

11 Objectspecificatie F: Technische ruimte

11.1 Inleiding objectspecificatie F – Technische ruimte

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie F, Technische ruimte, als onderdeel van het project Zeetoegang IJmond.

In paragraaf 11.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 11.3 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

11.2 Objectenboom objectspecificatie F

Objectspecificatie F bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 11-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie F <Tot op heden nog geen onderverdeling gemaakt, dit kan in een volgende fase verder uitgewerkt worden>.



Figuur 11-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie F

11.3 Beschrijving objectspecificatie F

Technische ruimten zijn alle ruimten waarin apparatuur die de veilige bediening van de sluis mogelijk maakt is opgesteld. De meest in het oog springende ruimte is het bedieningsgebouw van waaruit de hele sluis bediend wordt. Maar ook in de sluishoofden en kolkwanden zullen ruimten zijn waarin bedieningsapparatuur is opgesteld. Vooralsnog is de technische ruimte niet verder onderverdeeld in onderliggende objecten.

11.4 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie F, Technische ruimte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inrichting van de technische ruimte ▪ Civiele werk van de technische ruimte, anders dan ondergebracht bij reeds opgenomen objecten. 	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Nog geen objecten opgenomen	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>

Tabel 11-1: Scopeafbakening objectspecificatie F

11.5 Eisen: Technische ruimte

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Waterdichtheid technische ruimten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0520	De technische ruimten, gelegen in de sluishoofden, dienen afsluitbaar te zijn voor water.	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Benodigde ruimte technische ruimte in sluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0524	<p>Voor het onderbrengen van de elektrische installaties in de kelders van de sluishoofden dient rekening gehouden te worden met een totale kastruimte (breedte) per sluishoofd en sluiszijde van 15.000 mm.</p> <p>Onderbouwing van de benodigde breedte kastruimte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LS verdeler, 3000 mm - Besturingskast (incl. PLC), 2200 mm - UPS, 800 mm - No-Break 800mm - Afsluitboom installatie, 800mm - Aandrijf hydrauliek incl. FO's 4000mm - Licht- & Krachtkast, 800mm - Hydro- / meteomeetinst., 600mm - Brandmeldinstallatie, 600mm - SVS / LCS, 800mm - Audio installatie, 600mm 	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

ID	Pompinstallatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0567	In de technische ruimte in het sluishoofd dient een pompinstallatie, bestaande uit een dompelpomp, niveauschakelaars en een lokaal bedieningspaneel, aanwezig te zijn.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Bedieningsgebouw	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0572	Er dient een bedieningsgebouw gerealiseerd te zijn (locatie ntb) ten behoeve van de bediening en besturing van de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Onderhoudbaarheid

ID	Ruimte rondom deurbewegingswerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0523	Ten behoeve van het beheer en onderhoud aan de het bewegingswerk van de deur dient een vrije ruimte van ca. 2000mm (nader vast te leggen), aanwezig te zijn.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Technische ruimten anders dan in sluishoofden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0522	Ten behoeve van het beheer en onderhoud dienen alle onderdelen in de technische ruimten gemakkelijk vervangen te kunnen worden.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Technische ruimten in sluishoofden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0521	Alle onderdelen die aanwezig zijn in de technische ruimten in de sluishoofden dienen verticaal uitgethaald te kunnen worden.	SYS-0461	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

12 Objectspecificatie G: Installaties

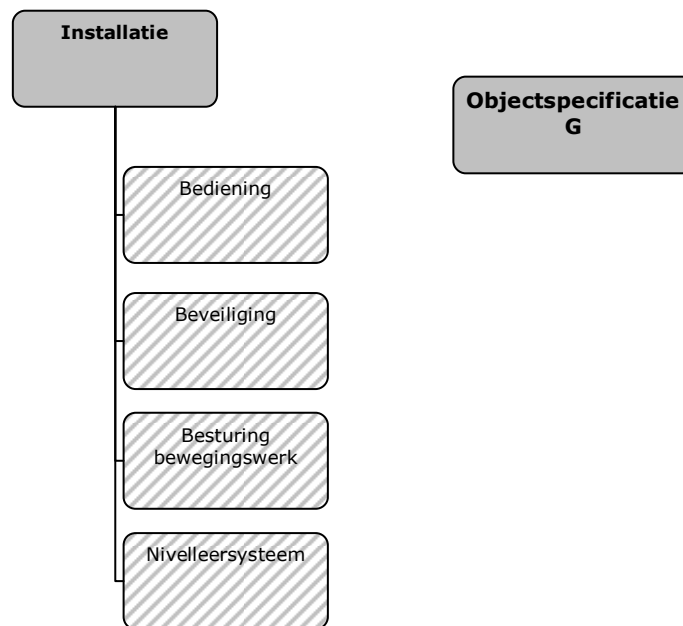
12.1 Inleiding objectspecificatie G – Installatie

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie G, Installatie, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 12.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 12.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

12.2 Objectenboom Objectspecificatie G

Objectspecificatie G bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 12-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie G.



Figuur 12-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie G

12.3 Functies object Installatie

Het object Installatie dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren), 3 (waterkeren) en 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

12.4 Beschrijving Objectspecificatie G

Objectspecificatie G, Installatie, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: Bediening, Beveiliging, Besturing bewegingswerk en Nivelleersysteem dienen te voldoen.

Om de sluis te kunnen laten functioneren zijn een aantal installaties noodzakelijk. Onder de Installatie vallen alle installaties die noodzakelijk geacht worden, dus ook het object 'besturing bewegingswerk'.

Bediening

De bediening betreft alle bediening die noodzakelijk is voor de functies scheepvaart faciliteren, wegverkeer faciliteren, waterkeren en water beheren. Het betreft hier onder andere lokale bediening en bediening op afstand van het bewegingswerk, het nivelleersysteem, etc.

Beveiliging

Alle eisen met betrekking tot beveiliging van het Systeem de Nieuwe Zeesluis zijn ondergebracht onder beveiliging. Gedacht kan worden aan camera's om toezicht te kunnen houden.

Besturing bewegingswerk

Alle eisen aan de besturing van het bewegingswerk worden ondergebracht onder Besturing bewegingswerk. Het betreft geen eisen gesteld aan de vormgeving van het bewegingswerk zelf.

Nivelleersysteem

Onder Nivelleersysteem zijn alle eisen ondergebracht waaraan het nivelleersysteem dient te voldoen. Het betreft onder andere eisen als maximum schuttijd.

12.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie G, Installatie	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Bediening	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Beveiliging	▪ Camera's t.b.v. beveiliging	▪ Aspecten gesteld aan de veiligheid (hekwerk, slagboom, etc.)
Besturing Bewegingswerk	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Nivelleersysteem	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>

Tabel 12-1: Scopeafbakening objectspecificatie G

12.6 Eisen: Installaties

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Oriëntatieverlichting	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0408 volgt uit: KES-0179 KES-0141	Bij het ontwerp van de Nieuwe Zeesluis dient rekening gehouden te worden met de volgende typen oriëntatieverlichting: - Wegneembare pylonen op de sluishoeken; - Straatverlichting sluisplateaus met hierop kikkerogen voor zichtbaarheid vanaf hoge schepen; - Lichtenlijn sluis-as (gericht sectorlicht dat werkt als nauwkeurige lichtenlijn) - In de sluiscolk het zichtbaar maken grens water en beschermingsvoorzieningen.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

ID	Brandmeld- en ontruimingsinstallaties	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0530	Alle gebouwen en kelders (technische ruimten) die worden gerealiseerd dient een brandmeldinstallatie opgenomen te zijn.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Aarding- en Bliksembeveiliging installatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0529	De bestaande aardingsinstallatie van het sluisencomplex dient uitgebreid te zijn met de aardingsinstallatie van de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Afsluitboominstallatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0531	Ten behoeve van de veiligheid van de gebruiker van de landverbinding dient een afsluitboominstallatie voor elke sluisdeur te zijn geplaatst.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Hoogspanningsinstallatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0525	Ten behoeve van de voeding dient een nieuwe voeding te worden aangebracht vanaf de noord- én zuidzijde van de Nieuwe Zeesluis. Het aansluitvermogen van de nieuwe aansluiting aan zowel de noordzijde als aan de zuidzijde dient toereikend te zijn voor het gehele benodigde vermogen van de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Ringleiding	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0526	Over het terrein van de Nieuwe Zeesluis dient een 10 kV ringleiding aangelegd te worden tussen de hoogspanningsverdelers van het binnen- en buitenhoofd.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Noodstroom installatie (roterend)	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0528	Nabij de hoofdverdeler dienen noodstroomaggregaten aanwezig te zijn om, in geval van uitval van de stroomvoorziening van noord en zuidzijde, het schutproces voort te kunnen zetten.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Laagspanningsinstallatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0527	Op elk hoofd van de Nieuwe Zeesluis dient een laagspanningsruimte aanwezig te zijn. In deze ruimte dient een laagspanningsverdeler te zijn geplaatst.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Hydro- / meteomeetsysteem	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0563	Op elk sluishoofd dient een niveaumeetinstallatie te zijn geplaatst. Als aanvulling op deze installatie dient het buitenhoofd te beschikken over een windmeetinstallatie.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

