

deltawerken

februari 1968 nummer 43



deltawerken

REDACTIE : DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

ABONNEMENTEN,
VERKOOP LOSSE NUMMERS:
STAATSUITGEVERIJ, CHR. PLANTIJNSTRAAT - 'S-GRAVENHAGE

De prijs bedraagt f8,- per jaar of f2,25 per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 115 De invloed van de waterbouwkundige werken op de kust van Z.W.-Nederland
- 129 Het ontwerp van de doorlaatcaissons voor het Brouwershavensche Gat
- 137 De oeververdediging van Noord-Beveland
- 144 De werkhaven 'Sophiapolder'
- 147 Het asfaltschip

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

- 153 De mechanische steenstorter 'Lauwerszee'
- 157 **Vorderingen**

De grote waterbouwkundige werken in het zuidwesten van ons land, met name de afsluiting van de zeearmen en de aanleg van de havenhoofden van de Europoort, zullen de waterbeweging in het aansluitende kustgebied doen veranderen. Als gevolg daarvan zal ook de morfologische ontwikkeling van de kust wijziging ondergaan. Thans verkeert het gebied morfologisch in een dynamisch evenwicht, hetgeen wil zeggen dat veranderingen in de bodemligging zich slechts geleidelijk voltrekken. Weliswaar treden er in het beschouwde gebied relatief grote sediment-verplaatsingen op, maar de natuurlijke invloeden die de verplaatsing van het sediment bewerkstelligen, zoals getijstromen, zeegolven en wind, compenseren elkaar in hun uitwerking.

De uitvoering van de grote waterstaatkundige werken laat twee van de genoemde factoren, namelijk de zeegolven en de wind, in eerste instantie onbeïnvloed. De getijstromen zullen daarentegen zozeer worden gewijzigd, dat het morfologisch evenwicht erdoor wordt verstoord. Door aanpassing van de bodem en van de kustlijn zal op den duur een nieuw evenwicht worden bereikt. In dit nieuwe evenwicht zullen ook golven en wind een andere invloed uitoefenen dan in de oorspronkelijke toestand. De invloed van golven en wind is dus indirect. Zowel tijdens de aanpassing als in de uiteindelijke toestand kunnen situaties voorkomen die uit waterstaatkundig oogpunt minder gunstig zijn. Het is echter mogelijk de morfologische ontwikkeling van het gebied kunstmatig te beïnvloeden, zodat niet alleen ongewenste situaties vermeden kunnen worden maar mogelijk zelfs betere omstandigheden geschapen kunnen worden voor de meest wenselijke functionele bestemming van het beschouwde gebied.

De verschillende belangen die bij de ontwikkeling van de kust moeten worden beschermd, stellen ieder hun eigen eisen. Voor de veiligheid is het noodzakelijk dat de zeekering zeewaarts van de afsluitdammen onder alle omstandigheden voldoet aan de eisen die in de Deltawet zijn vastgesteld. Uit een oogpunt van waterhuishouding dient de lozing van opperwater, van zout kwelwater en van afvalwater uit het Deltagebied te allen tijde te zijn verzekerd. De belangen van de scheepvaart vereisen dat de toegangswegen naar de Europoort, het Haringvliet en de Westerschelde met een minimum aan onderhoudskosten op de vereiste vaardiepte kunnen worden onderhouden. Daarnaast is uitbreiding gewenst van de voor recreatie geschikte stranden, mede ter vervanging van de stranden die door de ontwikkeling nadelig beïnvloed zullen worden. Voor het verlies van beschermde natuurgebieden die door de ontwikkeling bedreigd worden, zal compensatie moeten worden gevonden.

Waterloopkundig regime van het kustgebied

De vloeiende kustlijn van het zuidelijk deel van de Noordzee tussen Den Helder en het Kanaal wordt in het Deltagebied onderbroken door een systeem van zeegaten en eilanden. De koppen van de eilanden steken verscheidene kilometers buiten deze vloeiende lijn. Vóór deze koppen ligt een ondiep gebied, de onderzeedelta van de zeegaten.

Zowel de vooruitgeschoven ligging van de eilanden als de onderzeedelta moeten worden verklaard uit het feit dat ze liggen in een gebied waar het systeem van getijstromen op de Noordzee overgaat in dat van de zeegaten.

De getijbeweging in het zuidelijk deel van de Noordzee kan schematiserend worden beschreven als een golf die tegen de gesloten zijde van een aan één kant open rechthoekig bekken weerkaatst. Deze beweging wordt echter in belangrijke mate verdraaid door de aardrotatie. De golf treedt het bekken binnen aan de open zijde in het noorden – het profiel tussen Texel en de noordkust van Norfolk – en weerkaatst tegen de kust nabij Dover. Hoewel de invloed van het Kanaal merkbaar is tot voor de Belgische kust, blijft het geschetste beeld gelden.

De belangrijkste kenmerken van het getijstelsysteem in de Noordzee kunnen als volgt worden samengevat.

De maximale stroomsnelheden treden in bijna het gehele bekken nagenoeg gelijktijdig op; de maximale vloedstromen vallen bovendien ongeveer samen met de hoogste, de maximale ebstromen met de laagste waterstanden langs de Nederlandse kust.

De getij-amplituden nemen langs de kust van noord naar zuid toe. Er is een verschuiving in het tijdstip van H.W. langs de kust van zuid naar noord; de vloedstroom is ook van zuid naar noord gericht. Het bekken heeft in dit opzicht het karakter van een getijrivier met een tamelijk steile begrenzing ter plaatse van de onderwaterdelta, ongeveer tussen de dieptelijnen van N.A.P. – 15 m en N.A.P. – 20 m.

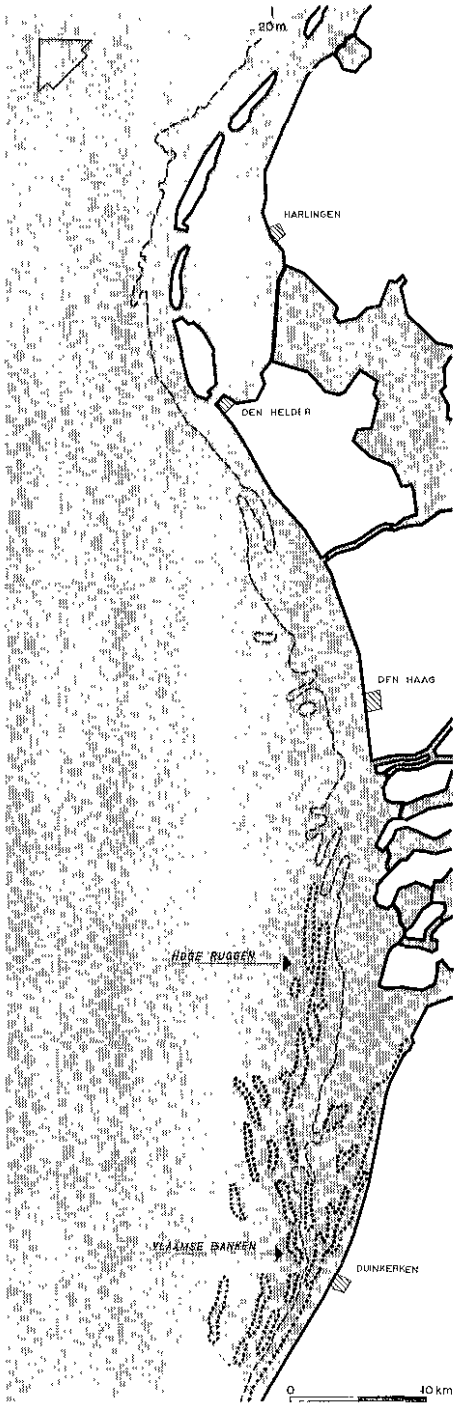
De bodemgesteldheid van de Noordzee wordt in overwegende mate bepaald door de invloed van de getijstromen, hetgeen blijkt uit haar morfologische eigenaardigheden. Op de bodem vindt men een systeem van langgerekte diepgelegen banken en geulen, ongeveer evenwijdig met de vloedrichting. Deze banken en geulen schijnen een voortzetting te zijn van het veel ondieper gelegen systeem van de Vlaamse banken. Bijna overal voor de Nederlandse kust waar de diepte groter is dan 18 m, komen zandruggen, zogenaamde megaribbels voor, met asymmetrische, in de vloedrichting steilere en loodrecht op de hoofdstroom gerichte kammen, die 5 tot 8 m hoog kunnen zijn.

De golven op de Noordzee zijn meestal niet in staat de richting van de sedimentbeweging en daarmee de bodemfiguratie aanzienlijk te beïnvloeden. Daarvoor zijn de diepten te groot en is de gemiddelde periode van de Noordzeegolven – 4 à 5 sec. – te kort. Wel kan de sedimentbeweging bij storm door de golven worden geïntensiveerd, zodat de getijstromen dan meer zwevend sediment kunnen verplaatsen.

De getijstromen in de zeegaten ontstaan door de voortplanting van de getijgolven vanuit de Noordzee landwaarts.

Op het tijdstip van hoogwater is de waterstand gemiddeld iets boven N.A.P., op het tijdstip van laagwater iets beneden N.A.P. Dan zijn de snelheden op de Noordzee ongeveer minimaal. In het algemeen zijn de vloedstromen over de banken belangrijker dan de ebstromen, die meer geconcentreerd zijn in de geulen. Het door de vloed in de geulen gebrachte sediment kan bij eb weer worden opgenomen en in de richting van de Noordzee getransporteerd.

Fig 1 De Nederlandse kustboog



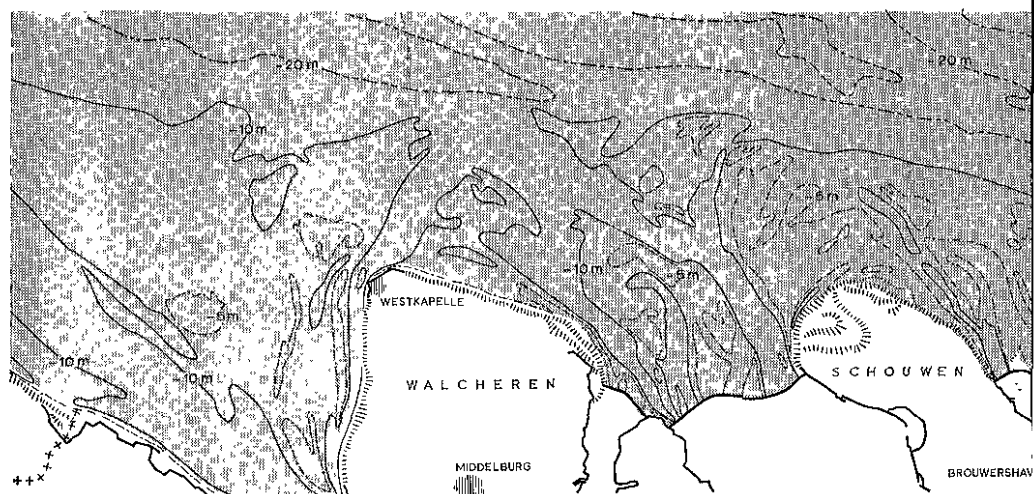
In de zeegaten handhaaft zich daardoor een dynamisch evenwicht in de sedimentbeweging, dat zich manifesteert in de nagenoeg constante verhouding van profieloppervlak (in m^2) en getijvolume (in m^3). Zie ook Driemaandelijks Bericht nr. 40 (mei 1967). Het dynamisch evenwicht geldt slechts voor de doorstroomoppervlakte als geheel. In het zelfde profiel kunnen gelijktijdig erosie en sedimentatie voorkomen. Het verschil tussen de vloed- en ebstromen veroorzaakt bovendien met de tijd veranderende verdelingen van de afvoeren over de geulprofielen. Daardoor verschillen de sedimentverplaatsingen tijdens vloed en eb binnen het zeegat en zelfs aan weerszijden van de geulen zelf. Terwijl bijvoorbeeld de ebstroom één zijde van de geul erodeert, kan door de vloed aan de andere zijde van de geul sedimentatie worden veroorzaakt. De geul verlegt dan in de loop van de tijd zijn profiel, terwijl de sedimentbalans van het profiel toch steeds in evenwicht is gebleven.

De bodemgesteldheid in de zeearmen wordt gekenmerkt door de verplaatsingen van geulen onder invloed van de ongelijke invloed van de vloed- en ebstromen op de sedimentbeweging. In gebieden waar de bodemsedimenten veel slib bevatten wordt ten gevolge van de geulerosie ook veel slib in suspensie opgenomen en in sedimentatiegebieden weer afgezet.

De verhoogde slibgehalten van het water die in deze gebieden voorkomen, zijn grotendeels door de voortdurende geulbeweging te verklaren. Terwijl de slibgehalten in het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde, die stabielier zijn, meestal niet boven 100 mg/l komen, en de bovenrivieren water met gemiddeld minder dan 70 mg/l slib aanvoeren, is het slibgehalte in de mond van de Westerschelde gemiddeld 200 mg/l en in het Haringvliet 200 à 300 mg/l. De slibgehalten van de bodem zijn in de laatstgenoemde zeearmen dan ook aanzienlijk groter dan in de twee eerstgenoemde.

De ongelijke invloed van eb en vloed blijkt ook uit de samenstelling van de bodem, die in het Haringvliet grotendeels uit zogenaamde spekkeoklagen bestaat, opgebouwd uit afwisselende laagjes van zand en slib.

Fig. 2 De onderzeedelta en de eilandkoppen



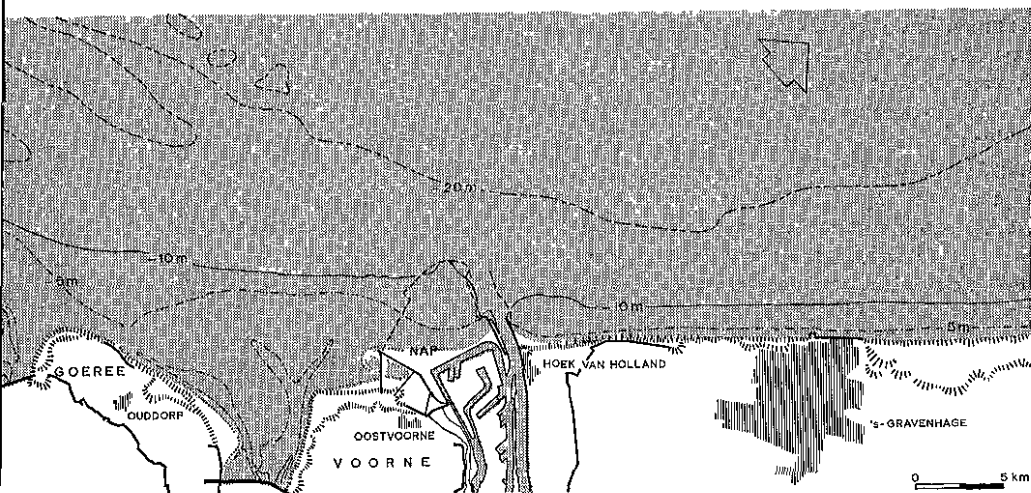
De onderzeedelta en de eilandkoppen

Ten gevolge van het faseverschil tussen de getijstromen op de Noordzee en die in de zeegaten, draait de stroomrichting op de onderzeedelta in de loop van het getij volledig rond en kennen de stromen op de ondiepten tussen de twee systemen nagenoeg geen kentering. Vlak voor de koppen van de eilanden liggen gebieden die ondieper zijn dan de rest van de onderzeedelta.

Deze ondiepten liggen in de stuwgebieden van de zich naar de aangrenzende zeegaten splitsende vloedstromen, terwijl ze ten opzichte van de ebstromen in de luwte van de eilanden liggen.

Tengevolge van de eerdergenoemde faseverschillen van het getij, waarvan de invloed versterkt wordt door de onderlinge faseverschillen tussen de stromen in de verschillende zeegaten, worden deze gebieden doorsneden door weinig stabiele dwarsgeulen. Alleen onmiddellijk voor de koppen van de eilanden zijn de verbindingsgewen meer stabiel. De golven spelen in dit gebied een bijzonder belangrijke rol in de morfologie. In de relatief ondiepe gebieden boven N.A.P. - 8 m versterken de golven niet alleen het zandtransport door getijstromen, doch ze beïnvloeden ook de richting van de sedimentbeweging. Naarmate de gebieden ondieper zijn, wordt in de branding meer sediment kustwaarts verplaatst. Waar de getijstromen zwak zijn kan de invloed van de golven op het bodemprofiel overheersen. Zijn de getijstromen zeer zwak dan kunnen windgolven de bodem opbouwen tot een hooggelegen plaat of zelfs tot een schoorwal. Anderzijds zijn echter zelfs zwakke stromen in staat om het zand dat in de brandingszone in suspensie wordt gehouden, in zeer grote hoeveelheden te verplaatsen. De getijstromen worden op de onderzeedelta oververzadigd met sedimenten zodra ook maar enige golfslag vanuit de Noordzee dit gebied bereikt.

De bodemfiguratie van de onderzeedelta is grillig en weinig stabiel als gevolg van de wisselwerking tussen de invloed van de golven en die van de getijstromen. Het verschil



tussen de sedimentgehalten bij vloed en bij eb is aanzienlijk. De vloed voert doorgaans veel zand naar de zeegaten toe, vooral over de ondiepe banken. De sedimentbalans wordt in evenwicht gehouden doordat hetzelfde materiaal, soms vermengd met slib uit de zeegaten, gedurende eb via de geulen terug gevoerd wordt.

Op de ondiepe gronden vlak voor de koppen der eilanden, waar betrekkelijk geringe stroomsnelheden voorkomen, heeft de branding een overwegende invloed op de zandbeweging.

Door de vorm van de ondiepten voor de eilanden worden de golven op de eilandkoppen geconcentreerd. In de branding wordt dan zand langs beide zijden van de eilanden naar de zeegaten gevoerd. Het morfologische evenwicht kan in dit gebied slechts gehandhaafd worden indien het zand uit de geulen van de zeegaten weer door golven op het strand wordt teruggebracht. De zandaanvoer uit de geulen is echter niet altijd even groot. Wanneer een geul voor een eiland tijdelijk verdwijnt en een bank zich met de kust verheelt, komt in korte tijd een grote hoeveelheid zand op de kust aan. De golven in de brandingszone en de wind op het strand verspreiden dit zand langs de gehele strandkust. De hierdoor veroorzaakte afwisselende aanwas en erosie van de kust kan een periodiciteit hebben van enkele tientallen jaren zoals op Voorne, tot meer dan een eeuw, zoals is waargenomen op Goeree.

De veiligheid van de eilanden tegen overstromingen wordt aan de Noordzeekust gewaarborgd door de duinen. De duinen worden door de wind opgebouwd en door stormen, voornamelijk als gevolg van branding bij hoge waterstanden, soms gedeeltelijk weer afgebroken. De aanvoer van zand door de relatief lage branding bij geringe windkrachten en normale waterstanden is voor het herstel van de duinen onmisbaar.

De vorm van de eilanden wordt dus beheerst door alle drie de factoren die de zandbalans bepalen: de getijstroom in de zeegaten en in de geulen voor de koppen, de windgolven, met name de branding, en de wind op het strand.

De invloed van de Deltawerken en van de Europoort

De debieten van de Waterweg zullen vermeerderd worden met de komberging van de Europoorthavens. Door verlenging van de havenmond bij Hoek van Holland zal het water op een grotere afstand van de tegenwoordige kustlijn in de Noordzee uitstromen. De stromen in de mond van het Haringvliet zullen door de afsluiting van deze riviermond in zeer belangrijke mate worden gewijzigd en beperkt. De getijstroom in het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde zullen na de uitvoering van het Deltaplan nagenoeg volledig worden afgesneden, maar in de Westerschelde zullen ze praktisch onaangeroerd blijven.

Uit fig. 3, waarop de lijnen van gelijke havengetallen, dus van gelijktijdig hoogwater zijn aangegeven, blijkt dat de invloed van de stromen naar en van de zeegaten op het getij in de Noordzee zich tot 20 km uit de kustlijn kan uitstrekken. Het grotendeels wegvallen van deze stromen zal het verloop van het getij langs de kust niet versnellen. Wel zullen de getijstroom evenwijdig aan de kust gaan lopen en de 'oever' van de Noordzee zal landwaarts verplaatst worden.

Evenals destijds is gebeurd met de onderzeedelta's van de Oude Rijn bij Katwijk en van het uitgestrekte oude mondingsgebied van de Maas voor het tegenwoordige Hoek van Holland, zal ook hier de onderzeedelta op den duur verdwijnen zodat een ononderbroken kustlijn ontstaat. De verplaatsing van de dieptelijn van N.A.P. - 10 m zoals die in fig. 3 is aangegeven, is als tussenstadium zeer waarschijnlijk. Reeds deze aanpassing zal naar schatting enige decennia duren.

