

Drie maandelijks Bericht
nummer 73, augustus 1975

deltawerken

Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 17,- per jaar
of f 4,50 per nummer

dit nummer is geheel gewijd aan de afsluiting van de Oosterschelde

Inhoud

Het rapport van de Commissie Compartimentering Oosterschelde 111

Ontwerp voor de stormvloedkering in de Oosterschelde 115

De afsluitmiddelen van de stormvloedkering 127

Plaatsing en afwerking van de caissons 137

De uitvoeringsproblematiek van de secundaire sluitingen 142

Gevolgen van het herziene plan van afsluiting voor de reeds uitgevoerde werken 151

Aanleg van de bouwputten voor de caissons en van de dam aanzet op Schouwen 155

Vorderingen 162

In voorgaande Berichten – men zie met name Bericht 68 (mei 1974) en 71 (februari 1975) – is reeds uiteengezet dat de afsluiting van de Oosterschelde met een beweegbare stormvloedkering tevens de aanleg van een aantal compartimenteringsdammen noodzakelijk maakt. Er zijn daarvoor drie voorname redenen aan te voeren.

Compartimentering van het Oosterscheldebekken is noodzakelijk om te voldoen aan het tractaat met België. Voorts is ze een middel om de oppervlakte van het bekken achter de stormvloedkering te verkleinen, en daarmee de afmetingen van dat kunstwerk. Ten slotte heeft de compartimentering belangrijke waterhuishoudkundige aspecten.

Terwijl de noodzaak van compartimentering voor alle adviserende instanties duidelijk was, bestond er weinig eenstemmigheid wat betreft de plaats van de compartimenteringsdammen. Inderdaad speelt een groot aantal factoren een rol bij deze beslissing: waterstaat-technische overwegingen zijn van belang, maar daarnaast mogen ook de gevolgen van de compartimentering voor de ruimtelijke structuur van het betrokken gebied niet uit het oog worden verloren.

De Commissie Compartimentering Oosterschelde heeft opnieuw getracht te komen tot zorgvuldige afweging van de verschillende mogelijkheden, waarbij ze zoveel mogelijk rekening heeft gehouden met de inbreng van alle betrokkenen.

Op 20 december 1974 werd de Commissie Compartimentering Oosterschelde door de minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld, met onder meer de opdracht vóór 30 april 1975 rapport uit te brengen aan de minister en aan de provinciale besturen van Zeeland en Noord-Brabant aangaande de technische, planologische en financiële aspecten van de verschillende mogelijkheden van compartimentering van de Oosterschelde. De provincies Zeeland en Noord-Brabant zouden voor een belangrijk deel op basis van dit rapport hun zienswijze inzake de compartimentering

Het rapport van de Commissie Compartimentering Oosterschelde

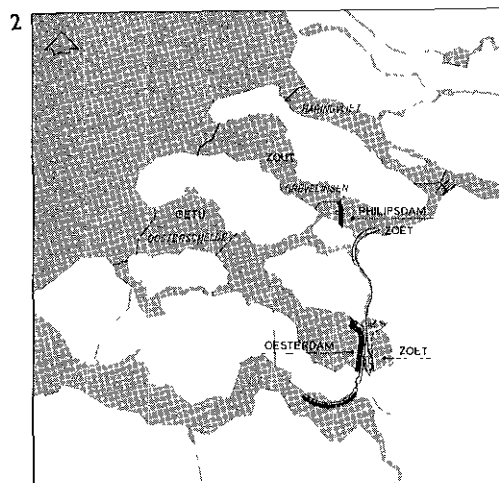
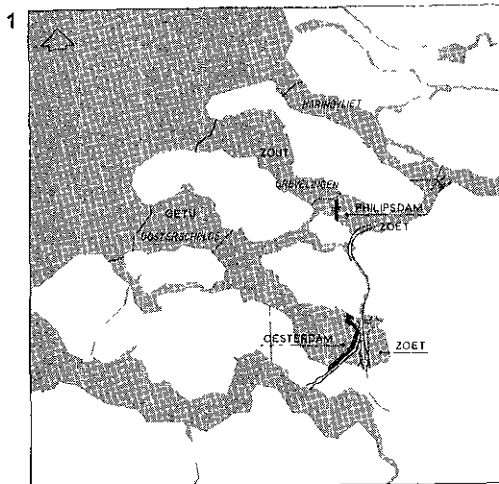
kenbaar kunnen maken. Als voorzitter van de commissie werd het hoofd van de Deltadienst aangewezen, terwijl er verder vertegenwoordigers zitting in namen van de Provinciale Waterstaten en de Provinciale Planologische Diensten van Zeeland en Noord-Brabant, en van de betrokken regionale diensten van de Rijkswaterstaat.

De Rijksplanologische Commissie had zich al op 26 september 1974 in haar advies aan de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening uitgesproken voor compartimentering van de Oosterschelde volgens model C3 (St.-Philipsdam en Oesterdam), met een nieuw scheepvaart- en spuikanaal door de staart van Zuid-Beveland, richting Waarde. De Commissie Compartimentering Oosterschelde legt in haar rapport vier modellen ter beoordeling aan de minister voor, drie varianten van het compartimenteringsmodel C3, en één van model C1. We zullen deze voorstellen nu na elkaar kort bespreken.

Model C3 variant kanaal bij Krabbendijke. Alle oplossingen van het type C3, dus ook deze, gaan uit van een Philipsdam en een Oesterdam. Het voorstel is, die compartimentering ten behoeve van de binnenvaart te completeren met een nieuw kanaal door de staart van Zuid-Beveland, onmiddellijk ten oosten van het dorp Krabbendijke (figuur 1). Bij dit model komen verscheidene potentiële tuinbouwgebieden aan zoet water te liggen. De zoutbestrijding in de scheepvaartsluizen zal geen onoverkomelijke bezwaren opleveren. Dit model zal wel een belangrijk verlies inhouden aan schor- en getijdegebieden, zowel in de Oosterschelde als in de Wester-

Fig. 1. Compartimentering volgens model C3 met een nieuw kanaal bij Krabbendijke

Fig. 2. Compartimentering volgens model C3 met een nieuw kanaal bij Rilland-Bath



schelde. Milieukundig levert het kanaal bij Krabbendijke geen problemen op voor Zuid-Beveland, maar planologisch wel; de nieuwe doorgraving vraagt een offer aan agrarisch grondgebied.

De doorgaande scheepvaart tussen Westerschelde en Haringvliet ontmoet wanneer dit compartimenteringsmodel zou worden gekozen slechts twee sluisen op zijn weg. De bereikbaarheid van de haven van Bergen op Zoom wordt door het kanaal bij Krabbendijke voor de kustvaart evenwel ongunstig beïnvloed.

Als de compartimentering in 1985 gerealiseerd moet zijn, is de voor uitvoering beschikbare tijd krap. De kosten worden geraamd op circa 975 miljoen gulden.

Model C3 variant kanaal bij Rilland.

Dit model situeert de doorgraving van de staart van Zuid-Beveland nog iets oostelijker, namelijk tussen Rilland en Bath. Aansluitend zou buitendijks, in de Westerschelde, het kanaaltracé worden doorgezet (figuur 2).

De aansluiting van het kanaal bij Rilland op de Westerschelde vormt, waterloopkundig gezien, een groot probleem. Er zal langdurig en ingewikkeld onderzoek nodig zijn, voordat men er een verantwoorde beslissing over kan nemen. Een groot voordeel is, dat er belangrijk minder schor- en getijdegebied verloren zou gaan; deze doorgraving eist ook minder landbouwgrond. Voor de scheepvaart en de waterhuishoudkunde geldt hetzelfde als bij het kanaal bij Krabbendijke.

Het waterloopkundig onderzoek zal zo lang duren, dat nauwelijks verwacht mag worden dat men dit kanaal voor 1985 klaar kan hebben. De kosten bedragen circa 1100 miljoen gulden.

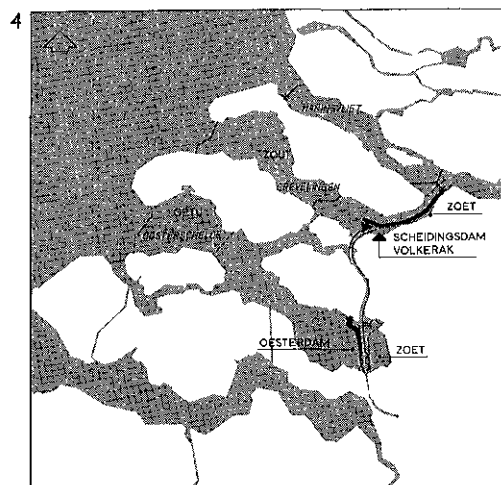
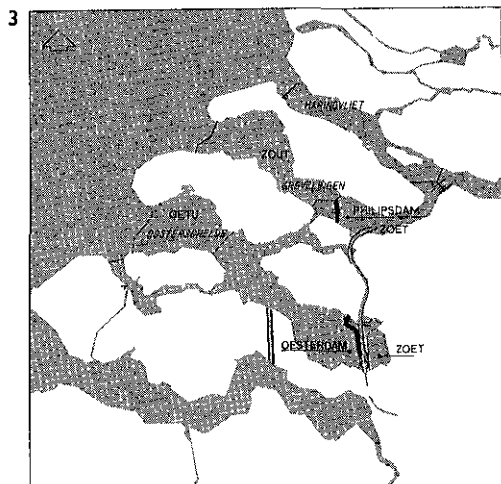
Model C3 variant Kanaal door Zuid-Beveland.

Volgens dit model zou de doorgaande scheepvaart – ook de hoge vaart – worden geleid via het verbeterde Kanaal door Zuid-Beveland. Men kan dan volstaan met aanpassing van het bestaande kanaal. Er kan een keuze gemaakt worden tussen een open verbinding bij Wemeldinge en nieuwe sluisen aldaar. In tegenstelling tot de twee eerder genoemde modellen gaat volgens dit plan een groot deel van de westelijke scheepvaartroute door getijwater. Houdt men de kanaalmond bij Wemeldinge open, en laat men dus het getij toe op het kanaal, dan wordt het aantal sluispassages voor de doorgaande scheepvaart drie; bouwt men te Wemeldinge nieuwe sluisen, dan worden het er vier.

Landschappelijk en met betrekking tot de

Fig. 3. Compartimentering volgens model C3 met aanpassing van het bestaande kanaal door Zuid-Beveland

Fig. 4. Compartimentering volgens model C1



woonfunctie levert de verbreding van het Kanaal door Zuid-Beveland nauwelijks bezwaren op. Er zal wat landbouwgrond moeten worden opgeofferd – maar minder dan wanneer men een geheel nieuw kanaal zou graven – en een aantal woningen zal moeten verdwijnen. Er zal geen extra verlies optreden aan schorren en getijdegebieden. Daar staat tegenover dat verbreding van het Kanaal door Zuid-Beveland het verlies zou betekenen van het meest waardevolle deel van de Kapelse Moer.

Voor de visserij en de schelpdiercultures zullen er voldoende hoge zoutgehalten zijn. Voor het overige zijn de waterhuishoudkundige en milieutechnische aspecten ongeveer gelijk aan die van model C3-Kanaal bij Krabbendijke. Dit geldt ook voor het financiële aspect: evenals bij de oplossing met een kanaal bij Krabbendijke zal de totale compartimentering met aanpassing van het Kanaal door Zuid-Beveland naar schatting circa 975 miljoen gulden gaan kosten.

Ten slotte geeft de Commissie Compartimentering Oosterschelde in overweging de compartimentering te voltrekken volgens een principieel andere opzet, overeenkomend met het door de Commissie-Klaasesz als 'C1' aangeduide model. Dit model impliceert een scheidschidsdam in de lengterichting van het Volkerak, lopend van St.-Philipsland naar de Volkerakdam, waarop hij aansluit tussen de inlaatsluis en de scheepvaartsluizen, en voorts een Oesterdam (figuur 4). De doorvaart door Zuid-Beveland zou volgens dit ontwerp moeten geschieden door het bestaande Kanaal door Zuid-Beveland. De doorgaande scheepvaart zou de Volkerakdam moeten passeren via nieuwe sluizen. Het totale aantal sluispassages is één minder dan bij de hiervoor genoemde compartimentering. Model C1 roept in het bijzonder problemen op in verband met de waterhuishouding: er zal namelijk een blijvende zoutbelasting optreden op het noordelijk bekken via de nieuw te bouwen Volkeraksluizen, die bestemd zijn voor de scheepvaart door het Kanaal door Zuid-Beveland. Directe zoetwatervoorziening vanaf het zoete compartiment voor Tholen, St.-Philipsland en West-Brabant is vrijwel niet meer te realiseren; de aanleg van drinkwaterbekkens zou een redelijk alternatief zijn, ware het niet dat het een duur leidingsysteem vergt.

In het voordeel van de genoemde variant van compartimenteringsmodel C1 spreekt, dat er een grotere oppervlakte aan schorren, slikken en platen in het gebied van Krammer en

Volkerak onder invloed van het getij blijft dan bij elk der andere modellen. Maar als gevolg van het omvangrijke baggerwerk in de oeverzones aan de rand van Noord-Brabant dat deze compartimentering meebrengt, zullen er onvermijdelijk toch aanzienlijke natuurwaarden verloren gaan. Daarbij komt dat de lange scheidingsdam door het Volkerak een blijvende landschappelijke verstoring zal opleveren.

De voor uitvoering beschikbare tijd is in verhouding tot de omvang en de complexiteit van de operatie krap. De kosten van dit model worden geraamd op circa 1135 miljoen gulden; daarmee is het dan tevens het duurste van de berekende alternatieve compartimenteringen. Maar bovendien moet er nog rekening worden gehouden met een aanzienlijke verhoging van de kosten van de beweegbare stormvloedkering in de Oosterscheldemond, als gevolg van de C1-compartimentering. In vergelijking met oplossingen van het type C3 wordt namelijk een zoveel groter getijdebekken gecreëerd, dat de stormvloedkering ongeveer 20% groter moet worden uitgevoerd. Daarmee zullen enkele honderden miljoenen guldens gemoeid zijn.

Ten aanzien van de wijze van compartimentering van de Oosterschelde zal pas een beslissing worden genomen nadat de provinciale besturen van Zeeland en Noord-Brabant hun zienswijze hebben kenbaar gemaakt — dit is inmiddels gebeurd —, en nadat de Raad van de Waterstaat en de Rijksplanologische Commissie terzake hun advies hebben uitgebracht. Deze beslissing zal anderzijds niet mogen vallen na het einde van 1975, aangezien de compartimenteringsdammen evenals de afsluiting van de Oosterschelde omstreeks 1985 klaar moeten zijn, en er een voorbereidings- en bouwtijd van ongeveer 9 à 10 jaar met de compartimentering gemoeid is.

Vermoedelijk zal de minister van Verkeer en Waterstaat eind november aan de Staten-Generaal een interimrapport aanbieden inzake de studie naar het ontwerp van een beweegbare stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde. Vanwege de correlatie tussen de stormvloedkering en de problematiek van de compartimentering zal het interimrapport over de stormvloedkering bij de voorbereiding van de beslissing omtrent de wijze van compartimentering van het Oosterscheldebekken worden betrokken.

In het vorige Bericht werden mededelingen gedaan over het onderzoek dat gaande is naar het ontwerp voor een stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde. Die publikaties lagen vooral op het terrein van de hydraulica, de hydrografie en de grondmechanica. Dit nummer vervolgt de reeks nu met een aantal mededelingen betreffende de constructieve vormgeving van de beweegbare stormvloedkering, en stelt ook enkele aspecten van de uitvoering aan de orde. Bovendien wordt nader ingegaan op de uitvoeringsproblematiek van de compartimentering.

Ontwerp voor de stormvloedkering in de Oosterschelde

De eisen waaraan de caissons voor de stormvloedkering zullen moeten voldoen, zo zagen we in het vorige Bericht, zijn eigenlijk drieërlei: de caisson moet als hij geplaatst wordt een goed manoeuvreerbaar schip zijn, als hij openstaat een zo open mogelijke constructie, en als hij gesloten wordt een bedrijfszekere waterkering. Het is bepaald geen geringe opgave, deze drie eisen, die in tal van opzichten met elkaar conflicteren, in één ontwerp tot hun recht te laten komen. De eerste en de derde eis zijn waarschijnlijk wel zonder meer begrijpelijk; maar waarom moet de openstaande caisson een zo groot mogelijk doorstroomprofiel hebben? En geldt die eis evenzeer tijdens de bouw van de stormvloedkering als in de eindtoestand? Op deze vraag zullen we wat nader ingaan.

Wanneer een getijgeul wordt afgesloten, kan men in verband met de tijd die nodig is voor het invaren en plaatsen van zo'n logge bak, meestal maar één caisson per dag plaatsen. Er is namelijk doorgaans maar één geschikt moment – de hoog- of laagwaterkering – per etmaal waarop het voldoende licht is om de operatie te kunnen uitvoeren. Dag na dag wordt het doorstroomprofiel dus een stukje kleiner. Om nu te voorkomen dat de stroomaanval op het resterende gat aan het eind van de operatie onaanvaardbaar groot zou worden, bleek het nodig de doorlaatcaisson uit te vinden. Reeds bij de voorbereiding van de sluiting van het Veerse Gat werd duidelijk dat de tot dan toe gebruikte gesloten caissons in deze stroomtoegang niet zouden voldoen. Men is er toen toe overgegaan tijdelijke drijfschotten te maken die er voor zorgden dat de caisson tijdens de tocht van

bouwdok naar sluitgat min of meer waterdicht bleef, in plaats van gesloten caissonwanden, en deze schotten na het afzinken te verwijderen. De afgezonken doorlaatcaisson gaf aan het doorstroomprofiel van het sluitgat slechts een geringe vernauwing, en daarmee werd voorkomen dat de bodem en de drempel in het resterende sluitgat in onaanvaardbare mate door de stroom werden aangetast. De ontwikkeling van deze technieken wordt in den brede beschreven in Bericht 58 (november 1971). Zij vond haar voorlopig sluitstuk in de caissons die voor de afsluiting van de Kous – een stroomgeul van het Brouwershavense Gat – werden gebruikt. Ook voor de aanvankelijk voorgenomen totale afsluiting van de Oosterschelde was als een der mogelijkheden een plan voorbereid voor plotse sluiting met behulp van doorlaatcaissons, ofschoon tenslotte voor de kabelbaan werd gekozen. Na plaatsing zouden de doorlaatcaissons volgens dit plan samen met de drempelconstructie de oppervlakte van het doorstroomprofiel van 76 000 m² terugbrengen tot 40 000 m². Deze laatste 40 000 m² zouden dan vervolgens met één klap worden afgesloten door het neerlaten van alle caissonschuiven tegelijk op een moment van stroomkentering. Het ontwerp van deze caissons ging er natuurlijk van uit dat ze slechts korte tijd als waterkering behoeften dienst te doen, en dat het te keren verval gedurende die tijd bovendien gering zou blijven. Men kon dus volstaan met – betrekkelijk gezien – vrij lichte constructies. De caissons voor de stormvloedkering zouden vanwege hun definitieve karakter zoveel zwaarder moeten worden uitgevoerd dat ze geplaatst op dezelfde drempel, een door-

Fig. 1. Invloed van het doorstroomprofiel op de morfologische ontwikkeling van het Oosterscheldebekken

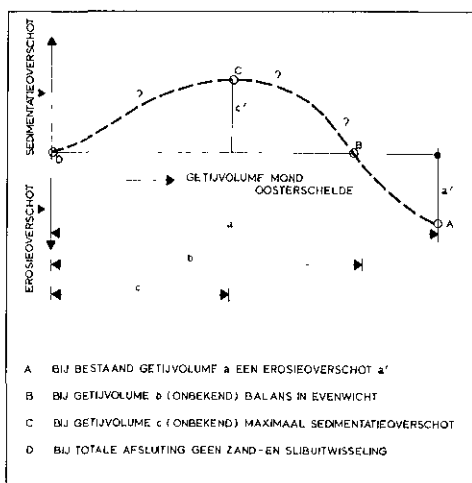
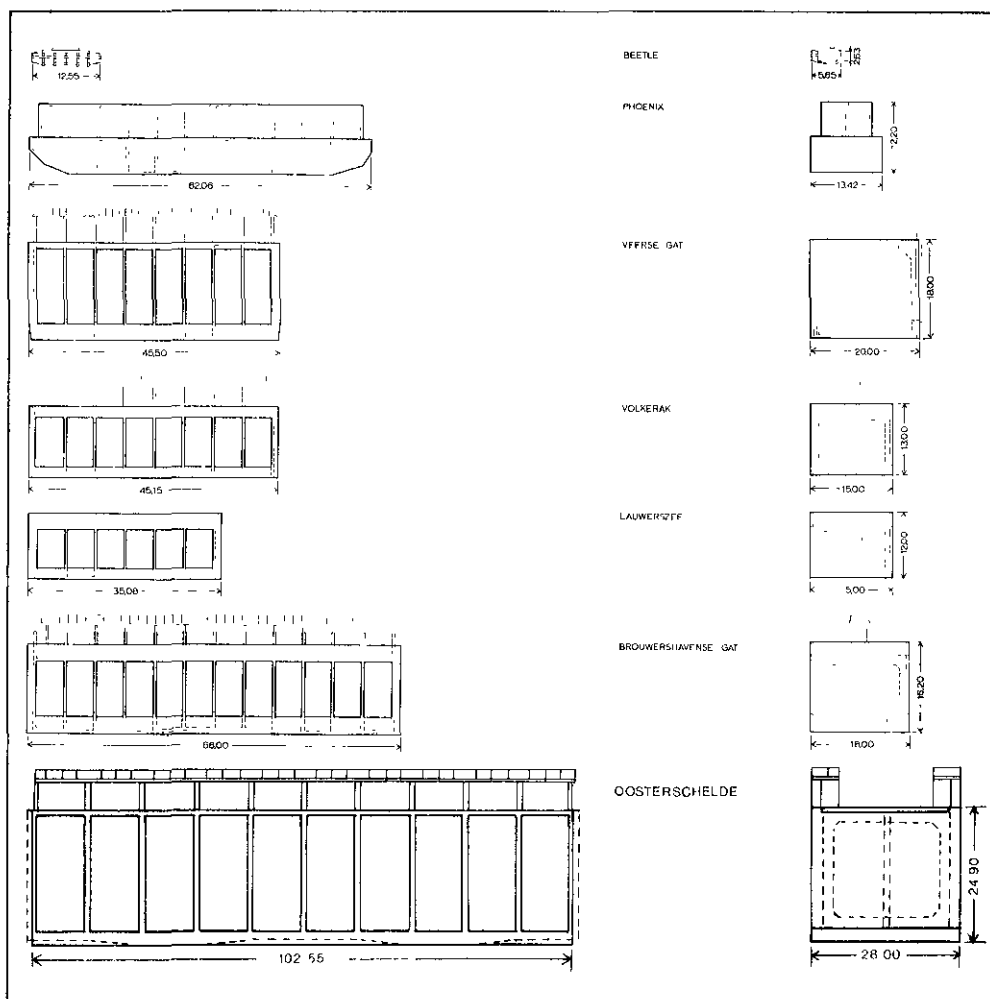


Fig. 2. Groei van de caisson als afsluitmiddel, van 1945 tot aan het nimmer uitgevoerde plan om de Oosterschelde geheel met caissons af te sluiten



stroomprofiel van 30 000 m² zouden overlaten, wat natuurlijk zou resulteren in een aanzienlijke verzwaring van de stroomaanval op drempels en bodembeschermingen, en toenemende moeilijkheden bij het plaatsen van de laatste caissons. Het alternatief is, dat men het thans bestaande profiel van de afsluiting inbaggert tot een grotere diepte. Daarmee komt men echter in andere moeilijkheden, want de verwijdering van de in het sluitgat aanwezige bodembescherming zal extra kosten meebrengen, terwijl de vergroting van het doorstroomprofiel ook op zichzelf al kostenverhogend werkt: de naar verhouding dure afsluitmiddelen moeten dan ook weer groter worden uitgevoerd.

Kortom, men moet of een groter risico aanvaarden tijdens het plaatsen van de laatste caissons, of vrij aanzienlijke extra kosten maken. Thans worden de verschillende mogelijkheden onderzocht om dit probleem tot een oplossing te brengen.

Hoe die kwestie ook zal uitpakken, het is zeker dat na plaatsing van de laatste caisson verdere vernauwing van het doorstroomprofiel noodzakelijk is om de mede met het oog op de veiligheid gewenste demping van het getij op de Oosterschelde te bereiken. We zagen immers reeds in het vorige Bericht dat van een merkbare getijdemping geen sprake is wanneer het hoofddoorstroomprofiel niet tot meer dan 50% wordt verkleind. Bij de vaststelling van het uiteindelijke doorstroomprofiel is het nodig te weten hoe groot het achterliggende bekken zal zijn, en dus, welke compartimentering men zal uitvoeren. Dienaangaande wordt, zolang de onzekerheid duurt, voorlopig bij de studies uitgegaan van de veronderstelling dat model C3 zal worden toegepast: Philipsdam, Oesterdam en een tijverschil van 2,30 m bij Yerseke. Theoretisch zou dit overeenkomen met een doorstroomprofiel van 11 000 à 12 000 m²; maar in de praktijk zal het benodigde doorstroomprofiel eerder in de buurt liggen van de 15 000 m², omdat er rekening mee moet worden gehouden dat een deel van de kering tijdelijk wordt dichtgezet voor onderhoudswerken, en dat het doorstroomprofiel langs natuurlijke weg zal afnemen door de aangroei van organismen. Men laat natuurlijk niet na te bestuderen welke invloed de vergroting of verkleining van het doorstroomprofiel zal hebben op de constructie en de kosten van caissons en afsluitmiddelen.