12.6.1 Bediening

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Back up server in bedieningsgebouw	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0566	In het bedieningsgebouw dient naast de normale server één back-up server (standby) aanwezig te zijn.	SYS-0532	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Redundant PLC systeem op sluishoofd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0564	Aan beide zijden van de kolk dient een redundant PLC-systeem aanwezig te zijn.	SYS-0532	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Redundante bedienplaats bedieningsruimte	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0565	In de bedieningsruimte in het bedieningsgebouw dienen twee (redundante) bedienplaatsen aanwezig te zijn.	SYS-0532	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Audio installatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0538	Op het terrein van de Nieuwe Zeesluis, inclusief de geleidewerken, dient een audio installatie aanwezig te zijn. Dit systeem zal bestaan uit luidsprekers, systeemkasten en een bedieningspaneel. Het bedieningspaneel dient in de bedieningslessenaar te worden opgenomen, de systeemkasten zullen worden ondergebracht in de technische ruimten in de sluishoofden en in het bedieningsgebouw.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Bediening	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0535	<p>De bediening moet op drie niveaus worden gerealiseerd:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procesbediening, bediening en weergave van de sluis via SCADA; 2. Onderhoudsbediening, bediening en weergave van de sluis via operatorpanel (touchscreen) in de technische ruimte met de mogelijkheid om voorwaarden te overbruggen 3. Noodbediening, hardwarematige bediening van het betreffende aggregaat. <p>Bediening 1 (dagelijkse bediening) vindt plaats in de bedieningsruimte van het bedieningsgebouw. Bediening 2 vindt plaats in de technische ruimten, bediening 3 dient aanwezig te zijn op de systeemkast.</p> <p>In de SCADA software dienen twee autorisatieniveaus toegepast te worden, te weten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autorisatieniveau 'bediening'; - Autorisatieniveau 'onderhoud'. 	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	CCTV	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0536	<p>Er moet een CCTV (gesloten televisiecircuit) worden geïnstalleerd. De beelden moeten zowel op de lokale bediening als op de bediening op afstand zichtbaar zijn. De systeemkasten voor de CCTV installatie dienen in het bedieningsgebouw te worden geplaatst.</p> <p>Toelichting op locaties camera's: Op elk hoofd zullen voldoende camera's worden geplaatst om de sluis op afstand en vanaf de bedieningslessenaar te kunnen bedienen. Aan beide zijden van de kolk zal tevens een draaibare overzichtscamera worden geplaatst. Tevens zullen er op het terrein en op de remmingswerken voldoende overzichtscamera's worden geplaatst ten behoeve van de veiligheid op deze locaties. Ten behoeve van de veiligheid van het wegverkeer ter plaatse van elke sluisovergang, worden ook nabij de afsluitbomen camera's geplaatst.</p>	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Communicatievoorzieningen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0540	<p>Voorzien dient te worden in de volgende communicatievoorzieningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intercominstallatie in de technische ruimten - Marifoon; - Telefooninstallatie - Praatpaalinstallatie - Netwerk 	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Hardware bediening- en besturingssysteem	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0532	Voorzien dient te worden in de volgende hardware bediening- en besturingssystemen: - PLC systeem - Bedieningslessenaar - Onderhoudsbediening - Noodbediening - Noodstop - Server	SYS-0455	SYS-0564 SYS-0565 SYS-0566
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Informatie en Volgstelsel Scheepvaart	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0537	Ten behoeve van de identificatie van passerende schepen dient het IVS van et havenbedrijf Rotterdam, genaamd PONTIS, aanwezig te zijn. De uitlezing van het systeem dient in de bedieningsruimte te zijn ondergebracht.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Radarinstallatie	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0539	Er dient gebruikt gemaakt te worden van het walradar-VTS-systeem. De beeldschermen dienen in het bedieningsgebouw geplaatst te zijn.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Software	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0533	Voor weergave van de bediening van de Nieuwe Zeesluis dient gebruik gemaakt te worden van het SCADA pakket.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

12.6.2 Beveiliging

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Beveiliging in software t.b.v. schutproces	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0541	Om kans op verkeerde handelingen van bedienaar te verminderen dient tussen de verschillende processtappen van het schutproces softwarematige beveiligingen te worden toegevoegd.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

12.6.3 Besturing bewegingswerk

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

ID	Besturing bewegingswerk	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0542	Voor de besturing van het bewegingswerk worden vooralsnog geen specifieke eisen gesteld anders dan bij 'bediening' opgenomen.	SYS-0455	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

12.6.4 Nivelleersysteem

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Doorstroomoppervlak Nivelleeropeningen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0493	Er dient gerekend te worden met een netto instroomoppervlak van de nivelleeropeningen van 120m ² voor de gehele kering en een bruto oppervlak van de uitstroomopeningen van 200m ² voor de gehele kering. NB: Deze eis is gerelateerd aan het huidige ontwerp, uitgaande van de juiste hydraulische vormgeving.	SYS-0544	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Nivelleertijd	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0404 volgt uit: KES-0046	De richttijd voor het nivelleren van een schip in de sluis kolk mag niet langer duren dan 12 minuten onder normale omstandigheden en maximaal 19 minuten bij extreme situaties (maximaal schutpeil verschillen). Dit betreft de nivelleertijd exclusief deurbewegingen. Onder normale omstandigheden wordt verstaan het verval bij een gemiddeld springtij (HW: NAP +1,15m en LW: NAP-0,75m)	SYS-0347	SYS-0483
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening door middel van lockfillberekening, of gelijkwaardig.	Initiator: Nautisch Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

ID	Troskrachten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0430 volgt uit: KES-0050	Bij het nivelleren van de kolk moet voor de langs- en dwarskrachten op de schepen in de kolk rekening worden gehouden met het troskrachten criterium van maximaal 0,2% van de waterverplaatsing.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

ID	Verplaatsing schip	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0436 volgt uit: KES-0160	De maximale scheepsverplaatsing mag na het afmeren en gedurende het nivelleren, niet meer dan +/- 5,0 meter in langsrichting en +/- ntb meter in dwarsrichting.	SYS-0465	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Aandrijving nivelleerschouwen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0562	Elke nivelleerschouf dient met behulp van één hydraulische cilinder te worden bewogen.	SYS-0544	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Constructie Nivelleersysteem	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0544	Het nivelleersysteem dient te zijn uitgevoerd als een deurvulsysteem.	SYS-0469	SYS-0493 SYS-0562
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

13 Objectspecificatie H: Terrein

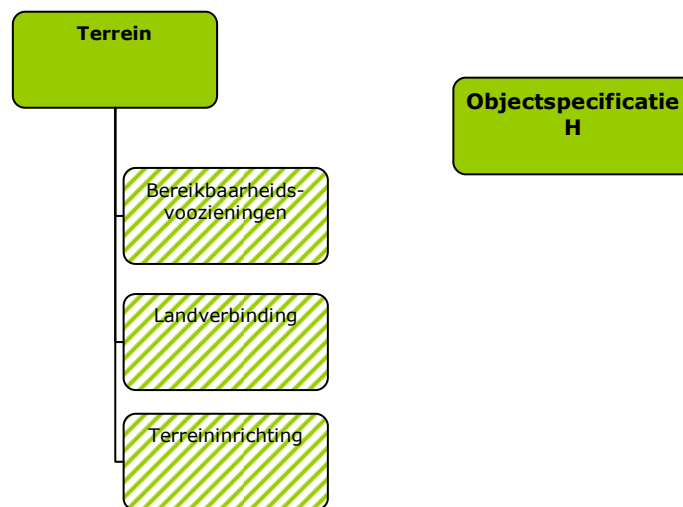
13.1 Inleiding Objectspecificatie H – Terrein

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie H, Terrein, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 13.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 13.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

13.2 Objectenboom objectspecificatie H

Objectspecificatie H bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 13-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie H.



Figuur 13-1: Overzicht objecten in objectspecificatie H

13.3 Functies object Terrein

Het object Terrein dient de functie 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

13.4 Beschrijving objectspecificatie H

Objectspecificatie H, Terrein, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: Bereikbaarheidsvoorzieningen, landverbinding en terreininrichting dienen te voldoen.