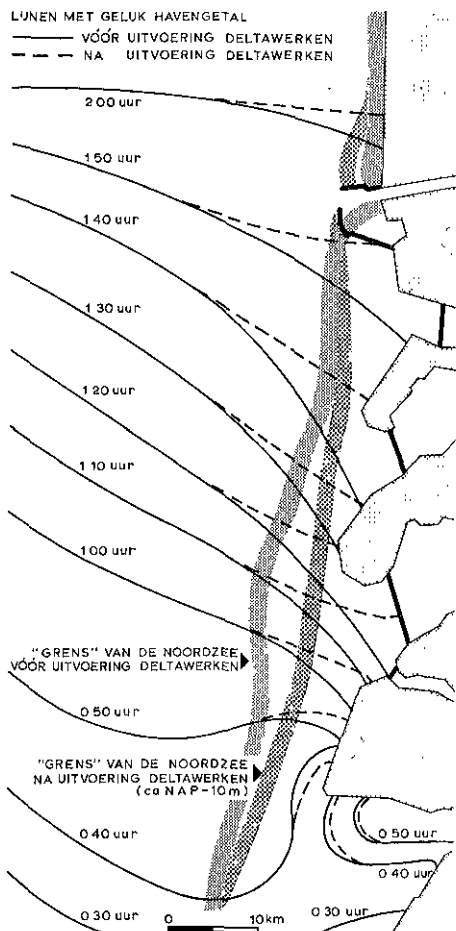


Fig. 3. Verandering van de lijnen met gelijk havengetal en van de Noordzeegrens onder invloed van de Deltawerken

De omvorming van de bodem van de onderzeedelta tot een systeem van langgerekte diepliggende banken door de overheersende zuidwest- en noordooststromen zal vermoedelijk een veel sneller verloop hebben.

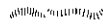
In het zuidwesten van Nederland is de verhouding tussen het totale getijvolume en het gemiddelde doorstroomprofiel in alle zeegaten nagenoeg gelijk. De profielen van alle zeegaten zijn ingesteld op dezelfde kenmerkende stroomsnelheid, die in de zeegaten ongeveer 0,6 m/sec. bedraagt.

Op de onderzeedelta is de invloed van de golven mede bepalend voor de zandbeweging. Lagere getijsnelheden dan in de zeegaten kunnen hier de door brekende golven opgewerkte bodemsedimenten verplaatsen. De kenmerkende snelheden liggen op de onderzeedelta dan ook in de orde van grootte van 0,3 m/sec.


Wanneer een zeegat wordt afgesloten worden de getijstromen beperkt tot de komberging zeewaarts van de afsluitdam; aanvankelijk nemen de stroomsnelheden dan af tot een fractie van de oorspronkelijke waarde. Bij vloed worden zelfs door die zwakke stromen sedimenten vanaf de onderzeedelta aangevoerd. Deze sedimenten zullen bezinken en niet

Fig. 4. Schema van de mogelijke ontwikkelingen van een afgesloten zeevat

••••• GEVAAR VOOR EROSIE

 DUINEN

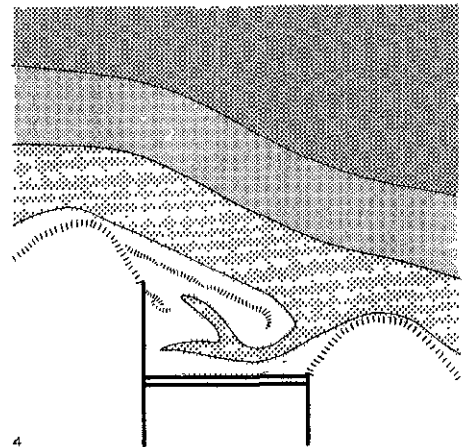
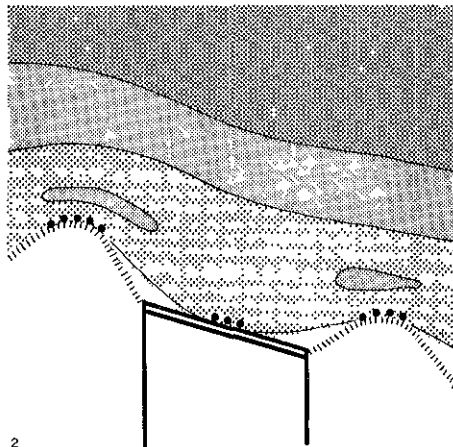
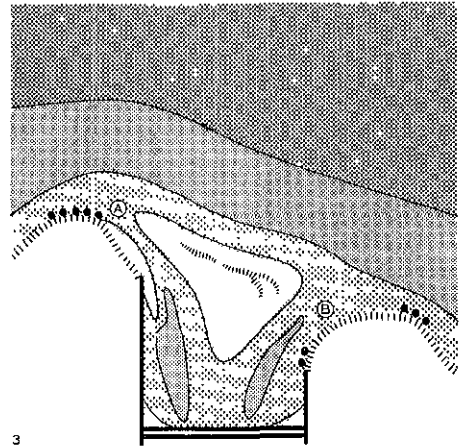
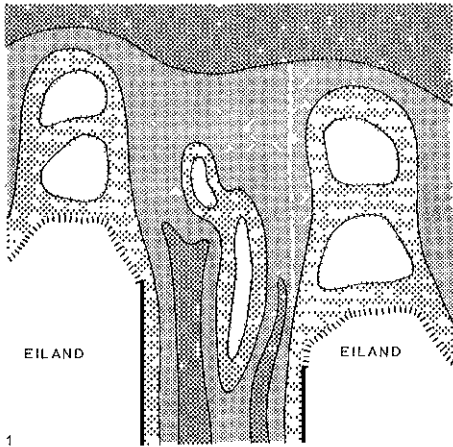
 STRAND

 NAP TOT -2 METER DIEP

 DIEPTE VAN -2 TOT -5 METER

 DIEPTE VAN -5 TOT -10 METER

 DIEPER DAN 10 meter



meer in beweging komen totdat de kenmerkende snelheden de orde van grootte van de oude snelheden weer benaderen. Het bodemmateriaal kan dan weer worden doorgevoerd naar gebieden met geringere stroomsnelheden. De sedimentatie begint waar voldoende sedimenten in suspensie beschikbaar zijn, dat is dus in de invloedssfeer van de golven. Door de golven zullen op de onderzeedelta voor de mond van het zeegat één of meer schoorwallen worden opgebouwd. Afhankelijk van de plaats van de afsluiting kunnen dan drie verschillende evenwichtssituaties ontstaan. Als de afsluitdam ligt binnen het bereik van de golven (situatie 2 in fig. 4), zodat er achter de brandingsgebieden nauwelijks enige komberging overblijft, zullen de golven het zand sneller naar de dam toe verplaatsen dan de kombergingsstroom in staat is om het zeewaarts terug te brengen. Tegen de afsluitdam kunnen dan een strand en zelfs duinen worden opgebouwd. Het bodemmateriaal wordt door golven langs de strandkust verplaatst, totdat zich een dynamisch evenwicht tussen aanvoer en afvoer van zand instelt. Het gebied zeewaarts van de afsluiting zal zich volledig aan de noordoost-zuidwest gerichte getijstromen aanpassen, met als gevolg een versterkte erosie van de koppen van de eilanden.

Een ander beeld (situatie 3) zal ontstaan wanneer een zeegat wordt afgesloten, landwaarts van de invloedzone van de branding. Het zeegat zal in deze zone vernauwd worden door de aangroei van een bank, totdat in de overgebleven geulen (A en B) weer de oude stroomsnelheden worden bereikt.

De getijstromen in deze geulen kunnen iets groter worden dan mogelijk is alleen op grond van de overgebleven komberging. Als gevolg van faseverschillen in het getij tussen de monden van de geulen kan in situatie 3 behalve de vulling en lediging van de kom een niet te verwaarlozen doorstroming achter de bank optreden. De bank in de mond van het zeegat wordt hoofdzakelijk gevormd door zand dat afkomstig is uit de brandingszone. Achter de nieuwe bank zal ten gevolge van de geringe stroomsnelheden in de kom slib worden afgezet.

De vermindering van de afvoeren door een zeegat dat men sluit zal ook de invloed van de getijstroom op de onderzeedelta verminderen. Deze delta zal dan ook gedeeltelijk overgaan tot het normale regiem van de Noordzee en dientengevolge zullen er grotere diepten dicht bij de koppen van de eilanden komen. Alleen binnen de invloedssfeer van de nieuwe geulen zal de onderzeedelta, zij het sterk gereduceerd, blijven bestaan. Op de koppen van de eilanden zal tijdelijk erosie te verwachten zijn omdat zowel de stromen evenwijdig aan de kust als de golfaanval versterkt zullen worden. De zandbalans zal bovendien verstoord worden door de sedimentatie in de mond van het zeegat.

De aanpassing van de richting van de geulen aan de doorstroming van het getij kan versterkte geulerosie van de koppen van de eilanden ten gevolge hebben.

Ook een tussenvorm tussen beide boven geschetste situaties is mogelijk, namelijk (situatie 4) wanneer de sedimentbeweging in de branding zo intensief is dat een van de geulen in het zeegat snel wordt opgevuld zowel door het sedimenttransport en de branding langs het strand van één eiland als door het zand van de buitenbanken. Dan kan zich een zogenaamde strandhaak ontwikkelen en daarachter een haf, die op den duur als een 'slufter' zal verlanden.

Het gebied zeewaarts van het afgesloten Veersche Gat levert een voorbeeld van de veranderingen die de blokkering van een zeegat kan meebrengen (Driemaandelijks Bericht nr. 30, november 1964). Dit gebied heeft zich na de afsluiting in 1961 ontwikkeld als een kustboog (situatie 2 van het schema). De relatief grote golfaanval op de plaat van Onrust heeft deze plaat nu reeds 2 m verlaagd. De verhangen in de Oosterschelde veroorzaken voldoende sterke stromen over deze plaat om een stroomgeul van ca. 6 m diepte te doen ontstaan evenwijdig aan de voet van de dam. Bij de aansluiting van de dam op beide

eilanden vindt men een grote opeenhoping van zand en zelfs duinvorming. Daar zowel ten gevolge van de wind als van de golfbeweging langs de kust van Walcheren overwegend zandtransport in oostelijke richting plaatsvindt, zal vermoedelijk op den duur toch een strandwal of spit voor de dam kunnen worden gevormd. (Situatie 4 van het schema), vooral nadat de Oosterschelde zal zijn afgesloten. Er zijn nu al aanwijzingen voor een ontwikkeling in deze richting.

Een voorbeeld voor de ontwikkeling van een afgesloten zeearm van het tweede type is het Brielse Gat (Driemaandelijks Bericht nr. 20, mei 1962). Daar is na de afsluiting een kom overgebleven met een inhoud van 10 miljoen m³ water. De banken voor de kust, die oorspronkelijk oost-west gericht waren, groeiden binnen één jaar aaneen tot de tegenwoordige Westplaat, die de mond van het overgebleven Brielse Gat grotendeels heeft geblokkeerd. De zuidwest-noordoost gerichte verhangen veroorzaakten een ongelijke stroomverdeling tijdens beide getijden, zodat er een resulterend transport van water in de richting van deze verhangen is ontstaan. De voormalige hoofdgeulen hebben zich eveneens verder ontwikkeld in zuidwest-noordoostelijke richting, waarbij het noordelijkste, het Sluise Gat, met een snelheid van ca. 50 m per jaar landwaarts werd verplaatst, ten koste van de kust van Rozenburg.

De verdere verlanding van het zeegat ging tot 1960 met ongeveer 1 miljoen m³ per jaar nagenoeg onveranderd door, hetgeen overeenkomt met een sedimentgehalte van het binnenstromende water van 100 mg droge stof per liter. Later werd de natuurlijke ontwikkeling van het zeegat verstoord door de sliblozing die in verband stond met de Europoortwerken op Rozenburg.

Te verwachten ontwikkeling van de afzonderlijke gebieden

De afsluiting van het Haringvliet zal de komberging in de mond, oostwaarts van de lijn Zwarte Hoek – Kwade Hoek, terugbrengen van ongeveer 300 miljoen tot ca. 40 miljoen m³

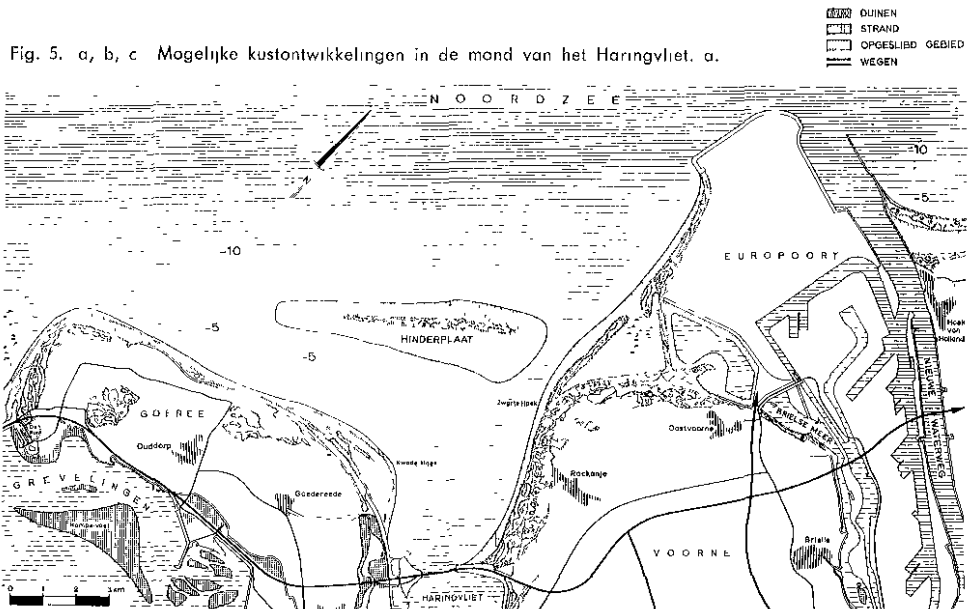


Fig. 5. a, b, c. Mogelijke kustontwikkelingen in de mond van het Haringvliet. a.

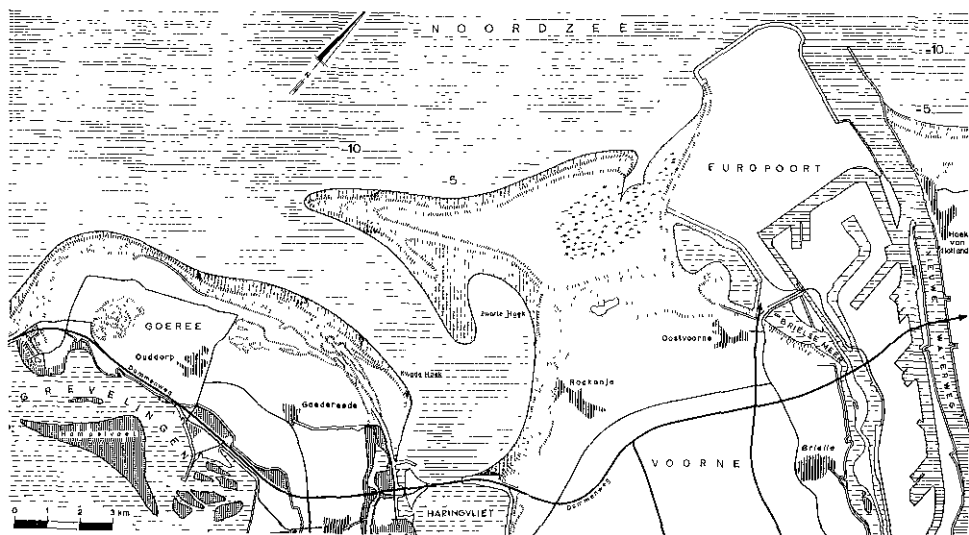
per getij. De uitwateringssluizen zullen altijd gesloten zijn als de waterstanden buiten hoger zijn dan op het Haringvlietbekken. De helft van de tijd zullen de sluisen ook bij eb nagenoeg gesloten blijven, zodat het regiem van de mond onder die omstandigheden niet veel zal verschillen van het eerder besproken principeschema 3.

Gedurende de andere helft van de tijd zullen de sluisen bij eb zoet water afvoeren. De maximale afvoeren per getij zullen variëren van 10 000 m³ per seconde tot 20 000 m³ per seconde bij zeer grote opperwaterafvoer. Op het tijdstip van sluiting van het Haringvliet zullen de havendammen van de Europoort hun grootste lengte al hebben bereikt.

De gevolgen van deze veranderingen zullen in de eerste plaats de onderzeedelta betreffen. Door de verminderde afvoeren verliezen de getijstromen nagenoeg alle transportcapaciteit, zodat op de ondiepe, tamelijk vlakke delta van het Haringvliet de invloed van de golven gaat overheersen. Reeds golven van minder dan 1 m hoogte zullen daar een schoorwal vormen. De invloed van deze golven is evenwel niet te vergelijken met die van de branding. Deze laatste zal gedurende bijna 20% van de tijd op de onderzeedelta voorkomen. Door refractie zal de branding zich concentreren op de ondiepten en het bodemmateriaal aldaar zodanig in beweging brengen dat de schoorwal snel zal worden gevormd. Het proces zal naar verwachting verlopen zoals bij de vorming van de Westplaat voor de mond van de Brielse Maas, waarbij binnen één jaar de bodem van de Maasvlakte en van enkele anders gerichte platen werd omgevormd tot de Westplaat. Kortheidshalve noemen wij de plaat, die in de toekomst in de mond van het Haringvliet zal worden gevormd, nu al de Hinderplaat.

In de branding zullen aanzienlijke hoeveelheden zand voor de opbouw van de Hinderplaat beschikbaar komen. Naar analogie van de snelle vorming van de Westplaat wordt verwacht, dat de Hinderplaat eveneens in slechts enkele jaren na de afsluiting van het Haringvliet gevormd zal worden. De ebafoeren door de Haringvlietssluisen zullen de ontwikkeling van de Hinderplaat wel beïnvloeden, maar niet in overwegende mate.

b.



Het gemiddelde sedimentgehalte van het zeewater ter plaatse is ten gevolge van de golfslag ten minste 300 mg/l, drie maal zo hoog als in het meer afgeschermd Brielse Gat; de vloed zal in het gebied van de Hinderplaat dus ten minste 9 miljoen m³ sediment per jaar aanvoeren.

De Hinderplaat zal ten hoogste 12 miljoen m³ zand bevatten. De eb zal weinig sediment uit de kom achter de Hinderplaat meevoeren, terwijl bij gesloten uitwateringssluizen alle sediment in de kom zal bezinken. Bij open sluisen stroomt relatief schoon water van het Haringvliet door de kom, waardoor de geulen aan beide zijden van de Hinderplaat in stand zullen worden gehouden.

Waarschijnlijk zullen slechts twee geulen aan weerszijden van de plaat overblijven, omdat daar reeds nu de grootste diepten – 6 à 8 m beneden N.A.P. – worden gevonden, zodat de middengeul eerder kans heeft om te verzanden.

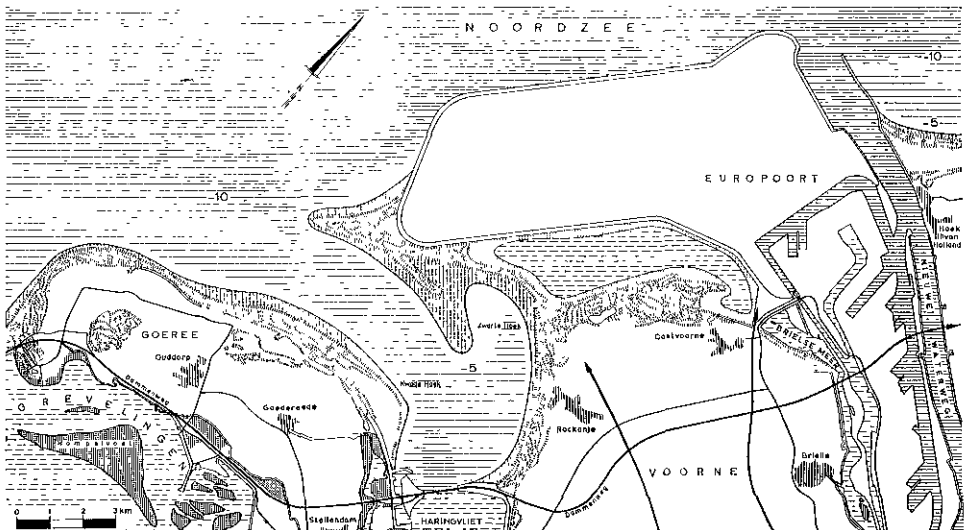
Terwijl alle geulen in de mond van het Haringvliet dus in omvang zullen afnemen zal er ook enige erosie van de oevers optreden als gevolg van de aanpassing van de geulen aan de overheersende verhangen.

De Voornse oever zal ten westen van strandpaal 12 nog meer worden aangevallen door stroom dan op het ogenblik door golfslag. Hoewel de erosie vermoedelijk enigszins geremd zal worden door de kleilaag die bijna overal op 2 à 5 m diepte aanwezig is, zullen er op den duur toch maatregelen nodig zijn om de oever te beschermen.

Minder zeker is de situatie langs de Goereese kust. Indien de sedimentatie in de geul inderdaad de vorm zal aannemen van spekkoeklagen, zoals wordt vermoed, kan bij zeer grote afvoeren van de sluisen en een onzekere afvoerverdeling tussen de geulen langs Voorne en langs Goeree zijdelingse erosie optreden zowel van de Hinderplaat als van de oever van Goeree.

In de kom achter de Hinderplaat zal vooral slib worden afgezet. Afhankelijk van de mate van consolidatie van het rivierslib op het Haringvlietbekken zal het bij grote sluisdebieten

c.





