A. De werken van het Deltaplan

4 De sluiting van de zuidelijke geul van de Grevelingen

12 De brug over de Oosterschelde

18 Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting

23 De werkzaamheden in de z.g. onderzoekpolders

27 De toeritten voor de brug over het Haringvliet bij Numansdorp

33 De ontsluiting en inrichting van de langs het Veerse Meer drooggevallen gronden

B. De werken langs de Westerschelde, de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren

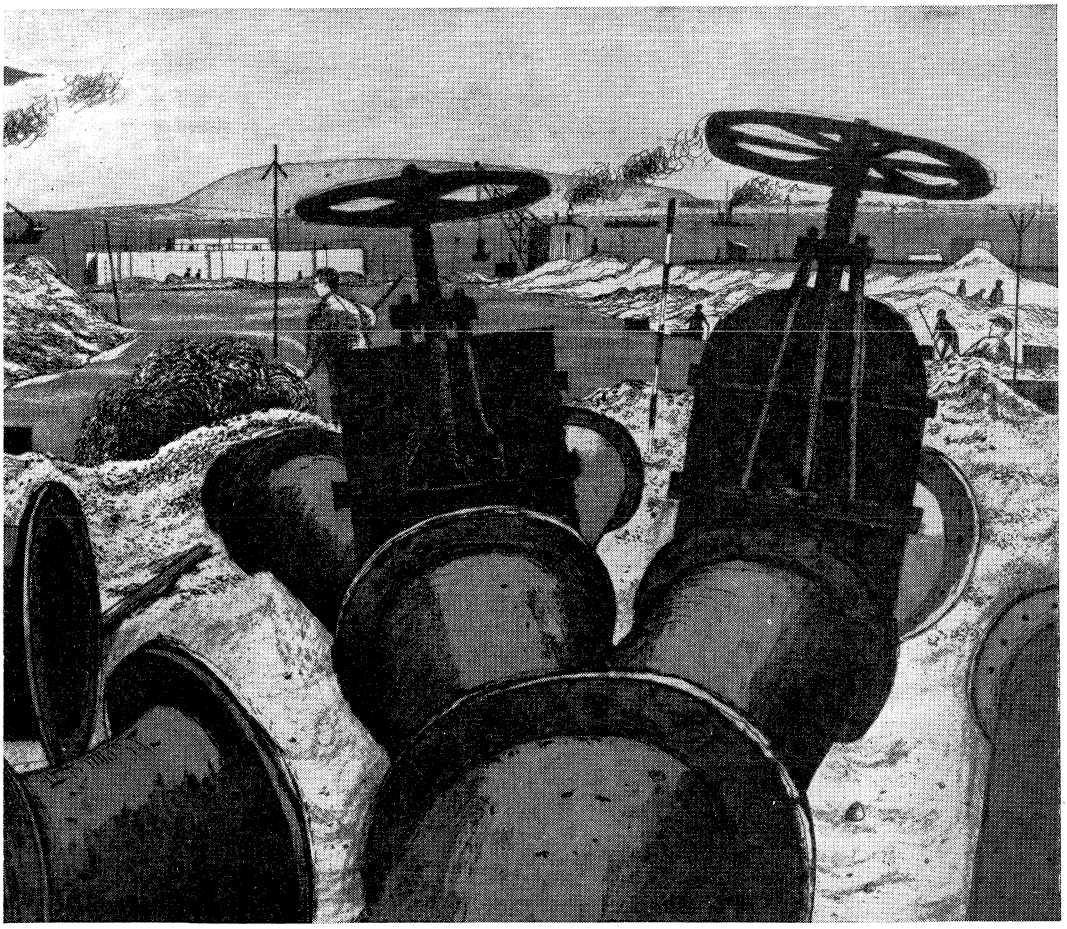
39 De aanleg van de afsluitdijk in het Zuid-Sloe

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

43 Overzicht van proefnemingen tijdens de aanleg van de werkhaven bij Oostmahorn

Vorderingen

Ets en aquatint van H. Berserik, zandstort in het Veersche Gat



Bij het verschijnen van het Driemaandelijks Bericht nr. 21

Het Driemaandelijks Bericht Deltawerken is met ingang van nummer 21 op enkele punten gewijzigd. Daar de afleveringen van het Bericht met tien stuks tegelijk van een index worden voorzien en in banden worden samengevoegd, vormt het begin van een nieuwe reeks van tien het juiste moment om een verbetering aan te brengen in het systeem van de paginering. Voor de gebruikers van de index zal het ongetwijfeld handiger zijn wanneer de bladzijden gedurende tien afleveringen worden doorgenummerd en niet bij elke aflevering opnieuw met 1 beginnen. Het opzoeken van artikelen en trefwoorden zal daardoor worden vergemakkelijkt, terwijl bij het inbinden van de losse nummers de omslag in het vervolg kan worden weggelaten, wat het bladeren in de gebonden jaargangen minder stroef zal maken.

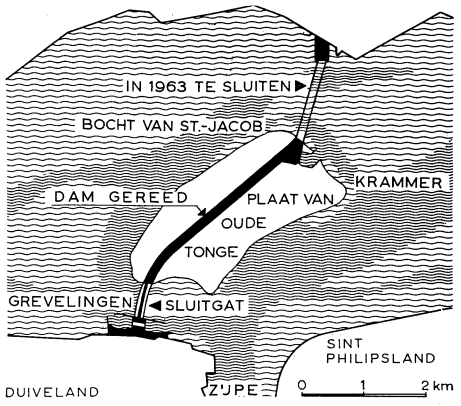
Daarnaast wordt een wijziging gebracht in de rubriek 'Vorderingen van de bij de Deltadienst in uitvoering zijnde werken'. Tot de werken die op grond van de bepalingen van de Deltawet worden uitgevoerd behoren behalve de werkzaamheden die bij de Deltadienst zelf in uitvoering zijn ook de dijkverbeteringen die door anderen worden uitgevoerd, alsook de Lauwerszeewerken. Ook van deze categorieën van werken kunnen en worden op gezette tijden vorderingen meegedeeld. Het verdient aanbeveling al deze vorderingen in één hoofdrubriek samen te vatten.

Het invoeren van deze veranderingen betekende voor de uitgever een goede gelegenheid ook de vormgeving op enkele punten te herzien. Het Bericht is thans, bij het ingaan van het zesde verschijningsjaar, in een nieuw jasje gestoken, het heeft een ander omslag gekregen en ook van binnen zijn vernieuwingen aangebracht. De aantrekkelijkheid van het blad zal dit ten goede komen. En wellicht zal daardoor in een nog wijdere kring dan voorheen belangstelling kunnen worden gewekt voor de Deltawerken en al wat met de uitvoering daarvan verbonden is.

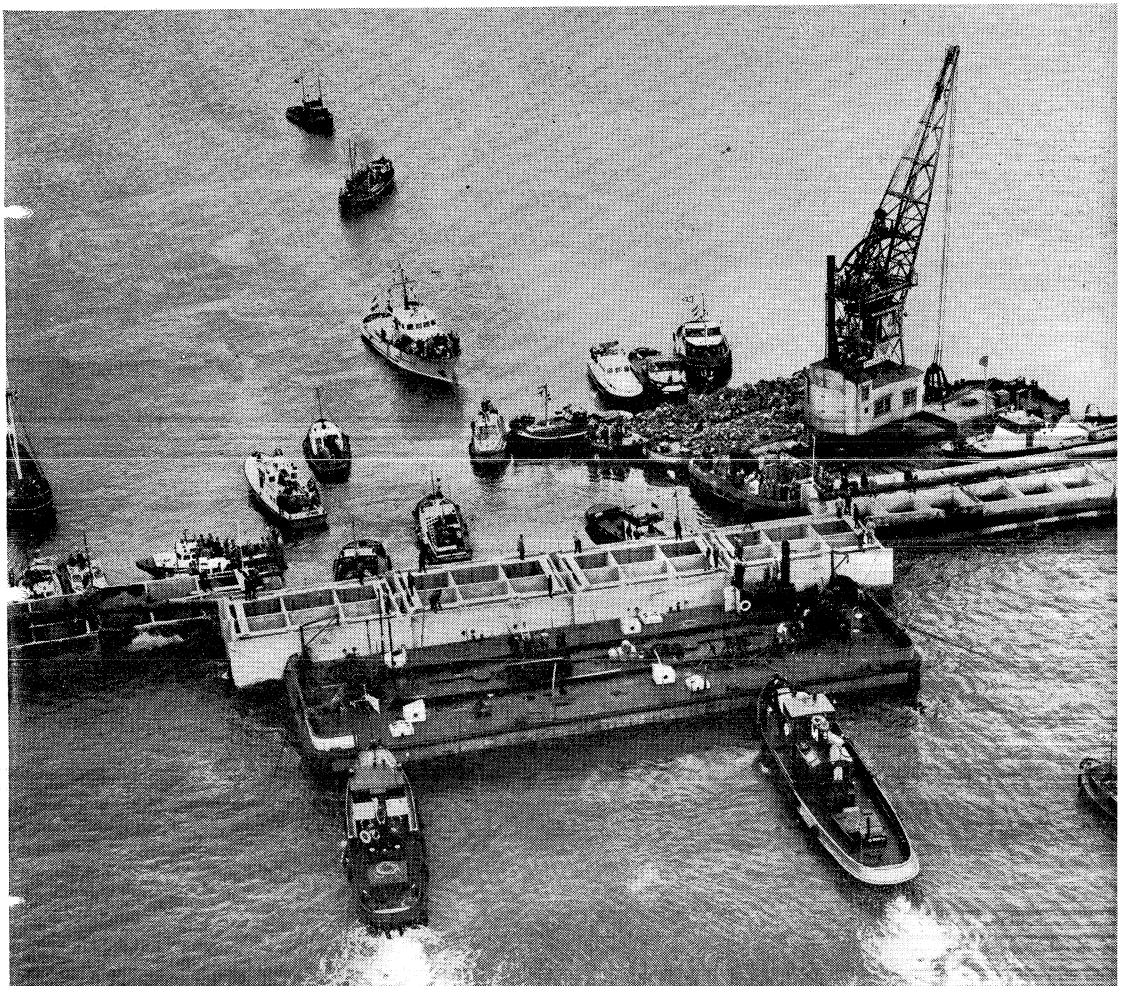
De sluiting van de zuidelijke geul van de Grevelingen

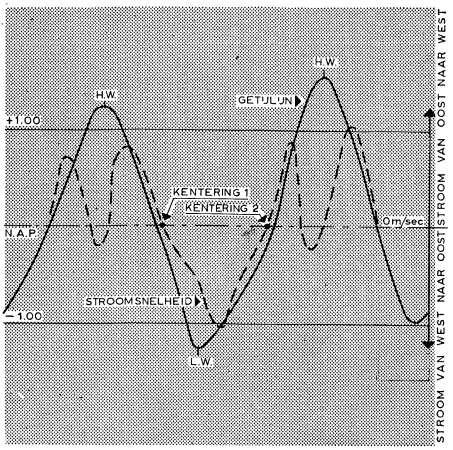
In de vierde aflevering van het Driemaandelijks Bericht werden de overwegingen opgesomd op grond waarvan werd overgegaan tot het bouwen van een secundaire dam in de Grevelingen. Uit een verdere mededeling in de 15e aflevering blijkt dat de sluiting van de dam in twee werkperioden zou plaats hebben en verdeeld zou worden over een zuidelijk en noordelijk sluitgat. Inmiddels is de dichting van het eerste gat voltooid.

In 1961 werd ten behoeve van de sluiting van de zuidelijke geul een drempel aangebracht bestaande uit zand, afgedekt met een bodembescherming. Het zand werd gestort met onderlossers. Deze drempel werd in de eerste maanden van dit jaar voorzien van een kap van grof grind ter dikte van ongeveer 2 m, opgesloten tussen kaden van zandasfalt. Deze grindlaag werd met een baggermolen zo vlak mogelijk afgewerkt en daarna voorzien van een laag stortsteen van 0,50 m dikte. Om de stortsteenlaag een grotere weerstand te verschaffen tegen aantasting door de stroom werd zij gepenetreerd met een gietasfaltmengsel, waardoor de stenen tot een aaneengesloten massa werden samengekit. De kruin van de drempel lag op N.A.P.–5 m.
Voor de sluiting waren in totaal 36 eenheidscaissons en 33 opzetstukken nodig. De meeste van de elementen werden nieuw vervaardigd, ten dele kon ook worden gebruik gemaakt van caissons en opzetstukken die bij vorige werken dienst hadden gedaan dan wel ten behoeve daarvan in gereedheid waren gebracht. Zo werd een caisson gebruikt dat oorspronkelijk voor de afsluiting van de Brielsche Maas bestemd was; voorts werd een caisson uit Schelphoek aangevoerd. De overige caissons werden alle aangevoerd vanaf de bouwplaats aan het Kanaal door Walcheren.
De caissons werden drijvend vervoerd. De aanvoer geschiedde in de eerste weken van april. Alle sluitingselementen waren te Bruinisse aanwezig voordat met de blokkering van het sluitgat een aanvang werd gemaakt.
Voor het transport werden de caissons samengesteld tot eenheden van vijf stuks. Tijdens



De laatste opening van het sluitgat in de zuidgeul van de Grevelingen werd op 12 mei gesloten met behulp van vier gekoppelde eenheidscaissons.





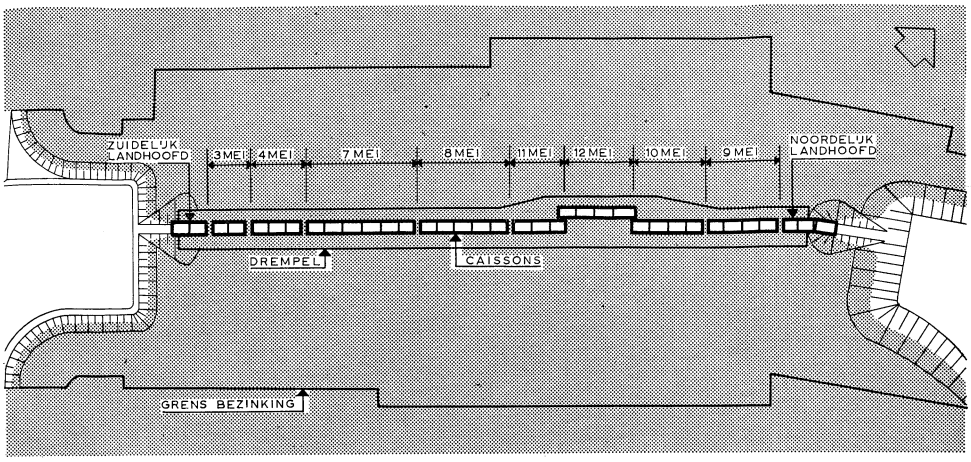
Voorbeeld van het verloop van de getij- en snelheidsstromen tijdens de sluiting.

De volgorde van plaatsing van de caissons in het sluitgat. ▶

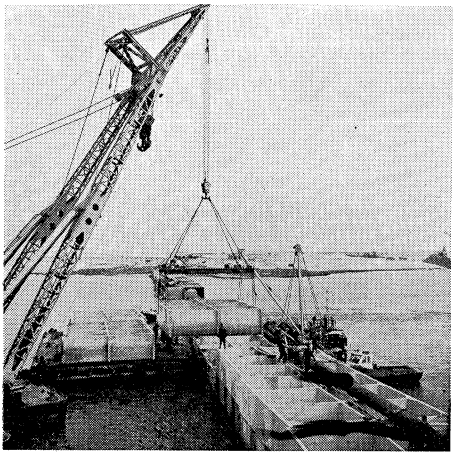
het transport van de tweede serie van vijf brak op 5 april, als gevolg van harde wind, een verbindingskabel waardoor drie van de caissons losraakten en nabij Stavenisse tegen de vooroever van de Margarethapolder strandden. In de loop van de daarop volgende dagen konden zij echter vlot worden gesleept dank zij een verhoging in de waterstand die het gevolg was van de aanhoudende noordwesten wind.

Het sluitgat was in de winterperiode begrensd geweest door de taluds van de beide aangrenzende damvakken. Vóór de sluiting werden aan weerszijden landhoofden geplaatst, zodat het sluitgat een verticale begrenzing verkreeg. De landhoofden waren aan de zuidzijde samengesteld uit twee, aan de noordzijde uit drie caissons die door middel van een mijnsteenkade, voorzien van een kern van stortsteen, op de koppen van de damvakken werden aangesloten.
Bij een sluiting met behulp van eenheidscaissons is het noodzakelijk dat de caissons in het sluitgat worden geplaatst tijdens nagenoeg stilstaand water (kentering). In normale gevallen treden zulke kenteringen op omtrent de tijdstippen van hoogwater en van laagwater. In de Grevelingen draagt het stromingsbeeld echter een gecompliceerder karakter, zoals kan blijken uit de bijgaande figuur. Er treden daar meer dan twee kenteringen, met stroomsnelheden gelijk aan 0, op als gevolg van het feit dat de stromingen in het sluitgat zowel door het getij uit de Oosterschelde (via het Zijpe) als door het getij uit het Brouwershavensche Gat worden beïnvloed.
In de figuur is het verloop van de snelheden gedurende de kentering aangegeven. De als K_1 aangeduide kentering was het meest geschikt om de sluiting uit te voeren omdat gedurende de laagwaterperiode na deze kentering ruime tijd beschikbaar is voor het plaatsen van de opzetstukken.

Gedeelte van de caissonreeks vanaf de Schouwense oever. Op de voorgrond een transport van opzetstukken. ▶


ZUIDELIJK LANDHOOFD
3 MEI
4 MEI
7 MEI
8 MEI
11 MEI
12 MEI
10 MEI
9 MEI
NOORDELIJK LANDHOOFD
DREMPEL
CAISSONS
GRENS BEZINKING





De opzetstukken worden met behulp van een drijvende bok geplaatst.

Overzicht van de afsluiting ▶

De overwegingen die aan dit programma ten grondslag waren gelegd kunnen in enkele punten aldus worden samengevat:
a. Het blokkeren van de laatste opening diende te geschieden omstreeks doodtij. Te beginnen na het voorafgaande springtij zou de sluiting derhalve in één week moeten worden afgewerkt om te voorkomen dat de stroomsnelheden in het sluitgat te hoog zouden oplopen.

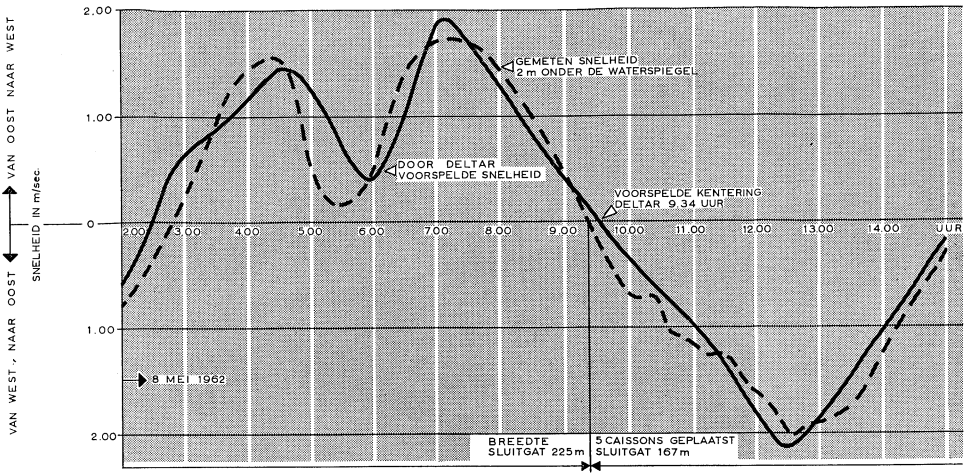
b. Door de gekozen opzet van het schema zou de snelheidsvermeerdering ten gevolge van het verkleinen van het doorstroomprofiel geheel kunnen worden gecompenseerd door de snelheidsafname die te verwachten was van de nadering van het doodtij. Hierbij kan worden opgemerkt dat de maximum stroomsnelheden gedurende de sluiting regelmatig zelfs enigszins zijn afgenomen.

c. De beschikbare tijd tijdens de kentering wordt kleiner naarmate het doorstroomprofiel

Het gevolgde werkschema bij de sluiting van de zuidelijke geul in de Grevelingen

		Aantal caissons aan de zuidzijde van het sluitgat	Aantal caissons aan de noordzijde van het sluitgat
Do	3 mei	2	–
Vr	4 mei	3	–
Ma	7 mei	6	–
Di	8 mei		
Wo	9 mei	–	4
Do	10 mei	–	4
Vr	11 mei	3	–
Za	12 mei	4 caissons sluiting	





Stroomsnelheidskrommen zoals deze voorspeld zijn door de Deltar en zoals deze werkelijk zijn opgetreden.

verder wordt vernauwd. Met het oog hierop diende het aantal caissons dat gedurende de sluitingsweek per dag gezonken zou worden steeds kleiner te zijn. Tevens kon hiermee worden bereikt dat de procentuele vernauwing van het sluitgat van dag tot dag niet te veel zou veranderen en minder zou oplopen dan wanneer dagelijks eenzelfde aantal caissons zou worden gezonken.

d. De werkzaamheden moesten liefst alle bij daglicht uitgevoerd kunnen worden.

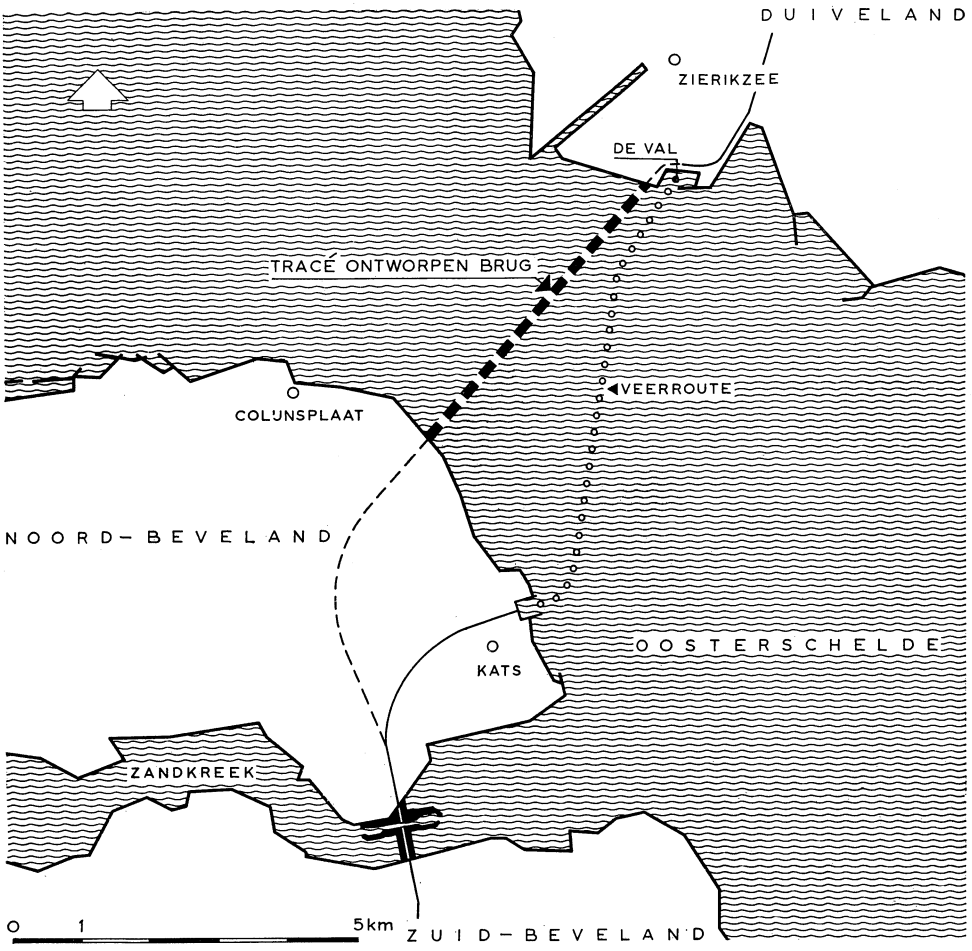
De beschikbare tijd tijdens de kentering maakte het niet mogelijk alle caissons afzonderlijk te zinken. Daarom werden twee of drie caissons aan elkaar verbonden en tegelijk gezonken. Tijdens de zinkmanoeuvre werd aan de caissons een geleiding gegeven langs een stevig verankerde kraanponton. Nadat zij tot zinken waren gebracht werden langs de voor- en achterzijde van de caissons bestortingen uitgevoerd met zware stortsteen. Aan de zeezijde werd hierbij gebruik gemaakt van de mechanische steenstorter, aan de rivierzijde van een drijvende kraan. Na de aanstortingen volgde het plaatsen van de opzetstukken met behulp van de drijvende bok Atlas, waarna caisson en opzetstukken tezamen met zand werden volgespoten. De eenheidscaissons hadden een hoogte van 6 m, de opzetstukken van 2 m. Aangezien de drempel in het sluitgat op N.A.P. – 5 m lag, reikte de betonnen versperring tot een niveau van N.A.P. + 3 m.
De sluiting verliep overeenkomstig het werkschema. De blokkering van de laatste opening kon geheel volgens program op zaterdag 12 mei kort na twee uur plaatsvinden. Voor deze laatste manoeuvre werd een eenheid van vier caissons gebruikt die aaneen waren gekoppeld en gelijktijdig werden gezonken. Aan de westzijde werden zij naar het sluitgat gevaren en daar vlak voor en tegen de beide reeds eerder geplaatste caissonreeksen aan tot zinken gebracht.
Zoals ook bij vorige sluitingen werd tijdens de gehele sluitingsperiode de stroomsnelheid in het sluitgat continu gemeten door een vlet van de Waterloopkundige afdeling. Op het bekende witte bord werden de veranderingen in de snelheid aangegeven zodat het uitvoerend personeel telkens het juiste tijdstip kon bepalen waarop het zinken van de caissons diende te geschieden.

Tenslotte kan nog worden vermeld, dat het nog slechts gedeeltelijk gereedgekomen elektrisch model de 'Deltar' bij deze afsluiting voor het eerst voor operationeel gebruik werd ingeschakeld. Een beschrijving van deze elektronische rekenmachine, die getijberekeningen kan uitvoeren voor het gehele Deltagebied, werd gegeven in nr. 18 van deze Berichten.
In het model was in geschematiseerde vorm het riviergedeelte, begrensd door de mond van het Brouwershavensche Gat, Willemstad en Stavenisse, ingesteld om de getijbeweging in dit gebied elektrisch te kunnen nabootsen.
In verband met het vereiste, nauwe contact met de uitvoerende dienst bevond het operationele centrum van de berekeningen zich tijdens de afsluitingswerkzaamheden tijdelijk te Bruinisse.
Door middel van een telexverbinding stond dit centrum met het elektrisch model in 's-Gravenhage in contact. In het centrum te Bruinisse werden van een viertal stations gelegen op de randen van bovengenoemd gebied, te weten Brouwershaven, Ouddorp, Stavenisse en Willemstad het verloop van de waterstanden met behulp van telerecording-apparatuur gevolgd en geregistreerd. Na bestudering van deze gegevens en van de weersverwachting verstrekt door het K.N.M.I. te Zierikzee werden de voorspellingen van de randvoorwaarden, die de getijbeweging in bovengenoemd gebied en dus ook in het sluitgat bepalen, opgesteld en via de telex aan de Deltar aangeboden.
Het model leverde dan daarna in zeer korte tijd de voornaamste gegevens van de getijbeweging voor de volgende dag zoals het verloop van de stroomsnelheid in het sluitgat en de waterstanden ter weerszijden van het sluitgat.
Van te voren waren dezelfde gegevens ook reeds door berekeningen bepaald, zodat de uitkomsten van beide methoden steeds onderling konden worden vergeleken.
De gemaakte voorspellingen bleken, het ingewikkelde snelheidsverloop ter plaatse van de afsluiting in aanmerking genomen, in bevredigende mate het werkelijk snelheidsverloop in de buurt van de kenteringen weer te geven. Zij zijn goed bruikbaar geweest voor de detailplanning van de werkzaamheden voor de volgende dag, zodat gezegd kan worden dat de eerste beproeving van het nieuwe analogen in de praktijk met succes is bekroond.

Op voorstel van de Gedeputeerde Staten van Zeeland hebben de Provinciale Staten van dit gewest op 12 april 1962 besloten een brug over de Oosterschelde te doen bouwen. De brug kan reeds eind 1965 gereed zijn. Als beheersvorm werd de naamloze vennootschap het meest aangewezen geacht. Het ligt in de bedoeling dat, met de provincie als enige aandeelhoudster, de desbetreffende werken zullen worden uitgevoerd door de N.V. Provinciale Zeeuwse Brug Maatschappij (P.Z.B.M.). Deze vorm is o.a. gekozen omdat volgens artikel 53 van de Wegenwet geen tol mag worden geheven wanneer de exploitatie direct door de provincie geschiedt en men tolheffing juist nodig zal hebben om een zeer belangrijk deel van de kosten van deze brug te compenseren. Over de hoogte van de tolgelden is nog geen definitieve beslissing genomen. Bij de financiële opzet is uitgegaan van een door het ministerie van Verkeer en Waterstaat opgestelde verkeersprognose, volgens welke het aantal auto's dat van de brug gebruik zal maken voor 1966 wordt geraamd op 1 miljoen, waarvan 70 % personenauto's en voor 1978 op 2,5 miljoen. Het aantal rijwielen en motoren wordt verondersteld, gedurende die jaren toe te nemen van 510 000 tot 780 000.

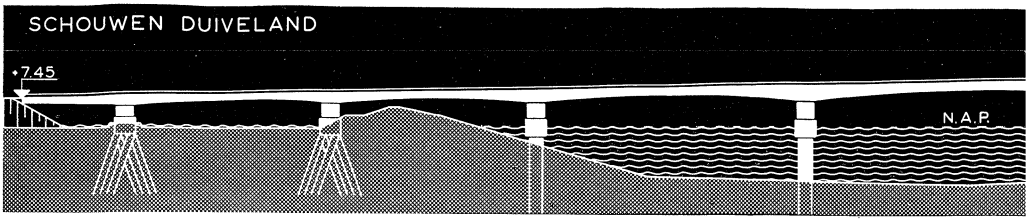
Veranderingen in de verkeerssituatie in Zeeland

Door de uitvoering van het Deltaplan en de werken die daaruit voortvloeien ontstaat een belangrijke verbetering in de verkeerssituatie in de provincie Zeeland. Deze betreft in de eerste plaats de verbinding tussen Noord-Beveland enerzijds, Walcheren en Zuid-Beveland anderzijds. Zoals men weet is Noord-Beveland thans door de beide provinciale wegen over de dammen door de Zandkreek en het Veersche Gat, met Midden-Zeeland verbonden. Vóór 1960 werd de verbinding slechts verzorgd door een wagenveer tussen Wolphaartsdijk en Kortgene en een voetveer tussen Veere en Kamperland. Ook de verbinding tussen de Bevelanden en Schouwen heeft een verbetering ondergaan. De weg over de Zandkreekdam verbindt de rijksweg door Zuid-Beveland rechtstreeks met de nieuwe haven bij Kats, vanwaar het veer naar Schouwen-Duiveland afvaart. Deze haven is in de plaats gekomen van het vroegere vertrekpunt Katseveer in de Zandkreek. Ook op Schouwen is, sedert midden 1958, de aanlegplaats van de boten verlegd en wel van Zierikzee naar de veerhaven De Val. In de loop van enkele jaren kon als gevolg van deze veranderingen de vaarlengte van de dienst tussen Beveland en Schouwen-Duiveland belangrijk worden verkort, nl. van ca. 16 tot ca. 7 km. Het overzetten van grote vrachtwagens is echter met dit veer, dat alleen voor zijlading is ingericht, niet mogelijk.



Situatie en tracé van de brug over de Oosterschelde.

Daar Schouwen Duiveland in 1964 door de Grevelingendam een vaste verbinding zal krijgen met Goeree-Overflakkee, terwijl in datzelfde jaar ook de brug over het Haringvliet gereed zal komen oordeelde het provinciaal bestuur van Zeeland het noodzakelijk om ook de verbinding tussen Schouwen-Duiveland en het zuidelijk daarvan gelegen Zeeuwse gebied een verdere en ingrijpende verbetering te doen ondergaan. Tot voor enige jaren werd hierbij gedacht aan het tot stand brengen van een goed geoutilleerde veerverbinding met koplading, in de trant van de grote provinciale verbindingen over de Westerschelde. De hiervoor te investeren bedragen werden geraamd op enige tientallen miljoenen guldens. Bovendien diende men bij deze oplossing, ondanks de te innen veergelden, te rekenen op grote jaarlijkse exploitatieverliezen. Het lag derhalve voor de hand te onderzoeken of niet een andere oplossing, in de vorm van een vaste oeververbinding, in aanmerking zou kunnen komen. Een plan tot het bouwen van een voor het verkeer dienstbaar te maken dam werd zolang de Oosterschelde niet definitief afgesloten en dus aan getijstromen



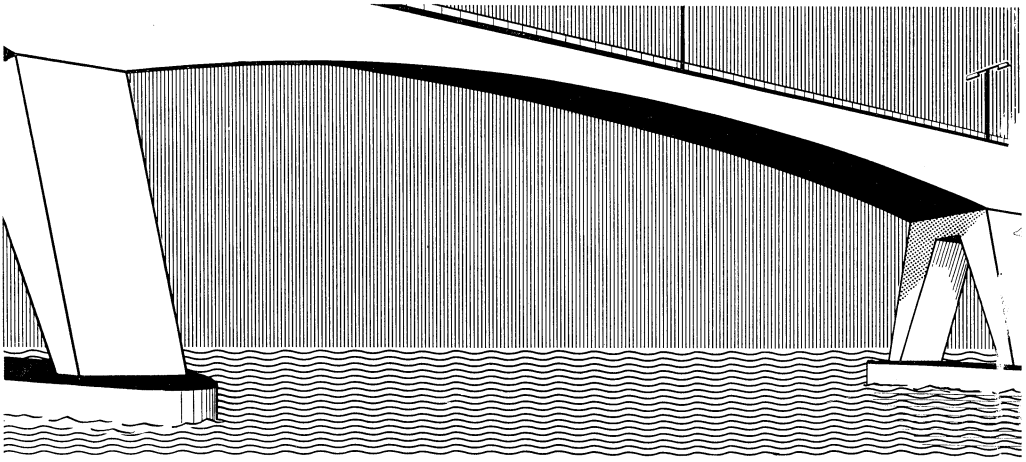
Aanzicht van het bruggedeelte dat zal aansluiten op de oever van Schouwen-Duiveland.

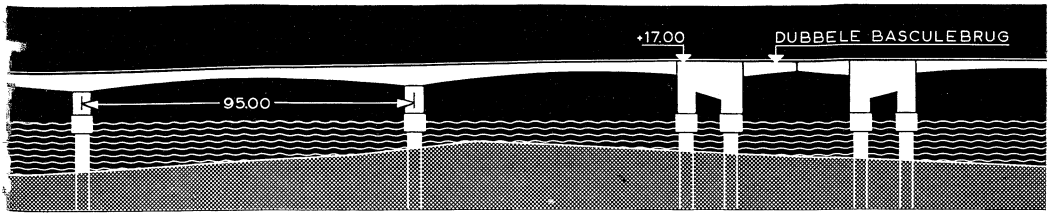
onderhevig zal zijn om financiële redenen onaantrekkelijk bevonden. Uitstel van dit plan tot in 1978 deze zeearm wel afgesloten zou zijn kon ook niet in overweging worden genomen. Derhalve heeft de Provinciale Waterstaat tenslotte het oog laten vallen op een brugverbinding.

Het ontwerp van de brug

De voornaamste technische moeilijkheden die moeten worden overwonnen zijn het gevolg van de grote diepte van de Oosterschelde en de te verwachten ijsdrukken. In het tracé komen diepten voor van omstreeks 35 m beneden de gemiddelde zeestand. De in Nederland bij de rijksbruggen gebruikelijke pijlerconstructie komt vanwege de enorme kosten in dit geval dan ook niet in aanmerking. Van meet af aan is daarom gezocht naar een pijlerconstructie die de toepassing van bouwkuipen overbodig maakt, terwijl bovendien gelet moest worden op een uitvoeringswijze die een zo gering mogelijke bouwtijd vergt, aangezien de brug gereed moet zijn kort nadat de Grevelingendam en de Haringvlietbrug voor het verkeer zullen zijn opengesteld.
Het onderste deel van elke brugpijler bestaat uit holle, op de wal vervaardigde betonnen putten, die een uitwendige diameter van 4,25 m hebben. De langste van deze putten zullen ongeveer 50 m lang zijn.

Perspectiefschets van de 5 km lange brug.

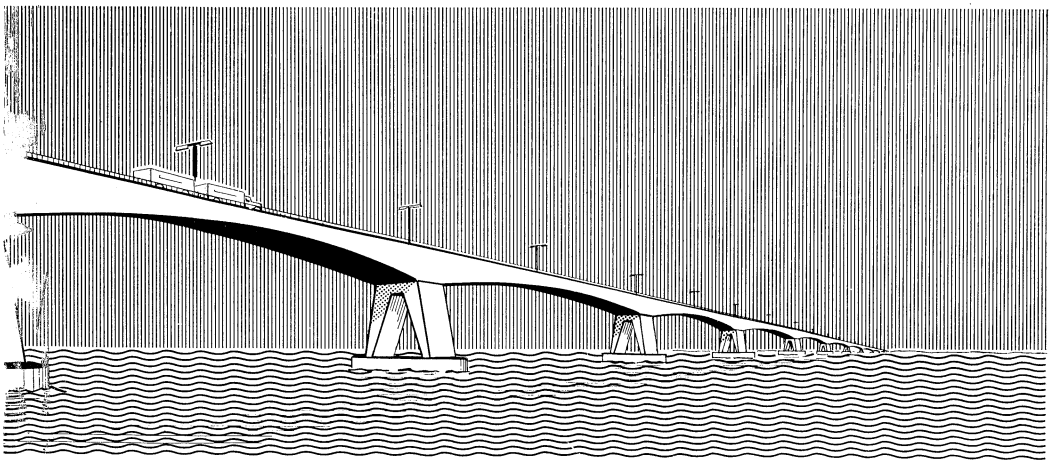




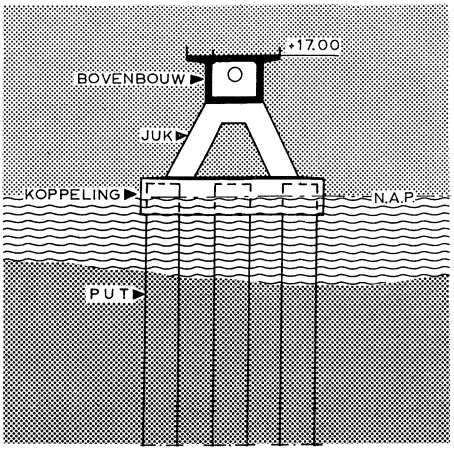
Iedere pijler is gefundeerd op drie van deze putten, die elk afzonderlijk op de juiste diepte worden gebracht door de grond uit de holle ruimte in de putten te verwijderen en tegelijkertijd grote naar beneden gerichte verticale krachten uit te oefenen. Het onderste deel van de holle ruimte wordt vervolgens met beton gevuld. Na het plaatsen van drie bij elkaar behorende putten worden deze aan het boveneinde onderling buigvast verbonden door een gewapend betonnen opbouw.

Deze constructie vormt tevens het dragende element waarop de eigenlijke bovenbouw van de brug komt te rusten. Deze laatste bestaat uit een rechthoekige betonnen koker, die in doorsnede varieert en wel van de oplegpunten naar het midden der openingen toe in hoogte afneemt. De bovenzijde van deze koker vormt een onderdeel van het aan weerszijden uitkragende rijdek van in totaal 11,85 m breedte.

Vrijwel de gehele brug zal worden uitgevoerd in voorgespannen beton. Prefabricage van onderdelen, zowel van de buizen als van de jukconstructie, zal daarbij een voorname rol spelen. Er is een werkwijze gekozen waarbij slechts een gering aantal vaklieden behoeft te worden ingeschakeld, teneinde zo min mogelijk afhankelijk te zijn van de arbeidsmarkt. De elementen zullen op een centraal werkterrein worden vervaardigd en vervolgens op de bouwplaats tot een geheel worden verenigd. Het gewicht van sommige elementen zal ca. 500 ton bedragen. De onderdelen zullen van het werkterrein, dat aan de veerhaven bij Kats is gelegen, over water met behulp van speciale transportbakken naar de bouwplaats



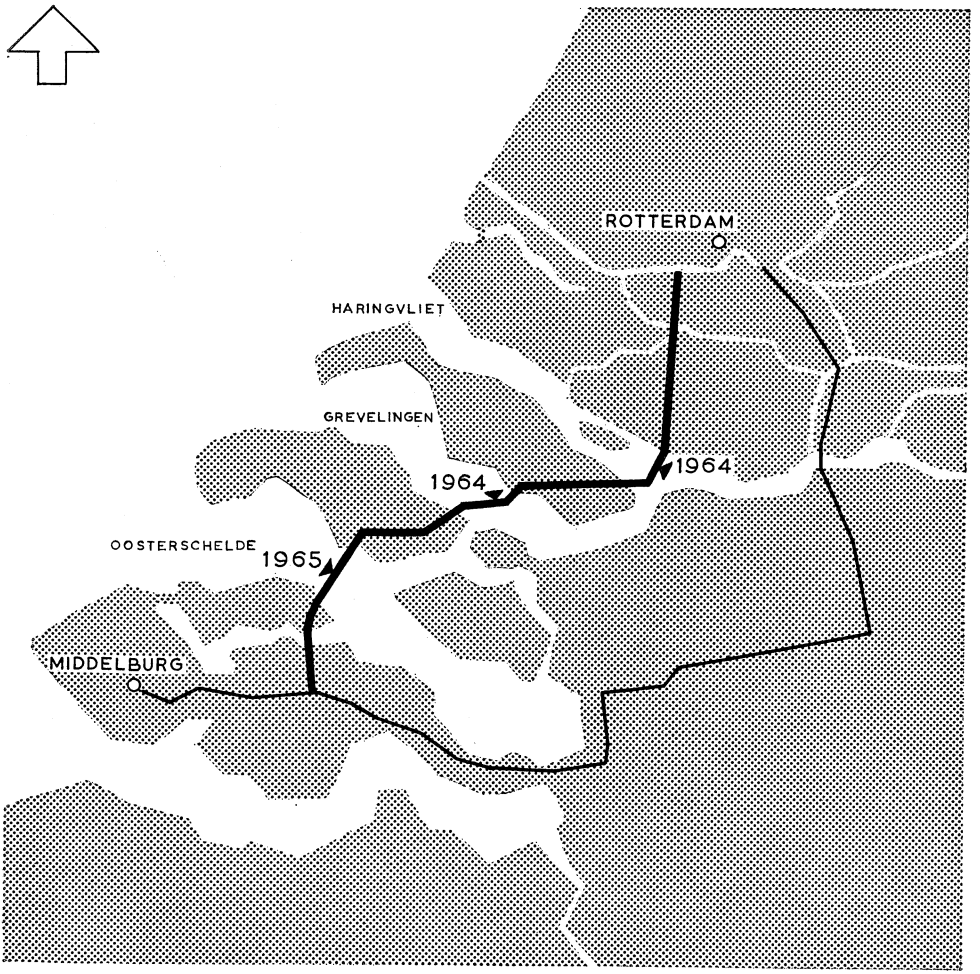
Dwarsdoorsnede van de brug met funderingsconstructie.



worden overgebracht. Zij zullen op hun definitieve plaats worden aangebracht met speciaal voor dit doel geconstrueerd materieel.
De montage van de overbrugging geschiedt na het gereedkomen van de pijlers. Ook hierbij zal wederom gebruik worden gemaakt van onderdelen die vooraf op het werkterrein in gereedheid zijn gebracht en die naderhand aan elkaar worden verbonden. Tenslotte zal een brugconstructie worden verkregen, bestaande uit buigvast aan de pijlers verbonden kraagliggers. In het midden van de overspanningen zullen stalen verbindingsstukken worden aangebracht die zorgen voor voldoende elasticiteit van de brug, zonder dat daardoor nochtans ongelijke, hinderlijke voegkanten in het rijdek worden veroorzaakt.
Aan de Schouwense zijde is in het tracé een dubbele basculebrug opgenomen, waarvan de doorvaartwijdte minstens 30 m zal bedragen.
Het betonnen rijdek van de Oosterscheldebrug wordt afgedekt met een stroeve laag asfaltbitumen. Behalve leuningen en betonnen schampkanten zullen ook parkeerranden worden aangebracht teneinde voertuigen die, door welke oorzaak dan ook, uit de juiste baan zijn geraakt een zo veilig mogelijke geleiding te verschaffen. Zoals uit de dwarsdoorsnede blijkt bedraagt de breedte van het rijdek 7,60 m, plus ca. 2,75 m voor het rijwielpad. In vergelijking met de grote rijksbruggen is dit gering, doch verwacht wordt dat de vervoerscapaciteit niettemin ruim voldoende zal zijn. De reden waarom het dwarsprofiel geen grotere afmetingen heeft gekregen ligt in het feit dat de financiering van de brug is opgezet zonder rijkssubsidie. Het is dus de provincie Zeeland die de middelen moet verschaffen. Deze heeft haar verlangens bij de mogelijkheden, zoals die met name worden geboden door de verwachte opbrengsten van de tolgelden, moeten aanpassen.
De uitvoering van het werk is opgedragen aan Van Hattum en Blankevoort te Beverwijk en de N.V. Amsterdamsche Ballast Maatschappij te Amsterdam, welke firma's reeds op een zodanig tijdstip bij de plannen konden worden ingeschakeld dat daardoor de mogelijkheid werd geschapen de constructies en de te bezigen werktuigen geheel bij elkaar aan te passen. Zo zal speciaal voor dit werk een drijvende bok worden gebouwd met een hefvermogen van ca. 500 ton.
Het terrein van de veerhaven bij Kats zal voor een groot deel als werkterrein kunnen worden benut.
Vlak daarnaast wordt een stuk grond ter grootte van ca. 4 ha opgespoten, zodat men zal beschikken over een werkterrein van in totaal ca. 6 ha.

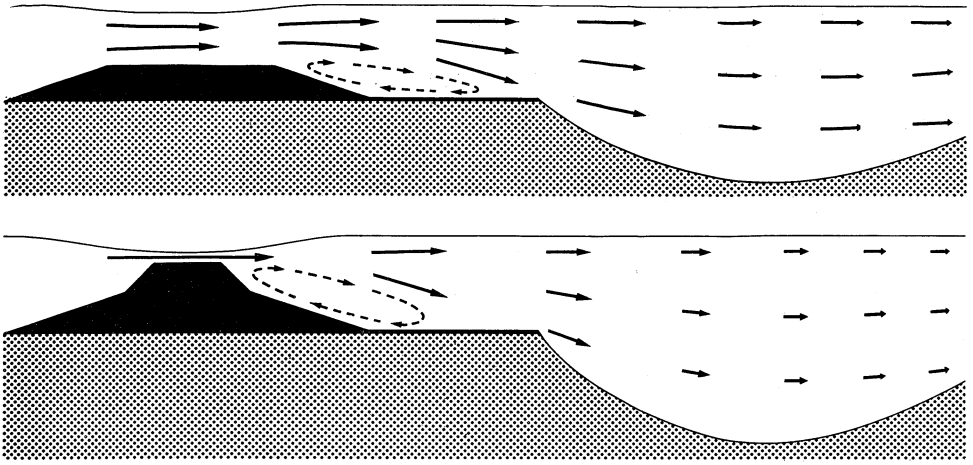
De bouwkosten van de brug, zonder de toeleidende wegen, zullen f 63,5 miljoen bedragen. De met de aannemers gesloten overeenkomst vermeldt als datum van oplevering 31 december 1965 en bepaalt dat een premie van f 5000 per dag wordt gegeven voor elke dag dat het werk eerder gereed zal zijn, terwijl een korting van f 5000 per dag zal worden toegepast voor elke dag waarmede de opleveringstermijn wordt overschreden. Te verwachten is dat omstreeks het midden van 1963 begonnen zal worden met het plaatsen van de pijlers in de Oosterschelde.
Tenslotte moge worden opgemerkt dat o.m. technisch overleg heeft plaats gevonden met de Rijkswaterstaat en dat adviezen zijn ingewonnen bij het Laboratorium voor Grondmechanica en de Geologische Stichting.

Door de nieuwe oeververbindingen die in de jaren 1964–1965 gereed zullen komen, zal de rijafstand Rotterdam–Middelburg tot ca. 90 km worden verkort.

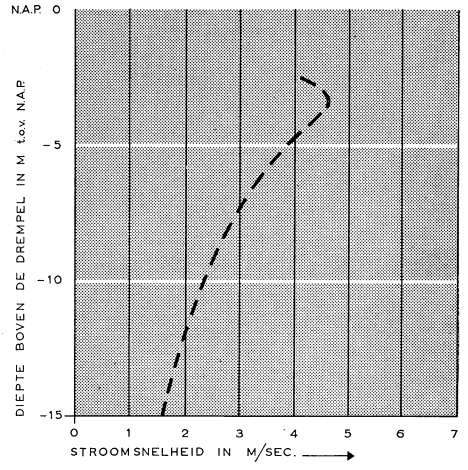


Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting

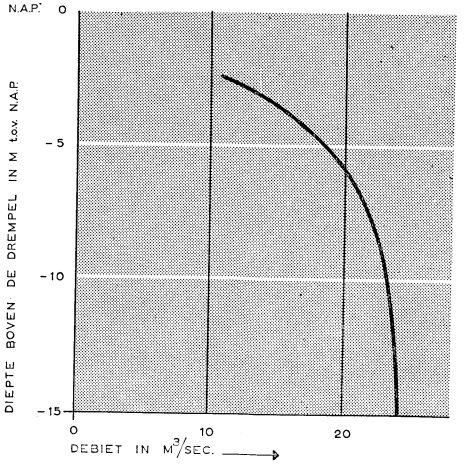
De problemen die zich bij het sluiten van de zeegaten voordoen vinden voor een belangrijk deel hun oorzaak in de grote stroomsnelheden die daarbij kunnen optreden. Deze zullen de bodem ter weerszijden van de dijklijn kunnen aantasten en diepe ontgrondingen kunnen veroorzaken. Om deze te beperken werd, zoals bekend, bij de sluiting van het Veersche Gat gebruik gemaakt van doorlaatcaissons. Zolang de schuiven van deze caissons niet waren gesloten bleef nog een groot deel van het oorspronkelijke doorstromingsprofiel open. Hierdoor kon bij ieder getij zoveel water door het sluitgat heen en weer stromen, dat de waterspiegel in het bekken van het Veersche Gat de buitenwaterstand in beperkte mate kon volgen. De vervallen in het sluitgat bleven dientengevolge betrekkelijk gering en de bij deze vervallen optredende stroomsnelheden bleven beperkt. De eigenlijke sluiting geschiedde door de schuiven tijdens de stroomkenteringen neer te laten. Ook hierbij konden gevaarlijke stroomsnelheden gemakkelijk worden voorkomen.
De z.g. geleidelijke sluiting berust op een geheel ander principe. De drempel wordt hierbij over zijn volle lengte geleidelijk omhoog gebracht. Wanneer de kruin van de drempel geheel boven hoogwater is gekomen is de sluiting een feit.
Zoals bij iedere sluitingsmethode, zullen ook in dit geval de stroomsnelheden aanvankelijk toenemen naarmate de drempel hoger wordt en daarmede het doorstromingsprofiel wordt vernauwd. Er komt echter een moment dat de snelheden ook bij verdere verhoging van de drempel niet meer toenemen. Men zegt dan dat een volkomen overlaat is ontstaan.
Er zijn omstandigheden mogelijk waarbij de volkomen overlaat reeds bij betrekkelijk geringe stroomsnelheden wordt bereikt. Een oriënterend onderzoek toonde echter aan dat dergelijke omstandigheden bij de afsluiting van het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde niet aanwezig zullen zijn. Bij geleidelijke sluiting van deze zeegaten zijn maximum stroomsnelheden van 4 à 5 m/sec te verwachten. Deze zijn aanzienlijk groter dan de stroomsnelheden die bij sluiting met behulp van doorlaatcaissons zouden optreden.
Desondanks werd besloten het principe van de geleidelijke sluiting der grote zeearmen diepgaand te bestuderen en, vooruitlopende op de resultaten hiervan, bij wijze van proef het volgende jaar de noordelijke geulen van de Grevelingen met behulp van deze methode te sluiten. Vanzelfsprekend rijst nu de vraag, waarom deze nieuwe methode moet worden bestudeerd en beproefd, terwijl toch de sluiting van het Veersche Gat met behulp van doorlaatcaissons zo voorspoedig is verlopen.
Het antwoord op deze vraag vindt zijn oorsprong in de grondgesteldheid die in het



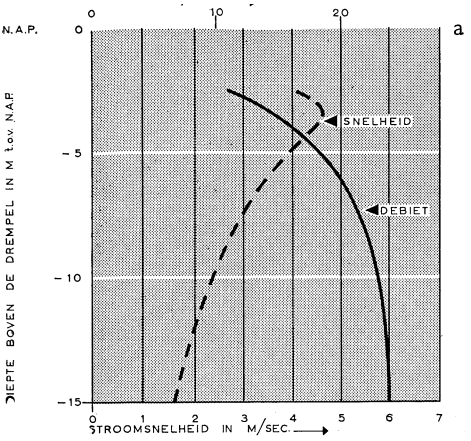
Beeld van de stroomsnelheden bij verschillende drempel hoogten.

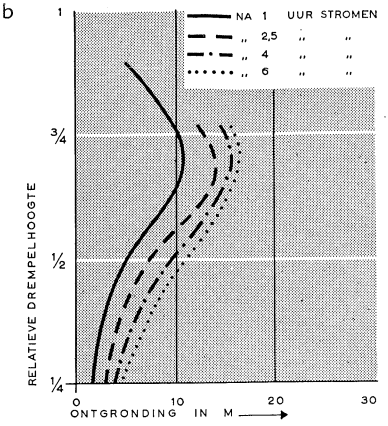


De stroomsnelheid als functie van de diepte boven de drempel.



Het debiet als functie van de diepte boven de drempel.





Brouwershavensche Gat werd aangetroffen. Gegevens over deze grondgesteldheid werden in eerste aanleg verkregen door middel van boringen en sonderingen. De boring geeft de grondsoort, die op verschillende diepten voorkomt. Bij het sonderen wordt de kracht gemeten die nodig is om een gestandaardiseerd kegelvormig lichaam met de punt naar beneden de grond in te drukken. Deze kracht, de z.g. sondeerwaarde, is een maat voor de weerstand tegen afschuiving die de grond op verschillende diepten kan bieden. In een normaal homogeen zandpakket moet de sondeerwaarde lineair met de diepte toenemen. In klei- of veenlagen is dit niet het geval en worden in het algemeen ook op grotere diepte geringe sondeerwaarden gevonden.

De sonderingen die in het Brouwershavensche Gat werden uitgevoerd, gaven echter ook geringe sondeerwaarden te zien, evenwel in lagen die volgens boringen uit zand bestonden. Met name tussen N.A.P. – 20 en N.A.P. – 25 m bleek de teruggang in sondeerwaarden niet te verklaren uit de aanwezigheid van klei of veen.

In afwachting van nadere gegevens over dit verschijnsel moet op grond van het verrichte onderzoek voorlopig worden aangenomen dat de geringe sondeerwaarden in deze zandlagen worden veroorzaakt door de losse pakking van het zand dat op deze diepten voorkomt.

De mogelijkheid dat dit losgepakte zand in betrekkelijk grote hoeveelheden aanwezig is, baart de ontwerpers van de grote afsluitingen thans zorgen.

Om dit te kunnen begrijpen moet men zich afvragen wat er bij bij de uitvoeringen van de werken in de ondergrond gebeurt. Zowel een drempel als een caisson vormen plaatselijk een belasting van de ondergrond. Als gevolg van deze belasting zullen onder meer de in de ondergrond aanwezige schuifspanningen zowel van grootte als van richting veranderen.

Ter weerszijde van een drempel zullen bovendien altijd ontgrondingen optreden. Deze ontgrondingen vormen geen belasting maar een ontlasting van de ondergrond en het is duidelijk dat ook als gevolg daarvan de schuifspanningen in de ondergrond zullen veranderen. Gedurende het opbouwen van een drempel of het plaatsen van caissons zal dus de schuifspanningstoestand in de ondergrond wijzigingen ondergaan. Indien het grondpakket niet met water was verzadigd, zouden deze wijzigingen geen enkel bezwaar opleveren. Wanneer echter, zoals in het onderhavige geval, de poriën tussen de zandkorrels met water zijn gevuld, kan een nevenverschijnsel optreden dat een gevaar vormt voor de

a. Stroomsnelheid en debiet als functie van de diepte boven de drempel.

b. Ontgronding als functie van de relatieve drempelhoogten, gemeten in een waterloopkundig model.

stabiliteit. Dit nevenverschijnsel wordt veroorzaakt door een vervormingseigenschap van het zand. Deze grondsoort kan namelijk wel schuifspanning opnemen doch dit gaat gepaard met een volumeverandering. Voor vastgepakt zand is dit een vermeerdering van het volume; voor losgepakt zand daarentegen een vermindering.
Zoals gezegd zullen gedurende de afsluiting van een zeegat de schuifspanningen in de ondergrond veranderen. Het poriënwater kan deze schuifspanningen niet opnemen. Het korrelskelet kan dit wel, doch ondergaat daarbij een volumeverandering. In losgepakt zand zal dit een volumevermindering zijn. Omdat het poriënwater slechts weinig samendrukbaar is, heeft deze volumevermindering in met water verzadigd zand echter tot gevolg dat een waterdruk zal ontstaan, die het korrelskelet alzijdig ontlast. Als gevolg daarvan zal het korrelskelet uitzetten, waardoor de genoemde volumevermindering weer te niet wordt gedaan. Het blijft dus waar dat alleen het korrelskelet de bij de uitvoering der werken opgewekte schuifspanningen kan opnemen en ook dat dit in losgepakt zand gepaard gaat met volumevermindering. Als nevenverschijnsel zal daarbij echter een waterdruk ontstaan die zo groot wordt, dat de hierdoor teweeggebrachte uitzetting van het korrelskelet de eerdergenoemde volumevermindering precies opheft. Doch deze extra waterspanningen hebben een vermindering van de schuifweerstand tot gevolg. Waar zij optreden maken zij de grondslag minder sterk. Hierdoor kunnen nieuwe vervormingen worden ingeleid, waardoor ook op andere plaatsen wateroverspanning kan ontstaan. Het is zelfs niet uitgesloten dat de waterspanningen tenslotte zo hoog worden dat het korrelskelet in het geheel geen weerstand meer kan bieden en de grondslag over een groot gebied de eigenschappen van een vloeistof krijgt. Men spreekt dan van een zettingsvloeiing.
In vastgepakt zand gebeurt in beginsel hetzelfde, doch in plaats van wateroverspanning ontstaat dan waterondersparming. De grondslag krijgt daardoor juist een grotere schuifweerstand en wordt dus sterker.
Het zijn dus alleen de wateroverspanningen die in losgepakt zand kunnen ontstaan waarvoor bij het ontwerpen gevreesd moet worden. Deze kunnen in beginsel worden berekend, doch daarvoor moeten waarden worden ingevoerd voor de mate van ontgronding, de pakkingsdichtheid, de oorspronkelijk aanwezige spanningstoestand en de samendrukbaarheid van het water. Deze waarden zijn in het algemeen van tevoren niet bekend en ook niet gemakkelijk vast te stellen. Men zal dus voorlopig met veronderstellingen hieromtrent moeten volstaan. Bovendien moet ook de factor tijd in de beschouwing worden betrokken.

Zodra namelijk wateroverspanning ontstaat zal het water gaan afstromen. Er komt ruimte voor de voor opname van schuifspanningen vereiste volumevermindering en er zal dus geen gevaar voor zettingsvloeiing ontstaan, indien de belasting maar langzaam genoeg wordt aangebracht en het overtollige water de tijd krijgt af te stromen. Ook deze afstroming kan in beginsel worden berekend, doch ook hiervoor moeten weer verschillende veronderstellingen worden gedaan. De berekeningen verschaffen dus wel kwalitatief inzicht, doch voorshands nog niet voldoende kwantitatieve gegevens. In wezen betekent dit dat bij de afsluiting van de grote zeegaten de kans op zettingsvloeiing misschien niet geheel kan worden uitgesloten.
Als een dergelijke zettingsvloeiing zou optreden tijdens het plaatsen van caissons zou een moeilijke toestand kunnen ontstaan. De caissons zouden verschuiven of verzakken, en het werk zou ernstige stagnatie ondervinden. Past men echter een geleidelijke sluiting toe, waarbij het materiaal voor de geleidelijke opbouw van de dam met behulp van een kabelbaan wordt gestort, dan kan men altijd zorgen dat de enkele steunpunten van de kabels onder alle omstandigheden stabiel zullen blijven. Zou dan een zettingsvloeiing optreden, dan behoeft men niet anders te doen dan door te gaan met het storten van materiaal. De reusachtige capaciteit van de kabelbaan kan daarbij op het beschadigde gedeelte van de drempel worden geconcentreerd, waardoor een snel herstel mogelijk is.

Het voorgaande kan als volgt worden samengevat:

1. Er zijn aanwijzingen dat in de bodem van de grote zeegaten betrekkelijk omvangrijke lagen losgepakt zand voorkomen.

2. Als gevolg daarvan moet misschien bij de afsluiting dezer zeegaten rekening worden gehouden met het optreden van zettingsvloeiingen.

3. Na het optreden van een zettingsvloeiing zal het herstel bij een geleidelijke sluiting waarschijnlijk gemakkelijker zijn dan bij een caissonsluiting.

Deze laatste conclusie zou echter veel van haar betekenis verliezen, indien de geleidelijke sluiting gepaard zou gaan met grotere ontgrondingen ter weerszijden van de drempel dan de caissonsluiting. In dat geval zou de kans op zettingsvloeiingen bij geleidelijke sluiting immers groter zijn. Het voordeel van het snellere en gemakkelijke herstel wordt dan wel erg problematisch en de remedie zou erger kunnen blijken dan de kwaal.
In een volgend nummer van het Driemaandelijks Bericht zal daarvan speciaal het aspect van de ontgrondingen nader worden besproken.
Intussen dient men te bedenken, dat de bovenstaande beschouwingen voor een groot deel nog berusten op aanwijzingen en hypothesen en niet op vaststaande feiten. Op grond van de resultaten van verder onderzoek zal pas kunnen worden uitgemaakt of de gevolgde gedachtengang inderdaad de grote betekenis heeft, die daaraan thans wordt toegekend. De voorgenomen sluiting van de Grevelingendam met behulp van een kabelbaan zal het inzicht in de geschetste problematiek ongetwijfeld helpen verdiepen.

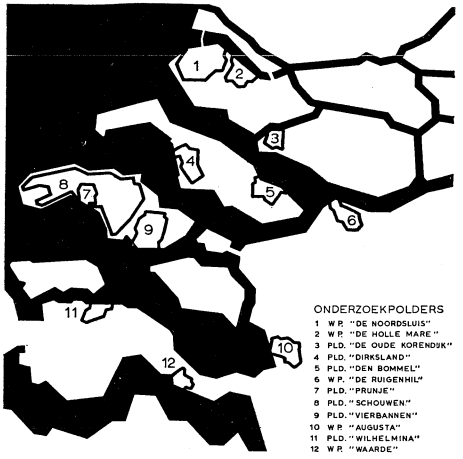
De werkzaamheden in de z.g. onderzoekpolders in het Deltagebied

In nr. 14 en nr. 19 van deze Berichten is het een en ander medegedeeld over het geohydrologisch, het geologisch en het geo-elektrisch onderzoek in het Deltagebied. Het voornaamste doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de zoutbelasting op nieuw te vormen zoetwaterbekkens. Onder meer werd in de voorafgaande bijdragen ter sprake gebracht dat tot dit doel gegevens worden verzameld in een twaalftal polders. Het onderzoek in deze polders omvat een verkenning van de gesteldheid van de ondergrond en het verzamelen van informatie over de ingelaten en uitgeslagen hoeveelheden water en zout, de neerslag, de verdamping en de grondwaterstand. Door analyse van de resultaten van deze onderzoekingen kan de kennis betreffende de zoutbelasting op de bekkens die het gevolg zal zijn van uitslag van verzilt polderwater belangrijk worden uitgebreid.

In het onderstaande zal op enige aspecten van het werk in deze z.g. onderzoekpolders nader worden ingegaan. Een belangrijk onderdeel ervan betreft de berekening van de omvang van de kwel en van de opgekwelde hoeveelheid chloor. Bij deze berekening wordt gebruik gemaakt van een vergelijking tussen de totale hoeveelheden water en chloor die een polder zijn binnengekomen en deze weer hebben verlaten. Deze vergelijking wordt opgesteld in de vorm van een z.g. water- en chloorbalans. Bij het opstellen van de waterbalans moet rekening worden gehouden met de volgende factoren: neerslag, inlaat en kwel enerzijds, verdamping en uitslag anderzijds. De neerslag en de verdamping worden bepaald op grond van gegevens die door het K.N.M.I. worden verzameld. De inlaat wordt o.m. bij inlaatsluisjes gemeten, terwijl de uitslag met behulp van de maalgegevens van de poldergemalen wordt berekend. Heeft men de omvang van de op andere wijze dan door kwel binnengekomen en weer verdwenen hoeveelheden water vastgesteld, dan geeft het verschil aan hoeveel water door opkwelling de polder moet zijn binnengedrongen.

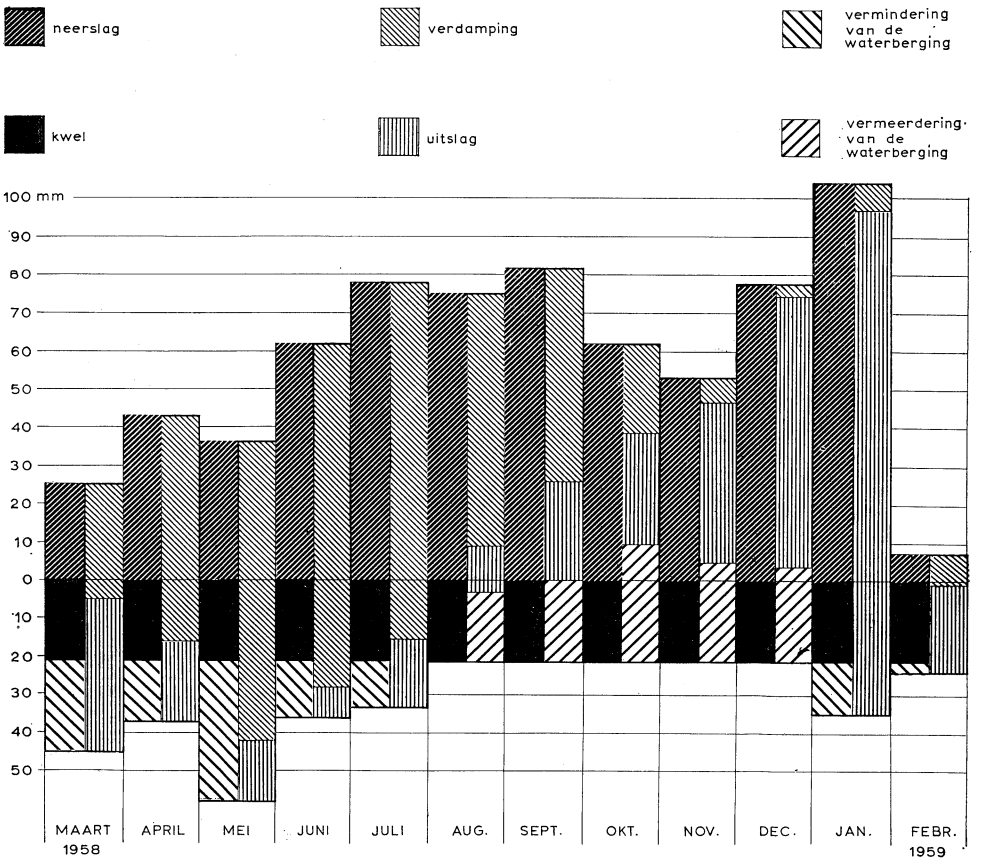
Bij het opstellen van de chloorbalans moet rekening worden gehouden met de volgende factoren: inlaat, kwel en uitslag. De omvang van de ingelaten en uitgeslagen hoeveelheden chloor wordt vastgesteld door regelmatig het chloorgehalte van het water te meten en deze gehalten te vermenigvuldigen met de ingelaten en uitgeslagen hoeveelheden water. Zijn deze gegevens bekend dan kan daaruit de hoeveelheid chloor worden afgeleid die met het grondwater moet zijn opgekweld.

Bij het vaststellen van de kwel en van de opgekwelde hoeveelheid chloor moet, behalve met bovengenoemde factoren, nog rekening worden gehouden met de omstandigheid dat de berging van water en van chloor in de polders in de loop van het jaar aan schomme-



De ligging van de onderzoekpolders in het Deltagebied.

De waterbalans van de polder Vierbannen van Duiveland over de periode maart 1958–februari 1959.



lingen onderhevig is. Door meting is komen vast te staan dat de verschillen tussen de hoeveelheden water, die op twee tijdstippen van het jaar in een polder geborgen kunnen worden, van dezelfde orde van grootte kunnen zijn (ca. 150 mm) als de kwel per jaar, zoals deze veelal in de polders van het Deltagebied wordt gevonden. Hieruit blijkt dat deze factor zeker niet mag worden verwaarloosd.

Er zijn, in beginsel, twee methoden om deze bergingsverandering in de berekeningen te verwerken. De eerste is om telkens aan het begin en aan het eind van een onderzochte periode vast te stellen hoe groot de hoeveelheid water is die zich boven een bepaald niveau in de polder bevindt. Het verschil tussen beide waarden geeft de verandering die zich in de berging heeft voorgedaan. De gegevens voor het vaststellen van deze waterhoeveelheden moeten worden verkregen door meting van de berging van sloten en door meting van de grondwaterstand en van het vochtgehalte van de bodem boven het grondwaterpeil, een omvangrijke arbeid waarvan het resultaat geen aanspraak zal kunnen maken op nauwkeurigheid. In werkelijkheid omzeilt men deze moeilijkheid dan ook en past men alleen de tweede methode toe, die hieruit bestaat dat een voldoende lange periode, b.v. van een jaar of meer, in beschouwing wordt genomen. Het begin en het einde van de periode zullen dan steeds moeten vallen aan het einde van de winter wanneer de grond met water verzadigd is. Hierdoor wordt bereikt dat het verschil tussen de geborgen hoeveelheden water aan het begin en aan het einde van de periode zo klein mogelijk zal zijn en bovendien dat dit verschil verwaarloosd mag worden ten opzichte van de gedurende een dergelijke lange periode opgetreden neerslag, verdamping, kwel, inlaat en uitslag.

Een andere moeilijkheid bij de berekeningen is een gevolg van het feit dat de kwel ten opzichte van de overige factoren die bij het opstellen van de waterbalans een rol spelen van geringe grootte is. Dit heeft tot gevolg dat een relatief kleine fout bij de meting van de neerslag, de verdamping of de uitslag een relatief veel grotere fout teweegbrengt in het cijfer voor de berekende kwel. De uiterste nauwkeurigheid bij de metingen is dan ook een vereiste.

Wat de berging van chloor betreft, in dit geval is het vrijwel uitgesloten de veranderingen die zich daarin voordoen exact op het spoor te komen. Daarom moeten ook bij het opstellen van de chloorbalans lange perioden worden gekozen teneinde de veranderingen in de berging te kunnen verwaarlozen.

Aangezien bij de chloorbalans, zoals gezegd, alleen rekening behoeft te worden gehouden met inlaat, kwel en uitslag, zullen de resultaten nauwkeuriger kunnen zijn dan in het geval van de waterbalans, vooral ook omdat de hoeveelheid met het inlaatwater binnengekomen chloor over het algemeen klein is ten opzichte van de beide andere factoren. In de meeste polders blijkt de hoeveelheid uitgeslagen chloor zelfs nagenoeg gelijk te zijn aan de hoeveelheid opgekweld chloor. Volledigheidshalve zij vermeld dat de kwelberekening, ter aanvulling en controle op de bovenomschreven methode, ook als volgt kan geschieden. Er mag worden aangenomen dat de opgekwelde chloor gelijk is aan de kwel vermenigvuldigd met het chloridegehalte van de kwel en dat de chloridegehalten van de kwel en diep grondwater aan elkaar gelijkgesteld kunnen worden. Het is mogelijk met behulp van de chloorbalans de opgekwelde hoeveelheid chloor te bepalen met behulp van het geo-elektrisch onderzoek het chloridegehalte van het diepe grondwater. De omvang van de kwel vindt men dan ook door de beide grootheden op elkaar te delen. Wel moet het voorbehoud worden gemaakt dat deze methode slechts kan worden toegepast in polders waar het chloridegehalte van het diepe grondwater geen grote variatie vertoont.

Het werk in de onderzoekpolders omvat, zoals werd meegedeeld onder anderen het verzamelen van gegevens voor het opstellen van de water- en chloorbalans. Mede met behulp van het resultaat van deze onderzoekingen kan een overzicht worden verkregen van de chlooruitslag van de polders. Deze is gebleken in de loop van een jaar aan sterke wisselingen onderhevig te zijn. Om nu het chloorgehalte op de toekomstige zoetwaterbekkens gedurende het jaar op constante waarde te houden, zou de inlaat van zoetwater – die door de toekomstige sluizen in de Volkerakdam plaats zal hebben – aan die wisselende chloortoevoer aangepast dienen te worden. Zoals beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 6 kan zulk een veranderlijke inlaat niet toegepast worden en is integendeel een constante zoetwaterdoorspoeling ontworpen. Het chloorgehalte van de zoetwaterbekkens zal dus sterk afhankelijk zijn van de chlooruitslag van de polders. Met behulp van de verzamelde gegevens kan het te verwachten verloop van het chloridegehalte worden berekend.

Tenslotte kunnen de onderzoekpolders ook waardevolle gegevens verschaffen met betrekking tot het verband tussen de neerslag en de uitgeslagen hoeveelheden water. Als gevolg van het absorptievermogen van de bodem en de daarmee gepaard gaande vertragende werking zal regenwater steeds, verspreid over een periode van enige dagen nadat het gevallen is, worden uitgeslagen. Een vergroting van het inzicht in de duur van deze vertraging in toevloeiing van het regenwater is van groot belang bij het vaststellen van de capaciteiten van nieuw te ontwerpen of bij het Deltaplan aan te passen gemalen. Het is op grond van tot nu toe opgedane ervaring veelal gebruikelijk een poldergemaal er op in te richten om dagelijks een schijf van 11,5 mm water uit te kunnen slaan. Als vergelijkingscijfers worde hier vermeld dat een dagelijkse neerslag van 30 mm in de Zeeuwse polders geen uitzondering is.
De definitieve resultaten van de onderzoekingen zullen pas beschikbaar komen wanneer men een overzicht heeft van de gegevens over vele jaren. Daar de werkzaamheden in de onderzoekpolders voor het grootste deel in maart 1952 ter hand zijn genomen, zal het dus nog enige jaren duren alvorens betrouwbare conclusies kunnen worden getrokken.

De toeritten voor de brug over het Haringvliet bij Numansdorp

Zoals bekend, wordt ernaar gestreefd dat de brug over het Haringvliet bij Numansdorp in 1964 gereed zal zijn, het jaar waarin ook de Grevelingendam moet worden voltooid. Door de uitvoering van deze beide werken zullen de eilanden Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland nog in het hetzelfde jaar met de vaste wal worden verbonden.
Een beschrijving van het ontwerp van de brug werd opgenomen in het Driemaandelijks Bericht nr. 14, terwijl het onderdeel 'toeritten en onderbouw' afzonderlijk behandeld werd in nr. 17. De beide toeritten zijn inmiddels gereed gekomen, waarvan in het onderstaande in het kort verslag wordt gedaan.

De noordelijke toerit

Op 20 maart 1962 vond de eerste oplevering plaats van de noordelijke toerit. Deze wordt gevormd door het eigenlijk toeritgedeelte en een stroomgeleidende dam aan de rivierzijde. Het toeritgedeelte bestaat geheel uit zand, het is met klei bekleed en heeft aan weerszijden een flauw hellend, onbeschermd strand. De geleidedam is tot N.A.P. – 1,50 m opgebouw uit zand beschermd door zinkstukken, daarboven bestaat zij uit een mijnsteenkern, afgedekt met grof grind en stortsteen. De beschermende kap van stortsteen is aan de rivierzijde vanaf de binnenkruin tot de lijn van N.A.P. met gietasfalt gepenetreerd. Aan de landzijde heeft de geleidedam, die tot N.A.P. + 2,00 m reikt, evenals het toeritgedeelte een onbeschermd strand. Tegelijk met de werkzaamheden voor de toerit werden bodemverdedigingen aangebracht op de plaatsen waar twee van de pijlers van de brug en de kelderpijler voor de basculebrug zullen komen.
De werkzaamheden begonnen met het verwijderen van slappe grondlagen onder de kop van de toerit. Het baggerwerk hiervoor verliep overeenkomstig het werkplan. In totaal werd ruim 165 000 m³ specie verwijderd; voor zover het kleihoudend was werd het in een depot achter de stroomgeleidende dam van het Hellegat geperst. De geraamde weekproduktie bedroeg 20 000 m³, de werkelijke produktie heeft daarmee steeds gelijke tred kunnen houden. Tezelfdertijd werd de opbouw van de geleidedam aangevat en wel vanaf het westelijke einde. Na een moeilijk begin kon het werk in een vlot tempo worden voortgezet, zoals blijkt uit de bijgaande grafiek. De opbouw van de mijnsteenkern volgde het aanbrengen van de bezinkingen op de voet. Het dichten van het gat tussen de vaste oever en de geleidedam vond plaats tussen 14 en 31 augustus 1961; deze sluiting werd beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 18. Na de sluiting kon het werk snel worden vol-



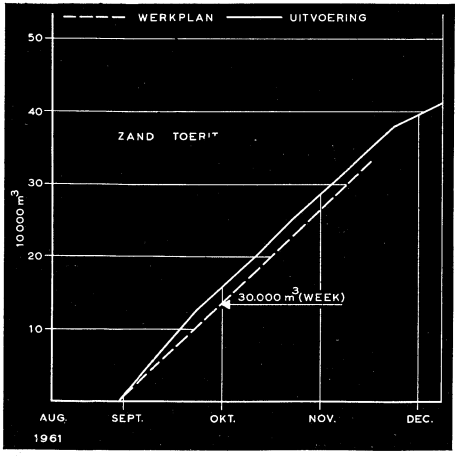
De zuidelijke toerit van de brug over het Haringvliet. Het zandlichaam is onder profiel gebracht, met klei bekleed en tegen verstuiven beschermd o.m. door middel van rijshouten schermen.

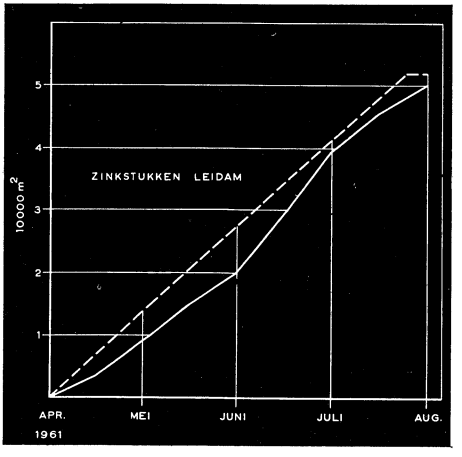
Verwerkte hoeveelheden zand en zinkstukken in de noordelijke toerit vergeleken met het werkplan.

tooid. In het met zand gedichte gat werden met behulp van draglines en een bulldozer perskaden opgeworpen, waartussen, in vier lagen, een zandlichaam werd opgespoten. Hierbij werd in de periode tussen 31 augustus en half december 1961 ruim 420 000 m³ zand aangebracht. De gemiddelde weekproduktie was geraamd op 30 000 m³, de opgeleverde hoeveelheid per week bleef daarbij nagenoeg niet ten achter. Berekend op grondslag van de middelen van vervoer bedroeg de totale zandaanvoer 532 000 m³. Dit betekent dat voor verliezen, klink en verstuiving 21 % in rekening kan worden gebracht.
Nadat het zandlichaam de vereiste hoogte had bereikt, werd het onder profiel gebracht en afgedekt met klei.
Het zandbedrijf had na het gereedkomen van de geleidedam een zo vlot verloop dat het werk binnen de in het bestek gestelde datum kon worden opgeleverd.

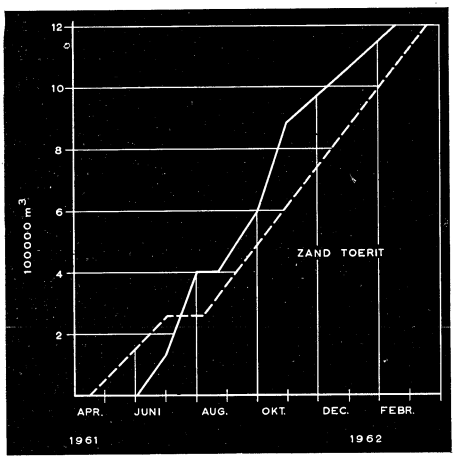
De zuidelijke toerit

Op 25 juni 1962 werd de zuidelijke toerit voor de eerste maal voltooid opgeleverd. Ook deze bestaat uit het eigenlijke toeritgedeelte en een stroomgeleidende dam aan de rivierzijde. Het toeritgedeelte is ook op de zuidelijke oever geheel uit zand opgebouwd. De belopen en stranden zijn tegen verstuiving beschermd door rijsschermen en ingezaaide gerst. De geleidedam heeft dezelfde constructie als aan de noordelijke zijde, zij bestaat uit zand en zinkstukken tot N.A.P. – 1,50 m, met daarboven een mijnsteenkern, afgedekt met grof grind en stortsteen. De stortsteenbekleding is vanaf de binnenkruin tot aan de N.A.P.-lijn op het buitenbeloop gepenetreerd met gietasfalt. De kruin van de geleidedam reikt tot N.A.P. + 2,00 m, terwijl aan de binnenzijde eveneens een onbeschermd strand ligt. Ten behoeve van de onderbouw van de brug werd op de plaats waar een van de brugpijlers zal komen een bodemverdediging aangebracht.
Langs het tracé van de ontworpen geleidedam waren voor de aanvang van de werkzaamheden diepten gemeten van 5 m tot 7 m N.A.P. Proeven in het Waterloopkundig laboratorium wezen uit dat de werkzaamheden het minst door de stroom zouden worden gehinderd indien met de aanleg van de geleidedam begonnen werd. Aldus werd het werk, evenals op de noordelijke oever, vanaf de rivierzijde aangevat. De aanleg van de geleide-

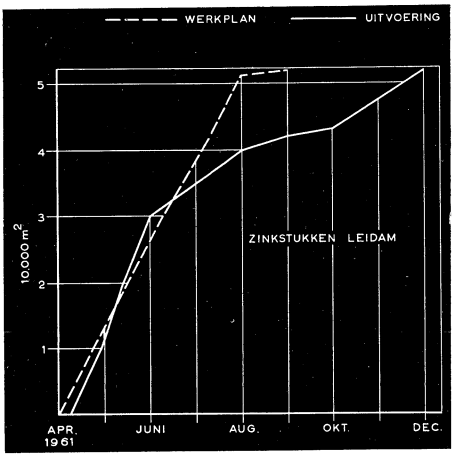


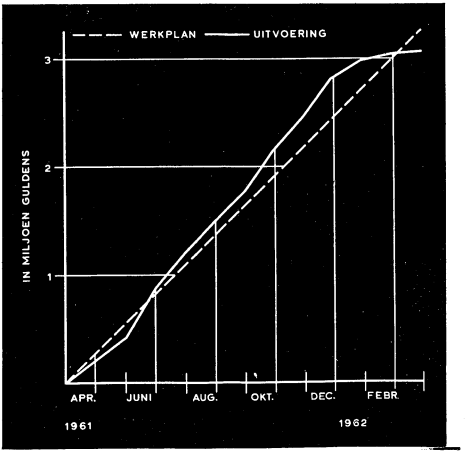


dam geschiedde ook nu uitgaande van het westelijke einde. De opbouw ervan met zand en zinkstukken had een snel verloop. De geraamde produktie van 3000 m² zinkstukken per week kon gemakkelijk worden behaald, doordat de aannemer op ruime schaal gebruik heeft gemaakt van het z.g. 'zinken op stroom'. Voor een beschrijving van deze methode zij verwezen naar het Driemaandelijks Bericht nr. 15, blz. 6. Het voordeel van de methode bestaat hierin dat men niet langer behoeft te wachten tot de kentering van het tij, zodat de bezinkingen in een hoog tempo kunnen worden afgewerkt. Voor de aannemer betekende de toepassing van deze zinkwijze bovendien een belangrijke besparing, daar de ruime tijd welke ter beschikking staat het gebruik van minder arbeidskrachten toelaat.
Zodra de bezinkingen gereed waren kon de mijnsteenkern van de bovenbouw worden aangebracht. De sluiting van het gat tussen de zuidelijke oever en de geleidedam vond plaats tussen 4 en 22 september 1961. In het Driemaandelijks Bericht nr. 19 werd van deze sluiting een beschrijving opgenomen. Vóór begin september was in het tracé van de toerit



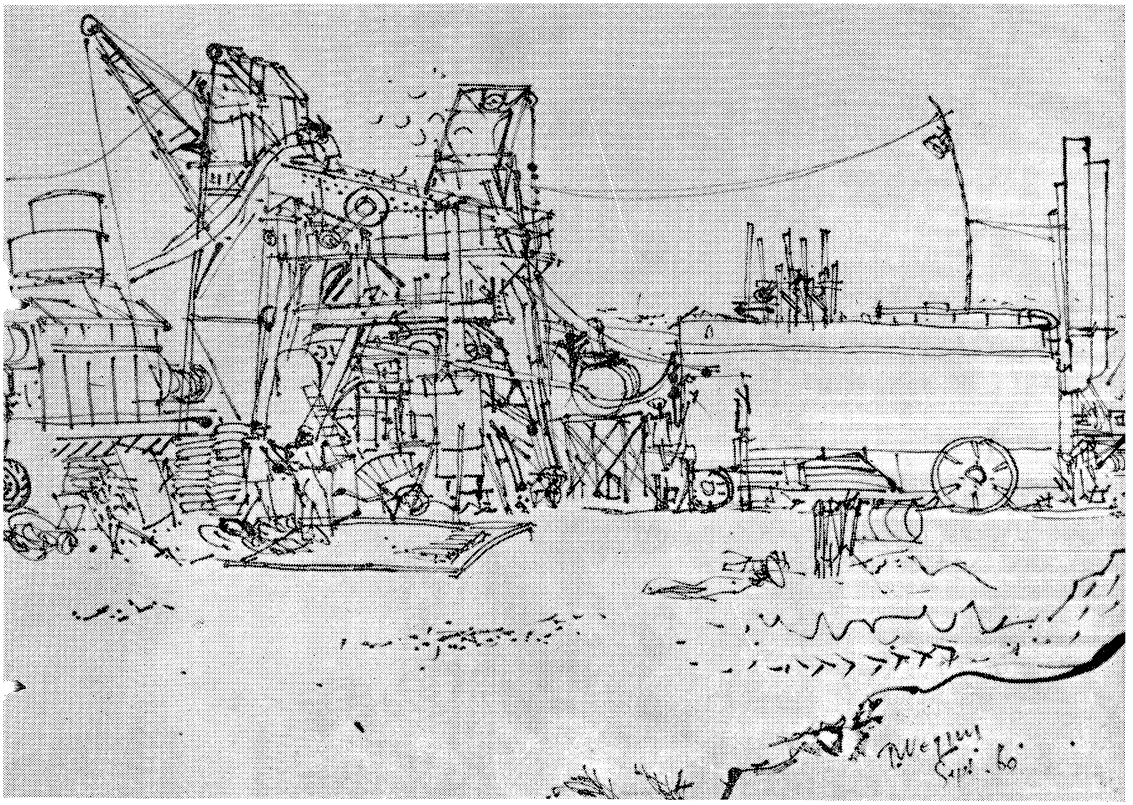
Verwerkte hoeveelheden zand en zinkstukken in de zuidelijke toerit vergeleken met het werkplan.





Het verloop van de termijnbetalingen in miljoenen guldens.

naar de Hellegatdam op de zuidelijke oever reeds een zandlichaam tot een hoogte van N.A.P. + 2,50 m aangebracht. Na de sluiting kon de verdere opbouw van het toeritgedeelte snel en zonder onderbreking worden voltooid.
Evenals aan de noordzijde werd ook hier het zandlichaam in een viertal lagen opgebouwd. Nadat het de vereiste hoogte had gekregen, werd het onder profiel gebracht, waarbij veel hinder werd ondervonden van de voortdurend krachtige wind gedurende het afgelopen voorjaar. Op verschillende dagen kan door het verstuivende zand niet normaal worden gewerkt. De oplevering van het werk moest in verband daarmee met een maand worden verlengd. Ook het ineggen van de belopen en van de kruin met stro en het inzaaien met gerst ondervonden vertraging door de wind.
Overigens is het werk uiterst vlot verlopen. Met name de opbouw van de geleidedam geschiedde, zoals werd gezegd, sneller dan verwacht was, wat voornamelijk moet worden toegeschreven aan de methode van het zinken op stroom.



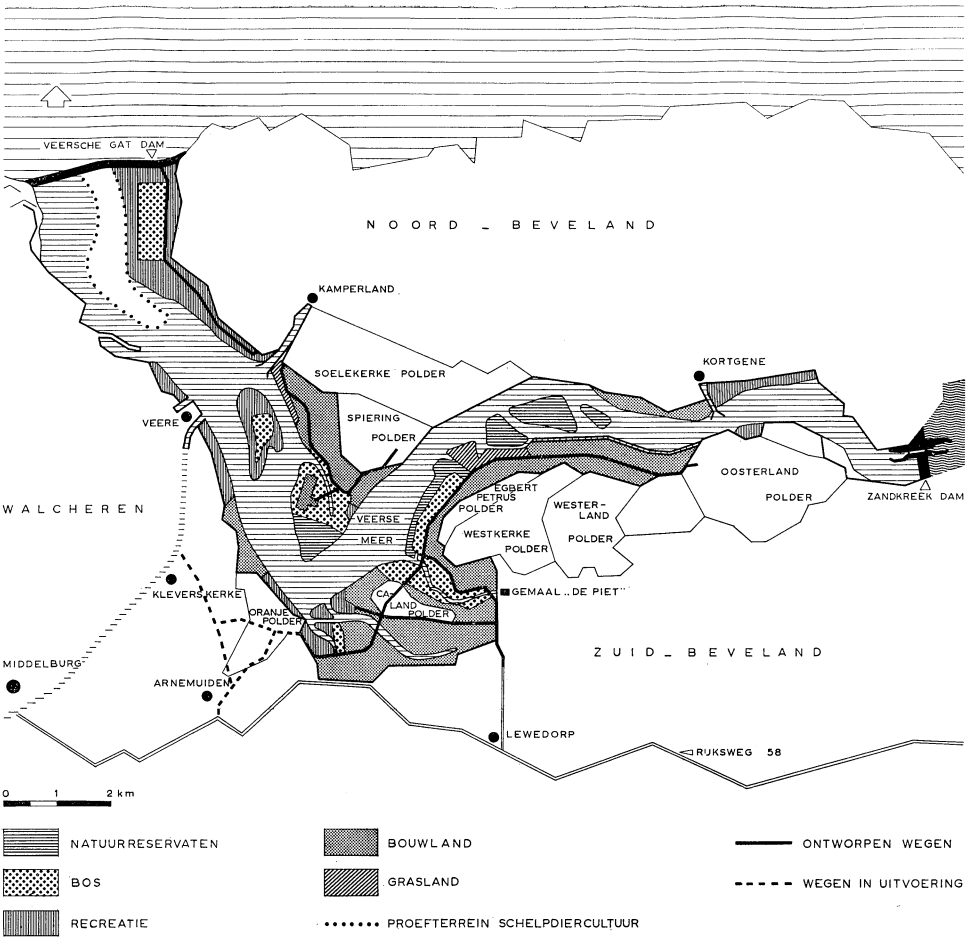
Pentekening T. Wegner, asfaltinstallatie



De ontsluiting en inrichting van langs het Veerse Meer drooggevallen gronden

Door de in 1960 en 1961 gereedgekomen afsluitingen van de Zandkreek en het Veersche Gat werd een gebied van ongeveer 4000 ha onttrokken aan de invloed van de zee. Over de gevolgen van deze afsluitingen voor de situatie in de omgeving van de voormalige zeearm werd in voorgaande nummers van het Driemaandelijks Bericht het een en ander medegedeeld. Zo kwam achtereenvolgens ter sprake de aanpassing van de afwatering van het oude land (nr. 10), de recreatiemogelijkheden op en aan het Veerse Meer (nr. 14), de aanpassing van de afvalwaterlozingen van Middelburg, Veere, Kortgene en Kamperland (nr. 14), en de aanpassing van de tijhavens en loswallen (nr. 16). De aard en omvang van de aanpassingswerken hangt nauw samen met de keuze van de op het Veerse Meer na te streven boezempeilen in de periode die voorafgaat aan de afsluiting van de Oosterschelde. Overwegingen inzake de waterhuishouding van het oude land en de te verkrijgen landwinst voerden tot de conclusie dat in de zomerperiode op het Veerse Meer een peil van N.A.P. moet worden gehandhaafd en in de winterperiode een peil van N.A.P. – 0,70 m. Als gevolg van deze regeling is bijna de helft (ca. 2000 ha) van het afgesloten gebied drooggevallen. Het overige gedeelte vormt een meer, met een lengte van 23 km, dat zout zal blijven totdat door de vorming van het Zeeuwse Meer omstreeks 1978 zoet rivierwater zal kunnen worden aangevoerd.

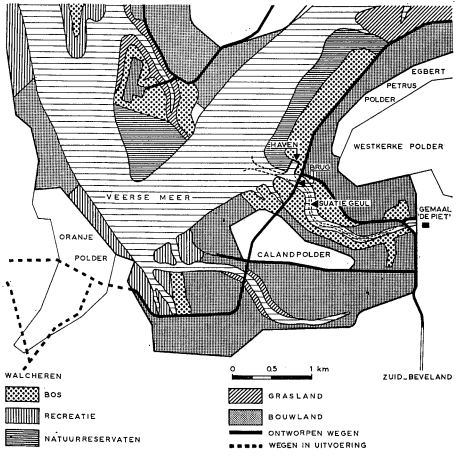
Het drooggevallen gebied is voor een belangrijk deel eigendom van de Staat. Op de niet aan de Staat toebehorende gronden is artikel 7 van de Deltawet van toepassing, hetgeen betekent dat de eigenaren van deze gronden aan de Staat een vergoeding moeten betalen wegens de waardevermeerdering die hun gronden door de afsluiting hebben ondergaan en voorts moeten meewerken aan de uitvoering van een doelmatige verkaveling. Indien daarover geen overeenstemming wordt bereikt, kan onteigening plaatsvinden. Het overleg over de evengenoemde onderwerpen tussen de Staat en de particuliere oevereigenaren vindt o.m. plaats op grond van plannen voor de ontsluiting en inrichting van het drooggevallen gebied. De opstelling van deze plannen moet uiteraard worden voorafgegaan door een plan waarop staan aangegeven de aan het nieuwe land te geven bestemmingen, te weten: landbouw, bebossing, recreatie en natuurbescherming. Dit plan nu werd, onder meer op grond van bodemkundige gegevens in eerste aanleg opgesteld door een werkgroep waarin zitting hadden de Landbouwwetenschappelijke Afdeling van de Directie van de Wieringermeer te Kampen, het Rentambt Breda van de dienst der Domeinen, de Dienstvakken Landschapsverzorging en Natuurbescherming van het Staats-



Bestemmingsplan voor de droogvallende gronden langs het Veerse Meer.

bosbeheer en de Deltadienst van de Rijkswaterstaat. Met dit plan als uitgangspunt werd vervolgens door de Provinciale Planologische Dienst voor Zeeland, daartoe terzijde gestaan door een commissie, een schema opgesteld door de recreatie en de natuurbescherming. Dit schema verwierf de instemming van het provinciaal bestuur en van de aan het Veerse Meer grenzende gemeenten. Intussen werden door de bovengenoemde Rijksdiensten gedetailleerde ontwerpen uitgewerkt voor de ontsluiting en inrichting van de in hoofdzaak voor de landbouw bestemde gebieden.
Thans is het uit artikel 7 van de Deltawet voortvloeiende overleg met een deel van de particuliere oevereigenaren zover gevorderd dat verwacht mag worden dat binnen afzienbare tijd zal kunnen worden begonnen met de ontsluiting en inrichting van het in het Noord-Sloe, tussen Zuid-Beveland en Walcheren, gelegen gebied. Het betreft hier een oppervlakte van ongeveer 640 ha, waarvan de grond van het bovengenoemd bestemmings-

Overzicht van de suatiegeul van het gemaal 'De Piet'. Op de achtergrond het Veerse Meer.



Detail van het bestemmingsplan.



Overzicht van het krekengebied in het zuidelijk gedeelte van het Veersche Meer.

plan ca. 480 ha voor agrarische doeleinden werd bestemd en het overige voor de recreatie en de natuurbescherming. Door de Deltadienst zullen de grotere civieltechnische werken worden uitgevoerd, zoals:

a. de wegen met wegsloten en toegangsdammen naar de agrarische percelen;

b. een landbouwhaven met loswal;

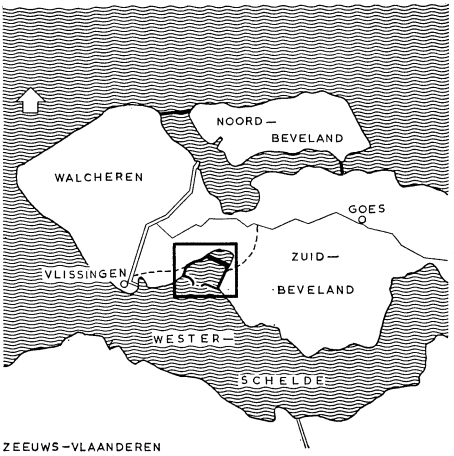
c. de verruiming van de suatiegeul van het gemaal De Piet.

