

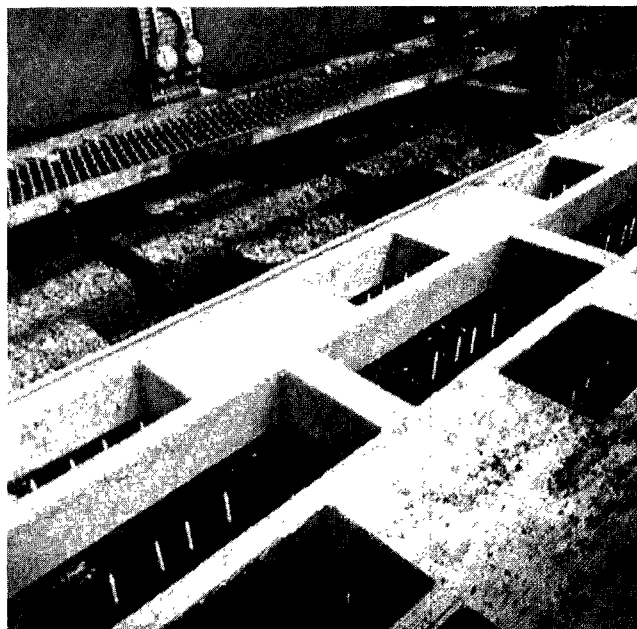


Foto 6 Fabricage blokkenmat

alle voorwaarden voldaan om een snelle verharding van de betonblokken te verzekeren. Wanneer aan het einde van deze stoomruimte de blokken voldoende waren verhard, werden de pallets onder de mat weggenomen en via een retourbaan teruggevoerd naar het uitgangspunt bij de betonstortmachine.

Met de regelmaat van de klok werd per periode van 8 minuten gedurende 30 seconden een lengte van 2 m blokkenmat de fabriek uitgestoten.

Buiten de fabriek werd de mat door een zogenaamde expansiekuil geleid en via een hydraulisch beweegbare vloer naar een voor de loswal liggende stalen cilinder, met een doorsnede van 10 m en een lengte van circa 42,50 m, getransporteerd. Wanneer een matlengte van 200 m op de cilinder was gewikkeld, werd deze losgemaakt van de baan die zich nog in het fabrieksgebouw bevond. Aan het einde van de mat werd een zogenaamde zinkbalk bevestigd. De geladen cilinder werd weggesleept; er voor in de plaats kwam een lege cilinder.

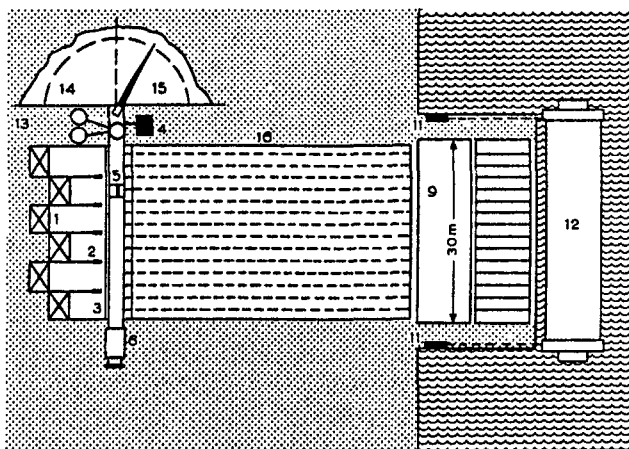
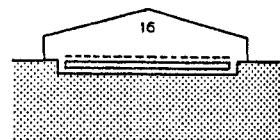
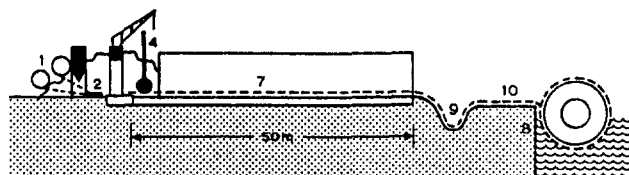
De continuïteit in het fabricage- en afzinkproces werd verzekerd door het beschikbaar zijn van een tweetal cilinders. Er kon tot een waterdiepte van circa 40 m worden afgezonden.

1.5 Installaties/materieel

1.5.1 Blokkenmatfabriek

Vooraf stond vast dat het een productiesysteem met lopende band zou moeten worden. Daarbij was het mogelijk de betonblokken te fabriceren en op de een of andere wijze op de mat te bevestigen dan wel de betonblokken in één van de fases van de lopende band op de mat te storten.

Zowel in economisch als technisch opzicht bleek de laatstgenoemde "instant"-methode de meeste voordelen te bieden (zie figuur 1).



- | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 Rollen en filterdoek | 6 Ontkistmachine | 11 Lieren voor rolaandrijving |
| 2 Naaimachine | 7 Transportbanden | 12 Rol met blokkenmat |
| 3 Pennenschietapparaat | 8 Loswal | 13 Cement |
| 4 Stoominstallatie | 9 Expansiekuil | 14 Zand |
| 5 Stortapparaat | 10 Bewegende vloer | 15 Grind |
| | | 16 Stoomloos |

Figuur 1 Overzicht van de fabriek voor de fabricage van blokkenmatten

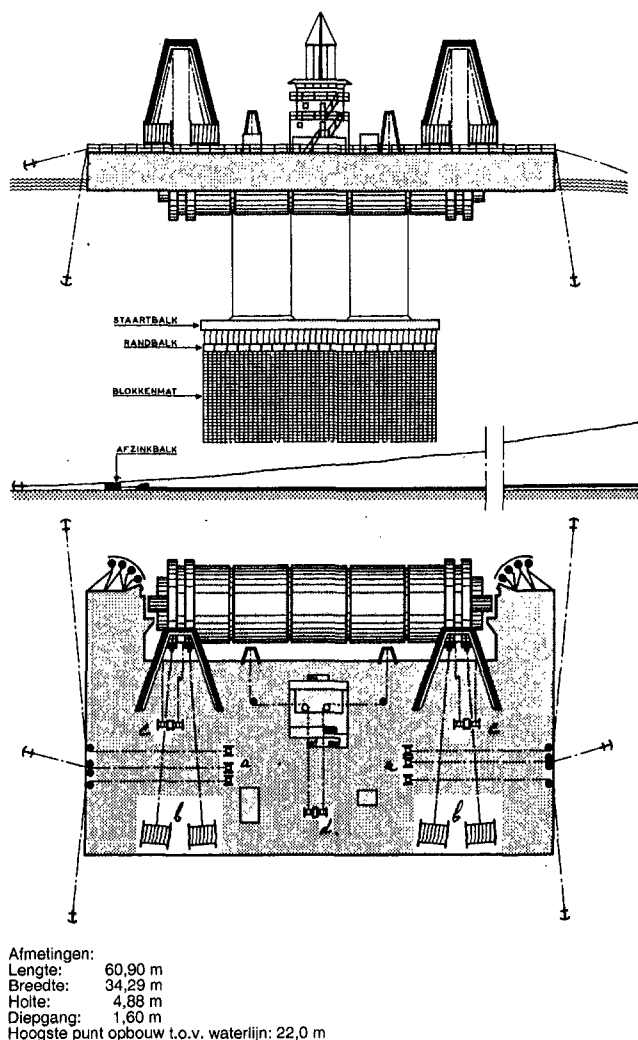
1.5.2 Blokkenmatlegponton DOS I

Bij het ontwerp van de ponton (DOS I) was gebruik gemaakt van en rekening gehouden met de ervaring die in het verleden was opgedaan met de beschikbare zink- en verankeringsystemen.

Als maatgevende omstandigheid waarbij moest worden gezonden, werd een waterdiepte van 40 m aangehouden. Verder werd rekening gehouden met een stroomsnelheid van 1 m/sec en een maximale golfhoogte van 0,5 m.

De krachten op de blokkenmat en de ponton waren gebaseerd op de door het Waterloopkundig Laboratorium en het Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation verspreide resultaten van onderzoeken in modellen. Als criterium daarbij gold dat de ponton met gedeeltelijk opgerolde blokkenmat een stroomsnelheid zou kunnen weerstaan van 1,7 m/sec en de verankerde ponton alleen, een stroomsnelheid van 2 m/sec. Op grond hiervan waren de afmetingen van de mat bepaald op maximaal 29,5 x 200 m. De ponton diende om de rol waarop de blokkenmat was aangebracht, tijdens het afzinkproces op de juiste plaats te houden en de mat met de gewenste snelheid af te voeren.

Met de zes aan dek geplaatste anker-/verhaallieren kon nauwkeurig in de vooraf vastgestelde baan worden verhaald.



Figuur 2 Voor- zij- en bovenaanzicht blokkenmatlegger (DOS I) met rol

Op de ponton (zie figuur 2) bevond zich bovendeks de opbouw ten behoeve van de accommodatie (zie figuur 3) en benedendeks de machinekamer.

Vanuit het centraal gelegen bedieningshuis werden de volgende aan dek opgestelde machines/werktuigen bediend (zie ook figuur 2):

- 6 hydraulisch aangedreven anker-verhaallieren (a);
- 4 elektrisch aangedreven mattenrollieren (b);
- 2 elektrisch aangedreven wentellieren (c);
- 1 elektrisch aangedreven balklier (d);
- 1 ballastpomp;
- 1 algemene dienstpomp;
- 1 lastransformator.

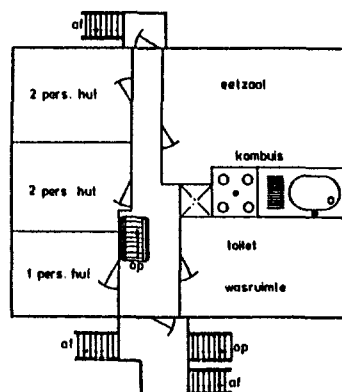
In de machinekamer stonden ten behoeve van de energievoorziening opgesteld:

- 3 (Indar) draaistroom generatoren, elk 140 kW;
- 1 (Indar) draaistroom generator van 6 kW;
- 1 (Indar) havengenerator van 30 kW.

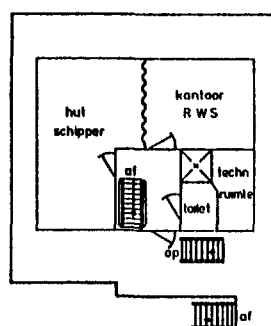
1.5.3 Blokkenmat(transport-)rol

In verband met de keuze de betonblokkenmatten aan de wal in een fabriek te fabriceren werden twee stalen cilinders, genaamd DOS II en DOS III, gebouwd ten behoeve

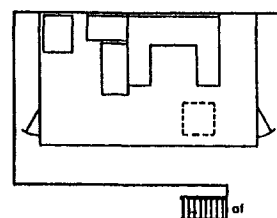
1^e verd. accommodatie



2^e verd. accommodatie



Bedieningshuis



Figuur 3 Indeling accommodatie DOS I

van het transport van de betonblokkenmatten naar de afzinklocatie (zie figuur 4 en foto 8).

De rol waarop de blokkenmat was aangebracht bestond uit een inwendig versterkte plaatstalen cilinder, waarvan de kopeinden geschikt waren gemaakt voor het aankoppelen van de rol aan de ponton, het bevestigen van de afzinkkabels en de beladingskabels en het stabiliseren van de rol in de gewenste stand.

Wanneer de rol aan de ponton was gekoppeld, werden aan elke zijde twee afremkabels aan de rol bevestigd; tijdens het afrollen namen zij de krachten op die als gevolg van gewicht en stromingsdruk door de mat werden uitgeoefend.

De lieren voor deze afremdraden leverden een gezamenlijke trekkracht van 4000 kN.

1.6 Transport en leggen betonblokkenmatten

De twee drijvende cilinders (zie foto 7) (totaal gewicht cilinder met mat ca. 1650 ton) werden door sleepboten getransporteerd (zie foto 8) naar de gereedliggende en nauwkeurig op locatie gestelde afzinkponton DOS I.

De geladen cilinder werd in het beun van de DOS I gevaren en door middel van aanslagen vergrendeld (zie foto's 9 en 10).

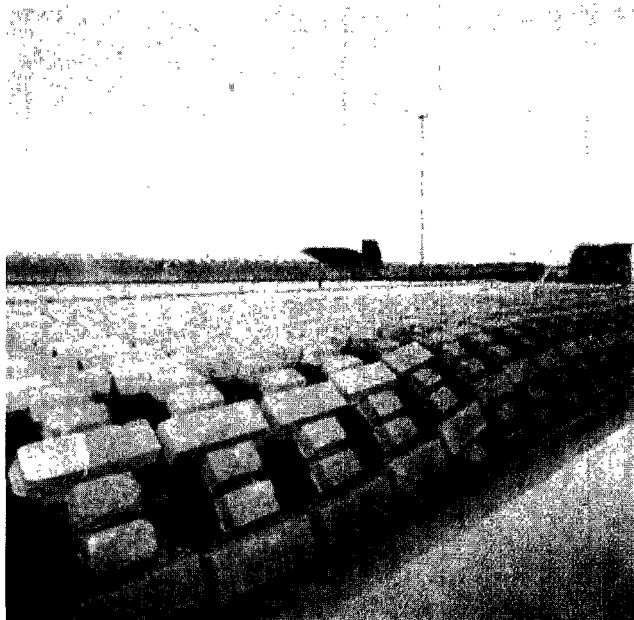


Foto 7 Blokkenmat wordt op de rol gewikkeld

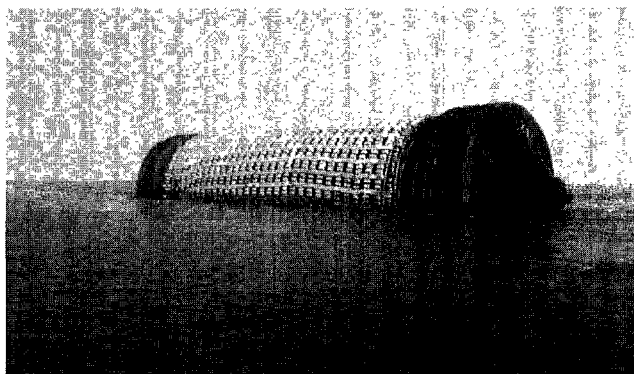


Foto 8 Blokkenmat (op rol) wordt naar de plaats van bestemming vervoerd

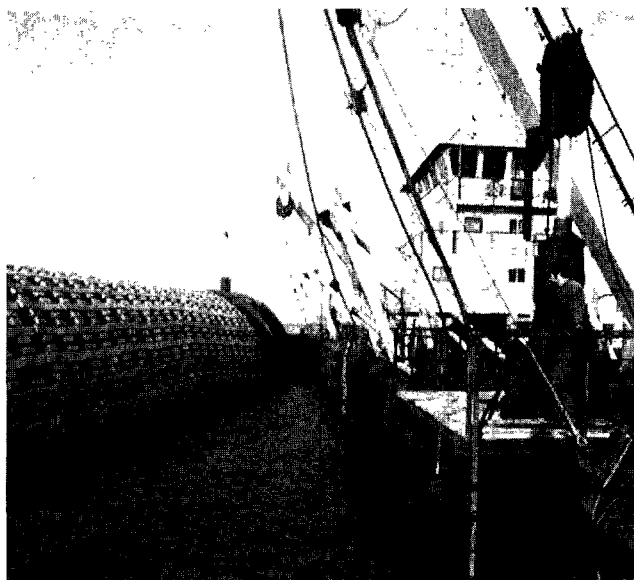
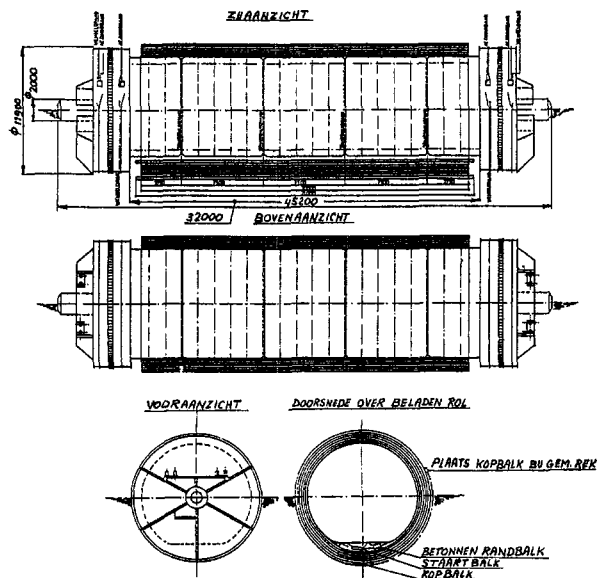


Foto 9 Invaren blokkenmatrol in het beun van de DOS I



Figuur 4 Blokkenmat(transport)rollen DOS II en DOS III

Direct na de laagwaterkentering begon, evenwijdig aan de stroomrichting, het afrollen van de mat. Eerst werd de cilinder met behulp van wentellieren in roterende beweging gebracht. Zodra de mat ver genoeg naar beneden hing begon het afvieren; synchroon daarmee werd de ponton verhaald met een snelheid van maximaal 4 m/min. Het feitelijke afzinken duurde ongeveer $1\frac{1}{2}$ uur.

Omdat de zware zinkbalk met behulp van ankers precies op de bodem in positie was gebracht, had men de zekerheid dat de blokkenmat op de voorgeschreven plaats op de bodem terecht kwam.

Tijdens het afzinken werd de plaats van het hangende gedeelte van de mat tussen rol en zeebodem voortdurend ingemeten.

Afwijkingen van de gewenste stand door scheve aanstroming dan wel te langzaam of te snel afvieren konden hierdoor tijdig worden gecorrigeerd.

De blokkenmat bevond zich aan het eind van een staartbalk. Nadat deze de bodem had bereikt, werd de overlapping van de nieuwe mat met de vorige (circa 3 m) gecontroleerd. Wanneer ontoelaatbare afwijkingen werden geconstateerd was het mogelijk de blokkenmat weer op de rol te wikkelen en de manoeuvre bij een volgende laagwaterkentering opnieuw uit te voeren.

Wanneer de operatie goed was verlopen, werden zowel de zinkbalk als staartbalk ontgrendeld, op de lege cilinder bevestigd en werd de lege rol teruggesleept naar de Sophiahaven.

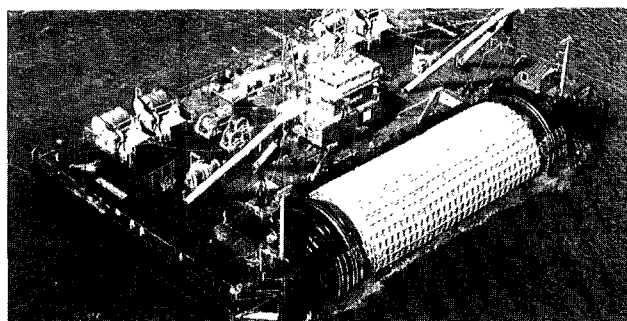


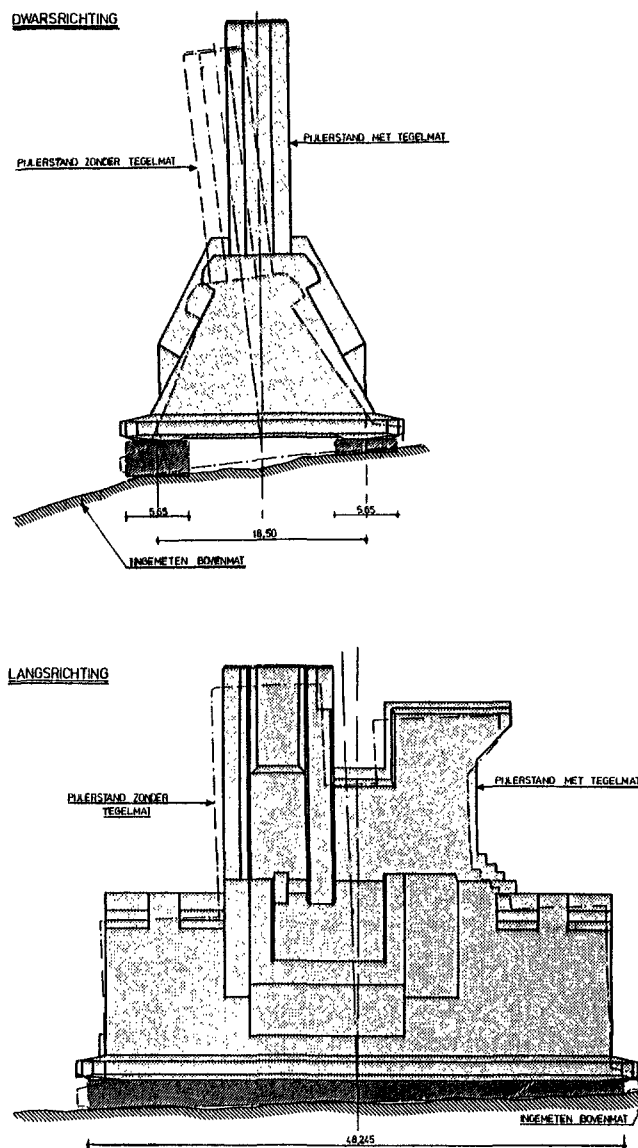
Foto 10 Afzinkponton DOS I met blokkenmat

2. Tegelmatten

2.1 Algemeen

Om mogelijke onvlakheden in de funderingsmatten te kunnen corrigeren moest een zogenaamde tegelmat als extra voorziening op de bovenste funderingsmat (bovenmat) kunnen worden aangebracht.

Deze voorziening bestond uit twee betonstroken van varia-



Figuur 5 Principe (gecontramalde) tegelmat

bele dikte die zodanig zouden moeten worden gefabriceerd, dat een contramal ontstond ten opzichte van de onvlotte funderingsmat (zie figuur 5).

De stroken hadden elk een breedte van 5,65 m, een lengte van 48,25 m en een onderlinge afstand van 18,50 m.

Elke strook bestond weer uit 14 paar strengen waarop de geprefabriceerde betonnen tegels waren bevestigd met een minimale en maximale dikte van respectievelijk 0,15 m en 0,60 m (doc. 1 en 2).

De mat werd na fabricage op een stalen cilinder DONAX II (de omgebouwde blokkenmatrol DOS II) gerold en met behulp van sleepbootassistentie getransporteerd naar de afzinklocatie.

2.2 Ontwerptgangspunten

Uit hydraulisch oogpunt moest de tegelmat een golf- en stroombestendige uitvlaklaag vormen in de bouwfasen, waarbij de eraan gestelde eisen werden toegespijst op stabiliteit, onderloopsheid en aanzanding.

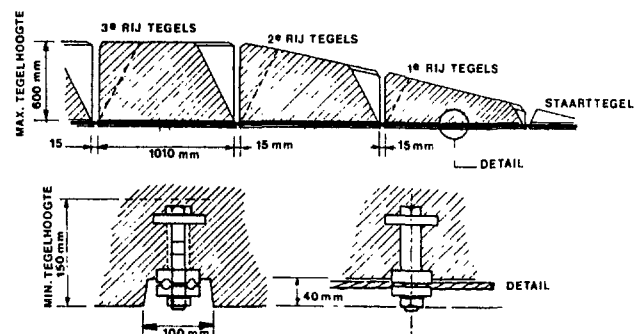
Voor wat betreft de onderloopsheid van de pijlers werden eisen gesteld ten aanzien van zandberging.

Grondmechanisch moest de tegelmat verticale- en horizontale (schuifweerstand) steun kunnen leveren in de bouw- en eindfase alsmede zoveel mogelijk de belasting spreiden.

De constructie moest ook een minimale levensduur hebben van 200 jaar.

Tevens werden er randvoorwaarden gesteld in verband met de pijlerconstructie, de opschooninstallatie en de apparatuur voor onderwaterspectie, zoals:

- afschuining van de zijkanttegels en een maximale dikte in verband met de aansluiting van de grindzak aan de pijlervoet op de funderingsmat;
- het begin en eind van de stroken voorzien van een "open afrit" (zie figuur 6);



Figuur 6 De tegels en hun bevestiging aan de mat

- geen obstakels aan de boven- en onderzijde; met andere woorden een glad oppervlak is vereist.

De vertaling van de randvoorwaarden heeft geleid tot:

- * Het gebruik van een zware kopbalk (900 kN onder water) in verband met de plaatsvastheid van de kopbalk onder invloed van krachten van de gekromde tegelmat bij het leggen.
- * De noodzaak van het handhaven van een kromtestraal van 4 m van de tegelmatstroken tijdens het leggen.
- * Een uitgebreide tolerantiebeschouwing voor de tegelmat ten opzichte van de te plaatsen pijler.

2.3 Matconstructie

Een uitvoerige verkenning van diverse mogelijkheden tot het samenstellen van de tegelmatten heeft geleid tot een concept bestaande uit twee matstroken met elk 46 rijen betonnen tegels, die door middel van klemmen aan 28 paar stalen strengen (de matdrager) werden gekoppeld.

Nadat er was besloten de fabricage en aanvoer van de betontegels door derden te laten uitvoeren, was de algemene werkmethode in grote lijnen bekend:

- de mat zou op het terrein van de blokkenmatfabriek worden geassembleerd en daarna, analoog aan de blokkenmatmethode, op één van de bestaande en aangepaste blokkenmatrollen worden gewikkeld (de DONAX II);
- het afzinken zou worden uitgevoerd met de aangepaste afzinkponton Dos I, (de DONAX I);
- na het afzinken van de mat zou het noodzakelijk zijn om opschoonwerkzaamheden te verrichten om zandinsluitingen op de mat te voorkomen en een controle-inspectie uit te voeren.

2.3.1 Belastingssituaties

Als de meest maatgevende belastingssituatie voor de matdrager werd de vertikaal hangende mat beschouwd. Voor het ontwerp van de tegels waren daarentegen de situaties bij het oprollen, het afzinken en de afgezonden mat bepalend. Het matconcept zou naast de gestelde eisen in principe de volgende vervormingssituaties moeten kunnen doorstaan (zie figuur 7 tot en met 11):

- het transport tijdens de productie;
- het oprollen, het afzinken en het opschonen;
- het plaatsen van de pijler.

Voor deze situaties en de eraan gestelde eisen bleek uiteindelijk alleen de “super-Memphis”-tegels, gelegd in een “halfsteens verband”, te voldoen. Qua vormgeving heeft deze tegelvorm overeenkomsten met oude Egyptische tempels en daarom is aan deze vorm de naam “Memphis” verbonden (zie figuur 12).

(Voor de dimensionering essentiële onderdelen zie doc 1).

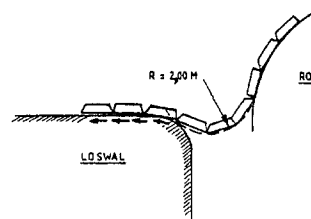
2.4 Productieproces

De matassemblage vond plaats in de montagekuil C tussen de rollenbaan (loswalvloer) en de houdlieren (zie figuur 13).

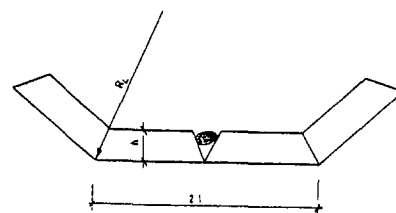
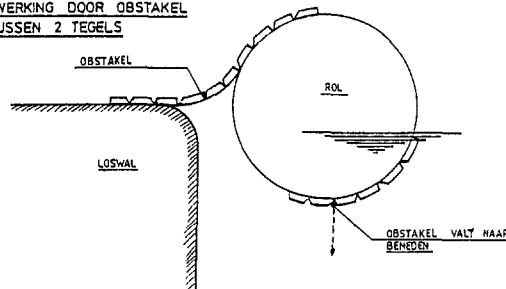
Tegelaanvoer

Aan weerszijden van de mattenfabricage bevond zich het opslagdepot waar de tegels op afroep per vrachtwagen werden aangevoerd. Met behulp van een vorkheftruck werden de tegels één voor één naar de invoerstroken ter weerszijden van de montagekuil gevoerd en in juiste volg-

OPWIKKELEN MET $R = 2,00 \text{ M}$

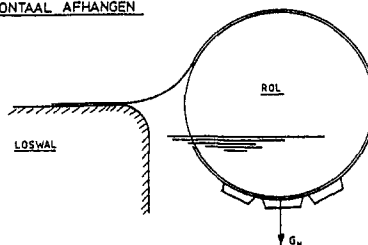


BOOGWERKING DOOR OBSTAKEL
TUSSEN 2 TEGELS

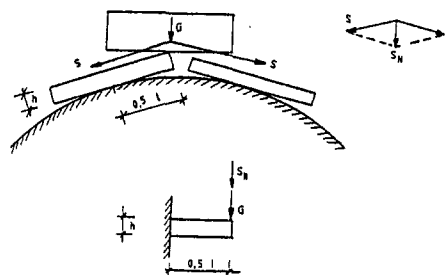
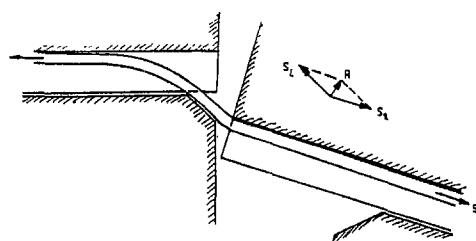


Figuur 7 Vervormingssituaties tegelmat

HORIZONTAAL AFHANGEN

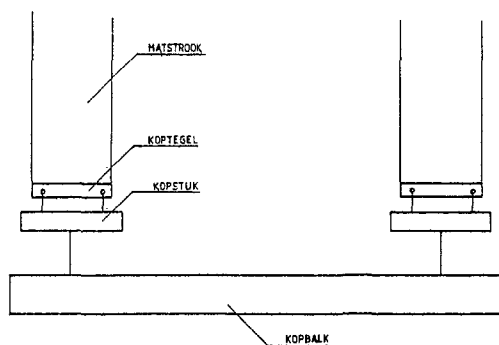


TWEDE LAAG TEGELS
MAAKT ACHTER DE EERSTE LAAG

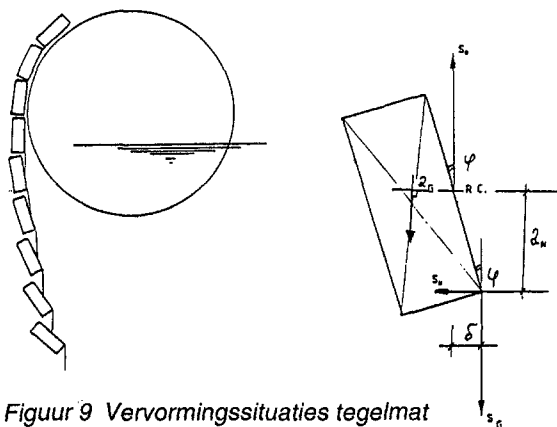


Figuur 8 Vervormingssituaties tegelmat

BEVESTIGING KOPBALK

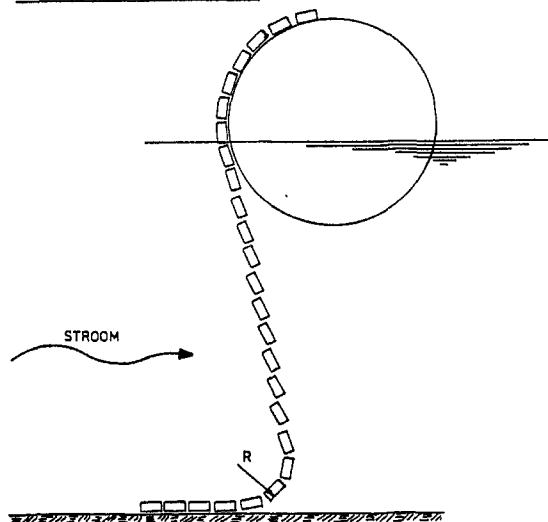


VERTIKAAL AFHANGEN TEGEL BOVEN WATER



Figuur 9 Vervormingssituaties tegelmat

AFWIKKELEN MET $R \geq 2,00$ M

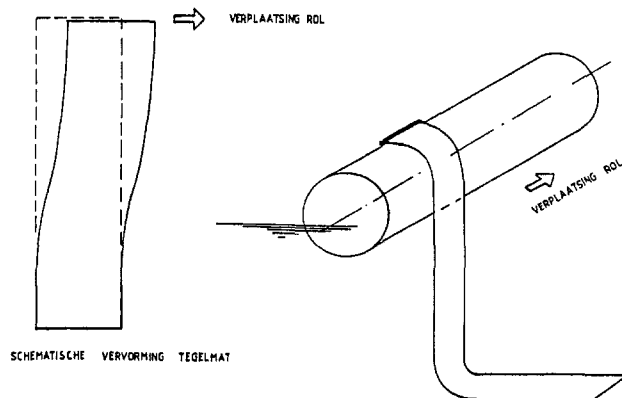


Figuur 10 Vervormingssituaties tegelmat

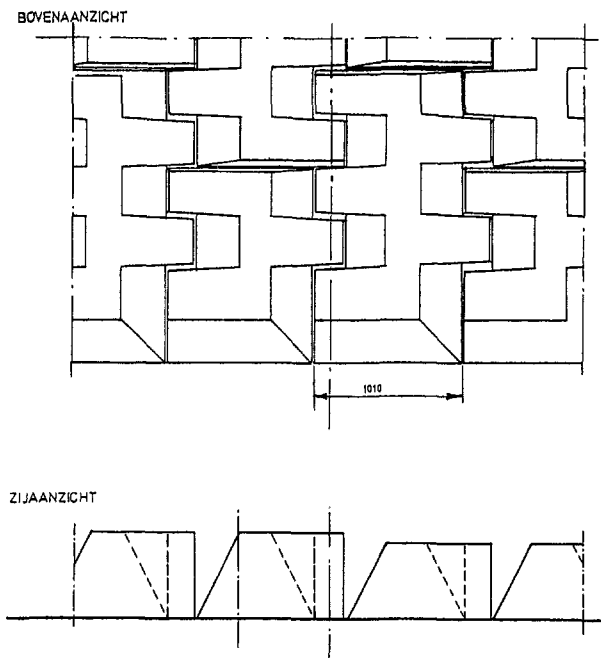
orde achter elkaar opgesteld. Op de invoerstroken werden de tegels vervolgens met behulp van een portaalkraan, boven de montagekuil getransporteerd.

Matassemblage

Nadat de staartstukken van beide matstroken met behulp van de mobiele kraan op de rollenbaan naast de montage-



Figuur 11 Vervormingssituaties tegelmat



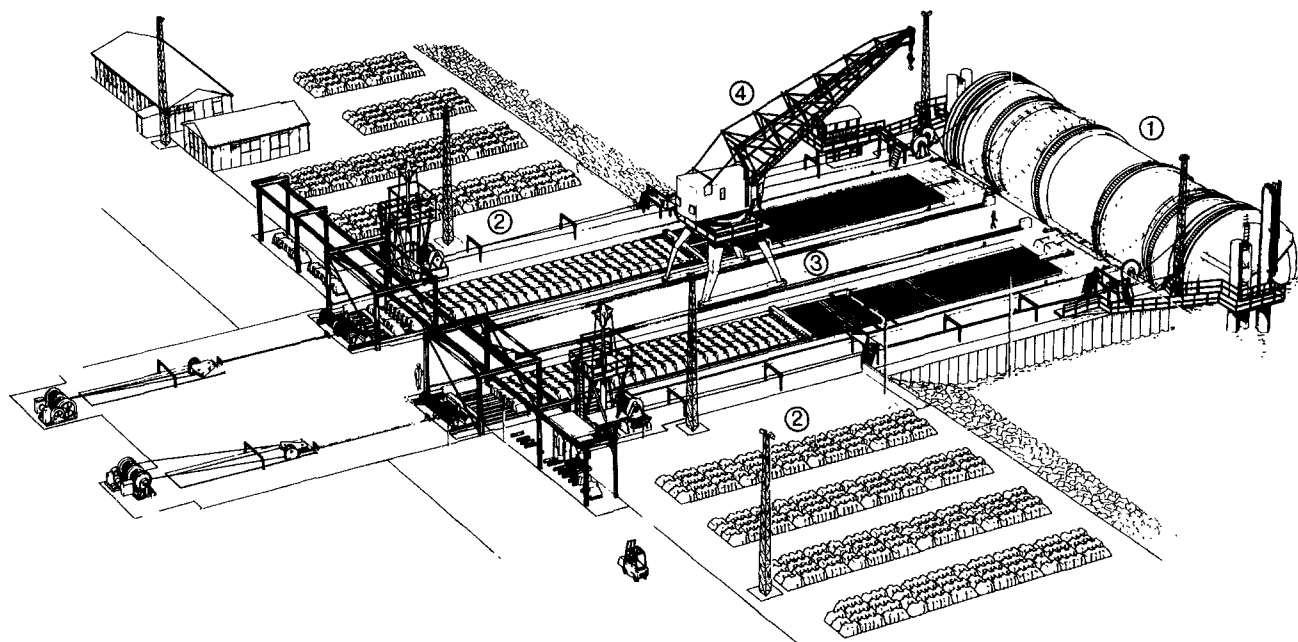
Figuur 12 Super Memphis-tegel

kuil geplaatst en tevens via de omloopschijven aan de houdlieren waren gekoppeld, werd de matdrager (28 paar strengen $\varnothing 12$ mm) van de haspels via de spaninrichting over de montagekuil uitgerold en in de staartstukken verankerd.

Na het opspannen van de matdrager werden boven de montagekuil de staarttegels en vervolgens de eerste strook betontegels met de portaalkraan op de montagekuil geplaatst.

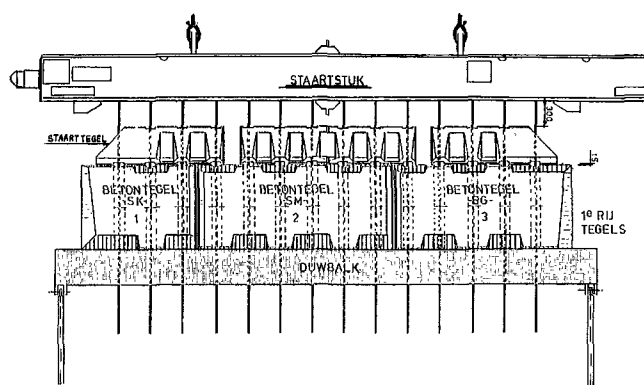
Met behulp van duwbalken werden de tegels op de juiste afstand gepositioneerd (zie figuur 14) en aan de matdrager geklemd. Vervolgens werd elke strook met de houdlieren naar voren getrokken, waarop de volgende 2 stroken tegels konden worden geassembleerd.

Na 46 stroken betontegels werd aan elke strook een kop-tegel geklemd en daarna werden de strengen afgesneden. Tenslotte werd aan elke kop-tegel een kopstuk gekoppeld. Het eindresultaat van het productieproces is weergegeven in figuur 15.

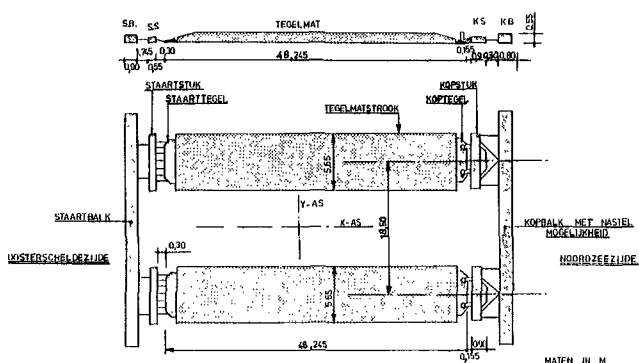


- 1 Rol
- 2 Opslag betontegels
- 3 Rollenbaan
- 4 Kraan voor transport van kop- en staartbalken

Figuur 13 Tegelmatformicage



Figuur 14 Positioneren betontegels met duwbalk

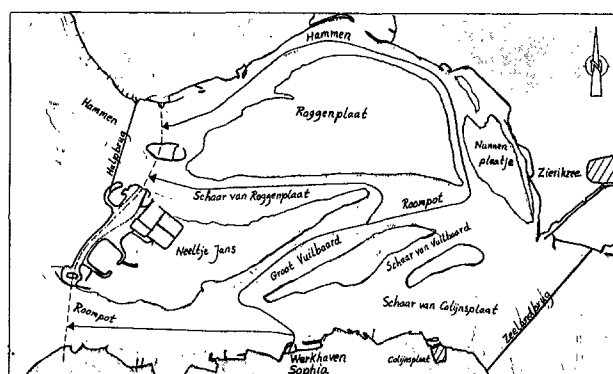


Figuur 15 Overzicht tegelmat

2.5 Installaties/materieel

2.5.1 Tegelmatformic

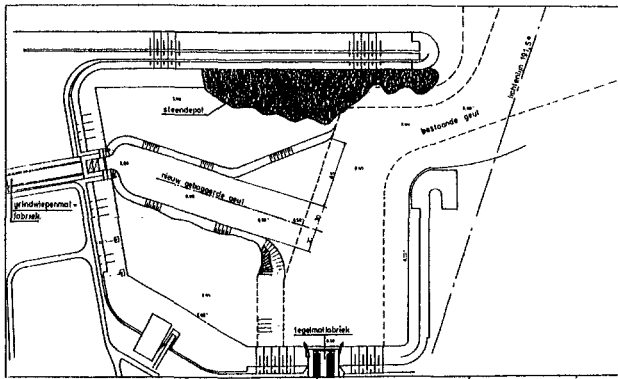
De tegelmatformic was gebouwd op het werkterrein van de werkhaven Sophia te Wissenkerke, ter plaatse van de voormalige blokkenmatformic (zie figuur 16 en 17)



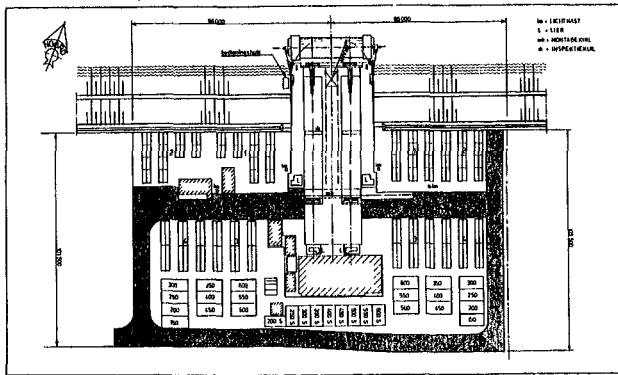
Figuur 16 Werkhaven Sophia

Na de ombouw van het totale complex tot tegelmatformic waren voor het afleveren van een opgerolde tegelmat de volgende voorzieningen aanwezig (zie figuur 13, 18 en 19):

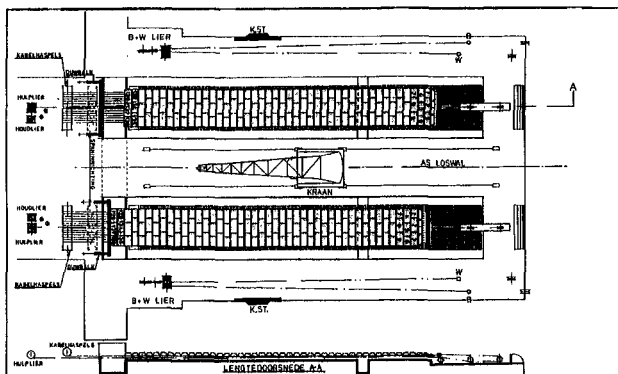
Het opslagdepot
In het depot werden de geprefabriceerde tegels naar type opgeslagen.



Figuur 17 Werkhaven Sophia



Figuur 18 Lay-out depot



Figuur 19 Hoofdonderdelen tegelmattfabriek

Transportvoorzieningen

Voor het transport van de tegels van het depot naar beide invoerstroken werden twee vorkheftrucks ingezet.

Voor het van de matrol (Donax II) halen en transporteren van de kop- en staartstukken was een kraan (hefvermogen 6000 kg, vlucht 20 m) op rail aanwezig.

Drageropstelling

Achter de montagekuil was een drageropstelling geplaatst. Deze bestond per fabricagestrook uit twee gelagerde buizen ($\varnothing 700\text{mm}$) waarover de staalstrengen werden geschoven.

Spaninrichting

Om de staalstrengen gecontroleerd aan de tegels te kunnen bevestigen werden deze voorgespannen door een spaninrichting. Deze bevond zich tussen de haspels en de montagekuil.

Tegelhef- en plaatsingsapparatuur

Boven de montagekuil was een portaalconstructie geplaatst, waarlangs een loopkat zich kon voortbewegen. De loopkat was voorzien van hefapparatuur waarmee de tegels werden opgepakt vanaf de invoerstroken en werden neergezet boven de montagekuil. Het fijnpositioneren van de tegels vond plaats door middel van hydraulische duwbalken.

Montagekuil

Om de tegels aan de onderzijde te kunnen bevestigen aan de staalstrengen was in een montagekuil voorzien. Hierin bevond zich de pneumatische klemdraaiapparatuur die (gewichtsgecompenseerd) aan een zwaaiarm was opgehangen.

Inspectiekuil

De expansiekuil van de voormalige blokkenmatfabriek werd omgebouwd tot inspectiekuil. Tevens konden eventuele reparatiewerkzaamheden aan de tegelmatten in deze kuil worden uitgevoerd.

Transportbanen

Voor het transport van de tegelmattstroken naar de voorkant van de loswal werd gebruik gemaakt van twee transportbanen (rollenbanen). De lengte van deze transportbanen was ruim 50 meter. Ze waren uitgevoerd in twee delen ten behoeve van de installatie van hulplierkabels.

Hulplieren (300 kN)

De hulplieren, opgesteld in het hart van de transportbanen, hadden een driedelige functie namelijk:

- het stapsgewijs voorttrekken van de matstroken na de montage van twee stroken tegels;
- het van de transportrol trekken van de staartbalk met de staartstukken;
- het tegenhouden van de voltooide mat tijdens gecontroleerd oprollen op de transportrol.

Beladings- en wentellieren (800 kN)

De beladings- en wentellieren, die nodig waren om de rol te wentelen bij het oprollen van een tegelmatt, waren uitgevoerd als kattraklier.

Deze bestond uit een samengestelde één-trommellier voorzien van een deiningscompensator om het verschil in draadlengte als gevolg van getijverschillen te compenseren.

De lieren stonden vlak voor de montagekuil opgesteld, om te voorkomen dat de sluitingen van de draden op de trommels zouden komen.

Loswal

Voor de loswal waren twee, tegen de loswal afgesteunde, fenderpalen geplaatst.

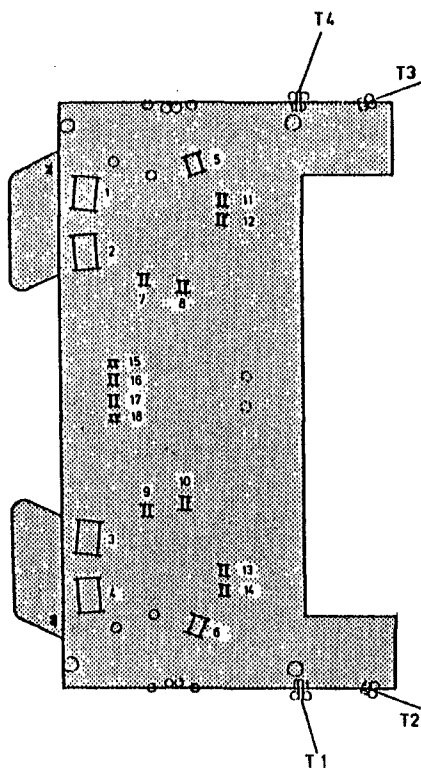
De tegelmatt (transport-)rol werd gecentreerd tussen twee centreerpalen, waarvan er één met een beweegbaar centreerschot was uitgevoerd.

Bedieningsruimte

Het voorttrekken en oprollen van een tegelmatt werd cen-

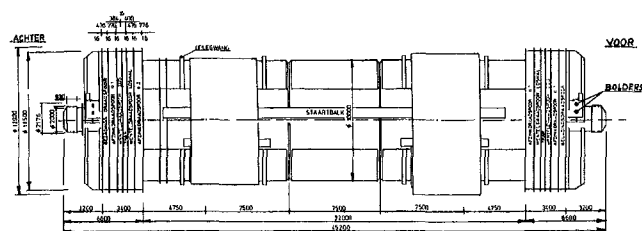
- . compressoren voor perslucht;
- . omvormers en schakelkasten voor de energievoorziening;
- . meet- en regelapparatuur ten behoeve van de lieren;
- . hulptakels voor het lossen en borgen van lierkabels en hulpstukken op de rol;
- . afstandhouders voor het positioneren van de tegels;
- . de nodige terreinverlichting.

- 2 verhaallieren;
- koppelvoorzieningen ten behoeve van de “Macoma”;
- wijzigingen in het ankersysteem;
- kopbalkhijsinrichtingen;
- voorzieningen ten behoeve van survey;
- voorzieningen voor elektrische installaties.



LIER BENAMING.	LIER. NR.	VERMOGEN kW	TREKKKRACHT kN x SNELHEID m / min		HOUD- KRACHT. (REM) kN	DRAAD DIAM. mm	BREUK- BEL. DRAAD. kN	DRUM CAPACITEIT. m
			HALEN:	VIEREN:				
AFZINKLIJER	1	52	1000 / 2	1000 / 4		58	2280	360
"	2	52	1000 / 2	1000 / 4		58	2280	360
"	3	52	1000 / 2	1000 / 4		58	2280	360
"	4	52	1000 / 2	1000 / 4		58	2280	360
ANKERLIJER	5 = T 3	120	900 / 6	900 / 6	1400	64	2580	750
"	6 = T 2	120	900 / 6	900 / 6	1400	64	2580	750
KOPBALKHUSLIJER	7	30	250 / 4,5	250 / 4,5		38	932	1000
"	8	30	250 / 4,5	250 / 4,5		38	932	1000
"	9	30	250 / 4,5	250 / 4,5		38	932	1000
"	10	30	250 / 4,5	250 / 4,5		38	932	1000
WENTELLIJER	11	26	260 / 5,5	260 / 5,5	480	38	932	800
"	12	26	260 / 5,5	260 / 5,5	480	38	932	800
"	13	26	260 / 5,5	260 / 5,5	480	38	932	800
"	14	26	260 / 5,5	260 / 5,5	480	38	932	800
KOPBALKPOSITI- ONEERLIJER	15	26	200 / 5	200 / 5		38	932	400
VERHAALLIJER	16	26	300 / 5	300 / 5		38	932	600
"	17	26	300 / 5	300 / 5		38	932	600
KOPBALKPOSITI- ONEERLIJER	18	26	200 / 5	200 / 5		38	932	400

Figuur 22 Gegevens ankerlieren en liercodering DONAX I



Figuur 23 Tegelmatrol (DONAX II) met tegelmat

WATERVERPLAATSING DONAX II

rol verbouwd	565 t
vaste ballast (max)	40 t
ballastlanks B1	2 x 40 = 80 t
kopstukken	2 x 5 = 10 t
slaarbalk	28 t
slaarstukken	2 x 37 = 74 t
	730 t

LEEG

waterverplaatsing	730 t
vrijboord	2.300 m
diepgang 1/2	= 5.950 - 2.300 = 3.650 m
diepgang 3	= 6.200 - 2.300 = 3.900 m

2 MATTEN DIK 600 mm

waterverplaatsing	444 x 730 = 1174 t
vrijboord	1200 m
diepgang 1/2	= 5.950 - 1.200 = 4.750 m
diepgang 3	= 6.200 - 1.200 = 5.000 m

2 MATTEN DIK 150 mm

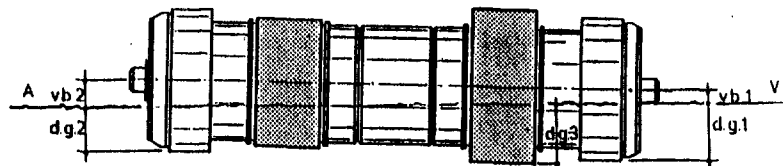
waterverplaatsing	164 x 730 = 894 t
vrijboord	1850 m
diepgang 1/2	= 5.950 - 1.850 = 4.100 m
diepgang 3	= 6.200 - 1.850 = 4.350 m

Figuur 24 Gegevens DONAX II

verwijderen van bestaande bevestigingspunten;

- het maken van een borging ten behoeve van de voorloper van de afzinkdraad.

Afmetingen, gewicht, waterverplaatsing en dergelijke zijn weergegeven in de figuren 23 en 24.



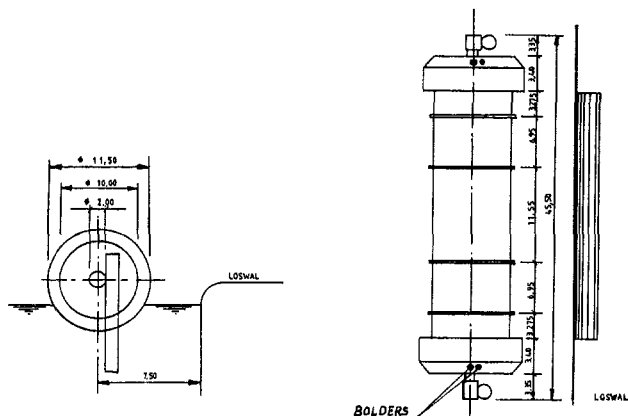
2.6 Rolbehandeling

Voor het oprollen van de tegelmatten waren naast de installaties op de loswal op de matrol de nodige voorzieningen aangebracht. Hierdoor was het mogelijk een mat met diverse tegeldikten te handelen.

Voorzieningen

De hoofdonderdelen van de rol bestonden uit:

- 2 kabeltrommeldelen, waarover voor het wentelen van de rol de wentel- en de beladingskabels liepen;
- het mattrommeldeel, waar de mat en/of de zinkbalken werden geplaatst;
- 2 tap-einden voor de steun tegen de centreer- en afmeerinrichting.



Figuur 25 Matrol bij loswal



Foto 11 De mat op de rol

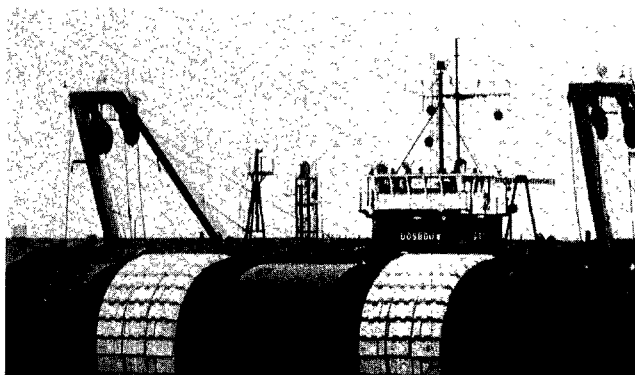
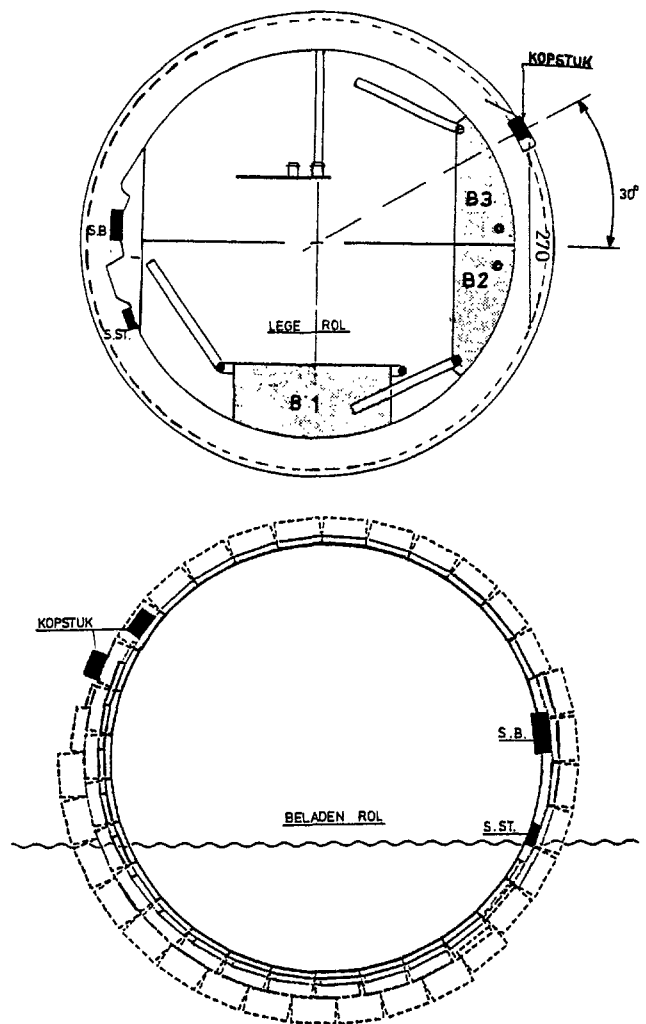


Foto 12 Geladen rol in beun DONAX I



Figuur 26 Transport kop- en staartbalk

Elke kabeltrommel bevatte 3 tanks voor het al dan niet inlaten van water ten behoeve van de balans van de rol. Via de sleepbordessen werden de kleppen door middel van waterhydrauliek bestuurd. De tank die zich op een bepaald moment onder water bevond, kon altijd worden bediend.

Het mattrommeldeel bevatte over de volle lengte een afplating, de zogenaamde staartbalknis voor het plaatsen van de staartbalk. Haaks op genoemde nis waren over de trommelomtrek op gelijke afstanden 4 nissen voor de geleiding van de staartbalkdraden van de staartbalk gesituëerd. Verder waren op het trommeldeel plaatselijk 4 wangen voor de matgeleiding en opleggingen en borgpunten voor de kopstukken aangebracht.

Naast de tap-einden bevonden zich op de beide kabel-trommeldelen bolders en sleepbordessen. Aan de tapeinden zelf waren geen voorzieningen aangebracht.

Bediening

Voor het transport van de mat van de fabriek naar de afzinklocatie werd de mat inclusief de kop- en staartbalken op de DONAX II gewikkeld. De matrol was daartoe op 7,50 m uit de voorkant van de wal tegen 2 fenderpalen gepositioneerd (zie figuur 25 en foto's 11 en 12).

Na het afzinken van een mat werden de kop- en staartbal-
ken teruggewonnen en bevestigd op de lege rol (zie figuur
26).

Sleepvoorzieningen

Zowel aan de voor- als aan de achterzijde van de matrol waren bolders aangebracht (zie figuur 25).

2.7 Legproces tegelmatten

2.7.1 Algemeen

De legvolgorde van de toe te passen tegelmatten werd mede bepaald door de eisen die werden opgelegd met betrekking tot het totale uitvoeringsschema van de stormvloedkering.

Ten aanzien van het fabricageproces van de mat werd als eis gesteld dat het "natte bedrijf" (uitvoering) bij een normale productie niet zou moeten wachten.

Met andere woorden de fabricage moest onafhankelijk zijn van het legbedrijf.

Om beschadiging van het bovendoek van de funderingsmat te voorkomen, als gevolg van bewegingen tijdens het legproces, werd gebruik gemaakt van een 100-tons zware kopbalk.

2.7.2 Uitgangspunten

Voor het legproces werden de volgende uitgangspunten gedefinieerd:

- het leggen van de mat moest direct voorafgaand aan het plaatsen van de betreffende pijler plaatsvinden;
- tussen de te leggen tegelmat en de funderingsmat mocht zich geen zand bevinden, c.q. aanzanding optreden;
- direct na de fijn opschoonslag, uitgevoerd door de Macoma, moest de tegelmat worden gelegd;
- de beide tegelmatstroken moesten uitermate nauwkeurig worden gelegd;
- het bovendoek van de funderingsmat mocht onder geen voorwaarde worden beschadigd.

2.7.3 Activiteiten

2.7.3.1 Invaren tegelmat(transport-)rol

Voor het transport van de tegelmatrol was een sleepvermogen vereist variërend van 2000 PK tot 6000 PK.

Het invaren kon zowel tijdens eb- als vloedstroom plaatsvinden.

De sleepboten hielden de rol in positie en vervolgens werd verbinding met de mattenrol gemaakt door middel van het overbrengen van een hulpdraad van de DONAX I.

2.7.3.2 Koppelen draden en voorbereiding afzinkprocedure

Nadat de tegelmatrol was vergrendeld in het beun van de DONAX I werden allereerst 2 wenteldraden en 2 van de 4 afzinkdraden gekoppeld. Hierna was het nog mogelijk de rol enigszins te draaien, zodat het mateinde met de kopstukken aan de kopbalk kon worden bevestigd. De andere 2 afzinkdraden werden vervolgens aangekoppeld.

De elektrische verbinding met de kopbalk werd aangebracht en vervolgens kon de kopbalk aan de beide matstroken hangen.

2.7.3.3 Afzinken mat eerste fase

De mat werd met behulp van de afzinklieren gevierd waarna de wenteldraden volgden.

Nadat de mat 10 m onder de rol hing werd het kopbalkgewicht overgenomen door de kopbalkhijslieren. De mat en

de kopbalk werden verder synchroon gevierd tot 1 meter boven de funderingsmat. Met behulp van draadlengtemeters in de bedieningsruimte kon dit worden gecontroleerd. Tevens werd het afvieren met het 'profieler-meetsysteem' gevolgd.

2.7.3.4 Positionering kopbalk en keuring

De kopbalk werd gepositioneerd en ingemeten voordat de matstroken krachten op de kopbalk uitoefenden.

Dit positioneren gebeurde vrijwel uitsluitend door de combinatie DONAX I/Macoma te verhalen.

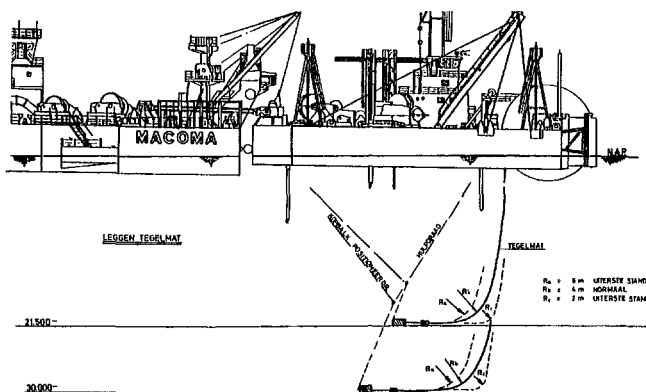
Hierna werd de kopbalk ingemeten. Indien de positie niet correct ($\leq 0,5$ m in breedterichting) was kon een laatste correctie worden aangebracht door de koppelpunten van de kopstukken binnen de kopbalk naar links of rechts te verplaatsen.

2.7.3.5 Afzinken mat tweede fase

De combinatie DONAX I/Macoma verhaalde vervolgens in lengterichting.

Doordat de kopbalk bijzonder zwaar was, konden er behoorlijke krachten op worden uitgeoefend.

De (eventueel) ongelijk in gewicht zijnde tegelmatstroken konden worden gelegd door de verhaal- en viersnelheid zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen. Werd de kromtestraal (zie figuur 27) te klein, dan raakten de tegels elkaar en kon er beschadiging optreden, waardoor de spleet tussen de tegels te groot zou worden.



Figuur 27 Leggen tegelmat

Was de kromtestraal echter te groot dan werden de krachten te groot en was de kans aanwezig dat de zware kopbalk toch zou gaan bewegen.

Dit zou kunnen voorkomen indien er nog maar een klein gedeelte van de mat was gelegd.

Dit proces ging door totdat ook de staartbalk op de funderingsmat lag. Ook deze balk werd nauwkeurig ingemeten.

Omdat de mat met voldoende spanning werd gelegd, mocht worden aangenomen dat hij in een rechte lijn tussen de kop- en staartbalk lag.

Indien echter de staartbalk niet correct bleek te liggen, moest de gehele mat worden teruggewikkeld en moest het gehele proces nogmaals worden uitgevoerd.

2.7.3.6 Lossen en terugwinnen staart- en kopbalk

Indien op grond van de uitgevoerde metingen kon worden geconcludeerd dat de mat op de juiste plaats lag, werden de matstroken één voor één ontgrendeld.

Begonnen werd aan de kopbalkzijde en daarna volgde de

staartbalkzijde. Indien het electro-hydraulisch ontgrendelen niet lukte werden er duikers ingezet.

Vervolgens werd de staartbalk met de beide staartstukken opgehaald.

Tegelijkertijd werd de combinatie terugverhaald. De kabel die langs de mat aan de tegels met breukverbindingen was bevestigd en van het staartstuk naar het kopstuk liep, werd losgetrokken en op de mattenrol gewikkeld.

Boven de kopbalk aangekomen, werd deze tesamen met de beide kopstukken door middel van de kopbalkhijslieren opgehesen.

Zodra de kopbalk boven water kwam werden de kopstukken weer aan de rol gekoppeld en vervolgens geborgd. De zware kopbalk bleef aan boord van de mattenlegponton.

2.7.3.7 Uitvaren tegelmat(transport-)rol

Zodra de laatste handelingen met betrekking tot het terugwinnen van de staart- en kopbalk waren voltooid kon de tegelmattenrol worden uitgevaren.

2.8 Conclusies

2.8.1 Loswal

Door de uitgebreide proefperiode (3 matten, waarmee de installaties zijn uitgetest) hebben zich, met zowel de nieuwe als de omgebouwde installaties van de blokkenmatten, geen problemen voorgedaan.

Het is gebleken dat er slechts 3 tegelmatten gelegd moesten worden op locaties H10, R23 en R27. Deze gelegde matten waren van een afwijkende samenstelling van het ontwerp. De hierdoor ontstane complicaties bij het oprollen (stabiliteit van de mat op de rol) konden echter met enige inspanning worden verholpen zonder de bestaande installaties te wijzigen.

2.8.2 Materialen

De matdrager en de tegels hebben vanaf het begin voldaan. De ontwikkelingen van de tegelbevestigingen aan de matdrager en de methodiek voor het uitvoeren van deze verbinding hebben veel inspanning geleverd. Desondanks bleken er bij een teruggewonnen stuk matstrook van sommige bevestigingen de bouten los te zitten.

Of deze loszittende bouten werden veroorzaakt door relaxatie en kruip van de verbinding of het niet goed aanbrengen van de verbinding, waardoor een te geringe voorspankracht in de bout gerealiseerd werd, kon niet worden nagegaan.

2.8.3 Legproces

De voorkeurmethode van het tegelmatleggen zoals die na de proefperiode operationeel werd, ging uit van een tegelmat met twee stroken, beide voorzien van tegels met een minimale dikte van 15 cm en een maximale van 60 cm.

Het aanlegniveau van het funderingsbed bij de start in de stroomgeul Hammen werd mede bepaald door het uitgangspunt dat op alle locaties een tegelmat toegepast moest kunnen worden (standaard vlakken), en de pijlerdam nog binnen de toleranties van het zogenaamde “z-ni-

veau” zou kunnen worden opgeleverd.

Na voltooiing van het funderingsbed in de Hammen bleken de gerealiseerde vlakheid en het opgeleverde z-niveau zodanig, dat besloten werd tot het verhogen van het aanlegniveau van het funderingsbed, gebaseerd op de overweging dat niet op elke locatie een tegelmat nodig zou zijn. Doelbewust werd daarmee het risico genomen, dat bij wel moeten toepassen van een tegelmat het z-niveau bij het toenmalige ontwerp van de tegelmatten te hoog zou uitkomen.

Om toch aan oplevering binnen de z-toleranties te kunnen voldoen, werd het ontwerp van de tegelmat gewijzigd in het leggen van twee stroken en het terugwinnen van één strook, waardoor een verlaging van het gemiddelde z-niveau van 7,5 cm werd bewerkstelligd.

De tegelmat op de locatie Hammen 10 is op deze wijze uitgevoerd.

Met de ervaring, opgedaan tijdens het tegelmatleggen op deze locatie, werd de werkmethode verder verfijnd tot het leggen van een tegelmat en het terugwinnen van één strook met kale drager (geen tegels) waardoor tevens de fabricage-tijd werd verminderd.

Het systeem van electro-hydraulisch ontkoppelen van kop- en staartstukken onder water is erg storingsgevoelig gebleken en heeft geleid tot het gebruik van meer kenteringen dan was voorzien. Door wijziging in de uitleg van het systeem en het uiterst zorgvuldig behandelen van kabels en stekkers is bij het leggen van de laatste tegelmat (locatie Roompot 27) gebleken dat genoemd electro-hydraulische systeem naar behoren kon functioneren.

Het schrikken van de tegelmat, gekarakteriseerd door een plotselinge verticale verplaatsing van het mateinde, als gevolg van een herverdeling van het krachtspeel van de mat op de transportrol, is niet opgetreden.

De hiervoor bij het ontwerp van de tegelmatdrager en bij de toepassing van de bestaande afzinklieren van de DO-NAX I opgenomen reserve is derhalve niet aangesproken.

Bij de eerste legpoging van de tegelmat op locatie Roompot 27 (één strook met tegels en één kale drager) zijn de 6 strengenparen van de kale drager uit de verbindingen in het kopstuk getrokken. Na het terugwinnen van de mat, werd bij de tweede poging de kale drager uitgevoerd met 14 paar strengen (standaard voor de situatie met tegels). De tweede poging verliep voorspoedig. De oorzaak van het mislukken van de eerste poging is niet met zekerheid vast te stellen. Het vermoeden bestaat dat de ongelijkmatige krachtoverdracht van de strengen van de drager naar de hulpbak ten behoeve van het afzinken de oorzaak zou kunnen zijn.

3. Documentatielijst

Doc. 1 = Evaluatienota plaatsen pijlers
Doc. 2 = Operatieplan plaatsen pijlers
Doc. 3 = Overeenkomst DED-1750/7
 Ombouw DOS I naar DONAX I
 Ombouw DOS III naar DONAX II

Literatuur:

3 maandelijks berichten nrs. 66 en 104.
De stormvloedkering in de Oosterschelde (DOSBOUW en
afdeling Voorlichting Verkeer en Waterstaat)

Inhoud

1	Algemene beschrijving	239
1.1	Inrichting en aanwezige installaties	
1.1.1	Als asfaltverwerkend schip	
1.1.2	Als storter negatieve overlap	
1.2	Energie	
1.3	Plaatsbepaling	
2	Steenasfaltmatten	242
2.1	Ontwerp eisen	
2.2	Probleemstelling	
2.3	Constructie steenasfaltmatten	
2.4	Fabricage steenasfaltmatten	
2.5	Het leggen van de steenasfaltmatten	
3	Asfaltmastiekstortebed	246
3.1	Samenvatting ontwerp	
3.2	Functionele eisen	
3.3	Productie van asfaltmastiek	
3.4	Verwerking van asfaltmastiek	
3.5	Bepalende parameters	
3.6	Ontzanden	
4	Negatieve overlap	249
4.1	Programma van eisen	
4.2	Natuurrandvoorwaarden	
4.3	Overlevingscondities	
5	Werkzaamheden	251
5.1	Ontzanden	
5.1.1	Ontzandingsinstallatie	
5.1.1.1	Algemeen	
5.1.1.2	Headers	
5.1.1.3	Cilinders	
5.1.1.4	Cilindersturing	
5.1.2	Procesvoering	
5.1.2.1	Jethoogte	
5.1.2.2	Luchtflow	
5.1.2.3	Nozzle stand/aantal headers	
5.2	Erosiebescherming 30/60 mm	
5.2.1	Samenhang met andere processen	
5.2.2	Werkmethode	
5.2.3	Stortinstallatie	
5.2.3.1	Rolstrooier + storkopschuiven	
5.2.3.1.1	Rolstrooier	
5.2.3.1.2	Storkopschuiven	
5.2.3.2	Stortpijp	
5.2.3.3	Sensoren	
5.2.3.4	Ladder	
5.2.3.4.1	Hydraulisch systeem hijslieren	
5.2.3.4.2	Hijslieren	
5.2.3.4.3	Ladderkleminrichting en geleiding	
5.2.3.4.4	Noodhijsinstallatie	
5.2.4	Procesvoering	
5.3	Ontgrinden	
5.3.1	Ontgrindingsinstallatie	
5.3.1.1	Jetbalk	
5.3.1.2	Hydrauliekunit	
5.3.1.3	Watersuppletie	
5.3.2	Procesvoering	
5.4	Aanbrengen granulair materiaal	

5.4.1	Algemeen
5.4.2	Granulair materiaal 1/32 mm
5.4.2.1	Samenhang met andere processen
5.4.2.2	Werkmethode
5.4.2.2.1	Belading en overslag
5.4.2.3	Installatie
5.4.2.4	Procesvoering
5.4.3	Granulair materiaal 30/60 mm
5.4.3.1	Samenhang met andere processen
5.4.3.2	Werkmethode
5.4.3.3	Stortinstallatie
5.4.3.4	Procesvoering
5.4.4	Granulair materiaal 40/210 mm
5.4.4.1	Samenhang met andere processen
5.4.4.2	Werkmethode
5.4.4.3	Installatie
5.4.4.4	Procesvoering

6	Conclusies	264
7	Documentatielijst	265

1. Algemene beschrijving

De "Jan Heijmans" werd in 1963, in opdracht van Bitumarin, gebouwd.

Vanaf 1968 werd het schip ingezet bij de Deltawerken afsluiting Brouwershavensche Gat. De functie van het schip was het aanbrengen van een bodembescherming tot een diepte van 24 meter, bestaand uit een asfaltmastiëkmengsel.

In 1971 is het schip zodanig verbouwd, dat het ook gebruikt kon worden voor het aan boord maken en afzinken van waterdoorlatende steenasfaltmatten (met afmetingen van 17 x 220 m) als bodembescherming.

In 1975 werd het schip voorzien van een installatie waarmee deze matten ook konden worden aangebracht op de oevers. Tevens werd de stortpijp voor het aanbrengen van de asfaltmastië verlengd, zodat tot een diepte van 40 meter kon worden gewerkt.

In 1981 werd het schip ingrijpend verbouwd, waardoor er twee functies bijkwamen die niets met asfalt te maken hadden, namelijk een ontzandingsinstallatie en een stortpijp om granulaire filtermateriaal (de negatieve overlap) aan te brengen.

De Jan Heijmans was misschien wel het meest verbouwde (werk-)schip in Nederland. De reden van deze veelzijdige inzetbaarheid was het geavanceerde en betrouwbare verhaalsysteem van het schip met talloze meet- en regelmo- gelijkheden.

Had het schip oorspronkelijk een lengte van 69,6 m en een breedte van 14,2 m, het is uiteindelijk uitgedijd tot 97 m respectievelijk 39 m. De holte van het schip was 5,15 m. De diepgang, afhankelijk van de opgeslagen bouwmaterialen en de ballast, bedroeg gemiddeld 2,50 m.

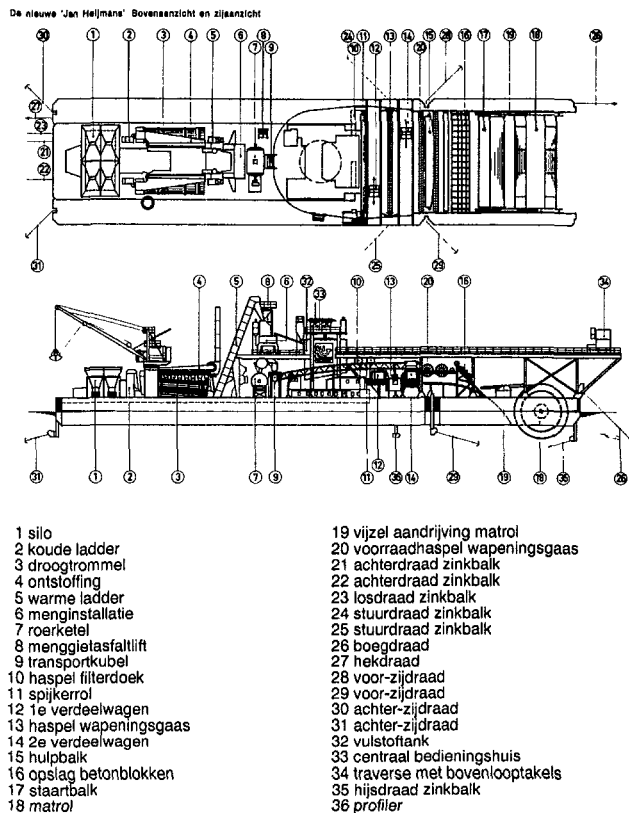
1.1 Inrichting en aanwezige installaties

1.1.1 Als asfaltverwerkend schip

(zie figuur 1 en foto 1)

In het casco waren aanwezig:

- een aantal droge tanks en diverse tanks voor de opslag van drinkwater en zoutwaterballast;
- twee bitumentanks, elk voor de opslag van 150 ton;
- twee vulstoftanks, elk voor de opslag van 170 ton;
- vijf brandstoftanks voor totaal 40 ton gasolie en 120 ton stookolie;
- drie machinekamers en ruimten voor de elektrische en hydraulische installaties, verwarming, compressoren en berging;
- dertien manschappenverblijven voor totaal 24 personen.



Figuur 1 De nieuwe 'Jan Heijmans' Boven-aanzicht en zij-aanzicht

Bovendeks stond opgesteld:

- A. Een asfaltproductie-installatie met een capaciteit van minstens 250 ton (steen-)asfalt per uur.

De installatie bestond uit:

- een overslagkraan met een hijsbereik van 10 ton op 18 m;
- vier silo's voor de opslag van 150 ton zand en 150 ton steenslag;
- twee droogtrommels;
- twee warme ladders voor het drogen van het zand en de steenslag;
- twee roerketels met een inhoud van respectievelijk 25 ton en 50 ton voor de opslag van het menggietafval;
- een lift voor het transport van het menggietafval vanuit de onderste roerketel naar de hooggeplaatste menginstallatie.

- B. Een installatie voor de fabricage van steenasfaltmatten.
De installatie bestond uit:
- een horizontaal productieplatform (hellingzate);
 - een matrol aan de voorzijde van het schip;
 - twee transportbakken;
 - twee verdeelwagens op dwarsscheeps aangebrachte traversen;
 - haspels met geotextiel en nietmachines
 - een haspel voor het afwikkelen van het wapeningsgaas.

C. Bovendeaks bevonden zich ook het centrale bedieningshuis, de keuken, de messroom, een laboratorium, was- en magazijnruimten alsmede een vulstoftank voor 300 ton vulstof.

Op het dek waren zes verhaallieren geplaatst namelijk:

- drie op het achterdek voor het hekanker en twee achterzijankers;
- drie op het voordek voor het boeganker en twee voor- zijankers;
- op het achterdek was tevens een drietrommellier en op het voordek een viertrommellier (met twee reservetrommels) opgesteld voor het handelen van de zinkbalk.

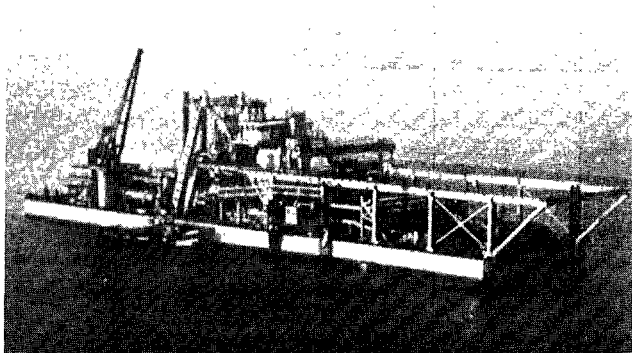


Foto 1 Jan Heijmans in bedrijf

1.1.2 Als storter negatieve overlap

Zie figuur 2 en foto 2.

Om de Jan Heijmans geschikt te maken om als SANO (StortApparaat Negatieve Overlap) te fungeren moest het, tot dan toe asfaltverwerkende schip, ingrijpend worden gewijzigd (zie doc. 3).

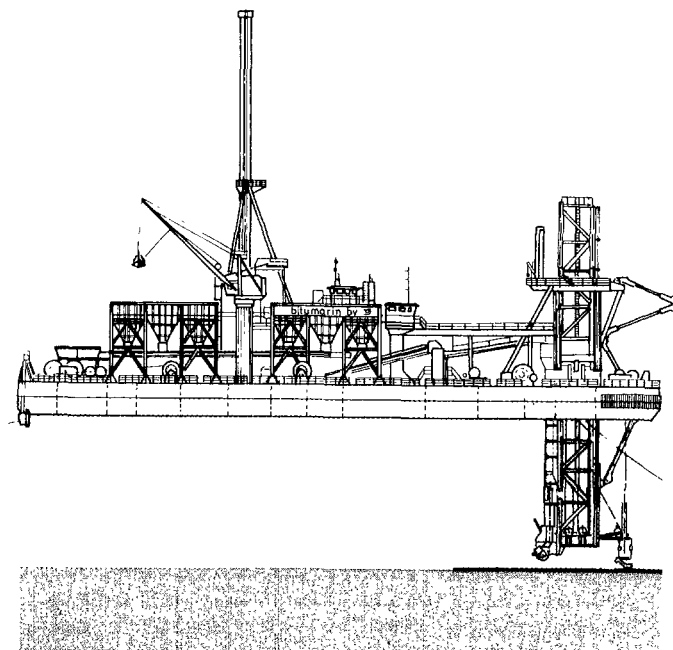
Het bestaande casco bleek niet in staat om het benodigde oprijvend vermogen voor ca. 3500 ton laadcapaciteit te leveren. Indien de gehele asfaltinstallatie zou worden verwijderd was het oprijvend vermogen nog niet toereikend. Verbreding van het casco tot 39 m was daarom noodzakelijk.

De hoofdafmetingen van de verbouwde Jan Heijmans tot SANO werden: lengte 97,20 m; breedte 39,00 m; holte ca. 5,0 m en de diepgang ca. 2,70 m.

Ten behoeve van de stortpijp werd de installatie voor het maken en leggen van steenasfaltmatten verwijderd.

De volgende installaties (in hoofdlijnen) waren aanwezig/geïnstalleerd (in hoofdstuk 5 "werkzaamheden" zal worden ingegaan op de installaties en het werken daarmee):

- twaalf silo's ten behoeve van de opslag van ca. 3500 ton zand, zeegrind, breuksteen en/of staalslakken;



Figuur 2 Jan Heijmans als storter negatieve overlap

- transportsysteem, dat de stortmaterialen naar de stortinstallatie bracht;
- stortinstallatie, die was opgehangen aan een vakwerkconstructie, de zogenaamde "ladder", en die bestond uit een vultrechter, een stortpijp en een verdeelapparaat (de rolstrooier);
- bokconstructie waaraan de ladder was opgehangen;
- ontzandingsinstallatie;

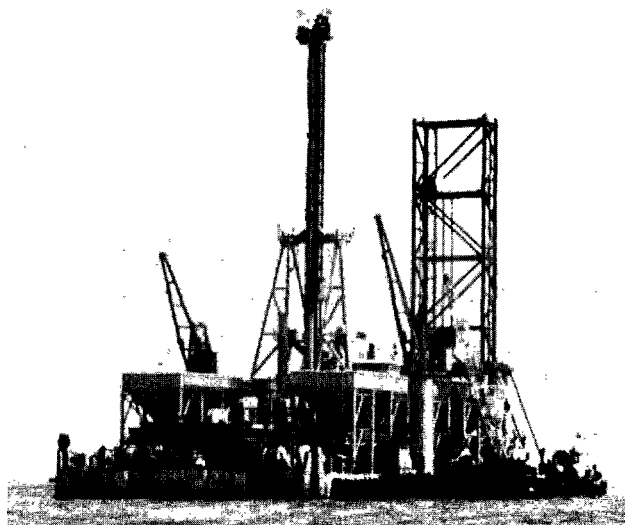


Foto 2 Jan Heijmans als storter van negatieve overlap

- ontgrindingsinstallatie;
- peilinstallatie (achttien echoloden bevestigd op de hoofdbalk van de ontzandingsinstallatie);
- verhaalsysteem, dat bestond uit tien elektrische lieren, waarvan er twee voor kopbalkbehandeling gebruikt werden en twee hydraulische lieren;
- bedieningshuis voor de behandeling van de gehele

stortinstallatie, lieren, meet- en registratieapparatuur-ruimte voor elektrische omvormers, schakelkasten enz.

De asfaltinstallatie met het daarbij behorende bedieningshuis behoefde niet te worden ontmanteld.

1.2 Energie

De elektrische energie werd geleverd door:

- drie hoofddiesels van 660 pk, waarop generatoren van 440 kW waren aangesloten;
- een diesel van 248 pk met daarop aangesloten een generator van 180 kW;
- een diesel van 105 pk met daarop aangesloten een generator van 70 kW.

Ten behoeve van de aandrijving van de rolstrooier werd op het dek een energievoorziening geplaatst met een geïnstalleerd vermogen van ca. 1200 kW.

1.3 Plaatsbepaling

Voor de plaatsbepaling (ook ten behoeve van het storten van asfaltmastiek en het leggen van steenasfaltmatten) in de dwarsrichting van het schip, werd gebruik gemaakt van een elektromagnetisch systeem: Tellurosysteem 1200 en een girokompas. Voor de plaatsbepaling in langsrichting oriënteerde men zich op aan de wal staande zichtbakens. Voor uitgebreide informatie betreffende de bij de Oosterscheldekering gebruikte survey-apparatuur zie deelnota 3.

2. Steenasfaltmatten

2.1 Ontwerpeisen

De steenasfaltmatten zijn in dezelfde periode ontwikkeld als de betonblokkenmatten ten behoeve van de toen nog vigerende af te sluiten Oosterscheldemonding.

De eisen die werden gesteld aan de nieuw te ontwikkelen kraag- en zinkstukken waren gelijk aan die van de betonblokkenmatten en zijn opgenomen in hoofdstuk 2 van deelnota 9.

2.2 Probleemstelling

Nadat was besloten een deel van de bodembescherming uit te voeren met steenasfaltmatten was al zijdelings gekeken naar de mogelijkheid om deze matten zowel te produceren als te leggen met de Jan Heijmans.

De steenasfaltmatten zouden ook wel in een nieuw te bouwen fabriek op de vaste wal kunnen worden gemaakt en met een speciaal vaartuig worden gelegd, doch dan zou de Jan Heijmans, die zulke uitstekende diensten had bewezen bij het aanbrengen van dichte bodembescherming van asfaltmastiek, buiten bedrijf moeten worden gesteld.

Mede in verband met contractuele verplichtingen tussen het Rijk en Bitumarin, alsmede uit economische overwegingen werd besloten de Jan Heijmans om te bouwen.

De verbreding van het casco moest in verband met de doorvaart door sluizen beperkt blijven tot 23,80 m.

2.3 Constructie steenasfaltmatten

De breedte van de Jan Heijmans, na ombouw, was bepalend voor de breedte van de steenasfaltmatten.

De breedte van de matten kon daardoor niet meer worden dan 17 m omdat aan weerszijden van de mat werkruimte moest zijn tijdens het productie- en legproces.

De 17 m brede matten, die in lengte varieerden van 150 tot 200 m, werden samengesteld uit steenasfalt, dat met

een dikte van 12 cm in twee lagen op geotextiel werd aangebracht. De maaswijdte van het filterdoek was afgestemd op een, als gemiddelde voor het zand in de Oosterschelde aangenomen, korreldiameter van 150 micron. De matten waren aan de kopranden verzwaard met betonblokken, zodat de randen van de bezinking de te verwachten bodemverdiepingen konden volgen. Per rand waren twee blokken 13 cm minder hoog gemaakt dan de andere, met het oog op de overlap van het ene stuk op het andere. Het gewicht van de randverzwaringen bedroeg 810 kg per blok; dat was totaal 5,6 ton per randverzwaring over de gehele breedte van het stuk. Omdat de matten tijdens het productieproces werden voortgetrokken en er ook tijdens het leggen trekkrachten op werden uitgeoefend, waren zij voorzien van 18 trekkabels en een wapening van gaas. De diameter van de kabels werd aangepast aan de trekkrachten die op het stuk werden uitgeoefend. Deze krachten waren op hun beurt afhankelijk van de diepte van de bodem waarop de stukken moesten worden gelegd. De kabels waren met klemmen aan de wapening verbonden. Voor de verbinding van geotextiel, betonblokken en trekkabels zorgde een geborgde constructie van stalen pijpen in de zomen van het om de betonblokken geslagen filterdoek en in de draadlussen die bevestigd waren aan de staaldraden. De staaldraden waren aan beide zijden van de matten van lussen voorzien, voor de bevestiging van de staartbalk en de zinkbalk, die tijdens het leggen van de matten op de bodem nodig waren.

2.4 Fabricage steenasfaltmatten

Voor de fabricage van de matten was een gedetailleerd draaiboek opgesteld. De fabricage van de matten geschiedde terwijl het schip in de stroomgeul voor anker lag. Zand en steenslag werden dan vanuit de aangelegde depots op het haventerrein van de werkhaven Schelphoek met beunschepen naar de Jan Heijmans vervoerd en met

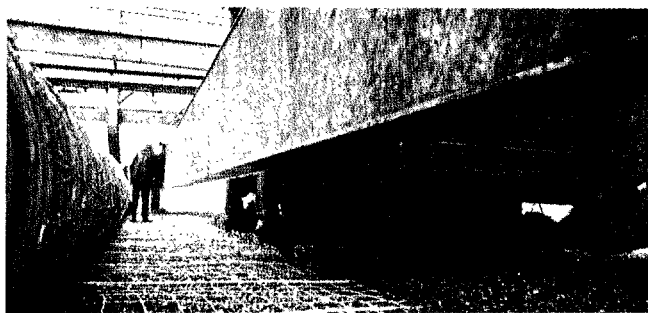
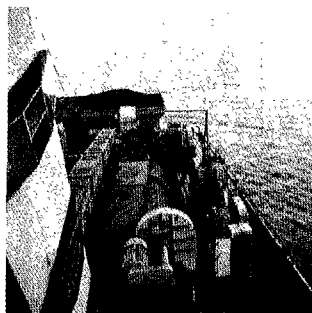
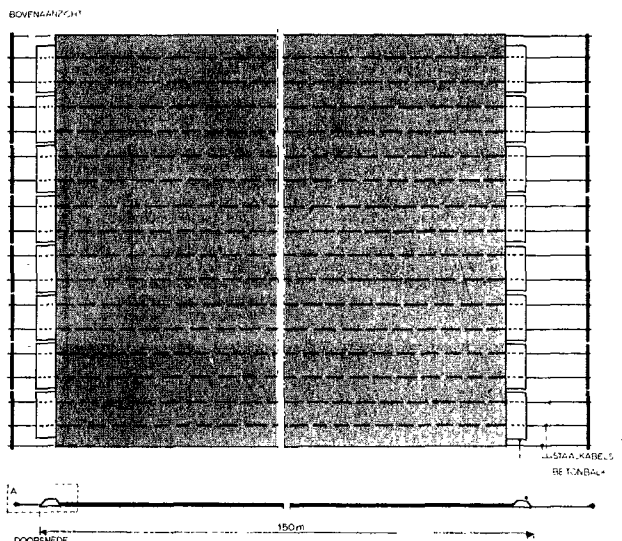


Foto 3 Snapshots aan boord van de Jan Heijmans

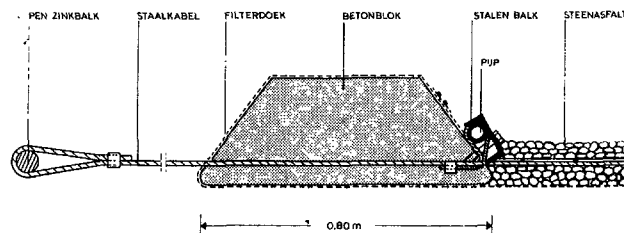


Figuur 3 Form en indeling van de steenasfaltmat

behulp van de overslagkraan in de daarvoor bestemde silo's overgeslagen (zie foto 3). De haspels met geotextiel, waarvan de baanbreedte 4,75 m bedroeg, werden vanuit het magazijn in de werkhaven op een zolderbak naar de drijvende fabriek vervoerd en daar met de traverse in de taatsen geplaatst. Op dezelfde wijze vond de aanvoer en de opslag op het schip plaats van de haspels met wapeningsgaas. Dit gaas, dat vanuit de fabriek in rollen ter breedte van 4 m, 3,80 en 4,80 m naar de werkhaven werd vervoerd, was tevoren in een assembleruimte op de werkhaven tot de vereiste breedte van 16,60 m samengeknoot en op de lengte van het te maken zinkstuk afgeknipt. Een haspel met 200 m gaas woog ongeveer 11 ton.

Het menggietasfalt werd samengesteld uit 60% plaatsand, 20% zwakke vulstof, 10% asfaltbitumen 270/330 en 10% geblazen asfaltbitumen 85/40. Het bitumen was gemengd in de raffinaderij. Het eindproduct, steenasfalt, had een samenstelling van 80% steenslag (20/40 mm) en 20% menggietasfalt. Het steenasfalt werd in twee fasen in dezelfde menginstallatie bereid. Eerst werd het menggietasfalt geproduceerd bij een temperatuur van 140° Celsius en een viscositeit van circa 400 Poises en daarna vond menging plaats van het gietasfalt met de steenslag, bij een temperatuur van 110° Celsius. Het bereidingsproces verliep als volgt: Het zand werd na in de droogtrommels te zijn gedroogd en verwarmd via de warme ladders naar de menginstallatie vervoerd en daarin met de opgepompte bitumenmix en de vulstof gemengd. Het zo verkregen menggietasfalt werd vervolgens afgevoerd en tijdelijk in de roerketels opgeslagen. Daarna werd er vanuit de silo's via de droogtrommels en de warme ladders steenslag naar de menginstallatie gevoerd en daar gemengd met het menggietasfalt, dat vanuit de onderste roerketel met de gietasfaltlift naar de menginstallatie werd gebracht.

Aan de andere zijde van het schip kon men, zoals vermeld, de fabricage van het steenasfaltmat zelf volgen, inclusief het oprollen ervan op de matrol. Dit ging als volgt: De vier banen geotextiel werden van hun haspels afgerold en met behulp van gegalvaniseerd stalen nieten aan elkaar verbonden, hetgeen geschiedde met drie nietmachines die boven de spijkerrol waren geplaatst.



Figuur 4 Bevestiging van de randverzwaring

Het geotextiel werd vervolgens onder de spijkerrol doorgetrokken totdat het kopeinde ervan ongeveer over een lengte van 6 m op het productieplatform lag. Dit trekwerk werd gedeeltelijk door de traverse gedaan en gedeeltelijk met handkracht. De traverse trok daarbij aan hulpdraden, die enerzijds aan de traverse waren bevestigd en aan de andere einden om de spijkerrol waren geslagen. De rem van deze rol was tevoren gelicht. Nadat de ligging van het doek op het platform was gecontroleerd en zonodig was gecorrigeerd, werd op het kopeinde van het doek -het toekomstige staarteinde van het stuk op de bodem- de randverzwaring van betonblokken geplaatst. De betonblokken werden aan het doek en aan de staaldradkabels van het wapeningsgaas bevestigd (zie figuur 3). De betonblokken werden met de traverse, waaraan een evenaar was bevestigd, uit de voorraadrekken gelicht en op het geotextiel geplaatst. Om de bevestigingsconstructie tot stand te brengen werd het filterdoek aan het kopeinde, ter plaatse van de ligging van de staaldradkabels, over een lengte van 1,75 m ingesneden, waarna met behulp van de kramplaten zomen in het doek werden gemaakt. De door de insnijdingen verkregen geotextielflappen werden om de betonblokken geslagen en de staaldradkabels door de sleuven in de betonblokken gevoerd. De verbinding van het doek en de staaldraden werd dan gemaakt met pijpen, die in de zomen van het doek en in de lussen op de staaldraden werden aangebracht, en ten slotte geborgd, zie figuur 4.

De evenaar, die eerder dienst deed bij het aanbrengen van de betonblokken, werd dan op het geotextiel geplaatst en aan de ene kant vastgemaakt aan de staaldradkabels en aan de andere kant aan een van de lieren op het schip verbonden. Door trekkracht uit te oefenen op deze hulpbalk, terwijl de spijkerrol op het filterdoek bleef drukken, kon het geotextiel de wapening over de volle breedte van het stuk strak zetten. Waren deze werkzaamheden uitgevoerd, dan kon met het aanbrengen van het steenasfalt worden begonnen. Dit geschiedde in twee lagen: de onderste laag met de eerste verdeelwagen gerekend vanuit midscheeps, de bovenste laag met de andere verdeelwagen, nadat op de eerste laag het wapeningsgaas was aangebracht.

Voor de juiste verdeling van het steenasfalt op het geotextiel werd gezorgd door aan de verdeelwagens bevestigde verdeelwormen. De verdeelwagens werden vanuit de menginstallatie met steenasfalt gevoerd door middel van transportbakken. Zowel de bakken als de verdeelwagens konden vier ton steenasfalt vervoeren.

Tijdens dit continu bedrijf -geotextiel nieten, eerste laag asfalt aanbrengen, wapening uitrollen, tweede laag asfalt aanbrengen, afkoelen van de mat met water, oprollen van de mat op de matrol- werd de mat met de lier met hulpbalk

of evenaar over het produktieplatform voortgetrokken. Wanneer echter het kopeinde van de mat in de nabijheid van de helling van het platform was gekomen, werd de voortbeweging overgenomen door de matrol. De hulpbalk werd verwijderd en vervangen door de staartbalk, die met staaldraden aan de matrol was bevestigd. De rotatie van de rol werd bewerkstelligd door de trekvijsels afwisselend inpalmdend op de rol te laten werken. Het stuk werd op deze wijze naar de rol toegetrokken en opgewonden. Was het einde van de mat -dus het kopeinde van het stuk op de bodem- in de nabijheid van de helling van het produktieplatform gekomen, dan werd de randverzwaring van betonblokken met de hulpbalk op het geotextiel geplaatst en met dit geotextiel en de staaldraden van de wapening verbonden.

Nadat het laatste steenasfalt op het geotextiel was verdeeld, werd de mat verder op de rol gewerkt. De hulpbalk, weer bevestigd aan de lier op het schip en aan de kabels van de mat, moest voor de nodige tegenkracht zorgen wanneer de mat het produktieplatform verliet. De hulpbalk werd daarbij door het water meegevoerd en tenslotte aan de voorkant van het schip van de mat verwijderd met behulp van de traverse. De verplaatsingssnelheid van de mat tijdens de produktie bedroeg maximaal 1,5 m per minuut, overeenkomende met een rotatiesnelheid van de rol van drie à vier omwentelingen per uur, zie foto 4.

De remkrachten, die met de spijkerrol op het geotextiel werden uitgevoerd tijdens de produktie van de mat, lagen tussen de 45 en 60 ton. Door deze remkrachten werd de horizontale verplaatsing van de mat op het platform in de vereiste verhouding gebracht tot de roterende verplaatsing van de mat op de rol. De verhouding tussen deze verplaatsingen kwam voort uit de voorwaarde, dat de mat tussen de helling van het produktieplatform en de rol niet zodanig mocht gaan doorhangen dat er breuk in het steenasfalt van zou kunnen komen. In verband daarmee was de minimum kromtestraal voor de mat gesteld op 4 m.

De verhouding in de verplaatsingen werd gecontroleerd door twee automatisch registrerende lengtemeters en wel één op het platform en één op de matrol.

De vervaardiging en het oprollen van een steenasfaltmat van 17 x 200 m, waarvan het gewicht 8.500 kN bedroeg, vergde ongeveer tien uur: vieruur fabricage en verwerking van het steenasfalt en zes uur bijkomende werkzaamheden, zoals het aanvoeren van materialen en het aanbrengen van de randverzwaringen.

2.5 Het leggen van de steenasfaltmatten

De matten werden omstreeks de laagwaterkenteringen gelegd. Daartoe werd besloten omdat de variaties in richting en grootte van de stromingsdrukken op de matten tijdens de uitlegprocedure en zeker in de beginfase daarvan, niet te groot mochten zijn.

De Jan Heijmans moest op zijn minst twee uur voor de laagwaterkentering met het beschikbare verhaalsysteem van ankers, draden en lieren en met behulp van de voorzieningen voor de juiste plaatsbepaling, zoals richtbakens op de wal, tellurometers en girokompas, zo goed mogelijk in de juiste positie zijn gebracht. De zinkbalk moest dan aan de staaldraadkabels van de mat zijn bevestigd. Indien de stroomsnelheid van de nog lopende eb niet meer

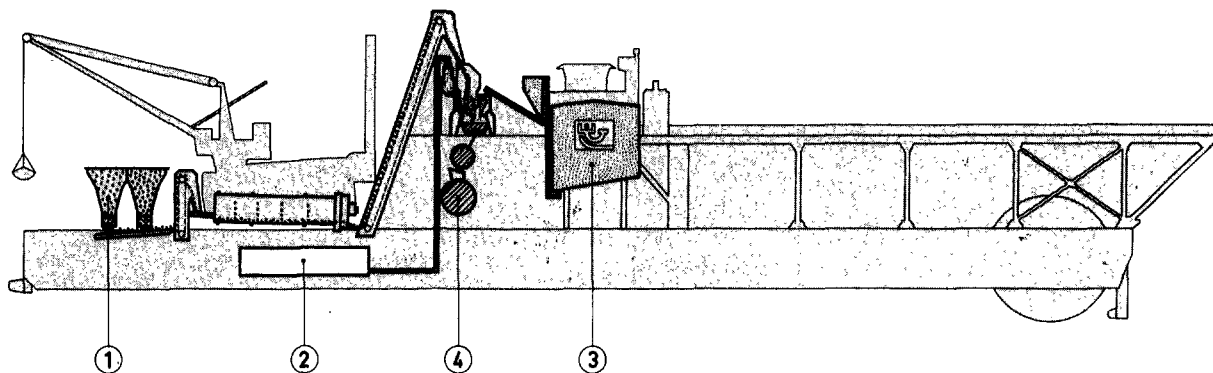
dan maximaal 0,5 m per seconde bedroeg en ook de stroominrichting gunstig werd geacht werd de zinkbalk met de mat afgerold tot de balk 2 m boven de bodem hing. De juiste positie van de zinkbalk moest dan verkregen worden door manipulaties met de lieren van de achter- en stuurdraden van de zinkbalk. Nadat de zinkbalk zo goed mogelijk was afgezonken, werd de ligging ervan gecontroleerd met de echo-peilinstallatie en daarna zonodig gecorrigeerd door met de draden op de balk bij te sturen, hetgeen al dan niet gepaard ging met een wijziging in de positie van het schip.

Had de zinkbalk tenslotte de juiste ligging op de bodem, dan kon de mat op de bodem worden uitgerold; het schip werd daarbij over de mat verhaald. De snelheid van het schip moest tijdens deze manoeuvre aangepast zijn aan de snelheid van het afrollen, omdat ook in deze fase van het werk de kromtestraal van de mat niet te klein mocht worden en ook op mat met zinkbalk niet te grote krachten mochten worden uitgeoefend. Daardoor zou de mat beschadigd kunnen worden of zou de zinkbalk over de bodem kunnen worden versleept.

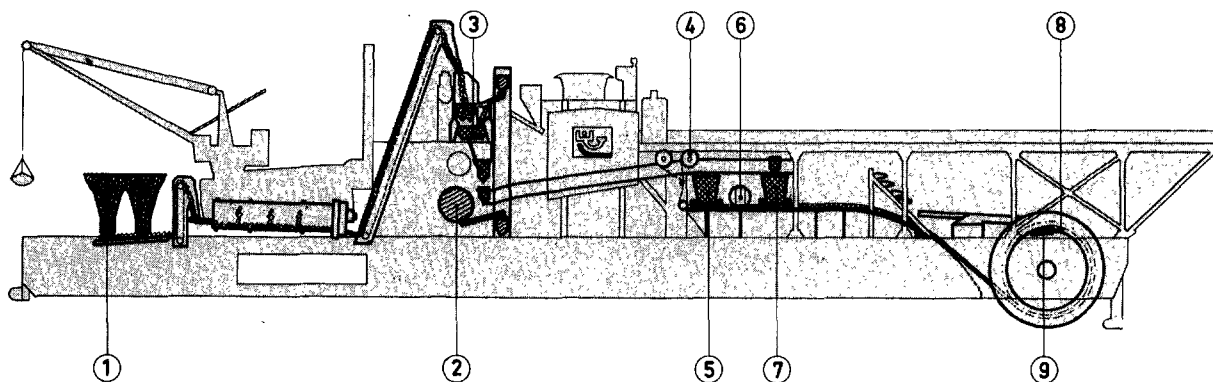
Nadat ook de staartbalk aan de grond was gekomen en door duikers de overlap van de mat op de reeds gelegde bodembescherming was gecontroleerd aan de hand van op de matten aangebrachte markeringen, werd de verbinding tussen de staartbalk en de mat pneumatisch ontgrendeld en werd de staartbalk weer opgetrokken. Vervolgens verhaalde men het schip achterwaarts, totdat het voorschip ongeveer vertikaal boven de zinkbalk was gemanoeuvreed. Op dat tijdstip werd -nu met een losdraad- de verbinding tussen zinkbalk en mat verbroken, waarna de balk kon worden opgehaald.

Het leggen van zo'n steenasfaltmat duurde, afhankelijk van weersomstandigheden, deining en golven, ongeveer drie uur. De gehele procedure werd ononderbroken gevolgd met de echo-peilinstallatie.