Strandvorming voor de Veersche-Gatdam

gedeeltelijk kunnen worden meegevoerd, doch de totale slibaanvoer uit de rivieren zal in vergelijking met de huidige toestand verminderen. Desalniettemin zal de aanslibbing waarschijnlijk een of enkele miljoenen m^3 slib per jaar bedragen. Het is dan ook waarschijnlijk dat op de stranden achter de Hinderplaat plaatselijk slibafzettingen voorkomen, terwijl het onzeker is of de relatief zwakke golfslag in de kom deze stranden schoon kan spoelen.

Indien er geen maatregelen zouden worden getroffen, zoals onderhoudsbaggerwerk, zou de vaardiepte in de monding van de twee restgeulen te klein worden voor grotere schepen. Vermoedelijk zou in dat geval op de drempels geen grotere diepte dan N.A.P. - 4 m en mogelijk zelfs minder dan N.A.P. - 3 m overblijven.

De nadelige gevolgen van de afsluiting van het Haringvliet zouden grotendeels kunnen worden weggenomen door de ontwikkeling van het kustgebied te versnellen en gedeeltelijk te corrigeren. Het hinderlijkste gevolg, de aantasting van de oever van Voorne, zou men kunnen voorkomen door een verbinding tot stand te brengen tussen de Hinderplaat en de Zwarte Hoek. Verder is het mogelijk om op deze verbindingdam en op de Hinderplaat een stuifdijk op te bouwen, bijvoorbeeld volgens het tracé van fig. 5. Indien in dit werk 4 à 6 miljoen m^3 zand werd ingebracht, kon het met aanstuiven in enkele jaren de stormvloedhoogte bereiken.

Door op deze manier de kombergingsafvoer en de gehele afvoer van de uitwaterings-

sluizen in een enkele geul ter plaatse van het Slijkgat te concentreren zou het in den vervolge eenvoudig zijn om deze geul te stabiliseren, en grotendeels te voorkomen dat de stroomerosie de kust van Goeree bij zeer grote Rijnafvoer aantast. De minimale diepte van N.A.P. – 5 m ten behoeve van de scheepvaart zou gemakkelijk kunnen worden onderhouden.

De afsluiting van de noordelijke geul zou de verdediging vereisen van de aan getijstromen en aan golven zeer geëxposeerde punt van de Hinderplaat. Deze punt zou moeten worden opgebouwd tot een bastion. Het is echter vrijwel zeker, dat dit werk niet duurder zou zijn dan de verdediging van het ca. 2 km lange kustgedeelte van Voorne, dat anders door strandhoofden zou moeten worden beschermd.

De aansluiting van de Hinderplaat op de kust van Voorne kan echter ook andere mogelijkheden openen. De figuren geven slechts voorbeelden van mogelijke geleide ontwikkelingen in de mond van het Haringvliet. Een verbindingsdam naar de Hinderplaat is slechts één van de mogelijkheden ter voorkoming van nadelige gevolgen van de Delta-werken voor het gebied zeewaarts van de afsluiting van het Haringvliet. Voor de definitieve prognose van de consequenties van het menselijk ingrijpen zal een nader kustmorfologisch onderzoek moeten dienen, zoals trouwens ook geldt ten aanzien van de voorspelling van de natuurlijke ontwikkeling.

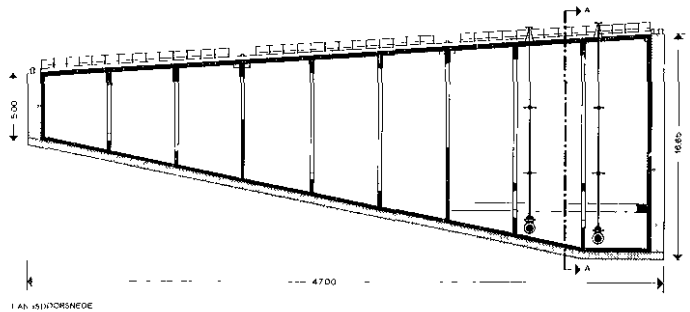
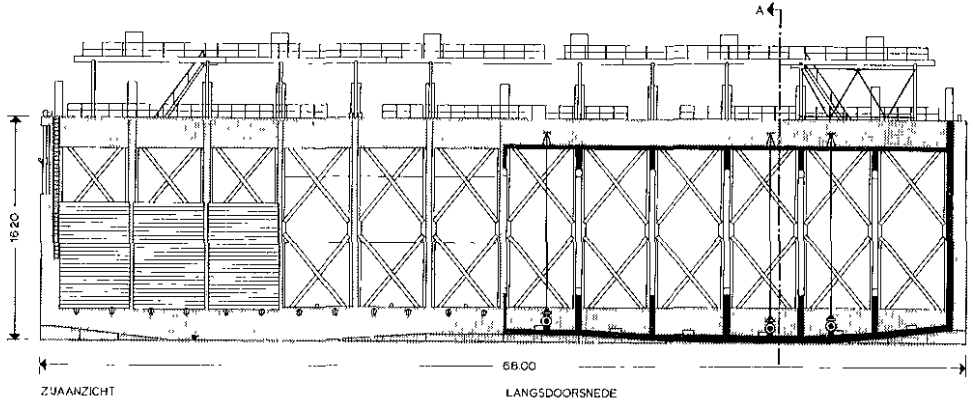
Het ontwerp van de doorlaatcaissons voor het Brouwershavensche Gat

In het voorjaar van 1971 zal de Kous, het noordelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat, met behulp van doorlaatcaissons worden geblokkeerd. Tegelijkertijd zal het zuidelijke sluitgat worden afgesloten door het geleidelijk opstorten van een dam van betonblokken, met behulp van een kabelbaan. Uit nr. 38 (november 1966) van het Driemaandelijks Bericht kent men de overwegingen die tot de keuze van deze simultane sluiting volgens twee verschillende methoden hebben geleid. Daarbij kan nog worden opgemerkt, dat ook de caissonsluiting tot op zekere hoogte geleidelijk verloopt. Door het inrichten van het wintersluitgat wordt ongeveer een derde van het totale doorstromingsprofiel weggenomen; vervolgens wordt het profiel door het afzinken van de caissons nogmaals met een derde vernauwd, en tenslotte brengt het neerlaten van de schuiven de totale blokkering van de stroom tot stand. Dit laatste kan als dat wenselijk mocht blijken, nog in etappes plaatsvinden, zodat men zich geheel kan aanpassen aan het tempo waarin het zuidelijk sluitgat wordt gedicht. Anderzijds is de capaciteit van de kabelbaan zo gekozen, dat de caissons binnen een daarvoor geschikt tijdsbestek kunnen worden geplaatst. Voor een overzicht van het ontwerp van de kabelbaan wordt verder verwezen naar het vorige nummer van deze Berichten.

Om tijdig gereed te zijn wordt in het voorjaar van 1968 een begin gemaakt met de bouw van 12 doorlaatcaissons van 68 m lengte, en van 2 landhoofdcaissons. Een beschrijving van het bouwdok bij Nieuw Bommenede is gegeven in nr. 39 (februari 1967) van deze Berichten, terwijl in nr. 34 (november 1965) een gedetailleerd overzicht is gegeven van het onderzoek dat naar de constructiemogelijkheden ook voor deze caissons reeds vroegtijdig was ingesteld. Men lette er evenwel op, dat de bijschriften bij de figuren op pag. 198-199 aldaar moeten worden verwisseld.

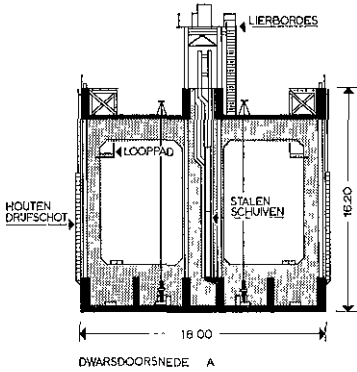
Aanvankelijk is uitgegaan van een wintersluitgat met de drempel op N.A.P. - 8 m. Naderhand bleek uit het waterloopkundig onderzoek, dat de grootte van het sluitgatprofiel beneden N.A.P. ongeveer 8000 m² moest bedragen. Omdat de breedte beperkt is tot ongeveer 800 m is diengevolge een drempeldiepte van 10 m beneden N.A.P. noodzakelijk. Hierop is dan het definitieve caissonontwerp gebaseerd.

In tegenstelling tot bijvoorbeeld het Volkerak ligt het Brouwershavensche Gat open voor deininggolven vanuit de Noordzee. Meer dan de korte windgolven beperken de binnelopende deininggolven de werkbaarheid op het water. Aangezien er daardoor minder werkbare dagen beschikbaar zijn, is er naar gestreefd het aantal keren dat een caisson

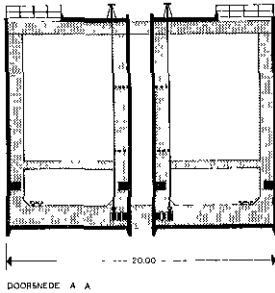


moet worden afgezonken zo klein mogelijk te houden. Daarmee worden ook de risico's van deze operatie zo veel mogelijk gedrukt.

Deininggolven doen, ook wanneer ze niet hoog zijn, twee naast elkaar drijvende door trossen verbonden lichamen onophoudelijk langs elkaar schavielen; daardoor kunnen de trossen breken, vooral indien interferenties ontstaan tussen de golfperiode en de eigen slinger- of stamperperioden van de afzonderlijke lichamen. Mede op grond van deze overweging is er van afgezien het aantal keren dat een caisson moet worden gezonken te beperken door caissons gekoppeld te slepen en af te zinken, en is besloten de afzonderlijke caissons zelf een zo groot mogelijke lengte te geven. Aan deze lengte wordt een grens gesteld door de toelaatbare spanningen die in het caissonlichaam optreden nadat de ballastbak is gevuld. Deze spanningen zijn voornamelijk een gevolg van de wijze waarop de caisson zijn eigen gewicht en de verdere belasting op de drempel overdraagt, en dit hangt weer samen met de nauwkeurigheid waarmee het oppervlak van deze drempel kan worden afgewerkt. Op grond van ervaring is aangenomen, dat hierbij geen grotere hoogteverschillen zullen optreden dan ongeveer 50 cm.



Lengte- en dwarsdoorsnede van de doorlaatcaissons



Lengte- en dwarsdoorsnede van de landhoofdcaissons

Door nu de bodem van de caissons op de daarvoor meest gunstige plaatsen enigszins te welfen kon de caissonlengte tot 68 m worden opgevoerd zonder de toelaatbare spanningen in enig constructiedeel te overschrijden.

Om voldoende drijvende stabiliteit tijdens het slepen en afzinken te bewerkstelligen is de breedte bepaald op 18 m. De verhouding lengte : breedte is dan 3,8 : 1, wat tevens gunstig is voor een goede koersstabiliteit tijdens het slepen. De diepgang is 6,10 m, de metacenterhoogte, die de stabiliteit van de caisson bepaalt, 1,20 m. In de eerste fase van het zinken daalt die hoogte tot ca. 85 cm om daarna in etappes te stijgen, te dalen en weer te stijgen tot ongeveer 1,60 m bij het aan de grond komen.

Met betrekking tot de sleepweerstand en het gedrag van de caissons tijdens het afzinken zijn in het Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen voorlopige proeven gedaan, die ten dele nog zullen worden herhaald en uitgebreid met een onderzoek naar het gedrag in zeevang, indien golven en stroom uit verschillende richtingen hun invloed doen gelden.

Elke caisson heeft 12 doorstroomopeningen van 5 m breedte, die tijdens het transport

en het afzinken met houten drijfschotten zijn afgesloten. De stalen schuiven – twee voor elke doorstroombopening – rusten daarbij op elkaar in de schuifgeleiding en vormen het slingerschot tijdens het zinken. Zonder slingerschot zou de caisson kenteren.

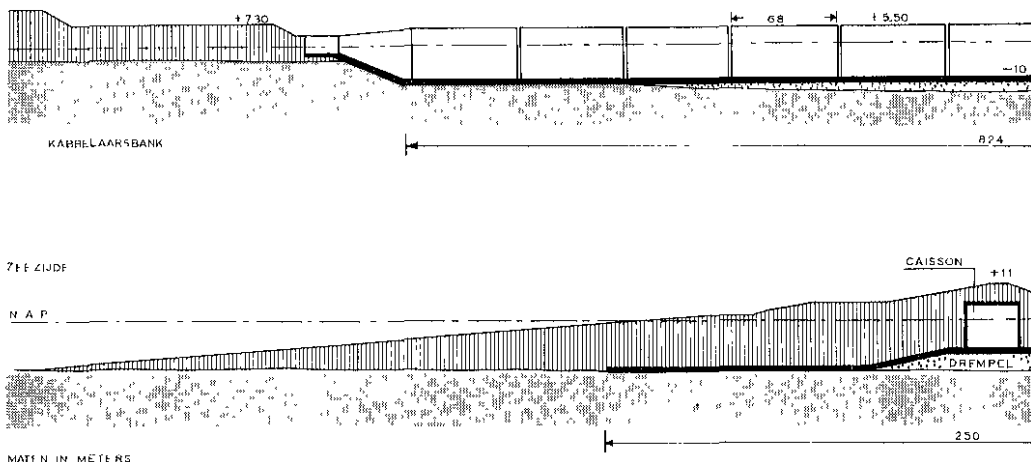
Meteen na het zinken worden de drijfschotten, die van te voren zijn ontgrendeld, met behulp van sleepboten verwijderd en worden de schuiven door elektrisch aangedreven lierwerken gehesen tot de onder- en bovenschuiven naast elkaar in de aan de bovenkant dubbel uitgevoerde schuifspinningen hangen. In deze stand worden zij tijdelijk vergrendeld.

De lierwerken waarmee de schuiven zullen worden bewogen, zijn afkomstig van de caissons waarmee dan inmiddels het Volkerak is afgesloten, terwijl het ontbrekende aantal zal worden bijgewoond. Elk van deze lierwerken bedient twee doorstroombopeningen, dus vier schuiven. Voorzover de van de Veersche-Gat-caissons afkomstige lieren, die slechts één doorstroombopening bedienen, na het gebruik bij de Volkerak-caissons nog bruikbaar zijn, zullen zij ook hier opnieuw worden gebruikt.

Voor het bevestigen van sleepdraden zijn in elke kopwand 4 sleepogen aangebracht op 1,50 m boven de waterlijn. Ten behoeve van het manoeuvreren vóór en tijdens het afzinken is het dek voorzien van een 12-tal dubbele bolders, bereikbaar vanaf op dezelfde hoogte liggende rondgaande gangboorden, die bestaan uit 2 m brede houten bordessen. Om een scharnierpunt te kunnen formeren voor het indraaien van de caissons zijn op de vier hoekpunten glijbolders aanwezig, die, bevestigd aan een manchets, over 5 m hoogte kunnen glijden langs een zware met beton gevulde buis. Verder zijn binnen de caissons de nodige ladders en looppaden ontworpen.

Een caisson wordt tot zinken gebracht door het openen van een 16-tal afsluiters, ieder met een doorlaatopening van 50 cm. De bodemafluiters zijn in drie groepen van vier ter plaatse van de vlakke vloergedeelten geprojecteerd; de overige vier afsluiters zitten in de kopwanden en kunnen dienst doen om een zekere langskracht in de richting van de eerder geplaatste caisson te bewerkstelligen doordat in de ruimte tussen de reeds geplaatste en de af te zinken caisson een spiegeldaling optreedt. Omdat om constructieve redenen de caissons ten opzichte van de langsscheepse as niet geheel symmetrisch zijn,

Lengte- en dwarsprofiel van het sluitgat van de Kous met de erin geplaatste caissons

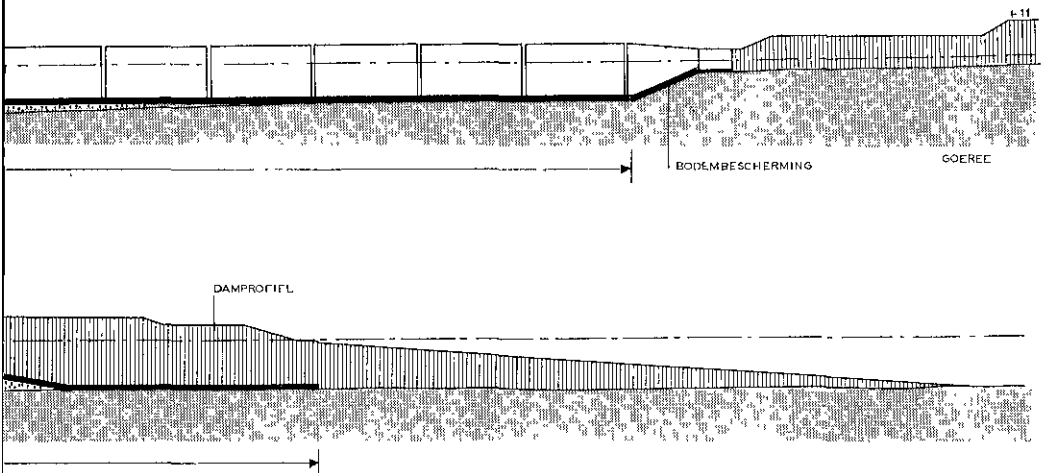


zullen twee kopafsluiters pas geopend worden op het moment dat het water ongeveer tot aan de onderkant van de vakwerkverbanden gestegen is; de caissons zinken dan zonder slagzij. Om de afsluiters te allen tijde goed gangbaar te houden worden ze bediend door wielen met een diameter van 50 cm, voorzien van handspaken.

Op elke kopwand zitten vijf zware ribben om de caisson geleiding te geven bij het zinken. De caissons worden dus zoveel mogelijk 'gebekt' geplaatst, waarbij de ribben naast en langs elkaar glijden. De overblijvende ruimte tussen de ribben en de kopwanden wordt met lichte steen of grof grind volgestort om de achterloopsheid te beperken. In twee van de ribben zijn sleuven gespaard, waarin kettingnetten kunnen worden neergelaten indien de naden tussen de caissons groter mochten uitvallen dan in de bedoeling ligt. Bij de laatst gezonken caisson is een ruimte van enkele meters zelfs noodzakelijk om te kunnen indraaien. Daar zullen kettingnetten worden opgehangen die met steen- en grind worden gevuld.

Meteen na het zinken van elke caisson worden de schuiven gehesen en de houten drijfschotten met behulp van sleepboten verwijderd. Nadat de naadvulling tussen de reeks reeds eerder geplaatste caisson en de pas afgezonken caisson is aangebracht, worden rijovergangen over deze naad gelegd en kan de caisson worden afgewerkt door de ballastbak te vullen. De caissonreeks fungeert tot het moment dat de schuiven zijn neergelaten als een uitwateringssluis. Om de doorstroming zo weinig mogelijk te belemmeren, zijn de stalen profielen van de diagonaalwanden voorzien van 5 mm dikke halfcirkelvormige stroomgeleidingsprofielen. Uit proeven in het Waterloopkundig Laboratorium is gebleken, dat de afvoercoëfficiënt van de door de betonconstructie omraamde doorlaatopeningen hierdoor stijgt van 0,73 tot 0,82.

Na het zinken van elke caisson moeten op korte termijn maatregelen tegen onderloopsheid worden getroffen. Bij de afsluiting van het Veersche Gat geschiedde dit door kleine schuifjes - 'guillotines' - neer te laten en door tegen de onderrand van de caissons loodslakken te storten met behulp van onderlossers en een steenstorter. Dit materiaal heeft een hoog soortelijk gewicht, zodat het ook bij kleine stukafmetingen de naden en openingen goed dicht zonder weg te spoelen. Het bezwaar van deze werkwijze is echter,



dat er een geheel afzonderlijk, nogal tijdrovend bedrijf voor in werking moet worden gesteld. Daarom worden bij de hier besproken caissons voorzieningen getroffen om de naden tussen caisson en drempel af te sluiten met behulp van nylonzakken, die, van te voren aan de onderrand bevestigd, van boven af met cementmortel worden volgeperst. Een op dit denkbeeld gebaseerde praktijkproef gaf goede resultaten te zien. Indien de technische details verder goed oplosbaar blijken, kunnen de steenaanstormingen bij de sluiting van het Brouwerhavensche Gat achterwege blijven.

Ter beperking van de wervelstraten wordt het sluitgat aan beide zijden onder taluds van 1 : 5 afgewerkt. Dientengevolge is het noodzakelijk, evenals bij de afsluiting van het Volkerak, bij de sluiting als eerste twee schuine landhoofdcaissons neer te zetten. Na wat hierover in Driemaandelijks Bericht nr. 38 (november 1966) is opgemerkt, behoeft deze constructie weinig toelichting meer.

Slechts zij nog opgemerkt, dat deze caissons na het zinken voorlopig slechts zover met zand zullen worden gevuld als nodig is om te voorkomen dat ze wegschuiven over de drempel. Om ze goede drijvende eigenschappen te geven zijn deze caissons namelijk zo licht uitgevoerd dat ze niet bestand zijn tegen de inwendige druk van een volledige vulling met vloeibaar zand. Wanneer tenslotte de gehele caissondam onder het zand wordt gespoten zullen ook de landhoofdcaissons volledig met zand worden gevuld, waarbij het niet is uitgesloten dat ze plaatselijk bezwijken. Deze gevolgen zijn echter in dit stadium van de afsluiting van geen belang meer.