In dit verband is het ook van belang om te weten te komen welke invloed de grootte van het doorstroomprofiel heeft op de morfologische ontwikkeling van het bekken. Zoals

bekend vindt onder de huidige getij-omstandigheden overwegend erosie plaats. Als men het getij in de mond dempt tot beneden een bepaald getijverschil, zal, naar is te verwachten, in plaats van uitschuring aanslibbing en *aanzanding gaan optreden, te sterker naarmate het getij meer wordt onderdrukt*. Bij zeer sterke demping van het getij zullen de *stroomsnelheden echter zo sterk afnemen dat er nog maar weinig tot geen slib en zand naar binnen wordt gevoerd*. In figuur 1 is dit verschijnsel grafisch weergegeven. De vorm die de kromme heeft kan weliswaar nog niet worden uitgerekend, maar hij zal vermoedelijk wel het in de figuur globaal aangeduide verloop hebben. Op grond van dit verloop dient alvast de vraag te worden gesteld welk punt van de kromme uit ecologisch oogpunt het gunstigst is. Daarbij moet dan ook worden overwogen dat bij ieder punt een bepaalde demping van het getij hoort, en dus ook een groter of kleiner intergetijde- en schorrengebied.

Inmiddels moge duidelijk geworden zijn wat de betekenis is van het doorstroomprofiel en dus van de open constructie der caissons voor de beheersing van het getij op het openblijvende deel van de Oosterschelde. Ook is komen vast te staan dat de caissons tijdens de plaatsing meer open moeten zijn dan in de definitieve toestand. De uiteindelijke gewenste mate van profielvernauwing en de vaststelling van het na plaatsing der caissons in feite aanwezige profiel, vormen thans onderwerp van verdere onderzoekingen.

De verschillende caisson-ontwerpen

In een lange reeks van jaren heeft men door het uitvoeren van de Deltawerken ervaring opgedaan met het bouwen, varend vervoeren en plaatsen van caissons. Ook al werd er tegelijkertijd aan geleidelijke sluitingen gewerkt, de bouw of het gebruik van caissons stond eigenlijk nooit stil. Aldus ontstonden er twee reeksen van ervaringen: ervaringen met geleidelijke sluitingen, hetzij met behulp van een kabelbaan, hetzij door het spuiten van zand, en ervaringen met een caissonsluiting (zie vooral Bericht 58, november 1971). Als gevolg van die twee reeksen van ervaringen kon in 1971 de sluiting van het Brouwershavense Gat worden gerealiseerd door de simultane sluiting van het eigenlijke Brouwershavense Gat met behulp van een kabelbaan en de Kous met caissons. Ook voor de sluiting van de Oosterschelde werden twee sluitingsmethodieken voorbereid, en in 1971 lag er al een realiseerbaar caisson-ontwerp voor de sluitgaten in de Ooster-

schelde. Wederom was door de toenemende grootte van de caissons in vergelijking met het vorige type een groot aantal constructieve aanpassingen en veranderingen nodig gebleken. Vooral in de Roompot, de breedste en diepste geul in het Deltagebied, moest een zeer zware caisson worden afgezonken, die niet op dezelfde wijze kon worden geconstrueerd als de caissons voor de Kous. De constructie van de laatstgenoemde caissons vindt men besproken in Bericht 55 (februari 1971). De aanpassingen voor de Oosterschelde bestonden in een groot aantal constructiewijzigingen, zoals een massief uitgevoerde betonvloer en betondek en dikwandige buisprofielen in de langsrichting als vakwerkverbinding tussen de vloer en het dek; deze wijzigingen hielden verband met de sterke vergroting van de maten van de caisson. De drempels lagen in de Oosterschelde niet meer op N.A.P. - 10 m, maar op - 20 m; dus de caisson moest bijna twee keer zo hoog worden. De lengte van elke caisson werd opgevoerd van 68 tot 100 m, en de overspanning der compartimenten verdubbeld van 5 tot 10 m. Voor het eerst werden stalen drijfschotten ontworpen.

Doordat voor alle sluitgaten van de Oosterschelde uiteindelijk werd gekozen voor een geleidelijke sluiting met behulp van kabelbanen is er toentertijd van de realisering van dit ontwerp niets gekomen. Maar toen de aannemerscombinatie Dijkbouw Oosterschelde - kortweg de D.O.S. genoemd - in 1974 haar studie opzette over de technische en financiële aspecten van een 'poreuze dam' door de mond van de Oosterschelde, kon worden voortgebouwd op de reeds voor het caissonontwerp gemaakte studies.

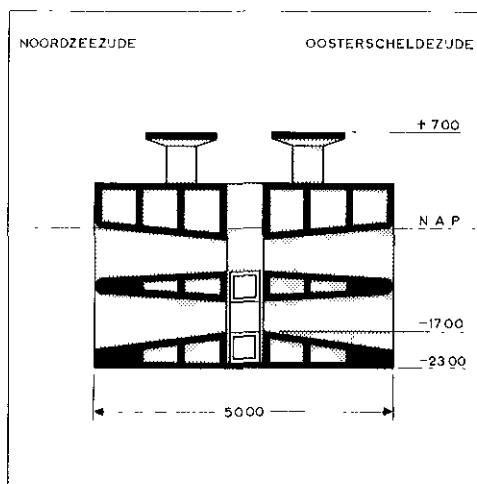


Fig. 4. Twee studie-ontwerpen van de Stucos: een betonnen drijver en een betonnen cilinder als afsluitmiddel

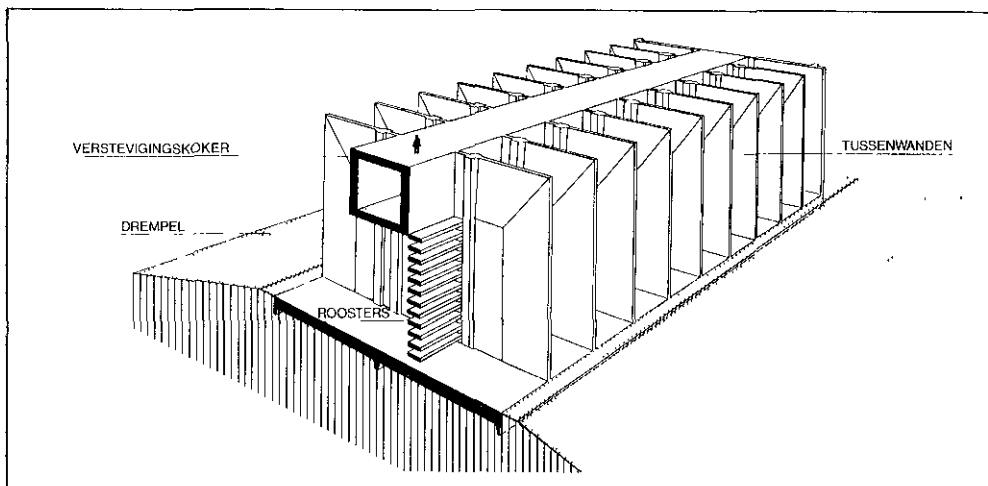
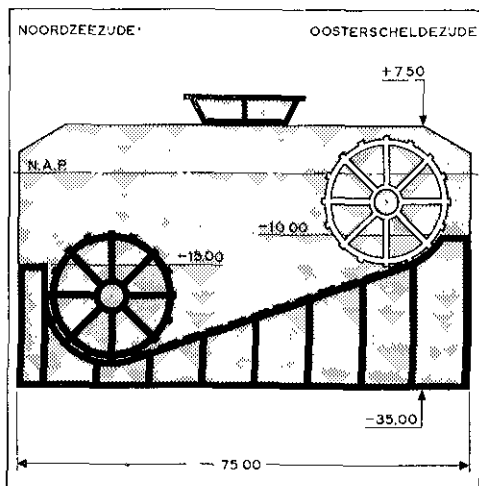


Fig. 3. Caisson-ontwerp van de D.O.S. (1974)



Nu waren de randvoorwaarden die bij de studie van de D.O.S. gehanteerd werden, anders dan de tegenwoordige. Toen werd immers nog gesteld dat ter hoogte van Yerseke een gemiddeld verticaal tijverschil zou moeten worden nagestreefd van 1,80 m. Bovendien gold de eis nog niet, dat de Oosterschelde onder stormvloedomstandigheden moest worden afgesloten; men kon volstaan met een reductie van de stormvloedstand met 0,7 m. Wel gold bij de bedoelde studie natuurlijk reeds de eis dat de constructie voldoende stabiel moest zijn. De studie van de D.O.S. resulteerde in een aantal mogelijke technische oplossingen van het gestelde probleem. Een beweegbare stormvloedkering uitgevoerd met behulp van een aantal op een rij geplaatste caissons leek van al die mogelijkheden de beste kansen te bieden voor realisering. Op een aantal punten moest de aanvankelijk voor de Oosterschelde ontworpen caisson voor dit doel weer worden aangepast. Onder andere bleek het nodig, het gedeelte boven N.A.P. af te dichten, ten einde bij stormvloed het profiel niet te laten toenemen, waardoor de waterstand op het bekken teveel zou stijgen. Voorts werd het nut van de toepassing van een stalen vakwerkligger ten behoeve van de wringstijfheid dubieus, omdat stalen onderdelen van een caisson die gedurende een onafzienbare tijd aan de atmosfeer wordt blootgesteld, zouden gaan corroderen. Maar als men haliet zulke externe vakwerkliggers in de lengterichting aan te brengen, zou de wringsterkte van de caisson vrijwel tot nul dalen. De studie van de D.O.S. heeft een oplossing voor dit probleem gezocht in het ontwerp van een hooggelegen koker van beton. Daarmee werden tegelijker-

tijd twee ontwerpseisen gerealiseerd: grote wringsterkte en afdichting boven N.A.P. De D.O.S.-caisson bestond voorts uit een massieve bodemplaat, dwarswanden en een doorgaande kokerbalk als bovenregel, alles uitgevoerd in gewapend en voorgespannen beton (zie figuur 3).

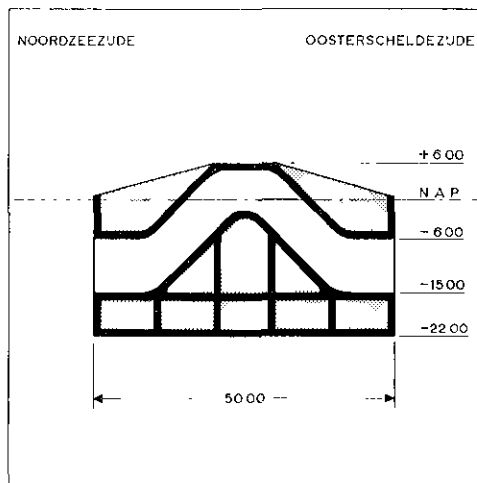
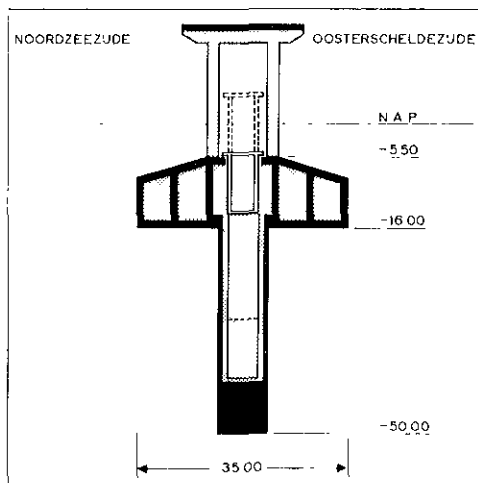
Na het plaatsen van deze caissons in de sluitgaten zou het resterend doorstroombestroomprofiel nog 36 000 m² bedragen. Om de gevraagde stormvloedreductie van 70 cm te krijgen moest het netto-doorstroombestroomoppervlak vervolgens nog worden teruggebracht tot 9000 m². Deze reductie werd verwezenlijkt door het aanbrengen van weerstandsroosters: horizontale schotbalken in de caissons van beton of staal.

De afmetingen van de grootste caissons volgens dit ontwerp bedroegen 100 × 30 × 28 m. Aan beton wogen ze ongeveer 42 500 ton, zodat hun diepgang tijdens het invaren 15 m zou bedragen. Om de horizontale krachten op de caissons te kunnen opnemen zou elke caisson na het afzinken nog moeten worden verzaaid met 7000 ton ballast.

Sinds de regeringsbeslissing met betrekking tot de beweegbare stormvloedkering op 9 november 1974 bekend werd, is getracht om ten behoeve van het nu definitief gekozen ontwerp allereerst de eisen vast te stellen waaraan de constructie zou moeten voldoen. Hoewel op grond van voorgaand onderzoek algemeen de verwachting bestond dat een oplossing met een rij afsluitbare caissons de meeste mogelijkheden zou bieden, is van den beginne af aan volledigheidshalve ook nagegaan of misschien ook andere mogelijkheden in aanmerking kwamen voor het ontwerp van de stormvloedkering. In opdracht van de Rijkswaterstaat heeft de aannemer een studie-bureau opgericht, — dat werd de 'Studiecommissie Oosterschelde', in het jargon afgekort tot Stucos — dat bijstand verleent bij het ontwerp van de stormvloedkering. De Stucos heeft zich in de eerste periode van haar bestaan beziggehouden met het bedenken van stormvloedkeringen die niet gebaseerd waren op de toepassing van doorlaatcaissons. Hieruit zijn ongeveer dertig min of meer realistische ideeën naar voren gekomen, waarvan in de figuren 4 en 5 een willekeurig viertal is geschetst met een onderling nogal afwijkende vorm.

Figuur 4a toont ons een betonnen drijver die door het in- en uitschepen van water in betonnen kokers als afsluiting kan gaan functioneren.

De afstand tussen de pijlers van deze con-



structie kan 20 tot 25 m zijn. De kokers zijn wanneer ze opdrijven echter zeer moeilijk te beheersen. Het lijkt dan ook niet zeer zinvol, dit ontwerp verder te ontwikkelen.

Figuur 4b geeft het idee van de betonnen cilinder weer. Attractief is, dat de pijlerafstanden bij dit ontwerp zeer groot kunnen zijn. De rolvormige afsluiter huist onder normale omstandigheden in de bodem van de caisson. Bij stormvloed kan hij nadat er water is uitgepompt met behulp van een kabel langs de helling omhoog getrokken worden; de baan is daartoe getand uitgevoerd. Aan dit ontwerp zitten zoveel constructieve en uitvoerings-technische problemen vast, dat men er verder geen brood in gezien heeft.

In figuur 5a is het principe van de 'vingerdeur' geschetst. Normaal ligt deze deur verzonken in de drempel, maar door het uitpompen van water gaat hij opdrijven, zodat er een waterkering ontstaat. Realisering van dit ontwerp zou een puttenfundering vereisen over de volle lengte van de sluitgaten. Behalve veel technische problemen zou deze constructie een niet gering financieel probleem meebrengen, in de vorm van extreem hoge kosten.

Figuur 5b toont een hevel als oplossing van het probleem. Dit ontwerp heeft tal van gunstige kenmerken: grote gebruikszekerheid door het ontbreken van afsluutmiddelen en de zeer beperkte mechanische voorzieningen die het vereist. Helaas kan het minimaal benodigde doorstroombroefiel met behulp van deze constructie niet worden gehaald; wellicht is het mogelijk om in de onderbouw doorgaande kanalen op te nemen en zo doorstroombroefiel te winnen.

Er zijn voorts nog ideeën gelanceerd van

Fig. 5 Nog twee studie-ontwerpen van de Stucos: een vingerdeur en een hevelconstructie

Het grootste sluitgat van de Oosterschelde, de Roompot, heeft meer dan de helft van het totale getijvolume van het zeegat

caissons met golfreductors en vlotter-afsluiters, en ook het elders wel toegepaste idee van de rubberschulpstuw is nader bekijken op zijn toepassingsmogelijkheden in de Oosterscheldemond. De omstandigheden in de Oosterschelde zijn echter veel te zwaar voor deze constructie.

De Stucos heeft behalve deze ideeënverzameling ook alternatieve mogelijkheden voor de afsluutmiddelen bedacht. Het meest waardevolle denkbeeld op dit gebied lijkt thans dat te zijn van de betonnen roosterschuiven met een reductor, temeer omdat de afstand tussen de caissonpijlers, die een maat is voor de verhouding tussen gewicht en omvang van de caisson, bij toepassing van roosterschuiven minstens 20 m kan zijn.

Aan de hand van de modelgegevens van de

D.O.S.-caisson zijn er in eerste aanleg dertig ontwerpen gemaakt, die alle uitgaan van een uiteindelijk te bereiken nat profiel van 10 000 m². Een vast gegeven is, dat de getijbeweging op de Oosterschelde niet mag worden onderbroken. Dat sluit de mogelijkheid uit, de caissons te bouwen in een bouwput op de plaats waar ze uiteindelijk moeten zijn. Deze voorwaarde beperkt in hoge mate de ontwerpvrijheid: men moet nu een betonnen bak ontwerpen die moet kunnen varen, al is het maar gedurende een paar uur, en die nadien op enkele kilometers van de plaats waar hij werd gebouwd, aan de grond gezet moet worden. Welnu, de enige betonnen bakken die aan deze voorwaarde voldoen, zijn caissons. De stabiliteit van deze caissons in de definitieve toestand wordt berekend uitgaande van een maximaal verval van 7 m, dat

optreedt wanneer de buitenwaterstand op stormvloedpeil is, terwijl de schuiven bij laagwater gesloten zijn. Daar komt de golfbelasting die bij een superstorm behoort dan nog bij. De significante golfhoogte zal onder zulke omstandigheden in de buurt liggen van 4,5 m.

Deze zware horizontale belasting zal door middel van wrijving moeten worden overgebracht op de ondergrond; een groot eigen gewicht van de caissons zal derhalve noodzakelijk zijn. Met een groot eigen gewicht correspondeert bij transport over water een grote diepgang; onder dit oogpunt gezien is een groot eigen gewicht dus juist niet gunstig, omdat de bijbehorende diepgang eisen stelt aan de vaarweg en problemen oplevert wanneer de drempel waarop de caisson moet komen te rusten, onvoldoende



diep ligt. Het zal dan ook noodzakelijk zijn, het eigen gewicht van de caisson in principe laag te houden, en het nodige extra gewicht na de plaatsing pas aan te brengen met behulp van ballast.

Daarnaast zal ook rekening moeten worden gehouden met ijsbelasting, men mag wel aannemen dat die niet gepaard zal gaan met maximale golfbelasting.

Over de stormvloedkering moet tenslotte ook nog een verkeersweg kunnen worden gelegd van tenminste twee, later mogelijk vier rijbanen.

Voorlopige selectie: drie typen

Toen een bepaalde drempelhoogte als randvoorwaarde was ingevoerd kon het aantal te beschouwen caissonontwerpen worden teruggebracht tot aanvankelijk vier principiële verschillende doorstroomoppervlakken.

Als eerste noemen we de zogenaamde 'open bak'-constructie, die de lengtekokers onderin heeft liggen, en aan de bovenkant een vrije waterspiegel heeft.

Bij het tweede type treft men een laaggelegen en een hooggelegen koker aan, die door wanden aan elkaar zijn verbonden.

Door de boven- en onderkoker niet recht-hoekig uit te voeren, maar met een hellend boven- en ondervlak, ontstaat er voor de doorstroomopening een venturi-vorm, die zo-als men weet bij een betrekkelijk kleine opening een betrekkelijk grote afvoercapaciteit heeft. Dan was er nog een caisson met een zware vloer beneden en de kokers bovenin en een caisson met onderin een zware vloer en bovenin een vrije waterspiegel.

De oorspronkelijke Oosterschelde-caisson, met stalen of betonnen verstijvingsdiagonalen in de lengterichting viel als mogelijkheid af, omdat met diagonalen onvoldoende doorstroomoppervlakte werd bereikt. De diagonaalconstructie zou bovendien veel problemen van uitvoeringstechnische aard opleveren; en dan heeft ze nog het nadeel dat de ballastruimte ontbreekt.

De verschillende ontwerpen zijn getoetst aan een aantal randvoorwaarden, zoals golfbelasting en doorstroomprofiel. Uit dit laboratoriumonderzoek bleek onder andere dat het de voorkeur verdient de bovenkoker achter de schuif te plaatsen, zulks in verband met de verticale golfbelasting die dan niet op de bovenbak aangrijpt. Omdat het aantrekkelijk is de schuif in het midden te plaatsen, verkreeg het type met de laag- en hooggelegen kokers hierdoor de naam 'halve bak'. De voorlopige selectie leidde tot voorkeur voor een drietal typen. Het moet natuurlijk niet uitgesloten

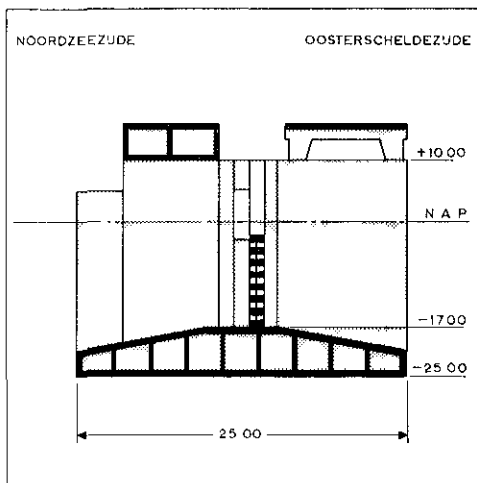
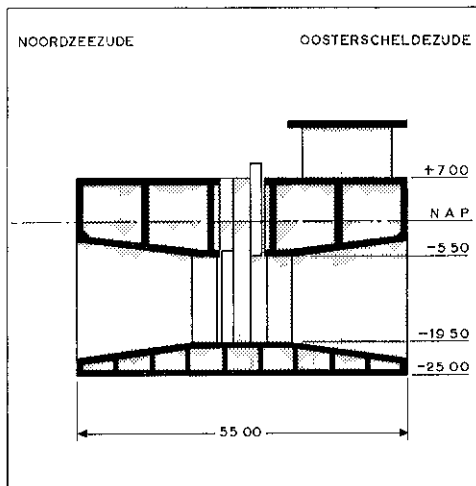
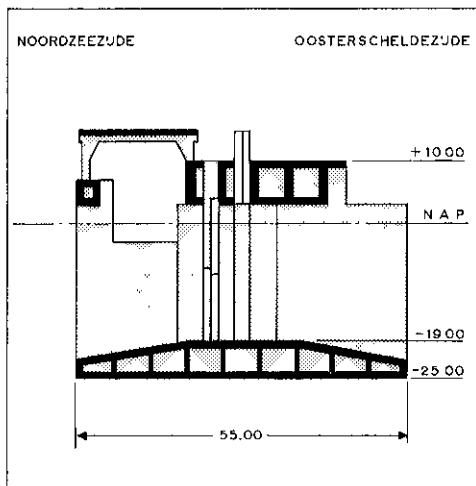


Fig. 6 De drie hoofdontwerpen voor de stormvloedkerende caissons. Van links naar rechts de open bak, de halve bak en de venturivorm

worden dat de Stucos nog voorstellen zal doen ter aanvulling van deze drie hoofdtypen. Maar op het ogenblik overweegt men alleen de open bak, de halve bak en de venturivorm. Laten wij ze wat nader bekijken (fig. 6).

De open bak bestaat uit een laaggelegen kokerconstructie met daarop vrijstaande wanden. Tussen de wanden staan de schuiven. De bovenzijde van de schuiven ligt op N.A.P. + 5,30 m, de vereiste keerhoogte. De schuiven dienen dus het verval over de gehele keerhoogte te keren, waardoor een hoge schuifconstructie ontstaat.

Voor de caissons in het diepe deel van de Roompot vereist dit schuiven met een hoogte van ongeveer 25 m. Door de kerende hoogte van de caisson niet hoger te maken dan de mogelijk optredende stormvloedstand zal men de grootte van de totale horizontale golf-



belastingen op de caisson beperkt kunnen houden: een groot deel van de golven slaat dan over de schuiven heen. Omdat de schuiven in het midden van de caisson zijn geplaatst, ontstaat tegelijk met de horizontale belasting als gevolg van het verval en de golven ook een neerwaartse waterdruk op het kokergedeelte aan de zeezijde van de schuif, die het kantelen van de caisson tegengaat. Hoe groot de kokerconstructie moet zijn wordt in belangrijke mate bepaald door de wringende momenten die kunnen optreden doordat de caisson niet gelijkmatig wordt gedragen, hetzij omdat hij op een niet geheel vlakke drempel is gezet, hetzij omdat de drempel niet overal even stijf is. De ruimte in de kokerconstructie denkt men ten behoeve van de stabiliteit te vullen met ballast. Als men hefschuiven gaat toepassen bij deze caisson bevinden die zich in geopende stand boven de waterspiegel; eventuele ijsafvoer kan dan gemakkelijk plaatsvinden. De wegverbinding en de ruimte voor de bewegingswerken der schuiven worden op een hoog niveau geplaatst, zodat ze geen hinder ondervinden van de golven en de caisson bovendien niet extra belasten. Om de diepgang van de caisson te beperken kunnen de verkeerswegen en de ruimte voor de bewegingswerken eventueel pas na plaatsing van de caisson worden aangebracht.