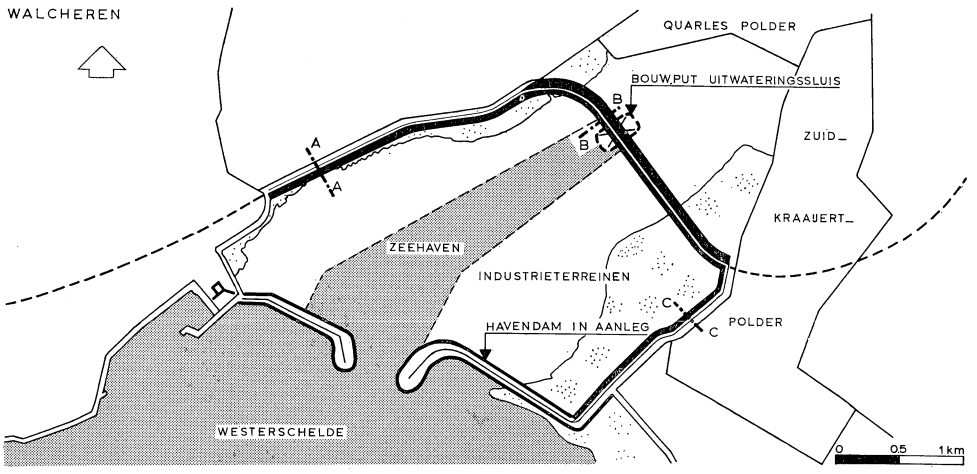
De overige werken voor de inrichting van het agrarische gebied (egalisaties, kavelsloten, dreinages) zullen door de eigenaren van de gronden – de Dienst der Domeinen en particulieren – zelf worden verzorgd.
De ontworpen wegen zullen op een drietal plaatsen aansluiten op het net van polderwegen in het oude land. In het westen wordt aangesloten op een weg die in uitvoering is in het kader van de ruilverkaveling Kleverskerke op het eiland Walcheren in het zuidoosten op de weg die in Lewedorp aansluiting geeft op de rijksweg van Middelburg naar Goes, terwijl bij het gemaal De Piet een verbinding zal worden gemaakt tussen de weg in het nieuwe land en de bestaande op- en afritten nabij het voormalige loswalterrein. Voorlopig zal deze weg in het noorden doodlopen. Tezijnertijd kan hij echter worden doorgetrokken en worden aangesloten op het wegennet ten noorden van Wolphaartsdijk. In verband met de sterke ontwikkeling van de recreatie die rondom het Veerse Meer wordt verwacht is de breedte van de wegverhardingen gesteld op 5 m. Ook de aansluitende weg in de ruilverkaveling Kleverskerke zal deze breedte verkrijgen. Ter weerszijden van de verharding zijn bermen ontworpen met breedten van 5,50 en 8,50 m, zodat de wegen te zijner tijd, als dit nodig mocht blijken, kunnen worden verbreed dan wel rijwielpaden kunnen worden aangelegd. De uitvoering van het plan brengt mee dat een groot deel van de dijken van de Calandpolder, die als een eiland midden in het nieuw gewonnen land ligt, moeten worden afgegraven.
De suatiegeul van het gemaal De Piet, dat een capaciteit heeft van 465 m³/min., moet worden verruimd en genormaliseerd om de bodem en de oevers van deze kreek tegen uitschuring te beschermen. Daarvoor is een bodembreedte nodig van 17 m en een diepte van 2,50 m beneden het zomerpeil. Getracht zal worden het kreekkarakter zoveel mogelijk te handhaven. Nadat beplantingen zullen zijn aangebracht langs de oevers van de kreek zal een landschappelijk bijzonder fraai geheel ontstaan dat ongetwijfeld zijn aantrekkingskracht zal uitoefenen op de kleine watersport. In de wegkruising nabij de mond zal daarom, in plaats van een duiker, een brug van gewapend beton worden opgenomen waarvan de onderzijde op 2,50 m boven het zomerpeil wordt gelegd. Een terrein ten zuiden van de mond van de kreek ter grootte van 20 ha, zal met bos worden beplant, terwijl aansluitend op het natuurgebied ten noorden van de mond een bos van 50 ha is geprojecteerd.
Nabij de mond van de kreek komt een haven met loswal voor de afvoer van landbouwprodukten in de eerste plaats uit het nieuwe land, maar ook eventueel uit Zuid-Beveland of Walcheren. Diepte en breedte van de toegangsgeul en van de haven werden berekend op de ontvangst van binnenschepen van 500 tot 600 ton. Aangezien verwacht mag worden dat slechts één schip tegelijk geladen zal worden, kan de loswallengte beperkt blijven tot 20 m.
Het hier besproken agrarische gedeelte sluit in het westen aan op een recreatiegebied, voor de inrichting waarvan door de gemeente Arnemuiden plannen worden ontworpen. Op zijn beurt wordt dit gebied voortgezet door een betrekkelijk smalle strook van schorren voor de Oranjepolder, die een onderdeel vormen van het recente geschenk van het

Koninklijk Paar aan de Nederlandse jeugd. De inrichting van de oostelijk van het hiervoor besproken gebied gelegen nieuw gewonnen terreinen langs Zuid-Beveland vormt nog onderwerp van nadere studie.
Aan de overzijde van het Veerse Meere ten zuiden van Soelekerke- en Spieringpolder op Noord-Beveland, bevindt zich een gebied ter grootte van ca. 270 ha, waarvan op grond van het vorengenoemde bestemmingsplan ca. 180 ha voor de landbouw is bestemd. De zuidelijke punt van dit gebied vormt reeds een natuurreservaat, terwijl in het overige deel bos kan worden aangelegd waarbij een plaats zou zijn te reserveren voor een kampeerterrein. De geprojecteerde weg dient in de eerste plaats voor de ontsluiting van de percelen bouwland. Tevens is het tracé echter zo gekozen dat een toeristisch fraaie route kan ontstaan. Het profiel van deze weg zal gelijk zijn aan dat van de zojuist besproken wegen in het Noord-Sloe.
De overige langs en in het Veerse Meer drooggevallen gronden beslaan een oppervlakte van bijna 700 ha. waarvan verreweg het grootste deel een recreatieve bestemming heeft verkregen. Het zwaartepunt daarvan wordt gevormd door de ruim 300 ha grote zandplaat achter de dam door het Veersche Gat. Op deze plaat zal een bos worden aangelegd met een oppervlakte van 80 ha. Bij de inrichting van deze plaat zal tevens rekening moeten worden gehouden met het eventueel uit te voeren proefproject voor de oestercultuur. Tenslotte kan worden meegedeeld dat bij Kortgene een jachthaven met aansluitend bungalowterrein wordt aangelegd, terwijl onlangs nabij Wolphaartsdijk een tweetal jachthavens gereed kwamen.

De aanleg van de afsluitdijk in het Zuid-Sloe

In het Driemaandelijks Bericht nr. 18 is een bijdrage opgenomen over de aanpassing van de hoogten van waterkeringen langs de Westerschelde aan de peilen die door de Deltacommissie voor dit gebied zijn vastgesteld. Een onderdeel van deze werkzaamheden wordt gevormd door de verbetering van de waterkering rond het Zuid-Sloe.
Het Sloe was in de middeleeuwen een ook voor de scheepvaart belangrijke geul, welke de scheiding vormde tussen Walcheren en Zuid-Beveland. Deze geul had verschillende zijarmen die zowel op Zuid-Beveland als op Walcheren diep het land indrongen. Onder meer als gevolg van inpoldering van deze zijarmen nam het Sloe in de loop der jaren in betekenis af en verondiepte de geul. In 1871 werd het Sloe ten behoeve van de aanleg van de spoorlijn van Roosendaal naar Vlissingen afgedamd. Na de aanleg van deze Sloedam zijn zowel het noordelijke als het zuidelijke gedeelte van het Sloe zeer snel verondiept en vormden zich aan weerszijden van de dam uitgebreide schorgebieden, wat nog in de hand werd gewerkt door de landaanwinningswerken die daar werden ondernomen. Na de Tweede Wereldoorlog waren de schorgronden ten zuiden van de Sloedam rijp voor inpoldering en in 1949 kon een gedeelte van het Zuid-Sloe ter grootte van 481 ha worden ingedijkt (de Quarlespolder). Reeds voor de stormvloed van 1 februari 1953 waren plannen in voorbereiding om ook het overblijvende gedeelte van het Zuid-Sloe in te polderen. Na de stormramp werden deze gecombineerd met de plannen tot verbetering van de hoogwaterkering, op grond van artikel 1, sub *b*, van de Deltawet. Toen evenwel besloten werd tot de aanleg van een zeehaven in het Zuid-Sloe met buitendijkse industrieterreinen moesten deze plannen worden gewijzigd. Teneinde over voldoende ruimte te beschikken voor de zeehaven en de bijbehorende industrieterreinen moest de afsluitdijk meer landwaarts worden ontworpen dan aanvankelijk wast vastgesteld. Het in te polderen gebied in het Zuid-Sloe werd hierdoor beperkt tot rond 160 ha. De lengte van de afsluitdijk is thans bepaald op ruim 2 km. De zeedijken die aan weerszijden op de afsluitdijk aansluiten worden verhoogd en verzwaard; op Walcheren betreft dit een gedeelte ter lengte van ruim 2 km, op Zuid-Beveland een gedeelte ter lengte van 1,4 km.
De buitendijkse industrieterreinen zullen moeten worden opgehoogd tot N.A.P. + 4,5 m à N.A.P. + 5 m, teneinde ook bij stormvloeden geheel watervrij te zijn. De aanwezigheid

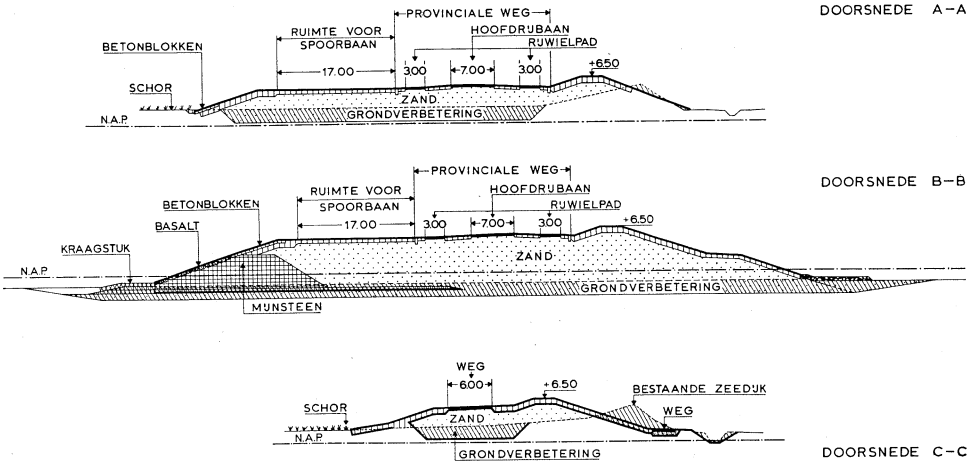




Situatie van de afsluiting van het Zuider-Sloe.

van deze terreinen en in het algemeen de beschutte ligging van het Zuid-Sloe na de aanleg van de beide havendammen zullen tot gevolg hebben dat de golfoploop tegen de dijken rond het Zuid-Sloe gering wordt. In verband hiermee werd een kruinhoogte van N.A.P. + 6,5 m bij het ontwerppeil van N.A.P. + 5,5 m (Zuid-Kraayertpolder) voldoende geacht.
Bij het bepalen van het dwarsprofiel van de afsluitdijk en van de beide te verzwaren dijkgedeelten zijn de plannen tot aanleg van een zeehaven van grote invloed geweest. Op de buitenberm van de afsluitdijk en van de aansluitende dijk op Walcheren wordt een 7 m brede weg met rijwielpaden van 3 m breedte aangelegd. Deze weg zal deel uitmaken van de provinciale weg van Vlissingen via het Zuid-Sloe naar de Rijksweg nr. 58 op Zuid-Beveland die het zeehaven gebied zal ontsluiten. Aan de zeezijde van deze weg is ruimte gereserveerd voor de aanleg van een spoorbaan met dubbel spoor.

Op de buitenberm van de te verzwaren dijk op Zuid-Beveland wordt een weg van 6 m breedte aangelegd die de verbinding zal vormen met de industrieterreinen en de oostelijke havendam.
In afwachting van de aanleg van deze terreinen wordt het buitenbeloop van de afsluitdijk en van het aan de Walcherense zijde aansluitende dijkgedeelte verdedigd met een glooiing van betonblokken die afmetingen hebben van 0,50 x 0,50 x 0,20 m. Deze glooiing kan naderhand worden opgenomen en elders worden gebruikt.
Het buitenbeloop van het gedeelte van de afsluitdijk dat de noordoostelijke begrenzing vormt van het havenbekken en dat blijvend aan diep water zal zijn gelegen, wordt voorzien van een basaltglooiing 20/30 tot N.A.P. + 3 m, met daarboven een glooiing van betonblokken tot de buitenberm.
Het buitenbeloop van het dijkgedeelte aan de Zuidbevelandse zijde behoeft niet van een verdediging te worden voorzien, daar de voor deze dijk gelegen schorren zo hoog en breed zijn dat daarop een goede grasmat kan worden aangelegd en instandgehouden.
In de afsluitdijk werd inmiddels reeds een uitwateringssluis gebouwd ten behoeve van de



Dwarsprofielen van de dijk rond het Zuider-Sloe.

afwatering van het gedeelte dat wordt ingedijkt en de hierop lozend polders, die tezamen een gebied omvatten van ca. 2000 ha. De sluis heeft drie kokers van 2 x 2 m elk, bij een bodemdiepte van N.A.P. – 2 m. Elke koker is voorzien van een dubbel stel puntdeuren en een schuif.
Met de aanleg van de afsluitdijk en van de aansluitende dijkverzwaring op Walcheren werd in mei 1961 een begin gemaakt; de dijkverzwaring op Zuid-Beveland werd in januari 1962 ter hand genomen. Beide laatste werken zijn thans vrijwel gereed. Van de afsluitdijk is het oostelijk gedeelte gereed. Het aanvankelijk 100 m brede sluitgat in de afsluitdijk werd door middel van een mijnsteenkade vernauwd tot 40 m. De grootste stroomsnelheid bedroeg toen 1,5 m/sec, wat toelaatbaar werd geacht.
In de namiddag en de avond van woensdag 11 juli 1962 werd ongeveer 50 m landwaarts van de sluitkade met behulp van twee bulldozers een zandkade in het sluitgat aangebracht



De afsluitdam van het Zuider-Sloe in aanleg. In het tracé van de dam de bouwput voor de uitwateringssluis.

om te voorkomen dat het zand achter de mijnsteenkade na de sluiting zou wegvloeien. Het gelukt om daarmee het opkomende water voor te blijven. In de nacht en de ochtend van donderdag 12 juli werd het sluitgat door het opstorten van een dam van mijnsteen definitief gesloten.

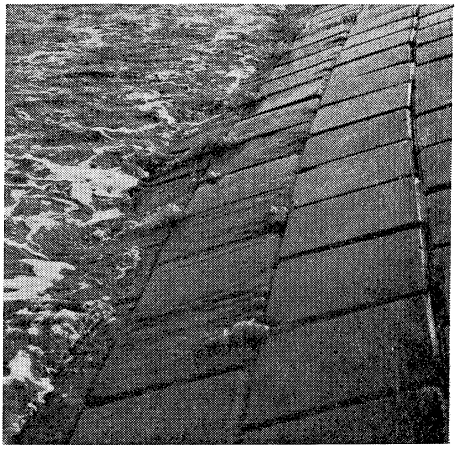
Verwacht wordt dat het gehele werk voor 1 januari 1963 gereed zal zijn.

De kosten van aanleg van de afsluitdijk met de aansluitende dijkverzwaringen op Walcheren en Zuid-Beveland bedragen f 7 339 000, die van de uitwateringssluis inclusief de ter beschikking gestelde materialen rond f 750 000. Het gehele werk wordt uitgevoerd door de N.V. Van Hattum en Blankevoort te Beverwijk.

Overzicht van proefnemingen tijdens de aanleg van de werkhaven bij Oostmahorn

Bij de uitvoering van grote waterbouwkundige werken wordt het beginsel gehuldigd dat zoveel mogelijk gebruik moet worden gemaakt van het ter plaatse aanwezige materiaal. Hierdoor kunnen onnodige hoge transportkosten worden vermeden.
In het Lauwerszeegebied worden grote hoeveelheden zand aangetroffen. Vervolgens liggen er, op gemakkelijk bereikbare plaatsen, eveneens grote voorraden potklei, keileem en klei. Dank zij de talrijke boringen die sinds 1955 werden verricht zijn de vindplaatsen van deze materialen thans goed bekend. Met betrekking tot de bruikbaarheid van de bodemstoffen stond echter zeer weinig vast. Het was in verband daarmee een gelukkige omstandigheid dat de aanleg van de werkhaven bij Oostmahorn geschiedde op een beschutte plaats tegen de Friese kust, zodat daar een gunstige gelegenheid werd geboden de gevonden materialen in de praktijk op hun kwaliteiten te beproeven.
De bruikbaarheid van zand als bouwmateriaal voor dijken en dammen is afhankelijk van de korrelsamenstelling en het slibgehalte, waarbij opgemerkt moet worden dat het slibgehalte in de bodem aan de hoge kant mag zijn indien bij de verwerking van het zand een voldoende mate van uitspoeling van het slib kan worden verkregen. Of het zand gemakkelijk winbaar is wordt bepaald door de dikte en de bereikbaarheid van de bruikbare lagen enerzijds en door de snelheid waarmee het zand naar de zuigbuis van de zandzuiger toeloopt anderzijds. Het zand in de Lauwerszee is in het algemeen vrij fijn van korrel, daarnaast vertoont het plaatselijk een tamelijk hoog slibpercentage. Voor verwerking is het zeer geschikt. De doorlatendheid van het zand is echter niet groot. Dit laatste heeft ertoe geleid dat moeilijkheden werden ondervonden bij de ontwatering van de zandlichamen die in de werkhaven werden opgespoten. Deze liggen opgesloten tussen perskaden van potklei en keileem aan de zeezijde en de bestaande zeedijk aan de landzijde, in beide gevallen grondlichamen met een geringe doorlatendheid. Daar de verticale waterbeweging als gevolg van de structuur van het zand enerzijds en van de ondergrond anderzijds (aanwezigheid en sliblaagjes) sterk werd geremd, daalden de waterstanden in het stort dus maar zeer langzaam. Om het uitdrukken van de perskaden ten gevolge van waterspanningen te beperken werd op enkele plaatsen gedurende enige tijd met succes een bronbemaling toegepast.
Een belangrijk onderzoek heeft plaatsgevonden met betrekking tot de bruikbaarheid van het materiaal potklei dat in het Lauwerszeegebied in belangrijke hoeveelheden wordt aangetroffen. De potklei is donkergrijs tot bruinzwart van kleur, zij bevat een hoog percentage





afslibbare delen (85–95 %). Het materiaal bevindt zich in een vrijwel aaneengesloten gebied, dat ongeveer van Oostmahorn af zich in noordoostelijke richting uitstrekt. Laagdikten van meer dan 10 m zijn aangeboord. Potklei is een verzamelnaam, de term heeft geen geologische betekenis. Vermoedelijk is de benaming ontleend aan het feit dat enkele van deze kleien in pottenbakkerijen zijn gebruikt. Zomin over de wijze van afzetting als over de tijd waarin dit is gebeurd bestaat zekerheid. De potklei in de Lauwerszee is verontreinigd door sedimenten uit latere perioden, wat de analyse sterk bemoeilijkt. Waarschijnlijk betreft het hier afzettingen in zout of brak water van door smeltwater aangevoerd zeer fijn erosiemateriaal. Meestal worden deze afzettingen gedateerd in de periode tussen de eerste en de tweede Riss-ijstijd.

Het is gebleken dat de eigenschappen van de potklei niet van dien aard zijn dat het materiaal in blijvende constructies kan worden verwerkt. Het heeft de neiging door wateropneming sterk te zwellen, waarbij het gevoeliger blijkt te zijn voor zoet dan voor zout water. Waarschijnlijk moet dit verschijnsel worden toegeschreven aan de aanwezigheid in de klei van een tamelijk hoog gehalte monmorilloniet, een kleimineraal dat zeer veel water kan absorberen. Doordat de watermoleculen tussen de kristalplaatjes in de klei dringen worden deze uit elkaar gedrukt. In de bodem wordt dit voorkomen, omdat de potklei daar volledig ligt opgesloten en waarschijnlijk zelfs onder een zekere spanning staat als gevolg van belasting door het ijs uit de ijstijden. Na de winning van de klei treedt de genoemde zwelling op, wat verweking en tenslotte uiteenvallen tot gevolg heeft. Bij toepassing in perskaden is dit duidelijk gebleken.

De hoge sondeerwaarden die op de winplaats worden gevonden doen echter verwachten dat de potklei als (ongeroerde) funderingsgrondslag wél goed bruikbaar zal blijken te zijn.

Keileem wordt in de Lauwerszee eveneens aangetroffen, doch in minder grote hoeveelheden. Het bevindt zich ten zuidoosten van Oostmahorn, over het algemeen als afdekking van de potklei. De laagdikten bedragen 0,5 tot 2,5 m. In het algemeen is het materiaal redelijk goed bruikbaar. Het bevat weliswaar een hoog percentage zand (tot 75 %), waarvan na de verwerking vrij veel uitspoelt, doch het residu is van vrij goede kwaliteit. Het keileem is enige tijd bestand tegen golfaanval.

De bekleding van het binnentalud van de afsluitdijk zal uit een grasmat op klei bestaan. Klei van geschikte samenstelling komt op verschillende plaatsen in de Lauwerszee en de aangrenzende Waddenzee voor. Uiteraard betreft dit zoute klei. Om de snelheid van ont-

Potklei en keileem verwerkt aan een perskade. Het donkere materiaal is potklei.

Een beloop in de werkhaven bij Oostmahorn, vervaardigd uit betonblokken gezet op een tussenlaag van stro en grind.
Bij deze constructie kunnen tijdens het passeren van een golfdal 'spuiters' optreden.

zilting en de geschiktheid van het materiaal als grondslag voor een grasmatbegroeiing na te gaan is op het terrein van de werkhaven een kleine terp opgeworpen, die met deze klei is bekleed. Ter wille van een vergelijking werd een soortgelijke terp gemaakt, bekleed met potklei. Dit begroeiingsonderzoek bevindt zich in een beginstadium zodat nog geen resultaten kunnen worden meegedeeld.

Wegfundering met behulp van een mengsel van klei en kalk

De toegangsweg naar de werkhaven kruist de bestaande zeedijk onder een kleine hoek. In verband met de bescherming van het buitenbeloop van de dijk was het minder wenselijk de bestrating van de oprit in zand te funderen. Omdat klei alleen een onvoldoende vaste grondslag levert, werd besloten een kleilaag aan te brengen die met kalk was gestabiliseerd. Deze werkwijze, die op het moment ook bij het studiecentrum voor de Wegenbouw in onderzoek is, kan in bepaalde gevallen tot een goede fundering onder wegverhardingen leiden. Het voordeel ervan is dat in de klei door de toevoeging van kalk een uitwisseling van ionen plaatsvindt, waarmee een verbetering van de structuur gepaard gaat. Het is daarna mogelijk de klei te verdichten, waardoor een tamelijk vaste laag ontstaat, die geen water meer opneemt en dus niet meer zwelt of krimpt. De aangevoerde klei werd in de vereiste dikte van 20 cm aangebracht. De ongebluste kalk, die in poedervorm en verpakt in zakken was aangevoerd, werd daarna met de hand gespreid. Het mengen geschiedde met behulp van een gewone landbouwfrees. Nadat de klei en de kalk in voldoende mate waren vermengd, werd de laag verdicht door haar met een vrachtwagen in te rijden. Opmerkelijk was de snelle consolidatie en de grote structuurverandering die de aanvankelijk vrij natte en slappe klei door de menging met kalk onderging. De bepaling van de benodigde hoeveelheid kalk alsook de uitvoering van het werk geschiedden in overleg met deskundigen van het Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie in West-Duitsland. De ervaringen met deze oprit gedurende de ongeveer zes weken waarin zware transporten over de bestrating zijn gereden zijn onverdeeld gunstig.

De constructie van tussenlagen

Bijna alle belopen in de werkhaven zijn op de waterlijn met blokken bezet. Deze zijn gedeeltelijk van beton, gedeeltelijk van koperslak vervaardigd. Het belangrijkste probleem

bij deze glooiingen is het maken van een goede overgang tussen de ondergrond en de blokken, zodat de ondergrond niet via de naden tussen de steen wordt uitgespoeld. Hiertoe is veelal een tussenlaag gewenst die een verplaatsing van de gronddeeltjes voorkomt. In het noorden des lands heeft men de beschikking over het materiaal kleischelpen, een mengsel van klei en kalk, dat in de evengenoemde tussenlaag kan worden verwerkt. Om een vergelijking mogelijk te maken met andere constructies werden in de werkhaven een aantal proefvakken aangelegd. Als glooiingsmaterialen werden toegepast:
betonblokken met afmetingen van 30 x 30 cm en 40 x 40 cm en met dikten van 10 en 15 cm;
koperslakblokken met afmetingen van 31 x 31 cm en dikten van 7 en 12 cm;
Ipro-keien, d.z. in elkaar hakende keien.
Wanneer de blokken in een halfsteensverband worden gelegd blijkt het percentage open oppervlak bij koperslakblokken in het algemeen hoger dan bij betonblokken in verband met de geringere maatvastheid van deze laatste.
Het leggen van betonblokken in een diagonaal verband voldoet niet. Wanneer de hiervoor noodzakelijke passtukken, die 'bisschopsmutsen' worden genoemd, langs de onderband van de glooiing sluitend zijn gelegd, blijken zij langs de bovenband na het aanbrengen van de blokken te ruim te liggen of te moeten worden bekapt. Een vrij groot percentage open oppervlak is hiervan het gevolg. Hoewel een glooiing van Ipro-keien in beginsel slechts smalle naden vertoont, kleeft aan deze constructie op niet geheel vlakke belopen en bij een niet zuiver rechte teenconstructie het bezwaar dat de keien boven in het beloop onmogelijk sluitend kunnen worden gelegd. Vrij kleine verzakkingen hebben grote verstoringen in de bekleding en zelfs scheuren van de keien tot gevolg.
Wat de tussenlagen betreft zijn de volgende constructies toegepast:
los gespreid riet ter dikte van ongeveer 1 cm;
stromatten ter dikte van ongeveer 1 cm;
stromatten met daarop een laag kleischelpen (kleigehalte ca. 10 %), ter dikte van 10 cm;
stromatten met daarop een laag grind (30–60 mm), ter dikte van 10 cm;
plastic folie;
geen tussenlaag; in dit geval liggen de blokken dus direct op het keileem.
Als toelichting kan worden medegedeeld dat het zetten van beton- of koperslakblokken en kleischelpen bijzonder gemakkelijk gaat. De zetters kunnen de laag schelpen tijdens het plaatsen van de blokken op eenvoudige wijze zodanig afwerken dat een vaste en vlakke ligging van de blokken wordt verkregen. Bij een onderlaag van grind bleek dit ten gevolge van de afmetingen daarvan minder eenvoudig. Een fijnere gradatie van het grind zal de moeilijkheden waarschijnlijk doen verminderen. In de grindlaag treedt een vrij sterke waterbeweging op. Dit blijkt uit het feit dat tijdens het passeren van een golfdal het water met kracht uit de naden tussen de blokken spuit. Bij blokken op andere onderlagen is dit verschijnsel tot nu toe niet waargenomen.
De toepassing van plastic folie als tussenlaag heeft naast de voordelen van de goede dichting en het snelle en eenvoudige zetten ook enige nadelen. Het grondbeloop moet nauwkeurig worden afgewerkt. Oneffenheden, die een onstabiele ligging van de blokken tot gevolg hebben, zijn na het aanbrengen van de folie moeilijk meer te egaliseren. Wanneer het grondlichaam veel water bevat kunnen door waterdruk tegen de folie opbollingen in het beloop ontstaan die alleen door de toepassing van blokken van groot gewicht zijn te voorkomen.
De proefnemingen hebben tot gevolg gehad dat voor de glooiingen in de werkhaven een constructie welke wordt uitgevoerd met een tussenlaag van stromatten, afgedekt met kleischelpen, de meest geschikte is gebleken.

A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Nu nog slechts twee pijlers tot N.A.P. + 10,50 m moeten worden afgebouwd zal dit onderdeel van het werk spoedig worden afgesloten.
Begonnen werd met de bouw van de ijspijlers, waarvan er inmiddels twee gereed zijn gekomen.
Goede voortgang wordt gemaakt met het maken van machinekamers ten behoeve van het bewegingsmechanisme van de schuiven op pijler 16 en het zuidelijk landhoofd.
De vervaardiging van de nablaliggers vindt in een regelmatig tempo plaats. Aan het einde van deze verslagperiode waren zes liggers gereed, terwijl alle nablamoten van de zevende ligger op de ondersteuningsconstructies zijn geplaatst.
De vleugel aan de zeezijde van het noordelijk landhoofd is vrijwel voltooid. Er is een aanvang gemaakt met het storten van beton voor de vloerplaten van de vleugel aan de rivierzijde.
Ook het betonwerk van het centrale bedieningsgebouw nadert zijn voltooiing nu de bekistingen hiervoor het hoogste punt hebben bereikt.
In deze periode werd 17 357 m³ beton gestort, waarvan 8615 m³ voor de nablaliggers.

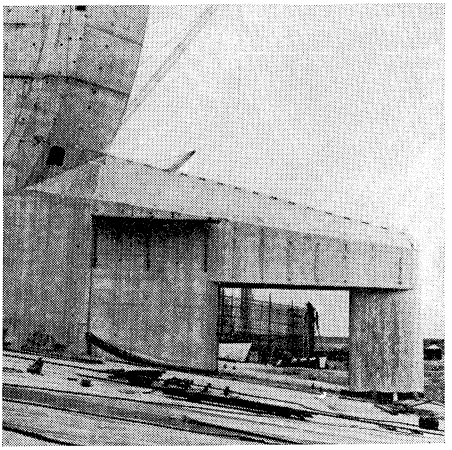
De aanleg van de binnenhaven nabij de schutsluis in het Haringvliet

Het cutteren en persen van specie uit de haven kwam in de verslagperiode voor ca. 80% gereed.
Het heien van de damwand voor loswal en beschoeiing en het aanbrengen van de verankering werden geheel voltooid.
Verder kwamen de drainage achter de damwand en de oeververdediging aan de westzijde van de haven gereed.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Het heiwerk onder het sluislichaam is gereedgekomen, zodat nu nog slechts de palen en de stalen damwand voor de toeleidingswerken aan zee- en rivierzijde geheid moeten worden. Er is in totaal aan betonpalen 20 011 m geheid.
Op verschillende plaatsen langs de reeds gestorte vloermoten werd een begin gemaakt met het aanvullen en ophogen met zand. Dit zand is afkomstig uit het ten zuiden van de bouwput gelegen zanddepot. Er werd tot nu toe in de aanvullingen ca. 28 000 m³ zand verwerkt.
In de afgelopen driemaandelijkse periode werd 12 450 m³ gewapend beton gestort. Alle vloermoten vanaf het buitenhoofd tot en met het binnenhoofd zijn voltooid.
Er werd een aanvang gemaakt met het opbouwen van de bekisting en wapening van de opgaande wanden van het buitenhoofd en de kolkwanden.
Van de zeven stel houten sluisdeuren die gemaakt moeten worden, zijn nu twee stellen voltooid, terwijl het derde stel zover gereed is dat het kon worden opgesloten.

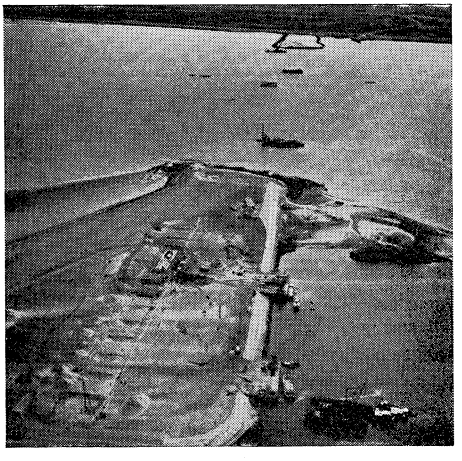
Een gereed gekomen ijspeiler



Over de caissons in de Grevelingendam wordt zand geperst. Stand van het werk d.d. 12-7-'62.



Het noordelijk einde van de dam over de plaat van Oude Tonge, op de voorgrond werkzaamheden voor de fundering van de kabelbaan.



De aanleg van het eerste gedeelte van de Grevelingendam

De werkzaamheden in deze verslagperiode betroffen in hoofdzaak het damvak ter plaatse van de zuidelijke stroomgeul tussen de Plaat van Oude Tonge en de Duivelandse oever. Op 12 mei werd deze geul gesloten. Elders in dit nummer is een artikel over deze sluiting opgenomen.

Enige dagen voor de plaatsing van de laatste sluitcaissons werd begonnen met het persen van zand ter weerszijden van de geplaatste caissonrij. Gedurende de eerste acht etmalen werd er dag en nacht gewerkt. Het zand werd in de dam gespoten door twee perszuigers.

Nadat het zand een hoogte van N.A.P. — 1 m had bereikt werd de houten damwand ter plaatse van de teen aangebracht, alsmede de teenkade van mijnsteen aan de westzijde, terwijl tegen de buitenzijde van de damwand kraagstukken werden gelegd. Aan de westzijde van de dam kwam deze teenconstructie geheel gereed. Het opspuiten van het zandlichaam zal naar verwachting eind juli gereed komen, waarna een begin kan worden gemaakt met het aanbrengen van de taludverdedigingen.

De aanleg van het tweede gedeelte van de Grevelingendam

Het baggeren van het cunet voor de aan te brengen grondverbetering kwam gereed; het

gebaggerde cunet werd tot ongeveer 1 m beneden N.A.P. met zand volgestort. Op de aldus verkregen grondverbetering werd op de plaats van de toekomstige teen een kade van mijnsteen aangebracht. De mijnsteen werd van de Staatsmijnen per spoor naar de zeehaven in Dordrecht vervoerd en daar overgeslagen in schepen die het materiaal naar het werk vervoerden. Na het aanbrengen van de mijnsteenkade, die tevens als perskade dienst deed, werd een begin gemaakt met het opspuiten van het damlichaam.

Tussen de damvakken resp. op de Plaat van Oude Tonge en op de vooroever van Flakkee bevinden zich twee stroomgeulen, die van elkaar zijn gescheiden door een beneden laag water gelegen zandplaat.

Waar het tracé van de Grevelingendam deze geulen en zandplaat kruist moet ten behoeve van de afsluiting een drempel worden aangelegd.

Het maken van deze drempel werd in april 1962 voor de som van f 4 535 000 gegund aan de aannemerscombinatie:

N.V. Dijksbouw te 's-Gravenhage;

N.V. Amsterdamsche Ballast Mij te Amsterdam;

S.A. Entreprises Ackermans en Van Haaren te Antwerpen;

Société Générale de Dragage te Antwerpen/Brussel;

N.V. Baggermij 'Holland' te Hardinxveld optredende als 'Combinatie Grevelingen'.

Er werd een aanvang gemaakt met het opklappen van zand ten behoeve van de drempel, voornamelijk in de diepe geul langs de Flakkeese zijde.

De zanddrempel zal worden verdedigd met verschillende typen bodembescherming.

In de geul langs de Plaat van Oude Tonge zal deze bescherming bestaan uit gietasfalt. Het aanbrengen geschiedt door de N.V. 'Bitumarin' met behulp van de asfaltinstallatie 'Dorus Heymans'. In de verslagperiode kwam ongeveer de helft van het werk gereed.

De geul aan de Flakkeese zijde wordt verdedigd met rijshouten zinkstukken. Ook hiervan kwam ongeveer de helft gereed.

Met de steenstorter worden de zinkstukken nagestort met zware stortsteen.

De zandplaat tussen de beide geulen wordt tussen vorengenoemde bodembeschermingen in verdedigd met polyetheenfolie, waarop 50 cm grof grind wordt aangebracht. In de verslagperiode werd hiervan nog slechts weinig gelegd; alleen op de plaats waar het middensteunpunt voor de kabelbaan zal komen werd een gedeelte van de bodem met grind en polyetheen afgedekt. Op 22 en 23 juli werden op de vlakgebaggerde grindlaag een viertal eenheidscaissons geplaatst die zullen dienen als fundering voor het eerder genoemde middensteunpunt.

De afsluiting van de twee noordelijke geulen van de Grevelingen zal geschieden met behulp van een kabelbaan. Een beschrijving van dit sluitingsprincipe en van de inrichting van deze kabelbaan is opgenomen in het Driemaandelijks Bericht nr. 18.

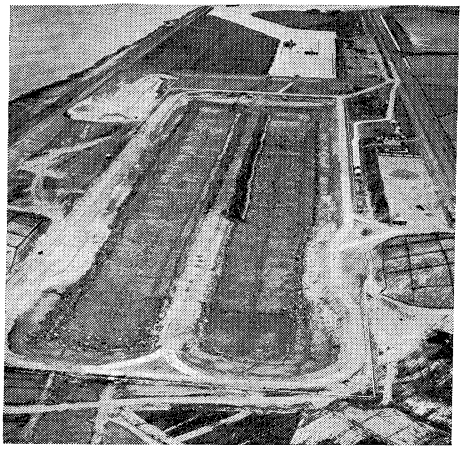
Het maken van de onderbouw (fundering en verankeringsblokken) voor deze kabelbaan werd in de maand april 1962 voor de som van f 682 150 opgedragen aan dezelfde aannemerscombinatie aan wie het maken van de drempels in de noordelijke geulen van de Grevelingen werd gegund.

In mei werd begonnen met de werkzaamheden voor het maken van het gedeelte van de onderbouw op het terrein aan de noordoostzijde van het damvak op de Plaat van Oude Tonge. Deze werkzaamheden bestaan in hoofdzaak uit het maken van funderingssloven en een verankeringsblok. Aangevoerd werden een heistelling, 132 palen van verschillende lengten en een betonmenginstallatie c.a.

Eind juni was ongeveer 70% van het aantal betonpalen geheid, terwijl tevens enkele fundaties waren gestort.

De bouw van de schutsluis in de Grevelingendam

Het betonwerk voor de sluis kwam, behoudens het afwerken van enkele kleine onderdelen gereed. Met de aansluitende glooiingen werd een begin gemaakt, terwijl de zinkstukken welke als stortebed moeten dienen, werden aangebracht. Het aanvullen van het sluisterrein en het op hoogte afwerken achter de kolkmuren vorderde regelmatig.





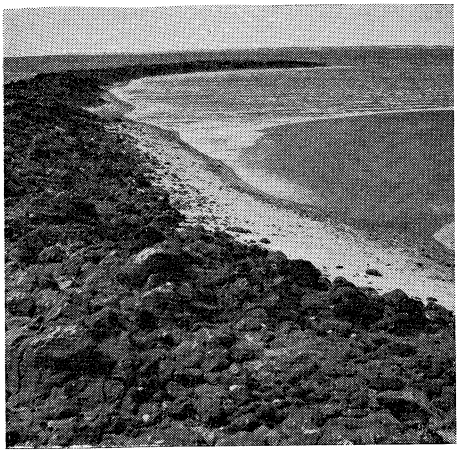
Van de benodigde vier paar deuren werden er twee aangevoerd. Deze werden op resp. 17 april en 15 mei ingehangen. Teneinde de sluis toch te kunnen gebruiken, werden de deuren zo geplaatst dat ze naar één kant (in het onderhavige geval naar het westen) keren. Op maandag 18 juni werd de sluis voor de scheepvaart opengesteld. Het bedienen van de deuren geschiedt voorlopig nog provisorisch, nl. door middel van elektrisch bewogen hulplieren.
Deze lieren zijn afkomstig van de doorlaatcaissons van het Veersche Gat waar ze voor de bediening van de schuiven zijn gebruikt.
Van het viaduct over de weg langs de binnenzijde van de Noorddijk nabij Bruinisse werd de onderbouw, bestaande uit sloven en pijlers gestort.
Het maken van meerstoelen en geleidesteigers in de toeleidingsgeulen naar de schutsluis werd in juni 1962 voor de som van f 392 000 gegund aan A. van der Straaten, Aannemersbedrijf N.V. te Hansweert.
Er werd een begin gemaakt met de voorbereidende werkzaamheden.

Op 8 mei 1962 werd het bouwen van een dubbele dienstwoning bij de schutsluis in de Grevelingendam voor de som van f 52 610 gegund aan J. den Herder te Bruinisse. De werken werden uitgezet en de raam- en deurkozijnen werden vervaardigd.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

De verbetering van de Zuideroeverdijk te Den Oever en van de Afsluitdijk

De verhoging van de Zuideroeverdijk te Den Oever met aansluitende dijkgedeelten en het maken van een beschoeiing van stalen damwand met bijkomende werken, waarvan een beschrijving is opgenomen in het Driemaandelijks Bericht nr. 14, kwamen eind 1961 nagenoeg gereed. Hoewel de weersomstandigheden over het algemeen niet gunstig waren, hadden de werkzaamheden een betrekkelijk goed verloop. Alleen ontstond enige vertraging als gevolg van de late aanvoer van de ankers voor de beschoeiing.
Voor het vervaardigen van houten puntdeuren in de coupure werd een onderhandse overeenkomst gesloten met de firma W. L. Zeelen te Harlingen voor een bedrag van f 14 725.
Ook aan de Afsluitdijk moeten ingevolge de bepalingen van de Deltawet voorzieningen worden getroffen. Welke verbeteringen dit zullen zijn is nog in onderzoek. Vooruitlopend op het definitieve aanpassingsplan werd reeds een aanvang gemaakt met de verbetering van de glooiing op het buitentalud van de dijkvakken tussen km 17 900—km 18 900 en km 28 949—km 29 500.
De Belgische bloksteen in het onderste ge-



De bouwput voor de schutsluizen in het Volkerak is drooggepompt.

Pijlers voor de brug over het Haringvliet in aanbouw.

Keileemkade langs de westelijke rand van het werkeiland in de Lauwerszee. Op de achtergrond het eiland Schiermonnikoog.

deelte van de glooiing wordt op die plaatsen vervangen door basaltzuilen, terwijl de beschikbaar komende bloksteen in een bovenwaartse uitbreiding van de bekleding verwerkt wordt. De aanbesteding van dit werk heeft plaats gevonden op 1 november 1961. De laagste inschrijfster was de firma P. Klein en Zn. te Wieringen voor een bedrag van f 618 000, aan wie het werk werd gegund. Eind februari 1962 werd met de werkzaamheden begonnen; zij zijn thans ongeveer voor de helft gereed.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Eind 1961 is de werkhaven bij Oostmahorn voor het grootste gedeelte gereed gekomen. De haventerreinen worden gebruikt voor de opslag van stortsteen en van bekledingsmaterialen ten behoeve van het werkeiland in de Lauwerszee. Voor het lossen en opslaan van de stortsteen is de haven voorzien van een tweetal pieren, gemaakt van stortsteen en afgedekt met een kap van ingereden mijnsteen, waarover het verkeer met vrachtauto's plaatsvindt. Na het gereedkomen van de werken zullen de pieren worden opgeruimd; het ter beschikking komende materiaal kan dan worden gebruikt bij de afwerking van de afsluitdijk.

De noordelijke havendam, bestaande uit zware stortsteen met een buitenbeloop onder een helling van 1 : 3, beantwoordt aan de verwachtingen. Verplaatsing van stenen is niet voorgekomen, ook niet tijdens de stormvloed van 16/17 februari 1962. Daar de zelfregistrerende peilschaal te Oostmahorn ten tijde van deze storm defect was, is ter bepaling van het hoogste peil gedurende de storm het vloedmerk in de werkhaven waar weinig of geen golfslag voorkomt, gewaterspat. Dit vloedmerk lag gemiddeld op N.A.P. + 3,70 m.
Eind april 1962 werd een aanvang gemaakt met de aanleg van een werkeiland in de Lauwerszee. Begin juni was een keileemdam van ongeveer 600 m lengte gestort en aan de buitenzijde over een deel beschermd door kraagstukken.

A. Deltadienst Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
500 DED	20 november 1961	Overeenkomst tot wijziging van nr. 340 DED, bouw van een bemalingsgebouw met onderbouw van gewapend beton en een gewapend betonnen uitstroomkelder, alsmede het maken van grondwerken etc., één en ander gelegen in de zeedijk langs de Zandkreek in het waterschap Noord-Beveland
501 DED	11 december 1961	Verrichten van temperatuurwaarnemingen te Hellevoetsluis
502 DED	11 december 1961	Verrichten van temperatuurwaarnemingen te Moerdijk
503 DED	11 december 1961	Maken van het eerste gedeelte van de binnenhaven nabij de bouwput van de schutsluis in de gemeente Stellendam
504 DED	21 december 1961	Verrichten van onderhoudswerkzaamheden aan het Delta/Decca zendercomplex en bijbehorende navigatie-apparatuur
505 DED	8 januari 1962	Leveren, plaatsen en aansluiten van een houten kantoorgebouw t.b.v. de Waterloopkundige afdeling te Hellevoetsluis
506 DED	8 januari 1962	Leveren en monteren van een kabelbaan voor de sluiting van de Grevelingen
507 DED	12 januari 1962	Verrichten van onderhouds- en verbouwingswerkzaamheden aan het Rijksvaartuig 'Hawk'
DED 508	12 januari 1962	Maken van een dijkvak voor de Grevelingendam met daarbijbehorende grondverbetering op het voorland van Overflakkee, met bijkomende werken, onder de gemeente Nieuwe Tonge
DED 509	8 februari 1962	Onderhouden van beplantingen en het grasgewas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen behorende tot de directie Deltawerken Noord te Hellevoetsluis, gedurende het jaar 1962
DED 511	30 maart 1962	Leveren van betonblokken en betonbanden voor de Grevelingendam
DED 512	8 februari 1962	Samenstellen van polyetheen zinkstukken met bijlevering van enig materiaal
DED 516	14 februari 1962	Leveren van zink en stortsteen t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
DED 517	24 februari 1962	Vergoeding voor bedrijfsschade als gevolg van het maken van een bouwput voor doorlaatcaissons nabij Veere.
DED 518	24 februari 1962	Vergoeding voor bedrijfsschade als gevolg van het maken van een bouwput voor doorlaatcaissons nabij Veere
DED 519	23 februari 1962	Vergoeding voor bedrijfsschade als gevolg van het maken van een bouwput voor doorlaatcaissons nabij Veere
DED 520	15 februari 1962	Aansluiten van de schutsluis te Bruinisse op het hoogspanningsnet van Schouwen-Duiveland
DED 522	19 februari 1962	Aanbrengen rijsbeslag met vlechttuinen en een bestorting van lichte steen op de oever van de geul langs de buitenpolder Maltha in de gemeente Willemstad
DED 523	20 februari 1962	Leveren van een anker, een ankerketting en het verrichten van onderhoudswerkzaamheden aan het Rijksvaartuig 'Christiaan Brunings'
DED 524	22 februari 1962	Maken en leveren van twee uit stalen pijp samengestelde meetstellingen
DED 526	10 mei 1962	Leveren van polyetheen t.b.v. het maken van een afsluitdam in de Grevelingen
DED 527	10 mei 1962	Leveren van polyetheen t.b.v. het maken van een afsluitdam in de Grevelingen
DED 528	10 mei 1962	Leveren van draadgaas t.b.v. het maken van een afsluitdam in de Grevelingen
2852 BR	15 december 1961	Vervaardigen en leveren van roestvrij stalen verzonken bouten en moeren voor houten deuren t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
2853 BR	15 december 1961	Vervaardigen en leveren van stalen schuiven, schuifgeleidingen en deurbeslag c.a. voor houten deuren t.b.v. schutsluis Haringvliet
2865 BR	5 januari 1962	Leveren en aanbrengen van draadeinden in, het opzuiveren van draadgaten in en het conserveren van stelplaten t.b.v. de nablaliggers voor de spuisluis Haringvliet

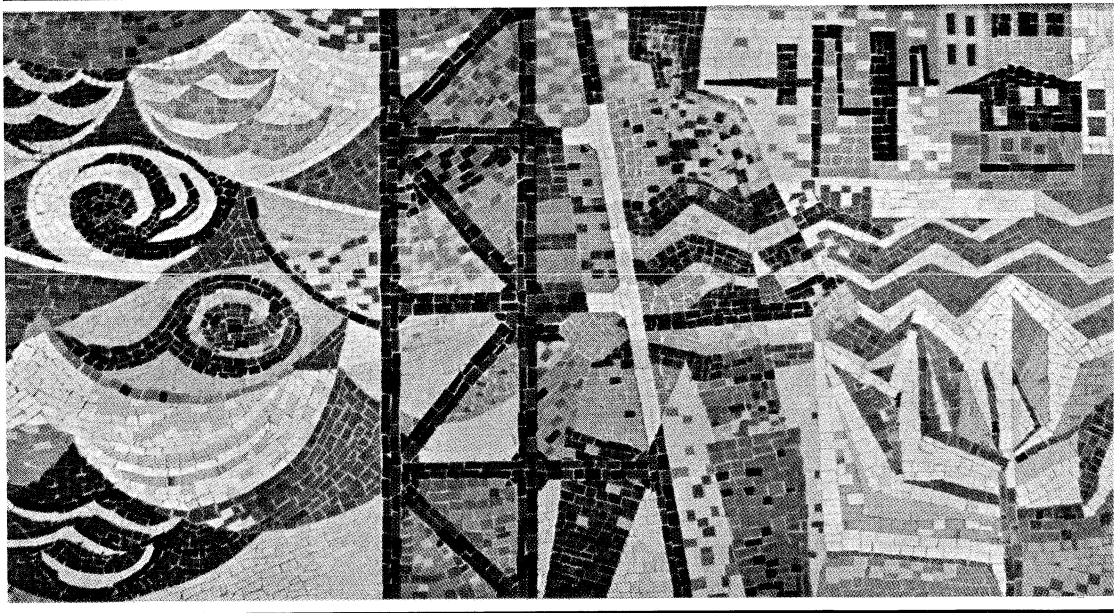
Aannemingssom	Aannemer
—	F. Verstelle te Philippine
f 624,— per jaar	Mevr. E. Groeneveld-Schriever te Hellevoetsluis
f 540,80 per jaar	Mevr. A. Groeneveld-Vos te Moerdijk
f 1 160 000,—	Holl. Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. te 's-Gravenhage N.V. Baggermij Bos en Kalis te Sliedrecht D. Blankevoort en Zn N.V. te Bloemendaal Overseas Decloedt et Fils S.A. te Brussel optredende als 'Deltacombinatie' te 's-Gravenhage
f 41 500,— per jaar	Internationale Navigatie Apparaten N.V. te Rotterdam
f 23 600,—	Houtbouwonderneming H.A.H.B.O. te Hardinxveld
N.F. 5 857 500,—	Etablissements Neyrpic te Grenoble Frankrijk
f 8 049,74	Gebr. Osterholt N.V. te Schiedam
f 2 593 900,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad'
f 14 250,—	S.L. Kranenburg te Oudenhoorn
eenheidsprijzen	Pit Beton N.V. te Middelburg
f 17 528,—	Aannemerscombinatie „Zinkwerken" te Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. Handelmij Arn. Maassen te Maastricht
f 1 213,78	A.P. de Visser te Vrouwenpolder
f 1 006,10	J. Langebeeke te Serooskerke
f 704,50	W. van Sparrentak te Serooskerke
f 3 500,—	P.Z.E.M. te Middelburg
f 6 950,—	P.C. Klein te Willemstad
f 6 709,55	Scheepswerf- en Machinefabriek v/h H. J. Koopman N.V. te Dordrecht
f 38 300,—	Constructiebedrijf 'Walcheria' te Vlissingen
f 20 423,34	Boekelo Plastics N.V. te Boekelo
f 21 384,—	Drake Plastics N.V. te Amsterdam
f 34 126,40	G.A.A. v.d. Wall & Co. N.V. te Arnhem
f 8 300,—	N.V. Intermetaal te Rotterdam
f 58 850,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
verrekenprijzen	N.V. Nestum te Hellevoetsluis

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
2868 BR	7 februari 1962	Vervaardigen en leveren van bouten en moeren c.a. t.b.v. *a.* Basculebrug Brienenoord *b.* Ophaalbrug Grevelingendam *c.* Basculebrug Grouw
2891 BR	16 februari 1962	Vervaardigen en leveren van 68 gieken c.a. t.b.v. de bewegingswerken voor de segmentschuiven van de spuisluis in het Haringvliet
2892 BR	16 februari 1962	Vervaardigen en leveren van 68 trekstangen c.a. giek/segmentschuif en 68 trekstangen c.a. giek/hydraulisch bewegingswerk t.b.v. de bewegingswerken voor de segmentschuiven van de spuisluis in het Haringvliet
BR 2911	25 mei 1962	Vervaardigen en leveren van leuningen c.a. voor de houten deuren t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
2943 BR	27 maart 1962	Vervaardigen en leveren van ijzerwerk, luchtroosters, trap en leuningen, c.a. t.b.v. de landhoofden en pijlers van de spuisluis in het Haringvliet
2944 BR	27 maart 1962	Vervaardigen en leveren van klein ijzerwerk, leuningen, kabelkokers, enz. t.b.v. de schutsluis Bruinisse (afsluiting Grevelingen)
2945 BR	6 april 1962	Vervaardigen en leveren van luiken en omrandingen in pijlers en landhoofden. t.b.v. de spuisluis in het Haringvleiet
2951 BR	13 april 1962	Vervaardigen en leveren van nodulair gietijzeren onderdelen t.b.v. *a.* Marinehaven te Den Helder *b.* Spuisluis in het Haringvliet
2953 BR	3 april 1962	Vervaardigen en leveren van Inoxyda onderdelen voor houten deuren t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
2954 BR	3 april 1962	Vervaardigen en leveren van verticale en horizontale aanslagen met stelconstructie c.a. voor houten deuren t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
2957 BR	29 mei 1962	Vervaardigen en leveren van ca 198 ton werkplaatsklinknagels enz. t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR 2966	13 april 1962	Vervaardigen en leveren van stalen onderdelen van beschoeiing en loswal (inclusief stomplassen) t.b.v. de afsluiting van het Haringvliet (eerste gedeelte binnenhaven) Plaat van Scheelhoek
BR 2975	13 april 1962	Vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen t.b.v. de deurbeweging van de schutsluis in de Grevelingendam
BR 2985	15 mei 1962	Vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen t.b.v. de deurbeweging in de schutsluis in het Haringvliet
BR 2998	15 mei 1962	Leveren van lagers c.a. t.b.v. de ophaalbrug over de schutsluis in de Grevelingendam
262 SS	18 augustus 1961	Wijziging van overeenkomst nr. 216 SS voor het maken en leveren van rubber oplegblokken, gepantserd met staalplaten voor de spuisluis in het Haringvliet
267 SS	15 februari 1962	Wijziging en aanvulling van overeenkomst nr. 193 SS dd. 2 augustus 1958, voor het maken van een spuisluis in de bouwput in het Haringvliet
288 SS	19 april 1962	Verbouwen van 90 onderwaterpompen, merk 'Sumo', type 2E 101/111
497*a* D	14 februari 1962	Wijziging van overeenkomst nr. 497 D, dd. 5 september 1961, voor het leveren van stortsteen t.b.v. de Lauwerszeewerken
501 D	9 april 1962	Leveren van koperslakken t.b.v. het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 503	19 maart 1962	Vernieuwen van drijvers onder de boorbak 'Jan Thomas'
LAW 504	17 mei 1962	Leveren van betonnen glooiingblokken (diaboolzuilen) en bijbehorende betonnen banden t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 507	12 mei 1962	Uit elkaar nemen en gedeeltelijk op de wal opslaan van een zijaanleginrichting c.a. in de handelshaven van Breskens t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 508	11 mei 1962	Vervoeren, revideren en conserveren van de bij de zijaanleginrichting in de handelshaven te Breskens behorende ponton t.b.v. de Lauwerszeewerken

Aannemingssom	Aannemer
f 1 533,53	N.V. Fabrieken van Klinknagels en Schroefbouten P. v. Thiel en Zonen te Beek en Donk
f 2 334 650,—	Nederlandsche Dok en Scheepsbouw Maatschappij te Amsterdam
f 2 396 900,—	Nederlandsche Dok en Scheepsbouw Maatschappij te Amsterdam
f 7 680,—	Smederij-Metaalconstructiebedrijf P. de Klerk en Zn C.V. te Klundert
f 14 875,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
f 8 940,—	Van Riet Staalbouw- en Montagebedrijf N.V. te Geleen
f 19 390,—	Kooyman's Constructie N.V. te Sliedrecht
f 29 533,—	Ubbink Gieterij N.V. te Doesburg
f 141 633,20	Edelstaal Maatschappij N.V. te Amsterdam
f 56 500,—	Spoorijzer N.V. te Delft
verrekenprijzen	N.V. Fabrieken van Klinknagels en Schroefbouten P. van Thiel en Zonen te Beek en Donk
f 70 700,—	Havenbedrijf 'Vlaardingen Oost' N.V. te Vlaardingen
f 7 300,—	Kooyman's Constructie N.V. te Sliedrecht
f 10 520,—	M. Delnoz. Constructiewerkplaats N.V. te Maastricht
f 9 553,18	N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers S.K.F. te Veenendaal
—	N.V. Rubberfabriek Vredestein te Loosduinen
nieuwe aann.som: f 111 418 500,—	N.V. Nederlandse Sluis- en Tunnelbouw Maatschappij te Amsterdam
f 42 750,—	N.V. Technisch Bureau G. Mélotte te Maastricht
eenheidsprijzen	Fa. de Smidt en Weijnen te Terneuzen
eenheidsprijzen	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage
f 17 630,—	Scheepswerf en Machinefabriek 'Welgelegen' te Harlingen
eenheidsprijzen	Handel-, Industrie- en Scheepvaartmaatschappij N.V. 'De Hoop' te Terneuzen
f 13 800,—	N.V. Van Splunder's Aanneming Mij te Ridderkerk
f 9 200,—	N.V. Scheepsbouw Mij te Hansweert

Foto's

Aerocamera: 5-7-9-28
35-36-42
48-50
Articapress: 32
H. de Vries, Leeuwarden 44-51
G. de Klerk: 48
Dienst van 's Rijks Verspreide
Kunstvoorwerpen: 2-31



Ontwerp P. van Koppen

Mozaïek, geschenk van het gezamenlijke personeel van de Deltadienst aan prof. Jansen

Prof. ir. P. Ph. Jansen verlaat de Deltadienst



Het zal de lezers van het Driemaandelijks Bericht bekend zijn dat het Hoofd van de Deltadienst, prof. Jansen, met ingang van 1 november jl. deze betrekking heeft neergelegd. De redactie heeft mij verzocht hieraan in dit tijdschrift een woord te wijden, iets waaraan ik zeer gaarne wil voldoen.

Prof. Jansen heeft de Deltadienst gedurende zes jaar en van de aanvang af geleid en hij heeft dit op hoogst bekwame wijze gedaan. De taak om de Deltawerken, zoals men dit wel noemt, 'van de grond te helpen' was geen geringe. Het na de ramp van 1953 alom bestaande verlangen de veiligheid van de lage delen van ons land zo spoedig mogelijk aanzienlijk te verhogen, moest er toe leiden met de uitvoering der daarvoor nodige werken op zeer korte termijn te beginnen. Deze termijn was zelfs zo kort dat veel studiewerk, dat eigenlijk aan het begin van de uitvoering vooraf had moeten gaan, gelijk op met de uitvoering diende te geschieden. Dat dit aan prof. Jansen en de door hem geïnspireerde dienst is gelukt, is een prestatie, die juist omdat het geen in het oog lopende zaak is, wel eens duidelijk in het licht mag worden gesteld.

Voor de lezers van de Driemaandelijkse Berichten behoef ik wel niet verder over de Deltawerken uit te weiden. Zij zullen zich uit de vele artikelen met hunne illustraties, en wellicht uit bezoeken aan de werken, zelf een voorstelling hebben kunnen maken van wat het betekent aan het hoofd te staan van het dienst die dit alles tot stand brengt. Toch zal het slechts aan de nauwer bij deze werken betrokkenen duidelijk kunnen zijn, voor welke moeilijke problematiek en grote verantwoordelijkheden het Hoofd van de Deltadienst zich geplaatst weet. Prof. Jansen heeft in deze functie voortreffelijk werk verricht.

Wat ik de lezers zeker niet onthouden mag is, dat prof. Jansen persoonlijk steeds grote aandacht aan de samenstelling van de Driemaandelijkse Berichten wijdde, omdat hij met deze uitgave een zo breed mogelijke belangstelling voor de werken, die hij allereerst als een nationale krachtsinspanning zag, wilde trekken en daarmede dus in zekere zin een verantwoording in het openbaar wilde afleggen.

Aan prof. Jansen moge worden toegewenst dat hij, minder met werk belast dan tot nu toe, zich nog vele jaren zal kunnen blijven wijden aan de waterbouwkunde, waarvan hij – getuige mede de vele malen dat het buitenland een beroep op hem heeft gedaan – één onzer meest vooraanstaande beoefenaars is.

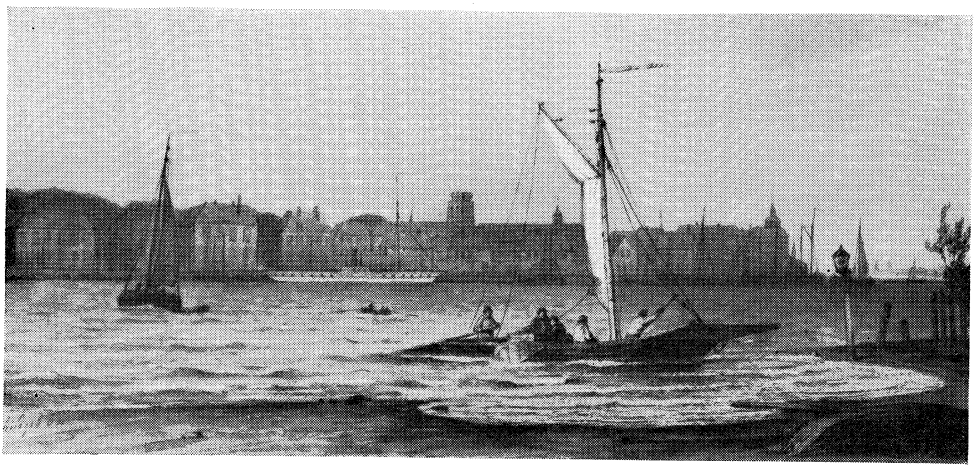
De Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat,
ir. J. van der Kerk

Verbindingen te water en te land in het Deltagebied tot de Tweede Wereldoorlog

In vroegere eeuwen werd een geïsoleerde ligging in het algemeen veel minder als een ernstig bezwaar ondervonden dan thans. De meeste streken waren nagenoeg zelfverzorgend en vervoer van goederen en mensen was gering. Wanneer men de overzeese handel buiten beschouwing laat was er, tot iets meer dan een eeuw geleden, dan ook vrij weinig behoefte aan verkeer en vervoer. De verbindingswegen tussen de verschillende steden en dorpen waren veelal slecht. Dit geldt voor Nederland in het algemeen en ook voor het Deltagebied. Daar de grond in dit gebied overwegend uit klei bestaat, waren de verkeersmoeilijkheden hier veelal zelfs bijzonder groot. De wegen bevonden zich zoveel mogelijk ofwel op de kruinen der dijken of op de stroken zavelgrond die men hier en daar aantreft. Het wegpatroon toont dientengevolge ook nu nog zeer veel bochten en hoeken.
De vele eilanden van het Deltagebied boden daarentegen ook een mogelijkheid zich op betrekkelijk gemakkelijke wijze te verplaatsen: onderling zowel als met het vasteland werden deze eilanden door beurt- en overzetveren verbonden. Bovendien dienden ook de watergangen en smalle kanalen op de eilanden het verkeer en vervoer.

Eerste wegverbeteringen

Grote delen van het Deltagebied kenden reeds in de late Middeleeuwen een belangrijke welvaart, wat de behoefte aan betere verbindingenn tussen de steden en dorpen sterk stimuleerde. De eerste stap tot verbetering was in vele gevallen de bezanding van kleiwegen. Doch al spoedig werden ook de eerste bestrate wegen buiten de steden aangelegd. Dit geschiedde vooral op Walcheren met zijn drie welvarende steden. Volgens onderzoekingen van C. de Waard was de weg van Middelburg over West-Souburg naar Vlissingen de eerste die daar werd bestraat. In 1466 wordt de schenking vermeld van een jaarlijkse rente 'om die straten daermede te doen houden van den huse van Westersoubburg tot Middelburg toe'. De bestrating van het gedeelte van Middelburg naar Vlissingen wordt voor het eerst genoemd in 1515.
Een andere Walcherense weg welke zeer vroeg verbeterd werd was die van Middelburg over Brigdamme en Serooskerke naar Domburg. Het eerste deel van die weg werd reeds in 1610–1612, het tweede (van Brigdamme naar Serooskerke) in gedeelten tussen 1645–1665 bestraat.
In 1669 werd tussen Middelburg en Veere gemaakt 'een ruyme gecalsyde en daernevens een gesande rywech, mitsgaders een geklinckerde voetpat, ter plaatse daer de jegen-



Papendrechtse veer, 1865

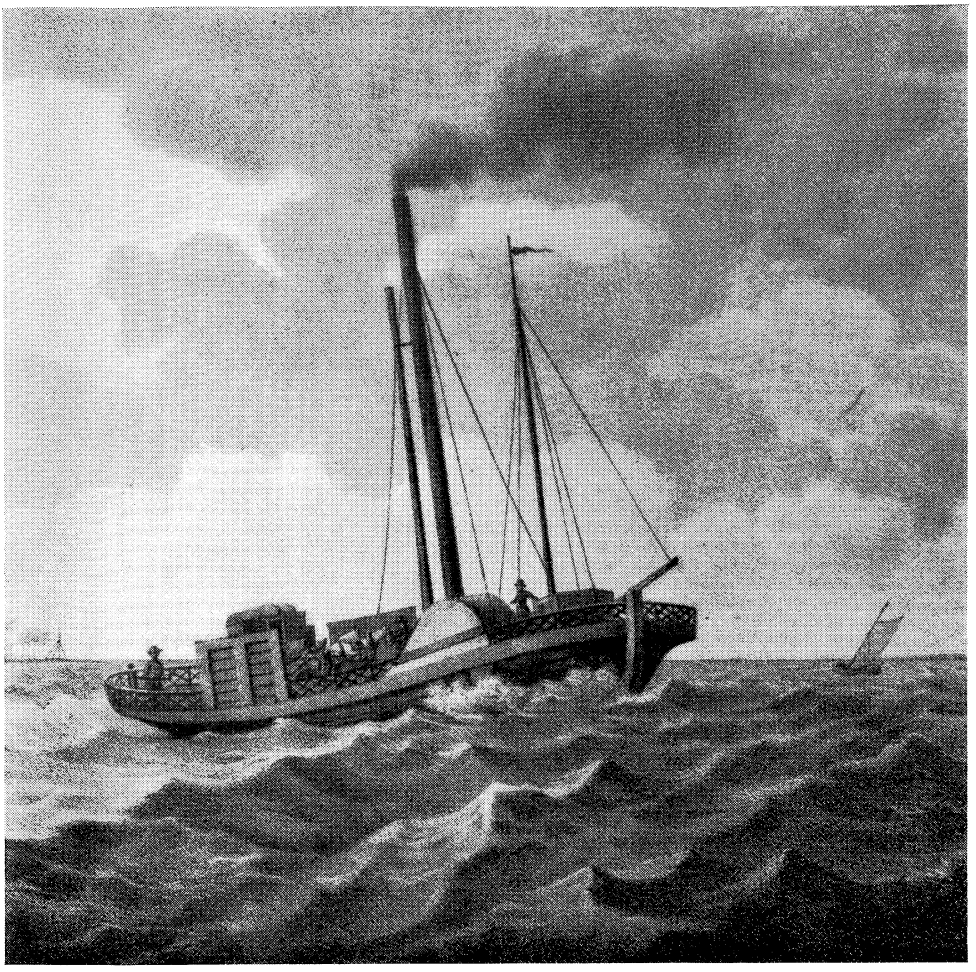
woordige gaenpat is loopende'. Een klein deel van deze weg (van Veere tot Zanddijk) was reeds vóór het einde der 16de eeuw bestraat.
Ook elders in het Deltagebied werden reeds vroeg verharde wegen tussen steden en dorpen aangelegd. Zo werd in 1650 de weg Goes–Kapelle met klinkers bestraat en spoedig daarop volgden de wegen Tholen–Poortvliet en Zierikzee–Nieuwerkerk. De verharding van andere wegen voltrok zich in een langzaam tempo. Eerst dank zij het door Napoleon genomen initiatief en de grote stuwkracht die koning Willem I ook achter deze werkzaamheden zette werd in de 19de eeuw opnieuw een groot aantal wegen verhard.
Zodoende kende men in het Deltagebied een eeuw geleden de volgende verharde verbindingswegen met bijbehorende veren:
veer van Maassluis naar Rozenburg, grindweg over dit eiland, veer naar Brielle, straatweg tussen deze vesting en de vesting Hellevoetsluis, veer naar Dirksland, beschulpte weg naar Herkingse Veer. Vandaar veer naar Brouwershaven, straatweg naar Zierikzee, of veer naar Bruinisse, straatweg over Zijpe naar Zierikzee;
veer van Rotterdam naar Katendrecht, straatweg over Rijsoord naar Zwijndrecht, veer naar Dordrecht, straatweg over dit eiland naar Willemsdorp, veer naar Moerdijk, straatweg naar Breda;
straatweg van Willemstad over Klundert naar Zevenbergen en verder;
straatweg van Vlissingen over Middelburg, Sloeveer, Goes, Yersekendam, veer naar Gorishoek, Tholen, veer over de Eendracht, straatweg naar Bergen-op-Zoom of naar Prinsenhage–Breda.
Verder was Walcheren reeds gedeeltelijk van een net van straatwegen voorzien, sloten een aantal zijwegen aan op de grote weg door Zuid-Beveland en trof men op de Zuidhollandse eilanden en in de noordwesthoek van Noord-Brabant een aantal schulp- en grindwegen aan. In de meeste streken kwamen ook bezande wegen voor, wat in vergelijking met kleiwegen al een grote vooruitgang betekende.
Over de verharde wegen werden geregelde wagendiensten onderhouden, hetzij alleen voor reizigers en hun bagage, hetzij mede voor goederen of ook alleen daarvoor. Wagendiensten die tevens regelmatig post vervoerden werden als postdiensten aangeduid.

Overzet- en beurtveren

Tussen de eilanden bestonden ook op andere plaatsen dan de hierboven aangeduide veerdiensten. Zoals ieder jaar in het Provinciaal Verslag van Zeeland werd opgemerkt: 'Tot de overvaarten worden steeds stoom-, zeil- en roeivaartuigen gebezigd wier toestand jaarlijks door de daartoe door ons benoemde keurmeesters wordt onderzocht'. Hetzelfde gold in de andere provincies. Het type van veerschip dat gebruikt werd was wel zeer ongelijk. Reeds in 1821 werd een stoombootveer tussen Willemsdorp en Moerdijk ingesteld, tot 1888 werd de vaart tussen Rozenburg en Maassluis nog met een zeilscheepje ('hengst'), een roeiboot en een schietschouw verzorgd, tussen Brielle en Rozenburg voer zelfs tot 1916 alleen een roeiboot.
Behalve de overzetveren kende men in het Deltagebied ook de beurtvaart evenals nog andere, vrijere vormen van verkeer en vervoer. Het gehele systeem van vervoer bevond zich in een overgangsperiode, die ook wettelijk tot wrijvingen aanleiding gaf. De overzetveren berustten veelal op heerlijke rechten die ook na de tijd van de Republiek der Verenigde Nederlanden waren gehandhaafd (en ten dele zelfs thans nog gelden). De beurtvaart was voor het gehele land geregeld bij Koninklijke Besluiten van 1818, die aanpasten bij regelingen uit de tijd der Republiek. De vaart, toen nog met zeilschepen (en op smalle kanalen met trekschuiten) onderhouden, was in sterke mate van de weersomstandigheden afhankelijk en daardoor riskant. Als compensatie werd daarom aan een beurtschipper tussen twee of meer plaatsen een monopolie toegekend, wat weer meebracht dat de overheden der betrokken plaatsen de reglementen vaststelden, op welker naleving door de magistraten aangewezen commissarissen toezicht hielden, terwijl vrachtprijzen, dagen en uren van vertrek onderworpen waren aan goedkeuring door de belanghebbende Kamer of Kamers van Koophandel.

Stoombootdiensten

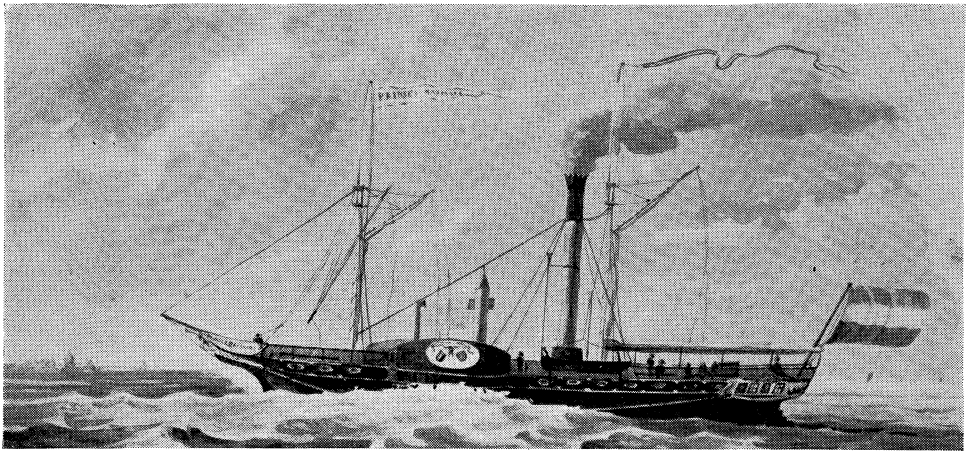
Deze voorschriften werden reeds in 1818 als remmend ondervonden en daarom werd aan ten hoogste drie, zich voor dit doel verenigende personen toegestaan buiten de veerdiensten om hun eigen goederen van de ene naar de andere plaats te vervrachten. Dit was het begin van het eigen vervoer. Dit begrip werd veelal zeer ruim uitgelegd en mede daardoor kon de stoomvaart zich sterk uitbreiden.
De wetgeving paste zich daarbij aan met wetten van 1841 en 1846. Na verkregen concessie mochten stoombootdiensten worden ingesteld die veel vrijer waren dan de beurtdiensten. Zij stonden niet onder gemeentelijke controle, mochten een aantal plaatsen tussen hun begin- en eindpunt aandoen voor het lossen en laden van goederen en het opnemen en afzetten van passagiers en hadden geen monopolistisch recht tot vervoer tussen deze plaatsen. Dit laatste had vaak scherpe concurrentie tot gevolg, wat tot lagere prijzen dan in de beurtvaart en ook tot betere diensten leidde.
Dat de stoomvaart reeds vroeg betekenis kreeg blijkt, behalve uit de reeds vermelde veerverbinding Willemsdorp–Moerdijk, o.a. ook uit het feit dat reeds in 1817 een eerste geregelde verbinding per stoomboot tussen Rotterdam en Antwerpen tot stand kwam. Vooral na 1841 werden steeds meer concessies tot instelling van stoombootdiensten verleend, waartegenover aan vele houders van beurtdiensten toestemming werd gegeven hun diensten te staken.
Het gevolg was dan ook dat de aanwezigheid van een monopoliehoudende beurtvaartdienst tussen bepaalde plaatsen door de gebruikers veelal als een nadeel werd ondervonden. Ter illustratie volgt hier een opmerking uit het Provinciaal Verslag van Zuid-



Rijksveer Willemsdorp, 1825

De 'Prinses Marianne', een van de stoomboten die de verbinding onderhielden tussen Middelburg en Rotterdam, 2de kwart 19de eeuw

Holland van 1860: 'In het algemeen wordt het verlangen tot opheffing der Markt- en Beurtveren meer en meer levendig, meer in het bijzonder echter met het oog op de daaraan verbonden beperking der vrije vaart tussen de gemeenten in welke een gemeenschappelijk beurt- of marktveer bestaat'.
Het zou echter tot 1889 duren eer de monopolies van de beurtvaart werden opgeheven. Door de nieuwe wetgeving van dat jaar heeft de beurtvaart het karakter gekregen dat zij thans nog bezit: geregeld vervoer vnl. van stukgoed over vaste routes door bepaalde, meestal kleine schepen. Overigens heeft de thans nog bestaande beurtvaart zich voor een groot deel juist ontwikkeld uit de stoombootdiensten die in die tijd de verbindingen onderhielden. De oude beurtvaartdiensten daarentegen zijn in vele gevallen zonder een spoor na te laten verdwenen.
In de provinciale verslagen van verschillende provincies wordt in 1880 – in verband met een verzoek van het Ministerie van Oorlog om op de hoogte te worden gehouden van de voor eventuele troepentransporten beschikbare stoomvaartuigen – een overzicht gegeven van de op dat moment bestaande stoombootdiensten en de daarvoor gebruikte vaartuigen. Vooral de positie van Rotterdam komt daarbij, wat het Deltagebied betreft, duidelijk naar voren. Alle enigermate belangrijke havens der Zuidhollandse eilanden onderhielden stoombootverbindingen met andere havens en in de eerste plaats met Rotterdam. Uit het Provinciaal Verslag van Zeeland over hetzelfde jaar blijkt dat ook het verkeer tussen de Zeeuwse eilanden door een vrij dicht net van stoombootdiensten werd verzorgd. De tevoren reeds vermelde wagendiensten reden veelal in aansluiting op de bootdiensten. De eisen die in de nieuwe wetgeving werden gesteld betroffen alleen de veiligheid van het vervoer, met inbegrip van de verplichting overal waar havens en aanlegsteigers waren van deze gebruik te maken en dus slechts als uitzondering op stroom passagiers of goederen op te nemen of af te zetten.
Het isolement waarin de verschillende delen van het Deltagebied verkeerden was dus een eeuw geleden reeds belangrijk minder sterk geworden. Voor de toenmalige omstandigheden was het ernstigste bezwaar het ontbreken van vaste verbindingen over de brede wateren. Dit werd natuurlijk het meest gevoeld, wanneer de verbindingen per boot door de weersomstandigheden waren onderbroken, wat het gevolg kon zijn zowel van storm als van mist of van ijs. Over de strenge winter van begin 1855 staat uitvoerig te lezen in



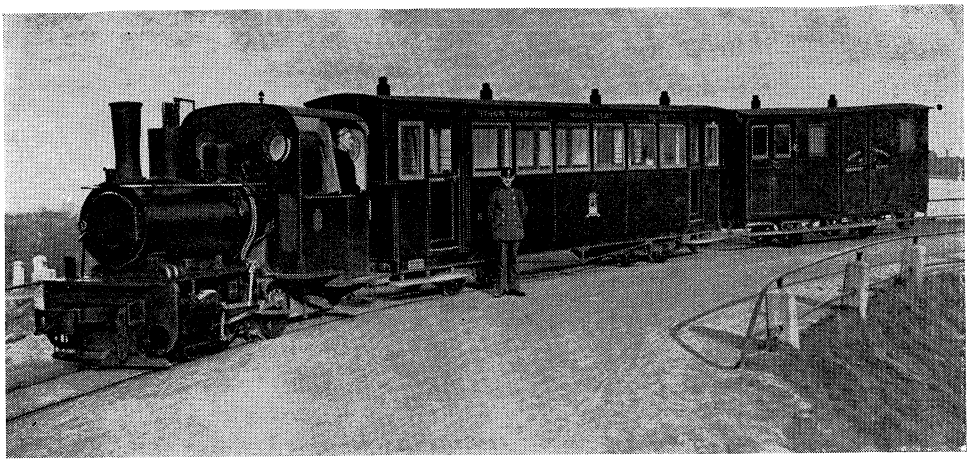
het Provinciaal Verslag van Zeeland over dat jaar: 'Het Sloe, waarvan de overvaart sedert het einde van Januarij door zwaren ijsgang zeer was bemoeijelijkt, werd den 16en Februarij op de hoogte der Sloedammen te voet gepasseerd, hetwelk voortduurde tot den 27en dier maand. Den 24en reed men zelfs met eene, met paarden bespannen slede van Zuid-Beveland naar Walcheren ... De rivier de Eendragt geraakte reeds den 12en Februarij met eene ijskort overdekt en bleef in dien toestand tot den 28en dier maand, gedurende welken ook hier voorbeeldeloos langen tijd het ijs door personen en goederen werd gepasseerd'.

Aanleg van spoorwegen en spoorbruggen

Ook elders in Nederland vormden de rivieren vaak ernstige hinderpalen. Vaste oeververbindingen over grote wateren zijn eerst in betrekkelijk recente tijd tot stand gekomen. Vóór met de aanleg van spoorwegen werd aangevangen, waren er – uitgezonderd de stenen brug over de Maas te Maastricht en de houten brug over de Geldersche IJssel bij Kampen – slechts enkele schipbruggen over de hoofdrivieren, maar geen doorgaande bruggen met vaste steunpunten. Zelfs toen reeds spoorbruggen in het oosten van ons land werden gebouwd, zag men om technische en financiële redenen nog weinig heil in overeenkomstige bruggen in het zuidwesten, zodat daar ook geen spoorwegen werden aangelegd.

Deze kwamen wel spoedig tot stand aan de periferie van het Deltagebied. In 1847 werd de spoorlijn Amsterdam–Haarlem–Leiden–Den Haag tot Rotterdam doorgetrokken; in 1855 volgde hierop de lijn van Utrecht over Gouda naar Rotterdam. In ditzelfde jaar werd ook de spoorweg van de Belgische grens over Roosendaal naar Moerdijk in gebruik genomen (van waar men per stoomboot Rotterdam kon bereiken).

Ook de wet van 18 augustus 1860, die overigens de totstandkoming van een aaneengesloten spoorwegnet door bijna geheel Nederland verzekerde, voorzag nog geen brug over het Hollandsch Diep. Wel zou er een spoorwegverbinding komen van Rotterdam naar Breda, maar in deze verbinding zou te Willemsdorp op de rechter- en te Moerdijk op de linkeroever van het Hollandsch Diep een spoorweghaven worden aangelegd, welke havens door een stoompont zouden worden verbonden. Eerst toen de lijn Breda–Moerdijk klaar was, werd bij wet van 6 juli 1867 besloten een enkelspoorbrug over het Hollandsch Diep te bouwen. Daardoor kon de lijn Breda–Lage Zwaluwe–Dordrecht begin 1872 worden



opengesteld en aan het einde van hetzelfde jaar, dank zij de overbrugging van de Oude Maas, de lijn Dordrecht–Mallegat (zuidoever Nieuwe Maas). Het zou echter nog tot 1877 duren, voor er over de Koningshaven en over de Nieuwe Maas bruggen en verder door toenmalig Rotterdam een spoorwegviaduct zouden zijn geconstrueerd. Tegelijk met de spoorbruggen werden te Rotterdam ook bruggen voor gewoon verkeer gebouwd; over het Hollandsch Diep en de Oude Maas moest men voor ander verkeer dan per spoor echter nog zeer lang van veren gebruik maken.

Nadat tevoren reeds enige concessies waren uitgegeven aan particulieren voor de bouw van een spoorweg met vaste verbindingen van Vlissingen naar Noord-Brabant, werd bij de reeds vermelde wet van 18 augustus 1860 ook besloten tot aanleg van deze spoorlijn. In de eerste concessie was gedacht aan overbrugging van Sloe en Kreekrak, doch tenslotte werd overgegaan tot het door dammen afsluiten van deze wateren en het graven van kanalen door Walcheren en Zuid-Beveland. De spoorweg naar Vlissingen werd ten oosten van het eerste kanaal geleid, over het tweede werd een spoorbrug gebouwd. De kanalen hadden tot doel er voor zorg te dragen dat de vaarverbindingen in de tussenwateren ten minste gelijkwaardig zouden blijven aan de toestand vóór de spoorwegaanleg, een voorwaarde uit het tractaat met België van 1839. Intussen was toentertijd het Kreekrak reeds grotendeels verzand. Het Kanaal door Walcheren gaf bovendien aan Vlissingen en Middelburg een goede verbinding te water met de noordelijkere delen van Nederland. In 1873 was de nieuwe spoorweg geheel klaar van de haven van Vlissingen tot aan Roosendaal; de lijn sloot aan op de reeds eerder gereed gekomen lijnen van Rotterdam-Zuid naar Breda en van deze stad door geheel Noord-Brabant tot aan de Duitse grens ten oosten van Venlo. In het Kreekrak werd uitsluitend een dam voor de spoorweg gelegd en het zou tot 1914/15 duren vóór tevens een weg voor ander verkeer ter beschikking zou staan; over de dam in het Sloe was van het begin af ook ander verkeer mogelijk. Over de twee kanalen werden onmiddellijk bruggen voor dit laatste verkeer gebouwd.

Al werd dan het isolement in absolute zin steeds minder, relatief werden door de grote economische ontwikkeling op het gebied van handel en van industrie, die samenging met en ten dele zelfs een gevolg was van de nieuwe spoorweg- en andere verbindingen in bijna het gehele land, de bezwaren van het leven op eilanden steeds meer gevoeld. Ook was de spoorwegverbinding van Vlissingen naar overig Nederland niet voldoende



Links: In 1913 werd een stoomtramdienst geopend tussen Hansweert en Vlake

Rechts: De tramlijn van Zijpe naar Brouwershaven kwam in 1900 tot stand

om een verdere economische opbloei op Walcheren en Zuid-Beveland tot stand te brengen. In Vlissingen groeide wel een groot industriebedrijf, nl. de werven van de Kon. Maatschappij De Schelde, maar dit betekende lange tijd voornamelijk een verplaatsing van bevolking van het platteland naar Vlissingen.

Aanleg van tramwegen

Aan het einde van de 19de eeuw werd in het Deltagebied een nieuwe belangrijke stap gezet tot verbetering van de verbindingen. Toen ging men over tot de aanleg van tramwegen, waarvoor in sommige gevallen ook bruggen, die tevens voor het overig verkeer dienden, werden gebouwd. Daar deze tramwegen, ook waar de bouw van bruggen er niet mee gepaard ging, voor de ontsluiting van het Deltagebied van grote betekenis zijn geweest, volgt hier een overzicht.

Van Rotterdam-Zuid (Rosestraat) werd in 1898 een verbinding geopend over een brug bij Barendrecht over de Oude Maas naar Numansdorp en Zuid-Beijerland met een zijtak naar Oud-Beijerland. In 1903 werd zij van Oud-Beijerland doorgetrokken naar Goudswaard. In 1904 werd ten noorden van de brug een aansluiting gemaakt naar Zwijndrecht en ten zuiden van de brug een dergelijke naar Strijen. Van Rotterdam-Zuid werd verder in 1905 een tramlijn in gebruik genomen over een brug over de Oude Maas bij Spijkenisse naar Hellevoetsluis, in 1906 een dergelijke naar Brielle–Oostvoorne (in deze laatste verbinding was ook een brug met vaste steunpunten over het Voornse Kanaal opgenomen).

Van Steenbergen naar Anna Jacoba (St. Filipsland)[1] en van Zijpe naar Zierikzee–Brouwershaven kwam een stoomtramlijn in 1900 tot stand; tussen Anna Jacoba en Zijpe werd de verbinding door een stoombootveer onderhouden; in 1915 werd de tram tot Burgh doorgetrokken.

In 1883 was reeds een stoomtram ten westen van het Kanaal door Walcheren tussen Middelburg en Vlissingen aangelegd. In 1906 kwam hier bij een lijn van Middelburg en van Vlissingen over Koudekerke naar Domburg.

Sedert 1909 bediende een tramlijn het eiland Goeree-Overflakkee over de gehele lengte van Ooltgensplaat over Middelharnis naar Ouddorp.

[1] St. Filipsland was in 1884 door de Slaakdam met Noord-Brabant verbonden.

Tenslotte werd in 1913 een stoomtramdienst geopend tussen Hansweert (waar de veerboot van Walsoorden aanlegde) en het station Vlake van de spoorlijn Vlissingen–Roosendaal. Lang nadat de grote uitbreiding van het tramwegnet had opgehouden, kwamen in 1927 op Zuid-Beveland nog drie nieuwe locaal-spoorlijnen tot stand, nl. van Goes over Hoedekenskerke en Borselen terug naar Goes, van Goes naar Wolphaartsdijkse Veer en van Goes naar Wemeldinge. Deze lijnen, die dezelfde spoorwijdte als de spoorwegen hadden, dienden in de eerste plaats om vracht zonder overladen naar of van het spoorwegnet te kunnen transporteren. Reizigersvervoer was daarbij van secundaire betekenis.

Toenemend verkeer op en verbetering van de wegen

De verbetering der verkeersmiddelen zou ook verder een grote invloed op de opheffing van het isolement uitoefenen. Hierbij is in de eerste plaats te vermelden het rijwiel, dat aan het einde der 19de eeuw een algemeen bruikbare vorm had gekregen en spoedig een populair vervoermiddel werd. Het rijden met een fiets over hobbelige keien of stoffige en hobbelige grindwegen (om van niet verbeterde en zandwegen te zwijgen) was geen onverdeeld genoegen en er kwam van de zijde der georganiseerde fietsers, de A.N.W.B. (die in 1883 haar werkzaamheden was begonnen met een krachtige propaganda voor het rijwieltoerisme), grote aandrang tot verbetering van wegen en vooral tot aanleg van behoorlijke fietspaden.
Iets later begon ook het gemotoriseerde verkeer betekenis te verkrijgen [2] en na de Eerste Wereldoorlog werd die betekenis snel groter. Daardoor deed zich niet alleen de behoefte aan méér verharde wegen in steeds sterkere mate voelen, maar óók bleek toen dat een ander type verharding noodzakelijk was. De met water en leem gebonden macadamwegen, waarbij het onderhoud zich beperkte tot het dichten van putjes en het periodiek afstrooien met grind, dat dan door het verkeer moest worden ingereden, voldeden niet aan de eisen die het motorisch verkeer aan een weg stelt. De grotere snelheid van de auto ten opzichte van het verkeer met paard-en-wagen en de kracht die door de drijfwielen van de auto op het wegdek worden uitgeoefend, eisten maatregelen om stofvorming en het wegslingeren van losliggende verhardingsdelen te voorkomen.
De eerste verbeteringen van de primitieve verhardingen bestonden uit het besproeien met teerolie of zwaardere aardolieprodukten of het bestrooien met vochtaantrekkende chemicaliën. Deze methoden ontwikkelden zich tot de z.g. oppervlaktebehandeling van wegen, die nog steeds met succes wordt toegepast waar geen zeer druk verkeer is. Daarnaast gaven asfalt- en cement-betonwegen het antwoord op de vraag naar een doelmatiger wegdek voor het snelverkeer.
De klinkerwegen met een zandbed zonder bindmiddel vertoonden onder de invloed van het autoverkeer het verschijnsel dat 'kruipen' wordt genoemd. De klinkers werden daarbij over de breedte van de rijsporen in de lengterichting van de weg verschoven; soms kantelden ze of werd – vooral bij onvoldoende zijdelingse opsluiting – het verband van het klinkerwegdek ernstig aangetast. Keiwegen waren sterker, doch door het onregelmatige wegdek voor de bij gemotoriseerd verkeer vereiste snelheid ongeschikt.
Wat het Deltagebied betreft, leverden de vele bochten en hoeken in de wegen vaak nog bijzondere moeilijkheden op. Ook de bebouwing op en aan dijken, waardoor het uitzicht zeer werd (en nog vaak wordt) belemmerd, bleek een ernstig bezwaar.
De in die tijd bestaande verharde wegen voldeden dus niet meer aan de eisen die het steeds groeiende snelverkeer stelde. Na 1930 werd met de verbetering van het wegen-

[2] Einde 1899 meent het Polderbestuur van Walcheren bezwaar te moeten maken tegen te grote snelheid van motorrijtuigen en het acht 'een grootere snelheid dan 13 km in het uur gevaarlijk met het oog op onze smalle en kronkelende wegen'.

net ernst gemaakt. Tegelijkertijd kwamen ook steeds meer en steeds betere gemotoriseerde voertuigen op de weg: personenauto's, autobussen, grote en kleine vrachtauto's, motorfietsen, na de Tweede Wereldoorlog scooters en tenslotte bromfietsen.

Verdere veranderingen

Door het toenemende wegverkeer namen de veerdiensten weer in betekenis toe. Daaraan was het o.a. te danken dat in het sedert 1877 slechts met een roeiboot bediende traject Willemsdorp–Moerdijk in 1887 weer een stoombootveer werd ingelegd. Dit veer was particulier. Het voer alleen bij goed weer en ook dan nog onregelmatig. In 1896 werd deze dienst beter, maar zij schijnt toch later weer te zijn vervallen, want in 1911 oordeelde men het nodig een veerdienst voor zater- en zondagen in te stellen die al spoedig, dank zij verschillende subsidiën, geregeld kon worden onderhouden met een stoomboot en een motorsleepboot. In 1920 ging dit particuliere, in een rijksweg gelegen veer over in handen van het Rijk. Van 1930 tot de openstelling van de brug over het Hollandsch Diep werd het door grote ponten verzorgd.

De hoge eisen die het wegverkeer stelde deden ook de noodzaak van betere vaste verbindingen steeds meer naar voren komen. Hieraan is het toe te schrijven dat tussen de twee wereldoorlogen nog vier bruggen voor gewoon verkeer werden gebouwd, al kon hierdoor nog geen totale oplossing voor het isolementsprobleem worden bereikt: de brug naar de plaats en het eiland Tholen (1928; hierop werd nog lang tol geheven), de brug over het Hollandsch Diep, ten westen van de spoorbrug (1936), de brug over de Oude Maas bij Dordrecht (1939) en de brug over de Noord bij Hendrik-Ido-Ambacht (1939). Er waren nog plannen voor andere vaste verbindingen, waarbij in het bijzonder te noemen is een brug tussen Kortgene en Wolphaartsdijk. Dit project was in het begin van 1940 klaar en zowel de onder- als de bovenbouw werden op 8 mei van dat jaar aanbesteed. Als gevolg van de oorlogsomstandigheden is het toen niet meer tot een gunning gekomen.

Het gevolg van de toename van het gemotoriseerde verkeer is geweest dat in de jaren dertig de tramlijnen op Walcheren werden vervangen door autobuslijnen (later ondergingen ook de meeste andere tram- en locaalspoorlijnen ditzelfde lot). Bovendien werd nog een zeer groot aantal nieuwe buslijnen in exploitatie genomen. Hierdoor en dank zij het feit dat de bussen in het algemeen meer in de dorpscentra komen dan de trams (zodat de afstand die de passagiers te voet moeten afleggen sterk is verminderd), zijn verkeer en vervoer ook weer vergemakkelijkt. Tegelijkertijd is het goederenvervoer in veruit de meeste gevallen door vrachtauto's overgenomen. Zolang dit vervoer per tramwagon plaats had, moesten landbouwprodukten eerst op een boerenwagen worden geladen en naar het tramstation gebracht, daar overgeladen in de tramwagon en op de plaats van bestemming opnieuw op een vrachtwagen. Nu kan de vrachtauto van het veld of van de opslagplaats regelrecht naar het punt van bestemming worden gebracht. Voor goederen bestemd voor afnemers op het platteland geldt hetzelfde.

Niet alleen de vrachtauto en autobus, ook de personenauto en, in de laatste jaren, de bromfiets hebben de bewegelijkheid zeer vergroot. In vergelijking met een eeuw geleden is dus het isolement veel geringer geworden. Overigens geldt dit voor het platteland als geheel en niet alleen voor het Deltagebied.

Behalve de veerdiensten ondervond ook het overige verkeer te water de invloed van het toenemende gebruik van stoom- en motorkracht. Toch werd het vrachtvervoer nog lange tijd voornamelijk door zeilschepen verzorgd. Zo constateert de Staatscommissie van 1905, ingesteld 'tot het nagaan van den toestand waarin het binnenschipperijbedrijf verkeert' in haar in 1911 gepubliceerde rapport (dat op geheel Nederland betrekking heeft): 'Het zeilen geschiedt vrijwel op alle Nederlandsche vaarwaters en is voor de binnenschipperij

het meest algemeene middel van voortbeweging ... Tot dusver is slechts bij beurtschepen het bedrijf met benzine-, petroleum- of zuiggasmotoren loonend gebleken. Voor het gewone schippersbedrijf kan de motor, om zijn vrij dure exploitatie, nog niet de overhand krijgen op de zeilen, vooral wanneer het vaartuig 200 ton te boven gaat'. Hierbij is op te merken dat het gemiddelde laadvermogen van de totale binnenvloot (die, exclusief de beurtvaart, toen uit 12 900 schepen bestond) 85 ton bedroeg. In het rapport worden verder sleepschepen vermeld, die 'algemeen met daarvoor ingerichte stoomschroefbooten' werden gesleept, motorschepen (de Commissie telde er ca. 730) en stoomschepen (die in het rapport buiten beschouwing blijven).

In 1922 werd een nieuw onderzoek gedaan en van 1934 af wordt een jaarlijkse statistiek van de binnenvloot bijgehouden. Uit de gegevens blijkt dat de betekenis van de zeilvaart in de loop der jaren afnam, die van de motor- en vooral van de sleepvaart, sterk toenam. Daar de lichters veelal groot waren, droegen vooral deze schepen bij tot belangrijke vermeerdering van het totale en het gemiddelde laadvermogen der binnenvloot.

De sleepschepen werden in het bijzonder in het internationale vervoer veel gebruikt. Het eerste jaar waarvoor gedetailleerde opgaven betreffende het kanaal door Zuid-Beveland ter beschikking staan is 1938. Toen passeerden 83 600 schepen de sluizen te Hansweert; hierbij waren 26 700 sleepschepen welker totale laadvermogen meer dan 70 % bedroeg van dat van alle schepen (28 miljoen ton).

De voor het Deltagebied bestemde scheepvaart toonde een heel ander beeld. In ditzelfde jaar 1938 deden 9 360 schepen (andere dan veerboten) 20 kleine havens van het Deltagebied aan. Hun totale laadvermogen beliep 940 000 ton. Geteld werden 8 270 motorschepen (met 710 000 ton), 750 zeilschepen al of niet met hulpvermogen; 120 000 ton) en 340 sleepschepen (110 000 ton).

Al betreffen deze opgaven op lange na niet alle havens, zij illustreren de verhoudingen toch wel: het doorgaande verkeer te water had veel meer betekenis dan het voor het Deltagebied bestemde en dit laatste was reeds vóór de Tweede Wereldoorlog grotendeels gemotoriseerd.

In een volgend nummer van het Driemaandelijke Bericht zal deze bijdrage worden vervolgd met een beschouwing over de verbindingen in het Deltagebied sedert 1945.

Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting

In het vorige nummer van het Driemaandelijks Bericht zijn de grondmechanische overwegingen besproken die hebben geleid tot de voorlopige conclusie dat bij de sluiting van de zeegaten rekening moet worden gehouden met zettingsvloeiingen en dat het herstel van de gevolgen hiervan bij geleidelijke sluiting gemakkelijker zal zijn dan bij caissonsluiting. Hieraan werd echter direct toegevoegd dat de laatste uitspraak veel van haar betekenis zou verliezen, indien de geleidelijke sluiting gepaard zou gaan met grotere ontgrondingen dan de caissonsluiting. In dat geval zou bij geleidelijke sluiting immers een grotere kans op zettingsvloeiing aanwezig zijn en zou dus het voordeel van het snelle en gemakkelijke herstel problematisch worden.

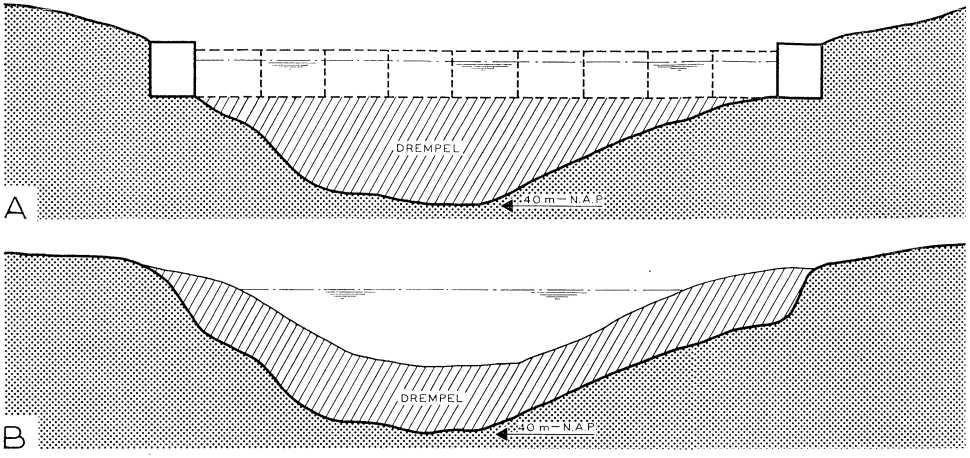
Dat dit niet geheel denkbeeldig is wordt duidelijk indien men bedenkt dat de maximale stroomsnelheden die bij de geleidelijke sluiting zullen optreden veel groter zijn dan de grootste snelheden die bij caissonsluiting zijn te verwachten.