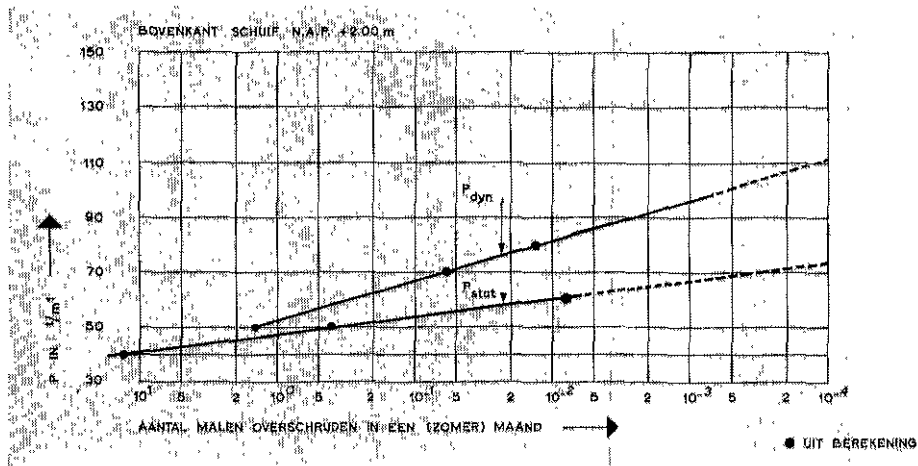
Berekeningsgrondslagen

In constructief opzicht is de doorlaatcaisson in zijn geheel een ligger van gedrongen vorm, waarvan de elementen worden gevormd door een gewapend betonnen raamwerk met de gewapend betonnen dwarsspanen als verticale, en de stalen vakwerken als diagonale wandstaven.

De onderrand van het raamwerk wordt gevormd door de bodembak, de bovenrand door de ballastbak en de eindranden door de kopwanden; deze drie elementen zijn weer opgebouwd uit platen, die een monolithisch geheel vormen met verstijvingsribben; de ribben kunnen weer worden beschouwd als rondgaande langsspanen. Op deze wijze is een ruimtelijke constructie gevormd, die, van houten drijfschotten voorzien, gunstige eigenschappen bezit om stabiel te drijven o.a. vanwege het laaggelegen zwaartepunt, op $0,43 \times$ de hoogte vanuit de onderkant, en het lage volumegewicht van 0,377. Desalniettemin zijn sterkte en stijfheid zodanig, dat de caisson het verdraagt op een oneffen bodem te worden geplaatst, dat het dode gewicht met 50% kan worden verhoogd door het vullen van de ballastbak, en dat de caisson vervolgens aan aanmerkelijke waterdrukken en eventuele golfkrachten kan worden blootgesteld, zonder zodanig te vervormen dat de beweegbare schuiven in hun geleidingen zouden klemlopen. Het is duidelijk dat aan deze tegenstrijdige eisen slechts kan worden voldaan door een zorgvuldige analyse van de samenstellende factoren en het vinden van een gunstig compromis, zoals is aangetoond in nr. 34 (november 1965) van het Driemaandelijks Bericht.

De belasting op de caissons is van drieërlei aard. Naast een rustende statische belasting door het eigen gewicht van caisson (80 ton/meter) en ballast (45 ton/meter), zal er een quasi-statische belasting optreden ter grootte van 60 ton/meter tengevolge van relatief langzaam wisselende waterdrukken door verval en regelmatige golven. Tenslotte is er nog een dynamische belasting van 82 ton/meter door golfklappen van onregelmatige windgolven.

De eerste twee belastingen grijpen over de volle lengte van de caisson aan en moeten

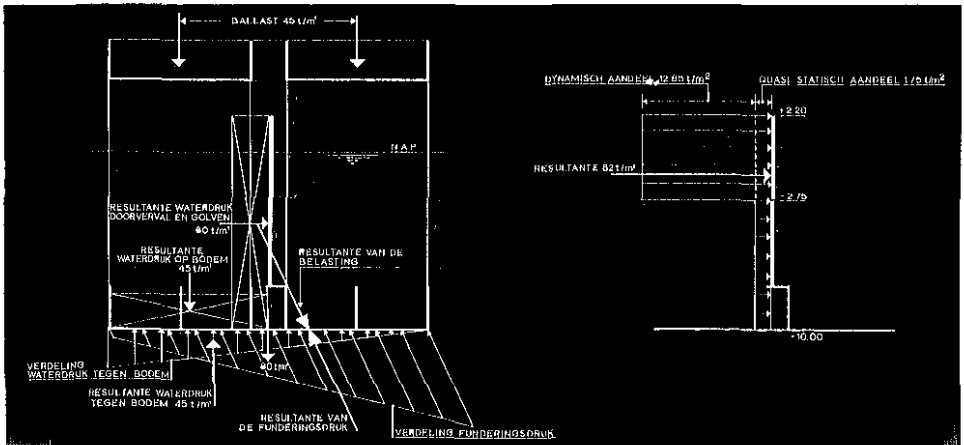


Frequentielijnen van de quasi-statische en de dynamische belastingen op de caissons

dus in evenwicht zijn met de funderingsdruk, ofwel de 'korrel'spanning tussen de stenen drempel en de caissonbodem. Deze spanning kan worden ontbonden in een verticale component en in een horizontaal gerichte wrijvingskracht. Deze belastingen bepalen dus welke sterkte en stijfheid de caisson als geheel moet bezitten. De dynamische belasting grijpt plaatselijk op de bovenschuiven aan en is bepalend voor de sterkte van de schuiven, de schuifgeleidingen en de dwarsspanten.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan, dat er gedurende één der zomermaanden april tot en met september waarin de caisson nog niet door het aanspuiten van zand is geconsolideerd, 1% kans mag zijn dat een begin van schade kan worden verwacht. Dit is het geval wanneer de caisson op het punt staat over de drempel te gaan schuiven door de quasi-statische belastingen of wanneer de schuiven door dynamische belasting op het punt staan een blijvende vervorming te ondergaan. Een werkelijk desastreuze schade kan evenwel slechts optreden als ook de laatste reserves in de mogelijke wrijvingsweerstand van de drempel en de algehele bezwijktoestand van de schuiven zijn aangesproken; de kans hierop is ongeveer 1 : 10 000. Aannemen van grotere kansen op de genoemde *schadetoestanden geeft nauwelijks enige besparing en wel veel grotere risico's omdat de frequentielijnen van de quasi-statische en de dynamische belasting tamelijk vlak verlopen. Tussen 'begin van schade' en 'desastreuze schade' neemt de belasting met ongeveer 50% toe, zoals blijkt uit de frequentiegrafiek van de genoemde belastingen. Volgens de uitgevoerde wrijvingsproeven zal de wrijvingscoëfficiënt bij het over de drempel schuiven van de caisson toenemen van ongeveer 0,5 tot 0,7 bij vlakke caissonbodem, en van ongeveer 0,65 tot ruim 1,0 bij geribde caissonbodem. De stalen schuiven bezwijken eerst geheel en al wanneer het materiaal totaal vloeit, een toestand die optreedt wanneer de belasting ongeveer 50% hoger is dan bij het vloeien van de uiterste vezels. Dat komt dus ten naaste bij overeen met de genoemde kansen.*

Omdat de caisson met de vlakke gedeelten van de bodem op een vlakke drempel kan komen te rusten is uitgegaan van een wrijvingscoëfficiënt van 0,5 bij de quasi-statische belasting van 60 ton/meter. Bij overschrijden van deze belasting zal de caisson niet alleen gaan schuiven maar ook gaan zetten, dat wil zeggen in de stenen drempel dringen.



Geschematiseerde verdeling van de statische, de quasi-statische en de dynamische belastingen op de caissons

Daarbij gaan de ribben een aandeel nemen in de wrijvingsweerstand, zodat de wrijvingscoëfficiënt boven de 0,7 tot naar schatting 0,85 kan gaan toenemen. In werkelijkheid is de veiligheidsmarge dus nog weer groter.

De verdeling van de funderingsdrukken over de lengte van de caisson is afhankelijk van de vorm van de bodem van de caisson met betrekking tot de bereikbare vlakheid van de stenen drempel. Voor dit laatste is op grond van de ervaringen bij het Veersche Gat aangenomen, dat hoogteverschillen van 50 cm kunnen voorkomen. Op grond van de uitgevoerde zettingsproeven, waarbij de relatie tussen zetting en funderingsdruk werd gemeten, kon de verdeling van funderingsdrukken worden bepaald voor twee ongunstige gevallen van drempelafwerking alsmede voor een ideaal geval. Deze drie belastinggevallen zijn met behulp van een computer doorgerekend. De uitkomsten in de vorm van normaalkrachten-, dwarskrachten- en momentenlijnen kunnen vervolgens op eenvoudige wijze worden vertaald in spanningen, benodigde hoeveelheden wapening en de vereiste stalen profielen voor de diagonaalverbanden. Deze berekeningen, die noodzakelijkerwijs per computer werden verricht, omdat de constructie dusdanig meervoudig statisch onbepaald is dat het uit de hand rekenen te tijdrovend zou zijn, zijn enkele malen herhaald om tot de juiste afmetingen van de onderdelen te komen.

De oeververdediging van Noord-Beveland

De grillige vorm van de Noordbevelandse kust met zijn vele dijknollen en inlaagdijken getuigt van de strijd die in het verleden is gevoerd om dit eiland te behouden. Vóór 1800 waren de oeverwerken langs de kustlijn van weinig betekenis. Door de inscharing van de geulen, die vaak met oevervallen gepaard ging, werd men echter gedwongen om de *onderzeese oever* vast te leggen. Pas na 1830 werd dit werk op min of meer systematische wijze ter hand genomen. Op een aantal plaatsen langs de kust werd een verdediging aangebracht in de vorm van een onderwaterkrib die ten doel had de stroom uit de oever te houden.

In de loop der jaren werden deze 'vaste punten' steeds zwaarder verdedigd en werd de bezinking aan weerszijden verder uitgebreid, zodat op sommige plaatsen een aaneengesloten oeververdediging ontstond. Binnendijs werden tussen deze 'vaste punten' inlaagdijken aangelegd om – mocht er een oeverval optreden – het gevaar en de schade van een inundatie te beperken.

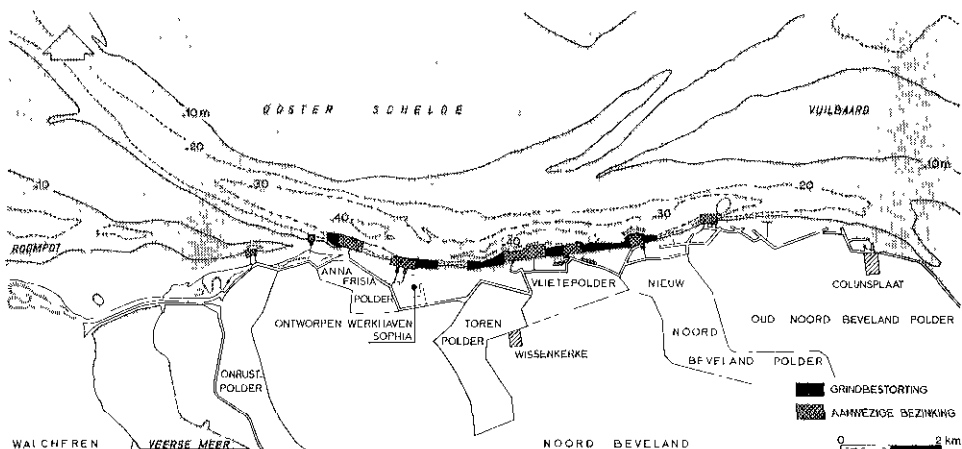
Dit systeem van oeververdediging heeft zich met wisselend succes tot op de huidige dag gehandhaafd.

Door het verdwijnen van het voorland werd de golfaanval op de dijken tijdens stormvloed zwaarder, zodat men ook gedwongen werd om meer aandacht aan de verdediging van de dijken zelf te gaan besteden. Op de buitentaluds zijn in de loop der jaren veel verschillende soorten bekledingen aangebracht, en op de huidige dijken kan men dan ook vrijwel alle typen glooiingen aantreffen, van klassiek tot modern.

Tijdens de stormvloed van 1 februari 1953 werd een groot aantal polders, voornamelijk langs de Zandkreek, met een totale oppervlakte van meer dan 2000 ha geïnundeerd. Aan de noordzijde van het eiland bleef de inundatie beperkt tot enkele inlagen, en kwam een gedeelte van de Onrustpolder dras te staan.

Na de afsluiting van de Zandkreek in 1960 en het Veersche Gat in 1961 heeft Noord-Beveland nog ongeveer 25 km zeedijk overgehouden.

Sinds 1880 werden aan de noordelijke oever ca. 120 oever- en dijkvallen geregistreerd; hieruit blijkt wel dat deze oever een van de meest bedreigde van Zeeland is. Grondmechanisch onderzoek heeft uitgewezen dat hier op vele plaatsen in de ondergrond losgepakte zandlagen aanwezig zijn. Het is bekend dat in deze losgepakte zandlagen *zettingsvloeiingen kunnen optreden*. Alle opgetreden oevervallen doen dan ook sterk aan het verschijnsel van zettingsvloeiing denken. Een kleine evenwichtsverstoring, b.v.



een kleine ontgronding aan de teen van het geultalud, kan stabiliteitsverlies inleiden over een uitgestrekt gebied. Bij vele oever- en dijkvallen kwamen enorme hoeveelheden grond, tot ruim 1 miljoen m³, in beweging. Uit een geologische interpretatie van de samenstelling van de ondergrond blijkt dat de losgepakte zandlagen zich veelal bevinden ter plaatse van oude getijgeulen die later met fijn zand werden opgevuld.

Op grond van getijberekeningen en modelproeven moet worden verwacht dat de stroomsnelheden, voornamelijk de ebstroom, in de Oosterschelde ten gevolge van de afsluiting van het Volkerak met 5 à 10% zullen toenemen. Angenomen mag dan ook worden dat de stroomaanval op de Noordbevelandse oever zal toenemen en dat de kans voor het optreden van oevervallen hierdoor bij het uitblijven van passende beschermingsmaatregelen groter zal worden, aangezien de bodem, grondmechanisch gezien, weinig reserves bezit. Een versterkte stroomaanval wordt voornamelijk verwacht in het gebied ten westen van de Oud Noord-Bevelandpolder, dat ten westen ligt van het punt waar de ebstroom uit de Vuilbaard in de Roompot uitmondt.

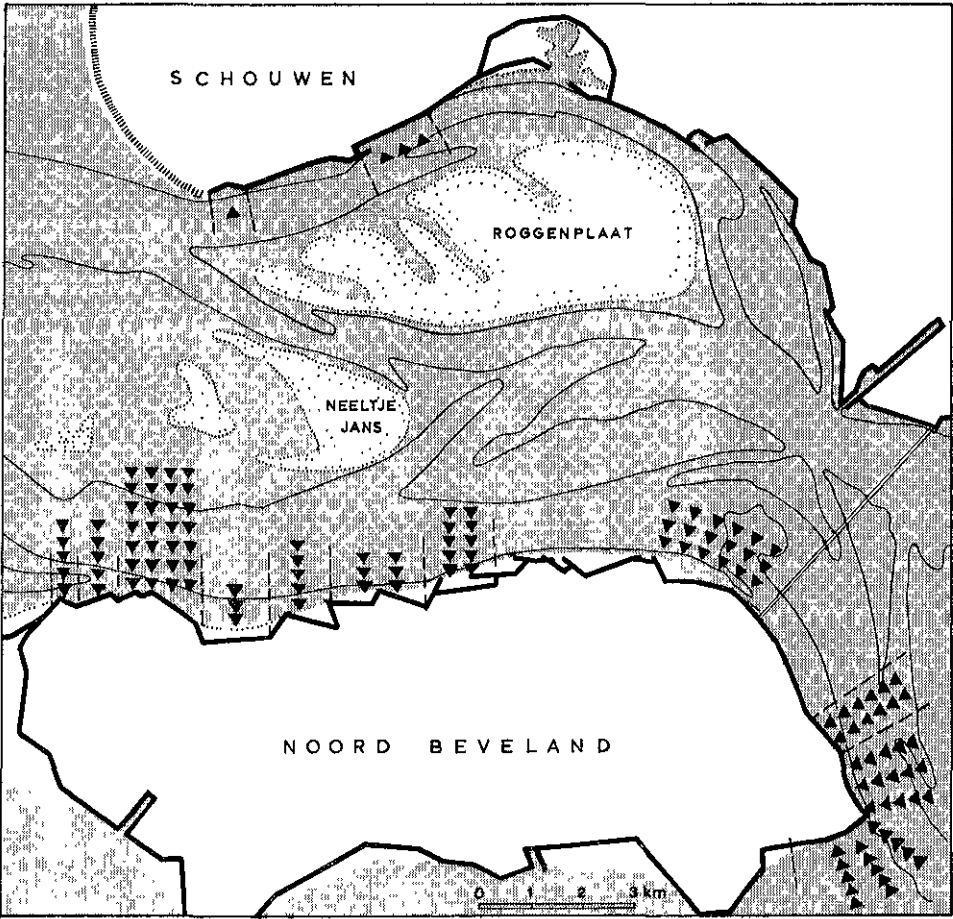
Daar de overgangstoestand, waarbij een grotere stroomaanval optreedt, zal duren tot de afsluiting van de Oosterschelde in 1978, worden aanvullende maatregelen voor deze oever noodzakelijk geacht om te voorkomen dat de kans op oevervallen na 1969 door de afsluiting van het Volkerak zou toenemen. De uitgangspunten voor deze maatregelen alsmede de te nemen maatregelen zelf zullen in het navolgende worden besproken.

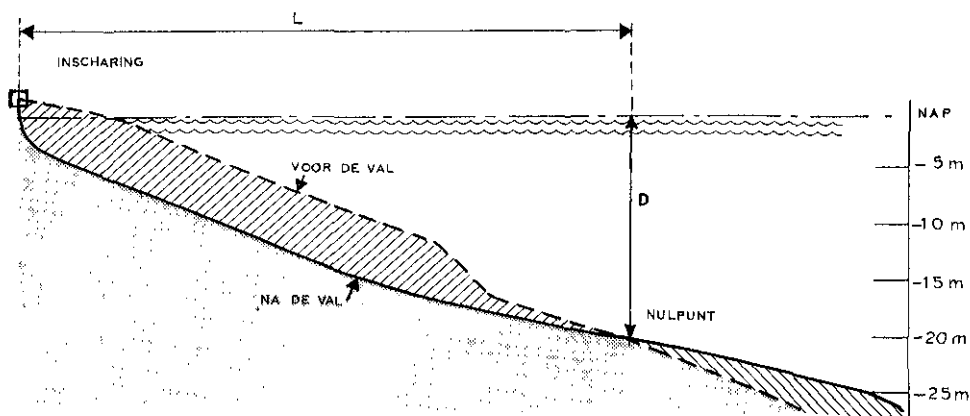
De beoordeling van de veiligheid van de waterkeringen

Om de veiligheid van de betrokken waterkeringen te kunnen beoordelen werden de ten aanzien van de in dit gebied opgetreden oevervallen verzamelde gegevens bestudeerd teneinde uit het feitenmateriaal een verband op te sporen tussen de factoren die bij een oeverval een rol kunnen spelen. Dit onderzoek, dat in nauwe samenwerking met het Laboratorium voor Grondmechanica wordt uitgevoerd, kon nog niet worden afgesloten, voornamelijk omdat het verschijnsel van een oeverval of zettingsvloeiing zich nog niet in een goed controleerbare fysische formulering laat vangen. Wel blijkt uit de studie dat het gemiddelde talud direct na een val sterk varieert, en wel tussen de grenzen 1 : 3 en 1 : 22. Hierbij is de taludhelling gezien tussen het punt van inscharing van de val en een nulpunt, dat ligt op de plaats waar de verdieping overgaat in een verondieping. In bijna

Situatie van de uit te voeren grindbestortingen aan de oever van Noord-Beveland

Oevervallen op Noord-Beveland. Elk pijltje betekent een oeverval sinds 1880





Schematische voorstelling van de bodemligging voor en na een oeverval

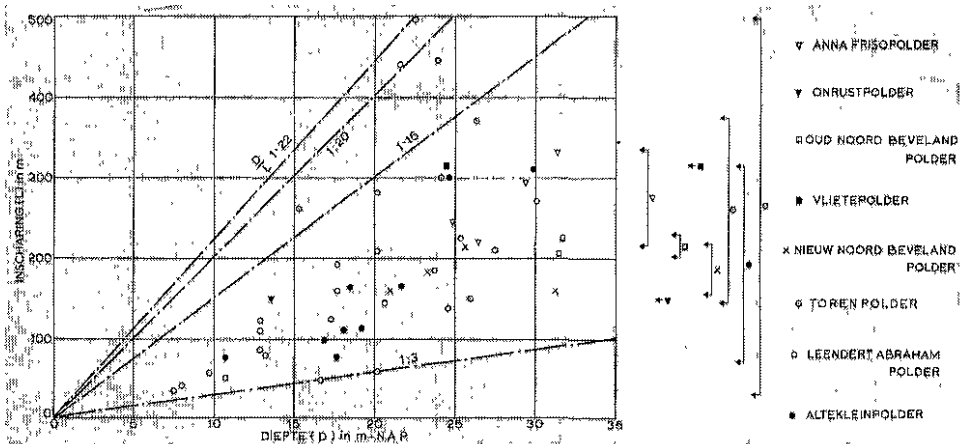
alle polders in het onderzochte gebied is de gemiddelde taludhelling van de oever na een val minstens 1 : 15. Alleen langs een gedeelte van de oever van de Torenpolder komt gemiddeld een helling van 1 : 20 voor. Indien de waterkering in stand blijft, hoeft een oeverval niet als gevaarlijk beschouwd te worden. Daarvan uitgaande wordt de veiligheid van een waterkering met betrekking tot oevervallen volgens de volgende vuistregel gewaarborgd.