Het andere type caisson, de 'halve bak', bestaat uit een laag en een hoog gelegen kokerconstructie die door wanden aan elkaar zijn verbonden. Tussen de wanden en de beide kokerconstructies bevinden zich de schuiven. Bij deze constructievorm wordt de kering gevormd door de schuiven en de

bovenkoker, waarin de bewegingswerken van de schuiven worden opgesteld. De bovenzijde van de bovenkoker bevindt zich boven de benodigde keerhoogte van N.A.P. + 5,30 m en de totale horizontale golfbelasting zal dus groter zijn dan die de open bak te verduren krijgt.

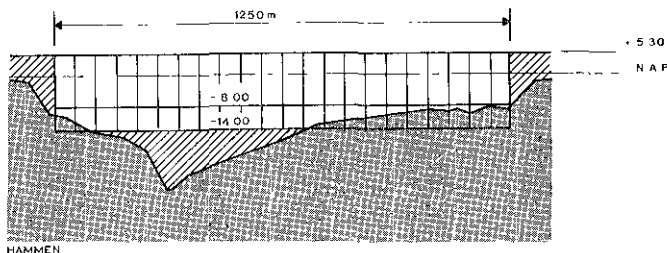
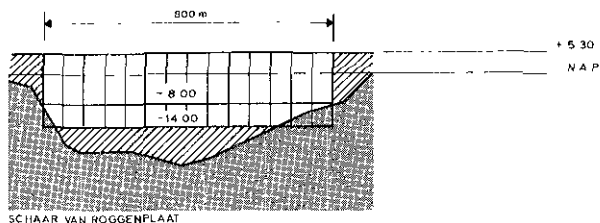
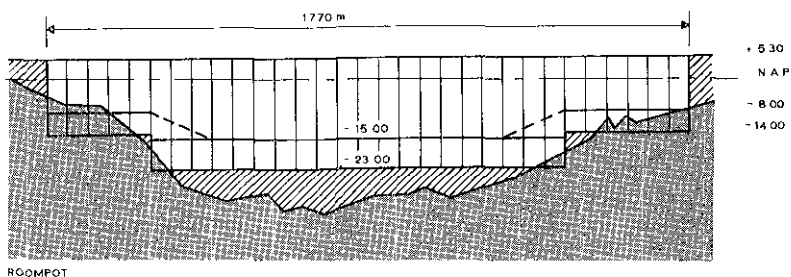
De bovenkoker ligt achter de waterkering. Zou men hem vóór de kering leggen dan zou de caisson ten gevolge van de hydrostatische waterdruk en van de golfbelasting tegen de onderzijde van de koker kunnen gaan kantelen. Bovendien zou de onderzijde van de koker dan betrekkelijk laag moeten liggen, bijvoorbeeld op N.A.P. - 3 m, omdat er anders waarschijnlijk ontoelaatbaar grote golfklappen tegen de onderzijde van de koker kunnen komen. Dit heeft echter tot gevolg dat het doorstroomoppervlak kleiner wordt. Ligt de bovenkoker achter de kering, dan doen zich deze problemen in mindere mate voor, en dan kan ook de onderzijde van de koker hoger worden gesitueerd, bijvoorbeeld op N.A.P. + 3 m. Wanneer bovendien hefschuiven worden toegepast, die zich in geopende stand boven de waterspiegel bevinden, zal ijsafvoer ook bij deze constructievorm onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De benodigde wringsterkte wordt behalve door de onderkoker tevens geleverd door de bovenkoker, waardoor de onderkoker in vergelijking met die van de open bak minder hoog hoeft te zijn, en dat komt dan weer ten goede aan het doorstroomoppervlak. Ook de wanden tussen de boven- en onderkoker zullen, in vergelijking met de vrijstaande wanden van de open bak, dunner kunnen zijn, hetgeen wederom een vergroting van het doorstroomoppervlak betekent.

De onderkoker zal na plaatsing met het oog op de stabiliteit dienen te worden gevuld met ballastmateriaal. Om geen hinder te ondervinden van de golven zal de verkeersweg op een hoog niveau moeten worden gesitueerd. Om de diepgang van de caisson te beperken, kan men ook bij dit type overwegen de verkeersweg en misschien ook de bovenkoker pas na het plaatsen van de caisson aan te brengen.

De venturivorm bestaat uit een laag en een hoog gelegen kokerconstructie, welke door wanden aan elkaar zijn verbonden. De onderkant van de bovenkoker en de bovenkant van de onderste koker lopen schuin af naar de plaats waar de schuiven komen, namelijk tussen de wanden en de beide kokerconstructies, ter plaatse van de kleinste doorstroomhoogte, de keel

Fig. 7. Caissons over de volle breedte der sluitgaten

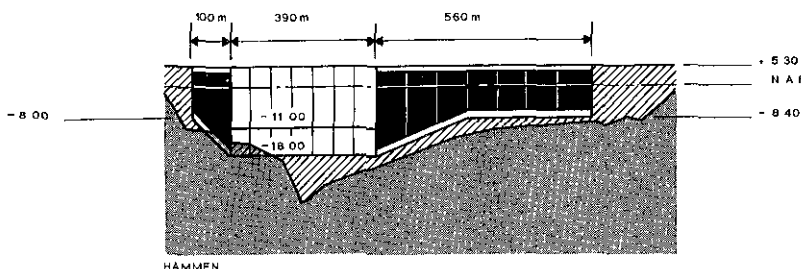
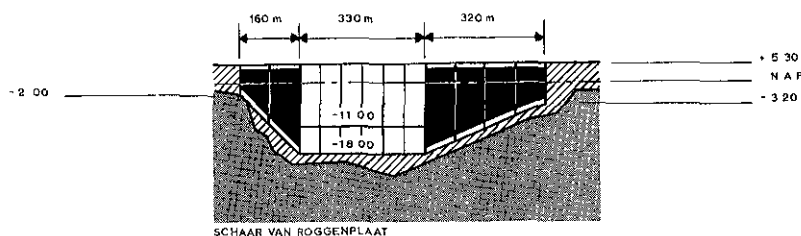
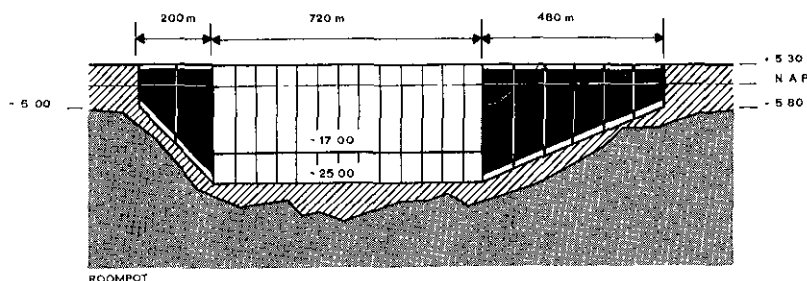
Fig. 8. Caissons alleen in de diepe delen van de stroomgeulen



De vloer en het plafond van de doorstroomkoker hebben een helling van 1 : 8. Steilere hellingen zijn in verband met de stroomgeleiding niet toelaatbaar. Om dezelfde reden moet zich zowel vóór als achter de waterkering een bovenkoker bevinden. Het belangrijkste voordeel van deze constructievorm is gelegen in het feit dat de schuiven in vergelijking met die van de beide hiervoor genoemde caissonvormen klein kunnen zijn. Wel heeft de bovenkoker vóór de kering – het kwam al even ter sprake bij de halve bak – het nadeel dat hij kantelen van de caisson in de hand werkt ten gevolge van de hydrostatische waterdruk en van de golfbelasting tegen de onderzijde van de koker. In vergelijking met de beide vorige caissonvormen is meer gewicht benodigd ten behoeve van de stabiliteit. Een voordeel is

echter dat de ballast in de bovenkokers kan worden aangebracht.

Om golfklappen tegen de onderzijde van de bovenkoker te vermijden, is die ter plaatse van de instroomopening gesitueerd op N.A.P. – 3 m. De lage ligging van de bovenkoker verkleint het effectieve doorstroomoppervlak, maar dat wordt gedeeltelijk gecompenseerd door het feit dat de onderkoker bij deze constructie laag kan zijn. Door het ontbreken van een vrije waterspiegel kunnen zich problemen voordoen met betrekking tot de ijsafvoer. De verkeersweg wordt ook hier in verband met golfhinder hoog gesitueerd. Het is niet mogelijk om de bovenkoker pas na het plaatsen van de caisson aan te brengen en daarmee de diepgang van de varende caisson te beperken, omdat de bovenkoker dan onder water bevestigd moet worden.



Fundering

Men gaat er voorlopig van uit, dat de caissons op staal zullen worden gefundeerd, dus zonder onderheling, omdat dat financieel en met betrekking tot de constructie van de caissons het meest aantrekkelijk is. Uit het grondmechanisch onderzoek zou evenwel nog kunnen blijken dat fundering op staal in sommige gedeelten van de sluitgaten of zelfs in gehele sluitgaten uit stabiliteitsoverwegingen onmogelijk is, of dat deze funderingswijze grote ongewenste verplaatsingen zou veroorzaken. Daarom worden tegelijkertijd ook andere funderingswijzen bestudeerd, waaronder een fundering op palen. Men zou een caisson op palen kunnen funderen, bijvoorbeeld als volgt.

Nadat de palen zijn geplaatst wordt de caisson over de palen heen op de bodem afgezonken, waarbij het de bedoeling is dat de koppen van de palen in uitsparingen van de onderkoker terechtkomen, waarin ze kunnen worden vastgemaakt. Een nadeel van deze constructiewijze is dat de boven de bodem uitstekende paalkoppen de toelaatbare diepgang van de caisson aanzienlijk verkleinen en dat de belangrijke en nauw luisterende verbinding tussen caisson en palen onder water gemaakt moet worden. Een tweede mogelijkheid is de volgende. Pas nadat de caisson op de bodem is afgezonken worden er door holle tussenwanden heen palen in de bodem geheid. Visuele controle van de verbinding tussen caisson en palen in de tussenwanden is hier mogelijk; een nadeel van deze constructiewijze is echter dat men zware holle tussenwanden in de caissons moet aanbrengen, die in belangrijke mate het doorstroomoppervlak beperken en de diepgang van de caisson vergroten

De verdeling van de caissons over de sluitgaten

De verdeling van de caissons over de breedte van de sluitgaten wordt bepaald op grond van verschillende overwegingen. Om te beginnen moet, zoals reeds vermeld, ten tijde van het plaatsen van de laatste caisson een ruim effectief doorstroomoppervlak aanwezig zijn; daarnaast is het ook gewenst dat het huidige stroombeeld zoveel mogelijk wordt gehandhaafd. Daartoe moet de verdeling van de doorstroomoppervlakken over de verschillende geulen in de definitieve toestand ongeveer gelijk zijn aan de huidige verdeling; voor de Roompot 55 %, voor de Schaar van Roggenplaat 20 % en voor de Hammen 25 %. Binnen één geul zijn er dan nog verschillende

mogelijkheden om het vereiste doorstroomoppervlak tot stand te brengen. Men kan het doorstroomoppervlak bijvoorbeeld over de volle breedte van het sluitgat verdelen (fig. 7). Dit betekent dat zowel in de diepe als in de ondiepe delen van het sluitgat definitieve caissons moeten worden geplaatst. Door de relatief hoge onderkoker bij de ondiepe caissons dragen die caissons dan weinig bij tot het totale doorstroomoppervlak. Bovendien zijn ondiepe caissons zwaar en hebben ze een grote diepgang; ze kunnen dan ook alleen met behulp van extra drijfvermogen op de drempel worden geplaatst.

Wil men deze bezwaren omzeilen, dan kan men overwegen het definitieve doorstroomoppervlak te concentreren in de diepe delen van het sluitgat (fig. 8). In de ondiepe delen staan dan bijvoorbeeld tijdelijke caissons die alleen dienst doen om voldoende doorstroomoppervlak te verkrijgen ten tijde van het plaatsen van de laatste caisson; daarna worden ze definitief gesloten.

Zulke tijdelijke caissons behoeven geen hoge onderkoker te hebben en daardoor kunnen ze meer bijdragen tot het tijdelijke doorstroomoppervlak, bovendien hebben ze door hun lichtere constructie minder diepgang, waardoor het waarschijnlijk niet nodig zal zijn bij het plaatsen extra drijfvermogen aan te wenden.

Uit het voorgaande blijkt dat het voornamelijk om constructieve redenen aantrekkelijk kan zijn, smalle diepe sluitgaten in de stormvloedkering aan te brengen. Zoals al in het vorige Bericht is opgemerkt heeft concentratie van het doorstroomoppervlak in de diepe delen echter als nadeel, dat het stroombeeld minder gunstig wordt. Een nadeel in de uitvoeringsperiode moet hier dus worden afgewogen tegen een nadeel gedurende de zeer lange periode waarin de stormvloedkering dienst zal moeten doen. Wellicht zal het dan ook noodzakelijk zijn nu offers te brengen, om in de toekomst verzekerd te kunnen zijn van een zo gunstig mogelijk stroombeeld.

Ook bij het ontwerp van de afsluitmiddelen voor de beweegbare stormvloedkering is het mogelijk terug te grijpen op vroegere ervaringen. Uit de ervaringen met de beweegbare stormvloedkering in de Hollandse IJssel heeft men bijvoorbeeld geleerd dat het ontwerp van schuiven die op stroom gesloten moeten kunnen worden, bijzondere zorg vereist.

De afsluitmiddelen van de stormvloedkering

Ervaringen met de bouw van de uitwaterings-sluizen in het Haringvliet hebben uitgewezen dat de kosten van de staalconstructies, en dan vooral van de hefwerktuigen, bij dit soort werken een belangrijke rol plegen te spelen. Bij de Haringvlietsluizen was de kostenverdeling bijvoorbeeld als volgt: voor bodemverdediging, dus stortebedden en bezinkingen f 65 miljoen; voor betonconstructies f 190 miljoen; en voor de schuiven met de hefwerktuigen f 160 miljoen; een kostenverhouding derhalve van ruwweg 1 : 3 : 2,5. Evaluatie van de tot nu toe opgedane ervaringen leidde ertoe, dat men ging zoeken naar een ontwerp waarbij de schuiven enerzijds een zo gering mogelijke oppervlakte hebben, en anderzijds over een zo klein mogelijke lengte bewogen moeten worden. Nu men weet dat de situatie van 'sluiten op stroom' maatgevend is voor het ontwerp van de bewegingswerktuigen, heeft men een belangrijk uitgangspunt gegeven voor het schatten van de te verwachten belastingen op de schuiven en de bewegingswerktuigen. Een ander fundamenteel gegeven is het te verwachten maximale hydrostatische verval over het kunstwerk van 7 m, en de maximaal te keren golfhoogte van 9 m. Hoewel het waterloopkundig onderzoek naar de belastingen nog niet klaar is, houdt men voorlopig de uit deze uitgangspunten af te leiden richtlijnen aan. Het hydrostatisch verval van 7 m en de golven van 9 m leveren samen een belasting op van 1,5 ton per m^2 . De onderdelen van de schuiven die ongeveer liggen op de hoogte van de waterspiegel moeten bovendien bestand zijn tegen kortdurende golfklappen, een extra belasting van ongeveer 40 ton per m^2 . De belastingen die de schuiven

ondervinden tijdens het bewegen zijn sterk afhankelijk van de totale oppervlakte van de doorlaatopeningen en van de snelheid waarmee de schuiven bewogen worden. Voorlopig gaat men uit van een verval van 3 m, dat optreedt in de eindfase van de sluiting. Samen met een golfbelasting van 4 ton per m^2 draagt de totale maximale belasting tijdens het sluiten dan 7 ton per m^2 . Wanneer de schuiven worden bewogen zijn vooral de te overwinnen wrijvingskrachten bepalend voor de dimensionering van de bewegingswerken. Er dient rekening mee te worden gehouden dat vervuiling en aangroei van mosselen of zeepokken in de inkassingen de wrijvingskrachten zal verhogen. Er wordt dan ook gezocht naar middelen om de aangroei van organismen tegen te gaan. Aangezien de schuiven in stromend water bewegen zijn ze ook onderhevig aan zuigingskrachten. Hoe groot deze krachten zullen zijn, wordt in belangrijke mate bepaald door de vormgeving van de onderkant van de schuifconstructie; ze zullen in elk geval kunnen oplopen tot 10 à 15 % van de horizontale belasting die tijdens het bewegen tengevolge van het verval op de schuif wordt uitgeoefend. De schuif kan door zijn beweging in stromend water bovendien in trilling raken. De mate waarin dit het geval zal zijn is afhankelijk van het eigen trillingsgetal van de constructie, van de stroomsnelheid en van het zogenaamde getal van Strouhal. Bij een bepaalde kritische stroomsnelheid kunnen de trillingen zo sterk worden, dat ze gevaar gaan opleveren voor de schuif. De afmetingen van de schuif zijn op dit ogenblik nog niet vastgesteld. Voorlopig wordt de dagmaatbreedte gesteld op ongeveer 10 m.

Dat deze maat betrekkelijk klein is gehouden staat in verband met de grote krachten die tijdens het bewegen moeten worden overwonnen, en met het gewicht van de schuiven; het gewicht is namelijk op zijn beurt bepalend voor de dimensionering van het onderhoudsmaterieel.

Zodra een beter inzicht is verkregen in de belastingen op de schuiven zal men deze maat gaan optimaliseren, rekening houdend met de constructies van de caissons. De hoogte van de schuiven wordt bepaald door de ligging van de bodem en de ligging van de eventuele bovenkoker van de caissons.

Systemen van afsluiting

De afsluiting van de stormvloedkering kan op vele verschillende manieren worden gerealiseerd. We zullen hier 'slechts' zeven verschillende systemen bespreken. De eerste drie bieden waarschijnlijk de meeste mogelijkheden. In dit stadium van de voorstudies wordt zowel enkele als dubbele uitvoering van de afsluitmiddelen bestudeerd. Wanneer de constructie echter zo is, dat de bodembescherming en daarmee de hele constructie bij het weigeren van één of meer schuiven gevaar loopt, wordt uitsluitend een dubbele kering beschouwd.

Als eerste systeem noemen we dat van de *roosterschuiven*. Een roosterschuij bestaat uit een vast en een beweegbaar rooster. In geopende toestand ligt het beweegbare rooster vóór het vaste rooster en wel zo dat de openingen en de dichte gedeelten van elk rooster voor die van het andere liggen. Om de constructie te sluiten wordt het dichte deel van het beweegbare rooster vóór het open deel van het vaste rooster geschoven. Voor

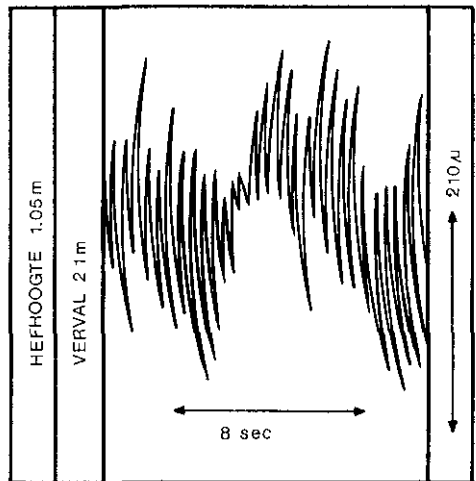


Fig. 1. Registratie van door de waterbeweging opgewekte trillingen in een schuif van de Haringvlietsluizen (modelproef)

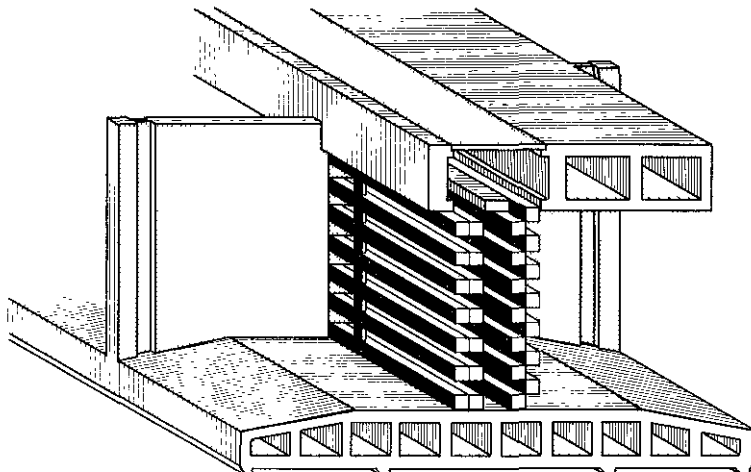
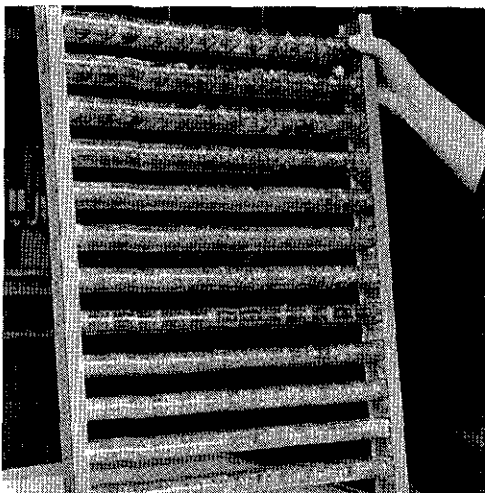


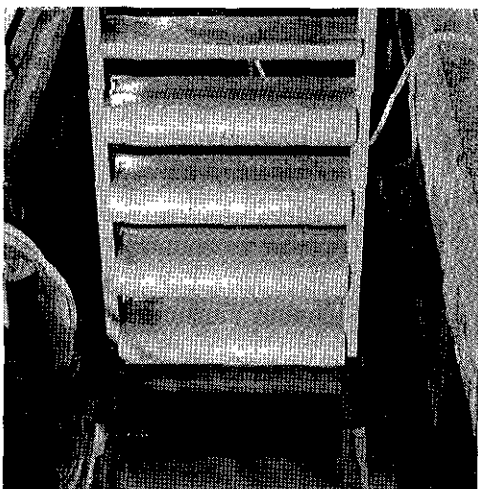
Fig. 2. Dubbelkerende roosterschuiven, één stel in geopende stand, één stel gesloten



Elastisch gelijkvormig model van een roosterschuif; in één der roosterbalken is meetapparatuur ondergebracht

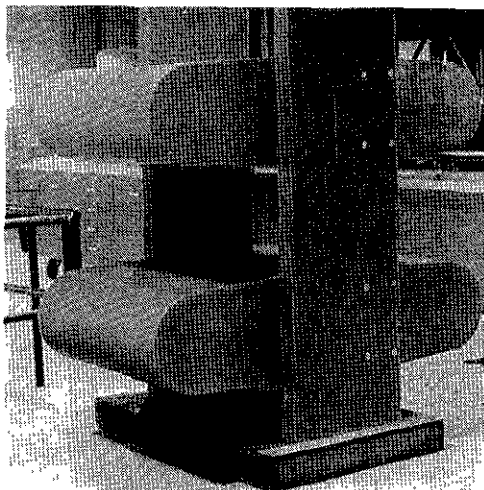
Model 1 : 7 van de roosterschuif, waarin de totale krachten kunnen worden gemeten die op het roosterwerk worden uitgeoefend

Model van de vormgeving van de roosterschuiven. Hiermee wordt de loslaafrequentie bepaald van wervels aan de benedenstroomse zijde van het profiel



deze beweging kan men volstaan met een eenvoudig aandrijfwerk. De hydraulische bewegingswerken hoeven slechts een korte slag te maken. De roosterbalken kunnen onder zeer ongunstige stromingsomstandigheden nog bewogen worden. Bovendien zijn de door te laten debieten goed regelbaar. In het betonwerk behoeven geen stalen geleidingen te worden aangebracht. Als bezwaar kan wellicht gelden dat ongeveer de helft van de doorstroomopening van de caissons geblokkeerd wordt. Niettemin lijkt dit een systeem met zeer grote mogelijkheden. Wat gebeurt er nu bij dit systeem wanneer een paar schuiven bij sluiting tijdens storm weigeren? Tot een aanmerkelijke verhoging van de waterstand in het bekken zal het niet leiden. Wel is het mogelijk dat de stabiliteit van de drempel in gevaar zou komen tengevolge van stroom- en golfaanval. Als uit proefnemingen blijkt dat dat zo is, komt een dubbele roosterschuif in aanmerking (fig. 2). Het effectieve doorstroomprofiel wordt dan wel weer kleiner dan bij een enkele roosterschuif.