Het terrein om de sluis dient zodanig te zijn ingericht dat de verschillende objecten van de Nieuwe Zeesluis bereikbaar zijn voor bedienend- en onderhoudspersoneel, in de objectenboom vertaald naar de 'bereikbaarheidsvoorzieningen'. Maar het moet ook aansluiten op de omgeving. Een belangrijke factor daarbij is dat de bestaande wegverbinding (landverbinding) gehandhaafd dient te worden. De gehele inrichting (verharding, groen, lichtmasten. Etc.) direct om de nieuwe zeesluis wordt vertaald naar de terreininrichting.

Bereikbaarheidsvoorzieningen

Ten behoeve van beheer en onderhoud en in het kader van veiligheid dienen alle objecten goed bereikbaar te zijn. Eisen speciaal gesteld aan de bereikbaarheid van objecten zijn opgenomen onder object Bereikbaarheidsvoorzieningen.

Landverbinding

Onder landverbinding wordt verstaan dat gedeelte van de wegverbinding IJmuiden – Velsen dat opnieuw vormgegeven moet worden door aanleg van de Nieuwe Zeesluis. Het betreft dus een deel van de wegverbinding, algemene eisen aan de gehele wegverbinding IJmuiden – Velsen zijn ondergebracht onder object Wegverbinding IJmuiden - Velsen, objectspecificatie J.

Terreininrichting

Ten behoeve van het gebruik van de Nieuwe Zeesluis zal het terrein rondom de Nieuwe Zeesluis opnieuw ingericht moeten worden. De opdrachtnemer dient rekening te houden met de terreininrichting zoals gesteld in het <document/ kenmerk later opnemen>.

13.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie H, Terrein	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Bereikbaarheidsvoorzieningen	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Landverbinding	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Terreininrichting	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>

Tabel 13-1: Scopeafbakening objectspecificatie H

13.6 Eisen: Terrein

13.6.1 Bereikbaarheidsvoorzieningen

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

13.6.2 Landverbinding

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

ID	Dagelijks aantal personenvoertuigen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0368 volgt uit: KES-0106	De weg over de Nieuwe Zeesluis dient geschikt te zijn voor het verplaatsen van 4000 personenauto's per dag.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Analyse / berekening.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[11] mail Wensen/Eisen Gemeente Velsen		

ID	Landverbinding - horizontaal alignement	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0486	De landverbinding dient een auto van het type bedrijfsbus + aanhanger (ntb) te faciliteren.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Landverbinding - verticaal alignement	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0485	Het verticale alignement van de landverbinding dient maximaal 5% te bedragen.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Middenberm Landverbinding	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0545	Tussen de autorijbanen en het fietspad dient een middenberm met een breedte van 1m aanwezig te zijn.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Richtlijnen wegen op het sluiscomplex	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0417 volgt uit: KES-0104	De nieuwe openbare wegen op het sluiscomplex dienen te worden aangelegd conform de geldende richtlijnen (handboek wegontwerp/ASVV).	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[11] mail Wensen/Eisen Gemeente Velsen		

ID	Vrijliggend fietspad	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0445 volgt uit: KES-0110	Over de Nieuwe Zeesluis dient een vrijliggend fietspad, in twee richtingen bereden, te zijn aangelegd ie aansluit op de bestaande fietspaden. Het fietspad dient uitgevoerd te worden met een minimale breedte van 3,5m	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[11] mail Wensen/Eisen Gemeente Velsen		

ID	Wegverbinding - doorstroom	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0446 volgt uit: KES-0127 KES-0153	Het wegverkeer dient te allen tijde de nieuwe zeesluis te kunnen passeren, ook wanneer 1 van de sluisdeuren geopend is.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Overheids Cluster	
Brondocument:	[32] Verslag overleg Overheidscluster		

ID	Wegverbinding - Maximale aslast	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0484	De wegverbinding, ter plaatse van de sluisdeur, dient gedimensioneerd te worden op een maximale aslast van 4x1,5 ton.	SYS-0447	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies		

ID	Wegverbinding over Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0447 volgt uit: KES-0006	Over de Nieuwe Zeesluis dient een wegverbinding te worden gerealiseerd, die aansluit op de bestaande wegen over het sluiscomplex. De wegverbinding dient uitgevoerd te worden met een minimale breedte van 4,5 meter, met uitzondering ter plaatse van de sluisdeuren.	SYS-0452	SYS-0484
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoeegang IJmond		

Aspect – Veiligheid

ID	Leuning tussen fietspad en open water	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0546	In verband met valgevaar dient tussen het fietspad en het open water een leuning aanwezig te zijn.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Minimaal twee richtingen wegverkeer	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0358 volgt uit: KES-0107	De Nieuwe Zeesluis dient in twee richtingen gepasseerd te kunnen worden door landverkeer, ook als een van de deuren geopend is. Dit mag conform bestaande situatie met VRI en enkelstrooks wegverbinding over sluishoofd.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[12] mail Wensen/Eisen KES DWS		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

ID	Asfaltverharding fietspaden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0348 volgt uit: KES-0111	De verharding van de fietspaden dient in asfalt uitgevoerd te zijn.	SYS-0464	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[11] mail Wensen/Eisen Gemeente Velsen		

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

13.6.3 Terreininrichting

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

ID	Ruimte voor vletterlieden	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0420 volgt uit: KES-0150	Wens is om een ruimte voor vletterlieden te plaatsen bij de Nieuwe Zeesluis voor lunch, toiletbezoek, etc. Beste positie voor dergelijke unit/ gebouw is tussen de Noordersluis en de Nieuwe Zeesluis.	SYS-0458	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Vletterlieden (C.V.V.)	
Brondocument:	[31] Verslag overleg Nautisch Cluster / [38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

14 Objectspecificatie I: Omgeving – Voorhaven buiten

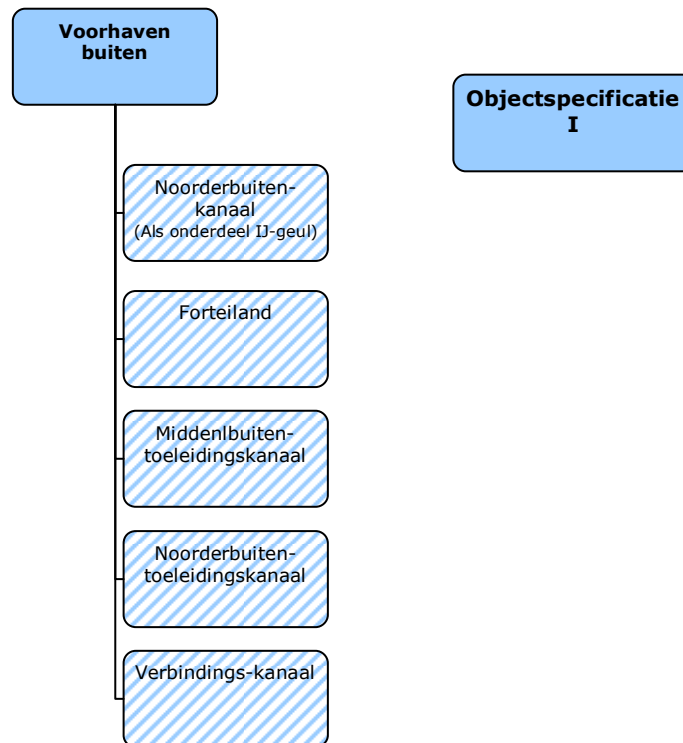
14.1 Inleiding Objectspecificatie I – Voorhaven Buiten

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van Objectspecificatie I, Voorhaven Buiten, als onderdeel van het project Zeetoegang IJmond.

In paragraaf 14.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze Objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 14.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze Objectspecificatie.

14.2 Objectenboom Objectspecificatie I

Objectspecificatie I bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 14-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie I.



Figuur 14-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie I

14.3 Functies object Voorhaven Buiten

Het object Voorhaven Buiten dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren) te vervullen.

14.4 Beschrijving objectspecificatie I

Objectspecificatie I, Voorhaven Buiten, maakt onderdeel uit van de systeemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: Noorderbuitenkanaal, Forteiland, Middenbuitentoeleidingskanaal, Noorderbuitentoeleidingskanaal en Verbindingskanaal dienen te voldoen.

Noorderbuitenkanaal

Het Noorderbuitenkanaal is het kanaal vanaf de Noordzee naar het sluisencomplex. Het kanaal zal niet aangepast worden gezien deze ruim genoeg bemeten is voor de maatgevende schepen.