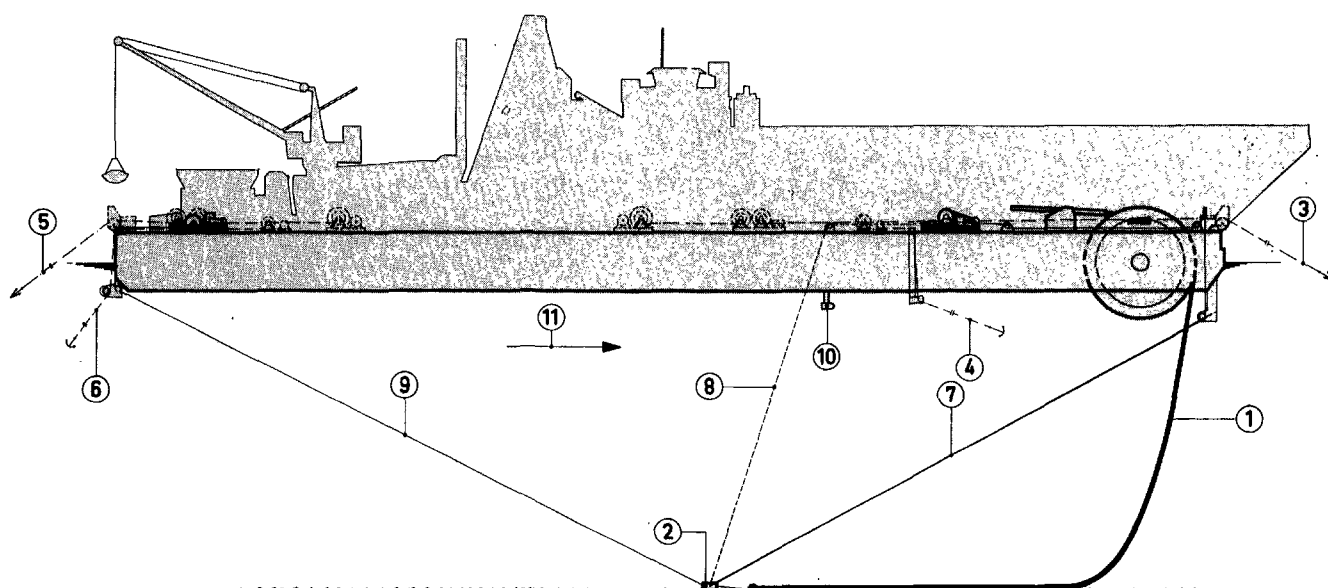
Voor visuele weergave van de verschillende processen zie figuur 5.



- 1 zand
- 2 bitumen
- 3 vulstof
- 4 menggietafalt



- 1 steenslag
- 2 menggietafalt
- 3 steenasfalt
- 4 filterdoek
- 5 1e laag steenasfalt
- 6 wapeningsgaas
- 7 2e laag steenasfalt
- 8 randverzwaring
- 9 staartbalk



- 1 steenasfaltmat
- 2 zinkbalk
- 3 boegdraad
- 4 voor-zijdraden
- 5 hekdraad
- 6 achter-zijdraden
- 7 hijsdraden zinkbalk
- 8 stuurdraden zinkbalk
- 9 achterdraden zinkbalk
- 10 profiler
- 11 vaarrichting tijdens leggen

Figuur 5 Visuele weergave processen

3. Asfaltmastiekstortebed

3.1 Samenvatting ontwerp

Het stortebed is dat gedeelte van de bodembescherming, aan weerszijden van de kering, waar bij een weigerende-schuil-situatie het onderliggende Oosterschelde-zand onvoldoende beschermd zou worden tegen erosie. De begrenzing, het dichtst bij de kering, ligt op 90 m uit de as.

De lengte van het stortebed werd bepaald door het bezwijkgedrag van de achterliggende bodembescherming. Dit bezwijkgedrag was vastgesteld aan de hand van modelonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst.

De breedte, per stroomgeul, was afhankelijk van het aantal schuiven in de kering.

De diepte was variabel en werd bepaald door de bovenkant van de bodembescherming ter plaatse, die bestond uit steenasfaltmatten en betonblokkenmatten.

Het stortebed kon op twee wijzen wordt uitgevoerd, namelijk door een stabiel breuksteenfilter op de bodembescherming of een asfaltmastieklag. Gekozen werd voor de toepassing van asfaltmastiek.

De dikte van de asfaltmastieklag was ontleend aan een aantal faalmechanismen en bedroeg 0,20 m.

Van falen wordt gesproken indien de asfaltmastieklag plaatselijk verdwijnt of instabiel wordt.

Het gevolg kan dan zijn dat een ontgrondingskuil ontstaat die zo diep kan worden dat zettingsvloeiingen kunnen optreden. Vooral dicht bij de kering zou een zettingsvloeiing de stabiliteit van de pijlers in gevaar kunnen brengen (zie voor situatie en afmetingen boek 2, deelnota 9).

3.2 Functionele eisen

De functionele eisen van het stortebed veroorzaakten een continu proces van overwegen en heroverwegen.

Onderstaande faalmechanismen hebben geleid tot de ontwerpeisen zoals vermeld in doc. 1.

1. Omhoog komen van een gesloten asfaltmastieklag.
2. Omklappen van een overlap asfalt op asfalt.
3. Omklappen van de rand van de asfaltlaag op de bestaande bodem.

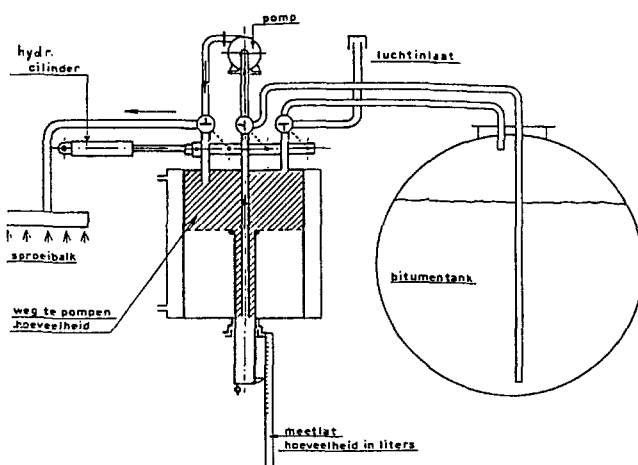
3.3 Produktie van asfaltmastiek

De produktie geschiedde in principe op dezelfde wijze als bij de normaal gebruikelijke asfaltinstallaties, met dien verstande dat het gedroogde en verwarmde mineraal niet in fracties werd uitgezeefd. Dit was bij de produktie van mastiek niet noodzakelijk, omdat asfaltmastiek een mengsel is van zand, vulstof en bitumen en er dus slechts één fractie

(namelijk zand) gedroogd en verwarmd werd.

De dosering van het gedroogde verwarmde zand geschiedde vanuit een relatief kleine warme silo die gevoed werd door de warme ladders. Vanuit deze warme silo werd het zand in de weegbak gedoseerd.

De vulstof welke niet verwarmd was, werd met behulp van een doseerworm vanuit een buffersilo voor vulstof in de weegbak gedoseerd na de zanddosering. Voor zand en vulstof waren afzonderlijke weegbakken aanwezig. Na dosering en weging werden het zand en de vulstof in de menger gelost. Op dat moment ging de mengtijd in.



Figuur 6 Inspuiten in mengbak

De dosering van de bitumen (figuur 6), die bijna gelijktijdig aanvang met het lossen van de weegbakken, vond plaats door inspuiting van bitumen in de menger vanuit een bitumenmeetvat. Het bitumenmeetvat werd, via een aparte leiding in het bitumencirculatiesysteem, gevuld indien geen dosering van bitumen in de menger plaatsvond. Dosering van de hoeveelheid bitumen geschiedde volumetrisch, waarbij rekening werd gehouden met de dichtheid in relatie tot de temperatuur. De totale cyclustijd bedroeg circa 60 seconden en de mengtemperatuur was 140 à 170 °C. De asfaltmenginstallatie was voorzien van een molenauto-maat.

Door de keuze van de aard (korrelverdeling, bitumensoort) en verhouding van de samenstellende delen konden de vloeieigenschappen (viscositeit) van het mengsel worden beïnvloed.

Van belang waren de viscositeitswaarden van het mengsel tijdens verwerken, direct na het aanbrengen op de bodem (warme vloeï) en bij het bereiken van de gemiddelde omgevingstemperatuur (koude vloeï).

Het mengsel moest zodanig zijn dat:

- de mastiek zonder problemen door de pijp en de verdeelmond kon worden getransporteerd.
- de afzonderlijke stralen op de bodem aaneeenvloeden tot een gesloten laag die zou hechten aan onderliggende lagen;
- de mastieklag na afkoeling een zekere vormvastheid bezat (tegen vloeien vanaf de helling, vanaf bijvoorbeeld bodemribbels).

Indien bij de productie bleek dat een mengsel niet aan de gestelde eisen voldeed, een zogenaamd mismengsel, werd dit mengsel niet gelost in de roerketel. Een dergelijk mengsel ontstond veelal door het niet juist functioneren van de afweging en dosering van de componenten.

Op deze afweging en dosering was een controle met behulp van bewaking door het bedienend personeel en registratie van de hoeveelheden per mengsel. Daar slechts gecorrigeerd kon worden indien een afwijking direct werd vastgesteld, was de controle door bedienend personeel van primair belang. Werd een afwijking vastgesteld dan werd, na inspectie van het mengsel in de menger, de eventueel gemaakte fout in afweging op dosering zodanig in hetzelfde en/of de daarop volgende mengsels gecorrigeerd, dat het mengsel in de roerketel wel aan de gestelde eisen voldeed.

Voor het aanbrengen van de mastiek was uiteindelijk de viscositeit van het mengsel tijdens verwerken en direct na het verlaten van de pijp van belang.

3.4 Verwerking van asfaltmastiek

Nadat het gewenste mengsel in de menger was bereid werd het in de zogeheten roerketel gebracht. Het vullen van de roerketel geschiedde mengselgewijze.

De roerketel fungeerde als overgangsbuï tussen vraag en aanbod van mastiek tijdens de productie en de verwerking, met als hoofddoel het discontinu productieproces in een continu verwerkingsproces te laten overgaan.

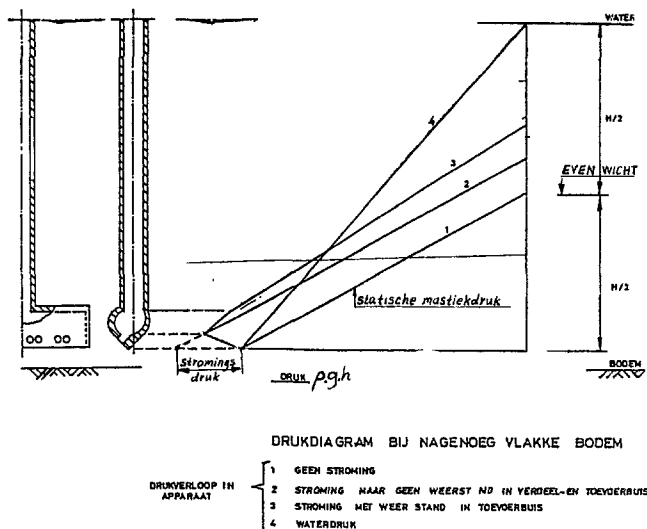
Vanuit de roerketel werd de mastiek door middel van een regelbare opening en een goot in een verticale pijp gebracht. Deze verticale pijp was over de gehele lengte voorzien van speciale vulopeningen met een onderlinge afstand van 2,50 m. Bij het op en neer bewegen van de pijp kon, doordat de goot meebewoog, het vullen continu plaatsvinden. De bewegingsvrijheid, in verticale zin, van de pijp met verdeelapparaat bedroeg per opening 3,20 m. Bij grote hoogteverschillen in een baan moest men van vulopening wisselen tijdens de verwerking; het zogenaamde "gat verstoppen". Dit waren korte stagnaties in het verwerkingsproces, die niet waren te voorkomen en als "onderdeel" van het verwerkingsproces beschouwd moesten worden (zie doc. 2).

De pijp was aan de onderzijde voorzien van een 5,00 m breed verdeelapparaat. Het verdeelapparaat was geïsoleerd, met olie verwarmd en had 16 afsluitbare uitstroombopeningen. Deze pijp was vertikaal beweegbaar en kon automatisch of met de hand op een bepaalde afstand boven de bodem worden gehouden. De hoogte boven de bodem werd bepaald met behulp van een echolood-systeem. De uitstroming van de pijp via de uitstroombopeningen had een continu karakter zodat voor een verwerking van de juiste hoeveelheid de uitstroming uit de roerketel op de

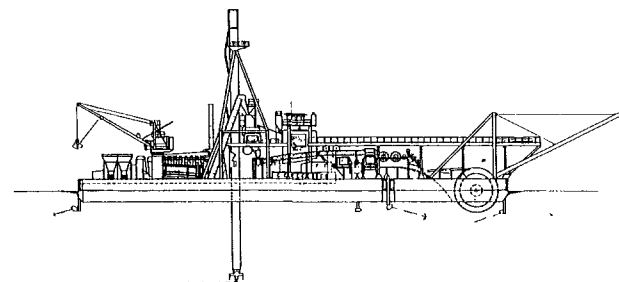
verhaalsnelheid afgestemd moest zijn.

De asfaltmastiek in de pijp stroomde door middel van zwaartekrachtstroming via de verdeelmond uit het verdeelapparaat. Om een dergelijke stroming mogelijk te maken was de druk in de pijp voor de uitstroombopening groter dan de druk van het water op dezelfde diepte (zie figuur 7).

De stortpijp had een lengte van 65 m waarmee het schip tot op dieptes van 40 m kon werken (zie figuur 8).



Figuur 7 Drukdiagram bij nagenoeg vlakke bodem



Figuur 8 Aanbrengen van gietasfalt

3.5 Bepalende parameters

Parameters die het uitstromen en samenvloeien van de mastiek bepaalden waren:

1. *de viscositeit* van de asfaltmastiek in het gehele temperatuur traject tussen verwerkingstemperatuur en temperatuur zeewater; deze parameter werd bepaald door de samenstelling van de mastiek die door het systeem van bedrijfscontrole werd gecontroleerd.
2. *het drukverschil* over de uitstroombopening; deze parameter werd bepaald door het mastiekniveau en werd indicatief gecontroleerd met behulp van drukopnemers in het verdeelapparaat.
3. *storthoogte* boven de bodem, deze parameter werd gestuurd en gecontroleerd met behulp van echoloden die zich onder het verdeelapparaat bevonden.

Parameters die de plaats en de hoeveelheid van de verwerkte asfaltmastiek bepaalden waren:

1. *nauwkeurigheid van positionering*; deze parameter werd

beheerst door het systeem van tellurometers die zowel een controlerende als een sturende functie hadden.

2. *verhaalsnelheid*; deze parameter die ingesteld werd op een vaste waarde per baan, werd visueel en manueel gecorrigeerd tijdens het verhalen.
3. *verwerkte hoeveelheid*; deze parameter werd bepaald door de stand van de regelklep die de hoeveelheid mastiek regelde die vanuit de roerketel in de pijp stroomde.

3.6 Ontzanding

Bij het aanbrengen van het asfaltmastiekstortebestond in gebieden waar aanzanding optrad de kans dat na langdurige onderbreking een aanzanding optrad, zodat onderlinge aanhechting van de afzonderlijke lagen mastiek niet voldoende kon plaatsvinden. Proeven hadden aangetoond, dat zandinsluitingen over grote oppervlakten niet wenselijk waren. In de normale productieprocedure zorgde de snelheid van aanbrengen van asfaltmastiek er voor dat een aanzanding van enige betekenis niet kon optreden. De produktie-onderbrekingen waren echter na werkdag en weekend zodanig dat aanzandingen dan wel konden optreden. Het gekozen systeem van ontzanden bestond uit een jet-installatie waarbij met een water-luchtmengsel werd gejet tot een druk van 22 atmosfeer, met een debiet van 0,3 m³/sec. Deze installatie was aan het verdeelapparaat bevestigd. Het jetten met water alleen had het opwoelen van zand tot gevolg. Ter verhoging van het rendement was de toevoeging van lucht bijzonder efficiënt. Door de luchtbellen, die als het ware een bellenbaan vormden, werd het losgewoelde materiaal ook nog enigszins in verticale richting getransporteerd. De waterstroming, in horizontale zin, droeg zorg voor het afvoeren van het opgewoelde materiaal. Door het stromend water, het effect van de bellenbaan en de tijd die het zand nodig had om over grotere diepten te bezinken, was een opschoningssysteem gecreëerd dat goed aan het beoogde doel beantwoordde. Ten behoeve van het ontzandingsproces werd tijdens de inspectie van het gemaakte werk, met behulp van duikeren/of video-onderzoek informatie verzameld met betrekking tot de mate van aanzanding.

Aan de hand van de vastgestelde hoeveelheid aanzanding werd de te volgen ontzandingsprocedure vastgesteld. Hierbij waren in principe te onderscheiden:

- aangetroffen zanddikte tot 0,10 m. De voorlaatst gelegde baan asfaltmastiek werd ontzand door het schip met de ontzandingsinstallatie één enkele maal over deze baan te verhalen. Door de grote capaciteit van de installatie was controle niet noodzakelijk;
- aangetroffen zanddikte van 0,10 tot 0,50 m. De voorlaatst gelegde baan werd ontzand waarbij eerst twee gevaren banen naast elkaar liggend werden ontzand en vervolgens één baan midden er over heen. De controle op het resultaat kon alleen geschieden bij een kentering die aansloot op de ontzandingsprocedure. Als hulpmiddel hierbij was de duiker uitgerust met video-apparaat;
- aangetroffen zanddikte meer dan 0,50 m. Uitgaande van de vastgestelde dikte werd een speciaal ontzandingsprogramma opgesteld. De controle op het resultaat van het ontzandingsproces werd over de volledige lengte van de aansluiting met behulp van duikers en video-onderzoek uitgevoerd.

4. Negatieve overlap

4.1. Programma van eisen

De specifieke eisen waaraan het SANO (Stort Apparaat Negatieve Overlap) moest voldoen waren:

- het ontzanden van matranden over een lengte van 200 m en tot een breedte van minimaal 4,5 m uit de as van de negatieve overlap (de 200 m lengte bestond uit een horizontaal middendeel van 80 m en twee variabele taluds van elk 60 m lengte met een helling van maximaal 1:4,4 in langsrichting en 1:3 in dwarsrichting).

De te verwijderen aanzandingsdikte bedroeg maximaal 1 meter;

- voorstrooms ontzanden in heen- en teruggaande slagen;
- laagdiktes tot 50 cm in één slag ontzanden bij een minimale voortgangssnelheid van 2 meter per minuut (het zogenaamde fijn ontzanden);
- laagdiktes van meer dan 50 cm ontzanden (het zogenaamde grof ontzanden);
- het verrichten van inpeilingen vóór en uitpeilingen van het gemaakte werk (door middel van een aan de ladder bevestigde 18 meter brede hoofdbalk van de jetinstallatie, voorzien van 18 transducers);
- het bestorten van de negatieve overlap (minimum breedte 1 m en een maximum breedte van 5 m) bestaand uit een laag granulair materiaal grind-zand in een laagdikte van maximaal 0,85 m;
- het aanbrengen van een laag grof grind, met een laagdikte van gemiddeld 0,4 m, op het grind-zand in dezelfde arbeidsgang (door middel van een tweede stortpijp);
- het opschonen van deze laag grof grind;
- het aanbrengen van een laag stroombestendig materiaal, breuksteen of staalslakken, met een laagdikte van ca. 1,0 m (via dezelfde pijp met doseringapparaat of, indien mogelijk, door de tweede stortpijp);
- het aanbrengen van een laag grind-zand of grof grind op en naast de rand van een pasgelegde funderingsmat;
- het aanbrengen van grof zand in ontgrondingskuilen;
- het in positie brengen en houden van de kopbalk met behulp van twee kopbalkdraden tijdens het matleggen;
- het ophalen en neerlaten van de stortpijp moest kunnen plaatsvinden bij een stroomsnelheid van 1,8 m/sec;
- het boven water hijsen van de stortpijp vanaf een waterdiepte van 37 m moest met een lege pijp respectievelijk een volle pijp plaats kunnen vinden binnen 15 respectievelijk 30 minuten;
- overslag van materiaal vanuit elevatorbakken met behulp van twee overslagkranen met elk een capaciteit van ca. 200 ton per uur voor zand en grind-zand.

De te verwerken materialen via de stortpijp waren:

grof zand	:	0,3 - 2,5	mm
grind zand	:	0,3 - 32	mm
grof grind	:	30 - 60	mm
breuksteen	:	40 - 210	mm
staalslakken	:	40 - 140	mm

4.2 Natuurrandvoorwaarden

De Jan Heijmans moest onder de volgende, maximale, werkcondities operationeel zijn (zie doc. 4).

	Stroomsnelheid	Golfbeweging
Tijdens storten	1,0 m/sec	Hs = 0,75 m
Tijdens opschonen	1,5 m/sec	Hs = 0,75 m
Tijdens peilen	1,5 m/sec	Hs = 0,75 m
Tijdens kopbalk beh.	1,33 m/sec	Hs = 0,30 m

Periode zeegang	3 tot 3,5 sec.
Periode deining	6 tot 8 sec.

Stroomrichting: 30 graden schuin voor- en achterinkomend.

Windsnelheid 7 Beaufort uit alle richtingen.

Werkgebied ca. 100 m oost en west van de as SVKO (tijdens kopbalkbehandeling ca. 400 m uit de as).

4.3 Overlevingscondities

De Jan Heijmans moest onder de hierna volgende extremen "in tact" blijven:

	Overliggen met ladder en jetbalk omlaag, silo's geheel of ged. beladen	Overliggen buiten bedrijf beladen	Overliggen buiten bedrijf onbeladen
Stroomrichting	van 0 tot 30° vloed	max. 30° E/V	max. 30° E/V
Windsnelheid	B 7	B 12	B 12
Stroomsnelheid	1,5 m/s onder 30° 2,0 m/s onder 0°	2,2 m/s	2,35 m/s
Golven H 1/3	0,3 m	1,7 m	1,8 m
Gem. periode T	3-8 s	4-8 s	4-8 s
Stroomsnelheid	1,9 m/s	1,8 m/s	2,0 m/s
Golven max.H1/3	0,75 m	2,3 m	2,9 m
Gem. periode T	3,5-8 s	4-8 s	4-8 m
Stroomsnelheid		2,15 m/s	2,2 m/s
Golven H1/3		2 m	2,5 m
Gem. Periode T		4-8 s	4-8 s

Het spanningsniveau in de constructiedelen mocht de vloeigrens hierbij niet overschrijden. De opschoonkop bevond zich in het algemeen ter hoogte van de rolstrooier.

5. Werkzaamheden

In volgorde van de werkzaamheden zullen in de hierna volgende hoofdstukken 5.1 tot en met 5.4 respectievelijk het ontzanden, aanbrengen erosiebescherming, ontgrinden en het aanbrengen van granulair materiaal ten behoeve van de opbouw van de negatieve overlap worden omschreven.

5.1 Ontzanden

Het primaire doel van het ontzanden was het zandvrij maken van de randen van de onderranden vóór het storten van granulaire materialen ten behoeve van de negatieve overlap.

Ook moest het zand tussen de opeenvolgende lagen van het granulaire materiaal worden verwijderd alsmede voorafgaand aan het leggen van de Noma mat (zie deelnota 13).

Ten behoeve van vlakheidsmetingen op de bovenmat moest deze zandvrij eerst worden gemaakt. Een van de manieren om dit te doen was met behulp van de ontzandingsinstallatie van de Jan Heijmans. Hiervoor waren dan twee ontzandingslagen nodig omdat de breedte van de bovenmat 31 m was en die van de ontzandingsinstallatie 17 m.

Tevens werd de bovenmat ontzand ten behoeve van een totale inspectie met het onderwaterinspectievoertuig "Portunus" (zie deelnota 5).

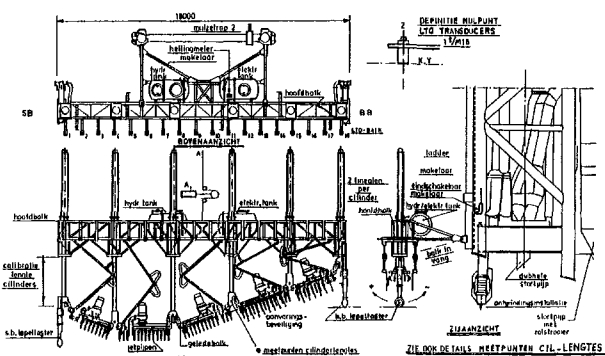
5.1.1 Ontzandingsinstallatie

5.1.1.1 Algemeen

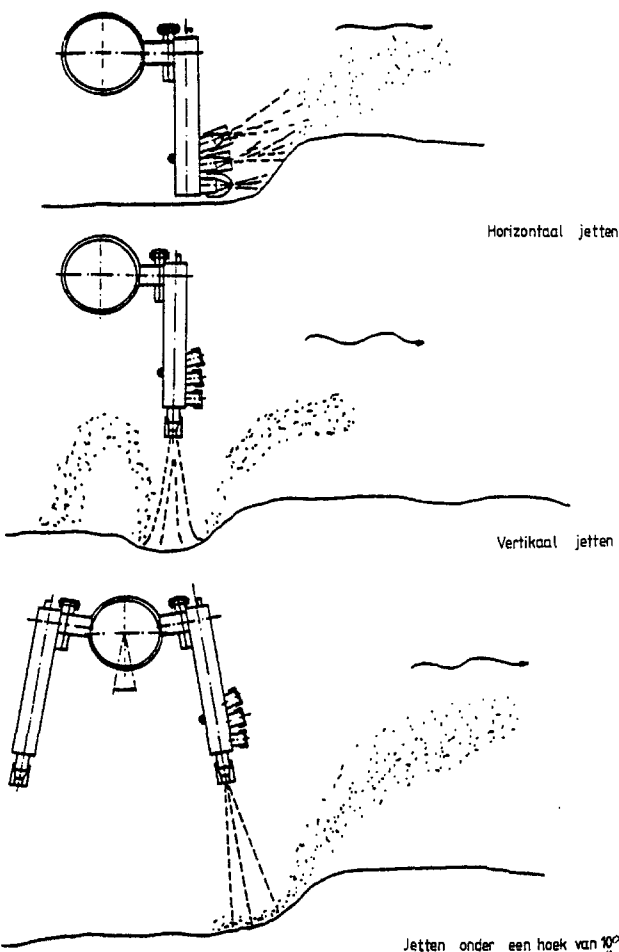
De ontzandingsinstallatie bestond uit een hoofdbalk, waarop zes cilinders waren gemonteerd. Deze cilinders waren onderling scharnierend verbonden met persleidingen, de zogenaamde headers of jetsecties. Op elke header bevond zich een onderwaterpomp (zie figuur 9). De gehele installatie was met drie draden aan de bovengeleiding van de ladder opgehangen. Twee draden waren aan de hoofdbalk bevestigd, de derde aan de makelaar.

De laatstgenoemde draad liep via een schijf over een hydraulische cilinder (rotatie-cilinder). Door deze cilinder van uit de middenstand in- of uit te sturen kon de hoofdbalk + of -15° gekanteld worden.

De drie draden konden met een drie-trommellier gehaald of gevierd worden. Dit was een electrisch aangedreven lier, gekoppeld aan drie trommels, die op een as zaten. De gehele installatie kon geheel onafhankelijk van de ladder op en neer worden bewogen, langs een geleiding, die op de ladder gemonteerd was. De geleiding was zeewater smerend.



Figuur 9 Ontzandingsinstallatie



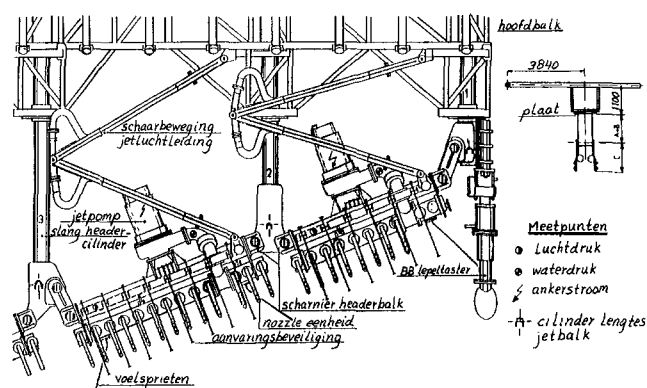
Figuur 10 Nozzle standen

De nozzlehouders waren in eerste instantie voorzien van drie min of meer horizontale nozzles waarmee de reeds gestorte eerste laag (zonder ontmengd te worden) ontzand moest worden (zie figuur 10). Het ontwerp voorzag nog niet in een afdekking van de 1/32 mm met 30/60 mm.

Een nadeel van het horizontaal jetten was dat op een hoogte van 30 cm moest worden gewerkt. Nadat de 30/60 mm in het ontwerp van de negatieve overlap was gekomen kon vertikaal worden gejet.

5.1.1.2 Headers

De headers waren voorzien van negen c.q. vijftien flens-aansluitingen, waarop de nozzlehouders waren gemonteerd (zie figuur 11). Het aantal nozzles en de hoek, waaronder deze stonden, werd een aantal malen veranderd. De lengten van de headers waren: 3,12 - 3,58 - 3,58 - 3,58 - 3,12 m.



Figuur 11 Jetsekties 1 en 2

Bovenop elke header zat een onderwaterpomp. Deze pomp zoog het water direct (dus zonder zuigleiding) via een korf aan. De aanvankelijke ontzandingsproblematiek werd onder andere geweten aan het feit dat de pomp een water/zand/luchtmengsel zou aanzuigen, hetgeen het rendement aanzienlijk zou verminderen. Bij latere metingen is hiervan niets gebleken. In de headers zaten waterdrukmeters gemonteerd. De metingen van deze drukmeters werden in het bedieningshuis op een puntrecorder en op de datalogger geregistreerd. Op de headers zaten tevens de luchtleidingen aangesloten voor de jetlucht. Ook deze druk werd gemeten en geregistreerd.

5.1.1.3 Cilinders

De cilinders, waartussen de headers waren opgehangen, hadden een maximale uitsturing van 350 cm. De maximum helling waaronder een header kon staan was 1:3. Het hoogteverschil tussen twee cilinders was dus aan nauwere grenzen gebonden.

Beveiligingen

De headers en de cilinders waren voorzien van diverse beveiligingen:

- Aanvaringsbeveiliging;
- Voelspriet;
- Maximum hoeksignalering;
- Uiterste cilinderstanden.

5.1.1.4 Cilindersturing

De jetcilinders werden met een hydrauliek systeem ge-

stuurd. Het gehele systeem was gebouwd in twee druk-tanks, die op de hoofdbalk waren geplaatst.

De hydrauliektank

Deze tank bestond uit twee gedeelten namelijk het besturingsgedeelte en het oliereservoir.

In de tank waren de volgende beveiligingen geplaatst:

- duikautomaat: deze regelde de druk in de tank afhankelijk van de waterdruk;
- drukverschilmeter: signaleerde het verschil in druk tussen binnen- en buitenkant van de tank;
- olie afscheider: scheidde de olie van de fluctuerende lucht tussen olietank en luchtank; de olie-afscheider was voorzien van een terugslagklep, die er voor zorgde dat de lucht uit de tank via de olie-afscheider stroomde;
- borreelpijp: deze was voorzien van een terugslagklep, die verhinderde, dat er water bij een te lage druk in de tank zou binnenstromen.

De E-tank

De elektrische besturing kwam uit de zogenaamde "E-tank", waarin alle elektronische en elektrische componenten waren ondergebracht. Deze tank was, in tegenstelling tot de hydrauliektank, lucht- en waterdicht afgesloten en beveiligd door een waterdetector.

De elektrische voeding en de luchttoevoer voor de hydraulische tank en de jetmonden werd via de kabelschaar geleid. De kabelschaar was een geleiding voor het kabel- en leidingwerk tussen de ponton en de bewegende ontzandingsinstallatie.

5.1.2 Procesvoering

Buiten de mechanische aanpassingen van de ontzandingsinstallatie is het proces "ontzanden" op zich in de loop der tijd niet wezenlijk veranderd.

Het proces verliep als volgt:

- invoeren gegevens door Survey;
- verhalen naar startpositie;
- neerlaten ontzandingsinstallatie en starten van de onderwaterpompen;
- bijzetten van de maximum luchtflow;
- installatie op diepte brengen en gelijktijdig verhalen om lokale erosie te voorkomen.

Op een grafisch beeldscherm werd een schematische weergave van ontzandingsinstallatie gepresenteerd. Dit bevatte de actuele stand van de cilinders en de vorm van de ondergrond en daarnaast numerieke gegevens als positie, verhaalsnelheid, jethoek enzovoort.

5.1.2.1 Jethoogte

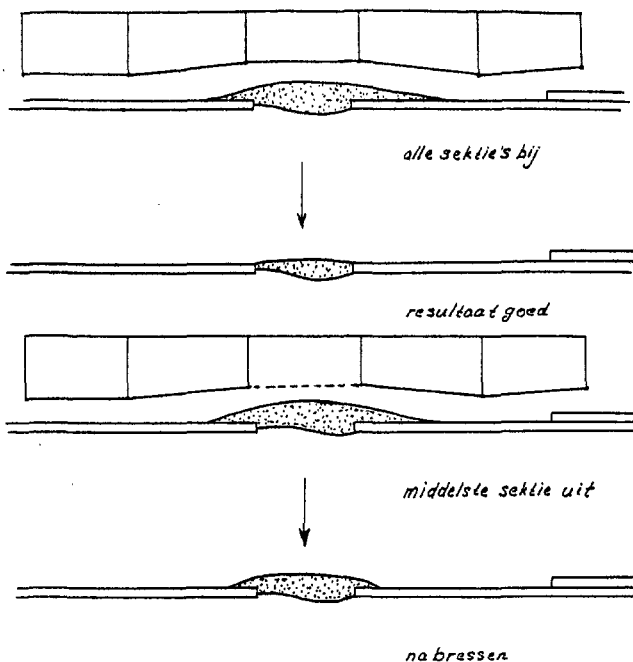
De minimum jethoogte en de dode band waren per cilinder, zowel vooraf als tijdens het proces, in te stellen.

5.1.2.2 Luchtflow

Voor de luchtflow zorgden in de beginperiode drie compressoren, elk met een capaciteit van 21 m³/min. (dit zijn normaal kubieke meters dat wil zeggen bij atmosferische druk). Later is dit aantal uitgebreid tot vijf stuks, omdat de capaciteit te laag bleek te zijn.

5.1.2.3 Nozzle stand/aantal headers

De stand waaronder de nozzles stonden werd aan de hand van de opgedane ervaringen nogal eens veranderd (zie 5.1.1.1).



Figuur 12 Aantal secties; alle secties bij; resultaat goed; middelste sectie uit; na bressen

Het beste resultaat werd met een nozzlestand van 10° met de vertikaal bereikt (zie figuur 10). Het aantal headers dat gebruikt werd was afhankelijk van de te ontzanden ondergrond:

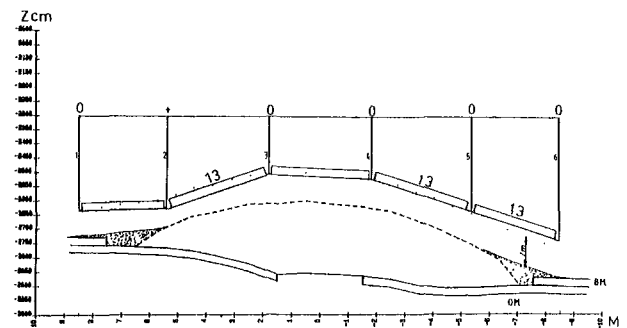
- Lag er veel zand en was de opening tussen de matranden “bol”, dan werden alle secties bijgezet. Indien in dit geval de middelste sectie niet bijgezet zou worden bestond het gevaar voor nabressen (zie figuur 12).
- Lag er enkel wat zand of zandribbels op de beide matranden dan hoefde de middelste sectie niet bijgezet te worden. Dit om te voorkomen dat de grindrug (oude erosiebescherming) in de negatieve overlap zou worden uitgemolken.

Een laag grof materiaal onder de 1/32 mm geeft een kwalitatief minder filter.

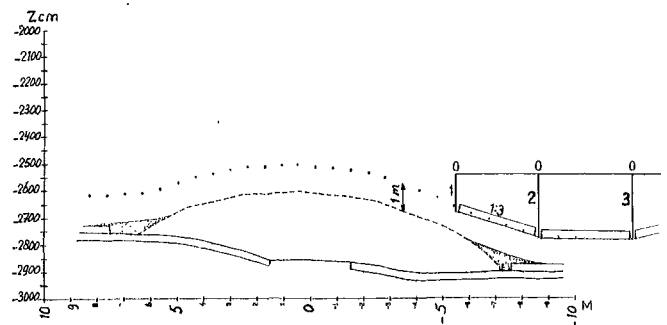
- Indien slechts een matrاند was aangezand, kon worden volstaan met het inzetten van twee secties. Als gevolg van de vormgeving van de installatie moest de te varen baan dan 0,5 m verschoven worden om de gehele matrاند zandvrij te krijgen.
- Bij het ontzanden van basalt ten behoeve van het leggen van de Noma moesten de buitenste headers het slootje zandvrij maken. Door de steile taluds van de negatieve overlap konden de jetsecties niet dicht genoeg bij de ondergrond gebracht worden om effectief te ontzanden (zie figuur 13).

Daarom werden twee verschoven ontzandingsslagen uitgevoerd. Zo werd aan de noordelijke kant met de headers nummer vijf en zes en aan de zuidelijke kant met de headers één en twee gewerkt (zie figuur 14).

De headers, die in de beide slagen niet meewerkten, werden zo ver mogelijk opgetrokken omdat deze buiten de



Figuur 13 Ontzanden basalt



Figuur 14 Verschoven ontzandingsslag

peiling vielen. Het resultaat werd weer gecontroleerd met behulp van sonar.

5.2 Erosiebescherming 30/60 mm

De erosiebescherming bestond uit granulair materiaal 30/60 mm en werd door middel van de rolstrooier (zie 5.2.3) aangebracht ten behoeve van het voorkomen van erosie van:

- het zand langs de matrاند van de laatst gelegde ondermat;
- het granulair materiaal 1/32 mm zijnde de eerste laag van de negatieve overlap.

De erosiebescherming langs de matrاند werd in eerste instantie overlappend op de betreffende matrاند aangebracht.

later werd deze erosiebescherming alleen daar aangebracht waar erosie kon worden verwacht.

5.2.1 Samenhang met andere processen

Het storten van de erosiebescherming was het eerste productieonderdeel van de Jan Heijmans na het leggen van een ondermat.

De erosiebescherming werd niet ingepeild.

De uitpeiling van de laatste grove dustpanslag van de Cardium werd als stuurpeiling genomen. Deze peiling was altijd ruim op tijd aan boord.

Wel werd door middel van procesanalyse gecontroleerd.

Omdat de erosiebescherming later grotendeels door de Cardium verwijderd moest worden, mocht alleen grind 30/60 mm worden toegepast. Zwaarder materiaal kon niet worden weggezogen.

5.2.2 Werkmethode

De lengte waarover erosiebescherming gestort moest worden was afhankelijk van de plaats waar erosie werd verwacht.

In eerste instantie werd de erosiebescherming overlappend op de matrand gestort. Het grind dat op de mat belandde, werd later met de ontgrinder verder de mat opgejet.

Omdat het verwijderen van 30/60 mm door de Cardium niet zonder problemen ging, werd besloten de 30/60 mm tegen de mat te storten.

Dit had als nadeel, dat er veel grof materiaal in de toekomstige overlap terecht zou komen.

De volgende actie was dan ook de erosiebescherming meters naast de matrand te storten.

In geval van erosie naast de matrand moest het zelfherstellende effect ervoor zorgen, dat de erosie tot staan werd gebracht.

De laagdikte van de gestorte erosiebescherming was 15 cm en er werd 9 m breed gestort.

5.2.3 Stortinstallatie

De stortinstallatie van de Jan Heijmans bestond uit de volgende onderdelen:

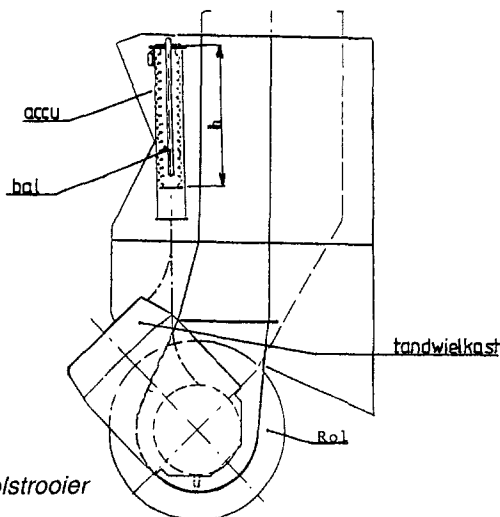
- rolstrooier + storkopschuiven;
- stortpijp;
- ladder.

5.2.3.1 Rolstrooier + storkopschuiven

Zowel de rolstrooier als de storkopschuiven hadden een eigen hydrauliek systeem.

5.2.3.1.1 Rolstrooier

De rolstrooier die aan het onderstuk van de ladder was opgehangen, bestond uit een hydraulisch aangedreven rol met een lengte van 9 m en een doorsnede van 2 m.



Figuur 15 Rolstrooier

De rol werd aangedreven door vier hydro-motoren, elk met een vermogen van 150 kW, bij 1125 rpm.

Aan weerszijden van de rol waren twee motoren geplaatst. Twee hydro-motoren zaten gemonteerd op een tandwielkast welke het toerental van de motoren reduceerde tot het gevraagde toerental van de rol (0,5 - 4,8 rpm).

Door de keuze van vier motoren was het mogelijk om bij

uitvallen van een zijde de rol toch aan te drijven met de andere zijde, dit door middel van omkeer-afsluiters.

De tandwielkasten hadden een overbrengverhouding van 1:236 en waren geheel gevuld met olie. Dit in verband met het werken onder water. Om toch eventueel voorkomende lekkages en de kans op indringen van zeewater uit te sluiten, waren de tandwielkasten voorzien van een accu die door middel van een balg voor een constante overdruk zorgde, onafhankelijk van de waterdiepte.

De balg werd hiervoor gevuld met water en de afstand H (zie figuur 15) werd door smeeroliedruk afgesteld op een bepaalde afstand, afhankelijk van de olietemperatuur.

Ook de motoren waren tegen indringen van zeewater beveiligd. Hier werd gebruik gemaakt van een rondpomp systeem, dat onafhankelijk van het systeem werkte en voor een constante overdruk zorgde bij niet draaien van de motor.

Het hydraulische systeem was een gesloten systeem zonder stuurkleppen, met andere woorden direct van pomp naar motor.

Wel waren er veiligheidskleppen en was een elektrisch bedienbare kogelkraan in de pers en retourleiding geplaatst. Deze werden dichtgezet indien men het systeem moest voorverwarmen.

Doordat de persdruk dan boven de ingestelde waarde kwam van de veiligheidsklep, ging deze overstorten en werd de hierbij vrijkomende warmte gebruikt om het systeem op temperatuur te brengen.

Het toerental van de rolstrooier kon op twee manieren worden geregeld. Enerzijds door de toerenregeling van de dieselmotoren, anderzijds door bij- of afschakeling van de koppen van de pompen. Het ingebruik zijnde aantal koppen bepaalde het regelgebied, het toerental van de diesels was de fijnregeling voor het toerental van de rolstrooier.

Het toerental van de rolstrooier werd gemeten door een turbinemeter die zich in de retourleiding van het hydraulische systeem bevond.

5.2.3.1.2 Storkopschuiven

Om de hoeveelheid te storten materiaal en het dwarsprofiel van het stort te kunnen regelen kon onder andere gebruik gemaakt worden van een zestal schuiven die zich boven de rol bevonden (zie figuur 16).

Vanuit het bedieningshuis kon iedere schuif afzonderlijk worden bediend. Er was echter ook een mogelijkheid om alle schuiven tegelijkertijd te bedienen. Iedere schuif was voorzien van een hydraulische cilinder.

In iedere cilinder was een meetlineaal gemonteerd om de stand van de schuiven in het bedieningshuis af te kunnen lezen.

De schuifopening werd aangeduid in centimeters en was maximaal 108 cm.

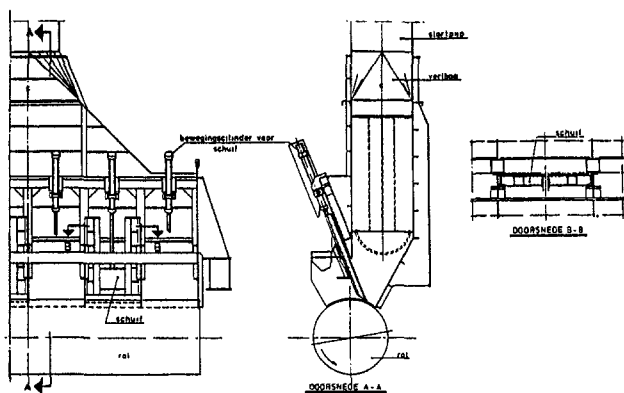
In een eerder stadium is ook wel met een percentage van de maximale opening gewerkt.

In de kapel boven in de ladder bevond zich de pompset van het hydrauliek systeem van de schuiven.

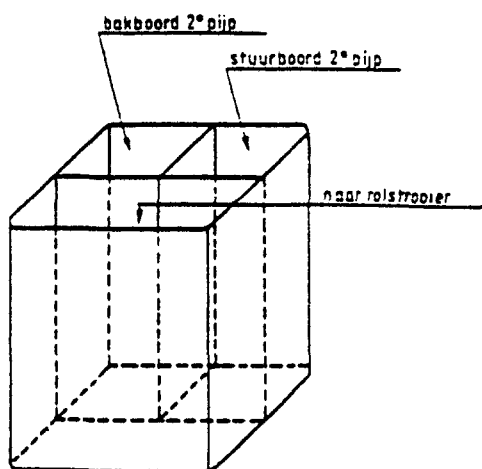
De pomp leverde een druk van 5,8 bar en een opbrengst van 6x5,5 l/minuut.

5.2.3.2 Stortpijp

De trechter maakt het bovenste deel van de stortpijp uit.



Figuur 16 Stortkop met rolstrooier en schuiven



Figuur 17 Trechter van de stortpijp

In de trechter werd het materiaal verzameld van de transportbanden.

Het materiaal van de band aan bakboordzijde liep via de trechter en de stortpijp in de rolstrooier.

Het materiaal van de band aan stuurboordzijde kon met behulp van een klep in de trechter naar twee banden worden opgestuurd, of naar de rolstrooier of naar de tweede pijp (zie figuur 17).

Stond de klep in de richting van de tweede pijp, dan werd de materiaalstroom in de trechter weer in twee gelijke stromen verdeeld: bakboordzijde en stuurboordzijde tweede pijp. Voor een goede verdeling van de materiaalstromen naar de dubbele pijp werd op de kop van de transportband een stroomverdeler geplaatst, de zogenaamde "vla-flipscheider". Tijdens simultaan storten liepen dus drie materiaalstromen door de stortpijp. De opzetstukken waren daarom in drie compartimenten verdeeld.

Direct onder de trechter bevond zich, afhankelijk van de werkdiepte, een aantal opzetstukken. Het aantal opzetstukken was zo gekozen dat de transportband zich nooit meer dan een halve meter boven de trechter bevond.

De opzetstukken werden geplaatst op een broekstuk, dat deel uitmaakte van het vaste deel van de stortpijp.

Het broekstuk verdeelde de twee materiaalstromen van de tweede pijp, via in totaal zes broekstukken, naar de acht uitstroomopeningen van de tweede pijp in het midden van de ladder.

Direct onder het broekstuk bevond zich de rest van het vaste deel van de stortpijp naar de rolstrooier.

5.2.3.3 Sensoren

Het was noodzakelijk in de rolstrooier en in het vaste deel van de stortpijp van de rolstrooier naar het broekstuk het stortproces te controleren.

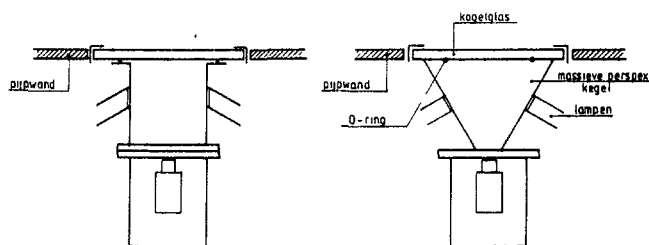
In eerste instantie werd een aantal sensoren in de rolstrooier en het vaste deel van de stortpijp aangebracht, maar na veel experimenteren is het meten met de camera als de enige juiste niveaumeting gebleken. De grootste problemen hierbij zijn in de loop van het werk opgelost.

Deze problemen waren:

- waterdicht huis rond de camera (stevige constructie)
- verlichting in troebel water (weerkaatsing op diverse vlakken);
- de minimale afstand van de camera tot de pijpwand opvullen met doorzichtig helder materiaal;
- stof- en zandophoping tussen de diverse contactvlakken.

De twee uiteindelijke goed werkende opstellingen met de camera's zijn in figuur 18 weergegeven.

Druksensoren



Figuur 18 Opstelling camera's in stortpijp

Voor de drukbeheersing in de stortpijp waren in het vaste deel van de stortpijp drukopnemers in de pijp geplaatst als mede drukopnemers voor de waterdruk buiten de pijp.

5.2.3.4 Ladder

De ladder kon door middel van vier hydraulische hijslieren op en neer gehaald worden.

5.2.3.4.1 Hydraulisch systeem hijslieren

Het hydraulisch systeem van de hijslieren was onder te verdelen in drie systemen, nl.:

- boostsysteem;
- stuuroliesysteem;
- hoofdsysteem.

Het boostsysteem zorgde ervoor, dat het systeem gevuld bleef en dat het gespoeld werd met verse olie.

Het hoofdsysteem is een zogenaamd gesloten systeem. Dat wil zeggen dat de door de pomp geleverde olie, die via de leidingen naar de hydromotoren gevoerd werd, aan de pomp werd teruggeleverd.

Daar verschillende componenten ten gevolge van speling op bewegende delen lekken gaven, liepen vanuit het systeem lekleidingen naar de tank. Om te zorgen dat de olie niet te snel verouderde en niet te heet werd, was een boostpomp (spoelpomp) in het systeem opgenomen. Voor het verstellen van de hoofdpompen was onder andere het stuuroliesysteem noodzakelijk.

Dit systeem had twee functies, te weten het verzorgen van de stuurolie voor de besturing van de hoofdpompen en het leveren van olie voor het remontlastsysteem.

Het hydraulisch hoofdsysteem bestond uit twee hoofdpompen waarvan één pomp voeding leverde aan de twee voorlieren en één pomp voeding leverde aan de twee achterlieren met het daarbij behorende eigen leidingsysteem.

Daar de pompen uitgerust waren met een variabele- en omkeerbare opbrengst, was het tamelijk eenvoudig de liersnelheid te regelen.

In het leidingsysteem waren enige belangrijke componenten opgenomen, zoals stroomverdelers (flow dividers) en een lastgeheugen ventiel.

Een stroomverdeler is een tandrad dubbelmotor, waarbij de linker tandwielsectie met een as gekoppeld is aan de rechter tandwielsectie.

Elke hoofdpomp had een stroomverdeler, die er voor zorgde dat de beide aangedreven lieren (voor- of achterlieren) evenveel olie kregen.

Dit werd verkregen doordat de tandwielen alle dezelfde afmetingen hadden en de capaciteit van zowel het linker- als het rechter deel gelijk was.

Door toleranties en slijtage zouden de twee tandwielsecties van de stroomverdelers nooit volledig gelijk zijn en daarom waren er nog twee vereffeningssystemen ingebouwd nl.:

- voor grote verschillen een met de hand bediend vereffeningssysteem;
- voor kleinere verschillen een elektrisch bediend vereffeningssysteem.

In beide systemen (voor en achter) was een lastgeheugenventiel geplaatst. Dit ventiel onthield de lastdruk tijdens de vorige cyclus en gaf een remlichtsignaal bij de volgende cyclus, indien de lastdruk in het systeem weer gelijk was aan dat van de vorige cyclus.

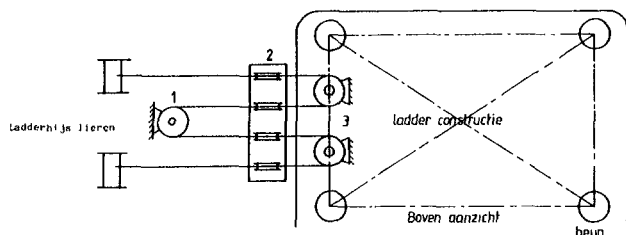
5.2.3.4.2 Hijslieren

De ladderhijsinrichting bestond uit vier stukken trommellieren, waarvan er twee aan bakboord en twee aan stuurboord geplaatst waren.

De lieren waren voorzien van axiale plunjermotoren (hydromotoren) met een nominale trekkracht van 700 kN bij 2,30 m/minuut op de tweede laag.

Op de hydromotor was een platenrem gemonteerd, die snel werkend was en op de trommel een bandrem, die langzaam werkend was (dit in verband met de opstartprocedure van de lier).

De trommels konden elk 85 m draad bergen met een diameter van 64 mm.



- 1 vaste keerschijf
2 vier vaste keerschijven voorzien van draadkracht en draadlengte meetapparatuur
3 twee klapschijven op ladder constructie

Figuur 19 Een hijsdraad op twee lieren

In de beginperiode waren er veel problemen door beschadiging van de hijsdraden. Door de combinatie van kort geslagen draad en een korte verseizing waren de draden sterk aan slijtage onderhevig.

De situatie werd aanzienlijk beter nadat langsgeslagen draad werd toegepast.

Eén stel hijslieren, bijvoorbeeld bakboord achter en bakboord voor, was door middel van één hijsdraad met elkaar verbonden (zie figuur 19).

5.2.3.4.3 Ladderkleminrichting en geleiding

Voor het inklemmen van de ladder werd een apart systeem gebruikt. Dit bestond uit vier klemcilinders en een hydraulische pompset met regelkleppen.

Aan bakboordzijde van de ladder waren zowel op de hoogte als op de ringconstructie twee klemcilinders geplaatst.

Hierdoor werden zowel de voorste- als de achterste hoofdgeleider afgesteund.

Rondom elke hoofdgeleider (vier stuks) waren op de hoogte en op de ringconstructie rubberen geleidingsblokken geplaatst.

De klemcilinders waren voorzien van een halve schaal, die dezelfde diameter had als de hoofdgeleiding en zo de ladder tegen de geleidingsblokken aan stuurboord drukte.

De hydraulische pompset bestond uit een axiale plunjerpomp met regelkleppen en accu's.

De accu's zorgden voor een constante voedingsdruk naar de cilinders indien deze uitgeschoven stonden, zodat lekkage en wegzakken van de druk hierdoor werd opgevangen.

De pomp werd door de accudruk gestuurd.

5.2.3.4.4 Noodhijsinstallatie

Om de ladder, in geval van storing in een hoofdsysteem, toch te kunnen hijsen naar de borgstand, waren twee voorzieningen aanwezig:

1. In geval van storing in één van de twee hoofdsystemen, voor- of achterlieren, kon met het intact zijnde systeem (twee lieren) de ladder worden gehesen.
2. In geval van storing in beide hoofdsystemen of een gemeenschappelijke component kon gebruik gemaakt worden van de boostpomp.

Door enkele kleppen elektrisch om te schakelen was het mogelijk de boostpomp als noodhijspomp op een van de twee hoofdsystemen te laten fungeren.

5.2.4 Procesvoering

Om tijd te besparen werd voor het storten van erosiebescherming zo mogelijk de stortpijp tijdens het functiewissen gevuld.

Tijdens het storten stonden alle schuifopeningen op 22 cm.

De storthoogte was 1,5 m.

Het debiet over de transportbanden was 10,4 ton per minuut bij een verhaalsnelheid van 4,5 m/minuut.

Zodoende werd 2,3 ton per meter aangebracht, hetgeen in een laagdikte van circa 15 cm resulteerde.

Twintig meter voor het einde van de te storten baan werden de banden leeggedraaid en het transport gestopt.

De rest van de baan werd gestort met hetgeen nog in de pijp en rolstrooier zat.

Afhankelijk van de vervolgvaciteit en de verhaalrichting werd de rest van het materiaal, dat in de rolstrooier zat, in dezelfde richting gestort of over het zojuist gemaakte werk. Indien de rolstrooier leeg was, hetgeen zichtbaar was op een lijnschrijver, werd er gestopt met verhalen, de ladder opgehaald en gepositioneerd voor de volgende werkslag.

5.3 Ontgrinden

De ontgrindingsinstallatie werd (na de proefperiode) aan boord van de Jan Heijmans gebouwd en was primair ontworpen voor het verwijderen van grind 30/60 mm van de matranden.

Dankzij een meevallend erosiebeeld langs de rand van de mat werd besloten de erosiebescherming verder van de mat af te storten (zie ook 5.2.2). De kans van grind op de mat werd daardoor nihil en de primaire taak van de ontgrinder was komen te vervallen.

De ontgrindingsinstallatie is echter veelvuldig ingezet voor andere doeleinden waar andere installaties niet terecht konden of onvoldoende resultaat opleverden bijvoorbeeld:

- het zandvrij maken van ingezande ankerpalen;
- het afvlakken van de storten aan de oostzijde bij de matten R 27 en R 28 (ten behoeve van diepgang Ostrea);
- het zandvrij maken van de matranden; in het geval van zware aanzanding (>30 cm), het ontzanden met de ontzandingsinstallatie in één slag was dan niet mogelijk (zie figuur 20);
- het schoonmaken van de beschadigde ondermat R 3 (voor de reparatiestort en de reparatie van de Noma);
- zandvrij maken van de negatieve overlap S 13, na het eroderen van deze overlap door de matrol of het sproei-ponton, voor de reparatie en de onderwaterinspectie.

Verwijderen grind matranden

Peiling

Om een ontgrindingsslag uit te kunnen voeren moest men beschikken over een stuurpeiling. Deze kon zowel door de Cardium als de Jan Heijmans gemaakt zijn.

Een ontgrindingsslag werd alleen dan uitgepeild, indien laagdikten groter dan 10 cm weggehaald werden.

Bodemafstand

De minimum bodemafstand tijdens een ontgrindingsslag was 90 cm en de dode band 20 cm. Hierdoor werd er gestuurd tussen de 90 en 110 cm vanaf de bodem.

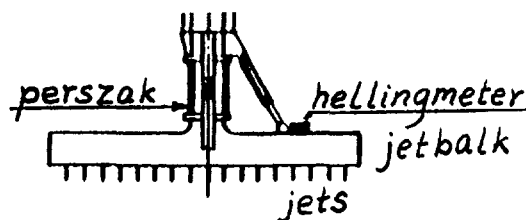
Verhaalsnelheid

De verhaalsnelheid was maximaal, dat wil zeggen 4,5 m/minuut. Dit kon, omdat de impuls van de waterstraal voldoende groot was. Voorts behoefde het materiaal niet door de stroom te worden afgevoerd, maar werd het slechts zijdelings verplaatst.

Op taluds moest de snelheid worden aangepast, omdat de "Z"-verstelling van de ladder en ontgrindingscilinder niet snel genoeg was om op steile taluds het langsprofiel te kunnen volgen.

5.3.1 Ontgrindingsinstallatie

De ontgrindingsinstallatie verwijderde het grind 30/60 mm door dit weg te blazen.



Figuur 20 Jetbalk ontgrindingsinstallatie

In tegenstelling tot de ontzandingsinstallatie, die het te verwijderen zand in suspensie bracht, verwijderde de ontgrindingsinstallatie het materiaal horizontaal.

De installatie bestond uit de volgende hoofdonderdelen:

- Jetbalk (zie figuur 20)
- Hydrauliekunit
- Watersuppletiepomp.

5.3.1.1 Jetbalk

De jetbalk was op het onderstuk van de ladder geïnstalleerd en bestond uit een hydraulische cilinder, die aan de jetsectie een verticale uitsturing van 6 m kon geven.

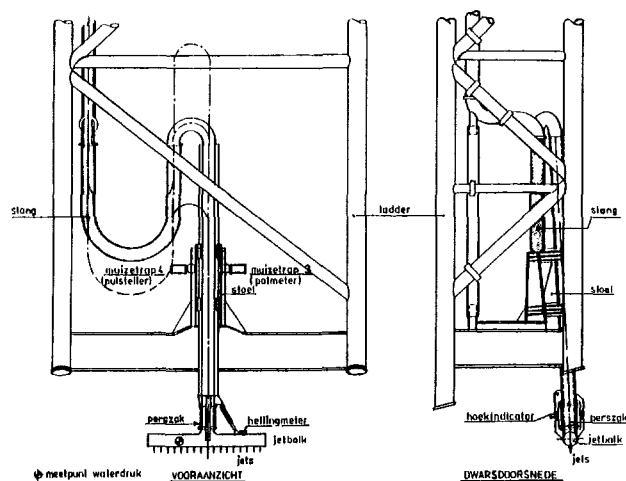
De cilinder was onder een hoek van 3° achterover geplaatst. De hoek van 3° had louter te maken met de beschikbare vrije ruimte in de ladderconstructie. De jetsectie was circa 20° te kantelen om de langsas van het ponton. Dit gebeurde met een hydraulische cilinder en was noodzakelijk om het bodemprofiel te kunnen volgen.

De nozzles (jetpijpen) waren in horizontale richting beperkt verstelbaar. Via een trekstangstelsel met cilinder konden de nozzles 45° linksom of rechtsom worden gesteld. In het geval dat van verhaalrichting werd veranderd, moesten de nozzles met de hand (dus boven water) 180° worden gedraaid.

5.3.1.2 Hydrauliekunit

De hydrauliekunit was in een ruimte geplaatst, die zich boven in de ladder bevond. De hydrauliekleidingen werden via de ladderconstructie naar de cilinders geleid.

De hydrauliekunit van de ontgrindingsinstallatie bestond uit een radiale plunjerpomp met zes gescheiden opbrengsten. Ook de unit van het storkopschuivensysteem was in deze ruimte geplaatst. Deze had in het leidingsysteem een mogelijkheid om de beide pompen voor beide doeleinden te



Figuur 21 Ontgrindingsinstallatie met plaats van de sensoren

gebruiken, zodat een storing in één van de pompen niet tot oponthoud hoefde te leiden.

5.3.1.3 Watersuppletie

Het water werd door een diesel-aangedreven centrifugaal-pomp aangevoerd, die met een vacuümsysteem uitgerust was, zodat de pomp zelfaanzuigend was.

De maximale opbrengst bij 1800 rpm was 1200 m³ per uur bij een maximale opvoerhoogte van 52 meter waterkolom. Het water werd via een rubberen perssling vanaf het dek naar één van de flenzen van de standpijp geleid. Vanuit de standpijp werd het water weer via een rubberen perssling naar de jetbalk gevoerd (zie figuur 21).

5.3.2 Procesvoering

De installatie werd door het variëren van de ladder en het voor de helft uitsturen van de cilinder op diepte gebracht. De totale slaglengte van de cilinder was 6 m. Alvorens te starten moest de juiste flens aan de standpijp worden bepaald, waaraan de slang voor het jetwater zou worden bevestigd. De juiste flens werd bepaald aan de hand van de bodemdiepte en een tabel ter zake, en vervolgens ontborgd.

Enkele meters boven de bodem werd er gestopt om de slang op de flens van de standpijp aan te sluiten.

Vervolgens werd de pomp opgestart en wanneer deze voldoende druk leverde, liet men de installatie verder zakken. De ponton lag inmiddels op de juiste startpositie.

Wanneer de ontgrinder nog slechts 2 meter boven de bodem was, werd gestart met verhalen, om te voorkomen dat stilliggende erosie op zou treden.

Aan het eind van de baan werd doorverhaald totdat de jetbalk voldoende vrij van de bodem was, ook weer om erosie te voorkomen.

Indien noodzakelijk werd er na de ontgrindingsslag een peilslag gemaakt.

5.4 Aanbrengen granulair materiaal

5.4.1 Algemeen

Ten behoeve van het storten van de granulaire materialen 1/32 mm, 30/60 mm en 40/210 mm voor de opbouw van de negatieve overlap (zie boek 2, deelnota 6) is de stortpijp met de rolstrooier ontwikkeld.

Indien daadwerkelijk een ondermat werd afgezonken dan moest men er van overtuigd zijn dat ook de negatieve overlap (fase I; 1/32 mm + 30/60 mm) kon worden aangebracht. Dit hield in dat de weersconditie gedurende minimaal 24 uur zodanig moest zijn dat er gewerkt kon worden. Bovendien moest de Jan Heijmans technisch in orde zijn en beladen. Met name het materiaal 1/32 mm heeft voor de nodige problemen gezorgd.

Tijdens de proefperiode in de stroomgeul Roompot bleek dat men met twee belangrijke problemen te kampen kreeg, namelijk:

- het schudden van de ladder;
- niveausignalering in de stortpijp en daarmee de controle op de dosering.

Aan de hand van de opgedane ervaringen in de proefperiode ging men de stroomgeul Hammen in met een stortpijp en rolstrooier die reeds op vele punten was aangepast (zie doc. 5, hoofdstuk 10).

Het probleem van de niveausignalering was redelijk snel opgelost door de plaatsing van camera's in de stortpijp.

Bij de optimalisatie van het stortproces 1/32 mm kreeg men met nog twee andere fenomenen te maken, namelijk ontmenging en uitspoeling van het materiaal in de stortpijp. Naast de aanpassingen en proeven met de stortpijp van de Jan Heijmans werden er tevens proeven gedaan met schaalmodellen en wiskundige modellen.

Na veel beproeven en aanpassen is men in de stroomgeul Schaar tot een situatie gekomen waarbij goed gecontroleerd gestort kon worden.

5.4.2 Granulair materiaal 1/32 mm

5.4.2.1 Samenhang met andere processen

Voordat de 1/32 mm werd aangebracht was de erosiebescherming 30/60 mm (hoofdstuk 5.2) reeds gestort.

Omdat werd gevreesd dat de 1/32 mm zou eroderen zou in dezelfde gang -met een tweede pijp- een erosiebestendige laag grind 30/60 mm worden aangebracht. Daar men nog geen ervaring had met het aanbrengen van de 1/32 mm zou men, indien direct de 30/60 mm werd aangebracht, geen indicatie hebben over de laagdikte van de 1/32 mm.

Daar de stroomsnelheden lager waren dan verwacht en het stroomvenster ruim genoeg was om de 1/32 mm en de 30/60 mm aan te brengen werd besloten tussentijds de 1/32 mm uit te peilen.

Toen besloten was de 30/60 mm ook onderdeel van de filterconstructie te maken was dit tussentijdse uitpeilen van essentieel belang.

Standaard is op de 1/32 mm een 0,1 m dikke laag 30/60 mm aangebracht.

Experimenten om in dezelfde gang de bovengenoemde materialen separaat aan te brengen bleven in de stroomgeul Hammen doorgaan, omdat men er toen nog vanuit ging dat het in de stroomgeul Roompot een "must" was. Toen bleek dat ook in die laatste stroomgeul de stroomsnelheden meevielen werd op twee manieren gestort:

- a. stort 1/32 mm, uitpeilen, stort 30/60 mm, uitpeilen;
- b. stort 1/32 mm, stort 30/60 mm, uitpeilen.

Methode b was mogelijk, omdat ervaring genoeg was opgedaan met het storten van 1/32 mm en er niet altijd een uitpeiling nodig was.

Door het toepassen van alleen de methoden a en b was de geïnstalleerde tweede pijp overbodig.

5.4.2.2 Werkmethode

De stortheogte, die tijdens het storten van 1/32 mm werd aangehouden, was 1,5 m.

Aan de hand van de inpeiling van de negatieve overlap, alsmede profileropnamen van de Cardium werden de stortheoeveelheden per m' bepaald. Dit waren theoretische hoeveelheden. Extra hoeveelheden werden aangebracht indien:

- a. Er ontgrondingskuilen tussen matranden waren ontstaan.
Bij ongewijzigde hoeveelheden zou door de ontgrondingskuil een "deuk" in het profiel van de negatieve overlap ontstaan door het bijzakken van het materiaal 1/32 mm tussen de matranden.
Dit was ongewenst vanwege:
 - vermindering van laagdikte op de matrand;
 - werking als zandvang.



In de praktijk is gebleken dat bij het storten van negatie-



Voor wat betreft de hoeveelheid werd dit gedekt als ge-

Nadat de pijp was opgevuld werden er monsters genomen.

Storten

Vervolgens werden de schuiven opgetrokken naar de vereiste stand en de rolstrooier getest.

Indien de ponton op de juiste startpositie lag kon met storten worden begonnen.

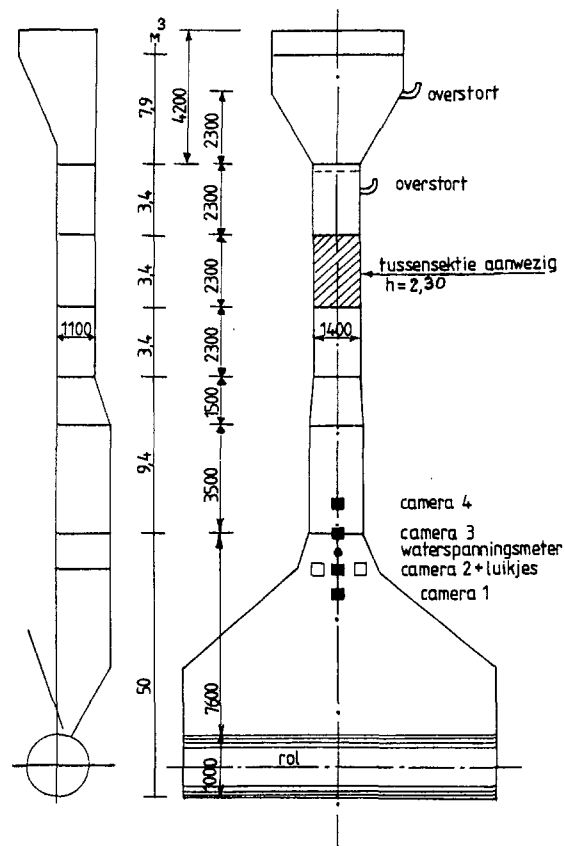
Debiet transport, verhaalsnelheid en roltoerental.

Het debiet over de transportbanden werd constant gehouden, namelijk 30 ton/minuut. In de beginperiode was dit niet haalbaar wegens het schokken van de stortpijp. Door aanpassingen van de rolstrooier en het gebruik van actieve watersuppletie kon het debiet echter worden opgevoerd naar 30 ton/minuut.

Afhankelijk van de aan te brengen laagdikte werd de verhaalsnelheid aangepast.

Het niveau van de pijp (zichtbaar op monitors) werd in principe geregeld met het roltoerental.

Dit roltoerental lag voor 1/32 mm over het algemeen tussen de 0,9 en 1,3 omwentelingen per minuut (doorsnede rol = 2 m).



Figuur 24 Sensoren (camera's) in de stortpijp

Proces

Om het proces goed te laten verlopen was het noodzakelijk dat het niveau van het materiaal zich ter hoogte van een camera bevond (zie figuur 24).

Bovendien was het een vereiste dat "actief" water toegevoerd werd. Dit werd gedaan met de pomp, die ook voor de ontgrinder gebruikt werd. Door het omzetten van een aantal kleppen werd het water naar de stortpijp gevoerd.

Doordat de pijpdelen van de stortpijp los op elkaar gestapeld stonden stroomde er tussen de naden door buitenwater naar binnen. Dit werd "passief" water genoemd.

Vanzelfsprekend stroomde er bij een lange pijp op een

grote diepte meer "passief" water toe dan bij een korte pijp in ondiep water.

Voor een goedlopend proces was het noodzakelijk dat er in de stortpijp een overdruk van circa 4 mWK heerste ten opzichte van het buitenwater.

Ter hoogte van de camera op niveau "2" waren twee waterdrukmeters geplaatst, een meter aan de binnenkant en een meter aan de buitenkant. Een derde waterdrukmeter was aan de binnenkant ter hoogte van de camera op niveau "4" geplaatst (lijnschrijver).

5.4.3 Granulair materiaal 30/60 mm

Onder het storten 30/60 mm verstond men het afdekken van de gestorte eerste laag van de negatieve overlap, bestaande uit 1/32 mm, met grind 30/60 mm als tijdelijke bescherming tegen erosie.

Het grind (of staalslakken) 30/60 mm heeft tevens een functie in de filteropbouw van de negatieve overlap.

De 30/60 mm werd aangebracht met het stortapparaat.

5.4.3.1 Samenhang met andere processen

Het granulair materiaal 30/60 mm werd met de rolstrooier aangebracht (zie ook 5.4.2.1).

Peilen

Indien men tijd over had om de 1/32 mm uit te peilen alvorens deze werd afgedekt met 30/60 mm, kon men de 30/60 mm apart uitpeilen.

Doordat de laagdikte die men aanbracht relatief dun was (40 cm in het pijlgebied en daarbuiten 30 cm), ontstond ten gevolge van de meetonnauwkeurigheid van het peilsysteem (ong. 10 cm) wel eens de indruk dat de aangebrachte laag 30/60 mm aan de dunne kant was. De minimaal vereiste laagdikte was 10 cm.

Ontzanden en storten 40/210 mm

Voordat de negatieve overlap afgedekt werd met breuksteen 40/120 mm, werd de overlap ingepeild. Indien uit deze peiling bleek dat er te veel 30/60 mm geërodeerd was, moest er eerst 30/60 mm bijgestort worden. Dit is enkele malen voorgekomen. Indien bleek dat de 30/60 mm teveel was aangezand (meer dan 30 cm) moest er eerst ontzand worden.

Dit is nooit voorgekomen.

5.4.3.2 Werkmethode

Stroomsnelheden

De stroomsnelheden waarbij 30/60 mm nog gestort mocht worden waren:

bodem + 2 m = 1,10 m/sec

waterstand -8 m = 1,25 m/sec.

Beladingscapaciteit

Vanwege de beperkte beladingscapaciteit van de Jan Heijmans kon voor het storten niet alle benodigde 30/60 mm aan boord worden genomen. Tijdens het tussentijdse uitpeilen van de 1/32 mm en/of tijdens het storten van de 30/60 mm werden de silo's bijgevuld.

Stroomvenster

Indien het stroomvenster het toeliet konden de 1/32 mm en de 30/60 mm apart uitgepeild worden; een controle op bei-

de gestorte laagdiktes was dan mogelijk. Indien niet tussentijds kon worden uitgepeild, moest genoeg genomen worden met een uitpeiling van het totaalpakket 1/32 + 30/60 mm. Hiervoor stonden in het bestek aparte eisen vermeld.

5.4.3.3 Installatie

Voor een beschrijving van de stortinstallatie wordt ook hier verwezen naar 5.2.3.

5.4.3.4 Procesvoering

Rolstrooier

Pijpvullen

Indien 30/60 mm via de rolstrooier verwerkt moest worden, werd evenals bij de andere stortprocessen eerst de rolstrooier + pijp opgevuld met ca. 100 ton materiaal.

Schuifstanden

Alle schuiven stonden op 22%.

Stortheogte

De stortheogte hing af van de stuurpeiling. Indien er een uitpeiling 1/32 mm beschikbaar was, werd een stortheogte aangehouden van 1,50 m; moest er over de inpeiling 1/32 mm worden gestort, dan werd 2,50 m aangehouden.

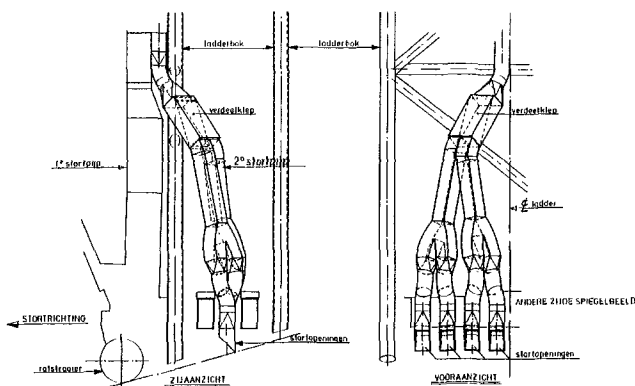
Proces

Wanneer de ponton in de juiste startpositie lag en de rolstrooier was getest, kon met storten worden gestart.

- T=0: start transport
- T=5: start rolstrooier
- T=8: start verhalen (T in seconden).

Het niveau in de pijp was zichtbaar via de camera's. Uit het verloop van het laddergewicht was eveneens waar te nemen of het niveau daalde dan wel steeg. Het niveau werd met het toerental van de rolstrooier geregeld.

Een aantal meters voor het einde van de baan werd het



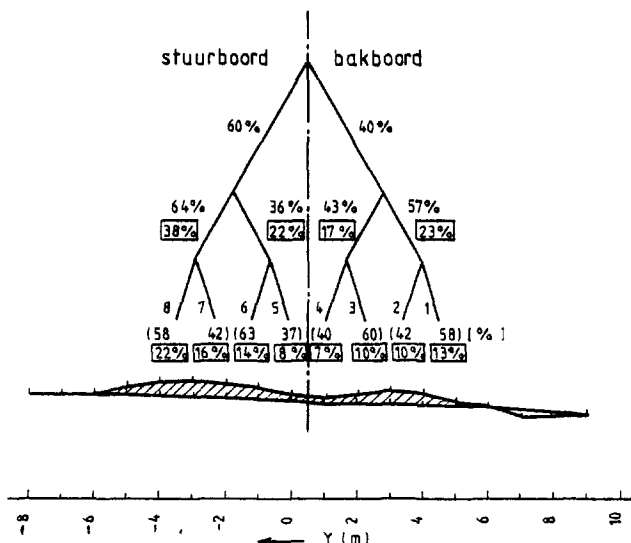
Figuur 25 Eerste en tweede stortpijp

transport gestopt en werden de banden en de rolstrooier leeggedraaid. Na het storten werd er uitgepeild en zonodig werden dunne plekken bijgestort.

Tweede pijp

Omdat er vooral in de Roompot erosie verwacht werd van de 1/32 mm, zou de 1/32 mm en 30/60 mm simultaan gestort moeten worden.

De 1/32 mm via de rolstrooier (eerste pijp) en de 30/60 mm via de tweede pijp (zie figuur 25).



Figuur 26 Verdeling 2e stortpijp

Uit onderzoek is gebleken dat de materiaalverdeling over de acht uitstroomopeningen van de tweede pijp niet ideaal was. Om de materiaalverdeling te verbeteren zijn tijdens de voortgang over de sluitgaten aanpassingen gedaan en is proefstorten verricht.

Gesteld kan worden dat na de laatste aanpassingen het resultaat niet verder verbeterd kon worden.

De laatste proefstort is verricht op de negatieve overlap R4-5. In figuur 26 is het gemiddeld resultaat van de proefstort weergegeven.

Ondanks het feit, dat de aangebracht laagdikte met de tweede pijp aan de bestekseisen voldeed, bestond toch de voorkeur voor het storten met de rolstrooier.

Dit in twee fasen storten was tevens mogelijk als gevolg van het feit dat op de laagwaterkentering gestort moest worden waardoor het stroomvenster ruim genoeg was.

5.4.4 Granulair materiaal 40/210 mm

5.4.4.1 Samenhang met andere processen

Voorwaarden voor het storten

Het storten van 40/210 mm (basalt of koperslakken) werd uitgevoerd nadat uitpeilingen en boringen vastgesteld was, dat de negatieve overlap fase I aan de gestelde eisen voldeed.

Tevens diende de naastliggende bovenmatten minstens over het aangrenzende gebied verdicht te zijn. Dit om te voorkomen, dat na het storten een inspectie uitgevoerd zou moeten worden in verband met eventuele stenen op de bovenmat. Elke inspectie kostte tijd en werkte vertragend op de voortgang. Indien er toch onverhoopt stenen op de bovenmat terecht kwamen werden die opgespoord tijdens de eindinspectie van de Portunus, die standaard uitgevoerd werd.

5.4.4.2 Werkmethode

Het materiaal 40/210 mm werd standaard aangebracht met de rolstrooier.

Laagdikte

De laagdikte, die gestort werd, was 0,80 m.

In verband met de NOMA (vormvriendelijke aanlooproute) werd de aan- en uitloop (5 m) 0,40 m dik gestort.

Eén en ander resulteerde in een benodigde hoeveelheid basalt van circa 3000 ton.

Stroomsnelheden

De stroomsnelheden waarbij gestort mocht worden waren:

- pijlgebied $\leq 1,25$ m/sec
- overige $\leq 1,50$ m/sec.

De stroomsnelheid gemeten 8 m beneden wateroppervlak.

Verhaalrichting

De verhaalrichting waarin gestort werd, was afhankelijk van de voorafgaande of de vervolgactiviteiten en mocht dan ook zowel van oost naar west als van west naar oost zijn.

Verhaalsnelheid

Tijdens het storten werd er verhaald met een snelheid van 3,7 c.q. 1,85 m/minuut. Dit volgde uit het maximaal toegestane debiet van 24 ton/minuut. Het stortdebiat was gelimiteerd tot 12 ton/minuut per bandstraat om overmatige slijtage van de installatie te voorkomen.

Specifieke problemen bij storten 40/210 mm

- Korrelgrootte

In eerste instantie werd er 40/250 mm gestort.

Omdat in deze sortering zeer grote stenen voorkwamen was de slijtage aan de transportinstallatie vrij groot, waardoor de kans op storingen toenam. Door verkleining van de korrelgrootte is men via 40/230 mm uiteindelijk op 40/210 mm terecht gekomen. Hiertegen was de installatie beter bestand, hoewel nog heel wat aanpassingen nodig waren. De installatie was immers ontworpen op 40/160 mm.

- Gefaseerd leegtrekken

Tijdens het storten van de 40/210 mm bleek dat de grove fracties het eerst op de band kwamen, terwijl de fijnere fracties pas aan bod kwamen nadat de silo's meer dan half leeg waren. Dit had tot gevolg, dat het begin van het stort zeer grof en het eind van het stort fijn was. Om dit te voorkomen is men daarna op de methode overgegaan om de silo's gefaseerd leeg te trekken.

Tegen de tijd, dat de eerst gebruikte silo's leeg raakten, werden er twee nieuwe bijgezet. Zodoende kwamen de diverse fracties beter verdeeld op de overlap terecht.

- Peilen

Doordat het materiaal 40/210 mm tijdens het storten op de negatieve overlap weinig spreidde, ontstonden er steile dwarstaluds. Dit gaf problemen bij het peilen.

Het gevolg was (vooral in de beginperiode), dat de laagdikte van de 40/210 mm verkeerd geïnterpreteerd werd, met als gevolg duikonderzoek om de laagdikte te controleren.

5.4.4.3 Stortinstallatie

De stortinstallatie voor het storten van 40/210 mm was identiek aan die van 1/32 mm en 30/60 mm en is in 5.2.3 uitvoerig besproken (zie ook doc. 5).

5.4.4.4 Procesvoering

Inpeilen

Alvorens de 40/210 mm werd gestort, werd de negatieve

overlap eerst weer ingepeild. Deze peiling werd vergeleken met de uitpeiling 1/32 mm + 30/60 mm. Indien hieruit bleek, dat er niet teveel aanzanding dan wel erosie was opgetreden, kon er gestort worden ($< 0,2$ m).

Ontzanden

Voor een stort 40/210 mm is het nooit nodig geweest te ontzanden. Wel is het nodig geweest de laagdikte 30/60 mm bij te storten. Dit materiaal was altijd in twee silo's aan boord.

Pijp vullen en schuifstanden

Nadat de pijp met ongeveer 110 ton was opgevuld en de ponton op de goede startpositie lag, werden de schuiven volgens onderstaand patroon opgetrokken:

48 - 43 - 43 - 43 - 43 - 48 cm

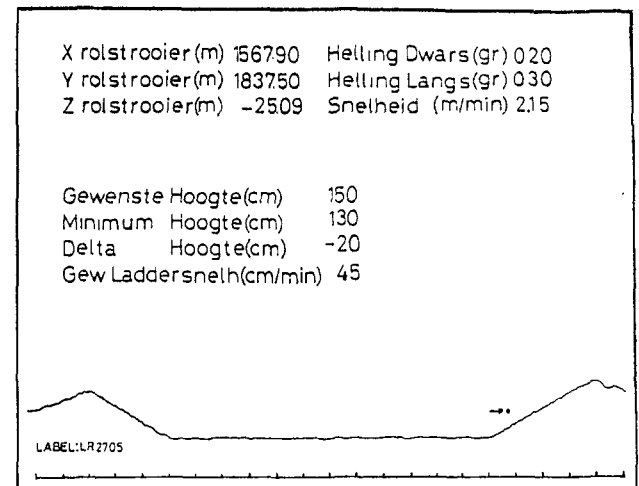
De buitenste schuiven werden wat verder opengetrokken, omdat 40/210 mm slecht spreidde en er toch op + en - 4,5 m voldoende dekking moest komen.

Proces

Vervolgens werd de rolstrooier getest en kon met storten worden begonnen.

Afhankelijk van de verhaalrichting verliep dit als volgt:

- start X = 1610 (1390) aanloop: snelheid = 3,70 m/minuut;
- X = 1606 (1394) start transport;
- start rolstrooier;
- X = 1605 (1395) materiaal komt aan de bodem;
- X = 1597 (1403) snelheid = 1,85 m/minuut (zie figuur 27).



Figuur 27 Beeldplaatje tijdens storten

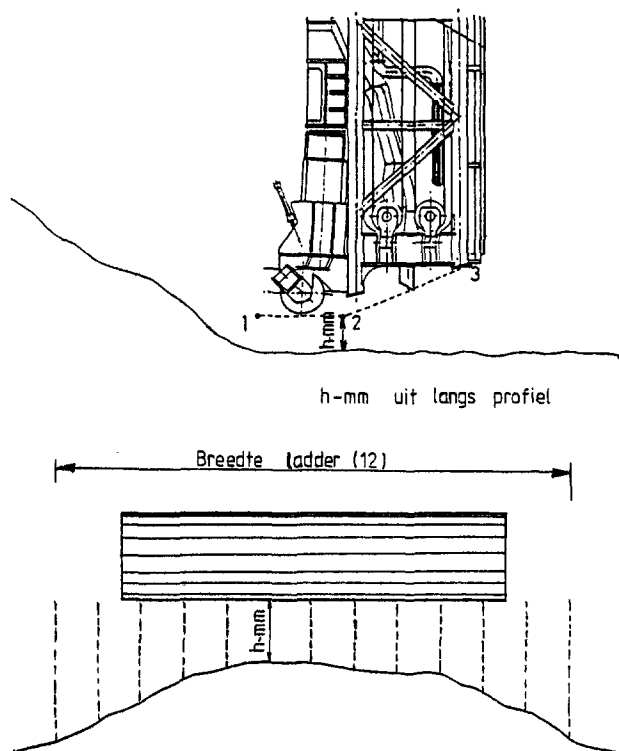
Het roltoerental was ongeveer 0,9 - 1,0 rpm.

Het materiaalniveau was net als bij de andere storten op de camera's te volgen. Om de platen van plexiglas voor de camera's te beschermen waren tralies aangebracht.

Aangezien er tussen de basalt veel vuil en gruis aanwezig was, was het zicht op de monitors soms slecht. Om verandering in het materiaalniveau te kunnen volgen werd dan ook scherp naar het verloop van het laddergewicht op de lijnschrijver gekeken. Het niveau werd bijgeregeld door het toerental van de rolstrooier bij te regelen.

Stortheogte

De gewenste stortheogte tijdens storten 40/210 mm was



Figuur 28 Storthoogte

1,5 meter. Indien na een stop een las gemaakt moest worden, werd gedurende een aantal meters een storthoogte van 2,5 meter aangehouden. Dit in verband met de grotere laagdikte ter plaatse van de lasconstructie.

De storthoogte werd bepaald ten opzichte van het hoogste punt van het dwarsprofiel (zie figuur 28). In verband met zowel langs- als dwarsaluds werden er voor de sturing drie dwarsprofielen doorgerekend.

Een aantal meters voor het einde van de stort werd het transport gestopt en werden banden leeggedraaid.

De laatste meters (acht) werden de pijp en rolstrooier leeggedraaid.

Na het storten werd er uitgepeild.

6. Conclusies

De ontgrindingsinstallatie heeft uitstekend gefunctioneerd, hetgeen mede aan een ruim gedimensioneerd jetvermogen te danken was.

De ontgrinder bleek inzetbaar, daar waar de ontzander veel moeite met het verwijderen van materiaal had.

De ontgrinder bleek een goed werktuig bij onverwachte problemen te zijn zoals het schoonjetten van een geërodeerde overlap en het afvlakken van een te hoog gelegen stort.

Het verwijderen van grind van de mat was niet eenvoudig controleerbaar. Verspreid op de mat liggende grindkorrels waren niet zichtbaar op de sonar en evenmin op peilingen. Controle was alleen visueel mogelijk (duikers, camera's). Niettemin werd de ontgrinder vaak ingezet en alleen op procesniveau gecontroleerd, hetgeen blijkt heeft gegeven van het in de ontgrinder gestelde vertrouwen.

De keuze van het doseringssysteem (rolstrooier) bleek in de praktijk niet de slechtste te zijn.

De aanvankelijk gedachte dosering door middel van schuiven bleek in de prototype situaties niet te voldoen. De later geconstateerde overgevoeligheid van de uitgaande materiaalstroom voor het roltoerental was dan ook een meevaller van de eerste orde!

Het doel van de rolstrooier (controle van de uitgaande materiaalstroom) was met het gekozen ontwerp volledig bereikt. Alleen bij het storten zonder watersuppletie bleek de dosering niet te regelen.

Hoewel in eerste instantie de stroomsnelheid onder de rol, als functie van de ongestoorde stroomsnelheid, niet goed was bepaald (50% van de juiste waarde) en op grond hiervan een groot aantal locaties bij grotere stroomsnelheden was gestort dan de in Lith -op basis van uitspoelingsgevoeligheid- bepaalde stroomsnelheidsgrenzen, was uit de boringen niet gebleken, dat de uitspoeling en/of ontmenging onacceptabel zou zijn.

In de proefperiode bleek dat het stortproces met twee zeer belangrijke moeilijkheden te kampen had:

- a. het zogenaamde schudden van de ladder;
- b. niveausignalering in de pijp en daarmee de controle op de dosering.

Beide problemen zijn eigenlijk simultaan opgelost door de nodig geachte instrumentatie (camera's). Bovendien bleek het goed op niveau houden van de vaste stof in de pijp een essentiële deeloplossing van het schudprobleem.

De eigenlijke oorzaak van het schudden van de ladder was de schoksgewijs uitgaande materiaalstroom nabij de rolstrooier, die zich voortplantte naar boven en naar alle waarschijnlijkheid een waterslageffect in de pijp veroorzaakte. Een en ander leidde tot opslinging met voornoemd gevolg.

Naast de eerder genoemde niveaubeheersing bleek het installeren van drukbuffers het schokken te elimineren.

Bij de optimalisatie van de stortprocessen, waarbij naast het schudden en de dosering ook nog problemen met uitspoeling en ontmenging naar tevredenheid opgelost dienen te worden, is gebruik gemaakt van vijf schaalmodellen en diverse wiskundige modellen. Samen met de prototype proeven hebben zij de bevredigende procesgang opgeleverd.

Doordat 30/60 mm meer doorlatend is dan 1/32 mm veroorzaakte dit proces met de rolstrooier geen probleem.

De tweede pijp gaf een minder regelmatige verdeling over het dwarsprofiel.

Omdat het altijd mogelijk bleek 30/60 mm met de rolstrooier te storten is de tweede pijp niet echt gebruikt.

Er is nooit in dezelfde gang (simultaan) met de tweede pijp gestort.

Omdat de installatie voor het storten van 40/160 mm was ontworpen, heeft de gradatie 40/210 mm en in een eerder stadium zelfs 40/250 mm voor een behoorlijk aantal stagnaties gezorgd.

Vooraf omdat de overstortpunten, door hun nauw doorstroomprofiel, de grove fractie van de 40/210 mm niet kon verwerken, is hierdoor nogal schade aan de installatie veroorzaakt.

Storingen en stagnaties waren bij het storten van 40/210 mm, in vergelijking met de 30/60 mm en de 1/32 mm, duidelijk frequenter en langduriger.

De lasconstructies, die na een stop gemaakt moesten worden, zijn, op één incidenteel geval na, steeds goed uitgevoerd. In totaal werden circa 300 lassen gemaakt.

Manipulatie met de buitenste schuifopeningen heeft wel geleid tot een beter resultaat van de afdekking op plus en min 4,5 meter aan weerszijden van het hart van de negatieve overlap, maar heeft niet tot een totale opheffing van het probleem geleid.

Hierbij moet uiteraard ook het probleem van het peilen op de taluds van de negatieve overlap niet uit het oog worden verloren.

7. Documentatielijst

2 Probu-M-80126: Uitgangspunten en eisen stortebedbestek Oosterschelde

ABGO-80021: Handleiding ten behoeve van controle tijdens aanbrengen asfaltmastiek

48 SANO-R-81238: Omschrijving stortapparaat negatieve overlap

Overeenkomst DED-2011

(bijlage C): Functionele omschrijving grindstorter

34 Fund-N-85002

CARJANKWA-N-85003:

Evaluatienota funderingsbed

Literatuurlijst:

2 Probu-M-80100: Evaluatie uitvoering asfaltmastiek stortebedden Roompot Oost en Hammen West

2 Probu-M-81090: Evaluatienota asfaltmastiek stortebedden

2 Probu-M-82026: Evaluatie asfaltmastiek stortebedden

2 Probu-M-80210: Relatie tussen kwaliteit werk Jan Heijmans en de procesparameters

2 Probu-M-86012: Ontwerpnota bodembescherming blokken- en steenasfaltmatten

Drie-maandelijkse berichten nrs. 67, 102, 103.

Inhoud

1	Inleiding	271
2	Matconstructie	272
2.1	Algemeen	
2.2	Onderzoek matgedragingen	
2.3	Dimensionering essentiële onderdelen	
2.4	Evolutie tijdens proefperiode en bedrijf	
2.4.1	Bovendoek	
2.4.2	Langsranden ondermat	
2.4.3	Trilplaten	
2.4.4	Breedte bovenmat	
2.4.5	Gewichtstegels op matbegin-bovenmat	
2.4.6	Verfpatroon op het doek	
2.4.7	Definitieve matconstructies	
3	Funderingsmattenfabriek	276
3.1	Inleiding	
3.2	Productieproces	
3.2.1	Handelingen	
3.2.2	Startpositie	
3.2.3	Productiecyclus	
3.3	Fabriek	
3.3.1	Fundering	
3.3.2	Staalconstructies bovenbouw	
3.4	Installaties	
3.4.1	Korvenploomachines	
3.4.2	Korvenplaatsmachines	
3.4.3	Transportvloeren	
3.4.4	Naaimachines	
3.4.5	Dosering filtermateriaal	
3.4.6	Afrolinstallaties	
3.4.7	Pennenmachine	
3.4.8	Wiggenloods	
3.4.9	Transport	
3.5	Loswal	
3.5.1	Algemeen	
3.5.2	Onderdelen en installaties	
3.5.3	Beladings- en wentellieren	
3.5.4	Houdlieren	
3.5.5	Hulplieren	
3.5.6	Portaalkraan	
3.5.7	Afmeerinrichting	
3.5.8	Centreerinrichting	
3.6	Rolbehandeling	
3.6.1	Inleiding	
3.6.2	Hoofdonderdelen	
3.6.3	Bediening	
4	Hulpinstallaties	283
4.1	Electrotechnische installatie	
4.2	Besturing van de electrotechnische installatie	
4.3	Persluchtinstallatie	
4.4	Waterleidingnet	
5	Materialen	284
5.1	Dragerweefsel	
5.2	Tussenweefsel	
5.3	Tussenvlies	
5.4	Bovenmatvlies	
5.5	Bovendoek	

- 5.6 "Landingsbaan"-doek
- 5.7 Verzwaard bovendoek
- 5.8 Gaas (casanet)
- 5.9 Stalen pennen
- 5.10 Onderschotels
- 5.11 Klemschotels
- 5.12 Kunsthars
- 5.13 Houten elementen
- 5.14 Naaigaren
- 5.15 Non wovensvlies
- 5.16 Gewichtstegels
- 5.17 Zand (0,3/2,8 mm)
- 5.18 Kif (2/8 mm)
- 5.19 Grind (8/40 mm)
- 5.20 Zand-grind (1/32 mm)
- 5.21 Grind (8/30 mm)
- 5.22 Verf (Nelfasol)

6 Documentatielijst

288

1. Inleiding

Om de standzekerheid van de pijlers te verzekeren moest een voorziening voor de onderliggende bodem worden gevonden die aan de volgende hydraulische en grondmechanische randvoorwaarden kon voldoen:

- uit hydraulisch oogpunt moest de voorziening een golf- en stroombestendige afdeklaag vormen in de bouwfasen;
- in de eindfase moest de voorziening een bescherming van de grondslag leveren tijdens belastingen door stroming ten gevolge van verval en golven;
- voor wat betreft de waterspanningsvariaties onder de pijlers werden eisen gesteld ten aanzien van de waterdoorlatendheid;
- grondmechanisch moest de voorziening verticale en horizontale (schuifweerstand) steun kunnen leveren aan de constructie in de bouw- en eindfase en moest voldoende belastingspreiding plaatsvinden;
- de constructie moest een minimale levensduur van 200 jaar hebben.

Aan al deze eisen kon worden voldaan door middel van een geprefabriceerde funderingsmat die bestond uit granulaire filters, verpakt in kunststoffen.

In dit hoofdstuk worden de constructie en fabricage van de funderingsmatten behandeld die, zoals in Boek 2, deelnota 6 is beschreven, uit drie lagen granulair materiaal bestaan. Vanwege het aantal matten en een vereiste produktiesnelheid van 10-12 m/uur is gekozen voor een industriële aanpak van het fabricageproces, conform het concept zoals was toegepast bij de blokkenmat, waarbij reeds de nodige ervaring was opgedaan.

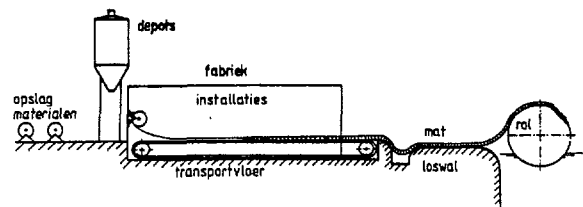
De mat diende tijdens de fabricage op een drijvende cilinder te worden gerold, te worden getransporteerd en daarna verticaal te worden afgezonken. Vervolgens werd de mat verdicht.

Tijdens al deze handelingen dienden de drie lagen van het filter intact te blijven.

Het ontwerp voor de fabricage van de mat bestond uit een fabriek, direct aan een loswal grenzend, waarbinnen en -omheen de benodigde installaties en depots stonden opgesteld.

De fabriek diende een tot de waterkant doorlopende transportvloer te bevatten, waaromheen en waarboven de specifieke installaties in fabricagestraten zouden zijn opgesteld.

Een schematische doorsnede van deze opstelling toont figuur 1.



Figuur 1 Schematische doorsnede fabriek-basisprincipe

2. Matconstructie

2.1 Algemeen

Na uitvoerige verkenningen is er uiteindelijk gekozen voor een concept bestaande uit een ondermat (drie lagen), die moest aansluiten op het Oosterschelde-zand, een bovenmat (drie lagen) en zonodig een aparte tegelmat.

Na de keuze van een voorgefabriceerd filter is de ontwikkeling opgestart van de "verpakking" van het filter, terwijl de algehele werkmethode op dat moment in grote lijnen duidelijk was:

- de mat zou fabrieksmatig aan de wal worden gemaakt en analoog aan de blokkenmatmethode op een rol worden gewikkeld;
- het afzinken zou gebeuren met een afzinkponton vergelijkbaar met de DOS I, waarmee de blokkenmatten werden gelegd;
- na het neerleggen van de mat zou het noodzakelijk zijn om opschoonwerkzaamheden te verrichten om zandinsluitingen te voorkomen en de mat(ten) te verdichten.

Dit scala van activiteiten en situaties maakte het noodzakelijk een systematisch onderzoek op te zetten dat voornamelijk gekenmerkt werd door reflexie tussen ontwerp en uitvoering.

2.2 Onderzoek matgedragingen

Als de meest maatgevende matbelastingssituatie werd de verticaal hangende mat tijdens afzinken beschouwd. Om in een dergelijke toestand het horizontaal gelaagde filter te behouden is het korven/pennen principe ontwikkeld, waarbij gevulde korven door pennen werden voorgespannen zodat er als het ware stijve ruggen op de mat werden gecreëerd waardoor langstransport onmogelijk werd (zie figuur 2). Vermenging van de filterlagen werd voorkomen door het aanbrengen van tussendoeken.

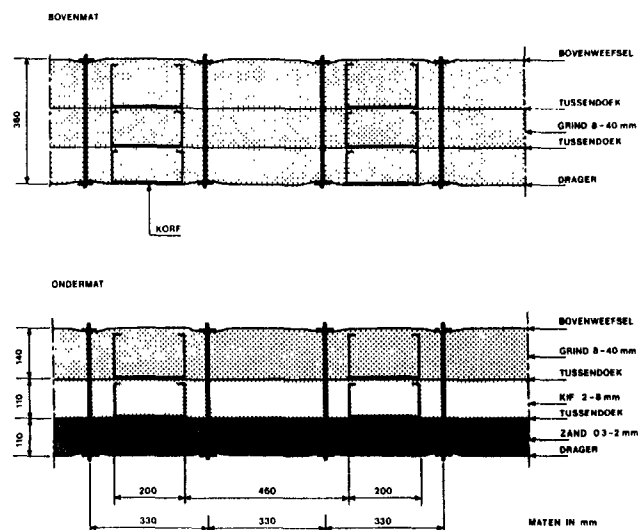
Dit matconcept zou in principe alle vervormingstoestanden moeten kunnen doorstaan.

In figuur 3 is een overzicht gegeven van deze situaties. Van groot belang voor het ontwerp van de verpakkingsmaterialen was de nagenoeg rekvrije drager die het dragende element van de mat vormde. Aldus dienden alle vervormingen door het matmassief te worden opgenomen.

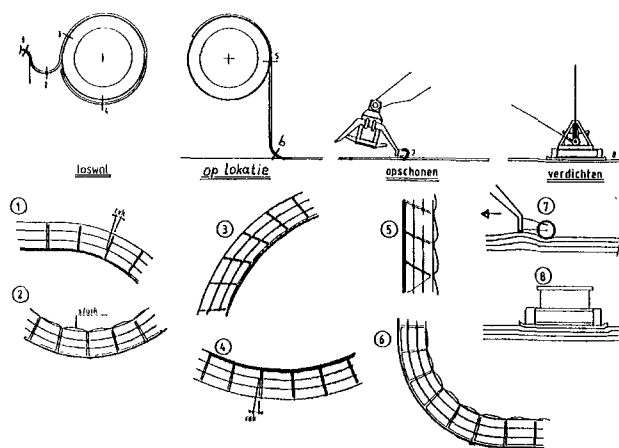
Er waren drie situaties te onderscheiden (zie figuur 3):

1. rek van de mat (situatie 1, 3 en 4)

Uit de opgelegde rek door de te volgen krommingen op loswal, rol en onderbocht tijdens leggen is de exorbitant hoge rek-eis voor het bovendoek en in mindere mate de tussendoeken ontstaan (rek zonder contractie).



Figuur 2 Korven/pennenprincipe



Figuur 3 Vervormingstoestanden filtermat

2. afschuiving van de mat (situatie 5)

Uit deze situatie is ten eerste de sterkte-eis voor de drager bepaald. Immers het gewicht van de gehele verticaal hangende mat moest opgenomen kunnen worden (inclusief de dynamische toeslagen, waarvan die als gevolg van het zogenaamde "schrikken" van de mat het grootst was). "Schrikken" kon ontstaan in de laatste afwikkelslag als de mat doorschoot, omdat er tijdens het oprollen ruimte ontstond tussen de rol en de mat.

Overigens werden er om het "schrikken" te voorkomen hydraulische cilinders aangebracht om de ruimte tussen de mat en de rol tijdens het oprollen weg te trekken. Ten tweede was deze situatie voor de dimensionering van de pennen maatgevend, mede gezien de dynamiek als gevolg van het "schrikken".

3. *stuik van de mat* (situatie 2 en 6)

Deze situatie was maatgevend voor de klamschotels op de pennen omdat de krachtvormingstoestand de plaatsvastheid van de klamschotel op de pen beïnvloedde.

De klamschotelverbinding was ook uitgebreid onderzocht op weerstand tegen de obstructies van opschoenen en verdichten (situatie 7 en 8).

2.3 Dimensionering essentiële onderdelen

Ter ondersteuning van de keuze van de matdrager was een statistische analyse voor de verschillende belastingsituaties gemaakt (zie doc. 1). Deze analyse zou in principe een probabilistische grondslag moeten hebben, doch dit stuitte op moeilijkheden, in verband met:

- de onzekerheden in het te verwachten krachtniveau;
- de onervarenheid met het leggen van de funderingsmat;
- het krachtniveau dat voornamelijk bepaald werd door het beheersbeleid tijdens afzinken;
- onvoldoende tijd voor gedegen probabilistische benadering.

Ten einde tot een dragerkeuze te komen, diende de reserve te worden bepaald tussen de minimum breuksterkte en de maatgevende belasting. De keuze van deze reserve hing samen met de gevolgschade, waarvan sprake zou zijn indien een mat zou bezwijken.

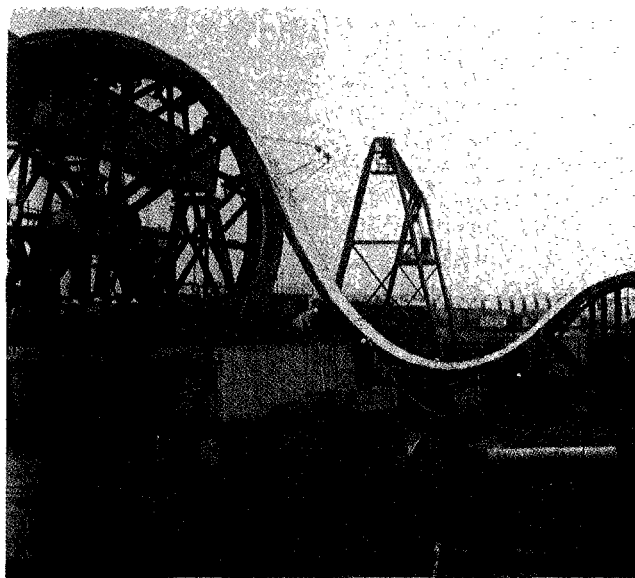


Foto 1 Grote oprolproef

Nadat de ontwerpeisen op diverse punten waren aangepast, als gevolg van een groot aantal detailproeven, werd besloten een proef uit te voeren, waarin de statische analyse voor de belastingsituaties geïntegreerd kon worden. Omdat het verschalen van de filtermaterialen (zand, kif en grind) en de elastische constructiematerialen (doeken, kor-

ven en pennen) problematisch was, werd er voor het ontwikkelen van een proefmat schaal 1:1 gekozen. Diverse ontwikkelingen maakten het tevens mogelijk eerst een verkennende, zogenaamde "gidsproef" uit te voeren (zie doc. 2).