Roosterschuiven zijn tot nu toe nergens op deze schaal toegepast; ervaringen op dit gebied ontbreken dus. In het Waterlooppkundig Laboratorium wordt vooral hun dynamisch gedrag onderzocht. Voorts wordt onderzocht of aangroei van schelpdieren te verwachten valt en, zo ja, of dat kan worden voorkomen. De trek- en drukkrachten die geleverd moeten worden door de hydraulische bewegingswerken worden bepaald door de wrijvingskrachten tengevolge van de horizontale belasting. Deze hangen af van de wrijvingscoëfficiënt van de aanslag van het vaste rooster. Door regelmatig onderhoud van de



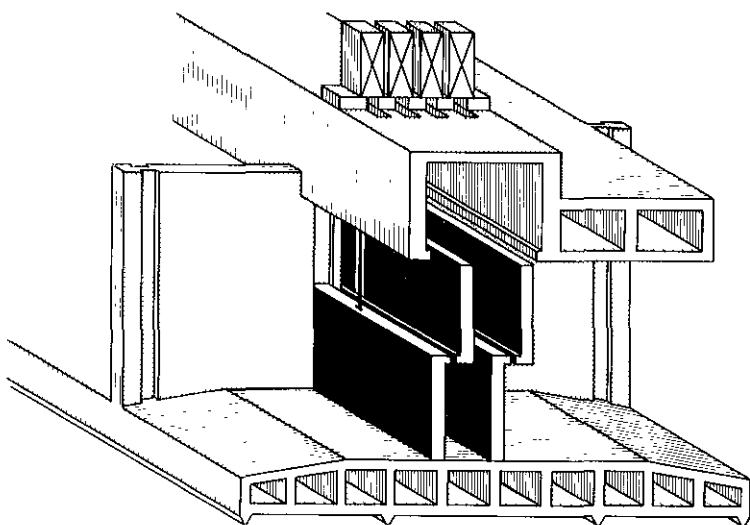
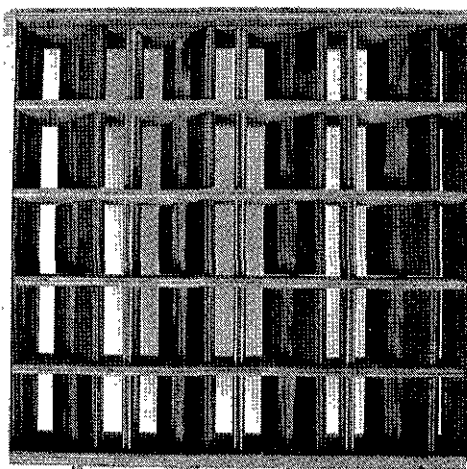
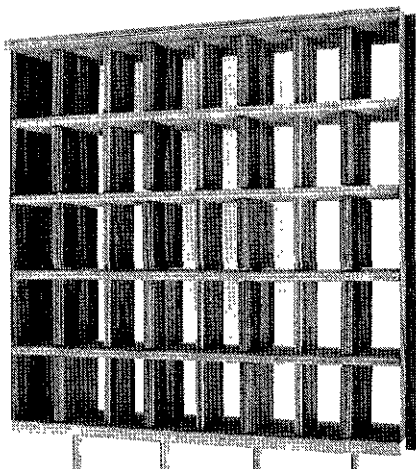


Fig. 3 Hefschuiven

aanslagen zou men deze coëfficiënt laag kunnen houden. Daarnaast spelen de zuigkrachten tengevolge van drukverschillen tussen de onder- en bovenkant van elke roosterbalk een rol. Omdat de balken van het beweegbare en het vaste rooster elkaar onderling kunnen beïnvloeden, kunnen de zuigkrachten oplopen tot 50 % van de horizontale belasting op de roosterbalken.

Een rekenvoorbeeld: voor een roosterschuiф met een breedte van 11 m en een hoogte van 22 m – van N.A.P. – 19 tot N.A.P. + 3 m – is bij een waterdruk van ongeveer 7 ton per m² tijdens de eindfase van het sluiten, een wrijvingscoëfficiënt van 0,6 en een zuigkracht gelijk aan 100 % van de horizontale belasting ongeveer 1000 ton vйzelkracht nodig.

Als variant op de roosterschuiф wordt ook de *roosterschuiф met overlaat* onderzocht. Het



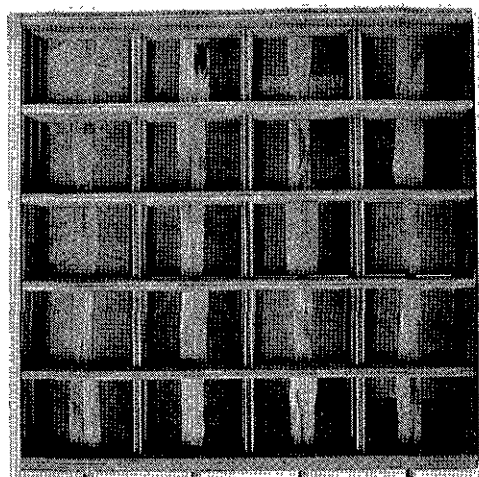
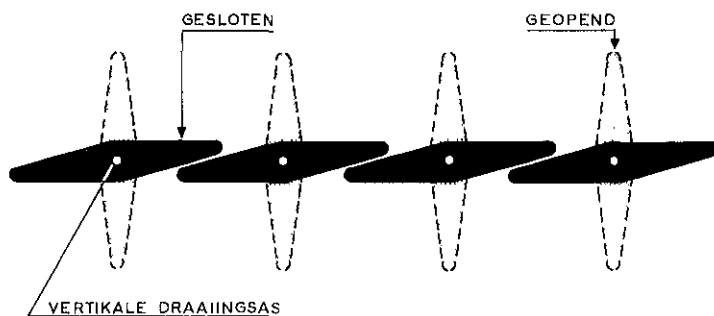
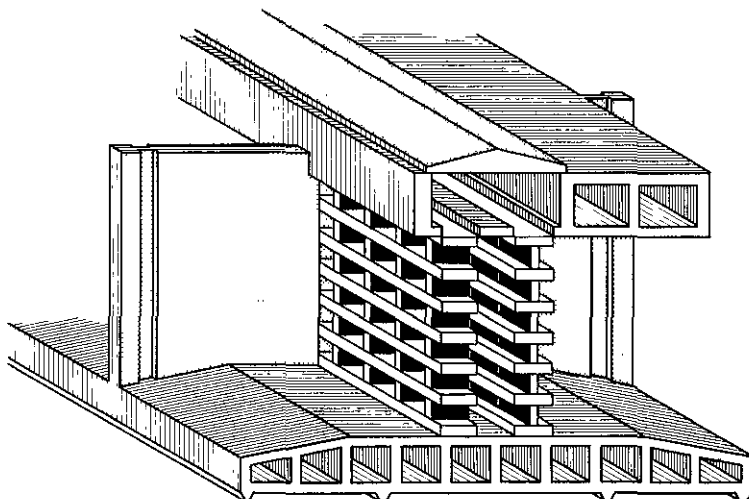


Fig. 4. Tolkleppen dubbelkerend met detail van de draaiende beweging der kleppen

Model van een rij tolcleppen, van links naar rechts open, half dicht en dicht.

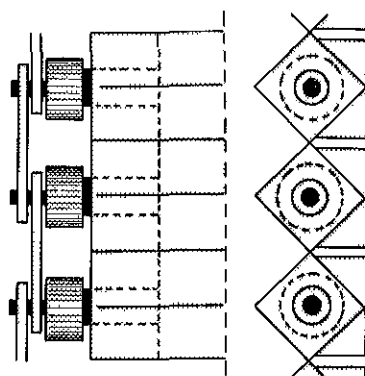
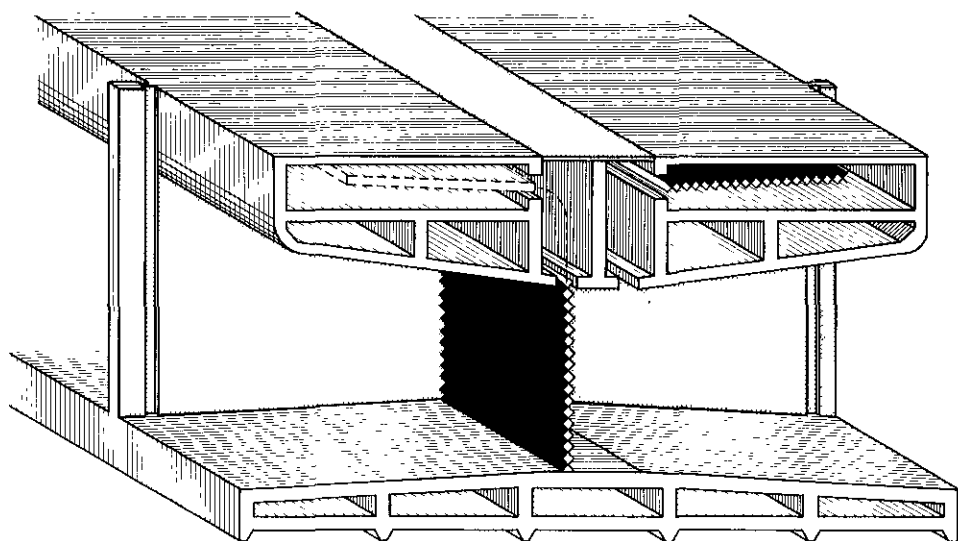


Fig. 5. Rol-schuiven, met detail van de verbinding der rollen

bovenste deel van de roosterschuij is dan vervangen door een hefschuij. Daar kan enige vergroting van het doorstroomprofiel en een verbeterde afvoer van drijvend vuil en ijs mee worden bereikt. Wel heeft men bij dit systeem twee stellingen bewegingswerken nodig.

Ook bij dit systeem wordt onderzocht of het weigeren van enige schuiven bij sluiting tijdens een storm de stabiliteit van de drempel in gevaar kan brengen.

Laten we nu het tweede systeem bekijken: *de hefschuiven* (fig. 3).

Hefschuiven kunnen worden opgebouwd uit horizontale en verticale staven, waartussen een verstijfde beplating is aangebracht. De schuiven kunnen zijn voorzien van een enkele beplating en horizontale regels met vuil-afvoergaten; men kan ze ook uitvoeren met dubbele beplating en horizontale regels met

grote doorlaatopeningen. De zuigkrachten bedragen bij de eerste oplossing ongeveer 15 % en bij de tweede ongeveer 5 % van de horizontale belasting. De te overwinnen wrijvingskrachten zijn bij de toepassing van hefschuiven nog belangrijker dan bij andere systemen. Voor de beweging van de hefschuiven komen in beginsel kabellierwerken in aanmerking. De schuiven moeten dan ter plaatse van de inkassingen zijn voorzien van wielen om de wrijvingskrachten te verminderen. De toepassing van loopwielen maakt diepe inkassingen in de verticale wanden noodzakelijk, hetgeen de totale doorlaatopening van de kering verkleint. Kabellierwerken zijn bovendien zeer kostbaar vanwege de grote verticale belastingen. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat een hydraulische aandrijving met een korte slag, die intermitterend

werkt en voorzien is van een blokkerings-systeem meer in aanmerking komt. Het blokkeringssysteem kan gelegen zijn boven de schuiven in geheven stand of gedeeltelijk worden gecombineerd met de eindwand-constructie van de schuif. In het laatste geval moeten de vijzels, om altijd bereikbaar te zijn voor onderhoud, worden geplaatst boven de gemiddelde hoogwaterstand van de Oosterschelde.

Een voordeel van hefschuiven is dat ze een grote doorlaatopening mogelijk maken, zodat grote debieten kunnen worden afgevoerd. De schuiven bestaan uit een eenvoudige staalconstructie, die minder gevoelig zal zijn voor de aangroei van mosselen en zeepokken. Een dubbele kering is bij dit conventionele schuiftype eerder noodzakelijk dan bij de roosterschuiven. In verband met eventuele

weigering der schuiven van een enkele kering, is een extreem zware bestorting achter de kering nodig.

Een nadeel van dit systeem, zo hebben we gezien, is dat het bewegingswerk gecompliceerder is dan dat van de roosterschuiven en dat de debieten minder goed regelbaar zijn. Een dubbele kering gevormd door een hefschuif en een roosterschuif behoort ook tot de mogelijkheden.

Het derde systeem dat we willen bespreken, werkt met zogenaamde *tolkleppen*. Dit zijn kleppen die draaien om een verticale as in een verticaal geplaatst frame (fig. 4).

Tolkleppen maken een grotere doorstroombeniging mogelijk dan roosterschuiven, maar niet zo'n grote als hefschuiven. Het debiet kan er goed mee geregeld worden.

Een nadeel is het grote aantal draaipunten en bewegingswerken per klep en de grote gevoeligheid van deze constructie voor de aangroei van pokken. Ze is om deze twee redenen wat kwetsbaarder dan de eerdergenoemde oplossingen. Aan de staalconstructies van tolkleppen moeten hoge tolerantie-eisen worden gesteld, teneinde te voorkomen dat er bij gesloten stand spleten openblijven tussen de kleppen, wat met het

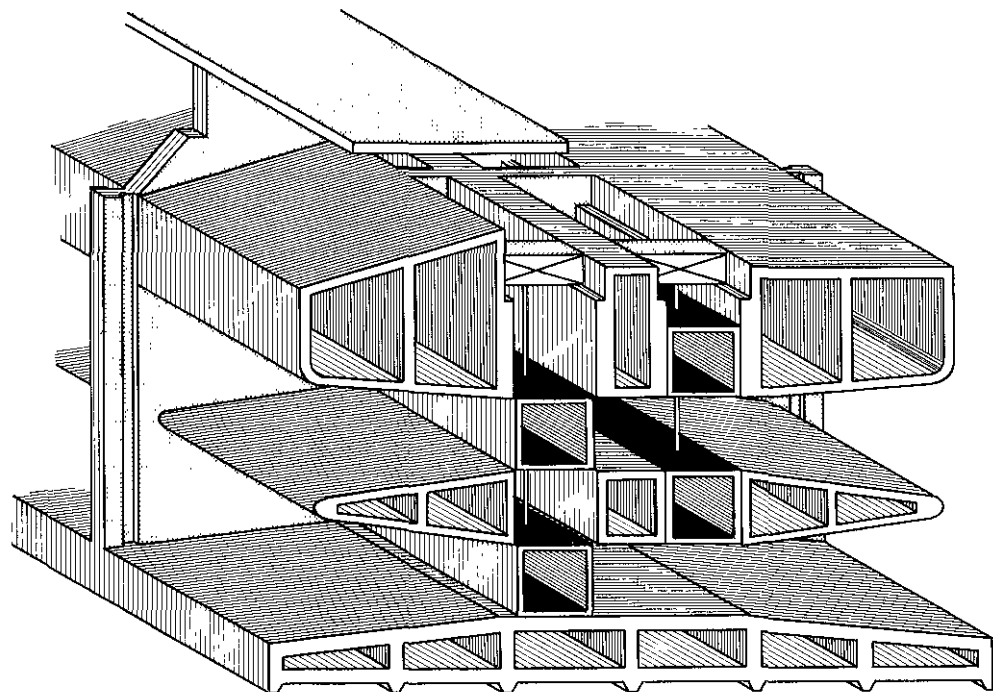
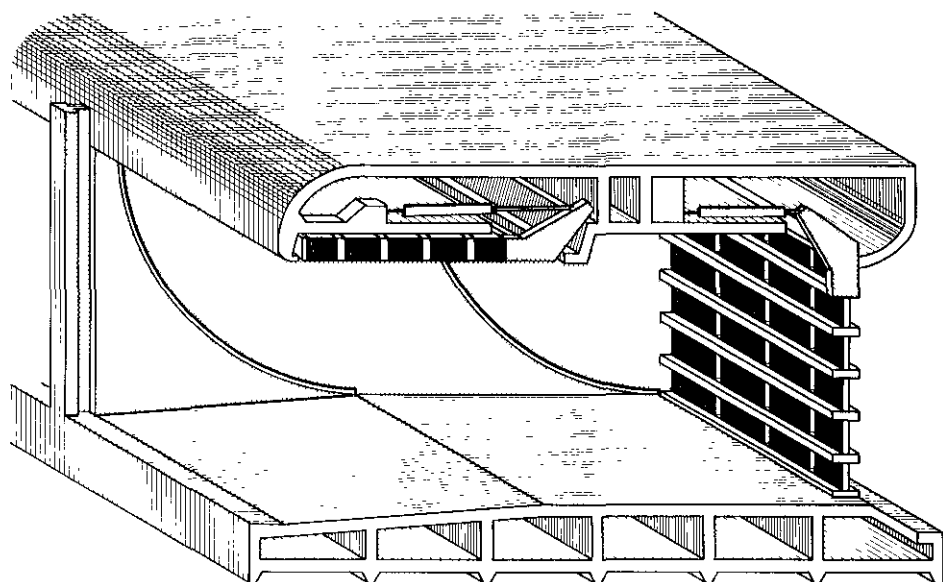


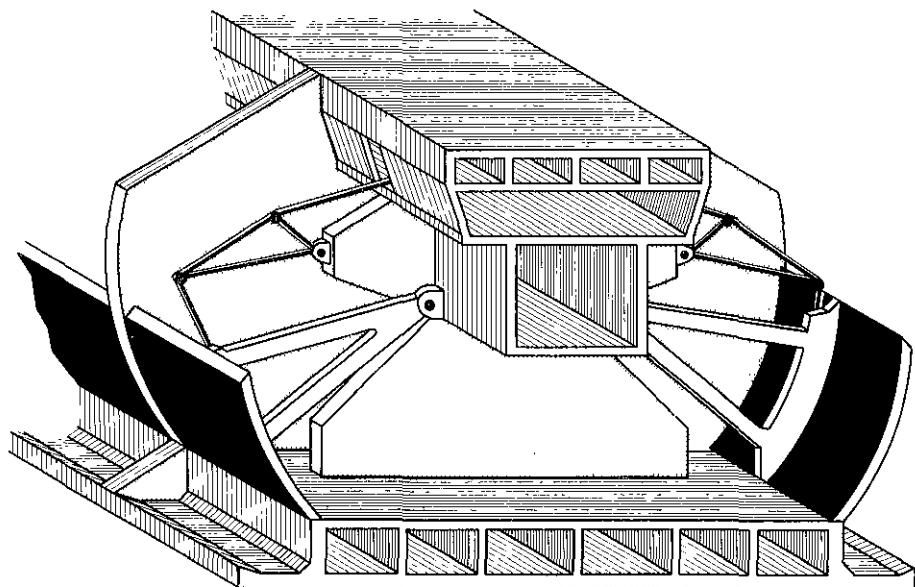
Fig. 6. Kokerschuijven

oog op trillingen zeer ongewenst zou zijn. Hydraulisch onderzoek naar het gedrag van tolkleppen moet nog plaatsvinden. Ook bij toepassing van deze kleppen wordt de waterstand in het bekken niet noemenswaard verhoogd wanneer enige kleppen weigeren. Na de drie grootste kanshebbers behandelen we nu nog kort enkele andere mogelijkheden om de afsluitmiddelen te construeren, allereerst de *rolschuiven*, die zijn opgebouwd uit een groot aantal horizontale balken, ieder voorzien van rollen of wielen aan de uiteinden. Het voordeel van deze constructie is, dat elke balk statisch bepaald is opgelegd en de rollen in vergelijking met de glijdende schuiven minder wrijving ondervinden. De balken zijn onderling ter plaatse van de rollen gekoppeld door middel van schalmen. In deze schalmen zijn spelingen noodzakelijk om de rollen of wielen vrij te kunnen laten bewegen. Daardoor zullen de balken dan ook tijdens het bewegen speling hebben ten opzichte van elkaar. Het water dat door deze spleten stroomt zal ongunstige trillingen veroorzaken. In neergelaten stand moeten de horizontale balken stijf op elkaar gedrukt worden, zodat er geen spleten meer overblijven. De rolschuiven worden opgehangen in kabels, die via kabelblokken lopen. Ze worden bewogen door middel van hydraulische vijzels. Gunstige aspecten van deze constructie zijn de grote repetitie van onderdelen en de eenvoudige aandrijving van de schuiven. Be-

zwaren zijn gelegen in het zeer grote aantal draaiende onderdelen en de moeilijke afdichting ter plaatse van de verticale wanden van de caissons. Bovendien is het gedrag van deze constructie in stromend water niet zo best, terwijl het ook een nadeel is dat alle horizontale belastingen door de rollen naar de caissonwanden moeten worden overgebracht. *Kokerschuiven*, het vijfde systeem, zijn opgebouwd uit twee grote kokers die met water geballast kunnen worden. Op deze wijze kan de benodigde energie voor de beweging worden verminderd. Tengevolge van de te overwinnen wrijvingskrachten en zuigkrachten heeft deze ballastmethode eigenlijk onvoldoende voordelen om de ingewikkelde constructie van gesloten kokers te rechtvaardigen. Nadelen zijn dat door het optimaliseren van de kokerinhoud een ongunstige vorm-

Fig 7 en 8. Draaischuiven (links) en segmentschuiven





geving van de onderkant van de kokerschuijft ontstaat, waardoor trillingen en grote zuigkrachten kunnen ontstaan. Verder zijn de staalconstructies duur en vragen ze veel inwendig onderhoud.

Als zesde systeem kunnen de zogenaamde *draaischuiven* worden genoemd. Deze schuiven draaien om een hooggelegen as en worden hydraulisch aangedreven. Teneinde de belastingen op de hydraulische vijzels te verminderen, worden de schuiven voorzien van tolkleppen, die tijdens het bewegen van de schuiven geopend zijn.

Een voordeel van deze constructie is dat de kering in geopende stand niet uitsteekt boven de caisson. Nadelen zijn het grote aantal draaipunten, de gecompliceerde montage en demontage en het kostbare onderhoud van de constructie.

Als laatste systeem vermelden we eigenlijk alleen volledigheidshalve de *segmentschuiven*, die zijn toegepast bij de Haringvlietsluizen. Ten opzichte van de andere mogelijke oplossingen biedt deze constructievorm voor het ontwerp van de stormvloedkering in de

Oosterschelde weinig voordelen. Nadelen zijn de naar verhouding zeer dure staalconstructie en de gecompliceerde montage. Dat voor de stormvloedkering in de Oosterschelde zulke andere afsluitmiddelen zullen worden gekozen als voor de Haringvlietsluizen komt voort uit enkele fundamentele verschillen tussen de beide constructies. Bij de Haringvlietsluizen was het noodzakelijk om schuiven met een zeer grote overspanning toe te passen. Bovendien kon toen in een bouwput een als het ware pasklare opening gemaakt worden, terwijl voor de stormvloedkering in de Oosterschelde een oorspronkelijk veel te grote doorstroombopening gedeeltelijk gedicht moet worden; bovendien moet deze keer de gehele constructie uit geprefabriceerde onderdelen worden opgebouwd.

Resumerend kan worden gesteld dat voor de afsluitmiddelen van de stormvloedkering in de Oosterschelde roosterschuiven, hefschuiven en tolkleppen met een aantal mogelijke combinaties de meest in aanmerking komende systemen zijn.



Plaatsing en afwerking van de caissons

Het transport en het afzinken van de caissons is een werkonderdeel dat veel zorg en aandacht vereist. In een relatief kort tijdsbestek moet, een aantal malen achter elkaar, een groot aantal op elkaar afgestemde operaties worden uitgevoerd. Het feit dat een aantal van deze operaties bovendien weersgevoelig zijn, is een extra complicerende factor. Als voorbeeld van een dergelijke operatie moge worden verwezen naar een artikel over de sluiting van het Brouwershavense Gat in Bericht 51 (februari 1971) en naar de foto hiernaast.

Door het grote aantal relaties en afhankelijkheden is het noodzakelijk zich reeds lang tevoren op alle mogelijke gebeurtenissen voor te bereiden. Voor de gehele operatie wordt dan ook een scenario gemaakt. Hierin staat zo goed mogelijk beschreven wat er van moment tot moment dient te gebeuren. Dit draaiboek heeft als bijkomend voordeel dat het nu ook mogelijk is om te zien wat het inlassen of veranderen van bepaalde handelingen voor consequenties heeft voor de andere stappen van de operatie, en welke maatregelen er als consequentie van die ene verandering genomen moet worden. Zo'n draaiboek komt geleidelijk tot stand. Niet alle relevante gegevens zijn thans reeds bekend. Bovendien moet het niet uitgesloten worden geacht dat uit dit onderdeel van de werkzaamheden min of meer dwingende eisen voortvloeien voor andere onderdelen van het ontwerp.

De studie voor het draaiboek is begonnen met een inventarisatie van gegevens uit voorafgaande sluitingen, zoals het Volkerak en het Brouwershavense Gat, en uit vergelijkbare operaties, zoals het plaatsen van



havenlichten te Hoek van Holland. Ook gegevens met betrekking tot de afhandeling en het afmeren van supertankers kunnen wellicht waardevolle informatie opleveren. Echter, men komt er niet met ervaringsgegevens alleen. Wat in het algemeen voor de Oosterscheldewerken geldt, gaat ook hier op: er is sprake van een aanzienlijke schaalvergroting, en niet alleen wat betreft de afmetingen van de afzonderlijke caissons; ook het totale aantal is groter dan ooit vroeger. Bovendien heeft de Oosterschelde wat betreft waterbeweging en golfomstandigheden een eigen, niet gemakkelijk karakter.