Forteiland

Mogelijke aanpassingen aan het Forteiland dienen te voldoen aan de eisen die volgen uit de UNESCO lijst werelderfgoed ten aanzien van het Fort IJmuiden. Vooralsnog wordt het niet noodzakelijk geacht (resultaat Simulatie) om het forteiland aan te passen.

Middenbuitentoeleidingskanaal

Aan het Middenbuitentoeleidingskanaal zijn vooralsnog geen eisen gesteld. Het enige raakvlak tot op heden met de Nieuwe Zeesluis is fysieke aansluiting. Het Middensluiseland west zal worden verwijderd en op de benodigde diepte bedacht.

Noorderbuitentoeleidingskanaal

Door aanleg van de Nieuwe Zeesluis is ook het Noorderbuitentoeleidingskanaal onderdeel van het te baggeren gebied, om zo goed aan te sluiten op de vaargeul voor de schepen die de Nieuwe Zeesluis zullen passeren. Verder zal het zuidelijke geleidewerk aangepast moeten worden op de nieuwe situatie.

Verbindingskanaal

Door aanleg van de Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal zal ook het verbindingskanaal onderdeel zijn van het te baggeren gebied om zo voldoende diepgang voor de maatgevende schepen voor de Nieuwe Zeesluis te creëren. De functie en inrichting van het Verbindingskanaal zullen verder niet veranderen.

14.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie I, Voorhaven Buiten	▪ Grondwerk – baggerwerkzaamheden	▪ Civiele aanpassingen
Objecten		
Noorderbuitenkanaal	▪ Grondwerk – baggerwerkzaamheden ▪ Verplaatsen geleidewerken	▪ Civiele aanpassingen
Forteiland	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Middenbuitentoeleidingskanaal	▪ Grondwerk – baggerwerkzaamheden	▪ Civiele aanpassingen
Noorderbuitentoeleidingskanaal	▪ Grondwerk – baggerwerkzaamheden	▪ Civiele aanpassingen
Verbindingskanaal	▪ Grondwerk – baggerwerkzaamheden	▪ Civiele aanpassingen

Tabel 14-1: Scopeafbakening objectspecificatie I

14.6 Eisen: Omgeving: Voorhaven buiten

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Passerende (ontmoeten) schepen in toeleidingskanalen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0411 volgt uit: KES-0211 KES-0195	Maatgevende schepen mogen elkaar niet ontmoeten in de toeleidingskanalen van respectievelijk de Nieuwe zeesluis, de Noorder- en de Middensluis.	SYS-0342	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

14.6.1 Forteiland

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

ID	Afsnijding forteiland	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0344 volgt uit: KES-0069	Indien afsnijding van het Forteiland nautisch noodzakelijk is dient de benodigde aanpassing boven water hetzelfde aanzicht te geven als de huidige situatie.	SYS-0464	
Verificatievoorschrift:	Real Time Simulatie.	Initiator: RWS Cluster	
Brondocument:	[08] Landschapsonderzoek Zeesluis IJmuiden		

ID	UNESCO lijst werelderfgoed Stelling van Amsterdam	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0431 volgt uit: KES-0105	Er moet voldaan worden aan de eisen die volgen uit de UNESCO lijst werelderfgoed ten aanzien van het fort IJmuiden	SYS-0464	
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[15] mail Wensen/Eisen KES Provincie Noord-Holland		

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

14.6.2 Middenbuitentoeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting Middenbuitentoeleidingskanaal op Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0547	Het Middenbuitentoeleidingskanaal dient aan te sluiten op het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

14.6.3 Noorderbuitenkanaal (als onderdeel IJ-geul)

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting Noorderbuitenkanaal op Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0548	Het Noorderbuitenkanaal dient aan te sluiten op het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

14.6.4 Noorderbuitentoeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting Noorderbuitentoeleidingskanaal op Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0549	Het Noorderbuitentoeleidingskanaal dient aan te sluiten op het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

14.6.5 Verbindingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting Verbindingskanaal op Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0550	Het Verbindingskanaal dient aan te sluiten op het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

15 Objectspecificatie J: Omgeving - Sluizencomplex

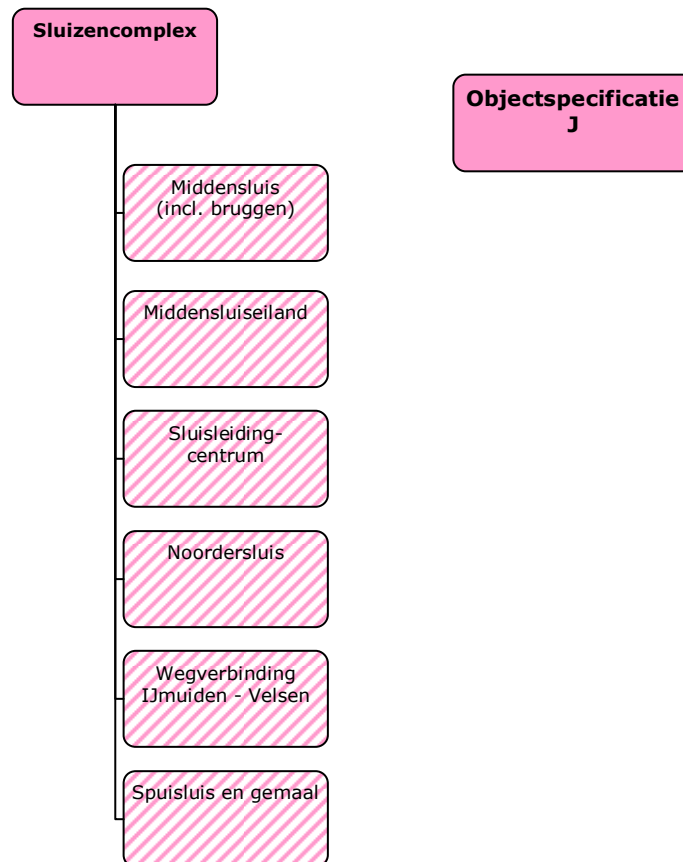
15.1 Inleiding objectspecificatie J – Sluizencomplex

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van objectspecificatie J, Sluizencomplex, als onderdeel van het project Zeetoegang IJmond.

In paragraaf 15.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 15.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze objectspecificatie.

15.2 Objectenboom objectspecificatie J

Objectspecificatie J bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 15-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie J.



Figuur 15-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie J

15.3 Functies object Sluizencomplex

Het object buitensluishoofd dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren), 2 (waterbeheren), 3 (waterkeren) en 4 (wegverkeer faciliteren) te vervullen.

15.4 Beschrijving Objectspecificatie J

Objectspecificatie J, Sluizencomplex, maakt onderdeel uit van de systemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk bevat eisen waaraan de verschillende objecten: Middensluis, Middensluiseland, Sluisleidingscentrum, Noordersluis, Wegverbinding IJmuiden – Velsen en Spuisluis en Gemaal dienen te voldoen.

Middensluis

Gedurende en na realisatie van de Nieuwe Zeesluis dient de beschikbaarheid van de Middensluis gehandhaafd te blijven. De bouwfasering dient hier dan ook op afgestemd te worden. Ten behoeve van de nautische ruimte in het Nieuwe Buiten Toeleidingskanaal dient de fuikwand zo dicht mogelijk op de Middensluis gebouwd te worden. Wel dienen de overige functies van het complex (waterkeren, wegverkeer faciliteren) in stand gehouden te worden.

Middensluiseland

Het volledige Middensluiseland zal verwijderd worden. Voordat het Middensluiseland verwijderd kan worden dienen de objecten op het Middensluiseland (o.a. Haventje van Rietman, gebouw duikteam, steunzender KPN) die nog een functie hebben op een andere locatie ondergebracht/ vervangen te worden. Objecten zonder functie mogen verwijderd worden. In de eindsituatie zal geen Middensluiseland meer aanwezig zijn.

Sluisleidingscentrum

Momenteel wordt de Noordersluis vanaf het Sluisleidingcentrum (SLC) bediend. Tijdens en na realisatie van de Nieuwe Zeesluis dienen de functies van het SLC gehandhaafd te worden. De functies van het SLC dienen tijdens realisatie ondergebracht te worden in <nader te bepalen>. Na realisatie dienen deze functies overgezet te worden naar <nader te bepalen> van waaruit ook de Nieuwe Zeesluis bediend zal worden.

Noordersluis

De civiele constructie van de Noordersluis dient intact gehouden te worden bij aanleg van de Nieuwe Zeesluis. Onderdelen zonder functie, die de locatie van de Nieuwe Zeesluis beïnvloeden mogen worden verwijderd. Een voorbeeld hiervan zijn de stormbolders. Deze zijn tot op heden niet tot nauwelijks gebruikt en worden als overbodig ervaren.

