

Proof of Concept

Planstudie Nieuwe Zeesluis IJmuiden - fase 1

Documentnummer: WPPoC-20111215-EBR-01

Datum	12 maart 2012
Status	Definitief

In deze publicatie wordt slechts de mening van de auteur weergegeven. De Europese Unie is niet aansprakelijk voor het gebruik dat eventueel wordt gemaakt van de informatie in deze publicatie.

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Noord Holland
Informatie	Frans Loman
Telefoon	06-52077766
Email	frans.loman@rws.nl
Uitgevoerd door	DHV B.V. en Iv-Infra b.v.: Eric Brasser
Opmaak	Huisstijl RWS
Datum	12 maart 2012
Status	Definitief
Versienummer	2.0

Inhoud

1	Samenvatting-6
1.1	Studiegebied-6
1.2	Probleemstelling-7
1.3	Doel van de Proof of Concept-7
1.4	Scope-7
1.5	Ontwerpproces-8
1.6	Resultaten-9
1.6.1	Nautisch veilig en vlot-9
1.6.2	Beschikbaar en betrouwbaar-11
1.6.3	Risico's acceptabel en beheersbaar-11
1.6.4	Aanleg- en onderhoudskosten-13
1.7	Duurzaamheid en innovatie-14
2	Verschilanalyse-16

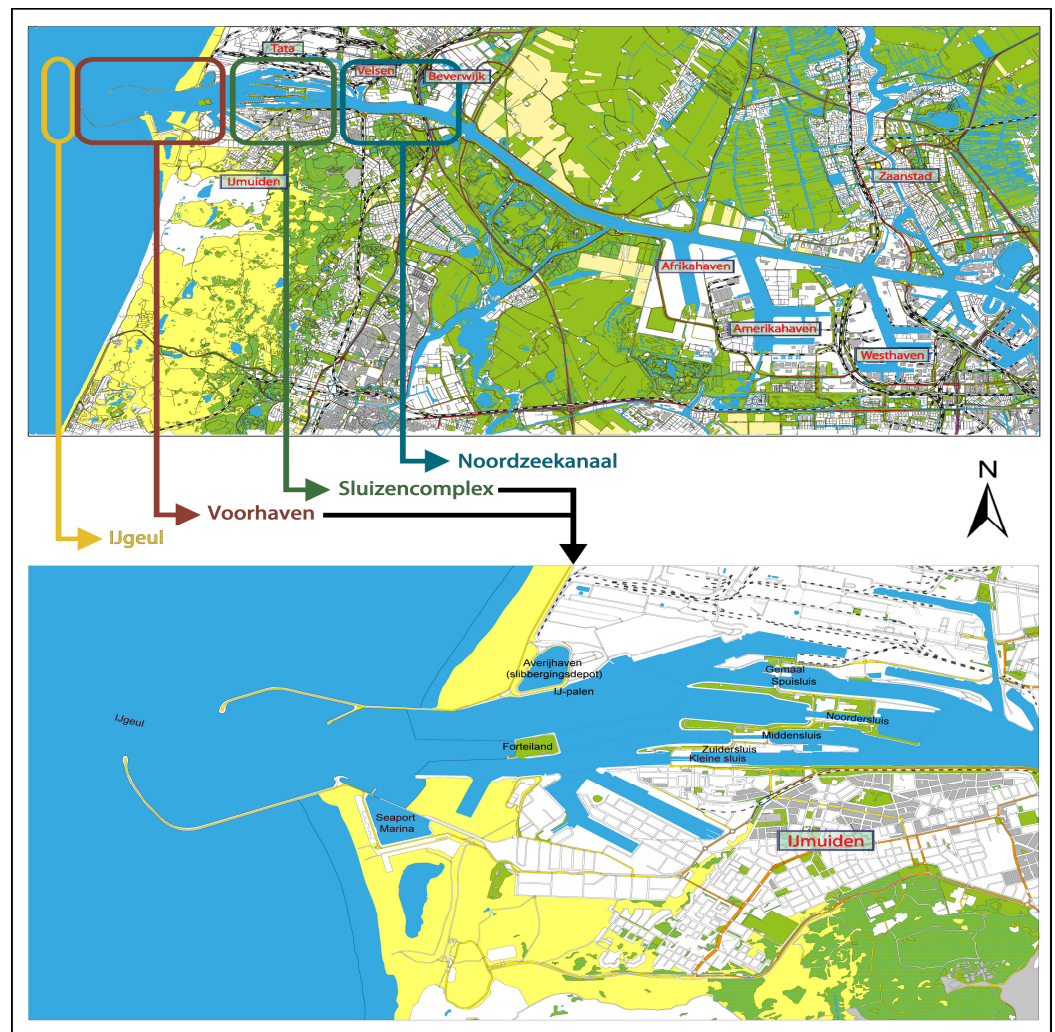
1 Samenvatting

Voor u ligt de samenvatting van de Proof of Concept Zeetoegang IJmond, onderdeel van de planstudie van de Nieuwe Zeesluis fase 1. In deze Proof of Concept is aangetoond dat diverse ontwerpen voor een nieuwe zeesluis mogelijk zijn binnen het budget en conform de eisen.