Dit maakt uitvoerig onderzoek nodig naar de krachten op en de bewegingen van de caissons ten gevolge van stroom, golven en wind, in allerlei verschillende situaties tijdens het transport en bij het afzinken. Het stroombeeldonderzoek, dat hierbij een vitale rol speelt, wordt verricht in het getijmodel M 1000. Vooral de vaarroutes van de caissons, de uitvaartopeningen van de bouwdokken en de omgeving van de drempels zullen daarbij gedetailleerd moeten worden onderzocht. Uit de resultaten van dat onderzoek moeten conclusies kunnen worden afgeleid inzake de benodigde sleepbootcapaciteit, de definitieve keuze van vaarroutes, de wijze van naderen van reeds geplaatste caissons en de wijze van verankering van de caissons tijdens het afzinken.

Vooraf voor die onderzoeken waarbij golven en wind van belang zijn, vormen de afmetingen, de vormgeving en de massa-verdeling van de caissons onmisbare uitgangsgeschiedenis. Dit betekent dat uitgebreide onderzoekingen op dit moment, nu het caissonontwerp nog niet voldoende gedetailleerd is, geen zin hebben.

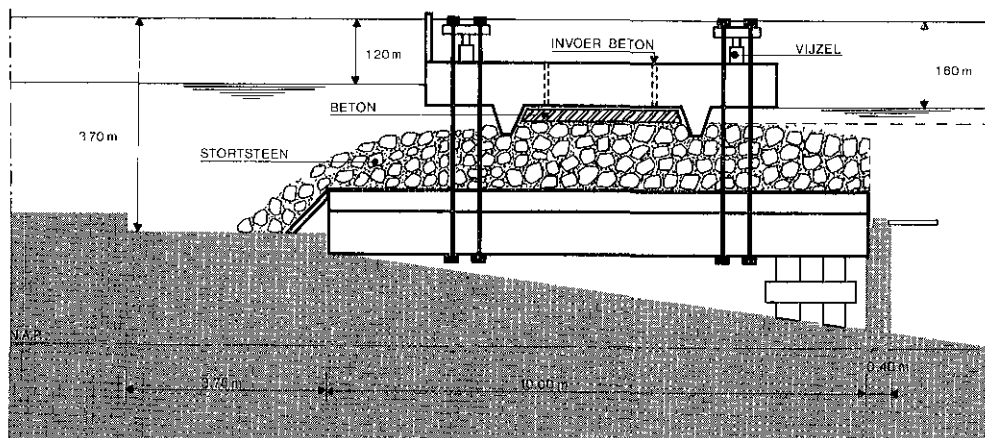
Wel wordt door middel van oriënterende proeven zo veel mogelijk getracht aan te geven welke aspecten tijdens transport en afzinken van belang zijn. Hiermee kan dan weer een zekere terugkoppeling op andere onderdelen van het ontwerp worden bereikt. Hoe dit in zijn werk gaat, valt goed te demonstreren aan de diepgang van de caissons. De diepgang heeft voor de omstandigheden waarmee tijdens transport en afzinken gerekend moet worden vergaande consequenties. In zijn eenvoudigste vorm luidt het probleem: hoe bereiken we dat een caisson van uiteindelijk groot eigen gewicht toch als varend schip een zo gering mogelijke diepgang heeft? Er worden thans drie mogelijkheden bestudeerd om dit probleem op te lossen; men denkt aan het ontwerpen van een lichter caisson, men overweegt de caisson tijdens de vaart extra liftkracht te geven door toepassing van drijflichamen en men onderzoekt of het mogelijk is caissons pas na plaatsing definitief af te bouwen. Welke oplossing men uiteindelijk kiest bepaalt weer de keuze van de uit te baggeren vaarroutes en de benodigde sleepbootcapaciteit: het aantal boten en het benodigde aantal pk's per boot en in totaal.

Op het ogenblik wordt dus aan een conceptdraalboek gewerkt waarin al zoveel mogelijk gegevens verwerkt zijn. Door middel van berekeningen is een eerste schatting gemaakt van de benodigde sleepbootcapaciteit. Uit deze berekeningen blijkt wel dat men moet rekenen op een aanzienlijke schaalvergroting. Een oriënterend onderzoek is gaande naar sleepweerstand van een aantal typen caissons en naar de krachten die de stroom op de caissons zal uitoefenen als zij boven de

drempel drijven. Tenslotte wordt een planning uitgewerkt voor het verdere onderzoek bij het Nederlandsche Scheepsbouwkundig Proefstation en het Waterloopkundig Laboratorium, een onderzoek dat pas echt kan beginnen als het caissonontwerp een meer definitief karakter heeft gekregen.

Nadat de caissons afgezonken zijn, dient onmiddellijk gecontroleerd te worden of ze goed op hun fundering zijn terechtgekomen. Thans wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheden de caissons na hun plaatsing nog te onderstoppen en/of na te stellen. Bij het ontwerp van de caissons moet men weten, hoe de caissons op de drempel zijn opgelegd. De best mogelijke oplegging geeft een zo gelijkmatig mogelijke overdracht van krachten van de caissons op de drempel; onder de gegeven randvoorwaarden zullen de

caissons op de drempel zou kunnen worden verkregen door de ruimte die altijd aanwezig is tussen de ongelijke bovenkant van de wintersluitgatrempel en de onderkant van de caisson te vullen met een beton- of ander vulmengsel. Ondervullen heeft behalve dit ene nog een aantal andere voordelen: de onderloopsheid wordt er door beperkt en indien het ondervulmengsel aan de caisson hecht, fungeert het tevens als caissonballast, en vergroot daardoor de stabiliteit. Waarschijnlijk wordt ook de wrijvingscoëfficiënt die behoort bij een bepaalde horizontale verplaatsing hierdoor vergroot. Indien men in staat is de caisson te ondervullen met een zo hoge druk dat hij daardoor opgetild wordt, heeft men een stelmogelijkheid in verticale zin gecreëerd. Zelfs ligt in het ondervullen een nastelmogelijkheid opgesloten, dat wil zeggen dat men



belastingen op de drempel en de ondergrond dan het geringste zijn.

De grondmechanische stabiliteit wordt dan tevens het gunstigst voor de fundering op staal, terwijl de zettingen en zettingsverschillen minimaal zullen zijn. Als de zettingen en zettingsverschillen beperkt blijven, behoeft de caisson in lengterichting minder stijfheid te bezitten, en ook minder wringstijfheid.

Wellicht kan de hydraulische minder gunstige hoge onderkoker van de caissons die noodzakelijk is om de buiging en wringing op te nemen verlaagd worden, waardoor een groter doorstroomprofiel verkregen kan worden.

Het is best mogelijk dat de tijdelijke fasen, zoals vervoer en plaatsing van de caissons voor de dimensionering meer maatgevend gaan worden dan de permanente eindfase. Een zo gelijkmatig mogelijke oplegging van de

Fig. 1. Proefopstelling voor ondervulling van een caisson in de stroomgoot te Lith

De mortelkoek in de stroomgoot te Lith na het verwijderen van de caissonbodem



de caissons opnieuw op hoogte kan brengen geruime tijd na het plaatsen en het eerste ondervullen.

Hoewel ondervullen een gangbare techniek is, doen zich bij de caissons een aantal specifieke problemen voor, waar nauwelijks of geen ervaring mee bestaat. Deze problemen worden gevormd door de bovenste open laag stortsteen 60/300 kg van de drempel en de daar doorheen trekkende kwelstroom. Wellicht zal de kwelstroom de mortel uit het ondervulmateriaal uitspoelen. Er is ook weinig bekend omtrent het oppervlak dat te ondervullen is, welke spleethoogte tussen caisson en drempel noodzakelijk is, of wat de beste vorm zou zijn van de uitstroombopening van de ondervulpijpen.

Om het uitspoelprobleem te onderzoeken en meer van het gedrag van een ondervulling te weten te komen zijn een groot aantal proeven uitgevoerd in de tot stroomgoot omgebouwde vistrap van de stuw te Lith.

Om uitspoeling te voorkomen moet de mortel in een aan alle zijden zo veel mogelijk dichte ruimte geperst worden. De eerste gedachte is geweest de mortel in een kunststofzak te persen die wel waterdoorlatend zou zijn, maar die het cement zou tegenhouden. Omdat zo'n kunststofzak bloot staat aan hoge morteldrukken werden er ook sterkte-eisen aan het doek gesteld.

In een aantal voorbereidende proeven is onderzocht of nylon aan de sterkte-eisen voldeed; dat bleek inderdaad het geval te zijn.

In de stroomgoot werd een klemconstructie aangebracht bestaande uit een boven- en onderframe die met 16 staven aan elkaar verbonden waren. Vier vijzels van 200 ton drukten deze frames naar elkaar toe. Tussen de frames werd de drempelconstructie aangebracht terwijl de caissonbodem werd voorgesteld door het bovenframe. Deze 'notenkraker' was noodzakelijk omdat de gootvloer niet berekend is op deze grote krachten. Met behulp van de 200 tons vijzels werden de belastingen ten gevolge van caissongewicht, golven en getij gesimuleerd. Vervolgens werd over de constructie een verhang van 10 % gezet. Het te ondervullen oppervlak bedroeg 7 m², de maximale pompdruk 10 atmosfeer, een enkele maal belangrijk meer.

Bij de eerste proeven werd de mortel in nylondoek geperst. Eerst werd dit doek tegen de schurende werking van de stortsteen beschermd door een mat, maar die is later weggelaten: De nylonzak bleek ook zonder mat voldoende sterkte te bezitten. Ondanks enkele onvolkomenheden bij de eerste proef mag deze proevenserie volledig geslaagd genoemd

worden. Gebleken is dat de mortel, ingebracht onder hoge druk, niet ontmengt en zeer snel verhardt door het uitpersen van water. Druksterkten van 100 kg/cm^2 na 48 uur en van 600 kg/cm^2 na 28 dagen werden bereikt. De onderkant van de mortel bleek volkomen gecontramald op de stortsteen.

Bij het begin van de proef trad een zeer lichte cementuitspoeling op die echter door slibvorming tegen het doek aan snel ophield. Het bleek ook mogelijk, de caisson door druk van de ondervulling op te vijzelen. In een tweede proevenserie is ook het nylondoek weg-gelaten. Om uitspoeling tegen te gaan werd de stortsteenlaag ingewassen met grind 0-30 mm. Bij de maximale in de goot haalbare stroomsnelheid - 2 m/sec - bleef nog voldoende grind tussen de stortsteen liggen om van een drempel te kunnen spreken.

De drempel was zo dicht dat normale snijranden niet genoeg in de drempel konden worden gedrukt en men naderhand over-gegaan is op het toepassen van stalen messen voor het afdichten van de zijkant.

Na enige moeilijkheden, die ontstonden door dat de afdichting tegen de gootwand niet voldeed, werden ongeveer gelijke resultaten bereikt als bij de proeven met nylondoek. Ondervullen met beton bleek ook mogelijk. Het was met beton echter niet mogelijk de caisson onder hoge druk te brengen en daarmee verticaal te lichten. Dat kwam omdat er een betonprop onder de uitstroombopening werd gevormd. Om de uitspoeling van cement te verminderen is ook een proef uitgevoerd waarbij eerst een deel met beton werd gevuld en de rest met mortel. Deze proef is geheel geslaagd; de caisson bleek nu ook te kunnen worden opgedrukt.

Het doel van een andere proef was, na te gaan of de permanente caissons in de monding van de Oosterschelde ook na langere tijd, bijvoorbeeld na een aantal maanden, nog zouden kunnen worden nagesteld. Dat kan namelijk noodzakelijk zijn indien, ondanks het verdichten van ondergrond en drempel, ontoelaatbare ongelijkmatige zettingen optreden in de ondergrond en/of de drempel. In de praktijk zou het nastellen kunnen plaatsvinden door het ondervullen van bepaalde vlakken onder de caissonbodem. Ook zou men kunnen denken aan het opnieuw ondervullen op reeds eerder aangebrachte ondervullingen. Bij deze laatste methode zou dan eerst ruimte gemaakt moeten worden, bijvoorbeeld door het gebruik van eerder onder tegen de caissonbodem aangebrachte platte vijzels. De hiermee te verkrijgen ruimte zou dan al naar gelang de hoogte gevuld kunnen worden met

mortel of beton, en de caisson zou zelfs verder kunnen worden opgelicht.

Deze methode werd beproefd. Daartoe werden tegen de bodem van de bovenconstructie vier platte vijzels gemonteerd. Na het ondervullen van de ruimte tussen de met grind gevulde laag stortsteen en de caissonbodem met beton en mortel, werd de bodemconstructie 76 uur later met behulp van de vier platte vijzels 3 cm opgevijseld. De ontstane ruimte werd opgevuld met mortel. Vervolgens werd de bovenconstructie nog eens 6 cm opgelicht. Tijdens de proef werd door de vier hoofdvijzels in totaal 120 ton tegenkracht geleverd. In principe bleek het dus wel mogelijk, de caissons ook geruime tijd na de eerste ondervulling nog na te stellen.

Uit een kostenberekening kwam naar voren dat het toepassen van betonnen snijranden, eventueel gecombineerd met een kunststofdoek economischer is dan stalen snijranden. Indien het inwassen van grind in de drempel in de werkelijke toestand zinloos is, omdat het vanwege de turbulentie in het sluitgat toch niet stabiel is, zijn stalen snijranden ook niet noodzakelijk.

Verder onderzoek, onder meer naar de wrijvingscoëfficiënt van een ondervuld caisson en de invloed van de spleethoogte op het te ondervullen oppervlak, is voorgenomen in een proefput te Kats.

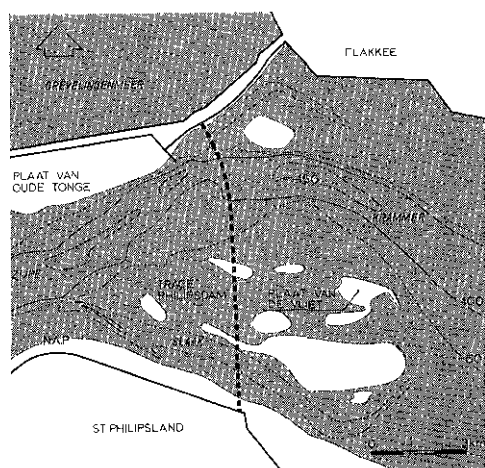
Bij het ontwerpen van de stormvloedkering gaat men er, zoals eerder vermeld, voorhands van uit dat compartimenteringsmodel C3 zal worden toegepast. Dat doen we in het vervolg van deze beschouwing over de secundaire dammen ook. We veronderstellen dus dat de problematiek betrekking zal hebben op de Philipsdam en de Oesterdam. Een aantal van de te behandelen aspecten geldt evenzeer bij de secundaire dammen volgens model C1, met een scheidingsdam in langsrichting door het Volkerak en de Oesterdam.

De uitvoeringsproblematiek van de secundaire sluitingen

De omvang en de ingewikkeldheid van de compartimenteringswerken wordt gemakkelijk onderschat wanneer men ze vergelijkt met de werken in de Oosterscheldemond. Het totale getijvermogen in de tracés van Philips- en Oesterdam is inderdaad belangrijk kleiner dan in de Oosterscheldemond, namelijk vier tot vijf miljoen m³. Dit totale getijvermogen ligt in dezelfde orde als dat van het Brouwershavense Gat. Het gemiddeld getijverschil bedraagt ter plaatse van de Philips- en Oesterdam echter ongeveer 3,5 m; het is dus zelfs groter dan dat in de Oosterscheldemond, waar het ongeveer 2,8 m bedraagt. Ook de vervallen en snelheden tijdens de sluitingen van deze dammen zouden derhalve groter kunnen worden, tenzij deze sluitingen geschieden nadat de stormvloedkering in de mond is aangebracht. Daar staat weer tegenover dat de golfrandvoorwaarden achter in het Oosterscheldebekken gunstiger zijn dan bij de mond.

Bij de uitvoering van de afsluitingen volgens het oorspronkelijke Deltaplan is er bij de fasering van de werken uitdrukkelijk naar gestreefd alle afsluitingen onafhankelijk van elkaar uit te voeren. De wantijdammen door de Zandkreek en de Grevelingen en ook de Volkerakdam hadden mede als functie om onderlinge beïnvloeding tussen de sluiting van het Veerse Gat, de Oosterschelde, het Brouwershavense Gat en het Haringvliet te voorkomen. Dat deze methodiek bij de sluiting van de beide compartimenteringsdammen niet mogelijk is, komt door de aanwezigheid van de Schelde-Rijnverbinding. Het wantij, dat is de plaats waar vrijwel geen stroomsnelheden voorkomen omdat de vulling via het bekken achter de Philipsdam en via het bekken achter

de Oesterdam juist even snel verloopt, bevindt zich in de huidige situatie namelijk in de Schelde-Rijnverbinding, ongeveer ter hoogte van St.-Philipsland. Scheepvaartbelangen verbieden het van te voren aanleggen van een dam ter plaatse van dit wantij, zoals bij de Deltawerken gebruikelijk was, en daarmee vervalt de mogelijkheid de sluiting van de beide compartimenteringsdammen onafhankelijk van elkaar te voltrekken. Een belangrijk criterium bij de sluiting van deze beide dammen zal dan ook zijn dat de stroomsnelheden op de Schelde-Rijnverbinding niet te groot mogen worden, hetgeen tevens inhoudt dat het wantij zich tijdens de beide sluitingen niet te veel verplaatst. Om aan dit criterium te voldoen zal de sluiting van de beide dammen nauwkeurig simultaan moeten geschieden. Ook bij de sluiting van de Brouwersdam moesten beide sluitgaten, het noordelijke met caissons en het zuidelijke met een kabelbaan, ongeveer simultaan gesloten worden. Bij de compartimenteringsdammen gaat het echter om de sluiting van twee verschillende dammen op 20 km van elkaar. Daarbij moet dan nog worden opgemerkt, dat zich zowel in het tracé van de Philipsdam als in dat van de Oesterdam twee stroomgeulen bevinden. Bij de Philipsdam zijn dat de hoofdgeul Krammer en de secundaire geul Slaak. De gedachten gaan thans uit naar een kabelbaan- of caissonsluiting van het Krammer en een zandsluiting van het Slaak. Uit oriënterende modelproeven is gebleken dat de stroomsnelheden door het Krammer na de sluiting van het Slaak vrij sterk toenemen. In verband hiermede is het gewenst het Slaak zo laat mogelijk te sluiten. Bij voorkeur pas onmiddellijk voor de sluiting van het Krammer,

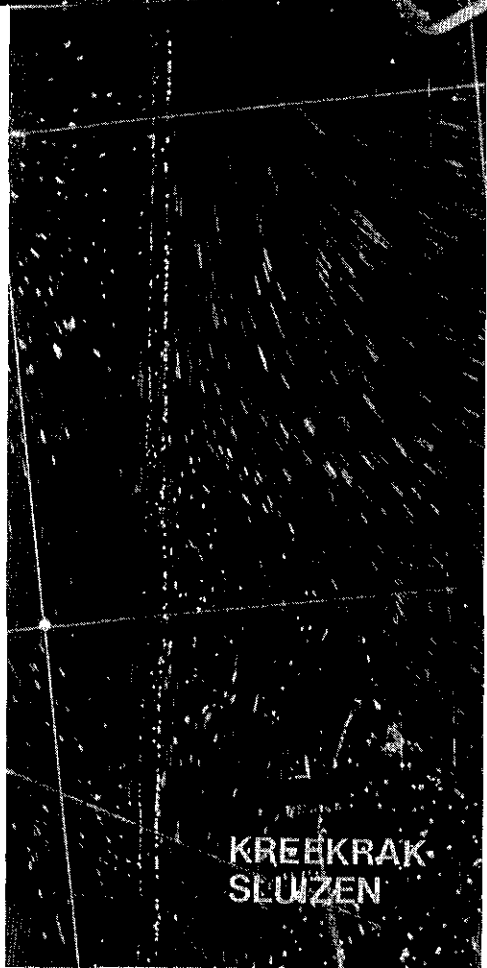
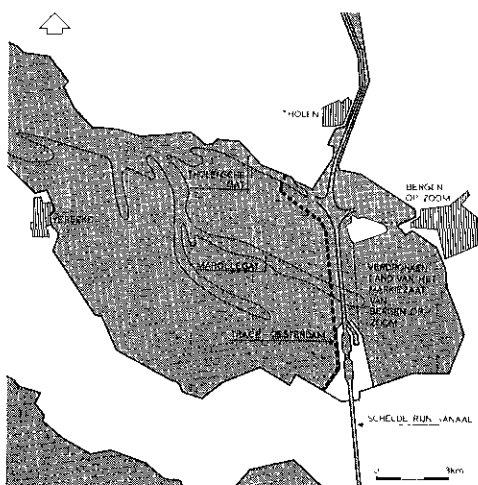


Tracé van de Philipsdam.
Beneden: stroombeeld in de
ongeblokkeerde geulen Kram-
mer en Slaak (hydraulisch
model M 1000)





Tracé van de Oesterdam.
Beneden: stroombeeld na het
leggen van de dam (hydraulisch
model M 1000)



wanneer de scheepvaart vanuit het Krammer al door de nieuwe sluisen in de Philipsdam geleid wordt.

Bij de Oesterdam vinden we twee stroomgeulen: een smalle diepe geul tegen de Tholense oever, het Tholense Gat, en een brede ondiepe geul ten noorden van de Kreekraksluizen, die Marollegat genoemd wordt.

Als men voorafgaande aan de sluiting van de Oesterdam een deel van de komberging achter deze dam wegneemt door het *verdrongen land van het Markiezaat van Bergen* op Zoom te omkaden, lijkt het vooralsnog mogelijk het Marollegat alleen met zand te sluiten. Het Tholense Gat zal met een kabelbaan of met caissons gesloten moeten worden. De stabiliteit van de Tholense oever zal een belangrijk criterium worden bij de sluiting van deze geul. Deze oever heeft steile taluds – hellingen van 1 : 1 – en is grondmechanisch erg gevoelig.

Zowel bij de sluiting van de Philipsdam als bij die van de Oesterdam moet rekening worden *gehouden met de grote doorgaande scheepvaartroutes* die zich in de onmiddellijke omgeving van de werken bevinden. Bij de Philipsdam gaat de doorgaande route via het Kanaal door Zuid-Beveland door het te bouwen sluitgat in de Krammer heen, indien deze scheepvaart althans niet van te voren door een geheel nieuw kanaal door de staart van Zuid-Beveland wordt geleid. Het streven zal er, evenals destijds bij de sluiting van het Volkerak, op gericht moeten zijn de schutsluizen in de Philipsdam reeds in gebruik te kunnen nemen als de laatste fase van de sluiting van de Krammer plaats vindt. De scheepvaart zal in verband met de onbeperkte doorvaarthoogte van deze route zeker via de sluisen moeten kunnen gaan als er eventueel een kabel voor een kabel aansluiting over het sluitgat is aangebracht.

Bij de sluiting van de Oesterdam spelen scheepvaartkundige overwegingen eveneens een belangrijke rol. Het voorlopige tracé van deze dam loopt namelijk op korte afstand evenwijdig aan de Schelde-Rijnverbinding. Reeds in de huidige situatie bij geheel open Oosterschelde kunnen ten noorden van de Kreekraksluizen en direct ten zuiden van Tholen vrij grote dwarsstromen op de Schelde-Rijnverbinding optreden met een maximumsnelheid bij gemiddeld getij van 0,8 m/sec. Deze dwarsstromen zullen door de aanleg van damvakken over de platen en in de ondiepe delen nog toenemen en vervolgens nog meer geconcentreerd worden door de vorming van de sluitgaten in het

Tholense Gat en in het Marollegat. Uit modelonderzoek is gebleken dat de hinderlijke invloeden op de scheepvaart van deze dwarsstromingen bij de Oesterdam grotendeels voorkomen kunnen worden, indien de komberging achter de Oesterdam tijdig verkleind wordt. Hiertoe zou het verdrongen land van het Markiezaat van Bergen op Zoom van te voren van het getijgebied afgesloten moeten worden door middel van een omkading. Zoals reeds vermeld, zou door deze omkading waarschijnlijk tevens bereikt kunnen worden dat het Marollegat met zand kan worden gesloten, hetgeen bij deze brede ondiepe geul aanzienlijk goedkoper is dan een kabelaan-sluiting. Zou men afzien van omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom, dan zou het tracé van de Oesterdam waarschijnlijk ter voorkoming van een te sterke concentratie van dwarsstromingen op de Schelde-Rijnverbinding meer westelijk gesitueerd moeten worden. Bovendien zouden beide sluitgaten dan een groter doorstroomprofiel moeten krijgen, hetgeen de afsluiting duurder zou maken.