Wegverbinding IJmuiden – Velsen

Ten behoeve van de aanleg van de Nieuwe Zeesluis dient de wegverbinding IJmuiden – Velsen anders vormgegeven te worden. Uitgangspunt gedurende en na realisatie is het garanderen van de bereikbaarheid.

Spuisluis en Gemaal

Bij overschrijding van de maximale capaciteit van de spuisluis en het gemaal dient de Nieuwe Zeesluis bijgezet te worden als spuumiddel. Er vindt dan geen scheepvaart meer plaats. Er hoeven geen bouwkundige aanpassingen verricht te worden aan de spuisluis en het gemaal. Het betreft enkel een aanpassing in het bedienings- en/of besturingssysteem.

15.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie J, Sluizencomplex	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Middensluis	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Middensluiseland	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Sluisleidingscentrum	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Noordersluis	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Wegverbinding IJmuiden - Velsen	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Spuisluis en Gemaal	▪ Aanpassen besturing en/of bedieningssysteem	▪ Bouwkundige aanpassingen

Tabel 15-1: Scopeafbakening objectspecificatie J

15.6 Eisen: Omgeving: Sluizencomplex

15.6.1 Middensluis (incl. bruggen)

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Beschikbaarheid Middensluis na oplevering Nieuwe Zeesluis	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0355 volgt uit: KES-0206	De Middensluis dient zodanig gehandhaafd te blijven dat de beschikbaarheid na oplevering Nieuwe Zeesluis gehandhaafd blijft.	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting op bestaande kwelschermen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0576	De nieuwe constructies dienen aan te sluiten op de bestaande kwelschermen.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

15.6.2 Middensluisseiland

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

ID	Veiligstellen monumenten	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0434 volgt uit: KES-0100	De monumenten op het sluisseiland die moeten wijken voor de nieuwe sluis dienen te worden veilig gesteld. Toelichting op honoreren: Wanneer er duidelijk is waar de sluis gaat komen kan gezien worden in hoeverre eventuele monumenten kunnen worden behouden, en zo niet, in hoeverre deze kunnen verplaatst	SYS-0464	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Gemeente Velsen	
Brondocument:	[17] Monumenten in de gemeente Velsen		

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Verwijderen objecten Middensluiseland	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0578	De aanwezige objecten op het Middensluiseland zonder functie mogen verwijderd worden, de objecten met functie dienen elders geplaatst te zijn, te weten: - De functies van Haventje van Rietman dienen te zijn ondergebracht op locatie (ntb); - De steunzender van KPN dient te zijn verplaatst naar locatie (ntb - in overleg met KPN); - De mast op landtong dient te zijn verplaatst naar locatie (ntb); - De functies van de Loswal dienen op een alternatieve locatie tussen Noordersluis en de Middensluis te zijn ondergebracht; - De steiger van RWS dient te zijn verplaatst naar locatie (ntb - alternatieve locatie nabij nieuw te bouwe bedieningsruimte)	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

15.6.3 Noordersluis

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Beschikbaarheid Noordersluis IJmuiden tot oplevering	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0356 volgt uit: KES-0165	<p>Vanaf heden tot oplevering Nieuwe zeesluis 96% van de tijd. e.e.a. conform:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quickscan beschikbaarheid N-sls IJmuiden Lloyds Register (31-3-2005) • Brief stafdirecteur Beheer & Onderhoudshuis aan Th. Aarsen (23-2-2005) betreffende beheer- en onderhoudstrategie sluizencomplex IJmuiden. <p>Alleen van toepassing indien 99% overeenkomt met de huidige situatie. Verhogen van de prestatie valt buiten de projectscope.</p>	SYS-0354	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Centraal Nautisch Beheer	
Brondocument:	[01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting op bestaande kwelschermen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0576	De nieuwe constructies dienen aan te sluiten op de bestaande kwelschermen.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

15.6.4 Sluisleidingcentrum (SLC)

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

ID	Funcities SLC	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0551	Voordat het SLC verwijderd wordt dienen alle functies elders te zijn ondergebracht <Locatie nader vast te stellen>	SYS-0470	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

ID	Amoveren bestaande SLC	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0470	Het bestaande Sluisleidingcentrum dient te zijn geamoveerd, gebruik van explosieven is niet toegestaan.	SYS-0462	SYS-0551
Verificatie-voorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

15.6.5 Wegverbinding IJmuiden-Velsen

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

ID	Wegverkeer tijdens bouw	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0448 volgt uit: KES-0008	Wegverkeer over het sluizencomplex moet in stand blijven (eventueel tijdelijk langzaam verkeer mogelijk). Incidentele onderbrekingen mogen ontreden waarbij wel de bereikbaarheid van alle complexonderdelen voor hulpdiensten blijft gewaarborgd.	SYS-0452	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Provincie Noord-Holland	
Brondocument:	[25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond		

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

15.6.6 Spuisluis en gemaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Afstemming waterbeheer Nieuwe Zeesluis met spuisluis +emaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0552	De bediening en besturing van de Nieuwe Zeesluis met betrekking tot aspect water beheren dienen op elkaar te zijn afgestemd.	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

16 Objectspecificatie K: Omgeving – Voorhaven binnen

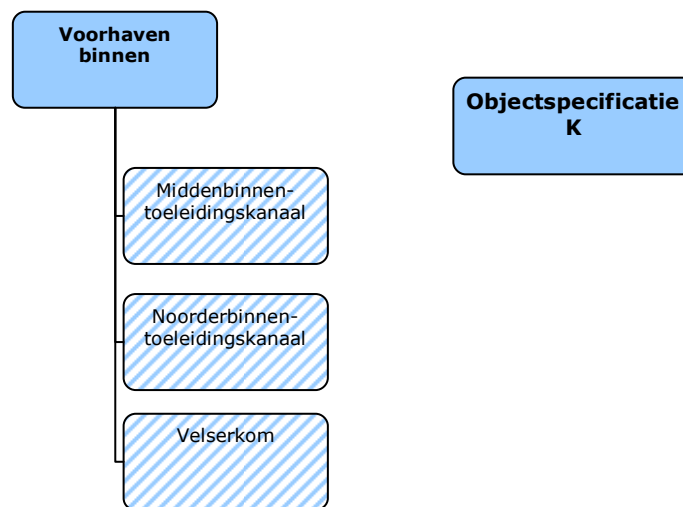
16.1 Inleiding Objectspecificatie K – Voorhaven Binnen

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van Objectspecificatie K, Voorhaven binnen, als onderdeel van het project Zeetoeegang IJmond.

In paragraaf 16.2 is de objectenboom weergegeven waarin de opbouw van deze Objectspecificatie is gepresenteerd, aan de hand van een hiërarchische structuur van alle objecten. In paragraaf 16.4 is een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige situatie van de objecten van deze Objectspecificatie.

16.2 Objectenboom Objectspecificatie K

Objectspecificatie K bestaat uit verschillende objecten. In Figuur 16-1 is weergegeven welke objecten deel uit maken van specificatie K.



Figuur 16-1: Overzicht objecten in Objectspecificatie K

16.3 Functies object Voorhaven Binnen

Het Voorhaven Binnen dient de functies 1 (scheepvaart faciliteren) en 2 (waterbeheren) te vervullen.

16.4 Beschrijving objectspecificatie K

Objectspecificatie K, Nieuwe Voorhaven Binnen, maakt onderdeel uit van de systeemspecificatie ten behoeve van het project Zeetoeegang IJmond. Dit hoofdstuk

bevat eisen waaraan de verschillende objecten: Middenbinnentoeleidingskanaal, Noorderbinnentoeleidingskanaal en de Velserkom dienen te voldoen.

In deze objectspecificatie zijn alleen de relevante objecten, objecten die worden beïnvloed door aanleg van de Nieuwe Zeesluis opgenomen. Overig objecten van de Voorhaven Binnen als Rijksbinnenhaven, Noordzeekanaal, etc. zijn niet opgenomen. Het raakvlak met de objecten van deze objectspecificatie betreft dan ook fysieke aansluiting.

Middenbinnentoeleidingskanaal

Voor het creëren van nautische ruimte dient het Middenbinnentoeleidingskanaal uitgebaggerd te worden. De koers die hierbij gehanteerd wordt dient in overeenstemming te zijn met de resultaten van de nautische simulatie Middensluis. Tevens wordt het Middensluiseland (oost) grotendeels verwijderd. Het deel dat afgegraven wordt zal toegevoegd worden aan het Middenbinnentoeleidingskanaal.