Aan de hand van deze proef werden vervolgens de ontwerpeisen bijgesteld, waarop in een tweede, zogenaamde "grote oprolproef" (zie doc. 3 en foto 1) de belastingsituaties opnieuw geïntegreerd werden. Uit de laatste proef volgden voor de maatgevende belastingsituaties de mechanische ontwerpeisen (zie doc. 4).

2.4 Evolutie tijdens proefperiode en bedrijf

2.4.1 Bovendoek

Bij de proefmatten traden grote beschadigingen aan het bovendoek op door:

- de rubberen oplettingen van de kopbalk, zowel op de rol als bij de landing van de balk van de bovenmat op de ondermat;
- het verdichten van de afgezonken matten.

In eerste instantie werden de reeds genoemde balkopleggingen (zie deelnota 12 - 14.2) en de verdichtingsplaat aangepast.

Vervolgens werd over het gehele matooppervlak tussen het grind en het bovendoek een viltdeuk, 4 mm dik, aangebracht.

Nadat de eerste ondermatten in de stroomgeul Hammen afgezonken waren, bleven, met name wanneer de opgerolde mat langere tijd op de mattenrol verbleef, onacceptabele beschadigingen (ten gevolge van de aangepaste kopbalkopleggingen) optreden.

Er vond herbezinning plaats op de constructie van de bovendoeken, hetgeen tot de onderstaande configuraties leidde:

ondermat:

Over het gedeelte waarop de pijler kwam te staan (circa 100 m) werd op het grind eerst viltdeuk (ter voorkoming van beschadiging van het bovendoek tijdens het verdichten) over de volle matbreedte en vervolgens verzwaard bovendoek (zie 5.7) over 30 m van de matbreedte aangebracht.

Hierna werden op één einde van het verzwaard bovendoek twee (extra) naast elkaar liggende stroken, zogenaamde "landingsbaandoeken" dwars over de volle matbreedte aangebracht ten behoeve van:

- de landing van de kopbalk van de bovenmat;
- de landing van de opschooninstallaties.

Buiten het pijlergebied en de overgebleven stroken (circa 5 m) naast de langsranden binnen het pijlergebied bleef de mat van het gewone bovendoek voorzien.

bovenmat:

Over het gehele oppervlak werd eerst viltdeuk op het grind aangebracht ter voorkoming van beschadiging van het bovendoek tijdens het verdichten en ter bescherming van het onderliggende groutdichte vlies. Vervolgens werd over het gehele oppervlak verzwaard bovendoek aangebracht. Daarna werd van het verzwaard bovendoek één (extra) strook dwars over de volle matbreedte aangebracht voor de kopbalkopleggingen op de rol. Hierdoor ontstond voor beide mattypen een hoger incasservermogen.

Na de opgedane ervaring in de stroomgeul Hammen en het besluit beide mattypen, na afzinken van de bovenmat,

gelijktijdig te verdichten, is het viltdoek voor de andere stroomgeulen alleen nog bij de bovenmatten aangebracht. Naderhand is geen schade meer waargenomen.

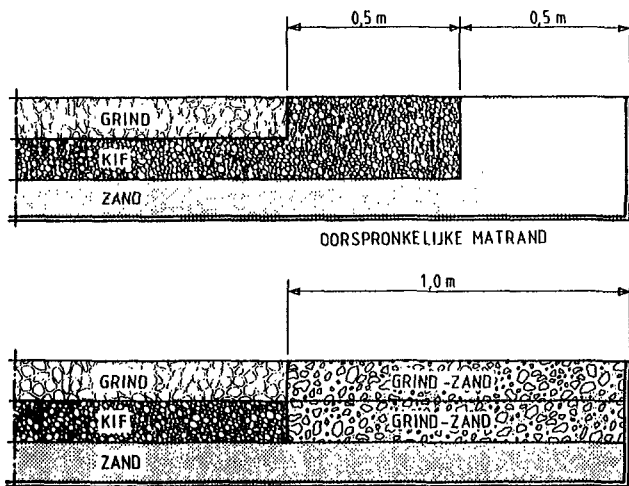
wikkelmachine:

Door de toepassing van verschillende bovendoeken (bovendoek en verzaamd bovendoek) voor de ondermat ontstond tijdrovend naaiwerk. Om stagnatie tijdens de matproductie te voorkomen, was het noodzakelijk de verschillende doektypen van te voren tot een rol samen te stellen. De hiervoor geïnstalleerde wikkelmachine werkte na een korte aanlooperperiode probleemloos. Het bleef echter een arbeidsintensief gebeuren, waarvoor vooral in de periode van de topproductie de benodigde mankracht aan de matproductie moest worden onttrokken.

2.4.2 Langsranden ondermat

Als tijdelijke erosiebescherming langs de matrand, grenzend aan het nog niet opgeschoonde deel van de grondverbetering, bleek toepassing van grind 30/60 mm noodzakelijk ter plaatse van het eerder geplande grind-zand 1/32 mm.

In verband met deze wijziging en de daaruit voortvloeiende uitvoeringsmethoden was een filtertechnische aanpassing van de matrand gewenst. Deze bestond uit een matrandomzetting van grind-zand 1/32 mm in plaats van de gescheiden filterlagen, zoals in de rest van de mat. Figuur 4 toont deze oplossing.



Figuur 4 Filtermatrandconstructie

Dosering filtermateriaal

Door de wijziging van het filtermateriaal in de matrand moesten de vier vaste zijkantdoseerbunkers in de fabriek worden aangepast.

Tevens moest naast de drie voorraadsilo's een nieuwe silo geplaatst worden en de elektrische besturing van de opvoerbanden worden aangepast.

2.4.3 Trilplaten

Bij het verdichten van de proefmatten na het afzinken op een proeflocatie bleken de zettingen van de matten groter te zijn dan verwacht, waardoor de vereiste dikte niet werd gerealiseerd en de samenhang van de matten verstoord

werd door het losraken van de pennen. In de fabriek moest derhalve de matdikte vergroot worden.

In de rollenbaan tussen de beide transportvloeren werden trilplaten onder de mat aangebracht om de zettingen zoveel mogelijk vooraf te realiseren. De mat voldeed daarop beter aan de gestelde dikte-eis en de vormvastheid werd gewaarborgd door een betere houdkracht van de pennen.

De installatie werkte (zonder problemen) tijdens het doorhalen van de mat, voor de pennen werden aangebracht.

2.4.4 Breedte bovenmat

Als gevolg van instabiliteit van het (los gestorte) filtermateriaal tussen de ondermatten werd besloten deze bestorting af te dekken met in gaas verpakt materiaal (zie deelnota 13, grindwiepenmatten). Mede als gevolg van de tolerantie-eisen bij het leggen van grindwiepenmatten moest de bovenmat worden versmald met 1,0 m. Dit leidde in de fabriek tot de volgende aanpassingen:

- zijschotten op de transportvloeren verplaatsen;
- rollenbaan tussen de transportvloeren aanpassen;
- afrolinstallaties voor de doeken en vliezen versmallen en verplaatsen;
- doeken en vliezen op nieuwe maat aanvoeren c.q. op maat maken;
- ophanging zijkant naaimachines wijzigen;
- elektronische plaatsbepaling van de rijdende doseerbunkers bijstellen;
- wigmallen voor de kunsthars wig op maat maken.

2.4.5 Gewichtstegels op matbegin - bovenmat

Om te voorkomen dat de einden van het dragerweefsel van de bovenmat de opschoonzuigmonden van de werkschepen zouden verstoren, waren korte einden gewenst. Dit zou voor de zinkbalken op de rol andere situaties en met name voor de kopbalk en voor de rol ter plaatse van de kopbalk een ontoelaatbare belasting en stabiliteitsproblemen opleveren. Door op de loswal betontegels op het weefsel tussen het matbegin en de kopbalk te plaatsen werd aan deze zijde opzuigen van het dragerweefsel door het werkschip voorkomen.

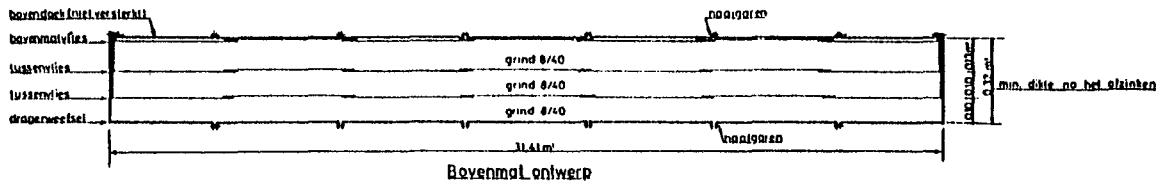
Aan het mateinde ter plaatse van de staartbalk heeft men het weefsel dusdanig kunnen verkorten, dat, mede door tijdig ophalen van de opschooninstallatie, hier geen tegels geplaatst behoeften te worden.

2.4.6 Verfpatroon op het bovendoek

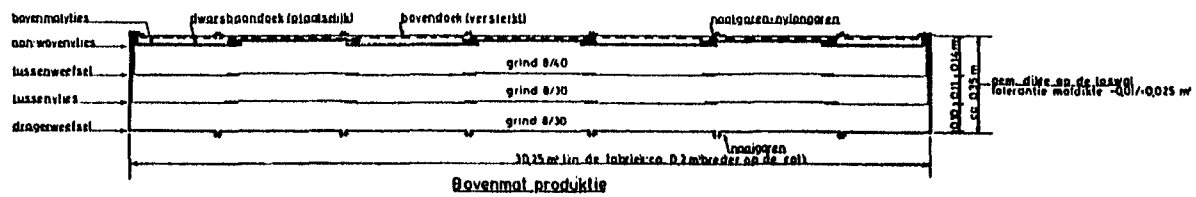
Ter oriëntatie tijdens de onderwaterinspectie werd na de eerste paar proefmatten een verfpatroon op het bovendoek aangebracht. Bovendien werden de snijpunten van de verfstrepen voorzien van een coördinaten aanduiding (zie figuur 9). Halverwege de productie voor de stroomgeul Hammen werd, na het toevoegen van schuine strepen (sergeantstrepes) voor de als instrumentendrager fungerende inspectieslede Asterias, het patroon definitief zoals op figuur 6 te zien is. Nelfasol bleek de enige bekende spuitbare verf te zijn, geschikt voor het bovendoek.

2.4.7 Definitieve matconstructies

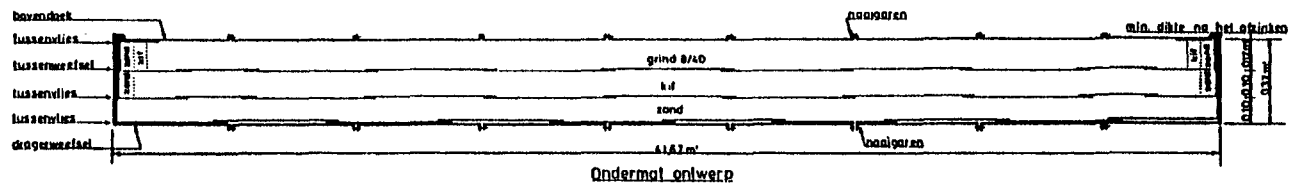
In figuur 5 tot en met 9 is de ontwikkeling van de matconstructies weergegeven.



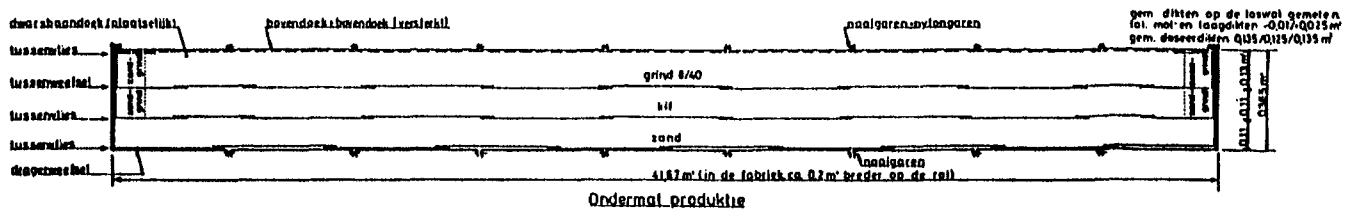
Figuur 5 Ontwikkeling filtermatconstructie



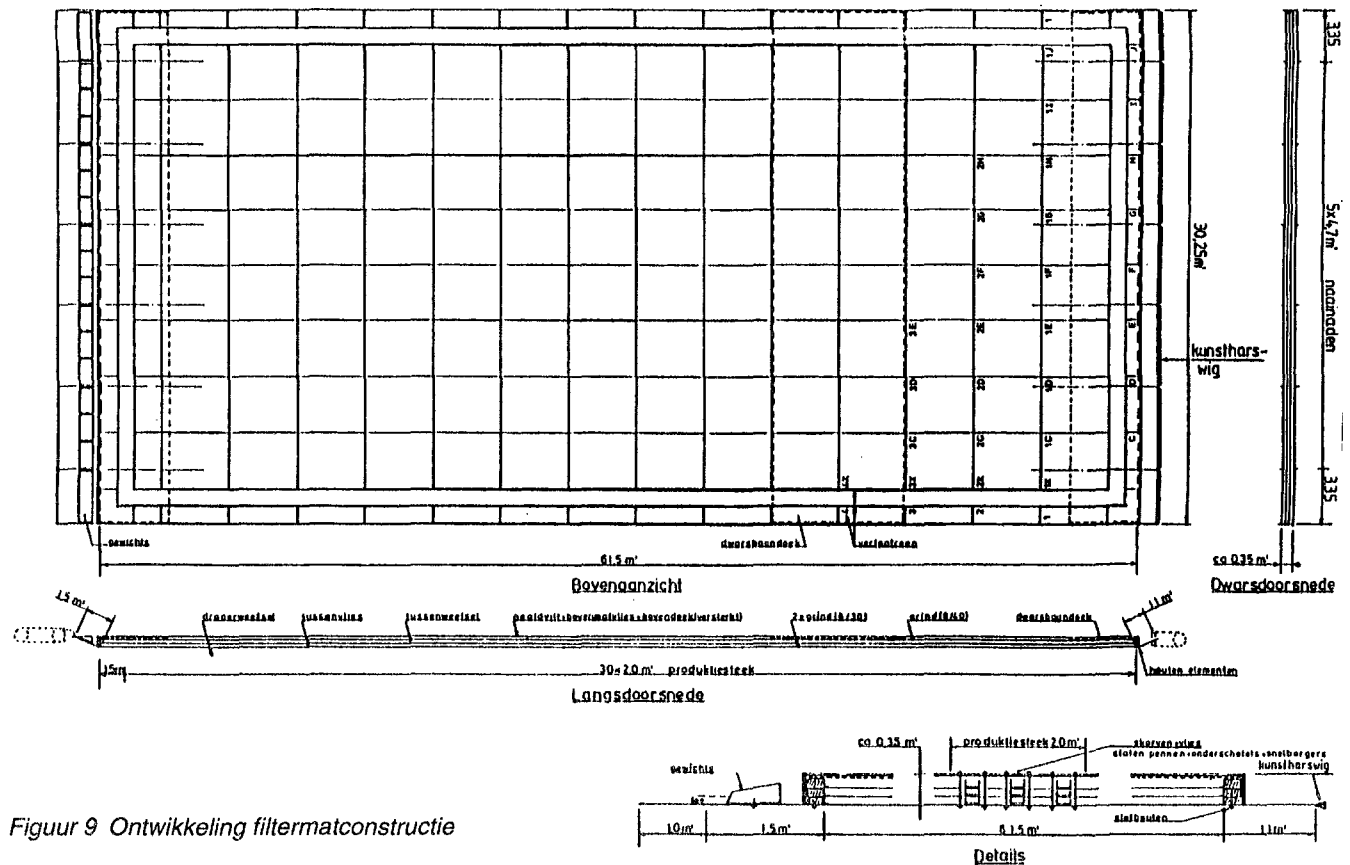
Figuur 6 Ontwikkeling filtermatconstructie



Figuur 7 Ontwikkeling filtermatconstructie



Figuur 8 Ontwikkeling filtermatconstructie



Figuur 9 Ontwikkeling filtermatconstructie

3. Funderingsmattenfabriek

3.1 Inleiding

Vanwege het unieke karakter van de funderingsmat en omdat een produktie van 1,5 - 2 m matlengte per 10 minuten, gevolgd door het transport van 2 m per 2 minuten, vereist werd, is er voor een industriële aanpak gekozen. Bovendien moesten alle handelingen op dezelfde locatie plaats kunnen vinden. De opzet was daarbij de mat in een aantal fabricagestraten op een transportvloer op te bouwen en vervolgens boven en onder de machines door te bewegen.

Voor dit concept was het noodzakelijk een aantal speciale machines te ontwikkelen die moesten worden ondergebracht in een overdekte ruimte. Daartoe werd in 1980 en 1981 op het werkeiland Neeltje Jans de funderingsmattenfabriek gebouwd (zie foto 2).

3.2 Produktieproces

3.2.1 Handelingen

Voor het beschrijven van de fabriekshandelingen zijn de in de paragraaf 3.2.3 genoemde posities (foto 3) nader aangeduid.

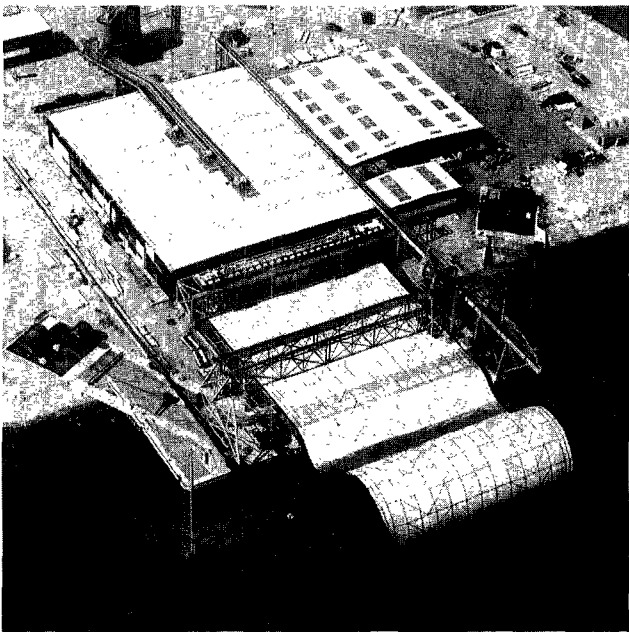


Foto 2 Overzicht funderingsmattenfabriek

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| A - Invoertrichter met waasemop | P - Invoertrichter met waasemop |
| B - Voorraadwiel | Q - Invoertrichter met waasemop |
| C - Transportbanden | R - Invoertrichter met waasemop |
| D - Afvalwater afvoertrichter | S - Invoertrichter met waasemop |
| E - Afvalwater afvoertrichter | T - Invoertrichter met waasemop |
| F - Afvalwater afvoertrichter | U - Invoertrichter met waasemop |
| G - Afvalwater afvoertrichter | V - Invoertrichter met waasemop |
| H - Invoertrichter met waasemop | W - Invoertrichter met waasemop |
| I - Invoertrichter met waasemop | X - Invoertrichter met waasemop |
| J - Invoertrichter met waasemop | Y - Invoertrichter met waasemop |
| K - Invoertrichter met waasemop | Z - Invoertrichter met waasemop |
| L - Invoertrichter met waasemop | |
| M - Invoertrichter met waasemop | |
| N - Invoertrichter met waasemop | |
| O - Invoertrichter met waasemop | |
| P - Invoertrichter met waasemop | |
| Q - Invoertrichter met waasemop | |
| R - Invoertrichter met waasemop | |
| S - Invoertrichter met waasemop | |
| T - Invoertrichter met waasemop | |
| U - Invoertrichter met waasemop | |
| V - Invoertrichter met waasemop | |
| W - Invoertrichter met waasemop | |
| X - Invoertrichter met waasemop | |
| Y - Invoertrichter met waasemop | |
| Z - Invoertrichter met waasemop | |

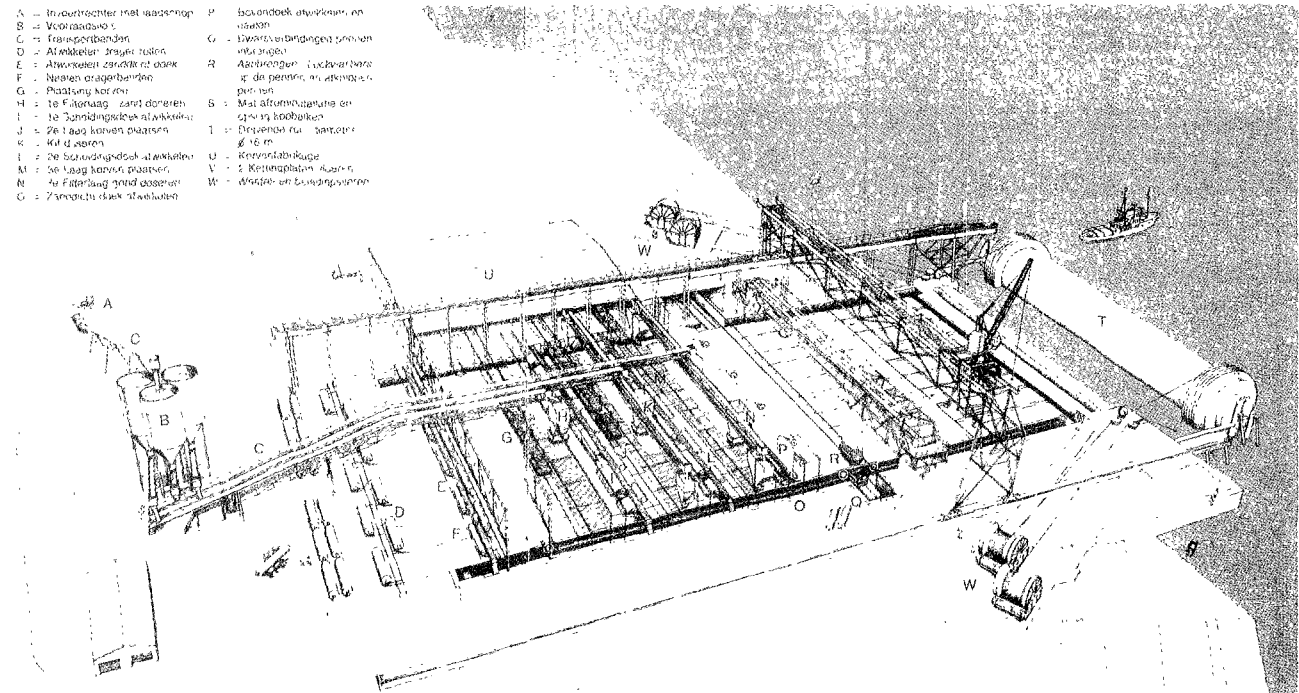


Foto 3 Produktieproces filtermat



Foto 4 Mobiele doseerbunkers

3.2.2 Startpositie

Nadat de voorgaande mat de rollenbaan verlaten had, begon men aan het volgende:

- de zijschotten van de vloeren werden, indien nodig, verplaatst (omschakelen van ondermat naar bovenmat of omgekeerd);
- de banden van de dragerdoekrollen werden verwijderd en de rollen werden gewenteld met behulp van een tornstaaf, die in gaten van de doorn pasten, totdat de wigmallen op de grond lagen;
- met een luchtlier werden de dragerdoekrollen de fabriek ingetrokken tot de nulpositie;
- de trekkettingen werden aan één einde van de wigmallen gekoppeld en aan het andere einde bevestigd aan de transportvloer met haken, die tussen twee elementen werden gestoken. Alle haken moesten in één lijn worden geplaatst;
- de doseerbunkers werden zonodig geleegd en weer voorzien van het juiste filtermateriaal.

3.2.3 Cyclus productie

Achtereenvolgens werden de volgende handelingen verricht (zie lettercode bij foto 3):

1. *Banen van de drager aaneen naaien (F)*
Dit gebeurde door middel van de 8 horizontaal opgestelde naaimachine-installaties, die in de kelder waren geplaatst en die de zijkanten van de banen, die verticaal door sleuven in de stalen vloer staken, aaneen naaiden tot een 42 m brede mat.
2. *Korven plaatsen (G)*
De korven, die in de korvenfabriek (U) werden gemaakt, werden door de opening in de tussenwand door middel van railwagens de fabriek ingebracht.
3. *Opstaande zijkanten aan transportvloer klemmen*
De zijschotten van de lange transportvloer waren voorzien van houten stroken. Door het doek hieraan te klemmen werd voorkomen dat de opstaande kanten uitzakten en/of naar binnen klapten.
4. *Vullen met zand, kif of grind (H, K, N)*

De mobiele doseerbunkers waren voorzien van een brede uitmonding met trillers. Wanneer de bunker zich boven de mat verplaatste werd een 2 m brede strook filtermateriaal op het weefsel gedoseerd (zie foto 4).

5. *Bevestiging van houten kop- en staartelementen*
Het begin en het einde van de mat werden gevormd door houten elementen. Het eerste element werd al in de wiggenloods op het dragerdoek met bouten vastgezet. De overige elementen werden met spijkermachines op elkaar gespijkerd. De elementen moesten zodanig gespijkerd worden, dat de koppen boven elkaar lagen en niet met elkaar verbonden waren. De tussenruimte van de koppen was circa 3 cm. Het houten element, dat op het einde van de mat kwam, werd aan de drager met bouten vastgezet vanuit de kelder.
6. *Scheidingsdoeken aanbrengen (I, L, O)*
De banen op het doek werden met een overlap op het aggregaat gelegd. Het begin en het eind van de scheidingsdoeken werden op de houten kopbalken vastgemaakt.
7. *Bovendoek aanbrengen (P)*
De banen van de het bovendoek werden in verticale stand aaneen genaaid en daarna horizontaal omgeleid. De beide einden werden op de houten kopbalken met triplexplaten vastgespijkerd.
8. *Zijkanten vullen met zand-grindmengsel (alleen van toepassing voor de ondermat)*
De zijkanten van de mat moesten in de 2e en 3e laag worden voorzien van een 1 m brede strook zand-grindmengsel. Dit materiaal kwam in de plaats van enkel kif en enkel grind.
9. *Verdichten met trilmotoren*
Om het inklinken van de mat te voorkomen werd tijdens het doortrekken van de mat het filtermateriaal verdicht met trilmotoren, die naast de pennenmachine in de rollenbaan waren gemonteerd.
10. *Pennen schieten (Q, R)*
Van onder uit de rollenbaan werden stalen pennen met onderschotels door de mat gestoken en daarna van bovenaf van een snelborger voorzien.
11. *Schilderen op de loswal*
Door de loswalploeg werd met een spuitpistool een verfpatroon aangebracht.
12. *Inspectie en repareren op de loswal*
Door de loswalploeg werd vanuit de inspectiekelder de mat genspecteerd en, indien mogelijk, gerepareerd.

3.3 Fabriek

De fabriek bestond uit de volgende gebouwen, installaties en terreinen (zie foto 3):

- een betonnen kelder van circa 100 x 50 x 3 m¹, met daarin een lange (productie)transportvloer, een rollenbaan en een korte (loswal)transportvloer;
- een overdekte produktiehal van circa 62 x 52 x 8 m, over de produktievloer en de rollenbaan, ten behoeve van de produktiemachines;
- een overdekte (korven)loods van circa 39 x 36 x 8 m, in verbinding met de produktiehal, ten behoeve van de korvenplooiemachines en ten behoeve van de opslag van rollengaas (U);
- een prefab betonnen hoogspanningsruimte;
- een gemetselde laagspanningsruimte;
- een prefab houten bedieningsruimte annex laboratorium;
- een overdekte hal boven een betonnen (pennen)kelder

ten behoeve van de pennenmachines (Q);

- een betonnen (loswal)vloer met een inspectiekelder, een afmeerinrichting voor de transportrollen en een bedieningsruimte (V, W);
- een lierenlijger opgebouwd uit vakwerken voor een aantal loswalhandelingen;
- vier zware lieren voor het wentelen van de transportrollen (W);
- een zware portaalkraan voor een aantal loswalhandelingen;
- een overdekte (wiggen)loods van circa 17 x 9 x 8 m voor het werken met giethars;
- een opslagterrein met stalen oplegstoelen voor circa 80 rollen dragerweefsel;
- een opslagterrein met een gedeeltelijk betonnen vloer en keerwanden van betonblokken voor maximaal 65.000 ton filtermateriaal;
- een opvoerbandensysteem met instortbunkers en tussensilo's (A, B, C);
- vijf opslagterreinen van in totaal circa 2000 m² voor de reserve kunststofdoeken;
- een romneyloods voor weergevoelige materialen en een omwikkelmachine voor weefsels;
- medegebruik van een magazijn voor verbruiksmateriaal en drie containers voor gereedschappen en dergelijke;
- een houten kantoor voor het stafpersoneel met een kantine voor het fabriekspersoneel;
- een houten kantoor voor de directie;
- wegen, terreinverlichting, waterleiding, enzovoort.

3.3.1 Fundering

Na grondmechanisch onderzoek werd besloten de filtermattenfabriek te funderen op "staal".

Het terrein lag op N.A.P. +4,0 m. Aangezien voor het merendeel van de oppervlakte van de fabriek een kelder was vereist op circa N.A.P. +1,5 m, onder meer voor het onderbrengen van de installatie voor kettingplatenvloeren, werd als aanlegniveau voor de relatief zwaar belaste kelderwanden N.A.P. +1,0 m gekozen. Als toelaatbare gronddruk werd hierbij 0,15 N/mm² aangehouden.

Ten einde de keldervloeren niet te moeten ontwerpen op opdrijving (grondwaterstand kon oplopen tot ver boven N.A.P. +1,0 m) werd een drainage onder de fabriek aangebracht. Het water werd afgevoerd door een bemalingsinstallatie die gedurende de 1,5 à 2 jaar produktietijd van de fabriek constant in staat moest zijn de overdrukken weg te nemen.

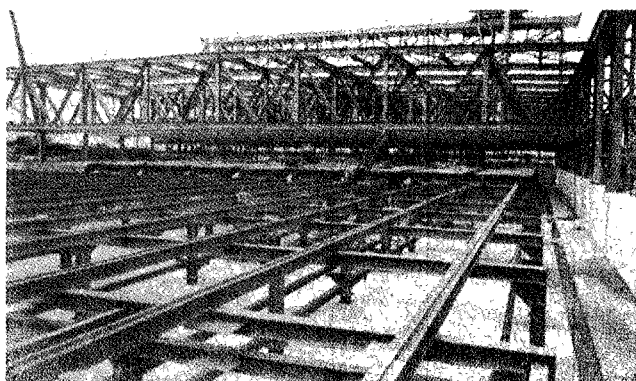


Foto 5 Staalconstructie filtermattenfabriek

3.3.2 Staalconstructies bovenbouw (zie foto 5)

Gekozen werd voor een open rasterconstructie in de vorm van vakwerkliggers in de dwarsrichting van de fabriek. Het merendeel van de fabrieksinstallatie was bevestigd en/of bewoog zich nabij of op het niveau van de onderrand van de vakwerkliggers.

In het programma van eisen werd oorspronkelijk slechts gewag gemaakt van bescherming tegen weersinvloeden van enkele vitale fabrieksdelen door middel van plaatselijke overkappingen. In het definitief ontwerp werd alsnog gekozen voor een overkapping van het gehele fabricageproces. De korvenloods aan de noordzijde van de fabriek werd uitgevoerd als standaardhal, compleet met gevels en wanden.

Het totale gewicht van de staalconstructies ten behoeve van gebouwen en ondersteuningsconstructies was circa 1200 ton (exclusief kettingplatenvloeren met een gewicht van circa 1000 ton).

3.4 Installaties

3.4.1 Korvenplooimachines

Ter voorkoming van het uitzakken van de granulaire lagen tijdens het afzinken werden in dwarsrichting over de volle matbreedte in iedere laag korven geplaatst. Deze waren gevouwen uit rollen gaas waarin stroken vlies waren aangebracht. De machines om het gaas te plooien bestonden uit de volgende onderdelen:

- een afwikkelstoel voor een rol gaas;
- een aantal rollen voor het richten;
- een kettingtransporteur met plooiwielen voor het omvouwen van de zijkanen van het gaas;
- een stoel voor het afwikkelen van het vlies;
- een snijschaar voor het op lengte knippen van de korven;
- een kettingtransporteur met plooiwielen voor het nogmaals omvouwen van de zijkanen van het gaas;
- een computergestuurde teller met sensoren, gekoppeld aan het programma van de korvenplaatmachine.

3.4.2 Korvenplaatmachines

Vanaf de korvenplooiachines brachten dwarstransporteurs de korven naar de korvenplaatmachines, die ieder bestonden uit vier gekoppelde wagens met een hydraulisch grijpersysteem. Het korven-plaatsen bestond uit het opnemen, verplaatsen en neerleggen van de korven, dat elektronisch gestuurd werd door sensoren en een stuurprogramma.

3.4.3 Transportvloeren

De beide transportvloeren bestonden ieder uit negen banen kettingplaten, iedere baan aangedreven door zijn eigen elektromotor. Door de elektronische koppeling van deze motoren (met tellers) kon iedere baan apart bediend worden, maar ook synchroon draaien. Op vier banen van de fabrieksvloer konden kantschotten geplaatst worden als steun voor de omhoog geplaatste zijkanen van de weefsels en doeken. De loswalvloer had als functie de mat te transporteren en te verhinderen dat deze door zijn eigen gewicht van de loswal zou glijden.

3.4.4 Naaimachines

Voor het aan elkaar verbinden van banen dragerweefsel en banen bovendoek werd gebruik gemaakt van industriënaaimachines merk "Union". Na aanpassing van het smeringssysteem konden deze naaimachines ondersteboven onder de vloer worden opgesteld. De machines waren met een elektromotor gemonteerd op een frame, dat langs een geleideframe van 2 m lengte liep. Werd de mat doorgetrokken, dan werden de stilstaande machines mee naar het beginpunt getrokken. Door de elektromotoren aan te zetten, trokken de machines daarna zichzelf mee naar het eindpunt. Als draad werd een zeer sterk en soepel kevlar-garen en een zeer rekbaar maar veel stugger nylongaren gebruikt, echter zo stug, dat regelmatig draadbreek optrad.

3.4.5 Dosering filtermateriaal

Het filtermateriaal werd door een laadschop vanaf de depots (totaal 60.000 ton) in een invoerbunker gestort, vanwaar een opvoerband het materiaal door middel van een zwenkgoot in de juiste voorraadsilo's deponeerde. Deze silo's waren elektronisch gekoppeld aan drie transportbanden op het dak van de fabriek, twee dwarstransportbanden, drie verrijdbare doseerbunkers en vier vaste zij-doseerbunkers. Door het elektronische systeem konden de bedieningsmensen van de drie doseerstraten vanaf hun plaats het vullen regelen. Om een constante laagdikte te houden, waren onder iedere doseerbunker regelbare trilgoten gemonteerd.

3.4.6 Afrolinstallaties

Met een vorkheftruck en een zeer efficiënt werkende mobiele kraan werden alle doeken en weefsels onder bereik van een gevelloopkraan ("Serveerboy") gebracht die de rollen naar de diverse afrolinstallaties bracht. De installaties bestonden uit rolwielstellen op een stalen ondersteuningsconstructie, drukspindels, doekplooiwielen en omleidingsrollen. Na plaatsing werden de rollen doek met mankracht afgerold en aan de mat bevestigd; door voortbewegen van de vloer werden de rollen verder afgewikkeld.

3.4.7 Pennenmachine

Om een hechte samenhang van de matten te verkrijgen werden in verticale richting met een vast patroon van on-

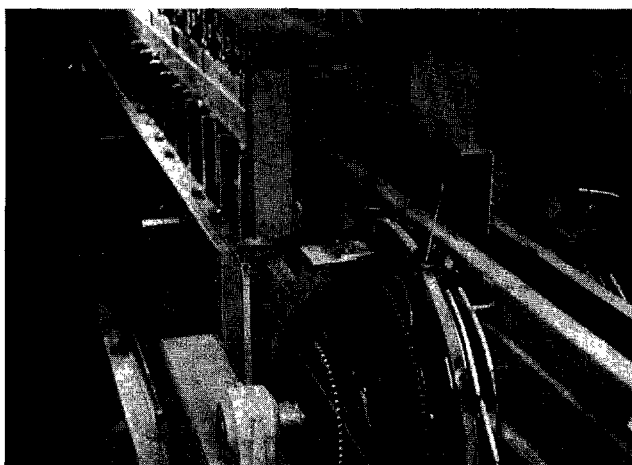


Foto 6 Detail pennenmachine

der naar boven, met een onderwagen een groot aantal stalen pennen met onderschotels in de mat geponst. Deze pennen werden vervolgens door een bovenwagen aan de bovenzijde met klemschotels geborgd. Voor een juiste positionering waren onder- en bovenwagen onderling elektronisch gekoppeld.

Om aan de ontwerpeis te kunnen voldoen (het aanbrengen van 640 pennen, elk voorzien van een schotel en een klemschotel, totaal in de cyclustijd van 10 minuten) was een gecompliceerde machine ontworpen. In het gebruik gaf deze echter veel storing. De machine voldeed pas aan de verwachtingen bij de productie van de laatste matten, echter na zeer ingrijpende wijzigingen.

De onderwagen reed op een railspoor onder de rollenbaan door, die zich tussen de fabrieks- en de loswalvloer bevond. Onderin de wagen bevonden zich pennenmagazijnen met daar boven schotelmagazijnen. Via glijgoten met trilmotoren en omkeerwielen werden de pennen voorzien van de schotels en aan magneten van een heugelbalk opgehangen. Nadat de onderwagen zichzelf met behulp van een dragerweefsel-staaldraaddetector gepositioneerd had, drukte een tweede balk de pennen door de mat tussen de rollen van de rollenbaan door.

De bovenwagen reed op een bovenliggende kraanbaan boven de rollenbaan. De wagen ving de doorgedrukte pennen via een gatenvloer in vangconussen, waarin met behulp van verrijdbare wagens de klemschotels waren gedoseerd, op. Dubbelwerkende cilinders drukten de klemschotels aan en knipten vervolgens de pennen op lengte af (zie foto 6).

Vanwege het grote aantal handelingen werden de onder- en bovenwagens volledig door een computer gestuurd, die bij een grote mat meer dan één miljoen opdrachten moest uitvoeren. Bij de engineering van het beproeven van de verschillende onderdelen was te veel uitgegaan van een ideale toestand (gladde pennen, niet geroeste schotels, mooi grind, dunne mat) en dit heeft zich bij de productie gewroken door ongelooflijk veel storingen en missers. Overwogen werd om de bovenwagen niet meer te gebruiken. Na ingrijpende aanpassingen bleek dit echter niet nodig. Verwijdering van de grootste elementen uit het grind (toepassing van grind 8/30 mm in plaats van 8/40 mm) beperkte het aantal scheef doorgedrukte pennen. Het doordrukken van de pennen bleek de meest kritieke en meest storingsgevoelige handeling waardoor de machine op het kritieke pad van de productievoortgang lag.

3.4.8 Wiggenloods

Voor het aangieten van de dragerweefselrollen met kunsthars werd naast de fabriek een loods gebouwd met een bovenloopkraan. Na aanvoer op het opslagveld werden de rollen geplaatst op een elektrisch aangedreven rolstoel en voor een deel afgerold. Het afgerolde deel werd via een omleidingsrol verticaal in een klemrichting vastgezet. De boven de klem uitstekende staaldraden werden vrij gemaakt en uitgerafeld, waarna twee wigmallen erover werden geplaatst, waarin de kunsthars gegoten werd.

3.4.9 Transport

Het transport van de materialen op het fabrieksterrein gebeurde uitsluitend mechanisch en als volgt:

- voor het vervoer van het filtermateriaal van de depots naar de trechter voor de voorraadsilo's stond steeds

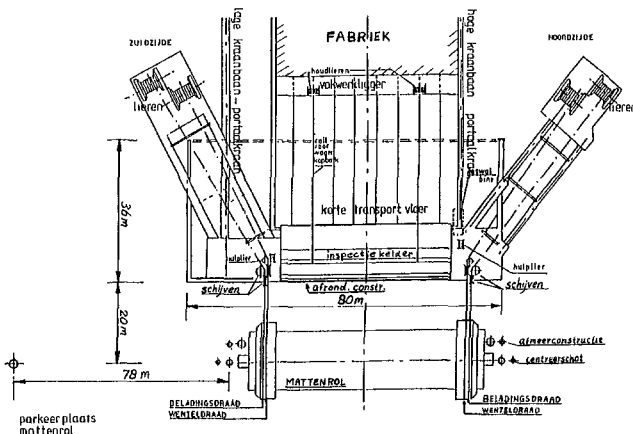
een laadschip met een bakinhoud van 5 m³ beschikbaar;

- voor het vervoer van kisten met pennen, schotels, klem-schotels en het gaas voor de korven was een vorkhef-truck met een hefvermogen van 40 kN beschikbaar; met behulp van doornen aan het vorkenblad werden ook de rollen weefsels en doeken vervoerd; omdat er echter geen vaste chauffeurs waren en het gaas transport veel tijd eiste, werd dit later vaak overgelaten aan de mobiele kraan;
- voor het vervoer van de dragerweefselrollen en later voor veel van de andere rollen was een mobiele hijs-kraan beschikbaar, speciaal geschikt om op het opslag-veld van het dragerweefsel te werken; door de combi-natie van hefvermogen, werkbaarheid en kraanmach-i-nist is deze kraan veel intensiever benut dan eerst ge-pland was.

3.5 Loswal

3.5.1 Algemeen

Voor het transport (oprollen) van de funderingsmatten was in het verlengde van de fabriek een loswal aangelegd (zie figuur 10).



Figuur 10 Loswal filtermattenfabriek

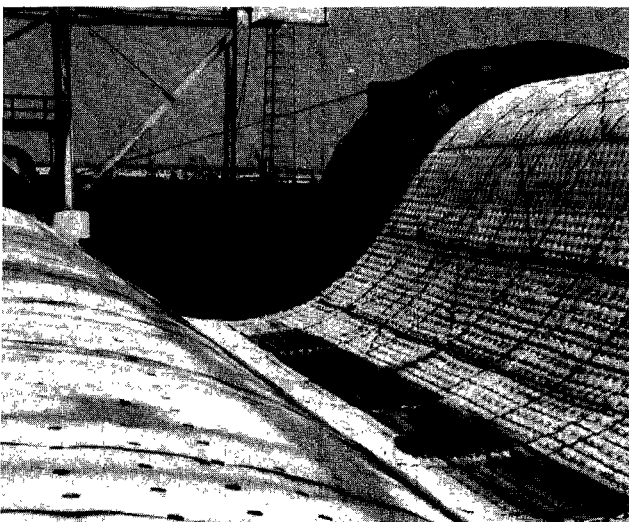


Foto 7 Expansieruimte tussen loswal en de mattenrol

De rollen werden voor de loswal afgemeerd tegen afmeerpalen en tussen centreerpalen, die ervoor dienden om de rollen axiaal te kunnen positioneren. Tussen de afgemeerde rol en de loswal van de fabriek was een ruimte van 12,5 m. Hierin kon expansie van de mat plaatsvinden tijdens het oprollen, waarbij een trekkracht in de mat ontstond (zie foto 7). Enerzijds werd deze trekkracht opgevangen door de lieren die de rol in positie hielden, anderzijds door de wrijving op de betonvloer en de korte transportvloer. In de werksituatie moest de regeling van het oprollen zodanig zijn, dat de straal van de mat tussen rol en loswal op ca. 5 m gehouden werd, hetgeen een maat voor de rek en de trekkracht in de mat was.

Gelijktijdig met het oprollen werd de mat door de beide transportvloeren doorgeschoven. Om de mat op de rol te brengen en op de plaats van bestemming af te kunnen zinken werden aan beide einden van de mat zinkbalken aangebracht.

De staartbalk bleef door middel van staaldraden, de staartbalkdraden, aan de rol verbonden in tegenstelling tot de kopbalk, die door de portalkraan op de vakwerkligger werd geparkeerd. Wanneer de mat gereed was, werd het oprolproces versneld uitgevoerd. De mat werd op de rol gewikkeld door de rol en de korte transportvloer gelijktijdig te laten draaien. Het eind van de mat bevond zich achter-eenvolgens op de lange transportvloer, op de tweede transportvloer, boven de inspectiekelder en op de (vaste) betonvloer. Tenslotte verliet de mat de loswal via een afronding aan de waterkant: de afrondingsconstructie.

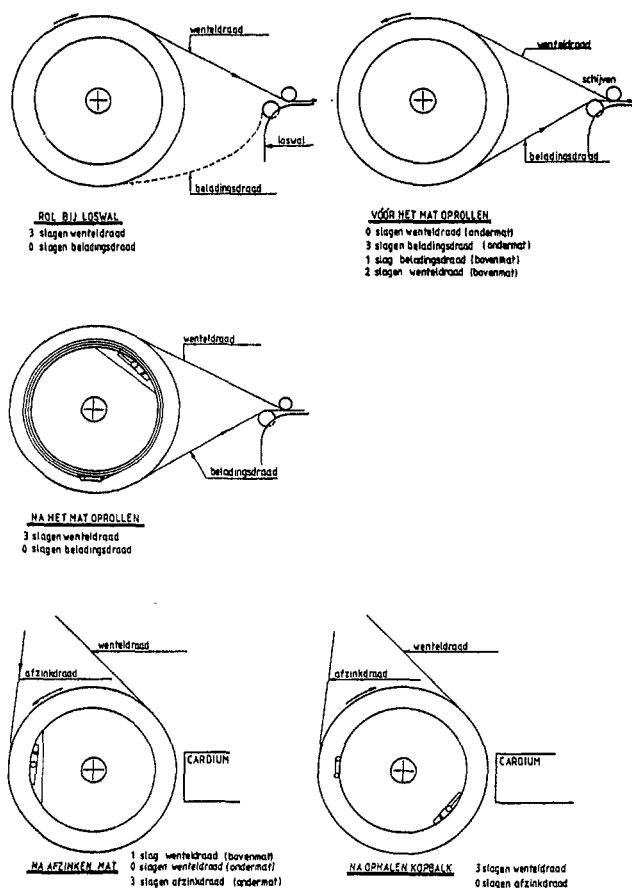
De inspectiekelder had tot doel in de laatste fase van het productieproces de onderkant (dragerweefsel) te kunnen inspecteren op beschadigingen. Daarna was een goede controle nauwelijks meer mogelijk.

3.5.2 Onderdelen en installaties

- een in twee richtingen verankerde stalen damwandkuip van ca. 80 x 36 m, waarin de betonnen kelder met de korte transportvloer deels opgenomen was;
- een op het verlengde niveau van de transportvloer aangebrachte betonvloer, waarin een inspectiekelder over de volle breedte van de ondermat opgenomen was;
- een op de voorwand van de damwandkuip met staalplaat beklede betonnen afrondingsconstructie;
- aan beide zijden van de afrondingsconstructie opgestelde schijfconstructies voor het wentelen van de transportrollen en een hulplier;
- een vakwerkligger, direct voor de fabrieksgevel, die de transportvloer overspande voor het opstellen van twee houdlieren en het parkeren van een kopbalk;
- een portalkraan voor de diverse loswalhandelingen;
- aan beide zijden van de loswal twee lieren voor het wentelen van de transportrollen;
- een afmeer- en centreerinrichting voor de transportrollen;
- een zwaaipeel voor het invaren van de rol vanuit de parkeerplaats;
- een bedieningsruimte voor al de reeds genoemde lieren en de centreerschotten.

3.5.3 Beladings- en wentellieren

Voor het ronddraaien van de matten transportrol werd gebruik gemaakt van lieren. Hiertoe werden op de omtrek van elk der beide wangen van de rol twee draden (wentel- en beladingsdraad), tegengesteld gericht in elkaars ver-



Figuur 11 Behandelingscyclus beladings- en wentellieren

lengde, separaat vastgemaakt, zodat zij de rol linksom c.q. rechtsom konden laten wentelen. In figuur 11 wordt de totale behandelingscyclus van de draden weergegeven vanaf het moment van aankomst bij de loswal tot direct na het ophalen van de kopbalk.

De wenteldraden werden met behulp van een kabelpeer met snelsluiting aan de reeds op de wangen aanwezige draden vastgemaakt, terwijl de beladingsdraden door kabelpotten rechtstreeks aan de wangen werden gekoppeld. Indien de wentellieren trokken en de beladingsdraden gelijktijdig evenveel vierden, werden de beladingsdraden op de wangen gespoeld. Zodra hiervan voldoende op de wangen aanwezig was, kon door de procedure om te keren, in tegengestelde richting worden gewenteld. Vanzelfsprekend was dat de beladings- en wentellieren zowel onderling als ook paarsgewijs volledig synchroon liepen. De lierdraden liepen via wandel- en leidschijven naar de rol. Voor het bepalen van de trekkrachten waren tussen de funderingsframes en lierlichamen meetpencellen aangebracht.

De aandrijving van de lieren was geheel hydraulisch.

De maximum trekkracht bedroeg:

- voor de beladingslieren 2000 kN/liet;
- voor de wentellieren 1000 kN/liet.

3.5.4 Houdlieren

Boven de korte transportvloer waren in de vakwerkligger twee houdlieren opgesteld. De uiteinden van de lierdraden

waren van een kabelpeer voorzien om de volgende werkzaamheden te kunnen verrichten:

- het oprollen van de zinkbalken (één voor één van de lege rol op de wal trekken);
- de kopbalk met het matbegin op beheerste wijze van de wal naar de rol leiden bij het einde van het oprolproces. Vanzelfsprekend was, dat de lieren synchroon liepen. De lierdraden liepen zonder tussenkomst van schijven rechtstreeks naar de zinkbalk. De aandrijving van de lieren was geheel hydraulisch. De maximum trekkracht bedroeg 1600 kN/liet.

3.5.5 Hulpieren

Zowel aan de noord- als aan de zuidzijde van de loswal stond een hulpier opgesteld, ter hoogte van de betonvloer.

De beide hulpieren waren nodig om diverse loswalhandelingen mogelijk te maken. De belangrijkste waren:

- afmeren van de lege rol;
- aanbrengen van de beladingsdraden;
- kopbalkvoorlopers op de rol brengen;
- ontkoppelen beladingsdraden;
- de twee buitenste staartbalkdraden naar de wal trekken, vasthouden en terug naar de rol brengen.

Om goed te functioneren kon de dradenloop op twee manieren plaatsvinden, te weten via een vast opgestelde schijf of via een klapschijf, die op diverse plaatsen, onder meer in de betonvloer, gehaakt kon worden.

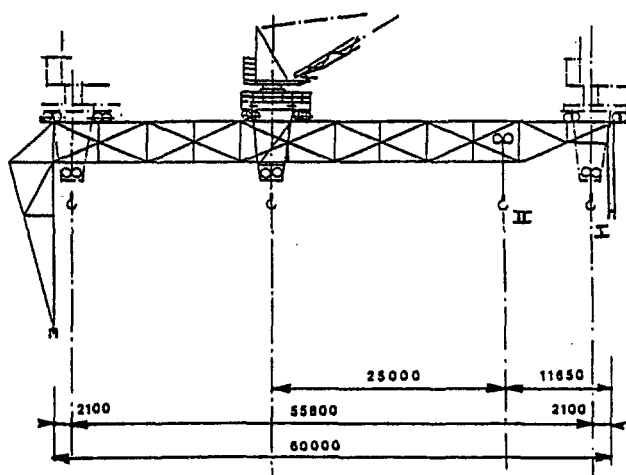
De maximale trekkracht bedroeg 150 kN. De lier had twee snelheden, die beide proportioneel te regelen waren. De maximale trekkracht werd alleen gehaald in de lage snelheid. De kabeldiameter bedroeg 26 mm. De kabellengte was 200 m.

3.5.6 Portaalkraan

Op het werkterrein was een portaalkraan aanwezig die zowel de fabriek als de loswal in dwarsrichting overspande (60 m). Voor het hijsen van de draden e.d. was bovenop een zwenkkraan gemonteerd (zie figuur 12).

Verder was de portaalkraan voorzien van een montagegondel, van waaruit werkzaamheden aan de transportrol konden worden verricht.

De portaalkraan was als vakwerk uitgevoerd en liep op



Figuur 12 Portaalkraan

4. Hulpinstallaties

4.1 Elektrotechnische installatie

Voor de voeding van de fabriek waren twee transformatoren geïnstalleerd elk 1000 kVA, die een laagspanningshoofdverdeelinrichting voedden. De hoofdverdeelinrichting stond opgesteld in de laagspanningsruimte onder de centrale bedieningsruimte. De hoofdverdeelinrichting was elektrisch verbonden met een separate noodstroomvoorziening voor de bronbemaling en de verlichting. In geval van spanninguitval van de beide 1000 kVA transformatoren werd deze voeding omgeschakeld naar een elders opgestelde 630 kVA transformator.

Er werd met het oog op de centralisering en/of het storingzoeken naar gestreefd om alle verdelingen in eenzelfde laagspanningsruimte onder te brengen. Alle kabels waren op kabelbanen gemonteerd. De verlichting van de overkapte fabriek en de korvenloods vond plaats met TL lijnverlichting, verlichtingsniveau 150 Lux. Voor de loswal waren in de haven naast de rollenafmeerinrichting 25 m hoge lichtmasten geplaatst. Vanaf de centrale lessenaar was in een intercomverbinding voorzien naar de diverse operators, een en ander met oproep- en spreekmogelijkheden van en naar de centrale bedieningsman. De lierbedieningsman (loswalkapitein) had dezelfde mogelijkheden als de bedieningsoperator voor het loswalgebeuren.

4.2 Besturing van de elektronische installatie

Bij het ontwerp van de installatie werd er vanuit gegaan dat de bediening, zowel met de hand (speciaal voor inregelen) als automatisch, per onderdeel lokaal moest kunnen plaatsvinden, gelet op de speciale eisen gesteld aan de veiligheid en toezicht.

De diverse onderdelen (package-units) gaven voortgangsstorings- en vrijgave signalen aan een centraal opgesteld blindschema, vanwaar het hele proces te volgen was en vanwaar, na vrijgave van de package-units, de mat kon worden geplaatst. Deze besturing van de elektrotechnische installatie vond in een aantal gevallen plaats met behulp van Programmable Logic Control (P.L.C.).

Na het verplaatsen van de mat gaf de centrale bedieningsman aan de lokale bedieningsoperators een teken dat de werkzaamheden konden worden hervat. Nadat de mat aan de rol was bevestigd, gaf de centrale bedieningsman het verplaatsen van de mat, nu in combinatie met het oprollen, over aan de loswalkapitein. Vanuit diezelfde positie was het samenspel van deze twee bewegingen beter te volgen. De centrale bedieningsman bleef echter toezicht houden op de gehele voortgang.

4.3 Persluchtinstallatie

De centrale persluchtinstallatie bestond uit twee compressoren, elk met een capaciteit van 5 m³/min. Perslucht was nodig voor enkele bedieningsfuncties, alsmede voor de spijker- en nietmachines, het gereedschap en schoonmaakdoeleinden.

4.4 Waterleidingnet

Ten einde de variaties in afname te kunnen opnemen, was er voorzien in een 40 m³ opslagtank die werd gevoed uit een 6" aanvoerleiding langs de hoofdweg. Het water was nodig voor sanitaire- en schoonmaakdoeleinden.

5. Materialen

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de belangrijkste gebruikte materialen.

5.1 Dragerweefsel

Beschrijving: Verzinkte staaldraden (80 st/m¹) in een polypropyleenweefsel, dik ca. 5 mm.

Leveringsvorm: Opgerold op stalen kernen, diameter 570 mm; breedten variërend van 2.620 mm tot 4.940 mm; lengten ca. 65 respectievelijk 205 m¹; gewicht ca. 45 N/m²; zwaarste rol ca. 50 kN.

Functie: Het opnemen van belastingen, waaronder het dragen van het eigen matgewicht tijdens het afzinken.

Sterkte-eis: Minimaal 792 kN/m¹ mat = 99 kN per staaldraad.

Aanvoer: Onverpakt op stalen oplegframe op vrachtauto; met behulp van mobiele kraan op stalen oplegstoelen in respectievelijk hoofdopslag, tussenopslag en afrol-installatie.

Problemen:

- Bij de levering van rollen in de aanvangsperiode bleek het weefsel na uitrollen onvlak te zijn, hetgeen:
- ontoelaatbaar voor het naaien was;
- betekende dat de mat niet aan de vereiste matdikte zou voldoen;
- ongelijkmatige krachtopbouw bij het oprollen veroorzaakte, waarop de leverancier het weefsel aangepast heeft door middel van onder andere grotere spanrollen en draadspanningsmeters;
- de aanvankelijk in plastic verpakte rollen werden door inwerking van de zon zodanig opgewarmd, dat contractie optrad, waardoor ze onbruikbaar werden; besloten werd de rollen onverpakt aan te voeren en op te slaan, waardoor zich verder geen problemen meer voordeden;
- het polypropyleen was gevoelig voor ultravioletstraling; stukken weefsel die langer dan een jaar aan de zon bloot stonden, begonnen te verteren en scheurden bij uitwendige mechanische belasting zoals bijvoorbeeld door wien;
- afhankelijk van de zorgvuldigheid van het maken van de proefstukken werden

sterkte gemeten van 750 tot 800 kN/m²;

- Met een kleine opslag en een qua tempo gebonden leverancier, was het problematisch het sterk wisselend verbruik bij te houden, zodat tot uitbreiding van opslag en produkten werd besloten.

5.2 Tussenweefsel

Beschrijving: Een open weefsel van polyetheendraden, dikte ca. 1 mm.

Leveringsvorm: Opgerold op kartonnen kernen, diameter 150 mm; breedte 3.100 mm en 5.000 mm; lengten ca. 1000 m; gewicht ca. 0,6 N/m²; zwaarste rol ca. 2,5 kN.

Functie: Scheiding kif/grind met een hoge waterdoorlatendheid.

Eisen: Waterdoorlatendheid (volgens methode WL. De Voorst:

$$\frac{\Delta h}{\Delta d} \leq 1$$

bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec.
(Δh = het verval van het water over het weefsel;
 Δd = dikte van het weefsel).

Aanvoer: In plastic verpakt op open vrachtauto.

Problemen: Het tussenweefsel was een vrij probleemloos en gemakkelijk te verwerken weefsel waarin alleen af en toe weeffouten voorkwamen.

5.3 Tussenvlies

Beschrijving: Een "spunbounded" polypropyleen vlies, opgebouwd uit duizenden gesponnen en samengekitte dunne draadjes, dik ca. 2 mm.

Leveringsvorm: Opgerold op kartonnen kokers diameter 125 mm; breedten variërend van 100 mm tot 5.000 mm; lengte tot maximaal 1.000 m; gewicht ca. 1,7 N/m²; zwaarste rol ca. 10 kN.

Functie: Scheidingsdoeken tussen de lagen met voldoende waterdoorlatendheid en zanddichtheid.

Eisen: Zanddichtheid $0_{90} \leq 300 \mu\text{m}$ waterdoorlatendheid (volgens methode WL)

$$\frac{\Delta h}{\Delta d} \leq 1 \text{ bij } u_f = 10^{-3} \text{ m/sec.}$$

Aanvoer: In papier verpakt op gesloten vrachtauto.
 Problemen: Het tussenvlies was een vrij probleemloos en gemakkelijk te verwerken vlies, dat alleen wat de (minder belangrijke) treksterkte betreft niet altijd aan de eisen voldeed.

5.4 Bovenmatvlies

Beschrijving: Het bovenmatvlies is een zwaardere uitvoering van het tussenvlies.
 Functie: Bij het ondergrouten van de pijlers voorkomen dat grout in de matten terecht zou komen.
 Eisen : Zanddichtheid $0_{90} \leq 80 \mu\text{m}$; waterdoorlatendheid (volgens methode WL):
 $\Delta h \leq 500 \text{ u}_f = 10^{-2} \text{ m/sec.}$
 Δd
 Problemen : Het vlies was een vrij probleemloos maar stug vlies, dat krap aan de eisen van de waterdoorlatendheid voldeed.

5.5 Bovendoek

Beschrijving: Een doorlatend weefsel van polyamide garens, dik ca. 2 mm.
 Leveringsvorm: Opgerold op stalen kokers diameter 150 mm; breedten variërend van 3.600 mm tot 5.000 mm; lengte ca. 62 respectievelijk 202 m.
 Functie: Het bijeenhouden van de mat; door grote eigen rek kunnen de vervormingen van de mat worden gevolgd.
 Rekeisen: In lengterichting $\geq 25\%$.
 Aanvoer: In plastic verpakt op gesloten vrachtauto.
 Problemen: Bij het leggen van de eerste matten in de eerste stroomgeul, bleek het doek te weinig scheurweerstand te hebben tegen het blijven haken van zuigmonden of verdichtingsplaten, zodat besloten werd plaatseel een veel zwaardere kwaliteit doek toe te passen.

5.6 "Landingsbaan"-doek

Beschrijving: Dit weefsel is gelijk aan het bovendoek behalve dat de kettinggarens en de in-slaggarens omgewisseld zijn.
 Leveringsvorm: Dezelfde leveringsvorm als het bovendoek.
 Functie: Extra doek op het bovendoek ter voorkoming van beschadiging als gevolg van:
 -de landing van de kopbalk van de ondermat;
 -de landing van de opschooninstallaties.
 Rek eisen: In dwarsrichting $\geq 25\%$.
 Aanvoer: In plastic verpakt op gesloten vrachtauto.
 Problemen: Na het leggen van de eerste matten bleek het gewone bovendoek te weinig scheurweerstand te hebben, zodat besloten werd twee stroken extra van dit weefsel op het bovendoek te bevestigen.

5.7 Verzwaard bovendoek

Beschrijving: Een doorlatend weefsel van polyamide garens, dik ca. 2 mm, waar in langs- en dwarsrichting ten behoeve van de verhoging van de scheurweerstand, om de 5 cm extra polyamide garens zijn meege-weven.
 Leveringsvorm: Dezelfde leveringsvorm als het bovendoek.
 Functie: Dezelfde functie als het bovendoek.
 Rek eisen: In lengterichting $\geq 25\%$.
 Aanvoer: In plastic verpakt op gesloten vrachtauto.
 Problemen: Zie bovendoek.

5.8 Gaas (casanet)

Beschrijving: Thermisch verzinkte staaldraden tot één geheel gepuntlast.
 Leveringsvorm: Opgerold zonder kern; breedte 510 respectievelijk 560 mm; lengte ca. 225 m; maximaal gewicht rol ca. 2,5 kN.
 Functie: Werd gevouwen tot een korf (met vlies); dat moest voorkomen dat uitzakking van de mat zou plaatsvinden.
 Treksterkte: 400 à 550 N/mm² per draad.
 Aanvoer: Per rol op pallet op een gesloten vrachtauto.
 Problemen: – Omdat beschadiging gemakkelijk plaatsvond, bleek het noodzakelijk elke rol apart op een pallet aan te voeren.
 – De plooiachines waren ontworpen om van gaas met hoge tolerantie-eisen in hoog tempo korven zonder tolerantie-eisen te maken, zodat reeds bij kleine afwijkingen het gaas in de machines vast kwam te zitten. Ombouw van de machines, intensieve controle en regelmatige aanpassing van eisen was noodzakelijk.

5.9 Stalen pennen

Beschrijving: Stalen staaf met gefreesde punt en gestuikte kop.
 Functie: Het bij elkaar houden van de mat door (onder) dragerweefsel en bovendoek met elkaar te verbinden waardoor de korven op hun plaats bleven.
 Sterkte-eisen: FE 38 K; 500-550 N/mm² bleek niet leverbaar, zodat de eis veranderd werd in 500-600 N/mm².
 Problemen: – Tijdens het afzinken van de eerste proefmat bleken de stuikkoppen af te springen, waarna besloten werd onder de koppen een afronding aan te brengen.
 – Voor de produktie van de pennen werd door de leverancier een speciale machine gebouwd, die vanwege de grote aantallen pennen aan grote slijtage onderhevig was, zodat de voor de verwerking toch al krappe maattoleranties niet altijd gehaald werden.

5.10 Onderschotels

Beschrijving:	Komvormig plaatje met gat.
Sterkte-eis:	5 kN uit belasting op een stalen pen.
Functie:	Krachtoverdracht van stalen pen op dragerweefsel.
Problemen:	Als gevolg van hardingsproces onderhevig aan corrosie, waardoor storing bij verwerken ontstond, hetgeen pas in een later stadium ondervangen werd door verpakken in plastic.

5.11 Klemschotels

Beschrijving:	Een komvormig plaatje met gat, voorzien van vier opgebogen borgklipjes.
Sterkte-eis:	5 kN uit belasting op een stalen pen.
Functie:	Het borgen van een door de mat gestoken stalen pen.
Problemen:	– Eén enkele maal braken van een partij met hardingsfouten tijdens oprollen de borgklippen af. – Na (statische) beproeving was in relatie tot de pen een gatdiameter bepaald, maar bij de eerste matten bleek de diameter te groot om bij dynamische belasting de pen vast te houden. – Vergeleken met de onderschotels was de corrosie zo groot, dat geregeld delen van leveringen voor direct gebruik onbruikbaar waren, hetgeen pas in een laat stadium met plastic verpakkingen opgelost werd.

5.12 Kunsthars

Beschrijving:	Een gietbare kunsthars uit 2 componenten.
Sterke-eis:	792 kN/m ¹ aangegoten wig.
Functie:	Krachtenoverdracht van staartbalk naar dragerweefsel.

5.13 Houten elementen

Beschrijving:	Vurenhouten balken in diverse lengten en dikten; vanwege de goede spijkerhardheid gekozen voor de soort "kiefer".
Functie:	Afsluiten van de mat aan kop- en staartzijden.

5.14 Naaigaren

Beschrijving:	Een "kevlar" garen.
Sterkte-eis:	1 kN.
Functie:	Gebruikt voor het aan elkaar naaien van dragerweefsel.

5.15 Non wovensvlies

Beschrijving:	Een naaldeviltdoek.
Functie:	Het voorkomen van schade door grind in het bovenmatvlies tijdens verdichtingswerkzaamheden.

5.16 Gewichtstegels

Beschrijving:	Betonnen driehoekige tegels.
Functie:	Voorkomen dat de voor- en naloper van de bovenmat (alleen dragerweefsel voor de koppeling met de zinkbalken) in de zuigmonden van de opschoonapparatuur terecht zouden komen.

5.17 Zand (0,3/2,9 mm)

Levering:	Met schepen vanuit zeefinstallatie aan de IJssel en uit de omgeving van Tiel.
Functie:	Overgangsfiltter tussen de zeebodem en het kif.
Eis:	Zie zeefanalyse, figuur 14.
Probleem:	In verband met de speciale zeefkromme-eisen voor de leverancier een moeilijk produkt, waarvoor de oorspronkelijke eisen iets aangepast moesten worden.

5.18 Kif (2/8 mm)

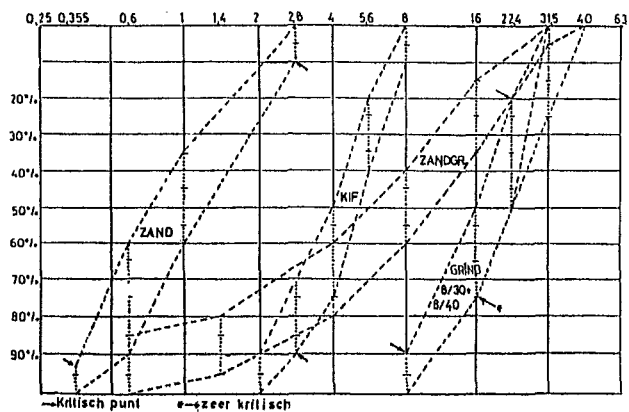
Levering:	Met schepen vanaf zeefinstallatie vanuit Vlissingen en vanaf de Boven Rijn.
Functie:	Overgangsfiltter tussen het zand (0,3/2,8 mm) en het grind.
Eis:	Zie zeefanalyse, figuur 14.
Probleem:	Een vrij probleemloos produkt.

5.19 Grind (8/40 mm)

Levering:	Met schepen vanaf een speciale zeefinstallatie aan de Maas.
Functie:	Overgangsfiltter tussen het kif en de pijler.
Eis:	Zie zeefanalyse, figuur 14.
Probleem:	Omdat aan het grind bij de leverancier in feite dezelfde eisen werd gesteld als aan het grind in de mat, moest veelvuldig in de depots gemengd worden omdat het grind ontmengingsgevoelig was. Na verruiming van de mateisen en verzwaring en verschuiving van de leveringseisen kon toch een bevredigend resultaat verkregen worden. Door op de winplaats hogere eisen aan het spoelen te stellen, werd vervuiling van het depot tegengegaan.

5.20 Zand-grind (1/32 mm)

Levering:	Vanuit het depot van het hulpwerktuig de Jan Heijmans ter beschikking gesteld.
Functie:	Overgang mat naar door de Jan Heijmans gestorte zand-grind.
Eis:	Zie zeefanalyse, figuur 14. (N.B. Zolang materiaal voor de Jan Heijmans werd gebruikt, waren de eisen bij de mattenfabriek gelijklopend.)
Probleem:	Oorspronkelijk was in plaats van het zand-grind, in stroken zand en kif in de ondermat voorzien. Door de ontwerpers werd deze oplossing vlak voor de eerste proefmat gewijzigd.



Figuur 14 Zeefanalyse

5.21 Grind (8/30 mm)

- Levering:** Met schepen vanaf een speciale zeefinstallatie aan de Maas.
- Functie:** Het 8/30 mm is een versie van het 8/40 mm grind, echter met minder grove steen om het pennenschieten te vergemakkelijken.
- Eis:** Zie zeefanalyse, figuur 14.
- Probleem:** Er ontstonden wat de vervuiling van het depot betreft dezelfde problemen als bij grind 8/40 mm.

5.22 Verf Nelfasol

- Functie:** Het aanbrengen van een verfpatroon voor de onderwaterinspectie.

6. Documentatielijst

1. Veiligheidsverhaal drager filtermat
34FUND-M-80073 / 343FAB-M-80044
2. Gidsproef oprollen filtermat
341PRO-R-80024 / ONW-R-80047
3. Verslag grote oprolproef
341PRO-R-81043 / ONW-R-81107 / 34FUND-R-81240
4. Evaluatienota funderingsbed
34FUND-N-85002 / CARJANKWA-N-85003

Literatuurlijst:

Drie Maandelijks Bericht nr. 93, augustus 1980
Drie Maandelijks Bericht nr. 97, augustus 1981

OTAR nr. 4, 1984 en 1986

Shell-venster nr. 6, juni 1983

National Geographic Society nr. 4, oktober 1986

Deelnota 12: Funderingsmattenlegger - Cardium

Inhoud

1	Inleiding	293
1.1	Algemeen	
1.2	Probleemstelling	
1.3	Onderzoek materieel/beslissing bouw Cardium	
1.4	Programma van eisen	
2	Beschrijving Cardium	295
2.1	Cardium algemeen	
2.2	Installaties	
2.2.1	Mattenrolinstallatie	
2.2.1.1	Afzinkbokken	
2.2.1.2	Scharnierend werkbordes	
2.2.1.3	Afzinklieren	
2.2.1.4	Wentellieren	
2.2.2	Baggerinstallatie	
2.2.2.1	Ladderbok	
2.2.2.2	Baggerladder	
2.2.2.3	Wipbalk	
2.2.2.4	Dustpankoppen	
2.2.2.5	Opschoonkoppen	
2.2.2.6	Baggerpompsets	
2.2.2.7	Boosterstations	
2.2.2.8	Jetpompen	
2.2.2.9	Baggerleidingen	
2.2.2.10	Jetwaterleidingen	
2.2.2.11	Drijvende leiding/boom-pipe	
2.2.3	Verdichtingsinstallatie	
2.2.3.1	Verdichtingsbalkbokken	
2.2.3.2	Verdichtingsbalk	
2.2.4	Ankerverhaallieren	
2.2.4.1	Boeg- en achterankerverhaallieren	
2.2.4.2	Voor- en achterzij-ankerverhaallieren	
2.2.4.3	Lieraandrijving	
2.2.5	Accommodatie van de dekken	
2.2.6	Machinekamer	
2.2.7	Overige voorzieningen/systemen	
3	Hulpmaterieel	306
3.1	Mattenrollen	
3.1.1	Programma van eisen	
3.1.2	Beschrijving mattenrol	
3.1.3	Afmetingen en gewichten	
3.2	Zinkbalken	
3.2.1	Staartbalk	
3.2.1.1	Afmetingen en gewichten	
3.2.2	Kopbalk	
3.2.2.1	Afmetingen en gewichten	
4	Hoofdprocessen Cardium	310
4.1	Dustpannen	
4.1.1	Ervaringen en aanpassingen	
4.2	Afzinken ondermat	
4.2.1	Ervaringen en aanpassingen	
4.3	Opschonen	
4.3.1	Ervaringen en aanpassingen	
4.4	Afzinken bovenmat	
4.4.1	Ervaringen en aanpassingen	
4.5	Verdichten	
4.5.1	Ervaringen en aanpassingen	

4.6	Vlakheidsmetingen	
4.6.1	Ervaringen en aanpassingen	
5	Samenwerking met de Jan Heijmans	315
6	Documentatielijst	316

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Nadat de beslissing was genomen om het funderingsbed te laten bestaan uit een geprefabriceerd, verpakt filter, de zogenaamde funderingsmat (zie deelnota 11), moest een methode voor het aanbrengen worden ontwikkeld.

1.2 Probleemstelling

Als hoofdproblemen voor het aanbrengen van bedoelde funderingsmatten werden gezien:

- de stroombestendigheid van de bodem langs de matranden;
- de aanzanding tijdens de bouwfasen;
- de controle van het gemaakte werk;
- het voldoen aan de vlakheidseis;
- de aansluiting van de mat op de ondergrond;
- de onbestuurbaarheid van de mat tijdens het legproces;
- het parallel (44 meter) zuigen (dustpanmond - 6 pompen) met de gewenste vlakheid;
- het in één gang zuigen en een mat leggen;
- de verhaalnauwkeurigheid.

1.3 Onderzoek materieel/beslissing bouw Cardium

Het aanbrengen van de funderingsmat kon in principe worden uitgevoerd op de wijze van de betonblokkenmat (zie deelnota 9).

Vanwege de veel grotere dimensies van het geheel werd het te ontwikkelen materieel in eerste instantie "Super Dos" genoemd naar analogie van de werkzaamheden met de Dos I (betonblokkenlegger). Later werd het vaartuig "Cardium" genoemd, de Latijnse naam voor het schelpdier "Kokkel".

In het bestek van het Bureau voor Scheepsbouw (B.v.S.) nummer 810 stond de Cardium beschreven als een forse ponton met de geïntegreerde functies van "vlakzuigen" (dustpannen) en "matleggen". Dit ontwerp bleek bij de Nederlandse werven qua prijs en levertijd geen haalbare kaart te zijn. In de daaropvolgende periode is intensief de mogelijkheid bekeken of twee aparte stukken materieel ingezet zouden kunnen worden die tijdens de kritieke "vlakzuigoperatie" op een identieke manier als de Macoma - Ostrea-combinatie gekoppeld konden worden. Eventueel zou een bestaande cutterzuiger tot vlakzuiger kunnen worden verbouwd. De "mattenlegger" zou eventueel ook het transport van de matten verzorgen.

Nadere uitwerking van deze ideeën maakte echter duidelijk dat:

- a. het huren en ombouwen van een cutterzuiger geen goedkope zaak was;
- b. zowel de vlakzuiger als de mattenlegger grote afmetingen moesten hebben, alsmede een behoorlijk geïnstalleerd vermogen.

Het eindresultaat was (met de wetenschap dat de bouw bij Nederlandse werven problemen opleverde) dat conform het bestek van B.v.S. de Cardium in onderdelen is aanbesteed. Het casco is bij een werf in West-Duitsland gebouwd. De orders voor vervaardiging van overige componenten zoals motoren, baggerpompen en lieren zijn bij het Nederlandse bedrijfsleven geplaatst. De essemblage en afbouw heeft plaats gevonden bij Nederlandse werven. De algehele coördinatie berustte bij het "bouwbureau Cardium" te Schiedam.

Gesteld kan worden dat de Cardium het meest complexe werkschip was van de Oosterscheldewerken. Aan de voorzijde was de Cardium een baggerwerktuig en aan de achterzijde een voortzetting van de ponton die jarenlang blokkenmatten in de stroomgeulen had afgerold (zie foto 1).

De combinatie van beide functies op één werkvaartuig stelde allerlei nieuwe eisen, in het bijzonder aan de apparatuur die moest zorgen voor de juiste positionering, de controle op het resultaat van het werk en de coördinatie

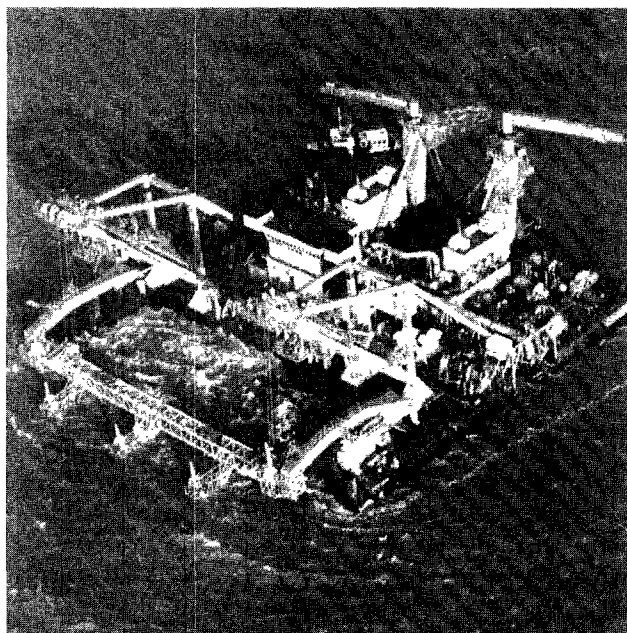


Foto 1 Cardium

van de sterk verschillende handelingen binnen één werkgang.

De afmetingen van het casco waren 72 x 82 m, ruim een half voetbalveld. De machinekamer met daarboven de bemanningsverblijven en de commandobrug vormden een flatgebouw van zes verdiepingen. Aan de voorzijde van het schip zat de baggerladder met een (dustpan-)-zuigmond van 44 m breed. De totale geïnstalleerde pompcapaciteit bedroeg ca. 40.000 m³ water per uur, verdeeld over 6 pompen. Aan de achterzijde kon in de daarvoor bestemde beun een gigantische cilinder worden ingevaren, de zogenaamde mattenrol. Vanuit de mattenrolbeun kon een verdichtingsbalk worden neergelaten om de gelegde funderingsmatten te verdichten. De Cardium had geen eigen voortstuwing maar verplaatste zich door middel van verhaallieren. Het verhaalsysteem bestond uit 8 draden, waarvan 4 zijdraden alleen bij het matleggen werden gebruikt. Bij alle andere processen werden slechts 2 zijdraden gebruikt.

1.4 Programma van eisen

Het programma van eisen waaraan het te bouwen vaartuig Cardium moest voldoen was gebaseerd op:

- het zonder rol en met opgehaalde zuigladder kunnen overleven bij een stroomsnelheid van 2 m/sec, een windsnelheid van 32 m/sec en een golfhoogte van $H_s = 2,9$ m, bij een T gem. = 5 sec;
- het met rol en gedeeltelijk afgezonden mat kunnen overleven bij een stroomsnelheid van 2 m/sec tezamen met een windsnelheid van 15 m/sec en een golfhoogte $H_s = 0,75$ m, bij een T gem. = 4,5 sec;
- het zelfstandig kunnen grofdustpannen tot een stroomsnelheid van 1,5 m/sec tezamen met een windsnelheid van 15 m/sec en een golfhoogte $H_s = 0,75$ m, bij een T gem. = 4,0 sec;
- het met rol kunnen fijndustpannen en mat afzinken (simultaan) tot een stroomsnelheid van 0,75 m/sec samen met een windsnelheid van 15 m/sec en een golfhoogte $H_s = 0,30$ m, bij een T gem. = 4 sec;
- het dustpannen moest mogelijk zijn tot een diepte van 32 m ten opzichte van de waterspiegel;
- een voortgangssnelheid van 2 m/min bij een breshoogte van 1,5m (totale breedte dustpankopen 44 m);
- het zand-watmengsel moest bij voornoemde productie door een 300 m lange drijvende leiding kunnen worden weggeperst;
- er moest een afzinkbare verdichtingsinstallatie aanwezig zijn, waarmee stapsgewijs de boven- of ondermaten moesten kunnen worden nage tril d;
- het werken met de verdichtingsinstallatie moest mogelijk zijn tot een stroomsnelheid van 2 m/sec en een golf lengte $H_s = 0,75$ m;
- dat er voorzien zou zijn in plaatsbepalingsapparatuur (zie deelnota 3);
- onderwaterapparatuur (scanners, profilers, echoloden) moest in voldoende mate aanwezig zijn, waardoor zowel het gezogen bed als de gelegde mat direct op vlakheid en hoogte konden worden gecontroleerd.

2. Beschrijving cardium

2.1 Cardium algemeen

De Cardium had als basis een stalen casco met aan de voorzijde een nis voor de baggerladder en aan de achterzijde twee uitgebouwde stalen constructies, zodanig, dat een kort breed beun ontstond voor het behandelen van de mattenrollen.

Zowel op het voorschip als het achterschip waren bokken geplaatst, bestemd voor het behandelen van de baggerladder respectievelijk de verdichtingsbalk.

Hoofdafmetingen (zie foto 2)

lengte inclusief aangebouwde pontons	72,00 m
lengte inclusief baggerladder en scanner bordes	98,90 m
breedte	82,00 m
holte	5,80 m
diepgang	circa 2,90 m
beunafm. achterschip	22,00 x 61,00 m
beunafm. voorschip	23,25 x 19,20 m
gewicht Cardium (exclusief ladder + wipbalk)	105.000 kN
gewicht ladder	7.000 kN
gewicht wipbalk	4.000 kN

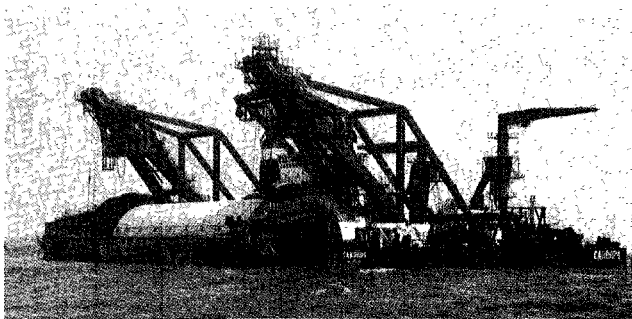
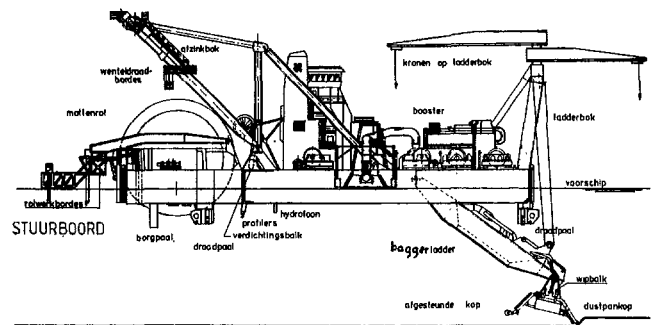


Foto 2 Cardium

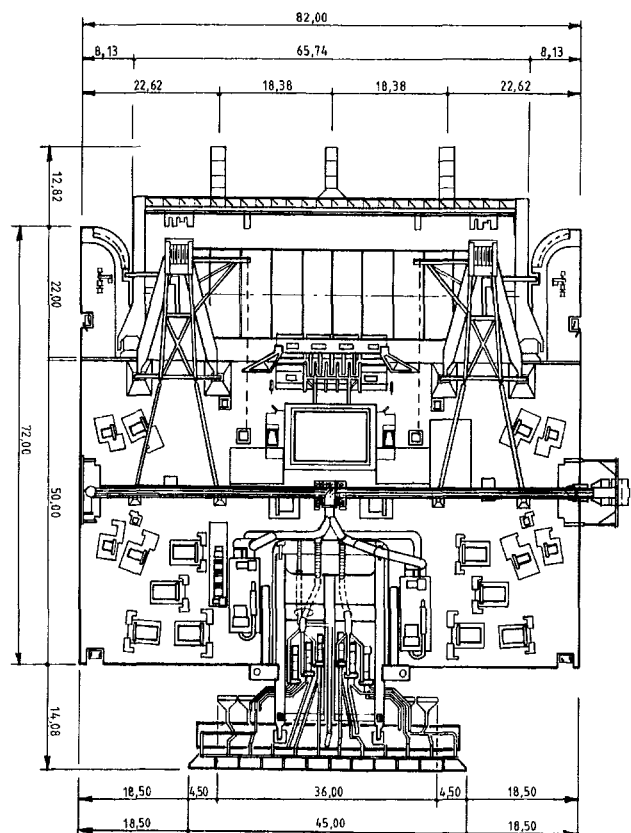
2.2 Installaties

2.2.1 Mattenrolinstallatie

Voor het nauwkeurig leggen van de matten was voorzien in een afzinkinstallatie, waarmee de mat werd gepositioneerd en gelegd. Het afzinken van de mat moest beheerst plaatsvinden door het vieren van een zestal lieren; drie aan elk eind van de rol. Voor het rondwentelen van de rol en het koppelen van de afzinkdraden waren twee wentel-



Figuur 1 Zijaanzicht Cardium



Figuur 2 Boven aanzicht Cardium

lieren opgesteld (één per roleind). Voor het koppelen van de afzink- en overige hulpdraden werd gebruik gemaakt van het scharnierende rolwerkbordes dat achter de rol kon worden neergelaten.

De hoofdcomponenten van de installatie waren (zie figuren 1 en 2):

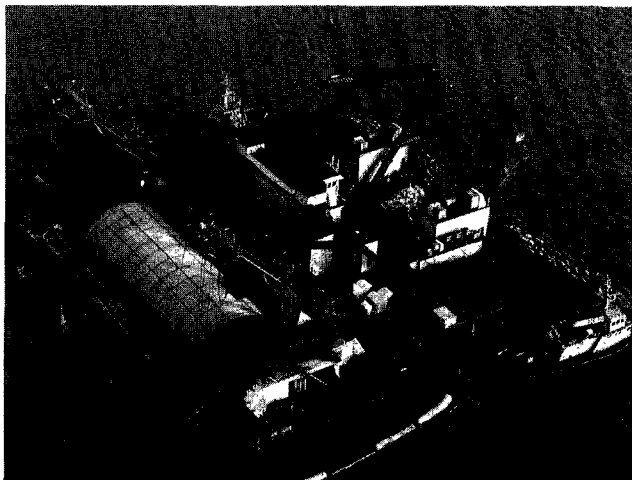


Foto 3 Drijvende leiding

- twee afzinkbokken (1);
- een scharnierend rolwerkbordes (2);
- zes afzinklieren (3);
- twee wentellieren (4).

2.2.1.1 Afzinkbokken

Per afzinkbok was een deiningscompensatie (deico) systeem voor de wenteldraad geïnstalleerd. De effectieve hoofdbelasting op de bok werd gevormd door de drie afzinkdraden en een wenteldraad. De bok was berekend voor totaal 9600 kN.

Als maximale belasting in de draden werd aangehouden:

- 3 afzinkdraden 3 x 2400 kN;
- 1 wenteldraad 1 x 2400 kN.

De maximale wenteldraadbelasting bedroeg 2400 kN, echter bij lagere afzinkdraadbelastingen. Bij bewegende deico mocht de wenteldraadbelasting niet hoger komen dan 1200 kN. De bokconstructies waren in de richting van hart schip uitgebreid met een steunconstructie voor een loopkat met hijstakel en schijf voor kopbalk hijsdraad. Naar de buitenzijde van de ponton waren uithouders gebouwd ten behoeve van het hijsen van de mattenrolborgpalen en houten fenderschotten.

2.2.1.2 Scharnierend werkbordes

Voor het koppelen en ontkoppelen van de afzinkdraden en overige draden was een scharnierend rolwerkbordes, dat achter de mattenrol kon worden gebracht, op de Cardium gemonteerd.

Aan dit rolwerkbordes waren uithouders bevestigd voor de plaatsing van meetapparatuur. Deze apparatuur diende voor het bepalen van positie en vorm van de mat en de positiebepaling van de kopbalk.

Op het rolwerkbordes bevonden zich twee profilers. Deze konden onder andere tijdens een stagnerend proces de ontgronding of de aanzanding ter plaatse van de matranden meten.

De kopbalkhijsdraden werden, als ze niet waren verbonden met de kopbalk, op het rolwerkbordes vastgezet. Dit bordes werd door middel van de afzinkdraden in positie gebracht.

Om in een noodsituatie draden door te kunnen branden waren op het bordes zuurstof- en acetyleen-flessen geplaatst. De slangen waren lang genoeg om bij de afzinken wenteldraden te kunnen komen. Op de draagarm van

het rolwerkbordes waren voor de toegankelijkheid van dit rolwerkbordes trappen en loopborden met leuningen aangebracht. Zes bordesleuningen moesten, voordat het rolwerkbordes werd opgehesen, worden neergeklapt, omdat ze anders tegen de onderkant van de afzinkbok zouden komen. Het bordes was ten behoeve van de eraan gehangen meetapparatuur helemaal ingemeten. Er moest dus in het bijzonder op toegezien worden dat er niet tegen het bordes werd aangevaren, omdat de metingen dan bijzonder onbetrouwbaar zouden worden.

Het bordes werd ook gebruikt voor visuele inspectie van de mat voor en tijdens het afzinken.

2.2.1.3 Afzinklieren

Iedere lier bestond uit een trommel met overbrenging en twee hydraulische aandrijfmotoren. Het geheel was samengebouwd op een lierframe. Dit lierframe was geplaatst op verticale schotten (wrijvingsloze scharnierpunten). De reactiekracht werd opgevangen door trekstangen, waaraan een trekkrachtmeter was gekoppeld. Tevens was een draadlengtemeter door middel van een pulsgever met één puls voor iedere cm draadlengteverplaatsing aanwezig. De trommel was voorzien van gegroefde lebus-schalen voor 76 mm draad. De nominale werkbelasting bedroeg 1600 kN bij 3,85 m/minuut; de houdkracht bedroeg 2400 kN.

2.2.1.4 Wentellieren

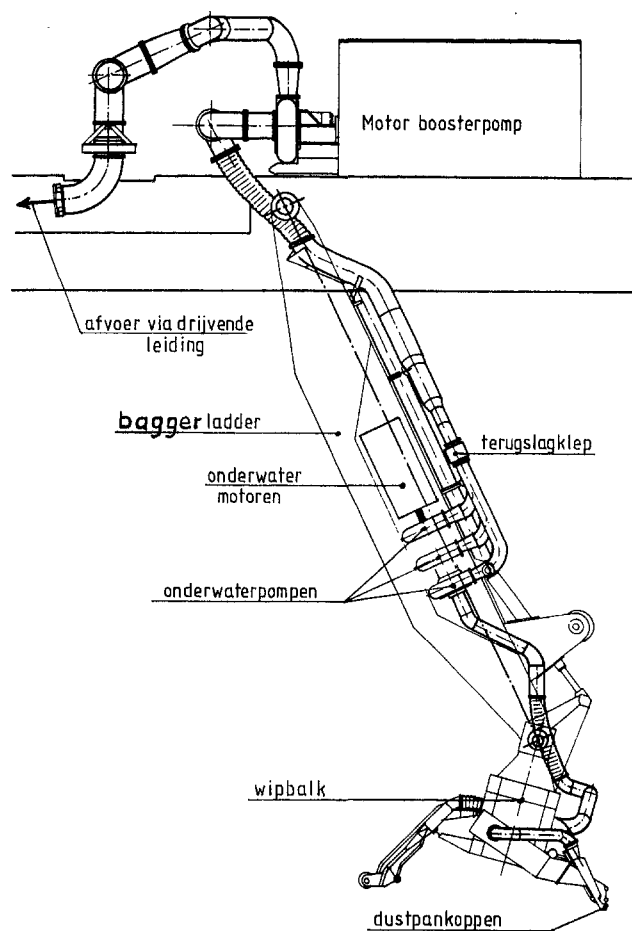
De constructie en de uitvoering van de wentellieren was identiek aan de afzinklieren. De groeven op de trommels waren echter uitgelegd voor 68 mm staaldraad en voorzien van een geleidingsvangconstructie op de plaats, waar de kabelkoppeling zou komen.

2.2.2 Baggerinstallatie

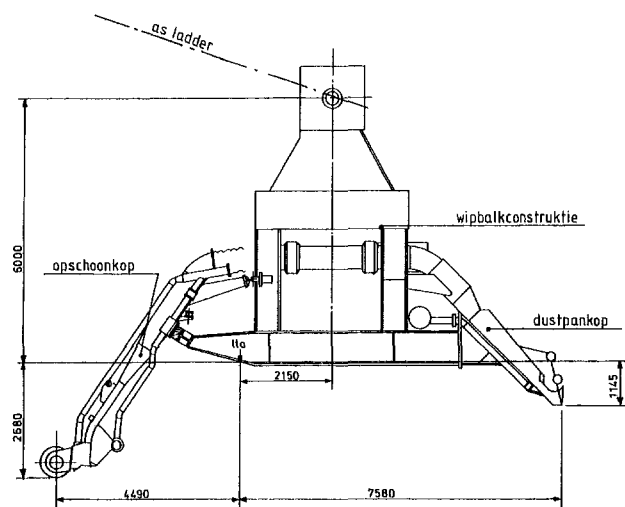
De baggerladder bestond uit een verstelbare "wipbalk", die via een ladder met draden en schijven verbonden was aan de ponton door middel van de ladderbok. De wipbalk was aan de voorschipszijde voorzien van twaalf "dustpankopen", terwijl aan achterschipszijde tien op rollen "afgesteunde koppen" waren aangebracht. De voor- en achterszijde werkten afzonderlijk voor het "dustpannen", respectievelijk "matopschonen". De koppen waren aangesloten op in totaal zes baggerpompen en twee jetpompen. De stekende, zowel als de afgesteunde koppen konden materiaal met een korrelgrootte van 30 - 60 mm verwerken. De buitenste afgesteunde koppen waren aangepast om materiaal 40 - 200 mm te kunnen verwerken. De baggerpompen werden direct door onderwaterelektromotoren aangedreven. Zes pompen voerden hun mengsel via één persleiding bovendecks af. Een circa 300 m lange, drijvende leiding kon aan SB- of BB-zijde van de Cardium hierop worden aangesloten.

De hoofdcomponenten van de installatie waren (zie figuren 1 en 2):

- ladderbok (5);
- baggerladder (6);
- wipbalk (7);
- dustpankopen (8);
- opschoonkoppen (9);
- baggerpompsets (10);
- boosterstations (11);
- jetpompen (12);
- baggerleidingen (13);
- jetwaterleidingen (zie figuur 7);
- drijvende leiding (14) zie ook foto 3.



Figuur 3 Overzicht baggerladder

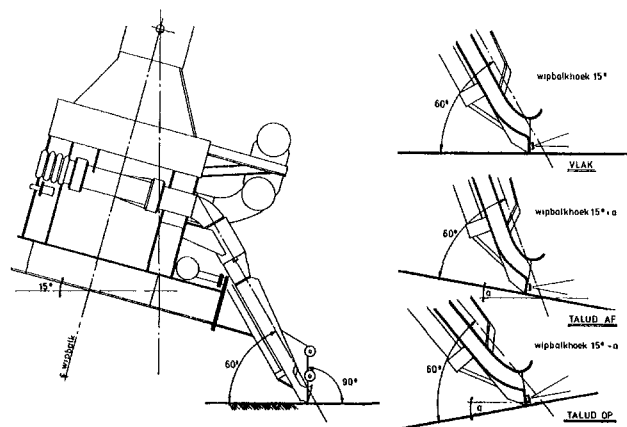


Figuur 4 Dwarsdoorsnede wipbalk

2.2.2.1 Ladderbok

De ladderbok diende primair voor het hijsen van de baggerladder. Ze bestond uit twee bokken, die ieder een takelsysteem bevatten. Om de ladderbok en hijsinrichting tijdens stormcondities te ontlasten waren voor de bokken balken aanwezig, die hydraulisch onder de ladder geschoven konden worden. De maatgevende belasting van de bok werd gevormd door de condities:

- ladder in takel boven water in werkomstandigheden;



Figuur 5 Stand wipbalk tijdens dustpannen

- ladder in takel werkend onder maximale werkomstandigheden.

2.2.2.2 Baggerladder

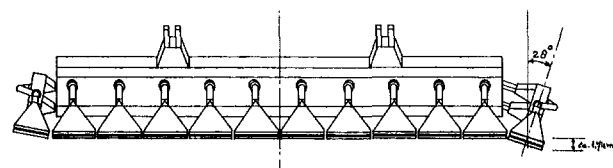
De baggerladder was het verbindingslement tussen de ponton en de wipbalk (de constructie waaraan de dustpannen opschoonkoppen waren opgehangen). Op de ladder waren zes, door onderwaterelektromotoren aangedreven, centrifugaal baggerpompen geplaatst, die een nominale capaciteit hadden van $\pm 1,2 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij 330 omw/minuut. De ladder was door middel van twee kogelgewrichtslagers met de ponton verbonden, terwijl de verbinding van de ladder met de wipbalk uit twee gelagerde assen bestond. Ten behoeve van de wipbalkinstelling waren twee hydraulische cilinders aangebracht tussen ladder en wipbalk. De zes zuigleidingen bij de overgang van ladder-wipbalk waren met elkaar verbonden door flexibele rubberen zuigzakken. Op dezelfde wijze was de verbinding van de twee persleidingen van ladder naar ponton gerealiseerd.

Centraal op de baggerladder bevond zich een persleiding voor het jetwater, dat naar de jetmonden (= nozzles) werd gevoerd. Ook deze leiding was aan begin en eind van de ladder door middel van perszakken verbonden met de ponton, respectievelijk de wipbalk.

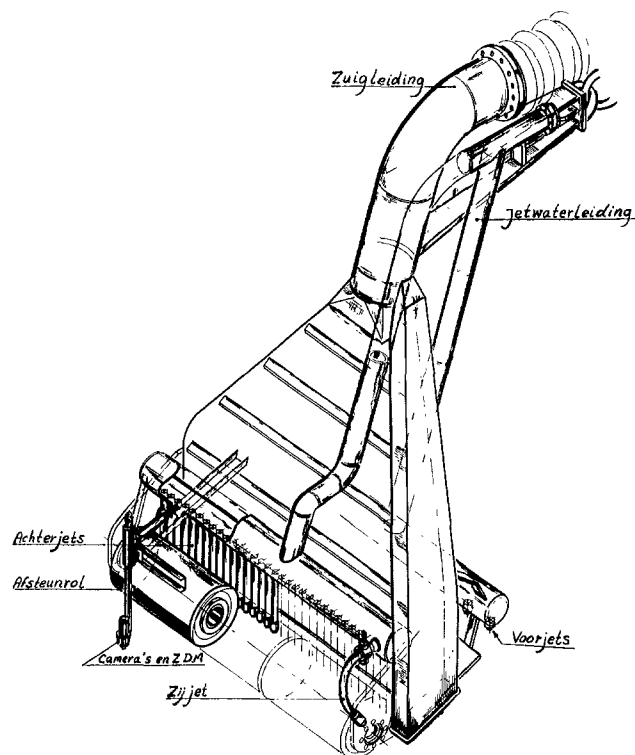
In figuur 3 is een overzicht van de ladder met de aansluitingen naar de ponton en wipbalk weergegeven.

2.2.2.3 Wipbalk

De wipbalk bestond uit een horizontale balkconstructie, die scharnierend was opgehangen aan de baggerladder. In figuur 4 is een dwarsdoorsnede te zien van de wipbalk met de dustpan- en opschoonkoppen. De middensectie van de wipbalk was een star geheel, waar aan de voorzijde 10 stekende koppen (dustpankopp) op een rij en aan de achterzijde 10 beweegbaar opgehangen opschoonkoppen waren bevestigd. De wipbalk had aan iedere zijde één verstelbare zij-sectie, waardoor deze dwars op de wipbalk verdraaid konden worden. Ieder van deze zij-secties



Figuur 6 Vooraanzicht wipbalk met gekantelde zij-secties



Figuur 7 Buitenste opschoonkop

voorzien van een dustpankop, waardoor het totale aantal dustpankoppen op 12 kwam. Door middel van hydraulische cilinders kon de wipbalk om zijn as in een voorkeurspositie worden gesteld ten opzichte van het te zuigen bed en afhankelijk van de bewerking dustpannen of opschoenen.

2.2.2.4 Dustpankoppen

De 12 dustpankoppen, die aan de voorzijde van de wipbalk waren gemonteerd, hadden een breedte van 44 m. Later werden de koppen van de zij-secties verbreed met 0,5 m, zodat de totale breedte op 45 m kwam. De buitenste twee koppen op de zij-secties, waren zodanig instelbaar, dat op locaties waar opvolgende pijlervakken in diepte verschilden, voor een verbindend talud kon worden gezorgd. De koppen waren geschikt voor het zuigen van materiaal met een maximale korrelgrootte van 60 mm. De hoogte van de instroomopening was 150 mm bij een breedte van de kop van 3,75 m (10 binnenste koppen). De buitenste (die van de zij-secties) waren aanvankelijk 3,25 m breed. De werkstand van de dustpankop was die stand, waarbij de hoek tussen de hartlijn van de dustpan en het te bewerken vlak 60° bedroeg. In dit geval was de hoekverdraaiing van de wipbalk 15° naar beneden. De hoek van 60° gold voor elke werkdiepte en ook ten opzichte van de taluds. Figuur 5 geeft verschillende standen van de wipbalk tijdens het dustpannen weer. De hoek van de wipbalk ten opzichte van de horizontaal kon ingesteld worden, waarna een automatische regeling dit verder kon controleren. Tijdens het zuigproces was het mogelijk deze hoek te veranderen. Dit gebeurde onder andere bij het bereiken van de teen of kruin van een talud.

Door het naar boven of beneden stellen van één of beide zij-secties werd de werkelijke gezogen breedte minder dan 44 m (later 45 m). Deze vermindering liep op tot 44 cm per

zij-sectie (bij 28° kantelen). Het hoogteverschil bedroeg dan circa 1,74 m (zie ook figuur 6).

2.2.2.5 Opschoonkoppen

De (mat)opschoonkoppen hadden de functie om de afgezonden ondermat te ontdoen van gesedimenteerd zand en/of grind. Voordat de bovenmat gelegd werd diende dit zandlaagje verwijderd te worden ter voorkoming van optreden van piping. Grind en kleine stortsteen was mogelijk afkomstig uit de negatieve overlap, die aan de randen van de afgezonden ondermat was aangebracht.

Elk van de aan de achterzijde van de wipbalk opgehangen beweegbare matopschoonkoppen bevatte 3 afsteunrollen, waarmee op de mat afgesteund kon worden. Op deze wijze konden, door voorwaarts bewegen van de Cardium, de koppen over de mat worden gerold. Door de rollen veranderde de afstand van de zuigmond tot de mat vrijwel niet en werd de mat niet door de koppen beschadigd. Figuur 7 toont een projectie van zo'n kop met de diverse onderdelen.

2.2.2.6 Baggerpompsets

Op de baggerladder waren zes baggerpompen geplaatst. Een pompset bestond in hoofdzaak uit: een baggerpomp, een flexibele breekpenkoppeling en een elektromotor, samengebouwd op een stijve fundatie. Elke set werd via een "elektrische as" aangedreven door een diesel-generator. De sets waren geschikt om te werken tot op een diepte van 25 m beneden de waterspiegel.

De hoek die de set maakte met de horizontaal varieerde tussen -25° (naar boven) en $+65^\circ$ (naar beneden). De hoek waaronder gewerkt werd varieerde tussen -10° en $+65^\circ$ en de inspectiestand was $+0^\circ$. Drie onderwaterbaggerpompen, elk aangedreven door een onderwaterelktromotor, voerden het mengsel via een perszak naar één boosterstation.

2.2.2.7 Boosterstations

Op het dek van de Cardium waren aan weerszijde van de ladderbeun boosterstations geplaatst. De boosterstations moesten in hoofdzaak het benodigde persvermogen voor het verpompen van het grind leveren. De stations hadden een eigen fundatie, met een geluidwerende overkapping over de dieselmotor, tandwielkast en koppeling.

Naast het stuurboord boosterstation was een generatorcontainer met elektrische installatie geplaatst, voor de voeding van de hulpwerktuigen van beide boosterstations. De twee boosterstations persten parallel op een ca. 300 m lange drijvende leiding.

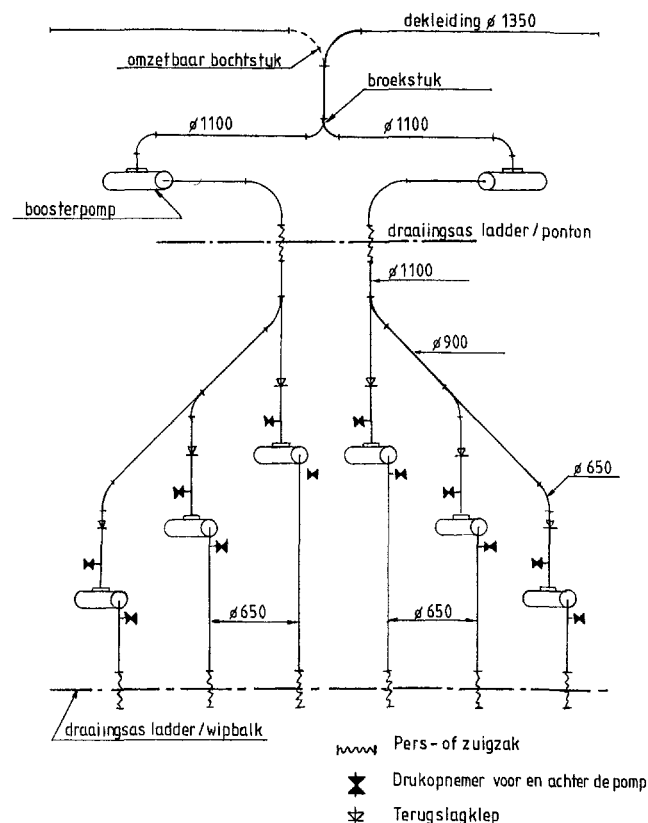
2.2.2.8 Jetpompen

Er waren twee jetwaterpompen opgesteld in de jetpompkamer. Vanuit de jetpompkamer liep een gemeenschappelijke jetleiding naar de baggerladder.