1.1 Studiegebied

Het Noordzeekanaalgebied strekt zich uit van de IJgeul tot de Oranjesluizen bij Amsterdam. Centraal in het gebied ligt het Noordzeekanaal, dat de havens van het Noordzeekanaalgebied (NZKG) een directe verbinding met de Noordzee biedt. Vanaf de Noordzee kunnen schepen het Noordzeekanaal bereiken via de IJgeul en het zeesluizencomplex in IJmuiden. Het sluizencomplex van IJmuiden bestaat uit de Zuiderluis, de Middensluis, de Noordersluis, het gemaal en de Spuisluizen. Het gehele complex heeft een waterkerende functie. In onderstaande figuur 1-1 is het sluizencomplex weergegeven en is te zien hoe het complex in zijn omgeving ligt.

Figuur 1-1
Zeesluizencomplex en omgeving



1.2 Probleemstelling

Rijkswaterstaat heeft in de periode november 2007–oktober 2008 de MIRT-verkenning Zeetoeegang IJmond uitgevoerd. Uit de MIRT-verkenning komt als hoofdconclusie naar voren dat in de periode 2030-2035 de Noordersluis om technische redenen toe is aan een grondige renovatie of vervanging om de zeehavens van het Noordzeekanaalgebied bereikbaar te houden. Daarnaast kan ook de hoogwaterkeringsfunctie van het complex als gevolg van de ouderdom in gevaar komen.

De Provincie Noord-Holland en de gemeente Amsterdam hebben daarbij de wens geuit de nieuwe zeesluis, met het oog op de potentiële groei en schaalvergroting in de scheepvaart, ruimer te bemeten dan de huidige Noordersluis (400*50*-15 meter) en eerder operationeel te laten zijn.

Daarnaast hebben de gemeente Amsterdam en het (toenmalige) Minister van Verkeer en Waterstaat een business case opgesteld.

De resultaten van zowel de MIRT-verkenning als de business case zijn uitgewerkt in het Convenant planstudie fase Zeetoeegang IJmond. Als vertrekpunt voor de afmetingen worden in het convenant de maten 500m*65m*-18m genoemd, tevens is overwogen dat de Noordersluis ultimo 2029 vervangen moet zijn.

1.3 Doel van de Proof of Concept

De Proof of Concept beschrijft vier sluisvarianten die technisch haalbaar zijn met een risicoprofiel dat voor de opdrachtgever acceptabel en goed beheersbaar is. De ontwerpen moeten nautisch veilig zijn en een beschikbaarheid van minimaal 98% halen. Daarbij moeten de investering- en onderhoudskosten inzichtelijk gemaakt worden om de financierbaarheid te kunnen bepalen. Een belangrijk neven doel is om voldoende informatie te leveren die kan worden gebruikt in fase 2 van de planstudie.

1.4 Scope

De nieuwe zeesluis en de objecten die beïnvloed worden door de aanleg en of het gebruik van de nieuwe sluis vormen de scope van de proof of concept. Drie sluisvarianten zijn onderzocht en vergeleken met de nulvariant: vervangen van de Noordersluis met dezelfde afmetingen (vervangen van de Noordersluis door een nieuwe sluis met dezelfde afmetingen) (tabel 1-1).

Tabel 1-1

Varianten in de proof of Concept

Variant	Kolkbreedte tussen de wanden	Kolk lengte tussen de stopstrepen	Drempeldiepte
1	65 m	500 m	NAP-18m
2	70 m	500 m	NAP-17 m
3	60 m	500 m	NAP-18 m
nul	50 m	400 m*	NAP-15 m