Zoals reeds werd vermeld nemen de stroomsnelheden bij geleidelijke sluiting met het omhoogbrengen van de drempel toe tot een z.g. volkomen overlaat is bereikt. Daarna nemen zij bij verdere verhoging van de drempel weer af. Bij de afsluiting van het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde zal dit laatste echter pas geschieden, nadat stroomsnelheden van 4 à 5 m/sec boven de drempel zijn voorgekomen.

Bij oppervlakkige beschouwing zou men wellicht menen dat bij deze grootste snelheden ook de grootste ontgrondingen zullen ontstaan. Een eenvoudige kwalitatieve beschouwing leert echter dat voor ontgronding niet alleen de stroomsnelheid, doch ook het debiet en de damhoogte van belang zijn.

Wanneer de drempel nog niet hoog is opgetrokken zal hierover met betrekkelijk geringe snelheid een dikke laag water stromen. Doordat de laag dik is zal de hoeveelheid water die per tijdseenheid over de dam stroomt ondanks de geringe snelheid vrij groot zijn. Deze grote hoeveelheid water spreidt zich achter de dam over de beschikbare diepte uit en bereikt met de snelheid die daarvan het gevolg is het einde van de bodembescherming. Omdat dit stroombeeld bij een betrekkelijk lage drempel optreedt doet het zich zowel bij caissonsluiting als bij geleidelijke sluiting voor.

Vergelijken wij dit nu met het stadium van de geleidelijke sluiting waarbij de grootste snelheden optreden. De waterdiepte boven de drempel is hierbij veel geringer. Omdat de waterlag nu zoveel dunner is kan de hoeveelheid water die per tijdseenheid over de drempel stroomt, ondanks de hogere snelheden, toch geringer zijn dan in het eerste ge-



val. Deze geringere waterhoeveelheid wordt achter de dam over dezelfde diepte uitgespreid als in het eerste geval en bereikt dus uiteindelijk het einde van de bezinking met een geringere snelheid.

De hoeveelheden water die per tijdseenheid over de drempel stromen zullen inderdaad geringer worden naarmate de dam hoger wordt opgebouwd. Deze afname van het debiet vormt blijkens het voorgaande uit een oogpunt van ontgronding een tegenwicht tegen de steeds groter wordende snelheden.

Deze beschouwing maakt weliswaar aannemelijk dat met de grootste stroomsnelheden niet altijd de grootste ontgrondingen behoeven samen te gaan, doch zij verschaft geen uitsluitsel omtrent de vraag wanneer nu wel de grootste aanval op de bodem is te verwachten. Behalve de verhouding tussen de damhoogte en de geuldiepte, het debiet en de stroomsnelheid zijn in dit verband ook nog andere factoren van belang, die theoretisch niet gemakkelijk in rekening kunnen worden gebracht. Daarom werd in het waterloopkundig laboratorium te Delft een groot aantal modelproeven uitgevoerd, waarbij de ontgrondingen onder alle mogelijke omstandigheden nauwkeurig werden onderzocht.

Uit de resultaten van dit onderzoek werd afgeleid dat de ontgrondingen in het geval van geleidelijke sluiting van de Oosterschelde en het Brouwershavensche Gat bij hoger wordende drempel zullen toenemen tot de damhoogte ongeveer 3/4 van de waterdiepte bedraagt. Daarboven neemt het ontgrondingsgevaar bij toenemende drempelhoogte weer af.

De diepte van de drempel in het wintersluitgat is bij de caissonsluiting gebonden aan een praktische maat voor de hoogte van de caissons. Bij de afsluiting van het Veersche Gat lag de drempel van het wintersluitgat op een diepte van N.A.P. – 10 m. Zou men deze diepte ook willen aanhouden bij afdamming van een geul, waarvan de bodem op N.A.P. – 40 m is gelegen, dan zou dit dus betekenen dat gedurende de gehele winter een drempelhoogte aanwezig is die ongeveer 3/4 van de waterdiepte bedraagt. Men zou dus moeten rekenen op sterke ontgrondingen gedurende een lange periode. Natuurlijk kan men hierin enige verbetering brengen door de hoogte van de caissons te vergroten. Dit is echter niet onbeperkt mogelijk, zodat men toch altijd een ongunstige stroomaanval gedurende de winter zal moeten accepteren.

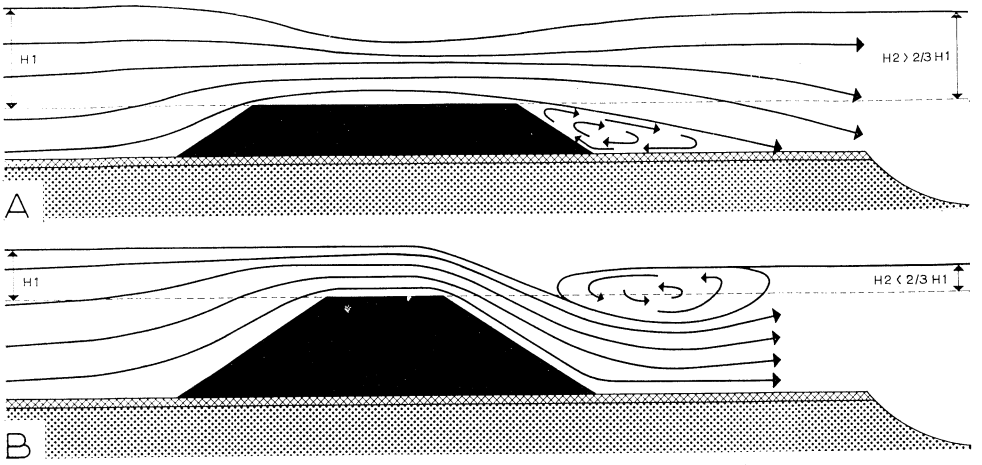
Bij geleidelijke sluiting van een diepe geul bestaat deze moeilijkheid niet. Men kan de drempel hierbij aanpassen aan de diepte van de geul en aldus bereiken, dat de grootste stroomaanval op de bodem slechts gedurende korte tijd optreedt nl. alléén gedurende een

A. Caissonsluiting van een diepe geul.
De drempelhoogte bedraagt 3/4 van de waterdiepte

B. Geleidelijke sluiting van een diepe geul.
De drempelhoogte is geringer dan 3/4 van de waterdiepte

periode van de eigenlijke sluiting, nauwkeuriger gezegd gedurende die periode waarin de damhoogte ongeveer 3/4 van de waterdiepte bereikt zal hebben. De grotere vrijheid die men bij geleidelijke sluiting heeft in de keuze van het langsprofiel van de drempel, betekent dus dat deze methode voor diepe geulen voordelen biedt ten opzichte van de caissonsluiting.
Voor minder diepe geulen blijft het echter veelal wel mogelijk om de ontgrondingen ook bij caissonsluiting binnen de perken te houden. In dat geval bestaat er, behoudens de nog niet besproken invloed van wervelstraten, gedurende de winter geen belangrijk verschil tussen de beide sluitingsmethoden. Gedurende de eigenlijke sluiting kan dan de geleidelijke methode in het nadeel komen ten opzichte van een sluiting met behulp van doorlaatcaissons.
Hiermede is echter nog niet gezegd dat het verstandig zou zijn alle ondiepe geulen met caissons te sluiten. Doorlaatcaissons vormen namelijk, ondanks de grote openingen die hierin aanwezig zijn, toch een obstakel voor het stromende water. Als gevolg daarvan zullen achter deze caissons wervelstraten ontstaan. Deze kunnen plaatselijk ontgrondingen veroorzaken die aanzienlijk dieper zijn dan de in het voorgaande besproken ontgrondingen, welke uitsluitend een gevolg waren van het tweedimensionale stroombeeld achter de drempel. Voor een goede aansluiting aan de oever vergen caissons verder altijd landhoofden met min of meer steile wanden. Ook deze landhoofden veroorzaken wervelstraten en kunnen aldus plaatselijk diepe ontgrondingen teweegbrengen. Bij de afsluiting van het Veersche Gat ontstond op deze wijze ten zuiden van het oostelijk landhoofd een gat dat dieper reikte dan N.A.P. – 30 m.

Ook bij geleidelijke sluiting zullen wervelstraten ontstaan. Daar heeft men echter gelegenheid flauw hellende taluds aan te brengen, ook in de richting van de as van het sluitgat, zodat de intensiteit van deze wervelstraten belangrijk kan worden beperkt. Hoewel het modelonderzoek dat in dit verband wordt uitgevoerd nog niet is beëindigd, kan toch wel reeds worden gezegd dat geleidelijke sluiting met betrekking tot ontgronding als gevolg van wervelstraten aanzienlijke voordelen biedt boven de caissonsluiting.
De relatieve betekenis van deze voordelen zal echter van geval tot geval sterk verschillen en onder bepaalde omstandigheden gering zijn. Ook in dit opzicht kunnen daarom geen uitspraken in algemene zin worden gedaan. Met alle hem ten dienste staande middelen



zal de ontwerper voor ieder sluitgat opnieuw moeten nagaan welke sluitingsmethode de voorkeur verdient.
Beschouwen wij nu een geval waarbij is vastgesteld dat de ondergrond losgepakt zand bevat, dat de wervelstraten een ondergeschikte rol spelen en voorts dat de ontgronding bij geleidelijke sluiting groter zal zijn dan bij caissonsluiting. In een dergelijk geval zal de ontwerper aan de vergelijkende gegevens die in het voorgaande zijn besproken nog niet voldoende steun hebben. Het uitgangspunt was immers dat het herstellen van de gevolgen van een eventuele zettingsvloeiing bij geleidelijke sluiting veel gemakkelijker zal zijn dan bij een caissonsluiting. Wanneer de geleidelijke sluiting wordt toegepast zullen in het gestelde geval de ontgrondingen weliswaar ernstig zijn, doch dit houdt nog niet in dat daardoor ook een grotere kans op zettingsvloeiing ontstaat.
Om dit te kunnen beoordelen moet het verloop van de ontgronding met de tijd worden voorspeld, zowel in het geval van caissonsluiting als van geleidelijke sluiting. Bij de huidige stand van de wetenschap is zulk een voorspelling een hachelijke onderneming. Desondanks wordt thans in nauwe samenwerking met het waterloopkundig laboratorium voor het Brouwerhavensche Gat een dergelijke prognose opgesteld. In verband met de vele onzekerheden die hieraan zijn verbonden zal de interpretatie van deze prognose moeilijk zijn en nog veel tijd vergen. De verwachting is echter dat de uitkomsten van dit onderzoek een beslissende invloed zullen hebben zowel op de keuze van de sluitingsmethode als op het tijdschema dat bij de afsluiting moet worden gevolgd.
Behalve de ontgrondingen zijn er uiteraard ook andere waterloopkundige problemen die bij geleidelijke sluiting een rol spelen. De belangrijkste hiervan zijn de weerstand die het materiaal waaruit de drempel wordt opgebouwd biedt tegen uitschuring door stroom en het z.g. duiken van de over de drempel stromende waterstraal.
Wij hebben reeds gezien dat de snelheden van het over de dam stromende water bij geleidelijke sluiting hoog kunnen oplopen. Natuurlijk moet het materiaal waarmee de drempel wordt opgestort tegen deze grote snelheden bestand zijn. De schuifkracht die door het stromende water op het drempelmateriaal wordt uitgeoefend is, behalve van de stroomsnelheid, ook afhankelijk van de diepte. Bij gelijke stroomsnelheid wordt de schuifkracht groter naarmate de waterhoogte boven de dam geringer is.
Bij geleidelijke sluiting neemt de stroomsnelheid met het hoger worden van de drempel

A. Stroombeeld met bodemneer en loslatende straal

B. Stroombeeld bij duikende straal

toe, terwijl de waterdiepte boven de drempel steeds geringer wordt. Ten aanzien van het verschijnsel van ontgronding bleken beide factoren elkaar tegen te werken; wat de stabiliteit van het drempelmateriaal betreft werken zij echter samen. In tegenstelling tot hetgeen wij bij de ontgrondingen hebben gezien, blijft dus de stroomaanval voortdurend toenemen tot het moment is bereikt, waarop de grootste stroomsnelheden optreden. Bij verdere ophoging van de drempel nemen zowel de snelheden als de waterdiepte af. Het is mogelijk dat de invloed van de geringer wordende diepte dan eerst nog overheerst en dat de grootste stroomaanval dus later zal optreden dan de grootste stroomsnelheid. In het algemeen zal dit echter niet veel later zijn en zal de grootste stroomaanval ongeveer op het moment van de grootste stroomsnelheden voorkomen.
Met betrekking tot de stabiliteit van het drempelmateriaal komt dus in ieder geval het nadeel van de grote snelheden, die bij geleidelijke sluiting zijn te verwachten, ten volle tot uiting. Gelukkig is dit nadeel gemakkelijk te ondervangen door het drempelmateriaal voor elk stadium van de sluiting voldoende zwaar te kiezen.
Als grondslag voor deze keuze worden de resultaten van systematisch uitgevoerde proeven gebruikt. Bij deze proeven werden voor verschillende waterdiepten en voor verschillende steensoorten de snelheden bepaald, waarbij de stabiliteit van de steen verloren gaat. Hiervan werd een grafiek samengesteld waarin deze kritieke snelheden zijn uitgezet tegen de waterhoogte. Zodra door middel van getijberekening is nagegaan welke snelheden en waterhoogten in de verschillende stadia van een sluiting zijn te verwachten kunnen deze als een afzonderlijke lijn in de grafiek worden ingetekend. Men kan dan voor elk stadium van de sluiting gemakkelijk aflezen welke steensoort moet worden toegepast.
Tot dusver is steeds aangenomen dat het met grote snelheid over de dam stromende water na het passeren van de benedenstroomse kruin van de drempel nog even in dezelfde ongeveer horizontale richting zal doorstromen en dus de drempel zal loslaten. Achter de drempel ontstaat dan een z.g. bodemneer, waarin betrekkelijke geringe stroomsnelheden voorkomen. Zowel voor de ontgronding als voor de stabiliteit van het materiaal van de drempel en van de bezinking is dit stroombeeld gunstig. Er zijn echter omstandigheden waaronder de waterstraal de drempel niet loslaat. Het snelstromende water duikt dan langs het benedenstroomse talud naar beneden en kan zelfs nog over grote lengte langs de bodem blijven stromen. Dit laatste is bij de afsluiting van onze zeegaten niet te

verwachten. Een duikende straal die over korte lengte langs de bodem stroomt is echter theoretisch wèl mogelijk gebleken.
Bij modelproeven werd echter gevonden dat het duiken van de waterstraal optreedt bij veel hogere bovenwaterstanden dan door de theorie voorspeld was. Het verschil was zo groot dat volgens de proeven bij de sluiting van onze zeegaten geen enkele kans aanwezig is op een duikende waterstraal, terwijl dit theoretisch wel het geval zou moeten zijn. Bij nader onderzoek bleek dat zowel de ruwheid als de doorlatendheid van de dam een belangrijke invloed uitoefenden, die theoretisch niet meer in rekening konden worden gebracht. De theorie bleek dus in dit opzicht ontoereikend te zijn. Voor het verdere onderzoek vormt dit een groot bezwaar, omdat het zonder theoretische grondslag moeilijk is voldoende inzicht in mogelijke schaaleffecten te verkrijgen. Voorlopige resultaten van proeven die op verschillende schalen werden uitgevoerd duiden inderdaad op afwijkingen als gevolg van schaaleffecten. De vraag of bij geleidelijke sluiting der grote zeegaten een duikende straal zal optreden kan daarom thans nog niet met zekerheid worden beantwoord.
Hoewel dus nog lang niet alle problemen betreffende de geleidelijke sluiting zijn opgelost, geven de resultaten van het tot dusver uitgevoerde onderzoek duidelijk aanleiding de toepassing van deze methode ernstig in overweging te nemen, met name wanneer in de ondergrond losgepakt zand wordt aangetroffen. Behalve het gemakkelijke herstel van de gevolgen van een eventuele zettingsvloeiing blijkt de geleidelijke sluiting onder bepaalde omstandigheden ook het voordeel te bieden minder ontgrondingen te veroorzaken. De grote stroomsnelheden die bij een geleidelijke sluiting zijn te verwachten vereisen misschien wel dat de drempel op bepaalde hoogten met zwaar materiaal moet worden opgebouwd, doch aan de in dit verband te stellen eisen kan zeker gemakkelijk worden voldaan.
Het probleem van de duikende straal is weliswaar nog niet definitief opgelost, doch er zijn geen aanwijzingen dat dit duiken uiteindelijk een onoverkomelijk bezwaar zal blijken te zijn.
Gelukkig zijn er geen redenen aanwezig thans reeds een beslissing te forceren over de methode die bij de afsluiting van de grote zeegaten moet worden gevolgd. Er is dus nog geruime tijd beschikbaar voor verder theoretisch-experimenteel onderzoek. Men mag dan ook aannemen dat de later te nemen beslissing op aanzienlijk betere grondslagen zal berusten dan thans mogelijk zou zijn.
Een eventuele geleidelijke sluiting van de grote zeegaten zou echter een riskante onderneming worden, indien niet van tevoren met deze methode de nodige praktijkervaring was opgedaan. Daarom werd besloten de noordelijke geulen van de Grevelingen bij wijze van proef geleidelijk te sluiten. De ervaring die daarbij wordt opgedaan kan dan nog worden verwerkt en in rekening worden gebracht bij de keuze van de methode die bij afsluiting van de grote zeegaten zal worden gevolgd.

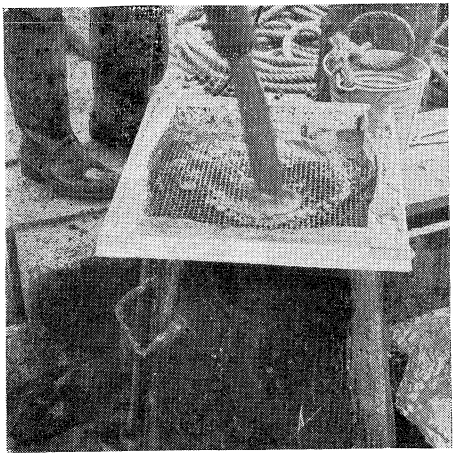
Nieuwe bereidingswijzen van zandasfalt

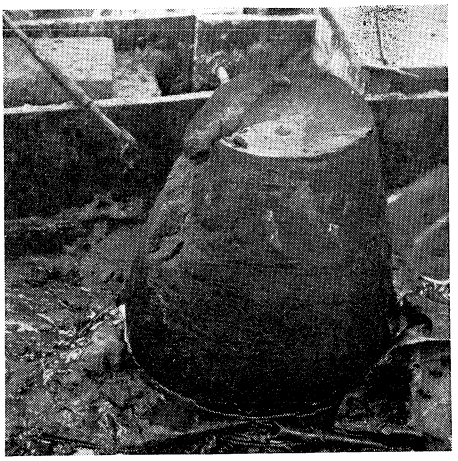
In het artikel 'De toepassing van asfalt voor de bekleding van dijken', dat in nr. 20 van het Driemaandelijks Bericht verscheen, werd uiteengezet dat in de moderne dijkbouw steeds meer gebruik wordt gemaakt van asfalt. Constructies met asfaltbitumina vervangen reeds in vele gevallen natuursteen bij de bekleding van dijken en ook wordt asfalt veel toegepast als bodembescherming.

Een van de samenstellingen van asfaltbitumen is zandasfalt, een mengsel van bitumen en zand. Zand is een bouwstof die in het Deltagebied nagenoeg onbeperkt voorkomt. Het kan snel en goedkoop in grote hoeveelheden worden gewonnen en het brengt geen noemenswaardige transportproblemen met zich mee. De voornaamste beperking van het materiaal als bouwstof bij de dijkbouw is echter gelegen in de geringe bestendigheid ervan tegen stroomuitschuring en golfslag. Deze beperking kan grotendeels worden ondervangen door de zandkorrels aaneen te kitten met asfaltbitumen. Daar tot nog toe zand met asfaltbitumen alleen tot een zandasfaltmassa te verbinden was op voorwaarde dat het zand heet en droog was tijdens het mengen met het asfaltbitumen en zand in het algemeen onder water gewonnen moet worden, diende voor de bereiding van grote hoeveelheden zandasfalt over een omvangrijke droog- en mengapparatuur te kunnen worden beschikt.

Reeds lang zijn asfaltbitumina ontwikkeld waarmee nat zand kan worden omhuld en vastgehouden. Dergelijke asfaltbitumina worden hetzij geëmulgeerd, hetzij van waterverdringende stoffen – wel eens 'dopes' genoemd – voorzien. Het gebruik van een mengmolen was voor de bereiding steeds onmisbaar, wat van grote invloed was op de prijs zowel als op het produktietempo van het verkregen zandasfalt.

In verband met het laatste is thans een asfaltemulsie ontwikkeld, hydrolas genaamd, met zodanige eigenschappen dat voor de bereiding van zandasfalt een mechanische mengapparatuur overbodig wordt. Wanneer deze emulsie wordt geïnjecteerd in de zandwaterstroom van de persbuis van een grond- of bakkenzuiger, verdelen de asfaltbitumendeeltjes van de emulsie zich over de waterstroom en hechten zich vervolgens aan de zandkorrels. De zuiger produceert in dat geval dus rechtstreeks zandasfalt in plaats van zand. De voordelen van deze werkwijze zijn dat het geproduceerde zandasfalt goedkoop is en dat de produktie gemakkelijk 1000 ton zandasfalt per uur kan bedragen, zonder dat speciale apparatuur behoeft te worden aangevoerd. Bij de aanleg van een dijk heeft men immers altijd wel de beschikking over een zand- of bakkenzuiger. Het op deze wijze gevormde zandasfalt kan door de perszuiger direct op de plaats van bestemming worden





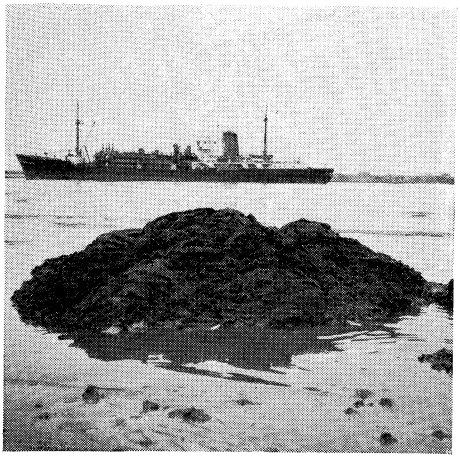
2

gestort, doch kan ook in depot worden gespoten en vervolgens met een dragline worden verwerkt, aangezien de consistentie ervan ongeveer overeenkomt met die van een vrij vaste klei. Het laatste geeft reeds aan dat aan dit materiaal ook bezwaren zijn verbonden. Bij proeven in de stroomgoot van het waterloopkundig laboratorium in de Voorst werd namelijk vastgesteld dat pas gevormd zandasfalt slechts erosiebestendig is tot stroomsnelheden van 1½ à 2 meter per seconde. Het materiaal heeft dus een beperkt toepassingsgebied.

In de tweede plaats kan ook van dit materiaal gebruik worden gemaakt bij het hydraulisch vullen van zandzakken. Men verkrijgt dan een zak die geheel gevuld is met samengedrukt zandasfalt. Dit heeft het voordeel dat de zak wanneer zij scheurt niet leegspoelt. Goede resultaten zijn reeds te bereiken bij lage bitumenpercentages (van b.v. 3 %); het weefsel van de zakken zorgt voor de erosiebestendigheid.

In verband met de beperkte erosievastheid van het materiaal werd nog een tweede asfaltemulsie samengesteld, colsol genaamd, waarmee eveneens zonder mechanische mengapparatuur zandasfalt kan worden gemaakt, doch van een harde consistentie. Dit is evenwel slechts mogelijk wanneer een mengsel van zand en water wordt gebruikt dat belangrijk waterarmer is dan in de vloeistofstroom van een perszuiger normaliter het geval is. Bij een perszuiger komen op 100 delen zand ca. 400 delen water voor, terwijl het procédé voor de vervaardiging van hard zandasfalt op 100 delen zand niet meer dan ca. 70 delen water verdraagt. Bij de huidige stand van de techniek is het in beweging brengen en zelfs verpompen van zulke waterarme zandwatermassa's echter zeer wel doenlijk.

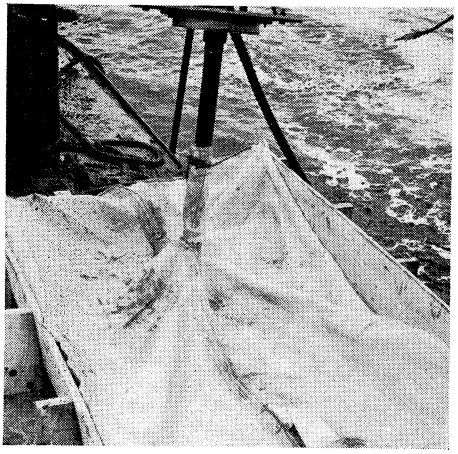
De bereiding van zandasfalt met behulp van colsol kan op twee wijzen plaatsvinden en wel volgens een discontinu en volgens een continu proces. Bij het eerste laat men in een vat, dat van anderen enigszins taps toeloopt, een waterarm zandwatermengsel lopen, terwijl tegelijkertijd een colsolemulsie wordt ingespoten. Wanneer het vat gevuld is wordt het omgekeerd. Het blok hard zandasfalt dat inmiddels is gevormd valt er, dank zij de tapse vorm van het vat, terstond uit. Een dam die wordt opgestort met dergelijke blokken koekt onder water samen tot één geheel. De stroombestendigheid van dit materiaal is zeer groot. Bij de continue werkwijze hangt men een stortkoker verticaal in het water op de plaats waar men hetzij een bodembekleding wil aanbrengen dan wel b.v. een dam wenst op te storten. Hoe diep de onderzijde van de stortkoker onder water wordt gebracht hangt af van omstandigheden waarop in dit verband niet nader behoeft te worden ingegaan. De



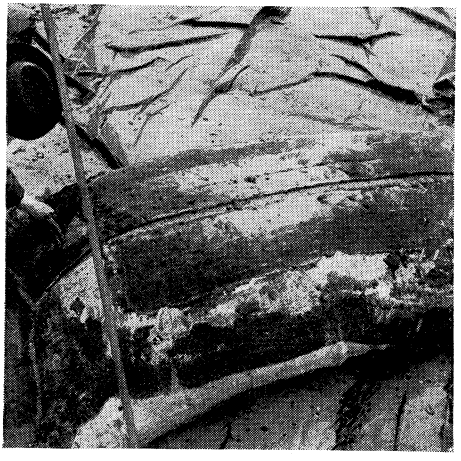
1. De vorm wordt met een mengsel van zand en water gevuld, nadat de asfaltemulsie is ingespoten

2. Het geproduceerde zandasfalt onmiddellijk na het lichten van de vorm

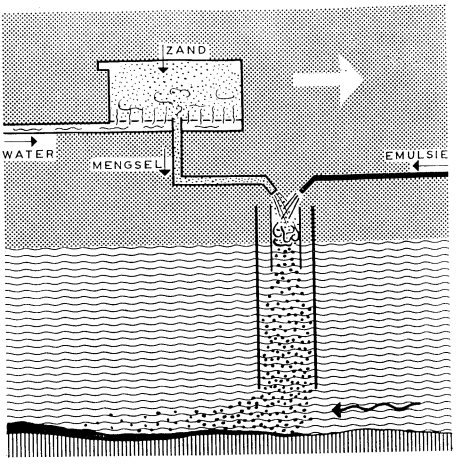
3. Onder water verenigen de zandasfaltblokken zich tot een stroombestendige massa



Het vullen van een zak met asfaltemulsie en zand-watermengsel



Een met zandasfalt gevulde zak, het gewicht bedraagt 2,5 ton



Het principe van de continumethode voor het storten van zandasfalt

bovenzijde van de stortkoker blijft 1 à 2 meter boven water uitsteken. Vervolgens wordt in de stortkoker een prop papier of b.v. een zak zaagsel geworpen die nagenoeg geheel in de koker past. De prop blijft op het water drijven en vormt als het ware de bodem van een bak, waarvan de wanden worden gevormd door het gedeelte van de koker dat boven water uitsteekt. De functie van deze prop is een afscheiding tot stand te brengen tussen het zee- of rivierwater dat zich bij de aanvang van het proces in de stortkoker bevindt en het te injecteren zandwatermengsel. In de aldus gevormde 'bak' wordt nu zandasfalt bereid overeenkomstig de boven beschreven werkwijze. Het verschil is dat de bodem van de bak (dat wil zeggen de drijvende prop) onder het gewicht van het zandasfalt wegzakt, zodat het produktieproces continu kan plaatsvinden.

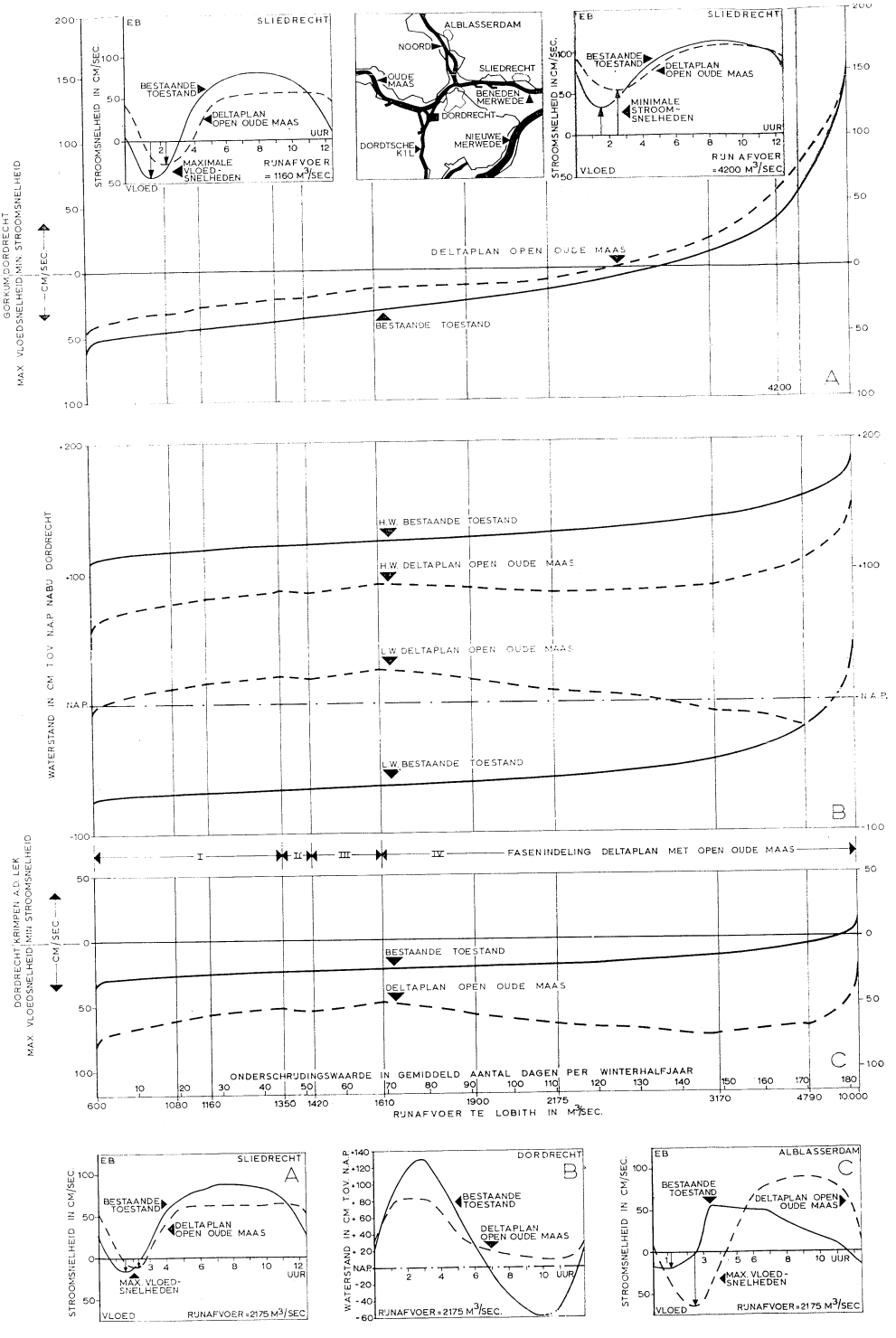
Het aan de onderkant de stortkoker verlatende zandasfalt zet zich op de rivier- of zeebodem vast als een hechte stroombestendige massa. Bij gelijkmatige verplaatsing van de stortkoker ontstaat een asfaltplaat; onder een stilstaande koker wordt een kegelvormige asfaltberg gevormd.

Evenals met de hydrolasemulsie kan ook met colsol zandasfalt in zakken worden gevormd. De voordelen van de colsolmethode zijn dat een snellere vulling verkregen wordt, omdat minder water door de mazen van de zakken behoeft weg te vloeien, terwijl bovendien een harde zandasfaltvulling ontstaat.

Er worden op het ogenblik op uitgebreide schaal proeven verricht teneinde de bruikbaarheid van de beschreven nieuwe methoden voor de uitvoering van de Deltawerken na te gaan.

De aanpassing van het Deltagebied aan de waterloopkundige veranderingen die zich zullen voordoen op de Deltawateren

De uitvoering van de Deltawerken heeft, zoals bekend, een belangrijke verandering van de waterstaatkundige toestand in het zuidwesten van ons land tot gevolg.
Veranderingen, die vele consequenties hebben, zijn de wijzigingen welke de waterbeweging in de Deltawateren zal ondergaan. In het Driemaandelijks Bericht no. 6 werd reeds aandacht besteed aan het plan voor de toekomstige waterhuishouding in het Deltagebied en de invloed op de waterbeweging, terwijl in no. 13 de op het Zeeuwse Meer in te stellen waterstanden werden besproken.
Wat betreft de getijwateren ten noorden van de Volkerakdam, die tezamen het noordelijk deltabekken zullen vormen, zullen de veranderingen in de waterbeweging voor een groot deel het gevolg zijn van het spuiprogramma van de uitwateringssluizen in de Haringvlietdam, met dien verstande, dat de aard en de grootte van deze veranderingen in sterke mate zullen worden beïnvloed door een eventuele afsluiting van de Oude Maas. Deze veranderingen betreffen in het algemeen: een verhoging van de gemiddelde waterstand, een verkleining van het getijverschil (als gevolg van deze beide verschijnselen zullen de laagwaters hoger worden en de hoogwaters in mindere mate lager worden), wijzigingen van de stroomsnelheden en stroomrichtingen, vermindering van het zoutgehalte.
Op de wateren ten zuiden van de Volkerakdam, die het Zeeuwse Meer zullen vormen, zal de getijbeweging geheel verdwijnen en zal gedurende de zomer een ten opzichte van N.A.P. enigszins verhoogd zomerpeil en gedurende de winter een enigszins verlaagd winterpeil worden gehandhaafd; stroomsnelheden van enige betekenis zullen niet meer voorkomen en het meer zal geheel verzoeten.
Uit de hiervoor genoemde veranderingen vloeit de noodzaak voort van het tot stand brengen van aanpassingen van velerlei aard. Door het hoger worden van de laagwaterstanden zullen vele natuurlijk lozende gebieden van een bemaling moeten worden voorzien, door het hoger worden van de gemiddelde waterstanden zullen voorzieningen moeten worden getroffen bij vele bestaande gemalen en door het lager worden van de hoogwaterstanden zullen in bepaalde gevallen maatregelen moeten worden genomen in verband met het inlaten van water in polders. De aanpassing van de afwatering van de polders rond het Veerse Meer werd reeds besproken in het Driemaandelijks Bericht no. 10. Overleg omtrent de aanpassing van de afwatering en de waterinlaat vindt momenteel plaats ten aanzien van de volgende gevallen: het gebied van de ruilverkaveling Amerkant, het waterschap De Striene, de binnen- en buitengrachten van Willemstad, de Brabantse


EB
SLIEDRECHT
STROOMSNELHEID IN CM/SEC
BESTAANDE TOESTAND
DELTAPLAN OPEN OUDE MAAS
MAXIMALE VLOED-SNELHEDEN
RUNAFVOER = 1160 M3/SEC
VLOED
UUR
ALBLASSERDAM
NOORD
OUDE MAAS
SLIEDRECHT
BENEDEN MERWEDE
DORDRECHT
DORDTSCHE KIL
NIEUWE MERWEDE
MINIMALE STROOM-SNELHEDEN
RUN AFVOER = 4200 M3/SEC
GORKUM/DORDRECHT
MAX. VLOEDSNELHEID/MIN. STROOMSNELHEID
CM/SEC
4200
A
WATERSTAND IN CM. T.O.V. N.A.P. NABIJ DORDRECHT
H.W. BESTAANDE TOESTAND
H.W. DELTAPLAN OPEN OUDE MAAS
L.W. DELTAPLAN OPEN OUDE MAAS
L.W. BESTAANDE TOESTAND
N.A.P.
B
I
II
III
IV
FASENINDELING DELTAPLAN MET OPEN OUDE MAAS
DORDRECHT/KRIMPEN A.D. LEK
MAX. VLOEDSNELHEID/MIN STROOMSNELHEID
ONDERSCHRIJDINGSWAARDE IN GEMIDDELD AANTAL DAGEN PER WINTERHALFJAAR
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
600 1080 1160 1350 1420 1610 1900 2175 3170 4790 10.000
RUNAFVOER TE LOBITH IN M3/SEC.
C
EB
SLIEDRECHT
A
MAX. VLOED-SNELHEDEN
RUNAFVOER = 2175 M3/SEC
DORDRECHT
B
RUNAFVOER = 2175 M3/SEC.
EB
ALBLASSERDAM
C
MAX. VLOED-SNELHEDEN
RUNAFVOER = 2175 M3/SEC

Schematisch overzicht van het verloop van:

A. de maximale vloedsnelheden c.q. minimale stroomsnelheden op de Beneden Merwede nabij Sliedrecht;

B. de gemiddelde hoog- en laagwaterstanden nabij Dordrecht;

C. de maximale vloedsnelheden c.q. minimale stroomsnelheden op de Noord nabij Alblasserdam;

als functie van de Rijnafvoer en zijn frequentie voor de bestaande toestand, alsmede voor de toestand na uitvoering van de Rijnkanalisatie en de Deltawerken met open Oude Maas bij een gemiddelde getijbeweging op zee en voor het gemiddeld winterhalfjaar (oktober t/m maart)

Biesbosch, het gebied van de Zuidhollandse Biesbosch (ook wel genoemd de Merwelanden), het waterschap De Polders van Halsteren, het waterschap De Polders van Nieuw Vosmeer, de Louisa en Cannemanspolder, de polder Het Oude Land van Ouddorp, de gebieden lozende op de toekomstige boezems van het Zuiderdiep, de polder Oudenhoorn en meer in het algemeen het gehele gebied van Voorne en Putten. Het overleg omtrent de afwatering en de waterinlaat van vele andere gebieden wordt voorbereid, waarbij het zwaartepunt ligt in het noordelijke deltabekken in verband met de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet in 1967/1968.

In bepaalde gevallen zullen voorzieningen moeten worden getroffen ter aanpassing van rioolwaterlozingen. Soms zullen deze zelfs rioolwaterzuiveringsinstallaties kunnen omvatten wanneer de verandering van de waterbeweging in het ontvangende water, b.v. tezamen met een veranderde bestemming van dit water, zulks nodig maken. De aanpassing van rioolwaterlozingen op het Veerse Meer werd reeds besproken in het Driemaandelijks Bericht no. 14. Verder vindt momenteel overleg plaats omtrent rioolwaterlozingen te Hellevoetsluis en Willemstad.

In het Deltagebied worden voorts vele haventjes aangetroffen die thans alle bij hoogwater goed zijn te bereiken en ten aanzien waarvan bij het lager worden van de hoogwaterstanden maatregelen moeten worden genomen. Meestal zal men tot de conclusie komen dat aanpassing van alle haventjes in een bepaald gebied of op een bepaald eiland niet verantwoord is, in welk geval men dient over te gaan tot havenconcentratie, hetgeen gepaard kan gaan met verplaatsing van havenoutillage en bedrijven. De aanpassing van havens langs het Veerse Meer werd reeds besproken in het Driemaandelijks Bericht no. 16. Ten aanzien van de havens van Goedereede, Stellendam en Dirksland vindt momenteel overleg plaats in verband met de de aansluiting van de Haringvlietdam op de kust van Goeree-Overflakkee en de voorgenomen vorming van de Zuiderdiepboezem.

De voorzieningen die moeten worden getroffen ten behoeve van de visserij in het Deltagebied vormen een hoofdstuk op zich zelf. In de Driemaandelijkse Berichten nrs. 12, 15 en 18 werd reeds aandacht aan dit vraagstuk besteed.

Het is niet uitgesloten dat op bepaalde plaatsen in het bestaande land zich verdrogingsverschijnselen zullen voordoen als gevolg van de veranderingen in de waterstanden; speciaal de oeverstroken, waar tamelijk hoog opgeslibde buitendijkse gronden worden aangetroffen die momenteel door het getij voortdurend nat worden gehouden, verdienen daar-

bij de aandacht. In sommige gevallen zal schade door verdroging kunnen worden voorkomen door het aanbrengen van speciale voorzieningen.
Tenslotte zullen ook scheepswerven de invloed ondergaan van de veranderde waterbeweging. De veranderde waterstanden zullen in bepaalde gevallen voorzieningen aan de hellingen en de verdere outillage van de werven nodig maken. In sommige gevallen zal ook b.v. aan de mogelijkheid van het tewaterlaten van schepen de nodige aandacht moeten worden besteed in verband met de veranderingen in stromingsrichtingen en kenteringstijden.
In vele gevallen zal de noodzaak van het tot stand brengen van aanpassingen tevens aanleiding zijn om te komen tot verbeteringen of zelfs tot geheel andere bestemmingen van de aan te passen objecten. Bij polders kan dit betreffen: een ruilverkaveling, concentratie van polders, een verbeterde waterbeheersing met b.v. een diepere ontwatering en de mogelijkheid van inlaat van water, etc. Buitendijkse gorzen en grienden kunnen voor landbouwgrond, haven- en industrieterrein, recreatieterrein, natuurreservaat, etc., worden bestemd en zonodig voor deze bestemmingen geschikt worden gemaakt door inpoldering, opspuiting, ontsluiting, bebossing, etc. Aanpassing van havens en vooral havenconcentratie kan leiden tot het beschikbaar komen van havens die mede dienstbaar kunnen zijn aan de recreatie of de industriële ontwikkeling in een bepaalde streek. Zo zijn vele voorbeelden te noemen. Door het veelal samengaan van aanpassing met verbetering en ontwikkeling, speelt bij de voorbereiding van de aanpassingen het planologisch aspect een belangrijke rol. In deze gevallen is een gecombineerde behandeling van het vraagstuk van de aanpassingen en de toekomstige bestemming en inrichting van de Deltawateren met de oevers en de droogvallende gronden geboden.
In de Deltawet wordt wat betreft de aanpassingen onderscheid gemaakt tussen voorzieningen betreffende waterstaatswerken en tegemoetkomingen in schade, hetzij door het treffen van voorzieningen, hetzij in geld.
De desbetreffende artikelen luiden:

Artikel 3. 1. Voorzieningen betreffende waterstaatswerken, welke naar het oordeel van Onze voornoemde Minister (van Verkeer en Waterstaat) in het algemeen belang noodzakelijk of wenselijk zijn als gevolg van de uitvoering van de in artikel 1 bedoelde werken (o.m. de afsluitingswerken in het Deltagebied), worden door het Rijk getroffen, tenzij het volgend lid van dit artikel daarop van toepassing is.

2. Indien als gevolg van de uitvoering van de in artikel 1 bedoelde werken voorzieningen moeten worden getroffen ter aanpassing van bestaande waterstaatswerken of nieuwe vervangende werken tot stand moeten worden gebracht, geschiedt dit door de beheerders dan wel door degenen, die daartoe uit anderen hoofde verplicht zijn.

Artikel 5. 1. De kosten van de werken bedoeld in de artikelen 1 en 3, eerste lid, worden door het Rijk gedragen behoudens aan anderen krachtens afzonderlijke wet op te leggen bijdragen.

3. In de kosten van de werken bedoeld in de artikelen 1 onder II en 3, tweede lid, kan van rijkswege volgens bij of krachtens afzonderlijke wet te stellen regelen een bijdrage worden verleend.

Artikel 6. Indien ingevolge de artikelen 1 of 3 werken worden uitgevoerd of voorzieningen worden getroffen door anderen dan het Rijk, kunnen aan dezen daartoe voorschotten uit 's Rijks kas ter beschikking worden gesteld.

Artikel 8. Bij of krachtens afzonderlijke wet worden regelen gesteld omtrent tegemoetkoming hetzij door het treffen van voorzieningen, hetzij in geld, in schade, welke door de in artikel 1 onder I bedoelde werken voor de visserij en aanverwante bedrijven en voor andere daarvoor in aanmerking komenden ontstaat.

Door de Minister van Verkeer en Waterstaat is aan de colleges van Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, Zeeland, Noord-Brabant en Gelderland verzocht de beheerders van waterstaatswerken nog eens te wijzen op de op hun krachtens artikel 3, tweede lid, rustende verplichting. Teneinde de beheerders te helpen bij het vinden van de meest geschikte oplossingen, zijn sinds geruime tijd in de genoemde provincies commissies werkzaam, bestaande uit vertegenwoordigers van de Rijkswaterstaat, de Cultuurtechnische Dienst en de betreffende Provinciale Waterstaatsdienst en, voorzover het tevens inrichtingsvraagstukken betreft, tevens vertegenwoordigers van de Rijksdienst van het Nationale Plan, de Dienst van de Domeinen, het Staatsbosbeheer en de betreffende Provinciale Planologische Dienst. Zodra in een van deze commissies met een beheerder overeenstemming is bereikt ten aanzien van de in het betreffende geval te volgen principe-oplossing, kan door de beheerder een nader uitgewerkt plan met toelichting en kostenbegroting, tezamen met een verzoek om toekenning van een rijksbijdrage, worden toegezonden aan de Minister van Verkeer en Waterstaat via de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in de betreffende regionale directie.
De in artikel 5, derde lid, in het vooruitzicht gestelde wettelijke regeling bevindt zich in een vergevorderd stadium van voorbereiding en er bestaat goede hoop dat het wetsvoorstel de Staten-Generaal in de eerste helft van 1963 zal bereiken. Teneinde het tijdig gereed komen van de nodige aanpassingen te bevorderen worden hiervoor sinds geruime tijd gedeelten van de benodigde bedragen bij wijze van voorschot uit 's Rijks kas beschikbaar gesteld, vooruitlopende op de hiervoor genoemde wettelijke regeling.
De in artikel 8 genoemde wettelijke regeling vormt onderwerp van overleg in de Commissie Artikel 8 Deltawet, bestaande uit vertegenwoordigers van de ministeries van Verkeer en Waterstaat, Financiën, Economische Zaken, Landbouw en Visserij, Sociale Zaken en Volksgezondheid en Maatschappelijk Werk.

Het kustonderzoek bij Katwijk

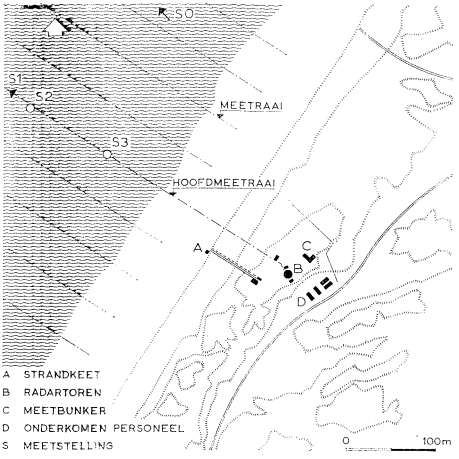
Onze kennis van de omstandigheden die de kustvorm van Nederland bepalen is verre van volledig, ondanks het feit dat gedurende een lange periode waarnemingen zijn verricht met betrekking tot de veranderingen waaraan stranden en duinen onderhevig zijn. Het ontbreken van een voldoende gedetailleerde kennis omtrent de inwerking van de getijbeweging, stromen en golven op onze kust heeft tot gevolg gehad dat men tot dusver niet veel verder is gekomen dan het formuleren van algemene, in hoofdzaak kwalitatieve inzichten.

Het ontbreken van kwantitatieve gegevens doet zich telkens gevoelen bij het ontwerpen en beoordelen van werken voor de kustverdediging en voor de scheepvaart. In het bijzonder is dit tekort als een ernstige lacune te beschouwen nu het er om gaat de gevolgen te overzien van een aantal belangrijke waterstaatkundige werken die in uitvoering zijn of in de naaste toekomst tot uitvoering zullen komen, zoals werken van het Deltaplan, de havenmond van Europoort, de uitbreiding van de havenmonden van IJmuiden en Scheveningen.

Een beter inzicht in het samenstel van factoren die oorzaak zijn van de veranderingen aan en voor de kust kan alleen verkregen worden wanneer op grote schaal metingen in de natuur worden verricht. Tot voor kort ontbrak het echter aan de daartoe noodzakelijke apparatuur, met name op het gebied van golfmetingen en van de waarneming van het zandtransport in de kustzone.

Hoewel de thans ten dienst staande hulpmiddelen nog verre van volmaakt zijn, is de technische ontwikkeling zover gevorderd dat de mogelijkheid bestaat in een korte periode een grote hoeveelheid gegevens te verzamelen en op ponsbanden vast te leggen, waarna een rekenmachine voor de verwerking zorgt. Ook ten aanzien van de interpretatie van de waarnemingen zijn goede vorderingen gemaakt.

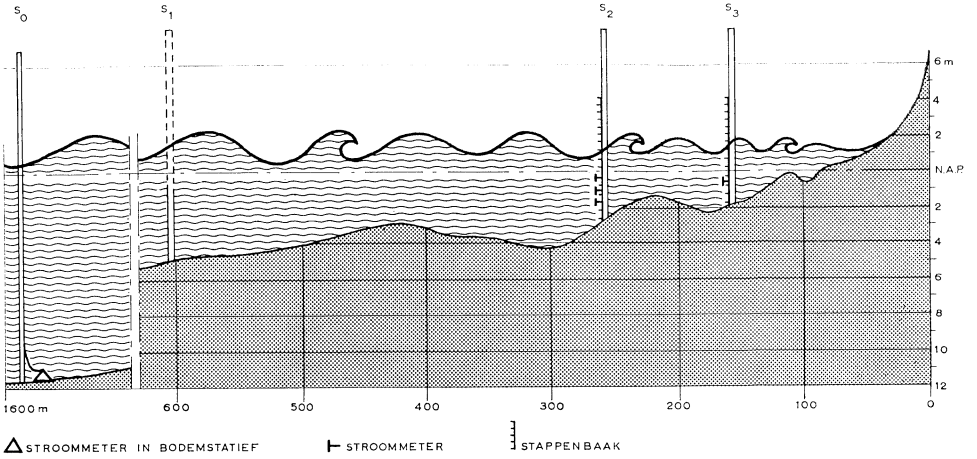
Om in de beschreven lacune te voorzien werd door de Rijkswaterstaat besloten om, naast de geregelde metingen van algemene aard, gedurende een periode van twee maanden een afzonderlijke reeks van metingen te doen plaatsvinden. Dat de tijd voor een dergelijke campagne rijp was blijkt wel uit het feit, dat de verschillende instanties die bij het kustonderzoek zijn geïnteresseerd terstond bereid gevonden werden om hun medewerking te verlenen. Uiteraard waren bij de onderzoekingen direct betrokken de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat, de Deltadienst en het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. Daarnaast hebben tevens meegewerkt de Oceanografische



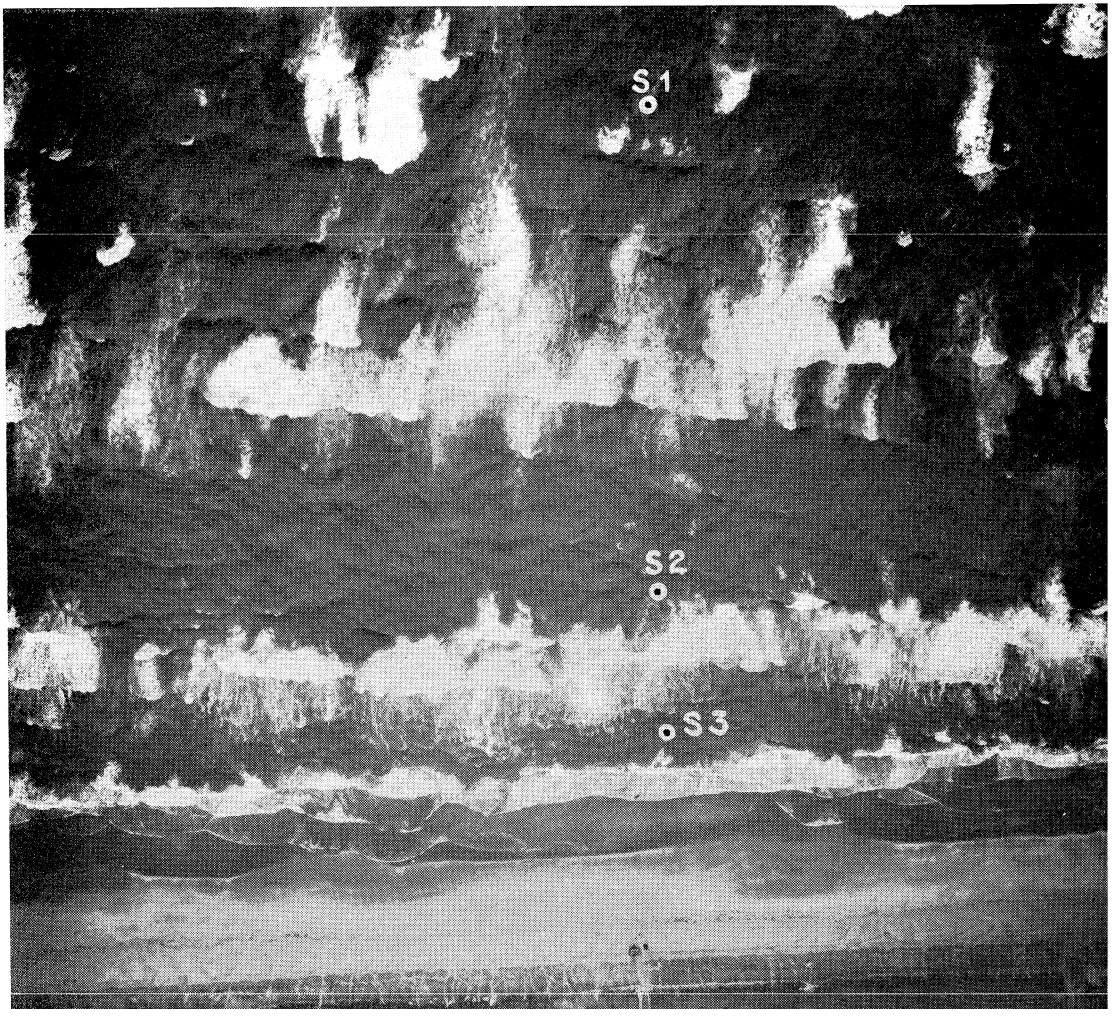
Situatie van het meetstation te Katwijk

Afdeling van het K.N.M.I., het Laboratorium voor Grondmechanica, de Technisch-Physische Dienst (TPD-TNO), de Rijksuniversiteit van Utrecht, de Vrije Universiteit en de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam en de Technische Hogeschool te Delft. Voorts zouden de metingen onuitvoerbaar zijn geweest zonder de assistentie van de Koninklijke Marine, de Koninklijke Landmacht en de Koninklijke Luchtmacht.

Welke aspecten zouden bij het te verrichten kustonderzoek in het bijzonder naar voren moeten komen? Een eerste doel van de metingen zou moeten zijn het verband op te sporen tussen de in de natuur voorkomende onregelmatige golven met wisselende golfhoogte, periode en golflengte en de regelmatige geschematiseerde golven, waarvan bij berekeningen en ook in de meeste waterloopkundige modellen gebruik wordt gemaakt. Voorts was het van belang de invloed te bepalen van deze onregelmatige golven en van de getijstromen op de zandbeweging langs de kust. Tenslotte zou het golfbeeld nabij de kust moeten worden vergeleken met het golfbeeld dat dagelijks door de Nederlandse lichtschepen wordt vastgelegd. Immers, indien dit verband bekend is, wordt het mogelijk uit de reeks van waarnemingen die door deze schepen gedurende een periode van meer dan tien jaar zijn verzameld conclusies te trekken met betrekking tot het golfbeeld bij de kust en het daarmee samenhangende vraagstuk van de zandbeweging.
Omdat het zich liet aanzien dat de interpretatie van gegevens, afkomstig uit gebieden met gecompliceerde golfbeelden en getijstromen, moeilijkheden zou kunnen geven werd het wenselijk geacht de metingen uit te voeren langs een gedeelte van de kust waarvan de vorm weinig onregelmatigheden vertoont. De keuze is gevallen op de kuststrook bij Katwijk, ook al omdat zich daar een golfmeetpaal in zee bevindt, met behulp waarvan reeds gedurende drie jaren waarnemingen van golfhoogten zijn verricht. Derhalve werd ten zuiden van Katwijk gedurende de maanden augustus en september van dit jaar een meetpost ingericht.
Deze meetpost omvatte, zoals uit de situatietekening blijkt, behalve de reeds genoemde golfmeetpaal, drie stalen vakwerktorens, een radarpost, een inrichting voor het transport van gemerkt zand naar deze torens en voorts werk- en verblijfsruimten. De bezetting van ca. 25 man werd ondergebracht in legertenten.
De bijzonder ongunstige weersomstandigheden van begin augustus hebben de voorbereidende werkzaamheden sterk gehinderd. Een ernstige tegenslag was het feit dat de hevige



Beeld van het zee-oppervlak voor het meetstation. Duidelijk zijn drie brandingszônes te onderscheiden



Bodemprofiel langs de hoofdmeetraai. De meetstellingen S_1, S_2 en S_3 zijn geplaatst aan de zeezijde van de brandingsruggen

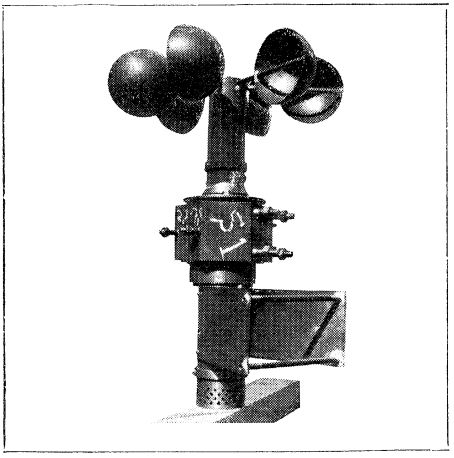
storm van 7 augustus – een storm met een kracht als statistisch slechts éénmaal in de 20 tot 30 jaar in augustus voorkomt – de buitenste stalen vakwerktoren S_1 heeft omvergeworpen. Ook in de weinige perioden met stil weer die daarop zijn gevolgd is het niet gelukt deze toren opnieuw te plaatsen. De andere torens S_2 en S_3 waren beide voorzien van een 'stappenbaak', d.w.z. een baak die voorzien is van een groot aantal op verschillende hoogten aangebrachte elektrische contacten die de waterhoogten aangeven.

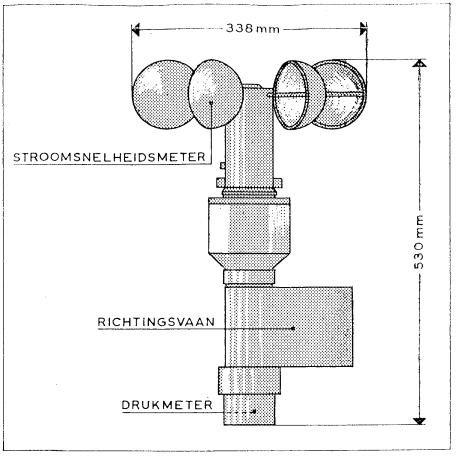
De richting en de snelheid van de waterbeweging werden gemeten met een instrument dat voor dit onderzoek speciaal was ontwikkeld: een richtings- en snelheidsmeter, waarin tevens een drukdoos was ingebouwd voor het meten van de waterdruk. Men beschikte over vijf van deze instrumenten: één ervan werd geplaatst in een bodemstatief op ongeveer 10 m diepte nabij de golfmeetpaal (S_0). Het tweede werd bevestigd aan een ca. 2 m lange uithouder op de toren S_3. De overige drie werden op de toren S_2 aangebracht, boven elkaar, zodat stroom en druk van het zeewater op drie verschillende diepten gelijktijdig konden worden gemeten.

Vier verschillende soorten van gegevens, betrekking hebbend op stroomrichting en -snelheid, golfhoogte en waterdruk, werden als elektrische impulsen langs kabels naar een meetkamer – een bunker uit de oorlogstijd – overgebracht. Daar werden deze impulsen door middel van een elektronisch systeem op een viertal ponsbanden vastgelegd. Op elk van deze banden werden vier gegevens geponst binnen $^1/_5$ seconde. Elke vijfde seconde werden dus in totaal 16 gegevens verkregen. De registraties werden meestal gedurende anderhalf uur voortgezet, dan volgde een tussenpoos van een half uur en werden de metingen hervat, zowel overdag als 's nachts. Op deze wijze is een archief van waardevol studiemateriaal verzameld.

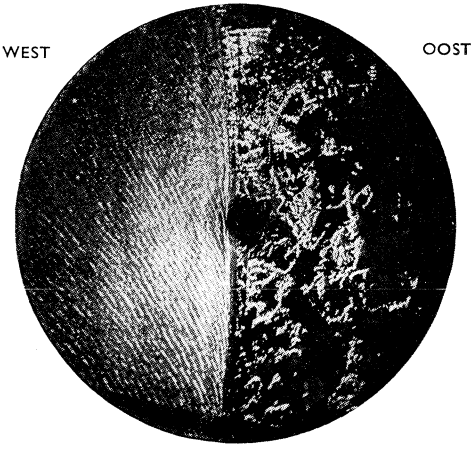
Ter controle werden de gegevens van de meetstations tijdens elke meetperiode gedurende een drietal minuten tevens opgetekend op een papieren rolstrook. Het verloop van de door de recorder geschreven kromme gaf de onderzoekers een aanwijzing of het ponssysteem naar behoren functioneerde. Voorts zullen deze krommen ook van nut zijn bij de programmering van de elektronische rekenmachine, met behulp waarvan de ponsbandgegevens zullen worden uitgewerkt.

Het golfbeeld aan de zee-oppervlakte werd vastgelegd met radarfoto's. Door toepassing van een eerder in deze Berichten (nr. 4) beschreven methode werden golflengten en -voortplantingssnelheden van deze foto's afgelezen. Voor het eerst werden, bij wijze van





WEST OOST



Radarbeeld van gerefracteerde golven tijdens de zuidwesterstorm op 7 augustus (windkracht 10)



Beeld van de storm op 7 augustus

◀ Stroommeter met cupmolen, richtingsvaan en drukmeter in de holle as van de richtingsvaan

proef, gelijktijdig foto's genomen van het beeld op het radarscherm en van het golfoppervlak zelf. Deze laatste foto's werden gemaakt door straalvliegtuigen van de Koninklijke Luchtmacht. Vergelijking tussen de beide fotobeelden heeft ertoe geleid dat in de toekomst een betere interpretatie zal kunnen worden gegeven van luchtfoto's van zeegaten.
De zandbeweging werd nagegaan met de tracer-methode, waarvan in het Driemaandelijks Bericht no. 5 een beschrijving is gegeven. Als proef werd gebruik gemaakt van duinzand waarvan de korrels waren voorzien van een laagje fluorescerende verf. Bovendien werd aan de verf zeer fijn ijzerpoeder toegevoegd. Door verf en ijzerpoeder in de juiste volumeverhouding toe te voegen kan bereikt worden dat het soortelijk gewicht van de in omvang toegenomen korrels hetzelfde blijft als van gewoon zand. Dit gemerkte zand werd door middel van lange, onder druk staande plastic buizen aan de verschillende stations in zee toegevoerd en daar gespuid. Om een inzicht in de spreiding van dit zand te verkrijgen werden op verschillende 'benedenstrooms' gelegen plaatsen door duikers grondmonsters genomen. Bij de analyse van deze monsters in het laboratorium bewees het toegevoegde ijzerpoeder zijn nut, omdat dit de mogelijkheid verschafte door middel van een magneet de in zee gebrachte korrels te scheiden van het oorspronkelijke, zich ter plaatse bevindende zand. Het was op deze wijze niet moeilijk de aanwezigheid van zeer geringe hoeveelheden gemerkt zand – overeenkomende met verdunningen van 1 op 10 miljoen deeltjes – aantoonbaar te maken.
De kennis betreffende de richting van het zandtransport werd vergroot door een systematisch onderzoek naar de korrelgrootteverdelingen van zandmonsters. De monsters werden in twee raaien verzameld op vaste afstanden van de kust. De eerste bewerking van de analyses van de zandmonsters heeft reeds uitgewezen dat deze methode tot belangrijke aanvullende conclusies kan leiden. Dit geldt ook voor de lodingen die in de meetperiode werden verricht. Overduidelijk is daaruit gebleken hoe beweeglijk de minst diepe gedeelten van de kustzone (gelegen boven N.A.P. – 4 m) zijn.
De gegevens die tijdens het kustonderzoek werden verzameld vormen een belangrijk uitgangspunt voor verdere studie. Om zo snel mogelijk tot praktische resultaten te kunnen komen zal door een twaalftal deskundigen, behorende tot de verschillende instanties die aan het onderzoek hebben deelgenomen, in nauw onderling contact een eerste bewerking van dit materiaal ter hand worden genomen.

Waterloopkundig onderzoek ten behoeve van de afsluiting van de Lauwerszee

In de jaren die aan de afsluiting van de Lauwerszee zijn voorafgegaan is uitgebreid onderzoek verricht met betrekking tot de waterbeweging en de golfbeweging in en om de Lauwerszee. In het Driemaandelijks Bericht no. 19 is een algemeen overzicht gegeven van de voornaamste van de voorbereidende onderzoekingen, waarbij ook aan het waterloopkundig aspect aandacht werd geschonken. In het onderstaande zal op enkele punten nader worden ingegaan.

Het doel van het onderzoek was tweeledig. In de eerste plaats was het noodzakelijk de waterloopkundige situatie van dat ogenblik vast te leggen met het oog op de uitvoering van de afsluitingswerken; in de tweede plaats diende men gegevens ter beschikking te krijgen voor het opstellen van een prognose aangaande de veranderingen die in dit gebied als gevolg van de afsluiting mogen worden verwacht.
Het gebied dat door de afsluiting wordt beïnvloed wordt in grote trekken als volgt begrensd: in het zuiden door de kusten van Groningen en Friesland, in het noorden door Ameland en Schiermonnikoog, in het westen en oosten door de wantijgebieden achter deze beide eilanden.

Het geulenstelsel bestaat uit drie takken, te weten het Gat van Schiermonnikoog, het Oort met Vierhuizergat en het Vaarwater naar Oostmaborn, welke alle drie uitmonden in de Zoutkamperlaag.
De beide eerstgenoemde takken lopen uit in het wantijgebied dat de stroomscheiding vormt met de Eilanderbalg, het zeegat ten oosten van Schiermonnikoog. Zij zijn hiervan gescheiden door een hoge zandplaat, de Brakzand, die tevens de stroomscheiding vormt.
Wat de huidige vloed- en ebvolumes in de buitenmond van de Zoutkamperlaag betreft, dat wil zeggen de hoeveelheden water die bij gemiddeld getij tijdens de vloed naar binnen en tijdens de eb weer uit de Waddenzee stromen, deze bedragen resp. 340 en 320 miljoen m^3. Het verschil van 20 miljoen m^3 wordt veroorzaakt door het feit dat het wantij achter Schiermonnikoog bij vloed ongeveer een kilometer verder oostelijk ligt dan bij eb. Bij het wantij achter Ameland vallen de vloed- en ebscheiding nagenoeg samen.

Hoe groot de omvang van de vloed- en ebvolumes van de voornaamste geulen is kan worden afgelezen uit de volgende tabel:

geul	volume in mln m³	
	vloed	ed
Zoutkamperlaag	340	320
Gat van Schiermonnikoog	45	40
Oort met Vierhuizergat	90	75
Nieuwe Robbengat	20	20
Vaarwater naar Oostmahorn	100	100

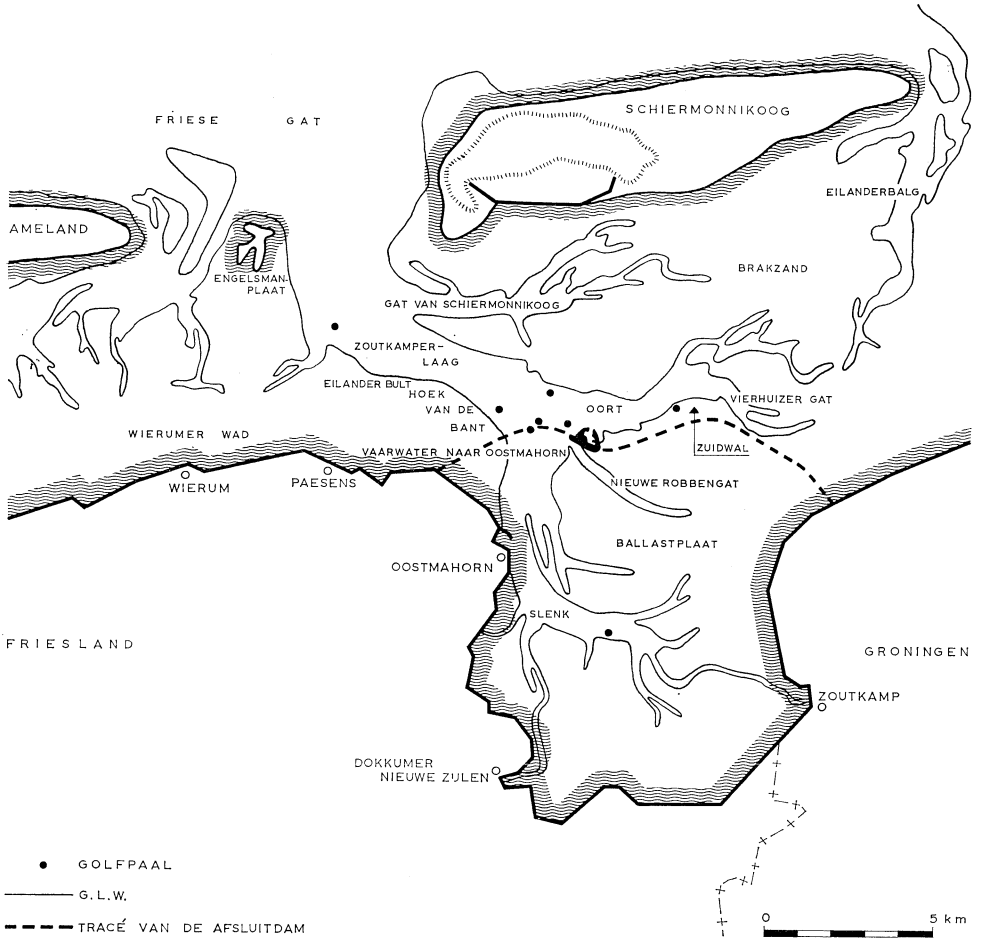
Ter vergelijking volgen hieronder enkele gegevens omtrent ebvolumes van sluitgaten die in het Deltagebied zijn gelegen:

geul	ebvolume in mln m³
Brielsche Maas	17
Braakman	17
Veersche Gat	70
Haringvliet	260
Brouwershavensche Gat	325
Oosterschelde	1100

Zoals de lezers wellicht bekend is, zullen het Vaarwater naar Oostmahorn en het Nieuwe Robbengat gelijktijdig worden afgesloten. Het ebvolume van deze afsluiting en het getijverschil (120 miljoen m³, resp. 2,40 m) zijn van dezelfde orde van grootte als bij het Veersche Gat (70 miljoen m³, resp. 2,90 m).
Wat het verticale getij in het betreffende gebied aangaat, heeft men een goede karakteristiek in de waterstanden zoals die te Oostmahorn worden waargenomen. Deze standen zijn (in cm ten opzichte van N.A.P.):

	hoogwater	laagwater
springtij	+ 113	– 158
gemiddeld tij	+ 0,96	– 144
doodtij	+ 0,77	– 116

Uit de in vroeger jaren geregistreerde hoogwaterstanden heeft men kunnen afleiden dat éénmaal per twee jaar te Oostmahorn een waterstand wordt verwacht met een peil van N.A.P. + 3,00 m of hoger en éénmaal in de 1000 jaar een waterstand van N.A.P. + 5,20 m of hoger. Als ontwerppeil voor de afsluitdam werd een hoogte vastgesteld van N.A.P. + 5,45 m.



De geulen in en nabij de Lauwerszee.

Behalve in de geulen zijn ook vrij sterke eb- en vloedstromen geconstateerd over de zandplaten. In nr. 20 van deze Berichten is in dit verband het waterloopkundig modelonderzoek ter sprake gebracht dat werd verricht ten behoeve van de aanleg van een werkeiland op de Ballastplaat.

Voorts kan worden meegedeeld dat vooral bij westelijke en noordwestelijke wind langs de zuidelijke oever van het Oort een sterke waterbeweging plaats vindt naar het zuidelijke gedeelte van het Vierhuizergat en naar het Nieuwe Robbengat. Bij harde wind wordt de stroom hier sterk in oostelijke richting gedreven, zowel bij vloed als bij eb. Bij de aanleg van de afsluitdam zal hiermee rekening moeten worden gehouden. Daartoe is besloten dat eerst een damvak van ongeveer 3 km moet worden aangelegd dat aansluit aan de Groningse kust. Op die plaats treden namelijk vrijwel geen stromingen op die loodrecht staan op het tracé van de dam.

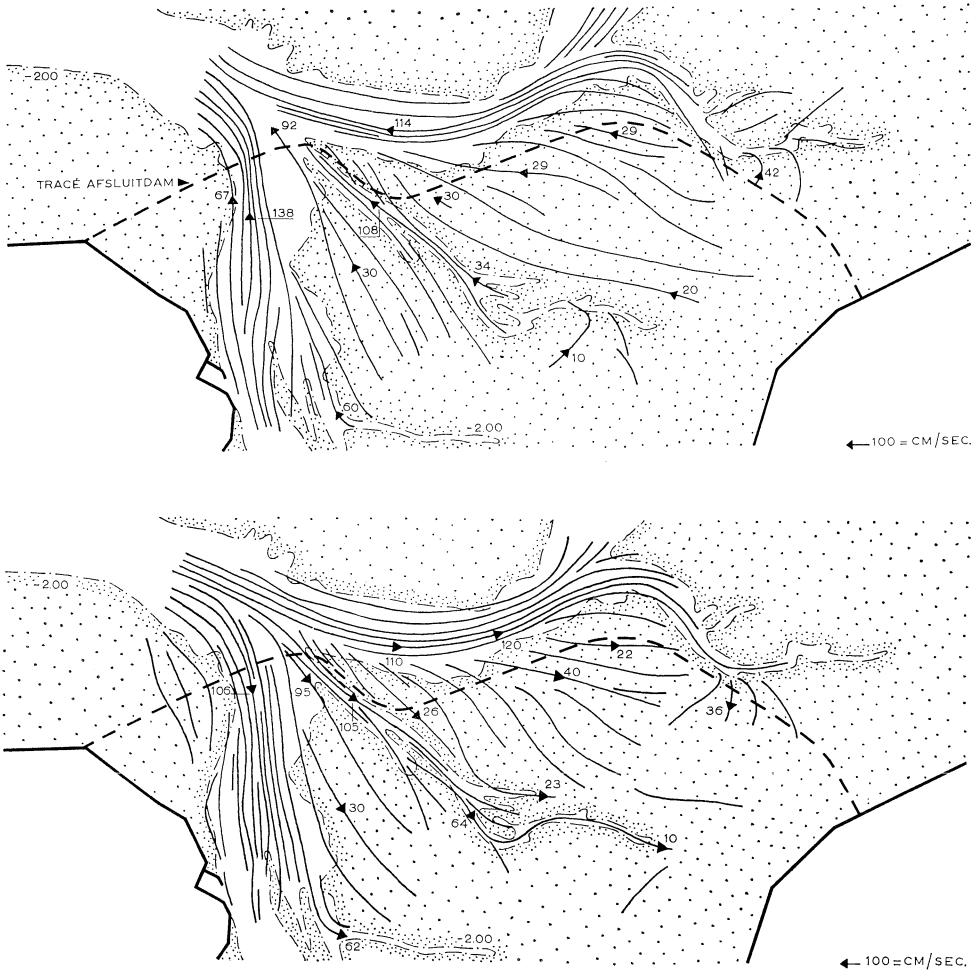
Ook over de Hoek van de Bant is een vrij sterke waterbeweging waargenomen, hetgeen betekent dat een deel van de stroom de hoek afsnijdt tussen het Vaarwater naar Oostmahorn en de Zoutkamperlaag.
Op grond van het onderzoek met betrekking tot de waterbeweging wordt op dit ogenblik bestudeerd welke vorm het sluitgat in het Vaarwater naar Oostmahorn en het Nieuwe Robbengat zal moeten verkrijgen. Modelproeven die werden verricht hebben reeds uitgewezen dat een breed sluitgat noodzakelijk zal zijn, wil een goede toestroming uit deze beide geulen verzekerd blijven. Welke methode van afsluiting gekozen zal worden is thans nog niet bekend. Maar in ieder geval zal de omstandigheid dat een breed sluitgat gewenst is op deze beslissing geen invloed uitoefenen. Zowel de geleidelijke methode als de sluiting met behulp van doorlaatcaissons zouden toepassing kunnen vinden.

Veranderingen in het Waddengebied als gevolg van de afsluiting

Op grond van de getijgegevens die betrekking hebben op de huidige situatie is een berekening gemaakt van het verloop van de getijbeweging op de Waddenzee zoals deze zal worden wanneer de afsluiting een feit is. De omvang van de eb- en vloedvolumes der openblijvende geulen zal na de afsluiting als volgt zijn:

	volume in mln m³	
	vloed	eb
Zoutkamperlaag	210	190
Gat van Schiermonnikoog	45	40
Oort	80	65

De eb- en vloedvolumes in de mond van de Zoutkamperlaag zullen tot ongeveer 69 % van de huidige waarden afnemen. Het verschil is precies het debiet van de afgesloten Lauwerszee, dat ongeveer 130 miljoen m³ bedraagt. In het zuidelijk gedeelte van de Zoutkamperlaag zal dit verschil naar verhouding groter worden en kunnen verminderingen worden verwacht tot 40 % van de huidige waarden. Ook de stroomsnelheden zullen afnemen en wel ongeveer in dezelfde verhouding. Het gevolg zal zijn dat het dwarsprofiel van de Zoutkamperlaag kleiner en de diepte van de geul geringer zullen worden; men rekent op een diepte voor deze geul van ongeveer 8 tot 9 m beneden N.A.P.
De veranderingen die hiermee samenhangen zijn tweeërlei. Ten eerste zullen door het zand dat via de buitenmond van de Zoutkamperlaag wordt aangevoerd drempels worden gevormd. Ten tweede zullen de ten zuidwesten van deze laag gelegen zandplaten, nl. de Eilanderbult en het Wierumerwad, zich in de richting van de Zoutkamperlaag uitbreiden, voornamelijk als gevolg van materiaaltransport over de Waddenzee van west naar oost. Het Gat van Schiermonnikoog zal door de afsluiting niet of nauwelijks worden beïnvloed. De vloed- en ebvolumes van het Oort voorbij het Nieuwe Robbengat zullen weinig verandering ondergaan. Wel wordt verwacht dat deze geul met ongeveer 10 % zal worden vergroot. Uit de berekeningen is nl. gebleken dat het wantij achter Schiermonnikoog ongeveer één tot anderhalve km in oostelijke richting zal opschuiven. Ook de stroomsnelheden zullen iets toenemen, maar niet in die mate dat grote veranderingen daarmee ge-

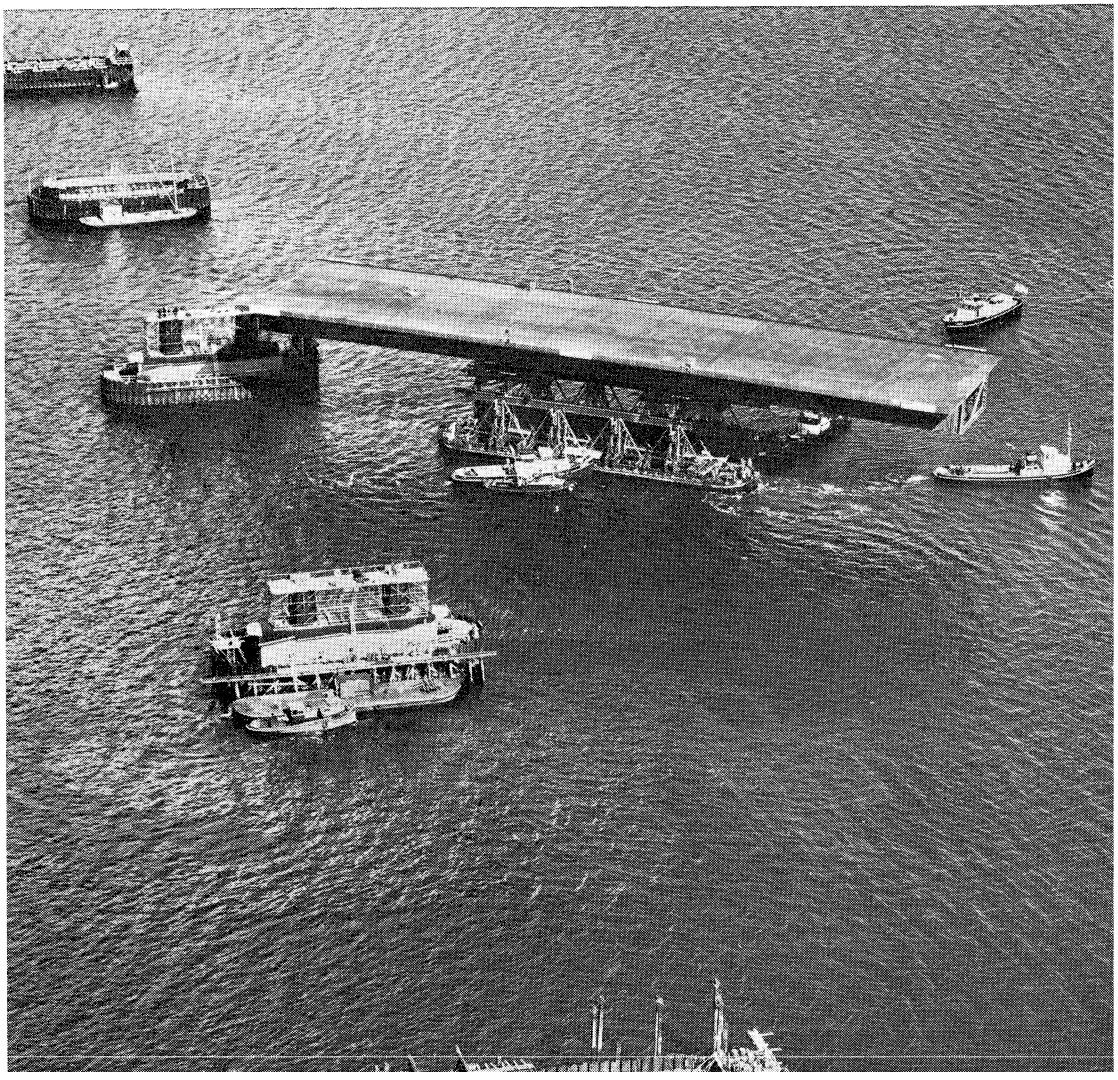


De stromingen tijdens eb en vloed in het gebied van de toekomstige afsluitdijk. Opvallend is de overtrek van de Zoutkamperlaag naar het Vaarwater v.v. en van het Oort naar het Vierhuizergat v.v. over de zandplaten

paard zullen gaan. Niettemin is bij het traceren van de afsluitdam rekening gehouden met een enigszins versterkte stroming in het Oort.
Een ander gevolg van de verplaatsing van het wantij in oostelijke richting is, dat de Eilanderbalg enigszins in betekenis zal afnemen.
In het algemeen kan dus worden aangenomen dat het geulenstelsel in grote trekken hetzelfde zal blijven. Ook ervaringen bij andere afsluitingen hebben geleerd – zoals b.v. bij de afsluiting van de Zuiderzee – dat afgesneden geulen buitendijks weliswaar vrij snel verzanden, maar dat de geulen die vóór de dijk zijn gelegen lang kunnen blijven voortbestaan.

De invloed van de afsluiting op het verticale getij zal gering zijn. Bij de dam wordt een maximale verhoging van het gemiddelde laagwater van 10 cm en een verlaging van het gemiddelde hoogwater van 5 cm verwacht. De stormvloedverhoging als gevolg van de afsluiting zal ten hoogste enkele cm tot één dm bedragen, aangezien de bergende oppervlakte van de Lauwerszee ten opzichte van Noordzee en Waddenzee gering is.
Ook over het onderzoek met betrekking tot de golfbeweging werd in nr. 19 van deze Berichten reeds het een en ander meegedeeld. Hier kan daaraan het volgende worden toegevoegd. In het bedoelde gebied wordt onderscheid gemaakt tussen:
a. golven die worden opgewekt op het wad. Door de aanwezigheid van de eilandenreeks voor de kust blijft de strijklengte beperkt tot maximaal 8 à 9 km. Bij gewoon hoogwater ontstaan als gevolg van de hoge ligging van de zandplaten z.g. 'rijpe' golven, waarvan de hoogte en lengte afhankelijk zijn van de aanwezige waterdiepte; veranderingen in de strijklengte en de windrichting blijken op de hoogte van deze golven geen invloed te hebben;
b. golven die worden opgewekt in de Zoutkamperlaag. Zelfs bij de maximale strijklengte van 9 km, dat wil zeggen bij noordwestenwind, wordt de vorm van deze golven nog niet door de bodem beïnvloed, zodat dan steeds z.g. 'diepwatergolven' in deze geul optreden. De deining van de Noordzee is in de Zoutkamperlaag niet meer merkbaar, met andere woorden zij trekt niet door het zeegat naar binnen. Dit is duidelijk bevestigd door waarnemingen die in 1961 werden verricht met behulp van golfplaten die bij de Engelsmanplaat in het noorden en bij de monding van het Oort in het zuiden geplaatst waren.
Naarmate de waterstanden hoger worden verdwijnt het verschil tussen de golfhoogte in de geulen en boven de zandplaten, omdat dan ook boven deze platen voldoende waterdiepte aanwezig is om diepwatergolven te doen ontstaan.
Alle waarnemingen konden zodanig worden geëxtrapoleerd dat een goed inzicht is verkregen inzake de golfhoogten die bij zeer hoge en ook bij de hoogste waterstanden aan de afsluitdam kunnen worden verwacht.

Op donderdag 13 september werd de eerste overspanning ingevaren van de brug bij Numansdorp over het Haringvliet. Het 106 m metende bruggedeelte, dat 830 ton woog, was geplaatst op twee elevatorbakken, elk met een draagvermogen van 1000 ton. Vier sleepboten trokken de sleep naar de opening tussen de tweede en derde pijler van de brug, aan de zijde van Goeree. De tweede van de in totaal tien overspanningen zal, naar verwacht wordt, omstreeks maart 1963 kunnen worden aangebracht



A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

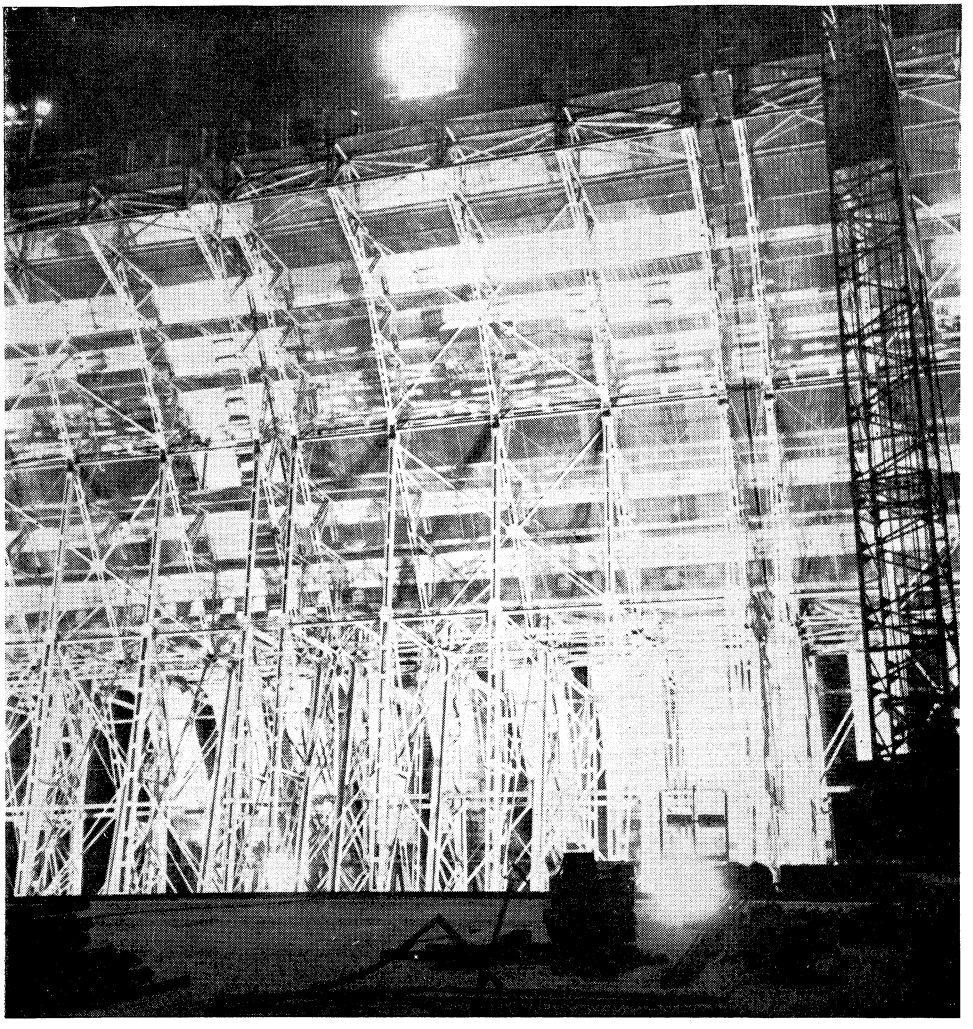
In de verslagperiode kwam het betonwerk van het zuidelijke landhoofd gereed, de laatste pijler werd tot N.A.P. + 10,50 m afgebouwd. Op drie pijlers is men bezig met het maken van de machinekamers voor het bewegingsmechanisme van de schuiven. Er zijn thans acht nablaliggers klaar, terwijl de negende ligger haar voltooiing nabij is.
Van het centrale bedieningsgebouw is het betonwerk gereed en zijn alle gemetselde binnen- en buitenmuren aangebracht. In het gebouw worden de tegels geplaatst, de verwarmingsinstallatie wordt in gereedheid gebracht en hetzelfde geschiedt met de ramen en de liftconstructie.
Er werd begonnen met het trekken van een bemalingsscherm op N.A.P. – 10 m aan de noordzijde van de bouwput.
Aan de zeezijde van de sluizen zijn alle platen van de stortebedden aangebracht. In de afgelopen periode werd in totaal 17 274 m³ beton gestort, waarvan 6120 m³ voor de nablaliggers.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

In het toeleidingswerk aan de zeezijde is men begonnen te heien. Van de 2072 palen zijn er 1618 geheid.
In totaal zal voor de schutsluis 29 500 m³ beton moeten worden gestort; daarvan is thans ongeveer 16 000 m³ verwerkt. Het buitenhoofd is voltooid tot een hoogte van N.A.P. + 2,40 m. Ook de kolkwanden van de molen II en III zijn gestort, terwijl wordt voortgegaan met de opbouw van de overige kolkwanden en het buitenhoofd.
Op verschillende plaatsen, ter weerszijden van de sluis, werd het terrein opgehoogd en aangevuld met zand uit een zanddepot. Er is voor ca. 75 000 m³ grond verwerkt. Het vervaardigen van de zeven stellen sluisdeuren vorderde goed. Het derde stel is klaar gekomen, het vierde ligt gereed om te worden opgesloten.

De aanleg van de binnenhaven nabij de schutsluis in het Haringvliet

Het cutteren en persen van specie uit de haven kwam gereed.
Op de damwand werd een betonsloof aangebracht, terwijl de bestrating voor ongeveer 90 % werd voltooid. Het afwerken van de terreinen achter de bestrating kwam eveneens klaar. In de haven werd een begin gemaakt met het heien van steigers en van aanlegplaatsen voor de vissersschepen.



In de bouwput van de uitwateringssluizen wordt het werk aan de nablaliggers soms ook des nachts voortgezet

De schutsluizen in het Volkerak

Nadat alle 36 pompbronnen voor de bemaling van het diepe grondwater waren geplaatst kon een aanvang worden gemaakt met het leegpompen van de bouwput. Toen de put droog viel was 600 000 m^3 water via een open bemaling verwijderd. Tijdens deze werkzaamheden bleek de grondwaterstand ter plaatse van de grondlichamen voor de toeritten van de brug onvoldoende snel te dalen. Om te voorkomen dat gronddeeltjes door het uit de belopen tredende grondwater zou-

den worden meegevoerd – waardoor een kans ontstaat op evenwichtsverstoringen – werd besloten een 90-tal drainagepalen te plaatsen. De palen hadden een diameter van 30 cm, zij werden aangebracht tot in de beneden N.A.P. – 10,00 m gelegen zandlaag waarop de sluizen worden gefundeerd. Per etmaal werd de waterstand daarna met ongeveer 25 cm verlaagd, welk hoge tempo tot het einde toe is volgehouden.
Tijdens de bemalingswerkzaamheden werd 3,5 km verharde weg aangelegd. Er werd gebruik gemaakt van een silex fundering van 20 cm dikte met een afdekking van grind en asfalt ter dikte van 5 cm. Mede dank zij deze goede wegen kon het droge grondwerk met grote voortvarendheid worden aangepakt. Vier draglines en 23 vrachtauto's werden ingezet bij de verdere verdieping van de bouwput van N.A.P. – 7,50 tot N.A.P. – 10,00 m. In totaal moet 180 000 m³ grond worden uitgegraven en vervoerd. De werkzaamheden zijn thans voor de helft voltooid.
Begin september werd begonnen met het heien van stalen damwand ten behoeve van de pijlers van de brug over de sluizen. Voor het rivierwaarts gelegen landhoofd werden de eerste paalschermen geheid. Drie van de zeven kranen die zullen worden opgesteld zijn thans in bedrijf. Met de montage van de vierde is een aanvang gemaakt.

De aanleg van het eerste gedeelte van de Grevelingendam

Het spuiten van zand over en naast de caissons, met behulp waarvan in mei van dit jaar de zuidelijke stroomgeul werd gesloten, kwam gereed. Ter weerszijden van dit damvak werden de kraagstukken en de teendamwand aangebracht. Het verdedigen van het westelijke beloop met gepenetreerde stortsteen kwam klaar, terwijl in aansluiting daarop werd begonnen met het maken van de taludverdediging van asfaltbeton op het overige gedeelte van het beloop. Voorts werd een begin gemaakt met het aanbrengen van de betonglooiing op het oostelijk beloop van het damgedeelte.

De aanleg van het tweede gedeelte van de Grevelingendam

Van het damvak dat aansluit op de oever van Flakkee kwam het zandlichaam voor 70 % gereed; de kraagstukken en de teendamwand konden reeds voor 80 % worden aangebracht. De kop van de dam werd tot N.A.P. + 3 m verdedigd met een laag stortsteen. Aan de westzijde werd begonnen met het maken van een taludverdediging op het beloop van de berm beneden N.A.P. + 3 m. Deze verdediging bestaat uit een mengsel van stortsteen en asfaltbeton (stortsteenasfalt). Voor dit doel werd nabij het werk een speciale asfaltinstallatie in gereedheid gebracht. Ook werd begonnen met het maken van de taludverdediging boven het genoemde peil.
Het klappen van zand voor de opbouw van de drempel in de noordelijke stroomgeulen van de Grevelingen kwam gereed. De zanddrempel werd tegen stroomaanval verdedigd door haar af te dekken met rijshouten zinkstukken, polyetheenfolie en gietasfalt. Deze werkzaamheden waren aan het einde van de verslagperiode nagenoeg afgesloten.
Zoals men weet zal de noordelijke sluitopening in de Grevelingen worden gedicht met behulp van een kabelbaan. De funderingen voor deze kabelbaan op het damvak op de Plaat van Oude Tonge en ter plaatse van het middensteunpunt zijn gereedgekomen. Met het heien van de palen ten behoeve van de funderingen op het damvak aan de Flakkeese zijde van het sluitgat wordt voortgegaan. De bouwput voor het verankeringsblok, dat op dit gedeelte van de dam zal worden geplaatst, is ontgraven, zodat in oktober met

het heien van de funderingspalen voor het blok kon worden begonnen.
In de verslagperiode werden twee haspels met elk 1800 m staalkabel op het werk aangevoerd; deze haspels wegen per stuk ongeveer 90 ton. Tevens werd aangevoerd het ijzerwerk voor twee pijlers, te weten de zuidelijke en de middenpijler.
De zuidelijke pijler is ten dele op de fundamenten gemonteerd.
De montage de middenpijler geschiedt op het damvak ten zuiden van het sluitgat; daarna wordt deze pijler in haar geheel met behulp van drijvende bokken naar het steunpunt in het midden van het sluitgat vervoerd en daar op het fundament geplaatst.
Op het ten zuiden van het sluitgat gelegen damgedeelte worden wegen aangelegd met het oog op de vorming van materiaaldepots, het vervoer van de staalconstructies en de kabelbaan en, in de laatste fase, het laden van de laadbakken van de gondels. De aanvoer van stortsteen en grind en de aanleg van depots vinden regelmatig voortgang.