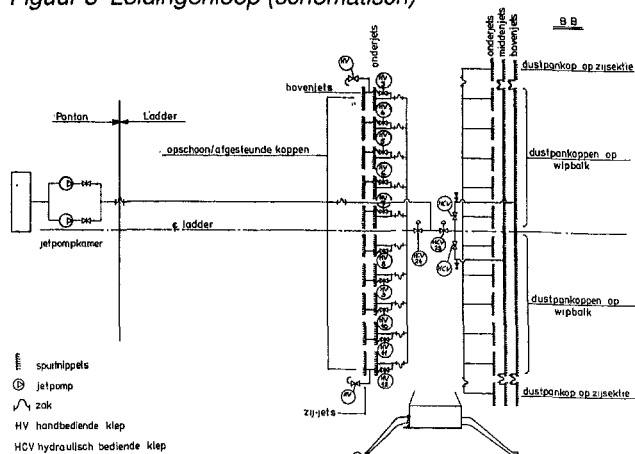
2.2.2.9 Baggerleidingen

Hieronder werden de zuig- en persleidingen verstaan, die zich op de ladder bevonden. De op de ladder aanwezige zuigleidingen hadden aan de perszijde van de pompen verschillende diameters. De diameters varieerden tussen de 650 mm (zuig- en persleidingen direct na de pompen) en 1100 mm (afvoer van de ladder naar de boosters).

Vanwege ruimtegebrek op de ladder stonden de pompen verspringend ten opzichte van elkaar (zie figuur 3.6) en



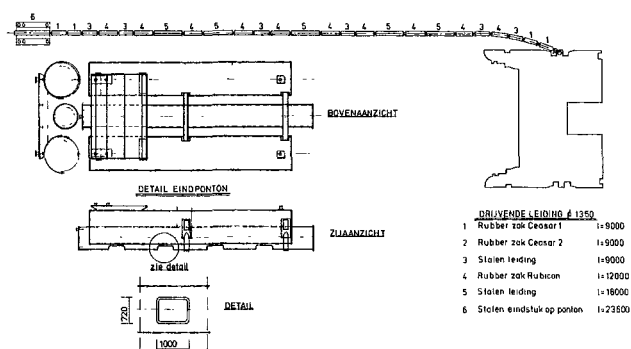
Figuur 8 Leidingenloop (schematisch)



Figuur 9 Schema jetwaterleiding

wel zodanig, dat de motor van de hoogste pomp juist onder de waterlijn was gesitueerd bij het dustpannen op NAP -12,0 m.

In figuur 8 is schematisch de leidingenloop aangegeven en de plaats van de pompen, evenals de plaats van de drukopnemers, de terugslagkleppen, de boosters en de centrale afvoerleiding. De centrale afvoerleiding (dekleding) had een diameter van 1350 mm en liep zowel naar de stuurboord- als de bakboordzijde van de ponton. Vanaf het broekstuk kon met behulp van een omzetbaar bochtstuk een keuze worden gemaakt of de specie naar bakboord danwel stuurboord afgevoerd moest worden. Aan het eind van de dekleding bevond zich een z-bocht van $2 \times 90^\circ$, waarvan de onderste draaibaar en een taats was opgesteld. Aan de onderste bocht kon de drijvende leiding gekoppeld worden.



Figuur 10 Drijvende leiding met uitloop

2.2.2.10 Jetwaterleidingen

Het jetwater van de twee pompen werd via een gemeenschappelijke leiding naar de wipbalk gevoerd. Hier splitste de leiding zich in een dustpanstelsysteem en een opschoonstelsysteem (zie figuur 9).

In de stekende koppen van het dustpanstelsysteem waren onder-, midden- en bovenjets aangebracht. De onderjets hadden 15 spuitnippels ø 24 mm per kop; de midden- en bovenjets hadden 150 spuitnippels ø 14 mm over de middensectie verdeeld en 13 nippels ø 14 mm op elke zijsectie.

In de afgesteunde koppen voor het opschoonen waren voor- en achterjets aangebracht. De voor- en achterjets hadden 14 spuitnippels ø 24 mm per kop, behalve de achterjets van de stuurboord en bakboord buitenste sectie. Deze hadden 24 spuitnippels ø 24 mm per kop.

De achterjets naar de buitenste afgesteunde koppen konden door middel van handafsluiters afzonderlijk worden afgesloten of geopend.

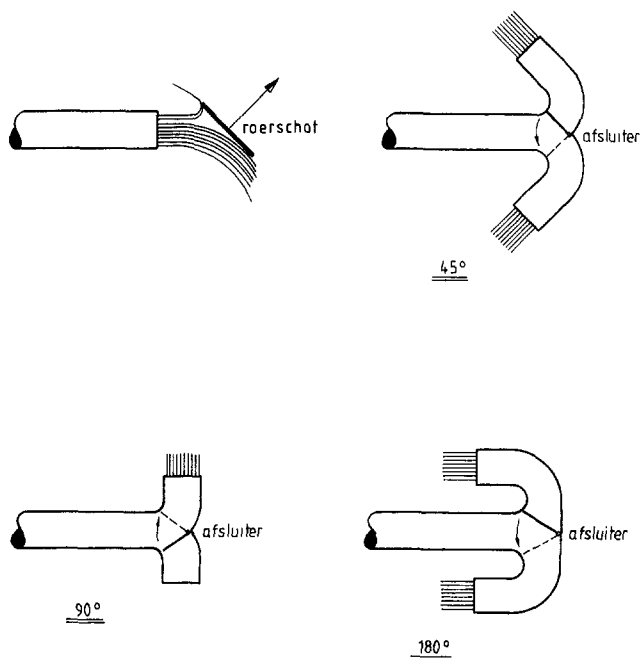
2.2.2.11 Drijvende leiding/boom-pipe

Om de baggerspecie buiten het werkgebied te brengen werd de specie door een ca. 300 m lange drijvende leiding gepompt (zie figuur 10). De leiding werd tijdens iedere kentering (door middel van een sleepboot met een vermogen van 3000 PK) met de stroom meegesteld, waardoor specie in suspensie niet terug naar het cunet werd vervoerd. Afhankelijk van de voortgangsrichting van het "matenfront" werd de leiding aan bakboord- of stuurboordzijde van de Cardium gekoppeld. Aanvankelijk was het idee de leiding te koppelen aan een verankerde sproeiponton. Van dit idee is afgestapt, omdat de handelbaarheid van een dergelijk ponton een te groot probleem vormde. In de proefperiode is overwogen de uitstromende impulsie-stroom van de drijvende leiding om te zetten in een kracht, die gebruikt kon worden om het aantal sleepboot PK's aan het eind van de drijvende leiding te verminderen. Gezien het feit dat de stroomsnelheid bepalend is voor het te leveren sleepbootvermogen was deze gedachtengang nog niet zo gek.

De mogelijke beëindigingen van de drijvende leidingen waren (zie figuur 11):

- beweegbaar roershot;
- omzetten door bochtstukken.

De bochtstukken moesten allen voorzien worden van afsluiters gezien de omkeerbaarheid van de stroomrichting. Genoemde alternatieven, waarvan het roershot en het onder 45° achterwaarts gerichte bochtstuk het benodigde sleepbootvermogen het meest reduceerden, dienden allen



Figuur 11 Alternatieve drijvende leiding

in het horizontale vlak te werken. Op grond van een kostenvergelijking tussen de besparing door verminderde inzet van sleepboten en de benodigde investeringen zijn ze voor toepassing te duur bevonden. De uitgaande impulsiestroom kon aldus nog op drie ("stuur") neutrale manieren de drijvende leiding verlaten.

Er is gekozen voor de verticaal naar beneden gerichte uitgang omdat de omhoog gerichte uitgang zandoverlast zou geven voor de sleepboot en de in het verlengde van de leiding uitgaande impulsiestroom de sleepboot zou tegenwerken (zie figuur 12).

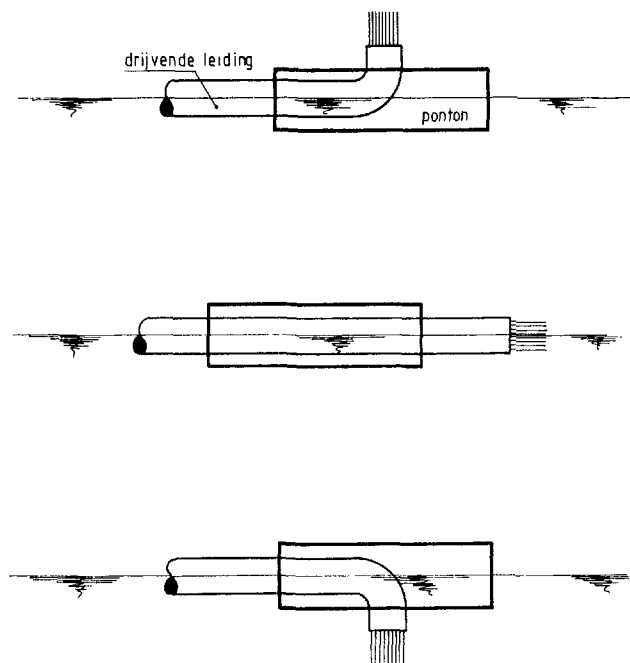
Nadat de drijvende leiding was gebroken, werd:

- een spuitmond ontwikkeld (de zogenaamde "boom-pipe" ook wel "(HMS) Tromp" genoemd) die de drijvende leiding kon vervangen (zie foto 4);
- de gebroken leiding gerepareerd en ingekort tot 230 m, waardoor de aanstroomkrachten werden gereduceerd;
- een nieuwe leiding met een verbeterde samenstelling in gebruik genomen.

De drijvende leiding mocht niet worden gebruikt bij stroomsnelheden groter dan 1,75 m/sec. Slechts indien een laatste funderingsmat in een stroomgeul werd gelegd is hiervan afgeweken, omdat de baggerspecie uit de boom-pipe dan de naastliggende matten zou bevuilden. Indien er echter gebruik werd gemaakt van de boom-pipe, werd het maaiveld van nog te baggeren locaties opgehoogd. De totale baggertijd nam hierdoor toe. Dit woog echter ruimschoots op tegen de relatief eenvoudige handeling met de spuitmond.

De bodembescherming van de grondverbetering, die bestond uit grind tot 60 mm, kwam vanzelfsprekend ook op de naastliggende, nog te baggeren, locaties terecht.

In het ontwerp van de Cardium was met het baggeren van zulke hoeveelheden grind geen rekening gehouden. Het gevolg was dat de wanden van pijp en bochtstukken aan meer slijtage onderhevig waren dan was voorzien. Door het uitvoeren van metingen en het op vaste tijden inspec-



Figuur 12 Alternatieve uitstroomrichting drijvende leiding

teren werd een beeld verkregen van het slijtageproces in de leidingen. Het oplassen van slijtvast materiaal op bochtstukken en pijpen en het er tussen lassen van schalen moest daardoor frequent gebeuren.

Ervaringen en aanpassingen

Na de breuk en het inkorten van de drijvende leiding werd, ten einde het toerental van de booster te handhaven, een kunstmatige weerstand aan het eind van de drijvende leiding aangebracht die bestond uit het halveren van de uitstroomopening. Er is hierbij verzuimd te kijken naar de gevolgen van de aanzienlijke verhoging van de uitgaande impulsiestroom. Deze impulsiestroom veroorzaakte dusdanige snelheden aan de bodem dat er flinke erosie zou kunnen optreden. Dit verklaart hoogst waarschijnlijk de schade aan een negatieve overlap en een bestortingsveld, die aanvankelijk werden toegeschreven aan de mattenrol.

Het ingrijpen in een proces, zonder tot in detail na te gaan wat de gevolgen ervan kunnen zijn, heeft in dit geval tot forse schade geleid. Uit kostenoverwegingen is afgezien van het toepassen van extra sleepboot-PK's aan het einde van de drijvende leiding. Dit is door de latere ingreep -verkleining doorstroomopening- een verkeerde keuze gebleken.

2.2.3 Verdichtingsinstallatie

De funderingsmatten werden na het afzinken door middel van een verdichtingsbalk van 4,4 x 17,33 m verdicht. Deze balk bestond uit 4 trilplaten elk met een afmeting van 4 x 4,5 m² en werd door beweegbare bokken buitenboord gehesen, waarna stapsgewijs de matten werden verdicht.

2.2.3.1 Verdichtingsbalkbokken

Voor het overboord zetten c.q. aan dek plaatsen van de verdichtingsbalk waren twee verdichtingsbokken scharnierend opgesteld. Het buitenboord brengen van de complete dokken geschiedde met hydraulische cilinders. De bok

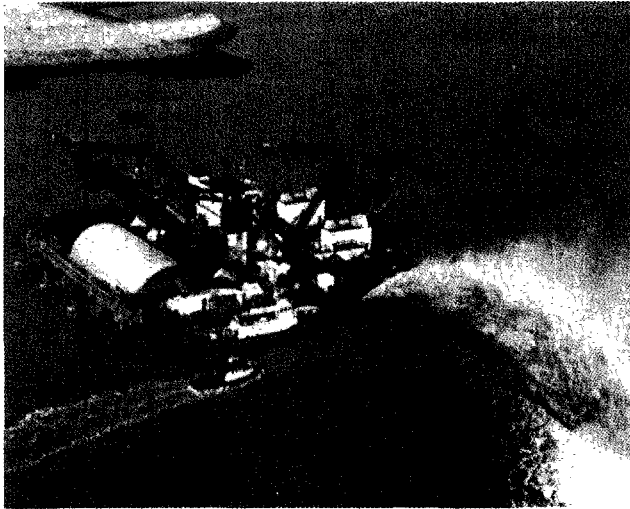


Foto 4 Boom-pipe

was in de binnenboord-stand voorzien van een borgmechanisme ten behoeve van reparatie doeleinden. De bediening geschiedde vanaf de mattenrol-/verdichtingslesse naar.

Als gevolg van de verticale bewegingen van de ponton (golfslag) varieerden de hijsdraadkrachten van de verdichtingsbalk tijdens het verdichten. Hiervoor waren deiningscompensatoren (deico's) aangebracht. De hijsdraden liepen vanaf de lier door de deico naar de verdichtingsbalk. De deico's waren tussen de verdichtingsbalkbokken en de schoorstenen geplaatst.

Er stonden hijslieren bij de bokken opgesteld. De hijskabels liepen via deico's door de bokken naar schijven op de verdichtingsbalk en weer terug naar de bok. De lier was tegen te hoog hijsen van de verdichtingsbalk beveiligd door middel van een eldschakelaar.

Voorts stonden positioneringslieren op het voorschip opgesteld, één aan SB en één aan BB. De stuurkabels liepen over het dek via de draadpaal naar voren en onder de Cardium door naar de verdichtingsbalk toe.

2.2.3.2 Verdichtingsbalk

De verdichtingsbalk is in figuur 13 weergegeven en toont schematisch de hoofdonderdelen van de installatie. In verband met de matbeschadigingsproblematiek werden na de proefperiode enkele constructieve wijzigingen aangebracht.

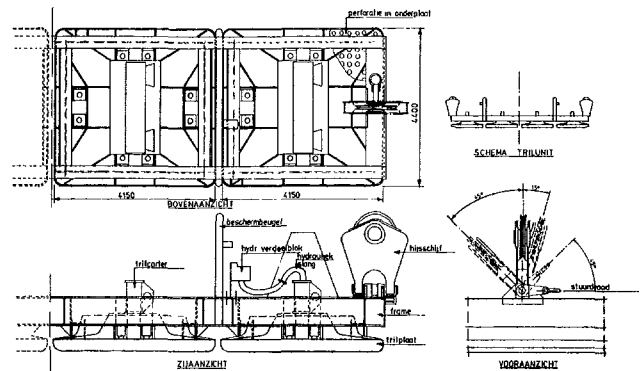
Dit waren:

- extra statisch-afgeveerde ballast (circa 50 kN per plaat);
- aangepaste plaatgeometrie (kleinere afgeronde gaten met afgeronde zijkanten; en een geheel nieuwe onderzijde van de vier platen).

Technische gegevens oorspronkelijk ontwerp:

hijsframe 17,14 x 3,60 m' circa 200 kN
twee hijschijven ø 1000 m circa 200 kN

In het hijsframe elastisch opgehangen:
vier stuks trilplaten 4,4 x 4,2 m² circa 560 kN
elke plaat opgehangen aan acht stuks rubberen fenders.



Figuur 13 Verdichtingsbalk

Elke trilplaat voorzien van een trilcarter (type ICE 815-excentrisch moment 46,1 kgm)
totaal gewicht
4 x 40 kN = circa 160 kN
Totaal gewicht balk circa: 920 kN

De bodems van de trilplaten waren voorzien van gaten om de demping onder water te beperken (ø 117 mm met aan de onderzijde vellingkanten van 20 x 20 mm).

Omdat tijdens de bouw van de trilplaten al twijfels waren gerezen omtrent de matvriendelijkheid van de onderzijde en bovendien tijdens het proefverdichten een ontoelaatbare schade aan het bovendoek van de matten was geconstateerd, werd een proef op het proefterrein te Schelphoek uitgevoerd om hiervoor een oplossing te vinden.

Naar aanleiding van deze onderzoeksresultaten werd besloten tot het aanpassen van de trilplaten door:

- de perforaties kleiner te maken en van een betere randafwerking te voorzien (ø 30 mm met afgeronde onder rand R = 10 mm);
- extra ballast te plaatsen om het trildynamisch gedrag te verbeteren (50 kN per plaat).

Tevens zijn de plaatranden van een matvriendelijke afronding (R = 300 mm) voorzien. Genoemde aanpassingen hebben het totale gewicht van de trilbalk op 1200 kN gebracht (maximaal toegestane belasting van de hijsbokken). Er zijn nadien nagenoeg geen matbeschadigingen meer opgetreden.

2.2.4 Ankerverhaallieren

De Cardium werd door middel van sleepboten naar de bestemde locatie in een van de stroomgeulen gemanoeuvreed.

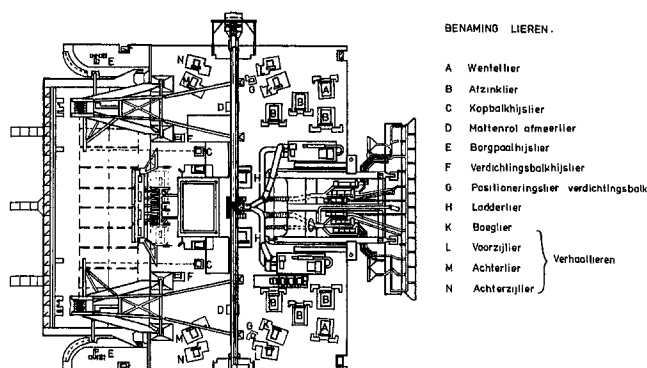
Voor het nauwkeurig verhalen en positioneren in de stroomgeulen waren er op het hoofddek van de Cardium 8 ankerlieren (zie figuur 14) geïnstalleerd, namelijk:

- 2 boeg- en 2 achterankerverhaallieren;
- 2 voor- en 2 achterzij-ankerverhaallieren;
- en lieraandrijving.

De slijtage van de verhaalsdraden was hoog. Naast hoge onderhoudskosten heeft het verwisselen van draden tot relatief veel productieverlies geleid.

2.2.4.1 Boeg- en achterankerverhaallieren (4 stuks)

Reepsnelheid nominaal	6 m/min
Trekkracht nominaal	1200 kN
Reepsnelheid maximaal	15 m/min



Figuur 14 Lieren

Trekkkracht bij 15 m/min	580 kN
Houdkracht op 4e laag	2000 kN
Trommeldiameter	1600 mm
Draaddiameter	ø 76 mm
Draadberging	840 m (5 lagen)
Liermotor vermogen	150 kW
Liermotor snelheid nominaal	750 omw/min
Liermotor snelheid maximaal	1875 omw/min

2.2.4.2 Voor- en achterzij-ankerverhaallieren (4 stuks)

Reepsnelheid nominaal	6 m/min
Trekkkracht nominaal	800 kN
Reepsnelheid maximaal	15 m/min
Trekkkracht bij 15 m/min	320 kN
Houdkracht op 4e laag	1350 kN
Trommeldiameter	1400 mm
Draaddiameter	ø 64 mm
Draadberging	750 m (6 lagen)

Liermotor vermogen	100 kW
Liermotor snelheid nominaal	750 omw/min
Liermotor snelheid maximaal	1875 omw/min

Ieder van de acht lieren bestond uit een trommel met overbrenging en elektrische aandrijfmotor met rem, samengebouwd op een stijve aan het dek vastgelaste fundatie. Alle trommels waren uitgevoerd met groeven, volgens het systeem Lebus. De kabeleinden werden op de trommel bevestigd door de kabel door de flens te steken en door middel van klemstukken vast te zetten.

Om de elektromotoren te kunnen reviseren was de tandwieloverbrenging voorzien van een rem met grendelcontact.

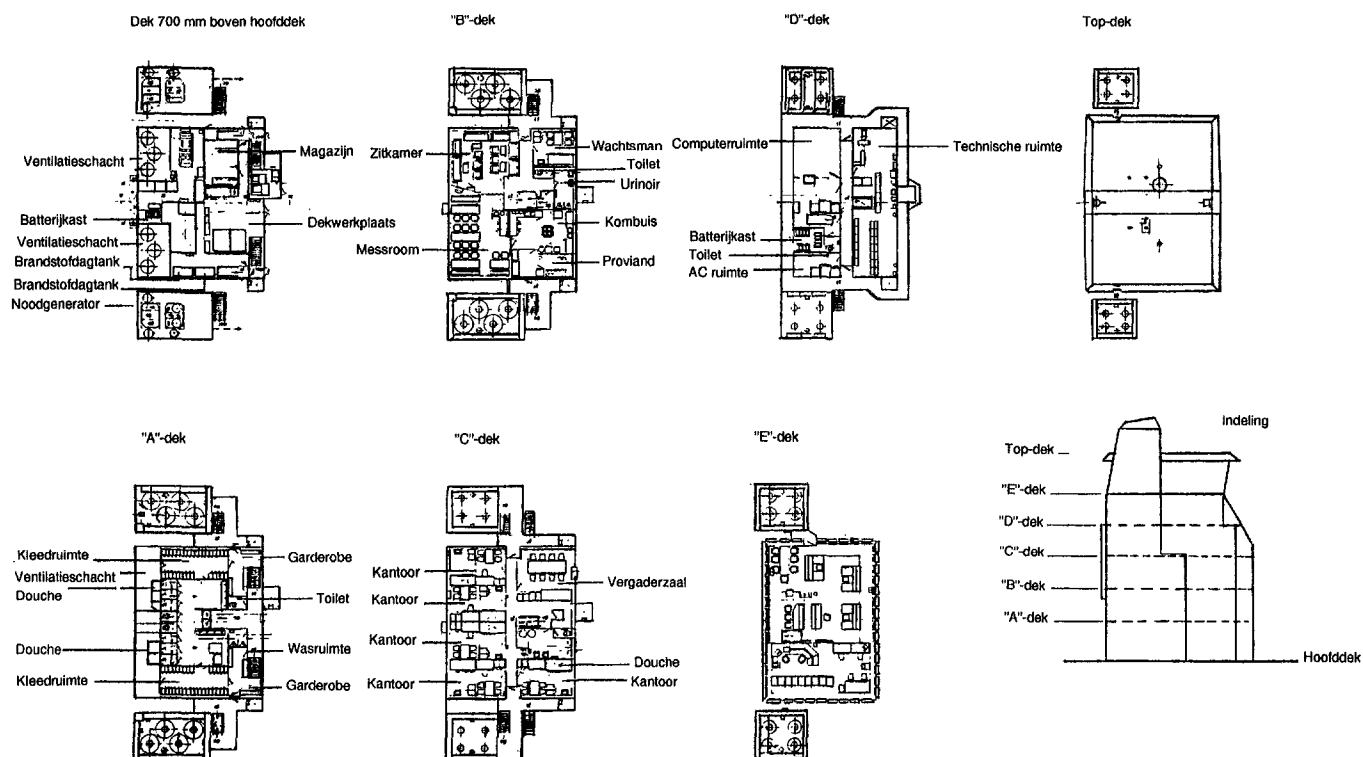
2.2.4.3 Lieraandrijving

De liermotoren werden gevoed door een Ward-Leonard (W.L.)-schakeling. Door middel van deze schakeling kon het toerental van de lier (motor) nauwkeurig geregeld worden. De aandrijfmotor van de W.L.-schakeling onttrok het gevraagde vermogen aan het boordnet. Deze motor dreef een generator aan, die op zijn beurt vermogen leverde voor een bepaalde lier.

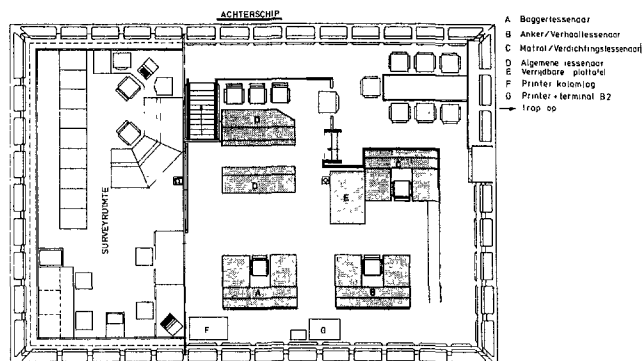
De combinatie van een motor met één of meer generatoren werd omvormer (set) genoemd. De opstelling was zodanig aangepast dat, ingeval van uitval van een motor of generator, de functie van deze, na een kleine ingreep, door een andere motor of generator overgenomen kon worden.

2.2.5 Accommodatie van de dekken

Op het achterschip van de Cardium bevond zich een in vijf



Figuur 15 Indeling dekken Cardium



Figuur 16 Indeling bedieningshuis

lagen opgebouwd dekhuis, waar bovenop het bedieningshuis was gesitueerd. De indeling van de dekken (van beneden naar boven) was als volgt (zie ook figuur 15):

1. hoofddek: met noodgeneratorkamer;
2. A-dek: met kleed- en wasgelegenheden en toiletten;
3. B-dek: met de kombuis, proviandopslag, messroom, toiletten en zitruimte;
4. C-dek: met 5 kantoren, toiletten en vergaderzaal;
5. D-dek: met airconditioningsruimte, accukamer, werkplaats en magazijn elektriciën en een technische ruimte;
6. E-dek: met bedieningshuis en surveyruimte.

Het voert te ver om in deze deelnota in detail de accommodatie van de verschillende dekken te beschrijven. Volstaan wordt met het bedieningshuis. Om het legproces succesvol te laten verlopen was discipline en een strikte bedrijfsvoering noodzakelijk. Een onderdeel daarvan was de regel, dat het bedieningshuis tijdens de voortgang van het proces alleen toegankelijk was voor de bedieningsmensen.

De indeling hiervan is weergegeven in figuur 16.

Om een beter overzicht te krijgen waren de bedieningslessenaren en de surveyruimte op een 60 cm verhoogd platform geplaatst.

De indeling was in hoofdzaak als volgt:

- De "algemene lessenaar", centraal gekozen voor het leiden en coördineren van de operaties. Afhankelijk van de procesfase kon ook een verrijdbare plattafel bij deze lessenaar worden geplaatst.
 - De baggerlessenaar, centraal aan de voorzijde van het bedieningshuis opgesteld met zicht op de ladder en laderhijsinrichtingen.
 - De mattenrollessenaar en verdichtingslessenaar waren samengebouwd tot één geheel. De opstelling van deze lessenaar was centraal aan de achterzijde van het bedieningshuis met zicht op de mattenrol c.q. verdichtingsbalk.
- De verhaallessenaar stond naast de baggerlessenaar (aan bakboordzijde) en wel zodanig dat nauw contact mogelijk was met bedieningspersoneel aan de baggerlessenaar.

2.2.6.1 Energievoorziening

De energievoorziening bestond uit 8 hoofd- en 2 hulp-/noodaggregaten, die bestemd waren voor de volgende functies:

De diesel-elektrische aandrijving van de baggerpompen, de zogenaamde baggeraggregaten (6 stuks) hadden elk een vermogen van 1520 kW.

De voeding van het scheepsnet gedurende bagger- c.q. mattenlegoperaties enz. Diesel-generatoraggregaten (2 stuks), de zogenaamde scheepsnetaggregaten, die identiek waren aan de baggergeneratoren hadden elk een vermogen van 1390 kW.

Verder waren in de machinekamer opgesteld:

- een havenaggregaat voorzien van een luchtstartmotor;
- een elektrisch startend noodaggregaat (24 V) en bovendecks genstalleerd.

Beiden hadden een vermogen van 160 kW.

Het boordnet kon tijdelijk uitgebreid worden door het parallel schakelen van een baggeraggregaat; dit was alleen toegestaan tijdens het overschakelen. Genoemd net was niet geschikt om continu gevoed te worden door meer dan twee hoofdgeneratoren. Elke baggerpomp werd via een "elektrische as" aangedreven door een dieselgenerator. Met een elektrische as wordt hier bedoeld: een individuele combinatie van een draaistroomgenerator via elektriciteitskabels direct verbonden aan een elektromotor.

De bewaking van de machine-installatie was gecentraliseerd in de afgescheiden en geluids-/warmte geïsoleerde Machine Controle Ruimte (MCR).

2.2.7 Overige voorzieningen/systemen

2.2.7.1 Elektrische systemen

De twee boordnetaggregaten, het havenaggregaat, alsmede de twee als reserve te gebruiken baggeraggregaten voeden het hoofdschakelbord waarin een verdere verdeling naar de verbruikers gerealiseerd werd. De boordnetspanning was 660 V, 3 fase. Het hoofdschakelbord stond in de machine-controle-ruimte (MCR) en bevatte de grote automaten van 1600A voor het schakelen van de boordnetgeneratoren op de hoofdrails, de parallel schakelapparatuur om twee of meer generatoren synchroon het boordnet te laten voeden. De subborden bevatten op hun beurt afgaande groepen (starters) om de vele elektromotoren in te kunnen schakelen en te beveiligen. Deze vele elektromotoren drevan pompen, ventilatoren, compressoren en diverse andere werktuigen aan.

Belangrijke voedingen zoals o.a. brandstofpompen, noodverlichting en voedingen voor meetinstrumenten die niet mochten uitvallen, stonden op het noodschakelbord aangesloten. Het noodschakelbord stond in de generatorruimte op het hoofddek in het dekhuis en werd direct door het hoofdschakelbord gevoed. Bij uitvallen van het boordnet ("black-out") startte automatisch het in dezelfde ruimte staande noodaggregaat en dan keerde de voeding van het noodschakelbord na enige seconden automatisch terug.

De aanwezige 380 V verbruikers kregen hun voeding via twee 660/380V trafo's, één gevoed vanaf het noodschakelbord. Eventueel kon gebruik worden gemaakt van 380 V walvoeding, aangesloten op de walvoedingskast in de noodgeneratorkamer. De walvoeding kon met een aparte 380/660V trafo het noodschakelbord voeden en dus ook indirect het hoofdschakelbord.

De 220 V verlichting werd verzorgd door 3 transformatoren van 660/220V waarvan er twee, ten behoeve van de hoofdverdeling, rechtstreeks gevoed konden worden vanaf het hoofdschakelbord en één ten behoeve van de noodverlichting werd gevoed vanaf het noodschakelbord.

De twee hoofdlichtverdeekasten stonden in de machine-controle-ruimte en het noodverlichtingsverdeekbord in de

noodgeneratorkamer. Het noodverlichtingsverdeelbord verzorgde o.a. de voeding van de twee 24V netten die overschakelden op accu-voeding bij het wegvallen van de hoofdvoeding. Deze 24V netten voedden onder andere de navigatieverlichting en de alarmeringen.

Voor de sensoren was een "schoon" 220 V net aanwezig dat werd opgewekt door een meetnetomvormer. Deze omvormer kreeg zijn voeding van het 660 V noodschakelbord. De computer werd gevoed door de zogenaamde UPS (Uninterruptable Power Supply). Deze UPS-installatie was in staat om gedurende een niet al te lange tijd 220 V wisselspanning op te wekken uit accu's. Tijdens normaal bedrijf werd de UPS gevoed via een 660/380V trafo vanaf het noodschakelbord. Indien de UPS defect zou raken, werd automatisch via een static switch overgeschakeld naar de meetnetomvormer.

2.2.7.2 Hydraulisch systeem

2.2.7.2.1 Hydrauliek matrollieren en verdichtingsbalkmotoren

Het hydraulisch systeem bestond uit de volgende hoofdgroepen:

1. Pompen, besturing en beveiligingen ten behoeve van de matrollieren of verdichtingsbalkmotoren.
2. Pompen, besturing en beveiligingen ten behoeve van de hulpsystemen, welke onderverdeeld waren in een krachtsectie en een constante druksectie.

2.2.7.2.2 Hydrauliek hulpsysteem

Het hydrauliek hulpsysteem was onderverdeeld in een krachtsectie en een constante druksectie. Er waren voor de voeding van het hulpsysteem 5 identieke pompen geïnstalleerd, 2 voor de krachtsectie, 2 voor de constante druksectie en 1 als reservepomp die zowel voor de kracht als constante sectie ingezet kon worden. De pompopbrengst van deze 5 pompen werd geregeld door een stuuroliepomp.

2.2.7.3 Persluchtsysteem

Voor de werkluchtvoorziening was een compressor geïnstalleerd met een capaciteit van 169 N m³/h bij een druk van 8,6 bar.

(N m³/h = lucht van atmosferische druk in m³/h).

Deze compressor hield een luchtvat met een inhoud van 500 liter op druk. Het vat was aangesloten op een verdeelsysteem met de volgende werkluchtaansluitingen:

- 4 stuks gelijkmatig verdeeld over de machinekamer;
- 2 stuks in de machinekamer-werkplaats;
- 2 stuks in de hydraulische ruimte;
- 3 stuks in de dekwerkplaats;
- 1 stuks in de noodgeneratorkamer;
- 8 stuks gelijkmatig verdeeld over het hoofddek.

2.2.7.4 Ballastsysteem

Ten behoeve van het corrigeren van trim en slagzij van de Cardium was een lens-/ballastsysteem aangebracht. De slagzij en trim van de ponton konden op de algemene les-senaar worden afgelezen. Voor een indicatie van de tank-inhouden en plaats van de tanken in de Cardium zie figuur 17.

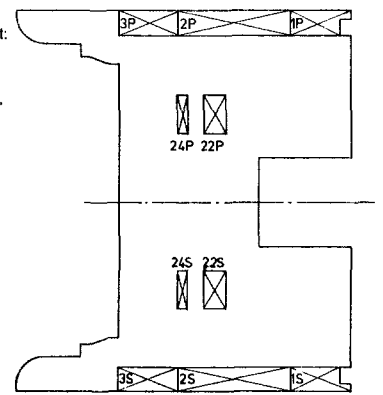
In de machinekamer en in de SB hydrauliekruimte was een lens-/ballastpomp aangebracht, elk met een capaciteit van 150 m³/h bij een opvoerhoogte van 25 mwk.

Er was voorzien in een snelballastsysteem om de slagzij op te kunnen heffen, die veroorzaakt kon worden als er tij-

Tanks

Een indicatie van de inhoud is als volgt:

Tank no.	Bestemming	Inhoud per tank ca.
3P	Ballast	350 m ³
3S	Ballast	350 m ³
3P	Ballast	300 m ³
1P	Ballast	300 m ³
1S	Ballast	700 m ³
2S	Ballast	700 m ³
24P	Drinkwater	84 m ³
24S	Drinkwater	84 m ³



Figuur 17 Positie ballasttanks

dens het afzinken van de mat een afzinkdraad zou breken. Hiertoe waren er in de vlakken van de tanken 2P en 2S op afstand bedienbare pneumatisch openende en sluitende vlinderkleppen aangebracht.

2.2.7.5 Dekwas-/brandblussysteem

In de machinekamer en in de stuurboord-hydrauliekruimte waren zelfaanzuigende centrifugaalpompom geïnstalleerd ten behoeve van het dekwassen en het blussen van branden, elk met een opvoerhoogte van 70 mwk. De pompen werden ter plaatste gestart en konden door de scheepsnetaggregaten, de havengenerator of de noodgenerator worden gevoed. In de jetpompkamer stond de noodbrandbluspomp. Deze had een capaciteit van 35 m³/h bij een opvoerhoogte van 70 mwk en werd direct door een dieselmotor aangedreven.

De brandalarminstallatie bestond uit:

- over het schip verspreide rookmelders;
- temperatuurmelders;
- handmelders en een brandmeldcentrale.

De brandmeldcentrale bevond zich in het bedieningshuis naast de toegangsdeur naar de surveyruimte.

2.2.7.6 Communicatiesysteem

In de interne communicatie was voorzien door een telefooninstallatie, een retourluidspreker-installatie, megafoons en een gesloten TV-circuit en testverbindingen. In de externe communicatie was voorzien door een VHF-marifooninstallatie, een mobilfooninstallatie, een autotelefoon en portofoons.

2.2.7.7 Navigatiesysteem

Voor de navigatie/plaatsbepaling waren de volgende installaties aanwezig:

1. Set dagseinen
2. Navigatielichten
3. Gyro-installatie
4. Stroomsnelheidsmeter
5. Z-meting
6. Zoeklichten
7. Fluit
8. Klok
9. Kijkers (2 stuks, 7 x 50)
10. Stopwatches (2 stuks).

2.2.7.8 Survey wal-/boordsysteem

Het surveysysteem bepaalde uit met de hand ingevoerde gegevens en meetwaarden de nodige informatie om een

werkproces uit te kunnen voeren. Deze informatie werd gepresenteerd, geregistreerd en gebruikt voor besturing. Verder waren een aantal hulpfuncties aanwezig zoals ijken, verwerken en monitoring.

De survey-installatie had een primair en een stand-by systeem. Voor het geval dat er een defect optrad in het primaire systeem kon door omschakeling het stand-by computersysteem de taak van het primaire systeem direct overnemen. Na het overgaan op het stand-by systeem vond geen tape-registratie meer plaats.

Voor uitgebreide surveygegevens zie deelnota 3.

3. Hulpmaterieel

3.1 Mattenrollen

Met de keuze van de geprefabriceerde fundering en de Cardium als mattenlegger, was tevens de keus gemaakt ten aanzien van de "handling" en het transport van de matten. Dit laatste moest plaatsvinden door middel van twee drijvende transportrollen, ieder geschikt voor een matgewicht van ca. 70.000 kN. In verband met de consequenties voor het ontwerp van de Cardium zijn in een vroeg stadium de belangrijkste afmetingen (diameter matten- en kabeltrommel) vastgelegd en de hoofdprincipes voor het bevestigen en ontkoppelen van de mat aan de rol.

Nadat het Cardium-bestek definitief was, kon het ontwerp van de mattenrollen worden afgerond.

3.1.1 Programma van eisen

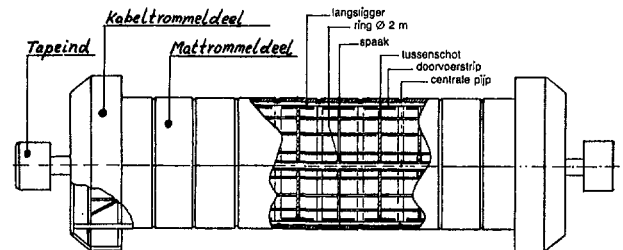
Het programma van eisen waaraan de mattenrol moest voldoen was gebaseerd op de volgende punten:

- dusdanige afmetingen dat in beladen toestand (droog gewicht mat + balken max. 70.000 kN) de diepgang niet meer bedroeg dan 11,00 m;
- voldoende sterk waardoor de rol als drijvend transportmiddel nog bij windkracht 7 op zee kon verblijven;
- voldoende sterk zodat een ondermat in zijn totaliteit vanaf de diepste ligging op de bodem van een stroomgeul kon worden teruggewonnen;
- voorzien zijn van een ballastsysteem waarmee door middel van een eenvoudige uitwendige bediening de rol in de gewenste standen voor respectievelijk transport en aan- en afkoppelen van draden gebracht kon worden;
- eventueel door middel van vaste ballast, moest dusdanig gebalanceerd kunnen worden dat de maatgevende onbalans zo klein mogelijk zou zijn. Een hellingproef was verplicht;
- voorzien zijn van een (water)hydrauliek-systeem waarmee een negental strekcilinders voor de staartbalk tijdig en blijvend geactiveerd kon worden;
- voorzien zijn van 2 tappen waarin aparte lagere, die respectievelijk een continu kracht van 3000 kN radiaal plus 600 kN axiaal en een stootkracht van 8000 kN radiaal of axiaal konden opvangen;
- voorzien zijn van de nodige trekogen en hulpcilinders om kop- en staartbalk tijdens transport te kunnen borgen.

3.1.2 Beschrijving mattenrol

De hoofdonderdelen van de rol waren (zie figuur 18):

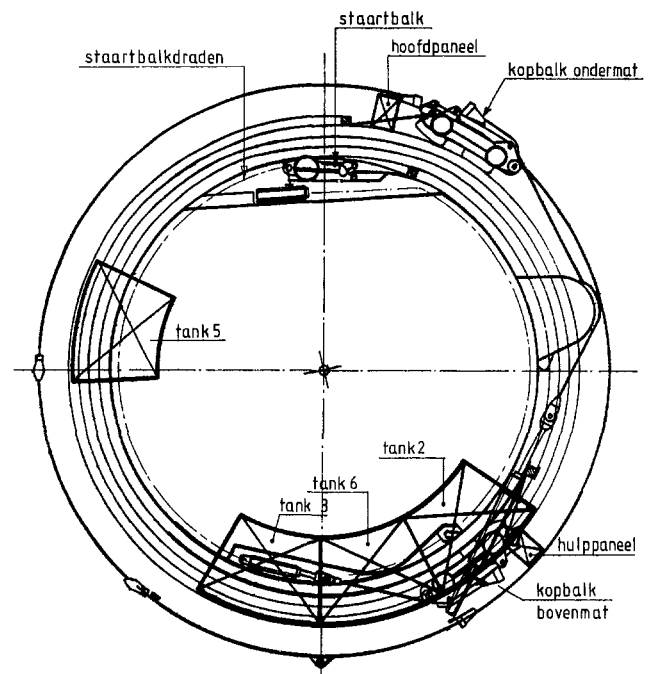
- twee kabeltrommeldelen waarover, voor het wentelen



Figuur 18 Mattenrol

- van de rol, de wentel- en afzinkdraden liepen;
- het mattrommeldeel, waar de mat en/of de zinkbalken geplaatst werden;
- twee tapeinden voor steun tegen de afmeerinrichting in de beun.

Elke kabeltrommel bevatte vier tanks voor het al of niet opnemen van waterballast voor de onbalans van de rol, waarvan de kleppen met behulp van waterhydrauliek werden bestuurd. Omdat één tank zich schuin tegenover de



Figuur 19 Rolvoorzieningen

drie aaneengebouwde tanks bevond, waren de twee bedieningspanelen aan de binnenzijde van de rol zodanig aangebracht dat de tank die zich onder water bevond, altijd boven het waterniveau bediend kon worden (zie figuur 19). Het mattrommeldeel bevatte over de volle lengte een afplating, de zogenaamde staartbalknis, voor het plaatsen van de staartbalk. Parallel aan de nis bevond zich een diepere nis waarin de spancilinders voor de staartbalkdraden lagen (zie figuur 19). De bediening geschiedde met behulp van waterhydrauliek via de genoemde panelen.

Over de trommelomtrek waren op gelijke afstanden 9 nissen, voor de geleiding van de staartbalkdraden van genoemde spancilinders naar de staartbalk, aangebracht. Op dit trommeldeel bevonden zich verder nog twee nissen voor de borgcilinders voor de kopbalk van boven- en ondermat. Alle borgcilinders werden vanuit genoemde panelen met behulp van waterhydrauliek bestuurd. Naast de tapeinden bevonden zich op beide kabeltrommeldelen bolders en sleepbordessen. Aan de tapeinden zelf waren geen voorzieningen aangebracht.

3.1.3 Afmetingen en gewichten (zie figuur 18)

Lengte totaal	65,20 m
Lengte over mattentrommelgedeelte	46,00 m
Lengte over kabeltrommelgedeelte	5,40 m
Lengte roltapeinden	4,20 m
Diameter mattentrommelgedeelte	15,00 m
Diameter kabeltrommelgedeelte	20,00 m
Diameter roltapeinden	3,15 m
Massa rol leeg	20.050 kN
Diepgang rol (geballast in stabiele transportsituatie)	ca. 5,80 m
Diepgang rol beladen met korte mat	ca. 7,30 m
Diepgang rol beladen met lange mat	ca. 10,80 m
(N.B. Diepgang gemeten vanuit onderkant kabeltrommel R=10m).	
Diepgangmerken waren op de buitenwand van elke trommel aangebracht.	

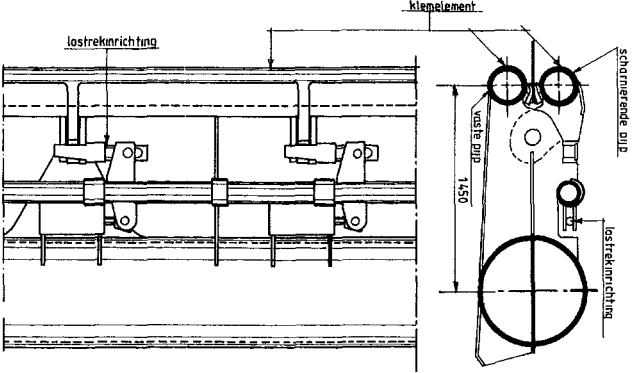
3.2 Zinkbalken

Om de mat op de rol te kunnen brengen en op de plaats van bestemming af te kunnen zinken, werden aan beide einden van de mat terugwinbare zinkbalken aangebracht, de zogenaamde staart- en kopbalk.

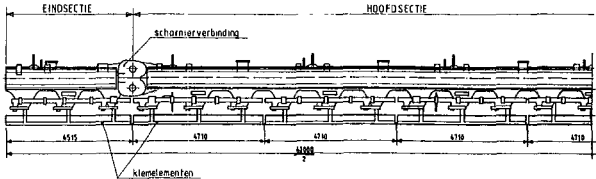
3.2.1 Staartbalk

- De staartbalk vormde door middel van de staartbalkdraden de verbinding tussen het mateinde en de transportrol. De ligger bestond uit:
- een hoofdsectie; een pijp van circa 33 m lang met 7 klemelementen;
 - twee aankoppelbare eindsecties van een pijp, elk circa 4,50 m lang met een klemelement;
 - een hydraulische losinrichting op de hoofdsectie.

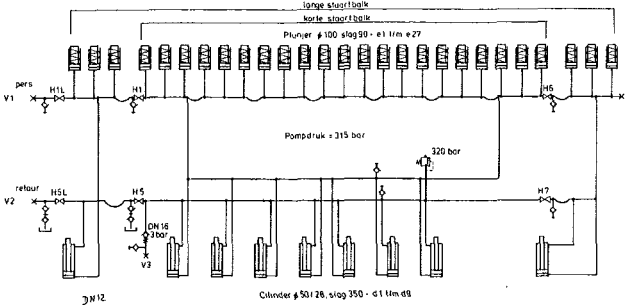
De klemelementen, elk circa 4,7 m lang, waren uit een vaste en een scharnierbare pijp opgebouwd, waartussen het aangegoten wigvormige mateinde werd geklemd in zogenaamde wiggenklemmen. De eindsecties werden met een scharnierverbinding aan de hoofdsectie gekoppeld. De constructie diende in hoofdzaak gedimensioneerd te wor-



Figuur 20 Staartbalk met mechanische lostrekinrichting



Figuur 21 Overzicht kleminrichting staartbalk



Figuur 22 Schema hydraulische losinrichting staartbalk

den op het gewicht (6000 kN) van een bijna volledig in het water hangende mat van circa 35 m lengte. De staartbalk was zowel geschikt voor onder- als voor bovenmatten door de twee aankoppelbare eindsecties.

Figuur 20 toont de mechanische lostrekinrichting. Figuur 21 toont het overzicht van de kleminrichting. Figuur 22 toont het schema van de hydraulische losinrichting.

Voor het leggen van een bovenmat bestond de staartbalk alleen uit een hoofdsectie (totaal gewicht ca. 700 kN) en voor het leggen van een ondermat uit een hoofdsectie met twee aangekoppelde eindsecties (totaal gewicht ca. 900 kN).

3.2.1.1 Afmetingen en gewichten (zie figuur 21)

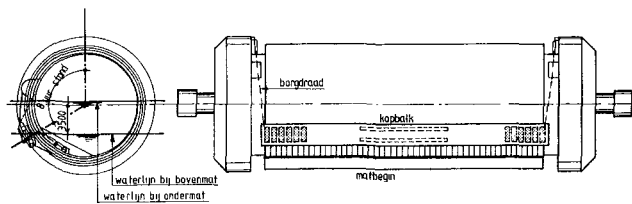
	Korte balk	Lange balk
Lengte	33 m	42 m
Gewicht	630 kN	830 kN
Aantal staartbalkdraden	7	9
Aantal klemelementen	7	9
Lengte aankoppelbare eindstukken		4,5 m
Gewicht aankoppelbare eindstukken		100 kN

3.2.2 Kopbalk

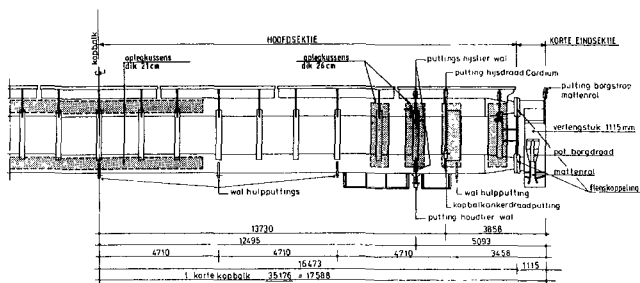
De kopbalk vormde de verbinding tussen het matbegin en de borgconstructie op de transportrol.

De ligger bestond uit:

- een hoofdsectie van 2 pijpen met verbindingsconstructies, circa 33 m lang met 7 omsingelingsklemconstructies, een hydraulische losinrichting en op de kopzijden een deel van de flenskoppeling;
- 2 aankoppelbare lange eindsecties van 2 pijpen met verbindingsconstructies, elk circa 4,90 m lang met een omsingelingsklemconstructie, 2 potten voor draagperen in verband met borgen op beladen of lege rol en een deel van de flenskoppeling;
- 2 aankoppelbare korte eindsecties van 2 pijpen met verbindingsconstructie, elk circa 1,2 m lang met 1 pot voor een draadpeer in verband met het borgen op beladen of lege rol en een deel van de flenskoppeling.



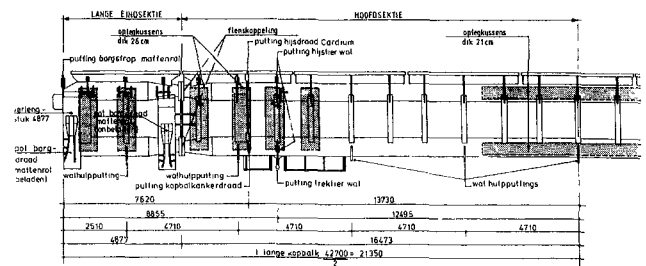
Figuur 23 Kopbalk in de geborgen "8 uur" stand



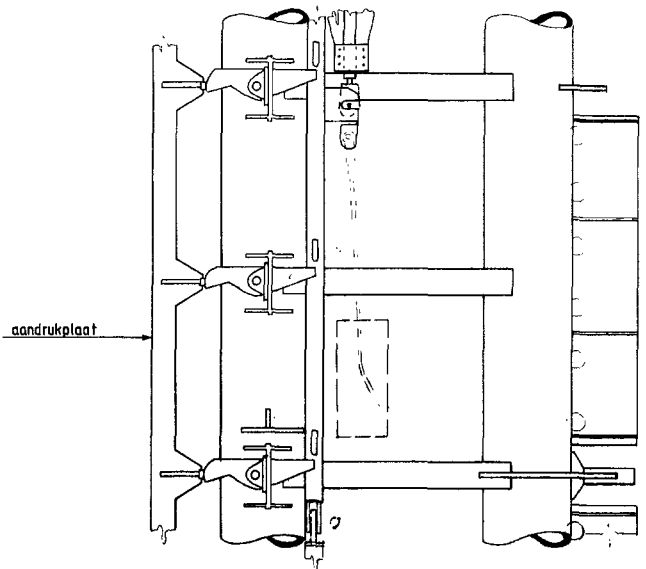
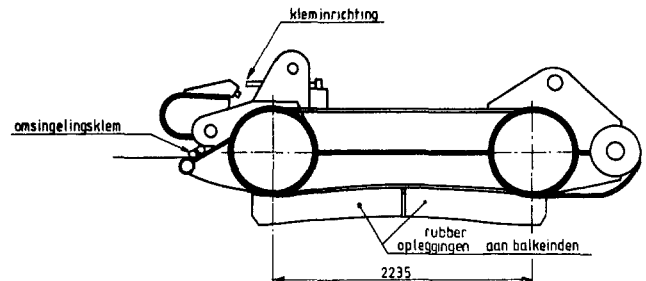
Figuur 24 Kopbalk bovenmat

De lengte van de omsingelingsconstructies was aan de baansamenstelling van de ondermat gerelateerd. Deze constructies waren samengesteld uit een pijp, een plaat en een op 3 punten scharnierende aandrukplaat. De flenskopelingen van de balksecties werden met voorspanbouten verbonden. De constructie werd gedimensioneerd op het belastingsgeval, op de geborgen "8 uur" stand op de rol (zie figuur 23). De krachten vloeiden voort uit de spankracht tijdens het oprollen, het eigen gewicht van de balk en het gedeelte van de mat, dat aan de kopbalk hing.

Een ander belastingsgeval kon ontstaan in de situatie, waarin de kopbalk kuilen in de bodem overspande. In dat geval werd de balk in zijn zwakke richting belast door de afhangende mat en het eigen gewicht van de balk. De uit het belastingsgeval volgende dimensies van de balk betekenden, dat de balk zo zwaar zou worden, dat de kraan van de loswal deze niet meer zou kunnen verplaatsen. Bij een kuildiepte van 1,50 m waren de balkafmetingen nog voldoende, zodat deze waarde voor de balk als randvoorwaarde gold. De kans op het voorkomen van kuilen onder de kopbalk is later geminimaliseerd door de hoogteligging ter plaatse vooraf te controleren en eventuele kuilen (dieper dan 1,50 m) met de Jan Heijmans uit te vullen.



Figuur 25 Kopbalk ondermat



Figuur 26 Kleminrichting omsingelingsklem

Ter voorkoming van matbeschadiging op de rol en op de afzinklocatie was de kopbalk aan de onderzijde van rubberen opleggingen voorzien. Na opgetreden schade aan maten werden deze opleggingen van afrondingen voorzien.

De kopbalk was zowel geschikt voor onder- als voor bovenmatten door de twee aankoppelbare respectievelijk lange en korte eindsecties.

Figuur 24 toont de kopbalk voor de bovenmat.

Figuur 25 toont de kopbalk voor de ondermat.

Figuur 26 toont de kleminrichting van de omsingelingsklem.

Voor het leggen van de bovenmat bestond de kopbalk uit een hoofdsectie met twee aangekoppelde korte eindsecties (totaal gewicht circa 900 kN) en voor het leggen van de ondermat uit een hoofdsectie met twee aangekoppelde lange eindsecties (totaal gewicht circa 1200 kN).

3.2.2.1 Afmetingen en gewichten (zie figuur 24 en 25)

	Korte balk	Lange balk
Lengte	35,18 m	42,7 m
Gewicht	870 kN	1100 kN
Koppelbalkankerdraden	2	2
Klemmenplaatnokken	21	21
Klemconstructies	7	9
Lengte verlengstukken		3,5 m
Gewicht verlengstukken		115 kN.

4. Hoofdprocessen Cardium

De hoofdprocessen van de Cardium bestonden uit:

1. dustpannen
2. afzinken ondermat
3. opschonen
4. afzinken bovenmat
5. verdichten
6. uitvoeren vlakheidsmetingen.

In de hierna volgende schematisering (zie figuur 27) is de procesvolgorde visueel weergegeven in relatie tot de Jan Heijmans (zie ook deelnota nummer 10).

4.1 Dustpannen

Uitgangspunt voor het dustpannen was de Oosterschelde-bodem zoals die was opgeleverd na het verdichten van de grondverbetering. Dit proces lag in tijd zover voor het dustpannen dat hier geen uitvoeringstechnische afhankelijkheid meer was. Het doel van het dustpannen was de bodem zo te bewerken, dat een bed werd gecreëerd waarop de ondermat kon worden gelegd. Dit ondermatbed moest aan de volgende eisen voldoen:

- binnen nauwe grenzen liggende diepte;
- binnen nauwe grenzen liggende vlakheid voor het pijlergebied;
- redelijke vlakheid van de overgangsgebieden (van het pijlergebied tot de bodembescherming);
- goede aansluiting op de ten oosten en ten westen liggende bodembescherming;
- goede overgang naar de naastliggende locaties (N-Z) die gelijk, hoger of lager konden liggen.

Om met name aan de eerste twee voorwaarden te kunnen voldoen werd het dustpannen in drie fasen verdeeld:

1. Grof dustpannen, fase I (GD I)

Het wegbaggeren van het bulkmateriaal tot 3 m boven het ondermatbedniveau in het pijlergebied en 1,5 m in de overgangsgebieden. De totale weg te baggeren dikte varieerde van ca. 3 m tot 8 m.

2. Grof dustpannen, fase II (GD II)

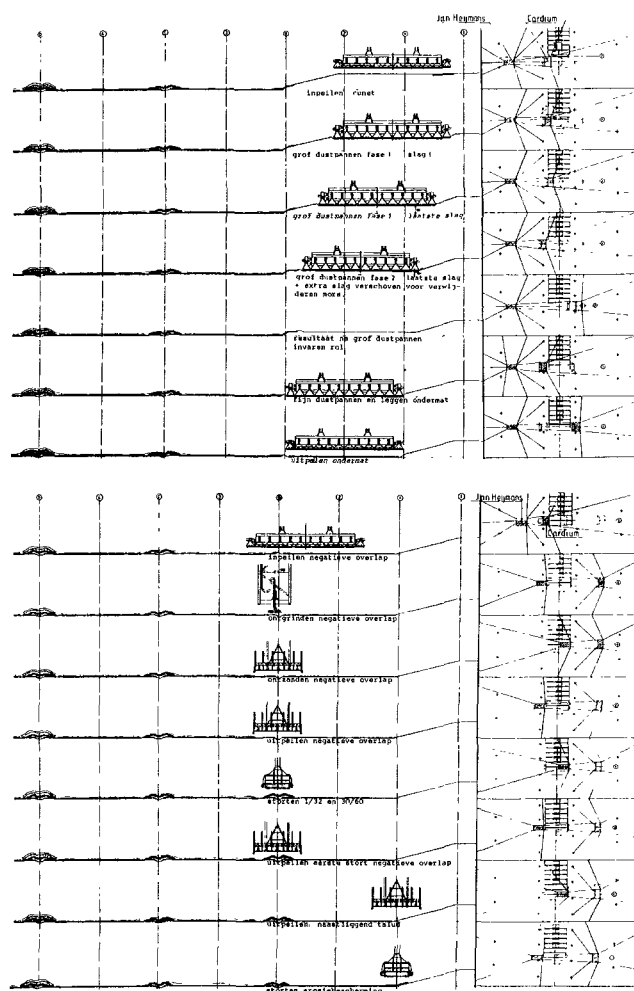
Het wegbaggeren van materiaal tot het ondermatbedniveau in de overgangsgebieden en tot 1,5 m boven dit niveau in het pijlergebied.

3. Fijn dustpannen (FD)

Het wegbaggeren van de laatste 1,5 m materiaal tot het niveau ondermatbed in het pijlergebied. Simultaan hieraan werd de ondermat gelegd.

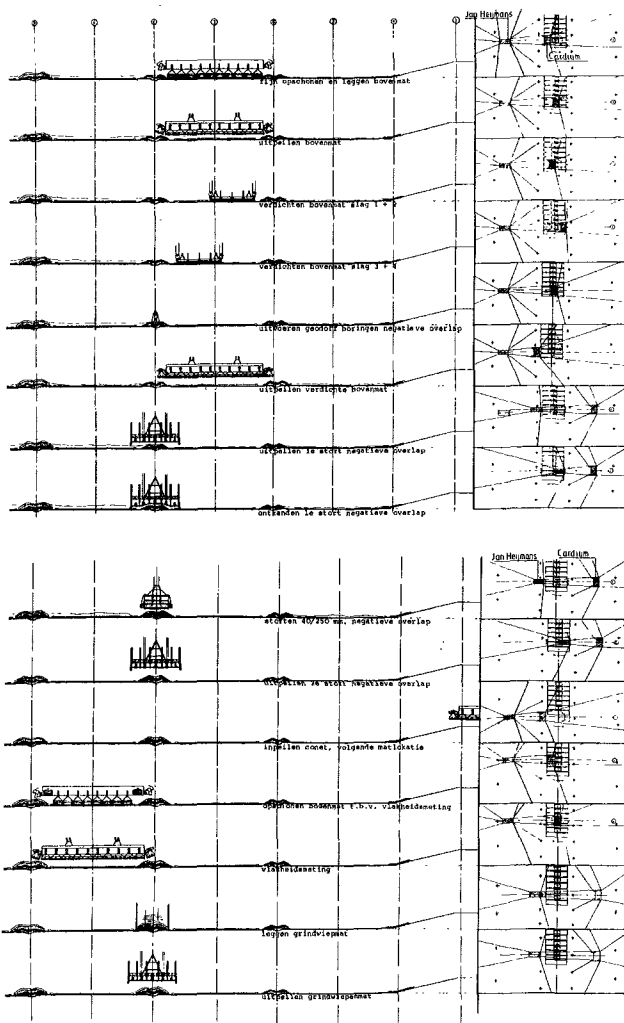
Vanuit het oogpunt van kwaliteit bestonden er geen voorwaarden voor de start van GD, fase I.

Grof dustpannen fase II mocht worden gestart indien er vrij



Figuur 27a Procesvolgorde

grote zekerheid bestond dat de opvolgende processen tot en met het storten van de eerste laag granulair materiaal in de ontstane negatieve overlap (negatieve overlap fase I), aansluitend konden plaatsvinden (zie figuur 28). Dit werd bepaald op grond van technische (mat op tijd gereed, Jan Heijmans op tijd beladen) en hydro-meteo voorspellingsgegevens (zicht, wind, golven, stroom). De startvoorwaarden voor de fijn dustpanfase waren in principe hetzelfde als bij GD fase II. Indien, nadat GD fase II was uitgevoerd, de fijn dustpanslag en het afzinken van de mat niet plaats konden vinden, diende het openliggende bed streng "bewaakt" te worden in verband met gevaar voor erosie. Als maatregel werd er altijd een splijtbak met erosiebe-



Figuur 27b Procesvolgorde

stendig materiaal (grind 30/60 mm) achter de hand gehouden, om het bed indien nodig af te dekken.

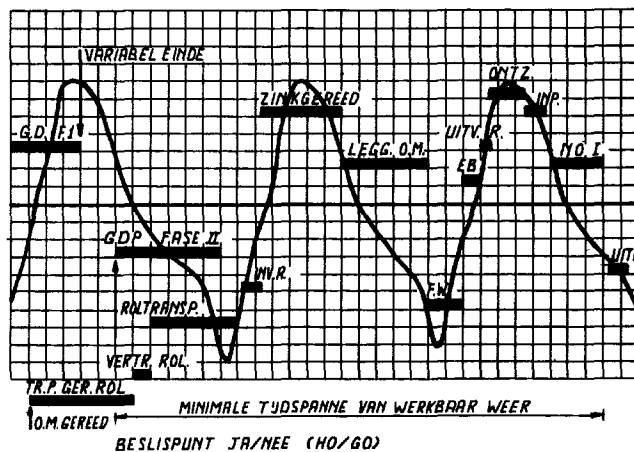
4.1.1 Ervaringen en aanpassingen

De vlakheid van het gezogen bed was beter dan men in eerste instantie verwachtte. Dit moge blijken uit de geringe toepassing van het leggen van een tegelmat. Dit is slechts op drie locaties noodzakelijk geweest, waarbij op één locatie de onvlakheid te wijten was aan vuil in de dustpankopen. Van de overige twee locaties is de oorzaak niet te achterhalen geweest.

Het aan de wal voorbereiden van het baggersnedeplan heeft goed gefunctioneerd, zeker nadat de in te vullen gegevens waren gestroomlijnd en geautomatiseerd. Het bleek toen mogelijk de productie "buiten" goed voor te blijven, zodat er sprake was van echte voorbereiding.

Er is geen éénduidige relatie bepaald tussen de vlakheid van het opgeleverde bed en de ingestelde baggerparameters. Het zou erg veel tijd en energie hebben gekost deze vast te stellen en dat was, gezien de meevallende resultaten, ook niet nodig.

Het is in de beginperiode van groot belang geacht te baggeren van "hoog naar laag" (geënt op de negatieve overlap). Na een wijziging in de werkmethode en verbreding van de zuigmond met een 0,5 m aan weerszijden bleek dit



Figuur 28 Planning werkzaamheden

niet meer noodzakelijk. De verbreding was mogelijk doordat de dwarsuitwijking van de zuigmond tijdens dustpannen belangrijk kleiner was dan verwacht. Door deze verbreding was het mogelijk in de stroomgeul Roompot van zuid naar noord en daarmee van laag naar hoog te werken.

De oorspronkelijke lengte van de drijvende leiding was zwaar overschat omdat de dimensionerende factor (dichtheidsstroom) niet optrad. Ook met de korte drijvende leiding kon het materiaal buiten het gebaggerde gebied worden gedeponneerd. De kwetsbaarheid van de drijvende leiding, in combinatie met de intensieve manier van behandelen, heeft er voor gezorgd dat het gebruik van de drijvende leiding tot een minimum is beperkt.

Bij het verkorten van de drijvende leiding en de daarbij nodig geachte verkleining van de doorstroombopening naar beneden is het gevaar voor erosie, als gevolg van vergrote impulsie, over het hoofd gezien. Er is dan ook (begin 1984) erosie opgetreden onder andere ten oosten van de locaties R27 en R28.

De baggerinstallatie was over het algemeen onderhoudsgevoelig (slijtage).

De waterdichtheid van de onderwatermotoren liet te wensen over. Gelet op het beperkte aantal draaiuren was het aantal daaruit voortvloeiende storingen zeer groot.

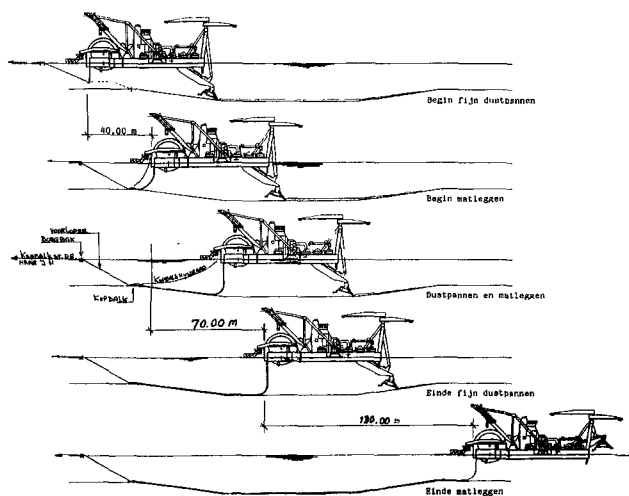
4.2 Afzinken ondermat

Onder het afzinken van de ondermat werd een procesgang verstaan, die in principe begon na het afmaken van de laatste grof dustpanslag op de matlocatie en met het invaren van de rol.

Het proces eindigde met het uitvaren van de lege rol uit de beun van de Cardium.

In totaal konden de volgende procesfasen onderscheiden worden:

1. Rol invaren
Dit vond plaats juist voor hoogwaterkentering voorafgaande aan de laagwaterkentering waarin de mat werd gelegd. Na het invaren werd de rol geborgd.
2. Gereed maken voor afzinken
Dit omvatte onder andere:
 - het koppelen van afzink- en wenteldraden, ten einde de rol in te spannen;



Figuur 29 Fijn dustpan-/matlegslag

- het ontborgen van de kopbalk nadat deze was verbonden met de kopbalkhijsdraden;
 - het bevestigen van kopbalkstuurdraden (afkomstig van Jan Heijmans);
 - het vullen of ledigen van de ballasttanks van de rol.
3. Kopbalkpositioneren
Tijdens het fijndustpannen moest, al verhalende, de kopbalk aan de grond worden gebracht (zie ook figuur 29).
Deze fase omvatte:
- het volgens een afzinklijn afzinken van de kopbalk;
 - het versneld aan de grond brengen van de kopbalk.
4. Mat afzinken
De ondermat werd rond de laagwaterkentering door de Cardium standaard van west naar oost gelegd. Een groot deel van het traject van het afzinken van de mat werd gelijktijdig uitgevoerd met fijndustpannen.
5. Staartbalkbehandeling
Dit bestond uit het boven water koppelen van het hydraulische systeem waarmee het ontkoppelmecanisme van de balk onder water werd bediend. Na het leggen van de resterende meters mat werd de staartbalk hiermee gelost om vervolgens opgehaald en op de rol geborgd te worden.
6. Terugwinnen van de kopbalk
Na het uitvoeren van een peilslag over de gelegde mat werd de kopbalk van de mat gelost en met de hijsdraden opgehaald en geborgd op de rol.
7. Transportgereed maken rol
Analoog aan het zinkgereed maken moesten diverse handelingen met draden worden uitgevoerd. Niet alleen het uitscheren van de rol, maar ook het terugdraaien van de draden op de lieren.
8. Rol uitvaren
Zodra er ruimte was in de cyclus werd de lege rol uit de beun weggehaald.

4.2.1 Ervaringen en aanpassingen

Tijdens de beginperiode van het leggen van de ondermaten gaf het primaire plaatsbepalingssysteem van de kopbalk problemen. Dit systeem bleek vooral bij geringe diep-

te niet nauwkeurig te werken. Desondanks is het verhalend positioneren van de kopbalk sterk meegevallen. In dwarsligging bleek de mat nog slapper dan was aangenomen. Het sturen van de mat werd volledig bepaald door de Cardium (i.c. de achterkant van de rol) en niet, zoals vooraf gedacht, door de stijve mat zelf.

Ten gevolge van hoge klemkrachten in de wigconstructies werkte de losinrichting van de staartbalken aanvankelijk niet. Door verzwaring van het hydrauliek van de losinrichting werd dit opgelost.

4.3 Opschonen

De Cardium was uitgerust met een opschooninstallatie om de matten schoon te kunnen zuigen. De belangrijkste opschoonactie was het zand- en eventueel grindvrij maken van de ondermat ten behoeve van het afzinken van de bovenmat. Vanuit het totale ontwerp van de kering gold hier een zeer strenge zandeis (maximaal toelaatbare zandlaagdikte tussen beide matten van 5 mm). Direct voorafgaand aan het afzinken van de bovenmat werd in dezelfde laagwaterkentering de ondermat schoon gezogen, zodat er minimale kans was op hernieuwde zandafzetting op de mat. Naast deze hoofdopschoontak werden matten ook zandvrij gemaakt om de kwaliteit van opvolgende processen te waarborgen, te weten:

- verdichten;
- pellen;
- inspecties.

Ten behoeve van deze processen werd alleen opgeschoond indien met behulp van sonaropnamen werd aangetoond dat er te veel zand op de betreffende mat lag.

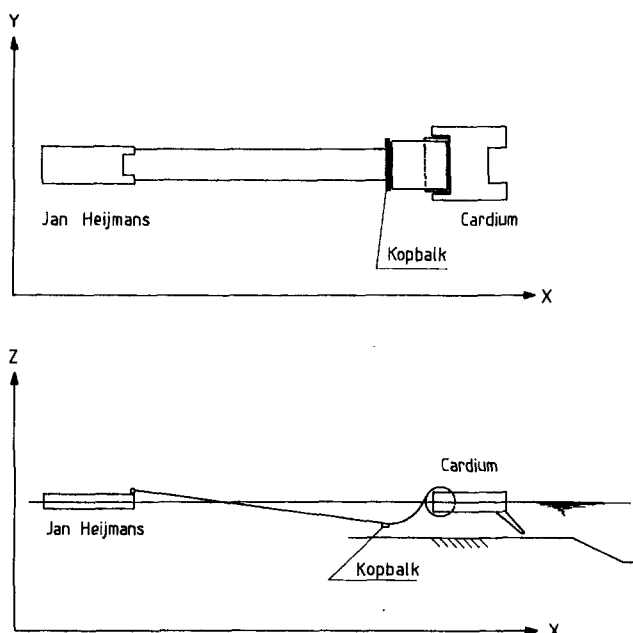
4.3.1 Ervaringen en aanpassingen

Naast de hoofdtak, opschonen ten behoeve van het afzinken van de bovenmat, waarvoor een zeer strenge eis "geen zand" gold, werd ook voor de processen verdichten, pellen en inspecties opgeschoond.

Na een wat mat-onvriendelijke start zijn zowel de installatie als de werkmethode enigszins aangepast.

Die delen van de koppen, die met de op te schonen mat in aanraking konden komen, zijn matvriendelijk gemaakt. De besturingsinformatie werd verbeterd, zodat de kans op verkeerd positioneren werd verkleind en de verhoogde opschoonslag werd ingevoerd, waarbij de opschoonkoppen circa 30 cm boven de mat bleven. Ten behoeve van tijdige waarneming van schade en voor beoordeling van het opschoonresultaat werden 10 TV camera's achter de opschoonkoppen geïnstalleerd. Het gebruik van camera's was een succes.

Door de breedte van de bestortingen van de negatieve overlap bleek aan de randen van het op te schonen gebied, ten behoeve van het leggen van de bovenmat, regelmatig grind te liggen. Ondanks het feit dat de koppen ontworpen waren voor het zuigen van basalt 40/210 mm bleek het niet mogelijk met deze koppen grind 30/60 mm te kunnen zuigen. Pas na uitgebreid modelonderzoek zijn de koppen zodanig aangepast dat hiermee grind en koperlakken 30/60 mm konden worden gezogen. Aanbevolen wordt om bij het ontwerp van dergelijke installaties de berekeningen te checken door het uitvoeren van modelonderzoek.



Figuur 30 Kopbalkpositionering

4.4 Afzinken bovenmat

Onder het afzinken van de bovenmat werd, analoog aan het afzinken van de ondermat, een procesgang verstaan, die begon met het invaren van de rol voor de fijn-op-schoonslag en eindigde met het uitvaren uit de beun van de Cardium.

Tussen het in- en uitvaren konden verschillende procesfasen onderscheiden worden. Daarvan waren het invaren van de rol, het zinkgereed maken en de rolhandeling exact gelijk aan de gevolgde werkmethode bij het afzinken van de ondermat.

Het afzinken van de bovenmat werd daarmee beheerst door de ten opzichte van het afzinken van de ondermat aangepaste kopbalkpositioneringsprocedure, het afzinken van de mat en de zandinspectie.

Voor de volledigheid worden alle procesfasen genoemd:

1. Rol invaren
2. Gereed maken voor afzinken
3. Fijn opschoonen
Van west naar oost moest in de fijnopschoonlaag het vlakke gedeelte van de ondermat zandvrij worden gemaakt.
4. Terugverhalen voor het positioneren van de Asterias
De Asterias was een apparaat, waarmee de ondermat vlak voor de te leggen bovenmat uit geïnspecteerd moest worden op de aanwezigheid van zand.
5. Kopbalk positioneren
Terwijl de Cardium verhaalde van de positioneringspositie van de Asterias naar de positie waarin de kopbalk geplaatst moest worden, werd de kopbalk via een afzinklijn naar de juiste locatie gebracht.
6. Afzinken kopbalk
Terwijl de Cardium stil lag werden diverse controles op de kopbalkpositie uitgevoerd. Na goedkeuring van de kopbalkpositie werd deze, door de rol af te wentelen, naar de bodem gebracht.
7. Mat afzinken
Nadat door het afrollen van de mat de juiste kromtestraal bereikt was, begon de Cardium te verhalen. De

verdere procedure ging analoog aan het ondermat afzinken met dit verschil, dat het afzinken onderbroken moest worden voor het ophalen van de Asterias wanneer deze het cunet aan de oostzijde had bereikt.

4.4.1 Ervaringen en aanpassingen

Voor het bepalen van de werkmethode voor het afzinken van de bovenmat is gebruik gemaakt van de ervaringen en de beschikbare gegevens voor het afzinken van de ondermat.

Naar aanleiding van het onderzoek naar de schade in de ondermat H13 (als gevolg van de breuk van één der kopbalkstuurdraden juist tijdens de kopbalkpositioneringsfase) bleek dat de Kevlarstuurdraden van de kopbalk tijdens het positioneren op de ondermatten terecht kwamen. Om dit te voorkomen werd daarna standaard gebruik gemaakt van een boegbak, die door een 60 m lange Kevlarvoorloper aan de kopbalk was verbonden.

Naar aanleiding van een tweede calamiteit (het voortijdig lossen van een mateinde uit de staartbalk) waarbij de gehele bovenmat moest worden opgeruimd, zijn de controle- en communicatieprocedures aangepast.

4.5 Verdichten

Met verdichten werd in het algemeen beoogd het materiaal een zodanige pakkingsdichtheid te geven, dat zetting in de eindfase zoveel mogelijk werd gereduceerd. Met materiaal wordt hier bedoeld het materiaal in de matten en de geroeerde achterblijvende grond als gevolg van het "dustpannen" (de mors). Met betrekking tot het verdichten van de mat was een belangrijk aspect het wegwerken van de holle ruimten tussen mat en ondergrond. Door het plaatsen van een verdichtingsplaat (trilmotor veroorzaakte verticale trilling) op de matten werd de beoogde pakkingsdichtheid verkregen.

Het verdichten kon in principe direct na het leggen van een mat plaatsvinden. Ook was het mogelijk dit te doen na het aanbrengen van de negatieve overlap, maar dan moest eerst een opschoon(jet)slag gemaakt worden. De mat moest ter voorkoming van beschadigingen van het bovendoek geheel vrij van grof korrelig materiaal (grind, stenen) zijn. Een beperkte aanzanding was toelaatbaar.

Achteraf werd een Portunus- of video-inspectie uitgevoerd om eventuele matbeschadiging te signaleren.

Wanneer er voor het verdichten van de gehele mat (vóór het storten van 40/210 mm) niet voldoende tijd beschikbaar was, kon worden volstaan met het verdichten van die mat helft waarlangs 40/210 mm gestort zou worden. De andere helft kon dan op een later tijdstip worden verdicht.

4.5.1 Ervaringen en aanpassingen

De geplande werkmethode van het verdichten is na de ervaringen in de proefperiode en met de gelegde matten in de aanvangsperiode in de Hammen grondig herzien en aangepast.

De voornaamste redenen hiervoor waren:

- optredende matbeschadigingen;
- afwijkende realisatie van de geplande constructie van de negatieve overlap;
- stroomsnelheidsbeperkingen in verband met krachten uitgeoefend op umbilical (navelstreng) en erosie van de negatieve overlap of de bodem naast de mat;

- matige werking van het plaatsbepalingssysteem (de USB-apparatuur);
- de beslissing om twee matten tegelijk te verdichten in plaats van onder- en bovenmat apart. Hierbij werd tegelijkertijd het te verdichten gebied verkleind;
- diverse "mechanische" wijzigingen in de uitrusting.

Omdat ondanks de uitgevoerde proeven de detaillering van de verdichtingsuitrusting grotendeels een "best guess" - oplossing was, zijn tijdens de werkperiode in de totale installatie nog een aantal aanpassingen aangebracht, te weten:

- aanbrengen van extra afgeveerde ballast op de platen;
- matvriendelijk maken van de onderzijde van de plaat (grotere afrondingen, kleinere gaten);
- aanpassen bevestiging draadlengtetellers;
- rekkers in de stuurdraden;
- installeren van trekkrachtmeetapparatuur in hijs- en stuurdraden;
- installeren van mechanische deiningscompensatoren (deico's) in de hijsdraden;
- verbetering van de regelmogelijkheden van de hydrauliekpompinstallatie;
- montage van een ander type toerenopnemers;
- installatie van een automatische toerenregeling;
- aanpassing van de versnellingsopnemers;
- wijziging in de constructie van de slangenbundels.

Alle aangebrachte wijzigingen en/of aanpassingen hebben in de praktijk hun waarde bewezen.

Procestechnisch heeft de verdichtingsinstallatie aan zijn doel beantwoord en is de vereiste kwaliteit van het werk steeds aangetoond.

4.6 Vlakheidsmetingen

De vlakheidsmeting was de uitpeiling van de verdichte bovenmat waarvan een hoge betrouwbaarheid werd geëist.

Het doel van de vlakheidsmeting was:

- het beschrijven van de hoogteligging van het funderingsbed waarop, na een rekenkundige bewerking, de beslissing kon worden genomen of er wel of geen tegelmat moest worden aangebracht;
- het leveren van gegevens voor het dimensioneren van de tegelmat.

De vlakheidsmeting diende tevens als referentie voor de opvolgende "bedrijven" (opschonen Macoma, Portunus, drempel enz.). De vlakheidsmetingen vonden na het verdichten plaats.

4.6.1 Ervaringen en aanpassingen

Na analyse van gerealiseerde en voorspelde pijlerstanden is gebleken, dat de vlakheidsmeting, wat nauwkeurigheid betreft, uitstekend heeft voldaan. Dit resultaat is behalve aan het meetsysteem ook te danken aan de uitgevoerde controlemethoden.

5. Samenwerking met de Jan Heijmans

Gezien de raakvlakken in werkzaamheden van de beide werkschepen tijdens de hoofdprocessen, was een goede samenwerking van essentieel belang.

Genoemd kunnen worden:

- functiewisseling; het “niet werkend” werkschip gelegen in de parkeerpositie, functioneerde als ankerponton;
- kopbalkpositionering; de kopbalk (evenaar) werd actief gestuurd door twee stuurdraden gekoppeld aan lieren op de Jan Heijmans (zie figuur 30).

Op die locaties waar slechts zeer lokaal ontzanding vereist werd (bijvoorbeeld voor duikinspecties) werd gebruik gemaakt van de ontzandingsinstallatie van de Jan Heijmans. Ook daar, waar met de brede opschooninstallatie moeilijk bij te komen was, zoals matten die reeds aan weerszijden door een volledig afgebouwde negatieve overlap waren ingesloten, werd van deze installatie nuttig gebruik gemaakt.

De oorspronkelijk opgezette theoretische werkcyclus voor het matleggen met de Cardium en het aansluitend storten van de negatieve overlap met de Jan Heijmans was niet realiseerbaar, ook niet na verzwaring van het verhaalsysteem van de Jan Heijmans. Gebleken is dat de werkcyclus veel meer moest zijn dan de optelsom van de tijdsduur van de afzonderlijke processen.

6. Documentatielijst

Doc = 34 Fund-N-85002
CARJANKWA-N-85003
Evaluatienota Funderingsbed Stormvloedkering
Oosterschelde.

Deelnota 13: Grindwiepenmattenlegger - Sepia

Inhoud

1	Inleiding	320
1.1	Algemeen	
1.2	Programma van eisen/randvoorwaarden	
2	Ontwerp grindwiepenmat	321
2.1	Algemeen	
2.2	Matconstructie	
2.2.1	Fleximat	
2.2.2	Wiepen	
2.2.3	Ontwikkeling matconstructie	
2.2.4	Definitieve matconstructie	
3	Grindwiepenmattenfabriek	323
3.1	Productieproces	
3.1.1	Wiepenproductie	
3.1.2	Matassemblage	
3.2	Installaties	
3.2.1	Fabriek	
3.2.2	Loswal	
3.2.2.1	Wentelcilinders	
3.2.2.2	Houdlieren	
3.2.2.3	Afmeerinrichting	
3.2.2.4	Knopenschuur	
3.3.	Materialen	
4	Beschrijving Sepia	327
4.1	Algemeen	
4.1.2	Afmetingen casco	
4.1.3	Installaties en accommodatie	
4.2	Mattenrol	
4.3	Zinkbalken	
4.3.1	Staartbalk	
4.3.1.1	Staartbalk, zoals toegepast in de Hammen	
4.3.1.2	Staartbalk, zoals toegepast in de Schaar van Roggenplaat en de Roompot	
4.3.2	Kopbalk	
4.3.3	Kophulpbalken	
5	Legproces	331
5.1	Werkschepen ten behoeve van Sepia	
5.1.1	Aanpassingen Jan Heijmans	
5.1.2	Aanpassingen Macoma/Dos I	
5.2	Transport Sepia	
5.3	Koppelen Sepia aan werkschepen	
5.4	Ontzanden	
5.5	Peilen	
5.6	Mat afzinken	
5.7	Controle	
6	Documentatielijst	333

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Voordat de funderingsmatten werden gelegd, werd duidelijk dat het losgestorte filter, de zogenaamde negatieve overlap (zie ook boek 2, deelnota6) tijdens de bouwfasen niet stabiel zou zijn.

Dit werd veroorzaakt doordat het losgestorte filter moest aansluiten op de gladde bovenkant van de ondermat, maar ook waren de stroomsnelheden hoger dan waarmee rekening was gehouden.

Uit een aantal mogelijkheden om deze instabiliteit te bestrijden is uiteindelijk gekozen voor een afdekking van het losgestorte filter met een gewichtsmat.

len ondergebracht bij het Macoma/DOS I - bedrijf (zie deelnota 14).

Het aanbrengen van de gewichtsmatten in de stroomgeul Roompot moest om (hydraulische-) stabiliteitsredenen, zo spoedig mogelijk plaatsvinden na het aanbrengen van de negatieve overlapbestorting en werd daarom uitgevoerd door de combinatie Cardium/Jan Heijmans.

1.2 Programma van eisen/randvoorwaarden

De gewichtsmat moest aan de volgende randvoorwaarden voldoen:

- hydraulisch:
voldoende waterdoorlatend en stroombestendig zijn;
- mechanisch:
de gekromde toplaag afdekken waarbij onvlakheden in dwars- en lengterichting konden worden gevolgd om transport van materiaal onder de mat, als gevolg van overtrekkende stroom, te voorkomen;
- bovengenoemde functies minstens één jaar kunnen vervullen;
- voldoende matlengte, zodat de gehele overlap, inclusief kopvlakken, kon worden afgedekt;
- matbreedte:
 - a) max. 1 m breedte van de teen van de overlap mocht onbedekt blijven;
 - b) voldoende smal zodat:
 - de mat niet op de bovenmat kwam te liggen;
 - de zuigkoppen van het afmeer- en opschoonpont MACOMA, tijdens opschonen voor het leggen van een tegelmat of het plaatsen van een pijler, de mat niet zouden raken.

Behalve ontwerptechnische eisen waren er ook uitvoeringstechnische eisen op te lossen.

Het afdekken van de negatieve overlap werd namelijk qua tijd kritischer naarmate de werkzaamheden in de stroomgeulen vorderden (profielvernauwing).

De gewichtsmatten in de stroomgeulen Hammen en Schaar van Roggenplaat moesten zijn aangebracht vóór het plaatsen van de pijlers.

Omdat de werkzaamheden van het werkschip de Jan Heijmans (in combinatie met de Cardium) in de stroomgeulen Hammen en Schaar van Roggenplaat uiterst kritisch waren voor de voortgang van het totale project werd het leggen van de gewichtsmatten in die twee stroomgeu-

2. Ontwerp grindwiepenmat

2.1 Algemeen

Omdat de noodzaak daartoe pas in een laat stadium werd onderkend was voor de nodige verkenning van de diverse mogelijkheden van de matconstructie slechts geringe tijd beschikbaar.

De voorwaarden uit het programma van eisen hebben geleid tot een gewichtsmat, de grindwiepenmat ofwel Noma (Negatieve Overlap Mat) genoemd. De afmetingen waren 200 x 13,5 m voor de stroomgeul Hammen en 220 x 13,5m voor de stroomgeul Schaar van Roggenplaat en Roompot. Vanwege het aantal matten en de berekende productiesnelheid van 36 uur per mat, werd gekozen voor een semi-industriële aanpak van het fabricageproces.

Voor het transport naar de locatie en het leggen van de grindwiepenmat werd een speciaal vaartuig ontwikkeld, de "Sepia" genaamd (latijn voor Inktvis), die werd gekoppeld aan het op de juiste positie verankerde werkschip de Jan Heijmans of de combinatie Macoma/DOS I (zie figuur 1, A respectievelijk B).

2.2 Matconstructie

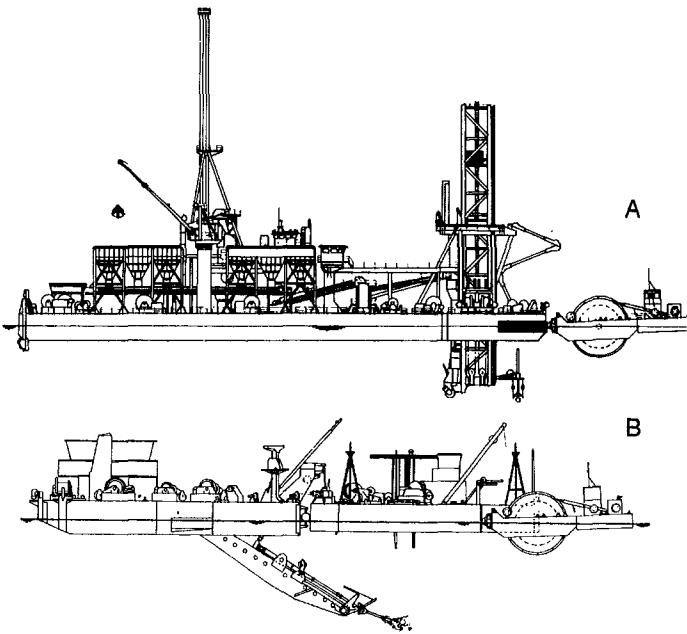
2.2.1 Fleximat

Naast de sterkte van de grindwiepenmat, die bepaald werd door de trekkrachten tijdens het oprollen vanaf de loswal, kostte ook de waterdoorlatendheidseis en vooral de slijtage op de wal tijdens het oprollen de nodige hoofdbreken. Uit proeven met diverse alternatieven werd uiteindelijk de zogenaamde fleximat (zie figuur 2 en 3) als drager in het definitieve ontwerp gekozen.

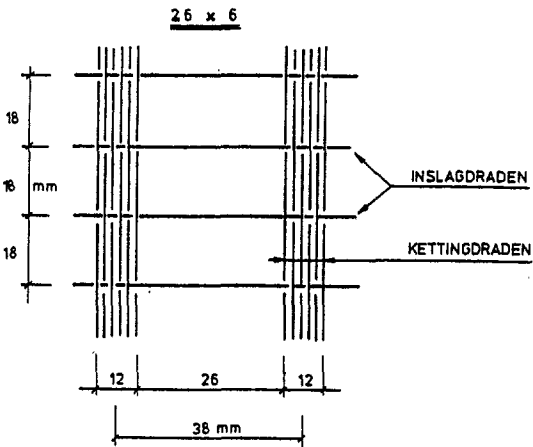
Deze fleximat bestond uit acht banen geweven verzinkte staaldraden, waarvan de langsranden met rubber aan elkaar waren ge vulcaniseerd en de kopeinden voorzien waren van een met rubber ge vulcaniseerde stalen plaat (zie foto 1).

2.2.2 Wiepen

Op de matdrager werden op gelijke afstanden "wiepen" bevestigd. Deze wiepen waren samengesteld uit versterkt kippengaas dat met granulaire materialen werd gevuld en zodanig kon vervormen dat een rol ontstond. De wiepen hadden een doorsnede van 0,25 m en lengtes van 0,9 m x 1,8 m en 3,6 m en werden met sjorringstouwen (van polypropyleen) en stalen klemhaken in "halfsteenverband" op de matdrager (fleximat) bevestigd.

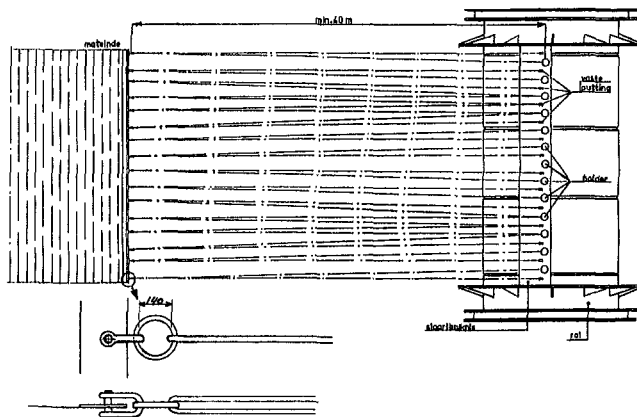


Figuur 1 De Sepia gekoppeld aan de Jan Heijmans (A) en de Macoma/DOS I (B).



Constructie:	3 snaren ϕ 0,6 mm.	
Diameter:	1,29 mm (3 snaren)	
Breuklast:	1840 N (trek)	
Elast. modulus:	190.000 N/mm ²	
Weefsel dikte:	3,9 mm	
Gewicht (zonder rubberstroken):	12,5 N/m ²	
	ketting	inslag
Dichtheid	130 draden/m'	56 draden/m'
Ingebouwde sterkte	240 N/mm'	102 N/mm'

Figuur 2 Matdrager (fleximat)



Figuur 3 Verloop polypropyleendraden tussen rol en mat-einde

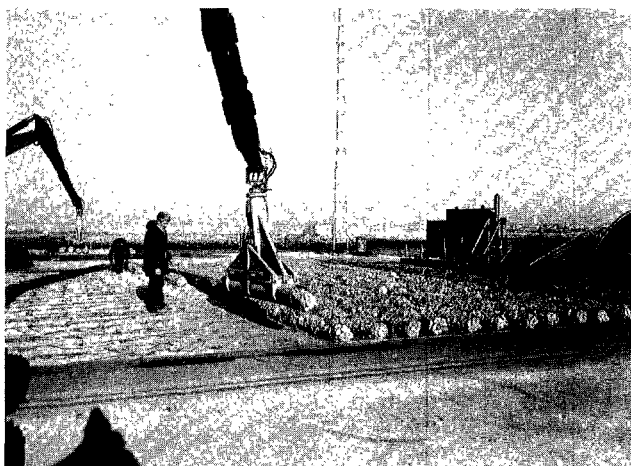


Foto 1 Fleximat

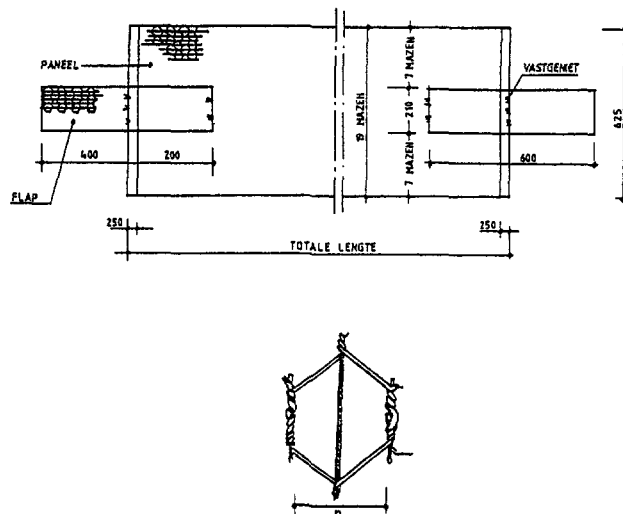
2.2.3 Ontwikkeling matconstructie

De vervorming van de mat bij het oprollen en het einde van de afzinkcyclus stelden bijzondere eisen aan de verbinding mateinde-rol. Dit heeft geleid tot de toepassing van polypropeendraden die, vanuit een nis op de rol, via een rolverbinding aan het mateinde terug in de nis werden gekoppeld (zie figuur 3).

Voor de stabiliteit op de rol en het positioneren bij het begin van het afzinken was een hulpstuk in de vorm van een kopbalk noodzakelijk. Omdat echter op de DOS I en Jan Heijmans voor zo'n balk de benodigde hulpmiddelen niet aanwezig waren, werden beide functies verenigd in een verzwaarde kopwiep. Voor wat betreft het positioneren was dit voldoende, omdat de benodigde positionerings-nauwkeurigheid niet groot was.

Aan de mat werden daarom gekoppelde kopwieken van voldoende zwaarte aan elkaar bevestigd.

Voor het schrikfeet (de plotselinge belastingstoename als gevolg van het strak trekken van het mateinde op de rol in de laatste winding bij het afzinken) waren op de rol geen extra voorzieningen aangebracht. In de mat zelf was hiervoor de nodige reserve opgenomen.



Figuur 4 Versterkt wiepengaas

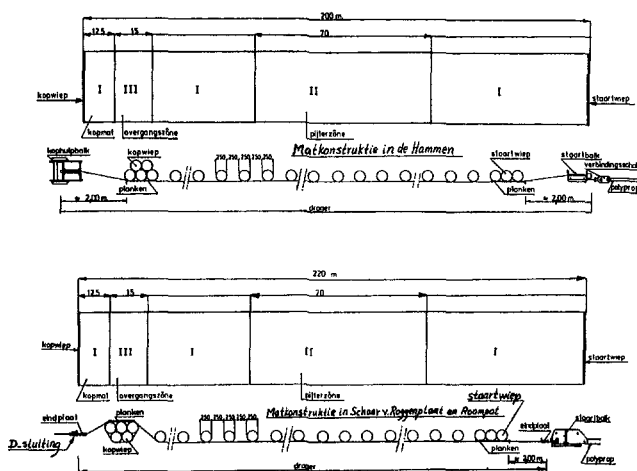
Om corrosie tegen te gaan, werden eisen gesteld aan het verzinken van de matdrager, het wiepengaas (zie figuur 4) en de wiepenbevestigingshaken (doc. 1).

Gesteld werd dat:

- de sterkte van de fleximat op de rol gedurende een periode van 4 weken gewaarborgd moest blijven;
- de sterkte na het afzinken, na 1 jaar nog $\geq 25\%$ van de oorspronkelijke sterkte moest zijn;
- de eindverbindingen geen nadelige invloed mochten hebben op de corrosie van de drager.

2.2.4 Definitieve matconstructie

Omdat het ontwerp en de bouw van de definitieve zinkbalken tijd vergden en een aantal fleximatten reeds geproduceerd en geleverd was, werd besloten de matten in de Hammen met de oorspronkelijke lengte (200 m) en tijdelijke hulpbalken af te zinken. De matten in de Schaar van Roggenplaat en Roompot zijn uiteindelijk met de aangepaste lengte (220 m) en de definitieve balk gelegd. In figuur 5 is de ontwikkeling van de matconstructie weergegeven.



Figuur 5 Ontwikkeling matconstructie

3. Grindwiepenmattenfabriek

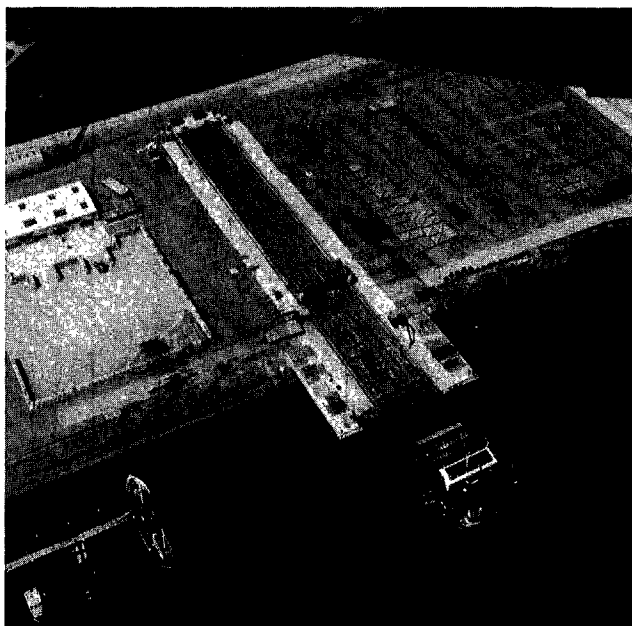


Foto 2 Overzicht grindwiepenmattenfabriek

3.1 Produktieproces

De productie van de matten vond plaats in de Sophiahaven (nabij Wissenkerke op Noord-Beveland) op een 125 m lange, met staalplaten beklede betonvloer ("zate") gelegen tussen de voorkant van de loswal en de opstelling van de houdlieren (zie foto 2).

3.1.1 Wiepenproductie

Op het fabrieksterrein bevonden zich twee eenheden voor het wiepenproductieproces. Van het plaat aangevoerde wiepengaas werden korven gevouwen en deze werden vervolgens in één van de twee stalen kantelbalken (lengte 3,60m) geplaatst.

De kantelbak met de korven (één van 3,60 m, twee van 1,80 m of vier van 0,90m lengte) werden onder een trechter gereden en gevuld met granulair materiaal.

De trechter zelf werd via een opening in de wand van de hal gevuld door een loader. Deze was voorzien van een speciaal geconstrueerde bak, waarvan de lengte en de inhoud overeen kwamen met die van een 3,60 m lange wiep.

Na het vullen werd de kantelbak terug gereden. Het granu-

laire materiaal werd, indien nodig, gespreid en vervolgens werden de korven dichtgevouwen en met behulp van stalen klemmetjes gesloten.

Hierna werd de kantelbak gekanteld, de wiepen vielen op een rollenbaan en verlieten de produktiehal.

Buiten werd de wiep met een wiepentang opgepakt, met een loopkat op een platte wagen geladen en naar het wiependepot getransporteerd (zie figuur 6).

3.1.2 Matassemblage

Nadat de aangevoerde fleximat van de haspel over de gehele zate (met de knopenschuur) uitgerold en gespannen was, moesten in bepaalde patronen haken (Hammen) en later "clips" (Schaar van Roggenplaat en Roompot) worden aangebracht. Hiertoe moesten op bepaalde afstanden kleurdraden in de fleximat worden geweven.

Vervolgens werden aan de haken of "clips" voorgeknoopte sjierringstouwen gekoppeld (zie figuur 7).

Daarna werden door één of twee mobiele kranen, elk voorzien van een speciale wiepklaauw, de wiepen uit de wiep- produktiedepots op de fleximat geplaatst.

De wiepen werden ten slotte met de reeds aangebrachte sjierringstouwen aan de fleximat vastgeknoopt (figuur 8 en foto 3).

Omdat de zate van onvoldoende lengte was, moest de mat in delen geassembleerd en vervolgens opgerold worden.

Nadat het eerste gedeelte (120 m) van de mat was gemaakt moest de verbinding tussen de staartbalk en de Sepia tot stand worden gebracht. De overige 30 m moest voor het verzekeren van de stabiliteit op de loswal blijven liggen. Voordat het laatste gedeelte werd opgerold, moest de houdlierenbalk worden gemonteerd. Deze houdlierenbalk was door de schijvenbalk verbonden aan de houdlierdraden, zodat het mateinde gecontroleerd opgerold kon worden. Als de wiepenmat geheel was opgerold en de kophulpbalk in een mobiele kraan hing (sluitgat Hammen) werd de mat ontkoppeld door de drager door te knippen.

De matten voor de stroomgeulen Schaar van Roggenplaat en Roompot moesten worden ontkoppeld door de D-aansluitingen uit de stalen eindplaten terug te winnen.

Als laatste handeling moest de 5-delige wiep geborgd worden waarna de rol, indien nodig, teruggewenteld werd totdat de 5-delige wiep zich net boven de waterlijn bevond. Figuur 8 toont een overzicht van de hiervoor beschreven handelingen.



Foto 3 Bevestiging wiepen op Fleximat



Foto 4 Knopenschuur

3.2 Installaties

3.2.1 Fabriek

De wiepenmattenfabriek (zie foto 1), bestond uit de volgende gebouwen, installaties en terreinen:

- a. een overdekte produktiehal van circa 30 x 16 x 4 m, voor het vervaardigen van de wiepen;
- b. depots voor de granulaire materialen grind, staal- en koperslakken;
- c. een Romneyloods voor de opslag van diverse materialen;
- d. een staalconstructie voor de opslag van de dragerrollen;
- e. wiependepots nabij de loswal;
- f. zate;
- g. loswal.

3.2.2 Loswal

Voor het transport (oprollen) van de wiepenmatten was naast de fabriek reeds een loswal aanwezig, welke gelijkijdig met de bouw van de fabriek werd aangepast.

De loswal was opgebouwd uit de volgende onderdelen en installaties:

- een grondkerende constructie over 40 m lengte bestaande uit een verankerde stalen damwand met aan beide einden haaks erop aansluitende zijwanden, die in het talud eindigden;
- een op maaiveld hoogte op staal gefundeerde betonplaat met afmetingen circa 130 x 16 x 0,20 m, waarin twee kraanbanen aan weerszijden opgenomen waren. Tussen de kraanbanen was de betonnen plaat voor het transport van de mat over het gehele oppervlak met staalplaat bekleed;
- een op de damwand staande afrondingsconstructie;
- aan het andere eind van de 130 m lange plaat een betonfundatie voor het opstellen van twee houdlieren en een staalconstructie voor het afrollen van een dragerrol;
- een knopenschuur als overkapping van de zate, die over de kraanbaan vrijdbaar was;
- een bedieningsruimte voor de reeds genoemde lieren;
- een afmeerinrichting voor de rolponten;
- wegverhardingen naast de kraanbanen voor de mobiele kranen, die nodig waren voor het plaatsen van de wiepen op de uitgerolde matdrager.