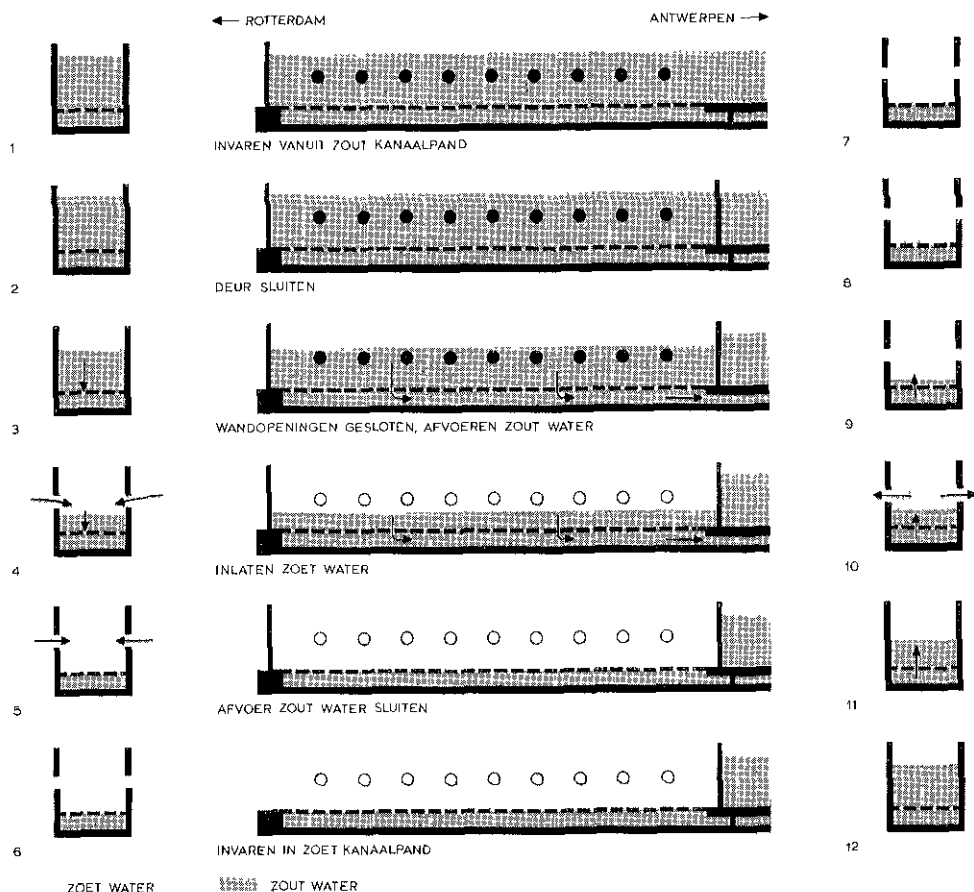
We zagen hiervoor dat er een sterke onderlinge relatie is tussen de sluitingen van de beide secundaire dammen. Deze sluitingen kunnen echter ook niet los worden gezien van de werken aan de primaire dam in de Oosterscheldemond. Het doorstroomprofiel van de stormvloedkering is immers in de eindfase afhankelijk van de grootte van het bekken erachter. Bij model C1 zou het doorstroomprofiel 20 % groter moeten zijn dan bij model C3, om *eenzelfde getijverschil in de Oosterschelde* te bereiken. Ook de doorstroomprofielen van de stormvloedkering tijdens de caissonplaatsing zouden wellicht door de keuze voor een bepaalde compartimentering beïnvloed kunnen worden. De fasering van de sluitingen van de compartimenteringsdammen ten opzichte van die van de primaire dam speelt daarin mede een rol. Indien de compartimenteringsdammen eerder zouden worden gesloten dan de primaire dam treedt een vermindering op van de maximale debieten en stroomsnelheden in het tracé van de primaire dam. Dit zal de plaatsing van de caissons vergemakkelijken en de ontgrondingen tijdens en na de plaatsing van de caissons doen *vermindern*.

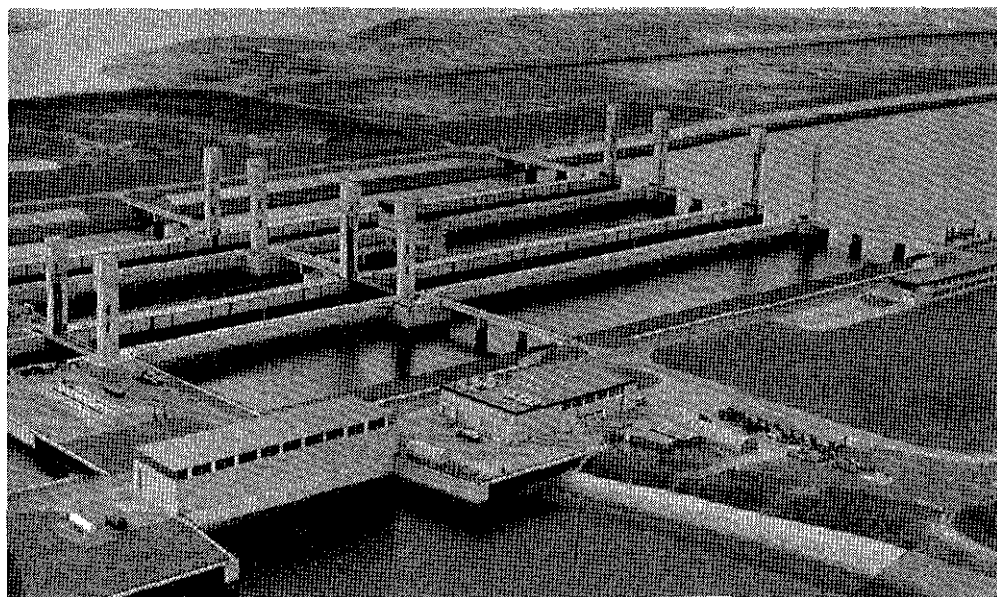
Daar staat tegenover dat compartimentering volgens model C3 bij een geheel open Oosterschelde verhoging van de stormvloedstanden tot gevolg heeft. In het getijmodel M 1000 zijn naar dit effect metingen verricht, waarvan enkele resultaten voor model C3 zijn samengevat in de volgende tabel:

Meetstation	Stormvloedstand nu in cm t.o.v. N.A.P	Verandering onder invloed van model C3 in cm
Colijnsplaat	+ 550	+ 22
Wemeldinge	+ 584	+ 21
Tholense Gat	+ 596	+ 18
Zierikzee	+ 553	+ 22
Krammer	+ 603	— 3

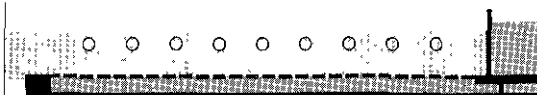
Sluiting van de compartimenteringsdammen enkele jaren voor de primaire dam lijkt als men deze tabel bekijkt weinig aantrekkelijk. Indien de compartimenteringsdammen na de primaire dam gesloten zouden worden, is een aantal andere overwegingen van belang. Na de plaatsing van de caissons zal in de storm-

vloedkering een vrij groot doorstroomprofiel van 30 à 40 000 m² overblijven. Het getij op de Oosterschelde is dan nog vrijwel ongedempt. Sluit men de secundaire dammen kort na de caissonplaatsing, dan dient nog met dezelfde debieten en vervallen te worden gerekend als bij een geheel open Oosterschelde. Als de

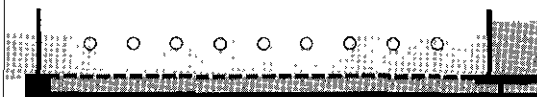




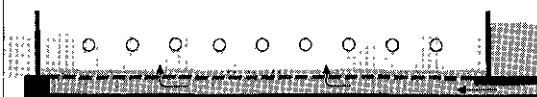
De Kreekraksluizen en hun zoutbestrijdingssysteem



WATER VANUIT ZOET KANAALPAND



DEUR SLUITEN



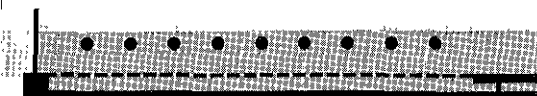
WATER ZOUT WATER



WATER STROOMT WEG



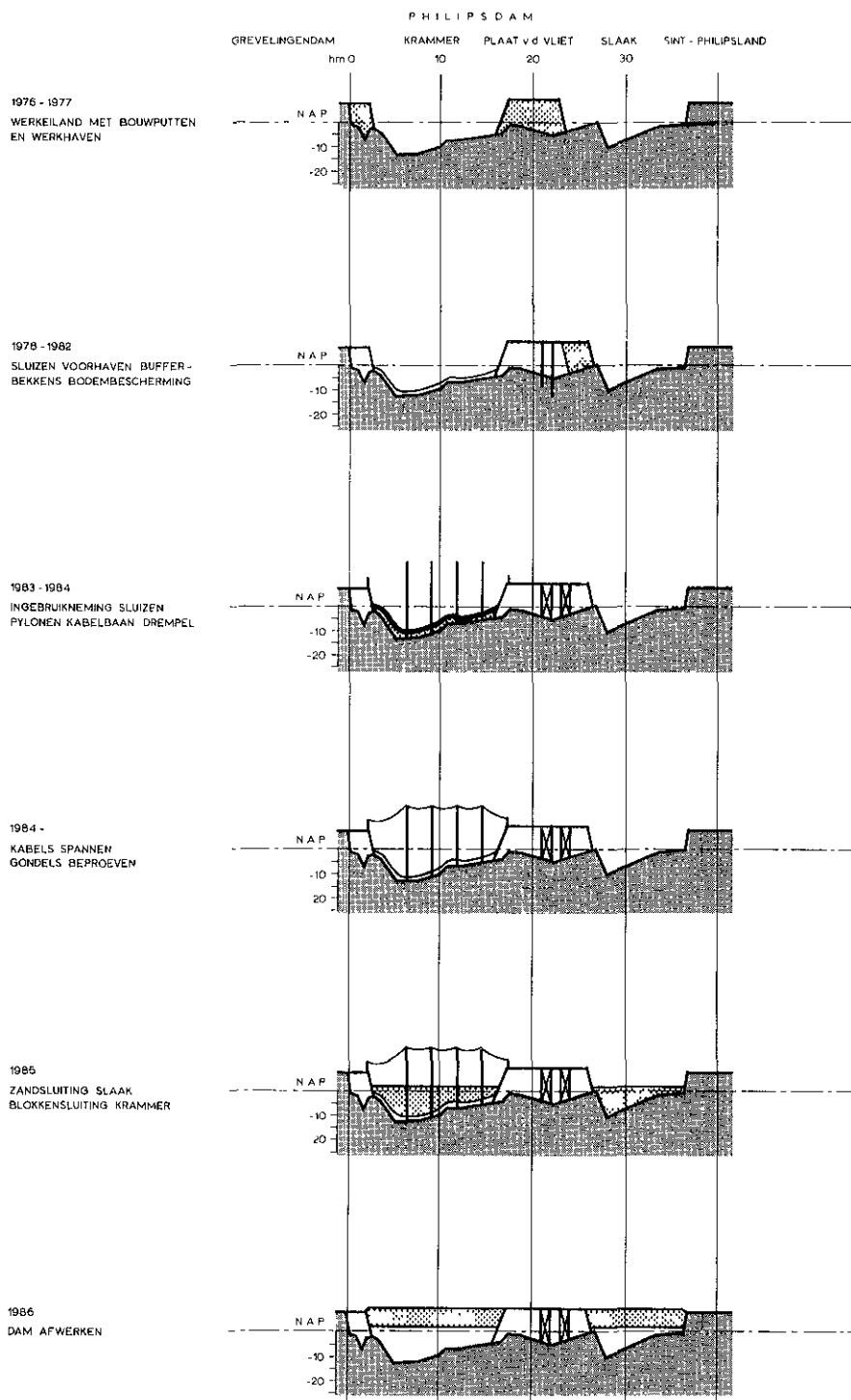
OPENINGEN SLUITEN



WATER IN ZOET KANAALPAND

Tijdschema voor de gecoördineerde aanleg van Oosterdam en Philipsdam

sluiting van de compartimenteringsdammen kan geschieden bij een gedempt getij, zou zandsluiting van het Slaak bij de Philipsdam en van het Marollegat bij de Oosterdam eenvoudiger zijn. Indien gedurende langere tijd een min of meer gedempt getij tot aan de Volkerakdam zal reiken, zullen hier echter wel waterhuishoudkundige problemen optreden. Zoals in het rapport van de Commissie Compartimentering Oosterschelde is toegelicht, zal het zoete Haringvliet direct ten zuiden van de Volkerakdam bij een gedempt getij een grotere zoutbelasting te verduren krijgen, *tenzij er grote hoeveelheden zoet water vanaf het Haringvliet naar het Volkerak worden gespuid*. Waarschijnlijk heeft het noordelijk Deltabekken dergelijke grote hoeveelheden zoet water in droge perioden niet beschikbaar. Bovendien zou deze extra zoetwateraflaat



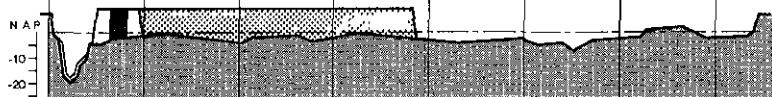
O E S T E R D A M

THOLEN THOLENSE GAT 10 20 30 40 50 60 70 SPEELMANSPLATEN MAROLLEGAT KREEKRAKSLUIZEN

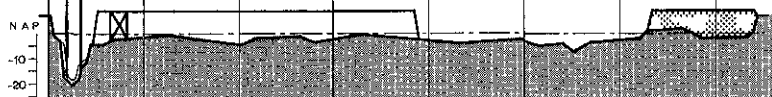
1976 - 1979
WERKEILAND MET
BOUWPUTTEN EN
WERKHAVEN



1979 - 1982
AANLEG DAMVAK
SPEELMANSPLATEN
SLUIS
BODEMBESCHER-
MING



1983 - 1984
AANLEG DAMVAK
INGEBRUKNEMING
SLUIS
PYLONEN KABEL-
BAAN
DREMPEL



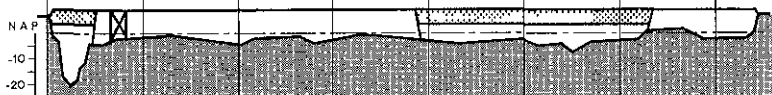
1984
KABEL SPANNEN
GONDEL Beproeven



1985
ZANDSLUITING
MAROLLEGAT
BLOKKENSLUITING
THOLENSE GAT



1986
DAM AFWERKEN



naar het zuiden een verlaging van de zoutgehalten in het Oosterscheldegebied tot gevolg kunnen hebben.

Om al deze redenen wordt er in het rapport van de Commissie Compartimentering Oosterschelde vanuit gegaan dat de compartimenteringsdammen zoveel mogelijk gelijktijdig met de primaire dam zullen moeten worden gesloten. Uit nader onderzoek moet blijken of de sluiting van de compartimenteringsdammen het beste direct vóór of direct na de sluiting van de primaire dam kan geschieden. Het tijd- en uitvoeringsschema van de compartimenteringsdammen wordt voor een groot deel bepaald door de bouw van de sluisen in deze dammen.

Als voorbeeld is een globaal tijdschema gegeven van de verschillende werkonderdelen van de dammen volgens model C3, met een Kanaal door Zuid-Beveland. Hieruit blijkt dat reeds in 1976 met de uitvoering van een werkeiland met bouwputten en werkhavens in de Philipsdam moet worden aangevangen om de grote sluisen met een zout/zoet bestrijdingssysteem als bij de Kreekraksluisen in 1983/1984 in gebruik te kunnen nemen.

Om de Oesterdam gelijktijdig met de Philipsdam te kunnen sluiten, moet de bouw ervan maximaal twee jaar na de aanvang van de Philipsdam beginnen. De totale uitvoeringstijd van de Oesterdam is korter dan die van de Philipsdam omdat in de Oesterdam slechts een sluis van betrekkelijk geringe afmetingen nodig is, en in de Philipsdam een vrij omvangrijk duwvaartsluizencomplex.

Een uitvoeringstechnisch voordeel van model C3 – met het Kanaal door Zuid-Beveland ten opzichte van de modellen met een geheel nieuw Kanaal door de staart van Zuid-Beveland is, dat de verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland los staat van de bouw van de compartimenteringsdammen.

Daar de nieuwe sluisen bij Hansweert bij dit model niet van een zout/zoet-bestrijdingssysteem zullen worden voorzien, kan de uitvoeringstijd ervan korter zijn dan die van de sluisen in de Philipsdam, die in dezelfde hoofdscheepvaartroute zijn gelegen.

Enig inzicht in de kostenverdeling over de diverse werkonderdelen van het model C3 met het Kanaal door Zuid-Beveland kan men krijgen aan de hand van een desbetreffende opgave in het rapport van de Commissie Compartimentering Oosterschelde (prijsbasis 1975):

1. Philipsdam	f 160 mln.
2. Sluisen in Philipsdam	f 270 mln.
3. Oesterdam	f 120 mln.
4. Sluis in Oesterdam	f 40 mln.
5. Omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom	f 40 mln.
6. Verbetering Kanaal door Zuid-Beveland inclusief kunstwerken	f 345 mln.
Totaal	f 975 mln.

Bij deze kosten is uitgegaan van een verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland met nieuwe sluisen bij Hansweert en een open mond bij Wemeldinge, waarbij dus het Oosterscheldegetij op het kanaal wordt toegelaten. Bij compartimenteringsmodellen met een geheel nieuw kanaal door de staart van Zuid-Beveland (model C3 met een Kanaal bij Krabbendijke of een Kanaal bij Rilland) kan de uitvoering van het nieuwe kanaal niet los worden gezien van die van de compartimenteringsdammen. Daar bij deze modellen de hoofdscheepvaartroute vanaf de Westerschelde via het nieuwe kanaal wordt geleid, kan dan in de Philipsdam met één kleinere sluis voor de binnenvaart worden volstaan. Het is daardoor echter noodzakelijk dat het eventuele nieuwe kanaal vóór de sluiting van de compartimenteringsdammen in gebruik kan worden genomen, opdat de doorgaande scheepvaart steeds onbelemmerd doorgang kan vinden. De aanleg van het kanaal is dan ook bepalend voor het totale tijdschema van deze compartimenteringsmodellen. Bij deze modellen zou sluiting van de compartimenteringsdammen in 1985 dan ook alleen mogelijk zijn indien voor de tracé-bepaling en de grondaankoop van het nieuwe kanaal speciale procedures worden toegepast.

Alvorens in te gaan op de gevolgen van de gewijzigde plannen voor de reeds uitgevoerde werkonderdelen in de mond van de Oosterschelde, is het goed om na te gaan of men voor het nieuwe werk hetzelfde tracé zou hebben gekozen als het thans bestaande, indien men daarin geheel vrij zou zijn geweest.

Gevolgen van het herziene plan van afsluiting voor de reeds uitgevoerde werken

In Bericht 47 (februari 1969) worden een aantal tracés voor de Oosterschelddam tegen elkaar afgewogen. Op grond van de in dat artikel gegeven beschouwingen en overwegingen werd zowel vanuit waterloopkundig als grondmechanisch oogpunt de voorkeur gegeven aan het gekozen tracé C boven de andere twee. Dit tracé voldeed tevens goed aan de eisen van technische uitvoerbaarheid. Een van de doorslaggevende overwegingen bij de tracékeuze was de veiligheid van de Noordbevelandse oever. Bij het gekozen tracé liep die het minste gevaar. Nu deze oever langer aan de huidige stroom en daarna doorlopend aan een enigszins gereduceerde stroom wordt blootgesteld blijft de voorkeur voor het gekozen tracé dus gehandhaafd.

De wijziging van het afsluitingsplan voor de Oosterschelde heeft een groot aantal gevolgen voor de reeds uitgevoerde werkonderdelen.

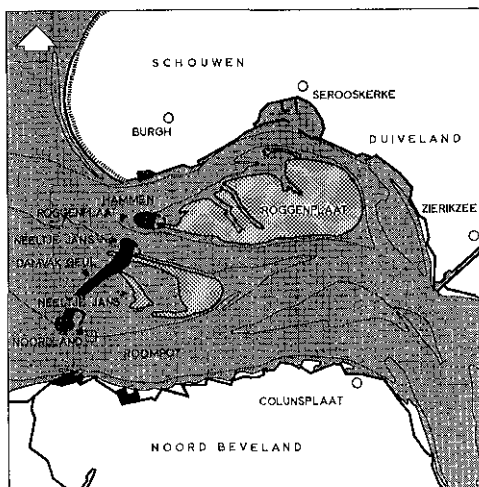
Van het oude plan zijn de werkeilanden Noordland, Neeltje Jans en Roggenplaat, het damvak Geul en de damaanzet Noord-Beveland gereedgekomen. Dientengevolge zijn er in het tracé nog drie stroomgeulen over, de Roompot, de Schaar van Roggenplaat en de Hammen. In het oude damtracé van deze drie sluitgaten is reeds een bodembescherming aangebracht bestaande uit zoolstukken van 80 of 100 m lengte. Aan weerszijden van deze zoolstukken ligt een deel van de vaste-ballaststukken – blokkenmatten en steenasfaltmatten – met een lengte van 200 m. Deze bodembescherming volgt het natuurlijke geulprofiel. Nog enkele andere werken werden reeds uitgevoerd ten behoeve van het oude plan, zoals het plaatsen van de pylons voor de

kabelaansluiting, het maken van een bouwput voor een doorlaatsluis in het werkeiland Noordland en de aanleg van betonblokken-terreinen op Noord-Beveland, Schouwen en het werkeiland Roggenplaat.

Vooralsnog ziet het er naar uit dat de drie werkeilanden en het damvak Geul ook geheel in het nieuwe plan passen.

Zoals in het volgende artikel wordt toegelicht zullen de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland en het damvak Geul aan de zeezijde de begrenzing vormen van de grote bouwputten voor de caissons. Met de uitvoering van de bouwputten kan nu mede zo snel worden aangevangen omdat deze delen van de Oosterschelddam reeds waren uitgevoerd.

De gevolgen van de wijziging van de plannen zijn het ingrijpendst voor de in de drie sluit-



gaten uitgevoerde werkonderdelen: de bodembeschermingen en de pylonen voor de kabelbaan. Het verwijderen van de pylonen zal ongetwijfeld de meest opvallende verandering zijn. Wellicht kunnen de koppen van de pylonen nog deels gebruikt worden bij eventuele kabelbaansluitingen van de compartimenteringsdammen.

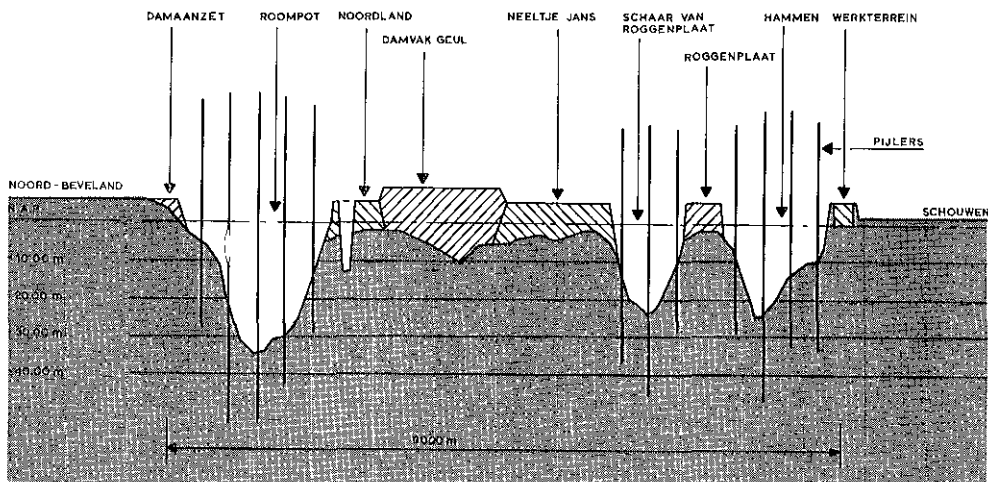
De gevolgen voor de reeds aangebrachte bodembescherming zijn van ingrijpende aard. Denken we alleen al aan de verdichting van de ondergrond onder de caissons, die zoals bekend nodig is om de stabiliteit van de caissons te vergroten en de zettingen te verkleinen. Voor en na de verdichting van de ondergrond is een uitgebreid grondonderzoek noodzakelijk, zowel om de verbetering vast te stellen die als gevolg van de verdichting is opgetreden als om de randvoorwaarden te vinden voor de grondmechanische stabiliteits- en zettingsberekeningen. Voor deze maatregelen worden de reeds gelegde zoolstukken doorboord, waardoor ze hun filterwerking verliezen. Bovendien hadden deze zoolstukken in het oude plan voornamelijk een functie gedurende de sluitingsfase. In het nieuwe plan worden veel hogere eisen aan de bezinking gesteld: de stukken moeten nu gedurende de gehele levensduur van de stormvloedkering hun functie blijven uitoefenen, terwijl de omstandigheden van verval en turbulente stroming ongunstiger zijn. Men overweegt om over deze oude zoolstukken heen een sandwich-constructie aan te brengen bestaande uit twee lagen van vaste ballaststukken met daartussen een laag fijn grind. Vastgesteld moet dus worden dat de reeds gelegde zoolstukken in het nieuwe plan geen dienst meer doen.

En niet alleen dat de reeds aangebrachte bodembeschermingen geen functie meer zullen hebben; zoals uit het onderstaande zal blijken, zal wellicht een groot deel verwijderd moeten worden. Voor een kabelbaansluiting hoeft het aanwezige geulprofiel in het tracé van de dam niet te worden aangepast. Voor een caissonsluiting is echter in het lengteprofiel een strak belijnde drempel noodzakelijk. Het wintersluitgat, dat is het profiel in de laatste winter vóór de sluiting, moet ongeveer de belijning krijgen van een bak en een zodanige grootte dat ook de laatste caissons geplaatst kunnen worden zonder dat de maximale stroomsnelheden rond de kentering teveel toenemen.