De bouw van een schutsluis in de Grevelingendam

Er werd voortgegaan met het aanvullen van de sluisterreinen en het afdekken van de aanvullingen met klei. De op de sluishoofden aansluitende taludverdedigingen kwamen gereed.
Eveneens kwamen gereed het betonwerk voor het viaduct en de bedieningsgebouwen; deze laatste moeten nog worden geverfd.
Op 25 en 26 september werden de nog ontbrekende twee paar sluisdeuren aangevoerd en ingehangen; gelijktijdig arriveerden de reservedeuren, die op de daarvoor bestemde plaats langs de werkhaven werden opgelegd.
Een begin werd gemaakt met het leggen van de kabels voor elektrificatie van de sluis en met de voorbereiding voor de montage van de ophaalbrug over het westelijke sluishoofd.
Het maken van meerstoelen en steigers in de toeleidingskanalen naar de schutsluis werd op 14 juni 1962 gegund aan A. van



Op 23 juli 1962 hees de Minister van Verkeer en Waterstaat de Nederlandse vlag op het werkeiland in de Lauwerszee ten teken van de officiële aanvang der afsluitingswerken



De westelijke kop van het werkeiland op 16 augustus 1962. De bekleding met koperslakblokken is tot voorbij de bocht gevorderd. Op de achtergrond de Friese kust bij Oostmahorn



der Straaten Jr., Aannemersbedrijf N.V. te Hansweert voor de som van f 392 000.
Met het heiwerk werd begonnen in het oostelijke toeleidingskanaal. Gedurende de verslagperiode werden hier alle kokerpalen voor de stalen meerstoelen en 90 % van de houten palen voor de steigers ingeheid. Bijna de helft van het hout werd aangevoerd, een begin is tevens gemaakt met het maken en aanvoeren van de benodigde stalen onderdelen.

De werkhaven bij Den Osse

Het maken van deze werkhaven werd op 16 juli 1962 gegund aan de N.V. Combinatie Zinkwerken te Sliedrecht voor de som van f 2 298 500. Na de bouwvakantie werd begonnen met de opbouw van keten en de aanvoer van materialen, waarna eind augustus een aanvang werd gemaakt met het baggeren van het cunet voor de aan te brengen grondverbetering ter plaatse van de noordoostelijke en de noordelijke havendammen. Gemiddeld wordt per week 15 000 m³ gebaggerd.
Van het strandhoofd dat zich bevindt op de plaats waar de havenkom zal komen werd de steenbezetting opgenomen en afgevoerd. Eind september werd een begin gemaakt met de aanvoer en het lossen van stortsteen ten behoeve van de zuidoostelijke havendam.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Op 4 april 1962 is aan de 'Kombinatie Lauwerszee' opdracht gegeven tot het maken van een werkeiland in de Lauwerszee voor de som van f 5 262 900. Deze combinatie bestaat uit:
Van Hattem en Blankevoort N.V., Beverwijk;
Hollandsch Aannemingsbedrijf Zanen Verstoep N.V., 's-Gravenhage;
N.V. C. J. van der Hoeven, 's-Gravenhage en
Baggermaatschappij 'Dirk Verstoep N.V.', 's-Gravenhage.
De baggermolen 'Holland', bestemd voor het winnen van keileem, liep op 11 april op het Wierumerwad langs de Friese noordkust aan de grond. Pas op 24 april lukte het de molen weer vlot te krijgen. Spoedig daarna kwamen de werkzaamheden goed op gang, nadat veel en groot drijvend materieel was aangevoerd. Er werd een werkgeul gezogen en gebaggerd door de bank die de mond van het Nieuwe Robbengat afsluit.
Op 14 mei werd begonnen met de aanleg van een keileemkade aan de westelijke punt van het werkeiland. Omstreeks half september waren vrijwel alle keileemkaden gereed en was het gehele westelijke gedeelte van het eiland beschermd door glooiingen van koperslak- resp. betonblokken met kraagstukken aan de teen. Een groot gedeelte van het zand was toen reeds aangebracht.
Toen Z.E. de Minister van Verkeer en Waterstaat op maandag 23 juli door het hijsen van een vlag op het werkeiland de afsluitingswerken in de Lauwerszee officieel deed aanvangen, was het gedeelte van het eiland dat boven het peil van gemiddeld hoogwater uitkwam niet groter dan ongeveer 0,5 ha. De totale oppervlakte zal ongeveer 37 ha bedragen.

A. De werken van het Deltaplan

57 Prof. ir. P. Ph. Jansen verlaat de Deltadienst

58 Verbindingen te water en te land in het Deltagebied tot de Tweede Wereldoorlog

69 Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting

75 Nieuwe bereidingswijzen van zandasfalt

79 De aanpassing van het Deltagebied aan de waterloopkundige veranderingen die zich zullen voordoen op de Deltawateren

84 Het kustonderzoek bij Katwijk

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

90 Waterloopkundig onderzoek ten behoeve van de afsluiting van de Lauwerszee

97 **Vorderingen**

Deltadienst Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 513 A	9 juli 1962	Overeenkomst tot uitvoering van bestek nr. DED 513, dienst 1962–1963, voor het maken van meerstoelen, geleidesteigers en verbindingssteigers bij de schutsluis in de Grevelingendam onder de gemeente Bruinisse
DED 514 A	26 juni 1962	Overeenkomst tot uitvoering van het ontwerp bestek nr. DED 514, dienst 1962–1963, voor het maken van een drempel in de stroomgeulen Krammer en Bocht van St. Jacob en op de Krammerplaat als onderdeel van de Grevelingendam, met bijkomende werken, onder de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge
DED 521 A	26 juni 1962	Overeenkomst tot uitvoering van het ontwerp bestek nr. DED 521, dienst 1962–1963, voor het maken van de onderbouw van een kabelbaan over het noordelijk sluitgat van de Grevelingendam, met bijkomende werken onder de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge
DED 529	9 juli 1962	Lossen en in depot opslaan van zink en stortsteen in de werkhaven bij het oostelijk einde van het dijkvak op de Plaat van Oude Tonge
DED 530	7 maart 1962	Leveren van zink en stortsteen t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
DED 533	9 maart 1962	Verrichten van waterwaarnemingen bij het gemaal van de Wilhelminapolder te Kattendijke
DED 534	12 juni 1962	Leveren van stortsteen t.b.v. de Volkerakwerken te Willemstad en de Grevelingenwerken te Bruinisse
DED 535	9 maart 1962	Lossen en opslaan van stortsteen t.b.v. de toeritten van de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp
DED 536	9 mei 1962	Aanbrengen van asfaltbekleding op de werkhaven te Hellevoetsluis en op de bouwput voor de spuisluizen in het Haringvliet in de gemeente Hellevoetsluis
DED 537	20 maart 1962	Leveren van zinksteen t.b.v. het maken van opritten voor de overbrugging van het Haringvliet
DED 538	13 maart 1962	Overeenkomst tot wijziging van bestek nr. 92 dienst 1961–1962, voor het maken van de op de Plaat van Oude Tonge en het in de ten zuiden daarvan lopende geul gelegen gedeelte van de dam in de Grevelingen tussen Duiveland en Overflakkee, met bijkomende werken, onder de gemeente Bruinisse
DED 539	4 juni 1962	Huur van de motorvlet 'Boekanier' t.b.v. de uitvoering van overeenkomst nr. 438 DED, voor het maken van de Zuidelijke toerit naar de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp
DED 540	30 maart 1962	Leveren van betonblokken voor de Grevelingendam
DED 541	5 april 1962	Regeling van de verhouding tussen het Rijk en de gemeente Dordrecht van de kosten, verbonden aan het doen vervaardigen van een model van de riviersplitsing Oude Maas–Dordtse Kil met de zeehavens van Dordrecht door het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en het daarin doen uitvoeren van modelproeven

Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten Directie Landaanwinning Lauwerszeewerken

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
312-D	1954	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee en het aangrenzende Waddengebied, met bijkomende werkzaamheden
342-D	1955	idem
349-D	1955	Proefbaggeren in de Lauwerszee ten behoeve van de voorbereiding van de indijking

Aannemingssom	Aannemer
f 392 000,—	A. van der Straaten te Hansweert
f 4 535 000,—	1. N.V. Aanneming Mij. 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage 2. S.A. Entreprises 'Ackermans et van Haaren' te Antwerpen 3. Amsterdamsche Ballast Mij. N.V. te Amsterdam 4. N.V. Baggermij. 'Holland' te Hardinxveld 5. Société Générale de Dragage S.A. te Brussel, optredende als 'Combinatie Grevelingen'
f 682 150,—	1. N.V. Aanneming Mij. 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage 2. S.A. Entreprises 'Ackermans et van Haaren' te Antwerpen 3. Amsterdamsche Ballast Mij. N.V. te Amsterdam 4. N.V. Baggermij 'Holland' te Hardinxveld 5. Société Générale de Dragage S.A. te Brussel, optredende als 'Combinatie Grevelingen'
eenheidsprijzen	Aannemerscombinatie 'Willemstad'
eenheidsprijzen	Handelmij. Bas de Bondt N.V. te Utrecht
f 312,— per jaar	J. A. Tramper te Goes
eenheidsprijzen	J. C. de Looff te Rotterdam
eenheidsprijzen	N.V. Aannemersbedrijf De Klerk te Werkendam
f 208 400,—	N.V. Aannemers- en Wegenbouw Mij. v/h fa. J. Heymans te Rosmalen
eenheidsprijzen	W. Savelkouls en Zn., Rotterdam
Aann.som gewijzigd van f 15 465 000,— in f 15 496 974,—	N.V. Dijksbouw te 's-Gravenhage
f 390,— p. week	A. W. Derksen te Willemstad
eenheidsprijzen	Jac. Haringman en Zn. te Goes
—	Mr. J. A. H. J. van der Dussen, Burgemeester van Dordrecht

Aannemingssom	Aannemer
f 12 000,—	Grondboorbedrijf voorheen P. Dijkstra te Appingedam
f 14 000,—	idem
f 25 000,—	Aannemingsbedrijf I. C. Kooyman & Zn. Harlingen

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
382-D	1956	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee
384-D	1956	Huur van een bemand motorvaartuig ten behoeve van de Rijkswaterstaat, Directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken (Stormvogel)
385-D	1956	idem (Agger)
400-D	1957	Huren van de zeewaardige motorvlet 'Privadus' ten behoeve van het verrichten van grondboringen
414-D	1957	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee
415-D	1957	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee en het aangrenzende Waddengebied
420-D	1957	Verbouwen van het Rijksvaartuig m.s. 'Babbelaar', ten behoeve van de Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken
422-D	1957	Huur van een motorvaartuig ten behoeve van de Rijkswaterstaat, Directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken(Agger)
431-D	1957	Huur van een onbemand motorvaartuig t.b.v. de Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken (Stormvogel)
435-D	1958	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee en het aangrenzende Waddengebied ten behoeve van potkleigebied
442-D	1958	Huur van een bemand motorvaartuig t.b.v. de Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken (Zeemeeuw)
443-D	1958	Verrichten van grondboringen in de Lauwerszee en het aangrenzende Waddengebied t.b.v. zandwinplaatsen
474-D	1959	Huur van een terrein voor het plaatsen van een keet t.b.v. de Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning-Lauwerszeewerken
495-D	1961	Huur van een bemand motorvaartuig t.b.v. de Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning, dienst Lauwerszeewerken (Zeemeeuw)
497-D	1961	Leveren van stortsteen ten behoeve van de werkhaven 'Bootsgat' te Oostmahorn
489-D	1961	Aankoop en winning van klei te ontlenen aan de voormalige zeedijken langs het Dokkumer Grootdiep t.b.v. de Lauwerszeewerken
499-D	1961	Overname van de steenglooiing van het gedeelte zeedijk ter plaatse van een te maken werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn
500-D	1961	Overname van de steenglooiing van het gedeelte zeedijk met het daarbij aansluitende stenen hoofd ter plaatse van een te maken werkhaven in het Bootsgat
497*a*-D	1961/1962	Wijziging van overeenkomst nr 497-D voor het leveren van stortsteen ten behoeve van de Lauwerszeewerken
501-D	1961/1962	Leveren van koperslakblokken ten behoeve van het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 503	1962	Vernieuwen van drijvers onder de boorbak 'Jan Thomas'
499 D	4 december 1961	Overname van de steenglooiing van het gedeelte zeedijk ter plaatse van de te maken werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn
500 D	4 december 1961	Overname van de steenglooiing van het gedeelte zeedijk met het daarbij aansluitende stenenhoofd ter plaatse van de te maken werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn
LAW. 510	14 mei 1962	Leveren van betonblokken volgens perceel I van bestek nr. 80, dienst 1962
LAW. 514	6 juli 1962	Leveren Gelders griendhout en bleeslatten
LAW. 515	6 juli 1962	Leveren Gelders griendhout en bleeslatten
LAW. 516	6 juli 1962	Leveren Gelders griendhout en bleeslatten

Aannemingssom	Aannemer
f 20 200,—	Th. Smit te Heenvliet
f 50,— per werkdag	G. Postma te Kollumerpomp
f 200,— per week	E. Wagenborg's Scheepvaart en Expeditiebedrijf N.V. te Delfzijl
f 275,— per week	G. Postma te Kollumerpomp
f 23 628,—	Grondboorbedrijf van Es te Appingedam
f 12 420,—	Aqvies- en Installatiebureau 'Waterloo' te Leeuwarden
f 11 850,—	fa Gebr. de Boer te Lemmer
f 200,— per week	E. Wagenborg's Scheepvaart en Expeditiebedrijf N.V. te Delfzijl
f 220,— per week	G. Postma te Kollumerpomp
f 11 342,—	Grondboorbedrijf van Es te Appingedam
f 280,— per week	G. Postma te Kollumerpomp
f 14 378,—	Advies- en Installatiebureau 'Waterloo' te Leeuwarden
f 200,— per jaar	Gemeentebestuur van Kollumerland c.a. te Kollum
f 320,— per week	G. Postma te Kollumerpomp
f 261 000,—	fa de Smidt & Weijnen te Terneuzen
f 6 852,—	waterschap 'de Contributie Zeedijken van Oostdongeradeel' te Anjum
f 30 322,—	idem
f 12 116,—	Waterschap 'de Anjumer- en Lioessenserpolder' te Anjum
f 504 000,—	fa de Smidt & Weijnen te Terneuzen
f 701 000,—	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage
f 17 630,—	Scheepswerf en Machinefabriek 'Welgelegen' te Harlingen
eenheidsprijzen	Waterschap 'De Contributie Zeedijken Oostdongeradeel'
eenheidsprijzen	Waterschap 'De Anjumer- en Lioessenerpolder'
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton te Kampen
eenheidsprijzen	P. Heikoop te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	fa. J. de Jong Bzn. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	fa. Gebr. Hakkers te Werkendam

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
LAW. 517	6 juli 1962	Leveren, vervoeren, lossen en opschelven Gelders griendhout
LAW. 518	6 juli 1962	Leveren van riet
LAW. 519	6 juli 1962	Leveren van Gelders griendhout
LAW. 520	6 juli 1962	Leveren van Gelders griendhout en bleeslatten
LAW. 521	6 juli 1962	Leveren van Gelders griendhout, palen en bleeslatten
LAW. 522	6 juli 1962	Leveren van Gelders griendhout en bleeslatten
LAW. 523	6 juli 1962	Leveren van palen en riet.
LAW. 524	6 juli 1962	Leveren van palen en teen
LAW. 525	6 juli 1962	Leveren van riet alles t.b.v. de aanleg van een werkeiland in de Lauwerszee
DED 542	5 april 1962	Levering van zinksteen t.b.v. de Volkerakwerken te Willemstad
DED 543	5 april 1962	Lossen en opslaan van zink en stortsteen t.b.v. de Volkerakwerken te Willemstad
BR. 2805 A	5 juli	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. BR. 2805, voor het vervaardigen en vervoeren van 10 stuks stalen puntdeuren en het inhangen van 8 stuks hiervan t.b.v. het sluizencomplex in de Grevelingendam
BR. 2902	16 mei 1962	Vervaardigen en leveren van 10 k-klembouten, compleet met een moer en twee volgringen per bout t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR. 2906	16 mei 1962	Leveren van in te storten P.V.C.-buizen in pijlers en moot A van de landhoofden t.b.v. de Spuisluis in het Haringvliet
BR. 2909	25 mei 1962	Vervaardigen en leveren in te betonneren onderdelen in noordelijk landhoofd van de Spuisluis in het Haringvliet
BR. 2915	4 juni 1962	Vervaardigen en leveren van stalen onderdelen deurenbergplaats, ladders c.a. t.b.v. de schutsluis te Bruinisse
BR. 2919	25 mei 1962	Vervaardigen en leveren van constructiestaal voor trapneuzen in pijlers en landhoofden, luiken in machinekamer enz. t.b.v. de Spuisluis in het Haringvliet
BR. 2926	28 juni 1962	Vervaardigen en leveren van ijzerwerk, luiken, trap en leuningen, c.a. t.b.v de Schutsluis in het Haringvliet
BR. 2949	20 juli 1962	Vervaardigen en leveren van stalen luiken en hekwerk pijler; 6e stort middengedeelte van de Spuisluis in het Haringvliet
BR. 2958	28 juni 1962	Leveren van afdichtingsringen c.a. t.b.v. het bewegingswerk in de Spuisluis Haringvliet
BR. 2961	11 juli 1962	Leveren van afdichtingsringen ca. t.b.v. de deur- en schuifbeweging van de schutsluis in de Grevelingendam
BR. 2967	16 juli 1962	Vervaardigen en leveren van 8 stuks geheel gesloten gietijzeren tandwielkasten t.b.v. de schuifbeweging van de schutsluis in de Grevelingendam
BR. 2968	11 juli 1962	Vervaardigen en leveren van gietstalen onderdelen t.b.v. de schutsluis in de Grevelingendam
BR. 2969	16 juli 1962	Vervaardigen en leveren van smeedstalen onderdelen t.b.v. de schuitsluis in de Grevelingendam
BR. 2980	20 juli 1962	Vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen t.b.v. de basculebruggen over de schutsluis in het Haringvliet
SS 276	16 mei 1962	Maken van twee schutsluizen in gewapend beton met bijkomende werken, in een bouwput, gelegen in de gemeente Willemstad
SS 301	14 juni 1962	Leveren van gietijzeren roosters t.b.v. de Spuisluis in het Haringvliet

Aannemingssom	Aannemer
eenheidsprijzen	T. den Otter te Meerkerk
eenheidsprijzen	J. de Waard te Lekkerkerk
eenheidsprijzen	fa. Kraayeveld's Aannemers- en Handelsvereniging te Barendrecht
eenheidsprijzen	Willem van Wijngaarden N.V. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	C.V. Griendexploitatiebedrijf v h P. A. v. Noordenne te Hardinxveld
eenheidsprijzen	N.V. Rijsmaterialenbedrijf N. van Noordenne te Hardinxveld
eenheidsprijzen	fa. J. de Jong Bzn. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	fa. J. A. de Ruiter te Hardinxveld
eenheidsprijzen	J. de Waard te Lekkerkerk
eenheidsprijzen	W. Savelkouls en Zn. te Rotterdam
eenheidsprijzen	N.V. Aannemingsbedrijf De Klerk te Werkendam
—	N.V. Machinefabriek Du Croo en Brauns te Amsterdam
f 207 962,34	Evertsen van der Weyden N.V. te Helmond
f 29 337,22	N.V. Wavin te Zwolle
f 9 306,02	fa. Nassette en Zn, Amsterdam
f 8 578,—	fa. 'Wim Klaassen' te Tilburg
f 14 750,—	Smederij-Metselconstructiebedrijf P. de Klerk en Zn C.V. te Klundert
f 15 555,—	Kooyman's Constructie N.V. te Sliedrecht
f 18 433,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
f 96 689,20	N.V. Technisch Bureau van der Mark en Co. te Rotterdam
f 6 273,20	N.V. Technisch Bureau Van der Mark en Co. te Rotterdam
f 29 760,—	Machinefabriek Aug. Bierens en Zonen N.V. te Tilburg
f 43 901,50	Bakker N.V. Machinefabriek en Staalgieterij te Ridderkerk
f 30 244,—	N.V. Koninklijke Nederlandsche Grofsmederij te Leiden
f 11 867,—	fa. Nassette en Zn. te Amsterdam
f 21 177 000,—	N.V. Amsterdamsche Ballast Mij. te Amsterdam N.V. Internationale Gewapendbeton Bouw te Breda N.V. Nederlandsche Aanneming Mij. v/h fa. M. F. Boersma te Den Haag
f 18 785,—	N.V. Technisch Bureau Nering Bögel te Weert

Opgave van de tot 1 juli 1962 door het Rijk gesloten overeenkomsten
Directie Zeeland

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving der werken
765 Z	10 januari 1962	Onderhandse overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. 743 Z dd. 27 mei 1961 tot het maken van een afsluitdijk in het Zuid-Sloe
—	3 januari 1962	Derde staat van meer werk op overeenkomst nr. 743 Z dd. 27 mei 1961 voor het aanbrengen van een slijtlaag van 2 kg. vloeibitumen 150/250 per m^2
—	24 maart 1962	Vierde staat van meer werk op overeenkomst nr. 743 Z dd. 27 mei 1961 voor het verzwaren van gedeelten zeedijk van de Zuid-Kraayertpolder en de van Citterspolder op Zuid-Beveland, en het aanleggen van een weg op de buitenberm van deze zeedijken met bijkomende werken
780 Z	8 februari 1962	Het leveren van 90 000 ton grof grind voor het uitbreiden van de verdediging van de rechteroever van het Zijpe
782 Z	14 februari 1962	Het storten van grind op de rechteroever van het Zijpe in de gemeente Bruinisse

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede e

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
Deltadienst		
37	1962	Uitvoeren van onderhoudsbaggerwerk in de werkhaven te Hellevoetsluis en in de havens aan de bouwputten in het Haringvliet, gedurende het jaar 1962
DED 510	1962-1963	Bouwen van een dubbele dienstwoning nabij de schutsluis te Bruinisse met bijkomende werken
DED 525 + DED 525 A	1962	Uitvoeren van onderhoudsbaggerwerk in de werkhaven te Willemstad
Directie Zeeland		
79	1962	Het verbreden van de mond van de tramweghaven te Zijpe met bijkomende werken in de gemeente Bruinisse
Directie Landaanwinning Lauwerszeewerken		
80	1962	Leveren van betonartikelen t.b.v. de Lauwerszeewerken in 4 percelen
1	1961/1962	Maken van een werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn met bijkomende werken

Opgave van de tot 1 juli 1962 door andere beheerders dan het Rijk gegunde, openbaar bested

Prov. Waterstaat	Nr. van het bestek en dienstjaar	Omschrijving der werken
Groningen	1/1962	Verzwaring zeedijk langs de Eems (1e fase) over ± 2,5 km tussen Termunterzijl en Fiemel
Zeeland	5 WS BW ZB 1960	Eerste staat van meer werk op bestek nr. 5, dienst 1960 WS BW ZB, dd. 8 november 1961 voor het herstellen van het verzakte dijklichaam tussen de dp. 11 en 11 + 80 m.
	150 WS SL e.a. 1962	Het inrichten van een kleipedot in de Margarethapolder.

Aannemingssom	Aannemer
gewijzigd in f 6 689 490,—	N.V. van Hattum en Blankevoort te Beverwijk
f 7 827,05	N.V. van Hattum en Blankevoort te Beverwijk
f 483 000,—	N.V. van Hattum en Blankevoort te Beverwijk
f 7,90 en f 8,30 per ton	N.V. Utroma te Heelsum
f 2,33 per ton	N.V. Dijksbouw te 's-Gravenhage

gegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 319 000,—	Th. Smeulers' Baggermij N.V. te Utrecht
f 52 610,—	J. den Herder te Bruinisse
f 38 500,—	Aannemerscombinatie ,Willemstad'
f 263 800,—	Combinatie 'Waterwerken' Sliedrecht
eenheidsprijzen	Perceel I N.V. Schokbeton te Kampen II Fa. Oosthoek Alphen a/d Rijn + Betonindustrie 'Holland' te Westervoort III Fa. R. Noppert te Bergum IV Betonfabriek S.C.C. te Maarn
f 2 085 000,—	Aannemerscombinatie Zanen Verstoep N.V./N.V. C. J. v.d. Hoeven te 's-Gravenhage

bestekken

Aannemingssom	Aannemer
f 2 298 000,—	Prins Aannemings Mij. N.V. te Sliedrecht
f 4 700,—	C.V. Gebr. van 't Verlaat te Hardinxveld
f 513 000,—	N.V. Gebr. van Oord te Werkendam

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	96
G. de Klerk	98
Prov. Waterst. Z.H.	59, 61
Rott. Tramweg Mij.	65
Rijkswaterstaat	76, 77, 86, 88
Zeeuwsch Genootschap	63, 64
H. de Vries	100, 101

A. De werken van het Deltaplan

115 Onderzoek naar het gedrag van de Haringvlietsluizen onder de in bedrijfsomstandigheden te verwachten dynamische belasting

120 Onderzoek naar de aangroei van organismen op dijken met een bitumineuze bekleding

125 De betekenis van het Deltagebied als natuurgebied

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

132 De verhoging van de zeewering te Harlingen

136 De verhoging van de zeedijk Afsluitdijk–Harlingen–Slachte

137 De verzwaring van de zeedijk van de Ternaarderpolder

139 De verbetering van de rijkszeewering Het Molwerk op Texel

140 De verbetering van de zeedijk van het waterschap De Terschellingerpolder

142 De verbetering van de zeedijk van de Banckspolder op Schiermonnikoog

147 Deltawerkers en werktuigen

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

151 De afwatering van het oude land na de afsluiting van de Lauwerszee

161 **Vorderingen**

Onderzoek naar het gedrag van de Haringvlietsluizen onder de in bedrijfsomstandigheden te verwachten dynamische belasting

Bij het ontwerpen van de spuisluizen in het Haringvliet en de onderdelen daarvan heeft het wetenschappelijk onderzoek een belangrijke rol gespeeld. Enige malen zijn in deze Berichten reeds aspecten van dit onderzoek ter sprake gebracht. Zo werd in nr. 12 een verslag gegeven van het hydraulisch modelonderzoek dat werd ingesteld en voorts werd in nr. 15 melding gemaakt van het onderzoek met behulp van een model op schaal van de nablaligger. In nr. 20 is dit laatste onderwerp nogmaals uitvoerig aan de orde gekomen. In het onderstaande zal o.m. aandacht worden geschonken aan het onderzoek met betrekking tot het z.g. dynamische gedrag van de sluizen. Onder dynamisch gedrag van een constructie verstaat men de responsie ofwel de weerwerking van het bouwwerk ten aanzien van de optredende schokbelasting. In hoofdzaak gaat het hierbij om de trillingen die aan de constructie eigen zijn en om de vraag of in verband hiermee door de te verwachten schokbelasting en het ritme waarmee deze optreedt resonanties in de constructie zijn te vrezen, waardoor de belastingen met een factor, genaamd stootcoëfficiënt, worden vergroot.

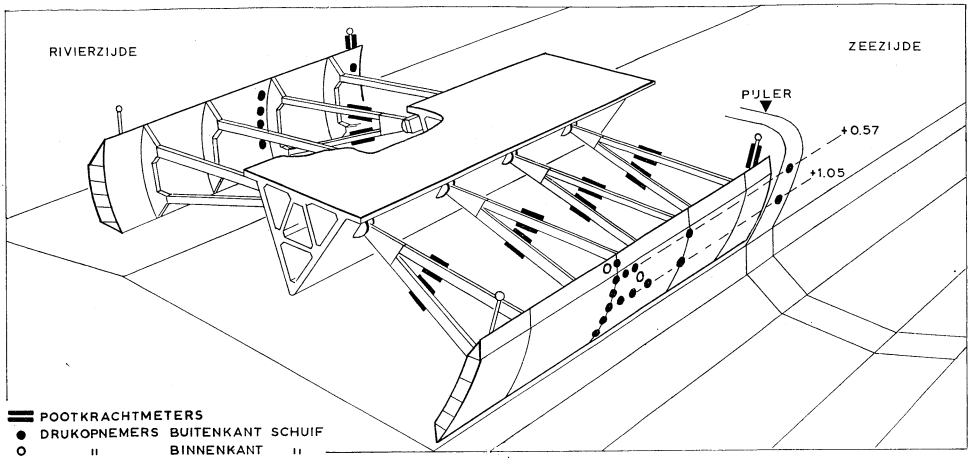
De optredende golfstootbelasting was niet zonder meer bekend. Om deze te bepalen werd gebruik gemaakt van hydraulische schaalmodellen. Deze hebben overigens ook gediend om de meest gunstige vormgeving van de constructie onder verschillende belastingsgevallen vast te stellen. Onderzocht zijn in dit verband o.a. de golfdruk op het voorvlak van de schuiven, het trillen van de sluizen bij sluisgang en ook de verticale krachten die bij een combinatie van onderdoorstromend water en aanrollende golven op de schuiven worden uitgeoefend. Bij het vaststellen van deze belastingen is er rekening mee gehouden dat alle gegevens hiervoor ontleend zijn aan hydraulische en mechanische, verkleinde modellen van de in werkelijkheid ontworpen constructies (prototypes). Niettegenstaande de modelproeven in zeer uitgebreide zin, met de meest mogelijke zorg en onder gebruikmaking van de modernste apparatuur zijn verricht, moet het toch mogelijk worden geacht dat de belastingen op het kunstwerk in de werkelijkheid enigszins zullen afwijken van hetgeen bij de modelproeven is gemeten.

Er bestaat wat dit soort modelproeven betreft bepaald nog een gemis aan controlerende gegevens, waardoor het schaalexperiment aan de hand van metingen in de natuur kan worden geverifieerd. Het zou derhalve niet verstandig zijn om de thans geboden gelegenheid tot het maken van een goede vergelijking tussen de resultaten van modelmetingen en metingen aan het werkelijke bouwwerk ongebruikt te laten voorbijgaan. Hier komt

Plaats waar de waterdrukken en krachten zullen worden gemeten, die op de schuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet onder bedrijfsomstandigheden zullen worden uitgeoefend

bij dat ten aanzien van de hoogte en het karakter van de onder zeer uitzonderlijke omstandigheden optredende golven onze kennis nog onvolledig is wegens de betrekkelijk korte periode waarover betrouwbare gegevens door meting in de natuur ter beschikking staan. De bovenbedoelde onzekerheden zijn oorzaak geweest dat men van de verschillende ontwerpmogelijkheden uit veiligheidsoverwegingen steeds de ongunstigste heeft laten gelden. Zo zijn de golfstoten, die vrij zeker slechts over een gedeelte van de schuif aangrijpen, steeds in rekening gebracht alsof zij in dezelfde mate hun uitwerking op het volle oppervlak der schuiven zullen uitoefenen.
Ook ten aanzien van de verticale krachten die tijdens lozing en golfbeweging op het hefwerk uitgeoefend zullen worden is steeds een aangrijpen daarvan over de gehele breedte van de schuif aangenomen, hoewel ook dit niet waarschijnlijk is.
Als derde voorbeeld kan worden vermeld dat van de verschillende, mogelijke golfvormen in het model de meest ongunstige die kon worden geproduceerd is toegepast.
Door deze ongunstige waarden aan te nemen bij het bepalen van de ontwerpbelastingen zullen de sluizen wat sterkte betreft naar alle waarschijnlijkheid aan hogere eisen blijken te kunnen voldoen dan, ingeval alle belastingen exact bekend zouden zijn, strikt nodig zou zijn geweest.
Zoals men begrijpen zal vormen schuiven en ligger van deze sluis, waarvan elke doorstroomopening 56,50 m breed is, tezamen een complex geheel en heeft men ingrijpende schematisaties moeten invoeren om de berekeningen van het dynamisch gedrag van het bouwwerk praktisch mogelijk te maken. Bij deze schematisaties moesten verschillende veronderstellingen a priori worden gedaan met betrekking tot de elastische eigenschappen van het bouwwerk en de constructieve onderdelen.
Uit vergelijking van de uitkomsten van verschillende berekeningsmethoden met die van metingen aan een mechanisch model is evenwel gebleken dat, niettegenstaande deze schematisatie, het elastisch gedrag van de constructie met voldoende zekerheid kon worden vastgesteld.

Het golfstootverschijnsel, waarover reeds in het Driemaandelijks Bericht nr. 12 werd gesproken, is fysisch van zeer complexe aard. Vrijwel zeker spelen hierbij de gedaante van het golfbeeld of golfspectrum en de in het water opgesloten lucht een belangrijke rol.
Ongetwijfeld zullen wat dit betreft de golven in de werkelijkheid enigszins afwijken van



de in het model opgewekte golven. Ook de richting van de golfkammen zal in de werkelijkheid in het algemeen gunstiger zijn dan in het model werd gekozen.
Op grond van de opgesomde overwegingen is thans besloten om metingen aan de sluizen te gaan uitvoeren nadat deze voltooid zullen zijn, teneinde een duidelijker inzicht te krijgen in de golf- en stromingsbelastingen op de constructie en haar onderdelen bij verschillende toestanden van golf en stroom.
Aan de hand van de verkregen gegevens kan dan een vergelijking worden gemaakt tussen de in werkelijkheid optredende grootheden en de waarden die op grond van modelproeven en algemene kennis en inzicht voor de constructie maatgevend zijn gesteld.

Het verkrijgen van een grondige kennis van de werkelijk optredende belastingen onder verschillende omstandigheden is voor de constructie van geen belang meer, omdat die is vastgesteld en ongetwijfeld voldoende sterk is. Wel is dit van groot belang voor het beheer en het onderhoud van het kunstwerk, met name voor het vaststellen van de juiste bedrijfsvoorschriften.
Als toelichting hierop kan worden vermeld dat de wenselijkheid is gebleken om bij sterke tot zeer sterke golfbeweging uit het noordwesten bepaalde standen van de schuiven in gedeeltelijk geheven toestand te vermijden met het oog op langdurige grote belastingen in het hefwerk. Onder dergelijke omstandigheden zou men op grond van de huidige kennis de schuiven bij voorkeur geheel moeten openen of gesloten houden. Het nader te verrichten onderzoek nu kan aanwijzingen geven waaruit zou kunnen blijken dat dergelijke beperkingen alleen bij zeer hoge golven, of wellicht in het geheel niet nodig zijn. Men zou dan meer vrijheid van handelen hebben hetgeen ook voor de beheersing van de waterstanden in het achtergelegen rivierengebied gunstig zou kunnen zijn. Bij de beoordeling van de waarde die aan bedoelde onderzoekingen kan worden toegekend moet ook aan de wetenschappelijke betekenis in meer algemene zin worden gedacht. Door een betere kennis terzake van het golfverschijnsel in de natuur en de golfdrukken op constructies, bereikt men bovendien dat in de toekomst voor onderzoekingen van hetzelfde type een hechtere basis kan worden gelegd. Hierdoor zal met meer zekerheid op de uitkomsten van het modelonderzoek gesteund kunnen worden en zal wellicht ook op de kosten van gelijksoortige werken in de toekomst bespaard kunnen worden. De voor het onderzoek noodzakelijke voorbereidingen worden thans getroffen.

Over de wijze waarop het gedrag van de gereedgekomen sluizen kan worden bestudeerd werd advies ingewonnen bij het Waterloopkundig Laboratorium. Het laatste heeft op zijn beurt overleg gepleegd met verschillende waterstaatsdiensten, met het Instituut T.N.O. voor Werktuigkundige Constructies (Iweco) en het Instituut T.N.O. voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies.

De responsiekarakteristieken van het bouwwerk en zijn onderdelen kunnen worden bepaald door middel van z.g. excitatiemetingen. Deze metingen worden uitgevoerd door het desbetreffende constructiedeel met behulp van een excitator aan een ritmische schokbelasting te onderwerpen. Een excitator bestaat uit een zwaar, excentrisch gemonteerd wiel dat met een zekere gewenste snelheid rondgedraaid wordt en op deze wijze schokken of stoten teweeg brengt.

De responsie van de schuiven b.v. zal worden vastgesteld door deze in tangentiële richting evenwijdig aan de koorde periodiek aan te stoten in het ritme waarin de stootbelasting verwacht wordt. Deze metingen zullen plaatsvinden bij verschillende standen van de schuiven, zowel wanneer de sluis is drooggezet als wanneer zij met water is gevuld. In dit laatste geval zullen metingen bij verschillende waterdiepten gedaan worden.

De krachten in het hefwerk zullen worden gemeten met behulp van rekstrookjes, de verticale bewegingen van de schuif met versnellingsmeters. Om financiële redenen wordt slechts één sluisgedeelte volledig doorgemeten. Hiertoe wordt op de zich daarin bevindende schuiven een zestal versnellingsmeters aangebracht, waarvan drie aan de zeezijde en drie aan de rivierzijde. Evenzo zal de waterdruk op de schuifbeplating met behulp van drukmeters aan zee- en rivierzijde gemeten worden. De in de steunarmen optredende krachten zullen van daarop geplaatste rekstrookjes worden afgelezen. De nablaligger zal in het midden op de rijvloer in horizontale zowel als verticale richting aan een schokbelasting onderworpen worden, waarbij weer gebruik zal worden gemaakt van een scheepsexcitator. Deze metingen zullen plaatshebben bij verschillende standen der schuiven, zoals b.v. beide schuiven rustend op de vloer, beide enigszins geheven, voorts alleen de schuif aan de rivierzijde boven water en uiteindelijk ook beide schuiven volledig geheven.

Het meetprogramma ter bepaling van de responsiekarakteristieken van de uitwateringssluizen zal reeds vóór en tijdens het opruimen van de ringdijk van de bouwput een aanvang nemen. De apparatuur die hiervoor nodig is kan daarna geheel ten nutte worden gemaakt aan latere metingen onder bedrijfsomstandigheden. Wat deze laatste betreft zijn twee hoofdgroepen te onderscheiden.

Bij de eerste groep metingen wordt een direct verband gezocht tussen de golfbeweging en de belastingstoestand van de schuiven. Hierdoor verkrijgt men een controle op de modelmetingen. Tevens kan verband worden gelegd tussen golfvorm en golfstoot. Naast de golfdrukken op het vlak van de schuif zullen ook de krachten in de steunarmen gemeten worden, waardoor inzicht wordt verkregen in de overbrenging van de golfbelasting in de constructie en in de uitgebreidheid en spreiding van het belastingsoppervlak.

Voorts kunnen de krachten die in de nablaligger en het hefwerk zullen optreden bij verschillende standen van de schuiven worden gemeten en kunnen de reacties van de schuiven en de krachten in het hefwerk bij het spuien met en zonder golfbeweging worden bepaald. Hierdoor kan onder meer een controle worden verkregen op de modelonderzoekingen met betrekking tot het trillen van de schuif bij het onderdoorstromen van water.

De tweede groep metingen heeft betrekking op het statistische karakter van de belastingstoestanden en de daardoor opgewekte spanningen in de constructie. Er wordt hierbij niet gezocht naar een causaal verband tussen de verschillende grootheden, doch er wordt getracht het statistisch karakter van verschillende belastingsvormen te analyseren.

Karakteristieke grootheden zijn in dit verband b.v. het golfbeeld voor de sluis, de kracht

in een hefwerk, de kracht in een arm en de wisselende golfdruk op de beplating van de schuif. Het inzicht dat hierdoor wordt verkregen is mede van groot belang voor het vaststellen van de juiste beheersregels voor het bedienen van de sluizen en de beoordeling van schade-criteria.

Omdat de schuiven aan de zeezijde aan de grootste belastingen zullen worden onderworpen zal het zwaartepunt van de metingen hier zijn gelegen. De belasting van de rivierschuiven is geringer. Daar echter een verdiepte vloer aan deze zijde ontbreekt kan bij veel minder sterke golfbeweging toch een zware belasting van de schuiven voorkomen.
Met het oog hierop heeft het zin in het meetprogramma een bescheiden aantal meetpunten aan de rivierzijde op te nemen, te meer daar deze meetpunten toch reeds aangebracht zullen worden ten behoeve van de eerdergenoemde excitatiemetingen en het bepalen van de krachten op de nablaligger.
Een overzicht van de plaats der meetpunten in sluisopening 8 is gegeven op pag. 117.
Zoals reeds eerder werd vermeld zal het niet mogelijk zijn meer dan één sluisopening in het meetprogramma te betrekken. Om niettemin een indruk te krijgen van de spreiding van de golfbelasting over de lengte van de sluizen zal aan de beide einden ervan in een tweetal sluisopeningen een krachtmeter aan de steunarm worden bevestigd.
Voorts zal ook in het buitenvlak van een betonpijler een tweetal drukmeters worden aangebracht. Door vergelijking met de resultaten van de drukmeters in het vlak van de schuif zal dan het verschil tussen golfstoten op een starre en een meer elastische constructie kunnen worden bepaald.

Onderzoek naar de aangroei van organismen op dijken met een bitumineuze bekleding

Bij de dijkbouw wordt tegenwoordig veelvuldig gebruik gemaakt van bitumineuze bekledingen. Met name het asfaltbeton speelt daarbij een rol van betekenis. Het is echter gebleken dat dit materiaal gevoelig is voor aantasting door dierlijke en plantaardige organismen. Aangroei van dierlijke organismen pleegt hoofdzakelijk voor te komen in de zone beneden hoogwater, beschadiging door plantengroei vooral boven dit peil.
In het onderstaande worden een aantal onderzoekingen beschreven, ingesteld ter bestudering van het eerstgenoemde verschijnsel, de aangroei van organismen in de tijzone, dat wil zeggen de strook gelegen tussen hoogwater en laagwater.
In deze zone van het talud kunnen zich verschillende soorten van organismen vestigen. De aangroei begint meestal met een laagje groenwieren, die als het oppervlak ruwer is geworden kunnen worden gevolgd door bruinwieren, waaronder zich zeepokken kunnen handhaven. Ook vindt er aangroei van mosselen plaats.
De bovengenoemde organismen brengen op verschillende manieren schade toe aan een dijk. Het is in de praktijk uiterst moeilijk deze organismen te verwijderen. Dit is bij reparaties niettemin noodzakelijk, aangezien een nieuwe laag bitumen alleen dan op de oude laag hecht als de laatste volkomen schoon en droog is.
Nadat reeds eerder door de Werkgroep 'Gesloten Dijkbekledingen' oriënterende proefnemingen waren verricht, werd op verzoek van deze werkgroep in 1959 door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst te Hellevoetsluis een meer uitgebreid onderzoek ter hand genomen naar de mogelijkheid om aangroei te voorkomen. Bij de aanleg van de dijk om de bouwput voor de schutsluis in het Haringvliet werd ten behoeve van het onderzoek een aantal aangroeiwerende vergiften in de sproeilaag meegemengd. De bedoeling hiervan is dat het vergif langzaam wordt uitgespoeld, waardoor de oppervlakte van de bitumen zo giftig wordt dat wieren en zeepokken, die zich hierop willen vestigen, direct worden gedood.
De eigenschappen van het vergif zijn zodanig dat dit voor andere levende wezens, b.v. vissen en mensen, geen gevaar oplevert.
Voorts werden bij de verbetering van enige dijkvakken langs de oostelijke oever van de Eendracht in 1960 enige proefnemingen verricht door de Deltadienst en het hoogheemraadschap 'De Brabantse Bandijk'.
Tijdens de onderzoekingen werd aan de volgende aspecten aandacht geschonken: de begroeiing; de schade door begroeiing aangericht; het verwijderen van de begroeiing; het voorkomen van begroeiing.

De begroeiing

Dijken met een bekleding van asfaltbeton worden ter bescherming meestal voorzien van een opgesproeide dichtingslaag van bitumen ter dikte van ongeveer 1 mm. Hierop leeft een begroeiing die weinig rijk is aan soorten.
In de bovenste halve meter van de tijzone blijkt een dichte begroeiing voor te komen van de groenwieren Ulotrix flacca en Blidingia minima. In de halve meter hieronder vestigen zich vooral de groenwieren Enteromorpha intestinalis en Enteromorpha compressa. Indien in deze zone het dijkoppervlak ruwer is geworden, kunnen naast de groenwieren ook bruinwieren tot ontwikkeling komen. Dit zijn dan blaaswier en zee-eik.
Deze bruinwieren drogen bij laag water veel minder uit dan de groenwieren en houden aan de oppervlakte van het talud nog wat water vast. Hierdoor ontstaat een milieu dat gunstig is voor de ontwikkeling van zeepokken.
Op de dijken nabij Ouwerkerk en Schelphoek heeft een dergelijke ontwikkeling plaatsgevonden, terwijl op de dijken in de mond van het Haringvliet alleen een begroeiing met groenwieren is geconstateerd.

De schade door begroeiing aangericht

De meeste schade wordt veroorzaakt door groenwieren; zeepokken zijn meestal minder schadelijk. De bruinwieren brengen geen directe schade toe maar wel indirecte, doordat zij, zoals gezegd, het milieu scheppen waarin zeepokken tot ontwikkeling kunnen komen.
De schade die zeepokken veroorzaken komt op de volgende wijze tot stand.
Als jonge dieren vestigen de zeepokken zich in kleine spleetjes en kuiltjes op de asfaltglooiing. Hier groeien ze uit tot volwassen individuen. Het groeiende dier, dat omgeven is door harde kalkplaten, drukt bij zijn groei de wanden van het kuiltje uiteen en maakt op deze manier de holte groter. Dit proces herhaalt zich vele malen en zo worden op den duur hele brokken asfalt losgewrikt.
De schade, die door de groenwieren en dan vooral door Blidingia minima wordt veroorzaakt, ontstaat op een geheel andere wijze. Deze groenwieren, die met een hechtschijf op het oppervlak van de asfaltbekleding vastzitten, komen bij het droogvallen vlak over het talud te liggen. De enigszins slijmerige wand van de wieren zorgt ervoor dat ze aan elkaar en aan de asfaltbekleding vastkleven. Bij het opdrogen gaan de wieren krimpen en – zoals een stuk papier dat nat wordt opgespannen en zichzelf strak trekt – komen ze gespannen over het asfaltoppervlak te liggen.
De trekkracht die deze wieren dan ontwikkelen is proefondervindelijk vastgesteld op 1 tot enkele grammen per wierdraad. Doordat per cm^2 wel 100 of meer draden tezamenkomen, kunnen op het asfaltoppervlak vrij grote krachten worden uitgeoefend die door hun langdurige werking de oppervlaktelaag tot scheuring brengen, waardoor deze uiteen valt in kleine eilandjes van asfalt, waarop zich wier bevindt.

Het verwijderen van de begroeiing

Pogingen zijn in het werk gesteld om reeds aangegroeid wier te verwijderen door besproeiing met bestrijdingsmiddelen die in de landbouw worden toegepast. Op de dijk van de bouwput in het Haringvliet werden enige proefvakken aangelegd, waarop het wier werd besproeid met een aantal vergiften van verschillende concentraties.
Alle gebruikte vergiften bleken in staat het wier te doden, maar het dode wier bleef met de hechtschijf aan het oppervlak vastzitten. Aangezien de celwand, die uit cellulose bestaat, water kan opnemen en weer afgeven blijft er krimp optreden, zodat dus ook het aanrichten van schade voortgang vindt.

In één geval is het gelukt de begroeiing langs chemische weg te verwijderen, nl. door te sproeien met een tweeprocents oplossing van dinitro-orthocresol. Voor de beoordeling van deze proef moet er echter rekening mee worden gehouden, dat toen het wier dood was de vorst inviel. In de hierop volgende ijsperiode is het vrij zwakke dode wier verdwenen. Het mechanisch verwijderen met schrapers of bezems leidde evenmin tot geheel bevredigende resultaten.

Her voorkomen van begroeiing

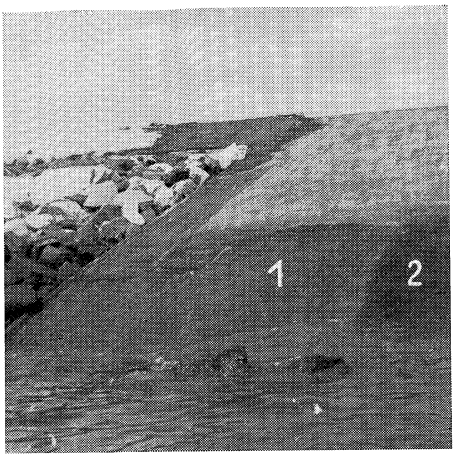
De in de inleiding vermelde proeven op de bouwput in het Haringvliet hebben geen positief resultaat opgeleverd, omdat de gebruikte hoeveelheden vergif te gering waren.
Daarnaast zijn proeven genomen op verzinkte stalen plaatjes met afmetingen van 15 x 20 cm. Op deze plaatjes werden enige soorten bitumen, waarin vergiften waren meegemengd, aangebracht.
Eén serie proeven werd gedaan met plaatjes op vijf stellingen, die geplaatst waren aan de mond van het Zuiderdiep voor Goeree. Deze stellingen hebben nogal te lijden gehad van de sterke aanzanding die plaatsvond, zodat hier geen resultaten zijn verkregen.
Een tweede serie proeven werd genomen met een serie plaatjes aan de zuidzijde van één van de pijlers van de Baileybrug tussen de beide bouwputten in het Haringvliet. Oorspronkelijk hingen er 32 rekken met elk vijf plaatjes, waarvan echter één rek snel verloren is gegaan. Deze proeven hebben de volgende resultaten opgeleverd:

a. het meemengen van vergif in asfaltemulsie is moeilijk, aangezien het zeer vaak voorkomt dat de emulsie direct na het toevoegen van het vergif breekt;

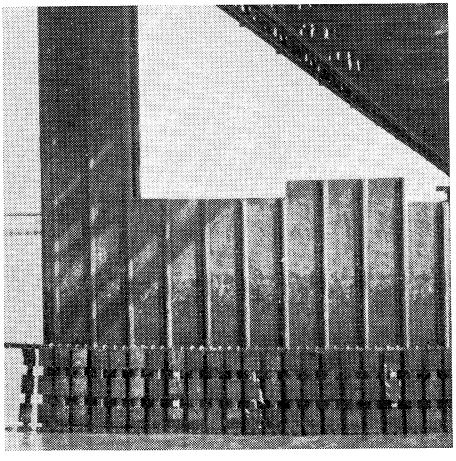
b. het meemengen van het vergif in warme spramex 180/200 levert weinig moeilijkheden op. Soms moet worden opgepast voor te heftig koken van het mengsel;

c. zinkdimethyldithiocarbamaat heeft als vergif het beste voldaan. Het is zeer weinig oplosbaar in water en werkt op de bitumen als bindmiddel. De hiermee behandelde plaatjes hebben ook in uiterst ongunstige omstandigheden hun asfaltlaag behouden.

Een redelijke aangroeiwerende werking wordt pas bereikt als er 30–50 % vergif wordt meegemengd in de asfaltbitumen. De prijs van de dichtingslaag wordt dan ongeveer *f* 2,50 per m² in plaats van ongeveer *f* 0,30 voor bitumen zonder vergif.
Naast deze onderzoekingen in de natuur zijn ook in het laboratorium proeven gedaan om na te gaan welk vergif de beste werking vertoonde. Voor dit doel is het groenwier Blidingia minima gekweekt. Deze kweek is zo steriel mogelijk opgezet, teneinde eventuele schadelijke invloeden van bacteriën en schimmels tegen te gaan.
De in de natuur voorkomende exemplaren hebben een lengte van 2–10 cm en een breedte van 0,5–2,5 mm. In de cultures komen echter exemplaren voor die tot 100 cm lang worden. De hechtschijf waarmee Blidingia minima vastzit is tamelijk groot en onder gunstige omstandigheden is het mogelijk dat een losgescheurde hechtschijf zich weer opnieuw vastzet. Deze hechtschijf gaat over in de wierdraad, die een holle buis is met een wand van één cellaag dikte.
Ook bij deze proeven bleek zinkdimethyldithiocarbamaat het meest effectief te zijn. 0,5 mg van dit gif in 30 ml water behoeft maar 24 uur in te werken om het wier te doden. De rangschikking in het celbeeld is dan onregelmatig geworden en het bladgroen (chlorophyl) is ontkleurd.
De proeven die langs de Eendracht zijn uitgevoerd vertonen op het eerste gezicht gunstiger resultaten. Hier zijn op de bekleding van asfaltbeton proefvakken aangebracht waarbij als materiaal voor de opgesproeide dichtingslaag naast asfaltbitumen wegenteer is gebruikt.



Proefbestrijding van wieraangroei op de ringdijk van de kleine bouwput in het Haringvliet. Het vak 1 werd besproeid met 2% dinitro-orthocresol; het vak 2 werd niet behandeld



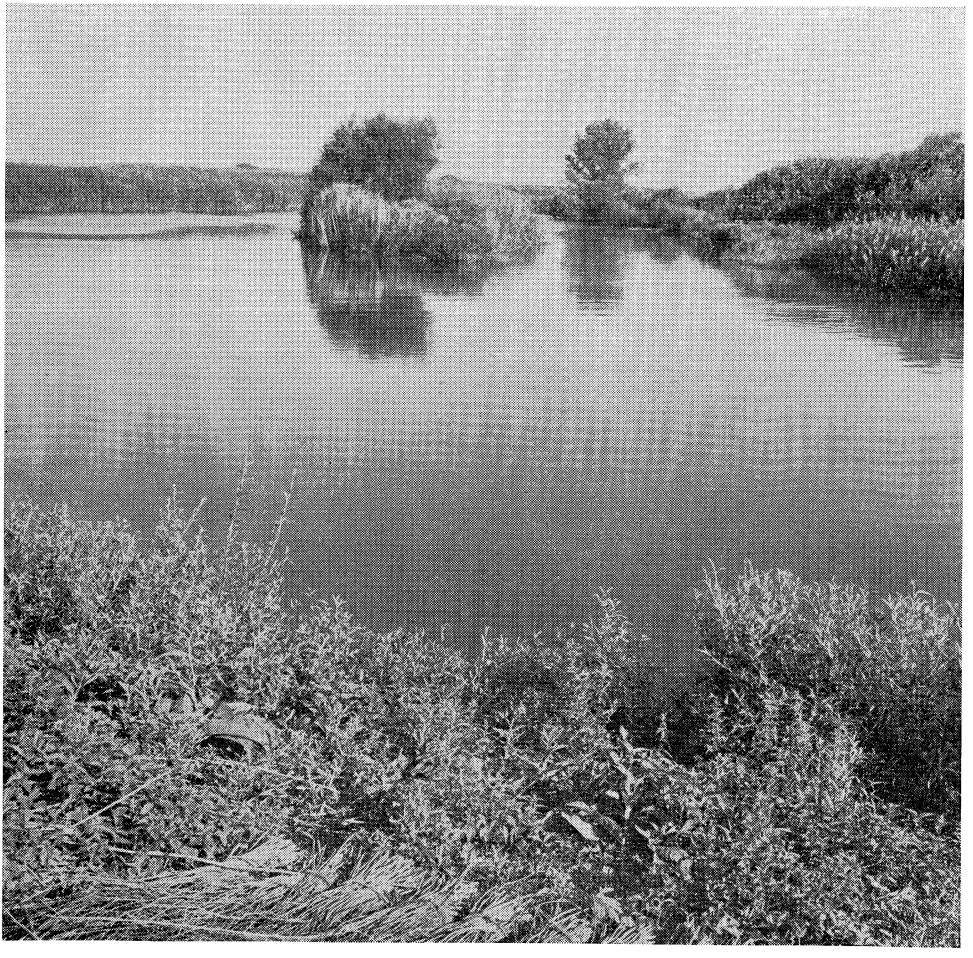
Wierstelling aan de zuidzijde van één van de Baileybrugpijlers tussen de bouwputten in het Haringvliet

De vakken die met dit materiaal werden behandeld zijn tot nu toe vrij gebleven van enige aangroei, terwijl de naastgelegen vakken met asfaltbitumen een vrij sterke aantasting door wieraangroei hebben ondergaan. Hierbij moet wel worden bedacht dat de tijdsduur waarover waarnemingen zijn gedaan nog beperkt is tot twee jaren. Er kan dan ook nog niet worden gezegd dat hier een afdoende oplossing voor het probleem is gevonden, maar toch zou het aanbeveling verdienen het aantal proefobjecten met wegenteer als dichtingslaag uit te breiden. Ook wat de kosten betreft is toepassing van wegenteer verre in het voordeel boven die van de, kostbare, vergiften.

Omdat er behalve het bezwaar van wieraangroei ook andere bezwaren tegen de toepassing van asfaltbeton beneden het hoogwaterpeil bestaan, zijn de laatste jaren al vele dijken gemaakt met de teen van de asfaltbetonbekleding op of boven hoogwater.

Voor de verdediging van het dijkbeloop in de tijzone zijn dan andere oplossingen toegepast, waarvan als voorbeelden kunnen worden genoemd het aanbrengen van een kunstmatig hooggelegen strand of een bekleding met stortsteen, gepenetreerd met het voor wieren en zeepokken ongevoelige gietasfalt.

De Biesbos, een van de belangrijkste zoetwatergetijdegebieden van Europa

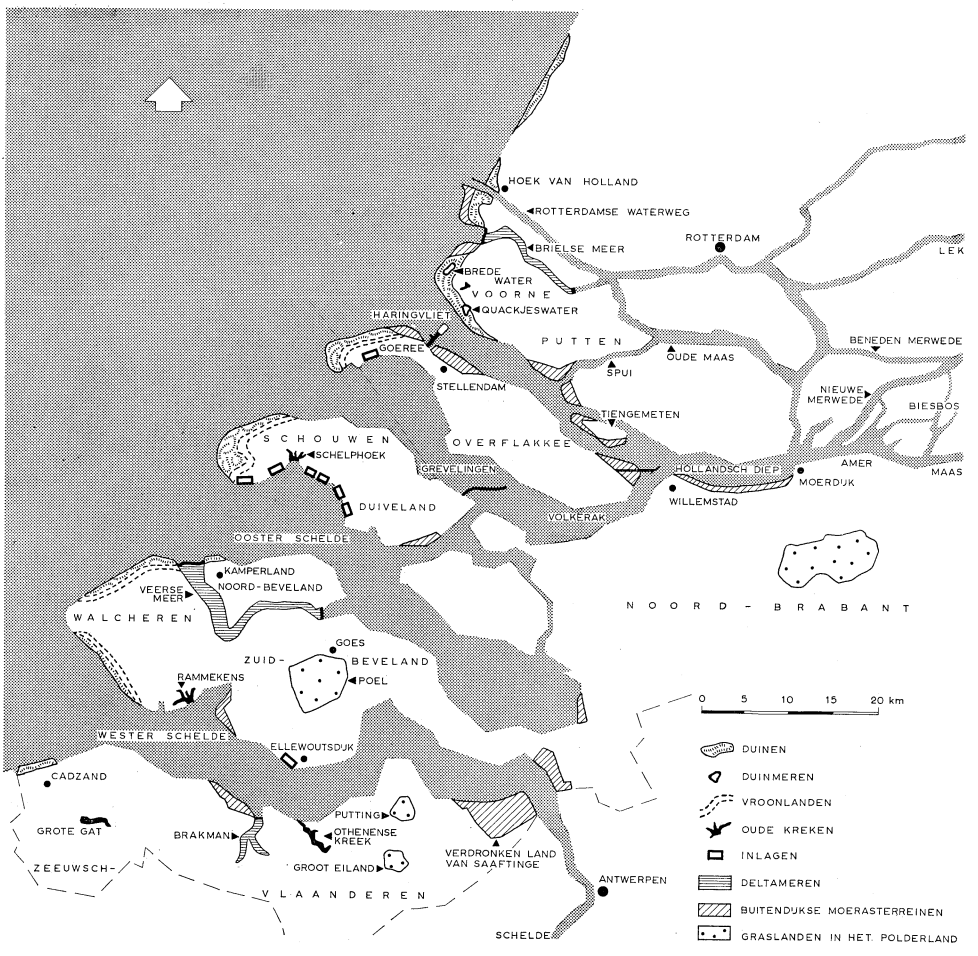


De betekenis van het Deltagebied als natuurgebied

Deltagebieden zijn in de meeste gevallen bijzonder rijk aan planten en dieren. Dit is o.m. een gevolg van de grote verschillen in natuurlijke gesteldheid die men in deze gebieden aantreft. Men vindt er land en moeras, diep en ondiep water, in de meeste delta's bovendien zoet water en zout water, voorts gedeelten die onder invloed staan van de getijbeweging dan wel stilstaand water bevatten.
De combinatie van deze factoren maakt dat vele planten- en diersoorten en een groot aantal individuen in de delta's levensmogelijkheden vinden.
De grote biologische rijkdom ook van het Nederlandse Deltagebied blijkt in de plantenwereld, zowel als in die van de lagere dieren, alsook van vissen en vogels. Het is bekend dat onze delta vooral wat de laatste categorie betreft over een grote verscheidenheid beschikt. Ieder jaar broeden hier tienduizenden paren broedvogels van velerlei soorten; in herfst en winter zijn de wateren en kustmoerassen van de Zeeuws-Zuidhollandse stromen doortrekgebied, fourageterrein en overwinteringsplaats voor honderdduizenden vooral water- en moerasvogels. In strenge winters is het Deltagebied bovendien een toevluchtsoord voor watervogels die elders door sneeuw en ijs zijn verdreven.
Sedert het moment dat plannen zijn opgesteld ter afsluiting van zeegaten in het zuidwesten hebben Nederlandse biologen er bij verschillende gelegenheden de aandacht op gevestigd dat het hier gebieden betreft die voor het natuurwetenschappelijk onderzoek van grote waarde zijn. De studie van flora en fauna van deze gebieden is van dat ogenblik af met nog groter kracht ter hand genomen dan tevoren geschiedde. Men wenst immers de gelegenheid om observaties te doen op terreinen die over enige tientallen jaren als gevolg van de afsluitingen grondig van karakter zullen zijn veranderd tot het laatst toe te benutten. Bovendien kan alleen op grond van wetenschappelijk onderzoek worden vastgesteld wat er ook na de afsluitingen aan natuurgebieden behouden kan worden en op welke wijze de in aanmerking komende terreinen het best beschikbaar kunnen blijven.

Verschillende instituten en instanties houden zich op dit moment met het genoemde biologisch onderzoek bezig. De belangrijkste daarvan zijn: de Afdeling Delta-onderzoek van het Hydrobiologisch Instituut te Yerseke (men vergelijke het artikel Onderzoek van de flora en fauna van het Deltagebied in het Driemaandelijks Bericht nr. 19), de Hydrobiologische Vereniging te Amsterdam, het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (R.I.V.O.N.) te Bilthoven en het Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur (I.T.B.O.N.) te Arnhem.

Situatie van de voornaamste natuurgebieden

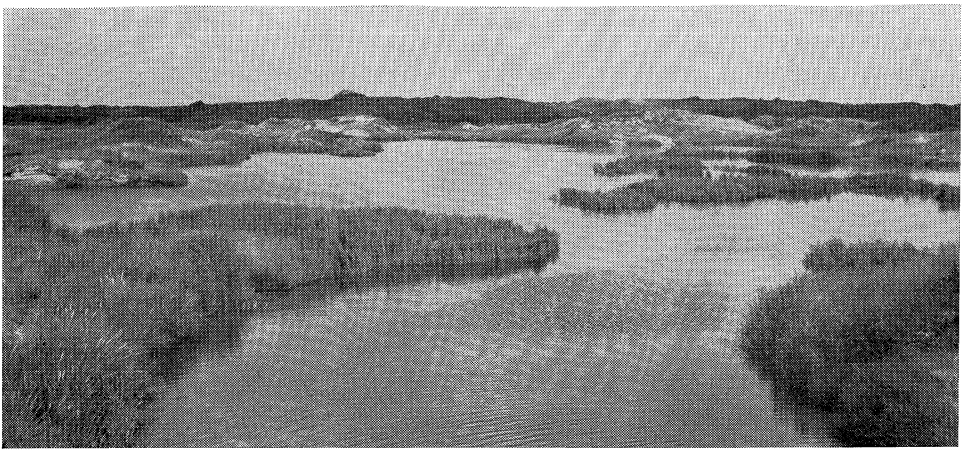


Bij de bestudering van biologische processen kan de wetenschap het niet stellen zonder natuurgebieden. Deze zullen van te meer belang zijn naarmate daarin milieu's voorkomen die op andere plaatsen niet of niet meer voorkomen. Dergelijke milieu's worden steeds gekenmerkt door een bepaalde, van nature daarin aanwezige planten- en dierenwereld. Hoe zeldzamer het milieu, hoe belangrijker het onderzoek voor de wetenschap zal zijn. Voorts zijn natuurgebieden van belang wanneer zij levenskansen bieden aan op zich zelf niet zeldzame soorten, die evenwel verdwijnen indien het gebied aan ingrijpende biologische veranderingen zou worden blootgesteld. Dit is in het Deltagebied, om een voorbeeld te noemen, het geval met de bij eb droogvallende slikken en platen. Op deze gronden leven gedurende het gehele jaar ontelbare vogels, niet alleen inheemse broedvogels, maar in de herfst, de winter en het voorjaar ook honderdduizenden trekvogels. Op hun lange tochten zijn deze vogels op genoemde terreinen aangewezen om voedsel te verzamelen en nieuwe krachten op te doen. Voor bepaalde vogelsoorten kan het verloren gaan van de slikken en platen een ramp betekenen. Men vraagt zich in dit verband met zorg af hoe b.v. de uit Noord-Europa en Siberië afkomstige populaties van steltlopers op het verdwijnen van vele slikken in het zuidwesten van ons land zullen reageren.
Zo bevinden zich in het Deltagebied verschillende categorieën natuurgebieden die op grond van biologische overwegingen als uiterst waardevol kunnen worden aangemerkt. Een vergelijking in dit opzicht tussen ons land en andere Westeuropese landen leert zelfs dat met name de wateren en de oeverlanden van het Deltagebied tot de belangrijkste van Europa moeten worden gerekend.

Zorgvuldige inventarisaties, uitgevoerd door Staatsbosbeheer in opdracht van de Rijksdienst voor het Nationale Plan, hebben aangetoond dat er in het Deltagebied meer dan 100 voor het natuuronderzoek belangrijke terreinen en terreintjes zijn gelegen. Zij bestrijken een totaaloppervlak dat gering is in verhouding tot de oppervlakte cultuurgrond, wanneer men tenminste de grote wateroppervlakten niet meerekent.

Bij de inventarisatie werden o.m. de volgende categorieën onderscheiden:
duinen;
duinmeren;
vroonlanden en andere natuurgebieden aan de binnenzijde van de duinen;
binnendijkse wateren;
buitendijkse moerasterreinen;
buitenwateren met platen en slikken;
drassige graslanden in het polderland.

1. *Duinen.* De duinen van Zeeuwsch-Vlaanderen, Walcheren, Noord-Beveland, Schouwen, Goeree en Oostvoorne zijn anders dan de duinen ten noorden van Hoek van Holland zonder uitzondering als natuurgebied belangrijk. Er leven hier warmteminnende planten- en diersoorten, die elders in Nederland niet of bijna niet voorkomen en die te beschouwen zijn als voorposten van zuidelijke populaties. Zelfs smalle en weinig omvangrijke duinformaties, zoals die tussen het Zwin bij Cadzand en Groede en die bij Kamperland op Noord-Beveland, bezitten nog een geheel eigen flora en fauna.
Door hun uitgestrektheid en soortenrijkdom zijn voor het onderzoek het meest van belang de duincomplexen van Walcheren, Schouwen, Goeree en Voorne. Vooral wanneer daar natte, niet ontwaterde duinvalleien voorkomen, zoals op Schouwen en Voorne. Het is uit biologisch oogpunt een geluk te noemen dat grote gedeelten van deze duinen nog niet zijn aangetast door recreatievoorzieningen en nog niet zijn uitgedroogd als gevolg van waterwinning. Wanneer de ontwikkeling van de recreatie en vooral van de recreatie-



voorziening in goede banen wordt geleid, zal het mogelijk zijn waardevolle stukken in de vorm van natuurreservaten te behouden.

2. *Duinmeren.* Een geheel apart karakter draagt het duinterrein van Voorne. De duindoornstruwelen van dit eiland zijn iets zeldzaams. In nog sterkere mate geldt dit evenwel voor de duinplassen, zoals het Brede Water en het Quackjeswater. Deze meren vormen niet alleen uit landschappelijk oogpunt aantrekkelijke gebieden maar vooral ook door hun betekenis voor het onderzoek. Op een Internationaal Limnologen Congres, dat in 1962 in Wisconsin (V.S.) werd gehouden, werden zij geplaatst op een lijst van wateren die internationaal de aandacht verdienen en die, zoveel als mogelijk is, beschermd moeten worden.

3. *Vroonlanden en andere natuurgebieden aan de binnenzijde van de duinen.* Dergelijke zandige, golvende weidegronden vindt men in het Deltagebied b.v. op Walcheren, Schouwen en Goeree. Het zijn zowel botanisch als zoölogisch rijke en interessante halfnatuurlijke terreinen. Zij hebben o.a. een dichte weidevogelstand, vooral wanneer er, zoals op Schouwen, naast droge ook vochtige en natte gronden voorkomen. De vroonlanden zijn als natuurgebied met al hun rijkdom bijzonder kwetsbaar.
Hetzelfde geldt voor een ander landschapstype dat achter de duinen van het Deltagebied hier en daar wordt aangetroffen: het houtwallen-, bosjes- en boomgaardenlandschap. Op Schouwen wordt dit haaymeten-, op Goeree schurvelingenlandschap genoemd. De vroonlanden en haaymetenlandschappen zijn terreinen waar de belangen van de natuurbescherming en van de recreatie op een goede manier kunnen worden gecombineerd. De instelling van landschapsreservaten zal daartoe noodzakelijk zijn.

4. *Binnendijkse wateren.* Deze categorie omvat ten eerste oude kreken, in vele gevallen resten van afvoergeulen uit het vroegere schorrenlandschap. Veelal bevatten zij brak water met de daarin levende zeldzame combinaties van brakwaterorganismen. Hoewel dergelijke kreken in vrijwel het gehele Deltagebied voorkomen zijn de Othenense kreek bij Terneuzen en het Grote Gat bij Oostburg in Zeeuwsch-Vlaanderen misschien wel het meest karakteristiek. Het krekengebied van Rammekenshoek bij Ritthem op Walcheren is een voorbeeld van een recent ontstaan natuurgebied. Twee andere belangrijke kreken zijn de Zwaakse Weel en de Ooster-Schengen op Zuid-Beveland.
Voorts behoren de uit- en afgegraven terreinen aan de binnenzijde van de dijken tot de zeer waardevolle natuurgebieden. De zilte vegetatie in deze inlagen met hun hoge en lage



links : Duinmeer
rechts: Kluut

gedeelten is uiterst afwisselend en vol botanische bijzonderheden. Daarnaast hebben de inlagen een internationale vermaardheid gekregen vanwege hun vogelrijkdom. Vooral de broedkolonies van sternen, kokmeeuwen en kluten zijn bekend. Minder bekend maar niet minder belangrijk is de functie van deze inlagen als pleisterplaats, fourageterrein en overtijingsgebied voor talloze watervogels en steltlopers. Als voorbeeld kunnen worden genoemd de inlage van Westenschouwen, die van Koudekerke, de beide inlagen ten oosten van Schelphoek, de Karrevelden en de andere inlagen van Schouwen, de inlage van Ellewoutsdijk op Zuid-Beveland en de kleine inlage aan de zuidzijde van Goeree.
Andere binnendijkse wateren zijn de Deltameren, waaronder in dit verband verstaan worden de wateren die door afsluitdammen van het buitenwater zijn gescheiden, zoals het Brielse Meer, de Brakmankreek en het Veerse Meer. Deze meren blijken zich tot waardevolle natuurgebieden te ontwikkelen. Vooral voor de vogelstand kunnen zij al spoedig van betekenis worden, op voorwaarde dat bepaalde daarvoor geschikte gedeelten, zoals eilanden en oeverzones, als natuurreservaat worden ingericht.

5. *Buitendijkse moerasterreinen.* Hiertoe behoren zilte kwelders met zoutminnende vegetaties, vervolgens biezen- en rietgorzen aan de oevers van het brakke water en tenslotte biezen- en rietlandgorzen en vloedbossen in het zoetwatergetijdegebied. De zilte kwelders worden met name aangetroffen langs de Westerschelde, de Oosterschelde en ook de Grevelingen. Het verdronken land van Saaftinge en de schorre voor de Brakmanpolder behoren tot de belangrijkste van deze categorie.
De biezengorzen zijn sterk ontwikkeld langs het Haringvliet en het Hollandsch Diep. De bedoelde strook begint bij Schele Hoek bij Stellendam en zet zich voort langs het Spui, Tiengemeten, de Ventjagersplaat en verder tussen Willemstad en Moerdijk tot de Sasseplaat bij Moerdijkbrug. Deze gorzen vormen het enige milieu in Nederland waar in de herfst en de winter telkenjare meer dan 10000 grauwe ganzen verblijven, nog afgezien van de andere ganzensoorten en de tienduizenden eenden. Oostelijk van de overgang van brak naar zoet water sluiten de riet- en biezengorzen en op hoger gelegen plekken de vloedbossen van de Biesbos en van de Oude Maas op de evengenoemde gorzen aan. Zowel de Brabantse als de Zuidhollandse Biesbos zijn zoetwatergetijdegebieden van grote biologische betekenis. De planten- en dierenwereld die hier inheems is bevat een aantal merkwaardige soorten, op een schaal als elders in West-Europa niet wordt aangetroffen.

Een bij eb droogvallende zandplaat, foerageterrein voor trekvogels



Na het verdwijnen van de eb- en vloedbeweging zal het karakter van de Biesbos echter sterk veranderen. Daardoor zullen de kleine en ogenschijnlijk weinig interessante buitendijkse terreintje langs de Oude Maas de enige plaatsen in ons land worden waar de eb- en vloedgezelschappen van het zoete water zich zullen kunnen handhaven.

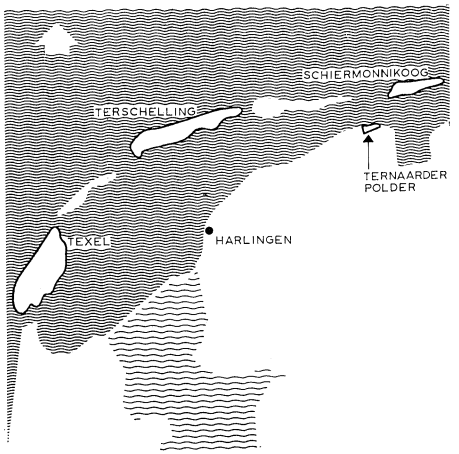
6. Buitenwateren. Met een totaaloppervlakte van 125000 ha vormen deze wateren de naar omvang belangrijkste categorie. Onderling tonen zij grote verschillen. Op Merwede, Amer, Hollandsch Diep en Haringvliet valt de biologisch boeiende overgang te bestuderen van rivier naar zee en van zoet naar brak en zout milieu. Het eigen karakter van de oeverlanden van deze stromen werd reeds besproken.
Grevelingen met Krammer en Volkerak zijn zilter en herbergen weer andersgeaarde levensgemeenschappen.
De Oosterschelde is van de buitenwateren in het Deltagebied voor het onderzoek op het ogenblik waarschijnlijk wel het meest interessant. Deze zeearm kan worden gekarakteriseerd als een 'Noordzee in het klein', zij bevat zuiver en niet verontreinigd zeewater en vertoont wat bodemdiepte betreft een grote variatie. De verschillende levensgemeenschappen die de Noordzee bevolken treft men ook hier aan. Het valt daarom te betreuren dat dit voor 'zee-onderzoek' zo ideale gebied op den duur grondig van karakter gaat veranderen, al zal het nieuw te vormen meer ook voor de biologie een waardevol studie-object blijven.
Door het onderzoek van de Westerschelde zullen belangrijke vergelijkende gegevens beschikbaar kunnen komen. De oevers, platen, slikken en schorren van deze zeearm, die als enige in open verbinding met zee blijft staan, zullen de voornaamste toevluchtsoorden worden voor de verschillende soorten van trekvogels en kustvogels en niet te vergeten de zeehonden, die thans nog de open Deltawateren bevolken.

7. Drassige graslanden in het polderland. De combinatie van kwelders, gorzen, slikken en open water met meer landwaarts gelegen drassige graslanden maakt deltagebieden tot een ideale verblijfplaats voor waterwild, in het bijzonder voor wilde ganzen. De Nederlandse delta is, voorzover bekend, in dit opzicht ongeëvenaard. In geen ander land van Europa worden zo grote aantallen doortrekkende en overwinterende ganzen aangetroffen als bij ons.

Samenvattend kan worden gezegd dat het Deltagebied een rijk assortiment omvat van, ook internationaal vermaarde, natuurgebieden.
De buitendijkse gedeelten daarvan zullen door de afsluiting van de zeearmen het sterkst worden beïnvloed. Onvermijdelijk zullen bepaalde planten- en diersoorten dientengevolge verdwijnen. Daar staat tegenover dat uitgestrekte binnenwateren zullen ontstaan, die zich op hun beurt tot belangrijke natuurgebieden kunnen ontwikkelen.
Wat de binnendijks gelegen terreinen betreft zijn er verschillende, waaronder niet de minst interessante, die kans lopen na uitvoering van de Deltawerken aan drastische biologische veranderingen te worden onderworpen. De hoop bestaat dat verschillende van deze terreinen voor het onderzoek kunnen worden behouden door bij de ontwikkelingsplannen voor het nieuwe gebied met de verlangens van de natuurbescherming rekening te houden.

(Bijdrage samengesteld door het R.I.V.O.N.)

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland



De verhoging van de zeewering te Harlingen

De verhoging van de zeewering te Harlingen omvat werken, gelegen tussen de noordelijke en de zuidelijke havendam. Van deze werken zijn in de afgelopen jaren gereed gekomen (van noord naar zuid): de verhoging van de Tsjerk Hiddessluizen (zie Driemaandelijks Bericht no. 9), de verhoging langs de Nieuwe Voorhaven, mede omvattend de bouw van een nieuwe postbootkade (no's 6 en 8) en de bouw van een keersluis (no's 6, 8, 9 en 11). Thans is in uitvoering de verhoging van het gedeelte tussen de keersluis en de zuidelijke havendam. Dit werk omvat de volgende vier onderdelen:

a. de bouw van een kadewand langs de Willemshaven;

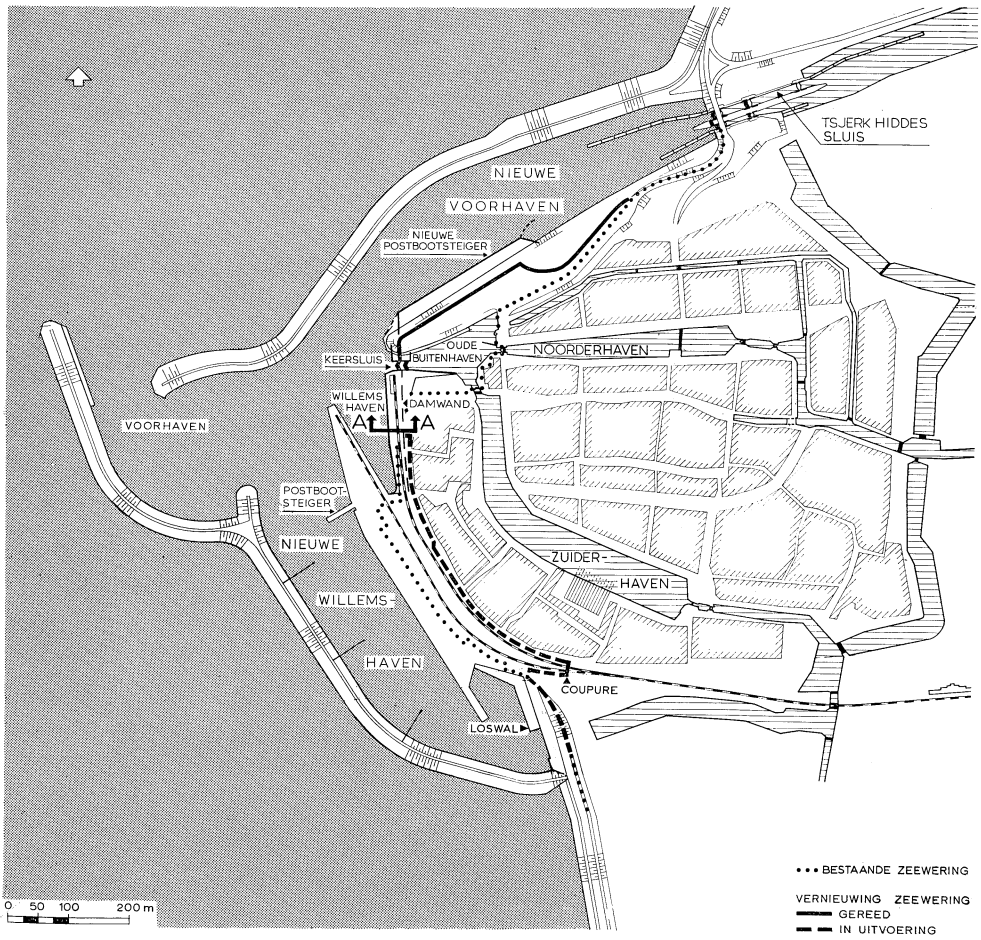
b. de wijziging en aanpassing van het spoorwegemplacement;

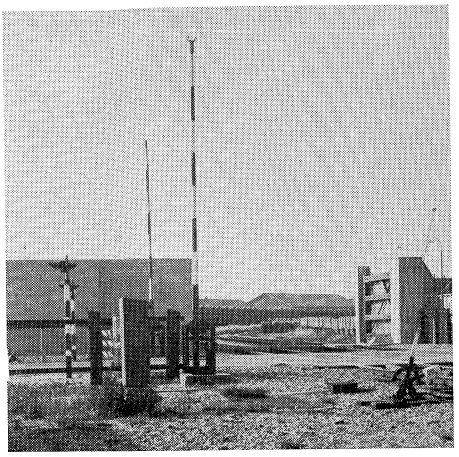
c. de bouw van een spoorwegcoupure nabij de zuidelijke havendam;

d. de bouw van een hoogwaterkerende muur tussen de keersluis en de spoorwegcoupure en de aanleg c.q. verhoging van een dijk tussen de spoorwegcoupure en de zeedijk.

Door de aanleg van een nieuwe hoogwaterkering zuidelijk van de keersluis en in verband met de geringe daarvoor beschikbare ruimte, was het noodzakelijk het spoorwegemplacement te wijzigen en aan te passen. Aanleg van de nieuwe kering aan de zeezijde van het emplacement kwam niet in aanmerking, omdat daardoor het gebruik van haveninstallaties onmogelijk zou worden. Het werk diende dus aan de landzijde te worden uitgevoerd.
Dit bracht de volgende consequenties mee. Ten eerste moesten de sporen zeewaarts worden verplaatst. Ten tweede moest ruimte geschapen worden voor de bouw van de nieuwe kering en diende, in verband met de wenselijkheid van een betere aansluiting van het reizigersperron op de nieuwe postbootkade, het perron Harlingen-Haven naar de keersluis te worden verplaatst. Ten derde moest – voorafgaand aan de uitvoering van deze werken – de bestaande kadewand langs de Willemshaven worden verplaatst en aangepast. Tenslotte moest een coupure worden gemaakt op het punt waar de spoorweg de waterkering kruist.
Het eerst werd de verplaatsing van de kadewand langs de Willemshaven ter hand genomen. De oude wand bestond uit een houten beschoeiing, aan de onderzijde gesteund

Situatie van de verbetering van de zeewering te Harlingen



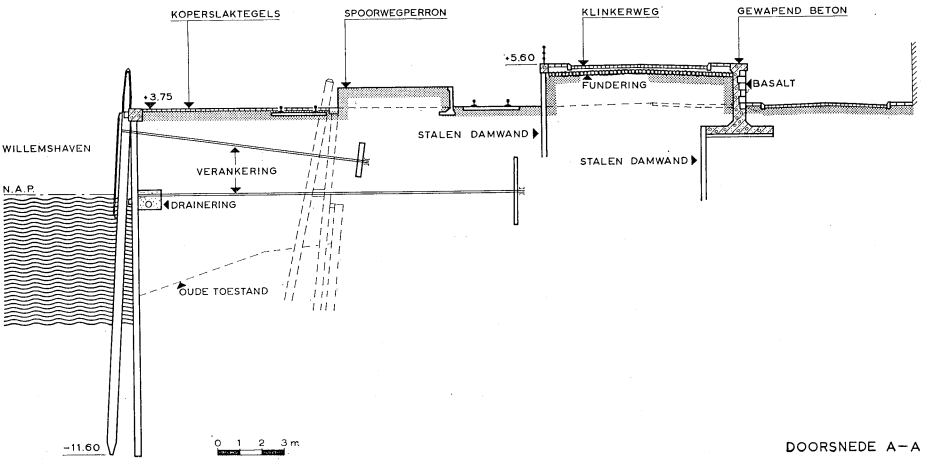


De spoorwegcoupure te Harlingen; de aanleg van de aansluitende hoogwaterkerende muren is in voorbereiding

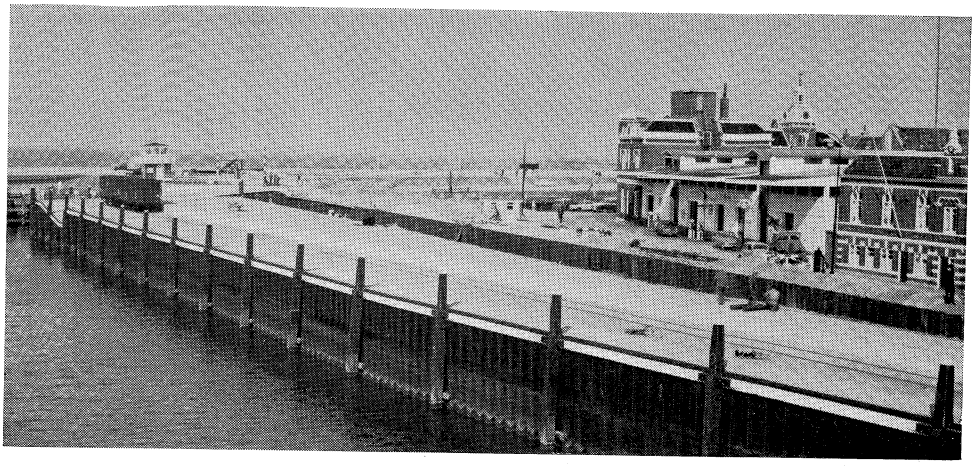
Het gedeelte van de nieuwe hoogwaterkering dat aansluit op de keersluis. Langs de Willemshaven werd een nieuwe kade gemaakt; achter het perron de kering van stalen damwand in aanleg

Doorsnede van de verbetering ter hoogte van de Willemshaven

door stalen planken. Deze constructie liet slechts een geringe bovenbelasting toe, waardoor de kade voor de scheepvaart van weinig betekenis was. Er werd daarom een nieuwe, meer zeewaarts gelegen, stalen kadewand gemaakt, die tevens gebruikt kan worden als loskade.
Nadat dit was gebeurd konden de wijziging en aanpassing van het emplacement uitvoering vinden. De werkzaamheden ten behoeve daarvan zijn inmiddels voltooid. De nieuwe kade is reeds in gebruik, o.m. voor het rechtstreeks overladen van fietsen en vrachtgoed van de N.S., bestemd voor Terschelling en Vlieland. De treinreizigers kunnen vanaf het perron Harlingen-Haven via een dubbele draaibrug over de keersluis direct de nieuwe postbootkade bereiken.
In dezelfde periode werd ook de spoorwegcoupure gebouwd. Deze is zo smal mogelijk gemaakt; het aantal sporen werd van vijf tot twee teruggebracht. De coupure bestaat uit een vloer en wanden en vleugelwanden van gewapend beton. Zij is gefundeerd op 33 palen die elk een lengte hebben van 14,5 m.



DOORSNEDE A–A



Het spoor ligt thans op een hoogte van N.A.P. + 2,48 m. De coupure grenst evenwel niet rechtstreeks aan open water. Zij bevindt zich in de bescherming van de oude hoogwaterkering, die een hoogte heeft van ongeveer 3,85 m boven N.A.P. en die ook in de toekomst blijft bestaan. Een werkelijke bedreiging door hoog water kan pas voorkomen bij waterstanden die de hoogste thans bekende zullen overschrijden. Eerst dan zal het tussen de beide dijken gelegen spoorwegterrein onder water lopen. Er is dus voldoende tijd beschikbaar om de coupure te sluiten. Deze is daartoe voorzien van een stel houten puntdeuren. Voor geval van nood wordt in de nabijheid een zand- en kleidepot in gereedheid gebracht.

De onder *a*, *b* en *c* genoemde werken waren op 1 oktober 1962 gereedgekomen.

De bouw van de hoogwaterkerende muur is nog in uitvoering. De waterkerende hoogte van het gedeelte tussen de keersluis en de coupure is vastgesteld op N.A.P. + 5,60 m, die van de coupure zelf op N.A.P. + 6,00 m.

Deze muur heeft drie gedeelten. Ten eerste het stuk dat aansluit op de keersluis en dat in verband met de geringe beschikbare ruime slechts bestaat uit een enkele damwand langs het spoorwegperron. Aangezien het perron een extra beschutting geeft tot N.A.P. + 4,75 m, kan deze voorziening voldoende worden geacht.

Ten tweede het middengedeelte tussen spoorbaan en bebouwing; dit wordt gemaakt van gewapend beton. Ten derde het gedeelte dat op de coupure aansluit, ontworpen als een muur van ongewapend beton. Om de beide betonmuren, die zich in het stadsgebied van Harlingen bevinden, een aantrekkelijker aanblik te verlenen zullen zij met basalt worden bekleed.

De muren worden aangelegd op een niveau van ten minste 1 m beneden het maaiveld. Aan de zeezijde wordt als bescherming tegen onderloopsheid stalen damwand aangebracht met een lengte van 6 m. Een onderzoek dat werd uitgevoerd door het Laboratorium voor Grondmechanica leidde tot de conclusie dat de muren op staal kunnen worden gefundeerd, mits de belasting geleidelijk wordt aangebracht. De grootste zettingen zullen plaatsvinden in een periode van 1½ tot 2 jaar; zij zullen variëren tussen 6 en 15 cm.

Om een gunstig verlopende belasting van de ondergrond te bevorderen is het muurgedeelte van gewapend beton ontworpen in de vorm van een omgekeerde T, terwijl het andere gedeelte wordt voorzien van een verbrede voet.

Ter voorkoming van ontgronding wordt het middengedeelte van de muur aan weerszijden

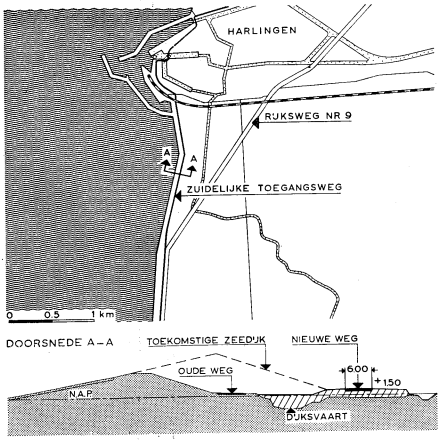
verdedigd door een gefundeerde klinkerweg; het andere gedeelte krijgt aan de zeezijde een bestrating met koperslakblokken, aan de landzijde een gefundeerde klinkerweg.
Tenslotte wordt een, grotendeels nieuw, dijkvak aangelegd tussen de spoorwegcoupure en de zeedijk nabij de zuidelijke havendam. Aangezien ook voor dit werk onvoldoende ruimte aanwezig was, wordt een kadewand gebouwd in de Nieuwe Willemshaven ter ondersteuning van de taluds. Deze kade kan tevens dienen voor de aanleg van rijksvaartuigen en voor het lossen en laden van materiaal.
De kosten van de werken tussen de keersluis en de zuidelijke havendam bedragen:

a. bouw kadewand Willemshaven, aansluitende werken keersluis en voltooiing kering langs postbootkade	*f* 1 259 000,—
b. wijziging spoorwegemplacement voorzover voor rekening van de hoogwaterkering	*f* 366 000,—
c. bouw coupure	*f* 141 000,—
d. bouw waterkerende muren tussen de keersluis en de zuidelijke havendam inclusief de loswal in de Nieuwe Willemshaven	*f* 1 892 000,—
Totaal	*f* 3 658 000,—

Hierboven komen nog de kosten voor later uit te voeren werken, zoals de definitieve aansluiting op de nog te verhogen zeedijk Harlingen–Afsluitdijk.

De verhoging van de zeedijk Afsluitdijk-Harlingen-Slachte

Voor met de verhoging van het bovengenoemde dijkvak kan worden begonnen moet de bestaande weg op de binnenberm van de dijk, die tevens inspectieweg is, worden verlegd. Deze weg bestaat uit twee gedeelten: ten eerste het stuk rijksweg nr. 9 van de Afsluitdijk tot de aansluiting aan de rondweg om Harlingen; ten tweede de zuidelijke toegangsweg, lopende van de baansplitsing van rijksweg nr. 9 bij Kimswerd tot de spoorwegcoupure in Harlingen.
De verlegging van rijksweg nr. 9 werd beschreven in de tiende aflevering van het Driemaandelijks Bericht. De aardebaan voor deze weg kwam in december 1961 gereed. Het bestek voor het aanbrengen van de verhardingen werd in januari 1962 gegund aan de N.V. v/h Aannemingsmaatschappij De Moel en Hermes te Alkmaar voor een bedrag van *f* 1 258 000,–.
In verband met de slechte kwaliteit van de ondergrond, die bestaat uit een laag opgespoten wadzand – in dikte variërend van 0,90 tot 3,00 m – op een vaste kleilaag, was het nodig een betrekkelijk zware wegconstructie voor te schrijven. De fundering van de weg bestaat uit een 23 cm dikke laag schraal beton; daarop bevindt zich een met zand ingewassen laag steenslag, ter dikte van 7 cm, die tevens dient voor de afdekking van mogelijke scheuren in de betonfundering. Vervolgens een binderlaag van grindasfaltbeton, eveneens ter dikte van 7 cm en tenslotte een 4 cm dikke toplaag van dicht asfaltbeton. Deze toplaag is niet in het bestek opgenomen en zal pas worden aangebracht nadat de weg enige tijd in gebruik is geweest en de grootste zettingen hebben plaatsgehad.
Het werk is in het najaar van 1962 gereed gekomen; daardoor werd 7,5 km autoweg aan de E 10 route toegevoegd.
De aanleg van de aardebaan voor de verlegging van de zuidelijke toegangsweg werd



Situatie en doorsnede van de zuidelijke toegangsweg naar Harlingen

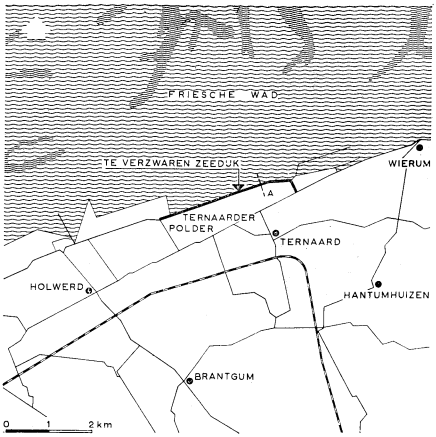
op 12 juli 1962 gegund aan de N.V. A. J. van Haaften te Den Haag. De aannemingssom bedraagt *f* 1 014 000,–. De verlegde weg zal, anders dan het gedeelte van rijksweg no. 9, dienst blijven doen als inspectieroute. De aardebaan zal gedeeltelijk komen te liggen op de plaats waar zich de oude dijkvaart bevindt, gedeeltelijk vlak langs deze vaart en ook verder in terrein met weinig draagkrachtige bovenlagen. Wegens de ongelijkmatige samenstelling van de ondergrond is over de volle lengte van de toegangsweg een cunet gemaakt met een bodembreedte van 6 m en een diepte van N.A.P. – 2,40 m. Op dit niveau bevindt zich een kleilaag van voldoende draagkracht. Waar de vaart tussen de aardebaan en de dijk zou komen te liggen wordt zij verwijderd en tot aan het maaiveld met zand aangevuld.
Het plan voor de verhoging van de zeewering zelf werd in mei 1962 door de minister vastgesteld. De beschikbare middelen lieten echter niet toe, dat reeds in dat jaar met de werkzaamheden een begin werd gemaakt.

Verhoging van de zeedijk Slachte–Afsluitdijk–Lauwerszee

Bij de voorbereiding van de plannen voor de versterking van dit dijkvak heeft de Provinciale Waterstaat van Friesland advies gevraagd aan de Rijkswaterstaat inzake de te verwachten golfoploop. Het vraagstuk is op het ogenblik in onderzoek bij de Studiedienst te Hoorn.

De verzwaring van de zeedijk van de Ternaarderpolder

In afwachting van de uitvoering van het programma van dijkverzwaringen, dat gebaseerd is op de Deltawet, is nagegaan of er in de zeewering van Friesland zwakke plekken voorkomen waarvan de versterking niet kan worden uitgesteld tot de bedoelde werken ter hand worden genomen. Tot deze categorie behoort o.a. de verzwaring van de zeedijk van de Ternaarderpolder.
Tijdens flinke noordwestelijke storm heeft telkens wateroverslag plaats over de zeedijk van deze polder. Het plan voorziet in verhoging van de dijk tot hetzelfde niveau als de aansluitende dijken. De oorspronkelijke kruinhoogte varieerde van N.A.P. + 4,35 tot N.A.P. + 4,90 m, de nieuwe kruinhoogte zal N.A.P. + 5,30 m bedragen. Door het Labora-



Situatie van de dijkverzwaring langs de Ternaarderpolder

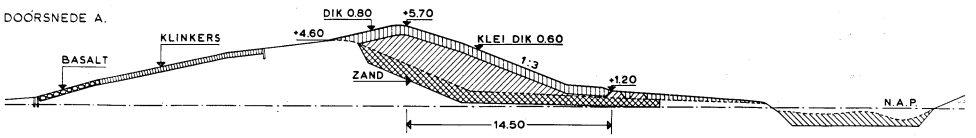
torium voor Grondmechanica zijn zettingsberekeningen uigtevoerd, waaruit kan worden afgeleid dat de kruin een gemiddelde zakking zal vertonen van 60 cm. Verwacht wordt dat deze zetting zich voor een derde deel zal voordoen tijdens de uitvoering. Waarnemingen die aan zakbakens zijn gedaan bevestigen deze voorspelling. Als aanleghoogte is daarom vastgesteld het peil van N.A.P. + 5,30 + 0,40 = 5,70 m.

De verhoging geschiedde aan de landzijde, hetgeen werd vergemakkelijkt door de aanwezigheid van een brede binnenberm. Het buitenbeloop krijgt een helling van 1 : 5, het binnenbeloop van 1 : 3, de kruinbreedte wordt 1,50 m.

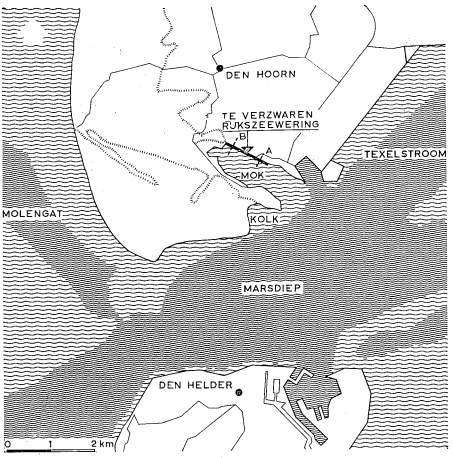
Het werk werd op 23 januari 1962 aanbesteed; het werd gegund aan de laagste inschrijver, de Aannemingsmaatschappij Dikkerboom en Sijbrandij N.V. te Oudehaske voor een bedrag van *f* 994 000,–. Op 1 maart hebben de werkzaamheden een aanvang genomen.

De verzwaring werd uitgevoerd met wadzand dat op een afstand van ca. 1 km uit de kust werd gezogen en rechtstreeks in het werk werd gespoten. Van tevoren waren de teelaarde en de klei van het binnenbeloop ontgraven en in een perskade verwerkt. Het spuitwater werd rechtstreeks teruggepompt in zee.

Het buitenbeloop krijgt een klei-afdekking van 80 cm, het binnenbeloop een afdekking van 60 cm. De teen van de dijk wordt gedraineerd met geperforeerde plastic buis met glaswolomhulling. De lengte van het werk bedraagt 3,5 km.