*In het ontwerpproces is gebleken dat vanwege ruimtegebrek in breedtezin het noodzakelijk was om de kolk lengte te vergroten voor variant 1 met sectordeuren en variant 3 en nulvariant met rechte roldeuren. Een langere lengte heeft nagenoeg geen effect op de capaciteit van de sluis zoals blijkt uit rapport Probleemanalyse en Uitgangspunten Milieutoets en MKBA en dus ook niet op de baten. Verder heeft het ook een klein effect op de kosten (ca. €8 miljoen duurder voor variant 1 en 3) en de milieueffecten. Door het voortschrijdend inzicht gedurende de studie is gebleken dat meer ruimte beschikbaar is richting Middensluis. De vergroting van de kolk lengte is daarmee niet meer strikt noodzakelijk. In de MKBA is de nulvariant met een lengte van 400 m kolk als basis genomen in de analyses,

1.5 Ontwerpproces

Het ontwerpproces is gestart met het inventariseren van alle eisen en wensen voor een nieuwe zeesluis bij de stakeholders zoals Centraal Nautisch Beheer, Loodswezen, vletterlieden, sleepdiensten, Veiligheidsregio, Rijkswaterstaat, Haven Amsterdam, Gemeente Velsen en Provincie Noord-Holland. In een **Klanten Eisen Specificatie** (KES) zijn de eisen en wensen gerubriceerd, geanalyseerd en al dan niet gehonoreerd. De geraadpleegde stakeholders hebben vervolgens ingestemd met de KES met uitzondering van een viertal wensen met betrekking tot de beschikbaarheid, schutpeilen, deurbeweging- en nivelleertijd. Over deze wensen is nog overleg gaande tussen Rijkswaterstaat en Haven Amsterdam. Voor het verdere ontwerpproces is een aanname gedaan betreffende deze eisen.

Tevens is een **Operationeel Concept Document** (OCD) opgesteld waarin is aangegeven hoe de beheersorganisatie en hulpdiensten in de praktijk (tijdens de bouw en in de nieuwe situatie) omgaan met de nieuwe zeesluis en objecten die beïnvloed worden door de aanleg van de nieuwe sluis.

Voor specifieke onderdelen van de nieuwe sluis zoals locatie, deur met bewegingswerk, sluishoofd, kolkwand- en bodem en nivelleersysteem zijn subvarianten gegenereerd, beoordeeld, uitgewerkt en afgewogen. Hierbij zijn de aspecten technische haalbaarheid, nautische veiligheid, stichtings- en onderhoudskosten, risicoprofiel, bouwtijd, beschikbaarheid, betrouwbaarheid, duurzaamheid en wachttijdreductie van de diverse subvarianten ten opzichte van elkaar bepaald. Deze variantenstudie is gerapporteerd in een **subvariantennota**. De diverse varianten voor onderdelen van de sluis zijn samengesteld tot een aantal integrale subvarianten die weer onderling op dezelfde aspecten zijn beoordeeld en afgewogen. Dit heeft geleid tot een keuzevoorstel wat is verwoord in de **Memo voorstel uit te werken integrale subvarianten**.

Op basis van de eerste resultaten van de variantenstudie (subvariantennota) is de nautische veiligheid van een 65 m brede sluis met gekromde roldeuren nader onderzocht met behulp van een real-time simulatie. Later in het proces is er een gevoeligheidsanalyse gedaan voor de nautische veiligheid voor de latere variantkeuzes.

Per sluisvariant is een integrale subvariant gekozen waarvan er twee (variant 1 en 2) zijn uitgewerkt tot voorontwerp. De resultaten van deze uitwerking zijn tevens gebruikt voor de actualisatie van de schetsontwerpen van variant 3 en de nulvariant.

De dimensies van de hoofdonderdelen van de nieuwe zeesluis, de belangrijkste details en het onderhoudsconcept zijn uitgewerkt voor een nadere onderbouwing van de technische haalbaarheid en opdat een nauwkeurige kostenraming, risicoprofiel, realisatieplanning en beschikbaarheid- en betrouwbaarheidsanalyse gemaakt konden worden. Daarbij is ook een Integraal Veiligheids Plan opgesteld en zijn de effecten op omliggende objecten bepaald. De hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp zijn geactualiseerd, de uitgangspunten voor het ontwerp van de civiele constructies zijn bepaald en samen met de overige eisen aan objecten vastgelegd in een Systeemspecificatie. Ten slotte is er een model gemaakt waarmee voor tussenliggende afmetingen voor de breedte en diepte van de sluis de effecten op kosten en baten kunnen worden bepaald. De resultaten zijn vastgelegd in een viertal **ontwerpnota's, een kostennota en een memo schatting kosten en**

effecten afwijkende afmetingen. De realisatietijd en de bijbehorende risico's zijn verwerkt in een **PPI planning** en alle risico's zijn opgenomen in het **risicodossier**.