3.2.2.1 Wentelcilinders

Voor het ronddraaien van de mattentransportrol werd gebruik gemaakt van op de Sepia opgestelde wentelcilinders. Hiertoe waren in de wangen van de rol op regelmatige afstanden nokken aangebracht, waarin de kop van de wentelcilinder geplaatst werd. Door de cilinders om beurten uit de nokken te lichten, respectievelijk te plaatsen (zoals de pedalen van een fiets), kon de rol linksom dan wel rechtsom gewenteld worden. Door toepassing van dit systeem behoeften geen wentellieren op de wal geplaatst te worden.

De cilinderdrukken werden in de bedieningsruimte van de Sepia afgelezen. De aandrijving van de cilinders was hydraulisch. De maximum trekkracht bedroeg 2000 kN/cilinder.

3.2.2.2 Houdlieren

Aan het einde van de matfabricagevloer (ook wel “zate” genoemd), waren twee lieren opgesteld. Deze lieren waren noodzakelijk om bij het einde van het oprollen het matbe-
gin op beheerste wijze naar de rol te leiden.

Om goed te kunnen functioneren, werden de draden van de lieren door middel van een hulpdraad aan elkaar gekoppeld en deze liepen tevens door een schijvenbalk. De schijvenbalk was op zijn beurt aan de houdlierenbalk gekoppeld. De maximale trekkracht bedroeg circa 300 kN/lier.

3.2.2.3 Afmeerinrichting

Voor het afmeren van de Sepia was een afmeerinrichting gebouwd. Deze afmeerinrichting bestond uit twee paar stalen palen, op circa 1,30 m uit de voorkant van de loswal. Deze palen waren voorzien van een stalen schot op de hoogte van de fendering van de Sepia.

De hart op hart afstand van de schotten bedroeg 24,25 m. De palen waren door stalen balken tegen de voorkant van de loswal afgesteund.

Een centreerinrichting was niet aanwezig. Het centreren van de Sepia gebeurde met ankerdraden aan bolders op de loswal.

3.2.2.4 Knopenschuur

De zate was van een mobiele knopenschuur (zie foto 4) voorzien, die in hoofdzaak dienst deed bij regenachtig weer. Hierdoor kon een hoge matproductie worden gehaald. Verder was de knopenschuur voorzien van enkele

stalen liggers voor het uitrollen van de matdrager vanaf de dragerrol.

De schuur was in vakwerk uitgevoerd; de kolommen stonden op twee wielstellen. Deze liepen over de kraanbaan-rails gelegen naast de zate. De afmetingen van de schuur waren circa 16 x 6 x 4 m. Voor het hijsen van de hulpbalk of een enkele wiep was een takel met een hefvermogen van 25 kN in het vakwerk opgenomen.

3.3 Materialen

Hier volgt een beschrijving van de belangrijkste gebruikte materialen.

Dragerweefsel I (fleximat)

Beschrijving: Aan elkaar ge vulcaniseerde banen van verzinkt geweven staaddraden.

Functie: Opnemen belastingen en vasthouden toplaag negatieve overlap.

Sterkte eis: Buitenbanen: 200 kN/m'.
Middenbanen: 170 kN/m'.

Levering: 200 m lengte op stalen rollen $\varnothing$ 609,6 mm.

Gewicht: 0,2 kN/m' matlengte; totaal gewicht inclusief rol 75 kN.

Opslag: Op stalen oplegstoelen.

Evolutie: Uitgangspunt matopbouw was:
– wiepen $\varnothing$ 25, hart op hart 50 cm (op de randen)
– wiepen $\varnothing$ 25, hart op hart 100 cm (op het matmidden).

Door de later veranderde matopbouw is het alleen in de stroomgeul Hammen toegepast.

Dragerweefsel II (fleximat)

Beschrijving: Aan elkaar ge vulcaniseerde banen van verzinkt geweven staaddraden.

Functie: Opnemen belastingen en vasthouden toplaag negatieve overlap.

Sterkte eis: Alle banen: 180 kN/m'.

Levering: 200 m lengte op stalen rollen $\varnothing$ 609,6 mm.

Evolutie: Uitgangspunt matopbouw herzien naar:
– wiepen $\varnothing$ 25, hart op hart 50 cm over de gehele mat.
Is in de stroomgeulen Schaar van Roggenplaat en Roompot toegepast.

Drager uit strengen $\varnothing$ 12 mm

Beschrijving: Stalen strengen $\varnothing$ mm hart op hart, 500 mm met daarop wiepen gekoppeld.

Functie: Opnemen belastingen en vasthouden toplaag negatieve overlap.

Sterkte eis: 200 kN/m'.

Levering: 27 stuks $\varnothing$ 12 mm, lang 30 m.

Gewicht: 0,24 kN/m' matlengte.

Opslag: Opgeslagen op afgesneden lengten.

Wiepengaas

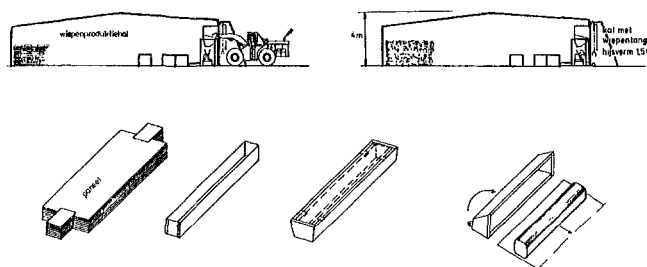
Beschrijving: Hexagonaal zeshoekig geweven verzinkt staaddraad.

Functie: Het bijeenhouden van de wiep vulling.

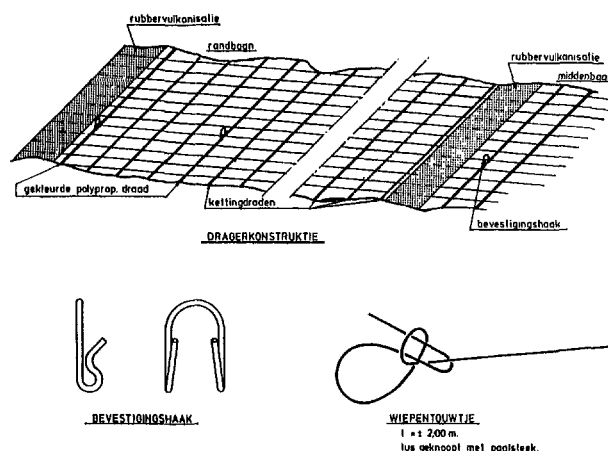
Sterkte eis: 400 à 600 N/mm².

Levering: Vlakke panelen, voorzien van twee aangebrachte kopflappen (zie figuur 4 en 6).

Aanvoer: Plat in drie (wiep) lengten.



Figuur 6 Productie wiepen



Figuur 7 Detail grindwiepenmat

Wiepenkorfclips

Functie: Het sluiten van de wiepkorf (gaas).

Grind 40/130 mm

Beschrijving: Granulaire wiep vulling.

Functie 1: Ballastgewicht voor de stroombestendigheid van de negatieve overlap tijdens de bouw fase.

Functie 2: Passen in filteropbouw.

Staalslakken (120/130 mm)

Beschrijving: Granulaire wiep vulling voor de kopmat.

Functie: De wiepen het vereiste gewicht op de rol te geven.

Evolutie: Voor stabiliteit op de rol was het noodzakelijk de wiepen van de kopmat van een zwaardere vulling te voorzien.

Koperslakken (30/60 mm)

Beschrijving: Granulaire wiep vulling voor kop- en staartwiepen.

Functie: De wiepen aan de matkopranden de benodigde stroombestendigheid op de negatieve overlap te geven.

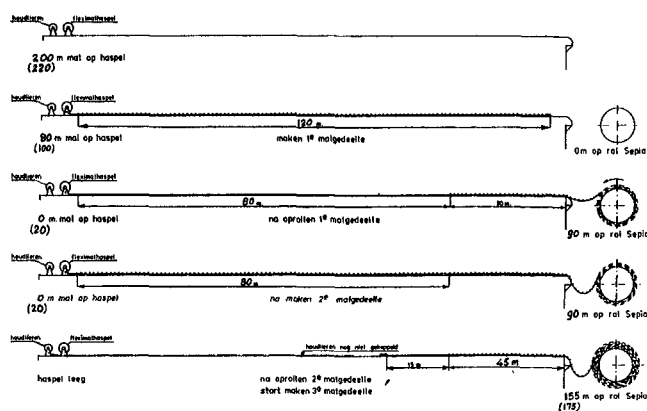
Evolutie: Voor stabiliteit op de rol en begin afzinken was het voor de ondiepe locaties noodzakelijk de wiepen van de kopmat van een zwaardere vulling te voorzien.

Wiepbevestiging (twee types)

Beschrijving: Verzinkte haken of klem.

Functie: Koppeling wiep aan fleximatdrager (haken).

Sterkte-eis: Koppeling aan stalen matdrager (klem) 1,5 kN.



Figuur 8 Overzicht assemblage en oprollen grindwiepenmat

Wiepbevestiging

Beschrijving: Verzinkte klem bij strengen $\varnothing$ 12 mm.

Functie: Koppeling wiep aan matdrager.

Sterkte-eis: 1,5 kN.

Evolutie: Klemmen voor strekken $\varnothing$ 12 mm voor extra mat.

Polypropyleen $\varnothing$ 12 mm

Functie: Verbinding wiep aan matdrager.

Sterkte-eis: 2 kN.

Strop $\varnothing$ 6 mm

Functie: Verbinding wiep aan streng $\varnothing$ 12 mm (matdrager - extra mat).

Sterkte-eis: 2 kN.

Houten plank

Functie: Verstijvingsconstructie voor de kop- en staartwiepen voor stroombestendigheid op de negatieve overlap.

Houten bordje

Beschrijving: Bordjes op wiepen van matlangsranden, waarop matcoördinaten stonden aangegeven.

Functie: Bepalen matlengte tijdens afzinken en aangeven coördinaten voor onderwaterinspectie.

Draadklem op streng $\varnothing$ 12 mm

Beschrijving: Onderdeel eindverbinding mat.

Functie: Bevestiging strenggeinden aan strengen.

Sterkte-eis: Gelijk aan de sterkte van een streng.

Polypropyleendraad $\varnothing$ 36 mm

Functie: Verbinding tussen staartbalk en rol.

Sterkte-eis: 150 kN.

Polypropyleendraad $\varnothing$ 24 mm

Functie: Verbinding tussen matbegin (kopmat) en houdlierenbalk bij het oprollen.

Sterkte-eis: 75 kN.

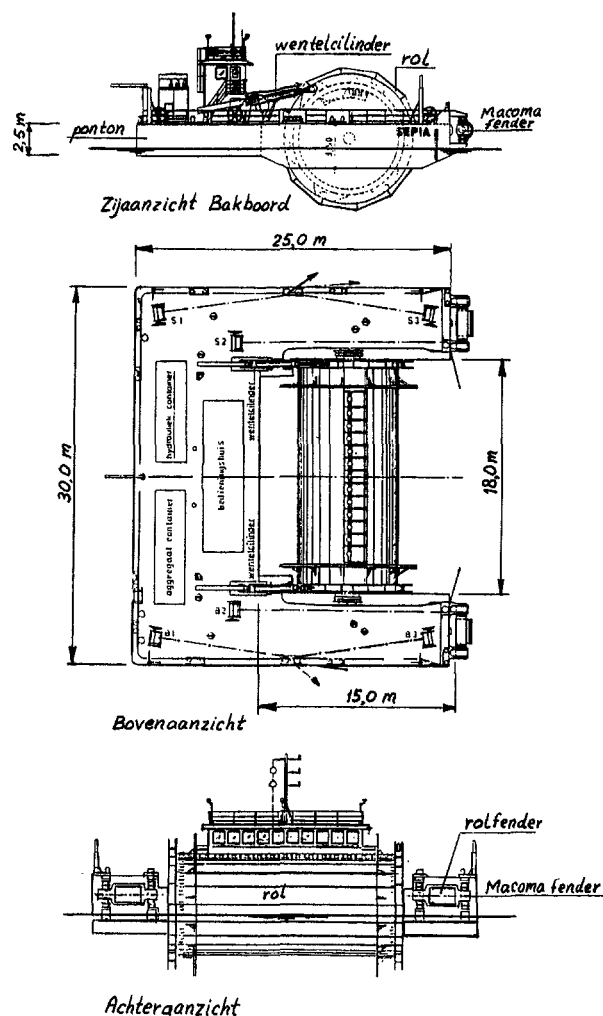
4. Beschrijving sepia

4.1 Algemeen

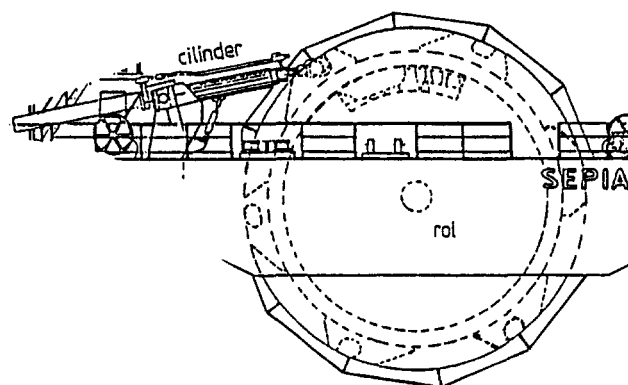
De Sepia was een U-vormig ponton. De beun bevatte een rol, die in tegenstelling tot de rollen van de Cardium en de DOS I een integraal onderdeel vormde van de Sepia, waardoor het transport van de mat (op de rol) met de ponton plaatsvonden.

De hoofdfuncties waren:

1. het oprollen van wiepenmatten;
2. het transport van wiepenmatten van de Sophiahaven naar de afzinklocatie in de stroomgeul;
3. het afzinken van wiepenmatten.



Figuur 9 Sepia



Figuur 10 Wentelcilinder Sepia

4.2.1 Afmetingen casco (zie figuur 9)

Lengte:	25 m
Breedte:	30 m
Holte:	2,50/3,50 m
Diepgang bij lege rol:	1,00 m
Diepgang bij beladen rol:	2,50 m
Beun:	15 x 18,50 m ² .

4.1.3 Installaties en accommodatie

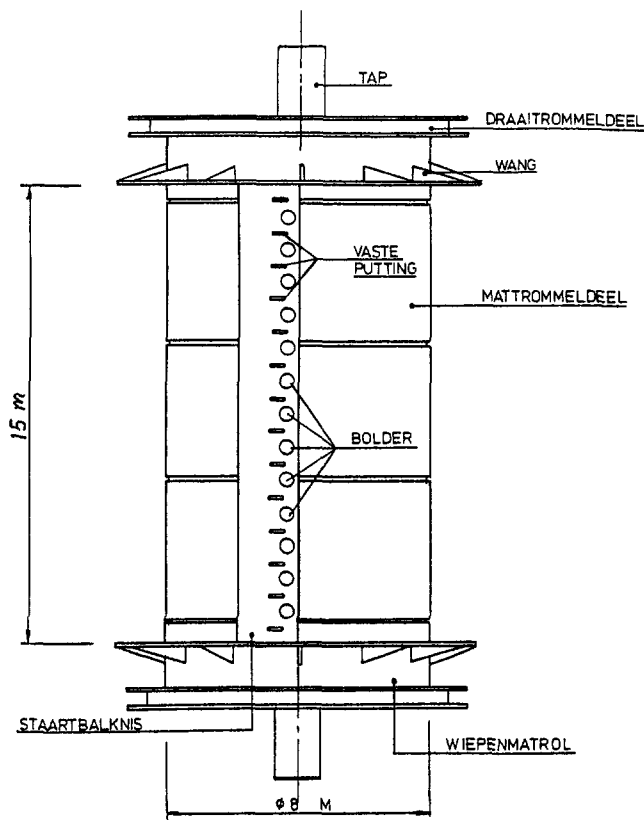
Op de Sepia waren de volgende voorzieningen aangebracht:

- een rol (diameter 8 m), opgehangen in de beun voor het transport van de wiepenmat;
- twee hydraulische cilinders voor het wentelen van de rol (zie figuur 10);
- een bedieningshuis waarin opgenomen een verblijfsruimte, werkplaats en magazijn;
- een ruimte voor hydrauliek-units;
- een ruimte voor aggregaat-units;
- voor het afmeren aan de achterzijde twee keer twee zogenaamde "MACOMA"-fenders en twee rolfenders;
- zes handlieren van 200 kN.

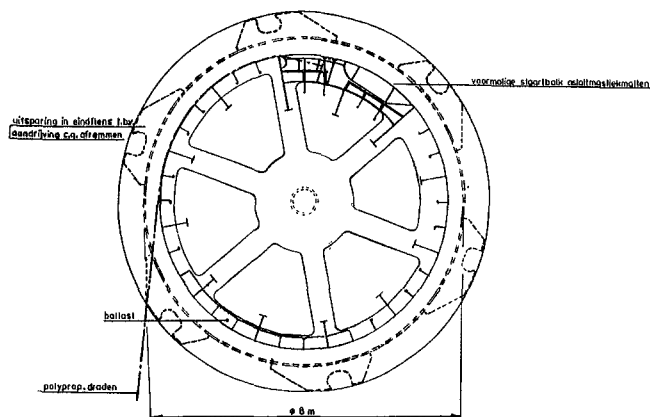
4.2 Mattenrol

De mattenrol was afkomstig van de Jan Heijmans en was daar gebruikt voor het afzinken van asfaltmastiematten. De bij deze matten gebruikte staartbalk was bij de bouw van de Sepia in de staartbalknis vastgelast en maakte zo deel uit van de mattenrol zelf.

Om wiepenmatten van verschillende lengten te kunnen op-



Figuur 11 Mattenrol



Figuur 12 Vaste ballast

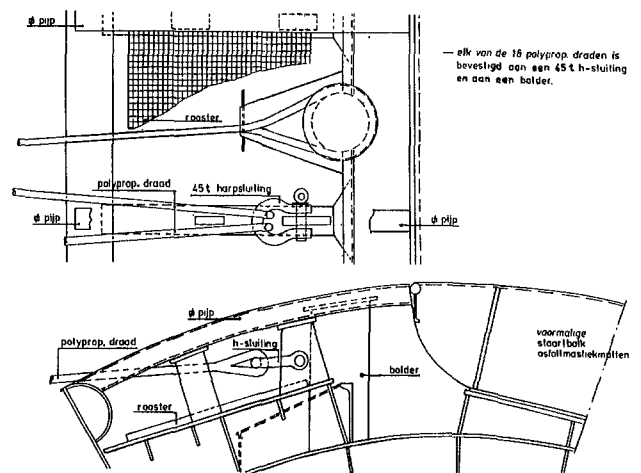
rollen, waren op de rol de nodige voorzieningen aangebracht.

De rol bestond uit drie hoofdonderdelen (zie figuur 11):

- twee draaitrommeldelen, waarop, voor het wentelen van de rol, nokken voor de wentelcilinders waren aangebracht;
- het mattrommeldeel, waar de mat en/of de staartbalk geplaatst werden;
- twee tapeinden voor oplegging in de beun van de Sepia.

Elke draaitrommel bevatte zes nokken voor het wentelen. Voor de beperking van de onbalanskrachten was tegenover de staartbalknis 320 kN vaste ballast aangebracht (zie figuur 12).

Verdere voorzieningen, zoals watertanks om onbalans-



Figuur 13 Bevestiging polypropyleendraden aan wiepenmatrol

krachten te reduceren, waren niet nodig omdat de wentelcilinders over voldoende vermogen beschikten.

Het mattrommeldeel bevatte over de volle lengte een afplating, de zogenaamde staartbalknis waarop polypropyleendraden bevestigd werden (zie figuur 13).

4.3 Zinkbalken

Om de mat op de rol te brengen en op de plaats van bestemming af te kunnen zinken werden aan beide eindén van de mat zinkbalken aangebracht, te weten:

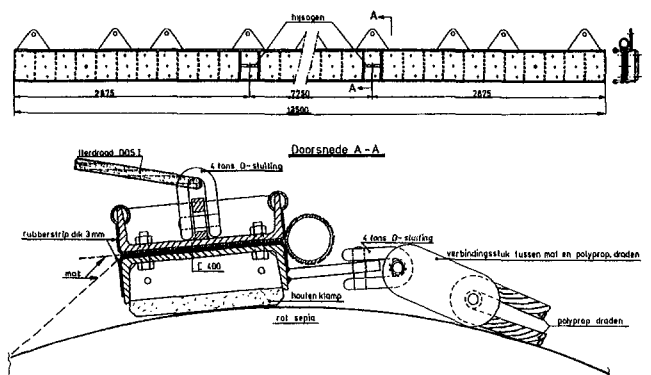
- de terugwinbare staartbalk aan het einde van de mat; het mateind ging het eerst op de rol;
- een gelede kopbalk bestaande uit 5-delige kopwiepen aan het begin van de mat. Het begin van de mat ging het laatst op de rol. Deze 5-delige kopwiepen maakten deel uit van de matconstructie.

4.3.1 Staartbalk

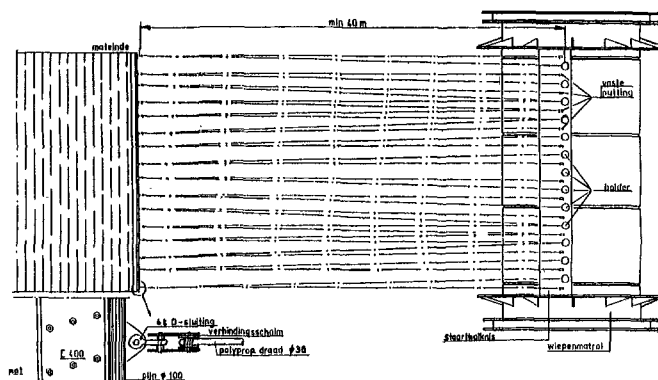
De staartbalk vormde de verbinding tussen het mateinde en de rol via de polypropyleendraden.

De constructie was in hoofdzaak gedimensioneerd op een trekkracht van 1200 kN voor het oprollen van een 120 m lang matgedeelte op de zate.

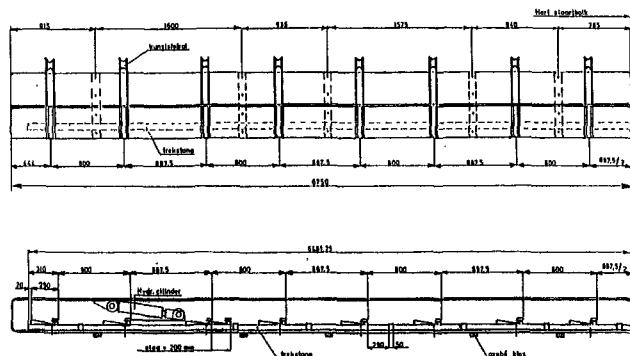
Oorspronkelijk was de drager van eindverbindingen voorzien die bestonden uit direct aan het staalweefsel ge vulcaneerde stalen platen. Toen deze oplossing bij de eerste matten niet bleek te voldoen is gestart met het ontwikkelen



Figuur 14 Omsingelingsklemprincipe



Figuur 15 Verloop polypropyleendraden tussen rol en mateinde (Hammen)



Figuur 16 Constructie staartbalk (Schaar van Roggenplaat en Roompot)

van een nieuwe eindverbinding. In de tussentijd (stroomgeul Hammen) is gebruik gemaakt van een staartbalk volgens het omsingelingsklempincipe (zie figuur 14).

4.3.1.1 Staartbalk zoals toegepast in de Hammen
Over een lengte van circa 3 m werd de vulcanisatie van de drager verwijderd. Met de aldus gevormde acht flappen werd een pijp omsingeld die met bouten tussen twee UNP-400 profielen werd geklemd.

Om te voorkomen dat de drager afgeklemd werd, waren de profielen bekleed met rubber en werd tussen de twee lagen fleximat-weefsel nog een extra strook rubber meegeklemd.

Aan de staartbalk waren met D-sluitingen van 40 kN per stuk zestien verbindingsschalen bevestigd. Dit waren stalen schalen, voorzien van een katrol, waarover de circa 80 m lange polypropyleendraden liepen, die de verbindingen vormden tussen de wiepenmat en de matrol van de Sepia (zie figuur 15).

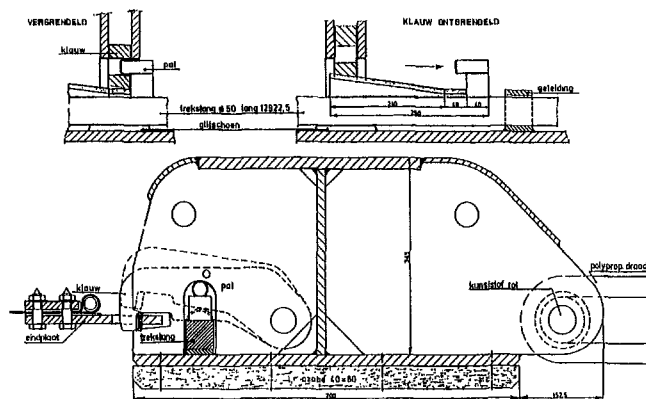
4.3.1.2 Staartbalk zoals toegepast in de Schaar van Roggenplaat en de Roompot

Op de zate in de Sophiahaven werd de drager aan de staartbalkzijde voorzien van acht stalen eindplaten (één per dragerstrook).

Om te voorkomen dat de drager werd afgeklemd, werden er drie stroken rubber meegeklemd.

Elke eindplaat was voorzien van twee gaten $\varnothing$ 55 mm, waarin de grendelconstructie van de staartbalk viel.

De staartbalk, aangegeven in de figuren 16 en 17 bestond



Figuur 17 Detail constructie staartbalk (Schaar van Roggenplaat en Roompot)

uit een stalen kokerprofiel waarin een grendelconstructie was opgenomen.

De afmetingen waren:

- lengte: 13,50 m
- breedte: 0,85 m
- hoogte: 0,40 m.

Het gewicht was circa 50 kN.

In de balk bevond zich een beweegbare trekstang, die van zestien nokken was voorzien. Deze nokken vergrendelden elk een klauw, die in een gat van de stalen eindplaten van de drager viel. De trekstang werd bewogen door een waterhydrauliek-cilinder en had een slag van 0,20 m.

Voor de bevestiging aan de mattenrol was de staartbalk voorzien van zestien kunststof katrollen. Om te voorkomen dat de staartbalk tijdens het oprollen op de polypropyleendraden kwam te liggen was deze aan de onderzijde voorzien van tien azobé klossen.

4.3.2 Kopbalk

Aanvankelijk werden voor de kopbalk twee alternatieven beproefd:

- aan elkaar gekoppelde polypropyleenzakken gevuld met koperslakken;
- gekoppelde betonelementen.

Beide alternatieven gaven in de beproevingsfase dermate grote problemen dat men van verdere toepassing heeft afgezien. Ze werden vervangen door een kopmat, die voor de stroombestendigheid van de mat in het begin uit vijf aan elkaar geknoopte wiepen bestond.

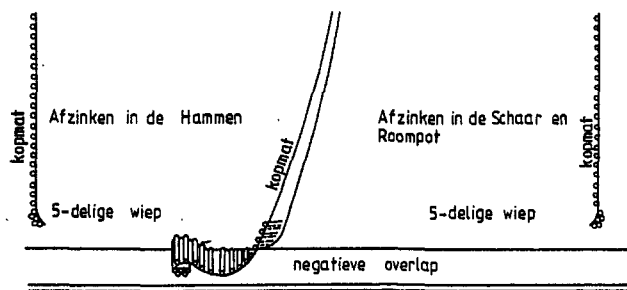
Na het leggen van de eerste matten in de Hammen bleken deze zogenaamde "5-delige" wiepen andersom te liggen (tegen de legrichting in), hetgeen veroorzaakt werd door de ligging van het zwaartepunt ten opzichte van het ophangpunt, wanneer deze tussen rol en bodem hangen (zie figuur 18).

Door de 5-delige wiepen op de loswal onder aan de fleximat te bevestigen kwamen deze vanzelf in de legrichting te hangen.

4.3.3 Kophulpbalken

De kophulpbalk vormde tijdelijk, tijdens het oprollen, de verbinding tussen het matbegin en de houdlierenbalk via de polypropyleendraden. De constructie moest worden gedimensioneerd op een trekkracht van 600 kN.

Eerst waren aan de drager eindverbindingen gemaakt, die



Figuur 18 Afzinken matbegin

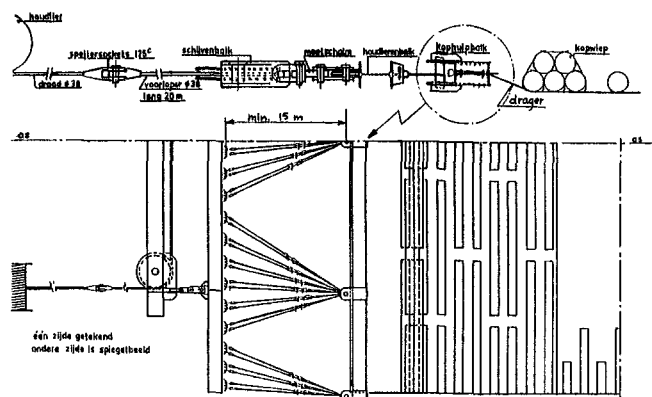
bestonden uit aan het staalweefsel ge vulcaniseerde platen. Deze oplossing bleek bij de eerst gelegde matten niet te voldoen.

Er werd gestart met het ontwikkelen van nieuwe eindverbindingen. In de stroomgeul Hammen werd ondertussen gebruik gemaakt van de kophulpbalk volgens het omsingelingsklemprincipe (figuur 19).

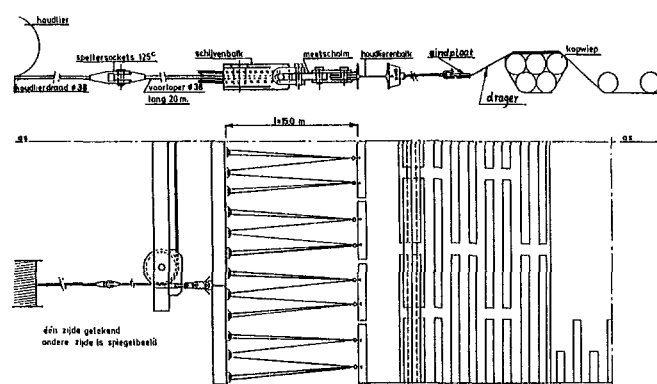
Door middel van 48 stroppen werd deze kophulpbalk aan de houdlierenbalk bevestigd.

Na het oprollen van de mat werd de kophulpbalk ontkoppeld door de drager door te knippen, waarna deze met de houdlierenbalk c.a. door een mobiele kraan op de loswal werd gedraaid. In de stroomgeulen Schaar van Roggenplaat en Roompot was de drager voorzien van acht stalen eindplaten (één per dragerstrook). Door middel van D-sluitingen en polypropyleendraden, lang 15 m, werd het matbegin gekoppeld aan de houdlierenbalk.

Het ontkoppelen bij dit principe bestond uit het losdraaien en terugwinnen van de D-sluitingen (figuur 20).



Figuur 19 Kophulpbalk wipenmat (Hammen)



Figuur 20 Houdlierenbalk (Schaar van Roggenplaat en Roompot)

5. Legproces

5.1 Werkschepen ten behoeve van de Sepia

Omdat zowel de Macoma als de Jan-Heijmans met een ontzandingsinstallatie waren uitgerust en over (onderwater-)survey-apparatuur beschikten, kwamen beide schepen in aanmerking om als hulpwerkschip te fungeren voor de Sepia.

De Macoma was niet uitgerust met lieren om de staartbalk van de grindwiepenmat te kunnen handelen, terwijl de Jan Heijmans beschikte over de faciliteiten voor het leggen van steenasfaltmatten (zie deelnota 10). Bij inzet van de Macoma lag een combinatie met de DOS I voor de hand.

5.1.1 Aanpassingen Jan Heijmans

Bij de Jan Heijmans werden ten behoeve van het koppelen met de Sepia fenderschotten aangebracht. Tevens waren aanpassingen nodig voor het monteren van survey-apparatuur.

5.1.2 Aanpassingen Macoma/DOS I

Om de Sepia tegen de DOS I te kunnen afmeren, werden in de beun van de DOS I ook fenderschotten aangebracht. Tevens moest op de DOS I de kopbalk, die diende voor het leggen van tegelmatten (zie deelnota 9), op een andere manier worden vastgezet.

In verband met het opschonen van de negatieve overlap, voorafgaand aan het leggen van de grindwiepenmatten, werden de zijjets van de zuigmonden van de Macoma aangepast.

De ankerconfiguratie werd in verband met de lengte van de matten aangepast.

In plaats van de drijvende leiding (met verankering) werd op de Macoma een zogenaamde "boompipe" geïnstalleerd.

5.2 Transport Sepia

Het transport van de Sepia vond plaats met behulp van sleepboten. In verband met de diepgang van de Sepia in beladen toestand vond het verlaten van de haven bij voorkeur plaats op de hoogwaterkentering. Nabij de locatie in de stroomgeul aangekomen werd de Sepia, alvorens te worden gekoppeld met de Macoma-DOS I combinatie of met de Jan Heijmans, in positie gehouden door een sleepboot met een geïnstalleerd vermogen van 3000 pk. Een twee sleepboot lag stand-by.

5.3 Koppelen Sepia aan werkschepen

De Sepia werd door middel van de aanwezige handlieren tegen het werkschip Macoma/DOS I combinatie of de Jan Heijmans aangetrokken. De voorspanning in de koppeldraden moest zodanig worden ingesteld dat de Sepia als gevolg van de relatieve bewegingen niet meer loskwam van het werkschip en de koppeldraden bovendien niet strak kwamen bij maximale indrukking van de fenders.

5.4 Ontzanden

De grindwiepenmat mocht niet worden gelegd indien de bestorting van de negatieve overlap (bestaande uit granulair materiaal- basalt 40/210 mm) was aangezand. Als eis gold dat de aanzanding minder moest zijn dan 30 cm. Immers de structuur van het granulaire materiaal moest op de sonarbeelden zichtbaar zijn. Indien dit niet het geval was, moest er eerst worden opgeschoond.

5.5 Peilen

Voordat een grindwiepenmat werd gelegd, moest de negatieve overlap worden ingepeild. Dit kon achterwege blijven indien de overlap minder dan 12 uur daarvoor was gepeild. Indien er werd opgeschoond (ontzand), werd met behulp van de zogenaamde tegelmatcontrolemeting (TCM) de ligging van de negatieve overlap bepaald en, ter controle, vergeleken met de uitpeiling van de Jan Heijmans.

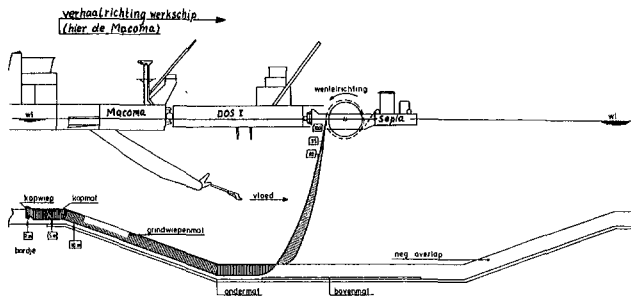
5.6 Mat afzinken

De kopmat aan het begin van de grindwiepenmat werd juist voor de laagwaterkentering gepositioneerd indien de stroomsnelheid $< 0,3$ m/seconde was. Het afzinken moest zijn voltooid voordat de stroomsnelheid $0,7$ m/seconde bereikte.

De stroom werd bovenstrooms van de werkschepen op een waterdiepte van $8,0$ m gemeten.

De kopmat werd vrijhangend gepositioneerd omdat de beginsnelheid klein was. Van positieve invloed op de kromtestraal was de spoedig optredende vloedstroom (figuur 21). De maximale eindsnelheid werd bepaald op grond van de hydraulische stabiliteit van het niet afgedekte deel van de bestorting.

Zodra de "verhaalsnelheid/afwentelsnelheid" onder controle was, werd met $4,5$ m/minuut verhaald. Nadat het begin van de kopmat de bodem over de volle matbreedte had bereikt, moest gedurende de eerste 10 m zeer nauwkeurig worden verhaald en de kromtestraal zeer goed in de gaten



Figuur 21 Leggen grindwieppenmat

worden gehouden in verband met de plaatsvastheid van de kopwiep.

De positie van het einde van de mat was afhankelijk van taludhellingen en de kromtestraal tijdens het leggen.

Voor de grootte van de kromtestraal bestonden geen bestekseisen, maar in het algemeen werd 1,5 m op de kruin van de negatieve overlap aangehouden. De kromtestraal werd visueel met een profiler gecontroleerd.

Volgens de tolerantiebeschouwing van de ligging van bovenmatten en grindwiepenmatten was een maximale uitwijking van een 0,5 m van de mat toelaatbaar.

Het inmeten van de matranden tijdens het leggen gebeurde met een profiler, die dwarsprofielen over de mat maakte. Het dwarsprofiel werd grafisch op een beeldscherm gepresenteerd. De coördinaten van de matranden werden vanaf het beeldscherm geschat en in een rekenprogramma ingetypt.

Zodra het mateind en de staartbalk voor de laatste keer boven op de rol verschenen, werd het legproces even stilgezet om het "staartbalkhydrauliek" aan te sluiten.

Met behulp van een profilersysteem en de stand van de hijsdraden werd bepaald wanneer de staartbalk aan de grond was.

Nadat de staartbalk was ingemeten werd deze losgekoppeld van de grindwiepenmat en opgehaald.

5.7 Controle

Voordat het legproces begon was een duikvaartuig op locatie aanwezig. Zodra circa 100 m mat, vermeerderd met de waterdiepte, was afgewenteld ging een duiker naar beneden voor inspectie van het begin van de kopmat en, wanneer de stroomsnelheid dit toeliet, om een totaalbeeld van het reeds gelegde deel van de mat te geven.

De definitieve ligging van de grindwiepenmat werd gecontroleerd door duikerinspectie of door de Portunus die daarvoor was uitgerust met een profilersysteem.

6. Documentatielijst

1. Corrosie-eisen grindwiepenmat 28 NOMA-M-83167
2. Weglaten wiepen
overgangsconstructie 28 NOMA-M-83151 en
zeezijde 2 PROBU-M-83039

Literatuurlijst:

- | | |
|--------------------------------|---|
| Evaluatienota funderingsmatten | 34 FUND-N-85002 en
KARJANKWA-
N-85003 |
| Evaluatienota plaatsen pijlers | 24 KWAP-N-84200 |
| Operatieplan plaatsen pijlers | |
| Eindrapportage werkgroep NOMA | R/KB 3047/DR-WW |
| Ontwerpeisen wiepenmat | 34 FUND-M-83045 |
| Wiepenmatten oprollen | 28 NOMA-R-83172 en
34 FUND-R-84102 |

Deelnota 14: Afvier- en opschoonponten Macoma

Inhoud

1	Inleiding	338
2	Ontwerpeisen	339
3	Werkbaarheidseisen	340
4	Beschrijving Macoma	341
4.1	Afmetingen	
4.2	Werkplaatsen en opslagruimten	
5	Aanwezige installaties en voorzieningen	343
5.1	Energievoorziening	
5.1.1	Elektrische systemen	
5.1.2	Hydraulische systemen	
5.1.3	Persluchtsysteem	
5.2	Ankerlieren	
5.3	Koppelinstallatie	
5.3.1	Fendering	
5.3.2	Voorspaninrichting	
5.4	Baggerinstallatie	
5.4.1	Algemeen	
5.4.2	Overzicht zandpompsysteem	
5.4.3	Ladderconstructie	
5.5	Opslag- en ballasttanks	
5.5.1	Brandstoftanks	
5.5.2	Lens-/ballastsysteem	
5.5.3	Drinkwater	
5.6	Veiligheidsmiddelen/dekwassysteem	
5.7	Sleepvoorzieningen	
5.8	Communicatiesysteem	
5.9	Survey-installatie	
6	De Macoma als afmeerponton	347
6.1	Koppelen met de Donax I	
6.2	Koppelen met de Ostrea	
6.3	Koppelen met de Taklift 4	
6.4	Overige koppelingen	
7	Macoma als opschoonponton	349
7.1	Inleiding	
7.2	Werkmethodiek	
7.3	Opschoonprocessen	
7.3.1	Grof opschonen	
7.3.2	Inspectieslagen	
7.3.3	Opschonen negatieve overlapconstructie	
7.3.4	Verschoven slagen	
7.3.5	Fijn opschonen bovenmat	
7.3.6	Opschonen tegelmat	
7.3.6.1	Eerste opschoonslag	
7.3.6.2	Tweede opschoonslag	
7.3.6.3	Fijn opschonen tegelmat	
7.3.7	Opschonen negatieve overlapconstructie (direct voor plaatsen pijler)	
7.3.8	Grind zuigen	
8	Opschooncontrole	354
9	Drijvende leiding	355
10	Documentatielijst	356

1. Inleiding

Nadat de beslissing was genomen dat het pijlerplaatsingsvaartuig Ostrea (zie deelnota 15) niet zou worden uitgerust met hefpoten, werden varianten bekeken voor een afmeeren opschoonponton.

Gedacht werd aan zowel bestaande vaartuigen als aan nieuwbouw.

In december 1978 werd door de projectgroep stormvloedkering (doc. 1) vastgesteld dat een aparte, speciaal te bouwen ponton de voorkeur verdiende.

In verband met de aanzandingsproblematiek werd extra aandacht besteed aan de zuigmond, die tot een diepte van N.A.P. -30 m zand moest kunnen verwijderen.

De ponton c.a. werd gebouwd op de werf "De Merwede" te Hardinxveld en kreeg de Latijnse naam voor het in de Oosterschelde voorkomende schelpdier Nonnetje, "Macoma".

2. Ontwerpeisen

Aan de nieuw te bouwen afmeer- en opschoonponten Macoma werden de volgende eisen gesteld:

- hij moest als zelfstandig werkende zuiger de boven- (funderings)mat en de negatieve overlapconstructie grof kunnen opschonen (ook met eventueel aanwezige tegelmatten);
- hij moest in de stroomgeul als afmeerponten zowel voor het hefschip Ostrea als de afvierponten DONAX I (leggen tegelmatten) dienst kunnen doen;
- hij moest, na het afmeren van het hefschip, gekoppeld in één ankersysteem in de stroomgeul kunnen blijven liggen;
- hij moest vlak voordat de pijler zou worden geplaatst (dus gekoppeld) het fundatiebed (eventueel met tegelmatten) nog éénmaal fijn kunnen opschonen;
- het moest mogelijk zijn dat de Taklift IV (plaatsen dorpelbalken) werd aangekoppeld.

In een latere fase werd de Macoma ook ingezet als afmeer- en opschoonponten ten behoeve van het verwijderen van zand op de negatieve overlapconstructie en het leggen van de grindwiepenmat, ook wel NOMA genoemd (DONAX I en Sepia).

Tevens moest in gekoppelde toestand met de Ostrea een voorspanning kunnen worden verkregen van 2×3000 kN in langsrichting en 2×1250 kN in dwarsrichting.

De stijfheid van de fendering was ca. 20.000 kN/m.

Indien er rekening werd gehouden met de stijfheid van de koppeldraden en de hoeken waaronder deze werkten, werd de totale veerstijfheid van de koppeling ca. 70.000 kN/m in lengterichting en ca. 50.000 kN/m in dwarsrichting.

3. Werkbaarheidseisen

De Macoma moest aan de volgende condities voldoen:

	werkcondities		overlevingscondities	
	zelfstandig	gekoppeld	zelfstandig	gekoppeld
Stroomsnelheid (m/s)	2,0	2,0	2,0	2,0
Significante golfhoogte (m)	1,0	1,0	2,5	1,7
Gemiddelde golfperiode (sec)	4	4	5	5
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	15	15	32	24

- stroomrichting uit zowel west als oost onder een maximale hoek van 30° met de scheeps-longsas;
- getijverschil 4,0 m (HW-LW);
- achterzijde schip richting west (zeezijde);
- waterdiepte (werkend) tussen 17,5 m en 32,6 m.

4. Beschrijving Macoma

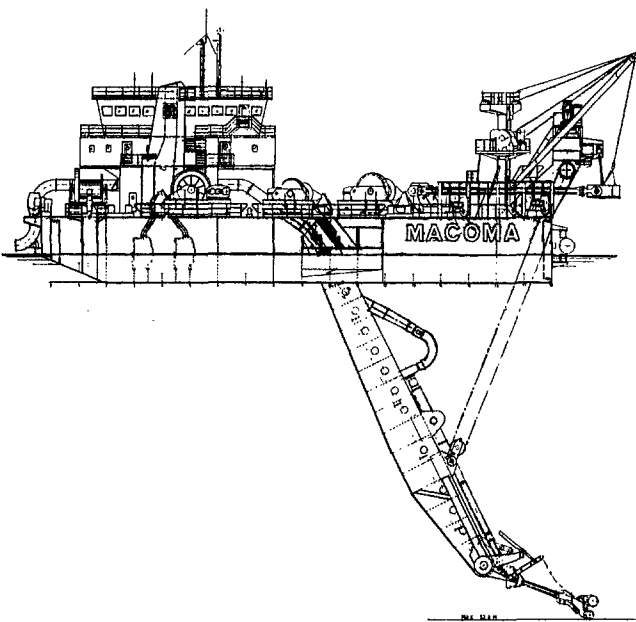
4.1 Afmetingen

De basis van de Macoma was een ponton van 45x23x5,8 m.

Afmetingen (zie figuur 1 en 2)

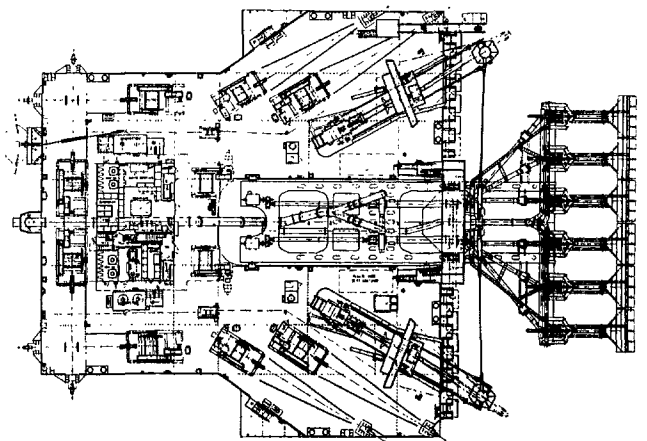
Lengte casco	45,0 m
Lengte over alles	67,1 m
Breedte voorzijde (incl. zijkasten)	47,5 m
Breedte achterzijde (incl. zijkasten)	33,6 m
Holte	5,8 m
Diepgang (ongeballast)	2,25 m

Aan de voorzijde was een beun ten behoeve van de baggerladder uitgespaard met een lengte van 25,0 m en een breedte van 9,6 m.



Figuur 1 Zij aanzicht Macoma

- schroef, kasten en stellingen met plastic containers.
- De dekwerkplaats op het hoofddek. Een luik in de vloer gaf een hijsmogelijkheid vanuit de machinekamer. In de werkplaats bevonden zich onder andere een werkbank met de bankschroeven, een lastransformator, een elektroden droogkast, een 1,5 tons elektrotakel verrijdbaar aan een plafondbalk, stellingen en kasten. Buiten de dekwerkplaats hing een verrijdbare handtakel voor 5 ton belasting.
- De onderdelen opslag op het hoofddek, voorzien van stellingen met plastic containers.
- Het magazijn op de tanktop aan stuurboordzijde (SB). Opslag voor grote reserve onderdelen als stroppen, rubberzakken, kabels, slangen, touw, tirsors, sluitingen etc. en huishoudelijke artikelen.
- De proviandruimte op het hoofddek. Hierin bevonden zich de nodige magazijnstellingen en een diepvrieskist met ca. 350 l inhoud.
- Gas- en zuurstofopslag op het hoofddek. Met ruimte voor 12 zuurstof- en 3 acetyleenflessen.
- Verfhut op het hoofddek. Een kleine opslagruimte met alleen stalen schappen.



Figuur 2 Boven aanzicht Macoma

4.2 Werkplaatsen en opslagruimten

De volgende werkplaatsen en opslagruimten waren op de Macoma aanwezig:

- De machinekamerwerkplaats met een werkbank, twee bankschroeven, een slijpmachine, een boormachine, een elektroden droogkast, een aambeeld en een las-transformator.
- De elektrische werkplaats op het hoofddek. Daarin bevonden zich onder andere een werkbank met bank-

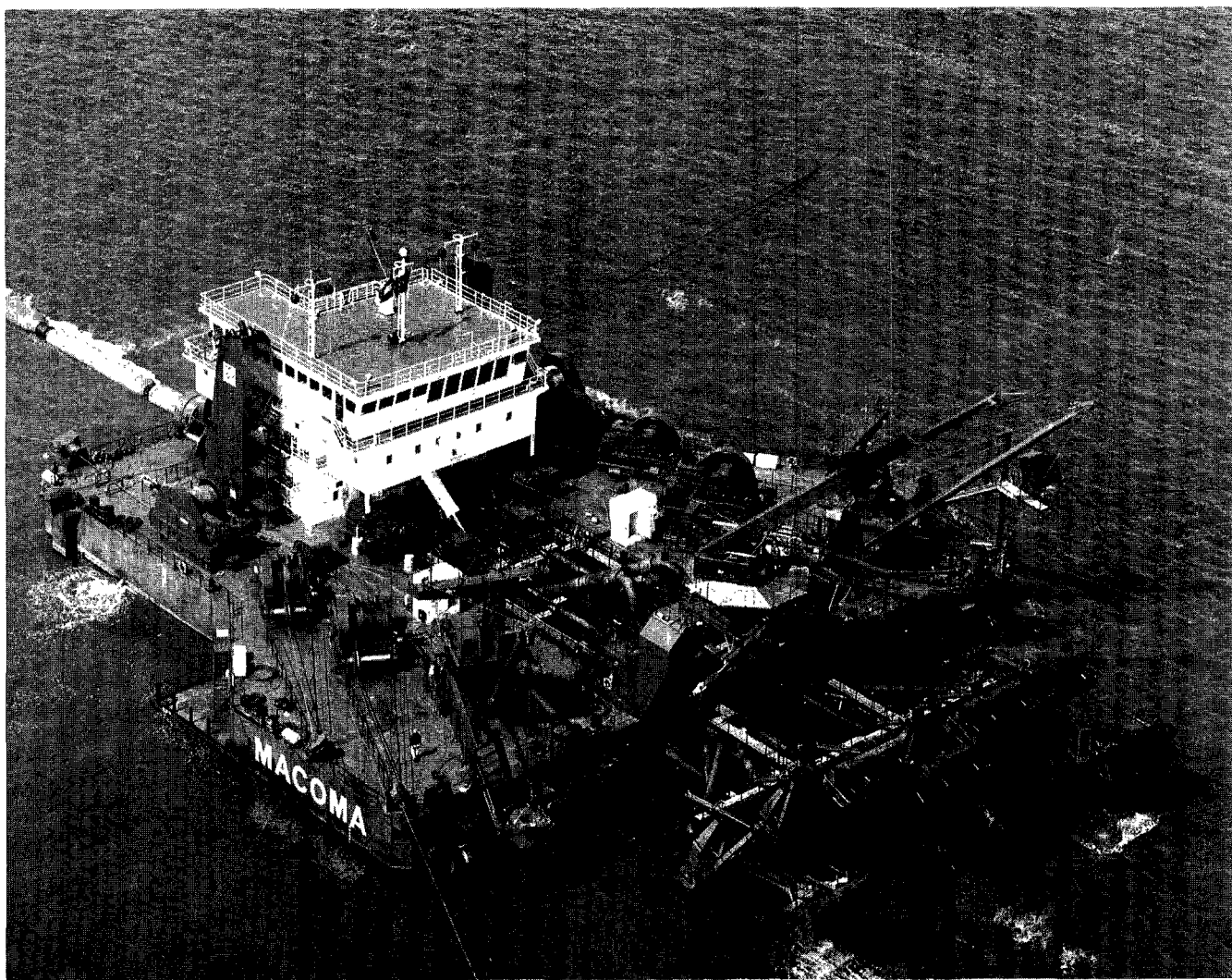


Foto 1 Afmeer- en opschoonponton Macoma

5. Aanwezige installaties en voorzieningen

5.1 Energievoorziening

De benodigde energie werd geleverd door dieselmotoren. De jetpompen, de jetluchtcompressoren en de dekkraan werden aangedreven door eigen dieselmotoren. Vijf andere dieselmotoren dreven elektrische generatoren aan. Twee van deze generatoren dienden alleen voor voeding van de zandpomp motoren, de andere drie waren de boordnet-, de haven- en de noodgenerator.

Totaal dieselvermogen:

2 zandpompdiesels	à 925 kW =	1850 kW
1 boordnetdiesel	à 980 kW =	980 kW
1 havendiesel	à 114 kW =	114 kW
1 nooddiesel	à 114 kW =	114 kW
2 jetpompdiesels	à 336 kW =	672 kW
1 boordkraan	à 123 kW =	123 kW
4 jetluchtdiesels	à 300 kW =	<u>1200 kW</u>
Totaal		5053 kW (6865 pk)

Het was mogelijk om via de walaansluiting tot maximaal 110 kVA elektrische energie te betrekken.

Tijdens gekoppeld bedrijf was het mogelijk om 480 kW te leveren aan of te betrekken van het gekoppelde schip.

5.1.1 Elektrische systemen

Voor het voeden van de elektrische energieverbruikers waren de volgende netwerken beschikbaar:

- 1 boordnet 3x380 Volt, 50 Hz voor de kombuis en dergelijke;
- 2 netwerken 3x220 Volt;
- 1 noodnetwerk 3x220 Volt;
- 1 meetnetwerk 220 Volt;
- 2 24 Volt's batterijnetten;
- enkele Ward-Leonard netwerken 400-440 Volt.

5.1.2 Hydraulische systemen

In de machinekamer was een centrale hydraulische installatie opgesteld voor de voeding van de:

- langsspancilinder stuurboord (SB) en bakboord (BB);
- dwarsspancilinder SB en BB;
- domppuncilinder SB en BB;
- koppelingliermotor SB en BB;
- koppelingliermotor SB en BB;
- koppelingpallen SB en BB;
- hulpliermotor SB en BB;
- hulplierrem SB en BB;
- jetpompsluiters machinekamer SB en BB;
- zuigafsluiters ladder;

- jetafsluiters ladder;
- zuigkopstencilinders ladder;
- zuigkoppalcilinders ladder;
- cilinders zanddetectie-instelling ladder;

De hydraulische centrale bestond uit een lage- en een hogedruksectie. De lagedruksectie was speciaal voor het snel bewegen van de langsspancilinders van het koppelsysteem. De hogedruksectie was voor het voorspannen van bovengenoemde cilinders en voor de voeding van de overige verbruikers.

5.1.3 Persluchtsysteem

Voor de luchtvoorziening was in de machinekamer een compressor genstalleerd met een capaciteit van 120 Nm³/uur bij een druk van 8 Bar, voorzien van een nakoeleer. Deze compressor voedde zowel het instrumentenluchtsysteem als het werkluchtsysteem en werd zelf vanaf het boordnet van energie voorzien. Vanaf het startluchtsysteem was via een reduceerventiel voorzien in een noodvoeding naar het persluchtsysteem.

- Instrumentenlucht

Voor de instrumentenluchtvoorziening was in de machinekamer een drukvat met een inhoud van 500 liter geplaatst, waarop een luchtdroger met een capaciteit van 120 Nm³/uur bij een druk van 8 Bar was aangesloten. Slechts de klep van de waterreiniger was op het instrumentenluchtsysteem aangesloten.

- Werklucht

De compressor hield een drukvat met een inhoud van 500 liter op druk ten behoeve van de werkluchtvoorziening.

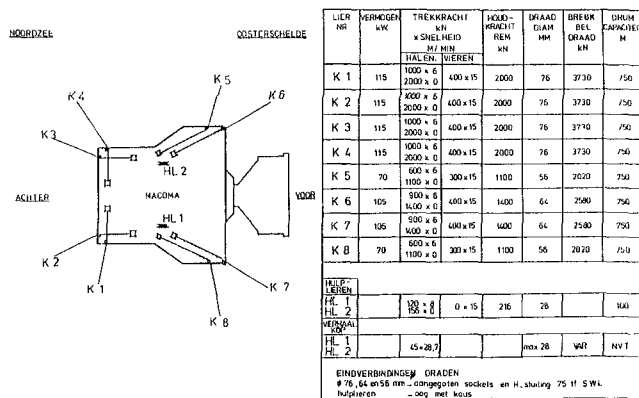
Het vat was aangesloten op een verdeelsysteem met de volgende werklucht aansluitingen:

- 4 in de machinekamer;
- 1 in de hydrauliekrumte;
- 2 in de machinekamerwerkplaats;
- 3 in de dekwerkplaats;
- 1 in de noodgeneratorruimte;
- 3 verdeeld over het dek.

5.2 Ankerlieren

De Macoma was voorzien van acht elektrisch aangedreven lieren en twee hydraulische hulplieren (zie figuur 3) namelijk:

- 4 100 tons lieren (K1 tot en met K4);
- 2 90 tons lieren (K6 en K7);
- 2 60 tons lieren (K5 en K8).



Figuur 3 Gegevens ankerlieren en liercodering

De hydraulische hulpkranen waren voorzien van een verhaalkop en hadden de mogelijkheid om de trommel vrij te vieren. Bediening was alleen mogelijk vanaf het dek.

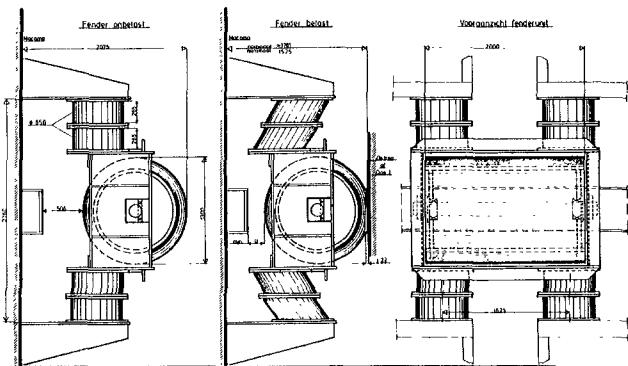
Wanneer de Macoma in de stroomgeul gekoppeld lag met de Ostrea, DONAX I of de Taklift IV, werden de boegkranen of niet gebruikt of liepen de draden via schijven op het gekoppelde schip.

Op het achterschip aan bakboordzijde was een ankerrek bevestigd met een 10-tons Sterfix-noodanker. Het anker was door middel van 25 meter ketting en 200 meter staalkabel met de Macoma verbonden.

5.3 Koppelininstallatie

Het systeem om de Macoma te koppelen met de Ostrea, DONAX I en de Taklift IV bestond uit:

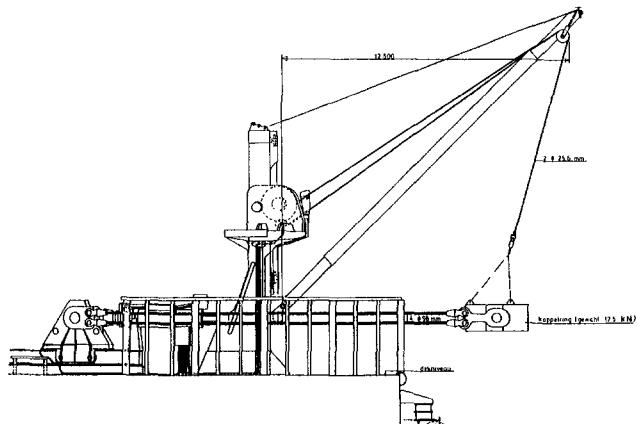
- 10 rubber fenders op de boeg van de Macoma (zie figuur 4)
- 2 voorspaninrichtingen die het te koppelen vaartuig tegen de Macoma aantrokken (zie figuur 5)
- hulpapparatuur voor het aanbrengen en bewaken van de koppeling.



Figuur 4 Fenderunit Macoma

5.3.1 Fendering

De boeg van de Macoma was aan BB-zijde en SB-zijde voorzien van 5 fenderunits. Elke unit bestond uit een met rubber beklede stalen rol, die om een horizontale as draaibaar was en een combinatie van 8 op afschuiving belaste rubber fenders waaraan de rol was bevestigd (zie figuur 4).



Figuur 5 Zijaanzicht langsspaninrichting

Onder invloed van de voorspankracht tussen de Macoma en de gekoppelde ponton werd de rubber bekleding van de rol ingedrukt ter plaatse van de huid van de gekoppelde ponton. Tevens werd de rol als geheel naar achteren geduwd waarbij de 8 schuiffenders op afschuiving werden belast.

De vrije ruimte tussen de achterzijde van de rol en de huid van de Macoma bedroeg in onbelaste toestand ca. 506 mm. Bij ca. 4500 kN belasting werd ook de achterzijde van de rol ingedrukt en nam de veersterkte van de fenderunit zeer sterk toe. De fenderunit raakte dan buiten zijn werkgebied.

Gegevens:

Rolfender:		Schuiffender:	
Diameter	1300 mm	Diameter	650 mm
Kerndiameter	1040 mm	Hoogte	265 mm
Lengte	2000 mm	Afschuifstijfheid	902 kg/cm

De lagers van de rolfenders werden automatisch met vet gesmeerd door twee op het voordek geplaatste vetpompen. De pompen moesten normaliter altijd ingeschakeld staan.

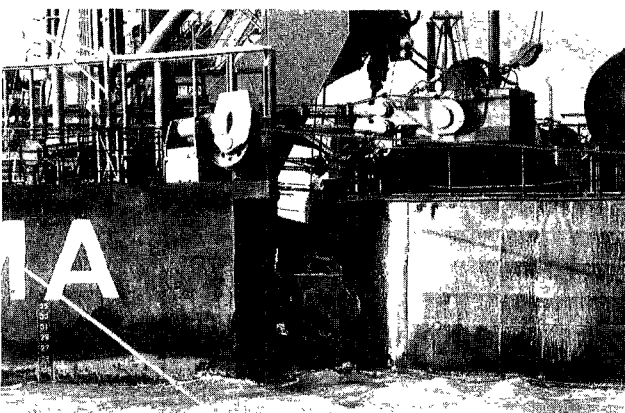


Foto 2 Fenderaansluiting Macoma/DONAX I

5.3.2 Voorspaninrichting

De voorspaninrichting diende zowel voor het spannen in lengte- als in dwarsrichting.

Elk langspansysteem bestond uit de volgende hoofdonderdelen (zie figuur 5):

- een dekfundatie voor bevestiging van de spancilinder en het doorleiden van de voorspankracht naar de pontonconstructie;
- een dekfundatie waarop een geleidingsframe voor de spanwagen en een flexibele steun voor de spancilinder;
- een spanwagen;
- de spancilinder;
- 4 staalkabels tussen de spanwagen en de koppelring;
- hydraulische componenten.

Het dwarsspansysteem bestond uit de volgende hoofdonderdelen:

- 2 spancilinders, opgehangen aan de ladderbok;
- 2x2 staalkabels tussen de koppelring en de cilinders;
- hydraulische componenten.

5.4 Baggerinstallatie

5.4.1 Algemeen

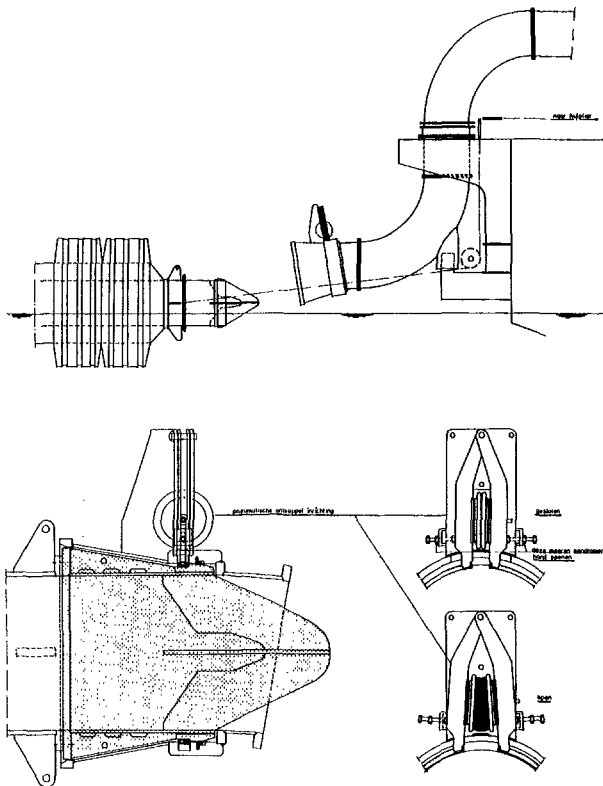
Voor het opschonen van de bovenmat, tegelmat en negatieve overlap was de Macoma uitgerust met zes zuigkoppen (totale breedte 28,5 m).

Elke zuigkop was afzonderlijk, cardanisch, opgehangen aan de baggerladder. De stand van elke kop was met een hydraulische cilinder instelbaar en kon vrijhangend, maar ook afgesteund -door middel van vier rubber rollen- werken.

Op de ladder waren twee zandpompen gemonteerd die elk het zandmengsel van drie zuigkoppen aanzogen.

De pompen mondden uit in een persleiding die uitliep op de draaibocht op het achterschip.

Door middel van een snelkoppelconstructie kon de drijvende leiding worden bevestigd (zie figuur 6).



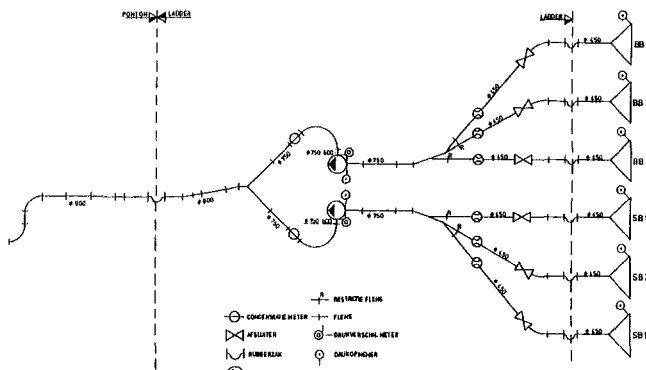
Figuur 6 Koppelmechanisme drijvende leiding

Het uiteinde van de drijvende leiding werd in positie gehouden met een afvierponton.

In een latere fase geschiedde alleen het fijn opschoonproces (zie 7.3.5) via de drijvende leiding (in positie gehouden door een sleepboot) en het grof opschoonen (zie 7.3.1) via een zogenaamde boompipe.

5.4.2 Overzicht zandpompsysteem

Het zandpompsysteem bestond uit de volgende hoofdonderdelen (zie figuur 7):



Figuur 7 Schema baggerleidingen

- 6 zuigkoppen; (zie 5.4.3.1)
- 6 regelafsluiters;
- 6 mengselsnelheidsmeters;
- 2 pijpovergangsstukken, elk met drie ingangen vanaf de zuigkoppen en een uitgang naar de zandpomp;
- 2 zandpompen;
- 2 mengselconcentratiemeters;
- 1 pijpovergangsstuk met twee ingangen vanaf de zandpompen en 1 uitgang naar de gemeenschappelijke persleiding;
- draaibocht met taatslager en koppeling voor de drijvende leiding;
- een drijvende leiding.

5.4.3 Ladderconstructie

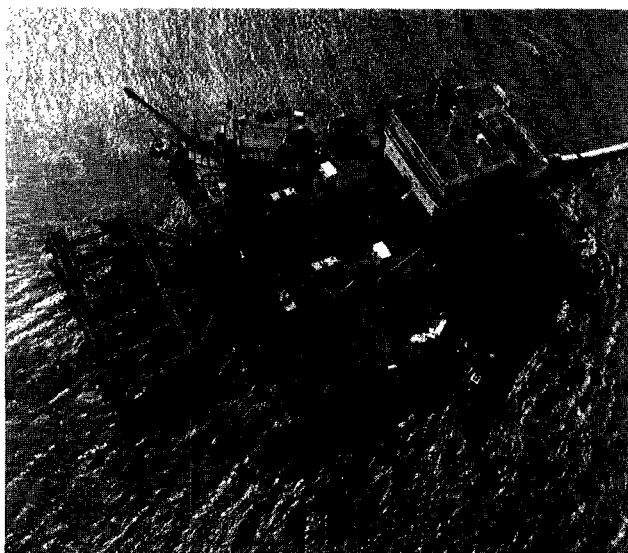


Foto 3 Macoma

De ladder vormde de verbinding tussen de zes zuigkoppen en de ponton en bestond uit twee hoofdliggers met een aan de voorzijde dwarsgeplaatste buis waaraan de zuigkoppen cardanisch waren opgehangen en waaraan de cilinders voor de hoogte-instelling waren bevestigd.

De ladder was aan de achterzijde van de Macoma verbonden door middel van twee glijlagers.

De ladderdiepte werd ingesteld met een ladderhijsinrichting.

Het gewicht van de compleet geïnstalleerde ladder bedroeg ca. 6.300 kN.

5.5 Opslag- en ballasttanks

Voor diverse onderdelen zoals brandstofverbruikende apparaten, waterballastsysteem voor het trimmen van de Macoma en voorzieningen voor de bemanning waren tanks met de nodige verbinding sleidingen aangebracht.

5.5.1 Brandstoftanks

Aan zowel bakboord- als stuurboordzijde waren op het dek (naast de schoorstenen) vulpijpen aanwezig.

Tevens was aan stuurboordzijde een pijp aangebracht om de beide hoofdbrandstoftanks te kunnen leegpompen.

5.5.2 Lens/ballastsysteem

Ten behoeve van het corrigeren van de trim, de slagzij en de diepgang was in een lens/ballastsysteem voorzien.

De twee voorste ballasttanks waren tevens verbonden met de jetpompen, voor snelballasten in geval van slecht weer (gekoppelde situatie).

5.5.3 Drinkwater

Door middel van een in de machinekamer opgestelde hydrofoor werden alle tappunten vanuit twee drinkwatertanks van water voorzien.

5.6 Veiligheidsmiddelen/dekwassysteem

De aan boord van de Macoma aanwezige scheepsalarminstallatie bestond uit tien over het hele schip verspreide alarmbellen.

De brandalarminstallatie bestond uit over het gehele schip geïnstalleerde rookmelders, temperatuur- en handmelders. De brandmeldcentrale was ondergebracht in het bedieningshuis.

Ten behoeve van het dekwas- en brandblussysteem waren in de machinekamer twee elektrisch aangedreven centrifugaalpompen opgesteld elk met een capaciteit van 40 m³/uur bij 45 meter opvoerhoogte. Tevens dienden deze pompen als reserve voor het glandwatersysteem.

Tevens was voorzien in een Halon 1301 blusgassysteem.

5.7 Sleepvoorzieningen

Voor sleepdoeleinden waren de volgende voorzieningen aangebracht:

- aan dek vier Smitlocks, elk geschikt voor 1000 kN maximale belasting;
- op het achterschip een verhaalklamp voor een ketting $\varnothing$ 76 mm;
- op het voorschip een rollenkuis voor staalkabel $\varnothing$ 38 mm;

- aan dek zes dubbele en zes enkele bolders met een toelaatbare belasting van respectievelijk 800 kN en 500 kN per bolder;
- op elk van de beide opstapborden waren kleine bolders aanwezig voor het aanleggen van vletten en dergelijke.

5.8 Communicatiesystemen

De interne communicatie bestond uit een telefooninstallatie, twee retourluidsprekersinstallaties, megafoons en testverbindingen.

Voor de externe communicatie was voorzien in een VHF-marifooninstallatie, een autotelefoon, een mobilfooninstallatie, portofoons en een open spreekverbinding met het gekoppelde schip.

5.9 Survey-installatie

Voor surveygegevens wordt verwezen naar deelnota 3.

6. De Macoma als afmeerponton

De Macoma had geen eigen voortstuwing en werd door middel van sleepboten en ankerbehandelingsvaartuigen naar de betreffende locatie gesleept en daar gepositioneerd.

Andere werkschepen konden tegen de Macoma worden afgemeerd. Hiervoor werd van verschillende ankerpatronen gebruik gemaakt. Als basis voor zowel de Macoma als de scheepscombinaties diende een 8-draden systeem, waarbij de draden zowel op de binnenste als buitenste rij ankerpalen in de stroomgeul werden gezet.

Het schip fungeerde als afmeerponton voor de volgende vaartuigen:

– Taklift 4: voor het plaatsen van de dorpelbalken.

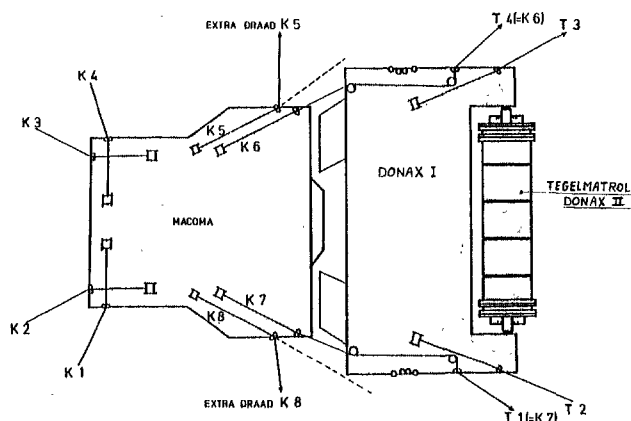
De koppelininstallatie bevond zich op het voorschip van de Macoma (zie 5.3).

Tijdens de koppelingsprocedure lag de Macoma in een 6-draden systeem verankerd; de voordraden waren dan ingehaald.

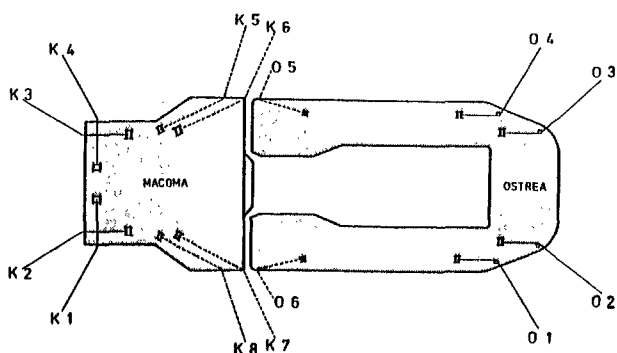
Hierdoor ontstond een asymmetrisch patroon, maar zondig werd met behulp van rekken een te grote afwijking van de onderlinge draadstijftheden voorkomen. De verhaaloperaties werden vanuit het bedieningshuis van de Macoma verricht, met uitzondering van het plaatsen van een pijler (vanaf de Ostrea).

6.1 Koppelen met de DONAX I

De koppelpositie van de Macoma met het afvierponton DONAX I voor het leggen van zowel de grindwiepen- als



Figuur 8 Afmeersysteem en liercodering Macoma/DONAX I



Figuur 9 Afmeersysteem en liercodering Macoma/Ostrea

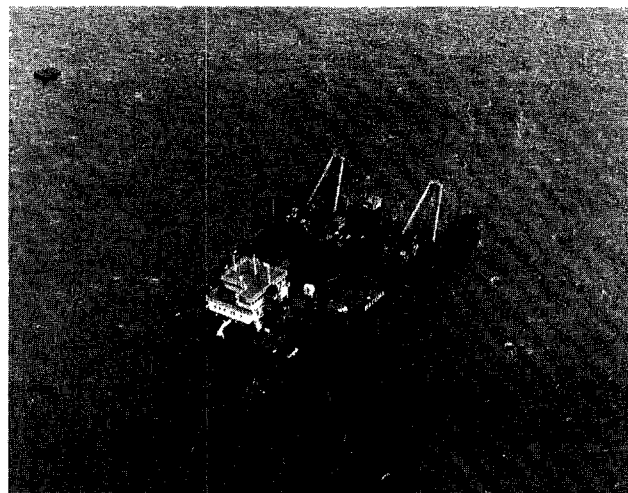


Foto 4 Macoma/DONAX I met boegbakken

de tegelmatten was zodanig, dat de Macoma in een ankerpatroon lag waardoor opschonen zonder ankerbehandeling ter weerszijden van de locatie mogelijk was (draden verzetten).

In het algemeen werden voor de koppeling alleen de ebdraden verwijderd.

Door middel van de hulpdraden van de Macoma werd de, door sleepboten voortbewogen afvierpontoon, DONAX I tegen de fenders van de Macoma aangedrukt.

De gehesen koppelringen werden om de pennen van de DONAX I aangebracht waarna de langscilinder, respectie-

- DONAX I: voor het leggen van zowel de tegel- als de grindwiepenmatten (figuur 8);
- Ostrea: voor het plaatsen van de pijlers (figuur 9);

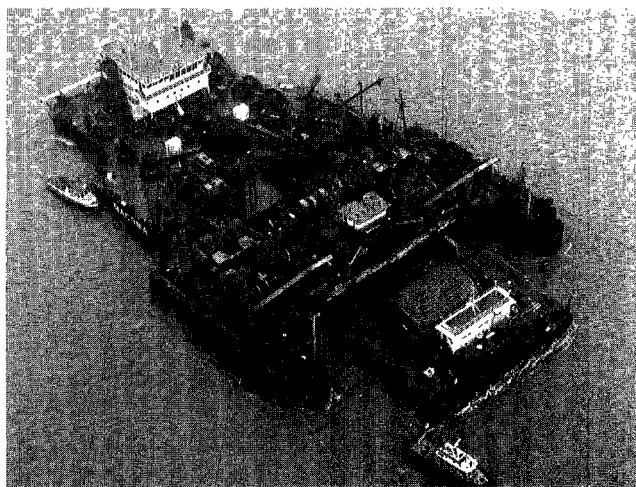


Foto 5 Macoma/DONAX I / Sepia
(leggen grindwiepenmat)

velijk de dwarscilinder, van de koppelininstallatie werd gespannen tot 80 Bar respectievelijk 40 Bar. Het koppelen vond plaats met behulp van het computersysteem van de Macoma.

6.2 Koppelen met de Ostrea

Het koppelen van de Ostrea met de, op locatie in het ankerpatroon liggende, Macoma vond plaats tijdens de laagwaterkentering.

De ladder van de Macoma was omhoog en de voordraden K6 en K7 van de Macoma waren ingebracht (zie figuur 9). De koppeling tussen de twee schepen werd begeleid met, vanaf de wal op scheepsbakens gerichte, plaatsbepalingsapparatuur (minilirs), die tien keer per seconde gegevens verstrekten over de plaatsafwijkingen van die bakens. Deze informatie werd op de Ostrea door een computer bewerkt. Het hefschip kon vrijvarend, met behulp van de eigen roerpropellers, de koppelpunten van de stilliggende Macoma opzoeken.

De uiteindelijke koppeling kwam op overeenkomstige wijze tot stand als met de DONAX I.

Tijdens deze manoeuvre kwamen de volgende problemen naar voren:

- De Ostrea was tijdens de beginfase 'koppelen met de Macoma' niet perfect manoeuvreerbaar; daardoor waren de draden O2 en O3 regelmatig belast tot waarden van 1500 kN (breukkracht 2670 kN). De voordraden waren daarom voorzien van rekkers met een stijfheid van 500 kN/m; deze rekkers zijn gedurende het gehele proces in het ankersysteem gebleven.
- De Macoma-ladder moest in verband met het koppelen worden vrijgehouden van de Ostrea. In een aantal gevallen kon niet worden gekoppeld op de locatie van de betreffende pijler, maar moest worden opgeschoven naar een andere locatie (circa twee poortjes).
- Het onder water brengen van de Macoma-ladder leidde tot vrij hoge draadkrachten in K5 en K8 (ca. 500 kN bij $v = 1.5 \text{ m/s}$), waardoor het vroegste moment van 'start koppelen' werd begrensd. Dit had geen cyclusconsequenties.

6.3 Koppelen met de Taklift 4

De Taklift 4 werd, zodra ze bij de op locatie liggende Macoma was aangekomen, 180° gedraaid.

Met behulp van ankerbehandelingsvaartuigen werden de ankerdraden L7a en L8a gekoppeld, terwijl door een vlet een draadverbinding met de Macoma tot stand werd gebracht.

De Taklift was aangepast aan de koppelininstallatie van de Macoma en trok zichzelf tegen de Macoma aan, waarna de koppeling op dezelfde wijze als bij de DONAX I en de Ostrea plaats vond.

Aanpassingen van de Macoma voor het plaatsen van de dorpelbalken hadden voornamelijk betrekking op de baggerladder. In eerste instantie werden de zuigmonden verwijderd, waardoor het baggersysteem buiten bedrijf werd gesteld.

Vervolgens werd de baggerladder omgebouwd tot draadpaal (aflooppunt voor de boegdraden van de Macoma).

In verband met de beperkte ruimte tussen de geladen Taklift 4 en de hoogteligging van de bodem (op sommige plaatsen) moest de baggerladder nog verder worden ontmanteld.

6.4 Overige koppelingen

Naast de mechanische koppeling tussen de Macoma enerzijds en de DONAX I, Ostrea of Taklift 4 anderzijds werden er ook, door middel van stekkers en contactdozen, elektrische koppelingen aangebracht voor:

- de bediening van lieren;
- de communicatiesystemen;
- het bedienend personeel;
- het overbrengen van signalen;
- het transport van energie.

De vaartuigen waren elk voorzien van zelfstandig opererende navigatiesystemen voor die onderdelen, die met de specifieke taak van het betreffende vaartuig te maken hadden. De survey-installatie leverde de relevante gegevens.

7. Macoma als opschoonponton

7.1 Inleiding

Voor het leggen van wiepen- en tegelmatten en het plaatsen van pijlers moesten in de drie stroomgeulen zowel de negatieve overlapconstructie als de funderingsmatten worden opgeschoond.

De noodzaak tot het leggen van wiepenmatten ontstond in een stadium dat de werkschepen (met name de Macoma) reeds volop bezig waren met het proevenprogramma opschoonen.

Gezien de beschikbare tijd was het niet mogelijk de werkmethode van het opschoonen voor het leggen van wiepenmatten uitgebreid te beproeven en te optimaliseren. Voordat met opschoonen werd begonnen werd, in eerste instantie ter bepaling van de omvang van het zandpakket,

een sonaropname gemaakt. Aan de hand hiervan werd het aantal opschoonslagen per locatie bepaald.

Voor zowel het leg- als plaatsingsproces was het uitgangspunt dat de lengte van de zuigslagen werd bepaald door de begrenzing van het gesedimenteerde zand op zowel de funderingsmat als de negatieve overlapconstructie.

7.2 Werkmethodiek

De werkmethode werd, voorafgaand aan de proefperiode, vastgesteld zoals in het navolgende schema is aangegeven. Hierbij werden de bijkomende noodzakelijke opschoonslagen op de negatieve overlap en de gelegde wiepenmatten reeds ingepast.

Werkmethodes:

werkonderdeel	instelling	wanneer, waar
1. grof opschoonen	– zuigen – alle jets bij en vol aan – geen lucht – verhaalsnelheid 2-4 m/min – breshoogte tot 0,8 m	overall waar de kop meer dan 0,5 m afstand heeft tot: bovenmat, tegelmat en negatieve overlap constructie
2. filtermat opschoonen	– instelling als bij grof opschoonen – breshoogte <0,8 m >0,15 m	1e slag waarbij de kop over de filtermat rijdt of als er meer dan 0,15 (0,30)m zand ligt (herhalen tot er minder dan 0,15 m ligt)
3. fijn opschoonen filtermat	– zuigen – alleen rollerjets, jetpompen op 800 t/m – geen lucht – verhaalsnelheid 4 m/min – breshoogte <0,15 m	op filtermat laatste slag
4. opschoonen tegelmat 1e slag	– instelling als bij grof opschoonen – breshoogte <0,8 m	1e slag waarbij de koppen over tegelmat en filtermat rijden (herhalen tot er bij de koppen BB1 en SB1 <0,15 m zand ligt). N.B. Hierbij blijft er zand naast de tegels liggen!
5. opschoonen tegelmat 2e slag	– luchtjetten, compressoren en jet-pompen vol aan – alleen rollerjets open BB1 en SB2 gereduceerd debiet – zo mogelijk zuigen met BB1 en SB1 – verhaalsnelheid 2-4 m/min – breshoogte <0,8 m	hierbij wordt ook het zand naast en tussen de tegels weggehaald N.B. Hierbij is een een zekere stroomsnelheid nodig!

6. fijn opschonen tegelmat	– zuigen – alleen rollerjets – jetpompen vol aan – <i>geen</i> lucht – verhaalsnelheid 4 m/min – breshoogte <0,15m	laatste slag voor plaatsen pijler. De sporen “nieuwe aanzanding” worden weggehaald. Geen lucht (anders overal zand).
7. opschonen negatieve overlapconstructie	– lucht jetten, compressoren en jetpompen vol aan – alleen rollerjets open – verhaalsnelheid 2 m/min – breshoogte <0,8 m	Cardanhoogte en kophoeken volgens opgestelde tabellen (herhalen tot overlap schoon is)
8. opschonen wiepenmat	– instelling als bij opschonen negatieve overlapconstructie	Zelfde als negatieve overlapconstructie
9. grind zuigen	– zuigen (maximaal) – alleen rollerjets, jetpompen vol aan – verhaalsnelheid <0,4 m/min – breshoogte <0,25 m	op filtermat

In de proefperiode is systematisch gezocht naar de optimale werkmethode. Later kon dit nauwelijks meer worden gedaan, omdat de Macoma op de voor proeven geschikte momenten activiteiten moest uitvoeren (zie doc. 1 en 2) in de stroomgeul.

Tijdens deze periode zijn ter verbetering van de opschoonkwaliteit de roller- en zij-jets aangepast.

Door het verticaler stellen van de rollerjets kon het dieptewerkingseffect van deze jets worden verbeterd voor met name het luchtjetten op de negatieve overlapconstructie en de tegelmat. Een tweede voordeel was dat minder mors werd achtergelaten bij het opschonen en dat mogelijk grind op de bovenmat beter opzuigbaar was.

Vanwege de later in het totaalontwerp ingepaste wiepenmat moesten de zij-jets, in verband met mogelijke schade aan deze mat, worden aangepast. Deze aanpassing bestond uit het inkorten van de zij-jets met 36 cm en een verandering van de stand van schuin naar achter tot een verticale werkstand van de zuigkoppen. Achteraf is gebleken dat deze noodzakelijke aanpassing van de zij-jets waarschijnlijk ten koste is gegaan van het opschoneffect in de zogenaamde ‘gootjes’ direct naast de bovenmat.

Omdat de geïnstalleerde zanddiktemeters onbetrouwbare waarden leverden, is het vanaf het begin noodzakelijk gebleken om de opschooncontrole primair uit te voeren met camera's op de zuigkoppen.

Vanwege verslechtering van het zicht onder water zijn de camera's aangepast aan deze omstandigheden.

Door het nog lager hangen (10 cm) van de camera's en het aanbrengen van extra lampen onder een verlichtingshoek van 45°, bleek de zichtkwaliteit zodanig verbeterd, dat zich hiermee tijdens het verdere verloop van het werk geen problemen hebben voorgedaan.

7.3 Opschoonprocessen

Het opschonen met de Macoma kan worden onderverdeeld in een aantal fasen.

Voor elke fase bestond een standaard werkmethode, op-

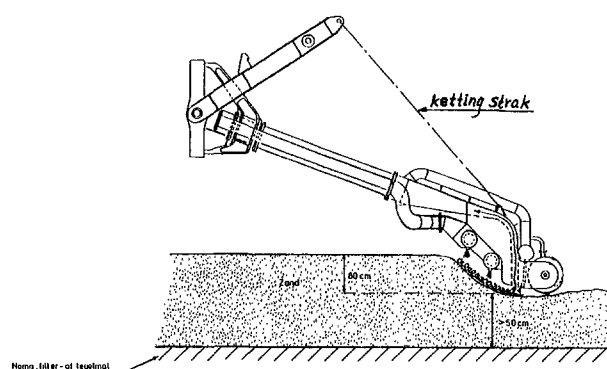
gelegd door de omstandigheden en modelonderzoek.

De fasen zijn:

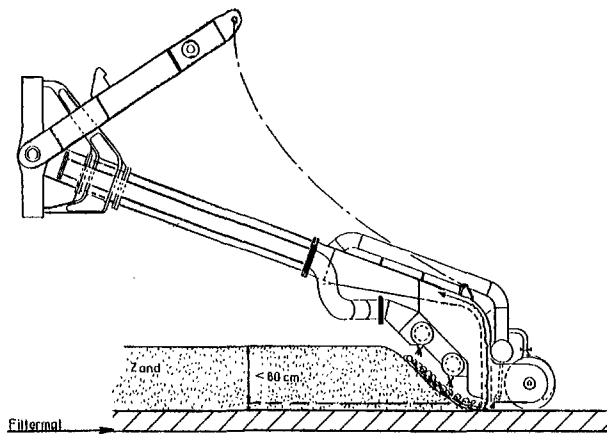
- Grof opschonen zie 7.3.1
- Inspectieslagen zie 7.3.2
- Opschonen negatieve overlapconstructie zie 7.3.3
- Verschoven slagen zie 7.3.4
- Fijn opschonen bovenmat zie 7.3.5
- Opschonen tegelmat zie 7.3.6
- Opschonen negatieve overlapconstructie met grindwiepenmat zie 7.3.7
- Grind zuigen zie 7.3.8

Onder de, in de navolgende tekst opgenomen, werkmethode wordt verstaan voor:

1. Grof opschonen:
het gehele gebied zuigen waar meer dan 0,50 m zand ligt, zie figuur 10;
2. Afgesteund opschonen:
daar waar de rol kan worden afgesteund, zuigend opschonen, zie figuur 11;
3. Luchtjettend opschonen:
daar waar de rol niet kan worden afgesteund inspectieslagen tegelmat opschonen 2e slag en opschonen negatieve overlap.



Figuur 10 Grof opschonen



Figuur 11 Afgesteund opschonen

7.3.1 Grof opschonen

Indien er meer dan 0,5 m zand lag, werd er grof opgeschoond bij:

Plaatsen pijler	200 x 135 m
Leggen tegelmat	200 x 135 m
Leggen grindwiepenmat	200 x 90 m

Grof opschonen hield in dat in zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk materiaal werd weggezogen zonder dat de funderingsmat, de tegelmat, de negatieve overlapconstructie of de grindwiepenmat werd geraakt of beschadigd.

Alle jets werden gebruikt (zonder lucht); de koppen hingen hierbij in de kettingen (zie figuur 10).

Indien er te snel werd verhaald was het zand niet voldoende in suspensie en werd het dus ook niet afgevoerd. De koppen kwamen dan op het zand te rusten waardoor het zuigniveau niet kon worden vastgesteld.

Met de ladderdiepte-instelling en de stelcilinders werden de koppen zodanig ingesteld dat de maximale diepte minder was dan het niveau van de funderingsmat, de tegelmat of de bestorting van de negatieve overlapconstructie.

De betreffende niveau's konden daardoor onmogelijk worden geraakt.

Bij de laatste grof opschoonslag werd niet lager ingesteld dan 0,5 m boven de betreffende constructies.

De produktie tijdens grof opschonen bedroeg ca. 4000 m³/uur. De verhaalsnelheid was 3,3 m per minuut bij een breshoogte van 0,8 m.

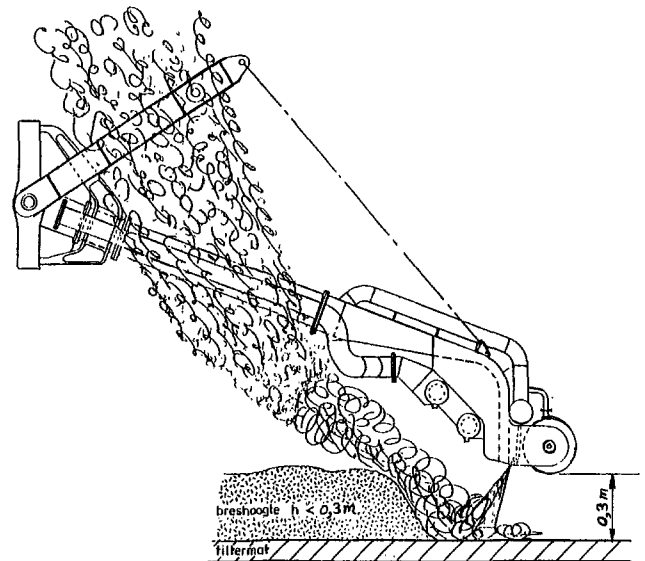
Aan het grof opschonen werden geen kwaliteitseisen gesteld.

De controle was gebaseerd op de proces-controle. De diepte van de koppen en een ingecalculerde mors (0,1-0,2 m) leverden het opgeschoonde niveau op.

7.3.2 Inspectieslagen

Voordat men afgesteunde opschoonlagen op de matten kon uitvoeren, moest eerst bekend zijn of er stenen of iets dergelijks op de mat lagen.

Hiertoe werden een of meer inspectieslagen uitgevoerd (zie figuur 12) waardoor de mat vrijwel zandvrij was. Dulkers en/of het onderwaterinspectievoertuig Portunus (zie deelnota 5) voerden de inspectie uit.



Figuur 12 Inspectieslag luchtjettend

Indien er echter meer zand op de mat aanwezig was dan 0,30 m, moest er eerst een grof opschoonslag worden uitgevoerd met dezelfde instelling als bij de inspectieslag.

7.3.3 Opschonen negatieve overlapconstructie

Voor het leggen van de grindwiepenmat met de Sepia (zie deelnota 13) moest de negatieve overlapconstructie worden opgeschoond. Dit opschonen verliep zoals is omschreven in 7.3.1.

Het verwijderen van de laatste zandresten (0,1 tot 0,5 m) vond plaats door middel van jetten, omdat de koppen niet op de bestorting van granulair materiaal konden worden afgesteund.

Door alleen de rollerjets in te stellen kon de maximale dieptewerking worden verkregen.

Om ophoping van zand te voorkomen werd op de vier buitenkoppen perslucht aan het jetwater toegevoegd.

Met de Macoma kon zowel de zogenaamde 'omhullende slag' (hartlijn negatieve overlapconstructie) als ook noordelijk of zuidelijk hiervan worden opgeschoond.

7.3.4 Verschoven slagen

Voor het plaatsen van een pijler of tegelmat moest eerst de bovenmat en de omgeving zand- en aangroei-vrij worden gemaakt. Daarvoor moest er een bredere strook worden opgeschoond dan 30 meter.

Er werden dan minstens twee (verschoven) slagen uitgevoerd, waardoor een stuk ondermat en de stroken langs de negatieve overlapconstructie werden opgeschoond.

De werkwijze was vrijwel gelijk aan het opschonen van de negatieve overlapconstructie.

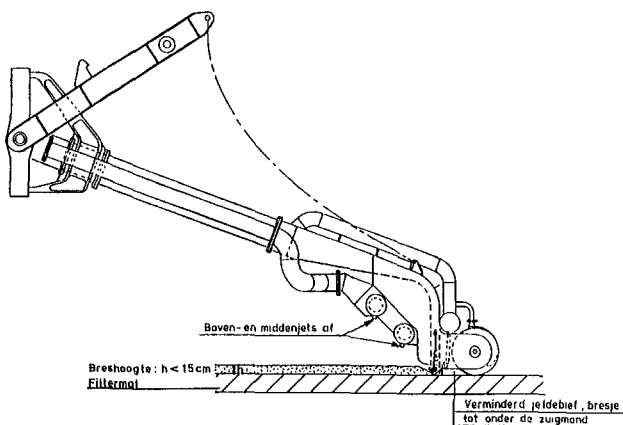
7.3.5 Fijn opschonen bovenmat

Hierbij werd de bovenmat vlak voor het leggen van de tegelmat of het plaatsen van een pijler nog één keer zorgvuldig zandvrij gemaakt.

Het jetdebiet van de rollerjets werd verhoogd, terwijl de boven- en onderjets werden afgesloten.

Aan de oostzijde werd de ondermat over een strook van

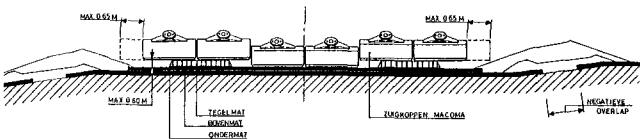
Op de bovenmat aangekomen werd er afsteunend gejet (zie figuur 13).



Figuur 13 Fijn opschonen bovenmat

7.3.6 Opschonen tegelmat

De koppen van de zuigmond waren afgesteund op zowel de tegelmat (4 stuks) als op de bovenmat (2 stuks), zie figuur 14.



Figuur 14 Zuigkoppen op en tussen de tegelmatten

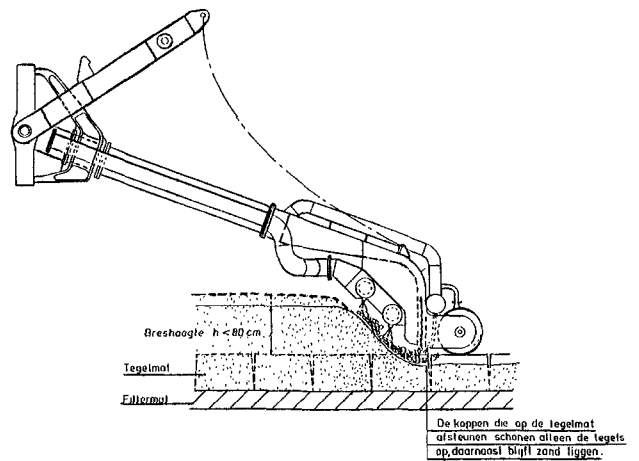
7.3.6.1 Eerste opschoonslag

Bij deze slag werd afgesteund en zuigend opgeschoond (zie figuur 15). Boven de ondermat werd niet afgesteund. Met deze slag werd de grootste hoeveelheid zand afgevoerd. Wanneer er meer zand bleef liggen dan 0,15m werd deze opschoonslag een keer herhaald.

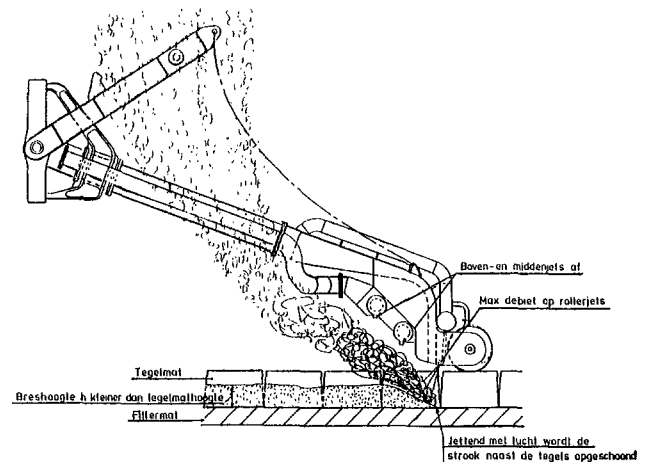
7.3.6.2 Tweede opschoonslag

De middenkoppen zogen de funderingsmat schoon. Indien vlak naast de tegelmat niet het gewenste resultaat werd behaald, werd ook deze opschoonslag een keer herhaald.

Bij het op- en afrijden van de tegelmat bestond de kans op



Figuur 15 Opschonen tegelmat 1e slag



Figuur 16 Opschonen tegelmat 2e slag

beschadiging van de zuigmond, de zanddiktemeters en de ondermat. Door het behoedzaam manoeuvreren met de zuigmond kon deze hindernis worden genomen.

7.3.6.3 Fijn opschonen tegelmat

Het opschonen vond plaats zonder dat er lucht aan de jets werd toegevoegd. De mogelijkheid was namelijk aanwezig dat het dan opgewervelde zand weer op ongewenste en onvoorspelbare plaatsen (rondom de kentering) kon bezinken.

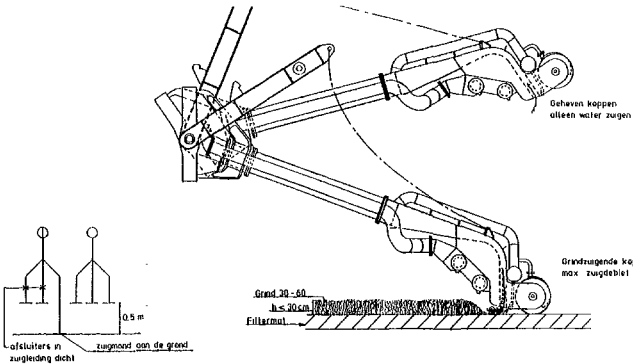
7.3.7 Opschonen negatieve overlapconstructie (direct voor plaatsen pijler)

Het probleem bij het opschonen van de negatieve overlap-constructie was dat de zuigmonden horizontaal stonden terwijl de overlap een dwarshelling had. Hierdoor kon de

zuigmond niet direct het profiel van de overlap volgen met als gevolg dat op de kruin ca. 0,2 m zand overbleef en ter plaatse van de teen ca. 0,3 - 0,4 m bleek te liggen. Nadat er door de operators meer ervaring was opgedaan werden, indien zich veel zand op de negatieve overlap bevond, de zuigkoppen voorzichtig op de matten neergezet (stationair opschonen). Deze manier van opschonen bleek, zonder schade aan de zuigmonden en matten te veroorzaken, bijzonder goed te voldoen. Het 'gootje' tussen de bovenmat en de grindwiepenmat moest zo goed mogelijk zandvrij worden gemaakt.

7.3.8 Grindzuigen

Hoewel de baggerinstallatie niet was ontworpen om grind grover dan 0,3 - 32 mm te zuigen, was het toch mogelijk om grind 30 - 60 mm te verwijderen. Hiertoe zette men één kop aan de grond. Het volle zuigdebiet van de bij die kop behorende pomp werd ingesteld (de afsluiters van de andere twee koppen behorende bij die pomp stonden dan dus dicht). De andere pomp moest maximaal debiet leveren, dus water zuigen door alle drie de koppen (zie figuur 17).



Figuur 17 Grind zuigen

8. Opschooncontrole

De opschooncontrole tijdens de fijn opschoonslagen voor plaatsen pijlers en leggen van tegelmatten vond plaats met behulp van de camera's op de zuigkoppen van de Macoma. Zowel in de stroomgeul Schaar van Roggenplaat als de Roompot waren de camerabeelden van dien aard, dat er een redelijk beeld verkregen werd over het opschoonresultaat.

Gelijktijdig met de camerabeelden liep het Zand Dikte Meet-systeem (ZDM) mee, om bij mogelijk slecht zicht of in twijfelgevallen hierop terug te kunnen vallen. Een belangrijk hulpmiddel ter bevestiging van de camerabeelden was het echosignaal op de video scanned memory. Aan de hand hiervan kon een goed beeld worden verkregen of er zich wel of geen zand op de mat bevond en kon eveneens los bovendoek worden gedetecteerd.

Met behulp van het onderwatervoertuig Portunus, bediend en bestuurd vanaf het survey-vaartuig Wijker-Rib, was het mogelijk inspecties op de mat uit te voeren.

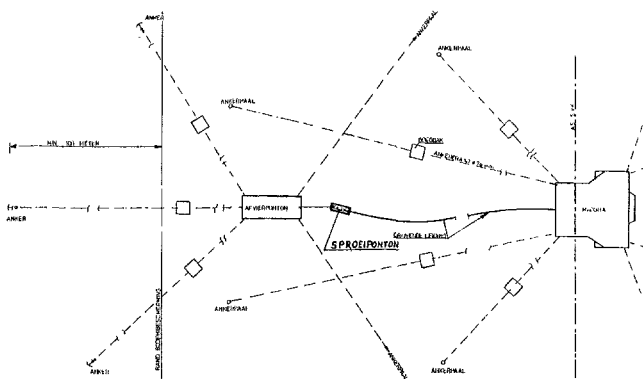
Hierbij werd een breedte van 3 m in één keer gescand (zie deelnota 5).

Ook vond inspectie plaats door duikers. Het voordeel was dat zij met video-camera's vrijwel overal konden inspecteren. In verband met de kenteringsduur was de inzetduur helaas beperkt.

Omdat de ondermat van locatie R27 (oost) moeilijk was op te schonen, was de kans aanwezig dat tijdens en na de fijn opschoonslag, als gevolg van vernauwing door de reeds geplaatste pijlers, zand van dit gebied opgewoeld zou worden om vervolgens neer te slaan op de bovenmat. Om dit verschijnsel te kunnen bewaken zijn in de pijlers R32 en R27 vooraf een aantal stokcamera's in de groutleiding van de pijler gemonteerd. Nadat de pijlers voor 20% waren geplaatst, is op beide locaties de bovenmat op een drietal essentiële plaatsen met behulp van deze camera's geïnspecteerd. De camerabeelden waren van een zodanige kwaliteit dat geconcludeerd kon worden dat er zich geen zand op de bovenmat bevond.

9. Drijvende leiding

Het gebruik van een drijvende leiding werd noodzakelijk geacht om de specieafvoer zóver van de op te schonen locaties te deponeren dat geen gezogen materiaal opnieuw op de opgeschoonde locaties terecht zou kunnen komen. De drijvende leiding had oorspronkelijk een lengte van 300 m (zie figuur 18) en werd ter plaatse van het lozingspunt (een zogenaamde sproeiponton) bevestigd aan een afmeerpunt. Het gebruik van deze lengte drijvende leiding bleek echter in verband met de aanwezige hulpbrug (stroomgeulen Hammen en Schaar van Roggenplaat West) niet mogelijk.



Figuur 18 Drijvende leiding Macoma

Daarom werd er besloten om de drijvende leiding in speciale gevallen te vervangen door een zogenaamde 'boom-pipe'. Er kon toen worden gekozen om het zand-watermengsel aan BB en SB over boord te pompen of om een ingekorte drijvende leiding te gebruiken.