Vanuit de as van de waterkering wordt vanaf het N.A.P.-peil een vlak geconstrueerd onder een helling van 1 : 15 respectievelijk 1 : 20 en vervolgens wordt de snijlijn van dit vlak met het geultalud bepaald. Verdedigt men nu het gedeelte van het geultalud dat beneden deze snijlijn is gelegen, zodat hier geen ontgrondingen kunnen optreden, dan zal daardoor de kans op het optreden van een oeverval waarbij de waterkering verloren gaat, kleiner worden.

Met een verdediging van het talud beneden deze snijlijn kan men echter niet volstaan, daar in het gebied, dat boven de snijlijn is gelegen, veelal zeer steile taluds voorkomen. Hellingen van 1 : 1 à 1 : 2 over een hoogte van ca. 6 à 10 m zijn geen uitzondering. De kans op een oeverval, ingeleid door een kleine plaatselijke afschuiving in dit gebied, is dan ook groot, en het lijkt aannemelijk dat een oeverval in dit hoger gelegen gebied zijn invloed ook in benedenwaartse richting zal uitbreiden. Een grotere zekerheid voor het instandhouden van de waterkering kan verkregen worden door de verdediging tot boven de genoemde snijlijn door te trekken.

Bij polders met inlaagdijken kan men het vlak onder 1 : 15 in plaats van uit de as van de zeedijk vanuit de as van de inlaagdijk trekken. Op deze wijze kan men de grotere veiligheid tegen overstroming, die de aanwezigheid van een inlaagdijk verschaft, in rekening brengen.

Uit een oogpunt van veiligheid zal men de aan te brengen bodembescherming liefst tot het diepst van de geul willen doortrekken. Bij het volgen van dit principe zou de te beschermen oppervlakte echter zo groot worden, dat daartegen op praktische en economische gronden bezwaar moet worden gemaakt. De bodembescherming wordt in de praktijk doorgetrokken tot het gebied waarin het geultalud een gemiddelde helling van



Waargenomen gemiddelde taludhellingen na een oeverval ter plaatse van enkele polders op Noord-Beveland

1 : 5 bereikt. De bovenbegrenzing van de verdediging kan worden aangenomen op een diepte van omstreeks N.A.P. - 4 m, of dieper indien het geultalud ter plaatse zeer flauwe hellingen bezit en/of de maximale stroomsnelheden ter plaatse klein zullen zijn, bij voorbeeld niet meer dan 1 m/sec.

Men neemt aan, dat voor gebieden waar een vlak dat onder een helling van 1 : 15 respectievelijk 1 : 20 vanuit de as van de waterkering respectievelijk inlaagdijk is geconstrueerd, het geultalud niet snijdt - het vlak blijft geheel ondergronds - geen beschermende maatregelen noodzakelijk zijn. Ook daar waar reeds zinkstukken ter verdediging zijn aangebracht, behoeven geen aanvullende maatregelen te worden getroffen. Eventueel kan men zeer steile gedeelten van deze beschermde gebieden door nabestorten een flauwere helling geven.

De methode van uitvoering

De oever kan worden vastgelegd door middel van klassieke rijshouten zinkstukken of door bestorten met grof grind.

De grindbestorting heeft als belangrijke voordelen boven een bezinking dat de snelheid van werken groter is en de kosten per m² belangrijk lager. Ervaringen met grindbestortingen langs het Zijpe hebben geleerd, dat een grindpakket van ongeveer 50 cm dikte daar een goede oeververdediging vormt. Uit peilingen blijkt dat de oeververdediging in het Zijpe stabiel is en dat aan de onderrand van de grindbestorting geen ontgraving of geulvorming valt te constateren. De overgang van grind naar zandbodem is overal geleidelijk. Op grond van bovenstaande overwegingen werd besloten de oeververdediging van Noord-Beveland uit te voeren als een bestorting met grof grind 3-20 cm. Voor de gebieden met een flauwere helling dan 1 : 3 wordt als gemiddelde laagdikte van het grindpakket 50 cm aangehouden, daar voor een dergelijke verdediging ongeveer een dikte van vijfmaal de gemiddelde diameter van het grind aanvaardbaar is.

Voor de stabiliteit van dit grove grind op een talud waarvan de hellingshoek loodrecht op de stroomrichting staat, zijn de volgende waarden gevonden:

hellingshoek talud loodrecht op de stroomrichting	kritieke stroomsnelheid op 1 m afstand van het talud
0°	3,04 m/sec
10°	2,96 m/sec
20°	2,72 m/sec
30°	2,13 m/sec
35°	0 m/sec

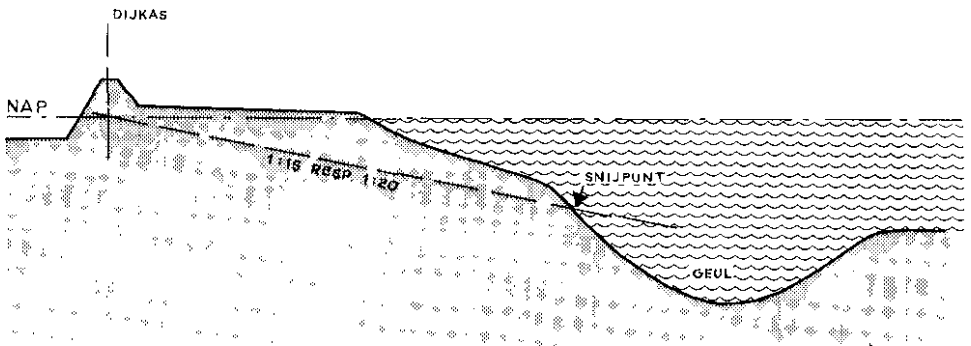
Oevergedeelten die steiler staan dan 1 : 3 zullen worden bestort met grind, zodat de taludhelling wordt teruggebracht tot ca. 1 : 3 of 18°. Bij deze helling bedraagt de kritieke snelheid 2,72 m/sec. De in de tabel vermelde waarden van de kritieke snelheid zijn belangrijk hoger dan de maximale snelheden die in werkelijkheid zullen optreden. De marge dient als zekerheid voor het opvangen van de extra-turbulentie die veroorzaakt wordt door de onregelmatige belijning van de oever in de vorm van kribben. De te verdedigen oppervlakte bedraagt 495 000 m²; voor het opvullen van de taludgedeelten steiler dan 1 : 3 is ca. 100 000 m³ stortmateriaal benodigd. In totaal zal 347 500 m³ stortmateriaal verwerkt dienen te worden.

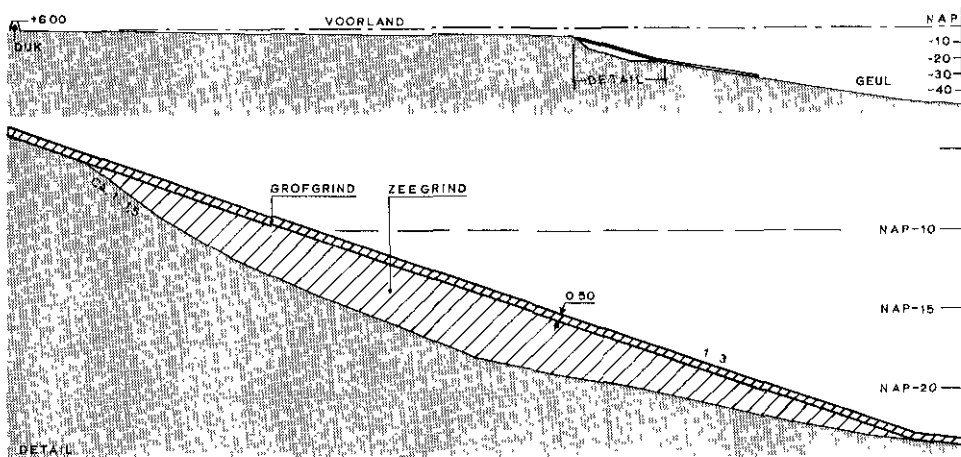
De afsluiting van het Volkerak zal naar verwachting in mei 1969 plaats vinden. Voor het aanbrengen van de grindbestorting is dus het jaar 1968 en een gedeelte van 1969 beschikbaar. Voor het jaar 1968 is in het werkgebied alleen de werkhaven Schelphoek als overslaghaven bruikbaar. Daar zullen de onderlossers die men wil gebruiken voor de bestortingen in het oorstelijk deel van het werkgebied langs de Noordbevelandse oever dan ook worden beladen. Hier werd reeds in 1967 een onderwaterdepot van 100 000 ton grof grind aangelegd.

In 1969 kan de overslag in de dan inmiddels gereed gekomen werkhaven aan de Noordbevelandse kust plaatsvinden. Door de veel kortere voorafstanden kan dan met een kleiner aantal onderlossers worden volstaan.

Voor het storten zullen de onderlossers worden afgemeerd aan een goed verankerde verhaalbare ponton. Zij zullen voorzien dienen te zijn van goed regelbare kleppen, zodat het grind, vooral op de ondiepe plaatsen, tijdens het verhalen van de ponton goed gedoseerd gestort kan worden. Ook steenstorters kunnen hier goede diensten bewijzen.

Voorbeeld van een vlak dat onder een hoek van 1 : 15 uit het hart van een dijk is geconstrueerd





Dwarsdoorsnede van een aan te brengen bestorting voor de Nieuw Noord-Bevelandsepolder, waar hellingen van meer dan 1 : 3 voorkomen

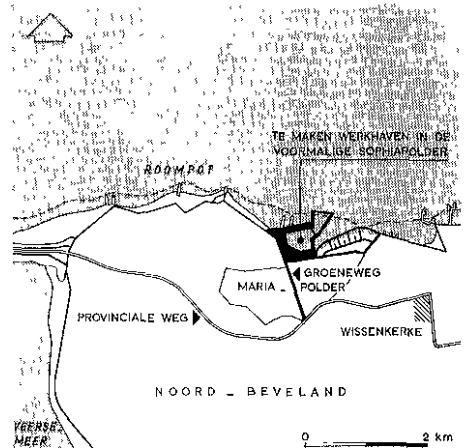
Bij het storten van het grove grind zullen de onderlossers loodrecht op de stroomrichting worden verhaald.

Tenslotte kan worden opgemerkt dat het opvullen van de steile taludgedeelten, waar de bodemverdediging enkele meters dik kan worden, voor een belangrijk deel zal geschieden met een goedkoper materiaal dan grof grind, namelijk Engels zeegrind. Dit zeegrind, dat een zeer brede gradering heeft van grof zand tot grind met een grootste diameter van 4 cm en een gemiddelde diameter van 1 cm, zal onder de Engelse kust door een sleepzuiger worden opgezogen en kan na de oversteek van de Noordzee naar het stortgebied door deze zuiger rechtstreeks in het werk worden gebracht.

Door in plaats van het grove grind deels zeegrind te gebruiken, wordt een niet onbelangrijke besparing op de totale kosten van de aan te brengen oeververdediging verkregen. Daar de gemiddelde diameter van het zeegrind klein is, dient het zeegrind voor het bereiken van een zelfde mate van stroomresistentie als de naastliggende gebieden afgedekt te worden met een 50 cm dikke laag grof grind.

Vroeg in het voorjaar van 1968 zal met de beschreven werkzaamheden begonnen worden.

De werkhaven 'Sophiapolder'



Voor de aanleg van de afsluitdam in de Oosterschelde zijn aan beide oevers werkhavens nodig. Eén van deze werkhavens wordt thans in de 'Schelphoek' aan de Schouwense oever aangelegd volgens een bestek dat beschreven is in Driemaandelijks Bericht nr. 41 (augustus 1967). Voor de opslag van grof grind is die haven zelfs al in gebruik genomen. In 1968 zal een tweede werkhaven worden aangelegd aan de Noordbevelandse kust en wel ter plaatse van de voormalige Sophiapolder. Deze polder ging in december 1894 door dijkbreuk verloren, zodat de erachter gelegen Maria-polder aan open water kwam te liggen.

Het voorland voor de inspringende zeedijk van de Maria-polder biedt voldoende ruimte om de haven op een zodanige wijze te ontgraven, dat ze geheel buiten de getijstroom van de Roompot komt te liggen. Bij het ontwerp van de haven werd er van uitgegaan dat ruimte aanwezig dient te zijn voor de opslag boven en onder water van 150 000 ton stortsteen, 100 000 ton grof grind en 100 000 ton mijnsteen; verder moeten er, voor het lossen en laden van materialen, twee loswallen voorhanden zijn. Daarnaast dient ruimte gereserveerd te worden voor het opstellen van een mechanische zate ten behoeve van de vervaardiging van zinkstukken en voor de opslag van rijschout. De haven moet een veilige ligplaats bieden aan vrachtschepen en aan al het bij de dambouw te gebruiken materieel. De haventerreinen moeten tenslotte een goede aansluiting op het bestaande wegennet krijgen.

Uitgaande van al deze eisen werd een havenkom ontworpen ter grootte van 330 × 380 m met een diepte van N.A.P. - 6 m. In het midden van deze havenkom zal een put worden gebaggerd tot een diepte van N.A.P. - 8 m voor de opslag van steenachtige materialen. De toegangseul naar de haven krijgt een diepte van N.A.P. - 6,50 m, en de havenmond, geprojecteerd aan de oostzijde van de havenkom, krijgt op dit peil een breedte van 100 m.

Ter afscherming van golven uit westelijke en noordelijke richtingen wordt aan de noordzijde van de haven een havendam aangelegd. De kruin van deze dam komt op N.A.P. + 6 m te liggen. Het buitenbeloop krijgt een helling van 1 : 4 en wordt bekleed met betonblokken. Het binnenbeloop, met een helling van 1 : 3, wordt met koperstakblokken bekleed. Aan de oostzijde wordt de havenkom begrensd door een stortsteendepot in de vorm van een dam.

Uit voorafgaand grondmechanisch onderzoek bleek, dat de ondergrond ter plaatse voor-

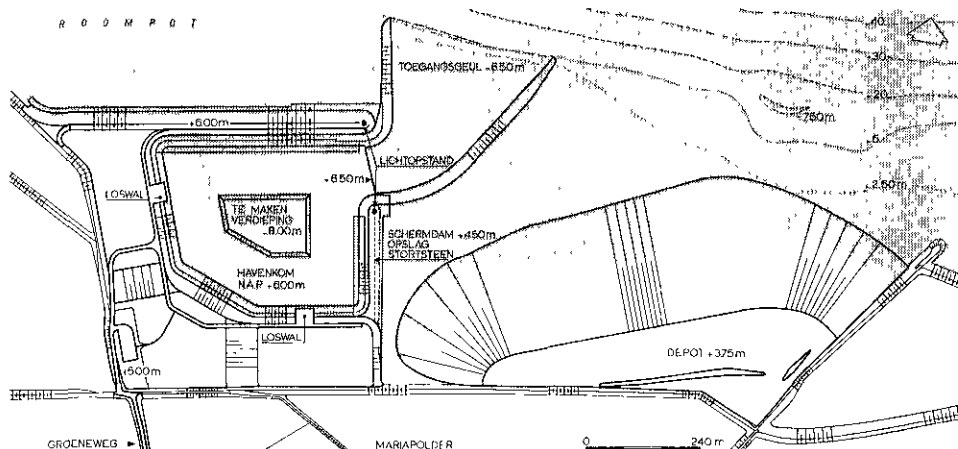
namelijk uit zand bestaat, waarin evenals trouwens langs het gehele westelijk gedeelte van de Noordbevelandse kust, zeer lage sondeerwaarden voorkomen, hetgeen op een losse pakking van het zand kan wijzen.

Omdat in zand met losse pakking zettingsvloeiingen kunnen optreden die de stabiliteit der kunstwerken bedreigen, besloot men de inbaggering van de havenkom zo ver mogelijk van de teen van de zeedijk te laten beginnen, opdat de waterkering bij eventuele zettingsvloeiing in dit zand geen direct gevaar zal lopen. Zo komt het dat de oppervlakte van de omliggende haventerreinen in verhouding tot de wateroppervlakte tamelijk groot is. Bij het baggeren zal de nodige omzichtigheid in acht moeten worden genomen om grote afschuivingen in de zandlaag te voorkomen. In het bestek zijn hiertoe een aantal beperkende bepalingen voor de wijze van uitvoering opgenomen.

Vanwege de lage sondeerwaarden werd het ook het beste geoordeeld de mechanische

De werkhaven 'Scheiphoeck' op Schouwen in aanleg. Foto van 31-7-'67





Overzicht van de te maken werkhaven 'Sopiapolder'

zate in de zuidwesthoek van de haven te situeren. Voor het opstellen van directie- en aannemersverblijven zal in de zuidwesthoek een gedeelte van het haventerrein tot N.A.P. + 5 m worden verhoogd. Er komt één loswal bij het westelijk haventerrein; een andere bij het zuidelijk haventerrein. In verband met de hoge ligging van het bestaande maaienveld ter plaatse van de loswallen zullen ze uitgevoerd worden als een verankerde stalen damwand.

Bij het baggerwerk zal naar raming 1,2 miljoen m³ zand vrijkomen, waarvan 450 000 m³ in de havendam en in de haventerreinen zal worden verwerkt. De resterende hoeveelheid van 750 000 m³ moet worden afgevoerd. Dat kan op twee manieren: de specie kan worden weggeklapt in de Roompot, die heel diep is, of men kan de specie opspuiten langs de voet van de zeedijk ten oosten van de werkhaven. De laatste methode biedt niet alleen het voordeel van een minder kostbare uitvoering en van een soepeler bedrijf, maar ze maakt het ook mogelijk de stuifduintjes te verbreden die thans reeds voor dit onbeschermd, alleen met klei beklede dijkvak liggen. Besloten werd dus, de uitkomende specie langs de voet van de zeedijk te spuiten. Om de afslag door golfwerking zoveel mogelijk te beperken zullen de taluds van het zanddepot aan de waterzijde zeer flauw worden gehouden. Het stuifbezwaar zal ondervangen worden door de oppervlakte boven N.A.P. + 2 m, ongeveer 17 ha, met stro in te schijven en met gerst in te zaaien. Als het depot klaar is zal het stuifvrijhouden voortaan door het Waterschap Noord-Beveland verzorgd worden. Door de Groeneweg, een bestaande 2,5 m brede grindweg, te verbreden en te verbeteren, kan de werkhaven vanaf de provinciale weg voor het wegverkeer goed bereikbaar worden gemaakt. De aansluiting op de provinciale weg wordt verbeterd met een uitvoeg- en inrijstrook, hetgeen geleet op het weinig drukke verkeer op die weg een aanvaardbare oplossing is. Men bereikt het haventerrein door middel van een oprit tegen en over de bestaande zeedijk. Op het haventerrein zelf zal een weg worden aangelegd langs de havenkom, zodat de beide loswallen goed voor vrachtauto's bereikbaar worden. De haventerreinen zullen deels met een dunne laag klei, deels met mijnsteen worden afgedekt.

Het asfaltschip

In het Driemaandelijks Bericht nr. 40 (mei 1967) wordt melding gemaakt van de verschillende types bodembescherming die ons naar de huidige inzichten ter beschikking staan, en van de voor- en nadelen, aan elk van deze types verbonden, met de daaruit voortvloeiende specifieke toepassingsgebieden. De gunstige ervaringen welke met de bodembescherming met asfaltmastiek zijn opgedaan hebben de overtuiging geschonken dat naast de andere methoden van het aanbrengen van bodembescherming voor de nog uit te voeren afsluitingswerken, voor dit type bodembescherming ruim plaats is.

Al sedert 1956 wordt er door de Deltadienst, in samenwerking met aannemers en laboratoria, gestudeerd op de mogelijkheid, bodembeschermingen van asfaltmastiek aan te leggen door het warme vloeibare materiaal met een pijp onder water naar de bodem te leiden waar het dan onmiddellijk na het uitvloeien moet stollen. De vervaardiging van een bodembescherming direct ter plaatse heeft het grote voordeel dat bij een goede uitvoering de beschermingsmat goed aansluit op de onderliggende bodem. Op grond van een eerste serie laboratoriumproeven en berekeningen werd vastgesteld dat het inderdaad mogelijk zou moeten zijn een mat van asfaltmastiek te leggen die aan zeer hoge eisen zou voldoen. Een jarenlange ontwikkeling is echter nodig geweest voor het bereiken van optimale resultaten. Het is een gecompliceerde technische opgave, een apparaat te construeren dat onder gemiddelde werkomstandigheden een overall even dikke, goed aansluitende mastiekmat neer kan leggen op soms tamelijk grote diepten onder water, waarbij de banen, die achtereenvolgens worden aangebracht, onderling ook goed op elkaar aansluiten.

Bij de eerste proefnemingen werd gebruik gemaakt van een rechtopstaande pijp die vanaf een bepaald punt naar onderen toe nauwer werd. Die vernauwing was nodig om te voorkomen dat er aan de benedenzijde water zou binnendringen in de buis wanneer de toevoer van asfalt zou stagneren. De proefnemingen toonden aan dat men inderdaad met een dergelijke buis asfalt op de bodem kan leggen. Maar bedrijfsvaardig was dit apparaat allerminst.