In een aanvullende nautische studie is de relatie onderzocht tussen toepassing van een bredere rechte roldeur voor de sluisvarianten tussen 63 en 70 m kolkbreedte en de nautische veiligheid van de in – en uitvaart van de Middensluis. Toen uit de studie naar voren kwam dat de ruimte hiervoor beschikbaar is, met aanvaardbare aanpassingen aan de invaartprocedure van de Middensluis, zijn ook van deze varianten kosten bepaald en zijn deze varianten meegenomen in de eindafweging voor het voorkeursalternatief.

Het ontwerpproces is begeleid door het technische team van Rijkswaterstaat en Haven Amsterdam en de resultaten zijn beoordeeld en gepresenteerd aan een internationaal panel van deskundigen, de Advisory Board.

1.6 Resultaten

1.6.1 Nautisch veilig en vlot

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 zo min mogelijk des-investering in de bestaande (sluis) infrastructuur en dus zo min mogelijk nadelen voor de bestaande functies en objecten.

In de verkenningsfase is gebleken dat de vaaras van de nieuwe sluis tussen de Middensluis en Noordersluis gepositioneerd moet worden. 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 voldoet het beste aan de eisen.

Het simulatoronderzoek, gericht op een veilige in- en uitvaart van de nieuwe zeesluis bij moeilijke wind en stromingscondities, geeft aan dat het maatgevende containerschip (366 x 51,5 m) en de gelichterde en geballaste bulkcarrier (366 x 51 m) met sleepbootassistentie de sluis van 65 m breedte veilig kunnen passeren onder de volgende voorwaarden:

- 1 Verruiming van de bocht noordoostelijk van Forteiland met ongeveer 25 meter is noodzakelijk;
- 2 Verwijderen landtong ten noordwesten en zuidoosten van de Middensluis;
- 3 De noodzakelijke fuikwand aan de zijde van de Middensluis wordt als hinderlijk ervaren omdat er geen ruimte is voor de sleepboten, er zuiging kan ontstaan en vooral het containerschip (windgevoeliger) gedwongen is noordelijk van de aslijn van de sluis te varen, waardoor de vaart naar en van de Noordersluis tijdelijk gehinderd wordt. De vier sluisvarianten onderscheiden zich van elkaar door het verschil in lengte en oriëntatie van de fuikwand: hoe korter en hoe groter de hoek met de as van de sluis, hoe meer manoeuvreerruimte en daarmee minder hinder;
- 4 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 ten gevolge van het nivelleren van de Noordersluis, te laten uitdempen; voor de invaart vanuit zee zal 10 à 15 minuten gewacht moeten worden. De positie van het buitenhoofd meer ten westen van het buitenhoofd van de Noordersluis (zoals bij variant 2) is het gunstigst daar de dwarsstroom ten gevolge van nivelleren van de Noordersluis in dat geval afneemt.

De krachten op het schip tijdens het nivelleren mogen niet te groot zijn om trosbreuk te voorkomen. Uit de variantenafweging komt nivelleren door middel van schuiven in de deuren als meest optimale nivelleersysteem naar voren. Het is toepasbaar voor de varianten 1,2 en 3. Echter voor de nulvariant dient een systeem met korte omloopriolen gekozen te worden vanwege de ongunstigere lengte-diepte verhouding van de sluiskolk.

De voorzieningen om schepen af te meren in de kolk zijn vergelijkbaar aan die van de Noordersluis waarbij extra winches zijn opgenomen langs de kolk met het oog op de toekomst waarbij er wellicht niet meer met lierwagens wordt gewerkt. De aangenomen eisen met betrekking tot deurbeweging- en nivelleertijden zijn haalbaar met de ontworpen voorzieningen. Omdat de wijze van passeren erg vergelijkbaar is aan die van de Noordersluis zullen de passeertijden vergelijkbaar zijn.

Invaartprocedure Middensluis

De hieronder beschreven conclusies en aanbevelingen volgen uit de resultaten van de real-time simulaties voor de oostelijke voorhaven van de Middensluis. Deze simulaties zijn uitgevoerd voor het nader bepalen van de relatie tussen de beschikbare ruimte in de oostelijke voorhaven van de Middensluis bij realisatie van de nieuwe zeesluis met een rechte roldeur en de hinder voor de scheepvaart van en naar de Middensluis. Het onderzoek is uitgevoerd met twee breedtevarianten van de Nieuwe zeesluis (63 m breed en 70 m breed) en met drie scheepstypen (vierbakduwstel 193,5 x 22,8 m, containerschip 125 x 19 m en coaster 100 x 15,4 m) varende bij locale windcondities, behorend bij een ongestoorde windsnelheid van 15,4 m/s (Beaufort 7). Daarnaast zijn nog gevoeligheidsvaarten uitgevoerd bij een Beaufort 8 windconditie.