Gekozen is voor een boompipeline met een uittredediameter van 600 mm waarbij het debiet iets onder het nominale debiet lag (horizontale spuitafstand 16 m). De boompipeline werd in principe gebruikt voor het opschonen en leggen van grindwiepenmatten. Later werd de boompipeline ook gebruikt voor de "grof" opschoonlagen ten behoeve van plaatsen pijlers; alleen bij de fijn opschoonslag werd de drijvende leiding gebruikt. Deze werd in de lengte gehalveerd en met een sleepboot in positie gehouden.

Nadat was aangetoond dat er, gezien de geringe zandconcentraties bij de fijnopslag, geen gevaar bestond dat afgevoerd zand uit de boompipeline opnieuw op het opgeschoonde bed terecht zou komen, werd besloten om in die gevallen waarin de stroomsnelheid zo hoog was dat toepassing van de drijvende leiding problemen opleverde, ook de fijnopslagslag uit te voeren met gebruikmaking van de boompipeline.

10. Documentatielijst

1. P.G.O. nota nr. 7
2. Operatieplan plaatsen pijlers 41 PLPIJ-M-82046
3. Evaluatienota plaatsen pijlers 24 KWAP-N-84200
4. Evaluatienota plaatsen dorpelbalken
5 PROBU-M-86006
5. Drie maandelijks berichten nrs. 83, 99 en 103
6. Bruggenspraak nrs. 1 en 4-1981
7. Bureau voor Scheepsbouw 779/779A-R42
8. Organisatie, bedieningsplaatsen, instrumentatie en
dataverwerking A&O ponton
41 PLPIJ-R-81036
9. Bestek & tekeningen A&O ponton
DED-1750/63
10. Notitie/rapport Dosbouw (P. Klein)
d.d. 21-4-1983

Inhoud

1	Inleiding	361
2	Probleemstelling	363
3	Eisen en randvoorwaarden	364
4	Beschrijving Ostrea	366
4.1	Algemeen	
4.2	Afmetingen	
4.3	Accommodatie	
5	Aanwezige installaties en voorzieningen	367
5.1	Energievoorziening	
5.1.1	Elektrische systemen	
5.1.2	Hydraulische systemen	
5.1.3	Persluchtsystemen	
5.2	Lens/ballastsysteem	
5.2.1	Zee-inlaat	
5.2.2	Pompen	
5.3	Veiligheidsmiddelen, dekwassysteem	
5.4	Communicatie systemen	
5.5	Nautische apparatuur	
5.6	Voortstuwing	
5.6.1	Aandrijving elektrisch	
5.6.2	Aandrijving diesel	
5.6.3	Stuurschroefunits	
5.7	Anker-verhaallieren	
5.7.1	Liergegevens (Anker- en hulpankerlieren)	
5.7.2	Liergegevens (Hulplieren)	
5.8	Ankervoorziening	
5.9	Sleepvoorzieningen	
5.10	Sluitbalk	
5.10.1	Voorspaninrichting met slede	
5.11	Pijlerhef- en bufferinstallatie	
5.11.1	Opbouw hefsysteem	
5.11.2	Belastingschema	
5.11.3	Snelheden	
5.11.4	Kabel en kabelloop	
5.11.5	Lieren	
5.11.6	Draadklemmen	
5.11.7	Lastmeters	
5.11.8	Takels en omloopschijven	
5.11.9	Evenaars	
5.12	Transportbuffering	
5.12.1	Langsbuffers	
5.12.2	Dwarsbuffers dekniveau	
5.12.3	Dwarsbuffers portaalniveau	
5.13	Hijsgerei bovendeks	
5.13.1	Hulpkranen	
5.13.2	Hoogwerker	
5.13.3	Lift	
6	Werkzaamheden	376
6.1	Bouwdokactiviteiten	
6.1.1	Plaatsen MIK-balken	
6.1.2	Afmeren om een pijler	
6.1.3	Oppakken pijler	
6.1.4	Pijler op MIK plaatsen	

- 6.2 Plaatsen pijler
 - 6.2.1 Activiteiten in het bouwdok
 - 6.2.2 Transport pijlers
 - 6.2.2.1 Afmetingen vaargeulen, afstanden
 - 6.2.2.2 Transport
 - 6.2.2.3 Transportschema's
 - 6.2.3 Plaatsen pijlers
 - 6.2.3.1 Werkmethodiek
 - 6.2.3.2 Procesvoering
 - 6.2.3.2.1 Afmeren en koppelen
 - 6.2.3.2.2 Fijn opschonen, afvieren pijler, fijn positioneren
 - 6.2.3.2.3 Pijlerbewegingcontrôle tijdens plaatsen
 - 6.2.3.2.4 Plaatsen pijler
 - 6.2.3.2.5 Grindzakhandelingen
 - 6.2.3.2.6 Ontkoppelen en ontmeren van de Ostrea en de Macoma

7 Documentatielijst

382

1. Inleiding

De Ostrea (Latijnse naam voor oester) was in een aantal opzichten een van de mooiste stukken werkmaterieel dat speciaal voor de Oosterscheldekering werd gebouwd.

Het ontwerp van dit schip heeft talrijke fasen doorlopen, omdat het steeds moest worden aangepast aan de wijzigingen in het ontwerp van de pijlers.

Het eerste ontwerp ging uit van een hefschip dat zogenaamde putten, bouwkuipen en pijlers naar de stroomgeulen kon vervoeren en daar ter plaatse behulpzaam zou zijn bij het neerzetten en in de grond laten zakken van de putringen.

De werkcyclus voor het plaatsen van één put/pijlercombinatie werd geschat op twee weken. Toen dit ontwerp was verlaten en het een "pijler uit één stuk" werd, veranderden ook de eisen die aan het hefschip werden gesteld.

Men dacht een tijdlang aan een schip dat zich in de stroomgeulen als een hefeiland zou gedragen, door vier poten op de bodem te plaatsen en de pijler tussen die poten nauwkeurig af te vieren. Bij dit ontwerp zou het hefschip per pijlerplaatsing nog maar ruim 40 uur in de stroomgeul moeten verblijven. Een nadeel van dit ontwerp was wel dat de poten de bodembescherming zouden beschadigen. Het bleek echter ook mogelijk de poten achterwege te laten en de pijler met een hefschip voldoende nauwkeurig neer te zetten. Maatafwijkingen in de lengterichting van de Oosterscheldekering zouden in latere instantie kunnen worden gecompenseerd door aanpassing van de afmetingen van de overige onderdelen zoals de prefab dorpelbalken en schuiven.

Het uiteindelijk gebouwde hefschip bestond uit een U-vormig drijflichaam met buitenafmetingen van ca. 87 en 47 m, dat een beun omsloot van 70 bij 22 m. Daaroverheen stonden twee hijsportalen, één van 36 en één van 24 meter hoogte bovendecks. Vanuit de portalen liepen vier, acht-entwintig keer ingeschoren takels, verbonden door een evenaarconstructie. De klauwen, die onderdeel van de evenaar uitmaakten, pasten om de ontworpen hijsnokken van de pijlers. Elke takel stond in verbinding met een continu-lier van 315 kW. Een en ander was zo ontworpen dat de pijlerconstructie niet kon worden overbelast, terwijl het aftakelen ook doorgang kon vinden bij storing in één van de lieren. Een geplaatste pijler kon in geval van foutieve plaatsing weer worden opgepakt en herplaatst.

Om zelfstandig in het bouwdok van de pijlers te kunnen manoeuvreren, beschikte de Ostrea over een eigen voortstuwing van vier stuur- propellers. Het schip kon op die manier om een pijler manoeuvreren, hem optillen, de beun sluiten met een zware balk en het bouwdok uitvaren. Om deze manoeuvres te kunnen uitvoeren had de Ostrea een zeer nauwkeurig navigatiesysteem, dat werkte met electro-nische tachymeters.

De afstand tot een pijler die werd genaderd, kon daarmee tot op 0,05m nauwkeurig worden bepaald; slingering en slagzij van het schip werden daarbij door een scheeps-computer steeds verdisconteerd.

Gedurende de vaart van het bouwdok naar de stroomgeul werd gebruik gemaakt van peilinformatie, die opgeslagen was op banden en van een radiografisch plaatsbepalingssysteem, dat zich steeds in drie richtingen oriënteerde op walbakens.

Het schip werd op de vaarroute geassisteerd door twee sleepboten.

De pijler, in positie gehouden door tien hydraulische buffers, bevond zich gedeeltelijk in het water en woog daardoor als gevolg van de opwaartse druk 9000 ton minder zwaar. De pijlervoet stak 1 m onder het vlak van het hefschip uit, dat door het optillen van de pijler een diepgang van ongeveer 10m verkreeg. Ten behoeve van het transport waren in de vaarroute tussen het bouwdok en de plaatsingslocatie de vaargeulen op diepte gebracht (minimaal N.A.P.-15 m).

Op locatie werd de Ostrea afgemeerd aan de Macoma en in positie gebracht. De koppeling met deze ponton vond plaats door middel van zware koppelpennen op de uiteinden van het U-vormige drijflichaam en daaromheen passende sluitringen, verbonden met lieren op de Macoma.

De Ostrea was voorts uitgerust met vier ankerlieren van 800 kN; daarnaast was er een stel hulplieren van elk 300 kN geïnstalleerd.

De activiteiten van de Ostrea in het bouwdok bestonden hoofdzakelijk uit:

- het manoeuvreren om de pijlers;
- het oppakken van de pijlers;
- het plaatsen van de MIK-balken (incidenteel);
- het plaatsen van de pijlers op de MIK-locatie.

De oorspronkelijke planning was om de pijlers enkel op te pakken, te transporteren en te plaatsen. Alle pijlers echter zijn eerst op een locatie geplaatst waar het mogelijk was om met behulp van duikers de onderzijde van de pijler te inspecteren en de onder aan de pijler bevestigde blikken platen te verwijderen. Tijdens het heffen van de pijlers in de proefperiode werd namelijk geconstateerd dat de "werkvloer" van blikken platen op een aantal plaatsen losliet en zo een risico vormde voor de aan de pijler bevestigde grindzakken. De platen zouden tijdens het plaatsen mogelijk schade aan de funderingsmatten kunnen toebrengen. De locaties waar genoemde platen werden verwijderd werden MIK-locaties genoemd. Dit betekende echter dat de Ostrea minstens het dubbele van het aantal vooraf ingeschatte hijsbewegingen heeft moeten uitvoeren. Het maakte het tussentijds noodzakelijk de hijsdraden te vervangen

en de lagers in één van de hijsjukken te vernieuwen. Het plaatsen-pijler-bedrijf heeft als gevolg van deze reparaties een vertraging in de werkzaamheden ondervonden van circa vijf weken.

2. Probleemstelling

Voor een goede "passing" van de verkeerskokers, de dorpel- en de bovenbalken, maar vooral van de beweegbare stalen schuiven, waren de plaatsingseisen (in x-, y- en z-richting alsook $\varnothing x$, $\varnothing y$ en $\varnothing z$) die aan de pijler werden gesteld uiterst belangrijk.

Oorspronkelijk was vanwege de plaatsingseisen gekozen voor een hefschip met/op poten. Hiermee kon de pijler met grote nauwkeurigheid tot vlak boven het van te voren gevlakte funderingsbed (toleranties van + of - 0,25 m) worden gesteld. In deze stand zou de ruimte tussen fundering en pijler worden ondergrout. Alle zes voornoemde zogenaamde vrijheidsgraden van de pijler werden zo binnen nauwkeurige grenzen bepaald.

Om een aantal redenen moest deze oplossing, die wat betreft het in de hand hebben van de tolerantieproblematiek ideaal was, worden verlaten.

De belangrijkste voorzienbare problemen waren:

- de kwetsbaarheid van de ondergroutoperatie;
- de duur van de cyclus in de stroomgeul, rekening houdend met storingen en waardoor de kans bestond op extreme en niet te weerstane overlevingscondities voor het materieel.

Gekozen werd voor een oplossing die voorzag in een met grote nauwkeurigheid aangebracht funderingsbed waarop de pijler direct kon worden geplaatst. Bij een dergelijke oplossing werden de vrijheidsgraden in z, $\varnothing x$ en $\varnothing y$ opgelegd vanuit het funderingsbed.

De pijlerplaatsingsoperatie kreeg nu alleen eisen opgelegd ten aanzien van de tolerantie in de x- en y-richting alsmede $\varnothing z$. De oplossing voor dit probleem werd in eerste instantie ook gezocht in een hefschip met poten, dat op het funderingsbed zou worden geplaatst en met behulp van een stelframe, tussen de poten, de pijler met grote nauwkeurigheid zou kunnen plaatsen. Bij deze oplossing deden zich grote ontwerpproblemen voor die hoofdzakelijk hadden te maken met:

- beschadiging van het funderingsbed als gevolg van de grote belasting van de poten;
- de belasting op de poten tijdens overlevingscondities.

Op basis van nadere studies en modelonderzoek werd uiteindelijk gekozen voor een oplossing met een hefschip zonder poten, verankerd in een acht-draden-meersysteem, waarmee de pijlers geplaatst zouden worden met toleranties op de plaats van de hoekpunten van de pijlervoet van 0,30 m in de x- en y-richting en een maximale tolerantie in de $\varnothing z$ -richting van 7 mm/m¹.

Samen met de toleranties van het funderingsbed in de z-richting van + of - 0,15 m en in de $\varnothing x$ - en $\varnothing y$ -richting van 8 mm/m¹, respectievelijk 4,5 mm/m¹, werd met deze plaatsingstoleranties een goede oplossing bereikt voor het passingprobleem van de overige prefab-elementen.

3. Eisen en randvoorwaarden

Het hefschip met alle installaties moest geschikt zijn voor het heffen, transporteren en plaatsen van pijlers onder werkomstandigheden die hierna zijn gedefinieerd. Tevens moest het hefschip onder omstandigheden zonder en met een pijler (in transporttoestand) afgemeerd kunnen blijven liggen aan de afmeerponton in de Oosterscheldemonding (doc. 1). Verder moest het hefschip met de bijbehorende installaties/uitrusting voldoen aan geometrische en klimatologische eisen alsmede aan trillingsbeperkende- en geluidseisen.

De goede werking van alle installaties moest niet alleen zijn verzekerd onder extreme omstandigheden, doch ook in de meest voorkomende situaties.

N.B.

- De golfhoogte van 0,75 m behoort bij een gemiddelde periode van 4sec. en $H\ 1/3 = 0,35$ m behoort bij $T = 6$ sec.
- Bij het positioneren op locatie kon de stroomsnelheid oplopen tot maximaal 2 m/sec.
- Het ontkoppelen van de pijler vond plaats onder omstandigheden als genoemd bij het afvieren van de pijler (maar met omgekeerde stroomrichting).
- Het ontmeren en uitvaren vond plaats onder dezelfde omstandigheden als voor het afmeren.
- Getijverschillen bedroegen tot + en - 2 m ten opzichte van N.A.P.

Voor stormcondities golden de volgende parameters:

Significante golfhoogte ($H\ 1/3$): 1,7 m
Gemiddelde golfperiode (T): 6 sec.

Maximale stroomsnelheid: 2 m/sec.
Getijverschil: + tot -2 m t.o.v. N.A.P.
Maximale windsnelheid
(alle richtingen): 24 m/sec.
(uurgemiddelde).

Voor de stroom- en golfrichting werd gerekend op recht- en schuin-, voor- en achterinkomende richtingen tot 30° afwijkend van de lengte-as van het hefschip (tijdens varen tot 45°).

Gewichten/niveaus:

De gewichten van de pijlers (in lucht) varieerden van ca. 160 MN (16.000 t) voor een lage pijler tot 185 MN voor een hoge pijler. Het transportgewicht van de pijlers varieerde van 73 MN tot 95,5 MN.

De pijlers werden geplaatst op een diepte variërend van N.A.P. -21,5 tot N.A.P. -30 m.

Het zwaartepunt bevond zich 8,5 m tot 10,5 m boven de onderzijde van de pijler.

De pijlers werden opgebouwd in een bouwdok bestaande uit drie compartimenten (bouwdok I, II en III) met een bodemdiepte op N.A.P.-15 m.

Gekoppeld met de Macoma moest de combinatie de volgende golf- en stroomcondities kunnen doorstaan:

Windsnelheid = 24 m/sec
 H_s = 1,7 m samen met een
Vloedstroom van = 2,9 m/sec. of een
Ebstream van = 2,5 m/sec.

Werkomstandigheden:

Fase van de werkzaamheden

	Bouwdok (oppakken pijler)	Transport door O'schelde	Positio- nering op locatie	Afvieren pijler	Neerzetten
Significante golfhoogte $H\ 1/3$ in m	0,1	0,75	0,75/ 0,35	0,35 0,75/	0,75/ 0,35
Gemiddelde golfperiode in sec.	4	4	4/6	4/6	4/6
Maximale stroomsnelheid in m/s	0	2	1,5	1,0	0,3
Maximale windsnelheid in m/sec. (uur gemiddelde; alle richtingen)	15	15	10	10	10

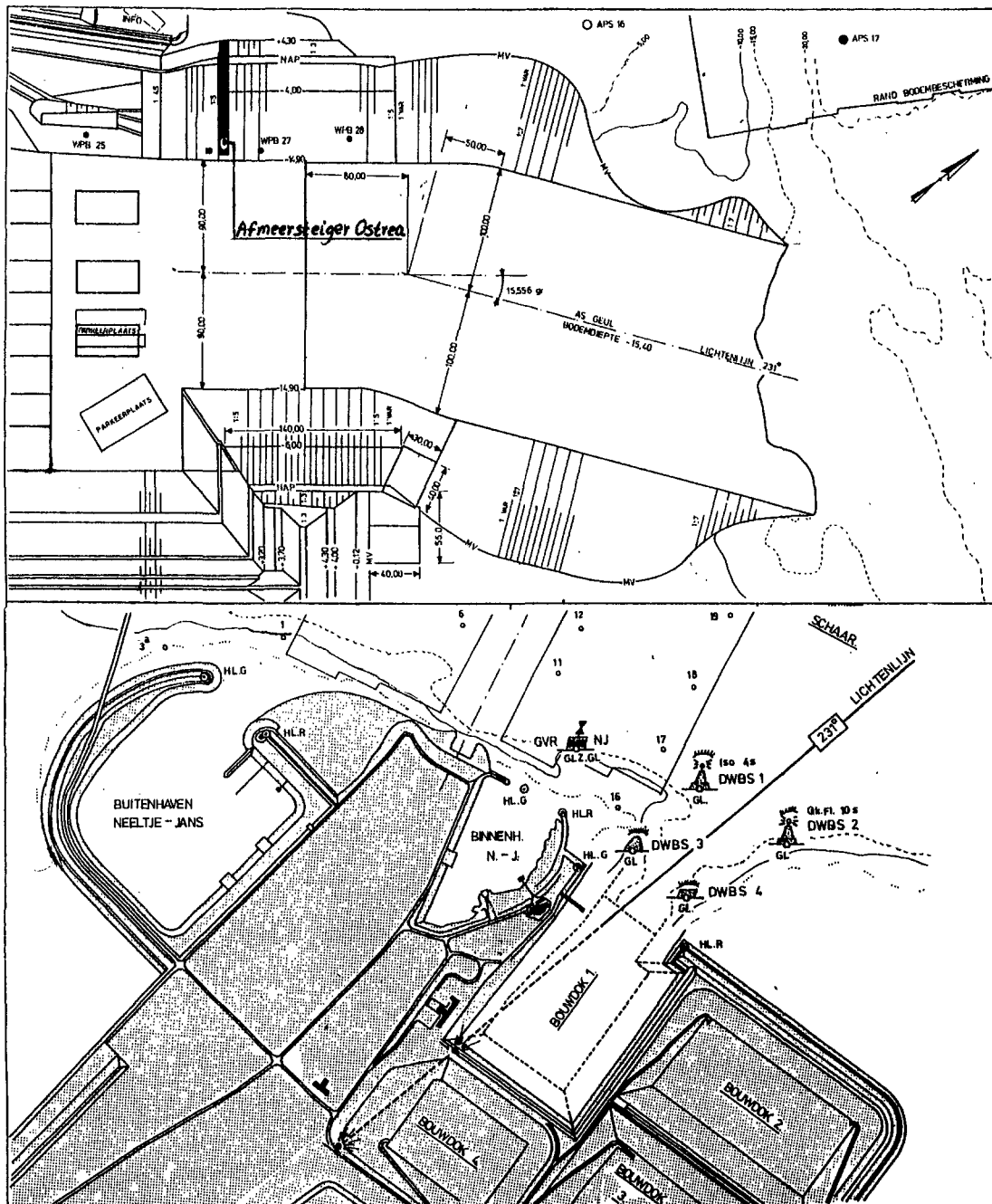
Door het ongunstige ankerpatroon (slechte dradenloop en korte draden) was de gevoeligheid van de Ostrea voor wind en golven, met name in bouwdok I, in de aanvangsperiode groot (zie figuur 1). Door toepassing van rekkers in de korte draden werd dit probleem opgelost.

Bij windsnelheden van 6 Bft en hoger uit ongunstige richting, bleek dat de lieren op het achterschip te licht waren uitgevoerd. Deze twee lieren zijn vervangen door zwaardere (450 kN), afkomstig van de Mytilus.

De werkomstandigheden in de bouwdokken II en III waren bij dezelfde omgevingscondities vanwege de geringe golfdoordringing veel gunstiger dan in bouwdok I.

De uitgangspunten bij het ontwerp van de afmeersteiger:

- geladen hefschip tot windkracht 10 Bft (24m/sec)
- leeg hefschip tot windkracht 12 Bft (32 m/sec) hebben in de praktijk geen problemen opgeleverd.



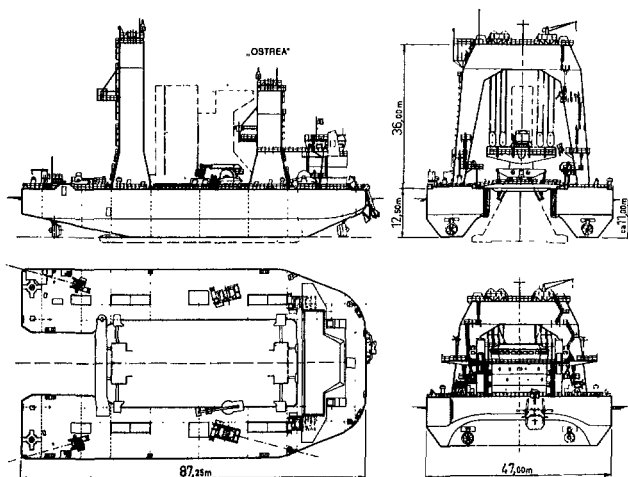
Figuur 1 Overzicht bouwdok 1 met toegangsgeul

4. Beschrijving Ostrea

4.1 Algemeen

De Ostrea had, zoals eerder is vermeld, als basis een U-vormig stalen casco, waarvan de open beunzijde de achterkant van het schip vormde. Over de beun waren twee portaalconstructies geplaatst ten behoeve van het hefsysteem.

De U-vorm werd na koppeling van een pijler met de Ostrea om sterkte-technische redenen afgesloten met een sluitbalk. De balk werd alleen geopend als de Ostrea een pijler ging ophalen in het bouwdoek of nadat een pijler in een stroomgeul was geplaatst.



Figuur 2 Hoofdafmetingen Ostrea

4.2 Afmetingen

De hoofdafmetingen van het casco waren (zie figuur 2):

– Lengte (exclusief ankerrek)	87,25 m
– Breedte	47,00 m
– Holte	12,50 m
– Diepgang zonder pijler	ca. 6,30 m
– Diepgang met pijler	ca. 10,00 m
– Maximale beunbreedte	22,00 m
– Minimale beunbreedte	16,00 m
– Hoogste punt boven water	ca. 50,00 m

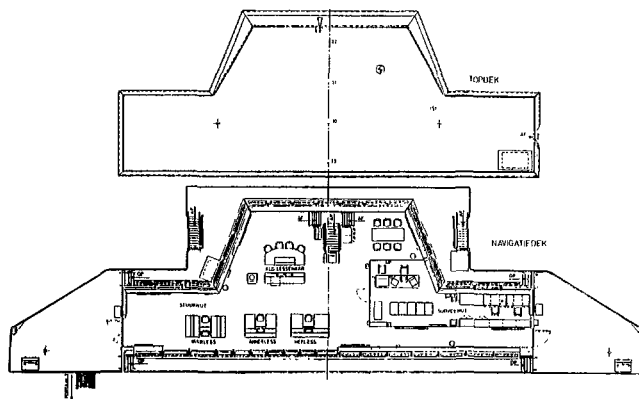
4.3 Accommodatie

Op het voordek was een uit drie lagen opgebouwd accommodatie dekhuis gesitueerd met daar bovenop het bedieningshuis.

De indeling van de dekken was als volgt:

1. Hoofddek met:
noodgeneratorkamer, kleed- en wasgelegenheden en de toiletten.
2. Eerste accommodatiedek met:
kombuis, eetruimte, zitruimte, proviandopslag, toiletten en een wachtmanshut.
3. Tweede accommodatiedek met:
kapiteinshut, vergaderruimte, kantoor en toiletten.
4. Brugdek c.q. navigatiedek met (zie figuur 3):
stuur-/bedieningshuis (algemene lessenaar, vaar -, anker -, hef - en machinekamerlessenaar).
5. Topdek.

Benedendecks waren de machinekamer, werkplaatsen, het magazijn, de pompkamer en de stuurschroefruimten gesitueerd.



Figuur 3 Indeling navigatiedek en topdek Ostrea

5. Aanwezige installaties en voorzieningen

5.1 Energievoorziening

Voor het vervullen van diverse functies zoals pijler heffen, bufferen, verhalen en voortstuwing werd de energie geleverd door een zevental geïnstalleerde dieselaggregaten (twee op het voorschip en vijf in de machinekamer) met een totaal vermogen van ca. 6850 kW nl.:

- 2 dieselaangedreven stuurschroefgeneratoren (elk 1335 kW);
- 3 dieselaangedreven hoofdgeneratoren (elk 1335 kW);
- 1 dieselaangedreven havengenerator (85 kW) en
- 1 dieselaangedreven noodgenerator (85 kW).

De opgewekte elektrische energie kon, al naar gelang de toepassing, direct in deze vorm worden gebruikt (schroef-aandrijving) of worden omgezet in hydraulische of pneumatische energie voor de aandrijving van cilinders en luchtmotoren.

In de noodgeneratorruimte was een walaansluiting aangebracht waardoor 170 kW, door middel van een keuzeschakelaar, via het noodschakelbord of het hoofdschakelbord kon worden betrokken.

Tijdens gekoppeld bedrijf was het mogelijk om 480 kW te betrekken van de Macoma of aan de Macoma te leveren.

5.1.1 Elektrische systemen

Voor het verzorgen van de elektrische energie-verbruikers waren de volgende netwerken beschikbaar:

- 1 netwerk 3 x 660 Volt, 50 Hz voor de krachtverbruikers;
- 1 netwerk 3 x 380 Volt voor de kombuis e.d.;
- 2 netwerken 3 x 220 Volt;
- 1 noodnetwerk 3 x 220 Volt;
- 1 220 Volt meetnet;
- 2 24 Volt batterijnetten;
- enkele Ward-Leonard netwerken 440 Volt.

5.1.2 Hydraulische systemen

De voornaamste hydraulische installaties waren:

- 8 identieke onafhankelijke heflieraandrijvingen, geïnstalleerd in de vier heflierruimten;
- de hydraulische centrale voor de voeding van de hulp-systemen. Deze was opgesteld in de machinekamer en diende voor de voeding van:
 - * alle tien de pijlerbuffers met bijbehorende positioneerinrichtingen;
 - * de sluitbalkbediening;
 - * de kabelhaspelaandrijvingen;
 - * de draadhouders en klauwarmcilinders op de hefjucken.

5.1.3 Persluchtsystemen

Voor de luchtvoorziening was in de machinekamer een compressor geïnstalleerd met een capaciteit van 120 Nm³/uur bij een druk van 8,5Bar, voorzien van een nakoe-ler.

Via een reduceerventiel werd vanaf het startluchtsysteem in een noodvoeding voorzien naar het persluchtsysteem.

De compressor voedde zowel het instrumentenluchtsys-teem als het werkluchtsysteem.

Instrumentenlucht

Aangesloten waren de stuurschroefkoppelingen op het voorschip, de regulateurs van de hoofddiesels en de ha-vengenerator alsmede het diepgangmeetsysteem.

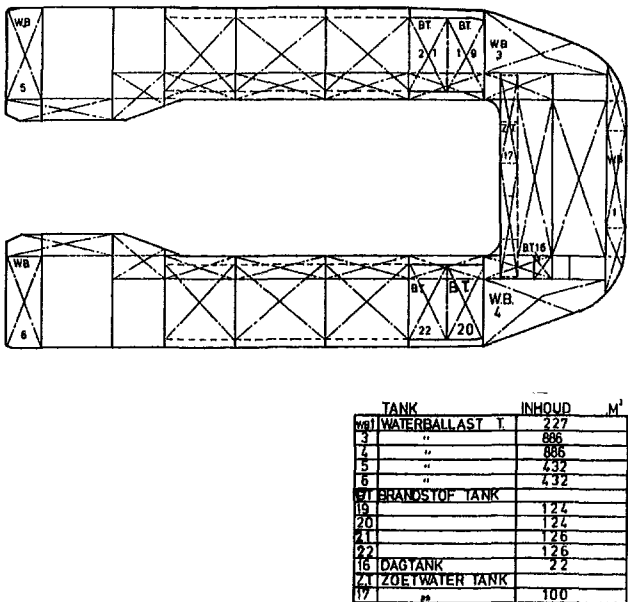
Werklucht

De compressor hield een drukvat van 500 liter op druk ten behoeve van diverse werkluchtaansluitingen.

5.2 Lens/ballastsysteem

Ten behoeve van het corrigeren van de diepgang, de trim en de slagzij van de Ostrea was een lens/ballastsysteem aangebracht.

De diverse tanks zijn aangegeven met opgave van de in-houd in figuur 4



Figuur 4 Waterballast- brandstof- en zoetwatertanks

5.2.1 Zee-inlaat

Het zeewater inlaatsysteem bestond uit een zee-inlaat in de pomruimte aan SB en BB, de zee-inlaatkast. Alle zee-water gebruikende systemen waren hierop aangesloten.

5.2.2 Pumpen

In de pompkamer waren ten behoeve van het lens/ballast-systeem drie pompen geïnstalleerd met de volgende capaciteit en functies:

- 1 pomp met een capaciteit van 125 m³/h bij 25 mWK opvoerhoogte.
Functie: lens/ballastpomp, reserve koelwaterpomp voor de hoofddiesels en de oliekoelers van de voorste Schottels.
- 1 pomp met een capaciteit van 40 m³/h bij 45mWK opvoerhoogte.
Functie: lenspomp of 2e brandbluspomp.
- 1 pomp met een capaciteit van 40 m³/h bij 25 mWK opvoerhoogte.
Functie: lenspomp, reserve voor de dekwas pomp en voor de koelwaterpomp voor hydrauliek oliekoelers van de heflieren en de achterste Schottels.
- In de machinekamer was een pomp ten behoeve van het lens/ballastsysteem geïnstalleerd met een capaciteit van 2,5 m³/h bij 35 mWK opvoerhoogte.
Functie: voeding van de lenswaterreiniger. De lenswaterreiniger had een capaciteit van 2,5 m³/h.

Alle pompen waren elektrisch aangedreven zelfaanzuigende centrifugaalpompen, gevoed door het 660V hoofdnet.

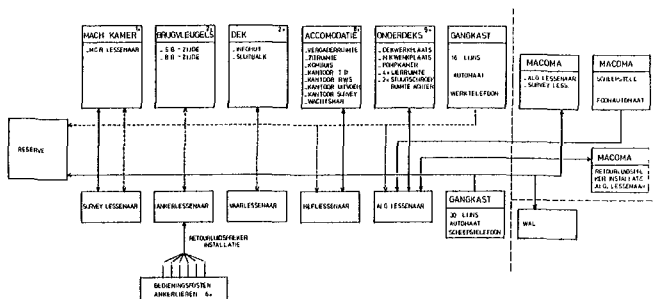
5.3 Veiligheidsmiddelen, dekwassysteem

Aan boord waren de volgende veiligheids- en brandbestrijdingsmiddelen aanwezig:

- scheepsalarminstallatie;
- brandalarminstallatie;
- brandblusgassysteem;
- dekwas-/brandblussysteem.

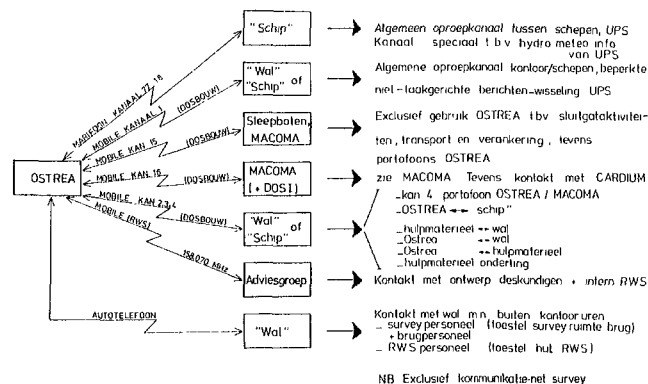
5.4 Communicatiesystemen

In de interne communicatie (zie figuur 5) was voorzien door een werktelefoon-, een scheepstelefoon- en een retourluidsprekerinstallatie alsmede megafoons, een gesloten TV-circuit en testverbindingen.



Figuur 5 Intern communicatiesysteem

De externe communicatie (zie figuur 6) bestond uit een VHF-marifooninstallatie, een autotelefoon, een mobilo-



Figuur 6 Extern communicatiesysteem

fooninstallatie, portofoons en een telefoonverbinding met de Macoma.

5.5 Nautische apparatuur

De nautische apparatuur voor de navigatie en plaatsbepaling bestond uit de volgende voorzieningen:

- set dagseinen;
- navigatielichten;
- gyrokompasinstallatie;
- radar;
- diepgangmeter;
- zoeklichten;
- fluit;
- klokinstallatie.

5.6 Voortstuwing

De Ostrea werd voortgestuwd door vier stuurschroefinstallaties, elk met een 4-bladschroef. Twee schroeven waren geïnstalleerd in de voortstuwingskamers in het achterschip en werden elk door een elektromotor aangedreven. Twee andere schroeven bevonden zich in de voortstuwingskamers in het voorschip en werden elk door een dieselmotor aangedreven.

5.6.1 Aandrijving elektrisch

De twee stuurschroeven in het achterschip werden elk aangedreven door een sleepringankermotor, die door middel van een tussenas en flexibele koppelingen met de stuurschroefunit was verbonden.

Eén van de koppelingen van de tussenas was uitgevoerd met een remschijf en klossenrem. Met de snelheidscontroller in de nulstand stond de motor geremd, om te voorkomen dat de motor eventueel tegen een negatief schroeftoerental moest aanlopen en een te hoge aanloopstroom ontstond. De rem viel binnen 30 seconden na het in de nulstand zetten van de controller.

De motor werd gekoeld door een koelluchtventilator, die werd aangedreven door een aparte elektromotor. De rotorweerstand werd geforceerd gekoeld door drie elektrisch aangedreven ventilatoren.

Gegevens aandrijfmotor:

- | | | |
|-----------------------|---------|-----------|
| - Sleepringankermotor | 3 x 660 | V - 50 Hz |
| - Motorvermogen | 1400 | kW |
| - Toerental | 987 | omw/min |
| - Statorstroom | 1540 | A |

- Rotorstroom 810 A
- Rotorspanning 1050 V

De snelheidsinstelling van de aandrijfmotor gebeurde in 5 stappen met propeller-stuurhandels op de vaarlessenaar door het afschakelen van rotorweerstand. De volgende toerentallen werden dan bereikt: 40, 55, 70, 85 en 100% toeren.

5.6.2 Aandrijving diesel

De twee stuurschroeven in het voorschip werden elk aangedreven door een dieselmotor, die door middel van een pneumatisch bediende schakelkoppeling en vervolgens met een tussenas met de stuurschroefunit was verbonden. De tussenas was over de volle lengte voorzien van een boring voor luchttoevoer naar de koppeling. De schakelkoppeling werd uitgeschakeld door de nulstand van de propeller-stuurhandels en door een nood-uit schakeling op de vaarlessenaar in het stuurhuis.

De snelheidsinstelling van de dieselmotor gebeurde pneumatisch met propeller-stuurhandels op de vaarlessenaar in 5 stappen. De volgende toerengetallen werden dan bereikt: 40, 55, 70, 85 en 100% toeren.

Gegevens dieselmotor:

- Motorvermogen 1335 kW
- Toerental nominaal 1000 omw/min
- Toerental minimaal voor inschakelen koppeling 375 omw/min

5.6.3 Stuurschroefunits

De vier stuurschroefunits bestonden elk uit:

- Een haakse tandwielkast, bovenwaterhuis, met ingaande as die voorzien was van een doorlopende boring. Bij de twee dieselgedreven units was aan het vrije as-einde van de ingaande as een rotorseal gemonteerd voor luchttoevoer naar de schakelkoppeling.
- Een stuurtransmissiehuis met drie hydraulische stuurmotoren voor het instellen van de stuwrichting. Deze verstelde de tussenpijp.
- Een tussenpijp, met daarin de verticale aandrijf-as die de vermogensverbinding vormde tussen het boven- en onderhuis.
- Een onderwaterhuis met schroefas, met daarop de schroef gemonteerd. Het onderwaterhuis was een haakse tandwielkast die was verbonden met de tussenpijp.
- Een straalbuis.

Elke unit was voorzien van twee gescheiden elektrisch aangedreven smeerolesystemen, met expansievaten voor respectievelijk het bovenwater- en het onderwaterhuis. Het bovenwaterhuissysteem was voorzien van een oliekoeler. De oliekoeler was aangesloten op het zeekoelwatersysteem. De smeeroliepompstarters waren ter plaatse aangebracht en konden vanaf de lessenaar in de machinekamer worden bediend.

Voor de verstelling van de stuwrichting was elke stuur-schroefunit voorzien van drie hydromotoren. De motoren werden gevoed door een aparte elektrisch aangedreven pompset, opgesteld in de schroefruimte en voorzien van een op het zeekoelwatersysteem aangesloten oliekoeler. De capaciteit van de pompset en de motoren was zodanig dat de stuurschroeven binnen 60 seconden 720° konden

draaien bij vol schroefvermogen.

De pompsetstarters waren ter plaatse aangebracht en konden vanaf de lessenaar in de machinekamer worden bediend. De motoren werden bestuurd vanaf de vaarlessenaar.

Gegevens schroeven

- Diameter 2600 mm
- Spoed 2145 mm
- Aantal bladen 4
- Fa/F 0,54
- Bladvorm Kaplan
- Straalbuis NSMB 19A

Gegevens achterschroef

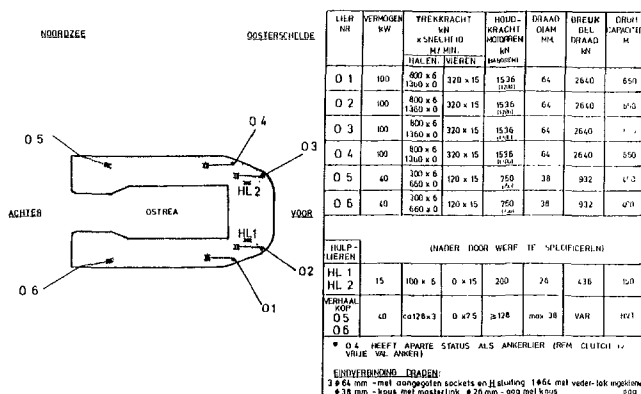
- Toeren motor/schroef v=0 kn 990/231 v=4 kn 990/231
- Opgenomen vermogen aan bovenwaterhuis 1450kW 1410kW
- Bruto stuwkracht 272kN 202kN

Gegevens voorschroef

- Toeren motor/schroef 1000/228 1000/228
- Opgenomen vermogen aan bovenwaterhuis 1390kW 1320kW
- Bruto stuwkracht 265kN 196kN

5.7 Anker-/verhaallieren

De Ostrea was uitgerust met acht elektrisch aangedreven lieren nl. (zie figuur 7):



Figuur 7 Gegevens ankerlieren en liercodering

- 4 ankerlieren (O1 tot en met O4)
- 2 hulpankerlieren (O5 en O6)
- 2 hulplieren (HL1 en HL2)

5.7.1 Liergegevens (anker- en hulpankerlieren)

Elke lier was opgebouwd uit een trommel met lebusgroeven, een handbedienbare bandrem, een open en gesloten tandwieloverbrenging en een elektromotor met platenrem. Het geheel was samengebouwd op een stijf frame en op het dek bevestigd.

Alle lieren waren voorzien van een draadkrachtmeetsysteem.

De lieren O1 t/m O4 waren voorzien van een lebuscompensator met aangebouwd draadlengtemeetsysteem en een laagdikte meetsysteem.

Lier O4 was voorzien van een schakelbare klauwkoppeling

voor vrijloop van de trommel bij het laten vallen van het anker.

De lieren O5 en O6 waren voorzien van een verhaalkop, diameter 500mm. De verhaalkop kon draaien zonder dat de trommel draaide, omgekeerd was niet mogelijk.

Draden

Alle kabels waren 6 x 36 W.S.-staalkern, verzinkt kruisslag rechts geslagen. Eén eind was afgebonden, door de trommelflens gestoken en hierop vastgeklemd.

De andere einden waren respectievelijk voorzien van:

- Lier O1, O2 en O4 - closed spelter socket
- Lier O3 - kous met vederlock
- Lier O5 en O6 - kous met masterlink

Aandrijving

Alle motoren waren gelijkstroombmotoren. Elke motor was voorzien van een thyristorbesturing waardoor de toerenregeling van 0 - 250% toeren mogelijk was.

Lieren O1 t/m O4

- Motorvermogen 100 kW
- Nominaal toerental 750 omw/min
- Tandwielvertraging $i=621$
- H.o.h. kabel 1e laag 1472 mm
- 2e laag 1582 mm
- 3e laag 1692 mm
- 4e laag 1802 mm
- 5e laag 1912 mm

Lieren O5 en O6

- Motorvermogen 40 kW
- Nominaal toerental 50 omw/min
- Tandwielvertraging $i=366$
- H.o.h. kabel 1e laag 950 mm
- 2e laag 1016 mm
- 3e laag 1082 mm
- 4e laag 1148 mm
- 5e laag 1214 mm

Draadlengtemeetsysteem

Het aantal omwentelingen van de schijf van de lebuscompensator op de lieren O1 t/m O4 werd gemeten met een aangebouwde pulsteller en was een maat voor de hoeveelheid uitstaande kabel.

De meetwaarden werden gepresenteerd op de ankerlessenaar en ten behoeve van de surveycomputer.

Laagdiktemeting

Bij de lieren O1 t/m O4 rustte op de kabellaag op de trommel een rol, waarbij de stand van de ophanging van de rol een maat was voor het aantal aanwezige lagen.

De meetwaarden werden niet op bedieningsplaatsen aangegeven, maar werden direct verwerkt in een elektronisch compensatiesysteem van de constant trekkracht regeling (CT-regeling).

Draadkrachtmeting

De draadkrachtmeting gebeurde door middel van drukdozen die tussen het lierframe en de fundatie waren bevestigd en de horizontale verplaatsing van het lierframe registreerden.

De meetwaarden werden gepresenteerd op de ankerlessenaar naar en ten behoeve van de surveycomputer.

De lieren O5 en O6 waren voorzien van een verhaalkop en

een draadkrachtsysteem. Bediening was naar keuze mogelijk vanaf een individuele bedieningszuil aan dek of vanaf de ankerlessenaar in het bedieningshuis. In beide gevallen was alleen toerenregeling mogelijk.

De lieren O1 t/m O4 waren voorzien van een draadkracht en een draadlengte meetsysteem. De bediening was naar keuze mogelijk vanaf een individuele bedieningszuil aan dek of vanaf de ankerlessenaar. In beide gevallen was toerenregeling en constante trekkrachtregeling mogelijk. Vanaf de ankerlessenaar kon elke lier individueel bediend worden, maar ook bestond er de mogelijkheid om de lieren O1 t/m O4 met een gecombineerde controller te bedienen. Tijdens gekoppeld bedrijf met de Macoma dienden de lieren O1 t/m O4 als boeglieren voor de combinatie Macoma-Ostrea. De lieren O5 en O6 stonden dan met enige slack op smitlocks op de Macoma, maar waren verder buiten bedrijf. De lieren O1 t/m O4 konden nu vanaf de Macoma worden bediend.

Ook was het mogelijk om nu vanaf de Ostrea de lieren K1 t/m K4 op de Macoma te bedienen, zowel individueel als ook gecombineerd. Dit gebeurde vlak voor en tijdens het plaatsen van een pijler.

Voor het plaatsen van de pijler op locatie in de stroomgeul werd de Ostrea gekoppeld aan de Macoma.

De combinatie lag dan afgemeerd op 8 ankerdraden, te weten:

- O1 t/m O4 vanaf de Ostrea (Voor codering en liergegevens zie figuur 7)
- K1 t/m K4 vanaf de Macoma

Alleen lier O4 was voorzien van clutch en bandrem, waardoor lierdraad O4 geschikt was voor aansluiting op het (nood)anker. Het vrij laten vallen van het anker in noodgevallen was dan mogelijk.

Daarnaast kon het anker ook worden aangesloten op lier O3 voor gebruik in het bouwdoek.

5.7.2 Liergegevens (hulplieren)

Elke lier bestond uit een gladde trommel, een tandwiel-overbrenging en een elektromotor met aangebouwde platenrem. De tandkrans van de trommel kon met een sperklink worden geblokkeerd. Het instaan van deze klink werd niet signaleerd of beveiligd.

De elektromotor was een 3-voudig poolomschakelbare kortsluitankermotor met de toerentallen 175, 730 en 1470 omw/min.

De kabels waren 6 x 36 W.S.-staalkern, verzinkt kruisslag rechts geslagen. Eén eind was afgebonden, door de trommelflens gestoken en hierop vastgeklemd; het andere eind was voorzien van sok met kous.

Gegevens lier:

- Motorvermogen 3,75/15/15 kW
- Nominaal toerental 175/730/1470 omw/min.
- Tandwielvertraging $i=247$
- H.o.h. kabel 1e laag 630 mm
- 2e laag 695 mm
- 3e laag 740 mm
- 4e laag 785 mm

De hulplieren konden alleen worden bediend vanaf individuele bedieningszuilen aan dek. Alleen toerenregeling was mogelijk in drie stappen in haal- en vierrichting.

5.8 Ankervoorziening

De Ostrea was uitgerust met een Stevfix-werkanker van 100 kN. Het anker bevond zich in een ankerrek, dat op het voorschip was aangebracht in de langsas. Het werd op twee manieren gebruikt.

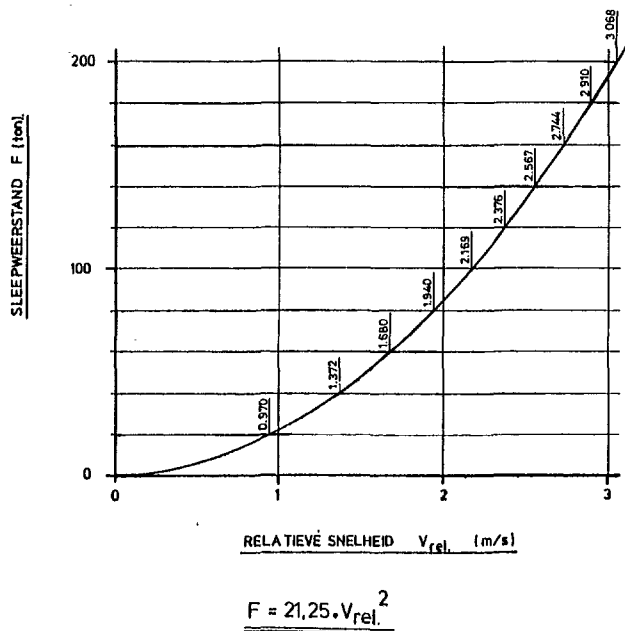
Ten eerste als werkanker voor verankering in het bouwdok voor het oppakken van een pijler (verbonden met lier O3) en ten tweede als noodanker tijdens transport in de vaargeulen (verbonden met lier O4).

5.9 Sleepvoorzieningen

Voor sleepdoeleinden waren aan dek zes smitlocks aangebracht waarvan vier geschikt waren voor 1500 kN en twee voor 300 kN maximale belasting. De vier 1500 kN smitlocks waren voorzien van een verhaalklamp.

Aan dek waren acht grote dubbele bolders, twee grote enkele bolders en vier kleine enkele bolders. De toelaatbare belasting op een grote bolder bedroeg 800 kN, op een kleine bolder 500 kN.

De sleepweerstand was afhankelijk van de gewenste relatieve snelheid (zie grafiek figuur 8).



Figuur 8 Sleepweerstand

5.10 Sluitbalk

De sluitbalk verbond de beide scheepshelften aan de open U-zijde van het hefschip. Hiertoe was de sluitbalk aan beide einden voorzien van een gat dat om een aan de romp bevestigde pen viel. De sluitbalk werd vervolgens voorgespannen. Uitwijkingen van beide scheepshelften werden hiermee voorkomen.

Om het in- en uitvaren om de pijler mogelijk te maken, kon de sluitbalk omhoog worden geklapt en in de opgeklapte positie worden geborgd. Normaliter was de sluitbalk neergeklapt en met een kracht van ca. 2000 kN voorgespannen.

De sluitbalk bevatte tevens twee langsbuffers van het pijlerbuffersysteem.

De voornaamste onderdelen waren:

- 2 pennen, uitstekend boven de rompdelen;
- sluitbalk met ingebouwde langsbuffers;
- vulstuk met bijbehorende hefinstallatie;
- voorspaninrichting met slede, waarin draaipunt ten behoeve van omhoog klappen;
- hijslier ten behoeve van omhoog klappen sluitbalk;
- borging bovenste stand;
- borging sluitbalk BB-zijde.

5.10.1 Voorspaninrichting met slede

Om de gaten in de sluitbalk met de nodige vrije ruimte om de pennen te laten vallen en om voorspannen mogelijk te maken, was het draaipunt van de sluitbalk verschuifbaar uitgevoerd met behulp van een slede. De as van de sluitbalk werd hierin heen en weer bewogen door twee hydraulische cilinders.

Voor het op- en neerklappen van de sluitbalk moesten de cilinders in de uitgedrukte stand staan met het draaipunt tegen de aanslag. Er was dan voldoende speling tussen de gaten in de sluitbalk en de pennen op de rompdelen. Deze stand werd gesignaleerd met twee naderingsschakelaars op de glijstoelen. Alleen in deze stand was hijsen en vieren van de sluitbalk mogelijk.

De 2000 kN voorspanning werd aangebracht door de cilinders 179 mm in te trekken. De ruimte, die dan ontstond tussen het gat in de sluitbalk en de pen aan SB-zijde, werd opgevuld met het vulstuk. De cilinders werden vervolgens ontlast.

Gegevens 2 hydraulische cilinders (dubbelwerkend, ongebufferd):

- Zuigerdiameter 320 mm;
- Stangdiameter 180 mm;
- Slag 300 mm;
- Nominale werkdruk 220 Bar;
- Maximale werkdruk 275 Bar.

Bevestiging aan beide zijden met scharnieroog en bollager.

5.11 Pijlerhef- en bufferinstallatie

Voor het heffen van een pijler waren twee grote portalen over de beun van het schip aangebracht, een hoog portaal op het achterschip en een laag portaal op het voorschip. Aan elk portaal hing een hefjuk waarmee de pijlers werden geheven.

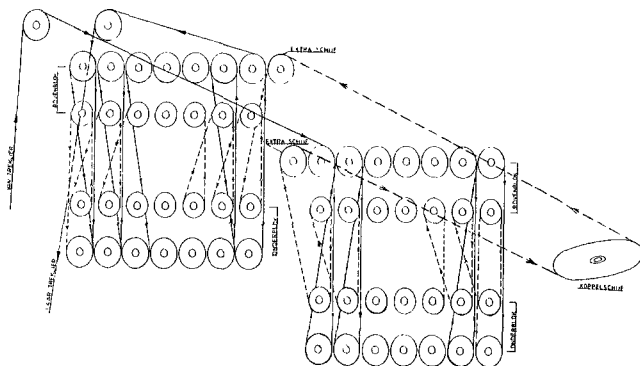
Een juk met alle toebehoren werd aangeduid met "hefsysteem".

5.11.1 Opbouw hefsysteem

Elk van de twee hefsystemen bestond uit:

- 4 heflieren van het continutype (elke lier bestond uit een treklier en een haspellier met opspoelinrichting);
- 4 draadklemmen (bij elke lier één);
- 2 takelsystemen (elk bestaande uit een hefdraad, een koppelschijf, twee bovenste takelblokken en acht omloopschijven - 4 op het portaal en 4 in de lierruimte);
- 1 hefjuk (bestaande uit een evenaar met hoofdass en glijstuk, vier onderste takelblokken, één triangelplaat met draadstrakhouder, twee trekstangen en 2 klauwen (elk klauw bestond uit een klauwbalk en 2 kantelblokken).

Door het systeem van een doorgeschoren hefdraad per evenaarzijde, ontstond een statisch bepaalde constructie



Figuur 9 Methode van inscheren van de heftakels

(zie figuur 9). In geval van storing bestond hierdoor de mogelijkheid om de pijler toch te kunnen afvieren, zij het met halve snelheid.

5.11.2 Belastingschema

De belastingen op een hefjuk volgden uit de gewichten van pijler en hefkukdelen, gedeeltelijk als onderwatergewichten, waarbij het pijlergewicht was vermenigvuldigd met de bijbehorende belastingfactor.

Belastingstoestand	Belastingfactor
– Normaal hijsen	1,05
– Overliggen bij storm	1,2
– Hijsen met 1 defecte lier	1,0

Testgegevens

– Gewicht hefjuk boven water	6270 kN
– Gewicht hefjuk onder water	5270 kN
– Gewicht draden juk 1 op transporthoogte	989 kN
– Gewicht draden juk 2 op transporthoogte	260 kN

5.11.3 Snelheden

– Hefsnelheid belast	0,5 m/min
– Hefsnelheid leeg	1,0 m/min
– Viersnelheid	1,0 m/min
– Viersnelheid bij 1 defecte lier	0,5 m/min
– Hijssnelheid bij 1 defecte lier	0,25 m/min

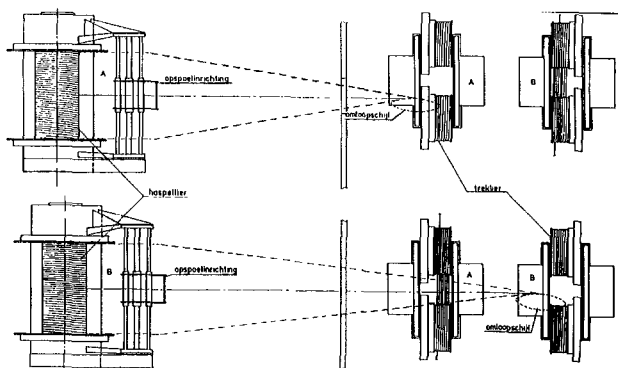
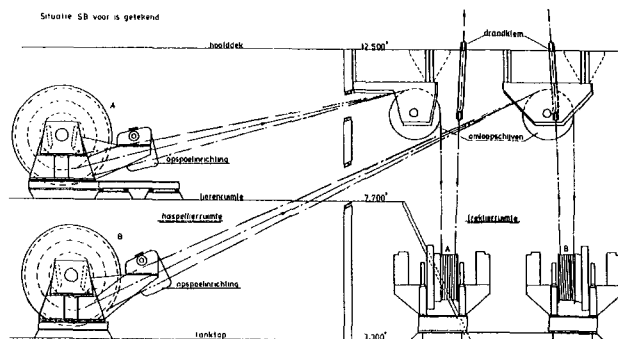
5.11.4 Kabel en Kabelleop

– Kabeltype 6 x 36 Warrington Sealet-Staalkern	
– Kruisslag, rechts geslagen, gevet	
– Diameter	64 mm
– Minimum breeksterkte draden	1770 N/mm ²
– Werkelijke breeksterkte	2600 kN
– Lengte hoge portaal	4600 m
– Lengte lage portaal	4000 m

Beide kabeleinden waren afgebonden, doorgestoken door de flens van de haspeliertrommel en op de flens vastgemaakt.

5.11.5 Lieren

Elk van beide hefsystemen werd zoals reeds is aangegeven, aangedreven door vier continu-heflieren, waarbij steeds twee lieren op een doorgeschoren hefdraad werkten.



Figuur 10 Haspel- en trekliër

Elke hefliër bestond uit (zie figuur 10):

- 1 trekliër
- 1 haspeliër
- 1 opspoelinrichting

Gegevens treklieren

– Trekkraft nominaal	620 kN
– bij een snelheid van	14 m/min
– Maximum trekkraft	992 kN
– Maximale snelheid bij nullast hijsen en vieren	28 m/min
– Nullast trekkraft	66 kN
– Houdkracht, geremd	1550 kN
– Trommeldiameter (in de groef)	395-1400 mm
– Aantal slagen van de draad om de trommels	5,5
– Aandrijving	hydraulisch.

De lieren werden elk aangedreven door twee hydraulische radiale plunjer motoren, voorzien van de mogelijkheid om op half slagvolume en daarmee op dubbel toerental, te kunnen werken. De snelheidsregeling geschiedde door middel van variatie in het pompdebiet.

Gegevens hydromotoren

– Hagglunds	type 8285
– Volslagvolume	32,7 l/omw;
– Halfslagvolume	16,35 l/omw;
– Koppel	520 Nm/bar.

Op elke motor waren twee veerbelaste, hydraulisch gelichte bandremmen gemonteerd.

Beide motoren waren op één rondsels gemonteerd. Het rondsel dreef beide trommels van een trekliër aan.

Op één van beide motoren was een pulsteller gemonteerd voor het meten van de draadsnelheid.

Gegevens haspellieren

- Trekkkracht 1e laag (100 bar)	73 kN
- 13e laag (100 bar)	36 kN
- Houdkracht 1e laag	109 kN
- 13e laag	53 kN
- Trommeldiameter in de groef	400 mm
- Draadberging maximaal	3600 m
- Maximum aantal lagen	13
- Minimum aantal slagen op trommel	5
- Aandrijving	hydraulisch
- Besturing	automatisch, afhankelijk van treklier

Elke lier werd aangedreven door een hydraulische radiaal plunjermotor die de, van de treklier komende hefdraad, op een minimum voorspanning hield bij een constant trommelmoment. De motor was identiek aan die van de treklier en direkt op de trommel-as gemonteerd.

Ook deze motor was voorzien van de halve slagvolume mogelijkheid. Tijdens normaal bedrijf, ook bij hoge snelheden, bleef de motor op vol slagvolume staan omdat dan de snelheid hoog genoeg was om de treklier bij te houden.

Per haspellier was voorzien in één opspoelinrichting ten behoeve van het gelijkmatig opspoelen van de hefdraad in 13 lagen.

De aandrijving geschiedde via een schroefspindel met dubbele speed, die met een ketting door de haspellertrommel werd aangedreven.

5.11.6 Draadklemmen

Boven elke treklier in de lierenruimte liep de hijskabel door een draadklem, die een houdkracht had van 1000 kN. Het systeem bestond uit een spindelgedreven wig.

5.11.7 Lastmeters

Voor het hefkrachtmeetsysteem waren de acht omloopschijven van de hefdraden op de einden van de portaalliggers voorzien van drukdozen.

5.11.8 Takels met omloopschijven

Per hefsysteem waren er vier boven- en vier onderblokken.

Elk bovenblok bevatte:

- 8 schijven, diameter in de groef 1600 mm;
- 7 schijven, diameter in de groef 1250 mm.

Elk onderblok bevatte:

- 7 schijven, diameter in de groef 1600 mm;
- 7 schijven, diameter in de groef 1250 mm.

Kabeldiameter 64 mm.

Alle bovengenoemde schijven $\varnothing$ 1250 mm en $\varnothing$ 1600 mm waren identiek.

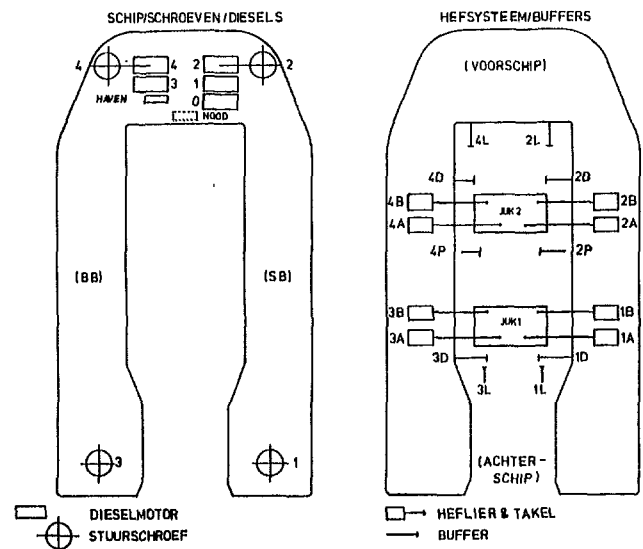
5.11.9 Evenaars

De evenaar van het hefjuk kon ten opzichte van de triangel over kleine hoeken roteren. De toelaatbare rotatie om de lengte-as van het hefschip bedroeg naar beide zijden 6° . Op de beide evenaars was een hellingmeter ingebouwd. Voor een nadere beschrijving van de triangel, de draadstrakhouders, klauwen, kabelhaspels, continumeting jukhoogte en schakelaars zie doc. 2.

5.12 Transportbuffering

Tijdens het transport werd de positie van de pijlers ten opzichte van het hefschip gefixeerd door 10 buffers (zie figuur 11):

- vier buffers in langsrichting op dekniveau (nrs. 1L, 2L, 3L en 4L);
- vier buffers in dwarsrichting op dekniveau (nrs. 1D, 2D, 3D en 4D);
- twee buffers in dwarsrichting op portaalniveau (2P en 4P).



Figuur 11 Buffering

5.12.1 Langsbuffers

Zwei Buffers waren gemonteert auf dem Deck auf dem Vorschiff und zwei in der Schluitbalk.

Die vier Langsbuffers bestanden aus den folgenden Teilen:

- 1 hydraulische Zylinder, über Kugelgewichtslager an Deck bzw. Schluitbalk befestigt;
- 1 Zylinderstandopnehmer;
- 1 Bufferkopf, befestigt an der Zylinderstange;
- 1 Höhen-Einstellung mit hydraulischer Zylinder;
- 1 Quereinstellung mit hydraulischer Zylinder;
- 2 Akkumulatoren.

5.12.2 Dwarsbuffers dekniveau

Die vier Dwarsbuffers bestanden aus den folgenden Teilen:

- 1 Bufferarm, über Kugelgewichtslager an Deckfundament befestigt;
- 1 hydraulische Zylinder;
- 1 Zylinderstandopnehmer;
- 1 Bufferkopf, befestigt an der Zylinderkop;
- 1 hydraulische Lier, für Aufhängen und Höhen-Einstellung;
- 1 hydraulische Quereinstellung;
- 3 pneumatische Akkumulatoren.

Die Dwarsbuffers waren aufklappbar ausgeführt und waren normalerweise aufgeklappt und geborgen. Allein als die Pijler bis zur Transporthöhe war gehesen, wurde die Buffering angebracht.

5.12.3 Dwarsbuffers portaalniveau

De twee dwarsbuffers op portaalniveau waren bevestigd aan uithouders aan het lage portaal. Ze grepen aan op de brugconsole van de pijler.

De twee buffers bestonden elk uit de volgende onderdelen:

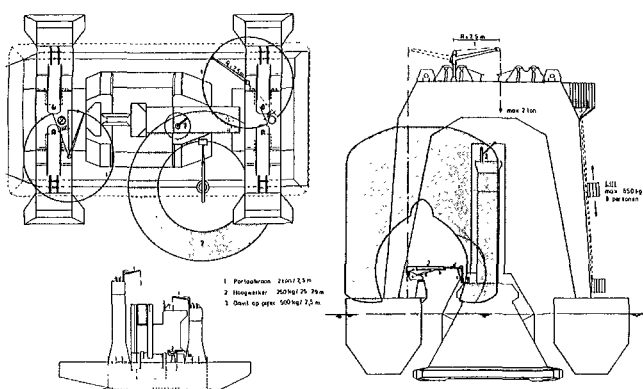
- 1 bufferarm, via kogelgewrichtslager aan de uithouder bevestigd;
- 1 hydraulische cilinder;
- 1 zuigerstand opnemer;
- 1 bufferkop, bevestigd aan de zuigerstang;
- 1 hydraulische lier, voor ophijzen en hoogte-instelling;
- 1 hydraulische dwarsinstelling;
- 6 pneumatische accumulatoren.

De buffers waren opklapbaar uitgevoerd en werden bij niet gebruik geborgd. Alleen als de pijler tot op transporthoogte was gehesen, werd de buffering aangebracht.

5.13 Hijsgerei bovendecks

5.13.1 Hulpkranen

Op het hoge portaal aan SB-zijde en op het lage portaal aan BB-zijde was een elektrisch aangedreven hulpkraan (zwenkbaar met een vaste vlucht) geplaatst (zie figuur 12).



Figuur 12 Werkbereik portaalkraan, hoogwerker en lift

Het zwenkwerk was berekend op veilig werken met vollast onder 3° slagzij bij windkracht 8 Bft.

Enkele technische gegevens:

- Bedrijfslast 2000 kg
- Vlucht 7,5 m
- Hijshoogte (haakweg) 40 respect. 30 m
- Hijssnelheid 10,5 m/min
- Zwenkbereik 350°
- Zwenksnelheid 0,85 omw/min
- Voeding vanaf 660V boordnet
- Hijsmotorvermogen 4,3 kW
- Kabeldiameter 16 mm
- Kabellengte 53 m
- Treksterkte van de draden 2000 N/mm²;
- Constructie: 35 x 7, kruisslag rechts, verzinkt.

5.13.2 Hoogwerker

Op de rand van de beun aan SB-zijde was een hoogwerker (op een aparte kolom aan dek) gemonteerd (zie figuur 12).

De toelaatbare belasting van de korf bedroeg 250 kg. De

hoogwerker was berekend op werken bij maximale trim of slagzij van 2°, horizontale versnellingen van 0,5 m/sec² en windkracht 9 Beaufort.

Alle bewegingen werden door hydraulische cilinders en hydromotoren verzorgd. De pompset werd door een electro-motor aangedreven.

De giek werd, ten behoeve van het zeevast opbergen, in ingeschoren toestand, door middel van twee wartels in een vangconstructie, op dek geborgd.

Nadere omschrijving van de componenten:

- Pompmotor 660V-50 Hz
- Vermogen 22 kW
- Toerental 1450 omw/min
- Pomp 1 tandradpomp
- Druk 80 bar
- Debiet bij 80 bar 60 l/min
- Toerental 1450 omw./min.

- Pomp 2 tandradpomp
- Druk 100 bar
- debiet per 100 bar 30 l/min.
- Toerental 1450 omw./min.

Tiltcilinder, ongebufferd (a)

- Zuigerdiameter 180 mm
- Stangdiameter 110 mm
- Slag 2130 mm
- Maximale werkdruk 250 Bar

Bevestiging, beide zijden met scharnieroog en bollager.

Uitschuifcilinder, ongebufferd (b)

- Zuigerdiameter 125 mm
- Stangdiameter 70 mm
- Slag 5600 mm
- Maximale werkdruk 200 bar

Bevestiging, stang met scharnieroog en bollager, cilinder met kraag.

Topboomcilinder, bodem gebufferd (c)

- Zuigerdiameter 100 mm
- Stangdiameter 60 mm
- Slag 784 mm
- Maximale werkdruk 250 bar

Bevestiging, beide zijden met scharnieroog en bollager.

Nivelleercilinders, 2 stuks, ongebufferd (d).

- Zuigerdiameter 80 mm
- Stangdiameter 50 mm
- Slag 710 mm
- Maximale werkdruk 250 bar

Bevestiging, beide zijden met scharnieroog en bollager.

5.13.3 Lift

Aan het hoge portaal aan BB-buitenzijde was een elektrisch aangedreven lift gemonteerd met twee stations.

Technische gegevens:

- Kooi
- Draagvermogen 8 personen of 650 kg
- Snelheid 0,5 m/sec
- Positioneersnelheid 0,12 m/sec
- Vrije doorgang 1100 mm
- Vrije diepte 1300 mm
- Vrije hoogte 2200 mm
- Voorzien van twee handbediende, centraal openende,

schuifdeuren, verlichting en een vluchtluk in het plafond.

Liftmachine

De liftmachine was geplaatst in een machinekamer op het portaal. De tractieschijf had zes ondersneden kabelgroeven en werd via een wormwielkast door een elektromotor aangedreven. Het contragewicht werd tussen de kooi en de portaalpoot doorgeleid. Verdere voorzieningen waren een tornwiel op het tweede aseind van de motor (mogelijkheid om de rem met de hand te lichten) en een snelheidsbegrenzer.

Technische gegevens:

- Tractieschijfdiameter 400 mm
- Kabeldiameter 10 mm
- Kabellengte ca. 40 m
- Breeksterkte van de draden 1600 N/mm²
- Motor, kortsluitankermotor 660V-50 Hz
- Motorvermogen 5,2 kW
- Toerental 1500/375 omw/min

De voeding kwam van het 660V noodschakelbord, dat in de liftmachinekamer stond.

6. Werkzaamheden

6.1 Bouwdokactiviteiten

Zoals eerder is vermeld, waren de bouwdokactiviteiten van de Ostrea veel uitgebreider dan oorspronkelijk was gepland.

In plaats van het eenmalig oppakken van de pijler, het transporteren naar de stroomgeul en het op locatie plaatsen, moesten de pijlers eerst op een "ontbliklocatie" (een zogenaamde MIK) worden geplaatst om door duikers ontdaan te worden van de loszittende blikken platen.

De activiteiten in het bouwdok kunnen worden onderverdeeld in:

- het afmeren om een pijler;
- het oppakken van een pijler;
- het plaatsen van MIK-balken (incidenteel);
- het plaatsen van een pijler op een MIK-balk.

6.1.1 Plaatsen MIK-balken

Ten behoeve van het verwijderen van de blikken platen aan de onderzijde van de pijlers zijn met behulp van MIK-balken een zestal ontbliklocaties in het bouwdok aangebracht. Een MIK bestond uit twee lange betonnen balken die evenwijdig aan elkaar op de bodem van het bouwdok werden gepositioneerd op zodanige afstand dat de beide billen van de pijler elk op een balk rustten. De MIK-locaties waren ontworpen om de onderzijde van de pijler toegankelijk te maken voor duikers. Zij mochten om veiligheidsredenen niet onder een vrijhangende last (in de Ostrea) werken. Bovendien werd tijdens de ontblikwerkzaamheden geen beslag gelegd op de Ostrea.

De MIK-balken werden met behulp van het hoge portaal van de Ostrea geplaatst. Na plaatsing werd de positie van de MIK met behulp van een walsysteem ingemeten. De tweede balk werd door middel van afstandsdraden aan de eerste balk bevestigd en vervolgens ook geplaatst. Op deze wijze konden de MIK-balken vrij nauwkeurig worden geplaatst. De exacte positie werd achteraf met behulp van duikers bepaald, nadat een pijler op de MIK was geplaatst.

6.1.2 Afmeren om een pijler

Voor het afmeren om en vervolgens oppakken van een pijler werd de Ostrea verankerd in het bouwdok. Gezien de situering van de pijlers in het bouwdok werd de mogelijkheid om een ideaal ankersysteem uit te leggen sterk beperkt.

In het algemeen werden de voorzijdraden (O1 en O4) (zie figuur 7) schuin naar voren vastgemaakt aan een anker-

punt of dodebed in de ringdijk van het bouwdok of aan een ankerpunt op een pijler.

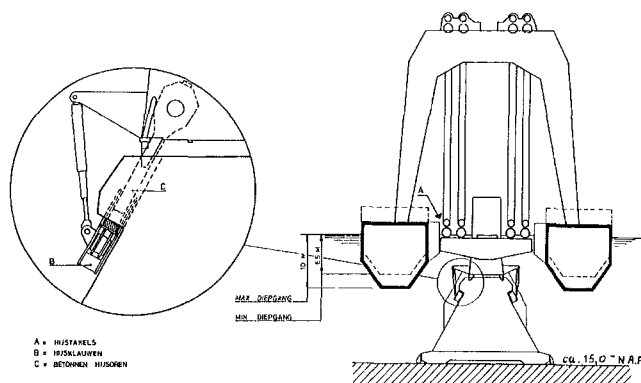
De achterzijdraden (O5 en O6) werden op dezelfde manier schuin naar achteren vastgemaakt.

Na een inwerkperiode bleek dat een ervaren ploeg snel zonder problemen rondom een pijler kon afmeren. Hierbij werd in tegenstelling tot de opgezette procedure 'op zicht' en niet op beeldschermpresentatie gemanoeuvreerd. Eén van de nadelen van de beeldschermpresentatie was de lange verversingstijd van de informatie (6seconden) waardoor de gepresenteerde informatie dikwijls achter liep op de actuele scheepspositie.

6.1.3 Oppakken pijler

In het bouwdok kon de Ostrea de pijler vanuit een drietal situaties oppakken, nl.:

- a. uit het bouwbed; onderzijde pijler N.A.P. -15,5 m;
- b. van een parkeerplaats; onderzijde pijler N.A.P. -15,0 m (zie figuur 13);
- c. van een MIK-locatie.



Figuur 13 Hefstelsysteem Ostrea

Na het fijn positioneren om de pijler werden de hefjucken op het pijlerdak aangebracht. De klauwen werden ingestuurd tot onder de hijsnokken tegen de zijkant van het pijlercaisson. De hefjucken werden vervolgens voorgespannen tot ongeveer 8000kN hefkracht per juk. Met behulp van een duiker (wanneer nokken onder water, bij H.W.) of visueel vanaf het dek van de Ostrea, werd het aanliggen van de klauwen onder de nokken gecontroleerd. Daarna werd de pijler tot transporthoogte getild. De inzinking van de Ostrea was van tevoren berekend met behulp van het zogenaamde Carene-diagram van de pijler, waarin de rela-

tie tussen de initiële diepgang, de bestaande diepgang en de inzinking van de Ostrea werd aangegeven. De hefprocedure werd met de hand geregistreerd. Dit om direct gegevens beschikbaar te hebben bij het uitvallen van het survey-systeem.

Bij het heffen uit het bouwbed was kleef van invloed bij het loskomen van de pijler. Bij de berekende hefkraft * + 5000 kN werd gestopt met heffen, totdat een sterk afnemend verloop in de hefkraft zichtbaar werd, waarna het heffen voortgezet werd tot transporthoogte.

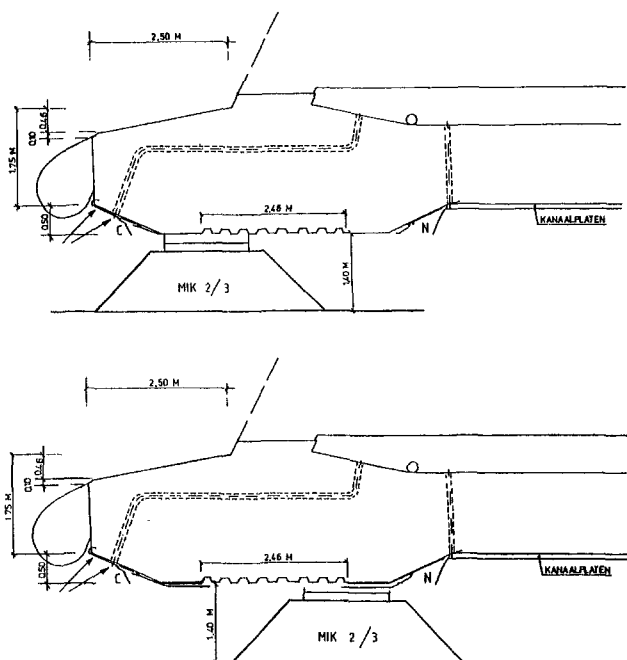
$$\begin{aligned} & * \text{ berekende hefkraft} = \text{pijler theoretisch los} \\ & + \frac{5000 \text{ kN}}{\text{maximale hefkraft}} = \text{kleef} \\ & \text{maximale hefkraft} = \text{wachten tot pijler los is} \end{aligned}$$

Bij de pijlers H11 en R07 (beide bouwdoek I) hebben zich met het oppakken problemen voorgedaan (doc. 3). Op de plaatsen waar slib op de bouwputbodem aanwezig was, duurde het enkele minuten tot circa een half uur voor de pijler loskwam. Hierdoor hebben zich met name problemen voorgedaan bij het oppakken van de pijlers H11 en R07 (beide in bouwdoek I). In bouwdoeken II en III was bijna geen slib aanwezig, zodat meestal de pijler al los van de bodem was, voordat het extra hefgewicht van 5000 kN werd bereikt.

6.1.4 Pijler op MIK plaatsen

Voor het plaatsen van een pijler op de MIK-locatie werd dezelfde procedure gevolgd als in de stroomgeul. De hartlijn van de te plaatsen pijler moest samenvallen met de hartlijn van de MIK-locatie. In eerste instantie werd de pijler tot 20% bodemreactie afgevierd, hetgeen informatie verstrekke over het z-niveau van de pijlerbilen. Na goedbevinden werd de pijler volledig neergezet. Nadat zich met een aantal pijlers problemen voordeden met ontblikken, is de procedure veranderd. Door de pijler verschoven op de MIK te plaatsen konden twee rijen kanaalplaten onder iedere bil worden weggehaald (zie figuur 14).

Na het ontblikken volgde de eindinspectie door duikers.



Figuur 14 'Verschoven' pijler op MIK-balk

6.2 Plaatsen pijlers

Het plaatsen van pijlers was onder te verdelen in:

- activiteiten in het bouwdoek;
- transport pijler;
- plaatsen pijler.

6.2.1 Activiteiten in het bouwdoek

Nadat een pijler was geplaatst en de Ostrea terugkeerde naar het bouwdoek werd beslist of het hefschip:

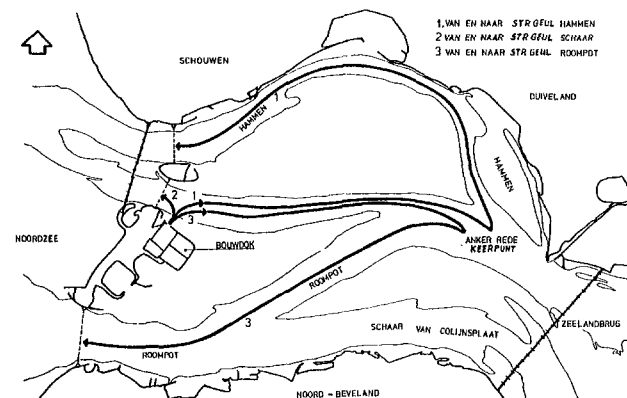
- werd afgemeerd tegen de speciaal daarvoor aangelegde parkeersteiger;
- "bouwdoekactiviteiten" moest gaan verrichten;
- een volgende pijler ging plaatsen.

6.2.2 Transport pijlers

6.2.2.1 Afmetingen vaargeulen, afstanden

Het transport van de pijlers moest over grote afstand plaatsvinden (zie figuur 15).

De afstanden van het bouwdoek tot de locatie in de stroomgeulen waren:



Figuur 15 Vaarroutes naar de stroomgeulen Hammen, Schaar en Roompot

Vaarroute 1 naar stroomgeul Hammen:	23,7 km
Vaarroute 2 naar stroomgeul Schaar van Roggenplaat	≤ 1 km
Vaarroute 3 naar stroomgeul Roompot:	20,3 km
De afstand bouwdoek naar keerpunt (ankerrede) bedroeg	10,2 km.

De pijlervoet stak 1m onder het vlak van de Ostrea uit, dat door het oppakken van de pijler reeds tot 10m beneden de waterlijn was gezakt. Daardoor kwam de totale diepgang op circa 11m.

Rekening houdend met een laagwaterstand van N.A.P. - 2,0 m, een kiel-clearance van 1m en een tolerantiemaat voor aanzanding en peilfouten van 1m, werd de ontwerpdiepte van de geulen N.A.P. -15,0m. De breedte van de geulen op N.A.P. - 15,0 m bedroeg 200 m (tweemaal de scheepsdiagonaal).

6.2.2.2 Transport

De geladen Ostrea werd ter aanvulling op het eigen voortstuwingsvermogen (doc. 4) geassisteerd door twee langs-zij vastgemaakte sleepboten.

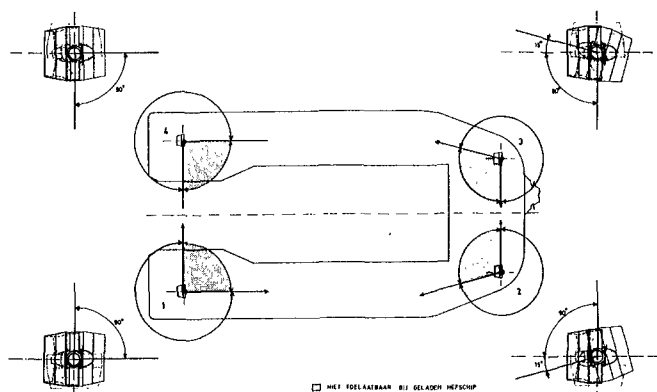
De volgende maximale vaarsnelheden werden gehanteerd:

- Ostrea alleen op eigen vermogen, zonder sleepboten langsij:
 * vooruit maximaal 2,1 m/s (4,2 kn)
 * achteruit maximaal 1,6 m/s (3,2 kn);
- Ostrea met sleepboten langsij, maar alleen gebruikmakend van het eigen vermogen:
 * vooruit maximaal 1,9 m/s (3,8 kn);
- Ostrea met 2 sleepboten (elk 2250 kW) langsij, vol vermogen plus eigen vermogen:
 * vooruit maximaal 2,7 m/s (5,4 kn).

In verband met mogelijke schade aan het grindzak-doek door de schroefstraal van een roerpropellor, moest de vaarsnelheid zodanig worden beperkt dat de relatieve snelheid ten opzichte van het water (getijstroom) niet groter was dan ca. 1 m/s (2 kn).

Dit betekende concreet een voorstroomtransport.

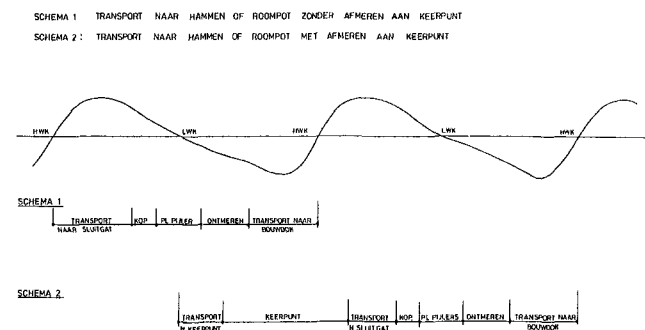
Tevens moest de richting van de voorste twee Schottels zo gekozen worden dat niet rechtstreeks tegen de grindzak werd gestuwd. Dat wil zeggen minimaal ca. 15° van de scheepsas af gericht (zie figuur 16).



Figuur 16 Toelaatbare richtingen schroefstraal Schottels

6.2.2.3 Transport schema's

Het transport van het geladen hefschip naar de stroomgeulen Hammen en Roompot kon in beginsel op twee manieren plaatsvinden (zie schema's figuur 17):

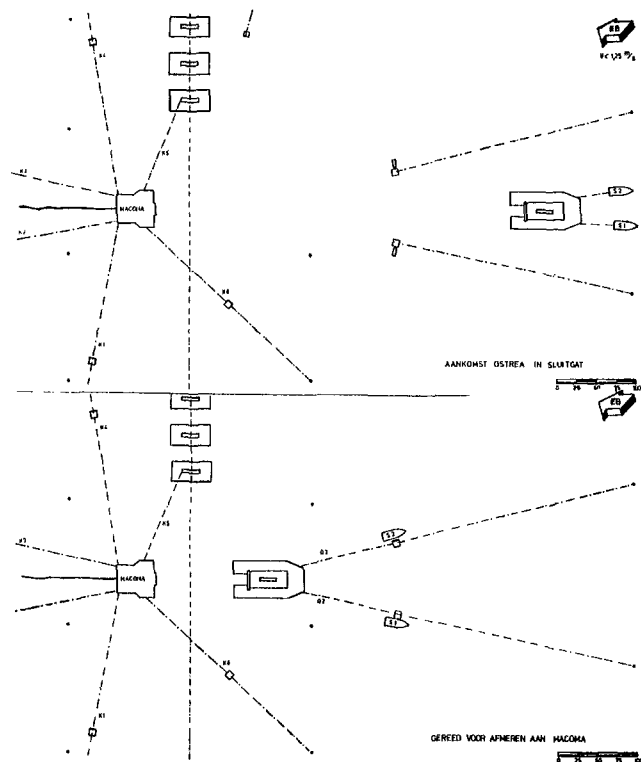


Figuur 17 Transportschema's

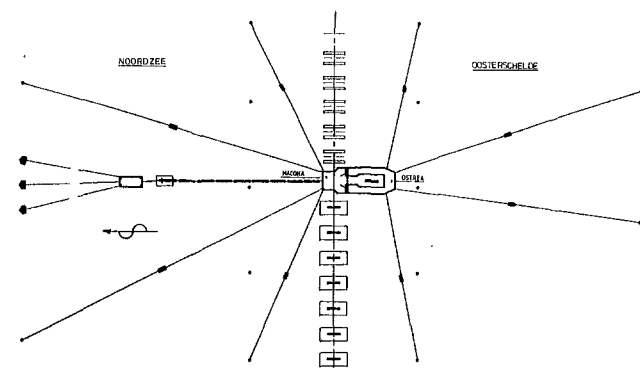
1. Vertrek op hoogwaterkentering en tussentijds niet onderbreken en afmeren op locatie in de stroomgeul;
2. Vertrek op laagwaterkentering en afmeren bij het keerpunt en het transport vervolgen na hoogwaterkentering.

In beide gevallen vond het koppelen aan de Macoma

plaats direct na het bereiken van de maximale ebstroom in de stroomgeul (zie figuur 18 en 19).



Figuur 18 Afmeren Ostrea en Macoma



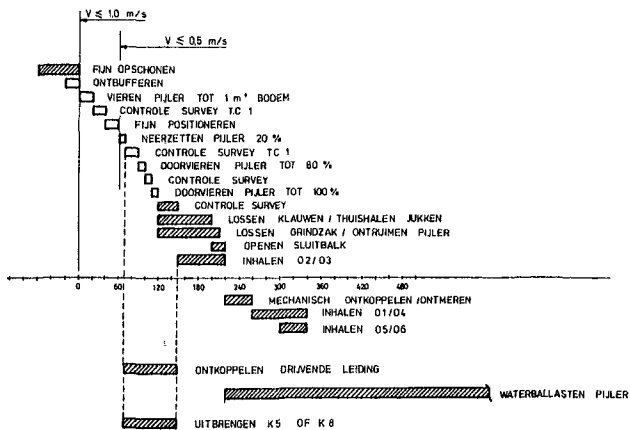
Figuur 19 Ankerpatroon van Ostrea en Macoma

6.2.3 Plaatsen pijlers

6.2.3.1 Werkmethodiek

De werkmethode in de stroomgeulen voor het plaatsen van de pijlers kende de volgende fasering:

- afmeren en koppelen van de Ostrea aan de Macoma (zie deelnota 14);
- verhalen en overligen op locatie;
- opschonen;
- afvieren pijler;
- fijnpositioneren;
- pijlerbewegingscontrole tijdens plaatsen;
- plaatsen pijler;
- grindzakhandelingen;
- ontkoppelen en ontmeren van de Ostrea en de Macoma; (zie figuur 20).



Figuur 20 Plaatsingsprocedure pijler op laagwaterkentering

6.2.3.2 Procesvoering

6.2.3.2.1 Afmeren en koppelen

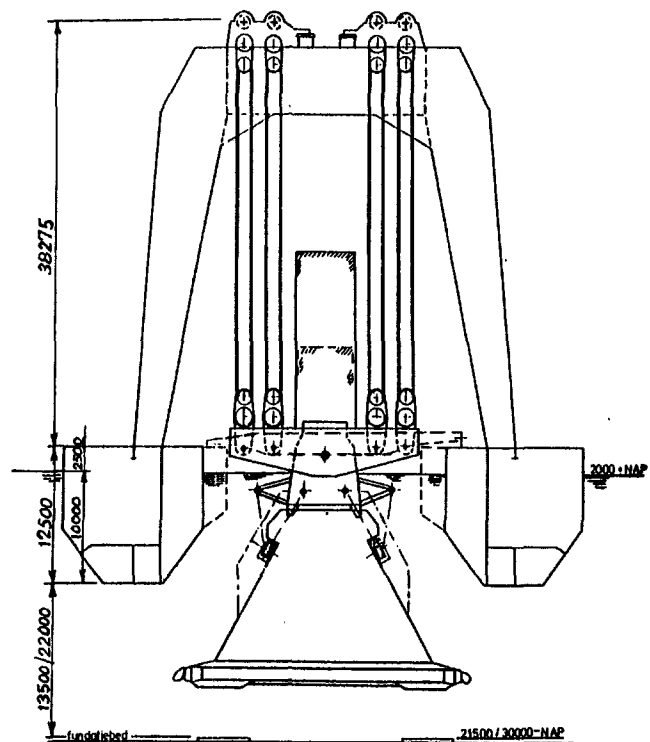
Zie voor het afmeren en koppelen met de Macoma deelnota 14.

6.2.3.2.2 Fijn opschoonen/afvieren pijler/fijn positioneren

Indien uit inspectie bleek dat er vlak voor de plaatsingsoperatie ontoelaatbare aanzanding op de funderingsmat en/of de tegelmat had plaatsgevonden werd een fijn opschoonslag door de, aan de Ostrea gekoppelde, Macoma uitgevoerd (zie deelnota 14).

De pijler kon tijdens deze opschoonslag tot 10m boven de mat worden afgevierd (zie figuur 21 en 22).

Nadat de mat zandvrij was gemaakt, werd de pijler 'grof' gepositioneerd en afgevierd tot 1m boven de mat. De af-



Figuur 22 Plaatsen pijler

stand tussen de zuigmond van de Macoma en de pijler bedroeg na de opschoonslag circa 0,8 m. De pijler werd in de juiste positie gebracht door vanaf de Ostrea de combinatie te verplaatsen met individuele lierbediening. Daarbij werd gebruik gemaakt van de zogenaamde ΔI -berekening. Dit rekenprogramma gaf aan welke lier hoeveel gehaald of gevierd moest worden om de pijler in de juiste positie te manoeuvreren.

6.2.3.2.3 Pijlerbewegingscontrole tijdens plaatsen

Bij de pijlerplaatsingsoperaties waren de golfcondities zo gunstig, dat van pijlerbeweging van enige betekenis geen sprake was. Alleen bij diepgefundeerde pijlers in de stroomgeul Roompot, de H6 (sluitpijler) in de stroomgeul Hammen en de S2 (plaatsing onder minder goede omstandigheden) waren visueel bewegingen geconstateerd. In alle gevallen bleek de dynamische pijlerslagzij en pijlertrim beperkt te zijn geweest.

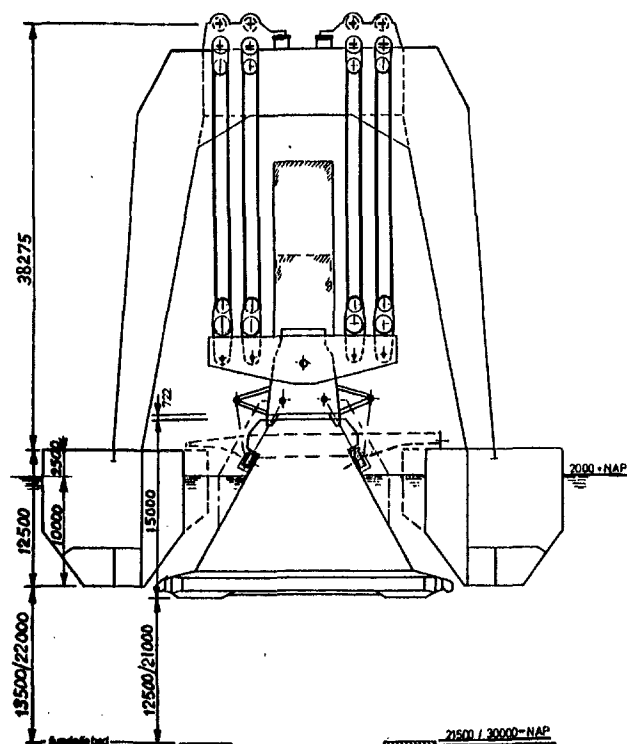
Tijdens het plaatsen van de R27 werd vanaf de Ostrea geconstateerd dat de pijler schijnbaar bewoog. Na de pijlerplaatsing leek de pijler nog steeds te bewegen, hetgeen samen met de uiterst geringe gemeten pijlerbewegingen net vóór plaatsing leidde tot de conclusie dat niet de pijler doch de Ostrea bewoog. Deze conclusie werd bevestigd door de in rekenkundige modellen gedane voorspelling.

6.2.3.2.4 Plaatsen pijler

De pijler werd ontbufferd bij een stroomsnelheid van ca. 1m/sec.

Onder ontbufferen werd verstaan:

- het ontlasten van de portaalbuffers, hijsen en borgen (15minuten);
- het ontlasten van de langsbuffers (10 minuten);
- het ontlasten van de dwarsbuffers, hijsen en borgen (20minuten).

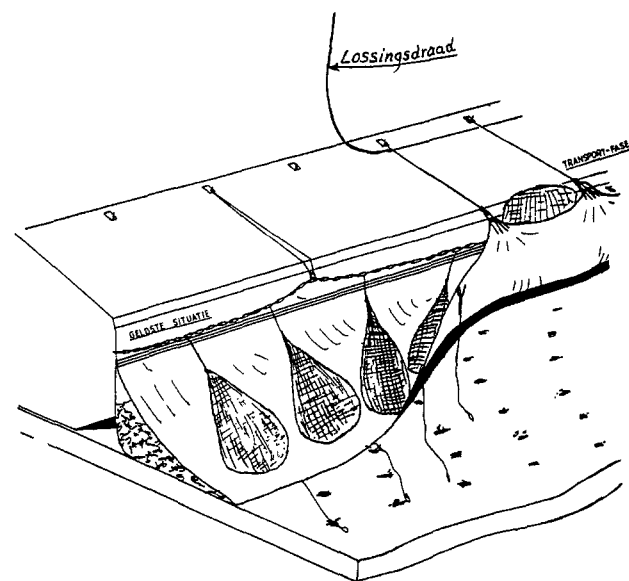


Figuur 21 Plaatsen pijler

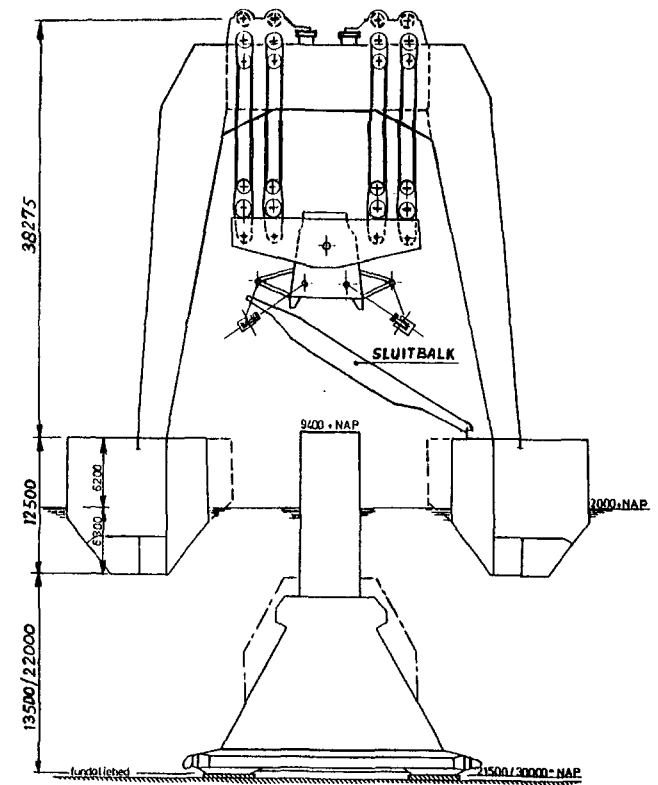
Om wegdraaien tijdens het plaatsen te voorkomen, kreeg de pijler een voorhoek in langsricting. Deze voorhoek zorgde ervoor dat de pijler zoveel mogelijk de bodem gelijktijdig op twee punten raakte.

Een opvallend verschijnsel bij de plaatsing van sommige pijlers was dat tijdens de plaatsing de positie gedurende ca. 10 seconden verliep en vervolgens weer de oude waarde kreeg. Oorzaak hiervan was het roteren van de pijler in ϕ -richting.

Nadat de pijler voor 100% was geplaatst en nadat de positie was goedgekeurd werd de grindzak 'gelost' (zie figuur 23). Dit vond standaard plaats vanaf de Ostrea met behulp van lossingsdraden op de pijler. Het lossen van de draden moest standaard plaatsvinden vanaf de aangestroomde zijde (Noordzezijde). Vijf minuten hierna werden de draden aan de Oosterscheldezijde gelost. De lostrekkdraden werden aan dek gehaald. De aansluiting van de grindzak op de funderingsmat werd daarna door duikers geïnspecteerd.



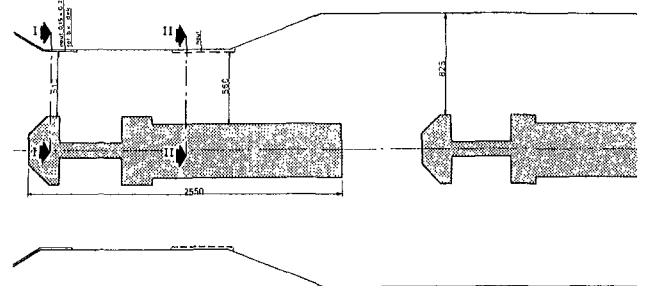
380



6.2.3.2.6 Ontkoppelen en ontmeren van de Ostrea en de Macoma

De uitwijking van de ponton mocht een afstand van 5,25 m, zijnde de kleinst voorkomende nominale speling tussen *maximale pijlerschachtbreedte* en *minimale beunbreedte*, niet overschrijden (zie figuur 25).

- na het inbrengen van de Ostrea-boegdraden (O2 en O3);



- met gebruikmaking van O5 en O6, die aan de Macoma waren gekoppeld;
- met gebruik van Schottels.

Daarbij bleek dat:

- de uitwijkingen konden worden beperkt tot maximaal 3m;
- de draadkrachten in O5 en O6 door dynamische invloeden (bewegen Ostrea) regelmatig op een niveau van circa 400 kN werden gebracht.
- de draadbehandeling van O5 en O6 uiterst riskant was, omdat het inbrengen van deze draden gebeurde boven de fundatiemat en boven de Macoma-ladder.

Mede om in het bouwdok flexibeler te kunnen zijn, werd besloten om de lieren O5 en O6 te vervangen door de zwaardere Mytilus-lieren.

De dynamische invloeden op de draadkrachten werden beperkt door rekkers aan te brengen aan dek van de Macoma. De koppeling van deze rekkers aan de ankerdraden werd gerealiseerd door middel van sliphaken.

De draadbehandeling van O5 en O6 werd verbeterd door de draden te muizen en bij uitvieren te voorzien van skippy-ballen (om de 20 m).

Na de ontkoppel-/ontmeerprocedure voer de Ostrea terug naar het bouwdok om òf een pijler op te halen ten behoeve van het plaatsen òf om bouwactiviteiten te verrichten.

7. Documentatielijst

- Doc. 1 = 24 KWAP-M-83267,
Raken negatieve overlap H2 door ladder
Macoma
- Doc. 2 = 41 PLPIJ-M-82046,
Operatieplan plaatsen pijlers
- Doc. 3 = 24 KWAP-M-84088,
Oppakken pijler R07 met te hoge hefkracht
- Doc. 4 = 24 KWAP-M-82114,
Vaarproeven Ostrea

Literatuurlijst:

diverse rapporten en notities
Bureau voor Scheepsbouw
evaluatenota plaatsen pijlers 24 KWAP-N-84201
diverse nummers drie maandelijks berichten
technisch tijdschrift Cement, nr. 11
publicatie Stormvloedkering in de Oosterschelde voor veiligheid en milieu
randvoorwaarden MacDos, DDWT-80001 (golfhoogte)
windsnelheid en golfhoogte onder extreme omstandigheden DDWT-79036

Inhoud

1	Inleiding	387
2	Keuze materieel	388
2.1	Plaatsingsmaterieel	
2.2	Hijsframes	
2.3	Hulpmaterieel	
3	Randvoorwaarden	389
3.1	Technische randvoorwaarden Taklift 4	
3.2	Natuurrandvoorwaarden	
3.2.1	Overleven Taklift 4	
3.2.2	Transportpontons	
3.2.2.1	Ten behoeve van betonnen elementen	
3.2.2.2	Ten behoeve van stalen elementen	
4	Materieel	391
4.1	Taklift 4	
4.1.1	Specificaties	
4.1.2	Lieren	
4.1.3	Hydraulische kranen	
4.1.4	Hijscapaciteit	
4.1.5	Accommodatie	
4.1.6	Navigatie uitrusting	
4.1.7	Aanpassingen Taklift 4	
4.1.7.1	Voor het plaatsen van de dorpelbalken	
4.1.7.2	Voor het plaatsen van hamerstukken, schuiven en bewegingswerken	
4.2	Transportpontons	
4.2.1	Ten behoeve van betonnen elementen	
4.2.2	Ten behoeve van stalen elementen	
4.3	Afmeerponton	
4.4	Afvierponton	
4.5	Hijsframes	
4.5.1	Verkeerskokerhijsframe (45 m)	
4.5.2	Landhoofdverkeerskokerhijsframe	
4.5.3	Hamerstukken-, schuiven- en bewegingswerkenhijsframe	
4.5.3.1	Hamerstukken	
4.5.3.2	Schuiven	
4.5.3.3	Bewegingswerken	
4.5.4	Dorpelbalkhijsframe	
4.5.4.1	Algemene beschrijving	
4.5.5	Bovenbalkhijsframe	
5	Plaatsen elementen	399
5.1	Verkeerskokers, hamerstukken en bovenbalken	
5.1.1	Voorvaren ponton	
5.1.2	Plaatsen verkeerskoker (45 m)	
5.1.3	Plaatsen landhoofdverkeerskoker	
5.1.4	Plaatsen hamerstukken	
5.1.5	Dorpelbalken	
5.1.5.1	Werkmethodiek	
5.1.5.2	Hydraulische randvoorwaarden	
5.1.5.3	Beschrijving van het proces	
5.1.6	Plaatsen bovenbalken	
5.1.7	Afmeerponton	
5.1.8	Plaatsen schuiven en bewegingswerken	
6	Ervaringen materieel	409
6.1	Taklift 4	
6.2	Macoma	
6.3	Hijsframes	

- 6.4 Dorpelbalkhijsframe
- 6.5 Pontons
- 6.6 Hulpconstructies

7 Documentatielijst

411

1. Inleiding

Een essentieel onderdeel in de bouw van de Oosterscheldekering was de bovenbouw.

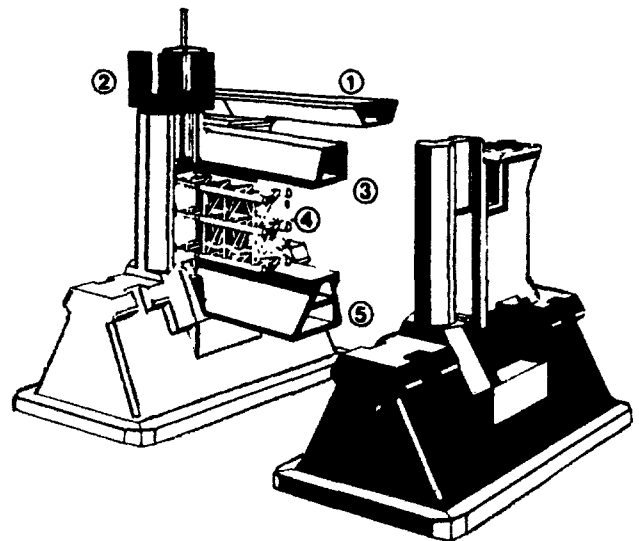
Onder bovenbouw werd verstaan het plaatsen en afmonteren van losse betonnen elementen zoals landhoofdelementen, verkeerskokers, hamerstukken, dorpel- en bovenbalken.

Tevens werd hieronder het plaatsen en afmonteren van de schuiven en bewegingswerken verstaan (zie figuur 1).

Voor het plaatsen van deze elementen (met uitzondering van de landhoofdelementen die door de Taklift 2 óf 3 in combinatie met de afvierpontoon Manus werden geplaatst) tussen en op de pijlers waren verschillende soorten materieel denkbaar.

In het kader van hergebruik van bestaand en/of nog nieuw te ontwerpen materieel werd in dit verband gedacht aan de Ostrea, Superdos, Mytilus, Dos I en de Taklift 4.

Voor deze vijf plaatsingspontons werd de inzetbaarheid bepaald aan de hand van de werkbaarheidsgrens. De berekeningen waren gebaseerd op zowel proeven als diffractieberekeningen van bestaande vergelijkbare pontons. De moeilijkheid was echter dat voor de interpretatie en vertaling naar de in aanmerking komende ponton nogal ingrijpende schematisaties moesten plaatsvinden, zodat de berekeningen een globaal karakter hadden. Daar hier slechts sprake was van een eerste selectie van het plaatsingsmaterieel, konden de uitkomsten redelijk bruikbaar worden geacht (doc. 1).