Noorderbinnentoeleidingskanaal

Door aanleg van de Nieuwe Zeesluis is ook het Noorderbuitentoeleidingskanaal onderdeel van het te baggeren gebied, om zo goed aan te sluiten op de vaargeul voor de schepen die de Nieuwe Zeesluis zullen passeren. Verder zal het zuidelijke geleidewerk aangepast moeten worden op de nieuwe situatie.

Velserkom

Mogelijke verdieping van de Velserkom dient niet te leiden tot constructieve consequenties voor de civiele werken van de Nieuwe Zeesluis. Hiermee wordt voornamelijk bedoeld dat bij verdieping van de Velserkom de constructie van de Nieuwe Zeesluis intact zal blijven. Aspecten met betrekking tot dit aspect zijn indirect ondergebracht binnen de objecten Kolkwand en Binnensluishoofd.

16.5 Scopebeschrijving

De scope van deze objectspecificatie schept het kader van wat wel (aangeduid met "binnen scope") en wat niet ("aangeduid met "buiten scope") in deze objectspecificatie is opgenomen. Met andere woorden welke onderdelen, functionaliteiten en aspecten vallen wel/ niet binnen deze objectspecificatie. In onderstaande tabel is per object een overzicht van de scope weergegeven.

Object	Binnen scope: Alle objecten, onderdelen, functionaliteiten en aspecten genoemd in hoofdstuk "eisen" en niet genoemd in de kolom "buiten scope", waaronder (<u>niet uitputtend</u>):	Buiten scope
Objectspecificatieniveau		
Objectspecificatie K, Voorhaven Binnen	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Objecten		
Middenbinnentoeleidingskanaal	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Noorderbinnentoeleidingskanaal	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>
Velserkom	▪ <Nader formuleren>	▪ <Nader formuleren>

Tabel 16-1: Scopeafbakening objectspecificatie K

16.6 Eisen: Omgeving: Voorhaven binnen

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Passerende (ontmoeten) schepen in toeleidingskanalen	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0411 volgt uit: KES-0211 KES-0195	Maatgevende schepen mogen elkaar niet ontmoeten in de toeleidingskanalen van respectievelijk de Nieuwe zeesluis, de Noorder- en de Middensluis.	SYS-0342	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Haven Amsterdam	
Brondocument:	[04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES		

Functionele Eis - Waterbeheer

ID	Verziltling van het Noordzeekanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0438 volgt uit: KES-0103	Verziltling van het Noordzeekanaal en het effect op Rijnlandsboezemsysteem dient te zijn beperkt, ter plaatse van het inlaatpunt grote sluis Spaarnwoude.	SYS-0426	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp.	Initiator: Hoogheemraadschap van Rijnland	
Brondocument:	[02] Eisen/Wensen van waterschap Rijnland en HHNK		

Functionele Eis – Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

16.6.1 Middenbinnentoeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

ID	Inrichting Middenbinnentoeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0489	Het Middenbinnentoeleidingskanaal dient vormgegeven te worden conform uitkomsten nautische simulatie Middensluis. Het maatgevende schip ten behoeve van de nautische ruimte betreft een 4 baks duwstel met een totale lengte (duwbakken + duwstel) van 195m en een maximale breedte van 22,8m.	SYS-0347	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp - Tekening	Initiator: DHV B.V.	

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

ID	Bodembescherming t.b.v. stabiliteit zuidelijke kolkwand	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0553	Om ontgroning in de directe omgeving van de fuikwand te voorkomen dient over de volledige lengte en een breedte van 25meter een stabiele en vormvaste bodembescherming aangebracht te worden (zowel aan zeezijde als aan kanaalzijde).	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

ID	Maximale diepte Middenbinnentoeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0554	De maximale diepte van het Middenbinnentoeleidingskanaal in nabijheid van de zuidelijke kolkwand en fuikwand dient NAP - 11,0m te bedragen (diepte betreft bovenzijde bodembescherming)	SYS-0469	
Verificatievoorschrift:		Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

16.6.2 Noorderbinnentoeleidingskanaal

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

ID	Aansluiting Noorderbinnentoeleidingskanaal op Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal	Bovenl. eis	Onderlig. eis
SYS-0555	Het Noorderbinnentoeleidingskanaal dient aan te sluiten op het Nieuwe Binnen Toeleidingskanaal, waarbij een minimale helling onder water van 1:10 wordt gehandhaafd.	SYS-0467	
Verificatievoorschrift:	Documentinspectie Ontwerp	Initiator: DHV B.V.	
Brondocument:	[38] VO nota Integrale Subvariant 1		

16.6.3 Velserkom

Functionele Eis - Scheepvaart faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterbeheer

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Waterkeren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Functionele Eis - Wegverkeer faciliteren

Onder deze functionele eis zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Veiligheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Gezondheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beschikbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Betrouwbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Vormgeving

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Omgevingshinder

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Uitvoerbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Beheerbaarheid en Bedienbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Onderhoudbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Toekomstvastheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Duurzaamheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect - Sloopbaarheid

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Aspect – Milieuhygiëne

Onder dit aspect zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Externe Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

Interne Raakvlak Eisen

Onder dit raakvlak zijn vooralsnog geen specifieke eisen opgenomen.