Uit de real-timesimulaties komen de volgende conclusies en aanbevelingen naar voren:

- De 63 m variant van de Nieuwe Zeesluis geeft in het algemeen betere resultaten dan de 70 m variant bij de beoordeling door de duwvaartkapiteins en loodsen en bij de analyse van de numerieke gegevens dan de 70 m variant;
- De uitkomst van de simulatievaarten in de 70 m variant van de Nieuwe Zeesluis geeft echter in absolute zin ook geen onveilige resultaten. Hiermee wordt aangegeven dat de 70 m variant niet ideaal is, maar zeker niet zodanig slecht dat dit in de normale schutpraktijk tot problemen zal leiden op het gebied van vlotte en veilige vaart. Dit geldt zeker gezien het feit dat de simulaties uitgevoerd zijn onder de als maximaal beschouwde windomstandigheden voor passage van deze sluis met deze schepen;
- De veel kortere oprijnlengthe voor de sluis in de 70 m variant is minder gunstig maar is voor de betreffende schepen voldoende om de sluis veilig aan te lopen of te verlaten. Hierbij is wel een voorwaarde dat de zuidzijde van de zuidelijke kolkconstructie van de nieuwe zeesluis wordt voorzien van een voldoende hoge geleideconstructie, die zonder onderbreking doorgaat in het geleidewerk vlak voor de sluis;
- Aan de zuidzijde van de zuidelijke kolkconstructie van de nieuwe zeesluis mogen geen schepen afmeren omdat dan de vrije lengte voor de in- en uitvaart van de sluis te zeer wordt beperkt;
- De plaatsing van de deurkas aan de zuid-oostzijde van de nieuwe zeesluis wordt als hinderlijk ervaren maar levert geen echte problemen op. Wel zal de veiligheid en de vlotheid verhoogt worden indien deze deurkas hier niet het vaarwater

insteekt, omdat de schepen dan bij de invaart eerder op een stabiele koers de sluis kunnen aanvaren;

- De geteste Beaufort 7 windcondities zijn voor het geteste vierbaksduwstel en het containerschip de limiet. Bij hogere windsnelheden zijn deze schepen met de betreffende boegschroefvermogens niet meer veilig te controleren. De coaster is bij de geteste Beaufort 8 condities nog wel veilig te manoeuvreren, maar dit wordt vooral veroorzaakt doordat dit schip veel meer ruimte heeft en daardoor harder kan varen tot in de sluis;
- Het gebruik van een elektronische kaart (ECDIS) is van groot belang voor de veiligheid als de Middensluis wordt gebruikt door de maatgevende schepen. Dit hulpmiddel vergroot de nauwkeurigheid van de navigatie aanzienlijk en verkleint daarmee de foutenmarges. Alleen bij de vaarten met de coaster wordt de ECDIS niet door alle loodsen als noodzakelijk gezien. Deze systemen zijn overigens aanwezig op de duweenheden en ook de loodsen beschikken over draagbare systemen, die mee aan boord genomen kunnen worden.

1.6.2 *Beschikbaar en betrouwbaar*

Het type deur, inclusief bewegingswerk, besturing- en bedieningssysteem, bepaalt in hoge mate of aan de beschikbaarheids van de schutfunctie van 98% van de tijd kan worden voldaan. Vier deurconcepten, namelijk rechte en kromme roldeuren, puntdeuren en sectordeuren, zijn technische haalbaar en er kan mee worden voldaan aan de beschikbaarheids.

De rechte roldeur is het meest optimaal kijkend naar de gehanteerde keuzecriteria. Voor variant 1 is de subvariant met sectordeuren uitgewerkt, voor variant 2 is de subvariant met de puntdeuren met eb- en vloerdeuren uitgewerkt. Voor de sectordeuren is het vanwege de beperkt beschikbare breedte voornamelijk noodzakelijk om de deuren met de sluishoofden naast de bestaande hoofden van de Noordersluis te plaatsen met als gevolg dat de kolk lengte vergroot moet worden naar 545 m.

Reserve deuren inclusief aandrijving op korte afstand van de sluishoofden zijn essentieel voor het halen van de beschikbaarheids. Daartoe zijn de deuren zelfstandig drijvend ontworpen opdat deze snel uitgewisseld kunnen worden voor onderhoud of bij een calamiteit. Verder dienen belangrijke onderdelen zoals bediening- en besturingssysteem dubbel uitgevoerd te worden en dienen er noodstroom-voorzieningen te zijn. Bij de variant met puntdeuren dient er altijd vierkant gesloten te worden d.w.z. dat zowel eb- als vloerdeuren gesloten en geopend moeten worden.