Doorsnede van de dijkverzwaring



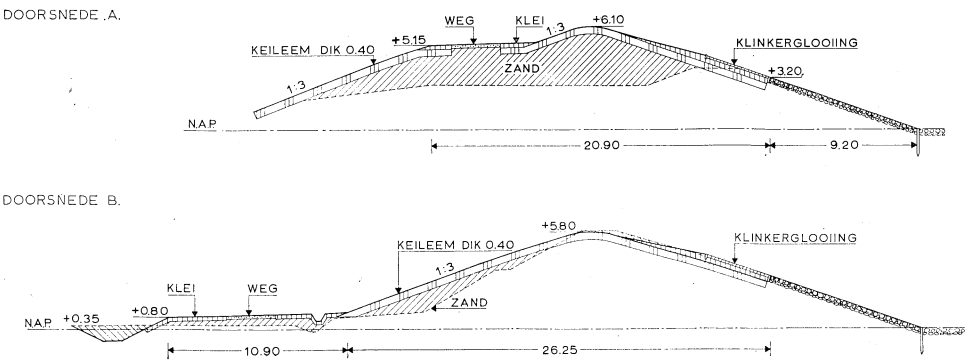
Situatie van de dijkverzwaring Het Molwerk

Het grondwerk aan de dijk is in oktober 1962 gereed gekomen, terwijl het gehele werk voor de eerste keer moet worden opgeleverd op 1 maart 1963. Het inzaaien zal in april 1963 geschieden. Gedurende de winter worden het buitenbeloop en de kruin van een krammat voorzien.

De verbetering van de rijkszeewering Het Molwerk op Texel

In het kader van het op Deltahoogte brengen van de dijken op Texel werd op 19 juni 1962 een overeenkomst aanbesteed voor het verzwaren, verhogen en verbeteren van de rijkszeewering Het Molwerk op Texel. Deze zeewering, die een lengte heeft van 1100 m, is gelegen aan de Mokbaai aan de zuidoostpunt van Texel.
De steenbekleding van de zeewering verkeerde in 1956 in een zeer slechte toestand, zodat besloten werd deze te herstellen. Daar de kruin van de dijk slechts op N.A.P. + 3,75 m was gelegen en bij een doorbraak een groot deel van het oude polderland van Texel zou inlopen, werd tevens besloten de dijk gedeeltelijk te verhogen. Met de definitieve verhoging en verzwaring moest echter worden gewacht tot de richtlijnen, volgens welke de dijken ingevolge de Deltawet moeten worden verhoogd, waren vastgesteld. Zoals op de door-

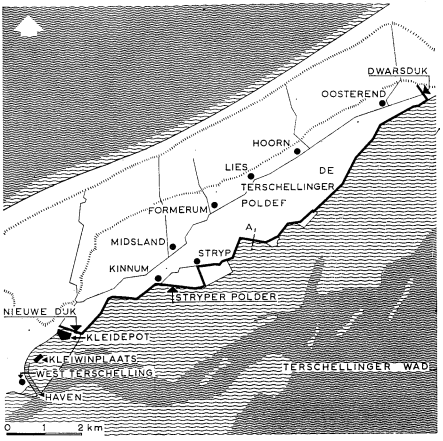
Doorsneden van de dijkverbetering



sneden is aangegeven, bedraagt de aanleghoogte van deze tamelijk beschut liggende dijk N.A.P. + 5,80 m. De in 1956 herstelde buitenglooiing en helling blijven gehandhaafd; het binnentalud verkrijgt een helling van 1 : 3.
Het dijklichaam wordt afgedekt met een 0,40 m dikke keileemlaag, welk materiaal in grote hoeveelheden in de nabijheid van het te maken werk wordt aangetroffen. In een later stadium zal hierop, ter verkrijging van een goede grasmat, een 0,40 m dikke kleilaag worden aangebracht. In verband met de bodemgesteldheid worden geen grote zettingen verwacht.
Op de binnenberm van de dijk zal een 3 m brede bedieningsweg komen, die dienst kan doen voor het onderhoud van de dijk en in het geval van eventueel voorkomende calamiteiten.
De overeenkomst wordt uitgevoerd door N.V. Aannemers- en Handelsbedrijf Van Oord en N.V. Gebr. Van Oord te Werkendam. De aannemingssom bedraagt f 364 400.

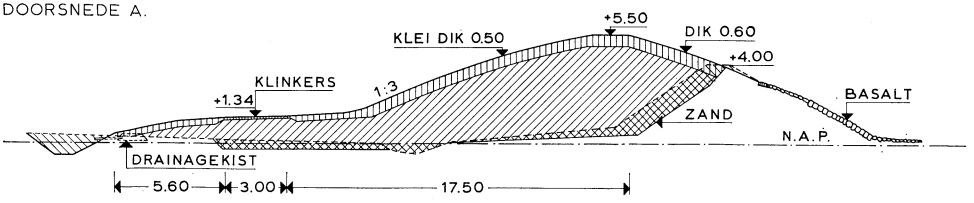
De verbetering van de zeedijk van het waterschap De Terschellingerpolder

De Terschellingerpolder is het enige waterschap van Terschelling; hij omvat ongeveer 1400 ha cultuurgrond. Behoudens het in de zomermaanden voor inscharing van vee gebruikte gedeelte van de niet bedijkte Boschplaat, genaamd de Groede, en enkele in het duingebied gelegen percelen, heeft Terschelling buiten genoemd waterschap geen landbouwgronden.
Het waterschap wordt aan de noordzijde beschermd door het duingebied van Terschelling en aan de zuidzijde, dat wil zeggen langs de Waddenzee, door een dijk. De afsluiting aan west- en oostzijde wordt gevormd door resp. de Nieuwe Dijk en de Dwarsdijk.
De eerste bedijking dateert uit de Middeleeuwen. Van de daarna nog buitendijks gelegen gronden, welke in de loop der jaren grotendeels zijn weggeslagen, is ten zuiden van Midsland in het begin van de 17de eeuw door indijking de Nieuwlandpolder, thans meer bekend als de Stryperpolder, gevormd. Deze particuliere polder werd in 1858 van een zwaardere dijk voorzien. In 1956 werd hij in het waterschap De Terschellingerpolder opgenomen.
De totale lengte van de zeedijk bedraagt ongeveer 14 km. De dijk is, in verband met de verhoging van de waterstanden door de afsluiting van de Zuiderzee, in 1932 verhoogd van N.A.P. + 3,50 tot N.A.P. + 4,00 m.
Tijdens de stormvloeden van 1953 en 1954 en die van februari 1962 had op verschillende plaatsen sterke golfoverslag plaats en werd de dijk ernstig bedreigd.
Het verbeteringsplan is gebaseerd op verhoging en verzwaring van de bestaande dijk; verbetering van de verdediging van het buitenbeloop blijft voorlopig achterwege.
Op grond van het feit dat bij de hoogste stormvloeden de wind uit west-noordwestelijke tot noord-noordwestelijke richting zal waaien en derhalve geen zware golfaanval is te verwachten, werd een helling van 1 : 3 ontworpen zowel voor het binnen- als voor het buitenbeloop en werd een waakhoogte van ongeveer 0,80 m boven het ontwerppeil van N.A.P. + 4,65 m aanvaardbaar geacht. Bij de hoogste waterstanden dient daarbij te worden gerekend op golfoverslag van enige betekenis.
Deze waakhoogte is ongeveer gelijk aan die van de bestaande dijk. De hoogste tot dusverre waargenomen waterstand bedraagt N.A.P. + 3,18 m.
Het ligt in het voornemen de verhoging en verzwaring van de 14 km lange dijk uit te voeren in drie opeenvolgende bestekken, elk met een looptijd van twee jaar.
Het eerste bestek, dat het gedeelte West-Terschelling–Stryp ter lengte van 5280 m omvat,



Situatie van de dijkverbetering langs de Terschellingerpolder

werd op 27 april 1962 aanbesteed. Op 23 mei 1962 werd het werk gegund aan de laagste inschrijver, de fa. K. Krul en Zonen te Heiloo voor de som van *f* 2 434 000,–.
De verzwaring van de dijk zal, teneinde een kostbare verplaatsing van de steenbekleding te vermijden, aan de landzijde geschieden, behoudens de Nieuwe Dijk en de oostelijke dijk van de Stryperpolder, welke slechts voorzien zijn van een kleibekleding en waarbij een zeewaartse verzwaring aantrekkelijker is. Uitgezonderd een kleine correctie in de hoek bij Kinnum, wordt het bestaande tracé gevolgd. In verband met de te verwachen zettingen van de ondergrond wordt een overhoogte aangebracht, variërende van 0,10 tot 0,40 m. Op de binnenberm wordt ten behoeve van het onderhoud van de dijk een 3 m brede verharding gemaakt van betonklinkers. Langs de Nieuwe Dijk zal deze weg tevens dienst doen als landbouwweg, terwijl hij in de Stryperpolder kan worden benut ter ontsluiting van de percelen in deze polder, die thans vrijwel alleen bereikbaar zijn vanaf de Slaperdijk en vandaar via andere percelen.
De verbetering van het buitenbeloop blijft in het algemeen beperkt tot het gedeelte boven de bestaande verdediging. Het buitenbeloop van de Nieuwe Dijk en van de oostelijke dijk van de Stryperpolder, waar aan de teen voorland aanwezig is, wordt tot een hoogte van N.A.P. + 3,00 m, resp. 4,00 m bekleed met zoden. Overigens worden de belopen, kruin en bermen ingezaaid, zonodig met toepassing van krammat.

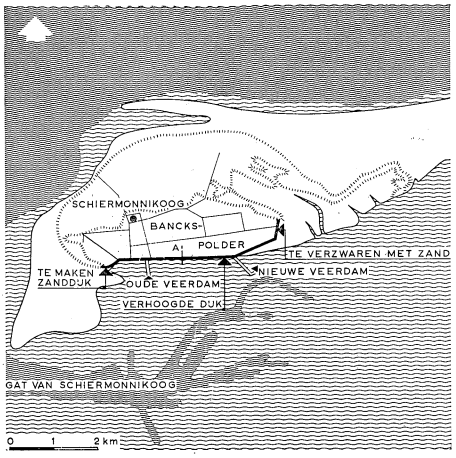


Doorsnede van de dijkverbetering

De kleibekleding van het bestaande binnenbeloop en van de berm, alsmede de klei en de teelaarde onder de te maken weg zullen worden weggegraven en, na de verzwaring met zand, worden gebruikt voor de bekleding van de dijk. Op het buitenbeloop en de kruin wordt deze bekleding 0,60 m dik, op het binnenbeloop 0,50 m.
Het zand voor de verzwaring van de dijk van de Stryperpolder wordt rechtstreeks uit de Waddenzee in het werk gespoten. Het zand voor de verzwaring van het overige dijkgedeelte waar minder risico ten aanzien van mogelijke verzilting door pers- en zakwater kan worden genomen, wordt gewonnen uit een aan het waterschap grenzend duingebied en vandaar eveneens rechtstreeks in het werk gespoten.
In de binnenberm wordt een drainering gemaakt, bestaande uit met normaal ophoogzand gevulde sleuven op onderlinge afstand van 20 m, aansluitende op een drainage grindkist met afvoerbuis van asbest-cement naar de bermsloot.
De hoeveelheid klei die vrijkomt is onvoldoende voor de bekledingen. Het tekort zal worden aangevuld met klei uit een in de loop der jaren volgeslibde stroomgeul, gelegen in het verlengde van de havengeul van West-Terschelling. De hoofdweg van West-Terschelling naar Midsland moet ter plaatse van de kruising met de Nieuwe Dijk ongeveer 1,50 m worden verhoogd.
De uitwateringssluis bij Kinnum zal worden verlengd, terwijl de bestaande, gebrekkige uitwateringsduiker van de Stryperpolder zal worden opgeruimd en worden vervangen door een duiker in de Slaperdijk bij Stryp, zodat deze polder dan via de Dijksloot in oostelijke richting naar de uitwateringssluis bezuiden Lies/Hoorn zal afwateren. Bij Kinnum wordt eveneens een duiker in de Slaperdijk gelegd teneinde – gebruik makende van het peilverschil tussen het westelijke en oostelijke deel van de Terschellingerpolder – de in de loop der jaren ontstane sterke verzilting van de Stryperpolder te verminderen.
De benodigde hoeveelheid zand voor de dijkverzwaring van de Stryperpolder is reeds tussen de perskaden van uitgegraven klei aangebracht. Met het onder profiel brengen van het zandlichaam en het aanbrengen van de kleibekleding is een aanvang gemaakt, terwijl de duiker bij Stryp is aangebracht.
In verband met het graven van klei uit het bestaande binnenbeloop zijn aan de uitvoering in het winterseizoen beperkingen opgelegd. In de periode van 15 oktober tot 15 april mag het waterkerend vermogen van de bestaande dijk niet worden verzwakt, zodat de opbouw van het zandlichaam tussen 15 april en 15 oktober dient te geschieden. Op 1 december van ieder jaar moet de bekleding van het buitenbeloop tot het peil van N.A.P. + 5,00 m volledig zijn aangebracht.
Het gehele werk, volgens het bestek dat thans in uitvoering is, moet voor de eerste maal op 1 mei 1964 worden opgeleverd.

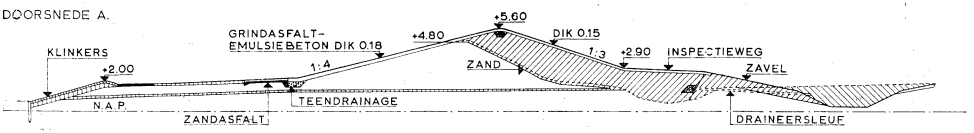
De verbetering van de zeedijk van de Banckspolder op Schiermonnikoog

De Banckspolder heeft een oppervlakte van ca. 360 ha. De polder was oorspronkelijk een kwelder, die aan de west- en noordzijde werd beschermd door de duinen en aan de zuid- en oostzijde open lag voor de zee. Door de hoge ligging van de kwelder (het laagste gedeelte ligt op N.A.P. + 1,50 m) liep deze slechts enkele malen per jaar onder.
In 1861 werd de kwelder bedijkt. De dijk is aangelegd op de kwelderrand en heeft een lengte van ca. 5 km. De hooge varieert van N.A.P. + 4,30 m tot N.A.P. + 5,30 m. De dijk bestaat geheel uit zand en is bekleed met een grasmat.
Het binnenbeloop is zeer steil, het heeft een helling van 1 : 2. Het buitenbeloop heeft een helling van ca. 1 : 4 doch het is zeer oneffen en enigszins concaaf van vorm, waardoor de golfaanval bij hoge waterstanden relatief vrij sterk wordt.



Situatie van de dijkverhoging langs de Bancks-polder

Voor de dijk bevindt zich een buitenberm, de oude kwelderrand, in breedte variërend van 6 tot 12 m en met een hoogte van N.A.P. + 1,80 tot 2,00 m. Deze berm is gedeeltelijk verdedigd met een klinkerglooiing of een glooiing van betonstenen.
Voor de buitenberm ligt het wad op een hoogte van ongeveer 0,50 m boven N.A.P. Het wad loopt geleidelijk af tot ongeveer 0,50 m beneden N.A.P. nabij de geul, die op een afstand van ten minste 600 m buiten de dijk is gelegen. Plaatselijk bevindt zich nog enig voorland.
De dijk van de Banckspolder is, zoals vrijwel het gehele eiland, in eigendom en beheer bij de Dienst der Domeinen.
In de polder bevinden zich een zevental boerderijen en een arbeiderswoning. Het dorp Schiermonnikoog is aan de voet van de duinen gebouwd en ligt behoudens een enkele uitzondering op N.A.P. + 2,50 m of hoger.
Tijdens de storm van 16/17 februari 1962 werd de dijk over een lengte van 2,5 km ernstig beschadigd, voornamelijk aan de buitenzijde. Plaatselijk werd ook het binnentalud aangetast door overslaand water. Er dreigde een bres te ontstaan naast een in 1961 gemaakte kleiverzwaring ten behoeve van een rioolwaterleiding. Alle weerbare mannen op het eiland werden op deze plaats en vervolgens ook op andere gevaarlijke punten nabij de oude veerdam ingezet. Toen een bres ontstond bij de nieuwe veerdam, op een plaats die moeilijk bereikbaar was door het ontbreken van een inspectieweg, was er geen mankracht meer aanwezig om ook daar in te grijpen.



Doorsnede van de dijkverhoging

Enkele uren na het hoogtepunt van de storm sloeg op deze plaats een gat in de dijk en stroomde het zeewater de polder binnen. Het gat groeide daarna tot een breedte van ca. 60 m. Dank zij de hoge ligging van de polder vormde zich geen stroomgat.
De waterstand tijdens de storm kwam ongeveer overeen met de hoogst bekende stand van N.A.P. + 4,00 m, welke in 1906 werd waargenomen. Ook toen werd de dijk onder meer op de plaats van de doorbraak beschadigd. Een bijzonderheid was deze maal dat de wind eerst is geruimd naar het noordwesten en later gekrompen naar west-noordwest, met buien uit westelijke richting. Door deze windrichting werd de uit de Noordzee komende deining in het zeegat en op de randen van de geulen zover afgebogen, dat de zeewering in een ongunstige positie kwam te verkeren en uit west-zuidwestelijke richting werd aangevallen. Aan deze combinatie van hoge waterstand en refractiegolven heeft de zanddijk geen weerstand kunnen bieden.
De polder is binnen enkele weken weer geheel drooggevallen, terwijl het gat in de dijk en de overige aantastingen provisorisch werden hersteld met zand, afgedekt door zeilen en zandzakken.

Het ontwerp van de dijkverzwaring

Behalve hersteld en versterkt diende de dijk van de Banckspolder tevens te worden aangepast aan de normen die op grond van de Deltawet voor hoofdwaterkeringen zijn voorgeschreven. Omdat de waarde van de gebieden die door de dijk beschermd worden gering is in vergelijking met andere streken in ons land, stond deze verhoging als één van de laatste op het programma van dijkverhogingen in het kader van de Deltawet. Om financiële redenen was het evenwel gewenst de aanpassing tegelijk met het herstel en de versterking te doen uitvoeren.
Hoewel aanvankelijk is gedacht aan een verzwaring door bekleding van de zanddijk met klei, bleek al spoedig dat deze constructie op ernstige bezwaren stuitte. Een kleibekleding zou evenveel of meer kosten dan een asfaltbekleding. De weerstand tegen golfaanval is echter geringer. De hoge kosten van de klei worden veroorzaakt door het feit dat op Schiermonnikoog zelf slechts een zeer geringe hoeveelheid bruikbare grond kan worden gegraven, zodat het materiaal van de vaste wal zou moeten worden aangevoerd, zo het al op korte termijn leverbaar was. Afgezien van de kosten, maken de moeilijkheid van het vinden van goede klei en de problemen van een kwetsbaar transportbedrijf, dat afhankelijk is van weersomstandigheden en lage waterstanden, een planning op korte termijn onbetrouwbaar. Ook is een nadeel dat de grasmat van een groene dijk de eerste jaren vrijwel geen weerstand heeft.
In eerste instantie werd een plan gemaakt voor het dijkvak dat tijdens de jongste storm het meest werd aangevallen. Dit betreft het oost-west georiënteerde gedeelte tussen hm 11 en hm 36. Het ontwerp omvatte een verflauwing van het binnentalud tot 1 : 3, de aanleg van een hooggelegen binnenberm met inspectieweg, een verzwaring van de dijk met zand en een bekleding van deze berm met grindasfalt-emulsiebeton. Het zand kon op het wad worden gewonnen en rechtstreeks in het werk worden gespoten. Omdat ook het binnentalud met grindasfaltbeton wordt bekleed, kan vrij sterke golfoverslag toelaatbaar worden geacht. De hoogte van de nieuwe dijk, gebaseerd op het ontwerppeil van N.A.P. + 5,00 m, werd in verband hiermee vastgesteld op N.A.P. + 5,60 m.
De bekleding van grindasfaltbeton werd afgedicht met een oppervlaktebehandeling en afgestrooid met morenesplit om een prettige aanblik van de dijk te verzekeren. De keuze van emulsiebeton als bekledingsmateriaal werd bepaald door de beperkte mogelijkheden van materiaalaanvoer in een kort tijdsbestek naar dit moeilijk bereikbare eiland, alsmede

Het aanbrengen van de asfaltbekleding op het buitentalud van de verzwaarde zeedijk van de Banckspolder

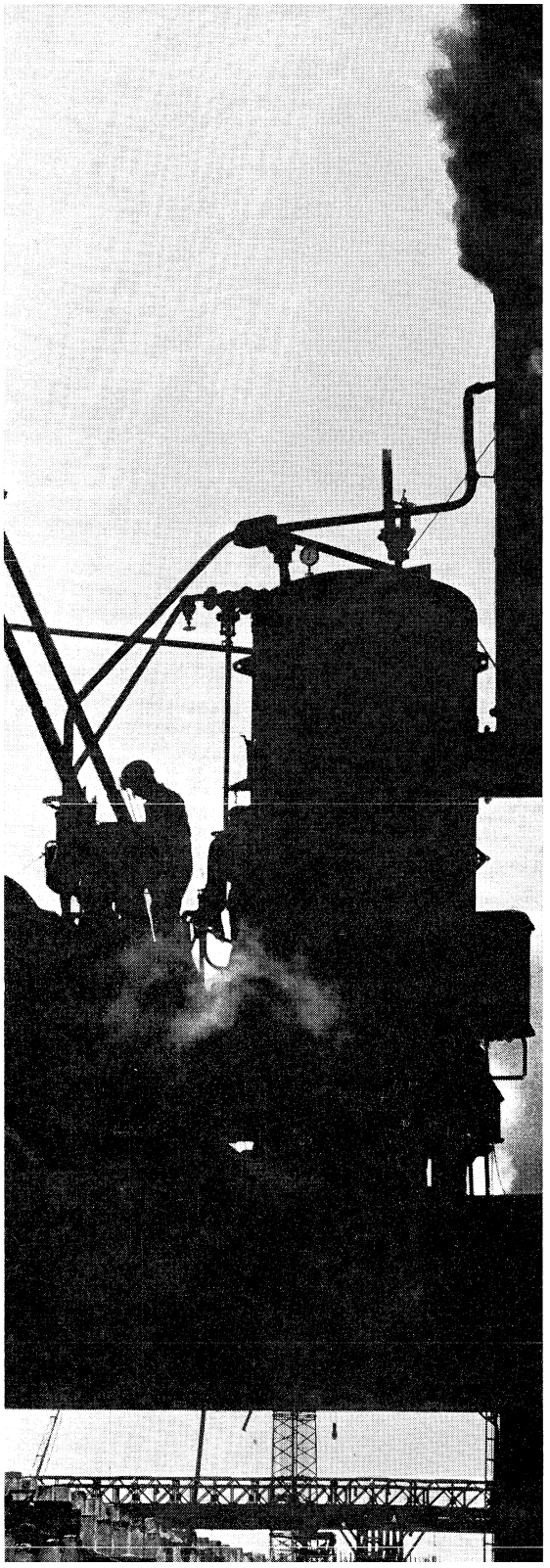


door de overweging dat met dit materiaal bij minder goede weersomstandigheden kan worden doorgewerkt.
Wat betreft de te verwachten waterspanningen in de dijk werd door de Deltadienst een controlerend onderzoek ingesteld met behulp van een elektrisch analogiemodel. Over het principe van deze methode raadplege men het Driemaandelijks Bericht nr. 13. Het bleek dat de dikte van de bekleding voldoende was gedimensioneerd.
Zowel aan de teen als aan de hiel van de dijk werd een drainage aangebracht. Voor de ontluchting is de kruin voorzien van ventielen, in de vorm van de reeds eerder op de veerdammen met succes toegepaste 'katoog' frames.
In verband met de geringe tijd van voorbereiding werd het werk onderhands opgedragen aan de N.V. Asphalt- en Chemische Fabrieken Smid en Hollander te Hoogkerk tegen een overeengekomen prijs van *f* 2 693 500,–. Op 18 april 1962 hebben de werkzaamheden een aanvang genomen. Het gehele werk is inmiddels gereed gekomen.
De verhoging van de resterende dijkvakken is nog in onderzoek. Aan de westzijde, ten westen van hm 11, is een zanddijk ontworpen die aansluit op de duinen, waardoor een verhoging van de zeewering tussen hm 0 en hm 11 achterwege kan blijven. Aan de oostzijde zal de dijk waarschijnlijk op dezelfde wijze worden verhoogd als boven werd beschreven. Mogelijk zal ook hier het laatste gedeelte als zanddijk worden uitgevoerd en op de duinen aansluiten.



Deltawerkers en werktuigen

Veel aandacht valt op de dammen, de sluizen, de bruggen die in het Deltagebied in aanbouw zijn. Minder zichtbaar zijn de werkers uit wier arbeid de grote waterbouwkundige constructies ontstaan. Begrijpelijk: tegen de zware omtrekken van bouwwerk of machine steekt het silhouet van de mens maar nietig af. Soms lijkt hij door zijn werktuig zelfs zo geabsorbeerd dat hij wordt uitgewist. Daarom is het goed de werkers te blijven zien achter de werktuigen. Want zij verschaffen de kracht die al het werk in beweging zet. Onopvallende dirigenten, in wier greep natuurelementen en bouwstoffen zich tot een goede symfonie hebben te rangschikken.



2

1. Waterpassing;
versterking hoogwaterkering Texel

2. Bediening van een heistelling; uitwateringssluizen Haringvliet

3. Het z.g. koppensnellen; uitwateringssluizen Haringvliet

4. Transport van een haspel met voorspanningskabels; uitwateringssluizen Haringvliet

5. Het schoonmaken van de gaten voor de dwarsvoorspanning; viaduct stormvloedkering Hollandsche IJssel

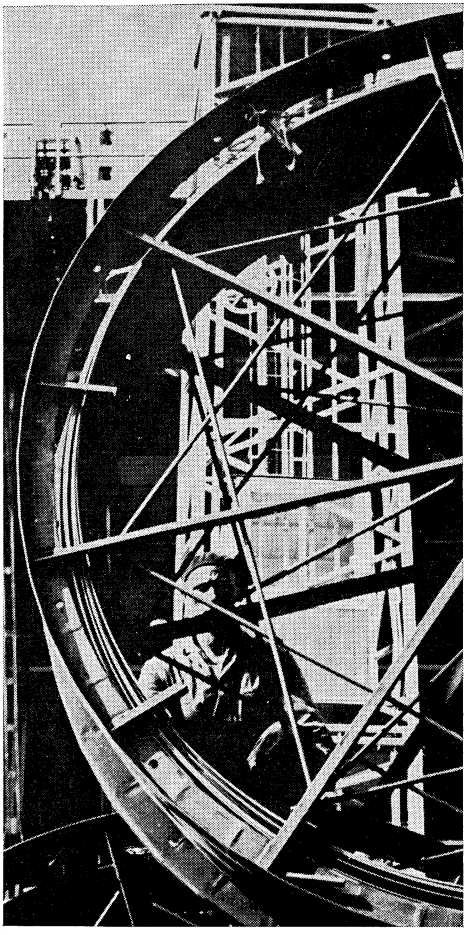
6. Het aanspannen van dwarsvoorspanningskabels vóór de moot wordt gekanteld en vervoerd; uitwateringssluizen Haringvliet

7. Het vullen van de stortbak van een drijvende asfaltinst

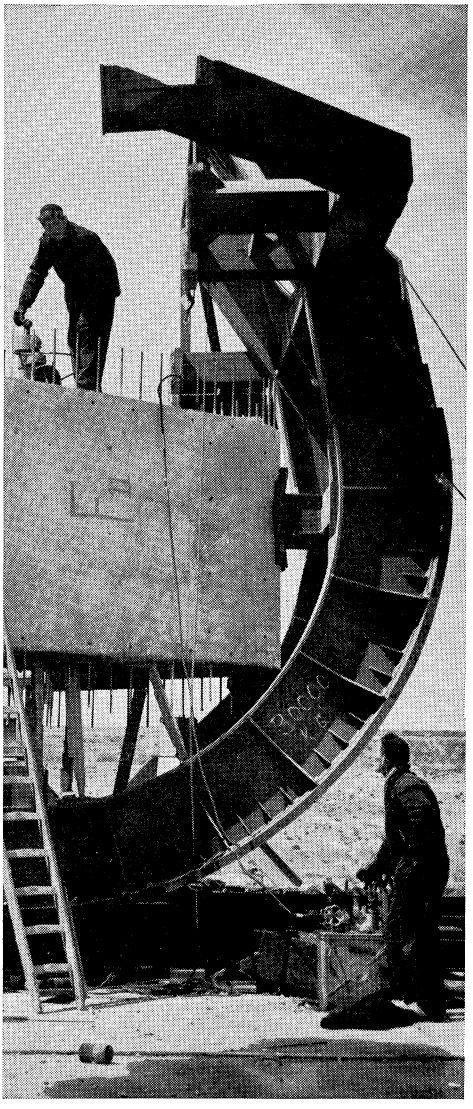


3

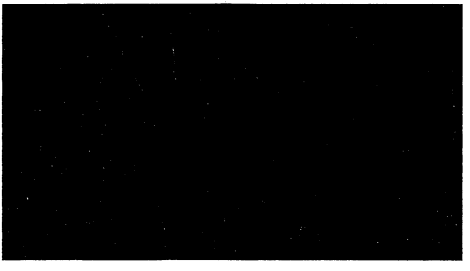
4



6







5



De afwatering van het oude land na de afsluiting van de Lauwerszee

De afsluiting van de Lauwerszee zal de afwatering van grote gedeelten van Friesland, Groningen en Drenthe in sterke mate beïnvloeden. In de afgelopen jaren zijn uitvoerige berekeningen opgesteld om na gaan welke wijzigingen in dit opzicht kunnen worden verwacht en hoe de voordelen van de afsluiting het meest tot hun recht kunnen komen.

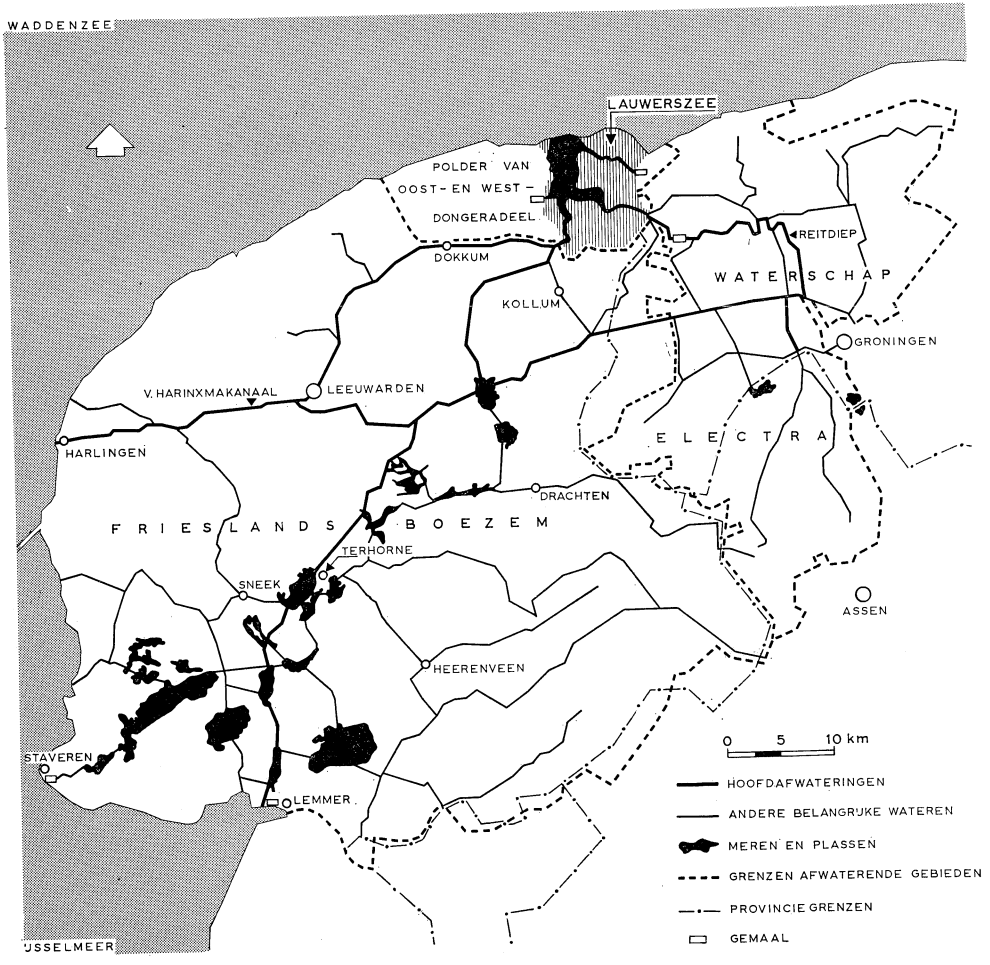
De bestaande toestand

In de bestaande toestand watert reeds een groot deel van het noorden van ons land af door de Lauwerszee. Het betreft de volgende gebieden:

afwateringsgebied Frieslands boezem	ca. 320 500 ha
afwateringsgebied waterschap Electra	ca. 97 110 ha
polder Oost- en Westdongeradeel	12 430 ha
10 kleine polders	1 754 ha
in totaal	ca. 431 794 ha

De gronden die na de afsluiting van de Lauwerszee blijvend zullen droogvallen of eventueel worden ingepolderd, in totaal ca. 5000 à 7000 ha, moeten nog bij dit totaal worden opgeteld.
Vrijwel de gehele provincie Friesland, met uitzondering van de polder van Oost- en Westdongeradeel en van enkele buitendijkse gronden, watert af op Frieslands boezem, een samenstel van met elkaar in open verbinding staande vaarten, plassen en meren in het westelijk gedeelte van Friesland. De oppervlakte van deze boezem bedraagt ca. 14.000 ha. De verhouding tussen het oppervlak van de boezem en van het afwateringsgebied bedraagt 1 : 23. De totale lozingscapaciteit van Frieslands boezem komt overeen met ongeveer 2,7 mm neerslag per etmaal, berekend als gemiddelde over het gehele afwaterende gebied. Dit betekent dat de waterberging onvoldoende is om hoge boezemwaterstanden tijdens zeer natte perioden te voorkomen.

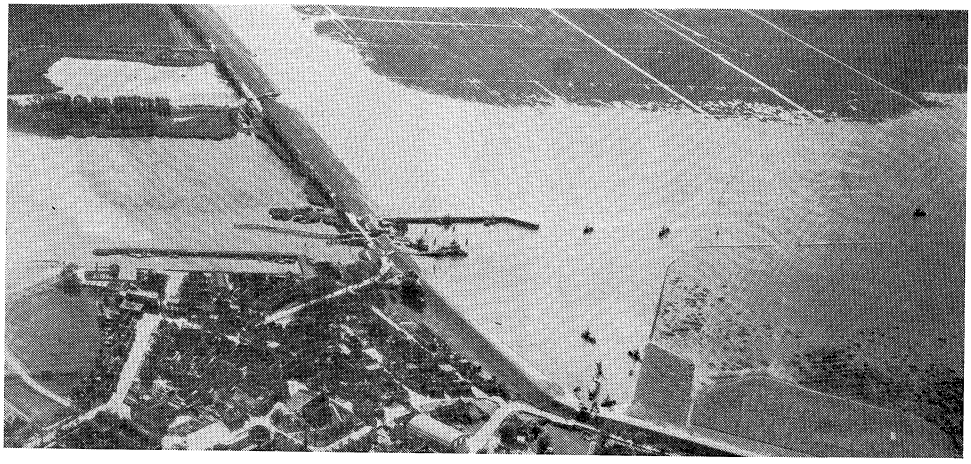
Het afwateringsstelsel van de beide hoofdafwateringsgebieden: Frieslands boezem en het waterschap Electra



De Friese boezem wordt in feite door een kade in een noordelijk en een zuidelijk deel gescheiden. De bekende sluis bij Terhorne, die de hoofdverbinding tussen de beide delen vormt, wordt bij langdurige zuidwestelijke wind gesloten om te grote opwaaiing in het benedenwindse gedeelte te vermijden.
Op zondag 4 december 1960 b.v. was de toestand als volgt:

plaatsen	standen in cm ten opzichte van het zomerpeil
Staveren	— 35 (!)
Lemmer	+ 40
Keersluis Terhorne (zuid)	+ 75
Keersluis Terhorne (noord)	+ 25
Leeuwarden	+ 65
Friese sluis (bij Zoutkamp aan de Lauwerszee)	+ 102

De gemiddelde waterstand op het zuidelijk gedeelte van de boezem was toen ongeveer + 45, op het gedeelte ten noorden van de keersluis te Terhorne ongeveer + 65. Een harde zuidwestelijke wind was oorzaak van deze grote plaatselijke verschillen.
De lozing geschiedt thans door stroomsluizen in het Van Harinxmakanaal te Harlingen, te Dokkumer Nieuwe Zijlen en te Zoutkamp (Friese sluis) aan de Lauwerszee. De gemiddelde afvoercapaciteit van deze drie stroomsluizen per etmaal kan ongeveer worden gelijkgesteld aan die van een gemaal met een capaciteit van 2000 m³ per minuut. In het zuiden nabij Lemmer bevindt zich het ir. D. F. Woudagemaal, dat een afvoercapaciteit heeft van ongeveer 4500 m³ per minuut.
Bij Staveren is thans een tweede gemaal in aanbouw; dit zal een capaciteit verkrijgen van 4000 m³ per minuut. Hierdoor zal de totale afvoercapaciteit van de Friese boezem toenemen tot ongeveer 4,5 mm neerslag per etmaal.
Het waterbezwaar op de Friese boezem neemt nog steeds toe ten gevolge van de verbetering van de afwatering van zandgronden en van de vergroting van de capaciteit van poldergemalen. Het waterbergend vermogen van de boezem wordt daarentegen voortdurend verkleind door inpoldering van boezemlanden, afsluiting van plassen e.d.
Deze ongunstige ontwikkeling geldt in het bijzonder voor het gedeelte benoorden Terhorne, waar na inbedrijfstelling van het tweede gemaal bij Staveren de afvoercapaciteit in vergelijking met het zuidelijk gedeelte gering zal zijn.
Hierbij dient te worden opgemerkt dat plaatsing van het nieuwe gemaal nabij Staveren het meest in aanmerking kwam, omdat dank zij de aanwezigheid van de grote meren in het zuidwesten een voortdurende en voldoende aanvoer van water naar een gemaal op deze plaats verzekerd is.
Onder de huidige omstandigheden zijn de afvoercapaciteiten van de stroomkanalen en stroomsluizen te Harlingen en aan de Lauwerszee vrij goed op elkaar afgestemd. Niettemin wordt de scheepvaart in het Van Harinxmakanaal bij volle spuigang gestremd uit vrees voor ongelukken als gevolg van de sterke stroom.
Een verbetering van de afwatering van Frieslands boezem zou kunnen worden nagestreefd door de volgende maatregelen. Ten eerste door verruiming van kanalen en sluizen. De be-



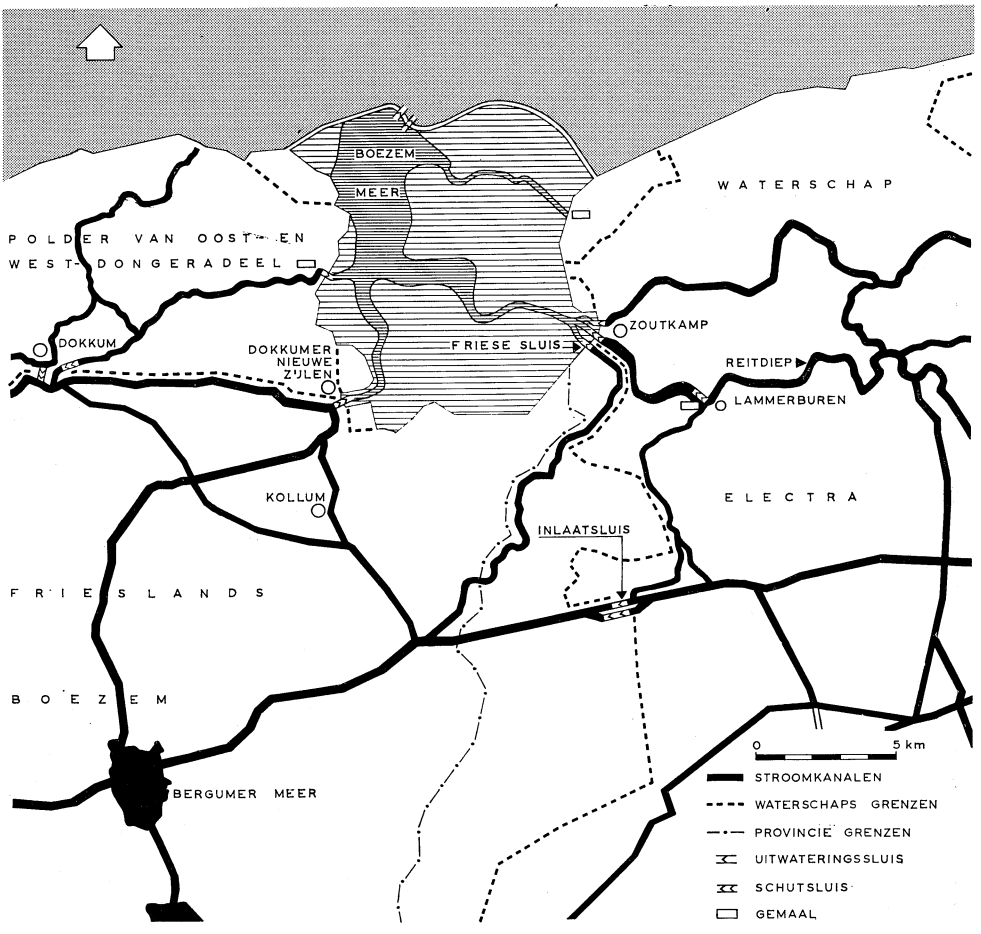
staande vrije lozing zou hierdoor slechts met enkele tientallen procenten worden verhoogd. Vervolgens door het stichten van gemalen naast de bestaande sluizen te Harlingen en Dokkumer Nieuwe Zijlen; dit zou echter betekenen dat de vrije lozing op die plaatsen in de praktijk sterk aan belang zou inboeten.
Tenslotte kan de bouw van een nieuw gemaal elders in het noorden worden overwogen. Het bezwaar van deze laatste maatregel is dat zij de aanleg van kostbare toevoerkanalen noodzakelijk maakt.

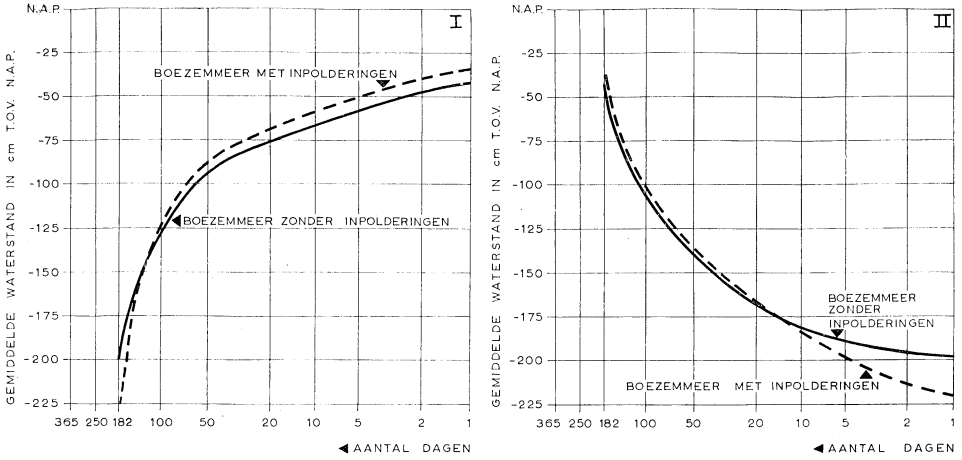
Uit het bovenstaande blijkt wel dat vergroting van de afvoercapaciteit van Frieslands boezem, vooral wat het noordelijk gedeelte daarvan betreft, tamelijk ingewikkeld en kostbaar zou gaan worden wanneer men de oplossing zoekt in de zojuist geschetste richting.
Ook de lozingscapaciteit van de boezem van het waterschap Electra is onvoldoende, vooral bij abnormaal hoge afvoeren.
Het gemaal 'De Waterwolf' te Lammerburen, dat een capaciteit heeft van ongeveer 4000 m^3/minuut of 6 mm per etmaal over het gehele gebied, is niet in staat de waterstanden op de boezem onder alle omstandigheden te beheersen. Weliswaar zou het aantal pompen kunnen worden uitgebreid, maar dit veroorzaakt moeilijkheden op de bestaande bergboezem van het waterschap, die is gelegen tussen het gemaal en de stroomsluizen in de zeedijk te Zoutkamp. Thans wordt deze bergboezem in ongeveer negen uur tijds door het gemaal gevuld. Het water kan door de stroomsluizen te Zoutkamp tijdens laagwater op de Lauwerszee worden gespuid. Wanneer ten gevolge van een te hoge laagwaterstand op zee te Zoutkamp niet of weinig kan worden gespuid, betekent dit dat het gemaal moet worden stilgezet. Verhoging van de capaciteit van het gemaal zou de duur van volpompen van de boezem slechts verkorten zonder dat daarmee een grotere afvoercapaciteit per etmaal zou worden bereikt. Vergroting van de totale berging in deze boezem is helaas slechts mogelijk ten koste van grote financiële offers.

De moeilijkheden in dit waterschap worden bovendien langzamerhand verergerd als gevolg van verbetering in de afwatering van hoge zandgronden in Drenthe en de vergroting van de capaciteit van poldergemalen.
Voor de polder van Oost- en Westdongeradeel en de andere, kleine, polders zijn de problemen geringer, c.q. is de afwatering voldoende.

Zoutkamp aan de Lauwerszee met de uitwateringssluizen

Bestaande stroomkanalen, sluizen en gemalen in de nabijheid van de Lauwerszee. Tevens is aangegeven de toekomstige afsluitdam met het sluizencomplex





Verbetering van de afwatering na de afsluiting van de Lauwerszee

Ook van verschillende vroegere plannen tot afsluiting van de Lauwerszee was verbetering van de afwatering één van de belangrijkste oogmerken. Men vergelijke in dit verband de bijdrage in het Driemaandelijks Bericht nr. 16.
De weerstand die het afstromende water ondervindt in de nauwe afwateringsgeulen in de Lauwerszee heeft tot gevolg dat maar een klein gedeelte van de ebperiode voor lozing kan worden gebruikt. Onderdeel van de genoemde plannen vormde dan ook telkens het denkbeeld de spuisluizen naar de diepe geulen in het noorden van de Lauwerszee te verplaatsen, zodat een beter gebruik kan worden gemaakt van de vrije lozing tijdens laagwater.
Aanvankelijk hield men bij deze plannen rekening met de bouw van afzonderlijke spuisluizen voor Friesland en Groningen. Omstreeks 1900 echter kwam van de zijde van de Rijkswaterstaat het voorstel in de Lauwerszee een gemeenschappelijke bergboezem te maken. Na aanvankelijke tegenstand gingen beide provincies met dit denkbeeld akkoord. De 'Lauwerszeecommissie 1902' heeft dit plan in het 'Lauwerszeeverslag' nader uitgewerkt. Uiteraard is bij het opstellen van de huidige plannen tot afsluiting van de Lauwerszee opnieuw nagegaan of en in hoeverre een gemeenschappelijke bergboezem voordelen biedt. Nog afgezien van de hoge kosten die het met zich meebrengt om twee afzonderlijke boezems te maken, met een scheepvaartsluis in de scheiding, zal één grote gemeenschappelijke boezem van ongeveer 2000 ha voor de beide grote afwaterende gebieden belangrijke voordelen meebrengen.
In het algemeen zal Frieslands boezem vrij kunnen lozen zolang het peil van de Lauwerszeeboezem lager ligt dan het streefpeil van eerstgenoemde, nl. N.A.P. – 0,50 m. Het waterschap Electra zal vrij kunnen lozen (door stroomkokers onder het gemaal te Lammerburen), zolang de Lauwerszeeboezem een peil heeft lager dan N.A.P. – 0,93 m. Bij hogere waterstanden zal het moeten pompen.
Zouden de waterstanden in de boezems der afwateringsgebieden als gevolg van hevige neerslag hoger oplopen dan de streefpeilen, dan zullen zij nog zolang vrij kunnen lozen op het boezemmeer als het peil daarvan beneden dat van de bergboezems blijft.
Wanneer de waterstand op het boezemmeer hoger stijgt dan ongeveer 0,50 m beneden N.A.P. zal de lozing van Friesland worden gestremd. Het waterschap Electra, dat over een

Het aantal dagen dat in de periode 15 september–15 maart van een gemiddeld jaar de waterstanden op het boezemmeer van de afgesloten Lauwerszee boven (I) en beneden (II) een bepaald peil komen. Het blijkt dat het al of niet inpolderen van gronden in de Lauwerszee op de loop van deze krommen weinig invloed heeft

gemaal beschikt, kan dan nog rekenen op een berging op het meer van ruim 10 miljoen m³, overeenkomende met een schijf water tussen ongeveer 0,50 m beneden N.A.P. en N.A.P. (maalpeil). Dit wil zeggen dat het waterschap vrijwel onbeperkt zal kunnen pompen.
Onder normale omstandigheden zal het voordelig zijn zoveel mogelijk water van Frieslands boezem door vrije lozing via de voormalige Lauwerszee af te voeren. Berekeningen hebben uitgewezen dat bij deze kleine afvoeren het gehele gebied van de Friese boezem dikwijls via de voormalige Lauwerszee zal kunnen afwateren, dank zij de grote berging van het meer, de grote afvoercapaciteit van de sluizen in de afsluitdijk en de omstandigheid dat het waterschap Electra in de genoemde perioden slechts een gering gedeelte van de capaciteit van de sluizen zal gebruiken.
In alle opzichten blijkt het derhalve voordelig dat een gemeenschappelijke Lauwerszeeboezem wordt gemaakt.
De waterstanden op het boezemmeer zullen vooral afhankelijk zijn van de aanvoer uit het oude land en van de afvoer naar zee; neerslag en verdamping in het Lauwerszeegebied zelf zullen weinig gewicht in de schaal leggen. Wel zal het van invloed worden of er gronden in het meer worden ingepolderd.
Wat de lozingsmiddelen in de afsluitdijk betreft had men de keus tussen uitwateringssluizen of een gemaal. Voor uitwateringssluizen is de situatie bijzonder gunstig; door de aanwezigheid van het Lauwerszeemeer, een reservoir van ruim 2000 ha, vlak achter de sluizen is een ruime toestroming van water naar deze sluizen verzekerd. De afvoeren tijdens de sluisgang zullen dientengevolge groter zijn dan thans, nu men bij het spuien in zee afhankelijk is van kleinere sluizen en men, zoals reeds werd opgemerkt, zich moet aanpassen aan het gemiddeld geringe verval. In de periode tussen de sluisgangen en ook tijdens het spuien zal het Lauwerszeereservoir uit het oude land weer worden aangevuld.
Het voordeel van een gemaal is dat de waterstand op de Lauwerszeeboezem beter zou kunnen worden beheerst, op voorwaarde dat de capaciteit van het gemaal minstens 16000 m³/minuut bedraagt en dat de pompen zodanig worden ingericht dat zij ook tegen wisselende buitenwaterstanden in kunnen malen. Het spreekt vanzelf dat een dergelijke inrichting, waarbij rekening moet worden gehouden met een sterke wisseling in de opvoerhoogte en de capaciteit, het rendement van de pompen echter in ongunstige zin beïnvloedt
Daar staat tegenover dat de waterstanden op de Lauwerszeeboezem op een zodanig laag peil zouden kunnen worden gehouden dat grote oppervlakten grond droogvallen, zonder

dat zij afzonderlijk behoeven te worden ingepolderd. Dit brengt mee dat aanleg van polderkaden en poldergemalen overbodig zou worden.
Waardeert men de voor- en nadelen van de twee oplossingen in geld, met inbegrip van de bouwkosten en de gekapitaliseerde exploitatiekosten, dan slaat de balans ten gunste van de uitwateringssluizen door.
Aanvankelijk werd gevreesd dat de lozing door sluizen onvoldoende zou zijn, indien een periode met grote neerslag samenvalt met een periode waarin een aantal hoge laagwaterstanden na elkaar voorkomen. Als gevolg van de stremming van de lozing zou de Lauwerszeeboezem spoedig gevuld zijn, waardoor de aanvoer van water uit het afwaterende gebied zou worden verhinderd.
Berekeningen hebben echter uitgewezen dat de afvoer door de sluizen, gerekend over een periode van enkele dagen, in de praktijk steeds voldoende zal blijken. Dit is te danken aan de grote berging van het boezemmeer en aan het feit dat statistisch aannemelijk kan worden gemaakt dat de kans op het samenvallen van de genoemde ongunstige situaties buitengewoon klein is.
Uit economische overwegingen is daarom besloten tot het bouwen van uitwateringssluizen. De totale doorstroombreedte van de sluizen is vastgesteld op ongeveer 100 m; de drempeldiepte zal komen te liggen op N.A.P. - 5,00 m. Om een gunstig stromingsbeeld te verkrijgen, wanneer een gedeelte van de sluisopeningen ten behoeve van het onderhoud tijdelijk wordt afgesloten, wordt het sluizencomplex verdeeld in een aantal groepen.

De oppervlakte van de Lauwerszeeboezem zal wisselen met de waterstanden. Wanneer geen gronden worden ingepolderd kan de boezem onder zeer ongunstige omstandigheden, nl. bij een peil van ongeveer 0,40 m beneden N.A.P., een oppervlakte bereiken van ruim 4100 ha. Worden echter alle in aanmerking komende gronden ingepolderd dan zal de totale oppervlakte van de boezem ten hoogste ruim 2000 ha bedragen. De hoogste waterstand in een zeer natte periode kan dan ongeveer N.A.P. zijn. Bij het normale peil van N.A.P. – 0,93 m, overeenkomend met het streefpeil op de boezem van het waterschap Electra, zal het oppervlak van de boezem eveneens ruim 2000 ha groot zijn.
Merkwaardig is, dat het al of niet inpolderen van gronden in de Lauwerszee op de afwatering bijzonder weinig invloed heeft. Ook door het laten aflopen van de boezem tot zo laag mogelijke standen, b.v. in een periode van langdurige oostenwinden en lage waterstanden op de Waddenzee, blijken de afvoeren uit het afwaterende gebied weinig groter te worden dan wanneer een minimumpeil van b.v. N.A.P. – 1,20 m in acht wordt genomen. Dit houdt verband met de verhouding tussen de oppervlakte van de Lauwerszeeboezem en de afmetingen van de stroomkanalen in het oude land.
Ook in andere opzichten zijn in het afwateringssysteem nivellerende factoren werkzaam. Zouden de sluizen in de afsluitdijk b.v. tweemaal zo groot worden gemaakt, dan zou meer water worden afgevoerd en zouden dus de waterstanden op het boezemmeer tijdens de sluisgang meer dalen. Echter als gevolg van de grote berging van het meer zou de waterstand bij het begin van de volgende spuigang niet sterk kunnen zijn opgelopen, zodat de geloosde hoeveelheid tijdens deze spuigang kleiner wordt dan bij de voorafgaande. De winst die wordt bereikt ten aanzien van vergroting van de afvoer uit het oude land blijkt in het genoemde geval dan ook kleiner te zijn dan men zou verwachten.
Gelijksoortige factoren doen zich voor bij het variëren van andere onderdelen van het afwateringssysteem, zoals verruiming van kanalen, vergroting van stroomsluizen e.d.

Door de afsluiting van de Lauwerszee zal de afwatering van Friesland en van het waterschap Electra een belangrijke verbetering ondergaan. In cijfers kan deze verbetering als volgt worden uitgedrukt.

Wat Frieslands boezem betreft zal een vergroting van de afvoer worden bereikt, overeenkomende met die van een gemaal van 3300 m³/minuut, gebouwd te Dokkumer Nieuwe Zijlen. Na verruiming van stroomkanalen en stroomsluizen kan deze afvoer met gemiddeld nog eens 2000 m³/minuut worden vergroot.
De bestaande vrije lozing te Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp (Friese sluis) van 1300 m³/minuut zou ten gevolge van de bouw van een gemaal te Dokkumer Nieuwe Zijlen echter sterk aan belang inboeten. Voor het gehele afwaterende gebied van Friesland zal de afsluiting van de Lauwerszee een winst betekenen van ongeveer 0,9 mm afvoer per etmaal, na verruiming van kanalen ca. 1,8 mm. Het waterschap Eelectra zal de capaciteit van het gemaal 'De Waterwolf' kunnen opvoeren tot b.v. 5200 m³/minuut. Dit komt overeen met een winst van 1,7 mm afvoer per etmaal voor het gehele afwaterende gebied. Aan de huidige onhoudbare toestand, gevolg van de te kleine bergboezem, zal na de afsluiting een einde zijn gemaakt.
De overige afwaterende gebieden zullen in mindere mate van de afsluiting profiteren, maar hiervan in geen enkel opzicht last ondervinden.

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet; stand van het werk op 15 oktober 1962



A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Nu de machinekamers ten behoeve van het bewegingsmechanisme van de schuiven op het zuidelijk landhoofd en op pijler 16 zijn voltooid, begint de uiteindelijke vorm van het bouwwerk zich af te tekenen.
Ondanks de stagnatie door de vorst in de maand december zijn thans in totaal tien nablaliggers gereedgekomen.
Van het noordelijk landhoofd werd de zeezijde van het middengedeelte tot N.A.P. +10,50 m afgebouwd, terwijl goede voortgang werd gemaakt met de bouw van de vleugelwand aan de rivierzijde.
De steigers rondom het centrale bedieningsgebouw zijn, nu het metselwerk is voltooid, gedeeltelijk weggenomen. Er werd begonnen met afbouwwerkzaamheden in het gebouw, zoals o.a. het monteren van de liftconstructie, het aanbrengen van de verwarmingsinstallatie, van tegels, aluminium plafonds, stalen leuningen, sanitaire voorzieningen enz.
In deze periode werd 17 879 m³ beton gestort, waarvan 6955 m³ voor de nablaliggers.

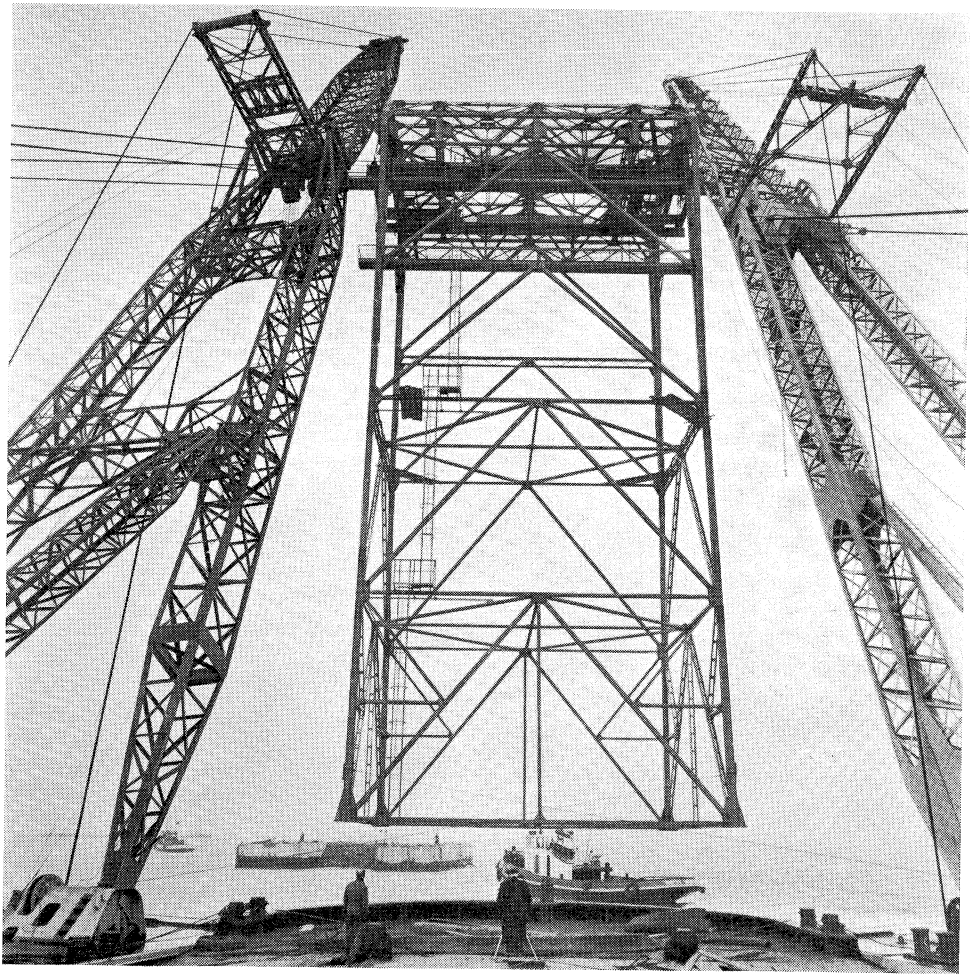
De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Met het heien in het toeleidingswerk aan de zeezijde werd voortgegaan, terwijl een aanvang werd gemaakt met het heien van betonpalen onder de doosconstructie van het buitenhoofd aan de zuidzijde. Van de 28750 m' te verwerken betonpalen is 23298 m' geheid. De vervaardiging van deze betonpalen is gereedgekomen. Van de 29500 m³ in totaal te verwerken beton is ca. 19000 m³ gestort. Het buitenhoofd is voltooid tot N.A.P. + 6,50 m. Er werd een aanvang gemaakt met het stellen van de bekistingen en het wapeningsstaal voor de opgaande wanden van het tussen- en het binnenhoofd.
De kolkwanden zijn voltooid tot 0,40 m onder dekzerkhoogte. Voortgegaan werd met het verwerken van zand in ophogingen en aanvullingen ter weerszijden van de sluis. Van de 180000 m³ is nu ca. 100000 m³ aangebracht.
Van de zeven stellen te maken houten sluisdeuren zijn er vijf voltooid.

De aanleg van de binnenhaven

Het werk aan het eerste gedelte van de binnenhaven werd in de verslagperiode geheel voltooid. Van de steigers voor de vissersschepen kwam het heiwerk gereed;

Het plaatsen van de middenpijler voor de kabelbaan in de noordelijke geul van de Grevelingen



het aftimmeren van de steigers vorderde goed.

De aanleg van het eerste gedeelte van de Grevelingendam

Aan de oostzijde van het damvak in de zuidelijke geul werd de glooiing van betonblokken afgewerkt. Aan de westzijde kwam, in aansluiting aan de gepenetreerde stortsteenglooiing boven N.A.P. + 3 m, de asfaltbetonglooiing gereed.
Op de kruin van het damvak werd een kleibedekking aangebracht. De toekomstige parallelweg, die tijdens de uitvoering als werkweg dienst doet en die ter plaatse van de zuidelijke geul van een klinkerverharding werd voorzien, kwam in de verslagperiode gereed.
Op 29 november werd dit gedeelte van de Grevelingendam voor de eerste keer opgeleverd.

De aanleg van het damgedeelte tegen de Flakkeese oever

Het opspuiten van het zandlichaam kwam gereed. Aan de westzijde van het damvak werd een verdediging van z.g. 'stortsteenasfalt' van N.A.P. tot N.A.P. + 3 m aangebracht. Deze verdediging bestaat uit een mengsel van stortsteen en asfaltbeton, welke beide bestanddelen in een mengtrommel warm worden gemengd. Tevens werd aan de westzijde op de glooiing een asfaltbetonbekleding aangebracht boven N.A.P. + 3 m.
Aan de oostzijde werd de verdediging van betonblokken voor ongeveer de helft aangebracht. Met de afwerking van de kruin met klei werd een begin gemaakt. De tijdelijke bescherming, bestaande uit een laag stortsteen op de kop van de dam, werd voltooid.

Werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting van de noordelijke geul

De verdediging van de drempel kwam in de verslagperiode gereed. Er werden hierbij drie verschillende systemen toegepast, nl. klassieke rijshouten bezinking, gesloten matten van gietasfalt en een grindbestorting op polyetheenfolie.
Reeds in de vorige verslagperiode kwamen de gewapend betonnen funderingsconstructies van de kabelbaan aan de zuidelijke oever gereed. Van het funderingsblok aan de noordelijke oever, d.w.z. op het damvak dat aansluit aan Flakkee, zijn de eerste storten verricht. Het blok wordt vervaardigd in drie storten.
De kabel zal worden bevestigd aan een drietal stalen pijlers; deze werden alle geplaatst. De montage van de middenpijler geschiedde op het werkterrein nabij de noordoostelijke werkhaven.
Vervolgens werd de pijler in zijn geheel door bokken opgenomen en op een fundering van vier eenheidscaissons geplaatst, in het midden van de noordelijke geul. De montage van de staalconstructies voor de kabelbaan vindt regelmatig voortgang. Hetzelfde is het geval met de aanvoer van stortsteen en grind in de depots.

De bouw van de schutsluis in de Grevelingendam

Het bestek voor de schutsluis werd voor de eerste maal opgeleverd op 28 november 1962.
De montage van de bewegingswerken voor de sluisdeuren is thans in uitvoering. In afwachting van het gereedkomen daarvan worden de deuren bewogen door lieren, die afkomstig zijn van de doorlaatcaissons in het Veersche Gat. De ophaalbrug over het westelijke sluishoofd werd op 16 en 17 oktober gemonteerd. Met de aanleg van de elektrische bewegingsinstallatie werd een begin gemaakt.
De woningen voor het sluispersoneel kwamen onder de kap.
Tenslotte zijn de remmingwerken ten behoeve van de invaart van de sluis geheid. Zij werden aan de oostzijde voor 70% afgetimmerd.

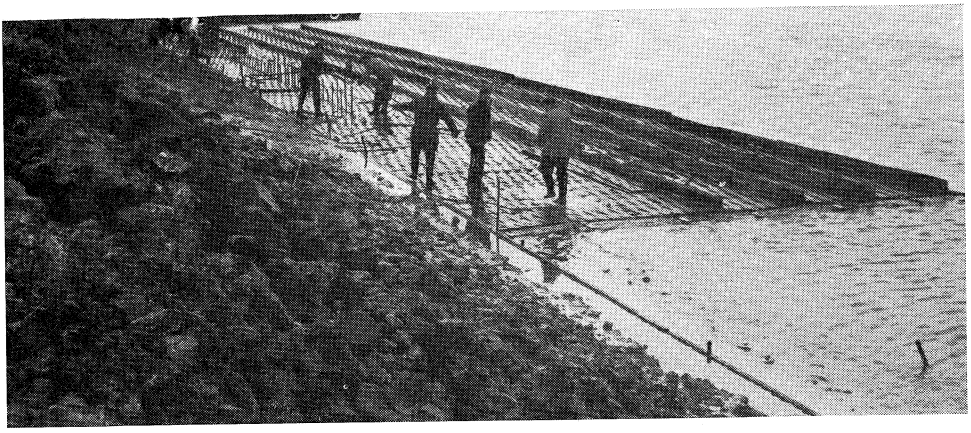
Oeverbescherming met kraagstukken van Azobé-strippen in de haven van het werkeiland in de Lauwerszee

De schutsluizen in het Volkerak

Nu het niveau van het diepe grondwater afgemalen is tot ongeveer 11 à 12 m beneden N.A.P. is het mogelijk alle werkzaamheden ten behoeve van de sluizen in den droge uit te voeren.
Om deze grondwaterstand te handhaven zijn momenteel 32 pompbronnen in bedrijf.
Het waterbezwaar bedraagt ca. 1500 m³ per uur. Er wordt geloosd door middel van twee afvoerleidingen in het Volkerak.
Voorzieningen moesten worden getroffen om het uit de belopen van de bouwput tredende ondiepe grondwater op te vangen om inkalvingen te voorkomen. Daartoe werd het beloop afgewerkt onder een helling van 1 : 2 en over de onderste 3 m bedekt met een drainagelaag, bestaande uit grof zand en grind ter dikte van ca. 20 cm. Het gedeelte met de filterglooiing vormt het talud van een ondiepe sloot die in een bestaande berm is uitgegraven. Het uit de belopen tredende water alsook het opperwater worden in deze sloot opgevangen, in bassins verzameld en door middel van vier klokpompen naar het Volkerak gevoerd.
De slechte weersomstandigheden en het zeer moeilijk bereikbaar zijn van de stortplaatsen maakten dat de verdere ontgraving van de bouwput in begin november slechts langzaam vorderde. Na het invallen van de vorst heeft het grondwerk goede voortgang gemaakt. Met 20 auto's wordt thans weer gereden.
Voor de paalschermen ten behoeve van het westelijk landhoofd van het viaduct werden 155 betonpalen van elk 13,50 m lengte geheid.
De stalen damwandkuipen voor de pijlers van het viaduct zijn in de verslagperiode gereedgekomen, evenals de schermwanden voor een drietal moten van beide sluizen.
Medio november werd een begin gemaakt met het storten van de werkvloeren voor de sluizen. In de tweede helft van december werden de funderingssleuf van een der pijlers van het viaduct en de eerste vloermoot van de westelijke sluis gestort.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Tijdens de verslagperiode werd voortgegaan met het baggeren van de havenkom en van de cunetten voor de grondverbeteringen onder de havendammen. In totaal werd in deze periode 115000 m³ specie gebaggerd en afgevoerd.
Op 13 november is een aanvang gemaakt met het storten van ca. 30000 m³ zand in



het cunet van de grondverbetering voor de noordoostelijke havendam. Dit werk kwam half december gereed.
Voortgegaan werd met het lossen van zware stortsteen in de zuidoostelijke havendam. In totaal werd in deze periode ca. 8000 ton stortsteen 80/200 aangevoerd en gelost. Bij het bevrachten van de steenschepen werden moeilijkheden ondervonden als gevolg van de lage rivierstanden en in verband met het daardoor ontstane grote aanbod van transportgoederen.
Uit Kruiningen werden een aantal eenheidscaissons aangevoerd voor de aanleg van een loswal. Zij werden slibvrij gemaakt en gerepareerd.
Er werd begonnen met het vervaardigen en zinken van kraagstukken ten behoeve van de opbouw van de noordoostelijke havendam.
Tijdens de storm in de nacht van 15 op 16 december is een loskraan van de ankers geslagen en op de glooiing van de zeedijk terecht gekomen, waardoor enige schade aan de glooiing ontstond.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Het persen van zand in het werkeiland in de Lauwerszee kwam vrijwel gereed; een kleine hoeveelheid moet nog worden gezogen in de bouwput voor de uitwateringssluizen. Ook de havenbekkens zijn vrijwel geheel op diepte gebracht.
De bekledingen op de glooiingen en de kraagstukken aan de zuid-, west- en noordzijde van het werkeiland zijn alle aangebracht, waardoor het eiland tegen stormen bestand is.
Aan de westzijde van het eiland is over de zandplaat een geul uitgeschuurd, plaatselijk tot een diepte van N.A.P. + 5 m. De grootste stroomsnelheden in deze geul bedroegen bij eb ongeveer 0,70 m/sec. en bij vloed 1,20 m/sec. De geul heeft de kraagstukken langs het eiland hier en daar doen verzakken. Er werd een bezinking aangebracht over een lengte van ongeveer 240 m. Verwacht wordt dat verdere uitschuring nabij de teen van de glooiing hierdoor zal worden voorkomen.
Het werkeiland wordt thans verder ingericht voor de bouw van de beide sluizen en voor het maken van het aansluitende dijkvak.
Op 18 juni 1962 werd een aanvang gemaakt met het plaatsen van een kistdam op verschillende gedeelten van de dijken om de Lauwerszee. Dit werk is in de verslagperiode vrijwel gereedgekomen.

Deltadienst Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 544	22 oktober 1962	Het maken en leveren van een stalen motorkotter met toebehoren ten behoeve van de Deltawerken
DED 545	8 juni 1962	Het leveren van zinksteen te Hellevoetsluis
DED 546	8 juni 1962	Het lossen van zinksteen tegen de oever van de werkhaven te Hellevoetsluis
DED 547	17 april 1962	Het verrichten van onderhouds- en herstellingswerkzaamheden aan het Rijksmotorvaartuig 'Kabbelaar'
DED 548	7 augustus 1962	Het huren van het motorschip 'Zuidvliet' ten behoeve van de uitvoering van duikwerk
DED 549	31 juli 1962	Het maken van steigers en remmingwerken in het eerste gedeelte van de binnenhaven van de schutsluis in het Haringvliet
DED 550	11 juli 1962	Het leveren van grof nederlands grind ten behoeve van de Grevelingendam
DED 551	9 juli 1962	Het leveren van zink- en stortsteen ten behoeve van de afsluiting van de Grevelingen en het Brouwershavensche Gat
DED 552	25 juli 1962	Het aanbrengen van rijsbeslag met vlechttuinen en een grindbestorting op de oever van de geul langs de buitenpolder Maltha en het aanbrengen van een rietbeslag met vlechttuinen en een grindbestorting tegen de teen van een langs de Hollandsch Diep gelegen dijksgedeelte te Willemstad
DED 554	17 mei 1962	Verrichten van waterwaarnemingen te Maasoord
DED 555	17 mei 1962	Verrichten van water- en temperatuurwaarnemingen te Numansdorp
DED 556 A	7 september 1962	Het maken van een verharding op de verbindingsweg tussen de werkhaven en de bouwput te Willemstad met bijkomende werken in de gemeente Willemstad volgens ontwerp bestek DED 556
DED 557	15 augustus 1962	Het verrichten van onderhouds- en andere werkzaamheden aan de Rijksbok 'Ursus'
DED 558	7 augustus 1962	Het beschikbaar stellen en gebruiken van 4 stuks elektrisch aangedreven hijslieren
DED 559	5 september 1962	Het herstellen van de waterkering in de buitenpolder Maltha, tussen de oostelijke oprit van de toekomstige overbrugging van de schutsluizen en de Westdijk, met bijkomende werken gelegen in de gemeenten Willemstad, Fijnaert en Heiningen
DED 560	11 oktober 1962	Het aanbrengen van een silexbestorting langs de zuidkant van de dijk over de Hellegatsplaten in de gemeenten Willemstad en Ooltgensplaat
DED 561	7 augustus 1962	Het leveren van Hydrofoon R.W.I.
DED 562	16 juli 1962	Overeenkomst tot uitvoering van bestek nr. 105, dienst 1962-1963, voor het maken van een werkhaven bij Den Osse op Schouwen met bijkomende werken, onder de gemeente Brouwershaven
DED 563	10 september 1962	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Volkerakwerken
DED 564	25 september 1962	Het aanbrengen van een bekleding van stortsteenasfalt op het buitentalud en de berm van een dijkvak van de Grevelingendam op het voorland van Overflakkee, onder de gemeente Nieuwe Tonge
BR 2948	24 juli 1962	Het vervaardigen en leveren van modulair gietijzeren haalkommen en bolders c.a. ten behoeve van de Volkeraksluizen
BR 2970	16 juli 1962	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 4 tijdelijk elektrisch beweegbare deurbewegingslierwerken en 2 tijdelijke met de hand beweegbare schuifbewegingslierwerken c.a. ten behoeve van de deur- en schuifbewegingswerken van de schutsluis in de Grevelingendam
BR 2971	16 juli 1962	Het vervaardigen ,leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 8 stuks elektrohydraulische deurbewegingsinrichtingen en 8 stuks elektro-mechanische schuifbewegingsinrichtingen ten behoeve van de schutsluis in de Grevelingendam
BR 2973	27 juli 1962	Het vervaardigen en leveren van halsbeugels c.a. voor de puntdeuren ten behoeve van de schutsluis in het Haringvliet

Aannemingssom	Aannemer
f 265 000,—	N.V. Scheepswerf 'Alphen' P. de Vries Lentsch te Alphen aan de Rijn
eenheidsprijzen	Firma W. Savelkouls en Zoon te Rotterdam
eenheidsprijzen	N.V. Aannemingsbedrijf De Klerk te Werkendam
f 12 052,06	Gebr. Osterholt N.V. te Schiedam
—	C. P. Noordhoek te Wilhelminadorp
f 59 100,—	A. v. d. Hoek te Heenvliet
eenheidsprijzen	Utroma N. V. te Heelsum
eenheidsprijzen	N.V. Handelmij. Arn. Maassen te Maastricht
f 29 984,—	N.V. Aannemingsbedrijf De Klerk te Werkendam
f 364,— per jaar	B. Bouman te Poortugaal
f 733,— per jaar	W. G. Groen te Numansdorp
f 208 500,—	O. Dijkstra's Aannemersbedrijf N.V. te Breda
f 18 565,50	Scheepswerf- en Machinefabriek v/h H. J. Koopman N.V. te Dordrecht
—	Hoofddirecteur van Gemeentewerken Rotterdam te Rotterdam
f 56 000,—	C. V. Gebr. van den Heuvel te Zierikzee
f 34 400,—	Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' te Sliedrecht
f 6 300,—	Key en Kramer te Maassluis
f 2 298 500,—	Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Firma A. J. van Loon te Drimmelen
f 510 000,—	N.V. 'Bitumarin' te Rotterdam
f 197 452,—	Nederlandsche IJzergieterij 'Vulcanus' N.V. te Vaassen
f 21 950,—	Lierenfabriek N.V. Bodewes te Hoogezand
f 320 599,—	N.V. Machinefabriek Frans Smulders te Utrecht
f 15 100,—	N.V. Machinefabriek 'Deventer' te Deventer

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	154
Artica Press	149 (5)
A. Janse	129
A. Klein	147, 148 (2), 149 (4), 150
K.L.M. Aerocarto	130 - 160
R.I.V.O.N.	124
Rijksvoorlichtingsdienst	128
Rijkswaterstaat	123, 148 (3), 162
S.K.F.	149 (6)
H. de Vries	134, 135, 145, 165

A. De werken van het Deltaplan

172 De afsluiting van de noordelijke geulen van de Grevelingen met behulp van een kabelbaan

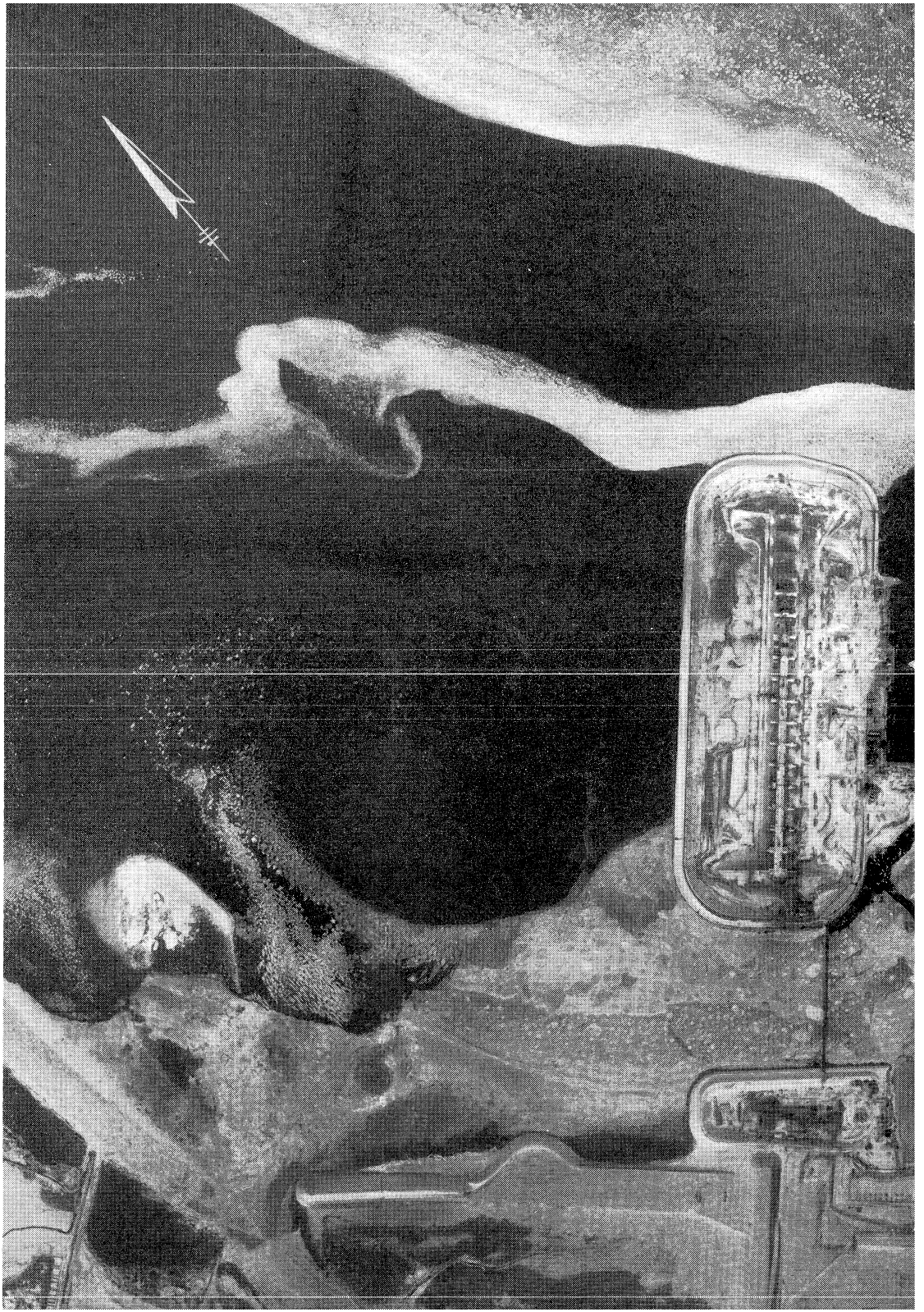
185 Het tracé van de dam door het Brouwershavensche Gat

189 De stortebedden van de spuisluis in het Haringvliet

196 Verbindingen te water en te land in het Deltagebied sedert de Tweede Wereldoorlog

206 De Zeeuwse oestercultuur en het Deltaplan

215 **Vorderingen**





Tijdens de strenge vorstperiode van de afgelopen winter werden in de mond van het Haringvliet ijsvelden gevormd. Aan weerszijden van de Baileybrug, die de verbinding vormt tussen de beide bouwputten, raakte het ijs gedurende enige weken geheel vast. Met behulp van landmijnen werd het enorme ijsveld gebroken.

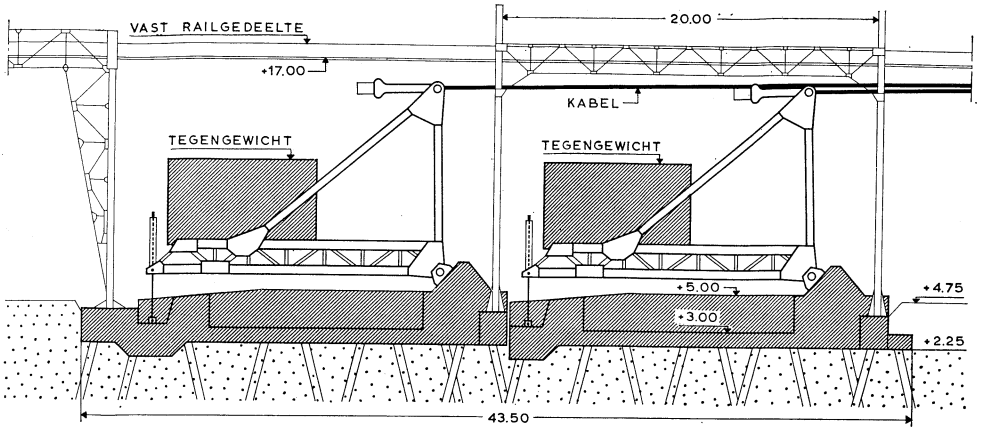
De afsluiting van de noordelijke geulen van de Grevelingen met behulp van een kabelbaan

In de nummers 14, 18, 21 en 22 van de Driemaandelijkse Berichten werden mededelingen gedaan over de voortgang van het onderzoek naar de mogelijkheid van geleidelijke sluitingen van zeearmen in het Deltagebied. In nr. 14 werd daarbij aandacht geschonken aan de algemene opzet van een dergelijke afsluitingsmethode en de overwegingen welke daarbij een rol spelen, in nr. 18 volgde een nadere uiteenzetting over de toepassing ervan in de Grevelingen waarbij een beschrijving werd gegeven van het gekozen transportwerktuig, de kabelbaan. Tenslotte werd in de nrs 21 en 22 nader ingegaan op de grondmechanische en waterloopkundige problemen, welke bij de geleidelijke sluiting van belang zijn.
Binnen het raam van de eisen die aan de methode van afsluiten der zeearmen moeten worden gesteld, spelen deze waterloopkundige en grondmechanische overwegingen een zeer belangrijke rol, al behoeven zij niet steeds doorslaggevend te zijn.
Tegen de achtergrond van risico's en kosten dringt zich bij de afweging van de verschillende factoren bij elke werkwijze welke wordt overwogen ook het probleem op van het transporteren en binnen de gestelde tijd in het werk brengen van grote hoeveelheden materiaal. Bij de Grevelingen is het een gelukkige omstandigheid dat de aandacht in belangrijke mate op de beproeving van het nieuwe transportsysteem kan worden gericht, aangezien deze afsluiting in een wantijgebied ligt, waardoor zich geen zeer grote stroomsnelheden zullen voordoen. Het proefondervindelijk komen tot de beste werkmethode kan hier dus op de voorgrond staan.

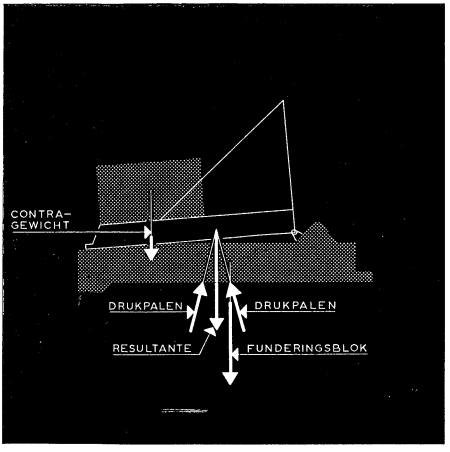
In het onderstaande wordt, nadat nog enige technische details met betrekking tot de constructie van de kabelbaan zijn medegedeeld, nadere aandacht gevraagd voor het in het werk brengen van de materialen voor de sluitdam, terwijl aan het slot enige mededelingen volgen over de mogelijkheden van toepassing van andere materialen dan stortsteen en grind bij de opbouw van de dam.

Enige technische details

De beide hoofdkabels van de baan rusten op drie draagtorens of pylonen; zij liggen daar op een geschaafd stalen bed, waarover de kabels in een groef kunnen glijden. Aan de noordoostzijde worden de kabels verankerd aan een vast punt, aan de zuidwestzijde aan twee kantelbare tegengewichten. De uitslag van deze gewichten wordt beperkt door veren-

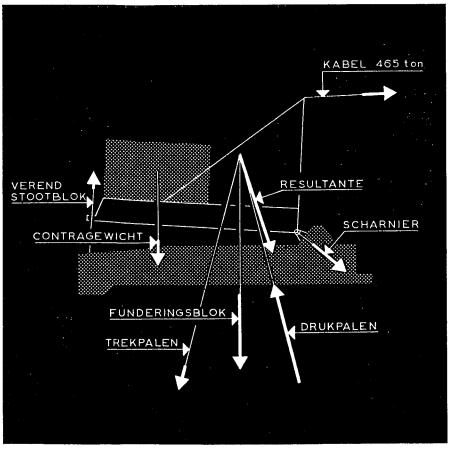


De verankering van de kabels aan de zuidwestelijke oever geschiedt aan twee kantelbare tegengewichten



A

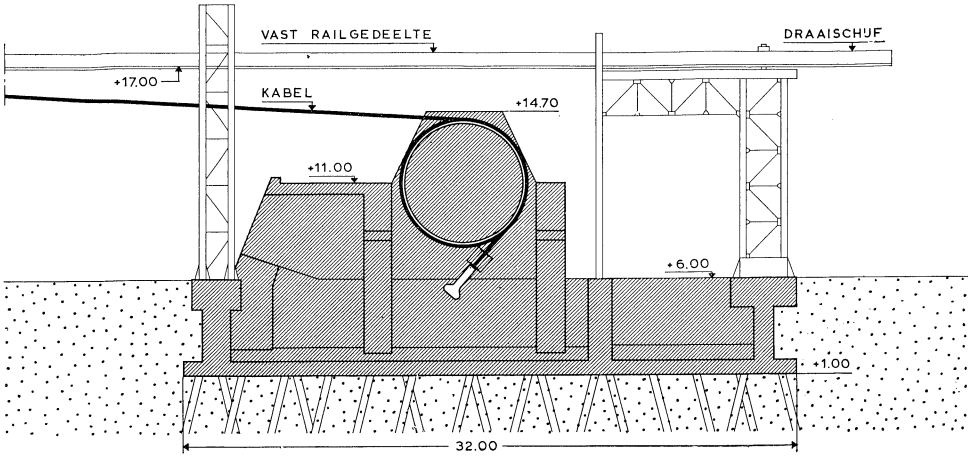
B



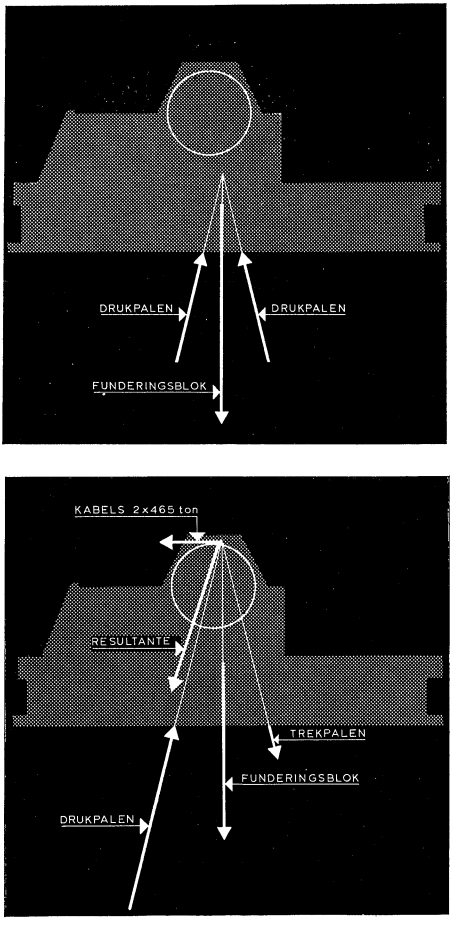
Belastingsschema's van een verankeringsblok aan de zuidwestzijde. De grootte van de krachten is uitgedrukt in de lengte van de pijlen

A. zonder kabelkrachten

B. met kabelkrachten



▲ Aan de noordoostelijke oever worden de kabels aan een vast punt verankerd



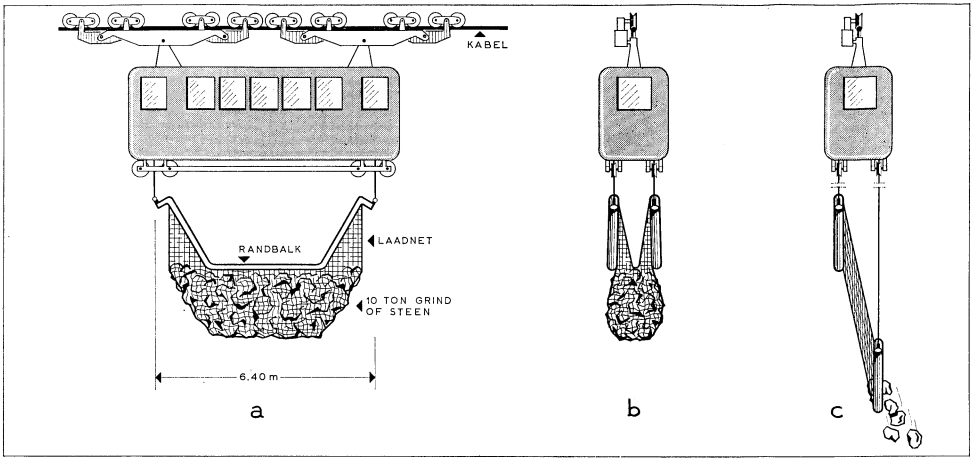
Belastingsschema's van het verankeringsblok aan de noordoostzijde. De grootte van de krachten is uitgedrukt in de lengte van de pijlen

A. zonder kabelkrachten

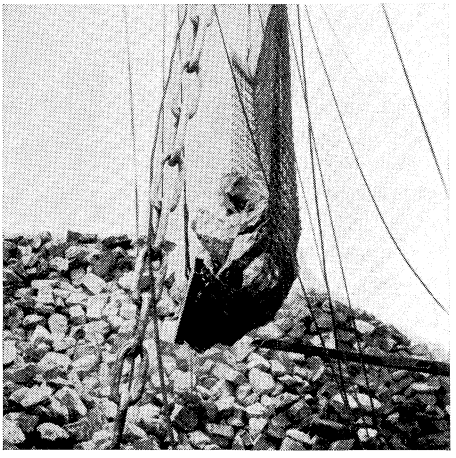
B. met kabelkrachten

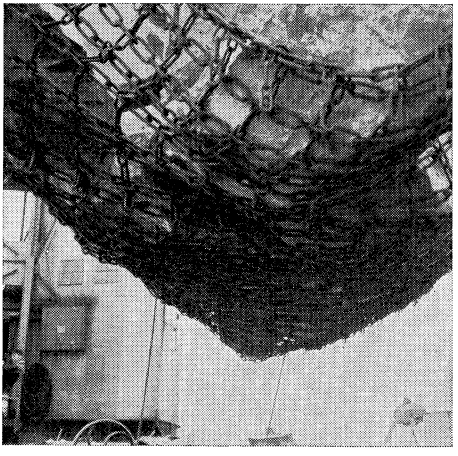
de stootblokken, die in werking treden wanneer de normale werkbelasting overschreden wordt. De constructie is dus niet onder alle omstandigheden statisch bepaald.
De werkbelasting per kabel bedraagt ca. 300 ton. De funderingen zijn berekend op het 1,5-voudige van deze kracht, zodat zowel op de beide verankeringen aan de zuidwestzijde als op de vaste verankering aan de noordoostzijde een vrijwel horizontale kracht kan aangrijpen van ruim 900 ton. Deze krachten worden bij de zuidwestelijke verankeringen door de met zand en beton verzwaarde funderingsblokken zodanig naar de ondergrond afgeleid, dat de naar twee richtingen schoor geheide paalbundels bij maximale kabelbaanbelasting eveneens maximaal op trek en druk worden belast, terwijl voorts bij afwezigheid van kabelkrachten in de bouwfase de toekomstige trekpalen op maximale druk worden belast. De draaipunten van de kantelbare tegengewichten steunen tegen zware dwarssloven, de verbinding van de kabels aan het noordoostelijke (vaste) verankeringsblok geschiedt door tussenkomst van een massieve betoncylinder met een diameter van 6 m, bekleed met hout, waaromheen de kabels met vijf slagen worden bevestigd teneinde door wrijving de kracht over te dragen.
De fundering is op vele punten van uitsparingen voorzien zodat, indien zulks naderhand nodig mocht blijken, de betonwerken tot op vrij grote diepte kunnen worden opgeruimd met behulp van springladingen.
Voor de montage van de zware draagkabels wordt eerst een hulpkabel ø 19 mm overgetrokken, met behulp hiervan een tweede hulpkabel ø 40 mm en tenslotte de eigenlijke draagkabel ø 92 mm. Bij deze laatste manoeuvre wordt gebruik gemaakt van enkele drijvende bokken, die de kabel vrijhouden van het water. Een zware lier met takel zorgt voor de benodigde trekkracht, ook in de volgende fase, wanneer de kabels op spanning worden gebracht en aan hun verankeringspunten worden bevestigd.
Indien de 10-tons nuttige last van een wagen in één keer zou worden losgelaten, zou in de kabel een hinderlijke trilling worden geïntroduceerd. Daardoor zou ook het werken met de zich op dezelfde kabel bevindende wagens onmogelijk gemaakt kunnen worden. De last moet dus geleidelijk worden gelost, waarbij eventueel vier maal 2,5 ton, met een zeker tijdsinterval na elkaar losgelaten, goed mogelijk is.

Aanvankelijk werd daarom gedacht aan een stalen bak met vier compartimenten, waarvan de kleppen aan de onderkant de één na de ander konden worden geopend; voor het transport van de hierna te vermelden te beproeven nieuwe stortmaterialen zullen dergelijke bakken inderdaad toegepast worden.
De kwestbaarheid van het systeem bij het werken met zware stortsteen deed echter voor dit materiaal omzien naar een andere oplossing, die tenslotte mede aan de hand van uitvoerige proeven op ware grootte kon worden gevonden in de toepassing van een laadnet, samengesteld uit vrij lichte kettingen, verbonden aan twee randbalken.
In een dergelijk net kan bij de belading de 10-tons nuttige last aan stortsteen of grind van geringe hoogte in één keer worden gestort, terwijl het lossen geleidelijk plaatsvindt door de ene randbalk ten opzichte van de andere zover te laten dalen, dat de steen als het ware over de lage rand geleidelijk wordt uitgegoten.
De beide randbalken worden aan hun einden opgehangen aan draden, die worden gewonden op vier zich in de gondel van de wagen bevindende liertrommels, welke weer twee aan twee zijn gekoppeld.
De inrichting van het mechanische deel is nu zodanig, dat het rijden van de wagen, het hijsen en vieren van de last en het lossen van het net alle worden afgeleid van de dieselmoter in de cabine, terwijl niettemin al deze bewegingen in hoge mate onafhankelijk van elkander door de gondeldrijver kunnen worden bewerkstelligd.