A.1 Eisnummer Index

SYS-0338 (blz. 41)	SYS-0414 (blz. 32)	SYS-0488 (blz. 102)
SYS-0339 (blz. 89)	SYS-0417 (blz. 157)	SYS-0488 (blz. 72)
SYS-0340 (blz. 87)	SYS-0419 (blz. 91)	SYS-0489 (blz. 198)
SYS-0341 (blz. 95)	SYS-0420 (blz. 161)	SYS-0490 (blz. 91)
SYS-0342 (blz. 33)	SYS-0421 (blz. 48)	SYS-0491 (blz. 92)
SYS-0343 (blz. 90)	SYS-0422 (blz. 44)	SYS-0493 (blz. 148)
SYS-0344 (blz. 168)	SYS-0423 (blz. 33)	SYS-0496 (blz. 62)
SYS-0346 (blz. 90)	SYS-0425 (blz. 35)	SYS-0497 (blz. 62)
SYS-0347 (blz. 31)	SYS-0426 (blz. 34)	SYS-0498 (blz. 61)
SYS-0348 (blz. 160)	SYS-0427 (blz. 45)	SYS-0499 (blz. 62)
SYS-0349 (blz. 47)	SYS-0428 (blz. 52)	SYS-0500 (blz. 64)
SYS-0351 (blz. 38)	SYS-0430 (blz. 148)	SYS-0501 (blz. 65)
SYS-0352 (blz. 38)	SYS-0431 (blz. 169)	SYS-0502 (blz. 65)
SYS-0353 (blz. 90)	SYS-0433 (blz. 39)	SYS-0503 (blz. 74)
SYS-0354 (blz. 43)	SYS-0434 (blz. 183)	SYS-0504 (blz. 109)
SYS-0355 (blz. 181)	SYS-0436 (blz. 149)	SYS-0504 (blz. 75)
SYS-0356 (blz. 185)	SYS-0438 (blz. 196)	SYS-0505 (blz. 112)
SYS-0357 (blz. 44)	SYS-0439 (blz. 88)	SYS-0505 (blz. 78)
SYS-0358 (blz. 159)	SYS-0441 (blz. 118)	SYS-0508 (blz. 93)
SYS-0359 (blz. 49)	SYS-0441 (blz. 60)	SYS-0509 (blz. 93)
SYS-0361 (blz. 111)	SYS-0443 (blz. 89)	SYS-0510 (blz. 94)
SYS-0361 (blz. 77)	SYS-0444 (blz. 117)	SYS-0511 (blz. 91)
SYS-0362 (blz. 39)	SYS-0444 (blz. 59)	SYS-0512 (blz. 94)
SYS-0363 (blz. 96)	SYS-0445 (blz. 157)	SYS-0513 (blz. 97)
SYS-0364 (blz. 88)	SYS-0446 (blz. 158)	SYS-0514 (blz. 108)
SYS-0365 (blz. 39)	SYS-0447 (blz. 158)	SYS-0515 (blz. 117)
SYS-0368 (blz. 156)	SYS-0448 (blz. 189)	SYS-0516 (blz. 119)
SYS-0369 (blz. 90)	SYS-0449 (blz. 37)	SYS-0517 (blz. 120)
SYS-0370 (blz. 118)	SYS-0450 (blz. 92)	SYS-0518 (blz. 119)
SYS-0371 (blz. 59)	SYS-0452 (blz. 37)	SYS-0519 (blz. 123)
SYS-0373 (blz. 54)	SYS-0455 (blz. 50)	SYS-0520 (blz. 127)
SYS-0374 (blz. 53)	SYS-0458 (blz. 42)	SYS-0521 (blz. 130)
SYS-0375 (blz. 31)	SYS-0459 (blz. 54)	SYS-0522 (blz. 129)
SYS-0376 (blz. 53)	SYS-0460 (blz. 48)	SYS-0523 (blz. 129)
SYS-0377 (blz. 32)	SYS-0461 (blz. 51)	SYS-0524 (blz. 128)
SYS-0378 (blz. 35)	SYS-0462 (blz. 54)	SYS-0525 (blz. 135)
SYS-0379 (blz. 41)	SYS-0463 (blz. 51)	SYS-0526 (blz. 136)
SYS-0380 (blz. 42)	SYS-0464 (blz. 49)	SYS-0527 (blz. 136)
SYS-0382 (blz. 48)	SYS-0465 (blz. 38)	SYS-0528 (blz. 136)
SYS-0383 (blz. 47)	SYS-0466 (blz. 47)	SYS-0529 (blz. 135)
SYS-0385 (blz. 49)	SYS-0467 (blz. 55)	SYS-0530 (blz. 134)
SYS-0386 (blz. 60)	SYS-0468 (blz. 54)	SYS-0531 (blz. 135)
SYS-0387 (blz. 97)	SYS-0469 (blz. 45)	SYS-0532 (blz. 142)
SYS-0388 (blz. 46)	SYS-0470 (blz. 188)	SYS-0533 (blz. 143)
SYS-0389 (blz. 40)	SYS-0471 (blz. 41)	SYS-0535 (blz. 140)
SYS-0390 (blz. 40)	SYS-0472 (blz. 105)	SYS-0536 (blz. 141)
SYS-0391 (blz. 40)	SYS-0472 (blz. 81)	SYS-0537 (blz. 142)
SYS-0395 (blz. 52)	SYS-0473 (blz. 55)	SYS-0538 (blz. 139)
SYS-0397 (blz. 43)	SYS-0474 (blz. 36)	SYS-0539 (blz. 142)
SYS-0398 (blz. 42)	SYS-0475 (blz. 36)	SYS-0540 (blz. 141)
SYS-0399 (blz. 52)	SYS-0476 (blz. 35)	SYS-0541 (blz. 144)
SYS-0400 (blz. 55)	SYS-0477 (blz. 36)	SYS-0542 (blz. 146)
SYS-0402 (blz. 50)	SYS-0478 (blz. 46)	SYS-0545 (blz. 157)
SYS-0404 (blz. 148)	SYS-0479 (blz. 87)	SYS-0546 (blz. 159)
SYS-0405 (blz. 51)	SYS-0481 (blz. 88)	SYS-0547 (blz. 171)
SYS-0406 (blz. 46)	SYS-0482 (blz. 87)	SYS-0548 (blz. 173)
SYS-0408 (blz. 134)	SYS-0483 (blz. 105)	SYS-0549 (blz. 175)
SYS-0409 (blz. 34)	SYS-0483 (blz. 112)	SYS-0550 (blz. 177)
SYS-0410 (blz. 32)	SYS-0483 (blz. 78)	SYS-0551 (blz. 187)
SYS-0411 (blz. 117)	SYS-0483 (blz. 81)	SYS-0552 (blz. 192)
SYS-0411 (blz. 166)	SYS-0484 (blz. 158)	SYS-0553 (blz. 199)
SYS-0411 (blz. 196)	SYS-0485 (blz. 156)	SYS-0554 (blz. 199)
SYS-0411 (blz. 59)	SYS-0486 (blz. 156)	SYS-0555 (blz. 202)
SYS-0412 (blz. 53)	SYS-0487 (blz. 34)	
SYS-0557 (blz. 104)	SYS-0558 (blz. 106)	SYS-0559 (blz. 107)
SYS-0557 (blz. 80)	SYS-0558 (blz. 82)	SYS-0559 (blz. 83)

SYS-0560 (blz. 106)
SYS-0560 (blz. 82)
SYS-0561 (blz. 106)
SYS-0561 (blz. 82)
SYS-0562 (blz. 149)
SYS-0563 (blz. 137)
SYS-0564 (blz. 138)
SYS-0565 (blz. 139)
SYS-0566 (blz. 138)
SYS-0567 (blz. 128)
SYS-0568 (blz. 105)
SYS-0568 (blz. 81)
SYS-0569 (blz. 121)

SYS-0569 (blz. 67)
SYS-0570 (blz. 108)
SYS-0570 (blz. 64)
SYS-0570 (blz. 74)
SYS-0570 (blz. 93)
SYS-0571 (blz. 92)
SYS-0572 (blz. 129)
SYS-0573 (blz. 61)
SYS-0574 (blz. 61)
SYS-0575 (blz. 104)
SYS-0575 (blz. 111)
SYS-0575 (blz. 77)
SYS-0575 (blz. 80)

SYS-0576 (blz. 182)
SYS-0576 (blz. 186)
SYS-0576 (blz. 66)
SYS-0576 (blz. 95)
SYS-0577 (blz. 110)
SYS-0577 (blz. 66)
SYS-0577 (blz. 76)
SYS-0577 (blz. 95)
SYS-0578 (blz. 184)
SYS-0579 (blz. 102)
SYS-0579 (blz. 72)

A.2 Verklarende woordenlijst

Baseline¹: Formeel 'bevroren' status van het product dat dient als referentie voor verdere werkzaamheden.

Beschikbaarheidseisen Deze eisen bepalen of een object veilig bruikbaar, dus beschikbaar is. Voor het bepalen van de interventieniveaus en beheermaatregelen is het van essentieel belang dat beschikbaarheidseisen worden gedefinieerd. RVW 2005

Binnenvaartpolitiereglement (BPR) Stelsel van verkeersregels, geldend voor de openbare Nederlandse binnenwateren, voor zover niet onder het RPR vallend. RVW 2005

Bodem Het onder de waterspiegel gelegen grondvlak van een rivier, kanaal, meer, haven, enzovoorts exclusief de taluds naar de oever. RVW 2005

CEMT-classificatie Indeling van binnenvaartschepen in een beperkt aantal standaardtypen, opgesteld door Conférence Européenne des Ministres de Transports (CEMT). RVW 2005

Doorvaarthoogte De doorvaarthoogte is de verticale afstand tussen de maatgevende hoge waterstand en de onderkant van een overspanning boven de vaarweg bij volbelasting, die te allen tijde beschikbaar is voor de scheepvaart. RVW 2005

Doorvaartwijdte De doorvaartwijdte is de kleinste breedte onder een brug of in een sluis, die bij de maatgevende waterstand volledig door het maatgevende schip kan worden benut, gemeten loodrecht op de vaarweg. RVW 2005

Dwangpunten Dwangpunten zijn posities in de dwarsdoorsnede van een vaarweg, die het minimaal vereiste vaarwegprofiel vastleggen. RVW 2005

Duwbak Bak zonder eigen voortstuwingsmiddelen, anders dan een beperkt vermogen voor (bij)sturen, bedoeld om te worden geduwd. RVW 2005

Duwboot Motorschip, dat uitsluitend is bedoeld voor het duwen van duwbakken, dus zelf geen lading kan vervoeren. RVW 2005

Duwstel Samenstel van een of meer duwbakken en een duwboot. RVW 2005

Eis¹: Beschrijving van de gevraagde eigenschap van het te leveren product of te leveren dienst.

Excentriciteit De excentriciteit van een doorvaartopening is de afstand tussen de as van de vaarweg en de as van de brugopening. RVW 2005

Fuik Fuikvormige constructie, aansluitend aan het hoofd van de sluis of brug, voor het geven van mechanische en visuele geleiding tijdens het invaren van een sluiscolk

Geleidewerk Fuikvormige constructie, aansluitend aan het hoofd van de sluis of brug, voor het geven van mechanische en visuele geleiding tijdens het invaren van een sluiscolk.