Indien de beschikbaarheids verhoogd wordt naar 99% dan zijn er ook reserveonderdelen noodzakelijk voor verkeersinstallatie, beseining, laag- en middenspanningsverdelers, niveaumeetinstallatie, trafo's en CCTV. De extra kosten voor deze maatregelen bedragen ca. € 0,2 miljoen, de netto contante waarde van de extra baten over 100 jaar bedraagt ca. € 7 miljoen.

De sluis voldoet aan de normen voor betrouwbaarheid van de kerende functie door de hele sluis (beide sluishoofden incl. deuren en de kolkwanden) met dezelfde kerende hoogte en veiligheidsklasse aan te leggen en bij de variant met puntdeuren altijd beide deurstellen te sluiten. Deze keuze blijkt een lagere investering te vragen dan allen een verhoogd buitenhoofd met dubbele deuren.

1.6.3 *Risico's acceptabel en beheersbaar*

Er is weinig fysieke ruimte om een nieuwe zeesluis te bouwen tussen de Noordersluis en Middensluis, die samen met de wegverbinding en de primaire

waterkering, moeten blijven functioneren. Bovendien is de ondergrond zettingsvloeiingsgevoelig, niet geheel in kaart gebracht en kunnen er niet gesprongen explosieven aangetroffen worden. Vooral de aanleg van de sluishoofden en de kolkwanden is bepalend voor het risicoprofiel. Omdat de ondergrond gevoelig kan zijn voor zettingsvloeiingen en het noordelijke sluishoofd en de kolkwanden zeer dicht tegen de bestaande sluishoofden van de Noordersluis gebouwd moet worden, is gekozen voor zoveel mogelijk trillingsvrije bouwmethoden.

Voor de sluishoofdwanden is gekozen voor een pneumatische caisson methode die eerder succesvol is toegepast voor de sluishoofden van de tweede sluis Lith. De caissons bestaan uit een aantal betonnen dozen met interne vloeren, wanden en snijranden die, door het onder verhoogde luchtdruk verwijderen van de grond tussen de snijranden, gecontroleerd op diepte worden gebracht. De caissons worden zoveel mogelijk ter plaatste gebouwd of anders met een hefschip aangevoerd.

Tussen de sluishoofdwanden wordt een drempel samengesteld uit prefab betonnen dozen die worden afgezonken en gekoppeld met de sluiswanden waardoor een monoliete verbinding ontstaat en het geheel stabiel en stijf genoeg is om de krachten vanuit de deuren op de ondergrond over te dragen. Het gaat om een bouwmethode die vergelijkbaar is met een afgezonken tunnel. Onder- en achterloopsheid wordt voorkomen door het aanbrengen van kwelschermen ter plaatse van de drempel en door de diepe ligging van de onderkant van de caissons. De noordelijke kolkwanden en de fuikwand ter plaatste van de Middensluis worden uitgevoerd als ontlastvloerconstructie. Deze bestaat uit een combiwand van stalen buispalen met damwand tussenplanken die in een bentoniet sleuf geplaatst worden om ongewenste trillingen te voorkomen. Om de horizontale belasting op de combiwand te beperken wordt een ontlastconstructie van betonnen vloeren en wanden met trillingsvrije stalen schroefbuisankers met groutinjectie en in de grond gevormde grondverdringende betonnen palen aangebracht.

Daar waar de kolkwand in het water aangelegd moet worden, is een ontlastvloerconstructie niet mogelijk en wordt een kistdamconstructie toegepast.

Deze bestaat uit twee rijen combiwanden die aan elkaar gekoppeld worden met stalen ankers en aan de bovenkant met een betonnen balkenrooster.

Beschermingsconstructies beperken het aanvaarrisico van sluishoofden en deuren in zowel de bouw- als gebruiksfase.

Door de kolkwanden en het oostelijke sluishoofd inclusief deuren eerst aan te leggen ontstaat een vervangende primaire waterkering en wegverbinding waarna ter plaatse van de huidige primaire waterkering het westelijke sluishoofd aangelegd kan worden. Het westelijk deel van het Middensluiseland wordt als bouwterrein gebruikt en bouwmaterialen worden veelal via water aangevoerd. Met deze fasering en bouwmethodiek worden scheepvaart en wegverkeer zo min mogelijk gehinderd en wordt de primaire waterkering altijd gehandhaafd.