Afhankelijk van de te kiezen caissonvorm zal het oppervlak van het wintersluitgatprofiel 60 000 à 70 000 m² groot moeten zijn. Het huidige profiel heeft zonder wintersluitgatdrempel een doorstromingsoppervlak van 76 000 m².

Aangezien damaanzetten en drempels tenminste 25 000 m² profiel wegnemen, is het mogelijk dat er inbaggeringen plaats zullen moeten vinden om voldoende doorstroomprofiel te maken voor het plaatsen van de caissons. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of deze extra profielverruiming nog nodig is.

Is dat inderdaad zo, dan zou een groot deel van de reeds aangebrachte zoolstukken en randbezinkingen opgeruimd moeten worden. Ter plaatse van de inbaggeringen moet dan vervolgens de gehele drempelconstructie worden opgebouwd. De opbouw kan echter niet onmiddellijk aansluiten op het baggerwerk, omdat het materieel op bepaalde afstanden uit elkaar moet werken.



Evenals bij eerdere inbaggeringen moet dan ook hier rekening gehouden worden met aanzanding op de plaats van de inbaggeringen.

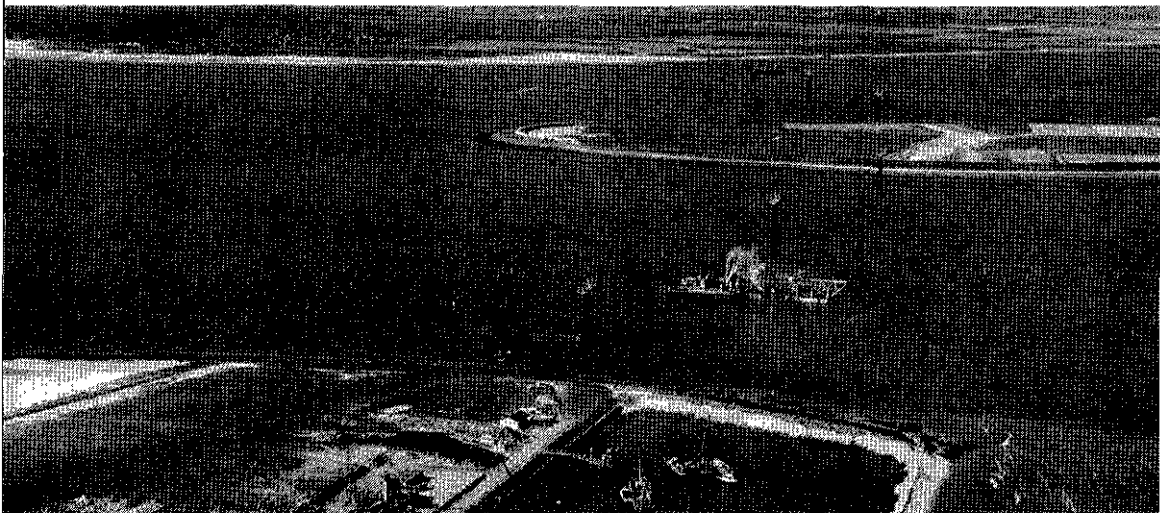
De consequenties van de veranderde plannen voor de drempelopbouw zijn minder ingrijpend dan voor de bodembeschermingen, om de eenvoudige redenen dat nog niet met de uitvoering van de drempelopbouw begonnen was.

Wel waren reeds contracten voor materiaalleveringen afgesloten. Ingevolge deze afspraken moet thans nog vrij veel materiaal worden afgenomen en in depot worden gebracht, omdat men het niet meteen elders gebruiken kan. Om voldoende onderwaterdepots te realiseren moet weer extra baggerwerk verricht worden. Voor de stormvloedkering zal overigens een andere onderlaag

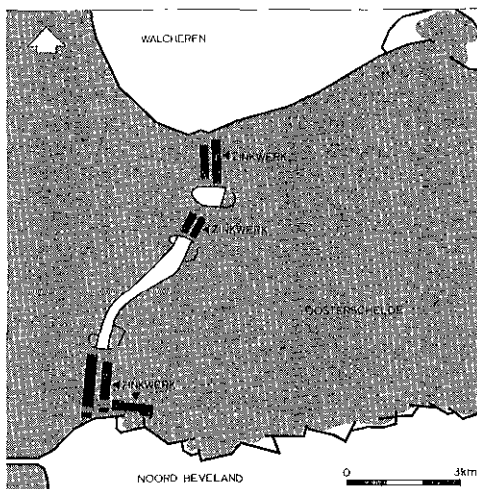
worden opgebouwd dan die gepland was voor de oorspronkelijke geleidelijke sluiting. Hierboven is reeds gebleken dat de vorm en grootte van de sluitgaten wellicht aangepast zullen moeten worden.

Behalve dat het nieuwe plan voor afsluiting van de Oosterschelde verstrekkende gevolgen heeft voor de reeds uitgevoerde werken, roept het nog vele andere veranderingen op in de aanleg van de drempel en de bodembescherming. Ten behoeve van de permanente stormvloedkering zal in het sluitgat en in de onmiddellijke omgeving van de stormvloedkering op grote schaal bodemverdichting moeten worden uitgevoerd. Voor die verdichting zal nieuw materieel ontwikkeld moeten worden.

Ook de apparatuur om controle te kunnen



Overzicht van de Schaar van Roggenplaat (voorgond) en de Hammen, twee stroomgeulen in de Oosterscheldemond

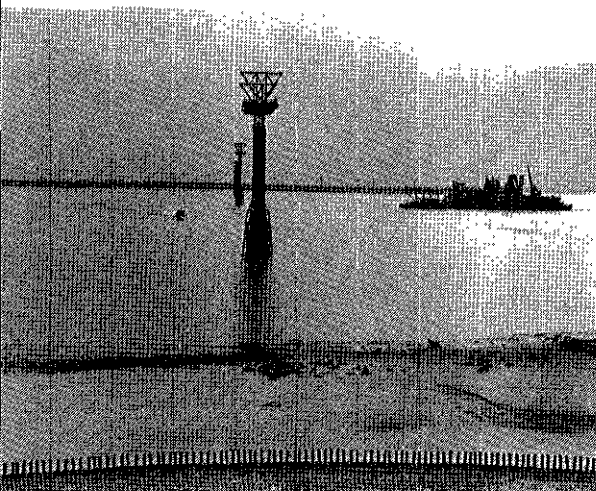


Rechts: Uitgevoerd zinkwerk

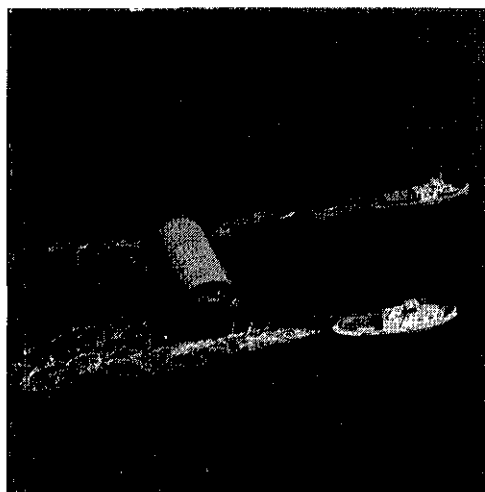
Links: Lengteprofiel van de Oosterscheldemond in het tracé van de afsluiting

Een rol blokkenmatten wordt
naar het afzinkponton gesleept

Het asfaltship 'Jan Heymans'
aan het werk in de Hammen,
voorjaar 1975



uitoefenen op de verdichting van de drempel moet nog worden ontwikkeld. Wellicht blijkt het bij een caissonsluiting noodzakelijk de toplaag van de drempel, die bestaat uit stortsteen 60/300 kg, over grote oppervlakken nauwkeurig vlak te maken. Materieel om zo'n karwei uit te voeren, bestaat op het ogenblik niet. Om blijvende stabiliteit van de constructie te verzekeren is het noodzakelijk de ontgrondingen die optreden aan het einde van de bodembescherming beperkt te houden. Ze mogen nimmer aanleiding zijn tot afschuivingen of zettingsvloeiingen die de stabiliteit van de totale constructie in gevaar kunnen brengen. De bodembescherming zal in vergelijking met wat nodig was voor het oude plan, nog aanzienlijk moeten worden uitgebreid, terwijl de grond bij de rand van de bodembescherming zal moeten worden ver-



dicht. Maar ook na het treffen van deze maatregelen kan men de zaak niet op zijn beloop laten. Frequentie peilingen zullen noodzakelijk zijn, ook als de stormvloedkering al werkt, om na te gaan of er geen ontoelaatbare verdiepingen optreden. Bij het bereiken van een bepaalde diepte of aanzethelling van de ontgrondingskuil zou die dan weer aangestort moeten worden.

Nadat de caissons geplaatst zijn moet er een bestorting tegen aangebracht worden. Dit vergroot de stabiliteit van de caissons, en verkleint de kans op onderloopsheid. Bovendien wordt de hydraulische vorm van de hele constructie erdoor verbeterd, doordat een vloeiende overgang wordt gevormd van de caisson naar de drempel. De aanstorting en het drempeltalud zullen wellicht gepenetreerd worden met asfaltmastiek, omdat stortsteen 60/300 niet onder alle omstandigheden stabiel zou kunnen zijn.

Samenvattend kunnen we zeggen dat een deel van de in de sluitgaten uitgevoerde werken voor het nieuwe plan geen nut heeft of zelfs ongedaan gemaakt moet worden, een ander en groot deel van het bestaande werk kan echter zinvol worden ingepast in de nieuwe opzet. Ten aanzien van de natte werken in de sluitgaten staan nog vele vragen open, onder meer met betrekking tot de stabiliteit van de stormvloedkering in zijn geheel en van de te gebruiken materialen. De duurzaamheid van de constructies, de uitvoeringsmogelijkheden, de uitvoeringstijd en de kosten ervan, zijn nog in vele opzichten onzeker. Zeker is dat de natte werken omvangrijker zullen zijn dan bij het oude plan, dat er nauwkeuriger gewerkt moet worden, en dat veel nieuw materieel zal moeten worden ontwikkeld.

Aanleg van de bouwputten voor de caissons en van de damaanzet op Schouwen

Het ontwerp van de bouwputten voor de caissons waaruit de stormvloedkering zal bestaan, is gebaseerd op een groot aantal randvoorwaarden van onderscheiden aard en belangrijkheid. De voorwaarden staan niet op zichzelf maar ze vormen samen een netwerk van randvoorwaarden met vele onderlinge afhankelijkheden. Het gewicht dat aan elke voorwaarde afzonderlijk moet of kan worden toegekend is daarom mede afhankelijk van de andere randvoorwaarden van de stormvloedkering.

Er bestond vanaf het begin voorkeur voor het bouwen van de caissons in twee putten. Door de aanleg van één grote bouwput voor alle caissons zou die mogelijk niet voldoende kunnen worden bemalen, terwijl ook de risico's die kunnen ontstaan door het onklaar raken van de bemalingen of door andere calamiteiten tijdens de bouw van de caissons, niet voldoende zouden zijn gespreid. Ook bleek dat bij één bouwput grote baggerwerken nodig zouden zijn voor het maken van de vaargeulen tussen de put en de onderscheiden sluitgaten.

Voor de situering van de twee bouwputten zijn verschillende mogelijkheden onderzocht (fig. 1). Het aanleggen van de putten tegen de vaste wal in de nabijheid van de afsluitingswerken en langs de stroomgeulen Roompot, Schaar van Roggenplaat en Hammen had aanvankelijk de voorkeur. De putten zouden daar in betrekkelijk stil water kunnen worden aangelegd terwijl het baggeren van diepe vaargeulen tussen de bouwputten en de sluitgaten niet nodig zou zijn. De aan- en afvoer van personeel, materieel en bouwmaterialen zou bij deze situering geen noemenswaardige

problemen opleveren, evenmin als de energie- en de watervoorziening tijdens de caissonbouw. Voor een bouwput waar de caissons voor de afsluiting van de Roompot in konden worden gemaakt, was echter tegen de oever van Noord-Beveland niet voldoende terreinoppervlakte beschikbaar. Bovendien werd deze oever wegens zijn gevoeligheid voor zettingsvloeiën daarvoor ook minder geschikt geacht.

Voor het bouwen van de caissons voor de twee noordelijke stroomgeulen van de Oosterschelde kon men aan de oever van Schouwen-Duiveland kiezen tussen twee mogelijkheden: zowel onmiddellijk ten oosten als ten westen van de werkhaven Schelphoek was voldoende plaats beschikbaar. Niettemin bleken ook deze plaatsen minder geschikt. De putten zouden daar volgens het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening wel tot een diepte van minstens N.A.P. - 13 m te bemalen zijn, maar het grondonderzoek ter plaatse toonde aan dat de draagkracht van de bodem te gering zou zijn voor de caissons, zodat een grondverbetering zou moeten worden aangebracht tot een diepte van minstens N.A.P. - 17 m, om het vereiste draagvermogen te verkrijgen. Daarbij was het twijfelachtig of de specie die uit de put zou worden ontgraven wel geschikt zou zijn om als ophoogmateriaal voor de ringdijken en de werkkerreinen te dienen. Door de bemaling van de put zou voorts water worden onttrokken aan de binnendijkse gebieden van het eiland Schouwen-Duiveland, waardoor verdrogingsverschijnselen te vrezen zouden zijn. Verwacht kon worden dat in het verdrogingsgebied, waarin niet alleen landbouwgronden, maar ook het natuurgebied Schelphoek en mogelijk ook het dorp Seroos-

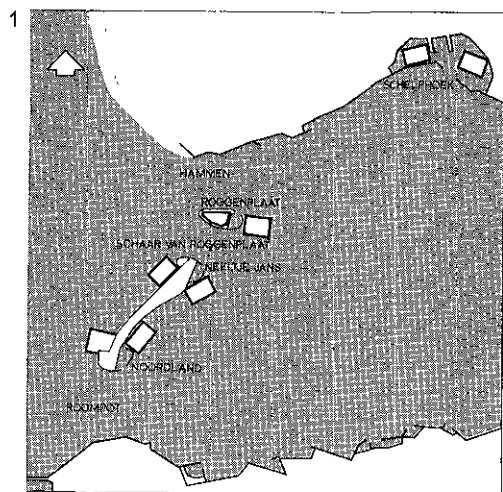
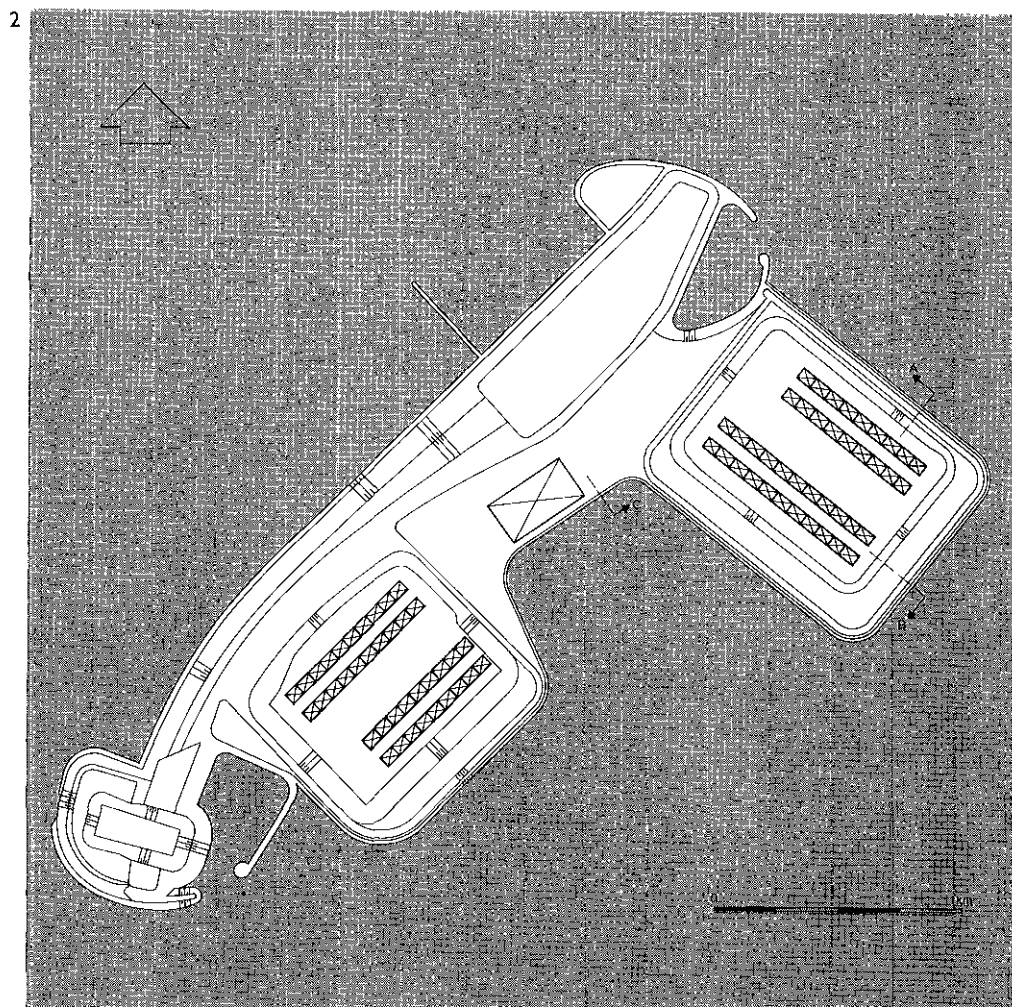


Fig. 1. Overzicht van alle situeringen die voor de bouwputten zijn overwogen

Fig. 2. Situering van de bouwputten achter het damvak Geul, en hun voorlopige indeling

Fig. 3. Dwarsprofiel A, B en C van figuur 2



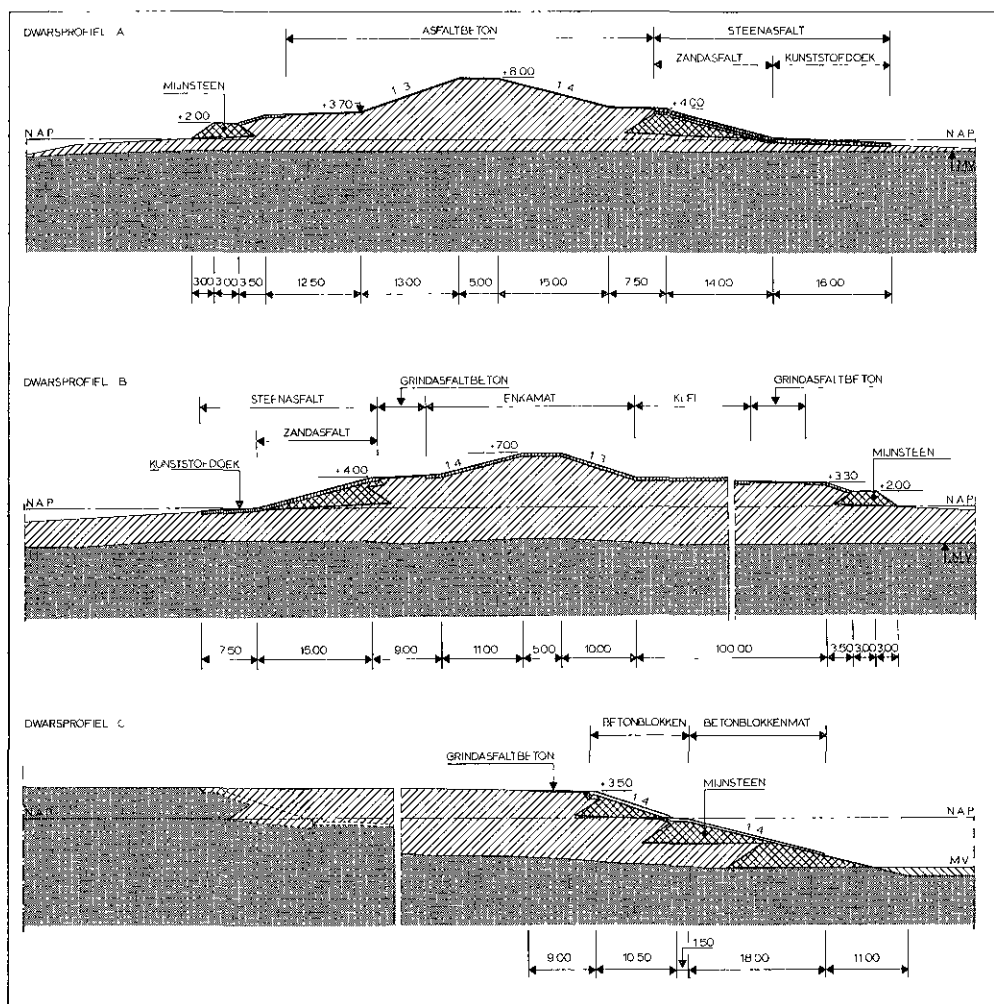
kerke zouden liggen, aanzienlijke schade zou optreden.

De aanleg van de bouwput bij Schelphoek zou ook ongeveer 60 ha droogvallende slikken, die als natuurgebieden worden aangemerkt, verloren doen gaan. Een bouwput op deze plek zou na het uitvaren van de caissons ook geen waarde meer hebben, bijvoorbeeld voor het inrichten van een jachthaven. Andere bezwaren waren dat er een 500 m lange toegangseul naar de bouwput zou moeten worden gegraven en dat de vaarroutes tussen de put en de sluitgaten toch nog vrij lang zouden zijn.

Tenslotte is gekozen voor situering langs de reeds gemaakte werkeilanden en damvakken in de Oosterscheldemond.

Verskillende combinaties en varianten van zowel aan de buitenzijde als aan de binnen-

zijde van de dam gesitueerde bouwputten zijn vervolgens bekeken, zowel met betrekking tot de aantallen en de verscheidenheid van de caissons, het gebruik van elementen voor het opdrijven van de caissons, de ingrepen in reeds voltooide werken, de restwaarden en de nodige aanpassingen aan de bouwputten na de sluiting, de lengtes en de veiligheid van de vaarroutes tussen de bouwputten en de sluitgaten en de daarvoor uit te voeren baggerwerken, de aanvoer, de uitwisselbaarheid en de afvoer van personeel, alsook de aan- en afvoer van materieel en materialen tijdens het maken van de bouwputten en gedurende de bouw van de caissons, de veiligheid van de bouwputten en de daarin in uitvoering zijnde werken tijdens stormperiodes. Aanvankelijk genoten bouwputten aan de buitenzijde van de dam daarbij de voorkeur. Overwogen werd



namelijk dat na het gereedkomen van de stormvloedkeringen aan de buitenzijde van de dam misschien wel twee havens met loswallen nodig zouden zijn om van daaruit de nodige onderhoudswerken aan het kunstwerk te kunnen verrichten en om als vluchthaven te kunnen dienen voor vissersschepen en zeilboten. Ook zou misschien in de toekomst in één van die havens de reddingsboot van de K.N.Z.H.R.M. – die nu Burghsluis als thuishaven heeft – kunnen worden gestationeerd. Omdat de werkeilanden Noordland en Roggenplaat als plaatsen van de havens het meest voor de hand lagen, is nagegaan of de bouwputten daar zouden kunnen worden gemaakt, en of ze na de afsluiting van de Oosterschelde tot buitenhavens zouden kunnen worden omgevormd. Bij Noordland zou wat de ruimte betreft het maken van een bouwput voor de Roompot-caissons op een plaats zeewaarts van de dam wel mogelijk zijn. Voor de bouwputten van de caissons voor de afsluiting van de Schaar van Roggenplaat en de Hammen lag dit anders. In een bouwput in het werkeiland Roggenplaat zouden alle grote caissons en de landhoofdcassons van de beide stroomgeulen kunnen worden gemaakt. Als bouwplaats van kleinere caissons was de bestaande bouwput voor de sluis in het werkeiland Noordland uitgezocht. De zeewaartse vaarroute tussen deze bouwput en de sluitgaten zou echter vrij lang en gevaarlijk zijn, en ook veel baggerwerk vereisen. De vaarroute binnendoor, hoewel ook vrij lang, zou dan toch de voorkeur genieten. Daarom is ook nagegaan of de bouwput op de Roggenplaat nog oostwaarts zou kunnen worden uitgebreid, zodat daar alle caissons voor de beide noordelijke stroomgeulen zouden kunnen worden gebouwd. Deze uitbreiding zou echter een te grote ingreep betekenen: de bestaande werkhaven met loswallen en havendammen zou moeten worden opgeruimd en door een andere werkhaven vervangen. Na de sluiting zou de bouwput voor een groot gedeelte weer moeten worden dichtgegooid en zou er een slechts 2,5 ha grote buitenhaven resteren. Dit alles overziende, achtte men het veel beter om voor de caissons van de noordelijke geulen een bouwput aan de noordwestzijde van het werkeiland Neeltje-Jans te maken. In deze put zouden alle caissons kunnen worden gebouwd, de volgorde van plaatsing van de caissons zou geen moeilijkheden opleveren, de vaarroutes zouden kort zijn en er zou een grote buitenhaven resteren die mogelijk ook voor de sportvisserij op de Noordzee zou kunnen worden gebruikt. Beide bouwputten zouden dan op één eiland zijn gesitueerd, zodat men

gemakkelijk personeel, materieel en materialen zou kunnen uitwisselen. Het personeel zou zowel uit zuidelijke als uit noordelijke richting kunnen komen. Voorts zou het werkeiland Roggenplaat beschikbaar kunnen blijven voor de bouw van een schutsluis. Naast deze voordelen van de situering van de beide putten zeewaarts van Noordland en Neeltje-Jans waren er echter ook vrij veel nadelen aan te ontdekken in vergelijking met situering aan de binnenzijde van het damvak: de uitvoering van het werk is veel moeilijker, de ringdijken moeten omdat zij veel meer aan golf en stroom zijn blootgesteld zwaarder zijn geconstrueerd en ook hoger zijn dan de ringdijken van bouwputten aan de binnenzijde van het damvak, terwijl ook het laboratorium-onderzoek veel uitgebreider is en langer duurt. Niet alleen daarom, maar ook wegens hun bijzondere grootte zijn de bouwputten uiteindelijk aan de binnenzijde van het damvak Geul gesitueerd.