Figuur 1 Bovenbouw
1 verkeerskoker
2 opzetstuk
3 bovenbalk
4 schuif
5 dorpelbalk

2. Keuze materieel

2.1 Plaatsingsmaterieel

Zoals hiervoor reeds omschreven, kon het plaatsen van de elementen niet plaatsvinden met materieel dat direct inzetbaar was. Het voorhanden zijnde c.q. eventueel in te zetten materieel had op het moment van het maken van een keuze de volgende status:

- de Ostrea en Superdos bevonden zich beide nog in de ontwerp- en besteksfase. Alle noodzakelijke voorzieningen konden nog worden ingepast;
- de Mitylus was qua ponton geschikt met uitzondering van de noodzakelijke versterkingen benedendeks. De constructie met daarin de trilnaalden kon ongemoeid worden gelaten waardoor de functie van verdichtingsschip intact kon blijven;
- de Dos I-ponton was relatief kort en breed voor een 1300 tons bok. Dit zou een hoge dwarsstabiliteit en een groot trimverschil tijdens het hijsen betekenen. Het casco moest ingrijpend worden aangepast en had een ongunstige stroomweerstand en slechte koersvastheid tijdens het slepen;
- de Taklift 4 van Smit Tak is een zeewaardige zelfvoorstuwende 1600 tons bok (doc. 2). De breedte van de ponton was echter zodanig dat het onmogelijk was zowel de aanvoer naar de Oosterscheldewerken als de afvoer na de voltooiing plaats te laten vinden via de Oosterschelde c.q. de binnenwateren.

Na uitgebreide studies (doc. 3) betreffende onder meer de totale bouwkosten, werkbaarheid, veiligheid (technische betrouwbaarheid), stand-by voor andere taken, planningstechniek, aanpassingen in het ontwerp, doorvaart ter plaatse van het landhoofd en sluispassage, alsmede de manoeuvreerbaarheid, is uiteindelijk gekozen voor de zelfvoorstuwende (drijvende) bok, de Taklift 4.

2.2 Hijsframes

Het was al snel duidelijk dat behalve een grote bok ook zeer zware hulpconstructies/hijsframes zouden moeten worden ingezet.

Aanvankelijk werd gedacht dat volstaan zou kunnen worden met één universeel hijsframe voor alle te plaatsen elementen.

Toen de landhoofdverkeerskoker (die de vaste wal met de eerste pijler verbindt) een lengte bleek te krijgen van 60 en 80 m, bleek dat het (eventuele) universeel hijsframe zou moeten worden verlengd. Het gewicht van dit verlengde frame in combinatie met het zwaarste element zou de maximaal te hijsen last overschrijden.

Besloten werd voor de landhoofdverkeerskokers een apart frame te bouwen.

Bij verdere uitwerking van het universele frame bleek dat de plaatsing van de schuiven, bewegingswerken, hamerstukken en verkeerskokers met de Taklift 4 zonder extra top -alsmede het voor de bok brengen van pontons met de te plaatsen elementen- alleen mogelijk zou zijn wanneer gewerkt werd vanaf de zeezijde. Om planningstechnische en nautische redenen bleek dat het noodzakelijk was om voor het plaatsen van de bewegingswerken een afzonderlijk hijsframe te gebruiken, waardoor de Taklift 4 te allen tijde vanaf de Oosterscheldezijde de elementen kon plaatsen.

Het "ontsnappen" van de Taklift 4 zou plaatsvinden door een opening tussen de pijlers in de stroomgeul Roompot (doc. 4).

2.3 Hulpmaterieel

Hieronder werd verstaan:

- 3 pontons ten behoeve van transport betonnen elementen (doc. 5 en 6);
- 3 pontons ten behoeve van transport stalen elementen;
- afmeerpontons ten behoeve van afmeren pontons genoemd onder b;
- afvierpontons "Macoma" (zie deelnota 14).

3. Randvoorwaarden

3.1 Technische randvoorwaarden

Taklift 4

De hoofdafmetingen van de ponton van de Taklift 4 waren: lengte 82,50 m, breedte 28,00 m en holte 7,00 m.

Definities ten aanzien van last, spreij en hijshoogte:

- a. onder last werd verstaan de statische hijslast, zonder enige hijsvoorzieningen;
- b. onder spreij werd verstaan de afstand, tussen de voorkant van de ponton en het zwaartepunt van de vrijhangende last, gemeten als de horizontale projectie in de langsrichting van de ponton;
- c. onder hijshoogte werd verstaan de hoogte van de onderkant haak boven de waterlijn. Een uitzondering op deze definitie werd gemaakt bij de bepaling van de hijshoogte van de dorpelbalk.

De hijscapaciteit van de Taklift 4 moest ten minste zijn:

Last (kN)	Spreij (M)	Hijshoogte boven de waterlijn (M)
16000	8,00	ca. 20,00
12000	16,00	ca. 40,00
9000	10,00	43,15

Voor het plaatsen van de dorpelbalken moest de hijscapaciteit van de hijsvoorzieningen ten minste zijn:

Last (kN)	Spreij (M)	Hijshoogte boven de waterlijn (M) ^{*)}
18000	4,95	1,65

^{*)} bovenzijde van de dorpelbalk.

Er moest op gerekend worden, dat de last door de variatie in oprijfkracht ten gevolge van dynamische effecten in bovengenoemde situatie kon variëren met plus en min 3000 kN.

De maximale last moest worden verdeeld over ten hoogste 4 takels (doc. 7).

3.2 Natuurrandvoorwaarden

3.2.1 Overleven Taklift 4 (zonder element)

- Met powerflex rekkers ø 11" uitgevoerd als grommer (dat wil zeggen: in een lus, dus dubbel).
voordraden: rekkers lang 15 m
voorzijdraden: rekkers lang 8 m
achterzijdraden: rekkers lang 8 m
achterdraden: geen rekkers
- Overleeflokatie bij:
vloed: voorkant bok op 300 m uit as SVKO

- eb:
 - Vwind ≤ 8 Bft (vlagen = 10 Bft)
 - Vstroom ≤ 2,50 m/s ter plaatse van de bok
 - Golven: TE1 ≤ 523 cm²
TE2 ≤ 434 cm²
TE3 ≤ 47 cm²
- of:
 - a) met deining Hs ≤ 1,25 m bij WRTW
TE3 ≤ 47 cm² of 4 ≤ E10 ≤ 27 cm
 - b) geen deining Hs ≤ 1,40 m bij WRTW.

3.2.2 Transportpontons

3.2.2.1 Ten behoeve van betonnen elementen Giant 12 (geladen)

Tijdens transport

- Vwind ≤ 15 m/s (=7 Bft)
- Hs ≤ 1,0 m
- Zicht ≥ 200 m bij voortbrengen, afhankelijk van mistgedrag. Bij transport geen beperking.
- Ponton: ø dwars 7,7°
ø langs 5,7°

Voorvaren geladen Giant 12

- Vwind ≤ 10 m/s (=5 Bft)
- Vstroom ≤ 1 m/s
- Hs ≤ 0,30 m, Tp ≤ 6,2 sec
of Hs ≤ 0,75 m, Tp ≤ 3,0 sec
- ponton 1 en 2 (geladen)

Tijdens transport

- Vwind ≤ 20 m/s (8 Bft)
- Hs ≤ 1 m
- Zicht bij transport:
 - < 1000 m bij passeren Zeelandbrug, dan overleg met Scheepvaartdienst Hansweert
 - < 150 m bij passeren Zeelandbrug, dan max. snelheid V=0,25 m/s en onder begeleiding van Scheepvaartdienst
 - < 100 m niet varen (eis van kapiteins sleepboten)
- Zicht bij voortbrengen:
200 m, afhankelijk van mistgedrag
- Ten behoeve van VKK:
ponton ø dwars 8,9°
ø langs 5,7°
- Ten behoeve van HST:
ponton ø dwars 5,7°
afmeersnelheid 0,2 m/s.

Voorvaren geladen ponton

- Vwind ≤ 15 m/s (7 Bft)

- $V_{\text{stroom}} \leq 1 \text{ m/s}$
- $H_s \leq 0,30 \text{ m}$, $T_p \leq 6,2 \text{ sec}$
- òf $H_s \leq 0,75 \text{ m}$, $T_p \leq 3,0 \text{ sec}$
- Slagzij ponton toelaatbaar: $7,7^\circ$.

3.2.2.2 Ten behoeve van stalen elementen

- Kloos 11, Ro-ro 1 en 2

Voorvaren geladen ponton

- $V_{\text{wind}} \leq 10 \text{ m/s}$ ($\approx 5 \text{ Bft}$)
- $V_{\text{stroom}} \leq 1 \text{ m/s}$
- $H_s \leq 0,30 \text{ m}$, $T_p \leq 6,2 \text{ sec}$
- Zicht $\geq 250 \text{ m}$

Tijdens koppelen hijsframe

- $V_{\text{wind}} \leq 10 \text{ m/s}$ ($\approx 5 \text{ Bft}$)
- $V_{\text{stroom}} \leq 0,5 \text{ m/s}$.

4. Materieel

4.1 Taklift 4

Algemeen (bestaande uitvoering)

De ponton die gebruikt werd om de Taklift 4 te bouwen was oorspronkelijk onderdeel van het casco van een tankschip. In 1968 werd de ponton uit dit casco gesneden en omgebouwd tot zeegaande ponton.

In 1981 is op de Verolme Scheepswerf Heusden B.V. te Heusden de Taklift 4 onder nummer 985 gebouwd.

4.1.1 Specificaties

Afmetingen:

lengte o.a.:	83,03 m
lengte l-l:	80,35 m
const. lengte:	82,50 m
breedte op spanten:	28,00 m
breedte extreem:	28,25 m
holte:	7,00 m
min. diepgang:	1,51/2,02 m
max. diepgang:	3,72 m
B.R.T.:	5125,43 R.T.
N.R.T.:	2500,68 R.T.

Voortstuwing:

2 Seffle verstelbare schroeven, gemonteerd in straalbuizen, elk aangedreven door een Cat. dieselmotor, type D 399 SWAC, 839 kW, 1225 rpm, tandwielreductie 4,15 : 1. Vaarsnelheid ca. 10 knopen.

Boegschroeven:

2 sets, elk van 367 kW, elektrisch aangedreven.

Brandstof:

verbruik bij max. vaarsnelheid 12 ton gasolie/24 uur.

Tankinhoud 436 m³

WATERVERPLAATSING:

- ledig schip: 3553 ton
- standaard: 4661 ton
- max. verpl. 8178 ton

Dekbelasting:

4 ton/m²

Verlichting:

220/24 Volt, 60 perioden/sec

Elektrisch vermogen:

440 V, 60 perioden/sec;

3 sets van 347 kW;

1 set van 172 kW;

1 set van 60 kW

Drinkwatercapaciteit:

436 m³

Ankers en kettingen:

2 Delta Flipper ankers, elk 50 kN;

385 m ankerketting, 62 mm ø;

4 Delta Flipper vertui-ankers, elk 32,5 kN.

4.1.2 Lieren:

a. verhaal ankerlieren L1 en L14:

2 sets enkeltrommel lieren, één kettingschijf + verhaal-kop;
elektrisch aangedreven door een 75 kW motor;
nominale cap. 250 kN bij 15 m/min op de 3e laag;
max. trekkracht: 500 kN;
trommelcap. : 500 m staaldraad in 5 lagen, ø 38 mm, Constant Tension (C.T.) schakeling mogelijk;

b. verhaallieren L2 en L13:

2 sets met dubbele trommel en 2 verhaalkoppen;
elektrisch aangedreven door een 75 kW motor;
nominale cap. 250 kN bij 15 m/min op de 3e laag;
max. trekkracht: 500 kN;
trommelcap. : 500 m staaldraad in 5 lagen, ø 38 mm, C.T. schakeling mogelijk;

c. hoofd-hijslieren L5, L6, L7 en L8:

4 enkeltrommel lieren, elektrisch aangedreven door een 115 kW motor;
nominale cap. 400 kN bij 15 m/min op de 3e laag;
trommelcap. : 625 m staaldraad in 3 lagen, ø 48 mm;

d. runnerlieren L3 en L4:

2 sets dubbeltrommel lieren met verhaalkop, elektrisch aangedreven door een 38 kW motor;
nominale cap. 150 kN bij 15 m/min op de 3e laag;
trommelcap.: 100 m staaldraad in 3 lagen, ø 32 mm;

e. spreilieren L11 en L12:

2 enkeltrommel lieren, elektrisch aangedreven door een 115 kW motor;
nominale cap. 400 kN bij 15 m/min in de 3e laag;
trommelcap.: 526 m staaldraad in 3 lagen, ø 48 mm;

f. bergingslieren L9 en L10:

2 enkeltrommel lieren, uitgerust met hulptrommel en verhaalkop, elektrisch aangedreven door een 115 kW motor;
nominale cap. 400 kN bij 15 m/min op de 3e laag;
trommelcap.: 625 m staaldraad in 3 lagen, ø 48 mm en 150 m staaldraad in 3 lagen, ø 32 mm.

4.1.3 Hydraulische kranen:

- 1 aan stuurboord;
30 kN bij 13 m radius;
60 kN bij 6,50 m radius;
- 1 aan bakboord;
2 ton bij 8 m radius;
4 ton bij 4 m radius.

4.1.4 Hijscapaciteit

Hoofdframe:

4 hoofd-hijstakels, elk 4000 kN;
nominale hijssnelheid 1,25 m/min;
max. hijssnelheid 2,20 m/min;

3 hulp-hijstakels, elk 150 kN

capaciteit in beschut water:

- 16.000 kN bij 5 tot 15,20 m spreij, hijshoogte 48,00 m;
- 10.000 kN bij 21,30 m spreij, hijshoogte 41,50 m;
- 5.000 kN bij 31,00 m spreij, hijshoogte 34,50 m;
- 2.670 kN bij 36,00 m spreij, hijshoogte 28,00 m;

capaciteit in open water (tot zeegang 4):

- 16.000 kN bij 8 m spreij, hijshoogte 48,00 m;
- 10.000 kN bij 18,50 m spreij, hijshoogte 43,00 m;
- 5.000 kN bij 27,30 m spreij, hijshoogte 37,00 m;
- 1.950 kN bij 36,00 m spreij, hijshoogte 28,00 m.

Standaard top:

het hoofdframe was standaard uitgerust met een top van 50 m lengte:

capaciteit in beschut water:

- 3.000 kN bij 22,00 m spreij, hijshoogte 99,50 m;
- 2.000 kN bij 42,00 m spreij, hijshoogte 89,00 m;
- 1.500 kN bij 54,00 m spreij, hijshoogte 82,00 m;
- 650 kN bij 75,00 m spreij, hijshoogte 59,50 m.

4.1.5 Accommodatie:

geschikt voor totaal 30 personen, geheel voorzien van air-conditioning;

compartimenten:

- 14 éénpersoons hutten;
- 8 tweepersoons hutten;
- 1 hospitaalhut met één bed;
- minimale aantal bemanningsleden: 9.

4.1.6 Navigatie uitrusting:

magnetisch kompas;

giro kompas;

2 VHF radio's;

telefoon nr. 62266;

radiotelefoon;

2 Decca radars, RMC 916;

echolood;

automatische piloot;

A.P. navigatiesysteem;

centrale bediening in stuurhuis voor machines lieren.

4.1.7 Aanpassingen Taklift 4

Om volledig geschikt te zijn voor de plaatsing van de geprefabriceerde elementen, zoals in de inleiding is vermeld, moest de Taklift 4 worden aangepast (doc. 2 en 8). De aanpassingen c.q. voorzieningen bestonden voornamelijk uit:

4.1.7.1 Voor het plaatsen van de dorpelbalken

Zijkasten met koppelpennen

Aan de voorzijde werd de Taklift 4, aan zowel SB- als BB-zijde, verbreed met een zijkast waarop pennen werden gemonteerd voor het koppelen aan de afvierpontoon Macoma.

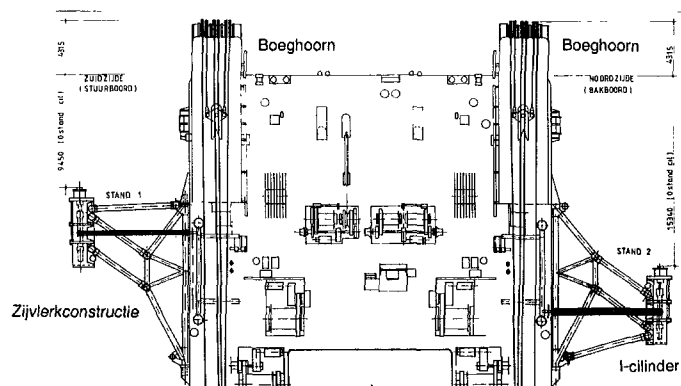
De zijkasten, met afmetingen van 12,5 x 3,5 x 3,5 m, moesten geschikt zijn om de krachten, die ontstonden bij het aankoppelen en het gecombineerd werken met de

Macoma, naar de pontoon over te brengen.

De koppelpennen $\varnothing$ 1185 mm en $\varnothing$ 1650 mm uit de lengte-as van de bok moesten geschikt zijn voor belastingen van 3000 kN, aangrijpend onder een hoek van 16° met de lengte-as van de bok en 1150 kN loodrecht op de lengte-as van de bok.

Zijvlerkconstructies

Ter weerszijden van de bok werd een fenderconstructie aangebracht, waarmee de bok op de pijlers (in de x-richting) kon worden afgesteund bij het plaatsen van een dorpelbalk (zie figuur 2).



Figuur 2 Standen zijvlerken tijdens plaatsen DB H15, S16, R31

Elke fender voldeed aan de volgende randvoorwaarden:

- drukkracht van 2000 kN bij een inverting van 100 mm;
- slaglengte bufferconstructie 2000 mm;
- hart op hart maat buffers 45.000 mm bij horizontale stand van de constructie;
- verplaatsbaarheid van de buffers, door middel van een verstelbaar frame, van 5890 mm gemeten in de lengterichting van de bok;
- de buffers waren voorzien van drijvers;
- de gehele constructie, inclusief de drijvers, was door middel van een scharnierconstructie ophaalbaar.

Boeghoorns

Ten behoeve van het hijsen van de dorpelbalken werd de achterzijde van de bok aan SB- en BB-zijde voorzien van twee hijsframes met schijven en draden, de zogenaamde "Boeghoorns" (zie figuur 2).

De boeghoorns moesten voldoen aan de volgende criteria:

- boeghoornafstand hart op hart 23.800 mm;
- verticale belasting, per frame, 11.000 kN;
- horizontale belasting, in de asrichting van de bok onafhankelijk van de hijsdraadbelasting 3.000 kN;
- horizontale afstand van hart draad tot achterzijde pontoon 4315 mm;
- ashoogte tot bovenkant dek 4150 mm;
- maximale verticale afstand van de boeghoornconstructie tot dek 4870 mm.

Optredende belastingsmogelijkheden:

	A	B
statische		
verticale belasting	15.000 + 1.800 kN	16.600 + 1.800 kN
dynamische		
verticale belasting	4.500 + 540 kN	3.000 + 330 kN
totaal	21.840 kN	21.730 kN
horizontale belasting	3.000 kN	0 kN

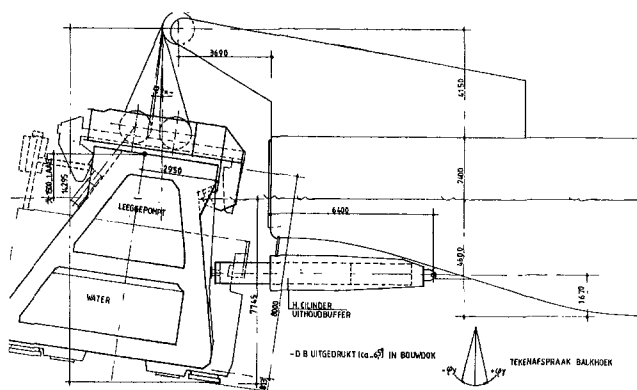
- A gold voor een uitwatering van de dorpelbalk van 1,5 m.
B gold voor een uitwatering van de dorpelbalk van 2,25 m.

De vorm van de boeghoorn moest zijn aangepast aan:

- maximale hoogte boven dek;
- de hoogte van het dorpelbalkhijsframe in hoogste stand;
- bruikbaarheid en toegankelijkheid van verhaalrollen en bolders;
- afmeting van de versterking in de scheepsconstructie.

Hydraulische cilinders

Onder het achterschip van de Taklift 4 werden, ten behoeve van het uithouden van een gehesen dorpelbalk, 4 hydraulische cilinders (horizontale fenders) gemonteerd (zie figuur 3).



Figuur 3 Uitgangspunten hijsen DB

De cilinders moesten voldoen aan:

- drukkracht per cilinder 1500 kN;
- slaglengte 3250 mm.

Lieren

Aan dek van de Taklift 4 werden 2 verhaallieren (genummerd L7A en L8A) aangebracht.

De lieren moesten voldoen aan de volgende randvoorwaarden:

- horizontale trekkracht op de 3e laag 680 kN;
- opspoelcapaciteit 500 m draad $\varnothing$ 48 mm in 6 lagen;
- snelheid op de derde laag belast 8,5 m/min, onbelast 17 m/min;
- de lieren voorzien van 500 m draad $\varnothing$ 48 mm;
- de lieren voorzien van regelunits voor constant tension (C.T.).

Aanpassen (bestaande) lieren

De volgende aanpassingen werden gerealiseerd:

- L1, L2, L13 en L14 werden voorzien van draadverleggers;
- L9 en L10 werden voorzien van regelunits voor constant tension;
- op het dek werden 6 extra lierschijven en 4 keerschijven gewijzigd voor het gebruik van verhaaldraden $\varnothing$ 84 mm en $\varnothing$ 44 mm;
- de verhaaldraden van L13 en L14 werden over een extra aangebrachte rol (in de bestaande rollenkluizen) geleid;
- op het dek werden 8 stuks fairleads aangebracht geschikt voor verhaaldraden $\varnothing$ 48 mm en $\varnothing$ 44 mm;
- ten behoeve van communicatie en bediening van de lie-

ren L7A en L8A vanaf de afvierponton Macoma werden kabelansluitingen aangebracht;

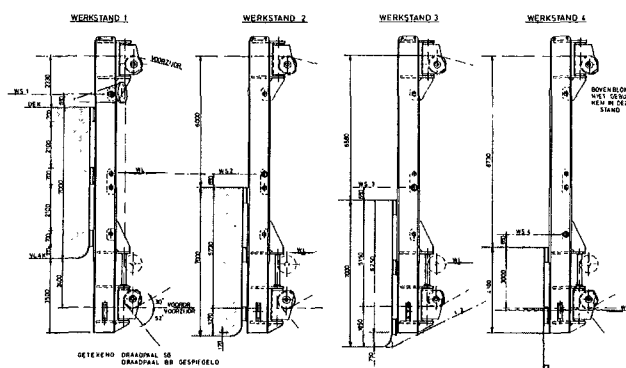
- de ankerdraden van de acht ankerlieren werden voorzien van staaldraad trekkrachtmeters, type 75.50. De staaldraad trekkrachtmeters werden zodanig geconstrueerd, dat ze geschikt waren voor draden met een diameter liggende tussen 40 en 60 mm. De werkbelasting was normaliter 800 kN, 50% overbelasting moest toelaatbaar zijn. Op de draadkrachtmeters werd een signalering aangebracht, zodanig dat aflezing van de draadkrachten centraal mogelijk was ter plaatse van het centraal bedieningspaneel. Signalering werd zodanig uitgevoerd dat aansluiting op de Surveyinstallatie mogelijk was (zie voor overzicht lieren figuur 4).

LIER NR	DRAAD BENAMING	VER. MOEDEN	SNELHEID	HOUD. VERBOD (BENAM.)	DRAAD DIAM.	BREUK. C.A.P. (BENAM.)	DRUK. C.A.P. (BENAM.)
L1	TL6	200	15	500	44	1350	500
L10	TL7	200	15	500	44	1350	500
L2	TL7	200	15	500	44	1350	500
L3	RUMMER	150	12	300	32	715	100
L30	RUMMER	150	12	300	32	715	100
L4	RUMMER	150	12	300	32	715	100
L40	RUMMER	150	12	300	32	715	100
L5	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L50	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L6	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L60	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L7	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L70	TL5	300	15	1350	48	1610	500
L8	RUMMER	400	15	800	48	1610	625
L80	TL8	300	15	1350	48	1610	500
L9	TL3	100	15	800	48	1610	625
L10	TL2	100	15	800	48	1610	625
L11	SPRINGER	400	15	800	48	1610	625
L12	SPRINGER	400	15	800	48	1610	625
L13	TL4	300	15	500	44	1350	500
L14	TL1	200	15	500	44	1350	500
L160	TL1	200	15	500	44	1350	500

Figuur 4 Lieren op Taklift 4

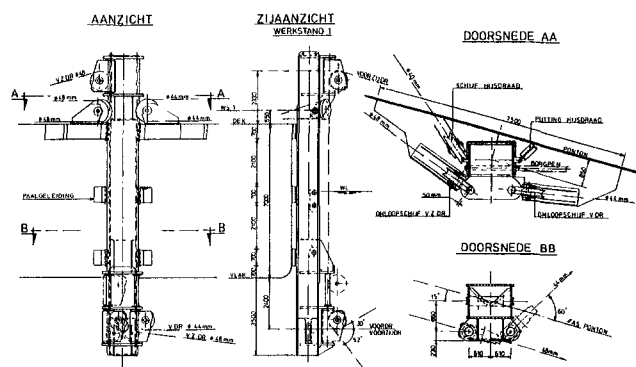
Draadpalen

Om ongehinderd, qua diepgang, varend materieel -waar- onder transportpontons- voor de Taklift 4 te brengen, werd deze voorzien van draadpalen die er voor zorgden dat de voor- en voorzijdraden onder water naar de verankeringspunten konden lopen (zie figuur 5 en 6). Deze draadpalen moesten aan de volgende specificaties voldoen:



Figuur 5 Werkstanden draadpaal

- per draadpaal moesten twee ankerdraden, met een diameter van 48 mm en 44 mm, onder het vlak van de bok kunnen worden gebracht;
- de gebruikssector van de ankerdraden lag voor de voorste omloopschijf in iedere draadpaal; van een hoek 60° voorwaarts kruisend met de as van de bok over een hoek van ten minste 210° tot een hoek van 30° achterwaarts ten opzichte van de as. De achterschijf voorzorg in een gebruikssector van evenwijdig aan de as voor-



Figuur 6 Draadpaal

waarts gericht, tot achterwaarts 60° kruisend met de as van de bok. De draadhellingen konden opwaarts gericht zijn tot een hellingshoek van 1:2;

- aan de bovenzijde in de draadpalen was eveneens een omloopschijf aangebracht. De gebruikssector van deze schijven liep van evenwijdig voorwaarts aan de as van de bok tot evenwijdig achterwaarts. De draadhelling kon variëren tot een helling van 1:2 neerwaarts gericht;
- de draadpalen waren voorzien van een hijsinstallatie. Hijsen en vieren werd uitgevoerd door middel van één van de steltakels van de top;
- de draadpalen waren in 4 standen instelbaar, te weten: onderschijven tot 2,40 m onder het vlak van de bok; onderschijven 5,15 m onder bovenkant dek; onderschijven 3,00 m onder bovenkant dek; bovenschijf 6,00 m boven bovenkant dek;
- maximaal toelaatbare spanning in de constructie bedroeg bij draadbreek 90% van de voor het gebruikte materiaal geldende vloeispanning.

Fenderschotten

Aan de voorzijde van de Taklift 4 werden vier fenderschotten aangebracht, waarvan twee stuks, elk met afmetingen van 2400 mm x 3400 mm, werden gemonteerd op de doosfundaties voor de koppelpennen van de Macoma en twee stuks, elk met afmetingen van 2400 mm x 1900 mm, op de Taklift 4. De twee laatstbedoelde schotten werden zodanig met verstijvingsconstructies uitgevuld, dat ze in onbelaste toestand één blok vormden met de twee eerstgenoemde schotten.

De schotten van hardhout (azobé), dik 100 mm, werden voorzien van verstijvingen, rubberen fenders en bevestigingsconstructies.

Op de Taklift 4 werden de nodige bevestigingspunten aangebracht. Ieder schot werd met 6 kettingen opgehangen.

Survey

Ten behoeve van de surveyinstallatie werden bekabelingen aangebracht ten behoeve van:

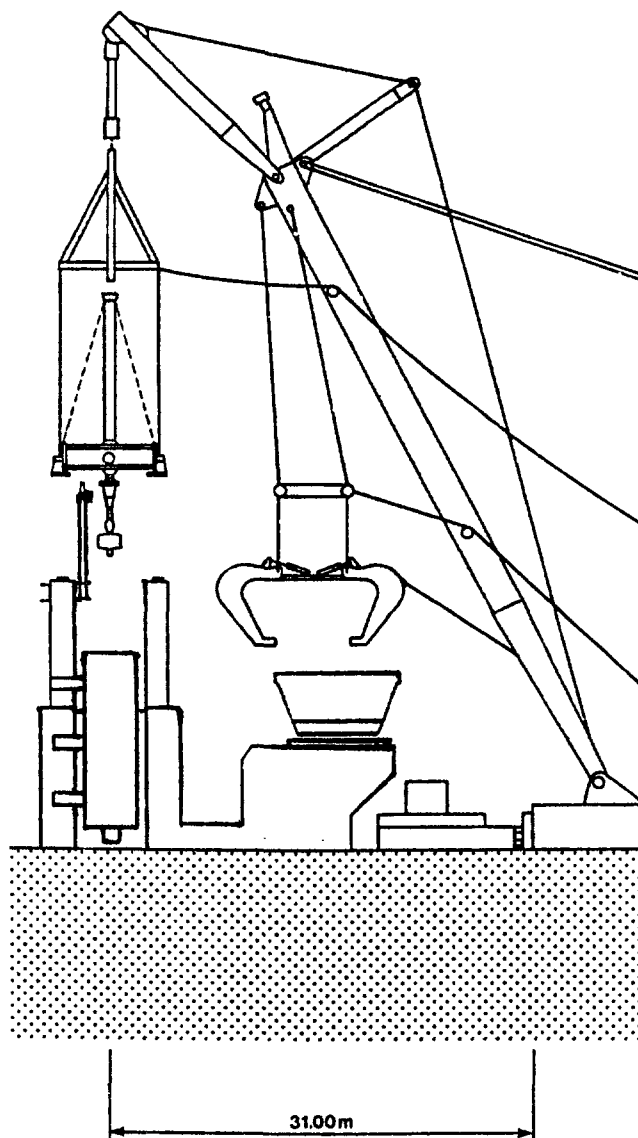
- hellingmeters op de ponton ter plaatse van de boeghoorns;
- pianoschaar hoekopnemers;
- beeldschermen;
- beeldselector;
- snelpellinstallatie;
- mobilfooninstallatie;
- telemetrie-installatie;
- hellingmeting van het hijsframe;
- stroomsnelheidsmeting;

- spanningsstabilisator;
- draadlengtemeting.

4.1.7.2 Voor het plaatsn van hamerstukken, schuiven en bewegingswerken

Toptakel

Omdat uit planningtechnisch en nautisch oogpunt was besloten alle elementen vanaf de Oosterscheldezijde te plaatsen, moest een relatief grote afstand worden overbrugd om de bewegingswerken, schuiven en betonnen hamerstukken aan te brengen (zie figuur 7).

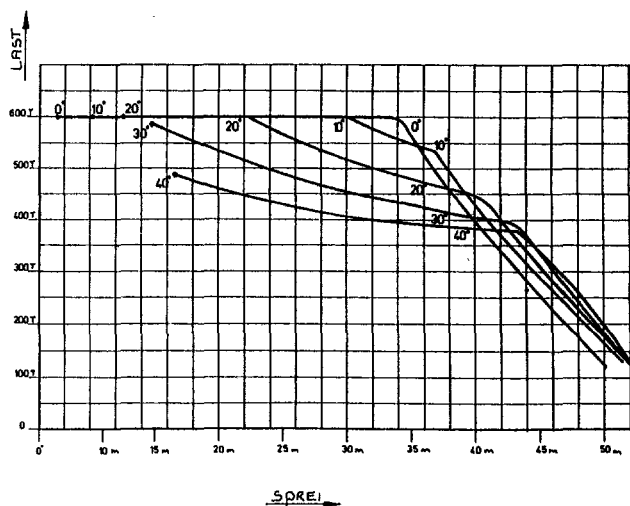


Figuur 7 Hijsframe in toptakel

Omdat de standaard toptakel van de Taklift 4, met een lengte van 50 m, onvoldoende hijs capaciteit bezat, werd op het A-frame een toptakel met een lengte van 17,5 gemonteerd met een hefvermogen van 6000 kN (zie figuur 8 en doc. 9).

De top was over 40° verstelbaar uitgevoerd, verdeeld over 9 standen afhankelijk van de leibanen op de Taklift 4.

De top was voorzien van 2 takels met een hefvermogen van elk 3.000 kN en een runnerblok voor 150 kN hefvermogen.



Figuur 8 Sprei

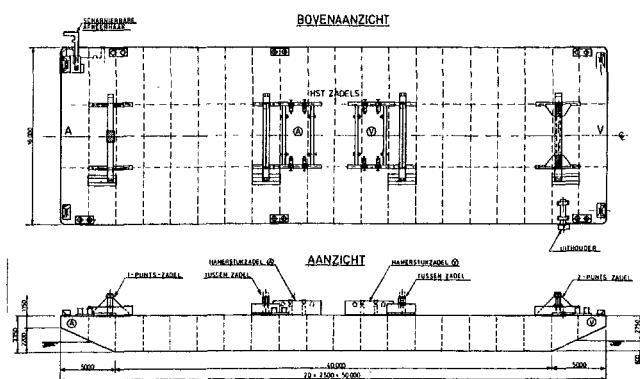
De toptakel met bijbehoren kon op "eenvoudige" wijze worden gedemonteerd.

Onderdeks werden twee lieren geïnstalleerd ten behoeve van het hijsstelsel van de top. De specificaties van deze lieren waren identiek aan de verhaallieren L7A en L8A, met uitzondering van de synchronisatie apparatuur. De lieren waren voorzien van gedroefde draadtrommels.

4.2 Transportpontons

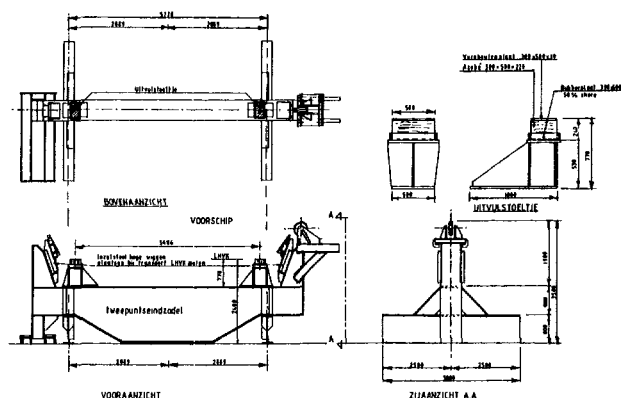
4.2.1 Ten behoeve van betonnen elementen

Voor het transport van de geprefabriceerde betonnen elementen vanuit de haven te Kats werden drie pontons ingezet, namelijk ponton 1 met afmetingen van 50 x 15 x 3,5 m, ponton 2, 50 x 16 x 3,5 m (zie figuur 9) en de (samen-



Figuur 9 Overzicht ponton 2 (16 x 50 m)

bouw-)ponton Giant 12 met afmetingen van 85 x 20 x 5,5 m. Op de pontons waren voorzieningen, oplegadzels, aangebracht die zodanig waren, c.q. konden worden, gesitueerd dat ze geschikt waren voor het transport van zowel verkeerskokers en hamerstukken als bovenbalken (zie figuur 10). Tevens waren constructies aangebracht om de elementen tijdens het transport over water te "zee-vesten" (borgen), zodat bij stootkrachten het betreffende element niet van zijn oplegadzels kon glijden.



Figuur 10 2 puntszadel

4.2.2 Ten behoeve van stalen elementen

Voor het transport van de stalen schuiven en de bewegingswerken vanuit Zwijndrecht, respectievelijk Rotterdam, werden drie pontons ingezet, namelijk de "Kloos 11", de "Ro-Ro 1" en de "Ro-Ro 2".

De afmetingen van deze drie pontons waren identiek 62,5 x 14,5 x 3,5 m.

De (drie) pontons waren voorzien van speciale constructies voor geleiding van de elementen bij het laden op de ponton en het lossen direct voorafgaand aan het plaatsen op de Oosterscheldekering. Ook deze pontons waren, zoals de pontons ten behoeve van het transport van de betonnen elementen, voorzien van een zee-vastconstructie. Aan stuurboord waren de pontons voorzien van twee houten fenderschotten voor het afmeren tegen de afmeerponton aan de boegzijde van de Taklift 4.

4.3 Afmeerponton

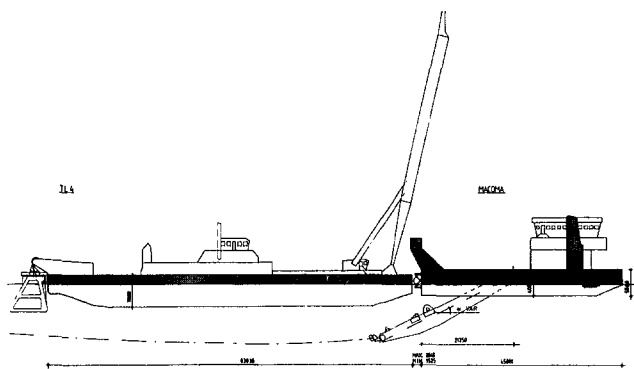
Voor het oppakken van de schuiven en bewegingswerken vanaf de transportponton was het noodzakelijk dat de betreffende "last" vertikaal onder de toptakel van de Taklift 4 deponieerd en afgemeerd kon worden.

Een afmeerpontoon met afmetingen van 32 x 10 x 2,5 m werd aan de boegzijde van de Taklift 4 gekoppeld waar, op zijn beurt, de betreffende transportpontoon tegen werd afgemeerd.

4.4 Afvierponton

Voor het plaatsen van de dorpelbalken, waarbij de Taklift 4 met de achterzijde naar de as van de Oosterscheldekering was gelegen omdat zich daar de speciale hijsconstructie bevond voor het oppakken van de dorpelbalk, werd gebruik gemaakt van de Macoma als afvierponton (zie deelnota 14).

Voor de dimensionering van de afmeer- en opschoonpon-
ton Macoma was de combinatie met het pijlerhefschip
Ostrea maatgevend geweest. Dit gold zowel voor de
hoofdafmetingen als voor de op te nemen lierkrachten. De
Taklift 4 heeft zich voor wat betreft de koppelconstructie
aangepast aan de Macoma. De aanpassingen aan de
Macoma voor het plaatsen van dorpelbalken hadden voor-
namelijk betrekking op de ladder. In eerste instantie kon-
den de zuigmonden worden verwijderd en kon het bagger-
systeem, dat geïnstalleerd was voor het opschonen van de
funderingsmatten, buiten bedrijf worden gesteld. De ladder



Figuur 11 "Draadpaal" Macoma

werd vervolgens omgebouwd tot draadpaal, die ging dienen als aflooppunt voor de boegdraden van de Macoma (zie figuur 11). Ter elfder ure bleek er te weinig aandacht te zijn besteed aan de beperkte ruimte tussen de geladen Taklift 4 en de incidenteel te hoog liggende bodem waarin de ladder zich moest bewegen. Dit noopte tot afslanking van de ladderconstructie.

4.5 Hijsframes

4.5.1 Verkeerskokerhijsframe (45 m)

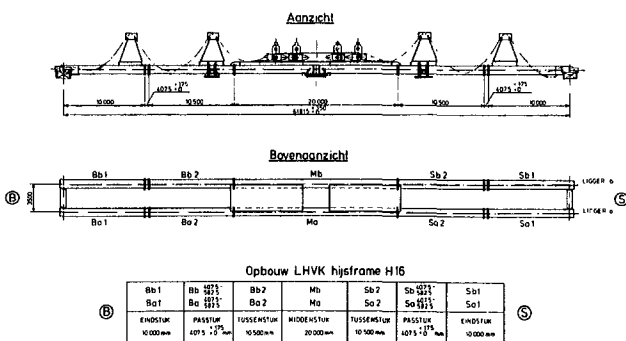
Algemeen

Door de constructieve vormgeving, dimensionering en het gewicht van de verkeerskokers van ca. 12.300 kN, was het noodzakelijk bij het hijsen de verkeerskoker bij de definitieve opleggingen op te pakken. Hiervoor werd een hijsframe ontwikkeld dat de oplegreacties afvoerde naar de takels (doc. 10).

4.5.2 Landhoofdverkeerskokerhijsframe

Algemeen

Het doel van het landhoofdverkeerskokerhijsframe was het hijsen van de landhoofdverkeerskokers (LHVKK's) H₁₆, H₀, S₁₇, S₀, R₃₃ en R₀ vanaf het samenbouwponton Giant 12.



Figuur 12 Opbouw LHVK-hijsframe voor H16

Het plaatsen van deze verkeerskokers gebeurde door de bok Taklift 4 voor wat betreft de H₁₆ (met een lengte van ca. 68,00 m en een gewicht van ca. 15.210 kN). De andere vijf landhoofdverkeerskokers (met een lengte van ca.

80,00 m en een gewicht van ca. 17.650 kN) werden geplaatst door de Taklift 4 in combinatie met de Taklift 2 of 3. De hijsconstructie van de landhoofdverkeerskokers bestond uit twee stalen drukbuizen voorzien van knikverkorters die aan de betonconstructie waren verankerd (doc. 10).

In verband met de lengtevariatie in de diverse LHVKK's en het daarbij verschillend aangrijpen van de beide bokken ten opzichte van het hijsframe, diende dit frame op verschillende wijzen te kunnen worden samengesteld (zie figuur 12).

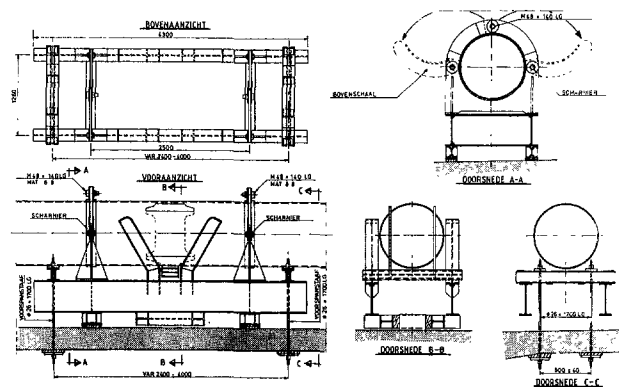
Totale framegewicht (inclusief evenaar van 90 kN) was 2.220 kN.

4.5.3 Hamerstukken-/schuiven- en bewegingswerkenhijsframe

Algemeen

Nadat in een relatief vroeg stadium de beslissing was genomen dat alle geprefabriceerde betonnen en stalen elementen vanaf de Oosterscheldezijde van de kering zouden worden geplaatst -dit was de reden dat de toptakel op het A-frame werd gemonteerd (zie 4.1.2.2)- lag het voor de hand om het tweede hijsframe zo te ontwerpen en te construeren dat het zowel geschikt was voor het plaatsen van de hamerstukken als voor de schuiven en bewegingswerken.

Het hijsframe werd zo ontworpen dat de te hijsen elementen zo min mogelijk oneigenlijk werden belast (doc. 11). Tevens werd het hijsframe, in verband met de variabele breedte van de schuiven, instelbaar gemaakt (zie figuur 13).



Figuur 13 Vaste knikverkorters

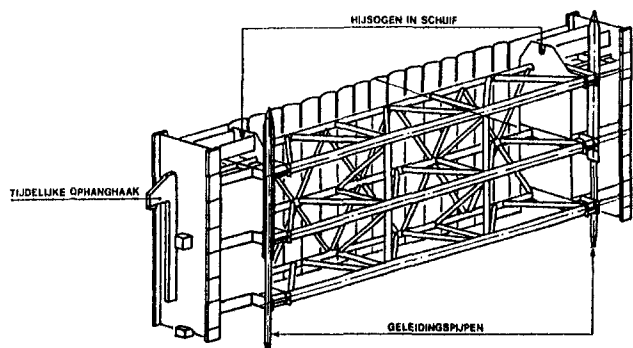
4.5.3.1 Hamerstukken

De hamerstukken werden per 2 stuks gehesen en geplaatst. Daarom werd ook een koppeling van 2 hamerstukken noodzakelijk geacht in verband met standzekerheid én stabiliteit. De koppelconstructie bleef in verband met de stabiliteitsveiligheid aanwezig tot na het afspannen van de hamerstukken op de betreffende pijler. Het gewicht bedroeg maximaal ca. 4600 kN (doc. 12).

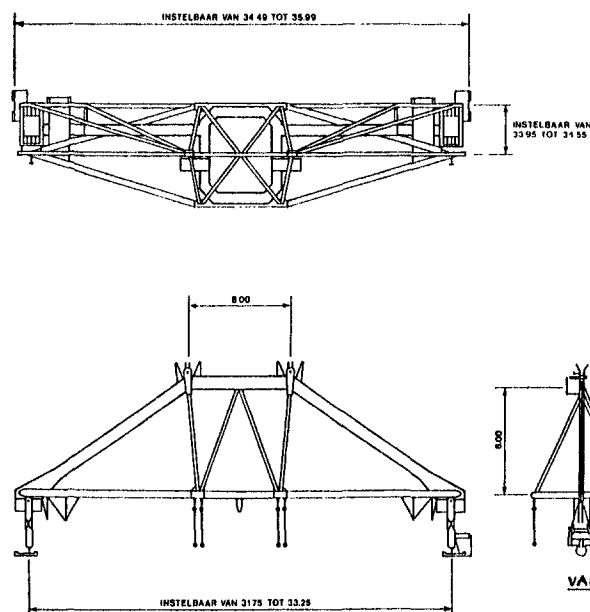
4.5.3.2 Schuiven

Voorzieningen

De schuiven varieerden in hoogte van 5,9 m tot 11,9 m en in gewicht van 3000 tot 5000 kN. De schuif werd, gegeven de stand en positie van de pijlers, op maat gemaakt. Elke schuif was derhalve uniek, zo ook de situering van de hijspunten.



Figuur 14 Schuif met tijdelijke voorzieningen ten behoeve van de plaatsing



Figuur 15 Hijsframe

Het hijsframe was daarom, zoals hiervoor reeds vermeld, instelbaar gemaakt. Aan elke schuif werd, tijdelijk, een geleidingspijp bevestigd om het hijsframe goed boven de hijspunten te kunnen geleiden (zie figuur 14).

Aan het hijsframe waren "vangen" (omgekeerde trechters) gemonteerd die om de geleidingspijpen vielen, waardoor relatieve horizontale bewegingen werden geëlimineerd (zie figuur 15).

4.5.3.3 Bewegingswerken

Elke schuif wordt bewogen door twee hydraulische cilinders. Eén aan de noordzijde en één aan de zuidzijde.

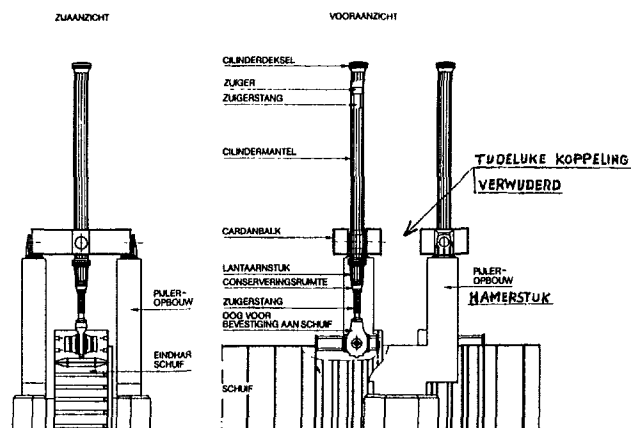
Op een pijler werden derhalve twee cilinders geplaatst, met uitzondering van de randpijlers die één cilinder dragen.

Voorzieningen

De cilinders waren, via de cardanbalk (zie figuur 16) ten behoeve van het plaatsen onderling aan elkaar gekoppeld door middel van een stalen constructie. De lengte van de cilinders variëren en zijn recht evenredig met de hoogte van de stalen schuiven.

Ten behoeve van het plaatsen van de bewegingswerken waren twee keer vier stalen stroppen van het hijsframe bevestigd aan de stalen cardanbalk.

Om tijdens het plaatsen horizontale bewegingen te elimi-



Figuur 16 Voor- en zij-aanzicht op de cardanische bevestiging van de cilinders aan de pijlers en de scharnierende verbinding met de schuif

neren werd ook hier, zoals bij het plaatsen van de schuiven, gebruik gemaakt van een stalen geleidingspijp en een "vangconstructie". Bevestigingsvoorzieningen onderaan de stalen cardanbalken correspondeerden met de bevestigingspunten op het betreffende hamerstuk.

4.5.4 Dorpelpalkhijsframe

4.5.4.1 Algemene beschrijving (doc. 2 en 13)

Het dorpelpalkhijsframe (afgekort: DHF) was geschikt om dorpelpalken te behandelen (aanslaan, hijsen, transporteren, plaatsen en lossen) met een maximum totaalgewicht van:

1. 16.600 kN, exclusief dynamische kracht van 3.000 kN;
2. 15.000 kN, exclusief dynamische kracht van 4.500 kN (exclusief een horizontale uitdrukkracht van 6.000 kN).

Het DHF hing aan de twee boeghoorns, aangebracht op het achterschip van de Taklift 4. In het DHF waren twee schijvenbakken aangebracht. De constructie tussen deze bakken bestond voor het grootste deel uit een profielstalen zogenaamde "Vierendeel"-constructie (dit werd het "koppeelframe" genoemd).

De krachtoverdragende constructies tussen dorpelpalk en DHF werden gevormd door twee schijvenbakken. Elke schijvenbak liep aan de Oosterscheldezijde in een vaste en aan de Noordzeezijde in een beweegbare klauw uit. De beweegbare klauwen scharnierden om een as, die samen viel met de schijvenas aan Noordzeezijde. Aan de buitenkant -of pijlerzijde- van de respectievelijke schijvenbakken bestond het DHF uit een kopdeel-Noord en een kopdeel-Zuid. Deze laatstgenoemde constructies moesten passend zijn voor het overdragen van de krachten van cilinders A, B, C, E, G en K naar de schijvenbakken.

Het DHF kon door middel van een groep hydraulische cilinders ten opzichte van de balk in X-, Y- en Z-richting worden gepositioneerd. Een andere groep cilinders zorgde ervoor, dat de positie van de balk-frame-combinatie ten opzichte van de pijler beheerst kon worden, terwijl een derde groep zorgde voor het activeren van de beweegbare klauwen.

Het DHF moest kunnen werken van enige meters boven

de waterlijn tot circa 15 m onder de waterlijn.

4.5.5 Bovenbalkhijsframe

Algemeen

De bovenbalken werden op het werkterrein te Kats geproduceerd (doc. 14).

De bovenbalken, gewicht ca. 12.300 kN, waren voorzien van:

- vangconstructies op het dak ten behoeve van het hijsframe;
- geleidenokken en wrijvingsopnemers;
- groutvijzels (3 stuks) aan de Noordzezijde;
- afstandhouders (4 stuks) aan de Noordzezijde.

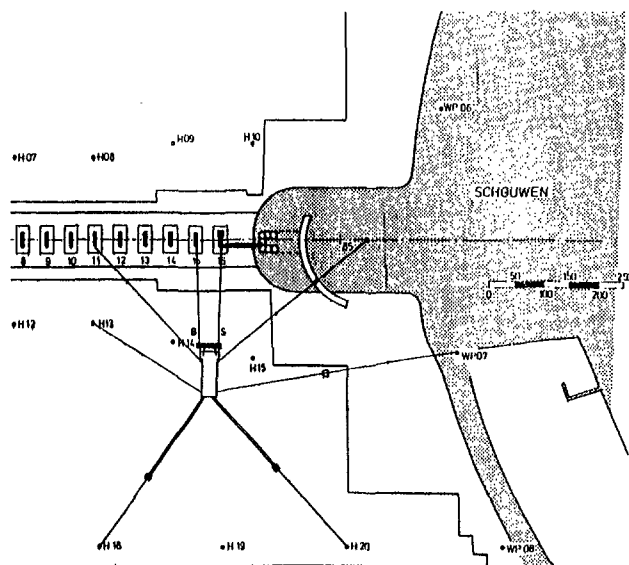
Het transport naar de Oosterscheldekering vond plaats met de transportpontons 1 en 2 (zie hoofdstuk 4.2).

5. Plaatsen elementen

5.1 Verkeerskokers, hamerstukken en bovenbalken

5.1.1 Voorvaren ponton

De pontons 1 en 2, geladen met een verkeerskoker, hamerstuk of bovenbalk vanuit de werkhaven Kats en het Giant-ponton met de daarop samengebouwde landhoofd-verkeerskoker vanuit de betonhaven Neeltje Jans werden enige tijd voor de laagwaterkentering, afhankelijk van de stroomsnelheid, voor de Taklift 4 gevaren.



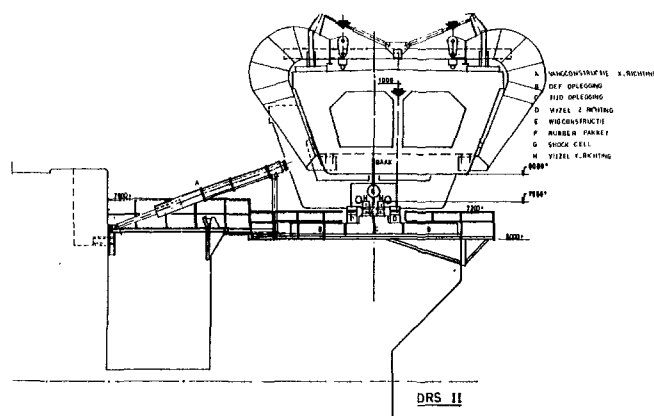
Figuur 17 Ankerpatronen VKK H15

De Taklift 4 lag tijdens dit voorvaren en koppelen op een afstand van ca. 150-200 m uit de as van de Oosterscheldekering, verankerd met een achtdradig ankersysteem (zie figuur 17). De voor- en voorzij-ankerdraden liepen via de draadpalen naar de verankeringspunten. (Het voorvaren van de geladen pontons ondervond zodoende geen last van de ankerdraden).

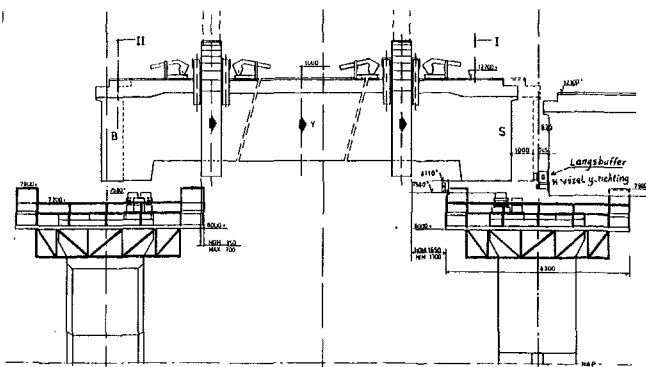
5.1.2 Plaatsen verkeerskoker (45 m)

Om een verkeerskoker op de kering te kunnen ontvangen, moesten daar diverse werkzaamheden zijn verricht (zie figuur 18 en 19).

- De vang- en stelbuffers moesten op de juiste maat zijn geplaatst en ingesteld. Deze zorgden tijdens de plaatsing voor de opname van de bewegingsenergie van de



Figuur 18 Plaatsen VKK, fase 1



Figuur 19 Plaatsen VKK, fase 2

verkeerskoker en voor het bereiken van de juiste eindpositie van de koker voor de "droge afbouw". Op elke pijler was een dwarsbuffer gesitueerd en aan de reeds eerder geplaatste verkeerskoker was de langsbuffer bevestigd.

- Het aanbrengen van bordessen rond de pijlerkop om werkruimte te creëren.
- Het aanbrengen van tijdelijke opleggingen en wigconstructies om respectievelijk de plaatsingsenergie (verticale) op te kunnen nemen en om de verkeerskoker neer te kunnen laten op de definitieve oplegconstructies.
- Het aanbrengen van glij-inrichtingen ten behoeve van het fijnpositioneren van de verkeerskoker.

Voor het verhalen naar de kering (zie foto 1 en 2) werd de koker op de juiste hoogte gehesen om de voorgaand geplaatste koker niet te raken en om te zorgen dat de onder-

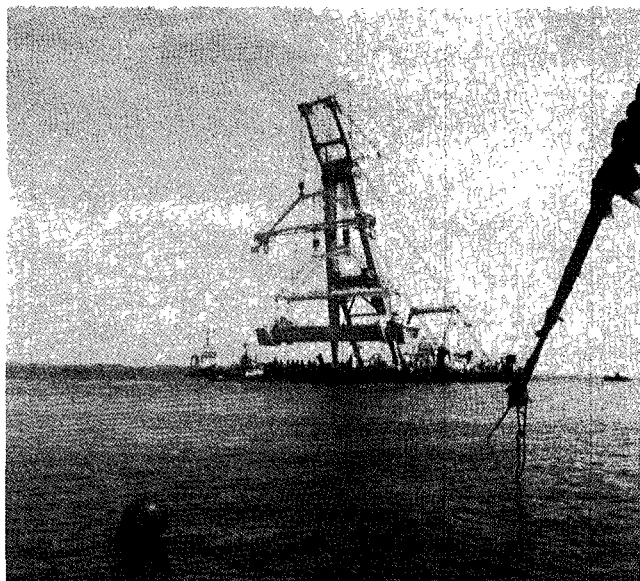


Foto 1 De Taklift 4 wordt verhaald naar de kering

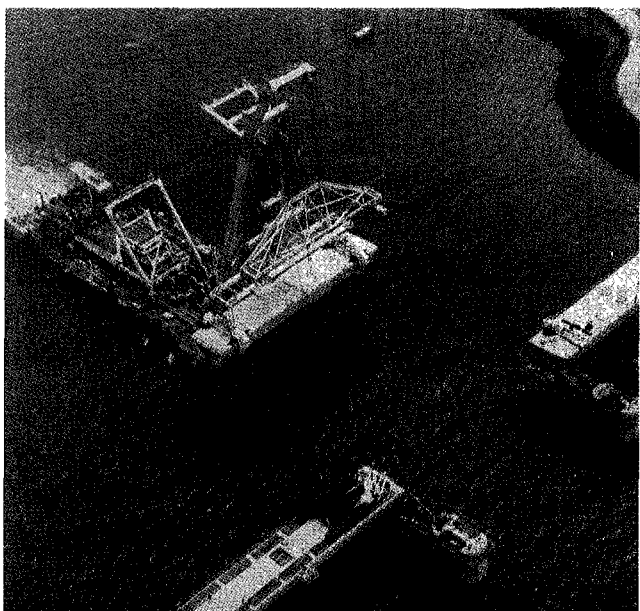


Foto 2 De Taklift 4 verhaalt naar de kering

kant boven de opgestelde vangconstructies uitstak (zie foto 3 en 4).

Na aankomst bij de kering werd op zicht de koker "fijngepositioneerd", alvorens deze te laten zakken. De koker werd neergelaten tot een positie, waarin hij nog niet de horizontale opleggingen kon raken, maar wel zodanig dat de dwarsbuffers voldoende op de koker zouden aangrijpen. Door het A-frame van de Taklift 4 af te toppen werd de koker als het ware tegen de dwarsbuffers geveild, zodat ongewenste bewegingen dwars op de kering werden uitgesloten.

Vervolgens werd de koker zover neergelaten, dat een goede aanslag van de langsbuffer op de vorige verkeerskoker op het kopvlak van de te plaatsen koker kon plaatsvinden. Tijdens het verder zakken diende het A-frame regelmatig

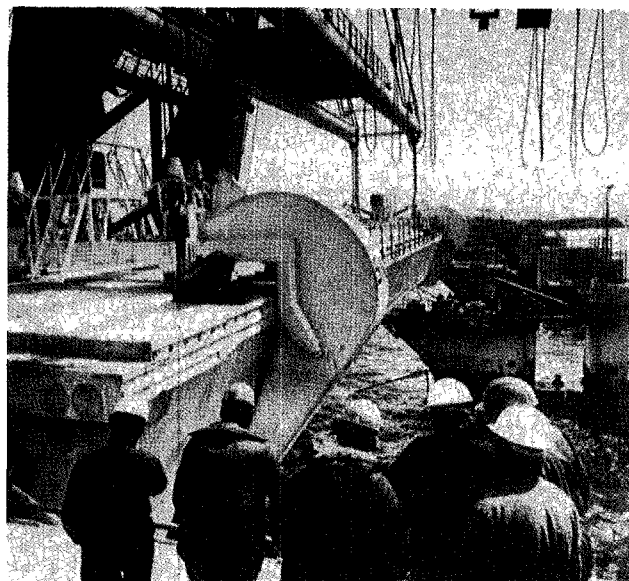


Foto 3 Taklift 4. Plaatsing van een verkeerskoker, juni 1985

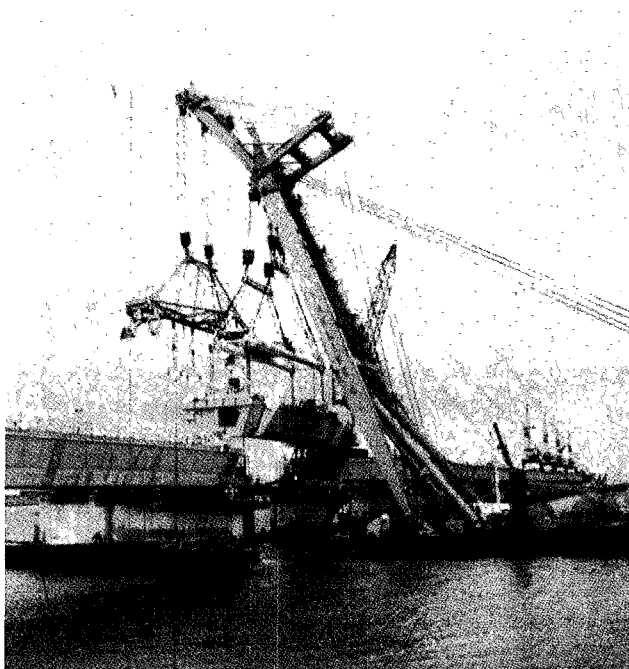


Foto 4 Taklift 4. Plaatsing van een verkeerskoker, juni 1985

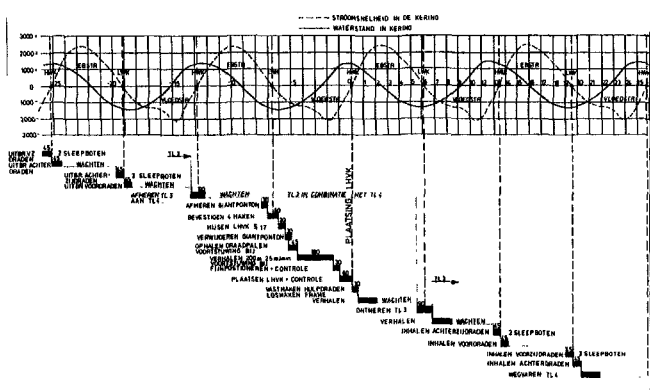
te worden opgetopt om te grote krachten op de dwarsbuffers te voorkomen, echter zonder hiervan los te komen. Indien de koker op de juiste hoogte hing om de langsbuffer op het kopvlak te laten raken, diende de Taklift 4 door het dwars opspannen van de juiste ankerdraden dit contact te waarborgen. Daardoor werd de koker zowel in langs- als in dwarsrichting met voorspanning opgesloten en kon slechts nog een kleine verticale beweging aanwezig zijn. De kracht, waarmee tegen de buffers werd geleund kon worden afgeleid uit de indrukking van de buffers. Bij voldoende voorspanning op de buffers kon de koker verder worden afgeveerd, waarbij deze zo goed mogelijk in het horizontale vlak diende te hangen, hetgeen viel af te leiden uit de aanwezige hellingsmeter op het frame.

Het afvieren van de koker ging door, nadat deze de op de pijlers aanwezige opleggingen raakte, totdat nog 6.000 kN hijsgewicht in de Taklift 4 aanwezig was. Op dit moment werd een meetprocedure uitgevoerd om te controleren of de koker op de, voor de afbouw geldende, juiste positie was neergelaten. Bij onjuiste ligging kon de koker alsnog worden gehesen en opnieuw worden afgeviert. Bij goedkeuring van de positie werd de koker verder afgeviert tot de hijsdraden van het frame slack vertoonden. Hierna werd nogmaals de eindpositie gecontroleerd en na goedkeuring kon het hijsframe worden ontkoppeld.

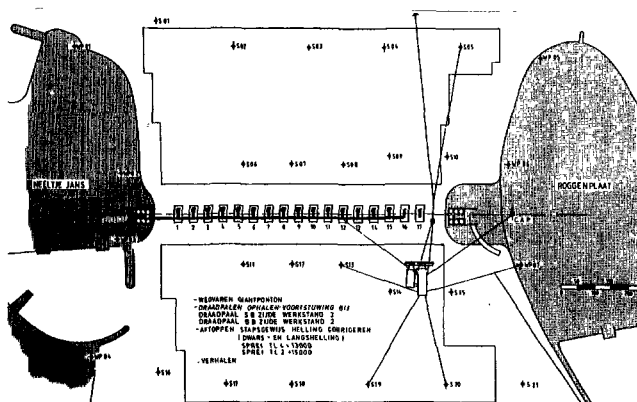
5.1.3 Plaatsen landhoofdverkeerskoker

Na het koppelen van het frame hees de bokkencombinatie de koker op de juiste hoogte voor het plaatsen. Deze procedure werd uitgevoerd aan de hand van een theoretisch opgesteld hijschema, dat ook voor de proefhijs in de werkhaven werd gebruikt en aldaar gecontroleerd.

Nadat de koker ruim boven de eindzeevasten van het Giantponton was gehesen, kon de ponton worden ontkoppeld en weggevaaren. Bij de plaatsingsprocedure van de landhoofdverkeerskoker bleef de ponton, in tegenstelling tot de procedure van de andere elementen, stand-by tot de koker op zijn opleggingen op de kering was aangeland. Dit in verband met de grotere kans op calamiteiten in verband met de kritischer plaatsing op de hoogwaterkentering (zie figuur 20).



Figuur 20 *Cyclus plaatsen LHVK S17*



Figuur 21 Ophalen draadpalen, aftoppen en verhalen

In verband met de geringere waterdiepte ter plaatse van de poortjes randpijler/landhoofd werd na vertrek van de ponton één draadpaal in de hoogste werkstand gebracht.

waarbij de draad onder water naar zijn ankerpunt liep, terwijl de draadpaal aan landzijde reeds op een dusdanige stand was gezet dat aanlopers onder water niet mogelijk waren. De draad aan landzijde ging vanaf de draadpaal dan ook boven water naar een ankerpunt aan de wal om de vrijheid ten opzichte van de bestortingen te garanderen (zie figuur 21).

Ten behoeve van het plaatsen van de landhoofdverkeerskoker waren de reeds bij de 45 m verkeerskokers genoemde hulpconstructies (zie figuur 18 en 19) aangebracht, met dat verschil, dat de langsbuffer op het landhoofd op een staalconstructie was gemonteerd in plaats van op een voorgaande verkeerskoker.

Het verhalen naar de kering geschiedde met behulp van een eenvoudig surveysysteem, waarvan de gegevens door middel van een mobile naar boord werden gezonden. Dit inmeten van de bokkencombinatie was nodig voor het checken van de toch al geringe spelingen van de bokken ten opzichte van de randpijler, de breukstenen dam en de omkegeling van de landhoofdconstructie. Enige dagen voor de plaatsingsoperatie werd de grondslag onder water door middel van peilingen in kaart gebracht en gecheckt aan de hand van de theoretische inwaartlijn en benodigde ruimte van de bokken.

Het plaatsen van de landhoofdverkeerskoker geschiedde verder op dezelfde wijze als beschreven bij de 45 m-verkeerskokers.

Na de meetprocedure en goedkeuring van de gemeten positie werd gestart met het ontkoppelen van het hijsframe.

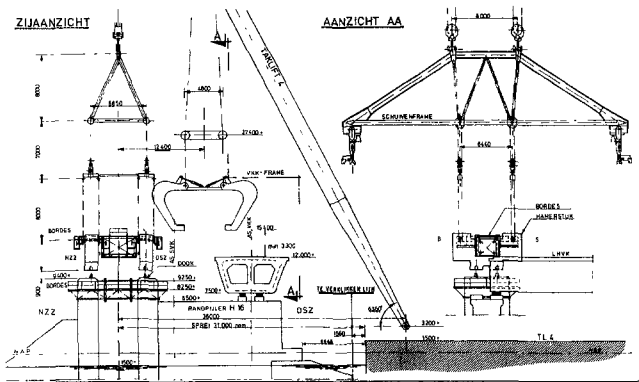
5.1.4 Plaatsen hamerstukken

Ten behoeve van het plaatsen van de hamerstukken moest een aantal voorbereidende werkzaamheden op de pijler worden uitgevoerd:

- Het aanbrengen van werkbordessen voor het creëren van werkruimte.
- Het aanbrengen van tijdelijke rubberen oplegpakketten om de verticale bewegingsenergie van de hamerstukken op te nemen.
- Het prepareren van de contactvlakken voor de, tijdens de droge afbouw, te gebruiken vijzels om het hamerstuk fijn te positioneren.

Reeds bij de bouw van de pijlers was de pijlerkop voorzien van vier ingestorte omgekeerd V-vormige doken ten behoeve van de zoekerconstructie. Een ruimere contramaltvorm was in de hamerstukken uitgespaard.

Na het op hoogte brengen van de hamerstukken, zodanig dat de Taklift 4 vrij de op de verkeerskoker aanwezige obstakels kon passeren, werd deze naar de kering verhaald. Na op de goede positie te zijn aangekomen werden de hamerstukken afgevierd. Bij grote bewegingen ten gevolge van het energie-aanbod uit de golven werden, om de bewegingen te verkleinen, de aan het stabiliteitsbordes bevestigde stuurdraden vanaf de Taklift 4 opgespannen. Een vijftig centimeter boven de doken werd gestopt met afvieren om een fijncorrectie uit te voeren (zie figuur 22). Het fijnpositioneren werd vanaf het werkbordes rond de pijlerkop begeleid en geschiedde op zicht. Bij grotere bewegingen van de elementen dan de vrije ruimte dook-contradook werden de elementen enigszins scheef gevierd. Dat wil zeggen een draaiing om de langssas van de kering, zodat



Figuur 22 Fijnpositioneren

er slechts twee doken tegelijkertijd behoeften te “bekken”. Nadat deze twee doken waren gebekt, werden de elementen recht gedraaid en werden ook de andere twee doken omsloten. Bij rustige weersomstandigheden werden alle vier aanwezige doken tegelijkertijd omsloten.

Na de passage van de bovenkant van de doken werden de hamerstukken verder afgevoerd tot deze op de aanwezige rubberpakketten gingen rusten.

Alvorens de hijsstroppen tot slack af te vieren, dienden de spindels van het stabiliteitsbordes tegen de betonnen hamerstukken te worden geklemd en moest de positie worden gecontroleerd. Nadat deze werkzaamheden waren uitgevoerd, werd verder afgevoerd en kon gestart worden met de ontkoppelprocedure.

5.1.5 Dorpelbalken

Algemeen

De dorpelbalken (bepalend voor het uiteindelijke doorstroomprofiel van de Stormvloedkering) dienen als onderaanslag voor de stalen schuiven. De afmetingen (ca. 39 x 8 x 5 m) en het gewicht (droog ca. 27.000 kN; in transport-situatie ca. 18.500 kN en na ballasten in de kering ca. 24.000 kN) waren zodanig dat het plaatsen daarvan werd gezien als één van de meest gecompliceerde en risicovolle operaties tijdens de bouw van de kering.

De belangrijkste plaatsingsfactoren waren:

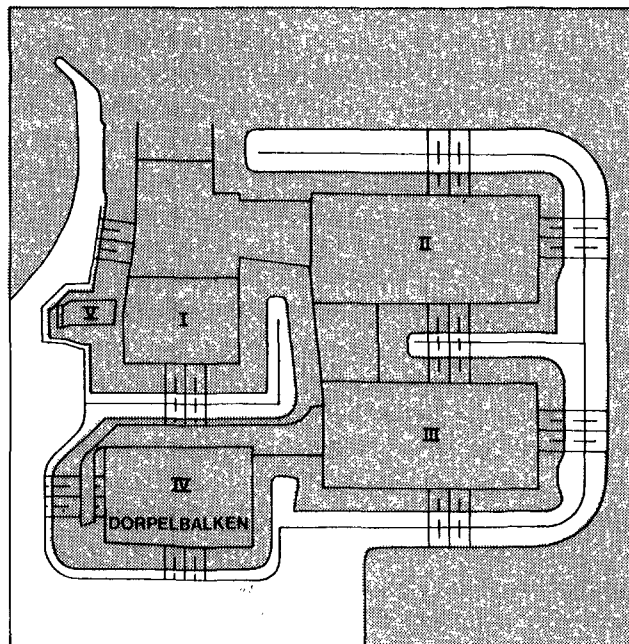
- de steeds toenemende hoge stroomsnelheden;
- de nauwe toleranties;
- de beperkte werkruimte onder de verkeerskokers;
- het beperkte hefvermogen van de bok;
- het was een proces, dat grotendeels onder water moest plaatsvinden.

5.1.5.1 Werkmethodiek

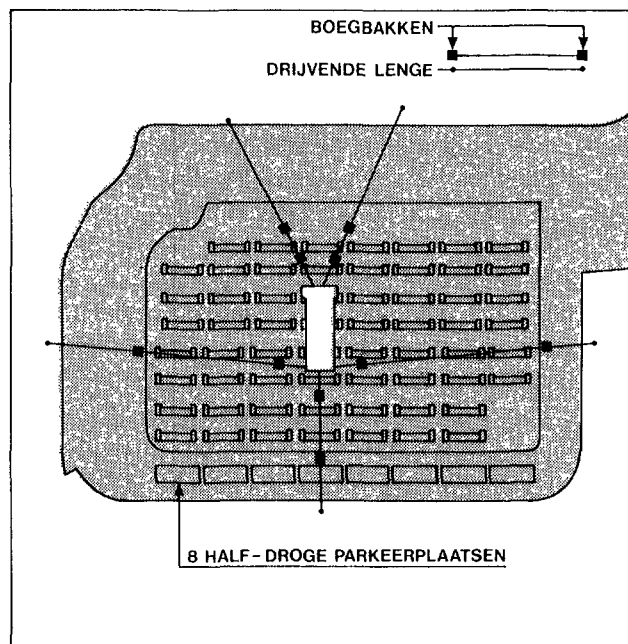
De 62 dorpelbalken lagen gereed in de geïndeerde bouwdokken 4 en 5 op het werkeiland Neeltje Jans (zie figuur 23 en 24).

Vóór het oppakken van de balk werden de aanslagvlakken voor het hijsframe geïnspecteerd en zonodig schoongemaakt. Daarna werd de balk door de Taklift 4, door middel van het dorpelbalkhijsframe (DHF), opgepakt en gehesen totdat de bovenkant ca. 2 m boven water was. Het bovencompartiment werd leeggepompt.

De balk werd tijdelijk geparkeerd op een zogenaamde half-droge parkeerplaats (HDP) (zie figuur 25). Hier vonden de



Figuur 23 Overzicht van de bouwdokken



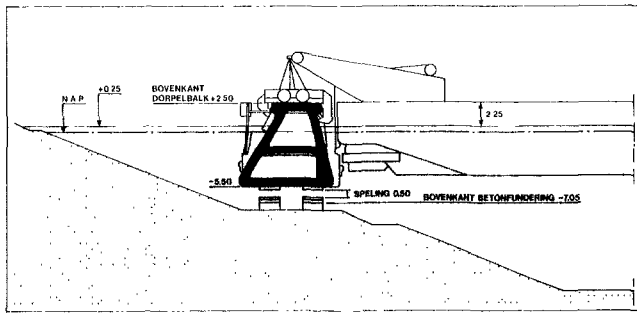
Figuur 24 Verankering Taklift 4 in bouwdok IV

laatste voorbereidende werkzaamheden plaats ten behoeve van de afbouw in de kering.

Nadat een balk van de HDP was opgepakt werd de juiste hijshoogte ingesteld met leeg bovencompartiment. Met behulp van 4 uithoudcilinders aan de Taklift 4 werd de balk onder een hoek gedraaid. Taklift 4 en balk waren dan gereed voor transport naar de kering.

Op ca. 400 m uit de as van de kering lag de afmeerpontoon Macoma in 8 lieren verankerd in de juiste positie. De Taklift 4 werd gekoppeld en twee extra voorzijdraden werden vanaf de Taklift 4 naar de pijlers gebracht.

Bij afnemende eb verhaalde de combinatie naar de kering. Het verhalen vond plaats vanaf de Macoma. Tussen de pijlers werd het verhalen en afvieren geregeld vanaf de



Figuur 25 De dorpelbalk wordt afgevoerd op de halfdroge parkeerplaats (HDP)

Taklift 4 (dwarspositionering achterschip TL 4) en de Macoma (dwarspositionering achterschip Macoma en voortgaande beweging).

Bij het invaren ging de balk over de hijsnokken van de pijlers en de dorpelbalkspinning heen, terwijl delen van het dorpelbalkhijsframe onder de stalen schuif doorstaken.

De methode van invaren en plaatsen was na uitgebreid waterloopkundig onderzoek en een intensieve werkvoorbereiding tot stand gekomen. Het onderzoek leidde tot de noodzaak om het plaatsingsmateriaal tijdens het plaatsen in x-richting af te steunen tegen de pijlers en de balk, geheel gecontroleerd door middel van geleidingen (steun in x- en y-richting) af te vieren tot de uiteindelijke positie was bereikt.

De y-richting is gedefinieerd in langsrichting van de kering. De x-richting staat hier loodrecht op.

Realisatie vond plaats via het dorpelbalkhijsframe (DHF), dat de verbindende vormde tussen de balk en de hijsdraden van de Taklift 4. Dit frame bevatte 19 hydraulische cilinders voor de positionering en bevestiging van het frame ten opzichte van de balk en voor de geleiding van DHF en balk langs de pijlers tijdens invaren en plaatsen.

5.1.5.2 Hydraulische randvoorwaarden

Algemeen (doc. 13)

v8- was de snelheid in het stuurpoortje, die gemeten werd vanaf de verkeerskoker, op een diepte van NAP -8,00 m;

v3- was de snelheid in het stuurpoortje, die gemeten werd vanaf de verkeerskoker, op een diepte van NAP -3,00 m.

Als vertaalfactoren werden aangehouden:

eb: $v_8/(q/a) = 1,20$

$v_3/(q/a) = 0,80$

vloed: $v_8/(q/a) = 1,15$

$v_3/(q/a) = 1,30$

Bouwdokactiviteiten Taklift 4

- * varen over dorpelbalken met balk
w.s. $\geq$ NAP +0,50 m
- * ankeren op 5 draden bij DHP (in verband met schroefstralen sleepboten)
w.s. $\geq$ NAP +0,00 m
- * neerzetten op HDP
w.s. $\geq$ NAP +0,25 m
- * einde afvieren op HDP
w.s. $\geq$ NAP -0,20 m
- * oppakken van HDP
w.s. $\geq$ NAP +0,25 m

- * varen in bouwdokken met balk (bij gebruik van korridor)
w.s. $\geq$ NAP -1,30 m.

Uitvaren bouwdok

Beaufort < 7 (arbitrair)

$v_3 \leq 4,9$ m/s (vloed in de Schaar)

$v_3 \leq 3,0$ m/s (eb in de Schaar)

Deze waarden kwamen overeen met een stroomsnelheid van 0,75 m/s bij de uitgang van het bouwdok.

Transport

Beaufort < 7 (arbitrair)

stroomsnelheid tegen t.p.v. TL4 $\leq 1,5$ m/s (zonder wind max. 2 à 2,5 m/s)

sleepsnelheid (TL4 t.o.v. water) $\leq 2,0$ m/s

golfhoogte $H_s \leq 0,75$ m

golfperiode $T_p \leq 3$ sec.

Koppelen en ankerbehandeling

Beaufort < 7 (arbitrair)

golfhoogte $H_s \leq 0,75$ m

golfperiode $T_p \leq 3$ sec

of

golfhoogte $H_s \leq 0,30$ m

golfperiode $T_p \leq 6.2$ sec.

Koppellocatie: hart Macoma 400 m uit de as

v_8 - (eb) $\leq 1,6$ m/s

v_8 - (vloed) $\leq 1,4$ m/s

v_3 - (eb) $\leq 1,1$ m/s

v_3 - (vloed) $\leq 1,6$ m/s

(aanname: stroombelasting bij vloed is 1,5 maal die bij eb).

Ankerbehandeling: indien venster:

v_8 - (eb) $\leq 2,5$ m/s

v_3 - (eb) $\leq 1,7$ m/s

v_8 :- 1,4 vloed tot 2,5 eb kleiner is dan 90 min. dan niet koppelen op HW.

Plaatsen en terugwinnen

Beaufort < 7 (arbitrair)

golfhoogte $H_s \leq 0,75$ m

golfperiode $T_p \leq 3$ sec

of

golfhoogte $H_s \leq 0,30$ m

golfperiode $T_p \leq 6.2$ sec.

Ontkoppelen

Beaufort < 7 (arbitrair)

golfhoogte $H_s \leq 0,75$ m

golfperiode $T_p \leq 3$ sec

of

golfhoogte $H_s \leq 0,30$ m

golfperiode $T_p \leq 6.2$ sec.

Ontkoppellocatie V-maat 150 à 180 m

v_8 - (vloed) $\leq 2,0$ m/s

v_3 - (vloed) $\leq 2,3$ m/s

v_8 - (eb) $\leq 3,0$ m/s

v_8 - (vloed) $\leq 3,0$ m/s

v_3 - (eb) $\leq 2,4$ m/s

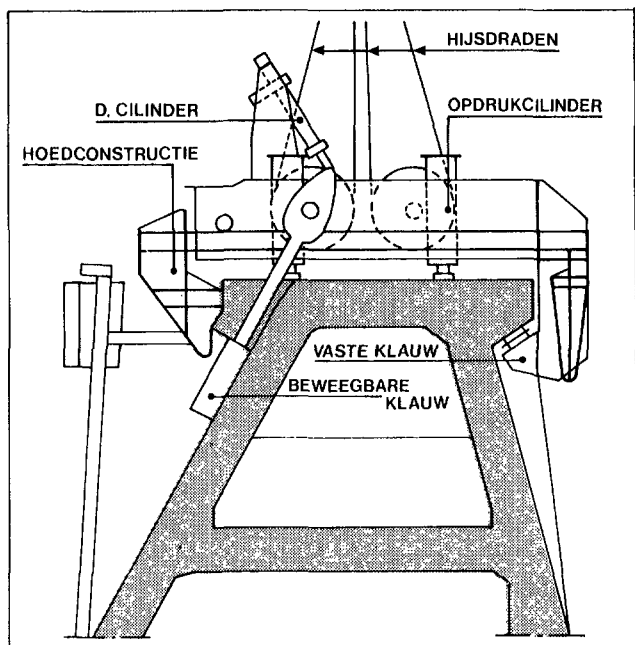
v_3 - (vloed) $\leq 3,4$ m/s

5.1.5.3 Beschrijving van het proces

Werkzaamheden in het bouwdok (doc. 15)

Verankeren en positioneren

De Taklift 4 werd met behulp van sleepboten grof boven



Figuur 26 Oppakken uit bouwdoek (vaste en beweegbare klauw gepositioneerd)

de op te pakken dorpelbalk gemanoeuvreed. Met behulp van de ankerbehandelingsvaartuigen werden vervolgens vijf ankerdraden uitgevaren en gekoppeld.

De afdeling Survey kon de meetgegevens van de dorpelbalk invoeren en de Minilirs oriënteren, waarna werd gestart met het positioneren van het DHF boven de dorpelbalk.

Hijsen dorpelbalk uit bouwbed

Het aflooppunt van de hijsdraden werd boven het zwaartepunt van het hijsframe met dorpelbalk gebracht.

De dorpelbalk werd vierkant gehesen terwijl de G-cilinders ingestuurd werden. Zodra de balk boven water kwam werd gestopt met hijsen. Het bovencompartiment werd vervolgens leeggepompt waarna de balk ten opzichte van het DHF werd ingemeten (de meetkundige koppeling tussen dorpelbalk en DHF). De balk werd nu tot een uitwatering van 2,25 meter gehesen en vervolgens met behulp van de H-cilinders onder een hoek uitgestuurd zodat de balk niet kon schommelen.

De Taklift 4 werd met behulp van de ankerbehandelingsvaartuigen opgebroken en vervolgens met behulp van sleepboten naar de half droge parkeerplaats (HDP) gevaren. Het oppakken uit het bouwdoek is weergegeven in de figuur 26.

Verankeren en positioneren boven HDP

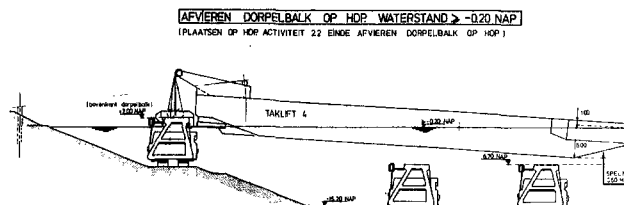
Met behulp van sleepboten werd de Taklift grof boven de HDP gemanoeuvreed. Hierna werd de Taklift verankerd met vijf ankerdraden welke met behulp van de ankerbehandelingsvaartuigen werden gekoppeld.

De H-cilinders werden vervolgens ingestuurd zodat de dorpelbalk vrij boven de HDP hing.

De dorpelbalk werd boven de drie oplegpunten van de HDP gepositioneerd.

Plaatsen dorpelbalk op HDP

Zodra de balk exact boven de HDP gepositioneerd was, kon worden gestart met het afvieren van de balk. Tevens



Figuur 27 Neerzetten op HDP

werden de G-cilinders uitgestuurd zodat de klauwen tegen de aanslagpunten gedrukt bleven zodra de dorpelbalk op de HDP landde.

Eenmaal op de HDP geland, werd de dorpelbalk ingemeten waarna gestart werd met het ontkoppelen van het DHF (zie figuur 27).

Oppakken van HDP

Het hijsframe werd boven de dorpelbalk gepositioneerd waarna kon worden gestart met het aanslaan van het DHF. Het DHF werd afgevoerd tot op de balk. Vervolgens werd het DHF aan de dorpelbalk gekoppeld. Het aflooppunt van de hijsdraden werd boven het zwaartepunt van het DHF met dorpelbalk gepositioneerd. De balk werd vierkant gehesen. Eenmaal boven water, met een uitwatering van 2,25 meter, werd de balk onder een helling gebracht met behulp van de H-cilinders. De balk was gereed voor transport naar de kering (zie figuur 3).

Varen in de bouwdoeken

Zodra de dorpelbalk van de HDP was opgepakt werd bij een waterstand boven NAP +0,50 m over de andere, in het bouwbed staande, dorpelbalken naar de uitgang van bouwdoek 4 gemanoeuvreed. Bij een waterstand beneden NAP +0,50 m was het verplicht een vaarcorridor aan te houden daar anders te weinig of geen speling met de in het bouwbed staande dorpelbalken aanwezig was.

Varen naar stroomgeul

Vanuit bouwdoek 1 hield men de vaargeulen naar de verschillende sluitgaten aan. Deze betonde vaargeulen werden regelmatig door peilboten uitgepeild. Bij eventuele veranderingen in diepte en/of plaats van de geulen konden de benodigde maatregelen worden getroffen zoals het aanpassen van de kaarten en de betonning.

Koppelen met Macoma (MACTAK)

Met behulp van de ankerbehandelingsvaartuigen werd de Macoma in het sluitgat gesteld. De Taklift 4 werd, aangekomen bij de Macoma, gedraaid. Met behulp van de ankerbehandelingsvaartuigen werden de ankerdraden L7A en L8A gekoppeld, terwijl er door een vlet een draadverbinding met de Macoma werd gemaakt, zie foto 5.

De Taklift trok zichzelf nu tegen de Macoma aan waarna met behulp van een kraan op de Macoma een langs- en dwarskoppeling werd aangebracht. De koppelingen werden vervolgens met hydraulische cilinders gespannen (zie figuur 28).

Invaren combinatie

Met behulp van de ankerdraden werd de combinatie naar de kering verhaald. Voordat het DHF tussen de pijler kwam werden de A-cilinders uitgestuurd om het DHF tussen de pijlers te geleiden en eventuele stootbelasting op te vangen. De H-cilinders werden nu ingestuurd zodat de

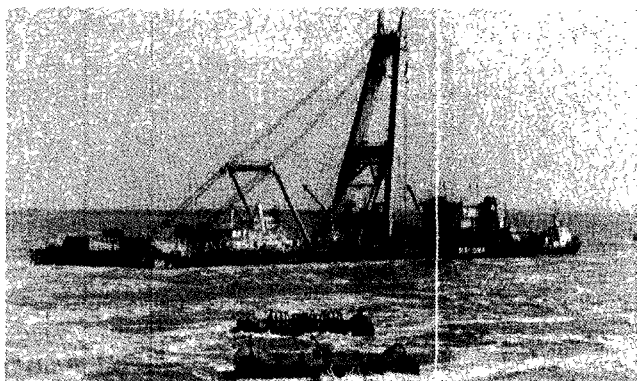
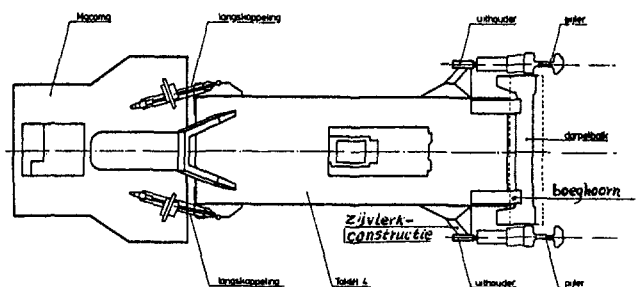


Foto 5 De Taklift 4 afgemeerd tegen de Macoma



Figuur 28 Bovenaanzicht van Taklift 4 + Macoma met uithouders tegen pijlers afgemeerd ten behoeve van het plaatsen van de dorpelbalk

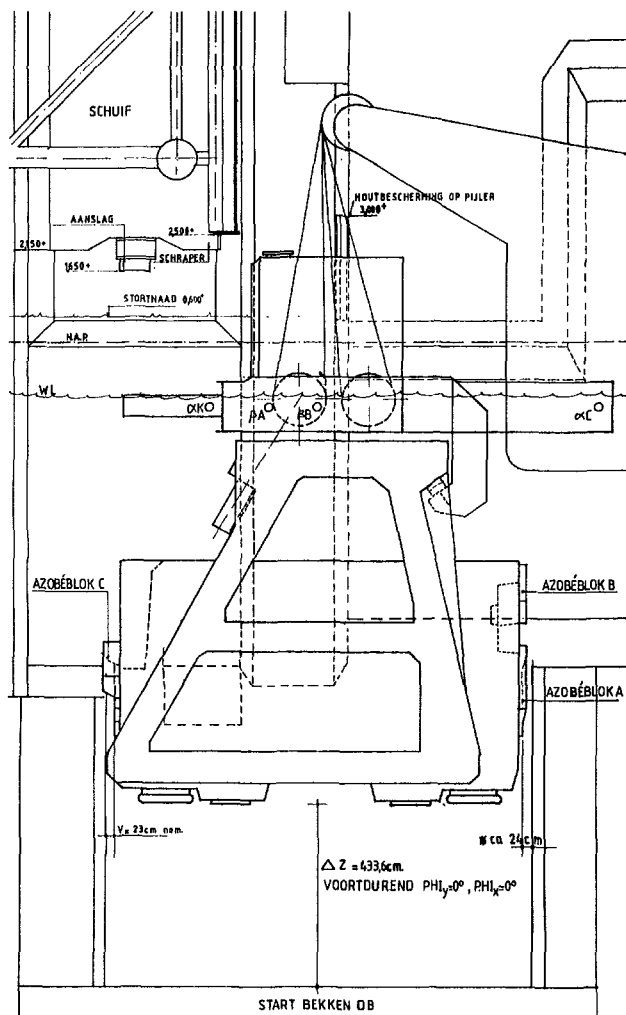
balk vrij kwam te hangen. Zodra de B-cilinders tussen de pijlers kwamen werden ze uitgestuurd om de geleiding over te nemen van de A-cilinders die hierna ingestuurd werden. De C-cilinders werden eveneens uitgestuurd tussen de pijlers waarna de B-cilinders werden ingestuurd. Op het moment dat de L-cilinders (van de vlerkconstructie) de pijlers raakten werden vanaf de Taklift 4, met de ankerdraden L7A en L8A, de boeghoorns gepositioneerd. Met de Macoma werd de combinatie tegen de pijlers gespannen. De B-cilinders werden weer uitgestuurd en zodra de B- en C-vlakken raakten werd gestopt met verhalen. Door de L-cilinders uit te sturen werd de positie van de balk in langsrchting gecontroleerd. De C-cilinders werden nu ingestuurd waarna kon worden gestart met afvieren.

Afvieren dorpelbalk

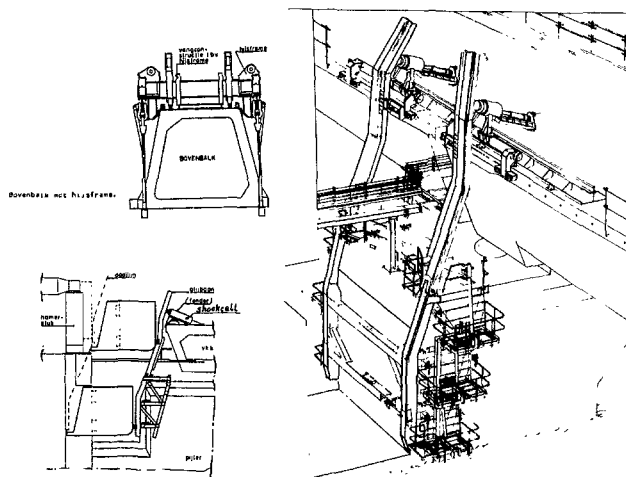
De dorpelbalk werd eerst vijftig centimeter afgevierd met alleen het B-vlak als geleiding, alvorens door de A-cilinders en vervolgens de K-cilinders uit te sturen de omarming tot stand werd gebracht. Men liet hierna de balk vollopen. Na passage van de bovenbalklijsten werden de L-cilinders ingestuurd en de B-cilinders uitgestuurd (zie figuur 29).

De balk werd nu in de sponning afgevierd en er werd gestart met omballasten. Zodra de onderkant van de balk 310 cm van de oplegpunten was verwijderd, werd met behulp van de I-cilinders de balk 20 cm naar de Oosterscheldezijde getrokken om zodoende ruimte te creëren voor de geleideblokken aan de Noordzeezijde.

Op 20 cm vanaf de oplegpunten verwijderd werden de cilinderstanden gecontroleerd. De K-, A- en B-cilinders werden nu ingestuurd waarna verder werd omgeballast en afgevierd. Met nog 6000 kN in de takels werden de G-cilinder



Figuur 29 Plaatsen dorpelbalk. Afvieren DB



Figuur 30 “Glijbaan”

ders uitgestuurd zodat de hijskluuwen tegen de oplegpunten gedrukt bleven. De balk werd afgevoerd tot er loos in de draden kwam. De balk werd nu ontkoppeld en vervolgens opgehesen.

5.1.6 Plaatsen bovenbalken

Zodra de TL4 bij de kering was gearriveerd koos deze een positie, die praktisch behoorde bij de eindfase van plaat-

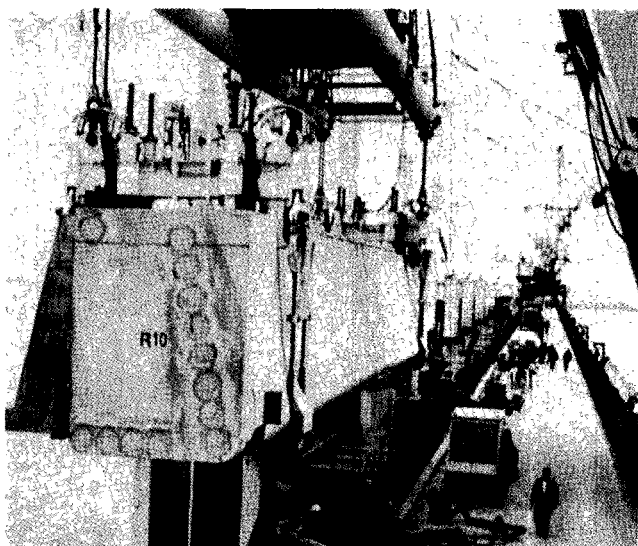


Foto 6 Het plaatsen van de bovenbalk (de laatste Roompot 10)

sen bovenbalk. De bovenbalk passeerde daarbij de verkeerskoker. Heel globaal gezegd werd het plaatsen nu door afvieren en aftoppen bereikt. De bovenbalk werd in verband met de geringe aanwezige speling met reeds aanwezige elementen van de kering (o.a. de hamerstukken in x-richting en de leidingstraat in y-richting) langs een glijbaan geleid en beschreef zodoende een gedwongen traject (zie figuur 30). Voor de overgang van de vrijhangende balk naar de afgesteunde balk in x-richting was in een fenderende aanslag voorzien. Zodra de balk in x-richting aanlag, moest deze gedurende het gehele indalen zo blijven. Dit werd bereikt door op- of aftoppen van het A-frame van de TL4 en het meten van de aanleunkracht. In y-richting was de bovenbalk voorzien van twee nokken die een meer rammelende geleiding van de balk in y-richting verzorgde (zie foto 6).

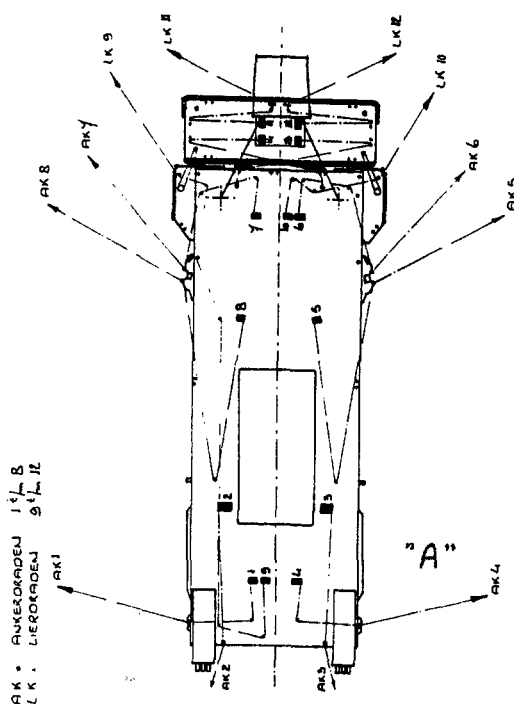
Op 0,3 m boven het plaatsingsniveau (arbitrair, maar groter dan de max. z-beweging) werd de balk boven de beoogde definitieve locatie gebracht, dat was direct aansluitend tegen de zeezijde van de sponning. Deze locatie verzorgde de gewenste korte afstand tot de schuif.

Tevens werd daardoor tussen de pijlerschacht en de OS-zijde van de balk plaats gemaakt voor de 3 groutvijzels. De bovenbalk werd daartoe met behulp van hydraulische cilinders, die in het geleideframe waren opgenomen, ca. 10 cm in x-richting naar de NZZ gedwongen. In y-richting werd aan de noordzijde in deze fase de bovenbalk eveneens met een hydraulische cilinder tegen een tevoren op maat gestelde aanslagnok gedwongen.

Het laatste deel van het afviertraject werd zodanig geregeld dat de "opgedrongen positie" zoveel mogelijk behouden bleef.

Nadat de balk op de verticale opleggingen was geplaatst, werd deze zowel in de x- als de y-richting tijdelijk verwigd. Dit was noodzakelijk in de situatie met golfaanval op de balk.

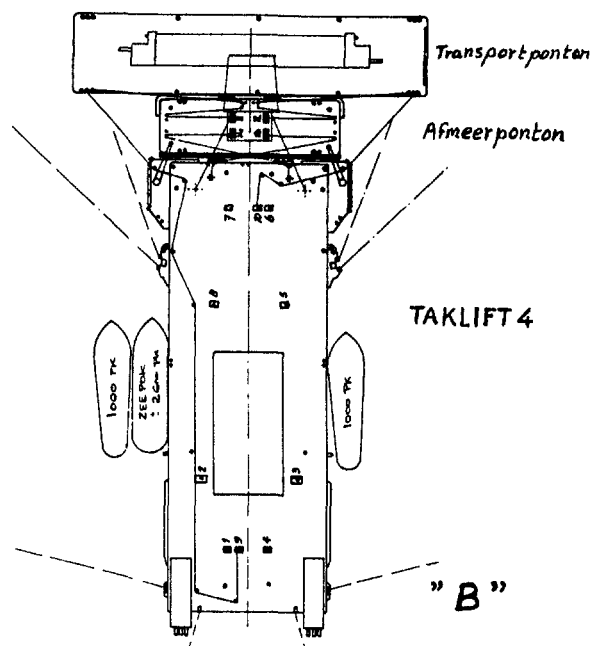
Vervolgens konden de geleideconstructies worden weggenomen en de definitieve opleggingen aan OS-zijde worden gemonteerd. Zodra de oplegvoorzieningen aan beide balk-einden waren geïnstalleerd kwam de definitieve situatie door grouten tot stand. Hierna werden de tijdelijke verwiggingen teruggenomen en was de balk definitief geplaatst.



Figuur 31A Situatie afmeerpontoon

5.1.7 Afmeerpontoon

In verband met de te bereiken minimum spreij van de top-takels van de Taklift 4 konden de schuiven en bewegingswerken niet van de transportpontons worden gehaald indien deze pontons direct tegen de Taklift 4 zouden zijn af-



Figuur 31B Afmeer- en transportpontoon

gemeerd. Vóór de Taklift 4 werd daarom een zogenaamde afmeerpontoon -met afmetingen van 32 x 10 x 2,5 m en een diepgang van ca. 0,9 m- aangebracht waartegen de diver-

se transportpontons werden afgemeerd (zie figuur 31A en B).

De afmeerponton was voorzien van een rubber fendering, waarin rubber-rollen waren opgenomen, om wrijving te voorkomen tijdens de overgang van belaste en onbelaste diepgang van de Taklift 4 en de betreffende transportponton.

5.1.8 Plaatsen schuiven en bewegingswerken

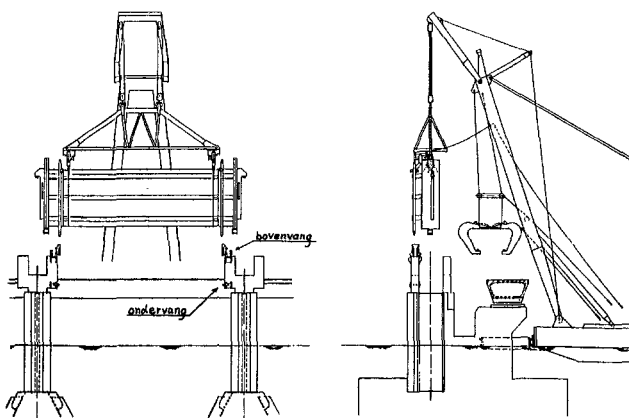
Op de afgemonteerde hamerstukken waren stelplaten waarop in een later stadium de bewegingswerken werden geplaatst. Deze platen dienden tevens als meetbasis van de hulpconstructie voor het plaatsen van de schuiven.

De hulpconstructies voor de schuiven bestonden uit een onder- en een bovenvang. De bovenvang was een zwaar stalen frame, dat op het hamerstuk werd bevestigd. Hierop werd een halve trechter geplaatst, die ten opzichte van de schuifspinning zo werd afgesteld dat de schuif recht boven de spinning kwam als de geleidingspijp van de schuif in het kleinste deel van de trechter zat. Hiermee was wel de positie ten opzichte van de spinning vastgelegd, maar nog niet de richting van de schuif (zie figuur 32).

Onderaan het hamerstuk werd de ondervang gemonteerd, die in één lijn lag met de bovenvang. De centreerlijn van beide vangen liep evenwijdig aan de spinning van de pijler.

Wanneer de geleidingspijp in de ondervang kwam, werd de stand van de schuif evenwijdig aan de spinning gedwongen en vervolgens in de spinning verder afgevierd, tot hij met tijdelijke haken aan de pijler hing.

Twee naast elkaar staande pijlers staan nooit beide even scheef. Dat betekende dat de theoretisch vlakke schuif getordeerd moest worden om het verschil in scheefstand van de pijlers te overbruggen. Deze torsie werd door de vangen in de schuif gebracht.



Figuur 32 Plaatsen schuif

Nadat een schuif was geplaatst werden beide vangen gedemonteerd en werd de hulpconstructie voor het plaatsen van de bewegingswerken geplaatst. De bewegingswerken werden steeds twee aan twee geplaatst -behalve op een randpijler- één voor de schuif ten zuiden van de pijler en één voor de schuif ten noorden van dezelfde pijler. Hiertoe waren ze met een tijdelijk frame aan elkaar gekoppeld.

Op het hamerstuk werden twee geleidingspijpen of potloden van ongelijke lengte gemonteerd, die ongeveer 8 m boven het hamerstuk uitsteken. In de cardanbalk van de

beide bewegingswerken werden twee vangen gemonteerd. Dit waren twee op hun kop staande trechters met dezelfde hart-op-hart-maat als de potloden. De bewegingswerken werden nu door de bok zo hoog gehesen dat de cardanbalk boven de trechter kwam; het onderoog van de cilinder bevond zich dan boven het beton van de hamerstukken. De bewegingswerken werden nu zo gepositioneerd dat de



Foto 7 Plaatsen schuif



Foto 8 Plaatsen schuif

vangtrechters één voor één over de geleidingspijpen zakten. Vervolgens werden ze door die pijpen geleid, zodat de cilinders met het onderoog tussen het beton van de hamerstukken zakten. Zo werden de bewegingswerken met de lagerstoelen van de cardanbalk op de stelplaatsen neergezet. Om eventuele verticale bewegingen uit te dempen kwamen ze terecht op rubberen platen, die later tijdens de afbouw weer werden verwijderd. In die fase werden ook de vangen, de geleidingspijpen en het koppelframe verwijderd (zie foto's 7 en 8).