Het risicoprofiel is hiermee beperkt. Verdere beperking van de restrisico's voor de aanlegfase is mogelijk door uitgebreider grondonderzoek en detectieonderzoek naar conventionele explosieven. Zoals blijkt uit de nautische en hydraulische studies zijn er nog een restrisico's tijdens het gebruik door de scheepvaart ten aanzien van negatieve golfeffecten van de fuikwand en onverwachte stromingen of trillingen ten gevolge van zout-zoet uitwisseling bij het openen van de deuren van de Noordersluis. Meer gedetailleerd hydraulisch en nautisch onderzoek kan meer zekerheid geven omtrent de aard en omvang van dit risico.

1.6.4

Aanleg- en onderhoudskosten

Uit de probabilistische ramingen op het niveau van voorontwerp (VO) voor de varianten 1c (met sectordeuren) en 2b (met puntdeuren) en op het niveau van schetsontwerp (SO) voor alle 4 varianten met rechte roldeuren blijken de volgende aanleg- en onderhoudskosten in miljoenen euro's, incl. BTW, excl. kosten aanpassen Noordersluis volgend uit T0 onderzoek, prijspeil januari 2011 (tabel 1-2).

Tabel 1-2

Overzicht aanleg en onderhoudskosten probabilistische ramingen sluisvarianten met rechte roldeuren (mln €, incl. BTW, excl. aanpassingen Noordersluis, prijspeil 2011)

Kenmerken	Variant 1a	Variant 2a	Variant 3a	Nulvariant
Kolkbreedte tussen de wanden	65 m	70 m	60 m	50 m
Kolk lengte tussen de stopstrepen	500 m	500 m	500 m	400 m
Drempeldiepte	NAP-18m	NAP-17 m ¹	NAP-18 m	NAP-15 m
Type deuren	Rechte roldeuren	Rechte roldeuren	Rechte roldeuren	Rechte roldeuren
Detailniveau ontwerp	Schetsontwerp	Schetsontwerp	Schetsontwerp	Schetsontwerp

Kosten²**Investering (Rijk en regio)**

Investeringskosten met 70% zekerheid	€ 645-839	€ 671-870	€ 604-788	€ 498-648
--------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Verwachtingswaarde	€ 740	€ 772	€ 696	€ 573
--------------------	-------	-------	-------	-------

Variatiecoëfficiënt	13%	12%	12%	12%
---------------------	-----	-----	-----	-----

Onderhoud (Rijk)

Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten over 100 jaar met 70% zekerheid	€ 5,5	€ 5,8	€ 5,1	€ 4,5
---	-------	-------	-------	-------

Contante waarde over 100 jaar	€ 150	€ 158	€ 140	€ 120
-------------------------------	-------	-------	-------	-------

Levensduurkosten met 70% zekerheid	€ 991-1.196	€ 1.040-1.269	€ 928-1.115	€ 784- 946
------------------------------------	-------------	---------------	-------------	------------

Verwachtingswaarde	€ 1.094	€ 1.152	€ 1.023	€ 865
--------------------	---------	---------	---------	-------

Variatiecoëfficiënt	9%	9%	9%	9%
---------------------	----	----	----	----

Tabel 1-3

Overzicht aanleg en onderhoudskosten probabilistische ramingen sluisvarianten met sectordeuren en puntdeuren (mln €, incl. BTW, excl. aanpassingen Noordersluis, prijspeil 2011 met

Kenmerken	Variant 1c	Variant 2b
Kolkbreedte tussen de wanden	65 m	70 m
Kolk lengte tussen de stopstrepen	545 m	500 m
Drempeldiepte	NAP-18m	NAP-17 m ³
Type deuren	Sectordeuren	Puntdeuren
Detailniveau ontwerp	Voorontwerp	Voorontwerp

Kosten⁴**Investering**

Investeringskosten met 70% zekerheid	€ 822-1.027	€ 797-1.003
--------------------------------------	-------------	-------------

Verwachtingswaarde	€ 922	€ 905
--------------------	-------	-------

Variatiecoëfficiënt	11%	11%
---------------------	-----	-----

¹ Bij variant 2 is de drempeldiepte lager omdat door de grotere breedte schepen minder diepte nodig hebben om de sluis in te varen; het water kan in dit geval de sluis makkelijk verlaten langs en onder het schip.

² Alle kosten zijn prijspeil 1 januari 2011 incl. BTW

³ Bij variant 2 is de derempeldiepte lager omdat door de grotere breedte schepen minder diepte nodig hebben om de sluis in te varen; het water kan in dit geval de sluis makkelijke verlaten langs het schip.