Wagen met laadnet
a. zijaanzicht b. vooraanzicht c. het lossen





Het principe van de laadnetten werd ontwikkeld na proefnemingen op ware grootte

Exploitatie

Zoals bekend vormen de beide kabels met de aansluitende vaste railgedeelten en de aan de einden opgestelde draaischijven een circuit, dat door de wagens in één richting wordt bereden.
De cyclustijd voor één wagen is bijna 20 minuten, zodat per uur en per wagen ruim 30 ton materiaal in het werk kan worden gebracht.
In totaal wordt gedacht aan twaalf wagens, waarmede, met enige reserve, de capaciteit van de installatie kan worden opgevoerd tot ca. 360 ton per uur.
Rekening houdend met een reductie ten gevolge van normaal te verwachten bedrijfsstoringen en verder met een stijging van de cyclustijd wanneer in de nabijheid van de pylonen moet worden gestort (hijsen en vieren van de last of het lege net kan hier over een bepaald traject niet rijdend geschieden) en met meer van dergelijke factoren, kan men zeggen dat de gemiddelde capaciteit over de gehele duur van de sluiting lager zal liggen.
In het geheel moet ca. 190 000 ton materiaal in het sluitgat worden gestort om de afsluitdam onder het juiste profiel te brengen.
Dit materiaal wordt opgeslagen op en nabij de kop van de dam op de Plaat van Oude Tonge, nl.:

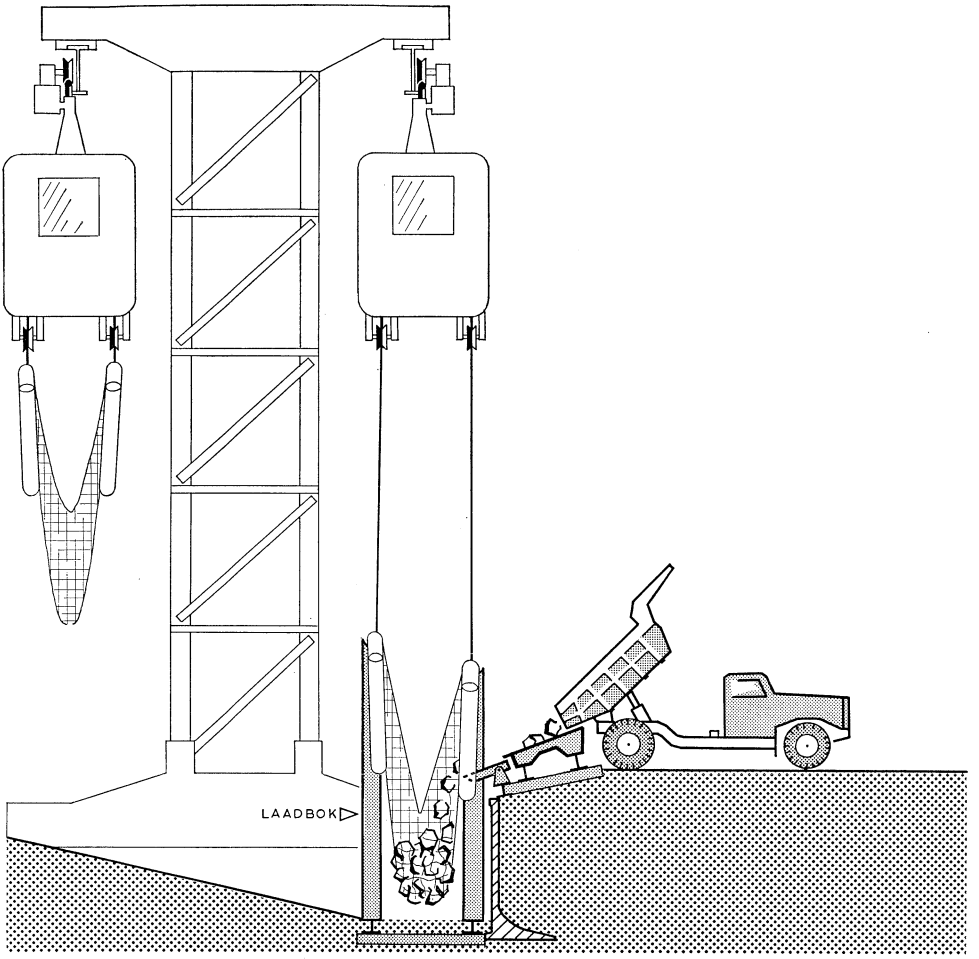
ca. 55 000 ton grof grind in het landdepot;

ca. 80 000 ton stortsteen in het landdepot;

ca. 60 000 ton stortsteen in het waterdepot in de werkhaven.

Het waterdepot van 60 000 ton vormt een reservevoorraad.

Omdat grof grind goedkoper is dan stortsteen wordt dit gebruikt voor de basis van de dam. De hoogte daarvan wordt bepaald door de stroombestendigheid van het grind. Vervolgens zal gemengde stortsteen, met een stukgewicht variërend van 10 tot 300 kg, worden gebruikt om de dam tot de volle hoogte op te bouwen. De grootte van deze steen is bepaald aan de hand van de tijdens de sluiting te verwachten maximale stroomsnelheid, die uiteraard met het hoger worden van de dam zal toenemen.
Gedurende de gehele sluitingsperiode zullen met waarschijnlijk één derde deel van het beschikbare aantal wagens bepaalde gedeelten van de dam worden opgebouwd uit nieuwe materialen. De stroombestendigheid van deze materialen zal aan dezelfde weerstandseis moeten voldoen als die van de steen.
Uiteraard moet het gehele beladingssysteem van de kabelbaan met een zekere reserve zijn aangepast aan de capaciteit van deze baan zelf en volgens een streng ritme worden gedirigeerd. Van het landdepot moet ca. 240 ton grind of steen per uur aan de vaste laadplaats van de kabelbaan worden afgeleverd. Bestudering van dit transportvraagstuk heeft doen inzien dat hiervoor het best een lepelschop kan worden ingezet, die in combinatie met enige 10-tons kiepauto's de belading van de baan kan verzorgen. Hierbij wordt de steen rechtstreeks in de netten gestort. Op de laadplaats zal daartoe een tweetal stalen frames worden opgesteld, waaraan de netten kunnen worden opgehangen.
De reeds wachtende vrachtauto stort dan zijn lading, waarna de kabelwagen met het gevulde net onmiddellijk vertrekt en zijn last op de vastgestelde plaats in het tracé van de sluitdam aanbrengt. Dit geschiedt nadat de last tot dicht boven het water is gevierd, terwijl de wagen rijdt met verminderde snelheid.
Aangezien de onderlinge afstand van de wagens aan een zeker minimum is gebonden in verband met de belasting van de kabel zal het tijdstip waarop de wagens van de vaste



Het laden van het net met behulp van een laadbok

railbaan op de kabel overgaan worden gedirigeerd door een vertreksein. Voorts zullen de wagens radiografisch met de centrale post op het laadstation in verbinding staan.

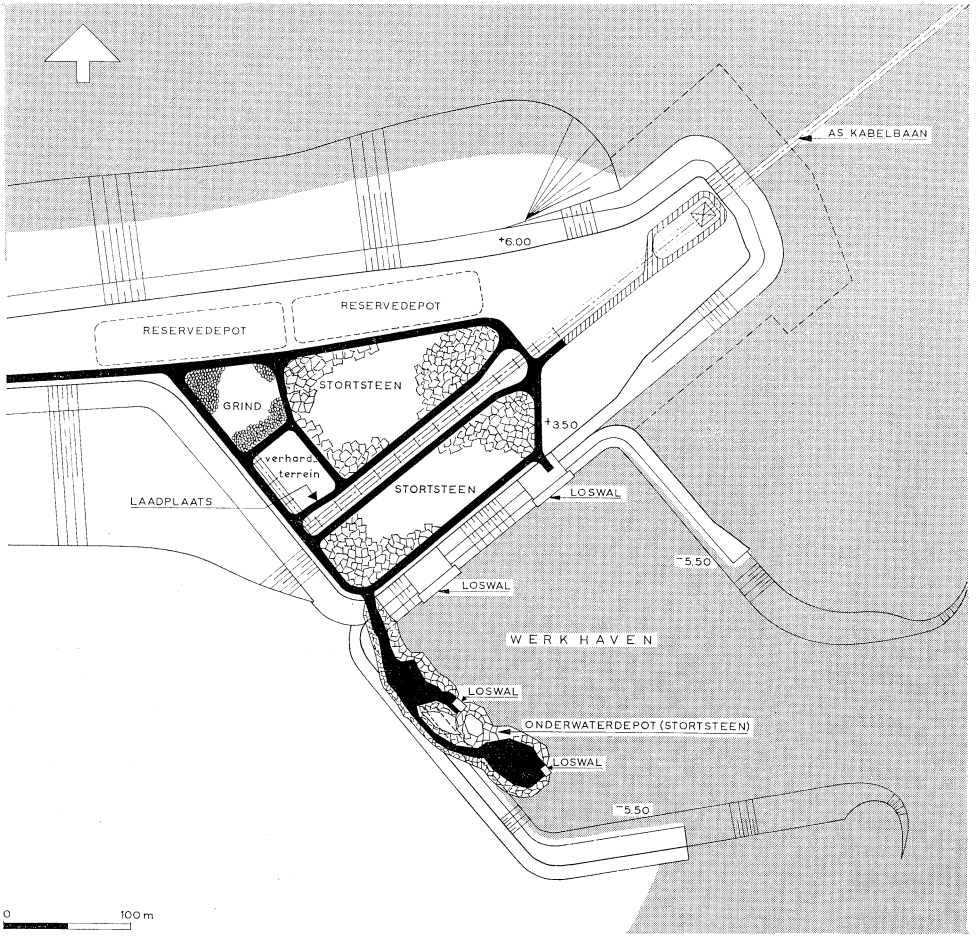
Voor het schoonhouden van het laadstation van de baan, voor het opruimen van de laadplaats bij de lepelschop en voor andere bijkomende werkzaamheden zullen laadschoppen worden gebruikt. Deze kunnen voor de belading van de 10-tons kiepauto's worden ingezet, wanneer met de lepelschop stagnatie wordt ondervonden. De alsdan nog ontbrekende capaciteit kon worden aangevuld met steen uit het waterdepot, waarvoor een drijvende kraan en enige vrachtauto's beschikbaar zijn. Deze kraan kan tevens worden ingezet, wanneer met de nieuw te beproeven materialen niet het gewenste deel van het totaal bereikt zou worden.

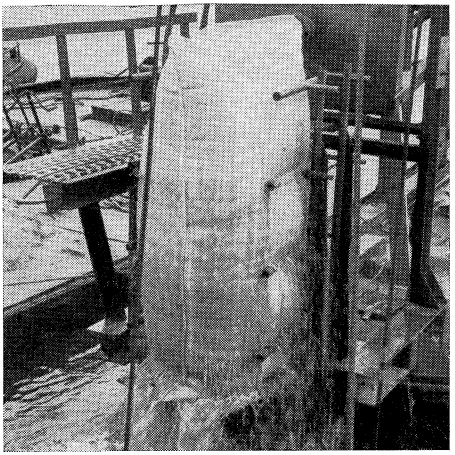
Nieuwe stortmaterialen

Voor de afsluiting van zeearmen moeten zeer grote hoeveelheden steen worden verwerkt, die goeddeels uit het buitenland moeten worden aangevoerd. Dit betekent lange aanvoerlijnen en naar verhouding hoge transportkosten. Aangezien het onmogelijk is deze aanvoer op de wisselende behoefte zodanig af te stemmen, dat de steen direct in het werk wordt gebracht, zijn grote buffervoorraden nodig, waardoor renteverlies optreedt en extra overslagkosten moeten worden gemaakt.
Het spreekt vanzelf dat in deze situatie door de Deltadienst in samenwerking met de Nederlandse industrie wordt gezocht naar nieuwe materialen en werkmethoden voor een gedeeltelijke vervanging van de steen.
Het spreekt eveneens vanzelf dat hierbij ten behoeve van de dambouw in de eerste plaats wordt gedacht aan het materiaal dat in grote hoeveelheden ter plaatse aanwezig is, nl. zand dat, verpakt of gemengd met een bindmiddel als asfalt of cement en aldus bijeengehouden, tot een stroombestendig materiaal kan worden omgevormd.
Als vrucht van deze studie, ook door middel van model- en praktijkproeven, zijn thans enkele nieuwe stortmaterialen ontwikkeld, die bij de hier besproken afsluiting op grote schaal zullen worden beproefd.
De eenheden 'bijeengehouden zand' zullen 2,5 ton wegen; dit is het grootste gewicht dat in één keer vanaf de kabelbaan kan worden gestort. Hierbij is overwogen dat minder verpakkingsmateriaal nodig is indien er meer ineens verpakt wordt en dat de weerstand van een lichaam tegen wegstromen onder water toeneemt met de grootte.
Een lichaam zal gemakkelijker door de stroom worden meegenomen naarmate het soortelijk gewicht lager is. Bekend is in welke mate stortsteen van verschillend stukgewicht met de stroom wordt meegevoerd.
Het s.g. van een eenheid bijeengehouden zand ligt echter lager dan van een stuk stortsteen. Derhalve diende in het Waterloopkundig Laboratorium te worden vastgesteld, hoe groot de stroombestendigheid van de bedoelde eenheden was.
Uit de proeven is gebleken dat de stroombestendigheid van een zak met een lage vullingsgraad (b.v. 70% van de maximale zakinhoud) onder de omstandigheden zoals die bij de sluiting van de Grevelingen kunnen worden verwacht overeenkomt met die van een steen van omstreeks 200 kg gewicht. Naarmate de zak harder wordt door een grotere vulling of door stabilisatie kan de stroombestendigheid tot 1,25 maal zo groot worden.
Wat de vormgeving betreft bleek de gebruikelijke zakvorm de meest gunstige.

Voor de toepassing van het bijeengehouden zand worden thans vier verschillende methoden ontwikkeld.
In de eerste plaats een zak van geweven doek, gevuld met nat zand, waarbij weefsels van natuurvezels en kunststofvezels zullen worden getest.
De aan het doek te stellen eisen worden enerzijds bepaald door de krachten die bij het vullen van de zakken moeten worden opgenomen, anderzijds door de weefdichtheid welke in acht moet worden genomen. Het weefsel moet het zand kunnen vasthouden, maar het met het zandtransport meekomende water doorlaten.
De sterkte is op grond van theoretische beschouwingen en praktijkproeven bepaald op 250 kg per 5 cm strookbreedte van het weefsel in beide richtingen.
Het vullen is beproefd in een vulinstallatie. Deze bestaat uit een zandsilo waarin het zand met water wordt vermengd en aldus dik vloeibaar wordt gemaakt. Het natte zand stroomt door een vulpijp in de over deze pijp geschoven zak. De vultijd bedraag 30 seconden. De vulopening van de zak wordt inwendig afgesloten door een zelfsluitend ventiel.

Laadplaats en depots op de Plaat van Oude Tonge





Stortmaterialen ter vervanging van steen
A. verpakt nat zand
B. asfaltkluit

A



B

Door de zak van de pijp af te schuiven, of omgekeerd de vulpijp uit de zak te trekken, is deze voor vervoer gereed.
Het vullen van de zandzakken vordert weinig tijd; het geschiedt in de laadbakken die aan de daartoe bestemde wagens van de kabelbaan zijn bevestigd en waarvan de wanden tijdens het vullen van de zakken als het ware dienst doen als bekisting. De bodem van de laadbakken bestaat uit dubbele kleppen, waardoor het lossen als bij een onderlosser plaatsvindt.
Elke wagen heeft vier van deze bakken. De kleppen van elk compartiment worden hydraulisch ontgrendeld, op zodanige wijze dat elk volgend compartiment zijn lading 15 seconden later lost.

Een andere methode betreft de toepassing van verpakt zand dat gestabiliseerd is met asfalt (men vergelijke het Driemaandelijks Bericht nr. 22).
De asfaltemulsie bevindt zich in een hoog aan de zandsilo bevestigde tank. De bediening

van de emulsiekraan wordt gekoppeld aan die van de zandwaterkraan. Overigens behoeven geen andere handelingen te worden verricht dan in het eerstgenoemde geval. Het zelfsluitende ventiel is overbodig. De voordelen van deze werkwijze zijn dat bij beschadiging van de zak het met 2 à 3% bitumen gestabiliseerde zand niet uitstroomt en dat door het op elkaar kleven van de zakken waarschijnlijk een tijdelijk grotere stroombestendigheid wordt verkregen.
Een gedeelte van de hogere kosten als gevolg van het toevoegen van de asfaltemulsie wordt gecompenseerd door het feit dat een minder sterke en daardoor goedkopere zak kan worden gebruikt. Bij de val van een gevulde zak wordt de bewegingsenergie bij de botsing tegen de bodem opgenomen door een combinatie van de inwendige wrijving van het zand en de sterkte van het weefsel. Bij toepassing van gestabiliseerd zand zal de inwendige wrijving toenemen en kan het weefsel dus lichter zijn.

De derde methode betreft zand, gestabiliseerd met een hoger asfaltpercentage (4 tot 6 gewichtsprocenten asfalt op het droge zandgewicht); deze asfaltzandkluiten blijken een zo grote inwendige wrijvingsweerstand te bezitten, dat zij ook zonder verpakking bij de val en de botsing tegen de bodem intact blijven. Zij worden, doch in dit geval uiteraard zonder toepassing van een omhulsel, in de laadbakken gevormd op dezelfde wijze als hiervoor beschreven voor het in zakken verpakte gestabiliseerde zand. Hierbij behoeft alleen de emulsiekraan een wijdere stand, zodat in dezelfde vultijd van 30 seconden de dubbele hoeveelheid emulsie kan toestromen.
Eenmaal gestort zal de dan nog betrekkelijk weke, doch taaie asfaltkluit uitzakken en met de voorgaande een zandasfaltmassief gaan vormen.

Tenslotte zal een gedeelte van de dam worden opgeworpen met luchtdichte zandzakken, waarin de druk is verlaagd tot ongeveer 15 cm kwikdruk absoluut. De overdruk van ongeveer 60 cm kwikdruk, die de buitenlucht via de zakwand op de zandkorrels uitoefent geeft aan het geheel een grote vastheid. De cohesie van het zand wordt verhoogd tot 0,6 atm. en het geheel krijgt hierdoor de aard van een harde zak. Men kan dit materiaal omschrijven als door vacuumzuigen voorgespannen zand; men noemt deze zandzakken 'spanzandzakken'.
Voor een beschrijving van de eigenschappen van dergelijk zand moge worden verwezen naar een artikel in het tijdschrift 'De Ingenieur' van 11 mei 1962, getiteld 'Vacuum voorgespannen zand als constructiemateriaal' van de hand van prof. dr. ir. G. de Josselin de Jong, die deelneemt aan het overleg voor de proefnemingen met dit materiaal bij de sluiting van de Grevelingen, waarbij ook nog wordt medegewerkt door het Stevinlaboratorium te Delft.
De zakken worden gemaakt van een folie van P.V.C., dat op grond van detailonderzoek de meest geschikte kunststof bleek te zijn.
De als gevolg van de onderdruk opgewekte korrelspanning verhoogt de schuifweerstand van het zand zodanig, dat bij het vallen van een zak op een onderlaag de omzetting van de valenergie in vervormingsarbeid slechts een geringe vervorming vereist. De betrekkelijk zwakke huid speelt hierbij een te verwaarlozen rol, zij moet echter wel een zodanige rek bezitten dat de deformatie van de zak gevolgd kan worden. Tijdens het vullen (dat niet in de laadbakken kan geschieden, zoals bij de andere proefmaterialen, omdat het nogal veel tijd vraagt) moet de zak alzijdig gesteund worden. Hiervoor is een uitneembare mal geconstrueerd. Na het vullen wordt de zak via een filter op een vacuuminstallatie aangesloten en wordt de lucht in de poriënruimte geëvacueerd en de druk verlaagd tot de hiervoor aangegeven waarde. De bewerking vullen-vacuumzuigen moet zodanig geschieden,

dat er terwille van het voor de stroombestendigheid benodigde s.g. zoveel mogelijk water in de zak kan blijven. Voorshands lijkt een poriënvulling van 70% een goede oplossing.

De vervaardiging van de spanzandzakken vraagt een gespecialiseerde vul- en bewerkingsapparatuur en vergt daardoor enige tijd. Daarom zullen deze zakken met verschillende tegelijk worden vervaardigd en verladen. Vervolgens worden zij onder de kabelbaan gereed gezet in series van vier. De laadbakken zakken als een grijper over de zakken heen, de kleppen worden gesloten en het geheel is voor afvoer en storten gereed. Het storten geschiedt zoals bij de andere zakken.

De mond van het Brouwershavensche Gat



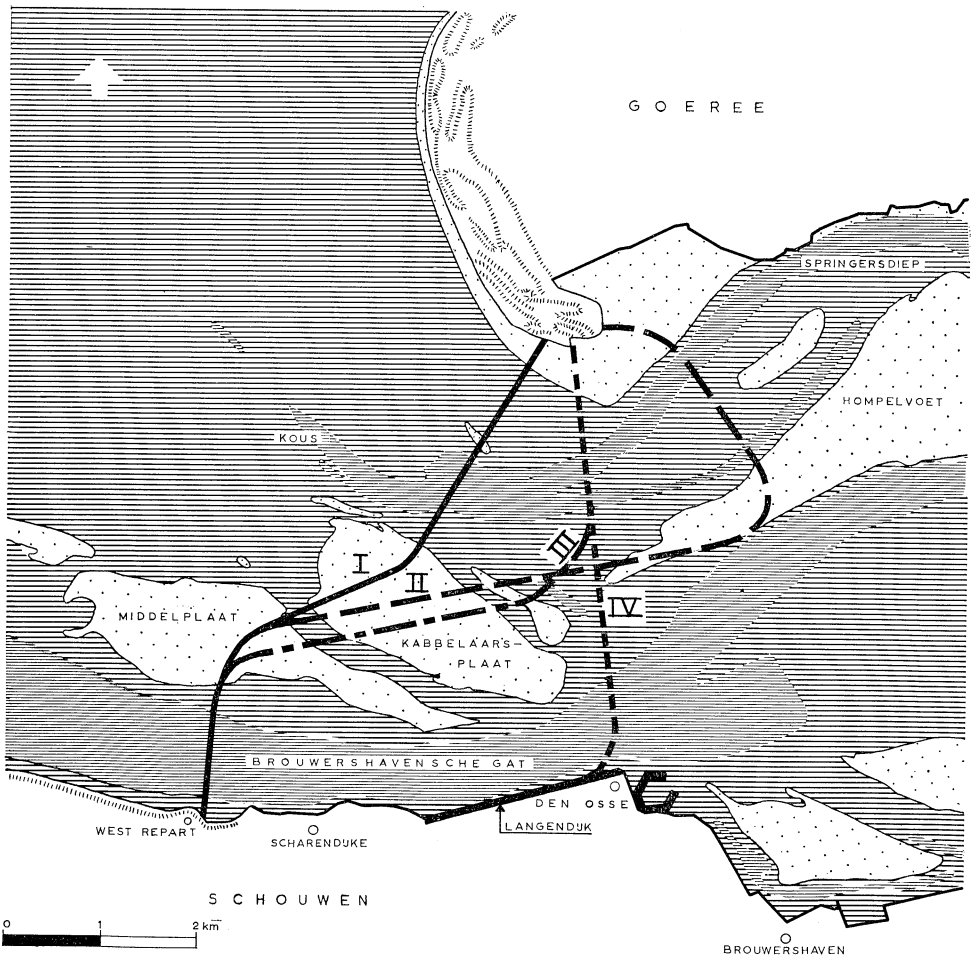
Het tracé van de dam door het Brouwershavensche Gat

Zoals de lezer bekend zal zijn wordt de afsluiting van het Brouwershavensche Gat voorafgegaan door die van de Grevelingen. In nummer 4 van deze Berichten is uiteengezet waarom deze volgorde van uitvoering noodzakelijk is.
De afsluiting van het Brouwershavensche Gat heeft als primair doel de bescherming van de langs de Grevelingen gelegen polders.
Het tracé van de afsluitdam is vastgesteld na uitvoerig onderzoek. Daarbij kwamen de eisen van waterloopkundige en grondmechanische aard aan de orde en werden de verschillende mogelijkheden tegen elkaar afgewogen wat betreft de kosten, de uitvoerbaarheid, de betekenis van de tracé's voor de waterhuishouding, voor de bestaande waterkeringen, de wegaansluitingen en de recreatie.

Zoals gezegd heeft de afsluiting in het Brouwershavensche Gat als voornaamste doel het beschermen van de oostelijk van de dam gelegen gebieden. Het ligt daarom voor de hand dat gezocht is naar een tracé dat zover mogelijk zeewaarts is gelegen.
Voor de aansluiting aan de noordelijke oever kwam de kop van Goeree in aanmerking, voor die aan de zuidelijke oever het gedeelte van de kust van Schouwen gelegen tussen Den Osse (ten noordwesten van Brouwershaven) en het begin van de duinenrij bij West-Repart.
Het onderzoek heeft zich derhalve voornamelijk beperkt tot de genoemde stroken. Van de verschillende in aanmerking komende mogelijkheden bleek het in de figuur als tracé I aangeduide de voorkeur te verdienen, zoals in het onderstaande wordt toegelicht.
Vier oplossingen kwamen in aanmerking. In elk van de gevallen kruist de afsluitdam de zuidelijke geul, het eigenlijke Brouwershavensche Gat. Dit betekent dat er, hoe dan ook, steeds één zuidelijk sluitgat zal moeten komen.
Wat de noordelijke geulen betreft kruisen de tracé's, aangeduid als II, III en IV, het Springersdiep en de Kous afzonderlijk. Tracé I kruist deze wateren op een plaats waar beide zich tot één brede geul hebben verenigd.
In verband met de omvang van de noordelijke geulen zouden bij keuze van de tracé's II, III of IV twee sluitgaten nodig zijn, terwijl in het geval van tracé I met één noordelijk sluitgat kan worden volstaan.
Een ander punt van onderzoek betrof de stroomaanval die op de oevers nabij een sluitgat kan worden verwacht. Zodra de aanleg van de damvakken zover gevorderd is dat al-

leen het sluitgat nog open is zullen de stroomsnelheden in het sluitgat en in de omgeving daarvan toenemen en zullen benedenstrooms ontgrondingen worden veroorzaakt door neren en wervelstraten. Wat de aansluiting aan de oever van Schouwen betreft heeft dit de volgende consequenties. Ongewenst is te achten een aansluiting van de dam aan de z.g. Langendijk (de dijk tussen Den Osse en Scharendijke), omdat de oevers op die plaats sterk hellen en er nabij de zeewering grote waterdiepten voorkomen. Hetzelfde geldt voor een aansluiting nabij Scharendijke. Bovendien moet uit verkeerstechnisch oogpunt en om redenen die verband houden met de uitvoering een aansluiting in de onmiddellijke nabijheid van een dorpskern als onaantrekkelijk worden beschouwd.
Maakt men echter de aansluiting bij West-Repart dan zal het neren- en wervelstratengebied, dat bij vloed zal ontstaan ten oosten van het sluitgat, min of meer worden gecon-

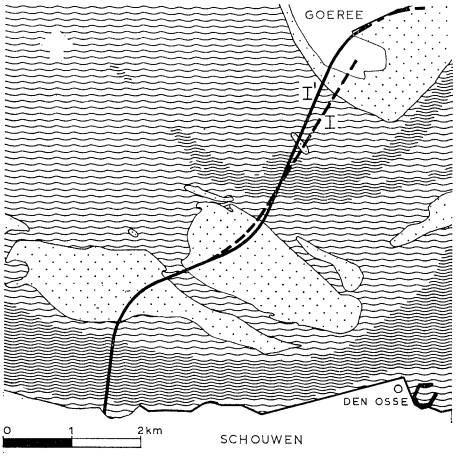
De vier bestudeerde tracé's



centreerd in de inham ten oosten van deze plaats. De waterkering zal dientengevolge ter plaatse niet ernstig worden aangevallen. Het genoemde punt leent zich derhalve zeer goed voor een aansluiting.
Ten westen van West-Repart zijn de oevers niet steil en bovendien beschermd door strandhoofden, bezinkingen en bestortingen.
Kiest men een tracé dat nog verder westelijk ligt dan wordt de situatie in grondmechanisch opzicht minder gunstig, terwijl de kosten van aanleg van de dam als gevolg van de grotere lengte en de minder goede ligging belangrijk hoger worden.
Bij de aansluiting aan de noordelijke oever gelden soortgelijke overwegingen in veel mindere mate, daar de sluitgaten aan die zijde voldoende ver van de oever van Goeree verwijderd liggen en anderzijds grondmechanisch geen bijzondere complicaties zijn te verwachten.
Teneinde een indruk te krijgen van de werkbaarheid ter plaatse van de bestudeerde tracé's werden langs de geulen met behulp van een drijvende baak golfmetingen verricht. Uit deze metingen is gebleken dat de golfhoogten die voor de werkbaarheid bepalend zijn in het beschouwde gebied weinig van elkaar verschillen.
Voor de waterhuishouding is het van belang dat de aansluiting zover mogelijk zeewaarts wordt gemaakt, opdat de 'zoute' kustlijn over een zo groot mogelijke afstand door een 'zoete' wordt vervangen. Dit vooral in verband met het feit dat de polder Schouwen een laag polderpeil heeft, het zandpakket in het gedeelte van de Langendijk een sterke doorlatendheid vertoont en het zoutgehalte van het grondwater in deze polder bovendien zeer hoog is. Ook de omstandigheid dat dan het oppervlak van de boezem wordt vergroot is voor de waterhuishouding een punt van betekenis. Tussen de tracé's I en IV ligt een areaal van water en zandplaten dat ruim 1200 ha groot is.
Bij keuze van het tracé IV zou de Langendijk buiten de afsluiting vallen. Deze dijk zou in dat geval op 'deltahoogte' moeten worden gebracht. De kosten van een dergelijke verzwaring zullen, gezien de omstandigheden waarin deze waterkering verkeert, vrij grote bedragen vergen. Bij de meer westelijke tracé's zal een dergelijke verzwaring achterwege kunnen blijven en kan de Langendijk als tweede waterkering dienen voor de bescherming van de laaggelegen polder Schouwen. Een verder voordeel dat verkregen wordt bij keuze van een der meer westelijke tracé's is dat de werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting zullen beginnen met de aanleg van damvakken op de Middelplaat en de Kabbelaarsbank. Dit brengt mee dat de Langendijk in een vrij vroeg stadium in de luwte van deze damvakken zal komen te liggen en daardoor van zware golfaanval zal worden ontlast.
De bestaande toestand van de waterkeringen langs de kust van Goeree is op de keuze van het tracé van weinig invloed geweest.
Ook wat de wegaansluitingen betreft voldoet tracé I het best aan de gestelde eisen. Men is er nl. van uitgegaan dat de afstand tussen de dam door het Brouwershavensche Gat en die door de Oosterschelde zo kort mogelijk behoort te zijn, ten eerste in het belang van het verkeer en ten tweede in verband met de recentelijk uitgevoerde herverkaveling op Schouwen. Op Goeree dient de afsluitdam zo goed mogelijk aan te sluiten op het gedeelte van de dammenweg over dit eiland, dat grotendeels buitendijks is ontworpen op de zuidelijke slikken.
Het voordeel van het eerste tracé is dat hierbij gemakkelijker bogen met grote stralen kunnen worden toegepast dan bij de drie overige.

Voor de Grevelingenboezem achter de afsluiting is het recreatie-aspect van bijzondere betekenis. Ook hiervoor is het wenselijk dat een zo groot mogelijke oppervlakte aan water en zandplaten binnen de afsluiting wordt opgenomen. De Planologische Dienst in Zeeland

Het definitieve tracé I¹



heeft daarbij de wens naar voren gebracht dat de Zouten Haard (een gebied achter de duinen, direct ten westen van West-Repart) als natuurreservaat in een zout milieu behouden wordt. Door aansluiting van de dam bij West-Repart kan aan dit verlangen tegemoet worden gekomen.

Tenslotte vormt nog een belangrijk argument voor de keuze van tracé I: de kosten. De andere tracé's zijn alle duurder: tracé II ongeveer 20%, tracé III 25%, tracé IV 30% (daaronder begrepen de verhoging van de Langendijk).
Deze hogere kosten worden veroorzaakt door de omstandigheden dat bij de tracé's II, III en IV één sluitgat meer nodig is, dat tracé II en III een grotere lengte hebben en voorts dat tracé IV een geul kruist van maximaal 40 m diepte, terwijl de diepte van deze geul bij tracé I maximaal 25 m bedraagt.

Ook de zandwinplaatsen die in aanmerking komen bij aanleg van de afsluitdam volgens het eerste tracé steken wat de korrelgradering en het slibgehalte van het zand betreft gunstig af bij de winplaatsen die in andere gevallen gekozen zouden moeten worden.

Nadat een algemeen oriënterend onderzoek had uitgewezen dat aan het genoemde tracé de voorkeur moest worden gegeven, werd in een model een nader onderzoek ingesteld naar de hydraulische consequenties van de aanbevolen oplossing. Het model werd ingericht in het openlucht laboratorium in de Noordoostpolder. Tijdens de onderzoekingen werden de richting van de verschillende damvakken en de aansluiting op Goeree binnen ruime marges vergeleken.
Gemeten en vergeleken werden de stroomsnelheden in de sluitgaten, de stroomsnelheidsverandering onmiddellijk achter de bodemverdediging en de stroombeelden en ontgrondingen benedenstrooms van de sluitgaten.

Uit het modelonderzoek is komen vast te staan dat het tracé aangeduid als I¹ de voorkeur verdient. Dit tracé is vervolgens bij Koninklijk Besluit van 25 september 1962, Staatsblad nr. 380, goedgekeurd.
De afsluitdam zal een lengte krijgen van 6 km; het totale getijvolume bedraagt bij gemiddeld getij 700 x 10^6 m^3.

De stortebedden van de spuisluis in het Haringvliet

Om te voorkomen dat ontoelaatbare ontgrondingen aan de zee- en rivierzijde van de spuisluis in het Haringvliet de stabiliteit van het kunstwerk in gevaar brengen, is het noodzakelijk de bodem vóór de spui-openingen van een verdediging te voorzien. Deze verdediging, het z.g. stortebed, dient zodanig te worden uitgevoerd, dat het stabiel is en dat er een goede aansluiting met het sluislichaam tot stand wordt gebracht. Het dient een zodanige lengte en constructie te hebben, dat erosie van de aansluitende zandbodem beneden bepaalde toelaatbare grenzen blijft.
Om een verdediging te ontwerpen die aan deze criteria voldoet is zowel in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft als in het openlucht laboratorium in de Noordoostpolder een groot aantal proeven uitgevoerd, op grond waarvan tenslotte een keuze voor de vorm en de constructie van het stortebed kon worden gedaan.

Het onderzoek richtte zich op twee hoofdaspecten:

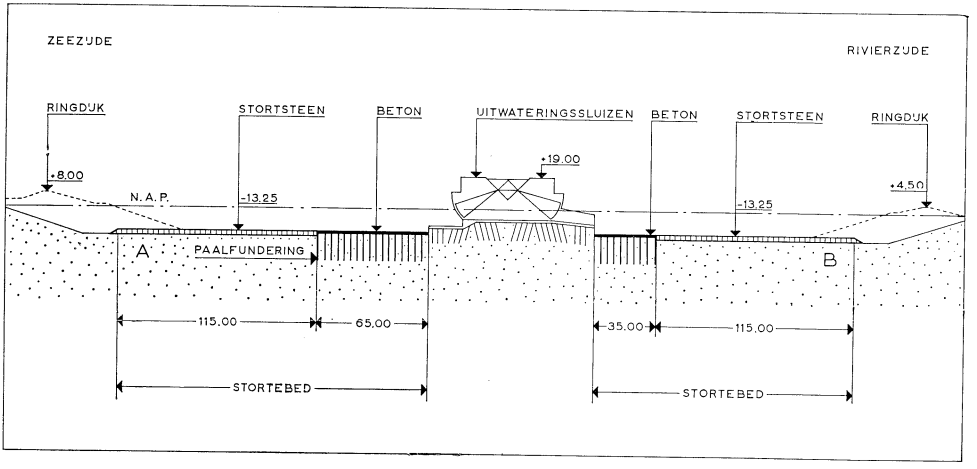
1. de vormgeving van het stortebed; hierbij werden aanlegdiepte, vorm en afmetingen gevarieerd;
2. de stabiliteit van het stortebed; hieronder is te verstaan de stabiliteit van de constructieonderdelen waaruit het stortebed is opgebouwd.

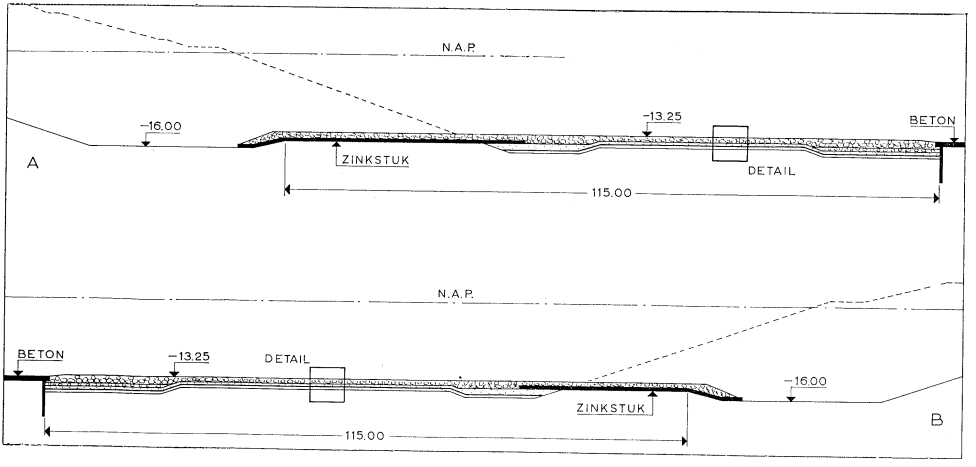
Voor het onderzoek werd van twee typen modellen gebruik gemaakt. In het Waterloopkundig Laboratorium te Delft werden in een z.g. tweedimensionaal model proeven genomen, waarbij slechts een smalle moot van het sluiscomplex werd onderzocht. In de Noordoostpolder werd een derde gedeelte van het gehele sluiscomplex – met inbegrip van één der vleugeleinden – in het model beproefd. In dit model kon b.v. de invloed van het landhoofd (en daarmee die van de derde dimensie) op de ontgronding benedenstrooms van het stortebed worden bestudeerd en konden de consequenties van het spuien met ongelijke sluisopeningen (schuifstanden) worden geanalyseerd.

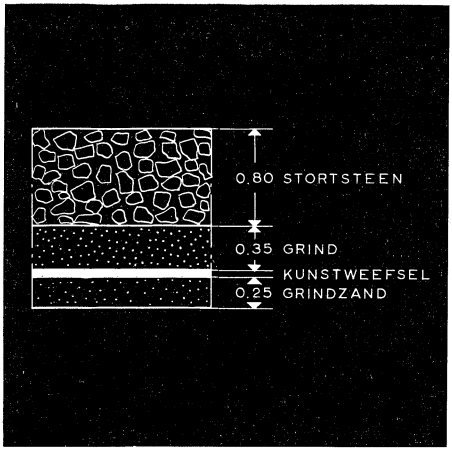
De vormgeving van het stortebed

Bij het bestuderen van de te verwachten ontgrondingen is onderscheid gemaakt tussen de stortebedconstructie aan de zee- en aan de rivierzijde van de sluis. Hydraulisch gezien kunnen hierbij drie fasen in het ontwikkelingspatroon van de ontgrondingen worden onderscheiden.

Doorsnede van het stortebed aan de zee- en rivierzijde







Detail van de filterconstructie

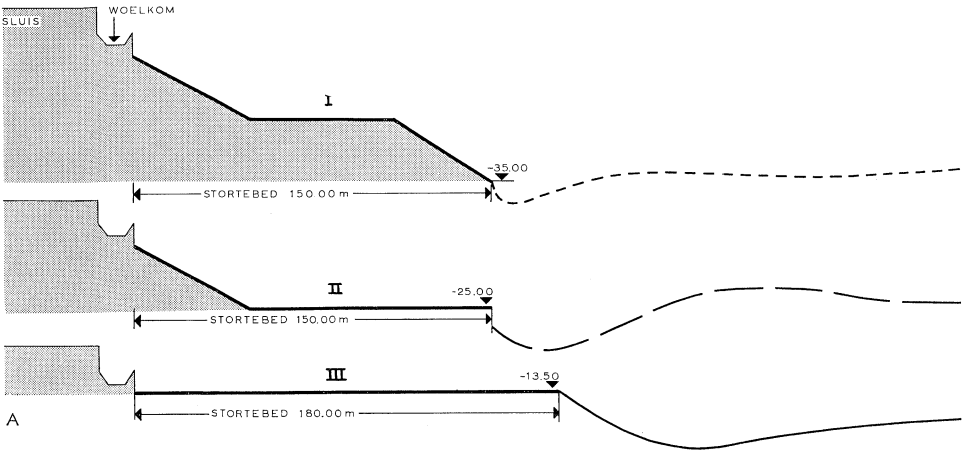
a. De periode gedurende de sluiting van het Rak van Scheelhoek, waarbij de spuisluis geheel openstaat en, naarmate de sluiting vordert, de sluis een steeds groter aandeel in het getijvermogen van het Haringvliet verwerkt. Tijdens deze periode zullen aan beide zijden ontgrondingen ontstaan.

b. Na de sluiting zal bij het spuien de spuistroom tot ontgrondingen aan de zeezijde van de sluis bijdragen. Onder deze omstandigheden zal aan de rivierzijde geen verdere ontgronding voorkomen.

c. Gedurende perioden van ijsgang zou het wenselijk kunnen zijn de sluis geheel voor de getijbeweging te openen. Onder deze omstandigheden, die een beperkte duur hebben, zal bij eb ontgronding aan de zeezijde en bij vloed ontgronding aan de rivierzijde verwacht moeten worden.

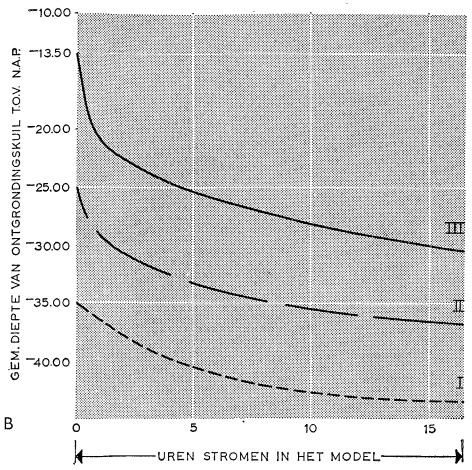
Behalve een stortebed aan de zeezijde zal dus om de onder a. en c. vermelde redenen ook een verdediging aan de rivierzijde noodzakelijk zijn.

Het rivierbed nabij de sluis bestaat uit zeer fijn zand.
Een van de belangrijkste overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de vormgeving van het stortebed was de wenselijkheid de diepte van de ontgrondingen tot een minimum te beperken. Deze zou zeker geen aanleiding mogen geven tot evenwichtsverstoringen in het bij de sluis aansluitende zandlichaam, waardoor de stabiliteit van het sluiscomplex in gevaar zou kunnen worden gebracht.
Een groot aantal oplossingen is in het laboratorium beproefd. De in de figuur op blz. 192 weergegeven gevallen I, II en III zijn daar voorbeelden van. Niet alleen konden hierdoor duidelijke richtlijnen voor het ontwerp van het stortebed worden vastgesteld, maar bovendien werd door deze onderzoekingen een goed inzicht verkregen in de factoren die bij deze ontgrondingsproblemen een rol spelen.
Voor elk van de verschillende mogelijkheden werden ontgrondingstijddiagrammen opgesteld, waaruit het verloop van de ontgronding met de tijd kan worden afgelezen.
In een van de bijgaande figuren is een voorbeeld van een ontgrondingstijddiagram weergegeven. In het begin ontwikkelt de ontgronding zich zeer snel, terwijl in een later stadium de verdiepingen veel langzamer plaats vinden. Men heeft gevonden dat, indien het ontgrondingsdiagram op dubbel logarithmisch papier wordt uitgezet, het verloop van de ontgronding met de tijd door een vrijwel rechte lijn kan worden voorgesteld.



De ontgrondingstijddiagrammen kunnen als basis voor de vergelijking van de verschillende oplossingen worden gebruikt. Hierbij dient men te bedenken dat iedere lijn alleen geldig is voor een bepaalde afvoertoestand. Een hogere afvoer zal een sterkere mate van ontgronding veroorzaken. Men moet dus van tevoren door middel van een randvoorwaardeonderzoek nagaan op welke wijze verschillende afvoercondities in rekening gebracht moeten worden.
Voor de vormgeving van het benedenstroomse einde van het stortebed is ook de grootte van de hoek van de aanzethelling van het talud belangrijk. Deze helling, die o.m. wordt bepaald door de afvoercondities van de sluis, neemt – zij het in geringe mate – in waarde toe met de tijd.

Het onderzoek heeft tenslotte uitgewezen dat een horizontaal stortebed met de bovenkant op een diepte van N.A.P. – 13,50 m het meest geschikt is. Dit is enigszins in strijd met vroegere opvattingen, waarbij ervan werd uitgegaan dat het wenselijk is dat de stroom in de diepte gespreid wordt om een geringe stroomsnelheid te verkrijgen en de eroderende werking te beperken.
Behalve de grootte van de gemiddelde stroomsnelheid heeft nl. ook het turbulentiepatroon van de stroom invloed op de ontgronding. Bij aflopende stortebedden blijkt de ontgronding hierdoor te worden gestimuleerd. Men maakt onderscheid tussen micro- en macroturbulentie, afhankelijk van de grootte van de optredende wervels. Vooral de macroturbulentie is in het onderhavige geval vermoedelijk van groot belang. Een horizontaal stortebed heeft, in het bijzonder wanneer het benedenstroomse einde ruw is, een afbrekende invloed op deze turbulentie.
Bij een dergelijk stortebed is weliswaar de absolute waarde van de ontgronding groter dan bij een aflopend stortebed; in het laatste geval zijn echter de diepte van de ontgrondingskuil, gemeten van de waterspiegel af, en de aanzethelling van het talud belangrijk groter.
In het model werd verder nagegaan in hoeverre de ruwheid van de bovenkant van het stortebed van invloed is op de ontgronding. Vastgesteld kon worden dat, wat het gedeelte van het stortebed betreft dat aansluit aan de sluis, de ruwheid hiervan geen rol van betekenis speelt.
De ruwheid van het benedenstroomse einde bleek echter wel van invloed te zijn op de ontgronding. In het bijzonder werd gevonden dat een grote ruwheid van het benedenstroomse



A. Voorbeelden van in het model onderzochte mogelijkheden voor de vormgeving van de stortebedden

B. Voorbeeld van een ontgrondingstijddiagram

eind de ontgronding deed verminderen, waarbij vooral ook een minder steile aanzethelling van de onverdedigde zandbodem werd waargenomen. Een glad stortebed aan het benedenstroomse einde deed de ontgronding en de steilheid van de aanzethelling aanzienlijk toenemen.

Bij het bepalen van de lengte van de benodigde verdediging hebben de volgende overwegingen een rol gespeeld. Maatstaf voor de eisen van een doelmatig stortebed is o.m. dat de ontgronding in een bepaald tijdsbestek een zekere waarde niet mag overschrijden. Hierbij spelen niet alleen hydraulische maar ook grondmechanische overwegingen een rol. Bij het 'vertalen' van de resultaten van ontgrondingsproeven in het model treedt de moeilijkheid van het bepalen van de juiste tijdschaal sterk naar voren. Kwalitatief gesproken kunnen de kenmerkende eigenschappen van verschillende onderzochte constructies heel goed met elkaar vergeleken worden, maar met betrekking tot de absolute waarde van de tijd waarin een bepaalde ontgronding plaats vindt moet een bepaalde onzekerheidsfactor geaccepteerd worden.

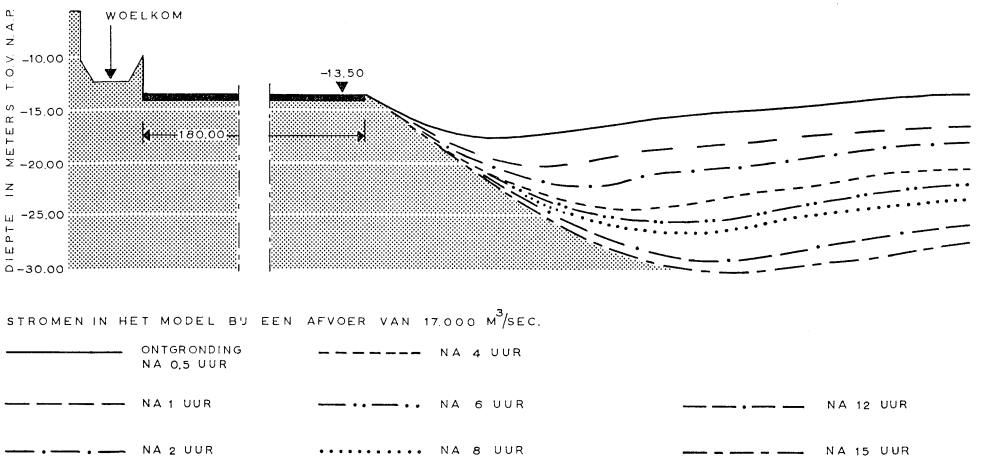
Om te trachten het inzicht op dit punt te vergroten werd behalve de ontgronding ook de turbulentie van het water gemeten, daar zoals reeds werd toegelicht de wervelstoten een grote invloed op het ontgrondingsbeeld uitoefenen.

Wat de zeezijde betreft werden in het bijzonder een drietal lengten met elkaar vergeleken, t.w. die van 120, 150 en 180 m.

Bij een verlenging van 120 tot 150 m werd een aanzienlijke reductie in de turbulentie-intensiteit van het over het stortebed stromende water verkregen. Bij een verlenging tot 180 m was dit in veel mindere mate het geval. Toch bleek dat bij een lengte van 180 m nog een duidelijke verbetering, wat ontgronding betreft, kon worden opgemerkt in vergelijking met de lengte van 150 m.

Om deze reden is voor de zeezijde een stortebedlengte van 180 m gekozen.

Aan de rivierzijde zal de mate van ontgronding iets groter zijn doordat de maximum vloedstroom tijdens de sluitingsfase belangrijk sterker wordt dan de maximum ebstroom. Daar echter na de afsluiting de rivierzijde nog slechts incidenteel van de sluis uit wordt aangestroomd en er bovendien tijdens het spuien een zekere aanvoer van zand naar de ontgrondingskuil mag worden verwacht, is gemeend dat aan de rivierzijde een stortebed van 150 m lengte voldoende is.



Ontwikkeling van de ontgronding aan het benedenstroomse einde van het horizontale stortebed

De stabiliteit van het stortebed

Het tweede belangrijke punt van onderzoek had betrekking op de afmetingen van de steen welke in het stortebed moet worden verwerkt.
De proeven leerden al spoedig dat directe aanval van de stroom op het stortebed niet de meest kritieke belastingstoestand zal veroorzaken. Het bleek, zoals ook wel kon worden verwacht, dat de ongunstigste situatie zal ontstaan wanneer het b.v. bij ijstoestand onmogelijk wordt één der schuiven te openen. Aan weerszijden van de zich in gesloten toestand bevindende sluisdoorgang zal dan een stroomconcentratie optreden, terwijl vanaf de zijden van de gesloten schuif wervelstraten worden gevormd en er bovendien een nerengebied ontstaat. Deze neren bevorderen een onstabiel stroombeeld. Ze worden benedenstrooms van de gesloten schuif gevormd en bewegen zich vandaar in benedenstroomse richting volgens een zichzelf herhalend patroon.
In het bijzonder ter plaatse van de wervelstraten zullen in het hart van de geconcentreerde wervels sterke onderdrukken optreden, waardoor zware stortsteen kan worden opgenomen en verplaatst. Vooral onmiddellijk benedenstrooms van de eigenlijke sluis kan dit aanleiding geven tot onderdrukken waartegen zelfs zeer zware stortsteen niet bestand is.
Deze mogelijke belastingstoestand heeft geleid tot het toepassen van een gesloten betonnen vloergedeelte aan weerszijden van de sluis.
Bij het vaststellen van de maatgevende belastingstoestand van deze gesloten verdediging moest behalve met de drukvariaties, veroorzaakt door de genoemde wervels en neren, ook met de grondwaterdrukken rekening worden gehouden. Hiertoe werd het verloop van het piëzometrisch niveau van het grondwater onder de sluisvloer en de aansluitende betonplaten in een elektrisch model nader onderzocht.
Voorts werd nog nagegaan op welke wijze de door de wervels en neren veroorzaakte drukvariaties zich van de benedenstroomse zijde tot onder de betonplaat in de grond voortplanten en daar aanleiding geven tot een extra belasting op de onderzijde van de gesloten plaat.

Ook wordt deze plaat aan de bovenzijde nog extra belast door positieve en negatieve drukken veroorzaakt door de golfbeweging voor de sluis.

De invloed van geconcentreerde gebieden van lage druk in wervels en neren blijkt geleidelijk in waarde af te nemen naarmate men verder van de sluis vandaan komt. De constructie van het stortebed is hierbij aangepast. Aansluitend aan de gesloten betonnen plaat wordt, zowel aan de zee- als aan de rivierzijde, een overgangsgedeelte gemaakt waarin zeer zware storsteen 300/1000 kg als deklaag wordt toegepast. Daarop volgt een derde gedeelte waarin iets minder zware stortsteen 60/300 kg wordt gebruikt.
Wat de kosten per m² betreft, kan worden vermeld dat de betonplaat iets duurder is dan de constructie met zeer zware stortsteen. De constructie met stortsteen 60/300 kg is belangrijk goedkoper dan de beide eerstgenoemde uitvoeringswijzen.

De constructie van het stortebed

Voor het gesloten gedeelte van het stortebed bleek een vrij dunne vloer van gewapend beton op palen economisch de voorkeur te verdienen boven een zwaardere vloer zonder palen. Deze betonvloer zal aansluiten aan de damwand van het sluiscomplex, aan de andere zijde wordt hij opgesloten door middel van een azobé damwand van 7 m lengte.
De lengte van de betonvloer is enerzijds bepaald door de eerder vermelde belastingstoestand van actieve wervels en zich verplaatsende neren; anderzijds werd het wenselijk geacht in verband met de vereiste ruwheid van het benedenstroomse deel van het stortebed (reeds eerder genoemd in verband met de ontgronding) de lengte van het gedeelte met een ruw oppervlak niet te klein te maken.
De gedeelten met stortsteen zullen als filterconstructies worden uitgevoerd. Achtereenvolgens worden lagen grindzand, grof grind, lichte stortsteen en zware stortsteen aangebracht op zodanige wijze dat verplaatsing van het fijnere materiaal door het grovere heen niet kan plaats vinden. Overwogen wordt om als extra zekerheid onder in het stortebed een laag kunstweefsel aan te brengen.

Wat de uitvoering van het werk betreft zal een groot deel van het stortebed in den droge kunnen worden gemaakt. Het is de bedoeling dat met de droge ontgraving in het voorjaar van 1963 wordt aangevangen.
Nadat ongeveer 125 m van het stortebed aan weerszijden van de sluis gereed is gekomen, zullen de dijken van de bouwput worden verwijderd; daarna kan de rest van het werk in den natte worden uitgevoerd.
De beëindiging van het stortebed vereist speciale zorg. Reeds eerder is opgemerkt dat de ontgrondingskuil de neiging zal vertonen zich steeds verder uit te breiden. In dit verband werd daarom ook de aanzethelling van het talud van de kuil als criterium bezien.
Het is verder van belang om na te gaan of een talud dat krachtens de modelproeven in aanmerking komt uit grondmechanisch oogpunt de vereiste stabiliteit bezit. Men maakt in de modellen immers gebruik van bijzonder lichte materialen zoals gemalen bakeliet en plastic, waarvan de grondmechanische eigenschappen afwijken van de eigenschappen van het zand dat in het Haringvliet aanwezig is.
Om hieromtrent de nodige zekerheid te verkrijgen is een aanvullend grondmechanisch onderzoek in uitvoering.

Verwacht wordt dat het in den droge uit te voeren gedeelte van het stortebed tegen 1966 gereed zal kunnen zijn.

Verbindingen te water en te land in het Deltagebied sedert de Tweede Wereldoorlog

In nr. 22 van het Driemaandelijks Bericht is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de verkeersverbindingen in het Deltagebied tot de Tweede Wereldoorlog.
De Duitse inval in mei 1940 bracht ons land met betrekkelijk weinig materiële schade in handen van de bezetter.
Wat het Deltagebied en de directe omgeving betreft beperkte deze schade zich in hoofdzaak tot: het spoorwegviaduct door Rotterdam, de spoorbruggen over de Nieuwe Maas en de Koningshaven te Rotterdam, de spoorbrug over het Hollandsch Diep bij Moerdijk, de draaibrug over de Dintel bij Dinteloord en de bruggen over het Kanaal door Zuid-Beveland. Tijdens de bezettingsjaren werden de vernielingen hersteld. Het onderhoud van openbare werken liet echter, door gebrek aan materiaal, te wensen over.
De frequentie waarmee veer-, spoor-, tram- en busverbindingen werden onderhouden werd voortdurend geringer, terwijl bovendien in 1942 de locaal-spoorwegen van Goes naar Wolphaartsdijkse Veer en van Goes naar Wemeldinge werden opgeheven. De inundatie van Walcheren maakte in 1944 een einde aan het verkeer met de elektrische tram tussen Middelburg en Vlissingen. Zoals bekend kwam aan alle openbaar vervoer een einde in september 1944 als gevolg van de spoorwegstaking. Het bestaande motorrijtuigenpark verminderde sterk, er bleef geen brandstof over voor de voortdrijving en zelfs het fietsen werd ernstig bemoeilijkt doordat nieuwe banden vrijwel niet te krijgen waren.

Ook de binnenvloot leed sterk. Op 1 mei 1940 bestond zijn uit 20.600 schepen, vijf jaar later waren daarvan nog slechts 12.600 in vaarbare conditie. Dit waren voor een groot deel schepen van geringe waarde, daar vele van de grotere en nieuwere vaartuigen door de bezetter waren gerequireerd.
De schade tijdens de oorlogsjaren aan verkeer en vervoer toegebracht vloeide voort uit verschillende oorzaken. In dit verband moeten ook de bombardementen door geallieerde vliegers genoemd worden.
Uitermate omvangrijk waren de verwoestingen die door de Duitsers in het laatste oorlogsjaar werden aangericht. Deze omvatten o.a. vernielingen van havenwerken, bruggen, sluizen, het tot zinken brengen van schepen in vaarwegen en havenmondingen en de inundatie van een groot deel van het Deltagebied. Voorts moet worden herinnerd aan de schade die ons land werd toegebracht tijdens de gevechten om de bevrijding, waarbij in de eerste plaats wordt gedacht aan de inundatie van Walcheren.

In 1945 was de toestand in en nabij het Deltagebied zo dat vele wegen, hetzij door overstromingen, hetzij door bominslag of andere oorzaak nagenoeg vernield waren, de spoorwegen zwaar hadden geleden en bijna alle bruggen, tenminste tijdelijk, onbruikbaar waren.
Slechts de spoorbruggen en de bruggen voor gewoon verkeer te Rotterdam, de in 1942 gereed gekomen tunnel onder de Nieuwe Maas te Rotterdam, evenals de brug voor gewoon verkeer over de Oude Maas te Dordrecht waren op dat moment in tact.
Minstens even ernstig was de toestand van havens en vaarwegen. Door versperringen met behulp van tot zinken gebrachte vaartuigen waren o.a. de havens van Rotterdam, Dordrecht en Vlissingen niet te bereiken, terwijl kademuren en havenoutillage zwaar waren gehavend. De meeste kanalen waren onbevaarbaar doordat bruggen en sluizen waren vernield. Op nagenoeg alle tussenwateren was het scheepvaartverkeer door de aanwezigheid van mijnen en wrakken en de afwezigheid van betonning gestremd. Slechts over de Westerschelde en door het Kanaal door Zuid-Beveland was in mei 1945 weer scheepvaartverkeer mogelijk.

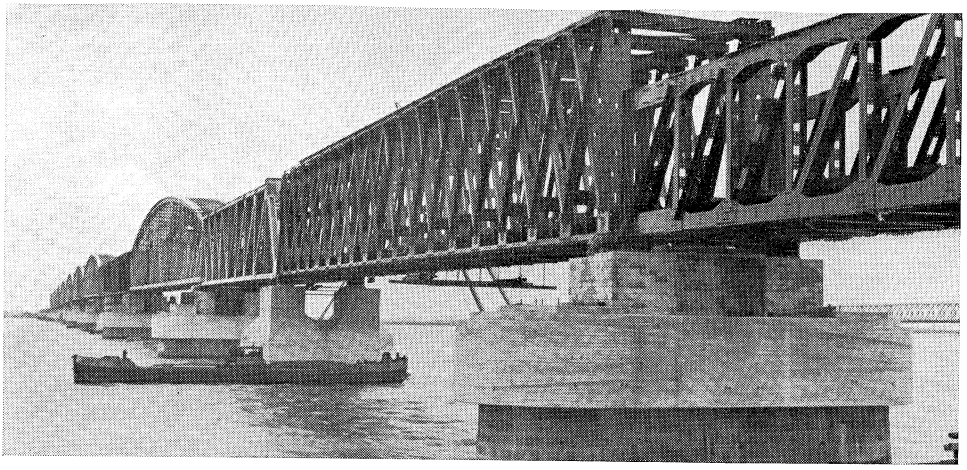
Herstel en verbetering

De Rijkswaterstaat werd gemachtigd alle noodzakelijke maatregelen te treffen tot het vrijmaken van vaarwegen en havens. Dit hield in het opruimen en herstellen van de daarbij behorende, vernielde of beschadigde kunstwerken en het bergen van de gezonken vaartuigen. Daartoe werd een opruimingsdienst in het leven geroepen, die een urgentieprogramma opstelde.
Wat het Deltagebied en de onmiddellijke omgeving daarvan betreft omvatte dit program het vrijmaken van de toegangswegen voor de zeescheepvaart naar Rotterdam, van de verbinding voor de binnenvaart tussen Rotterdam en Antwerpen (welke laatste haven onbeschadigd in geallieerde handen was gevallen) en van de havens van Rotterdam, Dordrecht en Vlissingen.
Ofschoon een ernstig tekort bestond aan materieel en materiaal werden in de nu volgende jaren een groot aantal werkzaamheden in snel tempo uitgevoerd. Hiertoe behoorden het herstel van de bruggen over de kanalen door Zuid-Beveland en Walcheren, het voorlopige herstel van de grote sluizen bij Wemeldinge en Hansweert en van de sluizen en havenwerken te Vlissingen, verder het herstel van de haven van Rotterdam en van de bruggen bij Moerdijk.

In vele gevallen leidden de herstelwerkzaamheden tevens tot het uitvoeren van reeds lang nodig geoordeelde verbeteringen. Zo werden nieuwe veerhavens aangelegd in Vlissingen en Breskens, werd de spoorbrug bij Moerdijk ingericht voor dubbelspoor en werden in het algemeen de veerverbindingen tussen de Zeeuwse eilanden belangrijk verbeterd. Binnen deze periode van herstel en verbetering valt ook de afsluiting van de Brielsche Maas. Hierdoor en door de bouw van een brug bij Spijkenisse is Rozenburg thans bereikbaar over vaste verbindingen en heeft het verkeer van Rotterdam en IJsselmonde met Voorne-Putten de keuze tussen twee bruggen. De afsluiting van de Brielsche Maas heeft de ontwikkeling van het Botlekgebied mogelijk gemaakt en die van het Europoortgebied bevorderd.

Toeneming van het verkeer

Terstond na het einde van de oorlog breidde het motorrijtuigenpark zich opnieuw snel uit.



Reeds in augustus van 1947 overschreed het aantal vrachtauto's het vooroorlogse cijfer. Met de autobussen was dit een jaar later het geval, de personenauto's volgden in augustus 1949. Ook de binnenvaart herstelde zich spoedig. De verhouding tussen de verschillende scheepstypen en -grootten wijzigde zich echter zo sterk dat een vergelijking met de vooroorlogse situatie nauwelijks mogelijk is.

Het aantal en het totale laadvermogen van de motorschepen waren reeds in januari 1951 groter dan twaalf jaar tevoren en daar de snelheid van deze schepen in het algemeen die van de sleepschepen, zeilschepen en schepen met motorische hulpkracht belangrijk overtreft, nam daardoor de vervoerscapaciteit van de Nederlandse binnenvaartvloot aanzienlijk toe. Het totale laadvermogen van de vloot overschreed het cijfer van 1943 echter eerst in 1959.

De ontwikkeling van het binnenscheepvaartverkeer in het Deltagebied toont eenzelfde beeld: ook daar nam de relatieve betekenis van de motorschepen toe. Zo passeerden door het Kanaal door Zuid-Beveland in 1951 45.100 motorschepen met een laadvermogen van 15,2 miljoen ton tegenover 13.300 andere schepen met een laadvermogen van 12,9 miljoen ton. Reeds toen was dus, in tegenstelling tot 1938, het verkeer met motorschepen, uitgedrukt in aantal en laadvermogen, belangrijker dan dat met sleepschepen.

Herstel en ontwikkeling werden onderbroken door de Stormramp van 1 februari 1953, waardoor grote delen van het Deltagebied overstroomden. Toen de dijken waren gedicht en de geïnundeerde gebieden waren drooggevallen bleek dat vele wegen en trambanen nagenoeg onherstelbaar waren verwoest.

Het directe gevolg was dat de tramlijnen op Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee werden opgeheven en door busdiensten vervangen [1]. Zoals ook na de drooglegging van Walcheren in 1946 werden herverkavelingen uitgevoerd in gebieden die door de ramp ernstig waren getroffen: Schouwen, Tholen, Waarde, de Zak van Zuid-Beveland. In het kader van deze maatregelen werden nieuwe wegen aangelegd, bestaande wegen werden van lastige bochten en hoeken bevrijd en ook overigens werden, waar nodig, verbeteringen uitgevoerd.

[1] De tramlijn Rosestraat (Rotterdam-Zuid)–Numansdorp werd enige jaren later opgeheven en door busdiensten vervangen. Slechts naar Brielle en Hellevoetsluis wordt nog de tramlijn onderhouden.

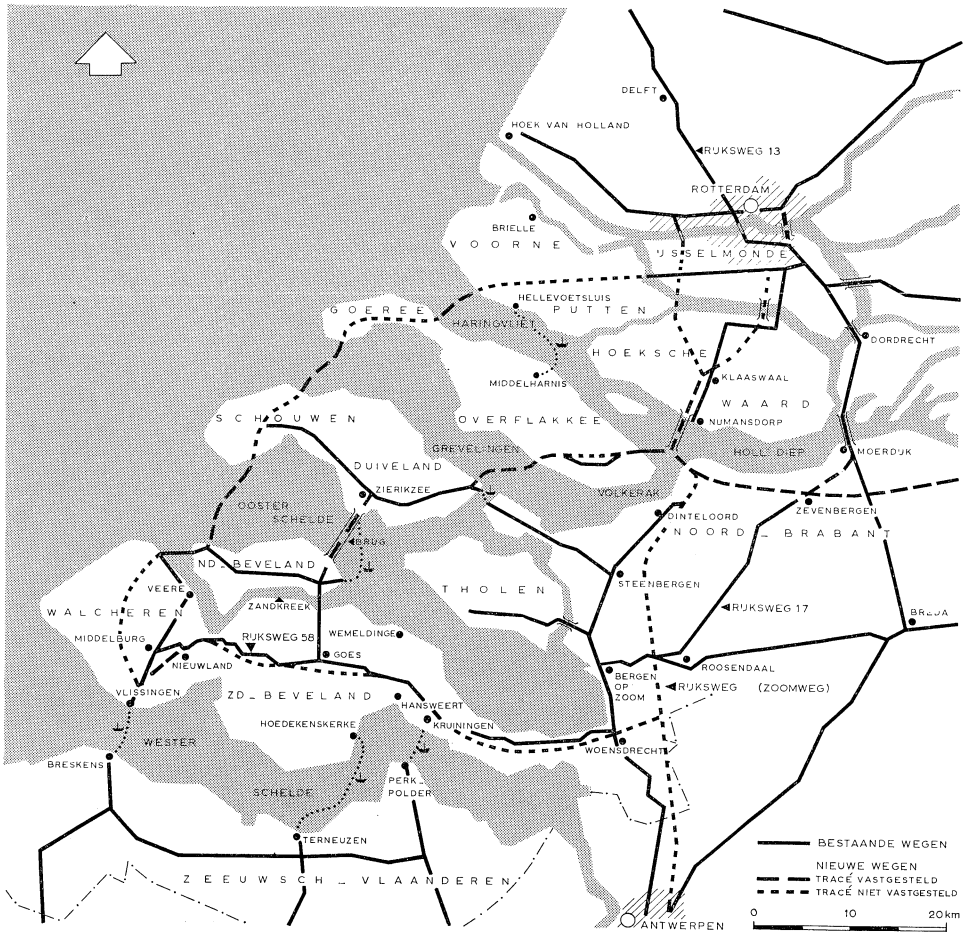
Aan het einde van de oorlog waren de bruggen over het Hollandsch Diep bij Moerdijk grotendeels vernield. De brug voor gewoon verkeer werd voorlopig hersteld door gebruik te maken van intact gebleven gedeelten (ook van de spoorbrug) en van overspanningen bestaande uit eenheidsmateriaal

Opheffing van het isolement als gevolg van de Deltawerken

Een uitermate belangrijk hoofdstuk in de geschiedenis van de verkeersverbindingen in het Deltagebied werd geopend door de uitvoering van het Deltaplan.
Als eerste eiland werd Noord-Beveland uit zijn isolement verlost ten gevolge van de afsluitingen van de Zandkreek (1960) en het Veersche Gat (1961) [2].
Vóór de totstandkoming van deze afsluitingen lag Noord-Beveland zeer perifeer, ook ten opzichte van het nabij gelegen Walcheren en Zuid-Beveland. Er bestond een veerdienst voor gewoon verkeer van Wolphaartsdijkse Veer naar Kortgene en er waren voetgangersveren van Veere naar Kamperland en van Wilhelminapolder naar Kats. Door de vaste verbindingen is het eiland thans met de rest van Nederland verbonden; het is bovendien vlak bij Middelburg en Goes komen te liggen (de afstand van Wissenkerke naar Middelburg bedraagt ca. 20 km, van Colijnsplaat naar Goes ca. 15 km).
De verkeerscheppende betekenis van de nieuwe verbindingen blijkt uit een vergelijking tussen de aantallen auto's die zijn geteld eerst op het veer en later op de wegen over de dammen. Door het veer bij Wolphaartsdijk werden in de winter van 1959/60 per dag gemiddeld ruim 370 personen- en vrachtauto's overgezet; een jaar later passeerden op vrijdagen over de dam bij Kats gemiddeld ruim 1100 auto's. In de zomer van 1961 was dit aantal nog belangrijk hoger en werden zelfs toppen van boven de 3000 per dag bereikt (op Tweede Pinksterdag en gedurende de tentoonstelling die de Zeeuwsche Landbouw Maatschappij op het eiland organiseerde). In de tweede helft van januari 1962 passeerden over de dam door het Veersche Gat per dag gemiddeld 320 twee-assige voertuigen.
Ook het contact tussen de drie-eilanden en Schouwen is thans intensiever dan tevoren. Tot voor kort voer de veerboot van Katseveer op Zuid-Beveland naar De Val (bij Zierikzee), sedert maart 1961 volgt zij een veel kortere route, nl. van de nieuwe veerhaven bij Kats op Noord-Beveland naar De Val. Deze verkorting van de afstand is op zich zelf reeds verkeerscheppend. Wanneer men het verkeer in de eerste twaalf maanden na de nieuwe regeling vergelijkt met dezelfde periode in de twee voorafgaande jaren blijkt een duidelijke toename: in de periode maart 1959–februari 1961 werden per maand gemiddeld 3600 per-

[2] De opheffing van het isolement van de Krimpenerwaard, dank zij de verkeersbrug in de stormvloedkering in de Hollandsche IJssel, wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Schema van bestaande en geprojecteerde wegverbindingen in het Deltagebied



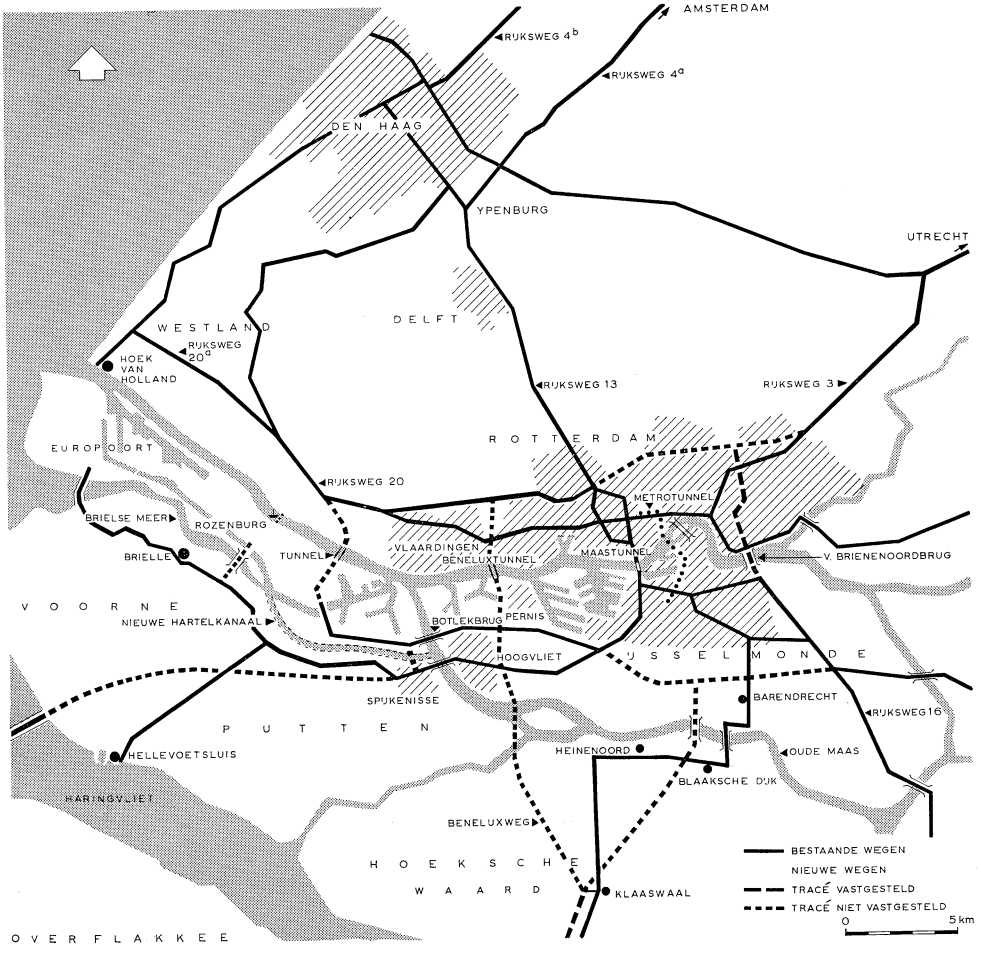
sonenauto's en 200 vrachtauto's en autobussen overgezet; in de periode maart 1962–februari 1962 waren deze aantallen resp. 5000 en 240.
De volgende verbinding in het kader van de Deltawerken vormt de dam door de Grevelingen tussen Duiveland en Overflakkee, waarop in 1964 volgens plan een verharde weg zal zijn aangelegd.
Zoals reeds meermalen in deze Berichten ter sprake is gebracht heeft het initiatief van de bevolking van de eilanden Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee ertoe geleid dat de brug over het Haringvliet bij Numansdorp vroeger wordt uitgevoerd dan aanvankelijk in het voornemen lag. In het Bericht nr. 14 is vermeld dat in juli 1960 overeenstemming werd bereikt tussen de ministers van Financiën en van Verkeer en Waterstaat enerzijds, de door belanghebbenden opgerichte N.V. Brugverbinding Goeree-Overflakkee en Hoeksche Waard anderzijds over de vervroegde aanleg van de bedoelde brug met de daarbij aansluitende noordelijke en zuidelijke toeritten. De vennootschap zal de brug, die midden 1964 klaar kan zijn, voor eigen rekening bouwen, onderhouden en exploiteren, in verband waarmede door haar gedurende een aantal jaren op de brug tol zal worden geheven.
Deze doorgaande verbinding via de brug bij Numansdorp en de dam over de Hellegatplaten naar Overflakkee en verder over de Grevelingendam naar Schouwen-Duiveland, zal ook voor Walcheren, Noord-Beveland en het westelijke deel van Zuid-Beveland van onmiddellijke betekenis zijn, mede omdat de veerroute tussen de midden-eilanden en Schouwen zoveel korter is geworden en bovendien besloten werd ook over de Oosterschelde een vaste verbinding te bouwen. Deze brug over de Oosterschelde, hoopt men in 1965 voor het verkeer te kunnen openstellen. Zij zal de volgende belangrijke stap zijn naar opheffing van het isolement van vele streken in het Deltagebied. Ook op deze brug zal tol worden geheven, vermoedelijk tot ongeveer 1978.

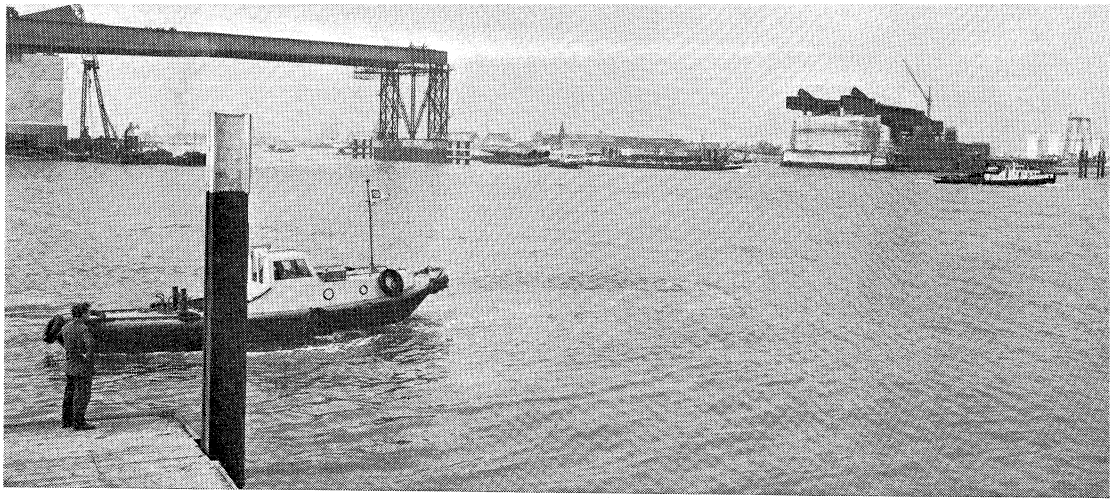
Wegverbetering en nieuw wegenschema

Nu reeds ondergaat het wegennet in het Deltagebied ingrijpende wijzigingen, terwijl belangrijke vernieuwingen op het program staan. In uitvoering is een verbetering van de verbinding tussen de Zeeuwse midden-eilanden en Noord-Brabant over de bestaande rijksweg nr. 58. Deze werd reeds in 1956 om het dorp Nieuwland geleid en in 1957 bij Kruiningen verdubbeld. De afsluiting van het Veersche Gat deed verschillende dijken hun functie als tweede waterkering verliezen. Deze binnendijken werden ter plaatse van de wegovergang afgegraven, wat het zicht ten goede is gekomen. Er wordt thans gewerkt aan een nieuwe weg tussen Vlissingen en Nieuwland en aan bochtafsnijdingen tussen dit dorp en de Sloedam. Het ligt in de bedoeling de weg ook op Zuid-Beveland te verleggen, waardoor hij geheel buiten de bevolkingscentra om zal gaan en de spoorweg zo weinig mogelijk zal kruisen. De afstand van Vlissingen tot Korteven zal door deze werken met 10% worden bekort; in tijd zal het voordeel echter nog belangrijk groter zijn, daar men regelmatiger met hoge snelheid zal kunnen rijden.
Voorts is van grote betekenis de aanleg van een nieuwe rijksweg (nr. 17) van Roosendaal naar Moerdijk. Daardoor kan de drukke route van Bergen-op-Zoom naar Breda voor een groot deel worden vermeden en wordt de afstand van Bergen-op-Zoom tot de brug over het Hollandsch Diep met 12 km verkort. Het grootste deel van deze nieuwe weg, van Roosendaal tot Zevenbergen, is in december 1962 reeds voor het verkeer geopend. Personenauto's kunnen verder van de bestaande provinciale wegen gebruik maken, die voor zwaar en snel vrachtverkeer echter minder geschikt zijn. Het laatste gedeelte van de weg zal naar verwachting in 1965 gereed komen.
Een van de grote hoofdverkeersaders van de toekomst wordt de rijksweg die veelal wordt

aangeduid als Beneluxweg of Zoomweg, en waarvan het tracé nog slechts in grote lijnen is vastgesteld. Het zal nog wel geruime tijd duren voor deze tweede internationale route, van Rotterdam naar Antwerpen, die zal voeren over de brug bij Numansdorp en het schutsluizencomplex in het Volkerak geheel gereed zal zijn. Het gedeelte van deze weg dat in het bijzonder als Zoomweg wordt aangeduid – omdat het over de hoge zoom der Noordbrabantse zandgronden voert – zal vóór de algehele voltooiing van deze weg in gebruik kunnen worden genomen, doch wanneer dit zal zijn is thans nog niet bekend. De weg zal worden geleid over de zuidelijke hoofden van de Volkeraksluizen, zij zal daar een vrije hoogte hebben tot N.A.P. + 14 m. Dit is voldoende voor het gros van de jachten en voor vissersschepen. Voor schepen met grotere hoogte, aannemersmaterieel etc., is over de oostelijke sluis een basculebrug ontworpen. Door dit gedeelte van de Zoomweg zal via de dam over de Hellegatplaten ook een vaste verbinding tot stand komen van Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee met de vaste wal van Noord-Brabant. Zolang de Zoomweg niet gereed is zal het verkeer uit of naar de Zeeuwse midden-eilanden, dat over de Volkeraksluizen wil gaan, gebruik moeten maken van grotendeels reeds bestaande verbindingen over Bergen-op-Zoom, Steenbergen en Dinteloord.
Zoals eerder werd opgemerkt ligt het in de bedoeling de nieuwe route tussen Roosendaal en de brug bij Moerdijk in 1965 in zijn geheel in gebruik te stellen. Tussen de Zoomweg en rijksweg nr. 17 zal een verbinding worden gemaakt. Op deze wijze zal ook de noordwesthoek van Noord-Brabant in oostelijke richting een goede wegverbinding krijgen.
De aansluiting van de brug bij Numansdorp aan de zijde van de Hoeksche Waard zal in eerste instantie tot nabij Klaaswaal over een gedeelte van de toekomstige Beneluxweg leiden; vanwaar het verkeer over bestaande provinciale wegen, via Blaaksche Dijk en de brug bij Barendrecht, naar het eiland IJsselmonde en via de provinciale weg door Barendrecht naar de rijksweg Rotterdam–Dordrecht zal worden geleid. Vervolgens hoopt men door een bochtafsnijding van Klaaswaal naar de brug bij Barendrecht de afstand met twee kilometer te bekorten en buiten de dorpen op Hoeksche Waard om te leiden, terwijl een afsnijding in het traject op IJsselmonde waarschijnlijk een nieuwe verkorting van een kilometer zal brengen. Door de bouw van een nieuwe, ruimere brug over de Oude Maas bij Heinenoord (ter vervanging van de brug bij Barendrecht) zal tenslotte de afstand opnieuw met drie kilometer worden verminderd.
Zeer spoedig na het gereed komen van de brug bij Numansdorp en van het Volkerakcomplex zal naar verwachting ook de afsluitdam met uitwateringssluizen en schutsluis aan de mond van het Haringvliet in gebruik kunnen worden genomen (1968). Over de schutsluis komt een basculebrug, over de uitwateringssluizen een weg op vaste overbruggingen. Mettertijd zal over de meest zeewaarts gelegen afsluitdammen en door het tussenliggende terrein op de kop van de verbonden eilanden een weg komen. Op Voorne-Putten zal deze 'Dammenweg' of 'Kustweg' van de dam naar het oosten lopen en aansluiten op de reeds genoemde Beneluxweg.
Er is nog geen overeenstemming bereikt over alle nieuwe verbindingen die in dit verband vereist zullen zijn, doch het volgende summiere overzicht kan in ieder geval worden verstrekt. De Oude Maas zal, behalve door de genoemde nieuwe brug bij Heinenoord ook, meer naar het westen, door een vaste oeververbinding in het tracé van de Beneluxweg worden gekruist (de nauwkeurige plaats en de aard van deze oeververbinding zijn nog niet bekend). Verder zal de brug bij Spijkenisse door een nieuwe worden vervangen, terwijl op wat langere termijn de voor gemengd verkeer dienende Botlekbrug waarschijnlijk zal worden verhoogd en wellicht verdubbeld, zodat één deel voor spoor en één voor gewoon verkeer kan dienen (in dat geval zullen de twee bruggen synchroon worden bediend). In het nieuwe Hartelkanaal, dat van het Europoortgebied naar de Oude Maas zal leiden,

Schema van bestaande en geprojecteerde wegverbindingen in de omgeving van Rotterdam





De Van Brienenoordbrug bij Rotterdam in aanleg

komt een nieuwe grote, mede voor duwvaart geschikte schutsluis, waarover een grote basculebrug, die de kleine brug over de tegenwoordige, kleine Hartelsluis zal vervangen en die aansluitend op ruime wegen aan beide zijden een betere verbinding tussen Voorne-Putten (in het bijzonder Spijkenisse) en het Botlekgebied tot stand zal brengen.
Van provinciale zijde zal men de Brielsche Maas-boezem ruim 2 km ten oosten van Brielle overbruggen, waardoor, in aansluiting aan een brug over het aan te leggen lateraal kanaal, een nieuwe verbinding tussen Rozenburg en Voorne-Putten zal ontstaan en het veer bij Brielle zal kunnen vervallen.
Men is thans volop bezig met de bouw van de 'Van Brienenoordbrug' over de Nieuwe Maas ten oosten van Rotterdam, in de nabijheid van Kralingsche Veer. Deze zal het eilandje Van Brienenoord op het meest oostelijke punt kruisen en de verbinding vormen tussen de weg Gouda–Rotterdam (rijksweg nr. 3) en de weg Rotterdam–Dordrecht (rijksweg nr. 16; deze is tevens Europaweg nr. 10). De brug zal ook van groot belang zijn voor verkeer van en naar industrieterreinen in Rotterdam-Zuid en op andere plaatsen van IJsselmonde en voor het stedelijk verkeer. Teneinde het scheepvaartverkeer zo weinig mogelijk te storen zal zij, behalve een beweegbaar gedeelte, een vrije doorvaarthoogte verkrijgen tot N.A.P. + 24 m. Naar verwachting zal deze brug in 1964 klaar zijn.
Ook aan de Metrotunnel in Rotterdam, die het toekomstige stadsspoor onder de Nieuwe Maas door zal voeren (welke spoorweg ook op de rechter Maasoever ondergronds zal zijn), wordt reeds gewerkt. Men verwacht dat dit project in 1966 gereed zal komen.
Kort nadien, in 1967, zal dit het geval zijn met de Beneluxtunnel die van een punt ten oosten van Vlaardingen onder de Nieuwe Maas door naar Pernis op IJsselmonde zal leiden. Deze tunnel wordt, evenals de brug bij Numansdorp, op regionaal initiatief vroeger gebouwd dan in het rijksschema mogelijk was, waarom ook hier gedurende een aantal jaren tol zal worden geheven. De tunnel die uit twee kokers zal bestaan, zal aansluiten op de weg van Rotterdam naar het Westland, die de Noordelijke Randweg langs de Waterweg-agglomeratie zal vormen (rijksweg nr. 20). Deze sluit aan op de weg van Den Haag naar Rotterdam (rijksweg nr. 13) en dus indirect op de weg van Ypenburg naar Burgerveen en Amsterdam (rijkswegen nrs. 4A en 4). Later zal een rechtstreekse verbinding met Ypenburg tot stand komen door middel van een weg die aan de westzijde langs Delft voert. De Noorde-

lijke Randweg wordt doorgetrokken naar de weg die van Gouda ten oosten van Rotterdam naar de Van Brienenoordbrug zal leiden. In westelijke richting takt de weg door het Westland af naar Hoek van Holland. Het traject van Hoek van Holland over de Noordelijke Randweg en naar Gouda en verder langs Utrecht en Arnhem is tevens Europaweg nr. 36. Ten zuiden van de Nieuwe Maas zal de Beneluxtunnel aansluiten op het nog niet geheel vastgestelde deel van de Beneluxweg op het eiland IJsselmonde en in verbinding staan met de Zuidelijke Randweg die buiten Hoogvliet, Pernis en verder Rotterdam-Zuid in het oosten op de bestaande weg Rotterdam–Dordrecht zal uitkomen.
Ook bestaan er plannen, die nog niet in het stadium van uitvoering verkeren, voor een verkeerstunnel onder de Nieuwe Maas dicht bij en ter vervanging van de thans gebruikte Willemsbrug, die in de Koningshaven reeds gedeeltelijk boven zal komen, en voor een spoortunnel op korte afstand daarvan. De enige resterende brug over de Nieuwe Maas zal dan zijn de hoge, ver stroomopwaarts gelegen Van Brienenoordbrug.

Afstanden

De toekomstige verkorting van de afstanden tussen enkele plaatsen in het zuiden van het Deltagebied en Rotterdam blijkt duidelijk uit het volgend overzicht. Deze verkorting zal in vele gevallen bovendien wegverbetering meebrengen die een verdere vermindering van de rijtijd betekent. Deze komt in het overzicht niet tot uitdrukking, evenmin als de opheffing van kosten en van wachttijden bij het gebruik van de veren etc., die tezamen nog belangrijker zijn dan de afstandsverkortingen alleen.

route via	afstand		
	Vlissingen–Rotterdam	Goes–Rotterdam	Kruiningen–Rotterdam
Breda–Dordrecht	147	117	104
Zevenbergen–Zevenbergschenhoek–Dordrecht	138	108	95
Zevenbergen–Dordrecht	131	105	92
Oosterschelde brug–Brug bij Numansdorp–Brug bij Barendrecht	110	89	102
Steenbergen–Brug bij Numansdorp–Brug bij Heinenoord	123	97	84
Oosterschelde brug–Brug bij Numansdorp–Brug bij Heinenoord	107	86	99
Zoomweg–Brug bij Numansdorp–Brug bij Heinenoord	119	94	81
Dammenweg [3].	100	107	120

Resumerend mag worden gesteld dat thans, niet alleen in vergelijking met een eeuw geleden maar ook met 1940, reeds vele grote verbeteringen in verkeer en vervoer zijn tot stand gekomen, dat het isolement overal reeds sterk is verminderd en in een aantal streken reeds grotendeels opgeheven en dat na de voltooiing van de Deltawerken de verkeerssituatie in het Deltagebied zeer goed zal zijn.

[3] Afstanden tot zuidzijde Beneluxtunnel 10 km minder.

De Zeeuwse oestercultuur en het Deltaplan

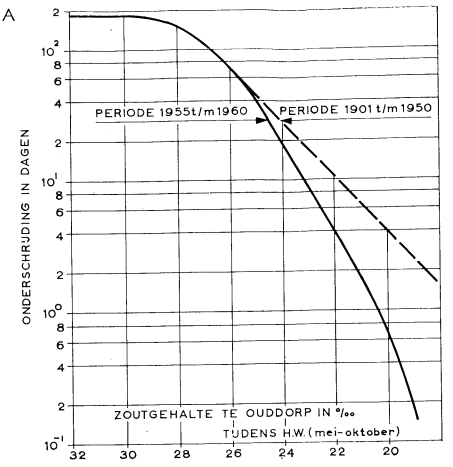
In maart van dit jaar hebben de ministers van Verkeer en Waterstaat en van Landbouw en Visserij besloten dat de aanleg van een oesterkweekbassin in het Grevelingenbekken en van een daaraan voorafgaande oesterproef in het Veerse Meer niet zullen doorgaan. Zij hebben zich daarbij gebaseerd op een deskundigenrapport waarin uiteen is gezet dat er periodieke onderbrekingen van de aanvoer van zeewater van de vereiste kwaliteit kunnen voorkomen, zowel in de Grevelingen als in het proefbekken in het Veerse Meer, welke onderbrekingen de oesterteelt aldaar onmogelijk zouden maken.
In het onderstaande wordt van de inhoud van dit rapport een overzicht gegeven.

In de paragraaf van het eindverslag van de Deltacommissie die getiteld is 'Voorzieningen ter beperking van schade aan de visserij en de schelpdiercultures' werd reds uiteengezet dat de mogelijkheden voor die cultures in het Deltagebied na het gereed komen van de afsluitingswerken zich niet gunstig lieten aanzien. De commissie vermeldde dat de mosselcultuur vrijwel geheel in de Waddenzee een plaats zal kunnen vinden. Met betrekking tot de oestercultuur heeft de Deltacommissie echter geen oplossing kunnen aangeven. Zij sloot de mogelijkheid tot het handhaven van de oestercultuur in het Deltagebied evenwel niet volledig uit, zoals moge blijken uit de volgende passage uit de genoemde paragraaf:
'Het is de commissie bekend, dat de mogelijkheid om de oestercultuur over te brengen naar het watergebied tussen de dammen in het Brouwershavensche Gat en in de Grevelingen, dat dan in zijn geheel of slechts voor een deel zout zou blijven, in studie is. Mocht dit technisch en economisch mogelijk blijken, dan moet tevens worden nagegaan of de hiermede gepaard gaande verkleining van de oppervlakte van het Zeeuwse merengebied met het oog op de waterberging ten behoeve van de zoetwaterhuishouding en de veiligheid toelaatbaar is. Na grondige studie van de waterhuishouding zal hierover een gefundeerd oordeel kunnen worden uitgesproken. Bovendien zullen de belangen van de recreatie met betrekking tot het Grevelingenbekken mede in het geding moeten worden gebracht.'
Ten aanzien van de in deze passage bedoelde studie van de mogelijkheid om de oestercultuur over te brengen naar het watergebied tussen de dammen in het Brouwershavensche Gat en in de Grevelingen, welk watergebied hierna mede zal worden aangeduid als Grevelingenbekken, kan het volgende worden medegedeeld.
Als gevolg van de voorgenomen afsluiting van de Oosterschelde, die in 1978 moet zijn voltooid, zal de bestaande oestercultuur in het Oosterscheldebekken tegen dat jaar moeten

zijn beëindigd. Van een voortzetting elders van de bestaande cultuur zal slechts sprake kunnen zijn wanneer de in de Oosterschelde aanwezige oesters tijdig kunnen worden overgeplaatst naar een nieuw in te richten bekken, waarin een produktie kan worden behaald welke in orde van grootte overeenkomt met de huidige. Wanneer men in aanmerking neemt het tijdschema van de Deltawerken, de grote oppervlakte die door een dergelijk nieuw oesterbekken, volgens de huidige inzichten terzake, in beslag zal worden genomen en de noodzaak van een ligging in de nabijheid van de zee, komt men tot de conclusie dat praktisch alleen een gedeelte van het Grevelingenbekken, gelegen direct achter de in 1970 te voltooien dam in het Brouwershavensche Gat, in aanmerking komt voor de inrichting van een zodanig oesterbekken.
De sociaal-economische aspecten van een oesterbekken in het Grevelingengebied blijven hier buiten beschouwing. In zuiver technisch opzicht behoeft de realisatie van een dergelijk project geen bijzondere moeilijkheden op te leveren. In het navolgende zal evenwel nader worden ingegaan op de vraag of het zoutgehalte van het aan het oesterbekken toe te voeren zeewater zal voldoen aan de daaraan te stellen eisen.
Door het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek wordt gesteld dat de oesterteelt slechts mogelijk is indien het binnen te laten zeewater een zoutgehalte heeft van ten minste 25‰ (25 gram zout per kilo water).
In de periode dat de watertemperatuur van het zeewater hoger is dan 10° C moet een regelmatige toevoer van grote hoeveelheden zeewater dat aan deze eis voldoet verzekerd zijn. Het zoutgehalte kan ongestraft oplopen tot 34 per mille, maar snelle wisselingen in beide richtingen moeten als ongunstig worden beschouwd.

Thans voorkomende zoutgehalten in het Brouwershavensche Gat

Onder de huidige omstandigheden kan het zoutgehalte van het vloedwater dat het Brouwershavensche Gat binnendringt aanzienlijk beneden het zoutgehalte van het zeewater dalen. Dit wordt veroorzaakt door een rondstroming gedurende de ebfase van het getij rond de Kop van Goeree. Het door de Rijn- en Maasafvoer verzoete water dat het Haringvliet verlaat wordt door de ebstroom langs de kust van Goeree gevoerd en bereikt bij de kentering eb-vloed het mondingsgebied van het Brouwershavensche Gat. De daaropvolgende vloed voert het zoete water dan het Brouwershavensche Gat binnen. Voor het onderzoek naar de kwaliteit van het water in het Brouwershavensche Gat voor de oestercultuur is gebruik gemaakt van de waarnemingen van het zoutgehalte bij het vaste monsterpunt te Ouddorp, welk punt ook na de afsluiting van het Brouwershavensche Gat representatief kan worden geacht voor de bepaling van de kwaliteit van het water in het zeegebied onmiddellijk buiten de afsluitdam. Deze waarnemingen worden dagelijks verricht ten tijde van HW en LW. Voor het onderhavige onderzoek is slechts gebruik gemaakt van de waarnemingen bij HW, daar dan vloedwater vanuit zee wordt aangevoerd, waarvan het zoutgehalte niet beïnvloed wordt door Rijnwater dat langs het traject Volkerak–Krammer–Grevelingen tot afvloeiing komt, terwijl rond HW het water langs natuurlijke weg in een eventueel oesterbekken ingelaten kan worden.
Uit de waargenomen HW-zoutgehalten te Ouddorp blijkt dat, alhoewel een ruime spreiding in de waarnemingen voorkomt, bij Rijnafvoeren groter dan 2500 m³/sec. het zoutgehalte bij Ouddorp gemiddeld beneden 25‰ daalt. De spreiding in de waarnemingen rond het gemiddelde verband wordt voornamelijk veroorzaakt door toevallige meteorologische factoren, die de genoemde stroming rond Goeree beïnvloeden. Bij lage afvoeren van de Rijn zijn de hoeveelheden zoet rivierwater die langs het Haringvliet afvloeien betrekkelijk gering. Dit uit zich o.m. in hogere zoutgehalten langs het gehele Haringvliet.



A. Overschrijding van het zoutgehalte bij hoog water te Ouddorp in dagen per zomerhalfjaar mei–oktober.

B. Overschrijding van de Rijnafvoer bij Lobith.

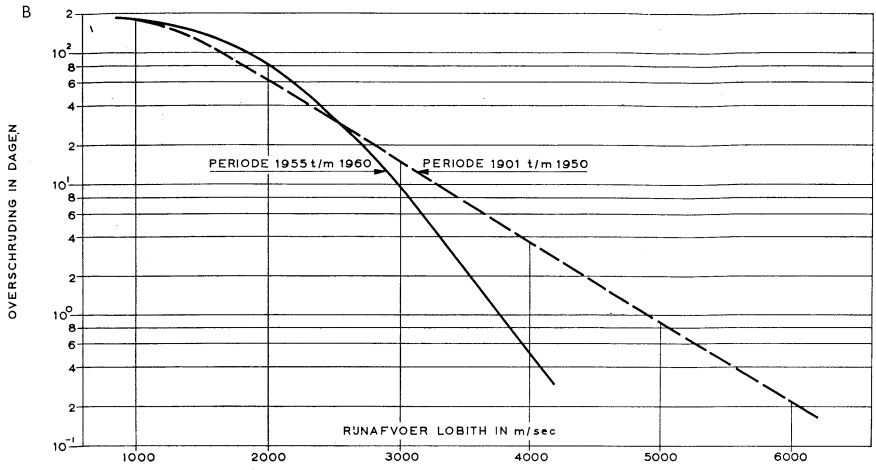
De menging met zeewater gedurende de rondstroming is dan voldoende om het zoutgehalte te laten stijgen tot waarden, die gemiddeld groter zijn dan 25‰. Bij afvoeren groter dan 2500 m³/sec. komt echter zoveel zoet water door het Haringvliet tot afvloeiing dat de menging tijdens de rondstroming onvoldoende is om het zoutgehalte te laten stijgen tot waarden groter dan 25‰. Voor de oestercultuur is van belang hoe vaak de situatie zodanig is dat de zoutgehalten bij Ouddorp lager zijn dan 25‰. In verband hiermee zijn de HW-zoutwaarnemingen te Ouddorp statistisch bewerkt. Daar in de winterperiode de toevoer van grote hoeveelheden zout water niet essentieel is voor de oestercultuur is bij deze bewerking slechts de periode beschouwd waarin de watertemperatuur hoger is dan 10° C. Uit temperatuurwaarnemingen bleek dat dit het geval was in de periode van 1 mei tot 31 oktober. In de tweede helft van april kan de temperatuur boven 10° C stijgen, doch de dag waarop dit geschiedt verschilt sterk van jaar tot jaar. In verband hiermee is de maand april geheel buiten beschouwing gelaten.