Daarna werd de stortapparatuur ontwikkeld die bestond uit een dubbelwandige buis die uitmondde in een dwars erop staande 'stofzuigermond', eveneens dubbelwandig uitgevoerd. Met deze brede mond kon in één maal een baan mastiek van 5 m breedte worden gelegd. De stortpijp werd met scharnieren bevestigd aan de voorzijde van het al bestaande asfaltverwerkingsschip 'Dorus Heijmans'. Welke resultaten met deze constructie

werden bereikt, is beschreven in Driemaandelijks Bericht nr. 9 (augustus 1959). Uit de proevenseries werd heel wat lering getrokken: zo kwam men onder meer te weten dat het regelmatig uitvloeien van het asfalt niet goed verloopt bij een spleetvormige uitstroombopening over de volle breedte van de verdeelmond. Het uitstromende asfalt heeft dan namelijk zo'n kleine snelheid dat het te vroeg stolt. Als de verdeelmond niet helemaal horizontaal ligt, bleek er bij stagnatie van de asfaltaanvoer water naar binnen te dringen door de hoogstgelegen uitstroombopening. Die openingen moeten dus afsluitbaar worden gemaakt. De mastiek moet vlak boven de bodem uit de mond vloeien. Een scharnierende verbinding van de pijp met het schip heeft grote nadelen: de pijp moet namelijk, wil men verstoppingen voorkomen, wel eens helemaal leeglopen, en daartoe in schuine stand boven water worden gebracht. Dat kan alleen met een betrekkelijk korte pijp, die maar op geringe diepte asfalt kan aanbrengen.

Op basis van de ervaringen werd vervolgens een stortapparaat ontwikkeld dat wij nu wat nader zullen beschrijven. De toevoerpijp en de verdeelmond zijn weer dubbelwandig en geïsoleerd uitgevoerd. De toevoerpijp heeft een binnendiameter van 72 cm. In de verdeelbuis, die 5 m breed werd gemaakt, zijn acht pijpvormige uitstroombopeningen aangebracht, ieder 50 cm lang. Vier aan vier kunnen zij door twee schuiven worden afgesloten. De uitstroombopening en het onderste deel van de verdeelmond kunnen met een gesloten olieverwarming worden verwarmd. In de uitstroombopeningen zijn thermokoppels aangebracht die de temperatuur regelen en melden naar het bedieningspaneel van de installatie. Uit deze meldingen kan men op het schip opmaken of er een uitstroombopening verstopt is geraakt. Drukdozen in de verdeelbuis zorgen ervoor dat de man op het schip tijdig geïnformeerd is over de stand van de asfaltmastiek in de toevoerpijp. Op die manier kan worden voorkomen dat de stand van de mastiek onverhoeds zou dalen tot een peil waarbij de waterdruk groter is dan de druk van de mastiek, zodat water in de verdeelmond zou binnendringen. De hele stortapparatuur is ditmaal opgehangen in een bok aan boord van de 'Dorus Heijmans'. Met een lier kan de mastiekspreider op en neer worden bewogen. Een hoogtcompensator zorgt ervoor, in samenwerking met een bodemtaster, dat de verdeelmond zich steeds vlak boven de bodem bevindt. In de toevoerpijp zijn over een grote lengte telkens om de twee meter vulopeningen gemaakt, zodat bij elke werkdiepte gevuld kan worden. De afmetingen van de gehele apparatuur zijn zodanig gekozen dat bij een asfaltoverdruk van 0,4 atmosfeer continu kan worden gewerkt, en per uur 120 tot 240 ton asfalt verwerkt.

De verdeelmond bevat acht uitstroombopeningen van 50 cm lengte en een voor het uitvloeien van asfalt minimaal noodzakelijke binnendiameter van 11 cm. Uit deze opening komt de mastiek te voorschijn met een snelheid van ruim 20 cm per seconde, voldoende om nog op de bodem samen te vloeien tot één laag van nagenoeg egale dikte. De asfaltfabriek op de 'Dorus Heijmans' heeft een capaciteit van 30 ton per uur; zij kan de stortapparatuur dus niet ononderbroken voeden. Bij een proef werd per m² van de bodem ongeveer 200 kg asfalt gebruikt. Bij een baanbreedte van 5 m werd de installatie daarom elke twee minuten over een afstand van 1 m verhaald. De verhaalsnelheid bedroeg ongeveer 1 m per minuut. Om voldoende druk in de toevoerpijp te handhaven en de uitsloeiensnelheid op peil te houden, werden de schuiven voor de uitstroombopeningen gedurende het verhalen maximaal 30 seconden geopend.

De stortapparatuur is in de praktijk voor het eerst gebruikt voor het leggen van een bodembescherming bij de dambouw in de Grevelingen. Zij heeft daar in het algemeen goed voldaan. Een verslag van de bevindingen is te vinden in het Driemaandelijks Bericht nr. 40 (mei 1967), blz. 506 en volgende.

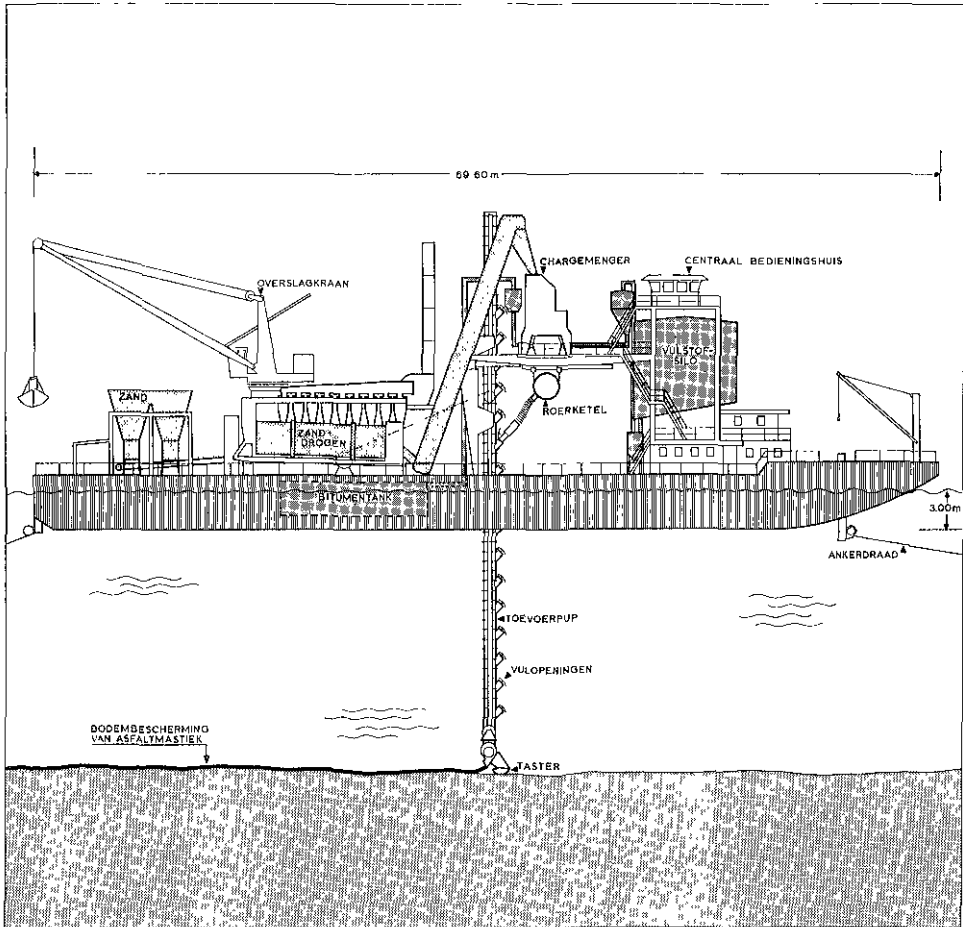
De gekozen afmetingen bleken goed te voldoen. De drukdozen en thermokoppels werkten

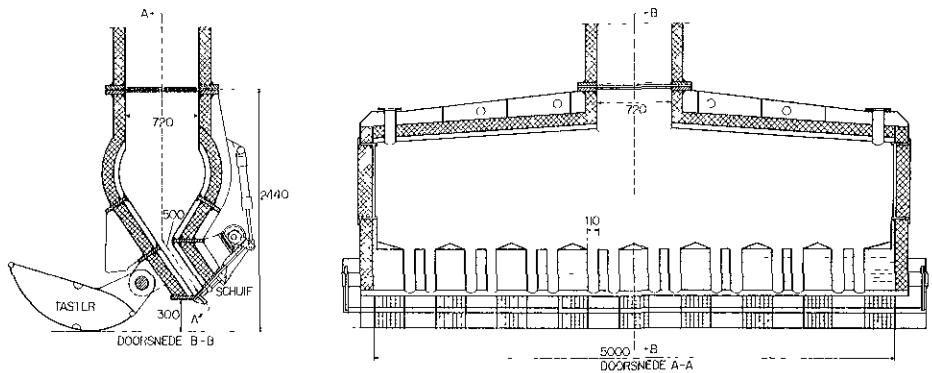
nog gebrekkig, omdat de hele opstelling te zeer het karakter van een experiment droeg. Dat voor elke ton materiaal de schuiven voor de uitstroomopeningen veelvuldig moesten worden geopend en gesloten, bleek te leiden tot sterke slijtage en daardoor tot lekkage. De plaatsbepaling ten opzichte van een bestaand raaienstelsel was te onnauwkeurig om banen van 5 m aansluitend naast elkaar te leggen. Bovendien maakten de ankerlieren van de 'Dorus Heijmans' het onmogelijk het schip zo vast op zijn plaats te houden als bij deze werkwijze wordt vereist. Dat vanwege de geringe capaciteit van het asfaltbedrijf telkens met spreiden moest worden gestopt, werkte natuurlijk ook storend op de uitvoering.

Ontwerp en bouw van een nieuw asfaltschip

Alle verkregen kennis en ervaring zijn tenslotte verwerkt in het ontwerp van een nieuw asfaltschip, de 'Jan Heijmans', dat thans in aanbouw is. Bij asfaltbanen van 5 m breed

Schets van de 'Jan Heymans'





zal de productie- en verwerkingscapaciteit van het schip boven de 200 ton per uur moeten liggen. Op die manier is een ononderbroken aanvoer van het stortmateriaal verzekerd. Het schip kan dan, al varende, bij een aanvaardbaar niveau van asfaltmestiek in de toevoerpijp en met de minimaal toelaatbare diameter der uitstroomopeningen mestiek met een verwerkingsviscositeit tussen ruime grenzen continu doen uitvloeien tot een aaneengesloten mat. Daarbij komt de eis dat het schip stabiel genoeg moet liggen om onder normale werkomstandigheden – golven tot een halve meter hoogte bij een periode van minder dan 4 seconden, stroomsnelheden tot 2 m per seconde – voldoende nauwkeurig asfalt te leggen. Het zal uitgerust moeten zijn met een centraal bediend liersysteem, zodat het nauwkeurig met een voorgeschreven snelheid in een voorgeschreven baan kan worden voortbewogen. Het dient tenslotte uitgerust te zijn met een zodanige meet-apparatuur dat het gehele bereidings- en verwerkingsproces voortdurend gecontroleerd en zo nodig bijgestuurd kan worden.

Van het schip in aanbouw worden in het onderstaande de belangrijkste technische gegevens vermeld. De lengte van het schip tussen de eindschotten bedraagt 69,60 m, de breedte op de spanten 14,20 m en over de berghouten 14,55 m. De holte in de zijden is 4,25 m. Het schip heeft een gemiddelde werkdiepgang van 3 m. Een model ervan is in het Nationaal Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen beproefd. Bij golven tot 1 m hoogte bij een periode van 5 seconden blijkt het aan weinig beweging onderhevig. De ankerkrachten bij stroom op de kop van 3 m/sec. zijn ongeveer 12 ton.

In het casco zijn tanks ingebouwd voor ballast, zoet water en brandstof. Onderdeks bevinden zich de machinekamer, een ruimte voor de opslag van bitumen en een voor de elektrische installatie, een verwarmingsruimte, enkele magazijnen, een compressorruimte en verblijven. Bovendeks zijn verblijven, de productie-installatie, de stortapparatuur en de vulstofopslag opgesteld. Het centrale bedieningshuis bevindt zich bovenop de vulstofsilo. De productie-installatie bestaat uit een asfaltdroog- en menginstallatie met een capaciteit van maximaal 250 ton per uur. De installatie heeft een chargemenger van 5 ton inhoud die geschikt is voor het bereiden van asfaltmestiek, zandasfalt en beton. Onder de menger is een roerketel geplaatst waarin een buffervoorraad asfaltmestiek van 20 ton kan worden opgeslagen en op temperatuur gehouden en waarin tevens een zekere homogenisering naar temperatuur en mengsamenstelling bereikt wordt. De roerketel is geplaatst op drukdozen die het gewicht ervan en dus van de asfaltmestiek

Detail van de verdeelmond en de taster van het
asfaltverwerkingschip 'Jan Heymans'

doorgeven aan het bedieningspaneel. De roerketel kan worden verwijderd voor het geval men andere mengsels dan asfaltmastiek wil bereiden.

Voor de overslag van zand en andere mineralen is op het achterdek van het schip een overslagkraan opgesteld met een hijsbereik van 10 ton op 18 m, uitgerust met een hydraulische grijper van ca. 4 ton.

De elektrische energie voor het schip wordt geleverd door twee hoofddiesels van 660 pk, waarop generatoren van 50 kVA zijn aangesloten, één diesel van 248 pk met een aansluitende generator van 200 kVA en één diesel van 105 pk, met erop aangesloten een generator van 87,5 kVA.

Onderdeks zijn twee geïsoleerde asfalttanks ingebouwd met een inhoud van 300 ton netto. Zij zijn voorzien van een volautomatische olieverwarming. Er is een zodanig verwarmd pomp- en leidingsysteem aangebracht, dat het schip ook met de voorraad asfaltmastiek aan boord kan worden bijgetrimd.

De stortapparatuur heeft een werkbereik tot 30 m onder het wateroppervlak. Zij bestaat uit een verticale dubbelwandige geïsoleerde toevoerpijp van 43 m lengte, met een inwendige diameter van 72 cm. Dwars daarop staat een verdeelbuis van 5 m breed, voorzien van 8 paar uitstroomopeningen; van elk paar kan één opening worden afgesloten. Deze apparatuur is opgehangen in een bakconstructie en kan met behulp van een zware stortpijplier geheel boven het dek worden gehesen, ook als zij helemaal vol zit met asfaltmastiek. De uitstroomopeningen in de verdeelbuis kunnen door 8 schuiven, die twee aan twee gekoppeld zijn, worden afgesloten. Onder aan de verdeelbuis zit een taster, die er met behulp van een servomechanische en een hoogtcompensator voor zorgt dat de uitstroomopeningen zich steeds op de juiste afstand van de zeebodem bevinden, terwijl de apparatuur met niet meer dan een paar honderd kilo op de grond drukt. De verdeelbuis kan in twee onderling loodrechte standen aan de verticale toevoerpijp worden verbonden. Rond de uitstroomopeningen en in het onderste gedeelte van de verdeelbuis is een oliedrukkring aangebracht dat wordt verwarmd door een elektrische kachel boven op de verticale toevoerpijp. Terwijl de taster op de zeebodem voorkomt dat de stortapparatuur onder grote verticale druk komt te staan, worden horizontale krachten erop gesignaleerd via een veerconstructie in de opleggingen van de pijp.

Voor een goede controle en besturing van het gehele verwerkingsproces worden tijdens de werkzaamheden vele metingen verricht. Aflezing van de metingen en eventuele

registratie ervan geschiedt in het bedieningshuis. Twee drukdozen in de verdeelbuis verklippen de druk van de asfaltmastiek aldaar, terwijl 16 thermokoppels in de uitstroomopeningen aan het bedieningshuis doorgeven welke temperatuur het asfalt beneden heeft. Er is voorts controle op de stand van de schuiven voor de uitstroomopeningen, op de stand van de hoogtcompensator, op de stand van de stortapparatuur ten opzichte van het dek van het schip, en op de snelheid van voortbewegen van het schip, gekoppeld aan exacte informatie over de produktie van de asfaltinstallatie. De plaatsbepaling van het schip geschiedt door een systeem van elektronische indicatie dat beschreven is in Driemaandelijks Bericht nr. 41 (augustus 1967), blz. 35 en 36.

Op het schip zijn zes elektrische ankerverhaallieren opgesteld met behulp waarvan het schip nauwkeurig in positie kan worden gehouden, en nauwkeurig in een voorgeschreven baan voortbewogen. De krachten in de ankerdraden van elk der lieren worden weer aan het bedieningshuis verklekt. Op de liertrommels kan ruim 500 m draad van 32 mm dikte worden gerold. De lieren kunnen zowel bij de lier als centraal, in het bedieningshuis, worden bediend. De elektrische schakeling ervan is zodanig, dat alle ankerdraden steeds onder een gewenste voorspanning gehouden kunnen worden, terwijl ondertussen zeer geringe koerscorrecties kunnen worden aangebracht. Deze fijnregeling wordt uitgevoerd met slechts één correctieknop.

Aan boord bevindt zich ook een laboratorium, ingericht voor het verrichten van proeven ter bepaling van de gunstigste samenstelling van asfaltmastiek van enige gewenste viscositeit, voor het meten van de eigenschappen van het asfaltmengsel en voor het onderzoek van monsters van verwerkte mengsels. Men ontwikkelt thans een standaard-procedure voor het ontwerpen van asfaltmestiekmengsels op basis van de eigenschappen van de aangevoerde materialen.

In het centraal en hoog opgestelde bedieningshuis staan bedieningslessenaars waarmee de menger de produktie-apparatuur kan controleren en bedienen, de pijpbediende de verwerkingsapparatuur en de schipper de navigatie. De gehele bediening is sterk gemechaniseerd.

De keuze van de elektromotoren, de generatoren en de elektrische bedradingen is erop gericht geweest, onder alle omstandigheden een zo goed als storingvrij bedrijf te kunnen garanderen.

De in het begin van dit overzicht genoemde proefnemingen zijn voorbereid door de Deltadienst in samenwerking met de Koninklijke Shell en Bitumarin, N.V. De firma Bitumarin was tevens belast met de uitvoering van de proefnemingen.

De 'Jan Heijmans' wordt thans in opdracht van Bitumarin gebouwd door Baan Hofman, Machinefabriek en Reparatiebedrijf te Gorinchem, die de bouw van het casco heeft uitbesteed aan de Scheepswerf Vahali te Gendt (Gld.).

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De mechanische steenstorter 'Lauwerszee'

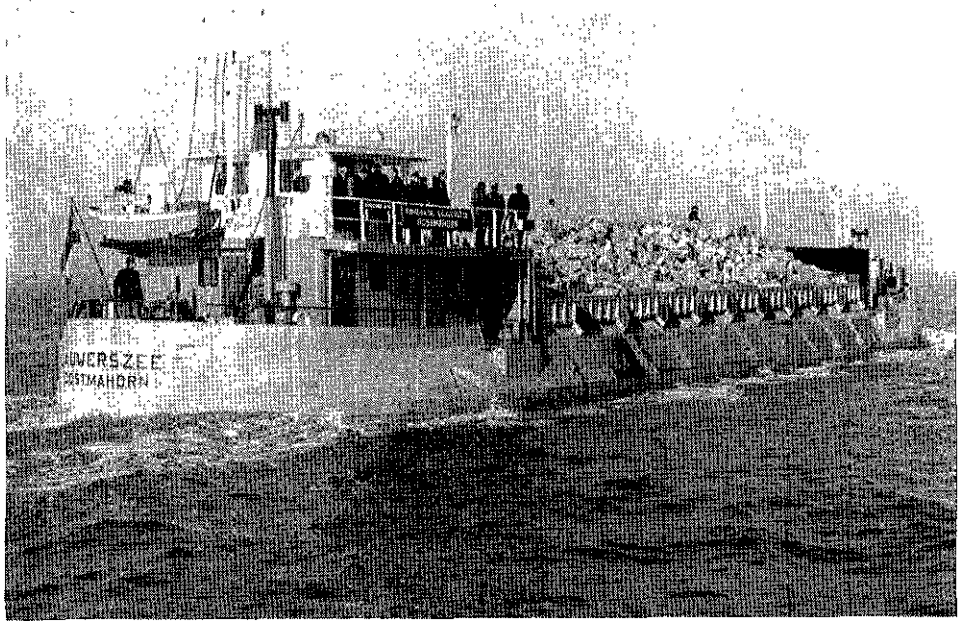
Bij de uitvoering van de Deltawerken moeten zeer grote hoeveelheden stortsteen worden verwerkt, hetzij als bodembescherming, hetzij als materiaal voor de opbouw van een dam. Tot voor kort geschiedde dit vrijwel steeds met de hand: een aantal in oliekleding gehulde mannen werkte de op het dek van een zolderbak opgehoopte stortsteen over boord, hetgeen met veel gespat en grote krachtsinspanning gepaard ging. Nu is het zowel uit sociale als economische overwegingen minder gewenst op grote schaal stortsteen met de hand te verwerken. Uit hoofde van die overwegingen zijn in Nederland verschillende mechanische steenstorters ontworpen.