6. Ervaringen materieel

6.1 Taklift 4

De Taklift 4 heeft, met zijn installaties, goed gefunctioneerd.

Er kan worden gesteld dat de Taklift 4 zeer mobiel was en daardoor flexibel kon worden ingezet, hetgeen ten dele was te danken aan de aanwezige eigen voortstuwing.

Ten gevolge van het hoge A-frame met daarop de nieuwe toptakel was de bok bij hogere windsnelheden vrij windgevoelig, hetgeen meerdere malen leidde tot de inzet van een 3000 pk sleepboot. Na de proefperiode zijn aan de Taklift 4 de volgende aanpassingen aangebracht:

- het aanbrengen van een hulptakelsysteem om de vrijloop tussen takelblokken en het A-frame te bewerkstelligen. De onvoldoende vrijloop werd veroorzaakt door het roteren van de stemvorkconstructie;
- het vernieuwen van de koppen van de H-cilinders. Door corrosie waren de bouwaten uitgelubberd;
- het vernieuwen van de hijsdraden na trekproeven, die aantoonde dat de minimaal gegarandeerde breukbelasting niet werd gehaald.

De vervormingen van de Taklift 4 in belaste toestand waren aanzienlijk, een aspect waarmee Survey aanvankelijk geen rekening hield.

6.2 Macoma

De Macoma heeft met de installaties goed gefunctioneerd.

De benodigde aanpassingen hadden betrekking op:

- de ladder; in verband met het bodemniveau werd de fair leader aangepast, extra ballast was noodzakelijk, omdat aanvankelijk de ladder door de boegdraden werd opgelicht; de hijsdraden op de ladder werden verplaatst in verband met vrijloop tussen de ladderhijsdraden en de spiegel van de Taklift 4;
- de verhaallessenaar; de verschillensnelheidsknop van de boegdraden werd voorzien van een groter bereik, omdat het verschil in verseizing van de boegdraden bij de damaanzetten groter bleek dan verwacht;
- de achtersteven; om voldoende voorspanning op de I-cilinders te kunnen brengen is de achtersteven aangepast aan het gebruik van duwbotten.

De voorspanning op de langs- en dwarskoppeling tussen beide schepen behoefde gedurende de operationele fase geen aanpassing.

Het verhaalsysteem met 10 draden bleek onder bepaalde omstandigheden te ingewikkeld voor een schipper. De overname van de besturing van de achterdraden door de verhaalschipper van de Taklift 4 bleek een afdoende maatregel.

6.3 Hijsframes

De constructie van het verkeerskoker- en hamerstukken-hijsframe (waarmee ook de schuiven en bewegingswerken zijn geplaatst) heeft goed voldaan. De in de voorbereiding uitgewerkte gedachte om snel te kunnen koppelen en te ontkoppelen met deze frames is in de uitvoeringsperiode zeker onderschreven.

In de beginfase deden zich problemen voor met het hydrauliek van het verkeerskokerhijsframe. Deze waren echter, na enige aanpassing, snel verholpen.

De vangconstructies op de elementen en de constructies op hijsframes hebben hun nut bewezen en hebben de werkbaarheid (tijdsplanning) duidelijk bevorderd.

Het aanbrengen van het landhoofdverkeerskokerframe was daarentegen een moeilijke en tijdrovende operatie, hetgeen in de voorbereidingsfase niet was voorzien.

6.4 Dorpelbalkhijsframe

Het dorpelbalkhijsframe heeft goed gefunctioneerd. Dit feit was te danken aan een aanpassing van de procedure.

Oorspronkelijk was het de bedoeling het DHF op te spannen tussen de pijlers en vervolgens te laten bewegen langs de pijlers.

Deze manier van werken leidde tot slip-stick verschijnselen en daarmee gepaard gaande betonbeschadigingen.

De problemen werden afdoende opgelost door:

- het toepassen van een rammelpassing;
- het aanpassen van de constructie van de cilinderkoppen;
- het aanpassen van het hydraulieksysteem.

In verband met het gebruik van de HDP's (halfdroge parkeerplaatsen) zijn de G-cilinders aangepast aan hogere drukken, zodat ook het droge DHF getild kon worden. Kort na de start van de operationele fase zijn de F-cilinders vriendelijker gevormd om betonschade te voorkomen.

Het inwendig evenwicht tussen balk en DHF is een continu aandachtspunt geweest. Problemen zijn uitgebleven, omdat de gestelde randvoorwaarden (o.a. stroom en hoekverdraaiing) in voldoende mate zijn gehanteerd.

6.5 Pontons

De transportpontons en de Giantpontoon, gebruikt voor het transport van zowel de betonnen als de stalen elementen, respectievelijk het samenbouwen en transporteren van de landhoofdverkeerskokers, hebben redelijk tot goed gefunctioneerd. De ponton van 50 x 15 m was echter minder stabiel, hetgeen bij slechte weersomstandigheden duidelijk

naar voren kwam. In de uitvoering is hiermee enige malen rekening gehouden door bij ongunstige weersomstandigheden lichtere elementen -een stel hamerstukken in plaats van een verkeerskoker- te vervoeren.

De twee- en eenpuntszadelconstructies, alsmede de zeevastconstructies hebben geen problemen gegeven.

De afmeerpontoon die vóór de Taklift 4 werd afgemeerd tijdens de oppakmanoeuvre van de hamerstukken, schuiven en bewegingswerken heeft goed gefunctioneerd.

6.6 Hulpconstructies

De op de kering aanwezige hulpconstructies, nodig om de bewegingen van de elementen te reduceren en de plaatsingsenergie op te nemen, hebben bijgedragen tot een goede werkbaarheid. De hulpconstructies bepaalden echter wel voor een groot deel de voortgang en de cycli van de plaatsingsoperaties.

In de praktijk bleek dat niet het plaatsingsequipment bepalend was voor de cyclus, doch in bijna alle gevallen het omzetten van de hulpconstructies op de kering om de elementen te kunnen ontvangen.

7. Documentatielijst

Doc 1 = R/KB 1408: Werkbaarheid plaatsingsmaterieel voor elementen

Doc 2 = 58 VPEL-82131: Specificaties voor de aanpassingen aan de Taklift 4 ten behoeve van de Oosterscheldewerken, Smit Tak Project P 190

Doc 3 = 47 PLEL-R-79006: Eindrapportage werkgroep plaatsen elementen

Doc 4 = 3 mnd bericht nr. 109, augustus 1984

Doc 5 = 58 VPEL-M-83054: Notitie met betrekking tot stabiliteit ponton ten behoeve van transport schuiven en hamerstukken

Doc 6 = 58 VEL-M-85404: Stabiliteit van een 50 x 15 x 3,5 m ponton

Doc 7 = Overeenkomst nummer DED-1750/56 (SS-894) voor het beschikbaar stellen van de drijvende bok "Taklift 4" voor het plaatsen van onderdelen ten behoeve van de stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde

Doc 8 = Overeenkomst nummer DED-1750/156 (SS-1016) voor het aanpassen en verbouwen van de drijvende bok "Taklift 4" voor het plaatsen van onderdelen ten behoeve van de stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde

Doc 9 = P-192 SMIT TAK: Bestek 600 tons top ten behoeve van het 1600 tons hefschip "Taklift 4"

Doc 10 = 58 VPEL-M-86013: Eindrapportage plaatsen verkeerskokers en landhoofdverkeerskokers

Doc 11 = P-190a SMIT TAK/58 VPEL-82.132: Specificatie voor de constructie en levering van een hijsframe overige elementen ten behoeve van de Oosterscheldewerken

Doc 12 = 58 VPEL-M-86014: Eindrapportage plaatsen hamerstukken, randpijler en landhoofdelementen

Doc 13 = 58 VPEL-M-86012: Eindrapportage plaatsen dorpelbalken

Doc 14 = 58 VPEL-M-86011: Eindrapportage plaatsen bovenbalken

Doc 15 = 5 PROBU-M-86006: Evaluatie nota plaatsen dorpelbalken

Literatuurlijst:

R/KB 3336: Evaluatie van het onderzoek naar het dynamisch gedrag van het bijzondere SVKO-materieel (mei 1984)

Draaiboek plaatsen elementen

Overeenkomst SS-1170: Huren drijvende bok "Taklift 4" voor het plaatsen van onderdelen ten behoeve van de SVKO

Publikaties SMIT TAK "Taklift 4"

Land & Water Nu, 6 juli 1984, april 1985 en 4 oktober 1986

Het DELTAPLAN voor veiligheid en milieu

Drie maandelijks berichten nummers 109, augustus 1984; 113, augustus 1985; 118, november 1986; 119, februari 1987

"De Sleeptros", juli/september 1986

De Stormvloedkering in de Oosterschelde. Voor Veiligheid en Milieu

Oosterschelde voortgangsrapporten nr. 16, december-juli 1984

Cement XXXIV (1982) nr. 11. Stormvloedkering Oosterschelde

Draaiboek plaatsen schuiven en bewegingswerken nrs. 0 t/m 4, Van Kloos/directie Bruggen

58 PLDB-V-78003: Nota plaatsing dorpelbalken (Map 144)

58 VPEL-N-80063: Interimnota voorbereiding plaatsen elementen (map 150)

47 PLEL-R-79006: Eindrapportage werkgroep plaatsen elementen (map 150)

588 PLEL-M-86176: Randvoorwaarden bovenbalken (map 153)

Deelnota 17: Toplaagstorter Trias

Inhoud

1	Inleiding	417
2	Eisen/randvoorwaarden	418
2.1	Programma van eisen en te stellen randvoorwaarden aan de kraan	
2.1.1	Te verwerken materialen	
2.1.2	Uitvoeringseisen	
2.1.3	Aanvullende eisen en beperkingen	
2.2	Programma van eisen en te stellen randvoorwaarden aan de ponton	
2.2.1	Functionele eisen	
2.2.2	Randvoorwaarden	
3	Technische specificaties Trias	421
3.1	Toplaagstorterponton	
3.1.1	Afmetingen	
3.1.2	Accommodatie	
3.1.3	Lieren	
3.1.3.1	Verhaallieren	
3.1.3.2	Bakkenverhaallieren	
3.1.4	Hulpkraan	
3.1.5	Overige voorzieningen	
4	Technische specificaties toplaagstorter (tols-kraan)	424
4.1	Toplaagstorterkraan	
4.1.1	Algemeen	
4.1.2	Specificatie	
4.1.3	Aandrijving	
4.2	Hulpstukken/koppeling aan de kelly	
4.2.1	Algemeen	
4.2.2	Lepel specificatie	
4.2.3	Kettingnetbak specificatie	
4.2.4	Asfaltkubel specificatie	
4.2.5	Blokkenbalk specificatie	
4.2.6	Peilplaat specificatie	
5	Hulpmaterieel	428
5.1	Barnea's	
5.1.1	Algemeen	
5.1.2	Specificatie steenponton	
5.1.3	Systeem van voortbewegen onderwagen	
5.1.4	Positioneringssysteem loader	
5.1.5	Specificatie Br_yt X 50	
5.2	Asfaltchip Patella	
5.2.1	Algemeen	
5.2.2	Specificatie	
6	Werkzaamheden Trias	431
6.1	Algemeen	
6.1.1	Ankerbehandeling	
6.1.2	Ankerconfiguratie	
6.1.2.1	Ankerconfiguratie ten behoeve van aanbrengen toplaag drempel	
6.1.2.2	Ankerconfiguratie ten behoeve van aanstortingen dorpelbalken	
6.2	Aanbrengen toplaag drempel	
6.2.1	Werkvolgorde	
6.2.2	Materiaalgradaties	
6.3	Aanbrengen aanstortingen	
6.3.1	Werkvolgorde	
6.3.2	Materiaalgradaties	

6.4	Materiaaloverslag	
6.4.1	Breuksteen en betonblokken	
6.4.1.1	Laden Barnea	
6.4.1.2	Laden Tols	
6.4.2	Steenasfaltkubels	
6.4.2.1	Laden Patella	
6.4.2.2	Laden Tols	
6.4.2.3	Terugplaatsen kubels	
7	Verwerken materialen	435
7.1	Met de lepel	
7.2	Met de kettingnetbalk	
7.3	Met de asfaltkubel	
7.4	Met de blokkenbalk	
7.5	Stort- c.q. plaatsproces materialen	
8	Survey, meten, controle	438
8.1	Survey boordsystemen t.b.v. de produktie	
8.2	Definitie gebruikte grids Tols en Trias	
8.3	Plaatsbepaling	
8.4	Stroommeting	
8.5	Peilen met de peilplaat	
8.6	Keuring en kwaliteit van het gemaakte werk	
8.7	Inspecties	
9	Documentatielijst	441

1. Inleiding

Met de keuze van een waterdoorlatende, uit granulair materiaal bestaande, drempelconstructie werd tevens onderkend dat deze constructie zowel in de verschillende bouwfasen als in de eindfase stabiel moest zijn (zie boek 2).

Het aanbrengen van de bovenste lagen van de drempel, de aanstortingen van de dorpelbalken en de onderbouw van de breukstenen dammen kon -daar het ging om zeer zware steensorteringen tot 16 ton- niet vrijstortend vanaf de waterlijn plaatsvinden in verband met het risico van schade aan de pijlers en/of de dorpelbalken.

Voor het plaatsen van de zware steengradaties moest een speciaal werktuig, een zogeheten "toplaagstorter" (TOLS-kraan), worden gebouwd die bestond uit een speciale rupskraan, opgesteld op een ponton (doc. 1 en 2).

Om het risico te vermijden dat kantelende stenen schade aan genoemde betonconstructie-onderdelen zouden berokkenen, werd in het ontwerp voorzien in een "buffer" bestaand uit met steenasfalt gevulde kunststofzakken die ook met de toplaagstorter werden aangebracht.

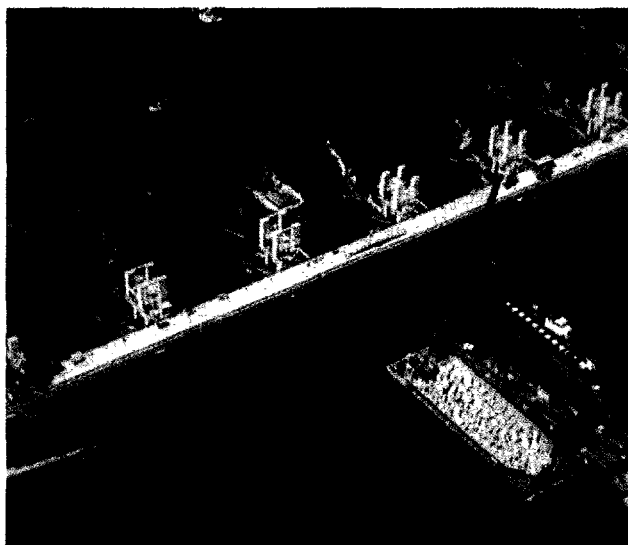


Foto 1 Werkzaamheden ter plaatse toplaagstorter aan de Oosterschelde-zijde van de kering

2. Eisen/randvoorwaarden

2.1 Programma van eisen en te stellen randvoorwaarden aan de kraan

2.1.1 Te verwerken materialen

Grootste stukgewicht steen in sortering 20-25 ton is 27,5 ton.
Verhouding grootste/kleinste afmeting van een steenstuk 3:1.

2.1.2 Uitvoeringseisen

Betonconstructies:

- Maximale puntlasten uit kraanbak of asfaltkubels:
 - op dorpelbalken: 600 kN;
 - op pijlers: 1500 kN.
- Breuksteen zwaarder dan de sortering 1-3 ton mochten de pijlervoet niet raken.
- Maximum valhoogte breuksteen 300-1000 kg en 1-3 ton bij raken wanden pijler en dorpelbalk: 2 m.
- Geen enkele breuksteen mocht het dak van de dorpelbalk raken.

- Bij afbouw breukstenen dammen boven N.A.P. -5 m mocht breuksteen zwaarder dan de sortering 1-3 ton zonder valhoogte tegen pijlers en landhoofden worden geplaatst.

Steenasfalt:

- Transport en verwerking door middel van zogenaamde zachte kubels.
- Maximum valhoogte steenasfaltcharges 1,5 m.

Met betrekking tot de geformuleerde uitvoeringseisen gelden de volgende toleranties:

- Laagdikten breuksteen: gemiddeld 2 Dn (Dn = Nominale diameter); minimaal 1 Dn.
- Laagdikten steenasfalt: overeenkomstig aansluitende breuksteenlagen.
- Strookbreedte steenasfalt: 4,5 m ± 1 m.
- Lagen sluiten over een hoogte van tenminste 1 Dn aan op betonconstructie, steenasfalt of andere breuksteenlagen.
- Bovenkant toplaag 1-3 ton onder dorpelbalk: + 1,0 m, - 0,5 m.

Drempeltoplagen

– breuksteen	1 - 3 ton, Dn*) = 0,84 m, P = 3 t/m ³	450.000 ton
– breuksteen	3 - 6 ton, Dn = 1,13 m, P = 3 t/m ³	180.000 ton
– breuksteen	6 - 10 ton, Dn = 1,36 m, P = 3 t/m ³	240.000 ton
– steenasfaltcharges à 25 ton,	P = 2,2 t/m ³	75.000 ton

Aanstortingen dorpelbalken

– breuksteen	300-1000 kg, Dn = 0,59 m, P = 3 t/m ³	145.000 ton
– breuksteen	1 - 3 ton, Dn = 0,84 m, P = 3 t/m ³	145.000 ton
– betonblokken	2,5 ton, Dn = 1,0	50.000 ton
TOTAAL		1.285.000 ton

*) Dn = Nominale diameter P = soortelijke massa

Afbouw breukstenen dammen boven N.A.P. -5 m (eventueel)

– breuksteen	300-1000 kg, Dn = 0,59 m, P = 3 t/m ³	72.000 ton
– breuksteen	1 - 3 ton, Dn = 0,84 m, P = 3 t/m ³	105.000 ton
– breuksteen	3 - 6 ton, Dn = 1,13 m, P = 3 t/m ³	15.000 ton
– breuksteen	6 - 10 ton, Dn = 1,26 m, P = 3 t/m ³	34.000 ton
– breuksteen	10 - 15 ton, Dn = 1,61 m, P = 3 t/m ³	10.000 ton
– breuksteen	15 - 20 ton, Dn = 1,80 m, P = 3 t/m ³	40.000 ton
– breuksteen	20 - 25 ton, Dn = 1,96 m, P = 3 t/m ³	15.000 ton
TOTAAL		291.000 ton

- Bermbreedte dorpelbalkaanstortingen: minimaal 2,5 m, maximaal 4,0m.
- Hoogteligging aanstortingen: - 0,5; + 1,0 m; dit gold ook ter plaatse van de aansluiting op betonwanden.
- Stenen laagsgewijs aanbrengen, stortpatronen onderling verspringend in X- en Y-richting.
- Positioneringsnauwkeurigheid kraanbak 1 m (2 σ) in X- en Y-richting.
- Positioneringsnauwkeurigheid kraanbak 0,5 m (2 σ) in Z-richting bij werken langs betonconstructies.

2.1.3 Aanvullende eisen en beperkingen

Opruimen stenen

De kraan moest in staat zijn met behulp van een poliep stenen (van 16 ton) die verkeerd waren aangebracht, te verwijderen tot op 25 m beneden de waterspiegel.

Tijdsbepaling en produktie (zie figuur 1)

Overeenkomstig tijd/weg-diagram waren gemiddelde weekproducties vereist voor de:

- drempeltoplagen van tenminste 12.000 ton;
- aanstortingen van de dorpelbalk van tenminste 10.000 ton.

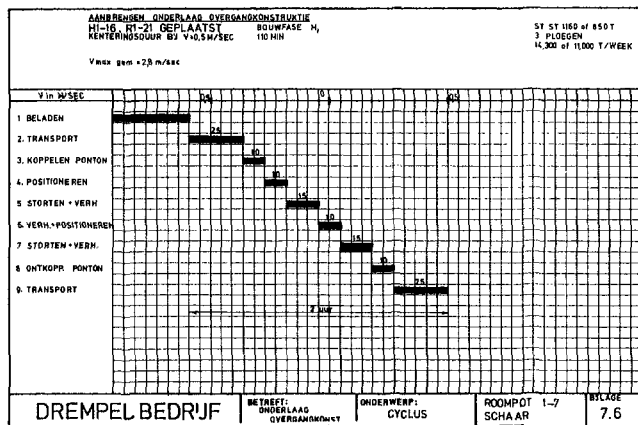
Waterdiepte

De topaagstortor moest tot een diepte van N.A.P. -25 m kunnen werken.

De onderkant van de pijlers varieerde qua funderingsniveau in diepte van N.A.P. -21,5 tot N.A.P.-30 m.

De onderkant van de dorpelbalken varieerde qua hoogte van N.A.P. -13 m tot NAP-19m.

De hoogte van de dorpelbalk bedroeg 8,0 m.



Figuur 1 Tijd/weg diagram

Beperkingen

a. Voor het aanbrengen van de toplagen:

- De aanwezigheid van de hulpbrug aan de Noordzezijde van de kering (stroomgeulen Hammen en Schaar); onderkant brug op N.A.P.+ 10,7 m.
- De vaarbreedte tussen de pijlers (40 m).

b. Voor het aanbrengen van de dorpelbalkaanstortingen:

- De aanwezigheid van de verkeerskokers (V.K.K.) aan de Oosterscheldezijde; hoogte onderkant V.K.K. nabij de pijlers N.A.P. +7,65 m en in het midden N.A.P. +8,35 m.
- De aanwezigheid van de schuif aan de Noordzezijde. In maximaal geheven situatie bevindt de onder-

kant zich op N.A.P.+1 m, gelijk met de onderkant van de bovenbalk.

Wanneer als gevolg van hoge stroomsnelheden moest worden gewerkt met een gesloten schuif, bevond de onderkant zich op 20 cm beneden de bovenkant van de dorpelbalk.

- De dikte van de schuif (ca. 6 m).

2.2 Programma van eisen en te stellen randvoorwaarden aan de ponton

2.2.1 Functionele eisen

- De ponton met een afmeting van circa 105,5 x 23,5 x 5,1 m moest zodanig worden geconstrueerd dat hij geschikt was om te werken in de monding van de Oosterschelde.

Het dek moest berekend zijn op een belasting van 10 ton per m², terwijl ter plaatse van de rijstroken van de hulpkraan gerekend moest worden op voldoende dekbelasting om de kraan met haar reacties te kunnen dragen.

Ook moest rekening worden gehouden met de eisen die vanwege de doorbuiging werden gesteld in relatie tot het plaatsbepalingssysteem van de zogenaamde "lepel" (hulpstuk voor het plaatsen van stenen).

- Het dek moest plaatselijk zijn verzwakt voor het overbrengen van krachten die optraden als gevolg van de stormverankeringen van Tolskraan en hulpkraan. Eveneens waren verzwaringen nodig ter plaatse van de lieren, omloopschijven, bolders etc.

- Tevens moest de ponton:

- zodanig kunnen worden geballast dat het (gelijklastig) kon blijven liggen met een vrijboord van 2,0 m. Het vrijboord moest zonodig kunnen worden verhoogd tot 3,5 m;
- worden voorzien van fenders om schade als gevolg van het afmeren van de steenpontons te voorkomen;
- worden voorzien van een navigatiemast met de voorgeschreven navigatieverlichting;
- zijn voorzien van accommodatie ten behoeve van de bemanning;
- zijn voorzien van voldoende werkverlichting.

2.2.2 Randvoorwaarden

De grenswerkbaarheid

- deiningsgolf: $H_s^*) = 0,4$ m, $T_p^*) = 7$ à 8 s
- windgolf: $H_s = 0,7$ m, $T_p = 0 - 5$ s
- stroomsnelheid: $V_s = 3,5$ m/s
- stroomrichting: Variërend van $0^\circ - 30^\circ$ langs as ponton
- windsnelheid: $V_w = 15$ m/s (7 Beaufort)
- verhaalsnelheid: bij V_s tussen 2,5 en 3,5 m/s min. 3 m/min.

*) H_s = significante golfhoogte

T_p = periode

Tijdens werkzaamheden lag één geladen steenponton aan de Tolsponton afgemeerd.

De overlevingscondities

- golfhoogte: $H_s = 2,5$ m, $T_p = 8$ s
- stroomsnelheid: $V_s = 3,5$ m/s
- stroomrichting: Variërend van $0^\circ - 30^\circ$ met langsas ponton

- windsnelheid: $V_w = 35 \text{ m/s}$ (12 Beaufort)
- windrichting: Variërend tussen NZ en ZW

Deze condities golden voor overleven aan de Oosterschelde- en de Noordzezijde van een kering met geopende schuiven.

Uitgangspunt daarbij was een 10% kans op het voorkomen tijdens de expositieduur.

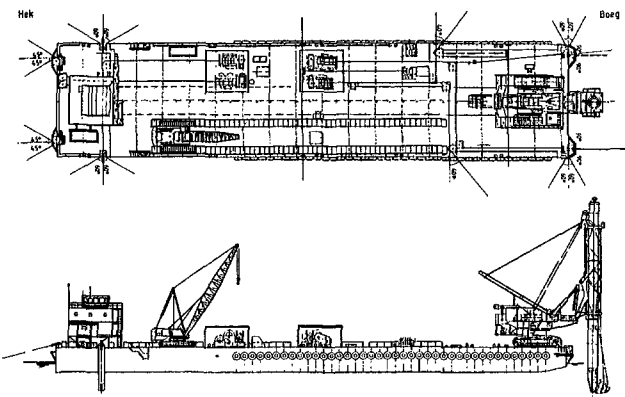
Tijdens overleven waren de makelaar en kelly van de Tolskraan gestreken en lag de ponton op een afstand van 150 - 200 m (hart ponton) uit het hart van de kering. Er lagen geen steenpontons langs zij afgemeerd.

Een mogelijk optreden van staande golven aan de Noordzezijde en een mogelijke reductie van de golfhoogte aan de Oosterscheldezijde behoefde niet in beschouwing te worden genomen.

3. Technische specificaties Trias

3.1 Toplaagstorterponton (zie figuur 2)

3.1.1 De Trias was een kraanponton met de volgende afmetingen:



Figuur 2 Ponton (Trias) met toplaagstorter (Tolskraan)

Lengte:	108,0 m
Breedte:	23,5 m
Holte:	5,1 m
Diepgang ongeladen:	circa 1,0 m
Diepgang werksituatie:	2,1 m
Diepgang maximale ballast:	3,1 m
Eigen gewicht:	2.300 ton
Laadvermogen:	4.600 ton

3.1.2 Accommodatie

De accommodatie aan boord van de Trias bestond uit een keuken, een dagverblijf, een vergaderkamer, twee kantoren en een was- en kleedruimte.

Op het accommodatiedek was de bedieningsruimte van de ponton gesitueerd.

De bediening van de lieren, de navigatieverlichting, de camera's op het voorschip en de communicatie met de rest van de ponton en de kraan vond plaats vanaf de verhaallenaar.

Verder had de schipper de beschikking over de volgende apparatuur:

- een systeem voor het continu registreren van draadkrachten, hydrodrukken van de verhaallieren en de positie van de ponton;
- een profiler-systeem voor het volgen van onderwaterprocessen;

- stroommeetapparatuur met verwerkingscomputer en plotter.

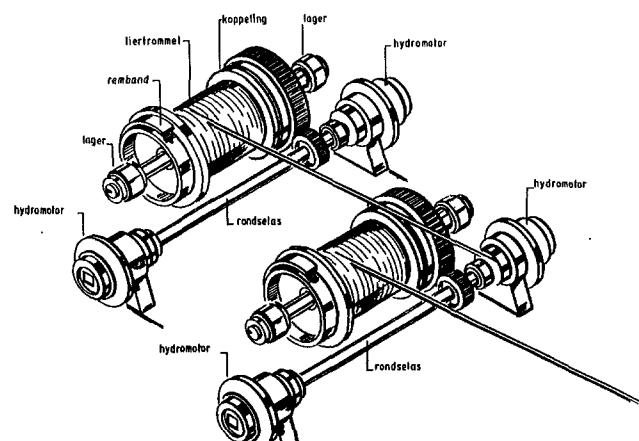
3.1.3 Lieren

De Trias had geen eigen voortstuwing en werd door sleepboten naar de gewenste locatie gesleept.

3.1.3.1 Verhaallieren

Voor het nauwkeurig verhalen en positioneren in de stroomgeulen waren op het hoofddek van de Trias vier twee-trommellieren geïnstalleerd, namelijk (zie figuur 3):

- 2 twee-trommellieren ten behoeve van de boeg- en hek-



Figuur 3 Principe lieraandrijving

- draden aan stuur- en bakboordzijde en
- 2 twee-trommellieren ten behoeve van de voor- en achterzijdraden aan stuur- en bakboordzijde.

Specificaties

Boeg- en hekdraadlieren:

Type: 2 x RB 150 dubbele trommels

Draadlengte: 500 m

Draaddiameter: 64 mm

Trommeldiameter: 813 mm

Max. trekkracht 1e laag: 1200 kN ($v = 0 - 6$ m/min)
600 kN ($v = 0 - 12$ m/min en
0 - 24 m/min)

Maximale houdkracht: 1180 kN (2e laag)

Houdkracht op pal: 1800 kN

Rembanddiameter: 1778 mm

Rembandbreedte: 254 mm

Liersnelheden: 0 - 6 m/min

0 - 12 m/min

0 - 24 m/min
0 - 52 m/min bij deiningscompensator in bedrijf (boeglieren)
Motor-boegdraden: 12 V - 71 N GM
Voor- en achterzijdraadlieren: 2 x MD 97 dubbele trommels
Type: 2 x MD 97 dubbele trommels
Draadlengte: 500 m
Draaddiameter: 50 mm
Trommeldiameter: 660 mm
Maximale trekkracht: 800 kN (v = 0 - 6 m/min)
400 kN (v = 0 - 12 m/min en 0 - 24 m/min)

Maximale houdkracht rem: 1030 kN (2e laag)
Houdkracht op pal: 1800 kN
Rembanddiameter: 1626 mm
Rembandbreedte: 178 mm
Liersnelheden: 0 - 6 m/min
0 - 12 m/min
0 - 24 m/min
Motor: 8 V - 71 N GM

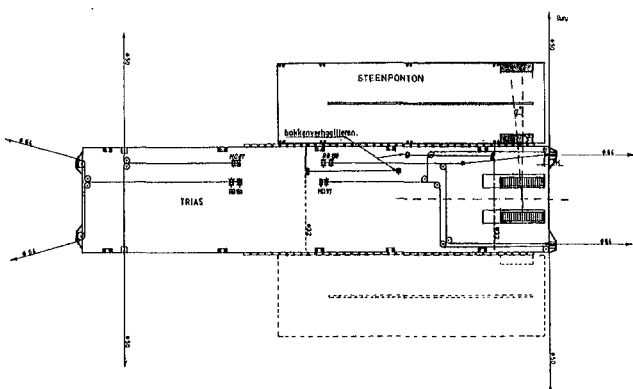
Voor de aandrijving van de twee trommels van een lier was één dieselmotor geïnstalleerd.
Het vermogen werd door middel van hydrauliekpompen en -motoren overgebracht op de trommel(s), waardoor het mogelijk was de haal- of viersnelheid en/of de trekkracht per trommel nauwkeurig te regelen.

De ankerdraden werden langs omloopschijven en fairlead-ers geleid om meer dan normale slijtage te voorkomen.
Tevens werden voorzieningen getroffen om de twee boegankerdraden over de deiningscompensatoren te leiden, waardoor de draadkrachten op een acceptabel niveau bleven (doc. 3 en 4).

De bediening van de lieren vond plaats vanuit de bedieningsruimte; daar was daarom dan ook de presentatie van het plaatsbepalings-systeem ondergebracht.

3.1.3.2 Bakkenverhaallieren

Op de ponton waren twee (bakken-)verhaallieren geïnstalleerd voor het verhalen van de langzij af te meren steenpontons (zie figuur 4).



Figuur 4 Bakkenverhaallieren

Specificaties

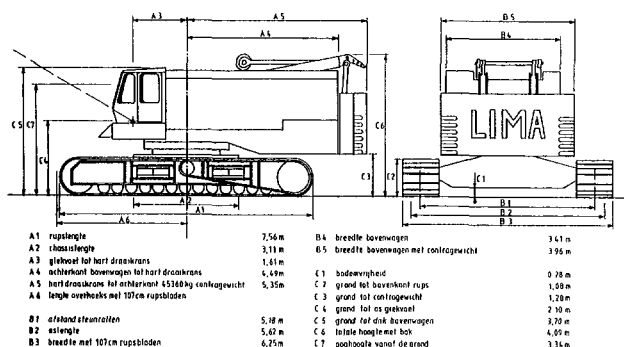
Draadberging: 150 m
Draaddiameter: 32 mm
Trommeldiameter: 800 mm

Maximale trekkracht: 180 kN
Maximale houdkracht: 300 kN
Rembanddiameter: 1360 mm
Rembandbreedte: 250 mm
Liersnelheden: 9 m/min en 22,5 m/min
Motor: elektrisch - 55 kW

3.1.4 Hulpkraan

De hulpkraan aan dek van de Trias was bestemd voor het uitvoeren van diverse werkzaamheden, zoals:

- het aan dek zetten en van dek halen van de Bob-cat van de steenponton (Barnea);
- het verplaatsen van hulpstukken van de topiaagstorterkraan aan dek van de Trias;
- het terughangen van lege asfaltzakken in de hiervoor ontwikkelde ponton (Patella);
- aan- en afvoer van materiaal;
- diverse werkzaamheden.



Figuur 5 Lima 1500 sc

Specificatie (zie figuur 5)

Fabriek: LIMA/CLARK
Type: 1500 SC
Bouwjaar: 1978

Afmetingen:
Gieklength: 36,6 m (stukken van 6 of 12 m, waarbij broek- en topstuk ieder 9,0 m zijn). De mogelijkheid bestaat om de giek te verlengen met 3,0m

Rupsbreedte: 1,06 m
Totaal gewicht: 132 ton
Ballast gewicht: 45.360 kg
Motor: Cummins 335 pk bij 2300 t/min, type NT855 P 335
Brandstoftank: 969 l - diesel
Rijsnelheid: 2 km/uur
Zwenksnelheid: 3,2 omw/min

Hoofdtrommel:
Trommeldiameter: 559 mm
Rembanddiameter: 1168 mm
Rembandbreedte: 152 mm
Draaddiameter: 25,4 mm
Maximum draadlengte: 317 m in 8 lagen
Maximum trekkracht: 113,4 kN
Liersnelheden: 5

Hulp-hoofdtrommel:
 Trommeldiameter: 559 mm
 Rembanddiameter: 1168 mm
 Rembandbreedte: 152 mm
 Draaddiameter: 25,4 mm
 Maximale draadlengte: 278 m
 Maximale trekkracht: 113 kN

Topliertrommel (dubbele trommel)
 Trommeldiameter: 378 mm
 Rembanddiameter: 813 mm
 Rembandbreedte: 102 mm
 Draaddiameter: 22,2 mm
 Maximale draadlengte: 2 x 104 m - in 7 lagen

Op- en aftoppen bij een 14 maal ingeschoren toptakel:
 Optoppen van 20° - 70°: 59 sec.
 Aftoppen van 70° - 20°: 118 sec.

Blokken:
 3 schijfsblok opgehangen aan 3 parten : 30 tf
 15 tons jibbal met haak

Voor het vlucht-last diagram van de kraan zie figuur 6.

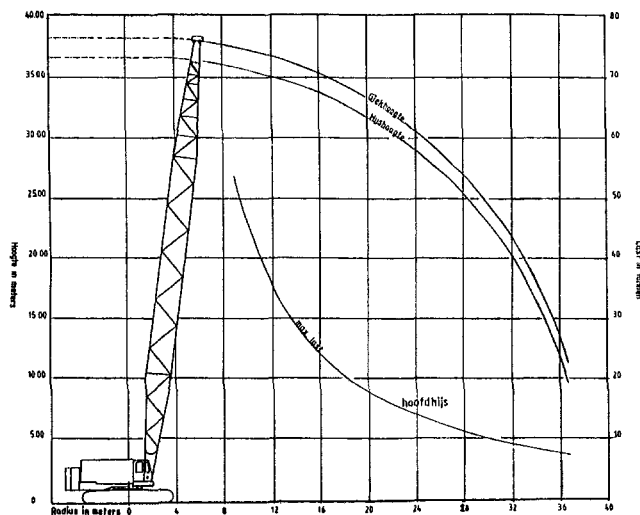
3.1.5 Overige voorzieningen

Voor het opstellen van de Tols-kraan en de hulpkraan waren draglineschotten op de ponton bevestigd. Tevens werd voor iedere kraan een stormverankering aangebracht.

Aan de achterzijde van de ponton was, voor de controle van aangebrachte bestortingen, een profilerkoker met een inwendige diameter van 600 mm bevestigd.

Benedendeaks bevonden zich onder andere:

- een magazijnruimte met een oppervlakte van 700 m²;
- een machinekamer met, ten behoeve van het leveren van energie, een DAF DK 1160 2 x 125 kW - 120 kVA en een DAF DD 575 1x50kW - 50 kVA;
- brandstoftanks met een totale inhoud van 130 m³;
- drinkwatertanks met een totale inhoud van 130 m³;
- een ballastsysteem, éénmalig 2 x 10 x 270 m³ (= 5.400 m³).

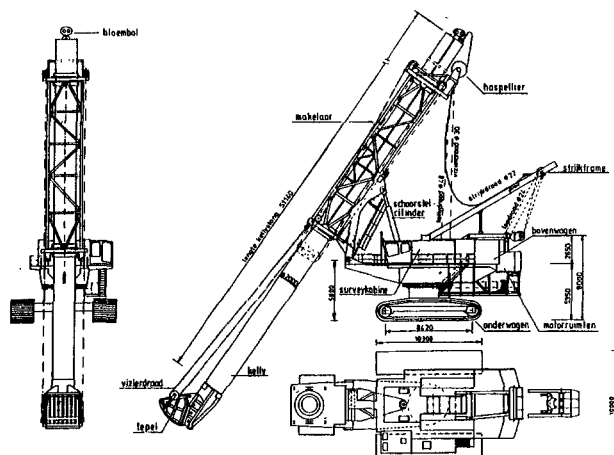


Figuur 6 Vlucht-last diagram Lima 1500 sc

4. Technische specificaties toplaagstorter (tols-kraan)

4.1 Toplaagstorterkraan (zie figuur 7)

4.1.1 Algemeen



Figuur 7 Toplaagstorterkraan sw 760 stl

De toplaagstorterkraan was geplaatst op de Trias en diende voor het nauwkeurig plaatsen van stenen, zakken asfalt en betonblokken.

De kraan bestond uit de volgende hoofdonderdelen:

- een onderwagen met rijwerk op rupsbanden;
- een bovenwagen met aandrijfmotoren, strijkframe en strijkboek;
- een makelaar met verstelcilinders;
- een stalen buis, de zogenaamde kelly;
- onder de kelly te koppelen hulpstukken.

Aan de onderwagen was een rijwerk met rupsbanden gemonteerd. Elke zijde had een gescheiden hydraulische aandrijving. Voor het gebruik op de Trias had dit rijwerk echter een ondergeschikte betekenis.

De bovenwagen was door middel van een rollenverbinding draaibaar op de onderwagen gemonteerd. De bovenwagen gaf behuizing aan twee motorruimten, de survey- en besturingscabine. Achter onder het frame was een ballastkist gemonteerd.

Aan de voorzijde van de bovenwagen bevonden zich de beide draaipunten voor de makelaar. De makelaar was het geleide frame voor de kelly en kon met behulp van twee schoorstelcilinders vanuit de verticaalstand achterover worden gekanteld.

Makelaar met kelly konden met behulp van het strijkframe, de strijkboek en de toplier horizontaal aan dek worden gelegd. Tijdens normaal bedrijf lag het strijkframe op het rustpunt en werd de oprichtlier niet bekrachtigd.

Bovenop de makelaar was een haspellier geplaatst. Hierdoor was het mogelijk om continu netspanning en stuursignalen van de kraan naar de kelly of het hulpstuk over te brengen.

De kelly was een stalen buis die met de kelly-hijslier in de makelaar naar boven en beneden kon worden bewogen. Onder aan de kelly werden de hulpstukken gekoppeld. De koppelpennen onder aan de kelly waren met boutverbindingen vastgezet en konden worden losgenomen indien de kelly uit de makelaar moest.

Van de volgende hulpstukken kon gebruik worden gemaakt:

- Hijsframe, compact koppelstuk voor het werken met de asfaltkubels, peilplaat en betonblokken.
- Lepel, hulpstuk met koppelstuk voor het plaatsen van stenen in de buurt van de pijlers.
- Kettingnet, hulpstuk met koppelstuk voor het plaatsen van stenen verder van de pijler af.
- Betonblokkenhaak, hulpstuk dat onder het hijsframe werd gehangen en aangesloten voor het plaatsen van 4 stuks 2m³ betonblokken per charge.

4.1.2 Specificatie

Fabriek kraan:	PHB Weserhütte
Type:	SW 760 STL
Totaal gewicht:	5300 kN
Ballast gewicht:	850 kN
Onderwagen:	
Breedte rups:	2.200 mm
Spoorbreedte h.o.h.:	7,8 m
Breedte o.a.:	10,0 m
As afstand h.o.h.:	8,42 m
Lengte over de rups:	10,3 m
Rijwerk:	één per rups
Aandrijving:	2 verstelbare axiale zuiger- motoren per rups
Rem::	Lamellen houdrem
Looprollen:	14/rups, draaibaar
Draagrollen:	3/rups
Rijsnelheid:	0 - 1,6 km/uur
Bovenwagen:	
Verbinding met onderwagen:	dubbele rollen, draaikrans met buitenvertangding; buiten

Zwenkaandrijving:	diameter tandkrans: 4262,7 mm hydrostatische aandrijving (3 zwenkmotoren) met lamellen houdrem
Motoren:	Cat. D 348 TAU - 634 kW, voor kelly hijsen, zwenken, vizier openen, rijden en toppen Cat. 3406 DIT - 243 kW, voor schoorstellen en grendelbediening,
Brandstoftank:	2000 dm ³
Trommels:	
Kelly hijstommel	
Trommeldiameter:	1150 mm
Trommelbreedte:	1600 mm
Hijdsdraaddiameter:	48 mm
Hijdsdraadlengte:	108 m
Aantal lagen op trommel:	1
Maximale trekkracht:	520 kN
Lepel-vizier draadtrommel (dubbel halend)	
Trommeldiameter:	1150 mm
Trommelbreedte:	1600 mm
Draaddiameter:	30 mm
Draadlengte:	300 m = 2 x 150 m
Aantal lagen op trommel:	1
Maximale trekkracht:	2 x 260 kN
2 gekoppelde topdraadtrommels	
Trommeldiameter:	567 mm
Trommelbreedte:	720 mm
Draaddiameter:	24 mm
Draadlengte:	860 m
Aantal lagen op trommel:	4
Maximale trekkracht:	300 kN
Grendeldraadtrommel (gemonteerd op makelaar)	
Trommeldiameter:	240 mm
Trommelbreedte:	164 mm
Draadlengte:	50 m
Draaddiameter:	14 mm
Maximale trekkracht:	30 kN
Makelaar:	
Vakwerkconstructie voor geleiden van kelly.	
Bovenste- en onder kellygeleiding, elk 20 glij schoenen, met 2 schoorstelcilinders.	
Totale lengte:	19,95 m
Leeg gewicht:	400 kN
Schoorstand t.o.v. vertikaal:	- 3° voorover en 45° achterover.
Kelly stang:	
Materiaal:	gelaste buizen st 52.3
Lengte kelly:	51,14 m
Buiten diameter:	2,0 m
Wanddikte:	10 - 16 mm
	onderste gedeelte, tevens drijflichaam
Beweging:	2 schijven voor hijsen kelly
Gewicht:	460 kN
Koppeling:	ten behoeve van koppeling aan hulpstuk, afneembare koppelpennen

Strijken makelaar en kelly:

Strijkdraad	
Draadlengte:	2 x 20 m
Draaddiameter:	72 mm

Werkgegevens

Zwenksnelheid	
boven water:	0 - 0,8 omw/min
onder water:	0 - 0,2 omw/min
Schoorstellen:	over 25°: 34 sec.
Hijssnelheid kelly max:	34 m/min
Daalsnelheid kelly max:	34 m/min
Maximale werkdiepte kelly met lepel:	30,5 m onder bovenkant dek Trias (hoek makelaar = 0°)
Maximale werkhoogte kelly met lepel:	4,5 m boven bovenkant dek Trias (hoek makelaar = 45°)
Maximale last inclusief kelly:	830 kN.

4.1.3 Aandrijving

Alle kraanfuncties werden hydraulisch aangedreven. Het voor de kraanbewegingen benodigde vermogen werd door twee dieselmotoren geleverd.

Hoofdaandrijving:

- Diesel 1, voorzag in de energie toevoer voor:
- lieren; kelly en vizierdraden (3 hydromotoren)
 - zwenken (3 hydromotoren)
 - strijken, niet schoorstellen (2 hydromotoren)
 - rijden (2 x 2 hydromotoren)
 - grendellier (1 hydromotor)

Hulpaandrijving:

- Diesel 2, voorzag in de energie toevoer voor:
- schoorstel cilinders (2x)

4.2 Hulpstukken/koppeling aan de kelly

4.2.1 Algemeen

Onder hulpstukken werd verstaan materieel dat speciaal was vervaardigd om bepaalde soorten materiaal te verwerken.

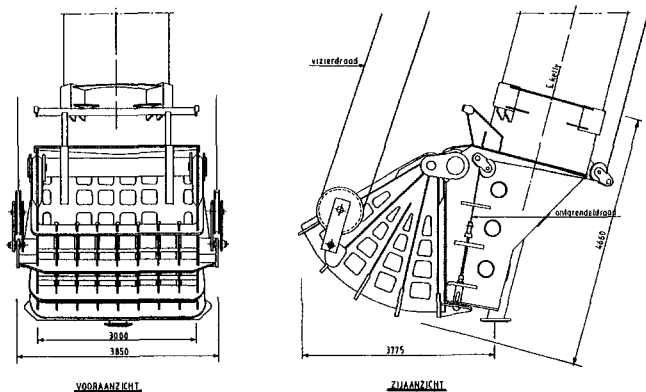
De hulpstukken werden door middel van een universele koppeling aan de kelly bevestigd. Aan de onderkant van de kelly waren vier pennen gebout. Deze pennen vielen in corresponderende gaten van de koppelplaat van het hulpstuk.

Voor de bevestiging ging door elke pen een spie die werd geborgd door een borgplaat.

De koppeling vormde één geheel met het hulpstuk.

4.2.2 Lepel specificatie (zie figuur 8)

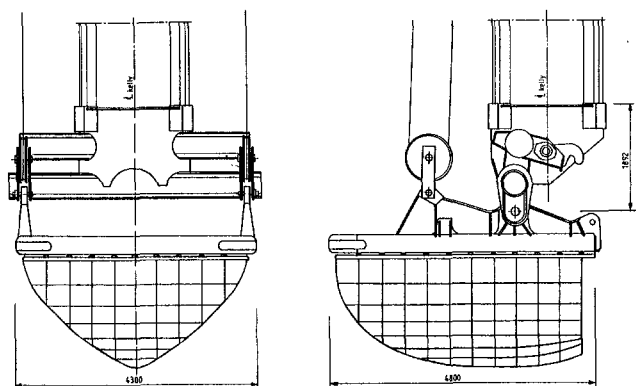
Breedte:	3,0 m
Diepte:	2,5 m
Beladingshoogte:	2,6 m
Ledig gewicht:	185 kN
Maximale belading:	150 kN
Vergrendeling:	in gesloten toestand: vizier aan achterwand
Signaal contacten:	lepel open



Figuur 8 Lepel

lepel dicht
lepel vergrendeld/niet
vergrendeld
Geschikt voor breuksteen: 300 - 1000 kg
1 - 3 ton
1 m³ betonblokken

4.2.3 Kettingnetbak specificatie (zie figuur 9)



Figuur 9 Kettingnetbak

Bak: U-vormig frame van koperprofiel, met inwendige verstevigingsplaten, scharnierend bevestigd aan kelly koppelstuk. Onder aan het frame zat een aangelaste staaf waaraan het kettingnet werd aangekoppeld door middel van harpsluitingen.

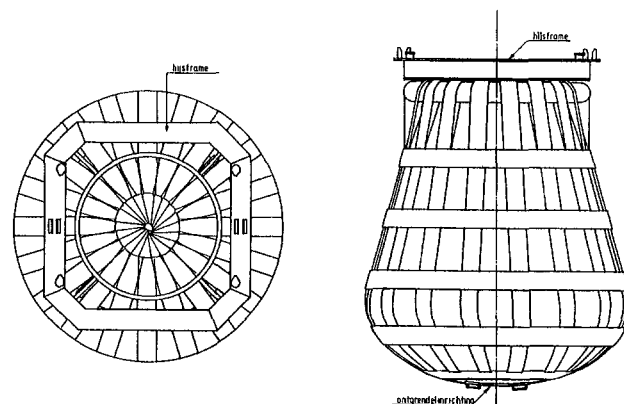
Vergrendeling: Op het frame was een grendel constructie aangebracht die diende om, in geval van breuk van de hijsdraad, de vizierdraad direct de functie van de hijsdraad over te laten nemen.

Kettingnet: Een geheel van de stukken van 3 kettingschakels, waarbij steeds 4 verschillende kettinguiteinden door middel van een oog aan elkaar waren gekoppeld. Materiaal St. 52.3.

Bakbreedte: 4,3 m
Lengte: 4,8 m
Eigen gewicht: 156 kN

Maximaal laad-
vermogen: 18 ton
Geschikt voor
breuksteen: 300 - 1000 kg
1 - 3 ton
3 - 6 ton
6 - 10 ton

4.2.4 Asfaltkubel specificatie (zie figuur 10)



Figuur 10 Asfaltkubel

Kubel: een onderlossend net van polyamide hijsbanden (zogenaamde "zachte" kubel)

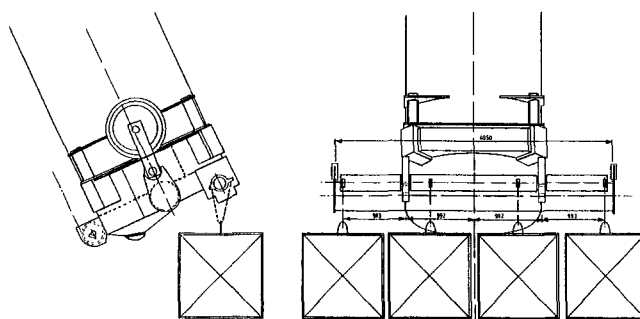
Zak: kunststofweefsel gevormd door twee wikkelingen van polyamideweefsel met daartussen een polyetheenfolie

Vulling: steenasfaltmengsel met een temperatuur van circa 140° C (minimaal 120° C)

Zakafdichting: aan de onderzijde vóór de vulling dichtgeknoot en na de vulling aan de bovenzijde met een polyester rijgtouw ø 12 mm

Steenasfaltmengsel: zie doc. 5
Geschikt voor steenasfalt: totaal gewicht 25 ton

4.2.5 Blokkenbalk specificatie (zie figuur 11)



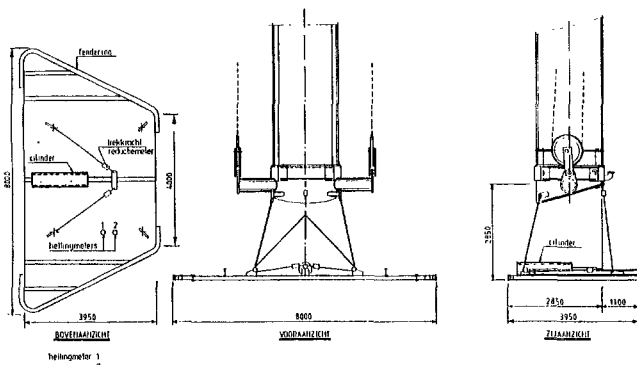
Figuur 11 Blokkenbalk

Blokkenbalk: hijsbalk voor 4 betonblokken à 2 m³

Hijskettingen: 4
 Belasting per haak: 50 kN
 Bediening: mechanisch door ontgrendeldraad
 Lengte: 3950 mm
 Breedte: 2100 mm
 Afstand tussen kettingen: 1300 mm
 Eigen gewicht: 50 kN.

4.2.6 Peilplaat specificatie

Peilplaat: trapeziumvormige stalen plaat
 (zie figuur 12)



Figuur 12 Hijshaak met peilplaat

Dikte: 0,13 m
 Lang: 4,0 m (korte zijde)
 8,0 m (lange zijde)
 Hoog: 3,95 m
 Randen: gefenderd
 Ophanging: Via 4 hijsogen aan hijsframe
 De hijsdraden aan de hijsogen aan de kant van de korte zijde vormden een tweesprong en liepen direct naar de spanschroeven.
 De hijsdraden aan de lange zijde waren gekoppeld aan de stang van de hydraulische stelcilinder en liepen over de peilplaat via 2 schijven naar de ophangoren van het hijsframe.

Draadkracht reductiemeter: Tussen het hijsframe en de hijsdraden (2x) en de tweesprong (1x) zaten trekkrachtreductiemeters (3x).
 De meter gaf een signaal af, zodra de trekkracht in de draad sterk verminderde. Dit signaal werd doorgegeven aan de signaleringsconsole; deze schakelde een lampje uit dat in de kraanbaine zichtbaar was.

Hellingmeters: Op de peilplaat waren 2 hellingmeters gemonteerd voor het meten van de dwars- en langshelling. Bij het in bedrijf nemen van de peilplaat moesten de daar-

Stelcilinders:

voor bestemde kabels worden gekoppeld aan de hellingmeters. Er was een hydrauliekcilinder op de peilplaat gemonteerd, die diende om de plaat horizontaal te kunnen stellen door middel van het verstellen van de hijsdraden. Bij een verticale kelly moest de cilinder worden uitgestuurd. Bij peilen onder een hoek moest de cilinder inschuiven naar rato van de ingestelde hoek.

Gewicht boven en onder water:

circa 280 kN respectievelijk circa 240 kN.

De peilplaat had geen opstelpunt bij de kraan, maar werd naar behoefte door de hulpkraan naar de toplaagstorterkraan gebracht.

5. Hulpmaterieel

5.1 Steenpontons Barnea I en Barnea II

5.1.1 Algemeen

De steenpontons Barnea I en Barnea II werden gebouwd voor het transport van breuksteen en betonblokken (zie foto 2).



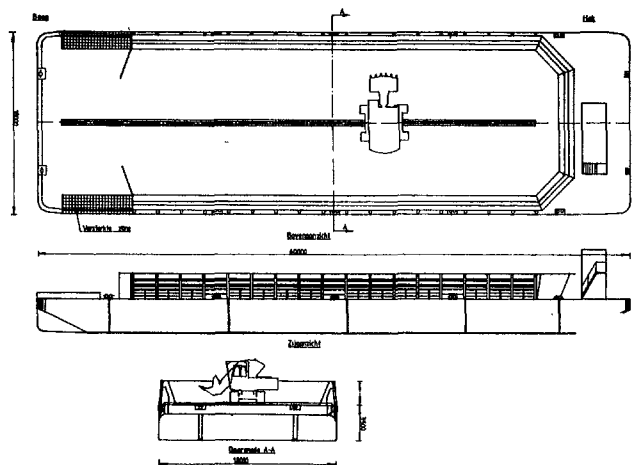
Foto 2 Barnea langsij de Trias

Aan boord was de accommodatie beperkt. Er was een stroomaggregaat en een verplaatsingssysteem voor de loader (Brøyt X 50).

De aan boord, op een onderwagen, geplaatste loader bracht het te verwerken materiaal naar de laadplaats van de toplaagstorterkraan en deponeerde of plaatste het materiaal in het hulpstuk.

5.1.2 Specificatie steenponton (zie figuur 13)

Aantal:	2
Roepnamen:	Barnea 1 en Barnea 2
Soort:	steenponton
Bouwjaar:	1983-1984
Werk:	Slob Papendrecht
Lengte:	60,0 m
Breedte:	18,0 m



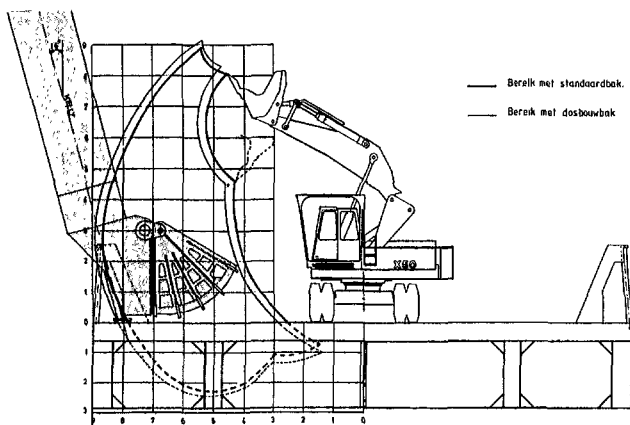
Figuur 13 Steenponton

Holte:	3,5 m
Dekdikte:	35 mm (laaddek)
Versterkte zone:	1,9 x 7,25 m ² (2 x)
Spantafstand:	2,40 m
Diepgang leeg:	0,67 m
Diepgang beladen:	2,32 m
Laadvermogen:	1500 ton
Maximale dekbelasting:	10 ton/m ²
Max. puntbelasting:	10 ton/0,25 x 0,25 m ²
Accommodatie:	20 voets container
Brandstof:	4000 l diesel
Drinkwater:	1000 l

Vermogens:	
Motor (voor hydr.):	DAF 1160 V - 231 kW bij 2200 omw./min
Generator:	Lister HR 3 - 21 kVA

5.1.3 Systeem van voortbewegen onderwagen voor de Brøyt-kraan

De onderwagen was aan de voor- en achterzijde verbonden met een rondgaande kabel. De kabel liep onder het dek door en met een aantal slagen om een liertrommel via het voordek over een schijf naar het achterdek. Door de liertrommel te bedienen, liep de draad heen en weer en nam zo de onderwagen mee. Deze onderdekse lier werd door de Brøyt-machinist radiografisch bediend. De schijf onder het voordek was voorzien van een draadspaninrichting, waarmee de draad onder een bepaalde spanning kon worden gezet.



Figuur 14 Brøyt X50

5.1.4 Positioneringssysteem loader

Lier ten behoeve van voortbewegen Brøyt X50

Trommeldiameter:	650 mm
Trommelbreedte:	970 mm
Draaddiameter:	25 mm
Draadlengte:	134 m
Liersnelheid:	2 m/s
Maximale draadtrekkracht:	150 kN
Nominale draadtrekkracht:	80 kN
Aandrijving:	hydraulisch
Bediening lier:	radiografisch vanuit Brøyt
Draadspaninrichting:	aanwezig
Lengte sleuf in dek:	48 m

5.1.5 Specificatie Brøyt X50 (zie figuur 14)

Aantal:	2 (één per steenponton)
Motor fabrikaat-type:	Volvo TD 100 G
Vermogen:	199 kW bij 2000 omw./min
Elektrische gedeelte:	24 V
Brandstof tank:	430 l

Hydraulisch systeem

Maximale werkdruk graven:	280 bar
Maximale werkdruk zwenken:	280 bar
Maximale debiet:	656 l/min bij 2000 omw./min

Tankinhoud:	380 l
Totale machine-inhoud:	670 l
Koeling hydrauliek:	schoep van motor
Zwenksnelheid:	6,25 omw/min
Bakinhoud:	6 m ³
Gewicht:	circa 470 kN (bij 4 m ³ bak)
Rijaandrijving:	door middel van vervoergeleide constructie gekoppeld aan lier in dek steenponton

Vervoer geleide constructie: Onderwagen onder Brøyt reed op 4 kleine wielen over het dek met een geleiding in een sleuf. Op het frame zaten 2 bussen waarin de kogelkoppen vielen, die onder het midden van de assen van de Brøyt

waren gemonteerd. Al naar gelang van het voortbewegen van de onderwagen werd de Brøyt meegenomen.

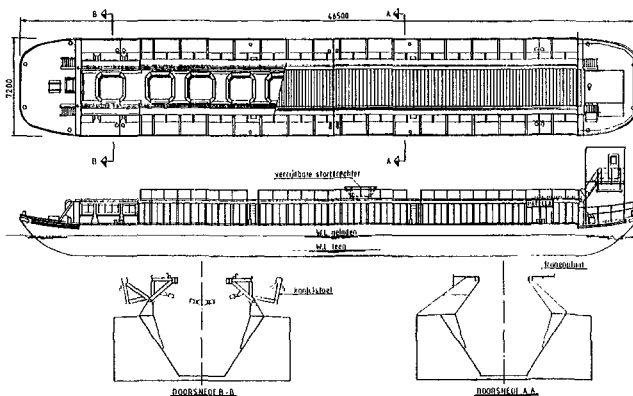
Vastklemmen onderwagen:

Er waren 2 x 2 hydraulische cilinders die via een evenaar-constructie de remplatensleuf en de onderkant van het wagenframe naar elkaar toetrokken. radiografisch afremmen op de wielen

Besturing rijaandrijving:
Remsysteem:



Foto 3 Transport Patella



Figuur 15 Asfaltschip Patella

Werk situatie:

Tijdens het scheppen werd de onderwagen door een klem tegen het dek gedrukt en tijdens het rijden werd de Brøyt meegetrokken door de onderwagen en werkte de klem niet.

Voor het verwerken van breuksteen en betonblokken van 1 m³ was de Brøyt voorzien van een dichte bak. Voor het verwerken van 2 m³ betonblokken moest de bak worden

gedemonteerd en vervangen door een hijsjuk. Het hijsjuk was voorzien van drie haken. De reikwijdte van de Brøyt-kraan bedroeg ten opzichte van de as circa 8,5 m. De reikwijdte kon met 2,0 m worden vergroot door het aankoppelen van een (giek-)verlengstuk.

- cilinders voor het wegklappen van de kantelstoelen om de gevulde asfaltkubel uit de Patella te kunnen hijsen;
- een draagbare bedieningscontrole voorzien van een noodstopknop voor het bedienen van de lier en de kantelstoelen.

5.2 Asfaltschip Patella

5.2.1 Algemeen

Het asfaltschip Patella was bestemd om 12 asfaltkubels met een inhoud van 25 ton elk te vervoeren vanaf de loswal naar de Trias (zie foto 3 en figuur 15).

Bij de loswal werden de asfaltkubels met een hydraulische kraan, door middel van een vultrechter, geladen.

De Patella werd door een sleepboot naar de Trias versleept en langsrij afgemeerd. De topaagstorter hees de kubels uit de Patella en plaatste deze rondom het gedeelte van de pijlervoet dat gevrijwaard moest worden van schade als gevolg van kantelende stenen.

5.2.2 Specificatie

Schip

Soort:	asfaltschip
Roepnaam:	Patella
Verbouwjaar:	1983
Werk:	De Liesbosch
Lengte:	46,5 m
Beunlengte:	37,5 m
Breedte:	7,2 m
Holte:	2,6 m
Diepgang leeg:	1,1 m
Diepgang geladen:	2,1 m
Laadvermogen:	350 ton
Motor (voor hydr.):	DAF DD 575 - 64 kW bij 2000 omw./min

Lier ten behoeve van kubeltransport

Liersnelheid:	9 m/min
Maximale trekkracht:	100 kN

Asfaltbedrijf

Inhoud laadbeun:	12 asfaltkubels
Vullen van zakken:	via verrijdbare vultrechter boven beun
Vultrechter:	2,47 x 2,47 x 0,7 m Palconstructie voor centrering en vergrendeling boven kubelframe
Luiken:	40 aluminium scheepsluiken, breedte 0,95 m
Kubel frames:	12 vierkanten frames, afgeschuind op de hoeken en aan twee zijden glijdend opgehangen in beun
Kubel oppikplaats:	2 hydraulisch bediende wegklapbare kantelstoelen voor vrije doorgang kubel
Klep vergrendeling:	bij een kubel op de kantelstoelen waren de kantelstoelen automatisch geblokkeerd

Hydraulieksysteem voor asfalthandling

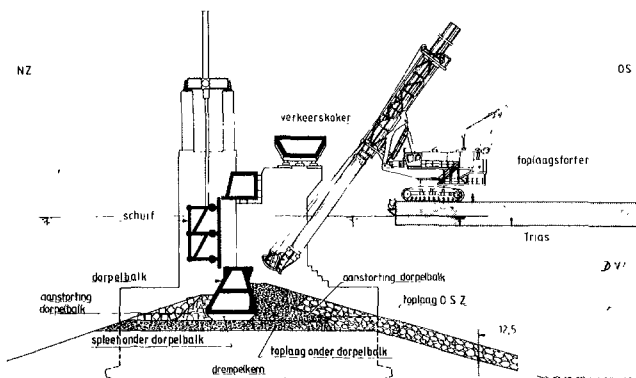
De hydrauliekinstallatie omvatte:

- een dieselmotor met hydrauliekpomp;
- een hydraulische lier voor het naar de oppikplaats trekken van de gevulde asfaltkubels;

6. Werkzaamheden Trias

6.1 Algemeen

De werkzaamheden binnen het toplaagstortbedrijf werden onderverdeeld in (zie figuur 16):



Figuur 16 Toplaagstortbedrijf

- het aanbrengen van de toplaag op de drempelkern;
- het aanbrengen van aanstortingen ter plaatse van de dorpelbalken (inclusief omkegelingen randpijlers).

6.1.1 Ankerbehandeling

De ankerbehandeling van de Trias vond plaats door een ankerbehandelingsvaartuig en bestond uit het aan- en loskoppelen van ankerdraden op de boegbakken, voorlopers of pijlers.

Bij het verankeren van de twee boegdraden op een ankerstreng werd gebruik gemaakt van conventionele ankers. In eerste instantie werden 22,5 tons ankers toegepast (alleen te verzetten met de ankerbehandelingsvaartuigen Arca of de Manus) maar in de loop van het bedrijf werd, gezien de risico's, overgegaan op ankers van maximaal 25 ton (met kettingvoorlopers).

Bijzonder tijdens de uitvoering was de inzet van de 2000 pk stand-by boot de "Dragonfly" (later de "Cornelie Wessels" c.q. de "Ise") in de directe omgeving van de Trias (langs zij of voorop).

De reden hiervoor was de onbetrouwbaarheid van de lieren van de Trias. De Dragonfly gaf ondersteuning bij het verzetten van de boegdraden. Eerst bij het halen en vieren van de draden en later ook bij de verankering op de rem bleek de aanwezigheid van een 2000 pk boot met roerpropeller voortstuwing (Voight/Schneider-propeller) nabij de Trias noodzakelijk. De lieren lieten ongecontroleerd slippen van de draad toe als gevolg van het slechte regelsys-

teem en de onbetrouwbaarheid van de remmen.

Mede hierdoor werd de wens geuit de lieren (ook ten behoeve van het verankeringsprobleem van de boegdraden bij de dorpelbalkaanstortingen) aan te passen. Alle lieren werden daartoe voorzien van een CT-regeling terwijl de boeglier tevens van deiningscompensatoren werd voorzien. Met de toepassing van de CT-regeling op alle lieren is een evenwichtig en veilig systeem verkregen, waardoor de snellere wijze van verhalen een verkorting van de totale uitvoeringsduur door de Trias betekende.

6.1.2 Ankerconfiguratie

Bij de verankering van de Trias moest onder andere met de volgende omstandigheden en eisen rekening worden gehouden:

- het gevolg van een draadbreek;
- binnen één ankerpatroon zoveel mogelijk stortvakken beslaan met zo min mogelijk ankerhandelingen;
- binnen het ankerpatroon terug kunnen gaan naar de overlevingssituatie;
- verankering moest mogelijk zijn zonder dat gelijktijdig maximale en minimale krachten overschreden of onderschreden werden;
- de gekozen ankerconfiguratie moest zodanig zijn dat de in- en uitvaart van in de nabijheid gelegen werkhavens niet werd geblokkeerd;
- het aan beide zijden afmeren van de pontons Barnea en Patella veilig kon plaatsvinden.

6.1.2.1 Ankerconfiguratie ten behoeve van aanbrengen toplaag drempel (zie figuur 17a)

Alle 8 ankerdraden werden gebruikt, waarbij:

- 2 boegdraden door de kering naar conventionele ankers;
- 2 voorzijdraden op de pijlers;
- 2 achterzijdraden op ankerpalen;
- 2 hekdraden op ankerpalen.

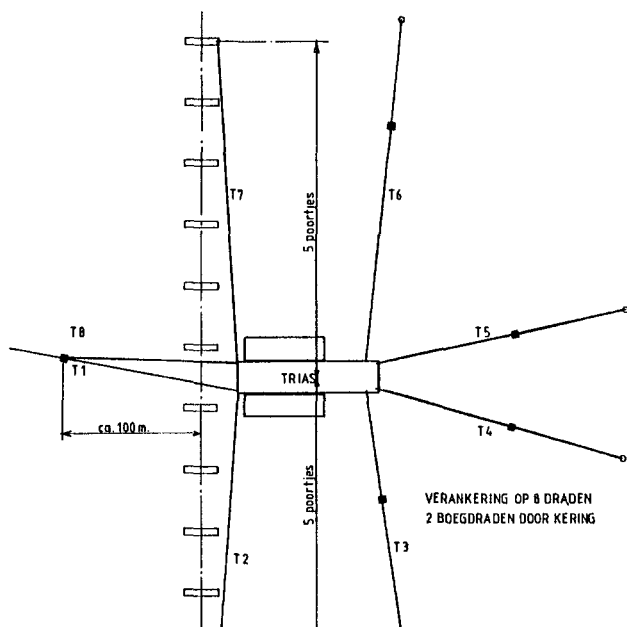
6.1.2.2 Ankerconfiguratie ten behoeve van aanbrengen aanstortingen dorpelbalken (zie figuur 17b)

Alle 8 ankerdraden werden gebruikt, waarbij:

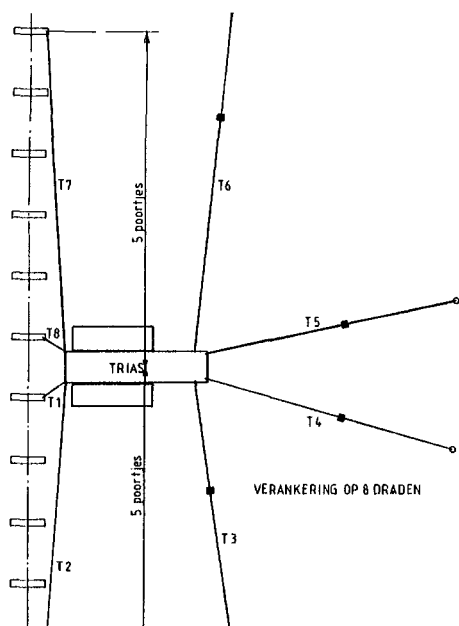
- 2 boegdraden op de pijlers;
- 2 voorzijdraden op de pijlers;
- 2 achterzijdraden op ankerpalen;
- 2 hekdraden op ankerpalen.

Met beide systemen werd met de beschikbare middelen de grootst mogelijke veiligheid gehaald.

Het afmeren van de met breuksteen of betonblokken en asfaltzakken geladen pontons (Barnea's, respectievelijk



Figuur 17a Ankerconfiguratie



Figuur 17b Ankerconfiguratie

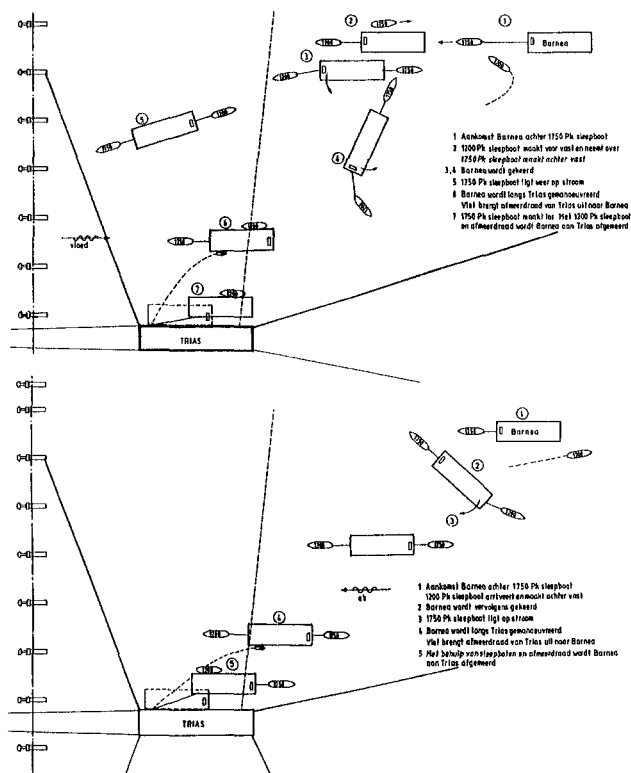
Patella) vond onafhankelijk van de getijdebewegingen plaats zoals de figuren 18a en 18b laten zien.

6.2 Aanbrengen toplaag drempel

6.2.1 Werkvolgorde

Het gebied waarover de toplaag moest worden aangebracht was onderverdeeld in vakken, beginnend aan de Noordzeezijde met A en eindigend aan de Oosterscheldezijde met E. De stroken A en B werden vanaf de Noordzeezijde aangebracht en de stroken C, D en E vanaf de Oosterscheldezijde.

De volgorde van de te storten vakken was zodanig dat:



Figuur 18a en 18b Afmeren Barnea aan Trias

- aan de Noordzeezijde strook B werd aangebracht vóór strook A (zie figuur 19). Voor beide stroken gold dat het 1e en 3e vak was aangebracht vóór het 2e vak;
- aan de Oosterscheldezijde, in ieder geval strook D, werd gestort na strook E (zie figuur 20). Indien asfaltzakken in de constructie waren voorzien werden deze eerst geplaatst alvorens de breuksteen werd aangebracht. Voor strook C gold dat, indien mogelijk, het 1e en 3e vak moest worden aangebracht vóór het 2e vak.

6.2.2 Materiaalgradaties

De toplaag bestond voor wat betreft het gedeelte tussen de pijlers uit breuksteen 1-3 ton; het talud aan de Oosterscheldezijde uit 1-3 ton bij ondiepe poortjes, 3-6 ton bij de middeldiepe en 6-10 ton bij de diepe poortjes.

6.3 Aanbrengen aanstortingen

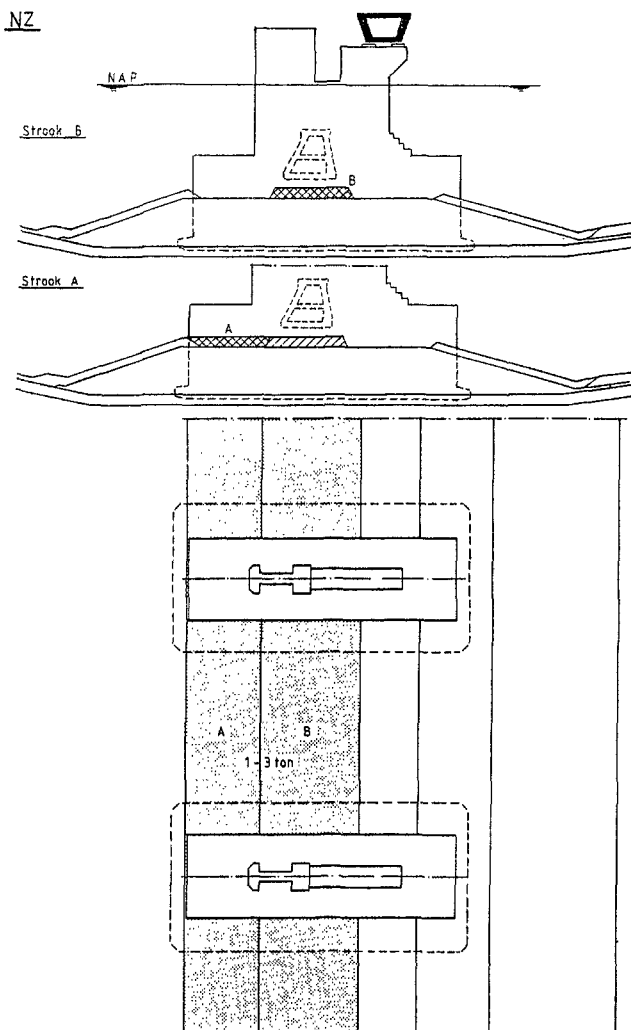
6.3.1 Werkvolgorde

De aanstortingen werden gedaan nadat de toplaag was aangebracht en de dorpelbalk geplaatst.

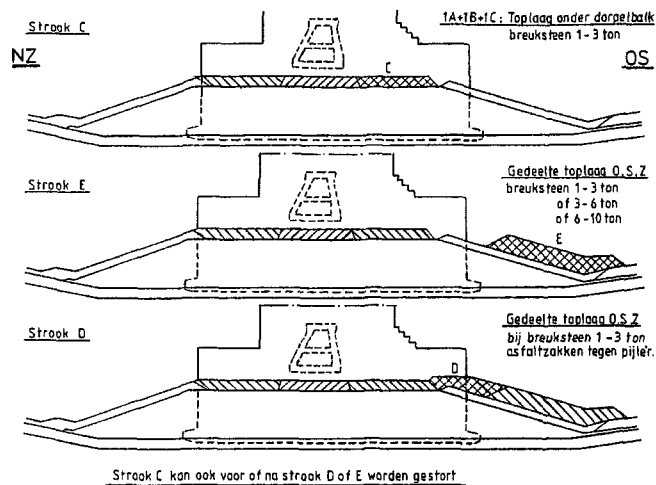
Op deze wijze werd de dorpelbalk door de aanstortingen ingepakt en vormden deze werkzaamheden de laatste fase van de drempelopbouw.

De aanstortingen waren te onderscheiden in het gedeelte aan de Oosterscheldezijde en het gedeelte aan de Noordzeezijde en werden onafhankelijk van elkaar aangebracht.

De mogelijkheden van de Tols, het ankerdradenverloop en de diepte van het stortgebied bepaalden het werkgebied van de kraan.



Figuur 19 Te storten stroken vanaf Noordzeezijde



Figuur 20 Te storten stroken vanaf Oosterscheldezijde

De aanstortingen konden niet in één werkgang op de vereiste hoogte worden aangebracht, zodat laagsgewijs moest worden gewerkt.

De aanstortingen waren ingedeeld in stroken die naast of boven elkaar lagen, de stroken K en L kwamen alleen in de stroomgeulen Hammen en Schaar voor (zie figuur 21).

De stroken waren ingedeeld in drie vakken met uitzondering van strook Q, die uit twee of vier vakken bestond.

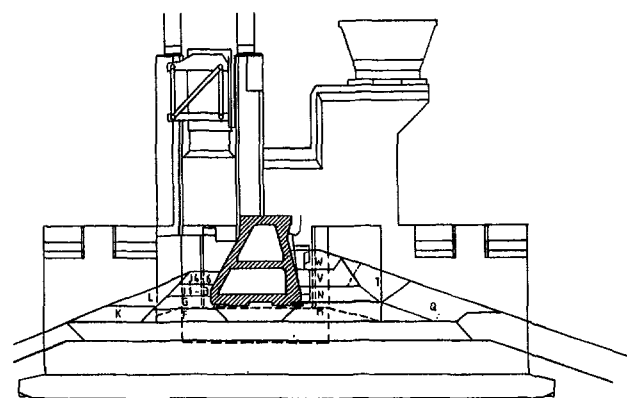
Elk vak was vanuit één pontonpositie te bewerken. De steenasfaltzakken kwamen voor in de strook Q.

6.3.2 Materiaalgradaties

Aan de Oosterscheldezijde bestond de steensoort tegen de dorpelbalk uit 1-3 ton en in het talud uit steen 3-6 ton of 6-10 ton. De overgang tussen breuksteen in de drempel en de betonnen pijler werd gerealiseerd met zakken steenasfalt van elk 25 ton.

Aan de Noordzezijde bestond de aanstorting in de stroomgeul Roompot en een gedeelte in de stroomgeul Schaar uit betonblokken van 2 m³.

In de stroomgeul Hammen en het andere gedeelte van de Schaar bestond de teen van de aansluiting uit betonblokken van 1 m³ en het overige gedeelte uit betonblokken van 2 m³.



Figuur 21 Doorsnede drempel met aanstortingen

6.4 Materiaal overslag

6.4.1 Breuksteen en betonblokken

6.4.1.1 Laden Barnea

De breuksteen en de betonblokken werden aangevoerd met de Barnea I en II.

Deze pontons werden aan een loswal geladen met een hydraulische kraan, type Liebherr 982 HD, die was voorzien van een poliep of tang.

De Brøyt-kraan pakte de steen op en verdeelde de lading op de ponton. De Barnea werd, geassisteerd door een sleepboot, regelmatig langs de loswal verhaald.

Bij het laden van de 2 m³ blokken door de kraan verplaatste de Brøyt deze zodanig dat de blokken bij de verwerking twee aan twee konden worden aangepikt. Nadat de ponton was geladen stond de Brøyt aan de kop van de steenponton opgesteld.

6.4.1.2 Laden Tols

Het vullen van de lepel en het kettingnet gebeurde in twee charges door de Brøyt-kraan.

Voor de lepel gemiddeld 7 ton en voor het kettingnet 9 ton per charge. Het plaatsen van de 2 m³ betonblokken gebeurde in twee charges van twee blokken.

6.4.2 Steenasfaltkubels

6.4.2.1 Laden Patella

Het vullen van de kubels op de Patella gebeurde als volgt:

- de kubels met binnenzak hingen in de Patella (maximaal 12 stuks) en waren aan de onderkant dichtgemaakt;
- door middel van een vultrechter werden de kubels vanaf de loswal met 25 ton steenasfalt met een temperatuur van circa 140°C (minimaal 120°) gevuld;
- de volle asfaltzak werd van het kubelframe losgemaakt en aan de bovenkant dichtgemaakt;
- om warmteverlies te voorkomen werden de kubels afgedekt met aluminium luiken;
- nadat alle kubels waren gevuld, werd de trechter op de loswal geplaatst of boven de achterste kubel geparkeerd.

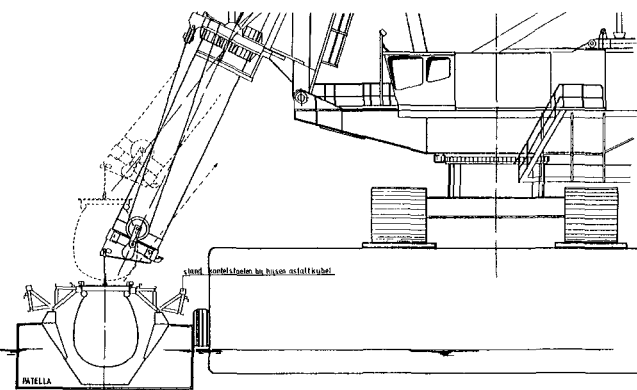
6.4.2.2 Laden Tols

Allereerst werd de temperatuur van het te handelen asfaltmengsel gemeten. De Tols zwenkte tot boven de kubel waarna de hijsdraden werden gekoppeld aan het frame.

De grendeldraden werden aan de kubel gekoppeld waarna deze door het schoorstellen van de makelaar en het hijsen van de kelly werd getransporteerd (zie figuur 22). De Patella werd vervolgens verhaald om de volgende kubel te kunnen oppakken.

6.4.2.3 Terugplaatsen kubels

De lege "zachte" kubels werden door de Tols aan dek van de Trias geplaatst.



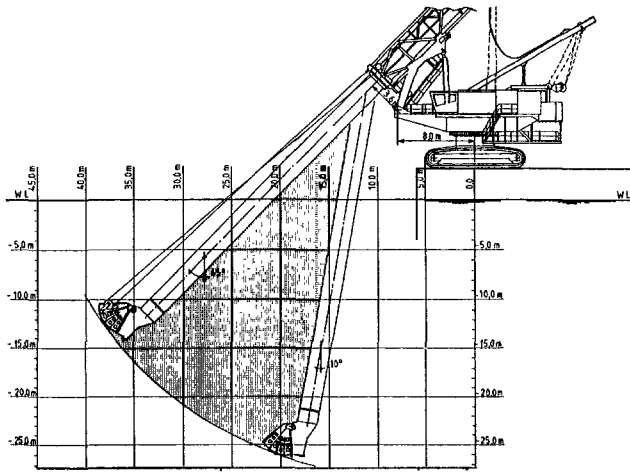
Figuur 22 Hijsen asfaltkubel

De hulpkraan (Clark Lima) pakte de lege kubel op, waarna een nieuwe zak in de kubel werd aangebracht.

Nadat de laatste kubel was verwerkt, werden alle lege kubels terug in de Patella geplaatst.

7. Verwerken materialen

7.1 Met de lepel (zie figuur 23)



Figuur 23 Werkbereik bij gebruik lepel

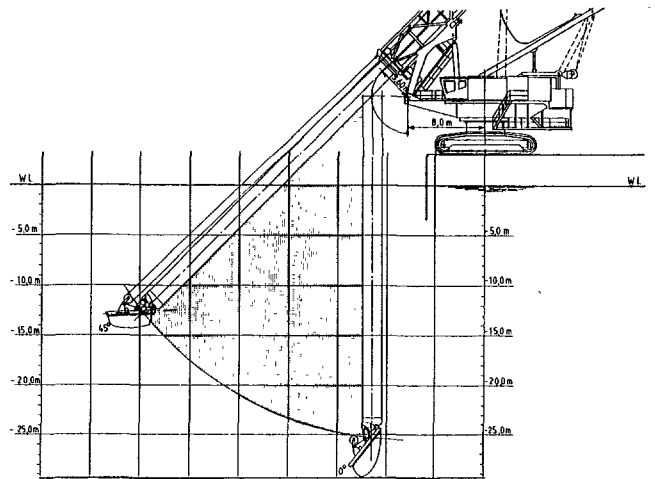
Uitgangspunten:

- de storthoogte van onderkant lepel tot bovenkant theoretisch topplaagniveau zo klein mogelijk (doch minimaal 2 m);
- bij het storten tegen de pijler: lepelafstand tot pijler minimaal 1,35 m, maximale hoek kelly circa 10° (ten opzichte van lengteas pijler en gezien in het horizontale vlak);
- het stortbereik met de kelly in het verticale vlak ligt tussen 10° - 45° (ten opzichte van Z-as kraan);
- mogelijke gradatie te storten breuksteen: 0,3-1 ton en 1-3 ton. Bij halve lepelladingen (gemiddeld 7 ton): 3-6 ton en 6-10 ton;
- het maximale stortgewicht per charge: 15 ton;
- het gemiddelde stortgewicht per charge: 14 ton.

7.2 Met de kettingnetbalk (zie figuur 24)

Uitgangspunten:

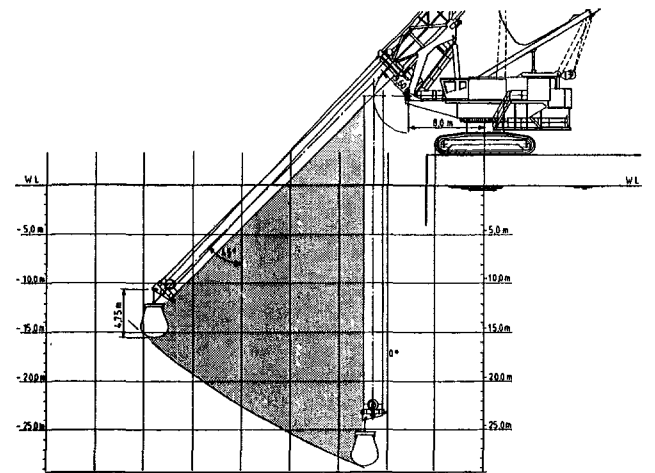
- de storthoogte van onderkant net tot bovenkant theoretisch topplaagniveau zo klein mogelijk (doch minimaal 2 m);
- geen gebruik van het kettingnet bij storten van de stroken A, B en C tussen de pijlers;
- de afstand van het kettingnet tot aan de pijler (kopse kant) is minimaal 1,35 m;
- het stortbereik met de kelly in het verticale vlak ligt tussen 0° - 45° (ten opzichte van Z-as kraan);



Figuur 24 Werkbereik kettingnetbalk

- mogelijke gradatie te storten breuksteen: 0,3-1 ton, 1-3 ton, 3-6 ton en 6-10 ton;
- het maximale stortgewicht per charge: 20 ton;
- het gemiddelde stortgewicht per charge: 18 ton.

7.3 Met de asfaltkubel (zie figuur 25)



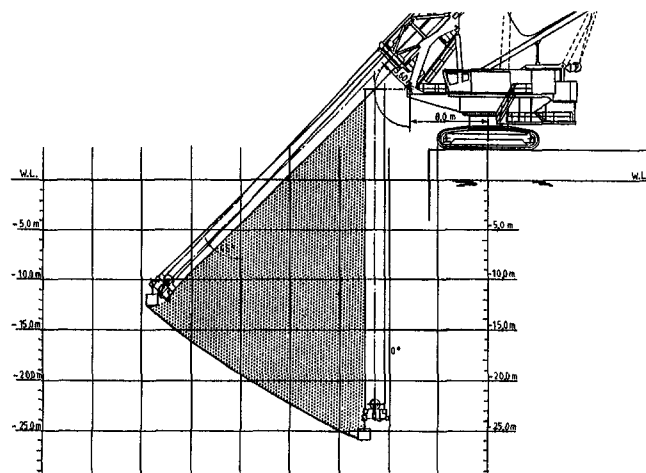
Figuur 25 Werkbereik bij gebruik hijsaak met asfaltkubel

Uitgangspunten:

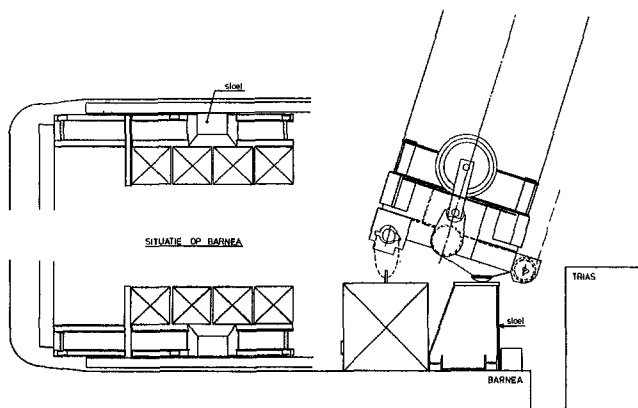
- de storthoogte onderkant kubel tot bovenkant theoretisch topplaagniveau: onbeperkt;
- de minimale afstand tussen hijsframe en pijler: 1,35 m;

- het stortbereik met de kelly in het verticale vlak ligt tussen 0° - 45° ;
- het maximale stortgewicht per charge: 25 ton.

7.4 Met de blokkenbalk (zie figuur 26 en 27)



Figuur 26 Werkbereik bij gebruik hijskraan met blokkenbalk



Figuur 27 Aanpakken $2m^3$ blokken

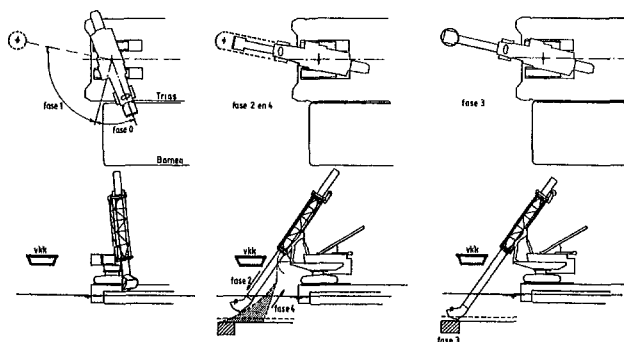
Uitgangspunten:

- de storthoogte onderkant blokken tot bovenkant theoretisch toplaagniveau zo klein mogelijk (minimaal 2,0 m);
- de afstand blokkenbalk tot aan dorpelbalk: 0,35 m;
- de afstand blokkenbalk tot aan hijsoor pijler: 0,60 m;
- het stortbereik met de kelly in het verticale vlak ligt tussen 0° - 45° ;
- mogelijke gradatie stortmateriaal: alleen $2 m^3$ blokken;
- het gemiddelde stortgewicht per charge: 4 blokken x 4,5 ton = ca. 18 ton.

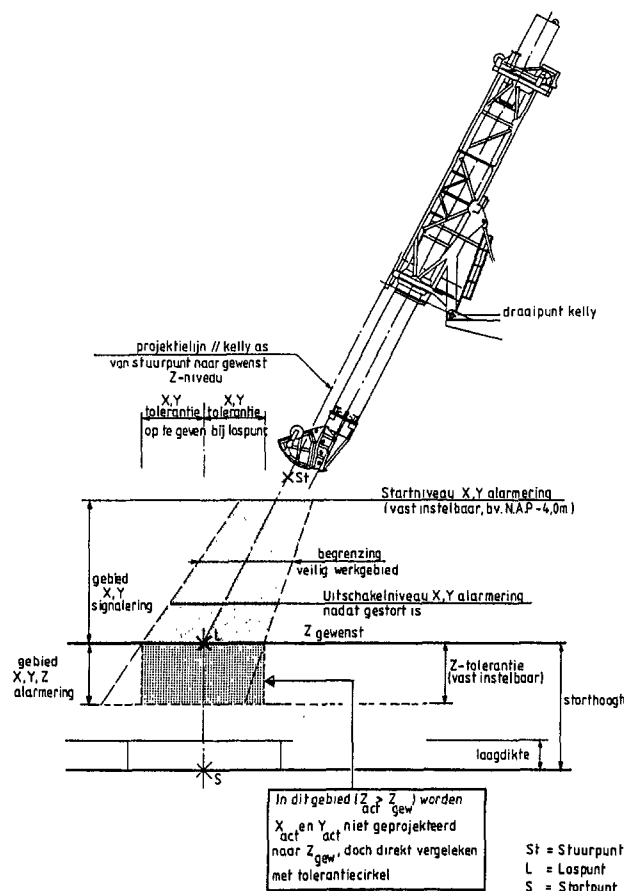
7.5 Stort- c.q. plaatsproces materialen

Voor alle aan te brengen materialen gold in principe eenzelfde werkmethode. Achtereenvolgens werden de volgende handelingen uitgevoerd (zie ook figuur 28):

- de Trias startte in een stortvak met een geladen ponton langs zij;
- de Tols-kraan werd ingemeten. Het programma was opgestart, de gegevens konden door de bedieningsman



Figuur 28 Losfasen



Figuur 29 X,y-alarmering door tolerantiecirkels en z-alarm

worden ingevoerd, het losvak was zichtbaar op de monitor;

- het geëigende hulpstuk werd gebruikt;
- de grenswerkbaarheid werd gecontroleerd;
- de makelaar werd onder een bepaalde hoek gesteld;
- de kraan zwenkte met de kelly naar het verstevigde dek van de steenponton (bij de Barnea's) of tot boven de zachte kubel (bij de Patella);
- het materiaal werd geladen of vastgepakt;
- het hulpstuk aan de kelly werd opgehaald;
- de kraan werd gedraaid totdat de kelly boven water in de juiste richting wees van de gewenste loslocatie;
- de makelaar werd zodanig "schoor" gesteld dat de schuine projectie over de loslocatie viel (zie figuur 29);

- het hulpstuk (geladen) werd tot de gewenste hoogte neergelaten;
- het hulpstuk werd op het juiste niveau fijn gepositioneerd;
- de lading werd gelost;
- het hulpstuk (kelly) werd opgehaald tot boven de waterpiegel;
- visueel werd een en ander gecontroleerd;
- de makelaar werd weer schoor gesteld;
- het hulpstuk werd opgehaald tot boven "obstakels";
- daarna werd gezwenkt naar de ponton en de cyclus begon opnieuw.

pontonpositie gecontroleerd. De Trias beschikte met dit systeem dus niet over een permanente plaatsbepaling. Alleen tijdens het peilproces (peilen met de peilplaat) werd elke positie ingemeten met behulp van de reflectorunit bovenop de kelly. Als back-up voor de tachymeter diende de sextant en werd gebruik gemaakt van raaien. Bij het storten waren bewegingen van de ponton niet zichtbaar omdat voor de ponton een vaste positie was aangenomen.

Tijdens de fase aanbrengen toplaag drempel in de Roompot en in een later stadium, de aanstortingen, was het noodzakelijk om dicht bij de pijler (c.q. dorpelbalk) te kunnen storten dan met het oorspronkelijke systeem mogelijk was.

Dit om goede aansluitingen te realiseren doch zonder met de kelly tegen de pijler aan te stoten.

Besloten was daarom het survey-systeem zodanig te wijzigen dat een permanente plaatsbepaling aanwezig was en de positie van het hulpstuk exact kon worden bepaald.

De plaatsbepaling vond daarom plaats met de Aga-Minilir-combinatie waarbij de reflectorunit op de kelly werd ingemeten. Ter vereenvoudiging van de invoer en beperking van fouten werd een invoertester en een zelftest routine gemaakt.

Bijkomende voordelen van het Aga-Minilir-systeem waren het sneller kunnen positioneren van de ponton en een betere procesregistratie. Dit systeem werd gerealiseerd tijdens de uitvoering in de Schaar van Roggenplaat. Als back-up werd de tachymeter gebruikt.

8.4 Stroommeting

Met een meetvis werd de stroomrichting en de stroomsnelheid met de daarbij behorende diepte zowel op de brug als in de kraancabine zichtbaar gemaakt.

8.5 Peilen met de peilplaat

Voor het peilen van het gerealiseerde werk was een speciaal hulpstuk ontwikkeld, dat aan het frame van de kelly werd bevestigd. Hierdoor ontstond een "veredelde" peilstok waardoor met name het gedeelte van de toplaag onder de te plaatsen dorpelbalk zeer secuur en met 100% dekkingsgraad van de oppervlakte kon worden gepeild.

De dorpelbalk immers werd opgelegd in de pijlervoet en mocht niet halverwege, op een te hoog liggende steen, dragen.

Om geen risico te nemen werd een strook van 2,0 m aan weerszijden van de dorpelbalk op dit niveau aangelegd en uitgepeild.

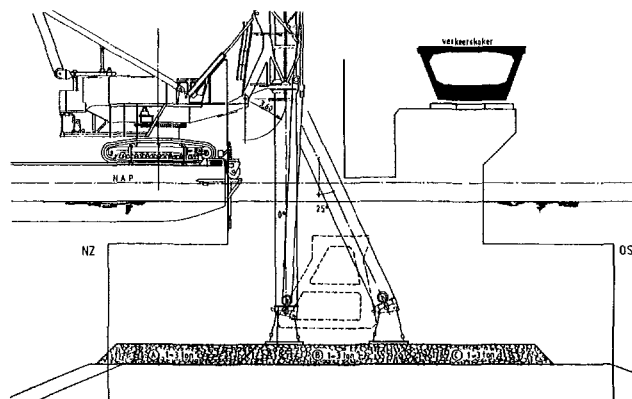
Uitgangspunten peilen (zie figuur 31 en 32)

- Toegestaan peilbereik:
makelaarshoek $0^\circ - 30^\circ$ (ten opzichte van Z-as kraan);
- Bij peilen naast de pijlersponning:
minimale afstand tussen de peilplaat en de pijler = 0,5 m.

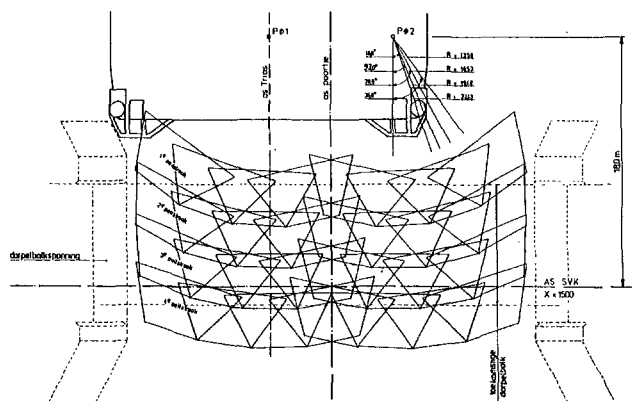
8.6 Keuring en kwaliteit van het gemaakte werk

Voor de keuring van het gemaakte werk werd gebruik gemaakt van de profiler-profielen, opgenomen met behulp van een Mesotech 965 profiler vanaf het inspectievaartuig "Wijker Rib".

Voor de inzet van dit inspectiemiddel en het gebruik van de uitkomsten van de metingen wordt verwezen naar 8.7 Inspecties.



Figuur 31 Peilen



Figuur 32 Peilmethode

De uitkomsten van het storten van de aanstortingen waren aanvankelijk zodanig dat het oorspronkelijke stortpatroon meerdere malen moest worden aangepast.

Voor de poortjes die niet aan de eisen voldeden werd een reparatieplan opgesteld. Uitgangspunt was repareren met 1 m³ blokken (lepel) in de teen en in het talud en met 2 m³ blokken (blokkenbalk) in de kruin van het talud en tegen de dorpelbalk omdat ter plaatse niet met de lepel kon worden gewerkt.

Ondanks het feit dat er in de stroomgeulen Hammen en Schaar van Roggenplaat met flinke hoeveelheden blokken werd gerepareerd, moest een beperkt aantal poortjes toch nog voor een tweede maal worden behandeld.

Meestal werd dit veroorzaakt doordat de blokken niet in een gat rolden, maar in de directe omgeving bovenop de reeds gestorte exemplaren terecht kwamen.

In de Roompot werd in eerste instantie van start gegaan met 2 m³ betonblokken met zowel extra blokken in de teen als in het talud. Uit de profileropnamen bleek dat, ondanks de vele aanpassingen (zowel het aantal blokken als de stortvolgorde) van de acht uitgevoerde poortjes slechts twee poortjes in één keer aan de eisen voldeden. De rest van de Roompot werd uitgevoerd met een combinatie van 2 m³ en 1 m³ blokken.

De voor de Noordzeezijde-aanstorting geldende eisen waren dusdanig geformuleerd dat een handmatige verwerking een zeer tijdrovende bezigheid zou zijn. De eerste uitwerkingen gaven al aan dat minstens twee à drie dagen

per locatie nodig waren voordat -na uitplotten van de profiler-profielen- een uitspraak kon worden gedaan over de kwaliteit van de constructie. Het automatiseren van de gegevensverwerking lag op dat moment voor de hand. Het resultaat van het daarvoor opgestelde programma werd vergeleken met het resultaat van de handmatige bewerking. Dit gaf echter een dusdanig interpretatieverschil dat met deze automatische verwerking werd gestopt.

8.7 Inspecties

De Trias beschikte niet zelf over inspectiemiddelen om de aanstortingen te controleren. Deze controle werd hoofdzakelijk uitgevoerd door het inspectievaartuig "Wijker Rib", dat was voorzien van een Mesotech 965 profiler. Incidenteel werden met behulp van de peilvliet Steenvliet sonaropnamen gemaakt en duikinspecties gepland. Tevens werd voor controle van de omkegeling van de randpijlers gebruik gemaakt van de peilboot Scholekster. Met de Wijker Rib werden profileropnamen gemaakt met een onderlinge afstand van 1 m loodrecht op as van de kering. Van alle poortjes werd minimaal een in- en uitpeiling gemaakt.

De inpeilingen werden zowel gebruikt bij de werkvoorbereiding (stortpatronen) als bij de kwaliteitsanalyse (verband tussen gerealiseerde aanstorting en ondergrond).

De uitpeiling werd gebruikt voor de definitieve keuring. Bij de keuring werd gekeken of de profielen zowel voldeden aan een gemiddelde als aan een minimum profiel. De positie van de profiler (in x-richting) bij de uitpeiling werd zodanig gekozen, dat er een goede indruk kon worden verkregen van de kruin als ook van het talud van de aanstorting. Incidenteel werden er ook uitpeilingen gemaakt (h.o.h. 0,5 m) om het stortresultaat nader te kunnen analyseren.

Sonaropnamen en duikinspecties hebben slechts incidenteel plaatsgevonden en dan nog alleen in de beginfase. De sonaropnamen wezen uit of er betonblokken van het talud of buiten het poortje (pijlers) waren terechtgekomen. Door middel van duikinspecties werd beoordeeld hoe de betonblokken tegen de dorpelbalk aansloten en of er beschadiging was opgetreden.

Om de omkegelingen te kunnen keuren, werd met de peilboot een zo dicht mogelijk raaiet gevaren. De peilboot voer vrijwel altijd oost-west-raaien, dat wil zeggen loodrecht op de as van de kering. Peilingen werden benut om laagdikten en de taludhelling te bepalen (gemiddelde en locale hellingen).

9. Documentatielijst

Varianten voor drempeltoplaagstorter, 4 Probu-R-81004

Keuze toplaagstorter, 31 DREM-M-81058

Leveren Weserhütte-makelaarkraan, DED-1750/88

Variabele deiningcompensatie instelling Trias, 31 DREM-M-85053

Deiningcompensatoren Trias, R/KB-3542

Kunststofweefselzakken en steenasfalt ten behoeve van toplaag drempel, DED-1750/204

Literatuurlijst:

Programma van eisen en randvoorwaarden, 43 TOLS-M-81049

Charterparty tot het charteren van een ponton ten behoeve van de toplaagstorterkraan, Ovk. DED-2171

Draaiboek drempelbedrijf

Driemaandelijke berichten nrs. 102 (november 1982) en 113 (augustus 1985)

Evaluatienota toplaag drempel, 31 DREM-N-85149

Evaluatienota aanstortingen dorpelbalken, DREM-N-86022

Gaten tussen de asfaltzakken, 311 KWO-M-84420

Steenasfaltzakken Hammen, 311 KWO-M-84337

Keuren toplaag drempel, 311 KWO-M-84316

Werkmethode bouwen breukstenen dammen, 318 DBB-M-84007