In de figuur is de onderschrijdingskromme gegeven voor het HW-zoutgehalte te Ouddorp in het zomerhalfjaar, die verkregen is uit de zesjarige waarnemingsperiode 1955–1960.

Uit deze figuur blijkt dat gedurende de 183 dagen in het zomerhalfjaar het zoutgehalte van 25‰ op gemiddeld 41 dagen werd onderschreden.

In de volgende figuur is de overschrijdingskromme van de afvoeren van de Rijn weergegeven, eveneens voor het zomerhalfjaar, zowel voor de periode 1955–1960 als voor de 50-jarige periode 1901–1950. Uit een vergelijking tussen deze beide overschrijdingskrommen blijkt dat in de zesjarige periode de afvoeren groter dan 2500 m³/sec. relatief minder frequent zijn voorgekomen dan in de 50-jarige periode. Hieruit kan worden geconcludeerd dat in de zesjarige periode hogere zoutgehalten zijn voorgekomen bij Ouddorp dan gemiddeld over een lange periode verwacht kunnen worden.

Gebruik makend van de afhankelijkheid tussen de Rijnafvoeren en de zoutgehalten is de onderschrijdingskromme voor de zoutgehalten bij Ouddorp voor de zesjarige periode getransformeerd naar een onderschrijdingskromme voor een 50-jarige periode. Op de hogere zoutgehalten is de invloed van de afwijkende Rijnafvoeren in de zesjarige periode gering. Voor de kritische grens van de oestercultuur bedraagt het verschil slechts vier dagen. Gemiddeld zal over een lange periode gedurende 45 dagen per zomerhalfjaar het zoutgehalte van 25‰ worden onderschreden. De zeer lage zoutgehalten zullen echter aanzienlijk frequenter voorkomen dan uit de zesjarige periode volgt. Zo zal b.v. een zoutgehalte van



22‰ gemiddeld op elf dagen per zomerhalfjaar worden onderschreden en een zoutgehalte van 20‰ gemiddeld op vier dagen per zomerhalfjaar tegenover resp. 4 en 0,5 dagen in de zesjarige periode.

De hierboven genoemde aantallen dagen per zomerhalfjaar waarop bepaalde zoutgehalten worden onderschreden zullen gezien de betrekkelijk geringe dagelijkse variaties in de afvoer van de Rijn geen los van elkaar staande gevallen zijn, doch meer de neiging vertonen op te treden in groepen van achtereenvolgende dagen. Zo zal b.v. een Rijnafvoer van 3500 m³/sec., waarbij gemiddeld een zoutgehalte te verwachten is van ca. 21‰, gemiddeld eenmaal per vijf jaren gedurende elf of meer achtereenvolgende dagen overschreden worden. Een Rijnafvoer van 4000 m³/sec., waarbij zoutgehalten van 20‰ te verwachten zijn, zal gemiddeld eenmaal per vijf jaar gedurende zes of meer achtereenvolgende dagen worden overschreden.

In verband met de gewenste stabiliteit van het zoutgehalte van de oestercultuur zijn de waargenomen zoutgehalten bij Ouddorp onderzocht op de van dag tot dag optredende variaties. Uit de resultaten hiervan blijkt dat gemiddeld 14 maal per zomerhalfjaar deze schommelingen groter zijn dan 2‰ en gemiddeld tweemaal per zomerhalfjaar groter dan 4‰. Deze variaties werden veroorzaakt door meteorologische omstandigheden die de rondstroming rond Goeree beïnvloeden.

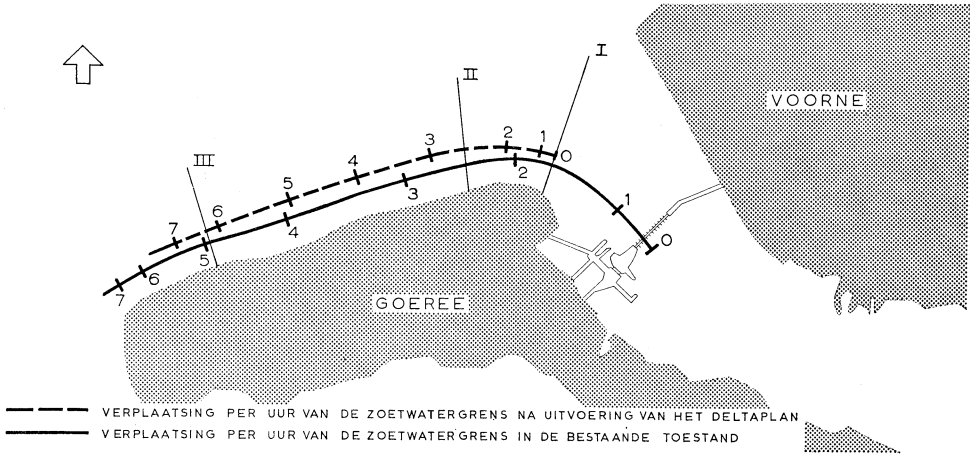
Het bovenstaande voert tot de conclusie dat het zoutgehalte van het water dat thans in de mond van het Brouwershavensche Gat wordt aangetroffen niet zal voldoen aan de door het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek gestelde eisen.

Het zoutgehalte in het Brouwershavensche Gat na voltooiing van de Deltawerken

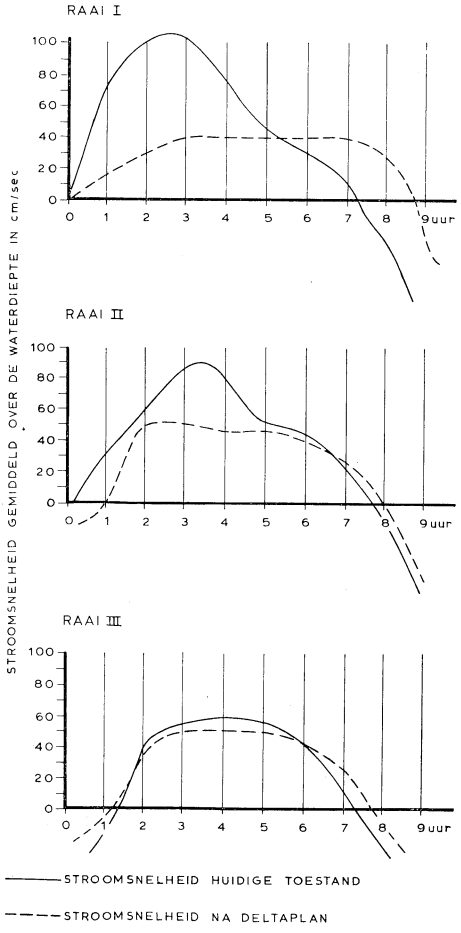
Op het ogenblik dat het oesterproject in het Brouwershavensche Gat tot stand zou komen zullen het Brouwershavensche Gat zijn afgesloten en de Haringvlietsluizen in bedrijf zijn gesteld. Dit zal tot gevolg hebben dat enige factoren die het zoutgehalte in het Brouwershavensche Gat bepalen zullen veranderen.

Het lozingsprogramma van de uitwateringssluizen in de Haringvlietdam zal zodanig zijn dat bij afvoeren van de Rijn groter dan 2000 m³/sec. minstens een zelfde hoeveelheid rivierwater via het Haringvliet naar zee zal worden afgevoerd als thans het geval is. Het Haringvliet zal dan evenwel grotendeels zijn verzoet, zodat de menging van het rivier-

water en het zeewater eerst buiten het complex der uitwateringssluizen zal beginnen, terwijl in de huidige omstandigheden tussen Willemstad en de zee het zoutgehalte van het Haringvlietwater al belangrijk is toegenomen door de menging met zout vloedwater dat uit het Volkerak op het Haringvliet wordt gebracht. De gevolgen hiervan voor het zoutgehalte in het Brouwershavensche Gat zijn tweeërlei. In de eerste plaats zal na de voltooiing van het Deltaplan de grens tussen het zeewater en het verzoete water van het Haringvliet enige kilometers dichter bij zee zijn gelegen door het wegvallen van de sterke vloedstromen die thans in de mond van het Haringvliet voorkomen. Hierdoor wordt de weg die het zoete water moet afleggen om het Brouwershavensche Gat te bereiken verkort. Bovendien wordt het zoutgehalte van het met de eb meegevoerde water lager dan thans door het wegvallen van de menging op het Haringvliet, hetgeen uiteraard de kwaliteit van het water dat de dam in het Brouwershavensche Gat bereikt in ongustige zin zal beinvloeden.
Hiertegenover staat dat als gevolg van de afsluiting van de zeegaten de sterkte van de zuidwaarts gerichte ebstroom die het zoete water meevoert zal afnemen, hetgeen een gunstig effect zal hebben op het zoutgehalte in het Brouwershavensche Gat.
Met behulp van een benaderende getijberekening is nagegaan in welke mate de ebsnelheden voor Goeree zullen afnemen en welke invloed dit zal hebben op de weg die door het zoete water van het Haringvliet gedurende de ebfase van het getij wordt afgelegd. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in de figuur. In deze figuur is het verloop van de stroomsnelheden gemiddeld over de waterdiepte gegeven voor een drietal punten voor Goeree, voor de huidige situatie en voor de toestand na de voltooiing van het Deltaplan. Het blijkt dat vooral in het mondingsgebied van het Haringvliet de maximale snelheden aanzienlijk kleiner worden.
Uitgaande van het ogenblik waarop in de aangegeven waarnemingspunten het zoutgehalte sterk daalde en dus de grens tussen zeewater en het zoete rivierwater passeerde, was het mogelijk voor de huidige toestand de positie van deze grens te berekenen bij het begin van de eb en vervolgens de verplaatsing van de grens van uur tot uur te bepalen. Deze bewegingen van de zout-zoetgrens zijn in het kaartje gegeven.
Indien men de optimistische aanname doet dat het mengingsmechanisme van zout en zoet water buiten de spuisluis in het Haringvliet in beginsel op dezelfde wijze blijft functioneren als thans het geval is en zich niet buiten de spuisluis een zeer zoete bovenlaag vormt die onder invloed van dichtheidsstromen en wind gemakkelijk kan worden verplaatst, dan moet verwacht worden dat de grens tussen het zeewater en het zoete rivierwater ten tijde van de vloedebkentering (uur 0) niet meer landinwaarts dan de op het kaartje aangegeven raai I zal liggen. Uitgaande van dit beginpunt kon aan de hand van de resultaten van de getijberekeningen de verplaatsing van deze grens na de uitvoering van het Deltaplan worden berekend. De beweging van deze grens vóór deze toestand is eveneens in de figuur weergegeven. Bij vergelijking van de toestanden vóór en ná Deltaplan blijkt, dat het punt dat aan het einde van de eb wordt bereikt na uitvoering van het Deltaplan ca. 1500 m dichter bij de Haringvlietmond ligt dan thans. Worden de oppervlaktesnelheden in rekening gebracht, die ca. 20% groter zijn dan de gemiddelde snelheden, dan wordt in beide gevallen het mondingsgebied van het Brouwershavensche Gat bereikt aan het einde van de eb, waarna de vloedstroom een verder transport in het Brouwershavensche Gat (na uitvoering van het Deltaplan in de richting van de dam) veroorzaakt. Het blijkt dus uit deze berekening dat, onder optimistische aannamen, bij gemiddeld getij in zee en zonder meteorologische invloeden, het zoete water van het Haringvliet ook na de uitvoering van het Deltaplan het mondingsgebied van het Brouwershavensche Gat bereikt. Een geringe verbetering in de frequentie waarmee de volledige rondstroming op-



De verplaatsing van de zoetwatergrens in de mond van het Haringvliet voor en na uitvoering van het Deltaplan



Stroomsnelheden in de mond van het Haringvliet bij een Rijnafvoer van 3000 m³/sec. in de bestaande toestand en bij geopende Haringvlietsluizen

treedt is wel te verwachten. Hiertegenover staat echter dat het water dat na voltooiing van het Deltaplan de mond van het Brouwershavensche Gat bereikt een lager zoutgehalte zal hebben dan thans, door het wegvallen van de menging op het Haringvliet. Bovendien zal door de afname van de stroomsnelheden ook de menging op zee minder snel verlopen. Dit zal dus tot gevolg hebben dat de invloed van de meteorologische factoren relatief zal toenemen en dat het zoutgehalte van dag tot dag sterker zal gaan variëren.
Het bovenstaande leidt tot de conclusie dat tegenover één factor welke een gunstige invloed zal hebben op het zoutgehalte van het water voor de dam in het Brouwershavensche Gat, enkele factoren staan welke daarop een ongunstige invloed hebben. Een juiste afweging van de absolute grootte van deze invloeden is gezien het gecompliceerde karakter van het mengingsverschijnsel niet mogelijk. Er zijn echter geen redenen te veronderstellen dat de kwaliteit van het water in het Brouwershavensche Gat na de uitvoering van het Deltaplan zal verbeteren en zeker niet op doorslaggevende wijze.
Opgemerkt zij nog, dat bij het technisch overleg betreffende het oesterproject in het Grevelingenbekken van Waterstaatszijde reeds in een vroeg stadium twijfel is uitgesproken ten aanzien van de vraag of het water voor de dam in het Brouwershavensche Gat wel zou voldoen aan de te stellen eisen wet betreft het zoutgehalte. Sindsdien zijn meer waarnemingen van het zoutgehalte onder de huidige omstandigheden beschikbaar gekomen en is ook het inzicht in de gevolgen van de afsluiting van de zeegaten verdiept, waardoor thans een meer gefundeerde uitspraak mogelijk is geworden.

Zoals bekend mag worden verondersteld werd het noodzakelijk geacht de uitvoering van een oesterproject in het Grevelingenbekken te doen voorafgaan door proefnemingen op technische schaal in een experimenteel bekken in het Veerse Meer. In juli 1962 werd door de Deltadienst van de Rijkswaterstaat, in nauwe samenwerking met het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek en de Provinciale Waterstaat van Zeeland, het ontwerp voltooid van een proefproject voor de schelpdierencultuur achter de afsluitdam in het Veersche Gat. De omvang van dit project was gebaseerd op een uiteindelijke produktie van 3 miljoen oesters per jaar (de huidige produktie van oesters in Zeeland bedraagt in totaal gemiddeld 25 à 30 miljoen per jaar). In het project was tevens opgenomen een installatie waarmee op betrekkelijk kleine schaal het kunstmatig verwateren van mosselen kon worden beproefd. Het tot stand brengen van dit project, alsmede de exploitatie daarvan gedurende vijf jaar, zouden een bedrag vergen van naar raming f 15 miljoen.
Naar analogie van de voorgaande beschouwingen betreffende het zoutgehalte van het buitenwater voor de dam in het Brouwershavensche Gat zal in het navolgende worden nagegaan welke factoren het zoutgehalte van het buitenwater voor de dammen in de Oosterschelde en het Veersche Gat in de toekomst kunnen beïnvloeden.
Na afsluiting van de Oosterschelde zullen dit estuarium en de ten noorden daarvan gelegen Zeeuwse stromen worden omgevormd tot zoetwaterbekkens. Deze zoetwaterbekkens zullen regelmatig moeten worden doorgespoeld, teneinde een goede kwaliteit van het water te kunnen handhaven ondanks de voortdurende belasting van deze bekkens met het zout afkomstig uit diverse bronnen; bovendien zal ook het overtollige water, grotendeels bestaande uit uitslagwater van polders en neerslag op de bekkens zelf, moeten worden geloosd. De totale lozing van de zoetwaterbekkens kan voorlopig worden gesteld op 200 m^3/sec. gemiddeld per etmaal. Gezien de vele factoren die de toekomstige waterhuishouding van het Deltagebied in ongunstige zin kunnen beïnvloeden moet dit getal eerder te klein dan te groot worden geacht.
Voor het ontvangen van het te lozen, grotendeels zoete water komen in aanmerking de kustwateren tussen Goeree en Walcheren, alsmede de Westerschelde. De geografische

spreiding van de zoutbelasting op de toekomstige zoetwaterbekkens en de wenselijkheid van het handhaven van een goede waterkwaliteit, bepalen de mate waarin de bovengenoemde ontvangende wateren zullen worden belast met water uit de zoetwaterbekkens. De genoemde factoren in aanmerking nemende kan worden gesteld, dat de lozingscapaciteit op de kustwateren voor de dammen in de Oosterschelde en het Veersche Gat in geen geval minder zal zijn dan 40 à 50% en niet meer dan 70 à 75% van de totale lozingscapaciteit.

Het buitenwater voor de dammen in de Oosterschelde en het Veersche Gat zal derhalve worden belast met een hoeveelheid zoet water van tenminste 80 à 150 m^3/sec. gemiddeld per etmaal. Daarmede dringt zich een vergelijking op met de beschouwingen welke hiervoor zijn gewijd aan het zoutgehalte van het buitenwater voor de dam in het Brouwershavensche Gat. Weliswaar zal de hoeveelheid op de kustwateren voor de dammen in de Oosterschelde en in het Veersche Gat te lozen zoet water belangrijk kleiner zijn dan de hoeveelheid zoet water die via het Haringvliet tot afstroming zal worden gebracht, maar daar staat tegenover dat in het eerste geval het zoete water rechtstreeks wordt geloosd op de wateren waaraan ook het in het oesterbekken in te laten water moet worden onttrokken. Naar analogie van de eerder gegeven beschouwingen kan worden gesteld dat de invloed van de lozing van zoet water op de kustwateren voor de dammen in de Oosterschelde en het Veersche Gat in wisselende mate, maar duidelijk merkbaar zal zijn ter plaatse van een inlaatsluis van een oesterproject achter een van deze dammen, waardoor voor een dergelijk oesterproject risico's zullen ontstaan die in redelijkheid niet aanvaard kunnen worden.

Op grond van het vorenstaande is het duidelijk geworden dat de hoop, de oesterteelt voor ons land en in het bijzonder voor Zeeland te behouden, niet in vervulling kan gaan.



Een landmijn ontploft onder het ijs van het Haringvliet

A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Tengevolge van de strenge vorst heeft het werk van 22 december tot 4 maart vrijwel geheel stil gelegen, zodat sinds het vorige Bericht weinig vorderingen zijn gemaakt. Een punt van bijzondere zorg was in deze periode de bescherming van de Baileybrug, tussen de bouwputten voor de spuisluizen en de schutsluis, tegen ijsgang. Deze brug is aangelegd door de N.V. Nestum om het verkeer van arbeiders tussen Goeree en het werk onafhankelijk te maken van een bootverbinding. In verband met het tijdelijke karakter van de brug zijn de pijlers betrekkelijk licht uitgevoerd, nl. als een dubbel damwandscherm met een H-profiel aan de kopeinden. Hiermee werd aanvaard dat de brug bij uitzonderlijk zware ijsgang beschadigd zou kunnen worden.

Toen in het begin van januari het Haringvliet veel ijs naar zee moest gaan afvoeren, verzamelde zich het ijs onder invloed van de heersende noordenwinden aan de zuidkant van de rivier en trok daar met het getij onder de Baileybrug heen en weer.

Zolang het water snel stroomde werden grote ijsschotsen door de pijlers als het ware doorgezaagd, maar tegen de kentering stroopte het ijs op tot velden, die tegen de pijlers drukten.

Het was niet mogelijk om met ijsbrekers de afvoer van het ijs gaande te houden, omdat de doorvaarthoogte onder de brug en de vaardiepte aan weerszijden te gering waren. Bovendien was de betonning door de ijsgang onbetrouwbaar geworden.

Om de ontwikkeling van de ijsveldvorming het hoofd te kunnen bieden is de hulp ingeroepen van militairen, nl. van het 462e bataljon pontonniers van het korps Genietroepen, het bataljon dat indertijd ook de brug heeft geslagen. Bij oriënterende proeven bleek het mogelijk om met blokjes trotyl van 250 of 500 gram, van de brug af op het ijs geworpen, de ijsgang gaande te houden zolang de velden niet te omvangrijk waren. Het effect was des te groter naarmate het ijs door de stroom onder grotere spanning werd gebracht. Op uitgestrekte vaste ijsvelden hadden deze ladingen echter geen effect; zo heeft gedurende enige weken het ijs aan weerszijden van de brug geheel vastgezeten: een oppervlakte van vele km² met een dikte van 20 à 30 cm.

Alleen aan de oever kon het ijs zich door de getijbeweging niet goed vasthechten; tijdens een springtij scheurden kort voor

hoog water grote stukken van het veld af. Op deze zelfde dag werden proeven gedaan om het effect te bestuderen van de ontploffing van landmijnen, waarvan één onder het ijs werd opgehangen en een tweede op het ijs werd gelegd, afgedekt met zandzakken.
Het effect van de eerste mijn was groot, want niet alleen ontstond een gat van 12 m middellijn met een aantal concentrische scheuren tot op 60 m afstand, maar het ijsveld scheurde over een lengte van 750 m door en het oostelijke deel dreef met de vloed weg. De trekspanning in het ijsveld, dat vastgehouden werd door de brugpijlers, moet als gevolg van de vloedstroom zeer groot zijn geweest.
Het resterende deel van het ijsveld rondom de brug werd vervolgens ondermijnd. Toen het de daarop volgende dag tijdens felle vloed in beweging kwam zijn de mijnen tot ontploffing gebracht. Het veld werd grotendeels verbrijzeld. Alleen dicht bij de brug moest het ijs met trotylblokjes worden losgemaakt.
De militairen, die gedurende twee maanden de brug dag en nacht hebben beschermd, gebruikten hierbij ca. 1200 kg trotyl.
De verbinding tussen Hellevoetsluis en de bouwput is gedurende de gehele vorstperiode dagelijks onderhouden met het m.s. 'Delta', zij het vaak met zeer grote moeite. Hierdoor was het ook mogelijk om post, doktoren en enkele passagiers voor Goeree mee te nemen op de dagen dat de normale veerverbindingen verbroken waren. De bouwhaven van de grote bouwput werd in deze periode o.a. gebruikt als ligplaats van vissersschepen uit Stellendam en Goedereede, voor de verscheping van uien naar Engeland en voor het herstel van schroefschade aan een aantal ijsbrekers.

De aanleg van de Grevelingendam tegen de Flakkeese oever

In de tweede helft van maart werd voortgegaan met het aanbrengen van de betonblokkenglooiing aan de oostzijde van de dam, terwijl werd begonnen met het aanbrengen van de klei boven deze glooiing. Op de kruin werd de weg voor langzaam verkeer aangelegd en aangesloten op de bestaande weg op de Zuiderlandse dijk.

Werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting van de noordelijke geul van de Grevelingen

In de laatste week van maart werd het derde (laatste) deel van het verankeringsblok voor de kabel, gelegen op het damvak voor Flakkee, gestort. Daarmede kwam het werk aan de onderbouw geheel gereed.
De montage van de staalconstructies werd voortgezet. Begonnen werd aan de noordzijde van de geul, terwijl aan de zuidzijde (op het damvak op de plaat van Oude Tonge) de montage van de ondersteuningsjukken voor de railbaan werd voorbereid. De aanvoer van stalen onderdelen vond voortgang.
De aanleg van de steen- en grinddepots werd voortgezet.

De bouw van de schutsluis in de Grevelingendam

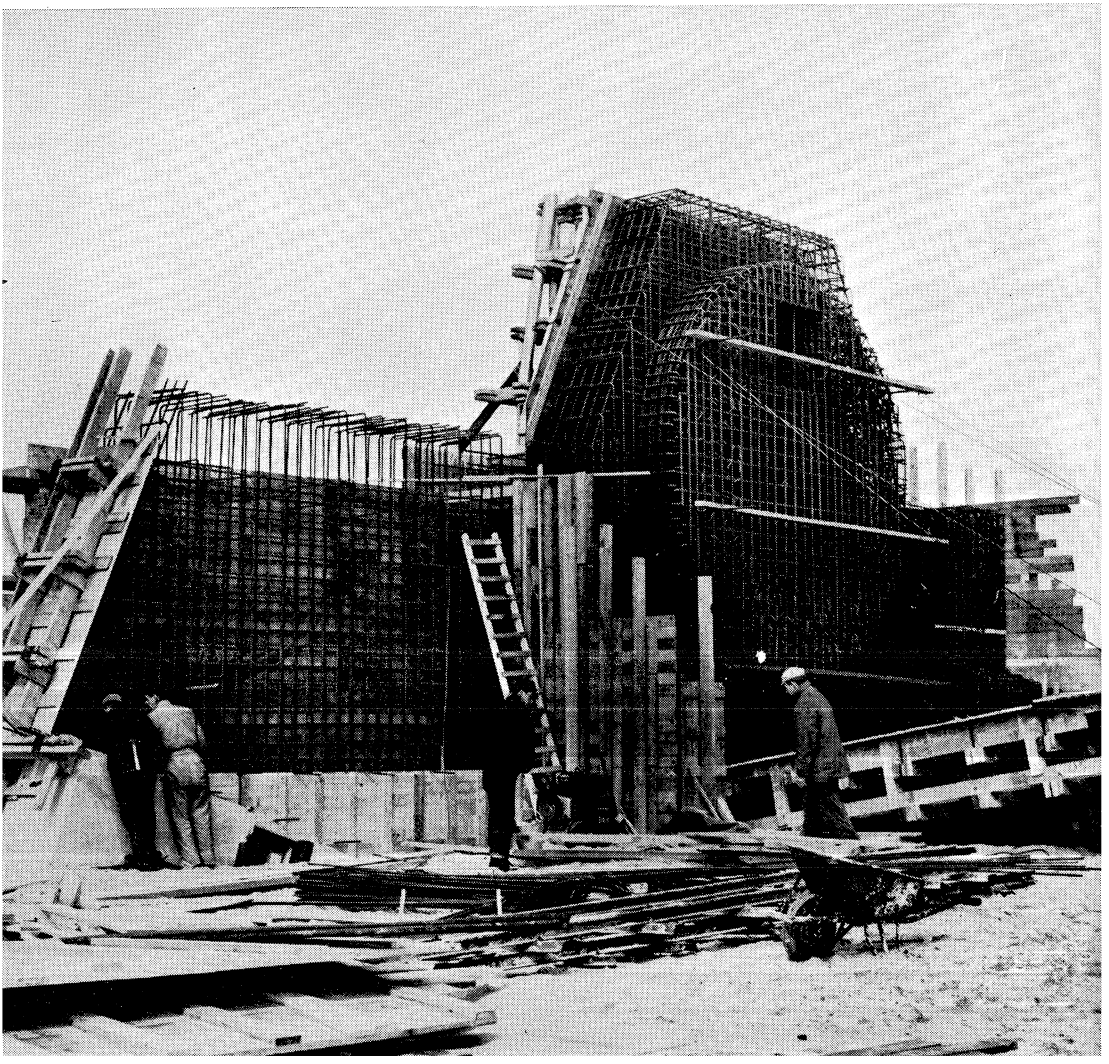
Het opstellen van de elektrische bewegingswerken voor de sluisdeuren en de ophaalbrug werd voortgezet. Sedert eind maart kan de brug elektrisch worden bediend.
Met het maken van de remmingswerken werd na half maart voortgegaan.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Voortgegaan werd met het baggeren van de havenkom en van de cunetten voor de grondverbeteringen.
De uit zware stortsteen samengestelde zuidoostelijke havendam kwam aan het eind van de verslagperiode nagenoeg gereed. Met het werk voor de noordoostelijke havendam, die eveneens uit zware stortsteen zal bestaan, werd begonnen.

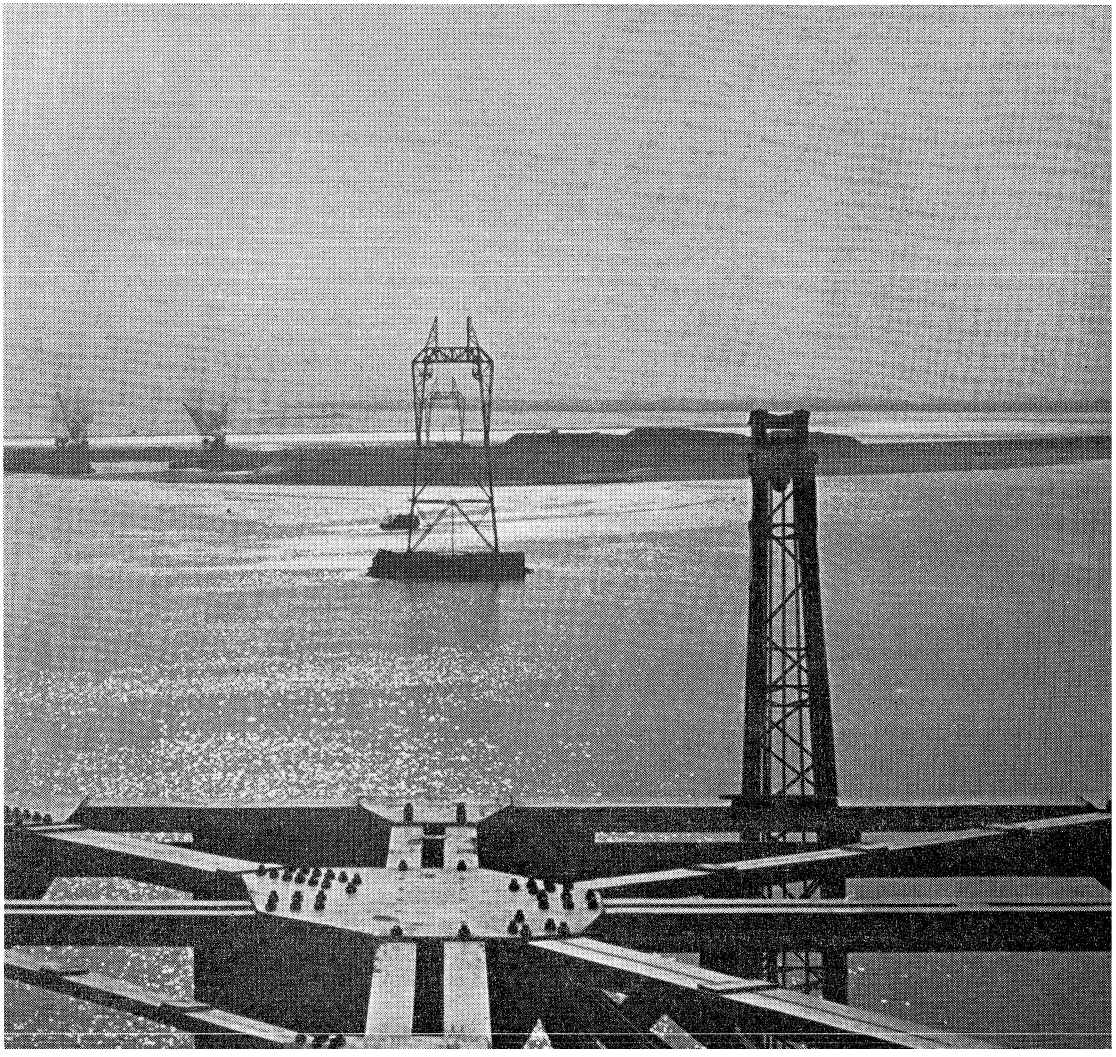
Voorts werd een aanvang gemaakt met de aanvoer van mijnsteen. Ter plaatse van de noordoostelijke havendam werd dit materiaal gelost, terwijl het aanbrengen van kraagstukken langs deze dam werd voortgezet.
Uit Kruiningen werden weer enige eenheidscaissons aangevoerd. Begonnen werd met het plaatsen van de caissons op een vooraf aangebracht zinkstuk ten behoeve van de opbouw van een loswal.

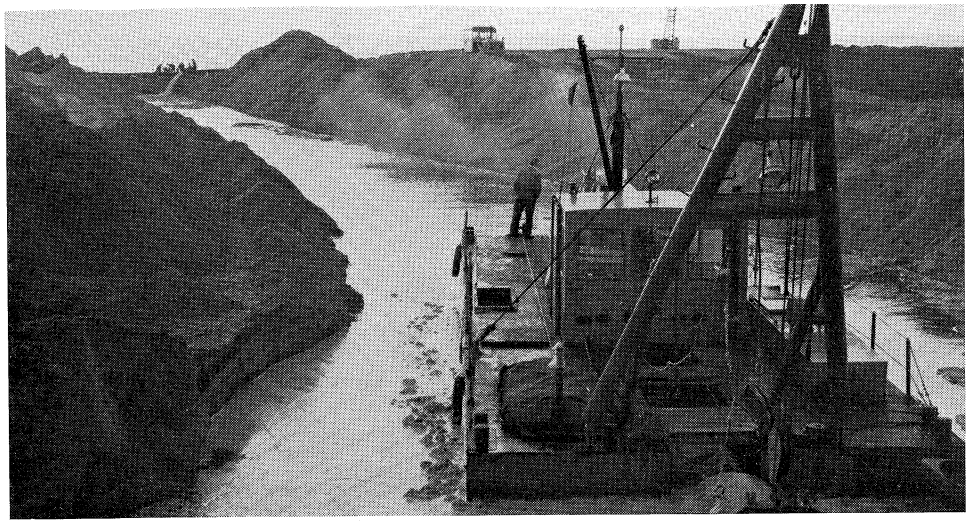
De wapening van het noordoostelijke verankeringsblok van de kabelbaan



Op het werkeiland in de Lauwerszee. De cutterzuiger 'Alexa', die de bouwput voor de uitwateringssluizen heeft gezogen, wordt via een grondsluis naar buiten gebracht. Het bassin van de grondsluis wordt volgepompt

Overzicht van de geplaatste pylonen voor de kabelbaan in de noordelijke geul van de Grevelingen, gezien vanaf de Flakkeese oever





De schutsluizen in het Volkerak

In de maanden januari en februari heeft het werk ook hier ten gevolge van de strenge vorst zo goed als stil gelegen.
Begin maart konden de werkzaamheden alle worden hervat. Tegen het einde van die maand werden vier sluisvloeren en twee funderingen van pijlers van het viaduct gestort, waarbij ca. 5000 m³ beton werd verwerkt.
Wel kon in de vorstperiode de uit de bouwput afkomstige grond, die was afgekeurd, naar de, onder normale omstandigheden uitermate moeilijk bereikbare, stortplaatsen in de polder Maltha worden vervoerd. Het betrof een hoeveelheid van 35.000 m³. De ontgraving ten behoeve van de schutsluizen kwam hierdoor vrijwel gereed.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De werkzaamheden op het werkeiland in de Lauwerszee kwamen ten gevolge van het invallen van de vorst omstreeks Kerstmis 1962 tot stilstand.
De cutterzuiger 'Alexa' kwam nog juist vóór die tijd gereed met het op diepte brengen van de westelijke bouwput voor de uitwateringssluizen.

Door middel van een grondsluis in de dijk van de bouwput is dit werktuig naar buiten gebracht. Hiertoe werd eerst een sleuf gegraven, die na het invaren van de 'Alexa' door een gronddam van de bouwput werd gescheiden. Vervolgens werd de waterstand in de sleuf door bijpompen van water zover verhoogd dat de 'Alexa' bij het volgende hoogwater in de nacht van 13 op 14 december door een opening in de glooiing naar buiten kon worden gesleept.
De werken hebben geen schade van de langdurige winter ondervonden. Dank zij de rustige dooiperiode is het ijs, dat vooral aan de westzijde van het werkeiland meters hoog was opgekruid, verdwenen zonder schade aan te richten. Het werkeiland kon hij opkomend water, als de ijsschotsen in de geulen van de Lauwerszee zeewaarts waren weggedreven, steeds per schip worden bereikt.
Op 18 maart 1963 zijn de werkzaamheden hervat.

De in het vorige nummer van deze Berichten vermelde uitschuring aan de westzijde van het werkeiland is langzamerhand tot staan gekomen, mede dank zij een inmiddels aangebracht uitbreiding van de bezinking.

Opgave van door het Rijk ten behoeve van de Deltadienst gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
BR 2977	28 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van constructiestaal ten behoeve van nablaligger en luiken in de nablaligger van de spuisluis in het Haringvliet
BR 2979	28 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van stalen deuren en kozijnen c.a. voor pijlers en landhoofden ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
BR 2981	27 juli 1962	Het vervaardigen en leveren van roestvrij stalen draadbussen ten behoeve van de Volkeraksluizen
BR 2982	27 juli 1962	Het vervaardigen en leveren van stalen ladders c.a. in de sluiskolk ten behoeve van de Volkeraksluizen
BR 2989	22 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van dekzerkomrandingen en passtuk c.a. ten hoeve van de schutsluis in het Haringvliet
BR 2993	22 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van onderlegplaten, ankers en bouten voor kam op ijspijler ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
BR 2998	15 mei 1962	Het leveren van lagers c.a. ten behoeve van de ophaalbrug over de schutsluis in de Grevelingen
BR 3000	25 mei 1962	Het vervaardigen en bedrijfsvaardig leveren op de bouwplaats van de complete afsluitbomen voor de ophaalbrug over de schutsluis in de Grevelingen
BR 3006	21 mei 1962	Het vervaardigen en leveren van 17 motoren ten behoeve van de schutsluis in de Grevelingen
BR 3030	22 augustus 1962	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een electrische noodinstallatie ten behoeve van de schutsluis in de Grevelingen
BR 3033	14 juni 1962	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van de complete elektrische installatie voor de schutsluis met ophaalbrug c.a. in de Grevelingen
BR 3036	28 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van stalen onderdelen ten behoeve van de drijvende aanleginrichting van de werkhaven in het Bootsgat
BR 3039	27 september 1962	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een ophaalbrug met elektro-mechanische bewegingsinrichtingen over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3040	25 september 1962	Het vervaardigen en leveren van staalconstructies ten behoeve van 34 stuks segmentschuiven voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3063	25 september 1962	Het vervaardigen en leveren van trappen, leuningen, bordessen, afdekkingen enz. ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3069	31 oktober 1962	Het vervaardigen en leveren van ijzerwerk voor steigers en remmingwerken voor het eerste gedeelte binnenhaven Plaats van Scheelhoek ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
BR 3070	24 oktober 1962	Het vervaardigen en leveren van bouten, moeren enz. ten behoeve van de steigers en remmingwerken voor het eerste gedeelte binnenhaven Plaat van Scheelhoek ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
BR 3091	25 oktober 1962	Het vervaardigen en leveren van dekzerkomranding c.a. op moten II, III, V, VI, VII, VIII en X ten behoeve van de schutsluis in het Haringvliet
BR 3093	7 november 1962	Het vervaardigen en leveren van voorbewerkte gietstalen onderdelen ten behoeve van de deuren in de Volkeraksluizen
BR 3094	24 oktober 1962	Het vervaardigen en leveren van verticale en horizontale aanslagen met stelconstructie c.a. voor stalen deuren ten behoeve van de Volkeraksluizen
SS 316	28 mei 1962	Het maken van het betonskelet boven N.A.P. +14. 85m en de afbouw van het gehele centrale bedieningsgebouw voor de spuisluis in het Haringvliet met bijkomende werken

Aannemingssom	Aannemer
f 38 000,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
f 235 300,—	N.V. Eland-Brandt te Amsterdam
f 9 540,—	Automatische Schroevenfabriek v/h Gebr. Velthuizen te Ridderkerk
f 17 600,—	Constructiewerkplaatsen W. Huizer N.V. te Capelle a/d IJssel
f 12 010,—	Werf I. S. Figee N.V. te Vlaardingen
f 8 675,—	Machinefabriek en Constructiewerkplaats B. Zwijnenburg te Krimpen a/d IJssel
f 9 553,18	N.V. Nederlandsche Mij. van Kogellagers S.K.F. te Veenendaal
f 11 130,—	'Hollestelle' Machinefabriek en Constructiebedrijf te Goes
f 7 791,68	N.V. Elektromotorenfabriek 'Dordt' te Dordrecht
f 13 025,—	N.V. Elektrotechnisch Installatiebureau L. J. van 't Westende te Middelburg
f 106 560,—	N.V. Rotterdamse Elektriciteits Mij. v/h H. Croon en Co. te Rotterdam
f 6 830,—	Spoorijzer N.V. te Delft
f 352 700,—	Boeli's Scheepswerven en Machinefabriek N.V. te Bolnes
f 6 250 000,—	Werkspoor N.V. te Amsterdam
f 3 000 000,—	De Vries Robbé en Co. N.V. te Gorinchem
f 1 750 000,—	Nederlandsche Staalindustrie N.V. te Rotterdam
f 2 000 000,—	Werf Gusto Staalbouw N.V. te Schiedam
f 2 000 000,—	N.V. Kon. Nederl. Machinefabriek v/h E. M. Begemann te Helmond
f 2 000 000,—	Lubbers' Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' te Krimpen a/d IJssel
f 1 250 000,—	Swarttouw's Constructiewerkplaatsen en Machinefabriek N.V. te Schiedam
f 1 250 000,—	Constructiewerkplaats en Machinefabriek Braat N.V. te Rotterdam
f 19 500 000,—	
f 54 382,—	'Moja' Fabrieken te Vlaardingen
f 15 360,—	Werf I. S. Figee N.V. te Vlaardingen
f 7 000,—	Lubbers' Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' te Krimpen a/d IJssel
f 8 100,—	Machinefabriek en Constructiewerkplaats B. Zwijnenburg te Krimpen a/d IJssel
f 239 060,—	Bakker N.V. Machinefabriek en Staalgieterij te Ridderkerk
f 79 430,—	Spoorijzer N.V. te Delft
f 1 136 900,—	N.V. Nederlandsche Sluis- en Tunnelbouw Maatschappij te Hellevoetsluis

Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten Directie Landaanwinnin

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 511	24 augustus 1962	Het maken van een drijvende vlettensteiger ten behoeve van de inrichting der werkhaven in het Bootsgat
LAW 512	16 november 1962	Overeenkomst betreffende de uitvoering der werken tot afsluiting van de Lauwerszee
LAW 513	16 november 1962	Het maken van een werkeiland met bouwput en werkhaven in de Lauwerszee met bijkomende werken
LAW 526	27 september 1962	Het leveren van Gelders griendhout ten behoeve van de aanleg van een werkeiland in de Lauwerszee
LAW 527	27 november 1962	Het lossen, vervoeren en opslaan van zink- en stortsteen en koperslakblokken ten behoeve van Lauwerszeewerken
BR 3036	28 augustus 1962	Het vervaardigen en leveren van stalen onderdelen ten behoeve van drijvende aanleginrichting van de werkhaven Bootsgat in de Lauwerszee

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede en

Nummer van het bestek	dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 553	1962-1963	Het onderhouden van beplantingen en het grasgewas alsmede het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, bermen, steigers en meergelegenheden op en langs de terreinen van de werkhaven, het sluizencomplex en de in eigendom van het Rijk zijnde terreinen van de buitenpolder Maltha in de gemeente Willemstad.

Lauwerszeewerken

Aannemingssom	Aannemer
f 9 935,—	Scheepswerf en Machinefabriek 'Welgelegen' te Harlingen
—	v. Hattum en Blankevoort N.V. te Beverwijk
—	Hollandsch Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. te 's-Gravenhage
—	N.V. C. J. van der Hoeven te 's-Gravenhage
—	Baggermij. Dirk Verstoep N.V. te 's-Gravenhage gezamenlijk optredend als 'KOMBINATIE LAUWERSZEE'
f 5 262 900,—	'Kombinatie Lauwerszee'
eenheidsprijzen	Jan de Jong Bzn. N.V. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Hollandsch Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. en N.V. C. J. van der Hoeven te 's-Gravenhage
f 6 830,—	Spoorijzer N.V. te Delft

gegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 64 800,—	P. C. Klein te Willemstad

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	170, 171
G. de Klerk	214
M. Luteijn	218
Rijksvoorlichtingsdienst	198
Rijkswaterstaat	177, 180, 204
H. J. Wenning	219
H. de Vries	217

A. De werken van het Deltaplan

227 De aanpassing van het bed van de benedenrivieren aan de toekomstige waterloopkundige situatie

234 De schuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

244 Voortgezet golfonderzoek in het noordelijke Deltagebied

249 De noordelijke voorhaven van het schutsluizencomplex in het Volkerak

254 Haven bij West-Report op Schouwen-Duiveland

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

256 Het dwarsprofiel van de afsluitdam in de Lauwerszee

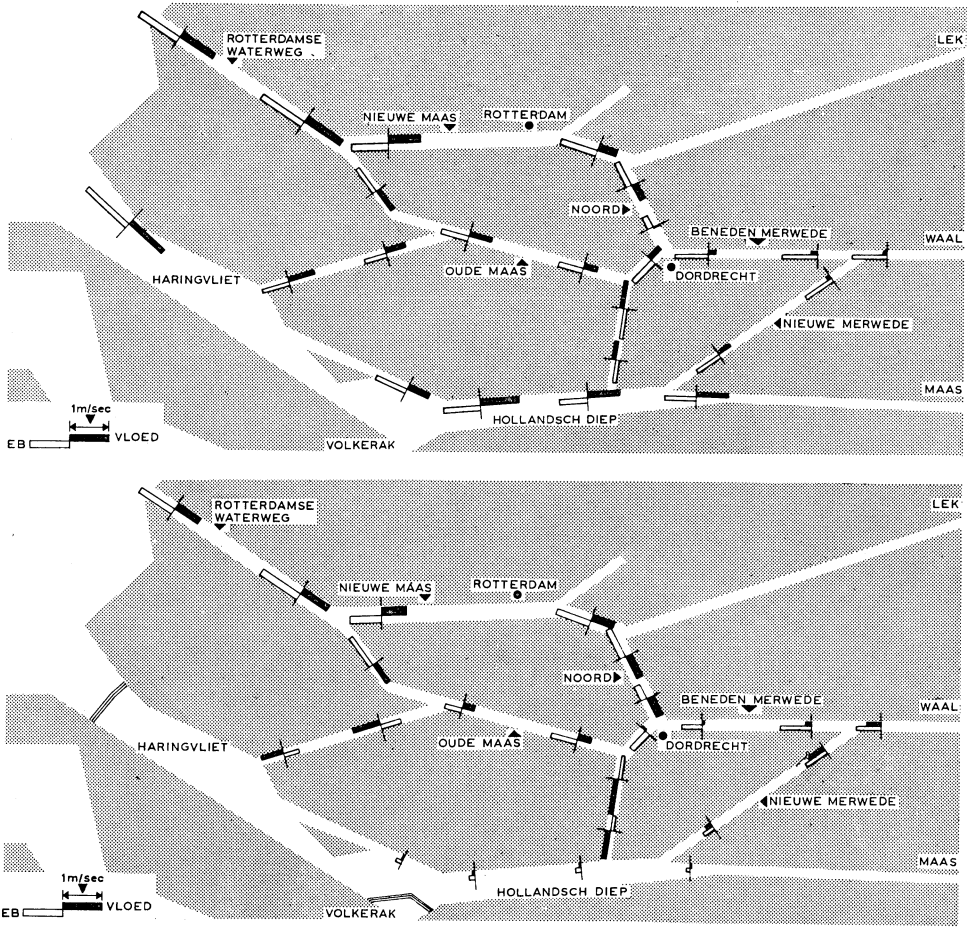
263 **Vorderingen**

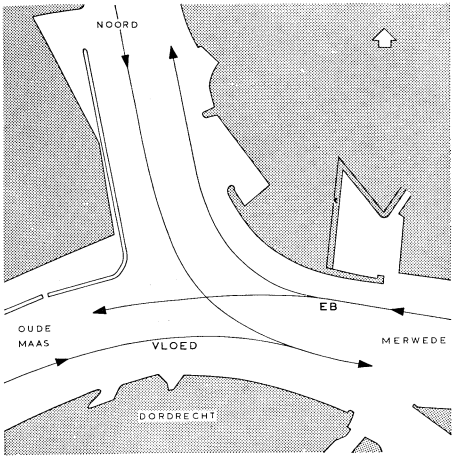
De aanpassing van het bed van de benedenrivieren aan de toekomstige waterloopkundige situatie

Het splitsingspunt bij Dordrecht

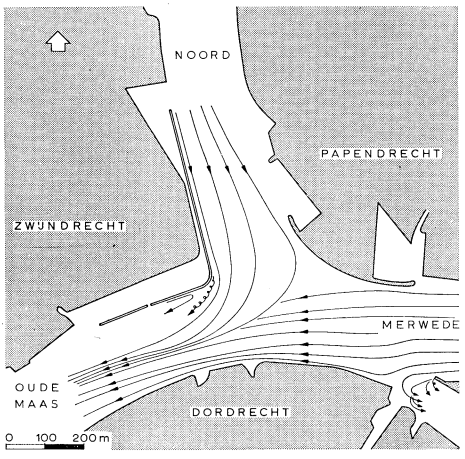
Wanneer in 1968 de Haringvlietsluizen gereed zullen zijn en hun taak ten dienste van een zo gunstig mogelijke verdeling van het opperwater der grote rivieren gaan vervullen, zal dit regelend ingrijpen in een groot gebied van de Delta vanzelfsprekend invloed hebben, zowel op de waterstanden als op de stromen.
In een vorige aflevering van dit Bericht (nr. 22) is gesproken over de gevolgen die veranderingen van de waterstanden zullen hebben op de waterstaatkundige relaties tussen het bestaande land en de benedenrivieren. In sterkere mate dan de waterstanden zijn evenwel de stroomsnelheden en stroomrichtingen gevoelig voor veranderingen in het regiem der rivieren.
Doordat de getijbeweging op het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Merweden door de uitvoering van de Deltawerken geheel buitengesloten wordt, zal het karakter van deze rivieren een sterke verandering ondergaan. Zij zullen door het ontbreken van vloedstroom gelijkenis gaan vertonen met de bovenrivieren, terwijl de stroomsnelheden in het algemeen zullen verminderen. De gemiddelde waterstand in deze rivieren zal hoger worden en het getijverschil zal afnemen.
In de Rotterdamse Waterweg en de Nieuwe Maas, die in open verbinding met zee blijven staan, zullen noch de gemiddelde waterstand noch het getijverschil merkbaar worden beinvloed. De getijstromen in de Rotterdamse Waterweg zullen daarentegen duidelijk kleiner worden. Het gaat echter buiten het bestek van dit artikel hier nader op in te gaan.
Doordat de waterstanden op het Haringvliet en aansluitende wateren zullen veranderen, de waterstanden op de Rotterdamse Waterweg daarentegen vrijwel niet, zullen de meest ingrijpende gevolgen zich voordoen in de rivieren die de dwarsverbindingen vormen tussen het Haringvliet en de Rotterdamse Waterweg. Deze rivieren zullen namelijk in perioden met kleine rivierafvoeren veel water in de richting van de Waterweg moeten doorlaten om het uit zee binnendringende zout te bestrijden.
Vooral ten aanzien van de Noord, de voornaamste verbindingsschakel van het systeem, rijst in dit verband een aantal problemen.
De gemiddelde afvoer van de Noord bedraagt bij de bestaande natuurlijke verdeling van het opperwater ca. 260 m^3/sec. Na de uitvoering van de Deltawerken, met open Oude Maas, zal deze hoeveelheid oplopen tot ca. 320 m^3/sec. Het spreekt welhaast vanzelf dat

De maximum eb- en vloedsnelheden op het stelsel der benedenrivieren bij gemiddelde Rijnafvoeren
1. Bestaande toestand
2. Na uitvoering van het Deltaplan bij gesloten Haringvlietsluizen





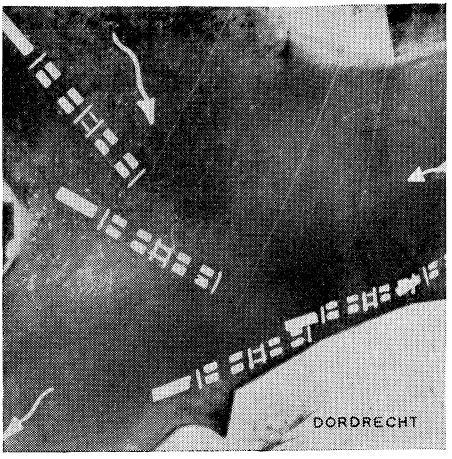
Eb- en vloedrichtingen in het splitsingspunt bij Dordrecht in de bestaande toestand



Voor de scheepvaart ongunstig stroombeeld zoals dat na gereed komen van het Deltaplan enige malen per jaar zal optreden.

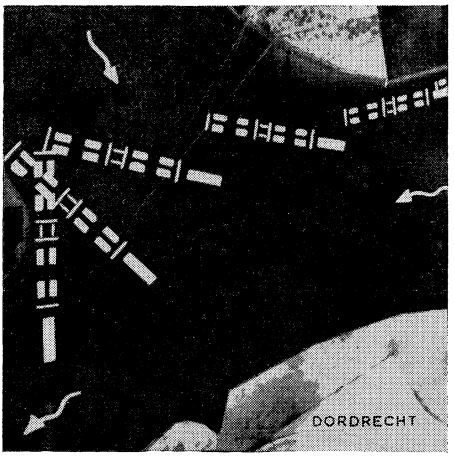
de ebstroomsnelheden in de Noord als gevolg van de grotere hoeveelheid opperwater, die moet worden afgevoerd, zullen toenemen. Aangezien de getijvulling en -lediging van het Haringvlietbekken voor een belangrijk deel via de Noord zal plaats vinden zullen ook de vloedsnelheden toenemen. Een en ander maakt het waarschijnlijk dat de bodem van de Noord zal gaan uitschuren. Het laat zich dan ook aanzien dat mettertijd de rivierbodem tegen deze uitschurende werking moet worden beschermd door het aanbrengen van een grindbestorting.

Ook voor de scheepvaart zullen de wijzigingen in de stromingstoestand consequenties hebben. Daar behalve de maximum snelheden ook de onderlinge faseverschillen tussen eb- en vloedstroom in de verschillende riviertakken zullen veranderen, zijn de moeilijkheden voor de scheepvaart voornamelijk te verwachten op de splitsingspunten der rivieren. Een van deze splitsingspunten, gelegen bij de stad Dordrecht, is in dit verband van bijzonder belang. Hier ontmoeten elkaar de Beneden Merwede, waarlangs een groot deel van het opperwater wordt aangevoerd, de Noord, die een deel van dit water naar de Waterweg voert, en de Oude Maas, die een schakel is in de verbinding met het Haringvliet. Het



Laboratoriumonderzoek naar de scheepsbewegingen bij ongunstige stroomrichtingen, zonder rivierverbetering.

Een opvarend duwconvooi loopt vast in de Dordtse oever.



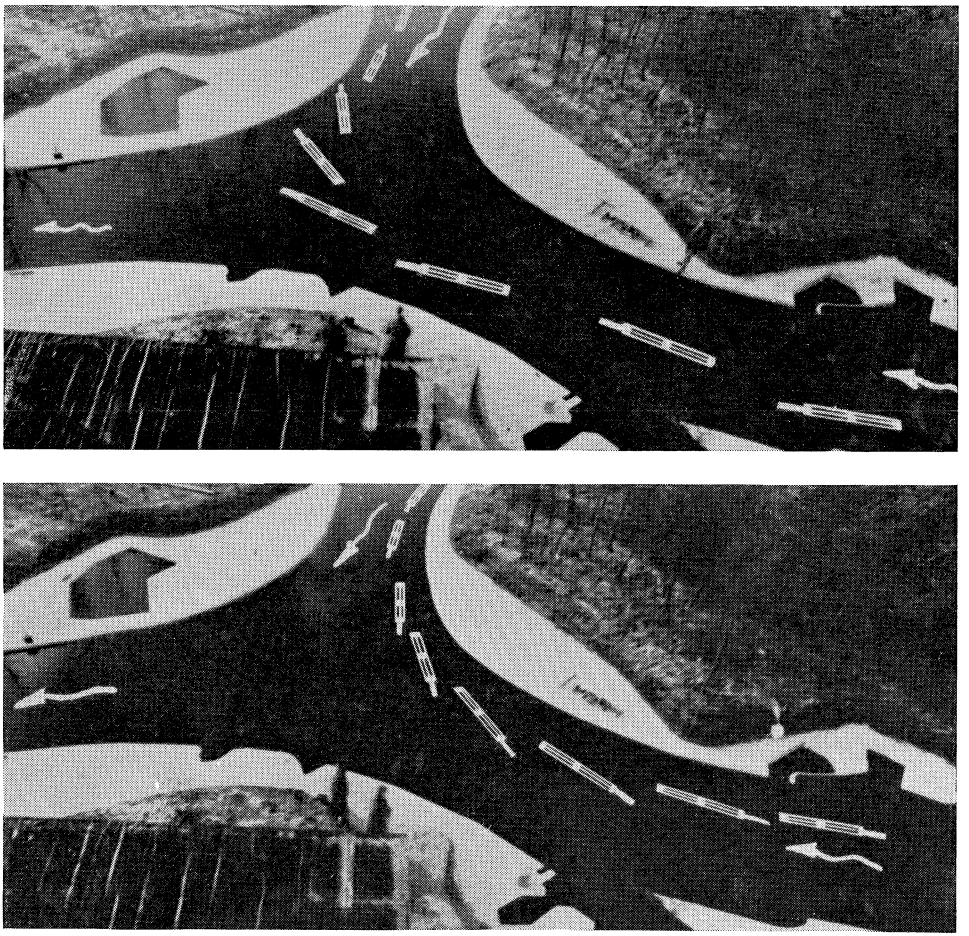
Een afvarend duwconvooi geraakt in de Zwijndrechtse oever

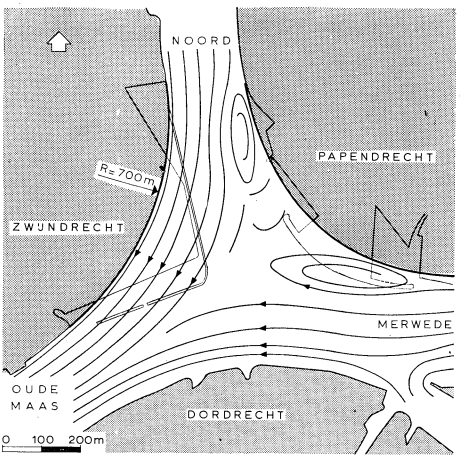
splitsingspunt is gelegen in de vaarweg van zowel Rotterdam als Antwerpen naar de Rijn; het is een van de drukste scheepvaartknooppunten ter wereld. Hier passeren per jaar meer dan 300 000 schepen met een totaal laadvermogen van 125 miljoen ton. Dit betekent een frequentie van ca. 1000 schepen per werkdag.
De dichte bebouwing van de stad Dordrecht aan de ene oever en belangrijke industrieën aan de beide andere oevers maken het moeilijk hier een ruim opgezette rivierverbetering uit te voeren.
Uit een vooronderzoek is gebleken dat de stromingstoestand en in het bijzonder de onderlinge faseverschillen tussen eb- en vloedstroom in de drie genoemde riviertakken ingrijpende veranderingen zullen ondergaan na het in gebruik nemen van de Haringvlietsluizen.
Thans treedt de ebstroom in de Noord, die van het splitsingspunt af is gericht, gelijktijdig op met de ebstroom in de Beneden Merwede, die naar het splitsingspunt toe is gericht. In de toekomst, na het gereed komen van de Haringvlietsluizen, kan echter bij tamelijk grote rivierafvoeren een vloedstroom in de Noord samenvallen met ebstroom in de Beneden Mer-

wede. In dit geval zullen de stroomsnelheden zowel uit de Noord als uit de Beneden Merwede naar het splitsingspunt toe zijn gericht.
De maximale snelheden zullen dan van de orde van grootte zijn van 1 m/sec. en gedurende drie uur per getij groter dan 50 cm/sec. Het is te verwachten dat gedurende ongeveer 15 dagen per jaar rivierafvoeren zullen voorkomen die deze toestand veroorzaken. Voor de scheepvaart op de route Oude Maas–Beneden Merwede zal het geschetste stroombeeld geen bijzondere problemen opleveren. Wel zou dit het geval kunnen zijn voor de vaart op de route Noord–Beneden Merwede. Een langs deze route varend schip, dat het splitsingspunt nadert, zal aanvankelijk stroom mee hebben, maar op het splitsingspunt aangekomen zal het voorschip plotseling een schuin aangrijpende tegenstroom ontmoeten. In het bijzonder voor de 175 m lange duwconvooien zal dit grote moeilijkheden geven bij het passeren van de toch reeds scherpe bocht.
Ter bestudering van dit vraagstuk werd een openluchtmodel gebouwd in het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst, waarin zowel het stroombeeld als de scheepsbewegingen zijn onderzocht.
Voor het onderzoek naar de scheepsbewegingen zijn modellen vervaardigd van de duwboot Olivier van Noort met vier bakken en van het motorschip Aquitania met twee sleepschepen. Ook is een model gemaakt van een sleepboot met een aantal sleepschepen, doch inleidende proeven toonden aan dat het gedrag van het duwconvooi beslissend was voor de bevaarbaarheid van het splitsingspunt, zodat het verdere onderzoek zich voornamelijk heeft beperkt tot proeven met dit model.
De aandrijving van de schroeven en van de roeren geschiedde door elektromotoren, die vanaf de wal werden gevoed. De besturing vond plaats door de voeding te regelen. De elektrische kabel, waarvan gebruik moest worden gemaakt, kon met behulp van een hengel zodanig naar het schip worden geleid dat op het schip zelf geen kracht werd uitgeoefend.
De waarde van scheepvaartproeven als deze bestaat in het zichtbaar maken van de vaarbeweging. Een voorwaarde voor het welslagen van de proeven ligt evenwel in de vaardigheid van de modelstuurman, die erin moet slagen een niet door schaaleffecten beïnvloede manoeuvre te maken en wel zoals deze ook in de werkelijkheid kan voorkomen. Hiervoor is echter een volledige bekendheid met de scheepsbewegingen in de werkelijkheid nodig. Met dit doel werd nabij het splitsingspunt een groot aantal waarnemingen gedaan om de scheepsbewegingen bij verschillende stromingstoestanden vast te leggen. Daar het in verband met de drukte van de scheepvaart niet mogelijk was de plaatsbepalingen van de schepen te verrichten met theodolieten zijn alle manoeuvres vastgelegd door middel van radar.
Op grond van de vaarlijnen die in de werkelijkheid zijn waargenomen is het gelukt de bewegingen in het model te reconstrueren. De scheepswaarnemingen in het model werden gedaan door met korte tussenpozen het model te fotograferen uit een 12 m hoge toren. Na enige training was de modelstuurman in staat voor de scheepsbeweging in het model een zeer goede overeenkomst met de werkelijkheid tot stand te brengen.
Een bestudering van de waterloopkundige situatie, bij de bestaande ligging van de oeverlijnen doch met het toekomstige ongunstige stromingsbeeld, leerde dat de vermoedens ten aanzien van de te verwachten hinder voor de scheepvaart gegrond waren. Het model toonde aan dat ter plaatse van het splitsingspunt de stroom, die uit de Noord komt, de oever bij Zwijndrecht zal loslaten en met een scherpe bocht zal oversteken naar het zuidelijke gedeelte van de Oude Maas, waar dan zeer hoge stroomsnelheden van ca. 2 m/sec. voorkomen. Dit zal tot gevolg hebben dat een duwconvooi, komend uit de Noord op weg naar Duitsland (opvaart), in de bocht bij het voorschip schuin zal worden gegrepen door de tegenstroom, terwijl het achterschip nog stroom mee heeft. Hierdoor zal het schip bij Dor-

Stroombeeld bij rivierverbetering door afronding van de Zwijndrechtse- en Papendrechtse oevers

Laboratoriumonderzoek naar de bevaarbaarheid na afronding van de oevers
Zowel de op- als afvaart verloopt zonder moeilijkheden





drecht in de oever vastlopen. Een schip op weg naar Rotterdam (afvaart) zal op geheel overeenkomstige wijze bij Zwijndrecht in de oever vastlopen.
Het spreekt vanzelf dat deze consequenties niet kunnen worden aanvaard. Om een betere situatie te verkrijgen werd vervolgens onderzocht welke oeververbeteringen in aanmerking zouden kunnen komen. In de eerste plaats werd gezocht naar een verruiming langs de Zwijndrechtse oever. Een afronding tot een straal van 700 m had tot gevolg dat de stroom de oever goed bleef volgen, zodat stroomconcentraties werden voorkomen. Tevens ontstond aan de overzijde bij de Papendrechtse oever een gebied met zeer kleine stroomsnelheden.
De opvaart zal in deze situatie eerder de gelegenheid hebben om bij te draaien en door het nu bereikte gunstiger stroombeeld een geleidelijke overgang kunnen maken van mee- naar tegenstroom. De opvaartmanoeuvre zal geen ernstige moeilijkheden meer bieden. De afvaart zal gebruik kunnen maken van het zojuist genoemde stroomloze gebied. Dit gebied bleek echter nog te klein van oppervlak, hoewel het gevaar voor vastlopen aan de oever aanzienlijk was gereduceerd. Het duwconvooi in het model kwam nog ver over het midden aan de linker oever van de rivier aan, zodat gevaar zou ontstaan voor aanvaringen met tegenliggers.
Het bleek dat een afronding met een straal van eveneens 700 m aan de Papendrechtse oever een zodanige vergroting van het stroomloze gebied geeft dat de afvaart zich zal kunnen aanpassen aan de overgang van mee- naar tegenstroom. Door het uitvoeren van deze beide oeververbeteringen kan een stroomsituatie worden verkregen waarbij de opvaart noch de afvaart bij het passeren van de bocht in moeilijkheden komen.
Tot besluit van het onderzoek is de gevonden oplossing getoetst aan een groot aantal andere stromingstoestanden die op deze plaats kunnen voorkomen gedurende andere fasen van het getij en bij verschillende rivierafvoeren. Hierbij deden zich echter geen problemen voor.
Uit het voorgaande moge blijken dat in het noordelijk deltagebied, door het in gebruik nemen van de Haringvlietsluizen, veranderingen in de stromingstoestand zullen plaatsvinden die aanpassing van de bestaande configuratie van het rivierbed noodzakelijk maken. Naast de eigenlijke deltawerken vereisen ook dit soort werken een zorgvuldige voorstudie, waarbij alle facetten van de toekomstige waterverdeling over de verschillende takken beschouwd moeten worden.

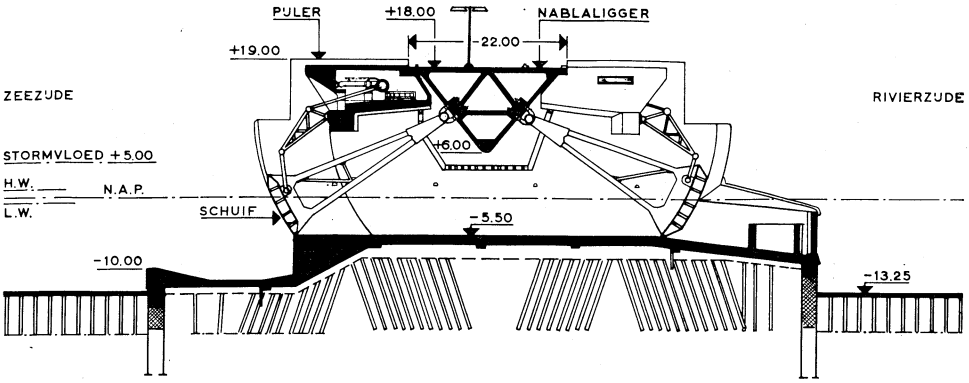
De schuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Zoals de lezer uit vorige afleveringen van het Driemaandelijks Bericht bekend zal zijn bestaan de uitwateringssluizen in het Haringvliet uit 17 spui-openingen. Deze openingen, die elk een breedte hebben van 56,50 m, worden afgesloten door stalen schuiven. Zowel aan de zee- als aan de rivierzijde worden de schuiven door armen aan de nablaligger verbonden. De hydrodynamische belastingen die op de schuiven zullen worden uitgeoefend worden via deze armen overgebracht naar de nablaliggers, de ruggegraat van het sluizencomplex.

De zeeschuiven

Het keerlichaam van de schuiven wordt met een dubbele wand uitgevoerd. Wat de grootte van de waterdrukken op de schuiven betreft zou men heel goed hebben kunnen volstaan met één wand, bestaande uit een beplating aan de voorzijde, gedragen door horizontale liggers met aan de achterzijde in plaats van een volle beplating, stripvormige flenzen. Deze constructievorm was in het onderhavige geval echter niet geschikt, omdat terdege rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid om de schuiven uit drijfijs omhoog te kunnen trekken. IJsschotsen zouden tussen de flenzen in het stuwlichaam kunnen dringen en een grote extra belasting vormen, wat voor de economie van het hefmechanisme uiteraard nadelig is. De constructie met dubbele wanden beoogt derhalve een ongehinderde hefmanoeuvre van de schuiven uit de eventuele ijsvelden te verzekeren.
Voor- en achterwand worden elk 10 mm dik. De ruimte tussen de wanden is door middel van schotten verdeeld in een viertal over de gehele schuiflengte lopende horizontale kokers, de boven- en onderzijde worden afgesloten door kokers van driehoekige doorsnede. Ten einde een rustige hefbeweging te verzekeren en de golfdrukken gelijkmatig naar de nablaligger over te brengen wordt elke schuif door vier armen gesteund. Deze vier armen worden door middel van dwarsdragers met het keerlichaam verbonden.

De armen verdelen een schuif in vijf stukken, nl. drie middenstukken en twee eindstukken. Elk tussenstuk wordt 14,80 m lang. De eindstukken van de schuiven die aan de landhoofden zullen aansluiten worden elk 6,05 m lang, de overige allemaal 7,05 m. De totale lengte van een middenschuif bedraagt derhalve ca. 58,5 m, die van de beide buitenste schuiven 57,5 m. In hoogterichting reiken de zeeschuiven van N.A.P. – 5,50 m tot N.A.P. + 3,00 m.
De zeeschuiven hebben als belangrijkste functie de golfaanval te breken. Het schuiflichaam



Doorsnede van de uitwateringssluizen

bevat 5 horizontale liggers, die de dwarskrachten van het schuifgedeelte tussen twee armen in, op de armkokers overbrengt. Dit geschiedt door middel van een dubbelwandige dwarsdragerconstructie waaraan genoemde liggers door middel van inschietende dwarsplaten zijn bevestigd. Genoemde armkokers staan aan de stuwzijde wijd uit elkaar en lopen tot het scharnierpunt in de nabijheid van de nablaligger schuin naar elkaar toe. Zij vormen op deze wijze een driehoek waarbinnen twee steunende elementen worden aangebracht, die bovendien nog een dragende functie bieden wanneer de schuif uit drijfijs geheven wordt. De benedenste kokers zijn aan boven- en benedenzijde voorzien van ijsbrekers.

De genoemde 5 horizontale liggers tussen de vóór- en achterwand zijn voorzien van een groot aantal driehoekige gaten en van aangelaste diagonaalsgewijze lopende verstijvingsstrippen die een soort vakwerk vormen.

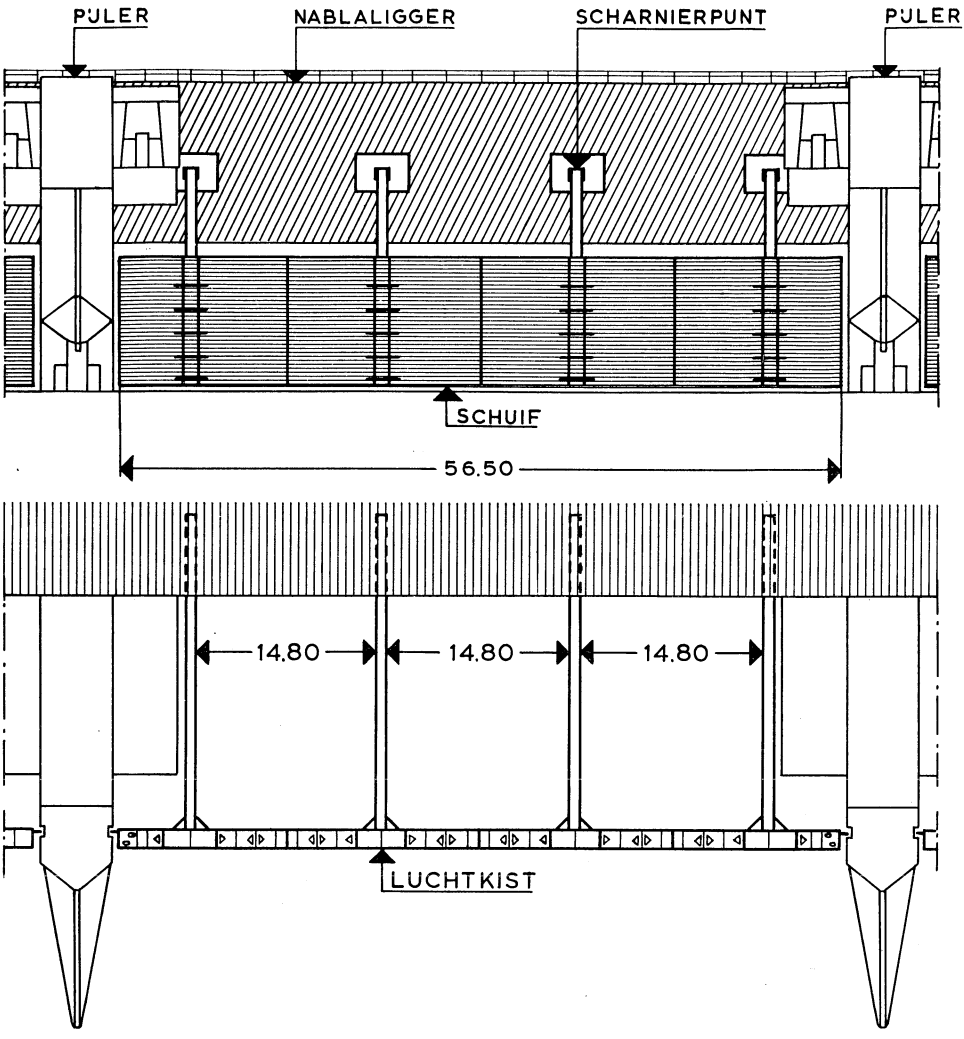
Deze gaten bleken om hydraulische redenen noodzakelijk te zijn om het snel in- en uitstromen van het water bij hefmanipulaties te bevorderen. De toevoer van dit water geschiedt door een groot aantal openingen aan de onderzijde van de binnenwand en de ontluchting door gaten aan de bovenzijde van deze wand. De beschreven horizontale liggers hebben een hoogte van 1,50 m en dikten die variëren van 12 mm tot 30 mm. Zij zijn schuif- en buigvast bevestigd aan de dwarsdragers. De vóór- en achterwand zijn als orthotropeplaat geconstrueerd.

Ter plaatse van de dubbele dwarsdragers van de armen is over een lengte van ca. 3,90 m het schuiflichaam met behulp van schotten waterdicht gemaakt.

De aldus ontstane water- en luchtdichte kasten voorzien in de dubbele functie van de constructie voor schranken te vrijwaren en van het verminderen van de benodigde hefkracht dankzij het opdrijvend vermogen van deze kasten.

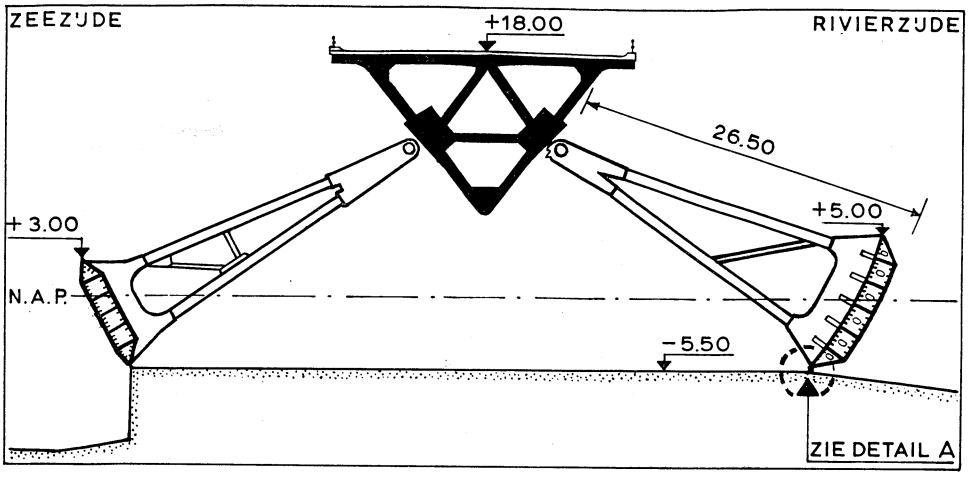
Een schuif wordt in gesloten toestand ondersteund door twee enigszins verende rubber opleggingen, die worden bevestigd aan de onderzijde van de dwarsdragers van de buitenste armen.

De afdichting van de drempel geschiedt door middel van zachte rubberprofielen. Aan de zijkanten worden ten behoeve van de afdichting luchtbanden aangebracht, die opgeblazen kunnen worden. Evenwijdig daaraan loopt, langs de buitenranden van elk eindstuk, een geleidingsbalk die tegen verende buffers wordt afgesteund om speling van de constructie in zijdelingse richting te beperken.

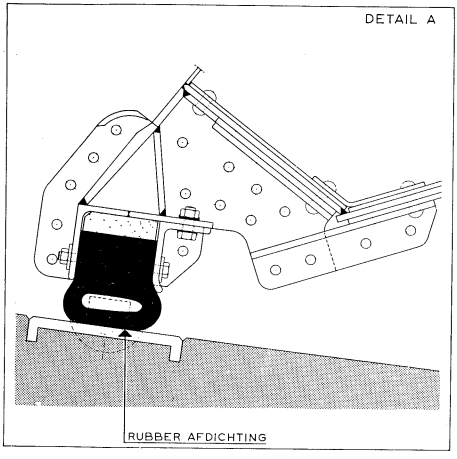


Vooraanzicht vanaf de rivierzijde met horizontale doorsnede over de schuif

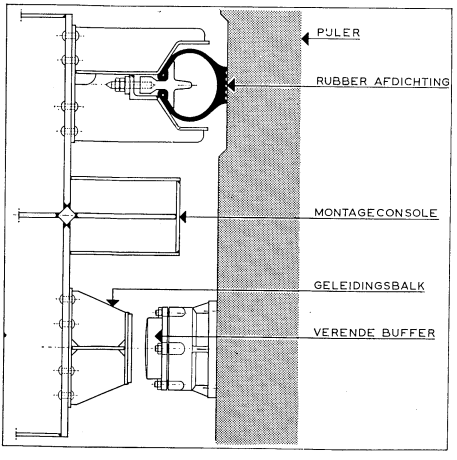
Ten behoeve van het onderhoud kunnen de schuiven zo nodig in geheven stand op twee daartoe aangebrachte consoles worden geplaatst.
De armen bestaan ieder uit twee kokervormige stijlen van 900 x 1018 mm; de plaatdikte is 18 mm. Door knoopplaten worden deze verbonden met de dwarsdragers; ook aan de scharnierzijde eindigen zij in knoopplaten. Deze gaan weer over in een oog, waarin assen aangrijpen die door middel van zware rollagers aan de nablaligger worden bevestigd.
Overal waar dat toelaatbaar is, is de constructie elektrisch gelast. Op bepaalde plaatsen mag echter alleen geklonken worden, daar anders de vermoeiingssterkte van het materiaal te veel in gevaar zou komen. Vooral bij de rivierschuiven is dit een punt van bijzondere zorg geweest.



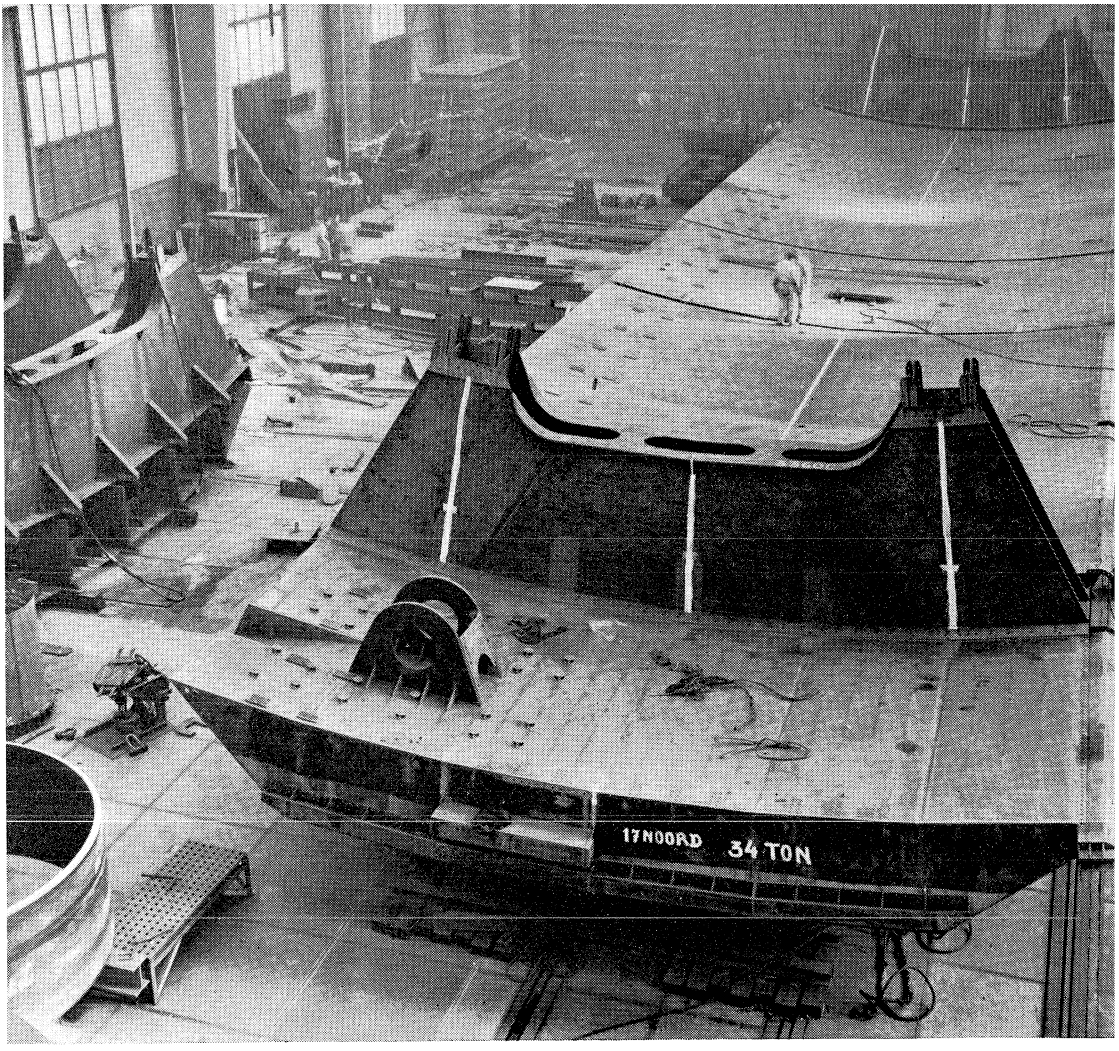
Doorsnede van de Nablaligger met de schuiven



De rubberafdichting aan de onderzijde van de rivierschuiven



De rubberafdichting en de bufferconstructie aan de zijkanten van de schuiven



Opstelling van een eind- en tussensectie van de rivierschuif, met de dwarsdrager van de armconstructie

De rivierschuiven

Deze zijn wat constructie betreft gelijk aan de zeeschuiven. Ook hier zijn vijf schuifgedeelten: drie tussenstukken van 14,80 m lengte en twee eindstukken. Deze laatste worden echter aan de rivierzijde zonder uitzondering 6,05 m lang. De totale lengte van een rivierschuif bedraagt derhalve 56,5 m.
Het keerlichaam wordt eveneens uitgevoerd met dubbele wanden. De waterkerende wand is die aan de zeezijde. Deze reikt van N.A.P. – 5,50 m tot N.A.P. + 5 m.
De onderaanslag wordt met het oog op een goede afdichting van de drempel anders uitgevoerd dan bij de zeeschuiven. Dit houdt verband met de omstandigheid dat de rivierschuiven zijn ontworpen als de eigenlijke waterkering, terwijl de zeeschuiven vooral een golfbrekende functie hebben. De binnenschuiven komen met hun volle gewicht over de volle lengte op een hard rubber profiel te rusten. Deze wijze van afdichten is hier toelaatbaar, omdat de verticale componenten van de golfkrachten bij de binnenschuiven kleiner zijn, dan bij de buitenschuiven.
De armkokers hebben profielen die enigszins afwijken van die aan de zeezijde. Zij zijn nl. 800 x 800 mm groot, terwijl de plaatdikte 16 mm is.
Het ontwerp van de verbindingsconstructie tussen de kokers van het keerlichaam en de dwarsdragers heeft grote aandacht vereist. Deze verbinding zal voornamelijk op trek worden belast. Het heeft in de aanvang veel hoofdbrekens gekost om hiervoor een goede oplossing te vinden. In verband met de zeer grote te verwachten trekbelasting, die bovendien van dynamische aard is, moest de grootste voorzichtigheid worden betracht. Een elektrische las dwars op de dwarsspanningsrichting is niet toelaatbaar geacht. Men heeft op deze plaats dus een klinknagelverbinding moeten kiezen, hetgeen weer andere bezwaren meebracht. Ter plaatse van de dwarsdragers worden nl. evenals bij de zeeschuif in het keerlichaam schotten gemaakt, die met voor- en achterwand van de schuiven waterdichte kisten vormen. De functie van deze luchtkisten is weer de hefkrachten bij het begin van de hefbeweging te verlichten. Het is duidelijk dat een klinknagelverbinding voor de afdichting van deze kisten riskant is. Er werd tensiotte een oplossing ontwikkeld, die een compromis vormt tussen de eisen van waterdichtheid van de verbinding enerzijds en haar vermoeiingssterkte anderzijds.

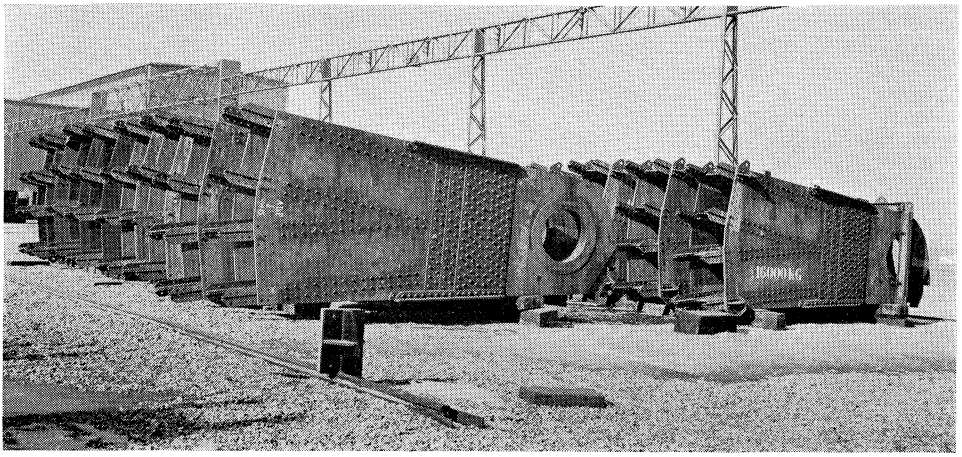
De belastingen

De te verwachten belastingen zijn vastgesteld met behulp van modelproeven in de waterloopkundige laboratoria te Delft en De Voorst. In deze onderzoekingen heeft de werkgroep, die belast was met de bestudering van het dynamische gedrag van de gehele constructie, een belangrijk aandeel gehad. De proeven en de berekeningen hebben geleid tot de volgende eindresultaten.
De maatgevende dynamische belasting werd vastgesteld op 100 ton/m. Bewerkelijke en gecompliceerde dynamische berekeningen gaven als eindresultaat een schok-coëfficient van 1,35 voor de stalen stuw en van 2,2 voor de nablaligger. Dit wil zeggen, dat de stalen stuw berekend moet worden met een fictieve statische belasting van 135 ton/m, terwijl de nablaligger 220 ton/m heeft te weerstaan.

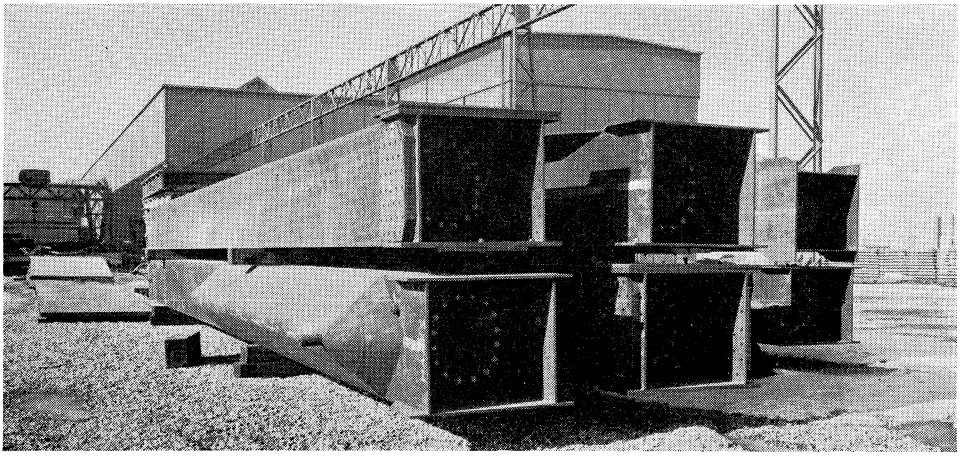
De corrosie en de corrosievermoeiingsproeven

Het vraagstuk van de corrossie werd bestudeerd door een speciale commissie. Hierbij kwamen zowel de eisen, die aan het staal te stellen waren, ter sprake, als de keuze van electro-

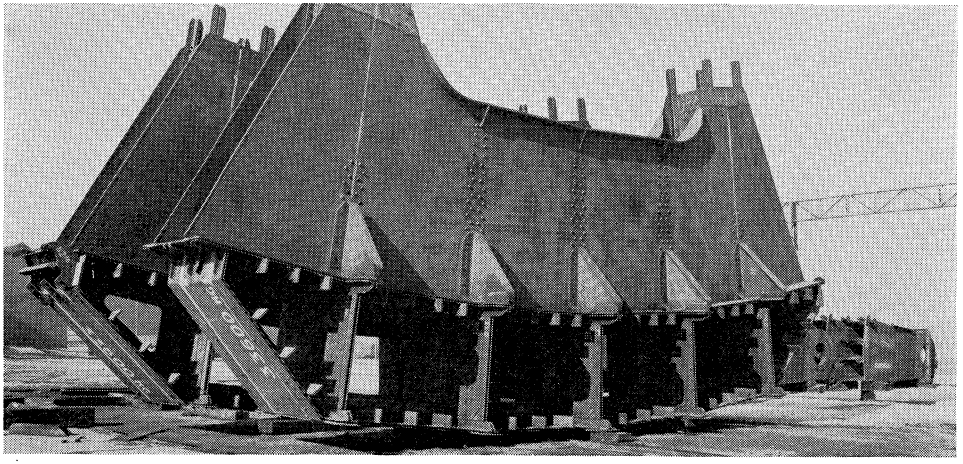
1



2



3



Onderdelen van de armconstructie op het fabrieksterrein

1. De scharnierpunten

2. De armkokers

3. Dubbelwandige dwarsdragerconstructie van de armen

den en van het conserveringssysteem, alsmede de toelaatbare spanningen bij wisselende belastingen. Het onderzoek leidde tot de volgende eindresultaten.
Proefstukken die waren ingesteld op een spanning van 900 kg/cm² en die onbeschermd tegen corrosie in zeewater werden blootgesteld aan snel wisselende belastingen, bleken alle zonder één uitzondering onder de genoemde condities te breken. Bij macroscopische beschouwing bleken de proefstukken zelfs niet eens zwaar te zijn aangetast. Dit laatste feit is bijzonder merkwaardig.
Geheel ondergedompelde en intermitterend bespoten proefstukken gaven vrijwel dezelfde resultaten.
De werkelijke corrosievermoeiingssterkte zal zeker aanzienlijk lager zijn dan 900 kg/cm², zo er al van een onderste grens sprake is. Vele deskundigen zijn er namelijk van overtuigd, dat die onderste grens 0 is.
In den droge 'gepulseerd' gaven dezelfde typen proefstukken echter een vermoeiingssterkte van ca. 1 800–1 900 kg/cm² op staal 52.
Proefstukken, bedekt met een zinklaagje dat door middel van schoperen was aangebracht, gaven, wanneer zij in zeewater 'gepulseerd' werden, dezelfde uitkomsten als de in den droge aan wisselbelasting onderworpen proefstukken. Deze methode blijkt dus op zich zelf een afdoende bescherming te kunnen geven. Een betrouwbare verfafdekking blijft echter bovendien zeer gewenst. Deze bij uitstek proefondervindelijke aangelegenheid is nog steeds onderwerp van studie; een afdoende oplossing is nog niet gevonden.
Wel is uit proeven gebleken, dat een gespoten zinklaag, die door een verflaag is afgedekt, steeds aanleiding geeft tot het ontstaan van blazen en daardoor tot een snelle aantasting van de laatstgenoemde laag. Een zinklaag zonder verfafdekking bleek tenslotte eveneens onvoldoende bescherming te geven. De oplossing zal moeten komen van een verfsysteem zonder schopeerlaag. Met een combinatie van epikote-teer en epikote-zink zijn bij proeven de beste resultaten verkregen.
Voorts bleek, dat elektrisch gelaste K-naden ten aanzien van de belastingscondities op de schuiven van het Haringvliet duidelijk te verkiezen zijn boven flanklassen. Dankzij het opzuigeffect deed zich nl. spleetcorrosie voor.
Uit de proeven blijkt dat in de werkelijkheid na ca. 3 maanden reeds het volle effect van de aanzienlijke afname van de vermoeiingssterkte aanwezig kan zijn, indien onbeschermd staal onderworpen wordt een wisselende belastingen in zeewater. Het is daarom dus zaak,

na een zware storm waarbij mogelijke huidbeschadigingen van de constructies kunnen optreden, zo spoedig mogelijk tot herstelling van de beschadigingen over te gaan.
Bij alle in aanmerking komende verfsystemen moeten evenwel de condities tijdens het aanbrengen, in het bijzonder de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de lucht, aan bepaalde minimum voorwaarden voldoen. Deze liggen zo hoog, dat alleen de maanden april tot en met september voor het onderhoud van het verfsysteem in aanmerking komen. Bovendien zal het waarschijnlijk nodig zijn, de schuiven te voorzien van een kathodische bescherming.
Het is duidelijk dat het onderhoud van de staalconstructies minutieus zal moeten geschieden.
Neemt men aan, dat de bescherming zowel als het onderhoud t.a.v. mogelijke corrosieverschijnselen doeltreffend zijn, dan kan de sterkte van de staalconstructie, uitgedrukt in toelaatbare spanningen, worden vastgesteld op 1 800 kg/cm². Deze spanning kan ettelijke miljoen malen als wisselende belasting worden gedragen. De optredende spanning bij 135 ton/m belasting overschrijdt op geen enkele plaats 1 400 kg/cm², zodat met reden kan worden verwacht dat de constructie aan de gestelde verwachtingen zal voldoen.

De uitvoering

Elke schuif wordt samengesteld uit een aantal secties, nl.

I de beide eindstukken;

II drie tussenstukken, zich bevindende tussen de armen en elk bestaande uit twee delen;

III vier dwarsdragerconstructies;

IV vier armen;

V vier draaipunten.

Deze secties worden door middel van klinklassen aan elkaar verbonden.
Het fabriekswerk wordt door een combinatie van acht fabrieken uitgevoerd, waarvan één als hoofdaannemer optreedt. De werkverdeling is zodanig, dat zowel wat de zee- als de rivierschuiven betreft de gelijksoortige secties door één of twee fabrieken worden gemaakt, waardoor een serieproduktie kan worden verkregen.
De onderdelen van de zeeschuiven worden na het gereedkomen op het terrein van de N.V. Werkspoor te Utrecht samengesteld.
Monteurs van de werkplaatsen N.V. Kloos en Zonen uit Kinderdijk stellen daarentegen in een der hallen van de Rotterdamse Droogdok Maatschappij in Rotterdam de rivierschuiven samen.
Als gevolg van de gekozen werkverdeling is het noodzakelijk, dat aan de maatvoering hoge eisen worden gesteld.
Voor iedere fabriek zijn, naast een groot aantal fabricagemallen, ook controlemallen gemaakt, waarin elk stuk door de hoofdaannemer wordt nagemeten. Na goedkeuring van het stuk kan tot verzending worden overgegaan. De hoofdaannemer zorgt voor alle transporten.
De assemblageterreinen beschikken over een losplaats, een opslagterrein en een stelplaats.
Begonnen wordt met de assemblage van de secties I, II en III in horizontale stand met de bolle beplating aan de onderzijde.
De las in het midden van de schuif wordt niet gesloten. Na het gereedkomen van de halve schuiflichamen worden deze in verticale stand geplaatst, waarna de armen met de draaipuntstukken met bouten voorlopig worden aangebouwd. Aan de maatvoering worden ook

hierbij bijzondere eisen gesteld. De verbindingslas van de armen aan de schuiven wordt, in verband met het transport, niet op de stelplaatsen geklonken, doch pas in de bouwput. Vervolgens worden de gaten in de draaipuntstukken V afgetekend voor de draaipuntassen; daarna geschiedt hetzelfde in de ophangoren van de secties I, waarin de hefgieken van het bewegingswerk zullen aangrijpen. Vervolgens worden de gaten voor de assen gekotterd.
In verband met de temperatuur- en vochtgevoeligheid van het verfsysteem zijn op de stelplaatsen straal- en verfcabines gebouwd, waarin zowel de temperatuur als de vochtigheidsgraad kunnen worden geregeld en waarin tevens een afzuiginstallatie is aangebracht, zodat oplosmiddelen uit de verf afgezogen kunnen worden. In deze cabines kunnen halve schuiven in zijn geheel behandeld worden.
Het was goedkoper de werkzaamheden op deze wijze te centraliseren dan de secties bij de fabrieken in kleinere cabines te behandelen. Bovendien heeft dit het voordeel, dat niet gevreesd behoeft te worden voor transportbeschadigingen.
Na de conservering van de armen worden de assen gemonteerd en vervolgens de legers met de legerhuizen. Hierna is de schuif gereed voor de montage in de bouwput.
Het transport van de halve schuiven vindt plaats op speciale bakken. In Utrecht worden de onderdelen vanaf de verfcabines op lorries op de bakken gereden. In Rotterdam worden zij met bokken op lorries geplaatst die reeds op de bakken staan.
Het te transporteren gewicht van een halve schuif zonder de armen bedraagt voor die aan de zeezijde ongeveer 185 ton en voor die aan de rivierzijde 192 ton.
Bij de bouwput wordt een losinrichting gebouwd met een met het waterpeil beweegbaar gedeelte. De schuifonderdelen kunnen hier van de bakken worden afgereden en over een dubbel spoor tot aan de voet van de sluisopening no. 5 in de bouwput worden gebracht. Van daaruit worden de verschillende sectiestukken met behulp van de nu reeds in gebruik zijnde zware portaalkraan naar de desbetreffende sluisopening vervoerd. Daar ter plaatse worden de schuifconstructies geheel afgemonteerd, zodat dan de schuiflichamen zelf ongeveer verticaal opstaan en de daaraan vastgemaakte armen ongeveer horizontaal op stapelblokken liggen. Voor deze montage wordt eveneens gebruik gemaakt van de portaalkraan, die door gedeeltelijke verbouwing voor deze werkzaamheden geschikt gemaakt zal worden.
Uiteindelijk worden met behulp van speciaal daartoe ontworpen lieren de scharniereinden van de armen omhoog gehaald en aan de nablaliggers bevestigd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gaten, die in de nablaliggers uitgespaard zijn gebleven.
Aan de zijde van de draaipunten worden de armen nu opgetrokken voor de bevestiging aan de nablaligger. In verband met niet te vermijden afwijkingen in de stand van de ingebetonneerde stoelen in de nablaligger komt tussen deze stoelen en de legerhuizen een vulling, waarvan de afmeting van te voren door meting is bepaald.
Na het bevestigen van de draaipunten aan de nablaligger rest nog het aanbrengen van de rubberafdichtingen en de loopbordessen, waarna de klinklassen kunnen worden geconserveerd en beschadigingen bijgewerkt.
Met de assamblage van de eerste rivier- en zeeschuif is een aanvang gemaakt. Waarschijnlijk zal in het begin van het volgend jaar met de montage in de bouwput kunnen worden begonnen.
Het ligt in de bedoeling om, na een aanloopperiode, waarin de nodige ervaring kan worden opgedaan, om de zeven weken telkens een zee- en een rivierschuif te monteren.