De eerste steenstorter staat beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 9 (augustus 1959) en nr. 10 (november 1959) en heeft onder meer gewerkt bij de afsluiting van het Veersche Gat. Bij deze steenstorter wordt de lading over boord gewerkt door het kippen van op het dek opgestelde bakken, waarbij de dosering plaats vindt door middel van een langzaam draaiende schoopenas die de toeschuivende steen opvangt en geleidelijk over boord laat vallen.

Andere reeds bestaande systemen werken met *hydraulisch bewogen schuiven* die de lading van het dek af 'bulldozeren' dan wel met over het dek bewegende kettingen, voorzien van meenemers. Bij de uitvoering van grote havenwerken aan de Noordzeekust te IJmuiden, te Hoek van Holland en te Scheveningen, wordt gebruik gemaakt van onderfossers die de lading rechtstreeks op de bodem laten vallen.

De bruikbaarheid van een mechanische steenstorter hangt in belangrijke mate af van zijn vermogen de steen gelijkmatig over de bodem te verdelen. Bij het bestorten van zinkstukken en het afwerken van een caissonrempel is de gelijkmatigheid van de steenverdeling immers van vitaal belang. Doordat een hoop stenen vaak een zekere samenhang blijft behouden totdat bij het overboord werken een bepaalde evenwichtstoestand wordt overschreden, valt het materiaal op een vrij onregelmatige wijze afwisselend in grote en kleine hoeveelheden over boord. Een bijkomend bezwaar van de tot nu toe besproken steenstorters is, dat hun bewegende delen steeds in aanraking komen met de steenmassa, waardoor ze snel vervuilen met grond en steenschilfers, hetgeen grote slijtage veroorzaakt. Het verwerken van fijnere steenmassa's zoals grind en mijnsteen is bij verschillende systemen niet goed mogelijk.

Bij één van de aannemers van de Lauwerszeewerken kwam de gedachte op, bestaande systemen van steentransport die berusten op vibratie, toe te passen voor mechanische steenstorting.

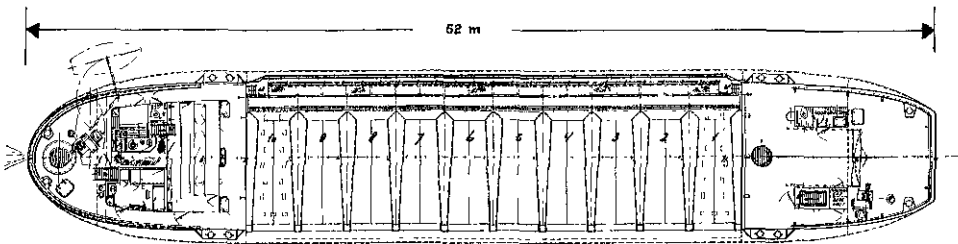
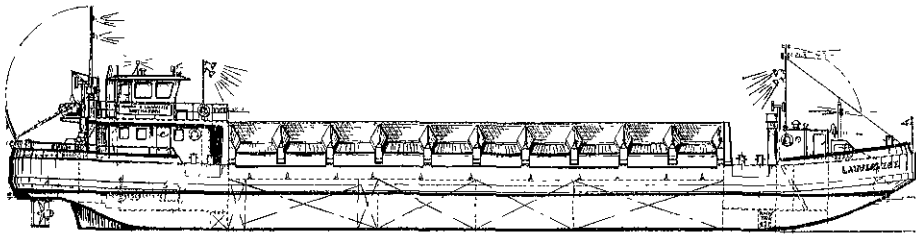


De steenstorter 'Lauwerszee'

Allereerst werd op basis van dit idee een proefopstelling gebouwd op een ponton. De resultaten leken bijzonder gunstig; proefstorting over een zandplaat die bij laagwater droog viel, bleek ondanks aanvankelijke moeilijkheden met het regelmatig verhalen van de ponton een zeer gelijkmatige verspreiding van de steen te hebben opgeleverd. Na deze bemoedigende proef is voor rekening van de Kombinatie Lauwerszee de steenstorter 'Lauwerszee' gebouwd. Deze steenstorter werkt als volgt.

Door middel van sterke elektromagnetische vibratoren wordt een stalen bak in trilling gebracht, waarin zich de te storten steenmassa bevindt. De trilling deelt zich mee aan de steenmassa die zich tengevolge daarvan min of meer als een vloeistof gaat gedragen, inzakt en over de rand van de bak wegloopt. Deze beweging wordt versterkt doordat de vibratoren, drie per bak, schuin tegen de onderzijde van de bak zijn bevestigd, zodat de trilling een horizontale component krijgt in de richting van de overstortrand. Het is merkwaardig te zien, hoe de berg steen langzamerhand ineenzakt, terwijl aan de onderzijde steeds een zeer gelijkmatige stroom stenen zijdelings over boord valt. Zodra de steenmassa zodanig verkleind is dat alle stenen op de bodem van de bak liggen, verplaatst de rest zich als één aaneengesloten steenlaag in de richting van de overstortrand totdat de laatste steen is verdwenen. Het zou met de triëpparaatuur zelfs mogelijk zijn om de stenen tegen een enigszins hellend vlak te laten klimmen. Om de bakken na gebruik schoon te kunnen spoelen is echter een zijdelingse helling van 5% naar de stortzijde aangebracht.

Op de steenstorter 'Lauwerszee' zijn tien van dergelijke bakken aangebracht, die in totaal een hoeveelheid steen van ongeveer 350 ton kunnen bevatten en die in ongeveer



Lengtedoorsnede en bovenaanzicht van de 'Lauwerszee'

20 minuten kunnen verwerken. Voor elke bak kan het trillingsmechanisme vanuit een centraal punt worden bijgeregeld of stopgezet om verdere verfijning in de verdeling te bewerkstelligen. Door het ontbreken van bewegende delen kunnen zonder bezwaar ook grind, mijnsteen en dergelijke materialen worden verwerkt. Verwijdert men de steenstortbakken met bijbehorende apparatuur van het schip, dan blijft een bruikbare motordekschuit over.

Het ziet er overigens naar uit, dat er voorlopig em plooi genoeg voor deze steenstorter zal bestaan, omdat inmiddels is gebleken, dat dit werktuig ook goede diensten kan bewijzen bij het aan de grond brengen van grote zinkstukken.

Zoals bekend uit het Driemaandelijks Bericht nr. 42 (augustus 1967) bevindt zich de gehele problematiek rond het maken en aan de grond brengen van bodembeschermingen in een snelle ontwikkeling. Zowel voor het vervaardigen, het tot zinken brengen als het nabestorten van de klassieke zinkstukken waren tot dusver grote aantallen mensen nodig. Liggen de plaatsen van vervaardiging vrij ver verwijderd van de plaats van verwerking, zoals in de Lauwerszee, dan treden grote verliezen aan arbeidsuren op door het steeds heen en weer varen van personeel.

Rationalisatie op de drie plaatsen van verwerking is daarom dringend nodig.

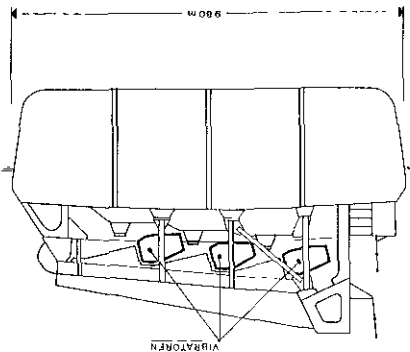
De stukken zelf kunnen worden vervaardigd op boven het peil van hoogwater liggende hellingzaten; daarbij moeten mechanische hulpmiddelen, zoals bouwkransen voor het transport van materialen en wiepmachines ter beschikking staan; van te voren in een fabriek vervaardigde elementen zoals weefsels en matten moeten waar mogelijk worden toegepast. Het zinken kan worden vereenvoudigd door gebruik te maken van de richtende

krachten van de stromingen in het water, door het zinkstuk aan de kop onder water te duwen en door mechanische bestorting. De nabestorting kan verbeterd worden door het mechanismisch aandringen van de stortsteen.

Juist bij het zinken en het nabestorten is de steensterter 'Lauwerszee' een buitengewoon handig werktuig gebleken. Naar analogie van reeds in de Delta toegepaste technieken is in de Lauwerszee een zinkmethode ontwikkeld, waarbij de juiste plaats van het zinkstuk wordt verzekerd door een van te voren naar alle zijden verankerde afvierponton. Een aan deze ponton opgehangen stalen balk drukt het kopende van de meestal 25 X 60 m grote zinkstukken aan de grond. De steensterter wordt vervolgens boven het naar beneden gedrukte deel van het zinkstuk gevaren, langszij van de aan het bovenstroomse einde van het zinkstuk verhaalde afvierponton. Na enig storten is het bovenstroomse einde van het zinkstuk zo vastgelegd, dat de stalen balk van de afvierponton kan worden losgekoppeld en opgehaald. Verder wordt de afvierponton met de daarlangs gemeende steensterter met een zodanige snelheid over het zinkstuk verhaald, dat de lading gelijkmatig over het gehele zinkstuk wordt verspreid.

Op dezelfde wijze vindt ook de nabestorting plaats. Daarbij wordt de afvierponton steeds zo verhaald, dat de overlappingsingen langs de beide kanten van de bestorting en aan het begin en aan het einde ervan steeds op andere plaatsen liggen.

Op die manier voorkomt men plaatselijke grotere opeenhopingen van steen. Bij de zeer intensief uitgevoerde peilingen in de Lauwerszee is gebleken dat op deze wijze een goede aanensluitende bodembescherming tot stand kan worden gebracht. Het aantal ritswerkers kan bij deze werkwijze veel kleiner zijn dan tot dusverre. De steensterter 'Lauwerszee' bevat dan ook zo goed, dat reeds wordt overwogen een zusterschip te bouwen.



De steensterterbaken en de tripperaar van de 'Lauwerszee'

A. De werken van het Deltaplan

Het Haringvliet

Opruiming van de bouwput voor de uitwateringssluizen en aanleg van de stortbedden

Voortgegaan werd met profielbaggeren aan de zeezijde van de uitwateringssluizen.

Begin oktober kon worden begonnen met het aanbrengen van een laag grind 2-5 mm en van de grindkoffer aan het einde van het stortbed.

De 50 cm dikke laag grind 2-5 mm werd aangebracht met een drijvende kraan welke het grind met behulp van een drijvend vakwerk regelmatig verdeelde.

Het grove grind voor de grindkoffer werd aangebracht met onderlossers en geëgaliseerd met een baggermolen.

Op 25 oktober kon het eerste zinkstuk worden geplaatst. Dit gebeurde met twee nieuwe afzinkpontons, de 'Drukker' en de 'Strekker', waartussen het stuk werd gespannen. Deze pontons werden tevens gebruikt bij het afstorten.

In totaal werden 16 zinkstukken gezonken met een oppervlakte van 27 000 m².

Aan de rivierzijde van de uitwateringssluizen werd verder gegaan met het wegzuigen van de ringdijk en het haven-terrein. Met de zuiger 'Gouda' werd het

zand tot N.A.P. - 13 m weggezogen en geperst naar de duinaansluiting bij Goedereede. De baggermolen 'Arie' begon het zand van N.A.P. - 13 m tot N.A.P. - 14,75 weg te baggeren. In deze periode werd 720 000 m³ zand gezogen en geperst en 160 000 m³ gebaggerd en geklapt. In het stortbed werd 58 000 ton grof grind, 27 000 ton grind 2-5 mm en 14 500 ton stortsteen verwerkt.

Uitbreiding van de binnenhaven

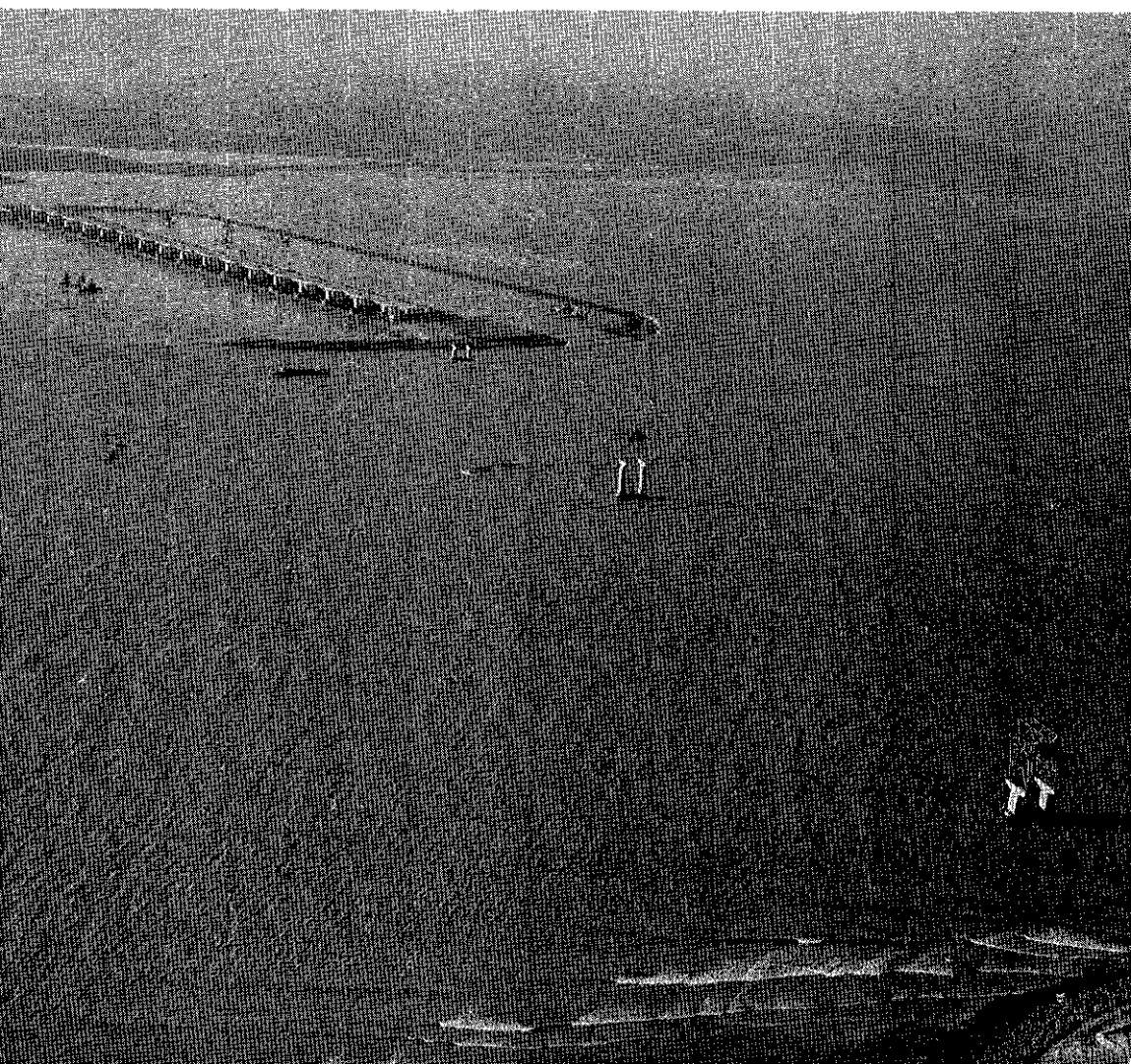
De oostelijke havenoever en havendam zijn geheel voltooid; de nieuwe havengeul is geheel ontgraven met een cutterzuiger.

Begin november is een aanvang gemaakt met het klappen van zand in de oude haveningang en het opspuiten van zand voor de westelijke havendam. Het zand voor de westelijke havendam is afkomstig uit de toegangsheul naar de binnenhaven.

De mijnsteenkaden ter afsluiting van de oude haveningang zijn nagenoeg gereed gekomen; thans is men bezig met het afwerken van het stortsteentalud aan de noordzijde van de dam.

Op de onderwaterbelopen van de dam werd 2300 m² kraagstukken aangebracht. Voorts werd 23 000 ton aan mijnsteen,

Het opruimen van de ringdijk Op de voorgrond de kabelbaan in aanleg. Foto d d december 1967



grind en stortsteen verwerkt en 60 000 m³ zand gezogen, waarvan 25 000 m³ werd geklapt.

Baggerwerk en oevervoorzieningen in de Zuiderdiepboezem

De doorgraving van de bouwput voor de overbrugging van het Zuiderdiep met de daarbij behorende oevervoorzieningen is in de afgelopen verslagperiode geheel voltooid.

Totaal is 56 000 m³ specie in den droge ontgraven en 2300 ton grind als oeverbekleding verwerkt.

De kunstwerken in het Zuiderdiep

De overbrugging van het Zuiderdiep is in alle onderdelen gereedgekomen, uitgezonderd het verwerk.

Bij het viaduct is een begin gemaakt met het bestraten met keien van de taluds voor de landhoofden.

Het afwerken van de machine- en bedrijfsruimten in het bedieningsgebouw op de uitwateringssluis is begonnen.

Voorts is men bezig met het voltooiën van de te heien stalen damwandschermen en met het aanvullen met zand van het sluislichaam.

Deurenbergplaats en remmingwerk

Op 20 oktober 1967 vond de aanbesteding plaats van het maken van een fundering voor een deurenbergplaats, een remmingwerk en een meerstoel met bijkomende werken, nabij de schutsluis, volgens bestek SS 487. Het werk werd gegund aan de N.V. Aannemingsmaatschappij W. C. van Dijk te Hardinxveld-Giessendam, voor een bedrag van f 382 420,-.

Met de voorbereidende werkzaamheden zoals het plaatsen van keten en het inrichten van het werkterrein is inmiddels begonnen.

De onderbouw van de kabelbaan

Met het maken van de funderingen voor de railbanen op het plateau aan de noordzijde van de uitwateringssluis is de fundering van de kabelbaan voltooid.

Op het plateau op het Voornse strand werd begonnen met het op diepte brengen van drie door betonnen cilindervormde funderingsputten. De putten hebben een hoogte van 17 m, een inwendige diameter van 6 m en een wanddikte van 40 cm. Verder is men bezig met het maken van betonnen funderingssloven.

Volkerak

De schutsluizen

Op vrijdag 3 november 1967 te 9.00 uur werd het schutsluizencomplex voor de scheepvaart opengesteld. Hiermede werd een bouwtijd van ruim 7 jaar afgesloten die aanving toen midden 1960 met de aanleg van de bouwput werd begonnen.

Geleidewerken en wachtplaatsen

Deze werken werden op 1 oktober 1967 voor de eerste maal en op 1 december 1967 voor de tweede maal opgeleverd. Thans resteert nog het afwerken van het peilschaalhuisje in de zuidelijke voorhaven en het maken van een drijvende aanleginrichting voor de pleziervaart.

Caissonbouw

In de verslagperiode werden de werkzaamheden door de aannemer in verhoogd tempo uitgevoerd om de opgelopen achterstand op het tijdschema in te halen. Van 13 caissons kwamen de onderbakken gereed terwijl van 10 de portalen en van 7 de kopwanden werden gestort. Van 4 caissons kwamen tevens de bovenbakken gereed, zodat hiervan het betonwerk is voltooid. Een begin werd gemaakt met de 'aankleding' zoals het aanbrengen van schuiven en liepbordessen.

Het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhaven

Het werk is op 1 december 1967 voor de eerste maal voltooid opgeleverd. Het baggerwerk in de scheepvaartgeul, dat met 2 molens wordt uitgevoerd, zal begin 1968 worden voltooid

Het damvak over de Plaat van Maltha; de stortsteendrempel en verdere voorzieningen in het sluitgat in het Volkerak

Tot medio december 1967 was in het damvak ruim 234 000 ton mijnsteen verwerkt. Een gedeelte is onder profiel gebracht waarna er een laag grind 3-20 cm ter dikte van 0,70 m op aangebracht is, tot N.A.P. + 2 m. De grindlaag wordt afgedekt met een laag zware stortsteen 60/300 kg, met een gewicht van 750 kg per m². Deze zware stortsteen op de taluds wordt boven N.A.P. gevlijd. Achter de mijnsteenrug werd tot midden december ca 400 000 m³ zand gespoten, waarvan een gedeelte reeds werd afgewerkt tot de voorgeschreven hoogte van N.A.P. + 2 m.

Het eerste gedeelte van de drempel ter lengte van ± 70 m kwam gereed. Daar de voor dit werk te gebruiken steenstorters nog niet volledig op het storten van grind waren ingericht, vond het opstorten van het grind voor dit damgedeelte met onderlossers plaats, waarna de bovenkant van het grindbed met een baggermolen werd vlak gemaakt. De stenen mantel van de drempel werd in meerdere lagen met steenstorters opgebouwd, waarbij een redelijk resultaat werd verkregen.

In januari 1968 zal dit damvak worden uitgebouwd tot de Brabantse oever. Tevoren zal de Geul van Maltha met zand worden afgesloten, waarvoor de bakkenzuigers 'Voorburg' en 'Anversoise' beschikbaar zijn, alsmede de winzuigers 'Flevo' en 'Ijmuiden'.

Ongeveer 900 m ten noorden van deze sluiting wordt in de Geul van Maltha een 200 m lange krib van zandasfalt uitgebouwd. De aanleg van deze krib is noodzakelijk voor het verkrijgen van een regelmatig stroombeeld in het sluitgat bij eb, waardoor de ontgroningen in het sluitgat zullen worden beperkt.

Met het bouwen van deze dam is in oktober 1967 begonnen met behulp van het asfaltschip 'Dorus Heijmans' van de N.V. Bitumarin te Zaltbommel.