Uit de beschikbare boringen en sonderingen blijkt dat aldaar zonder bezwaar bouwputten kunnen worden gemaakt. De bodem beneden N.A.P. – 10 m bestaat in elk geval uit zand met een conusweerstand van meer dan 100 kg/cm², zodat de caissons daar zonder meer op kunnen worden gebouwd. Uit pompproeven is gebleken dat de beide putten te bemalen zullen zijn. De omvang van de bouwputten is globaal bepaald aan de hand van het door ervaring verkregen verhoudingscijfer van bebouwde en totale oppervlakte van zo'n bouwput, nl. 1 : 2,9. Gegeven een totale bodemoppervlakte van de Roompotcaissons van 11 ha komt men dus op een bouwputoppervlakte van $2,9 \times 11 = 32$ ha. Op overeenkomstige wijze kon de oppervlakte van de bouwput voor de caissons voor de Schaar van Roggenplaat en de Hammen op 39 ha worden berekend. Omdat de caissons van de Oosterscheldewerken in tegenstelling tot de gang van zaken bij vroegere caissonafsluitingen wegens hun veel grotere tonnage mogelijk door ongeveer 60 m lange oprijflichamen drijvend moeten worden gemaakt en daarmee ook moeten worden versleept, is de bouwput voor de Roompot vergroot tot binnendijs 775 × 600 m – 47 ha – en die voor de twee andere geulen tot 885 × 600 m – 53 ha.

De vormen van de bouwputten en de nadere situering ten opzichte van elkaar en van het damvak zijn onder meer vastgesteld op grond van een globale indeling van de putten, de resultaten van het waterloopkundig onderzoek en de situering van de toegangsgeul tussen de putten naar een in de toekomst te maken



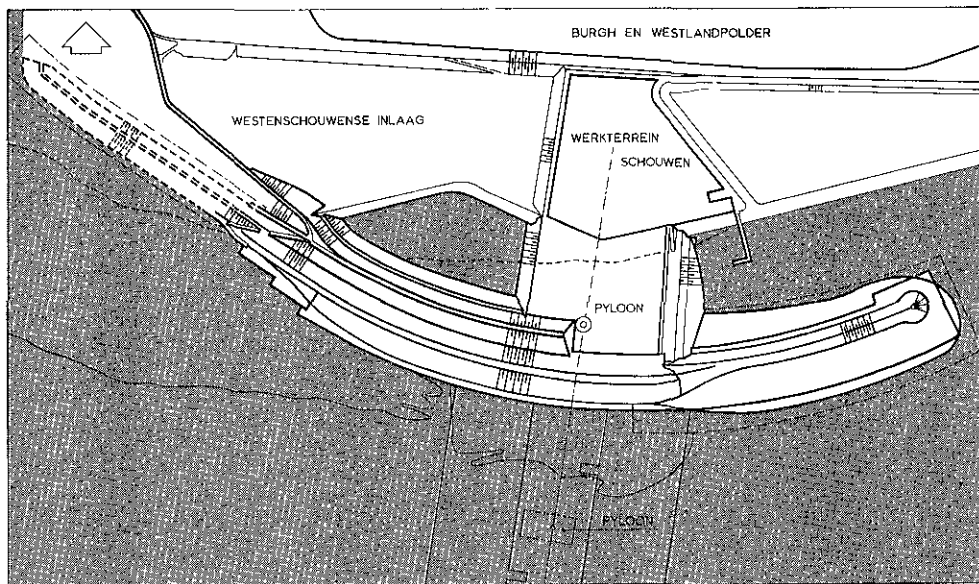
overslaghaven met werkterreinen aan het damvak. Ook werd rekening gehouden met de adviezen die mede door de afdeling Landschaps-Architectuur van het Staatsbosbeheer ten aanzien van de belijning van de nieuwe werken werden verstrekt; zulks in verband met de mogelijke toekomstige bestemming ervan na voltooiing der werken als jachthavens. De bouwputdiepten zijn afhankelijk van de minimum waterstand, plaatsing van de onderscheiden soorten caissons in de bouwputten, de diepgang van de caissons en de vereiste waterdiepte tussen het vlak van de caissons en de putbodems. Omdat tijdens het maken van het ontwerp nog niet over alle gegevens kon worden beschikt, werden de putdiepten voorlopig vastgesteld op een peil dat 3 m hoger ligt dan de verwachte diepten. Tijdens de uitvoering van het werk zullen de ontgravingsdiepten zo nodig worden gewijzigd. Het zand dat uit de putten wordt ontgraven zal worden gebruikt voor het maken van de ringdijken.

De plaats en de methode van de dichting van de sluitgaten in de ringdijken, de afmetingen ervan en de toe te passen materialen zullen tijdens de uitvoering in nader overleg tussen de aannemer, de directie en het Waterloopkundig Laboratorium worden bepaald.

De damaanzet op Schouwen

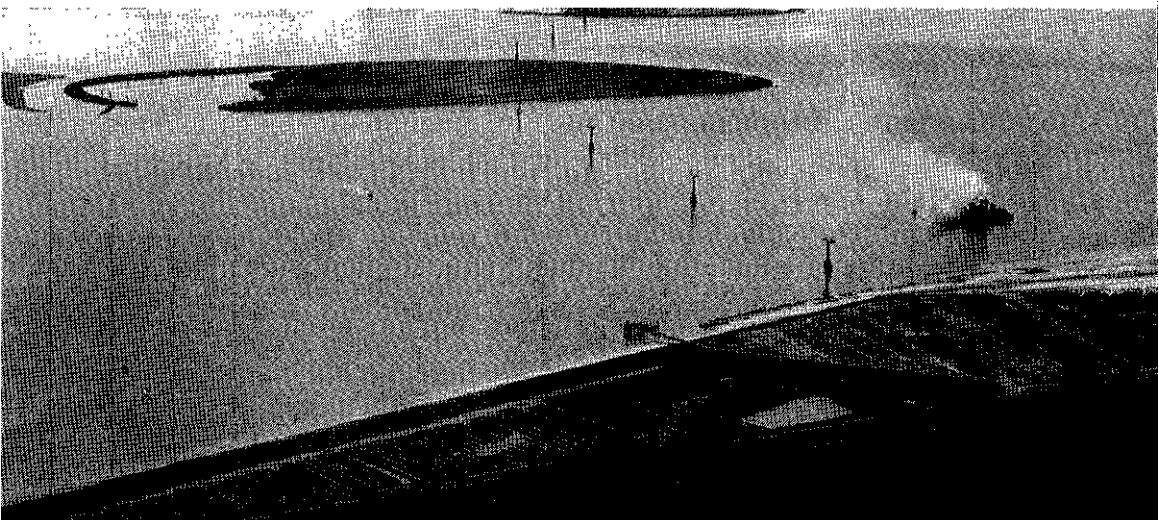
In verband met de inrichting van de bouwputten voor de caissons en de bouw van de caissons zullen in de nabije toekomst tussen de eilanden Noord-Beveland en Schouwen-

Fig 4 en 5. Situatie en overzicht van de damaanzet op Schouwen



Duiveland enerzijds en het damvak Geul anderzijds regelmatige en veelvuldige bootverbindingen moeten worden onderhouden voor het vervoer van personeel en materieel. Naar schatting zullen per etmaal zo'n 500 tot 1000 personen in ploegen moeten worden overgezet. Welk percentage van deze mensen vanuit het zuiden, en welk deel uit het noorden naar het damvak Geul zal komen is thans nog niet bekend. Dat zal namelijk afhangen van de beschikbaarheid van personeel in de provincies Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Holland en dus ook van de werken die mogelijk in hetzelfde tijdsbestek in uitvoering zullen komen als de caissonbouw. Men denke aan de bouw van de compartimenteringsdammen in het Oosterscheldebekken en de vaste oeververbinding in en over de Westerschelde tussen Zuid-Beveland en Zeeuws-Vlaanderen.

Hoewel de studies met betrekking tot de personeelsvoorziening nog niet zijn afgerond, is het wel duidelijk dat medio 1976, het tijdstip dat met de inrichting van de bouwputten zal worden begonnen, in de nabijheid van de te maken werken over voldoende havens moet kunnen worden beschikt. De havens Sophia-polder op Noord-Beveland en Schelphoek op Schouwen-Duiveland zullen in de toekomst in hoofdzaak dienst doen als werkhavens voor de Oosterscheldewerken. Zij zullen echter vanwege hun vrij afgelegen positie ten opzichte van de werken minder geschikt zijn als veerhaven voor het overzetten van personeel. Op Noord-Beveland zal daarom de haven van de in 1972 gebouwde damaanzet dienst gaan doen voor het personenvervoer. Op Schouwen-Duiveland is alleen de haven van Burghsluis voor personenvervoer be-



Overzicht van het sluitgat Hammen, op de voorgrond de Schouwense oever

schikbaar. Deze haven is echter niet ingericht voor het ontvangen van de grote schepen die men voor het personenvervoer denkt te gaan gebruiken en die naar schatting een lengte van 100 m zullen hebben. Een voldoende groot parkeerterrein is in de nabijheid van de haven in Burghsluis niet aanwezig; het zou slechts na aankoop van de benodigde gronden kunnen worden gemaakt. De haven wordt daarom gesitueerd aan de zeezijde, grenzend aan het werkterrein dat in 1974 in de Westenschouwense inlaag is aangelegd, en dus op het punt waar de Oosterscheldedam op het eiland Schouwen-Duiveland zal aansluiten. Hierdoor wordt de kleinste mogelijke vaarroute verkregen van Schouwen-Duiveland naar de te maken werken; het bestaande werkterrein kan dienen als parkeerterrein. De havenmond is, om een rustige ligging van

de schepen in de haven te verzekeren, van de zeezijde afgewend en dus aan de oostzijde van de haven geprojecteerd. Aan de westzijde van de haven is een damaanzet ontworpen, en wel op dezelfde hoogte als het aangrenzende werkterrein, N.A.P. + 7 m. De havenmond en de zeewaartse begrenzing van de damaanzet vormen tezamen een vloeiende overgang naar de kustlijn in het westen.

De zuidelijke grens van de haven en de damaanzet werd met inachtneming van diverse overwegingen bepaald. In de eerste plaats waren er eisen met betrekking tot de vorm en de grootte van de haven vanwege het aantal en de grootte der schepen waarmee in de toekomst moet worden gevaren. Ook het inrichtingsplan van de haven met betrekking tot het aantal, de constructie en de situering van de benodigde steigers en afmeerpontons was een uitgangspunt. De zeewaartse begrenzing van de haven en de damaanzet zijn aangepast aan de waterloopkundige omstandigheden in de Hammen, zowel tijdens de bouw van de stormvloedkering als daarna. In het Waterloopkundig Laboratorium zijn diverse begrenzingen op hun mérites onderzocht. Er werden onderzoeken verricht naar een zo klein mogelijke haven en damaanzet, een zo groot mogelijke uitvoering van beide, en een tussenoplossing. Een zo klein mogelijke uitbouw tegen de kust is waterloopkundig het meest aantrekkelijk: tijdens de uitvoeringsperiode wordt de waterbeweging in de Hammen dan zo weinig mogelijk gehinderd, terwijl de stormvloedkering in de eindfase van het werk een zo groot mogelijke doorstroombenadering krijgt. Maximale uitbouw van de haven met damaanzet heeft eveneens voordelen: het aantal dure caissons kan worden beperkt, terwijl de slechte grondmechanische gesteldheid van de bodem tegen de zuidkust van Schouwen-Duiveland voor een damaanzet van zand van minder belang is dan voor een constructie bestaande uit een drempel met caissons.

Daarom is bij de beoordeling van de verschillende varianten ook de vergelijking van de totaalkosten van het Oosterscheldeproject in beschouwing genomen. Behalve al deze *grondmechanische, waterloopkundige, constructieve en financiële overwegingen* heeft bij het ontwerp van de haven en damaanzet ook nog een *speculatieve overweging* meegespeeld: men wil de damaanzet zo maken, dat hij ook zal passen in een afgehele afsluiting van de Oosterschelde, indien de Regering in 1976 daartoe zou besluiten.

Het gebied tussen de zeewaartse begrenzing en de bestaande waterkering zal niet geheel tot N.A.P. + 7 m worden verhoogd. Een gedeelte ervan, met een oppervlakte van ongeveer 7 ha zal het karakter van een inlaag krijgen. Als het gehele gebied zou worden opgehoogd dan zou de kwelstroom onder de bestaande waterkering zich wellicht zo wijzigen, dat de belangrijke milieuwaarden van de Westenschouwense inlaag verloren zouden kunnen gaan.

Een verbinding tussen de aldus gevormde kunstmatige inlaag en de Westenschouwense inlaag zal echter niet mogelijk zijn omdat *daarvoor de bestaande waterkering zou moeten worden doorgraven.*

Het gebied dat wel op N.A.P. + 7 m wordt gebracht, kan bij eventuele afgehele afsluiting van de Oosterschelde worden gebruikt als *opslagterrein van betonblokken.* De aanleg van dit werkterrein zal overigens veroorzaken dat een thans geheel in het water staande ondersteuningstoren van de kabelbaan over de Hammen door zand wordt omringd.

Tussen het werkterrein en de duinen ten westen ervan is een hoogwaterkering ontworpen op Deltahoogte. Het profiel van de duinregel die aansluit aan de hoogwaterkering voldoet over een lengte van 500 m niet aan de Delft-eisen voor dijkverhogingen. In overleg met het Waterschap Schouwen-Duiveland is daarom besloten een duinvoetverdediging aan te brengen. Een meer landinwaartse duinverzwaring zou teveel waardevol natuurgebied verloren doen gaan, terwijl ook recreatiebelangen zouden worden geschaad. Omdat deze verdediging zonder veel kosten op Deltahoogte kan worden gebracht is ze daarom ontworpen als definitieve verdediging ingevolge de Deltawet. Ter plaatse van de damaanzet voldoet de bestaande waterkering evenmin aan de gestelde eisen. Door de aanleg van de damaanzet behoeft daar echter niet tot uitvoering van dijkverzwaringen te worden overgegaan.

Vorderingen

1 april-1 juli 1975

De werken in het Volkerak,
mei 1975

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

Derde schutsluis, inlaatsluis en jachtensluis

Het baggerwerk in de voorhavens van de derde sluis is in de achter ons liggende periode gereedgekomen. Met het maken van stortebedden in deze voorhavens is men halverwege.

De balkbrug over de inlaatsluis is in ruwbouw gereed. Ook werd het betonwerk van de machinegebouwen en van de jachtensluis voltooid.

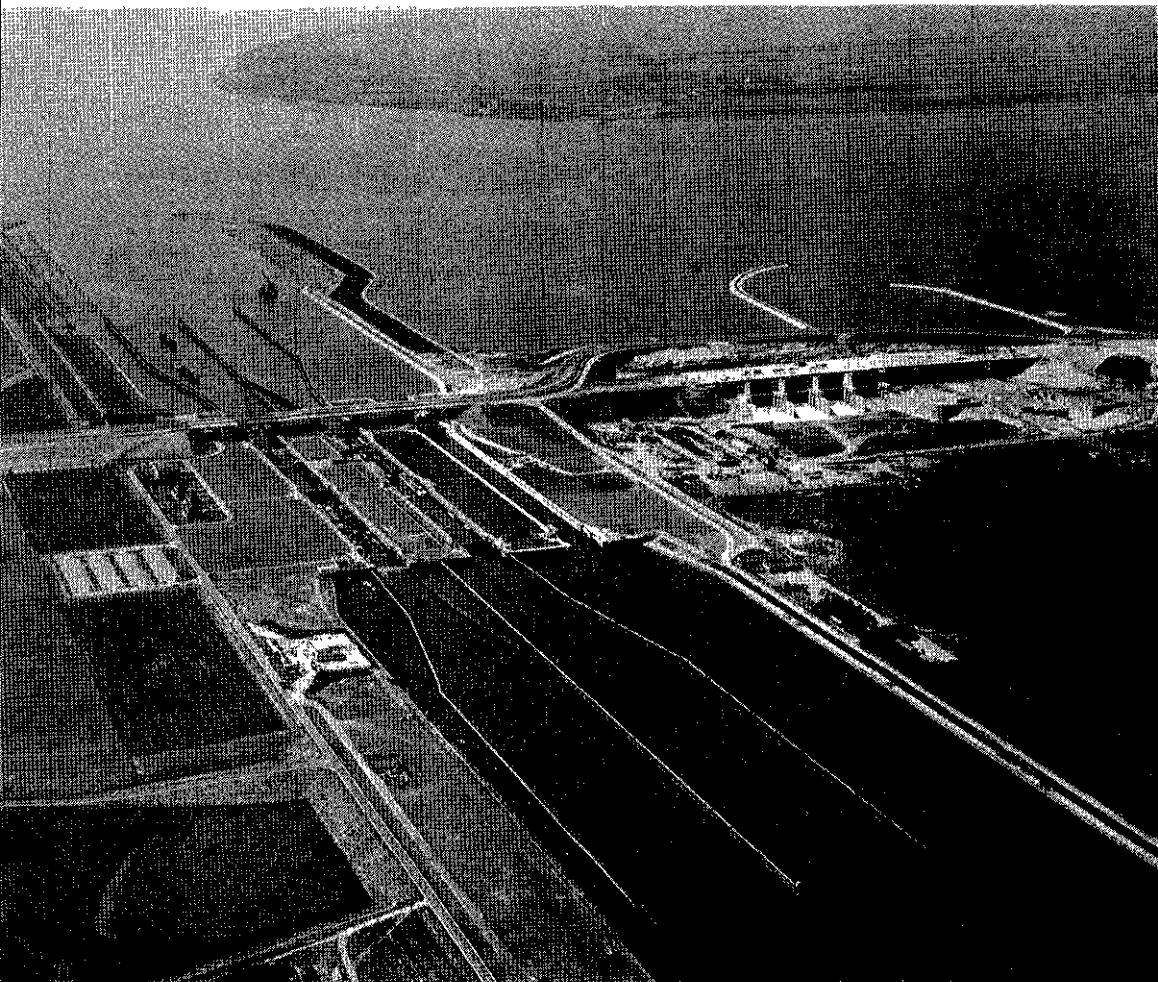
Men is begonnen met het mon-

teren van de verticale schuifgeleidingen in de inlaatsluis. De bermen langs de overbrugging van de derde sluis zijn voor een belangrijk deel gereedgekomen.

Nu van gebouw K het metselwerk achter de rug is, heeft men een aanvang gemaakt met de verdere afbouw en de installatie van interne voorzieningen zoals waterleiding, centrale verwarming en elektriek.

Verkeerskokers op het Hellegatplein

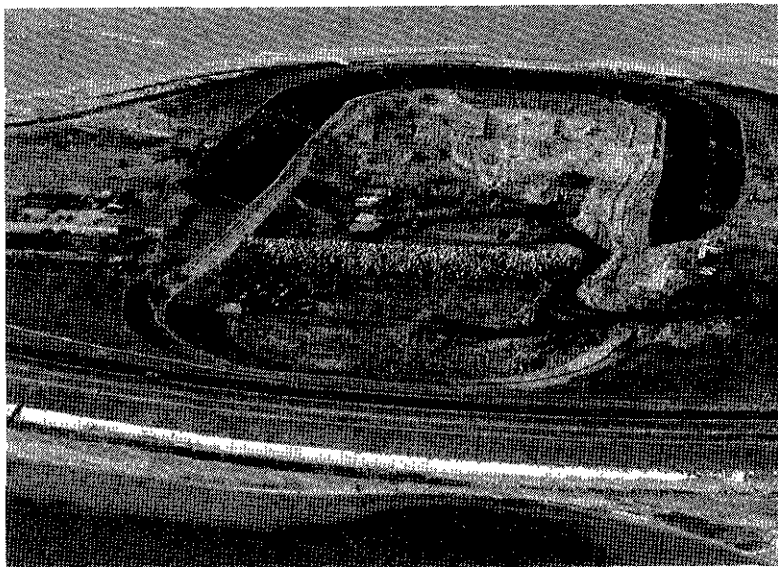
Het grondwerk voor de meest zuidelijke verkeerstunnel is thans voltooid. Begonnen is met het verwerk. De noordelijke verkeerstunnel is helemaal klaar; daar wordt het grond-



lichaam nu weer aangevuld. Van de middelste tunnel is het betonwerk gereedgekomen.

Geleidedammen, voorhavens, toeleidingsgeulen en stortebedden voor de inlaatsluis en de jachtensluis

Er is weer 400 000 m³ specie gebaggerd uit dit werk. Voorzover de specie bruikbaar was is ze in depot opgeslagen; later zal ze gebruikt worden bij de aanleg van wegen op het Hellegatsplein. De onbruikbare specie is definitief geborgen langs de westzijde van de westelijke geleidedammen. De stortebedden van de inlaatsluis en de jachtensluis zijn nagenoeg gereed.



Brouwershavense Gat

Bouwput voor de doorlaatsluis

De bouwput is gereed opgeleverd. In totaal zijn er nu 45 bronnen in gebruik, waarmee de waterstand kan worden verlaagd tot N.A.P. - 15 m in het midden van de bouwput, dan wel N.A.P. - 14 m, aan de zeezijde, of N.A.P. - 13,5 m, aan de Grevelingenzijde van de put. Nu het gedeelte van de voor-malige sluitdam van betonblokken dat de bouwput kruiste is opgeruimd, blijkt dat het damgedeelte dat blijft staan, geen water doorlaat. Het bassin dat was ontworpen om eventueel aangevoerd water op tevangen, en de centrifugaalpompen die het weer moesten afvoeren, kunnen dan ook achterwege blijven. De doorlaatsluis kan nu gemaakt worden. Op 16 mei is het betonwerk aanbesteed.

Oosterschelde

De samenstelling van wapeningsnetten voor steenasfaltmatten op het werkterrein van de haven Schelphoek is in de afgelopen periode voortgezet. Het asfaltchip 'Jan Heymans' produceerde steenasfaltmatten en legde die in de randbezinking ten oosten van de draagtorens van de kabelbaan, in de stroomgeulen Hammen en

Bij de ontgraving van de bouwput voor de doorlaatsluis in de Brouwersdam is een deel van de betonblokkendam weer blootgelegd waarmee de geul destijds werd afgesloten

Schaar van Roggenplaat.

In de werkhavens Schelphoek en Roggenplaat werden steenslag 20-40 mm, fosforslakken en stortsteen 10/60 en 60/300 kg aangevoerd, en al naar behoefte meteen verwerkt dan wel in depot opgeslagen. In verschillende havens werd onderhoudsbaggerwerk uitgevoerd.

Half mei werd een begin gemaakt met de bouw van een damaanzet met geleidedam en duinverdediging in de Hammen, aansluitend op het duingebied van Westenschouwen. Een uitgebreide beschrijving van dit werk vindt men op blz. 159 vv. van dit Bericht.

Voor de verbinding van het werkterrein met de duinaanzet werd een werkweg gemaakt over de bestaande zeewering. Nadat in juni eerst met behulp van spijtbakken onderwaterkaden van mijnsteen waren gebouwd, kwam het zandklapbedrijf in uitvoering. Bij de

aanzet tegen het bestaande duin werd tot N.A.P. + 2,50 m mijnsteen in de bovenkade verwerkt. In de teen van het waterbeloop werd vanaf de duinaanzet oostwaarts steen verwerkt, die vervolgens met gietasfalt werd ingegoten. Vóór de teen werden kraagstukken aangebracht. Men is thans bezig op het werkterrein een asfaltmolen op te stellen, zodat het asfalt niet meer als voorheen, uit Goes hoeft te worden aangereden.

De twee bouwputten voor de constructie van stormvloedkerende saisons, die men beschreven vindt op blz. 155 vv. van dit Bericht, zijn in deze periode in uitvoering genomen. Ze komen, gelijk bekend, te liggen aan de Oosterscheldekant van het damvak tussen de eilanden Neeltje Jans en Noordland. Vijf cutterzuigers zijn begonnen zand te persen in de ringdijken van de bouwputten. De zuidelijkste put krijgt buiten-afmetingen van 950 bij 800 meter, en de noordelijkste van 1150 bij 870 meter. Het is een groot werk, wat blijken kan uit de volgende opsomming van hoeveelheden te verwerken materialen: 10 000 000 m³ zand, 520 000 ton mijnsteen, 160 000 ton asfaltprodukten, 45 000 m² kraagstukken, 55 000 m³ klei, 110 000 m² kunststofweefsel en 33 000 m² betongluing