Maatgevende hoge waterstand (MHW) De maatgevende hoge waterstand voor de beroepsvaart is de waterstand, die gemiddeld 1% van de tijd wordt overschreden. Voor de recreatievaart is dit 2% in het zomerhalfjaar. RVW 2005

Maatgevende lage waterstand (MLW) De maatgevende lage waterstand voor de beroepsvaart is de waterstand, die gemiddeld 1% van de tijd wordt onderschreden. Voor de recreatievaart is dit 2% in het zomerhalfjaar. RVW 2005

Maatgevend schip Grootste schip, dat de betreffende vaarweg vlot en veilig kan bevaren. De vaarwegbeheerder stelt de afmetingen van het maatgevende schip vast. RVW 2005

Open vaarweg Een open vaarweg is een vaarweg met een doorvaarthoogte van 30 m of meer, bestemd voor hoge transporten of zeilschepen met staande mast. RVW 2005

Opstelruimte Afmeerruimte bij een sluis, waarin schepen zich moeten opstellen om met de eerstvolgende schutting mee te kunnen. RVW 2005

Overligger Een schip, dat niet met de eerste schutting na aankomst bij de sluis meekan, en dus een schutcyclus moet wachten. RVW 2005

Overligtijd Tijdsperiode ingaande op het moment dat de invaardeuren van de sluis sluiten en eindigt als de schuttijd voor het betreffende schip begint. RVW 2005

Overnachtingsplaats/-haven Ligplaats of haven, die de beroepsvaart een rustige ligplaats biedt tijdens de overnachting. Dergelijke ligplaatsen of havens zijn niet bedoeld voor goederenoverslag. RVW 2005

Passeertijd De vertraging, die een schip oploopt bij het passeren van een sluis, samengesteld uit wachttijd, schuttijd en eventueel overligtijd. RVW 2005

Projectdoelstellingen: De doelstellingen waaraan invulling gegeven wordt om het gedefinieerde probleem op te lossen.

Referentielijnen: [overgang tussen het begin van de fuik en de opstelruimte aan beide zijden van de sluis].

Schutpeil Maximum schutpeil: Waterstand waarboven het schutten niet meer wordt toegestaan. Minimum schutpeil: Waterstand waaronder het schutten niet meer RVW 2005

Schuttijd De tijd, die een schip nodig heeft om een sluis te passeren, gemeten vanaf het moment dat de invaardeuren beginnen te sluiten tot het moment dat de uitvaardeuren open zijn. RVW 2005

SE Systems Engineering

Sluiscomplex Verzameling objecten, bestaande uit 1 of meer (schut)sluizen plus bijbehorende voorhavens, terreinen en gebouwen.

Sluishoofd Constructieve deel van de schutsluis, welke het keermiddel bevat.

Afhankelijk van ligging en functie kan dit zijn:

- Bovenhoofd: gelegen aan bovenstroomse zijde.
- Benedenhoofd: gelegen aan benedenstroomse zijde.
- Buitenhoofd: gelegen aan zee- of rivierzijde.
- Binnenhoofd: gelegen aan de zijde van kanaal of bassin.
- Tussenhoofd: gelegen tussen 2 sluishoofden, om extra compartimentering in de sluiskolk te bewerkstelligen.

Specificatie Een document met daarin de verzameling geordende eisen en beschrijving van de beschikbare oplossingsruimte dan wel de gekozen oplossing met de oplossingsmarge, die gelden voor een systeem (product of dienst).

Specificeren Het proces om middels interactie tussen analyseren, structureren & alloceren en ontwerpen te komen tot de vastlegging van eisen de beschikbare oplossingsruimte dan wel de gekozen oplossing met de oplossingsmarge.

Systeem Een, afhankelijk van het gestelde doel, binnen de totale werkelijkheid te onderscheiden verzameling elementen, die onderlinge relaties hebben.

Systems Engineering De interdisciplinaire aanpak en de middelen die nodig zijn om de realisatie van succesvolle systemen mogelijk te maken.

System of Interest Systeem vanuit het perspectief van één waarnemer.

System of Systems Het grotere geheel van systemen dat weer zelfstandig kan functioneren.

Uitlooptegte De overgangszone tussen het normale vaarwegprofiel en de voorhaven, die vrij moet zijn van obstakels, zoals brugpijlers en haveningangen. RVW 2005

Vaargeul Zie: vaarwater. In de regel bedoeld men met vaargeul een relatief smal gebaggerd en/of betond vaarwater. RVW 2005

Vaarweg Elk voor het openbaar scheepvaartverkeer openstaand water. RV 2005

Vaarwater Het gedeelte van een vaarweg, dat feitelijk door de scheepvaart kan worden gebruikt, dus voldoende diepte heeft. RVW 2005

Vaarwegdiepte De vaarwegdiepte is de verticale afstand tussen de maatgevende lage waterstand en het hoogste punt van de bodem van de vaarweg, gemeten op de vaarwegas. RVW 2005

Vaarwegklasse De vaarwegklasse geeft het maximale standaardschip volgens de CEMT-classificatie aan, dat de vaarweg vlot en veilig kan bevaren. RVW 2005

Validatie Alle activiteiten die nodig zijn om objectief en expliciet te kunnen aantonen dat de oplossing voldoet aan de eisen en behoeften van de klant en daarmee past binnen de oplossingsruimte.

Vrije ruimte Strook langs de vaarweg, die vrij moet zijn van bebouwing en begroeiing, om de vaarwegfunctie in stand te kunnen houden. RVW 2005

Vul-ledig-systeem Benaming van het gehele systeem waarmee de sluiskolk genivelleerd wordt, meestal bestaande uit omloopriolen, afsluiters en in- en uitlaten.

Wachtplaats Gelegenheid om een schip gedurende korte tijd af te meren. RVW 2005

Wachtruimte Afmeerruimte bij een sluis, waarin schepen van de ingaande vaart, die niet met de eerstvolgende schutting meegaan, kunnen afmeren. RVW 2005

Wachttijd De periode, die begint als het schip bij de sluis arriveert en/of op het remmingwerk afmeert en eindigt op het moment dat de schuttijd of overligtijd ingaat. RVW 2005

Waterbezwaar De mate van wateroverlast in een lager gelegen pand als gevolg van het schutten.

Waterkering (De keten van) objecten die voorkomen dat het hoger waterpeil van een buitengelegen gebied achter de kering kunnen optreden.

Watersysteem Een geografisch afgebakend, samenhangend geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers en technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen. RVW 2005

Zoutbezwaar De mate van indringing van zout water in een zoetwatersysteem als gevolg van het schutten.

A.4 Brondocumenten systemspecificatie Nieuwe Zeesluis

- [01] Eisen t.b.v. KES CNB, reg.nr 11-04127
- [02] Eisen/Wensen van waterschap Rijnland en HHNK
- [03] Handleiding Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid
- [04] KES Eisen+Wensen Haven Amsterdam_Brief KES
- [05] Klant Eisen Specificatie
- [06] Landschapsbeleidsplan Velsen Achtergronden (concept)
- [07] Landschapsbeleidsplan Velsen Visie en streefbeelden (concept)
- [08] Landschapsonderzoek Zeesluis IJmuiden
- [09] Leidraad OEI deel 1 Hoofdrapport
- [10] mail aanvullende Wensen/Eisen KES Nautisch cluster
- [11] mail Wensen/Eisen Gemeente Velsen
- [12] mail Wensen/Eisen KES DWS
- [13] mail Wensen/Eisen KES Milieudienst IJmond
- [14] mail Wensen/Eisen KES Provincie Noord Holland (Waterkeringmensen)
- [15] mail Wensen/Eisen KES Provincie Noord-Holland
- [16] Milieubeleidsplan Gemeente Velsen 2008-2012
- [17] Monumenten in de gemeente Velsen
- [18] Notitie Grondstromen Zeepoort IJmond versie woensdag
- [19] Notitie Technische aspecten Nieuwe Zeesluis
- [20] Rapport Beveiligingsmaatregelen IJmuiden - 1789077, 3 Juni 2008
- [21] Rapport Uitgangspunten Civiele Constructies
- [22] Second opinion op kKBA rapportage in de Mirt-verkenning
- [23] Structuurvisie Noord-Holland 2040
- [24] Subvariantennota
- [25] Technisch achtergrond document Project Zeetoegang IJmond
- [26] Terugkoppeling KES: bluswater + aanwezigheid heliplatform
- [27] Tracéwetprojecten, Sjabloon Algemeen bijlagerapport uitgangspunten akoestisch onderzoek versie 2
- [29] Vaststelling van de begrotingsstaat van het Infrastructuurfonds voor het jaar 2010
- [30] Verslag overleg invulling OCD
- [31] Verslag overleg Nautisch Cluster
- [32] Verslag overleg Overheidscluster
- [33] Verslag overleg RWS Cluster
- [34] Verslag overleg Veiligheidscluster - 18 april 2011
- [35] Vraagspecificatie definitieve versie (bijlage bij nota van inlichtingen)
- [36] Update Hydraulische Ontwerp Randvoorwaarden Nieuwe Zeesluis IJmuiden
- [37] Rapport Zoutindringingsonderzoek incl. figuren
- [38] VO nota Integrale Subvariant 1