Brouwershavensche Gat

Verlenging van het damvak op de Middellaat

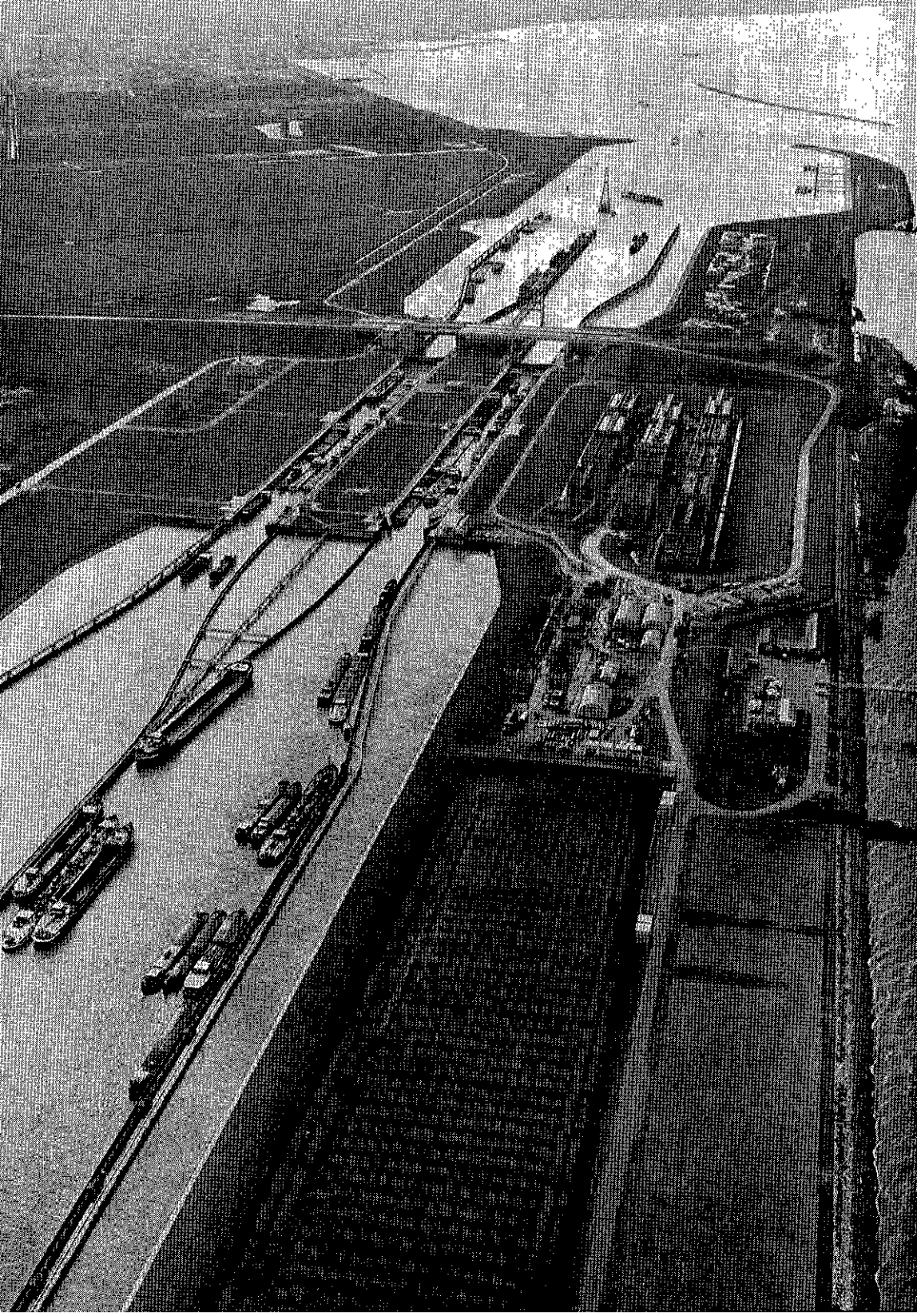
In de verslagperiode kwamen de asfaltglooiingen gereed en werd het oppervlak van het werkplateau met cement gestabiliseerd.

Het werk werd daarna op 21 december 1967 voor de eerste maal opgeleverd. Voortgegaan werd met het in depot opslaan van stortsteen en rijs hout.

Bodembescherming in de zuidelijke stroomgeul

Het aanbrengen van deze bodembescherming is over verscheidene jaren verdeeld. Het voor 1967 geplande gedeelte kwam in de verslagperiode gereed. Een vlak voor de Schouwense oever gelegen oude bestorting, die reeds eerder tot een diepte van N.A.P. - 20 m werd weggebaggerd, werd ter plaatse van de te maken bodembescherming nog verder verwijderd tot een diepte van N.A.P. - 24 m.

Het voltooide schutsluizencomplex in het Volkerak



Dak voor de bouw van doorlaatcaissons bij Nieuw Bommenede

De grondwerken zijn vrijwel voltooid. De betonglooiingen zijn aangebracht, terwijl met het zetten van de koperslakblokken en het afstorten van de kraagstukken werd voortgegaan. Een begin is gemaakt met het aanbrengen van de wegverhardingen rondom de bouwput en op de open afritten.

Oosterschelde

Werkhaven Schelphoek

Het baggerwerk voor het op diepte brengen van de haven vordert gestaag. Buiten de havenkom begon in november de cutterzuiger 'Adamas' met het op diepte brengen van de toegangsgedul. Bij dit werk trad enige stagnatie op.

Langs de havendammen werden praktisch alle kraagstukken aangebracht en op de glooiingen konden alle beton- en koperslakblokken worden geplaatst. De scherm-dam aan de zuidzijde van de havenkom kwam gereed; hierin werd ruim 29 000 ton stortsteen in depot opgeslagen. Ook werd rond 100 000 ton grof maasgrind aangevoerd en in het midden van de havenkom in een onderwaterdepot opgeslagen. In november werden de win- en de bakken-zuigers afgevoerd.

De westelijke havendam kwam gereed; hij is geheel met klei afgedekt. Het haven-terrein werd voor een groot gedeelte met hoogovenslakken afgedekt en ingewalst.

In december werd een aanvang gemaakt met het heien van de houten palen vóór de westelijke loswal en nabij de scherm-dam. Thans resteren nog als belangrijkste werkonderdelen het baggerwerk in de ha-ven en in de toegangsgedul naar de zate, het baggeren van een put voor de vorming van een mijnsteendepot door de cutterzuiger 'Adamas' en het aanbrengen

van asfaltbetonwegen op het haven-terrein

Oeververdediging van Noord-Beveland

Als voorbereiding voor de werkzaamheden die in 1968 uitgevoerd zullen worden, werd in december een proefbestorting met Engels zeegrind langs de Noordbevelandse oever uitgevoerd. In totaal werd ca. 6000 ton van dit materiaal door de sleep-zuiger 'Solent' gestort.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

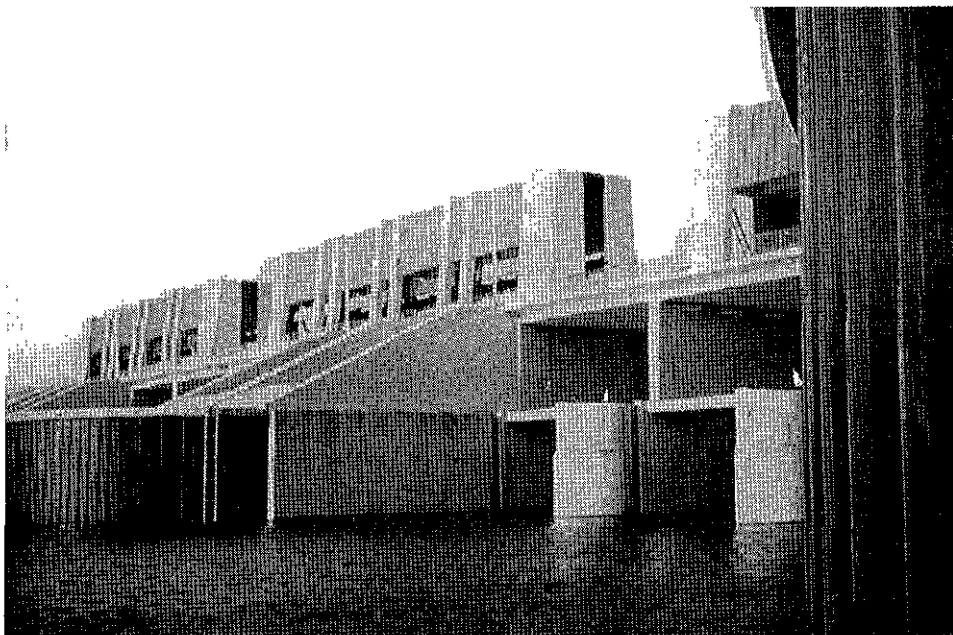
Dijkverzwaren op het eiland Texel

De verhoging van de Eijerlandse zeedijk, waaraan in maart 1967 werd begonnen, is vroeger dan was geraamd in het laatste stadium van uitvoering gekomen. Het 1400 m lange nieuw aangelegde dijkgedeelte is geheel onder profiel gebracht. Thans is men bezig aan de kleibekledingen. De asfaltbekleding zowel op de hoogwaterkering als op de binnendijks gelegen weg zullen in het voorjaar van 1968 worden aangebracht.

De verhoging en verzwaren van de Zanddijk van 1938, oorspronkelijk een inlaagdijk, maar in 1954 tot hoofdwaterkering verheven, is op de kleibekleding na gereedgekomen. De vroegere duiker door deze dijk, die diende voor de afwatering van de polder 'Robbengat', zal door een hevelinstallatie van gewapend beton worden vervangen. De uitvoering van dat werk voor een bedrag van f 53 500 is gegund aan de hoofdaannemer.

De verhoging en verzwaren van de Zanddijk van 1956 tanslotte werd in juni van het afgelopen jaar gereed opgeleverd.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee



De uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee

De bekleding met klei van de verzwaarde zeedijk van de Anjumer- en Lioessenserpolder gaat gestadig door. De onderhoudsweg langs de binnenzijde van dit dijkvak is voltooid. Ook is een op deze onderhoudsweg aansluitende polderweg, die dient om de dijk onder alle omstandigheden te kunnen bereiken, onder meer dank zij een rijksbijdrage verbreed en verzwaard.

In verband met de Lauwerszeewerken wordt met een bijdrage van de provincie Friesland een secundaire weg aangelegd van het dorp Anjum langs het Banthuis in de Anjumer- en Lioessenserpolder en vervolgens over de droogvallende gronden ten noorden van deze polder naar de afsluitdijk van de Lauwerszee. De grondwerken voor het gedeelte Anjum-Banthuis zijn zojuist in uitvoering gekomen, evenals de aanleg van een tunnel voor plaatselijk verkeer benoorden Anjum. Buitendijks is in de verslagperiode een groot zanddepot opgespoten, waar-

aan het voor de uitvoering van deze weg benodigde zand kan worden ontleend.

Inmiddels zijn voor de sluiting zeven caissons geheel gereed gekomen. De overige negentien caissons verkeren in verschillende stadia van bewerking. Een deel van de filterconstructie in het sluitgat waarop de caissons zullen worden neergezet is reeds aangebracht.

De uitwateringssluizen en de schutsluis op het werkeiland zijn vrijwel gereed. Aan de mechanische en elektrische uitrusting wordt de laatste hand gelegd. Van het centrale dienstgebouw is de begane grond en daarmee een groot deel van het betonwerk thans voltooid.

Van de nieuwe sluis te Dokkumer Nieuwe Zijlen zijn de betonwerken thans nagenoeg volledig gereed. Het baggeren van het aansluitende kanaalvak aan de binnenzijde van de sluis vindt goede voortgang. Binnenkort zal een aanvang worden gemaakt met het maken van de bodembekledingen.

A. Deltawerken Opgave van de door het Rijk ten behoeve van de uitvoering van de

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED-824	7 september 1967	Het maken van een damvak over de Plaats van Maltha en het aanbrengen van een stortsteendrempel en verdere voorzieningen in het sluitgat in het Volkerak in de gemeente Willemstad
DED-905	3 oktober 1967	Het verlengen van het damvak op de Middelploot en het aanbrengen van een bodembezinking in de stroomgeul van het Brouwershavensche Gat, met bijkomende werken, onder de gemeenten Goedereede, Midden Schouwen en Brouwershaven
DED-909	22 augustus 1967	Het aansluiten op het elektriciteitsnet van de N.V. Elektriciteitsmaatschappij 'Goeree-Overflakkee' van het gemaal bij de Zuiderdiepbezem in de gemeente Dirksland
DED-911a	15 september 1967	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED-911 voor het lossen en opschelven van rijsmaterialen in de omgeving van Willemstad
DED-912	10 augustus 1967	Het bouwen van een meetruimte in de Nabaligger nr. 8. van de spuuislus in het Haringvliet
DED-930	25 oktober 1967	Het vervaardigen en leveren van polypropreenmatten ten behoeve van de taludbekledingen en de kraagstukken in het Haringvliet
DED-931	28 september 1967	Het maken van de onderbouw van de kabelbaan over het sluitgat 'Rak van Scheelhoek' van de Haringvlietdam, met bijkomende werken, onder de gemeente Hellevoetsluis
DED-932	25 oktober 1967	Het leveren van matten met een basaltsteenwolvulling voor het maken van zinkstukken in het sluitgat in het Volkerak
DED-940	28 september 1967	Het leveren van mijnsteen ten behoeve van de afsluiting van het Volkerak te Willemstad
DED-941	5 september 1967	Huur en verhuur van een terrein met een loods en een helling met toebehoren in de gemeente Schiedam
DED-942	25 oktober 1967	Het vervaardigen en leveren van polypropreen weefsel t b v de stortbedden in het Haringvliet
DED-946	16 oktober 1967	Het lossen, laden, vervoeren en opslaan van stortsteen en grind in de werkhaven te Hellevoetsluis of in de binnenhaven te Steldendam
DED-949	2 oktober 1967	Het leveren van polypropreenweefsel t.b.v. de stortbedden in het Haringvliet
DED-950	22 november 1967	Het leveren en aanbrengen van een elektrische verlichting op het haventerrain en de aanlegsteigers van de vissershaven nabij de schutsluis in het Haringvliet in de gemeente Goedereede
DED-957	2 november 1967	Het maken en plaatsen van twee stuks opzetstukken van voorgespannen beton op elk der drie vierpijlers voor de pylonen van de kabelbaan in het Haringvliet in de gemeente Hellevoetsluis
DED-958	22 november 1967	Het maken en het leveren van een aluminium motorvlet met toebehoren
DED-959	4 oktober 1967	Het vervaardigen en het leveren van een onderstuk van een meetpaal
DED-960	5 oktober 1967	Het herstellen van de meetpaal BG II
DED-961	27 september 1967	Het verrichten van werkzaamheden voor het onderzoek van grondmonsters
DED-962	7 november 1967	Het vervaardigen en plaatsen van een richtingbakken in het Hollandsch Diep en vaste punten in het Hellegat ten behoeve van de werken tot afsluiting van het Volkerak in de gemeente Willemstad
DED-965	2 augustus 1967	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED-966	24 juli 1967	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED-967	31 juli 1967	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED-968	15 november 1967	Het leveren en opslaan van grof grind ten behoeve van de oevervoorzieningen aan de Noordbevelandse oever

Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingsom	Aannemers
f 13 863 593,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
f 4 351 265,—	N.V. Aanneming Mij. 'Dijksbouw' te 's-Gravenhago
f 17 000,—	N.V. Elektriciteitsmaatschappij 'Goeree-Overflakkee' te Middelharnis
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
f 32 057,—	N.V. 'Nestum' te Amsterdam
eenheidsprijzen	N.V. Rietindustrie 'Gouderak' te Gouderak
f 795 100,—	N.V. 'Nestum II' te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. Rietindustrie 'Gouderak' te Gouderak
eenheidsprijzen	Utroma N.V. te Arnhem
f 630,— p.mnd.	Fa. Gebr. Osterholt te Schiedam
eenheidsprijzen	N.V. Zakkencentrale te Schiedam
915 195,—	Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis
eenheidsprijzen	Nicolon N.V. te Enschede
f 18 260,—	N.V. Elektriciteitsmaatschappij 'Goeree-Overflakkee' te Middelharnis
f 796 713,—	'Combinatie Oosterschelde' te Beverwijk
f 37 500,—	Verhoef Aluminium Scheepsbouwindustrie en Metaalwarenfabriek N.V. te Aalsmeer
f 13 565,—	Havehast Fabrieken N.V. te Stadskanaal
f 40 800,—	'Hellevoet' Scheepsreparatiebedrijf te Hellevoetsluis
verrekenprijzen	Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek
f 176 135,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Dubbelman Bzn. te Lage Zwaluwe
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. A. J. van Loon te Drimmelen
eenheidsprijzen	N.V. Utroma te Arnhem

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED-969	19 september 1967	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED-970	4 september 1967	idem
DED-971	1 september 1967	idem
DED-972	4 september 1967	idem
DED-973	1 september 1967	idem
DED-974	4 september 1967	idem
DED-975	8 september 1967	idem
DED-976	15 september 1967	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED-977	20 september 1967	idem
DED-978	15 september 1967	idem
DED-979	18 september 1967	idem
DED-980	25 september 1967	idem
DED-981	14 september 1967	idem
DED-982	21 september 1967	idem
DED-983	15 september 1967	idem
DED-984	20 september 1967	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED-985	21 september 1967	idem
DED-986	12 oktober 1967	idem
DED-987	25 september 1967	idem
DED-989	25 september 1967	Het verrichten van water- en chloorwaarnemingen en het opnemen van de urenteller bij het gemaal de Prunje op Schouwen
DED-990	28 september 1967	Het leveren, lossen en opschelven van rijsmaterialen met bijkomende werken nabij de werkhaven te Willemstad
DED-991	25 september 1967	idem
BR-4058	—	Het transporteren van twee haspels met staaldraadkabels van de Grevelingondam naar Bourg en Bresse
BR-4112	—	Het leveren van 80 stuks wielassen en 8 stalen hijskabels t.b.v. de kabelbaan in het Haringvliet nabij Hellevoetsluis
BR-4115	14 juni 1967	Het vervaardigen en het leveren van 28 stuks elektrisch bewogen lierwerken c.a. ten behoeve van de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4137	19 juli 1967	Het vervaardigen en het leveren van modulair gietijzers schuifbolders ten behoeve van de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4168	4 september 1967	Het vervaardigen en het leveren van rubber afdichtingsramen ten behoeve van de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4198	12 september 1967	Het vervaardigen en het leveren van constructiestaal ten behoeve van de houten drijfschotten van de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4208	18 september 1967	Het vervaardigen en het leveren van een ponton met loopbruggen c.a. ten behoeve van de inrichting van een werkhaven aan de Kabbelaarsbank in het Brouwershavensche Gat
BR-4225	14 september 1967	Het vervaardigen en het leveren van bouten, moeren, duboringen en heffingplaten ten behoeve van de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4230	14 september 1967	Het vervaardigen en het leveren van stalen afdekplaten met omrandingen, ladders, stijlen voor vangrails enz. ten behoeve van de uitwateringsluis in het Zuiderdiep
BR-4268	22 september 1967	Het vervaardigen van de drijfschotten voor de doorlaatcaissons in het Volkerak
BR-4269	20 september 1967	Het laden en het transporteren van de drijfschotten voor de doorlaatcaissons in het Volkerak

Aannemingsom	Aannemers
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiters C.V. te Hardinxveld-Giessendam
idem	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
idem	Fa. Gebr. Hakkors te Werkendam
idem	Fa. Jan Visser Azn. te Werkendam
idem	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
idem	P. C. Klein te Willemstad
idem	G. J. Versluis te Lexmond
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
idem	Fa. Kraayeveld's Aannemings- en Handelsonderneming te Barendrecht
idem	Fa. A. J. van Loon te Drimmolen
idem	G. J. Versluis te Lexmond
idem	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
idem	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
idem	P. C. Klein te Willemstad
idem	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Hakkors te Werkendam
idem	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
idem	Fa. J. A. de Ruiters C.V. te Hardinxveld-Giessendam
idem	Fa. Gebr. Dubbelman Bzn. te Lage Zwaluwe
f 432,—	Mevr. N. Koster-van Splunder te Middenschouwen
eenheidsprijzen	J. S. van Kasteren te St. Michielsgestel
idem	P. C. Klein te Willemstad
f 30 575,—	N.V. v/h Firma Willem van Twist te Dordrecht
Fr.Fr. 30 664,—	Etablissements Neyrpic te Grenoble
f 230 896,—	Konstruc-trebedrijven Vossen N.V. te Kerkrade
f 26 716,—	Nederlandsche IJzergieterij 'Vulcanus' te Vaassen
f 76 320,—	Rubberfabriek Vrodestein Loosduinen N.V. te Loosduinen
f 42 750,—	'Hazo' Constructie & Apparatenbouw te Geleen
f 20 358,50	N.V. Spoorijzer te Delft
f 11 930,15	Everts en van der Weijden N.V. Schroefboutenfabriek te Holmond
f 15 210,—	'Figeo — Vlaardingen' N.V. te Vlaardingen
f 174 000,—	Aannemersbedrijf J. Braams te Velsen
f 26 000,—	G. Wijma en Zoon N.V. te Apeldoorn