⁴ Alle kosten zijn prijspeil 1 januari 2011 incl. BTW

Onderhoud

Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten over 100 jaar met 70% zekerheid	€ 7	€ 6,7
Contante waarde over 100 jaar	€ 187	€ 234
Levensduurkosten met 70% zekerheid	€ 1.273-1.507	€ 1.228-1.462
Verwachtingswaarde	€1.388	€1.347
Variatiecoëfficiënt	8%	8%

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat een sluis met een breedte van 60, 65 of 70 m binnen het in het convenant vastgestelde budget kan worden gerealiseerd, uitgaande van rechte roldeuren en aanpassing van de invaartprocedure voor de Middensluis en indexatie van het budget naar het huidige prijspeil. De ramingen laten zien dat de vereiste variatiecoëfficiënt voor een VO- en SO-raming van resp. 25 en 40% ruim gehaald zijn.

1.7 Duurzaamheid en innovatie

Parallel aan het ontwerpproces is een studie uitgevoerd naar een duurzame en innovatieve sluis. Hierbij zijn in een vijftal stappen met behulp van interviews en workshops duurzame en/of innovatieve varianten gegenereerd die in de volgende ontwerpfase uitgewerkt en geïntegreerd kunnen worden.

Er bestaan goede mogelijkheden om een duurzame en innovatieve sluis te realiseren. Door de toepassing van modulaire bouwsystemen voor de zuidelijke kolkwand, vloer, sluishoofden en deuren is aanpassing van het kolkvolume in de toekomst mogelijk. Initiële aanlegkosten kunnen dan laag blijven en als blijkt dat er economische behoefte is aan vergroting van de kolk dan is dat toch relatief eenvoudig mogelijk. Hiermee wordt de MKBA gunstiger. Het risicoprofiel voor de realisatie wordt echter verhoogd, door de beperkte ervaring met dit soort bouwsystemen voor sluizen.

Vismigratie en visverblijf kunnen verder verbeterd worden door eenvoudige maatregelen zoals de damwandkassen van de sluiswanden rond de eb- en vloedzone te voorzien van bakjes waar water in blijft staan maar ook de geleide- en remmingwerkpalen te voorzien van zogenaamde 'hoela-hoepts', een soort korven waar wieren en schaaldieren zich kunnen vestigen en die als schuilplaats kunnen dienen voor vissen.

Het draagvlak voor en een positieve beleving van het sluizencomplex kan versterkt worden door de overblijvende landtongen met vrijkomend zand in te richten als duingebied. Dit kan gecombineerd worden met de plaatsing van enkele windturbines.

Een duurzaam gebouwd en energieneutraal bezoekerscentrum, met bijvoorbeeld een uitkijktoren en waterbouwmuseum, kan wellicht gecombineerd worden met een nieuw bedieningsgebouw. Een eigentijdse vormgeving van de nieuwe elementen zorgt voor een logische opeenvolging van elementen uit verschillende perioden.

2 Verschilanalyse

De verschillen in aanleg- en gebruiksfase tussen de 4 sluisvarianten zoals hiervoor al zijn aangegeven zijn in tabel 2-1 nog een keer op een rijtje gezet.

Tabel 2-1

Overzicht verschilanalyse
sluisvarianten

Omschrijving	Eenheid	Variant 1a	Variant 2a	Variant 3a	Nulvariant
Kolkbreedte	meter	65	70	60	50
Drempeldiepte	meters t.o.v. NAP	-18	-17	-18	-15
Kolklengte	meter	500	500	500	500
Type deuren	-	rechte roldeuren	rechte roldeuren	rechte roldeuren	rechte roldeuren
Nivelleersysteem	-	deurvulling	deurvulling	deurvulling	omloopriolen
Deuraandrijving	-	pennenbaan	pennenbaan	pennenbaan	pennenbaan
Sluishoofd	-	Pneumatisch caisson met afgezonken prefab drempel			
Kolk- en fuikwanden					
Landzijde	-	Ontlastvloerconstructie			
waterzijde	-	Kistdamconstructie			
Kolkbodem	-	Betonnen zetstenen op grindbed en geotextiel			
Nautiek		o	o/-	o	o/+
Beschikbaarheid	%	>98	>98	>98	>98
Betrouwbaarheid	-	voldoet aan norm			
Risicoprofiel	%	12			
Investeringskosten	miljoen €	645 – 839	671 - 870	604 - 788	498 - 648
Onderhoudskosten	miljoen €/jaar	5.5	5.8	5.1	4.5
Realisatietijd	jaar	4			