Voortgezet golfonderzoek in het noordelijke Deltagebied

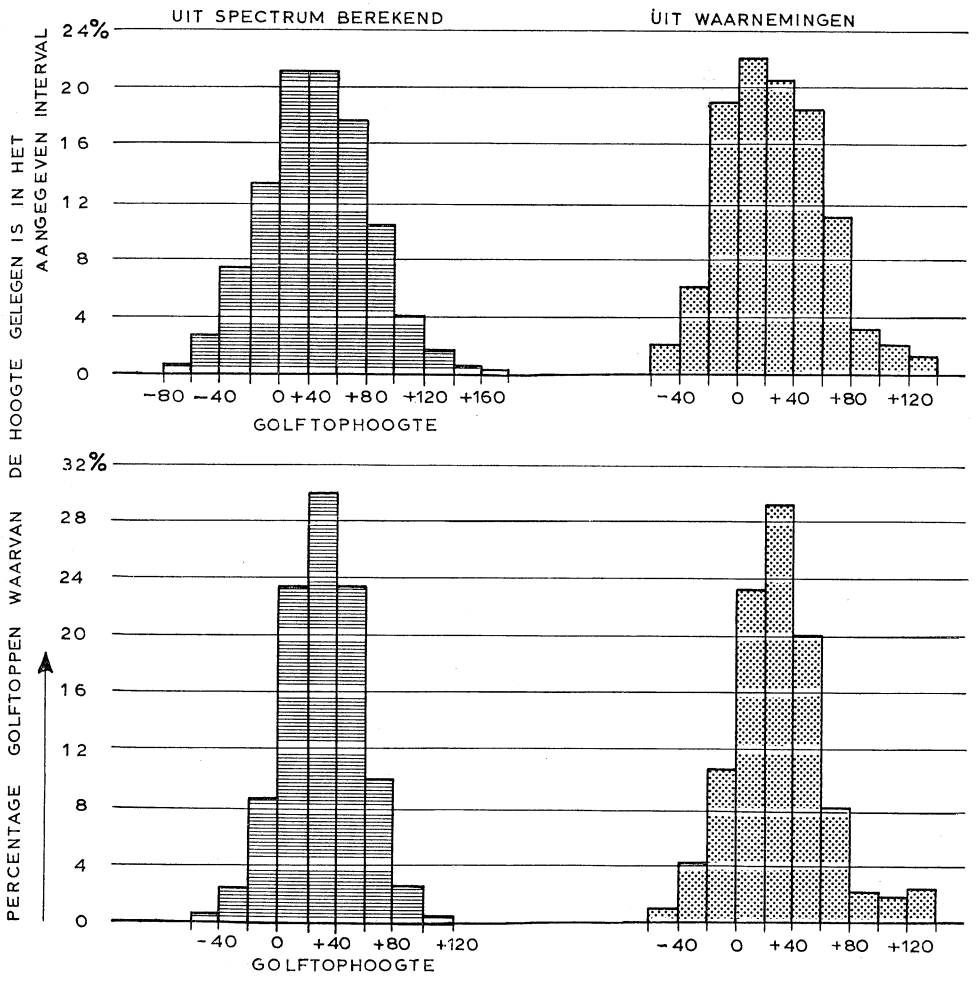
De plannen voor de afsluiting van het Haringvliet en voor de bouw van de uitwateringssluizen aldaar zijn de aanleiding geweest, dat reeds in 1956 werd begonnen met een onderzoek. Over de hierbij toegepaste meetapparatuur is in vroegere Berichten reeds enkele malen verslag uitgebracht.
In het kort zij in dit verband gereleveerd, dat de gegevens over de golfbeweging in hoofdzaak zijn verkregen met behulp van een tweetal typen golfmeters, die, gemonteerd op een stalen paal, de golfbeweging in één punt registreren. De toegepaste meetinstrumenten zijn:

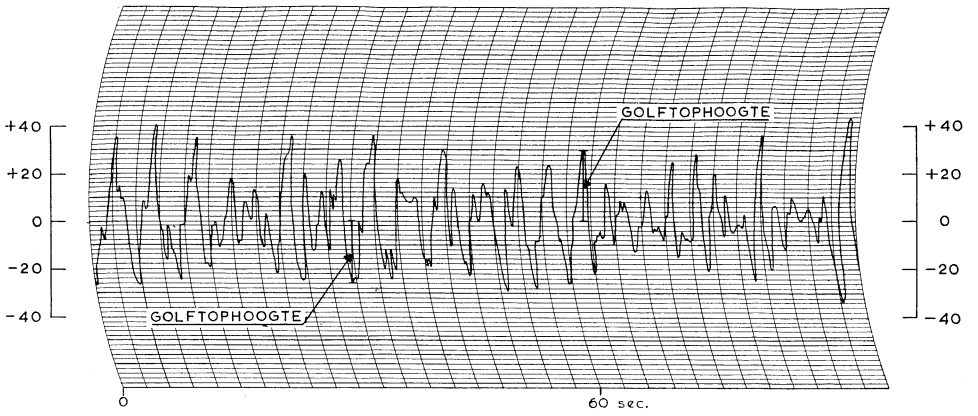
a. de golfamplitudeschrijver, die de gemeten golfhoogten continu op een wasrol registreert;

b. een elektrische stappenbaak, die de gegevens langs radiografische weg zendt naar het kantoor in Hellevoetsluis, waar deze gegevens zowel op papier worden uitgeschreven als worden geponst voor een snelle verwerking in een elektrotechnische rekenmachine.

Bij het onderzoek wordt voorts gebruik gemaakt van visuele golfwaarnemingen én van radar- en luchtfotografie.
De aldus verkregen meetgegevens werden tot nu toe in het algemeen zodanig bewerkt, dat zij op korte termijn bruikbaar waren om in de eerste behoefte aan kennis omtrent de golfbeweging te voorzien. In deze vorm hebben de meetgegevens in het verleden reeds een belangrijke rol gespeeld bij de vaststelling van het tracé van de afsluitdam in het Haringvliet en de vormgeving van de daarin opgenomen uitwateringssluizen.
Nu in het huidige stadium de plaats en de vorm van de afsluitingswerken in hoofdlijnen zijn bepaald, kan echter met deze betrekkelijk eenvoudige bewerking niet meer worden volstaan. Het accent van het onderzoek dient te worden verlegd naar uitbreiding en verdieping van het reeds verkregen inzicht.
Slechts langs deze weg kunnen b.v. gegevens worden verkregen voor het bestuderen van de ontwikkeling van de kust na de afsluitingen en van de golfbeweging rond het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg, mede in verband met het Europoortproject en voorts voor het bedienen van de schuiven bij golfbeweging. Een diepgaande bewerking van de beschikbare meetgegevens is tevens onmisbaar voor een aantal algemene studies, die thans moeten worden uitgevoerd. Deze hebben o.a. betrekking op de golfvoorspelling, de werkbaarheid en de golfaanval op dijken en havenhoofden.

Vergelijkingen van golftopberekeningen verkregen uit berekeningen en uit waarnemingen





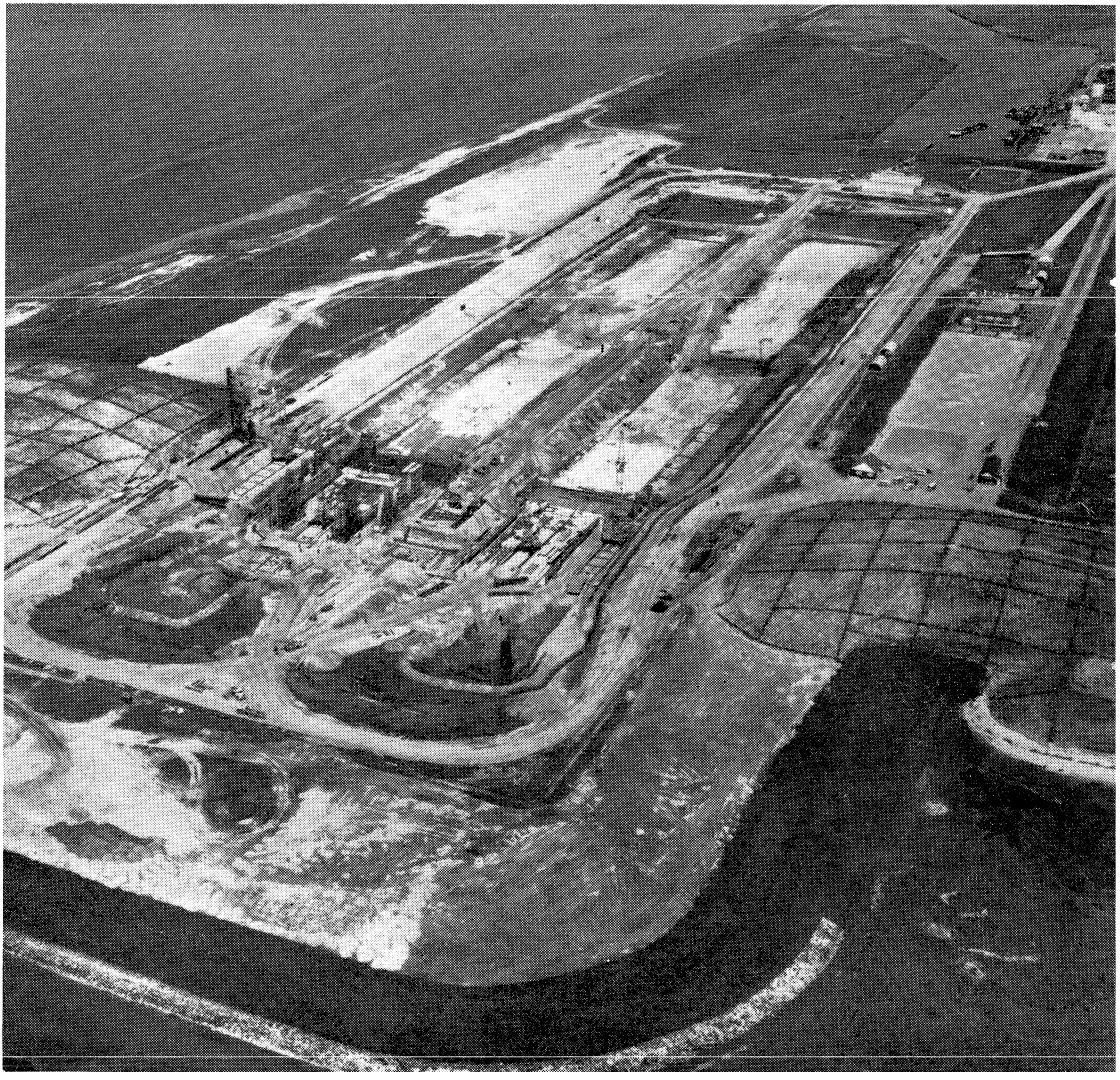
Voor het oplossen van al deze vraagstukken moeten het patroon en het karakter van de golfbeweging beter dan voorheen bekend zijn. Daarbij dienen ook de afhankelijkheid van de bodemligging, de getijstromen en de meteorologische omstandigheden in beschouwing te worden genomen. Het uitgebreide waarnemingsmateriaal – meetgegevens, lucht- en radarfoto's – dat hiervoor nodig is, werd in de laatste jaren verzameld.

Een belangrijke bron van informatie, die met behulp van golfmetingen kan worden verkregen, is ook het z.g. perioden- of energiespectrum. De bewegingstoestand van het zeeoppervlak, zoals die door een golfmeter in één punt wordt waargenomen, kan worden opgevat als het samengestelde resultaat van een zeer groot aantal enkelvoudige golven van verschillende periode, golflengte en golfrichting. Volgens deze gedachtengang is het totale golfbeeld, dat door een waarnemer wordt gezien of door een meetinstrument wordt gemeten, dus opgebouwd uit een groot aantal componenten.
Onder een perioden- of energiespectrum wordt nu verstaan een figuur, waarin is aangegeven hoe de totale golfenergie per eenheid van oppervlakte is verdeeld over de verschillende groepen van componenten, waarbij de componenten worden vertegenwoordigd door hun perioden. De componenten worden dus naar hun perioden in groepen ingedeeld en van iedere groep met gelijke of bijna gelijke perioden wordt de totale hoeveelheid energie verticaal uitgezet.
Het periodenspectrum kan niet langs visuele weg worden verkregen. Voor de bepaling van het periodenspectrum is het noodzakelijk, dat de golfregistratie van een vast punt binnen een bepaald tijdsinterval, b.v. 30 minuten, aan een speciale wiskundige behandeling wordt onderworpen, waarbij van een elektronische rekenmachine wordt gebruik gemaakt. Het petriodenspectrum voor de in een vast punt geregistreerde golfhoogten verschaft inzicht in het karakter van de golven in een bepaald tijdsinterval. Hieruit kan o.m. blijken, welke golfcomponenten het karakter van de golfbeweging gedurende de meettijd in hoofdzaak hebben bepaald. Indien een regelmatige deining (lange golven) is gemeten, zal de golfenergie in het spectrum voornamelijk bij de meer langere perioden zijn opgehoopt, terwijl de energie bij de kortere perioden een aanwijzing geeft omtrent de invloed van de relatief korte windgolven.
Het is mogelijk gebleken om vanuit een eenmaal bepaald periodenspectrum langs theoretische weg de verschillende golfhoogten, zoals die in het werkelijke golfbeeld voorkomen,

Voorbeeld van een oorspronkelijke golfregistratie

te berekenen. Daarbij is een goede overeenkomst gebleken tussen gemeten- en berekende golfhoogten. Op deze wijze is het dus thans mogelijk om, behalve uit de registraties, ook uit het periodenspectrum de verschillende golfhoogten uit het werkelijke golfbeeld te karakteriseren met één karakteristieke golfhoogte. Als karakteristieke golfhoogte is sedert geruime tijd internationaal o.m. in gebruik de grootheid H1/3, waaronder het gemiddelde van de 33 hoogste golven uit de beschouwde registratielengte van 100 karakterstieke wordt verstaan. Theoretisch is deze lengte dus betrokken op 100 golven. Door de spreiding in golfperiode en golfhoogte bevat deze registratielengte als regel 90–110 golven.
Door de toenemende kennis omtrent het periodenspectrum en het verband hiervan met de verschillende golfhoogten uit het werkelijke golfbeeld kunnen, indien over nauwkeurige meetinstrumenten wordt beschikt, omgekeerd uit de gemeten golfhoogten weer conclusies worden getrokken omtrent de vorm van het periodenspectrum en de grootte van de energie, zonder dat het spectrum in zijn geheel wordt bepaald.
Het spectrumonderzoek als onderdeel van de onderzoekmethodiek biedt naast meetgegevens, refractieberekeningen, lucht- en radarfoto's een nieuwe mogelijkheid om de golfbeweging in het noordelijk Deltagebied zodanig te beschrijven, dat daarmede in de toekomst allerlei problemen van praktische aard, die met deze golfbeweging verband houden, nader tot hun oplossing kunnen worden gebracht.

De bouw van de schutsluizen in het Volkerak. Op de achtergrond de noordelijke voorhaven



De noordelijke voorhaven van het schutsluizencomplex in het Volkerak

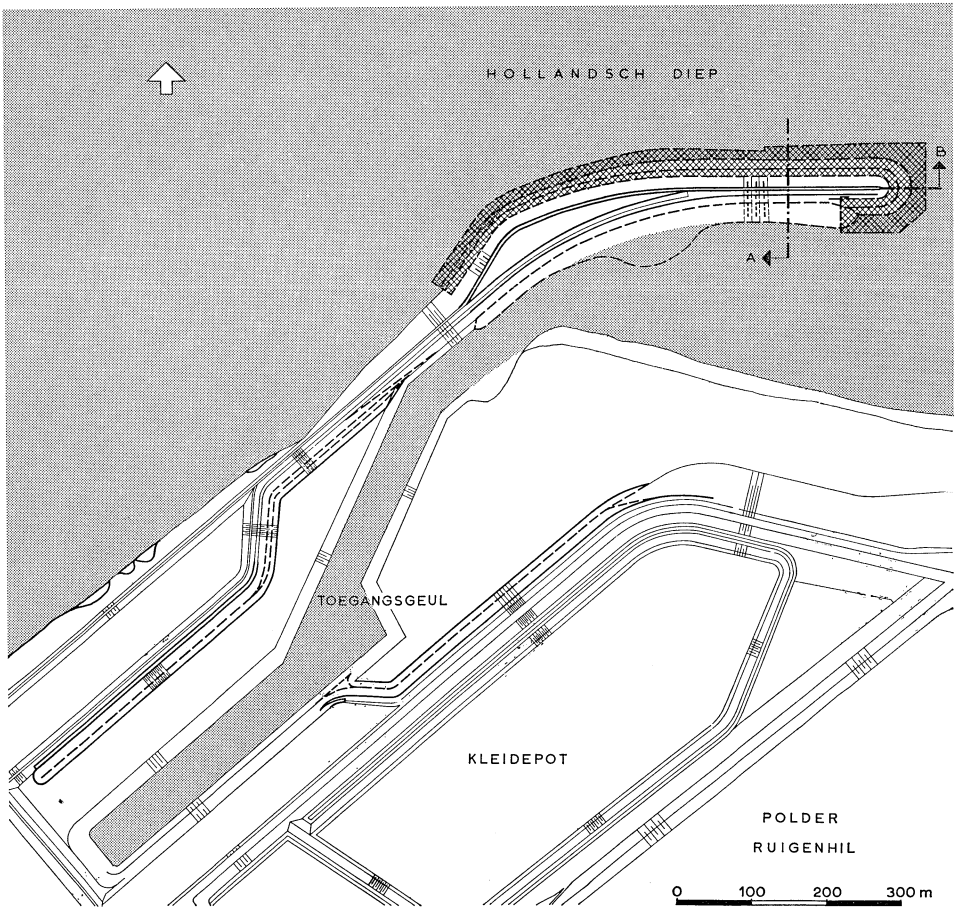
In vorige bijdragen werd reeds de aandacht gevestigd op het complex schutsluizen in het Volkerak dat thans in aanbouw is ten zuidwesten van Willemstad in de buitenpolder Maltha. In no. 18 werd de opzet van het sluiscomplex en de constructie van de schutsluizen behandeld. In no. 12 werd mededelingen gedaan over de bouwput voor dit complex. Ook werden constructiedetails gegeven van de westelijke havendam van de toekomstige noordelijke voorhaven.
De schutsluizen zullen een belangrijke schakel vormen in de toekomstige Schelde-Rijnverbinding. Zowel wat ligging als wat afmetingen betreft zullen zij tot de belangrijkste binnenvaartsluizen van West Europa kunnen worden gerekend.
Om een doelmatig gebruik van de schutsluizen mogelijk te maken zijn ten noorden en ten zuiden van de sluizen voorhavens ontworpen. In dit artikel zal de noordelijke voorhaven aan een beschouwing worden onderworpen, zowel betreffende de vormgeving van de haven als ten aanzien van de constructie van de havendam.

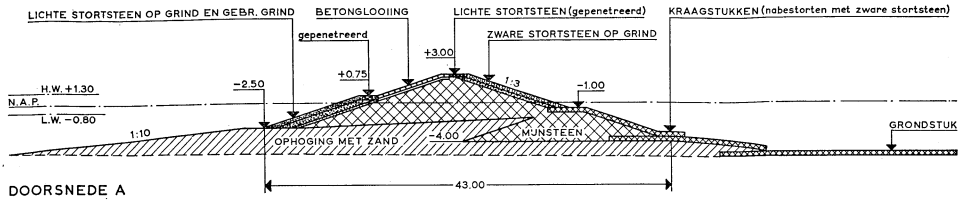
Vormgeving van de havenmond

Het ontwerp van de voorhaven is in de eerste plaats gericht op een veilige en ongehinderde in- en uitvaart voor de scheepvaart.
De golfbeweging moet zodanig worden gekeerd, dat de voorhaven een rustige ligging aan binnenkomende schepen biedt.
De vorm van de havenmond is van grote invloed op het stroombeeld, dat in en buiten het mondingsgebied ontstaat. Dit is niet alleen van belang voor een veilige in- en uitvaart, maar ook voor een minimale wateruitwisseling tussen rivier en voorhaven, teneinde baggerwerk in het mondingsgebied zoveel mogelijk te beperken.
Om aan bovenstaande eisen zo goed mogelijk te kunnen voldoen werd in het waterloopkundig laboratorium in de Noordoostpolder een modelonderzoek uitgevoerd. Een aantal varianten werd onderzocht.
De voorhaven wordt aan de westzijde begrensd door een vrij lange, gebogen havendam, aan de oostzijde door een plaatselijke oever.
De modelproeven toonden aan, dat de bouw van een oostelijke havendam het stroombeeld in de eindfase ongunstig zal beïnvloeden. Weliswaar zou een dergelijke dam de bescherming van de wachtplaatsen in de voorhaven tegen golven door wind uit oostelijke

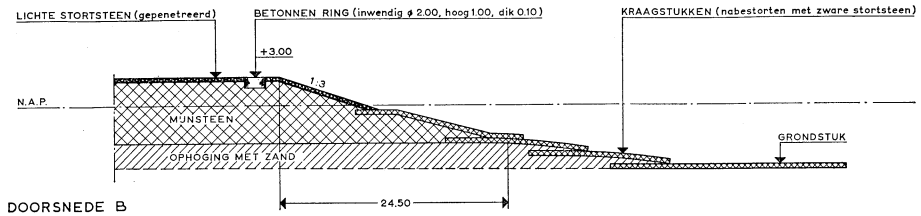
Doorsneden van de havendam

Situatie van de Noordelijke voorhaven





DOORSNEDE A



DOORSNEDE B

richting iets verbeteren, doch het uitzicht op tegemoetkomende schepen zou hierdoor verminderd worden. Het laatste is van belang, omdat ter plaatse van de mond binnenkomende schepen, in verband met optredende dwarsstromen, in het algemeen met een behoorlijke snelheid zullen varen. In verband met de vrij grote lengte van de voorhaven zullen ook uitvarende schepen reeds een flinke snelheid ontwikkelen. Er is ook gedacht aan een oplossing met gescheiden monden voor in- en uitvaart. Een bevredigende situatie hiervoor werd echter bij het modelonderzoek niet gevonden.
Wat de invloed van de dammen op de aanzanding of aanslibbing betreft kan worden opgemerkt, dat na de afdamming van het Volkerak de aanvoer van zand belangrijk minder zal zijn dan thans. Na de afsluiting van het Haringvliet zullen de getijstromen sterk gereduceerd worden. Daardoor wordt de toestand nog gunstiger.
Het binnendringen van golven vanuit het Hollandsch Diep in de voorhaven is voor enkele situaties onderzocht. Een der afbeeldingen laat de golfhoogten in de voorhaven zien bij oostnoordoostelijke wind.
Zowel voor de scheepvaart als voor het onderhouds-baggerwerk moest er rekening mee worden gehouden, dat niet alleen in de eindfase aan bepaalde eisen moet worden voldaan, maar dat ook in de tussenfase, terwijl het Volkerak nog open is, geen ongewenste omstandigheden zullen optreden.

Constructie van de havendam

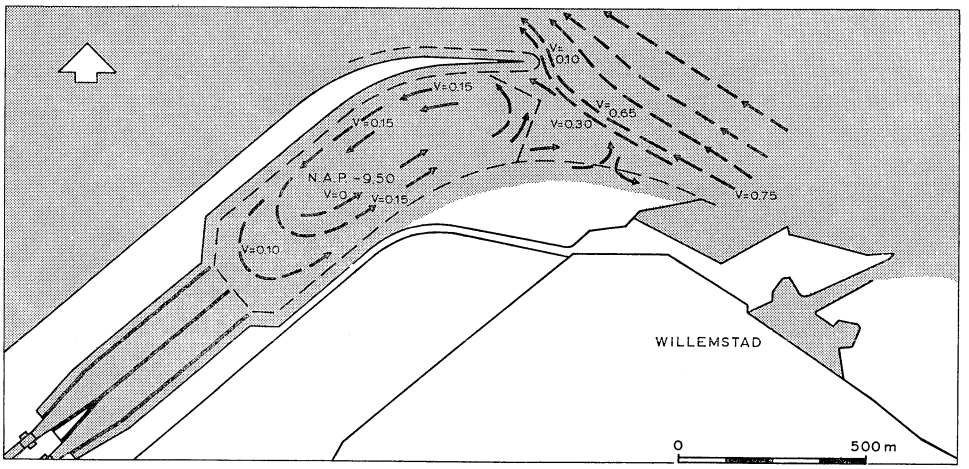
In 1961 kwam de bouwput met het aansluitende deel van de noordelijke voorhaven gereed. Zie Driemaandelijks Bericht no. 12.
Dit deel van de voorhaven wordt als werkhaven bij de bouw van de schutsluis gebruikt.
Het voltooien van de noordelijke voorhaven is in 1963 voortgezet.
Het thans in uitvoering zijnde bestek voorziet in een verlenging van de reeds aanwezige havendam met 600 m, het in den droge maken van oevervoorzieningen in de voorhaven, alsmede in het uitvoeren van bijkomende werken.
De havendam heeft een vrij breed worteleind, dat in de toekomst zal aansluiten op een langs de haven in de richting van de sluizen geprojecteerde terreinstrook. Op deze strook zullen bomen worden geplant ter beperking van de windinvloed op de scheepvaart in de haven.

Metingen in het waterloopkundig laboratorium

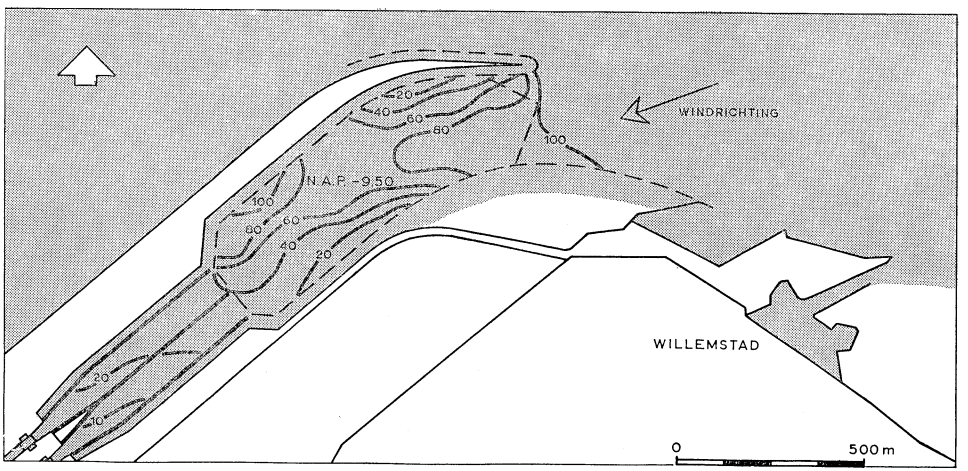
1 Stroombeeld in de havenmond

2 Golfhoogten in de voorhaven bij oost-noordoostelijke wind in percenten van de golfhoogten op het Hollandsch Diep

1



2



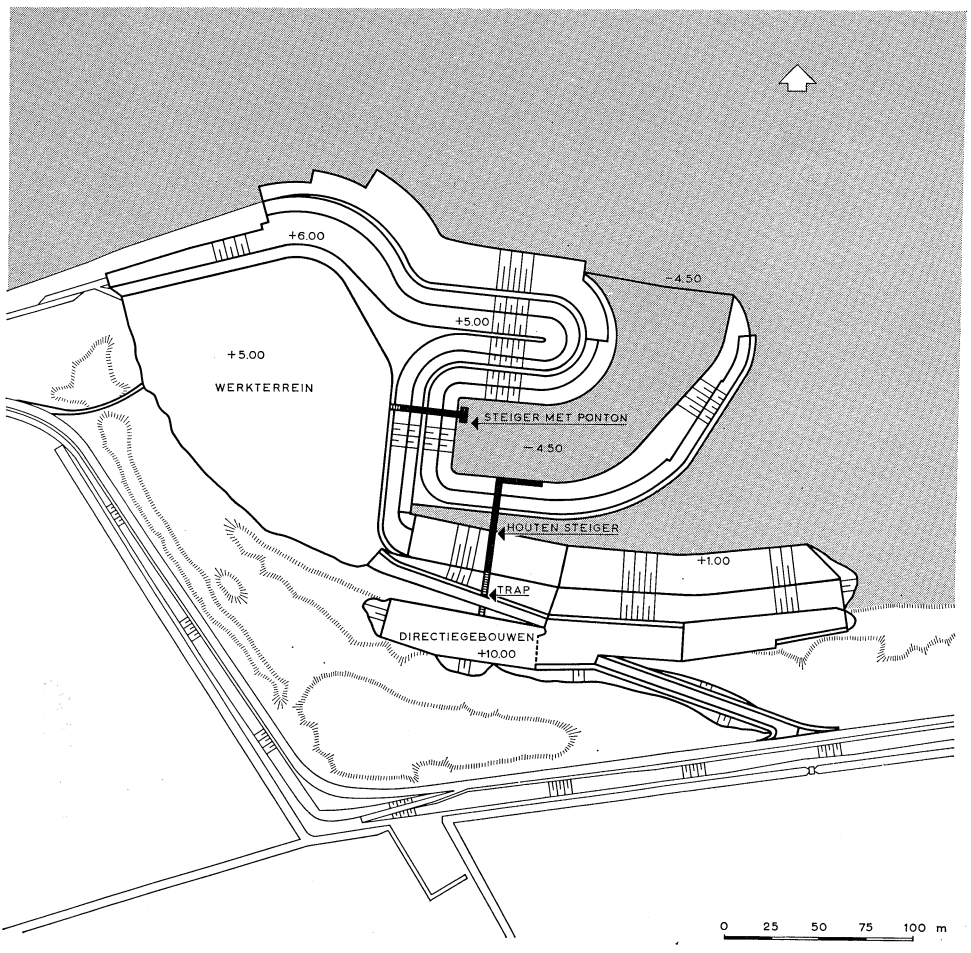
Het smalle uiteinde van de dam is met het oog op het uitzicht voor de scheepvaart niet hoger gemaakt dan N.A.P. + 3,00 m. Deze hoogte geeft voldoende bescherming tegen golfoverslag.
Bij de constructie van de havendam en de oeververdedigingen in de haven is rekening gehouden met de te verwachten verandering in waterstanden na de afsluiting van het Haringvliet.
Beneden N.A.P. – 4 m is de havendam opgebouwd uit zand, afgedekt met zinkstukken. De teen aan de rivierzijde wordt gevormd door een grondbezinking op de bestaande rivierbodem. Boven dit peil is de dam voor een belangrijk deel opgebouwd uit mijnsteen. Aan de rivierzijde boven L.W. is een verdediging van zware stortsteen op grof grind aangebracht, onder L.W. een bescherming met kraagstukken van rijshout.
Aan de havenzijde wordt boven N.A.P. + 0,75 m een 20 cm dikke bekleding van betonblokken op grindzand aangebracht. Een gedeelte van dit talud wordt van granietblokken voorzien. Beneden dit peil ligt een filterconstructie van lagen gebroken grind, grof grind en lichte stortsteen.
De havenoevers worden boven N.A.P. + 0,75 m eveneens voorzien van een bekleding met betonblokken. Beneden N.A.P. komt eveneens een filterconstructie, bestaande uit lagen grindzand, grof grind en lichte stortsteen.
De hier beschreven werken werden onderhands gegund aan de Aannemerscombinatie Willemstad voor f 3 598 200,–.
Voor het gehele werk zullen moeten worden verwerkt: 171 000 ton mijnsteen, 45 000 m² zinkwerk, 186 000 m³ zand en 50 000 ton steen uit ter beschikking te stellen voorraden.
Met de uitvoering van het werk werd in juni 1963 een begin gemaakt. Het moet op 4 maart 1964 zijn voltooid.

Haven bij West-Repart op Schouwen-Duiveland

In 1964 zal, naar wordt verwacht, een begin worden gemaakt met de uitvoering van de afsluitingswerken in het Brouwershavensche Gat. De te bouwen afsluitdam zal worden aangelegd volgens het in nummer 24 van deze Berichten beschreven tracé (blz. 185–188).
Met het oog op de uitvoering van deze afsluitingswerken is in de directe omgeving uitgezien naar een geschikte aanleggelegenheid voor werkvaartuigen e.d. en naar een terrein, waarop de directiekantoren van de Deltadienst en van de aannemer kunnen worden opgesteld. Aangezien het zwaartepunt van de afsluitingswerken in het zuidelijk gedeelte van de zeearm zal liggen, terwijl ook in dat gedeelte de eerste damvakken zullen worden aangelegd, is het duidelijk, dat terrein en aanlegplaats langs de Schouwse oever moesten worden gezocht.
De werk- en opslaghaven bij Den Osse (zie Driemaandelijks Bericht nr. 18, blz 28 e.v.) is daarvoor niet geschikt, mede op grond van de voor het beoogde doel te grote afstand. De bestaande haven bij Scharendijke ligt evenmin gunstig. De aan deze haven te besteden kosten zouden trouwens onevenredig hoog uitvallen.
Het bij uitstek geschikte punt ligt ter plaatse van de zuidelijke aansluiting van de afsluitdam op de drempel bij de als 'West-Repart' bekend staande nol. Daar kan reeds direct een deel van de binnenberm van de afsluitdam worden aangelegd. Aansluitend daartegen kan een kleine havenkom worden gemaakt. Egalisatie van enkele duintoppen zal een goede plaats leveren voor het opstellen van de directiekantoren.
De havenkom en de haveningang krijgen een bodemdiepte van N.A.P. – 4,5 m. De bodembreedte van de havenkom is 40 m. Het haventerrein langs de westzijde van de havenkom – dit is dus tevens de toekomstige binnenberm van de dam – wordt aangelegd op een hoogte van N.A.P. + 5 m en afgedekt met een laag mijnsteen. Het talud langs de havenzijde word boven N.A.P. + 2 m bekleed met asfaltbeton, doch beneden dit peil met betonblokken en basaltzuilen.
Langs de noordzijde van de havenkom wordt, aansluitend op de bestaande nol, een havendam aangelegd, opgebouwd uit zand dat wordt afgedekt met asfaltbeton, betonblokken en basalt. De bestaande nol wordt binnenzijds verzwaard. De kruin van deze verzwaarde nol lig op N.A.P. + 6 m, die van de havendam 1 m lager.
Onder de noordelijke havendam en onder het haventalud van het werkterrein wordt een grondverbetering uitgevoerd.
Ten behoeve van het meren van vaartuigen worden in de havenkom voorzieningen ge-

troffen. Deze bestaan uit een drijvende stalen ponton met stalen aanbrug aan de westzijde en een houten steiger aan de zuidzijde van de havenkom.
Ten zuiden van de havenkom wordt het thans steile buitenduintalud onder een flauwere helling gebracht. Het nieuwe beloop wordt daarna beneden het peil van N.A.P. + 5 m bekleed met stortsteen op een onderlaag van mijnsteen, boven dit peil met klei.
De langsliggende duintoppen worden geëgaliseerd op N.A.P. + 10 m. Op dit geëgaliseerde terrein zullen de directiekantoren van de Deltadienst en van de aannemer geplaatst worden.
Het geëgaliseerde plateau is vanaf de Rampweg langs de binnenduinvoet bereikbaar via een verharde toegangsweg. Tussen dit plateau en het werkterrein wordt een verharde verbindingsweg gemaakt. Beide verhardingen bestaan uit betonklinkerkeien.
Met de uitvoering van het werk, dat volgend voorjaar gereed moet zijn, is inmiddels een begin gemaakt.

Situatie van de haven bij West-Repart



Het dwarsprofiel van de afsluitdam in de Lauwerszee

Reeds Andries Vierlingh stelde in zijn 'Tractaat van Dijckagie (1578)': 'de meeste salichheijt hanght aen de hoochte van eenen dijck'.
Vierlingh wilde daarmee zeggen dat hoe hoger de dijk is, des te groter de zekerheid dat hij hevige stormvloeden kan doorstaan. Hiermee is echter het vraagstuk van de uiteindelijke hoogte van een dijk, in dit geval de afsluitdam in de Lauwerszee, nog niet opgelost.
In de laatste jaren gaat men bij het ontwerpen van dijken ervan uit dat bij het optreden van een bepaalde, maatgevende waterstand niet meer dan één op de vijftig golven over de dijk zal slaan. Als maatgevende waterstand geldt het ontwerppeil, zoals dit voor elke plaats aan de kust door de Deltacommissie werd vastgesteld. Voor de Lauwerszee is dit peil N.A.P. + 5,45 m.
De eis van ten hoogste 2% golfoverslag is in zekere zin willekeurig en min of meer gebaseerd op de ervaring dat een normale dijk met een goede grasmat bedekt, deze overslag zonder meer kan doorstaan.
Zou men de bekleding van de dijk een grotere erosiebestendigheid geven met name ook aan de binnenzijde, dan zou een grotere golfoverslag kunnen worden toegelaten zonder dat de veiligheid van de gehele constructie hierdoor kleiner zou worden.
Zelfs zou men zich kunnen voorstellen dat een dijk een zo laag gelegen kruin heeft dat bij de hoogste te verwachten waterstand overloop optreedt, dus niet alleen overslag ten gevolge van de golven, maar een voortdurende overstroming met water zoals bij stuwdammen in rivieren.
Ook dan kan de veiligheid door een geschikte constructie even groot gemaakt worden als bij een normaal dijkprofiel.
Het spreekt vanzelf dat het toelaten van overslag en/of overloop alleen aanvaardbaar is wanneer het achter de dijk gelegen gebied *geen schade* van het binnendringende zeewater ondervindt. Dit zou b.v. het geval kunnen zijn wanneer achter de dijk een meer ligt dat als gevolg van een zeer grote berging weinig gevoelig is voor verzilting en dat omgeven is door voldoende sterke dijken in tweede linie.
Door de lagere kruinhoogte bij een 'overslagdijk' kan op de kosten van het grondwerk worden bezuinigd. Hier staat tegenover dat de bekleding van een zwaardere en dus duurdere uitvoering moet zijn dan bij een normale dijk, terwijl bijzondere maatregelen aan de hiel van de dijk noodzakelijk zijn.

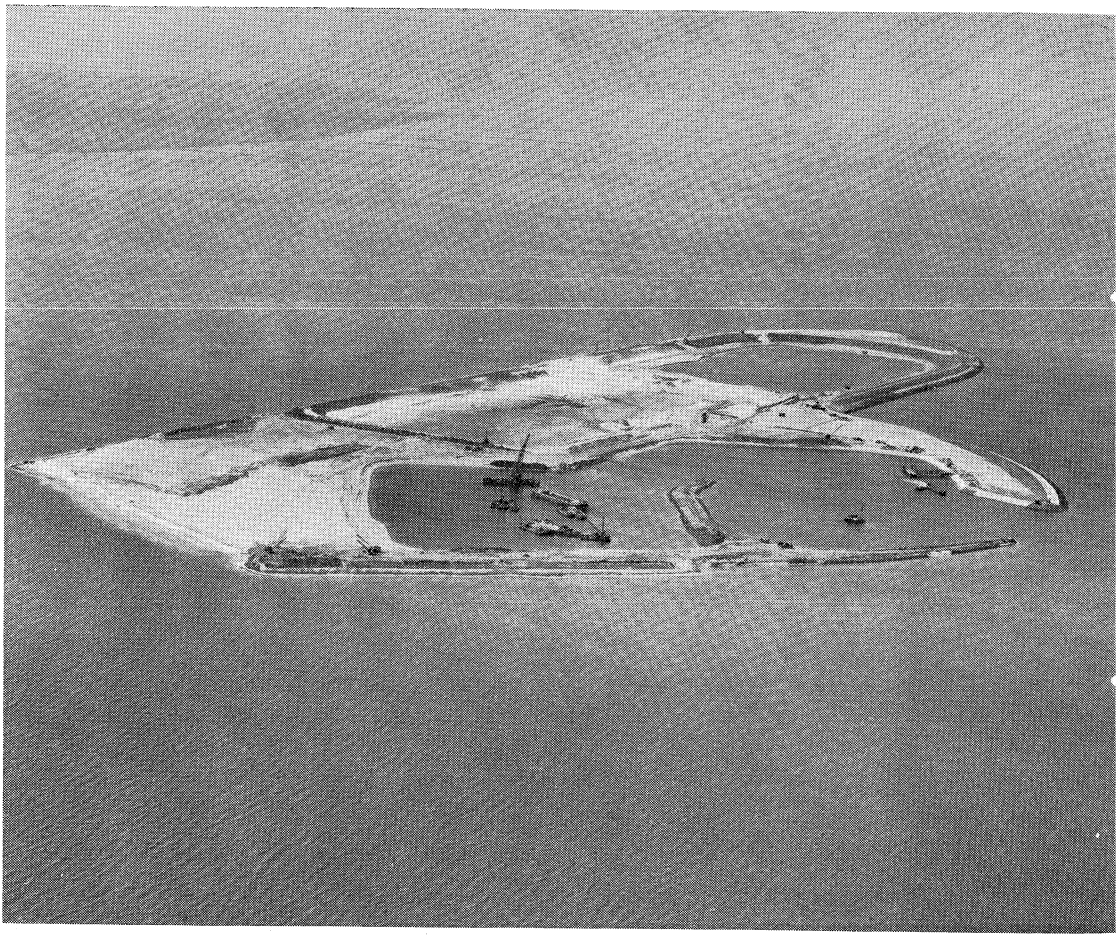
In bepaalde gevallen zouden de kosten van een overslagdijk lager kunnen zijn dan van een normaal profiel.
Voor de afsluitdam van de Lauwerszee waarachter een gebied van 9000 ha ligt, omgeven door de huidige zeedijken, is toepassing van de overslagdijk overwogen.
Verschillende criteria werden opgesteld om na te gaan, welke overslag bij het voorkomen van de maatgevende waterstand nog aanvaardbaar zou zijn uit een oogpunt van:

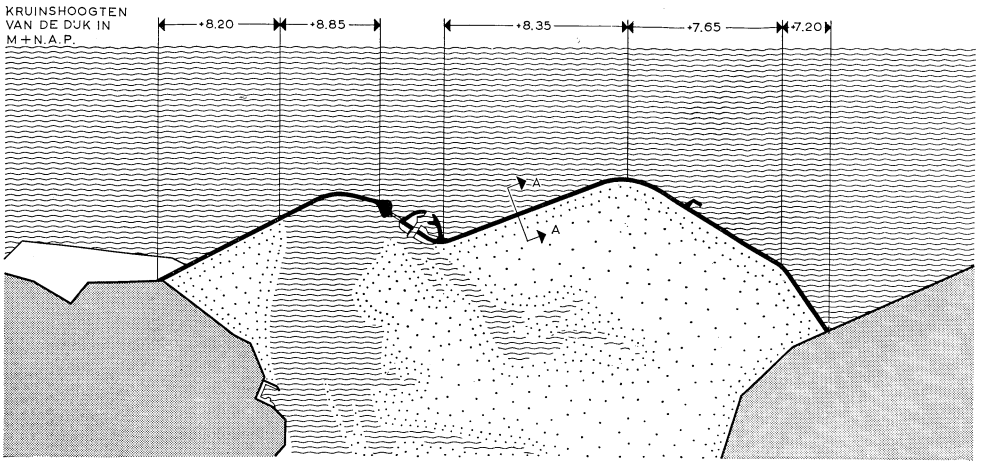
a. veiligheid van de bestaande zeeweringen, die slechts een beperkte waterstand zullen kunnen weerstaan;
b. veiligheid van de eventuele bewoners van de ingedijkte Lauwerszee, die zich zo nodig tijdig in veiligheid moeten kunnen brengen;
c. verzilting van de Lauwerszeeboezem en van de gronden in de Lauwerszee;
d. algemene veiligheid van de dam zelve; hierbij speelt o.m. een belangrijke rol de mate waarin bedreigde punten nog bereikbaar zullen zijn tijdens storm.

Uit verschillende gegevens is bekend hoeveel water bij een bepaalde hoogte van de kruin boven de waterstand en bij de dan optredende golven over de dijk zal slaan. Met behulp hiervan kan een schatting worden gemaakt van de in totaal tijdens een stormvloed te verwachten overslaande watermassa's.
Getoetst aan de criteria, hierboven genoemd onder *a*, *b* en *c*, kon de toelaatbare kruinhoogte worden berekend. Hierbij bleek dat de dam theoretisch zelfs zo laag zou kunnen zijn dat overloop voorkomt.
Een heel moeilijk probleem vormde echter de vaststelling van een profiel dat niet zou bezwijken wanneer een dergelijke grote overloop van water inderdaad plaatsvindt. Met name de verdediging van de hiel van de dijk bood in dit opzicht problemen die op grond van de tot dusver opgedane ervaringen niet tegen een redelijke prijs konden worden opgelost.
Het spreekt immers vanzelf dat de beschermingsconstructie aan de binnenzijde niet zo kostbaar mag worden dat de totale kosten van het profiel daardoor hoger zouden worden dan in een normaal geval.
De berekeningen die voor de Lauwerszee zijn opgesteld leidden tenslotte tot de conclusie dat, rekening houdende met de potentiële waarde van de zoetwaterboezem en de droogvallende gronden in de Lauwerszee, het maken van een overslag- of overloopdijk economisch minder aantrekkelijk zou zijn, zodat tenslotte ook voor deze dam het normale profiel werd gekozen.
In algemene opzet onderscheidt het dwarsprofiel van de afsluitdam van de Lauwerszee zich dus niet van dat van andere dijken; een aantal details van het ontwerp zijn niettemin de moeite waard om te vermelden.
Voor de bepaling van de kruinhoogte moet bekend zijn op welke golfoploop moet worden gerekend.
De afstand waarover een golf tegen een dijk oploopt, of anders gezegd de hoogte die daarbij wordt bereikt boven de waterstand, is afhankelijk van diverse factoren, waaronder de grootte van de golf een van de belangrijkste is. Nu is geen enkele golf gelijk aan een andere, zodat het niet mogelijk is van 'de golfoploophoogte' te spreken. Evenmin kan van een maximale golfoploop worden gerept, omdat het niet mogelijk is nauwkeurig te voorspellen hoe groot de hoogste golf zal zijn.
Het verschijnsel is dan ook reeds sinds jaren onderwerp van onderzoek en er zijn verschillende formules voor de golfoploop opgesteld. Deze formules gaan uit van de eerdergenoemde golfoploop die door 2% van de golven wordt overschreden. Uit de verschillen, die de formules te zien geven, blijkt wel dat deze kwestie nog niet tot in details bekend is.
Bij het buitenbeloop van 1 : 4 voor de afsluitdam van de Lauwerszee, blijken de meeste

Situatie met verschillende kruinhoogten van de afsluitdam

Het werkeiland in de Lauwerszee tijdens hoogwater
Op de voorgrond de werkhaven aan het Oort, daarachter de bouwputten voor de schutsluis en de uitwateringssluizen in de afsluitdam





formules een golfoploop te geven van ongeveer 1,6 x de golfhoogte. Gezien ook de onzekerheden bij de bepaling van de optredende golf zal de uiteindelijk berekende golfoploop bij de huidige stand van de wetenschap nog maar een vrij ruwe schatting moeten blijven. Opgemerkt dient te worden dat de omstandigheden waarbij de ontwerpstand optreedt nog nooit zijn voorgekomen, zodat men ten aanzien van de dan optredende golven geen ervaring heeft.

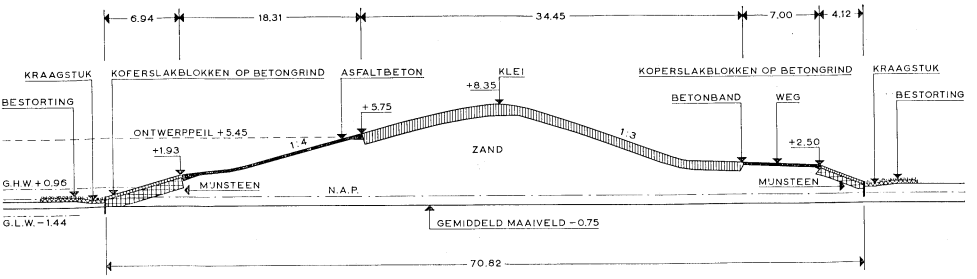
De kruinhoogte van de dam werd, afhankelijk van de ligging ten opzichte van de maatgevende windrichting, in dit geval noordwest, bepaald op een peil variërend van N.A.P. + 7,20 m tot 8,85 m.

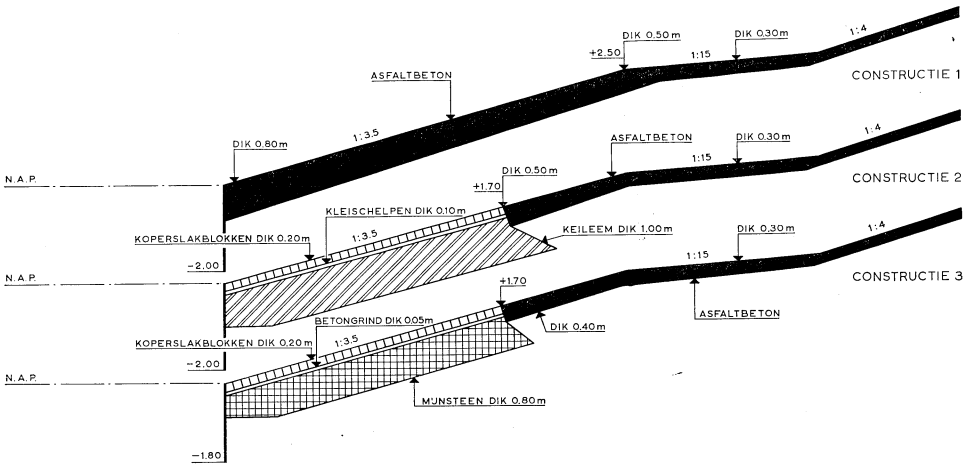
De weg aan de binnenzijde langs de dijk werd, gelet op de situatie bij de uitvoering of bij doorbraak (water aan weerszijden van de dijk), ontworpen op een relatief laag gelegen binnenberm (N.A.P. + 2,50 m).

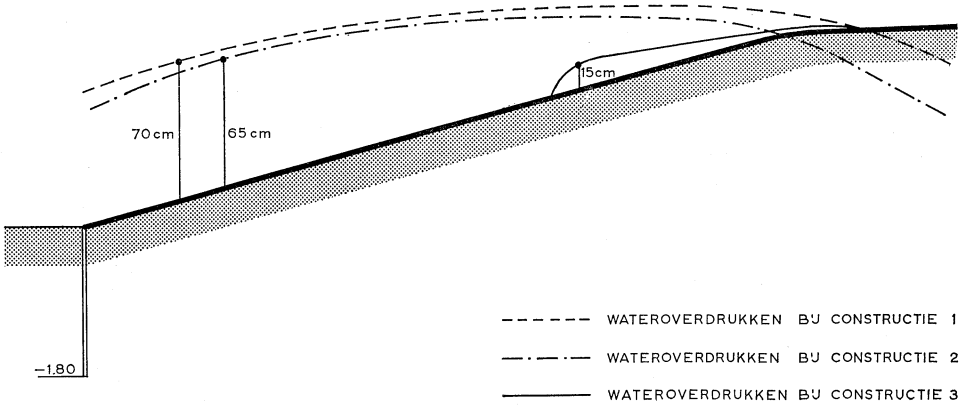
Langs het buitenbeloop wordt eveneens een berm gemaakt. Om de doorgaande bekleding van asfaltbeton zo weinig mogelijk te onderbreken wordt deze slechts 3 m breed. De berm heeft uitsluitend tot doel het buitenbeloop beter bereikbaar te maken voor het onderhoud. De ervaring, met name ook met de afsluitdijk van het IJsselmeer, heeft geleerd dat een goede toegankelijkheid van het buitenbeloop de onderhoudskosten zeer beperkt.

De hoge ligging van de zandplaten, waarop het grootste deel van de dam zal worden aangelegd, heeft op de uitvoering een grote invloed. Deze platen liggen namelijk zo hoog, dat de materialen voor de afsluitdam niet varend kunnen worden aangevoerd, maar anderzijds liggen zij te laag om het transport door middel van voertuigen te verwezenlijken. De oplossing is gevonden door de zandplaten ter plaatse van de as van de dam te verhogen door een z.g. 'pannekoek' van zand tot een zodanige hoogte op te spuiten, dat het transport daarover per as plaats kan vinden. In het ontwerp van de dam is met deze uitvoeringswijze in zoverre rekening gehouden, dat de teenconstructies aan de Wadden- en aan de Lauwerszeezijde vrij hoog boven het maaiveld zullen worden gelegd. Verwacht wordt dat het opgebrachte strand aan de binnenzijde stand zal houden tot de Lauwerszee is afgesloten en de zandplaat ter plaatse droogvalt. Aan de zijde van de Waddenzee zal het ontworpen kraagstuk van azobéstrippen afgestort met steen bij eventueel optredende strandverlagingen kunnen nazakken en de teen voldoende beschermen.

De verdediging van het onderste deel van het buiten- en binnenbeloop is onderwerp ge-


6.94
18.31
34.45
7.00
4.12
KRAAGSTUK
KOFERSLAKBLOKKEN OP BETONGRIND
ASFALTBETON
KLEI
KOPERSLAKBLOKKEN OP BETONGRIND
KRAAGSTUK
BESTORTING
+8.35
BETONBAND
WEG
BESTORTING
+5.75
ONTWERPPEIL +5.45
1:4
1:3
+1.93
ZAND
+2.50
G.H.W. +0.96
MUNSTEEN
N.A.P.
MUNSTEEN
G.L.W. −1.44
GEMIDDELD MAAIVELD −0.75
70.82


DIK 0.50m
DIK 0.30m
1:4
+2.50
1:15
ASFALTBETON
CONSTRUCTIE 1
DIK 0.80m
1:3.5
ASFALTBETON
DIK 0.30m
1:4
N.A.P.
DIK 0.50m
1:15
CONSTRUCTIE 2
+1.70
KLEISCHELPEN DIK 0.10m
KOPERSLAKBLOKKEN DIK 0.20m
1:3.5
KEILEEM DIK 1.00m
DIK 0.30m
1:4
−2.00
N.A.P.
1:15
CONSTRUCTIE 3
+1.70
ASFALTBETON
BETONGRIND DIK 0.05m
DIK 0.40m
KOPERSLAKBLOKKEN DIK 0.20m
1:3.5
−2.00
N.A.P.
MUNSTEEN DIK 0.80m
−1.80


15cm
70cm
65cm
−1.80
WATEROVERDRUKKEN BIJ CONSTRUCTIE 1
WATEROVERDRUKKEN BIJ CONSTRUCTIE 2
WATEROVERDRUKKEN BIJ CONSTRUCTIE 3

Dwarsdoorsnede A-A van de afsluitdam in de Lauwerszee

De onderzochte constructie's voor het onderste deel van het buitenbeloop van de afsluitdam

De in een electrisch model gemeten waterover-drukken

weest van uitvoerige proefnemingen, verricht door de waterloopkundige afdeling van de Deltadienst.
Het ontwerp, dat in een eerste instantie werd onderzocht, bestond uit een volledige bekleding met asfaltbeton.
Het onderzoek naar het optreden van wateroverdrukken onder de gesloten bekleding met behulp van een elektrisch model, resulteerde in het voorschrijven van een zeer dikke asfaltbekleding. Dit vormt echter een zodanig dure constructie, ook wanneer b.v. gebruik zou worden gemaakt van gepenetreerde stortsteen, dat naar andere mogelijkheden werd omgezien.
Een constructie van blokken op een laag keileem werd als tweede mogelijkheid onderzocht. Omdat de laag keileem als ondoorlatend ten opzichte van het onderliggende zand moet worden beschouwd, weken de gemeten overdrukken in orde van grootte niet af van de eerder onderzochte constructie.
Aan deze constructie kleefden bovendien enige bezwaren ten aanzien van de uitvoering:

a. de keileem die in de Lauwerszee voorkomt bevat een hoog percentage zand. Dit veroorzaakt een grote mate van uitspoeling en daarmede stagnatie;

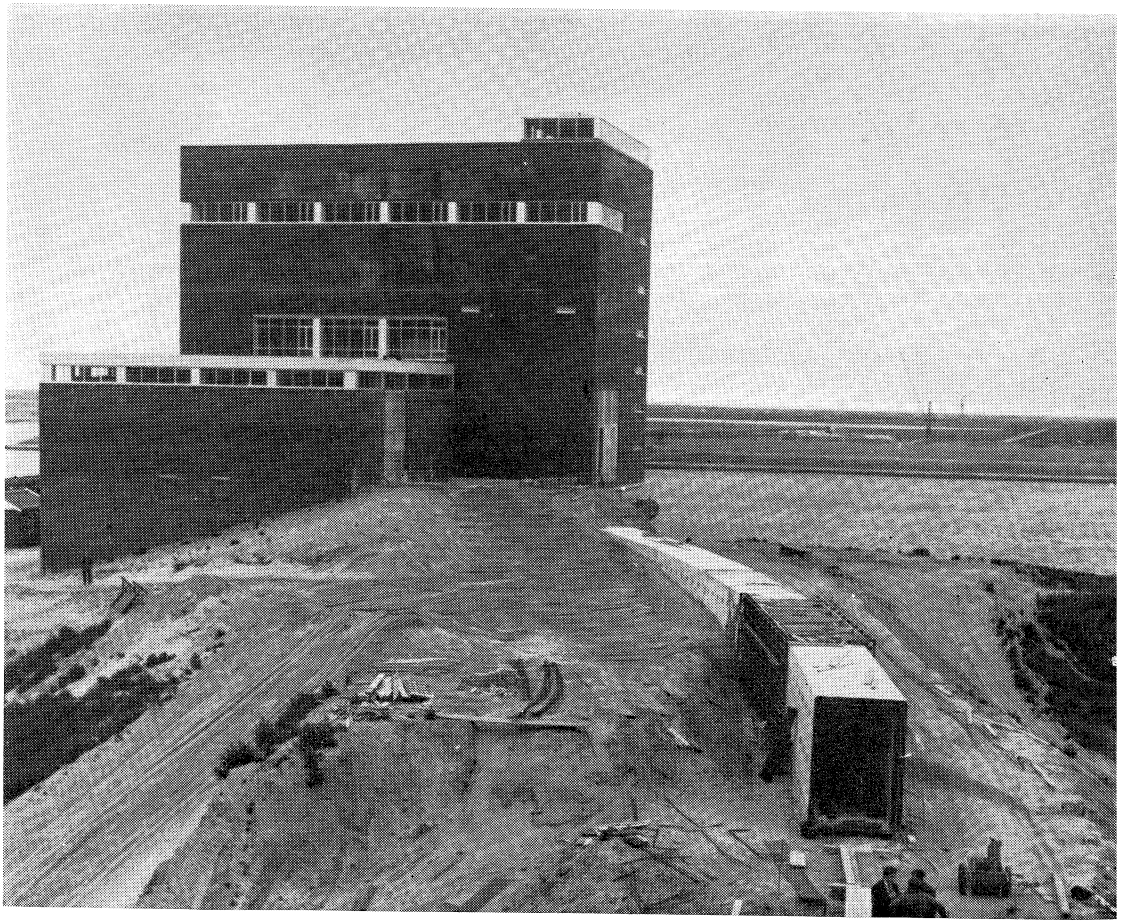
b. bij verse keileem kunnen wateroverdrukken onder de keileemlaag, veroorzaakt door de overmaat water afkomstig uit het zandstort, verschuivingen in de keileem veroorzaken;

c. alle keileem zou als gevolg van de gekozen werkwijze per as langs het werk moeten worden getransporteerd. Dit is bij vers gebaggerde natte keileem niet eenvoudig; de keileem eerst in depot opslaan om op te stijven, brengt hogere kosten met zich mee, terwijl het materieel moeilijker te verwerken wordt;

d. de hoeveelheid in de Lauwerszee aanwezige keileem is helaas beperkt; deze voorraad moet zoveel mogelijk worden gereserveerd voor het sluitgat.

Om deze redenen werd besloten over te gaan tot toepassing van mijnsteen. Mijnsteen werkt enigszins als een filter in tegenstelling tot keileem.
Een nieuw onderzoek wees uit dat op deze wijze de overdrukken zeer aanzienlijk kunnen worden beperkt. Het bleek weinig verschil uit te maken of de mijnsteen als zeer doorlatend werd beschouwd of dat een gelijke doorlatendheied als voor zand werd verondersteld. Voor het binnenbeloop gelden analoge redeneringen.
Voor de overige gedeelten van het beloop zal het zandlichaam van de dam worden afgedekt met klei, gegraven in de bodem van de Lauwerszee.

Het centrale bedieningsgebouw voor de uitwateringssluizen in het Haringvliet met de kabeltunnel



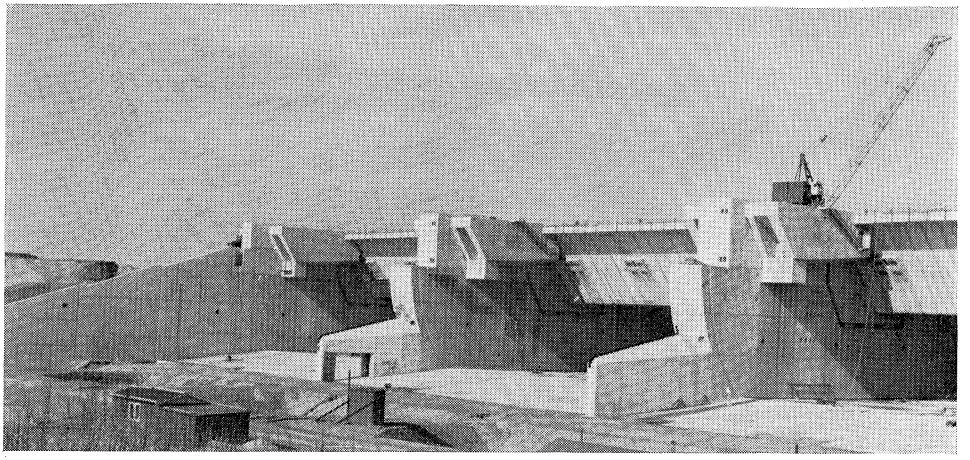
A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Tal van onderdelen van het werk aan de uitwateringssluizen zijn onderling gelijk. Daardoor kan de bouw in een vrij regelmatig tempo doorgaan. Op een pijler kan in zes weken tijds een nablaligger klaar zijn. Zes weken later kan dan de machinekamer op die pijler voltooid worden.
Op 1 juli waren dertien nablaliggers, vijf machinekamers geheel en een zesde vrijwel gereed. Enige weken voordien werd een begin gemaakt met het aanbrengen van een wegdek op het zuidelijke landhoofd en vier nablaliggers. Aan de rivierzijde van de sluis werd met het maken van stortebedden van gewapend beton begonnen. Voor de vleugel (rivierzijde) van het noordelijk landhoofd werd het laatste beton gestort.
In de bouwhaven werd ten behoeve van het transport van schuiven en gieken een houten steiger gemaakt.
Inmiddels werd de laatste hand gelegd aan het centrale bedieningsgebouw. Tussen dit gebouw en het zuidelijke landhoofd is een kabeltunnel in aanbouw.
Tijdens deze verslagperiode werd 16 070 m³ beton gestort Voor de nablaliggers was 7 033 m³ beton nodig, voor het wegdek 350 m³. De Aannemingsmaatschappij 'Deltacombinatie' met wie terzake een overeenkomst werd gesloten, begon met het ontgraven van 2,5 miljoen m³ grond uit de bouwput om ruimte te maken voor de te maken stortebedden. Deze grond wordt buiten de bouwput gestort. In een later stadium wordt die grond opgezogen en in te maken dijken en zanddepôts gespoten. De eerste gedeelten van de stortebedden worden in beton uitgevoerd. Aan de zeezijde zal de N.V. Nestum hiertoe een vloer op palen bouwen. De anderhalve meter dikke vloer aan de rivierzijde wordt zonder steun van palen gelegd. Het gedeelte van de stortebedden, dat door de Deltacombinatie wordt gemaakt, krijgt een filterconstructie, die reeds in het Driemaandelijks Bericht nr. 24 is aangegeven. Tijdens de verslagperiode werd ook begonnen met de aanvoer van stortsteen, welke voorshands in voorraad in de bouwput wordt opgeslagen. Hierdoor wordt voorkomen, dat het werk bij gestremde aanvoer over de Rijn wegens vorst of laag water zal stagneren.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

In totaal moeten voor de schutsluis in het Haringvliet 2 072 betonpalen worden geheid. Per 1 juli was dit werk op 180 stuks



na voltooid. Deze moesten worden geheid in de toelatingswerken aan de rivierkant, aan weerszijden van de onderbouw van de ophaalbrug en noordelijk van het buitenhoofd ten behoeve van de doosconstructie.
Stalen damwandschermen worden door middel van een dragline, die met een heistelling is uitgerust, ingeheid. De schermen van de toelatingswerken aan de zeekant zijn klaar. Met die van de toeleidingswerken aan de riverzijde moest worden begonnen.
Het werk vergt 29 000 m³ beton. Daarvan was per 1 juli 23 038 m³ verwerkt, waarvan in het voorgaande kwartaal plm. 3300 m³. Het betonwerk was toen gevorderd tot 40 cm onder de dekzerkhoogte. Achter de damwandschermen aan de zeekant werd begonnen met het maken van betonnen ankerplaten. Hetzelfde geldt voor het betonwerk aan de doosconstructie aan de zuidzijde van het buitenhoofd. De zeven houten sluisdeuren zijn klaar. Het grondwerk langs de sluiskolkwanden is zo goed als gereed. Elders vond het aanvullen en ophogen van het terrein voortgang. Voor ophogingen en aanvullingen werd uit diverse depôts tot 1 juli plm. 145 000 m³ zand ontgraven.
De steigers in de vissershaven kwamen tijdens de verslagperiode gereed.

De aanleg van de Grevelingendam tegen de Flakkeese oever

De glooiing van betonblokken aan de oostzijde van het dijkvak kwam gereed, evenals de kleibekleding op de kruin.
Op 10 mei werd het werk voor de eerste maal opgeleverd.

Werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting van de noordelijke geul van de Grevelingen

Eind maart waren de werkzaamheden voor de betonfunderingen gereed. In de verslagperiode werd voortgegaan met montage van stalen onderdelen van de kabelbaan. Aan de zuidzijde van het sluitgat werden de ondersteuningsjukken voor de railbaan alsmede de scharnierende kabelverankering gemonteerd.
Voor het overtrekken van de kabels over het sluitgat werd voorbereidend werk gedaan.
Inmiddels zijn depôts van stortmateriaal voor het sluiten van de geul gevormd. Op het terrein aan de zuidzijde van het sluitgat is ruim 50 000 ton grof grind en ca. 80 000 ton stortsteen opgeslagen, voorts ligt ca. 70 000 ton steen in depôts in de werkhaven.

Met machinekamers voltooide pijlers van de uitwateringssluizen

De schutsluis in de afsluitdam van de Grevelingen



Opritten en brug over het Haringvliet bij Numansdorp in wording



De bouw van de schutsluis in de Grevelingendam

De montage van de definitieve bewegingsinrichitngen van de sluisdeuren werd voortgezet.
De remmingwerken langs de oostelijke toeleidingsgeul naar de sluis kwamen gereed. Langs de westelijke geul werden deze werken voor ca. 90% voltooid.
De nabij de sluis in aanbouw zijnde sluiswachterwoningen kwamen op het schilderwerk na gereed.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Voortgegaan werd met het baggeren van de havenkom en de cunetten voor de grondverbeteringen. Begonnen werd met het aanvullen van de cunetten en het oppersen van het zandlichaam van de noordelijke havendam en het haventerrein.
Het lossen van zware stortsteen in de N.O. havendam werd voortgezet. Het aanvoeren van mijnsteen kwam in deze periode goed op gang.
Het aanvoeren en plaatsen van de eenheidscaissons en opzetstukken in de loswal is gereed.
Een begin werd gemaakt met het aanbrengen van de betonblokkenglooiing op het buitentalud van de noordelijke havendam.
Aan de zee- en havenzijde van deze dam werden kraagstukken aangebracht. Zij werden gedeeltelijk nabestort met zware stortsteen. Een deel van de benodigde koperslakblokken is aangevoerd.

Een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

In het Bericht nr. 17 van augustus 1961 werd de bouw van de brug over het Haringvliet bij Numansdorp met de aansluitende opritten beschreven.
Verwacht wordt dat deze brugverbinding nog in 1964 gereed zal komen. Daarmede zal het isolement van het eiland Goeree-Overflakkee zijn opgeheven. Wanneer in 1964 tevens de afsluitdam van de Grevelingen bij de Hoek van St. Jacob en de wegverbinding over de afsluitdam kunnen worden voltooid, zal het eiland Schouwen-Duiveland ook van de brugverbinding gebruik kunnen maken. Dan zal ook dit isolement zijn opgeheven.
Het is derhalve nodig het grondwerk te maken voor de wegverbinding tussen het zuidelijk landhoofd van de brug en de reeds in 1959 gereedgekomen dijk over het Hellegatplatengebied in de richting Flakkee.
Het te maken grondwerk impliceert tevens het maken van het ontworpen verkeersplein. Daarvan kwam in juni 1962 – beschreven in Bericht nr. 21 – de zuidelijke oprit naar de brug in de toekomstige wegverbinding Rotterdam–Zuiden van het land gereed.
Genoemd grondwerk werd opgedragen aan de aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad, die er in maart 1963 mee begon. Door de zandzuiger 'Dordrecht II' wordt zand gezogen uit het platengebied ten zuid-westen van de stroomleidam in het Hellegat. Via een 2,5 km lange leiding wordt dit zand in het te maken werk geperst.
In ruwe vorm geschetst wordt een plateau met een driehoekige vorm – basis 500 m en hoogte 500 m – opgeperst tot N.A.P. + 3,00 m. Ten oosten sluit dit plateau aan tegen de zuidelijke oprit en ten zuiden wordt de basis gevormd door de in 1959 gereedgekomen dijk over de Hellegatplaten. Aan de westkant van het plateau wordt een aardebaan gemaakt, aflopende vanaf een globale hoogte van N.A.P. + 13 m, bij het zuidelijke landhoofd van de brug tot een hoogte van N.A.P. + 5 m op de dijk over de Hellegatplaten.
Rest nog te vermelden dat in totaal 800 000 m³ zand aan het beschreven grondwerk dient te worden verwerkt. De westelijke aardebaan krijgt aan de buitenzijde een asfaltbeloop met een helling van 1 : 4 tussen N.A.P. + 1,25 m en 5,00 m, waarvoor 15 000 ton asfaltbeton en grindasfaltbeton dient te worden verwerkt.

De schutsluizen in het Volkerak

Tussen 1 april en 1 juli hebben de werkzaamheden aan de schutsluizen goede vorderingen gemaakt. In totaal zijn 12 vloeren van beide sluizen gestort, waaronder begrepen de vloeren van de noordwestelijke hoofden.

Het opbouwen van de rijdende bekistingen voor de wanden van de schutkolken kwam gereed. De eerste twee wanden van de tweede sluis werden eind juni gestort.

Bij het gereedkomen van de grote bouwelementen, zoals rijdende bekistingen, zijbekistingen enz., nodig voor de bouw van de beide schutsluizen, is een fase ingetreden, die een regelmatig verloop van de bouw kan doen verwachten. Van het viaduct over beide sluizen kwam het heiwerk van stalen damwand en betonpalen voor het westelijke landhoofd gereed. Begonnen werd met het heien van betonpalen voor het oostelijke landhoofd. Voortgegaan werd met de verdere opbouw van de pijlers. Het maken van de fabricageplaats voor de voorgespannen balken kwam nagenoeg gereed. Medio juni werd de stalen bekisting voor het vervaardigen van deze balken aangevoerd.

De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven voor de schutsluizen in het Volkerak

De aanvullende werkzaamheden bij de bouw van de schutsluizen in het Volkerak zijn sinds begin 1962 in uitvoering.

Ter completering van de noordelijke invaart met voorhaven werd aan de aannemerscombinatie 'Willemstad' opgedragen:

1. een verlenging met 600 m van de reeds aanwezige havendam;
2. het in den droge maken van de oevervoorzieningen van de voorhaven;
3. het uitvoeren van bijkomende werken.

De in aanbouw zijnde havendam wordt in dit bericht op blz. 249 e.v. uitvoerig beschreven.

In juni werd begonnen met het aanbrengen van de grondbezinking, het opklappen tot N.A.P. – 4,00 m van de dam met zand en het daarover aanbrengen van de zinkstukken. Het zinkwerk is voor het tempo van de uitbouw bepalend. Het geschiedt met een produktiecapaciteit van 3000 m² zinkstuk per week.

De opbouw van de dam met mijnsteen begint na de bouwvakantie.

De te maken oevervoorzieningen in den droge voor de voorhaven zijn van de volgende constructie:

van N.A.P. – 2,50 m tot N.A.P. + 0,75 m wordt onder een helling van 1 : 3 een filterglooiing gemaakt met een opbouw van grindzand en grind afgedekt met lichte stortsteen 5–40 kg.

Boven deze filterglooiing wordt tot N.A.P.



Het uitzetten van een dijkvak van de te maken afsluitdijk van de Lauwerszee

+ 2,50 m onder een helling 1 : 3 een glooiing van betonblokken tegen een houten damwand gemaakt.

In juni werd begonnen met de ontgraving van de sleuf, waarin de glooiingsystemen zullen worden gemaakt. In de ontgraving kon reeds worden begonnen met het heien van de houten damwand voor de betonglooiing.
Voor het totale werk moet o.a. worden verwerkt: 171 000 ton mijnsteen, 45 000 m² zinkwerk, 186 000 m³ zand en 50 000 ton steen uit ter beschikking te stellen voorraden.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Het werkeiland in de Lauwerszee werd vrijwel geheel voltooid. Ook de inrichting met wegen, een loswal enz. werd aangevat. Een aanvang werd gemaakt met het bouwen van een dijkvak, lang 1 500 m ten oosten van het werkeiland en van een als losplaats ingericht dijkvak, lang ongeveer 550 m in het oostelijk deel van de te maken afsluitdijk.

Op 1 maart 1963 werd de directie Landaanwinning van de Rijkswaterstaat opgeheven. De dienst Lauwerszeewerken werd op die datum ingesteld.

Opgave van door het Rijk ten behoeve van de Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 566	10 november 1962	Het leveren en opschelven van rijsmaterialen t.b.v. de Volkerakwerken
DED 567	24 augustus 1962	Het maken van proppen, steigers en dodebedden in de bouwhaven van de bouwput voor de spuisluis in het Haringvliet
NH 1084	17 april 1962	Het leveren van zuilenbasalt te den Helder
NH 1085	4 april 1962	Het lossen van zuilenbasalt te den Helder
NH 1117	28 mei 1962	Het vervoeren van zuilenbasalt van 's-Hertogenbosch naar den Helder en het lossen daarvan
LAW 527	27 november 1962	Het lossen, vervoeren en opslaan van zink- en stortsteen en koperslakblokken ten behoeve van de Lauwerszeewerken
BR 3080	9 januari 1963	Het leveren van afdichtingsringen c.a. ten behoeve van het bewegingswerk in de spuisluis Haringvliet
BR 3081	9 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van bronzen onderdelen ten behoeve van de bewegingswerken van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3082	9 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van voorbewerkte gietstalen onderdelen t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR 3083	9 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van diverse onbewerkte en geheel bewerkte gietstalen onderdelen t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR 3084	9 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van klembouten met moer en volgringen ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3085	9 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van bewerkte roestvrijstalen tapeinden en moeren ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3090	20 november 1962	Het vervaardigen en vervoeren van 6 stuks stalen puntdeuren e.a. en het geheel bedrijfsvaardig inhangen van 4 stuks hiervan ten behoeve van de sluizen in het Volkerak
BR 3092	20 november 1962	Het leveren van tonlagers c.a. ten behoeve van de bovendraaipunten van de deuren van de Volkeraksluizen
BR 3121	16 januari 1963	Het leveren van 16 stuks oliedruk koppelingen t.b.v. de twee dubbele basculebruggen over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3122	16 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van 4 stuks geheel gesloten gietijzeren tandwielkasten ten behoeve van de twee dubbele basculebruggen over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3123	16 januari 1963	Het leveren van wentellagers c.a. ten behoeve van de twee dubbele basculebruggen over de schutsluis in het Haringvluet
BR 3124	16 januari 1963	Het leveren van tonlagers c.a. ten behoeve van de ophaalbrug over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3125	16 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van 3 stuks geheel gesloten gietijzeren tandwielkasten ten behoeve van de ophaalbrug over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3127	16 januari 1963	Het vervaardigen en leveren van de afdekking bovendraaipunt puntdeuren c.a. ten behoeve van de sluizen in het Volkerak
BR 3137	19 februari 1963	Het vervaardigen en leveren van ijzerwerk ten behoeve van de slhutsluis in de spuisluis in het Haringvliet
BR 3144	7 februari 1963	Het vervaardigen en leveren van klein ijzerwerk 4e stort, ten behoeve van de schutsluis in het Haringvliet
SS 334	7 februari 1963	Het leveren van kabelgootafdekkingen en roosters ten behoeve van de spuisluis in het Haringvliet
DED 515	12 december 1962	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst 259 DED, gewijzigd c.q. aangevuld bij overeenkomst 436 DED, voor het maken van het tweede gedeelte van de afsluitdam in de mond van het Veersche Gat met bijkomende werken onder fde gemeenten Vrouwenpolder, Veere en Wissenkerke

Aannemingssom	Aannemer
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
f 9 100,—	A. van der Hoek te Heenvliet
eenheidsprijzen	J. C. de Looff - Rotterdam
eenheidsprijzen	P. Daalder's Aannemersbedrijf N.V. te Alkmaar
eenheidsprijzen	P. Daalders' Aannemersbedrijf N.V. te Alkmaar
eenheidsprijzen	Hollands Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. en N.V. C. J. v. d. Hoeven te 's-Gravenhage
f 88 400,—	N.V. Technisch Bureau van der Mark en Co te Rotterdam
f 400 261,60	N.V. Metaalgieterij „Kennemerland" te Beverwijk
f 1 364 388,—	Koninklijke Demka Staalfabrieken N.V. te Utrecht
f 724 286,—	Koninklijke Demka Staalfabrieken N.V. te Utrecht
f 39 429,12	Everts en van der Weijden N.V. te Helmond
f 62 485,50	Everts en van der Weijden N.V. te Helmond
f 2 798 000,—	Gusto Staalbouw N.V., Werf Gusto v/h firma A. F. Smulders te Schiedam
f 64 110,—	N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers S.K.F. te Veenendaal
f 10 176,—	N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers S.K.F te Veenendaal
f 24 800,—	Machinefabriek Aug. Bierens en Zonen N.V. te Tilburg
f 28 818,—	N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers S.K.F. te Veenendaal
f 7 027,20	N.V. Nederlandsche Maatschappij van Kogellagers S.K.F. te Veenendaal
f 8 400,—	Machinefabriek Aug. Bierens en Zonen N.V. te Tilburg
f 27 875,—	„Hoja"-fabrieken te Vlaardingen
f 14 375,—	Machinefabriek en Constructiewerkplaats B. Zwijnenburg te Krimpen a/d IJssel
f 23 970,—	„Hoja"-fabrieken te Vlaardingen
f 69 707,20	N.V. v/h Technisch Bureau Nering Bögel te Weert
gewijzigd van f 23 593 280,— in f 23 280 437,—	N.V. Aanneming Mij. 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 521b	15 februari 1963	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED 521a voor het maken van de onderbouw van een kabelbaan over het noordelijk sluitgat van de Grevelingendam, met bijkomende werken onder de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge
DED 532	12 oktober 1962	Leveren van basaltstortsteen t.b.v. van de afsluiting van het Haringvliet
DED 569	5 februari 1963	Overeenkomst tot 2e wijziging van bestek nr. 199, dienst 1959—1962, voor het maken van een bouwput en het daarin bouwen van gewapend betonnen doorlaatcaissons, met bijkomende werken in de Oosternieuwlandpolders onder de gemeente Vrouwenpolder
DED 570	7 september 1962	Leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de Volkerakwerken
DED 571	5 december 1962	Leveren van mijnsteen t.b.v. de Deltawerken
DED 572	20 september 1962	Leveren van asfaltemulsie 'Colsol'
DED 573	5 december 1962	Leveren van grof Nederlands grind voor de Grevelingendam
DED 574	5 februari 1963	Huren van een motorvlet 'Jumbo' t.b.v. de Waterloopkundige Afdeling
DED 575	29 april 1963	Onderhouden van beplantingen en het grasgewas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen behorende tot de directie Deltawerken-Noord te Hellevoetsluis en Stellendam gedurende het jaar 1963
DED 576	5 december 1962	Leveren en lossen van grof grind t.b.v. de afsluiting van het Haringvliet
DED 577	12 november 1962	Herstellen en vernieuwen van werken, gelegen in de buitenpolder Maltha in de gemeenten Willemstad, Fijnaart en Heyningen
DED 579	21 december 1962	Opbreken van een bestaande weg en het aanleggen van een nieuwe weg met een bestrating van betonkeien in de gemeente Stellendam
DED 580	20 maart 1963	Verrichten van werkzaamheden aan een boorbak
DED 581	15 februari 1963	Overeenkomst tot voortzetting van de werkzaamheden voor het maken en leveren van drie salen motorvletten met toebehoren, zoals deze zijn beschreven in overeenkomst nr. 427 DED met daarbij behorende tekeningen en gewijzigd bij overeenkomst DED 427*a*
DED 582	20 maart 1963	Vervaardigen van een zandspoelinstallatie
DED 583	25 februari 1963	Huur van een terrein gelegen aan de Drie-Koningenlaan te Zierikzee
DED 584	4 februari 1963	Verrichten van waterwaarnemingen nabij het havenhoofd te Zierikzee
DED 586	3 april 1963	Leveren van stortsteen t.b.v. werkhaven Den Osse
DED 588	24 mei 1963	Lossen en in depot opslaan van zink- en stortsteen in de N.O. werkhaven van de Grevelingendam
DED 589	20 maart 1963	Vervaardigen en leveren van steentransportnetten en laadbokken voor de kabelbaan, over de Grevelingen
DED 590	30 mei 1963	Maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
BR 3148	29 januari 1963	Vervaardigen en leveren van diverse verven t.b.v. de Deltawerken
BR 3169	28 december 1962	Vervaardigen en leveren van 34 lichtmasten, 4 seinmasten en uithouders c.a. t.b.v. de schutsluis te Bruinisse
BR 3180	28 maart 1963	Vervaardigen en leveren van 95 ton gietijzeren ballastblokken voor de kabelbaanafsluiting van de Grevelingendam
BR 3186	28 maart 1963	Volledige toezicht en controle op de vervaardiging en levering van cilinders en plunjers voor de bewegingswerken van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3192	17 april 1963	Vervaardigen en leveren van klembouten, compleet met moet en één volgring per bout t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR 3202	11 april 1963	Vervaardigen en leveren van dekzerkprofielen t.b.v. de Volkeraksluizen
BR 3203	5 juni 1963	Vervaardigen en leveren v. 8 stuks elektrovijzels t.b.v. de Schutsluis in het Haringvliet

Aannemingssom	Aannemer
—	Combinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
eenheidsprijs	Rheinisches Lava Kontor G.m.b.H., Sinzig/Rhein
—	van Hattum & Blankevoort N.V. te Beverwijk
eenheidsprijzen	N.V. Rijsmaterialenbedrijf Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
f 57 701,39	Hoofddirectie Staatsmijnen in Limburg te Heerlen
f 12 025,—	Key en Kramer N.V. te Maassluis
eenheidsprijs	'Utroma' N.V. te Heelsum
f 390,— per week	W. van Laar te Soest
f 21 620,—	Firma S. L. Kranenburg te Oudshoorn
eenheidsprijzen	'Utroma' N.V. te Heelsum
f 10 289,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad
f 62 850,—	Deltacombinatie te 's-Gravenhage
f 14 361,—	Paans N.V. Scheepsbouwwerf te Moerdijk
— —	*a.* B. G. Schouten te Krimpen a/d Lek *b.* J. Mars en C. G. de Bruyn te Krimpen a/d Lek
f 20 173,67	Firma Hellevoet, Constr.- en Scheepsreparatiebedrijf te Hellevoetsluis
f 100,— per jaar	N. van der Wolf te Zierikzee
f 1 164,80 per jaar	J. G. van Veldhoven te Zierikzee
eenheidsprijzen	N.V. Handel Mij. Arn. Maassen te Maastricht
eenheidsprijzen	Combinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
f 132 500,—	N.V. Kon. Nederl. Grofsmederij te Leiden
f 3 598 200,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad
eenheidsprijzen	N.V. Vernis- en Verffabriek v/h H. Vettewinkel & Zn, te Amsterdam
f 17 538,36	Schott's Lichtmastenfabriek te Veendam
f 32 537,50	Nederlandsche IJzergieterij 'Vulcanus' N.V. te Vaassen
f 4 350,— per maand	Röntgen Technische Dienst N.V. te Rotterdam
f 24 357,57	Everts en van der Weyden N.V. Schroefboutenfabriek te Helmond
f 34 473,—	Firma Nassette en Zoon te Amsterdam
f 11 920,—	N.V. Machinefabr. A. Bierens en Zonen te Tilburg

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
BR 3224	30 mei 1963	Vervaardigen en leveren van busankers t.b.v. de Volkeraksluizen
LAW 502	4 december 1962	Leveren van 1350 ton basaltzuilen 20/30 cm t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 528	29 maart 1963	Leveren van rijsmaterialen t.b.v. de aanleg van een werkeiland c.a. in de Lauwerszee
LAW 530	15 februari 1963	Leveren van betonbanden en stelplaten voor landbouwwegen in de Zuidersloepolder
LAW 536	12 april 1963	Het leveren van koperslakblokken

Opgave van door andere beheerders dan het Rijk gegunde openbaar bestede bestekken

Gebied	Nr. en dienstjaar van het bestek volgens registratie Provinciale Waterstaat	Omschrijving van de werken
Zuid-Holland		
Delfland	V 1962	Verzwaren zeewering Delfland tussen R.S.P. 108 + 400 en R.S.P. 111 + 420
Delfland	I-1962	Levering puin ten behoeve van de verzwaring zeewering (perceel I) in Delfland
Delfland	IV-1962	Maken gronddepot langs Rotterdamsche Waterweg ten behoeve van verzwaring zeewering vak 2
Delfland	IX-1962	Aankoop klei voor waterkering langs Rotterdamsche Waterweg
Dordtse Dijkring	XIX-1962	Maken nieuwe waterkering op emplacement Ned. Spoorwegen te Dordrecht
Krimpenerwaard	II-1962	Dijksverhoging Lekdijk tussen hmp. 132.50 en 137.75 in de gemeente Lekkerkerk
IJsselmonde	XV-1962	Aanleggen waterkerende dijk om de Antoniapolder in de gemeente Hendrik Ido Ambacht
Krimpenerwaard	VII-1962	Opvijzeling panden t.b.v. verbetering Lekdijk in de bebouwde kom van Krimpen a/d Lek tussen km 191 en 194 + 24
Delfland	XXI-1962	Verzwaring zeewering Delfland tussen R.S. 112 en 117.60
Zeeland		
Polder Zonnemaire nr. 1010	1962	Verhogen en verzwaren van de zeedijk van de polder Zonnemaire van dijkpaal 1.80—7.97 met bijkomende werken

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede en gegunde werken

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 578	1963	Uitvoeren van onderhoudsbaggerwerk in de werkhaven te Hellevoetsluis en Willemstad en in de havens van de bouwputten in het Haringvliet, gedurende het jaar 1963
LAW 531*a*	1963	Maken van polderwegen, sloten en duikers in de Zuidersloepolder en Quarlespolder in de gemeenten 's-Heer Arendskerke en Nieuw- en Sint Joosland, met bijkomende werken

Aannemingssom	Aannemer
f 11 250,—	Lubber's Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' N.V. te Krimpen a/d IJssel
eenheidsprijs	J. C. de Looff, te Rotterdam
eenheidsprijzen	N.V. T. & P. de Klerk te Werkendam
eenheidsprijzen	Jac. Haringman & Zoon te Goes
eenheidsprijzen	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage

Aannemingssom	Aannemer
f 1 267 000,—	S. A. Sander's Aannemersbedrijf N.V. te Delft
f 32 700,—	fa. Kuiper en Leeuwekamp te Monster en fa. J. Pijl te 's-Gravenhage
f 1 065 000,—	N.V. Baggermij. „Holland" te Hardinxveld
verrekenprijzen	M. G. F. Dekker Azn's Grind- en Zandbaggerbedrijf N.V. te Sliedrecht
f 94 429,50	N.V. Spoorwegbouwbedrijf te Utrecht
f 238 780,—	Aannemingsbedrijf P. Stigter en Zonen te Ammerstol
f 1 729 000,—	Aannemerscombinatie: Joh. Boele Tzn's Zand-, Grind-, Handels- en Transportbedrijf en P. Paans te Rotterdam
f 34 965,—	J. Goudriaan te Krimpen a/d IJssel
f 52 008,—	fa. Amon te Ouderkerk a/d IJssel
verrekenprijzen	C. Heuvelman te Krimpen a/d IJssel
f 2 787 000,—	fa. Kuiper en Leeuwenkamp te Monster en fa. Twist en Bosman te Castricum
f 272 000,—	fa. S. Zijlstra en M. C. van de Dries te Gorinchem

Aannemingssom	Aannemer
f 374 000,—	Th. Smeulers' Baggermaatschappij N.V. te Utrecht
f 239 900,—	Aannemersbedrijf fa. J. D. Janse te Middelburg

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	258
Hofmeester Rotterdam	248, 265, 268
G. de Klerk	262, 264
Rijkswaterstaat	238, 240
H. de Vries	269

Inhoud nr. 26

A. De werken van het Deltaplan

279 IJsproblematiek in het Deltagebied

289 De breuk van een der draagkabels van de kabelbaan over de Grevelingen

297 De werking van de automoteur

301 Proeven met nieuwe stortmaterialen in de Grevelingen

311 De voorlichting over de Deltawerken

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

316 De kop van de westelijke havendam voor de haven in de afsluitdijk van de Lauwerszee

321 **Vorderingen**

A. De werken van het Deltaplan

IJsproblematiek in het Deltagebied

Reeds enige jaren geleden werd er in dit Bericht de aandacht op gevestigd, dat het ijs in ons Deltagebied een aantal belangrijke problemen oproept. Om een afdoende oplossing van het ijsvraagstuk te vinden werd dan ook in de afgelopen jaren reeds een groot aantal studies verricht.

Met het oog op het verzamelen van zoveel mogelijk feitelijke gegevens werd de afgelopen strenge winter 1962–1963 volledig benut voor het doen van aanvullende waarnemingen. Het doel daarvan was de geldigheid van bepaalde hypothesen op hun waarde te toetsen en het inzicht in het ijsvraagstuk verder te verdiepen.

Om een goede aanpak van het probleem mogelijk te maken is het werk verdeeld over een aantal werkgroepen, die elk een bepaald aspect van het ijsvraagstuk onder de loupe hebben genomen.

Een van de belangrijkste problemen, dat in werkgroepsverband wordt bestudeerd, is de wijze waarop na de totstandkoming van de eerste fase van het Deltaplan, dat is na het gereed komen van de afsluitingen van het Haringvliet en het Volkerak, de afvoer van ijs naar zee moet worden gerealiseerd. In nr. 7 van deze berichten werd er reeds de aandacht op gevestigd, dat in de huidige toestand het meeste ijs door het Volkerak en Krammer wordt afgevoerd. Ook bij de metingen van de afgelopen ijswinter werd dit ten overvloede nog eens bevestigd, zoals uit het volgende moge blijken.

Uit luchtfoto's en verkenningsvluchten kon worden vastgesteld, dat er bepaalde gebieden zijn waar het ijs gemakkelijk vast gaat zitten, zoals aan de zuidzijde van het Hollandsch Diep ten oosten van Willemstad, ten westen van Moerdijk, op de Hellegatplaten, ten zuiden van Tiengemeten, ten oosten van St. Philipsland en in het gebied van de haven van Middelharnis. Deze gebieden zijn langs de benedenwindse oevers gelegen. Dit vond men vooral in het begin van de afgelopen winter, die hiermee ten aanzien van het gedrag van het ijs veel overeenkomst vertoonde met de winters 1954 en 1956. In de tweede helft van de laatste winter besloeg het vaste ijsdek tenslotte een veel groter gebied n.l. van de Hellegatsplaten via het Haringvliet tot voorbij Middelharnis. Het is niet onmogelijk, dat ook de vaste brug over het Haringvliet bij Numansdorp, waarvan een aantal pijlers reeds gereed was, de vorming van het vaste ijsdek op het Haringvliet heeft bevorderd. De beweging van het ijs werd nagegaan door het kleuren van schotsen. Dit gebeurde door middel van plastic zakjes gevuld met kleurstof, die vanaf bruggen of uit helicopters op de schotsen werden geworpen en daarbij openbarstten. Het terugzoeken van de schotsen leverde soms moei-

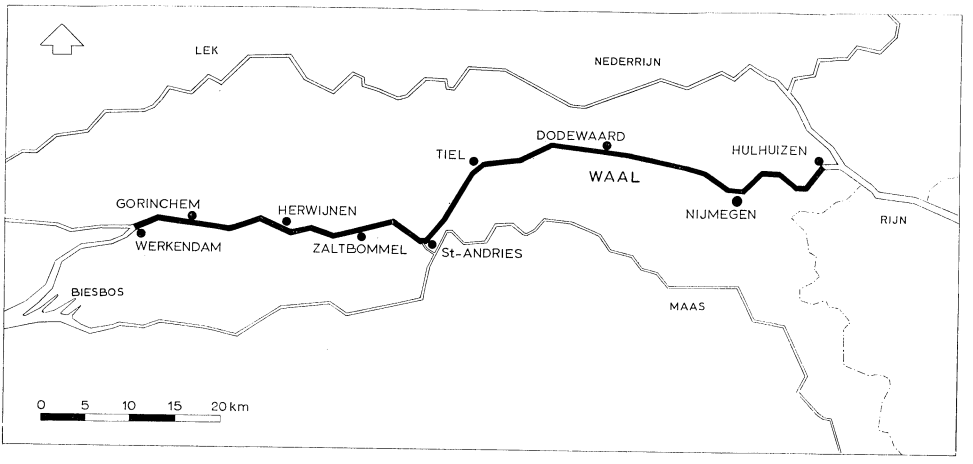
Concentratie van ijs bij de in aanbouw zijnde brug over het Haringvliet



lijkheden op, omdat het zicht vaak te gering was om verkenningsvliegtuigen te laten opstijgen. Het merendeel van de schotsen, die bij de Moerdijkbrug werden gekleurd, werd in het Volkerak en het Zijpe teruggevonden. Enkele gingen in meer westelijke richting tot Tiengemeten, doch voorbij het Vuile Gat werden geen schotsen teruggevonden. De bij de Hoornse Hoofden ten oosten van Hellevoetsluis gekleurde schotsen werden teruggevonden bij de Westplaat en later bij het Flaauwe Werk.
In de afgelopen winter bedroeg de verplaatsingstijd van de schotsen van Moerdijk tot Willemstad 24–96 uur en tot Tiengemeten 48–96 uur. Op het Hollandsch Diep bedroeg de grootste snelheid van de schotsen 1—6 km per getij, bij Tiengemeten 3 km per getij en op de Krammer 13–23 km per getij.
Duidelijk bleek, dat de afvoer van het ijs in de huidige situatie niet alleen bepaald wordt door de snelheid van het water, doch dat windsterkte en windrichting alsook bezettingsgraad van het ijs hierop van grote invloed zijn.
Verder werd opnieuw bevestigd, dat in het Deltagebied zelf veel ijs wordt geproduceerd. Dit proces begint hier eerder, dan op de bovenrivieren terwijl de verblijfstijd in het Deltagebied langer is.
De metingen hebben bevestigd, dat de afvoer van het ijs uit het Deltagebied naar zee in hoofdzaak via het Volkerak en Zijpe plaats vindt; de afvoer via het Haringvliet is gering en neemt bovendien steeds verder af naarmate het ijsbezwaar toeneemt.

Gewijzigde toestand

Te beginnen met de winter 1968–1969 zal de toestand in het noordelijk Deltagebied principieel worden gewijzigd. Zowel het Volkerak als het Haringvliet zullen dan zijn afgesloten. De afvoer van ijs via Volkerak en Krammer zal dan niet meer mogelijk zijn. Voor de oplossing van het ijsvraagstuk in de nieuwe situatie kunnen verschillende wegen worden ingeslagen.
In nr. 4 van deze berichten is onder de aandacht van de lezer gebracht, dat bij het bepalen van de afmetingen van de uitwateringssluis in de Haringvlietdam rekening is gehouden met de mogelijkheid de afvoer van ijs door de sluis te doen plaatsvinden. In het bijzonder met het oog hierop zijn deze sluizen van wijde afvoeropeningen voorzien.
Als eerste mogelijkheid voor de nieuwe situatie komt dan ook naar voren het openzetten van de gehele sluis, waardoor de getij-beweging op het Haringvliet weer hersteld wordt. Het dan weer zoute Haringvliet zal minder snel bevriezen, dan wanneer het water zoet is, terwijl de verticale getijbeweging het ijs van de kanten loshoudt en de afvoermogelijkheden bevordert. Niettemin zal het de lezer duidelijk zijn, dat hierbij weliswaar de oorspronkelijke condities op het Haringvliet in zekere mate worden hersteld, maar dat hierdoor het verlies van het Volkerak als afvoerweg van het ijs niet wordt gecompenseerd. Verwacht kan worden – en dit wordt door berekeningen bevestigd – dat aanvullende maatregelen nodig zullen zijn om het wegvallen van het Volkerak te compenseren.
Een andere mogelijkheid, welke diametraal tegenover de hiervoren genoemde staat, is het dichtlaten van alle schuiven, zodat zo spoedig mogelijk een vast ijsdek op het Haringvliet wordt gevormd. Aan het einde van de vorstperiode worden de sluizen dan opengezet voor de afvoer van het ijs en het overtollige water.
Om de achtergrond van deze oplossing te begrijpen, bedenke men, dat een gebied als het Haringvliet ook reeds in de huidige toestand een grote produktie van ijs oplevert. Het is vaak nu zelfs zo, dat op het Haringvliet reeds één à twee dagen eerder drijfijs wordt aangetroffen dan op de bovenrivieren.
Door het zich snel laten vormen van een vast ijsdek op het Haringvliet wordt de produktie



Verandering van de waterstanden op de rivier de Waal ten gevolge van de vorming van ijsdammen tijdens de strenge winter van 1954

van ijs aanzienlijk beperkt. Het is echter zonder meer duidelijk, dat bij deze handelswijze het Haringvliet als afvoerweg van ijs volledig wordt geëlimineerd, waardoor wellicht ongewenste situaties in het gebied der bovenrivieren (boven Werkendam) kunnen ontstaan. De consequenties van deze methode worden dan ook aan een nauwkeurige studie onderworpen.

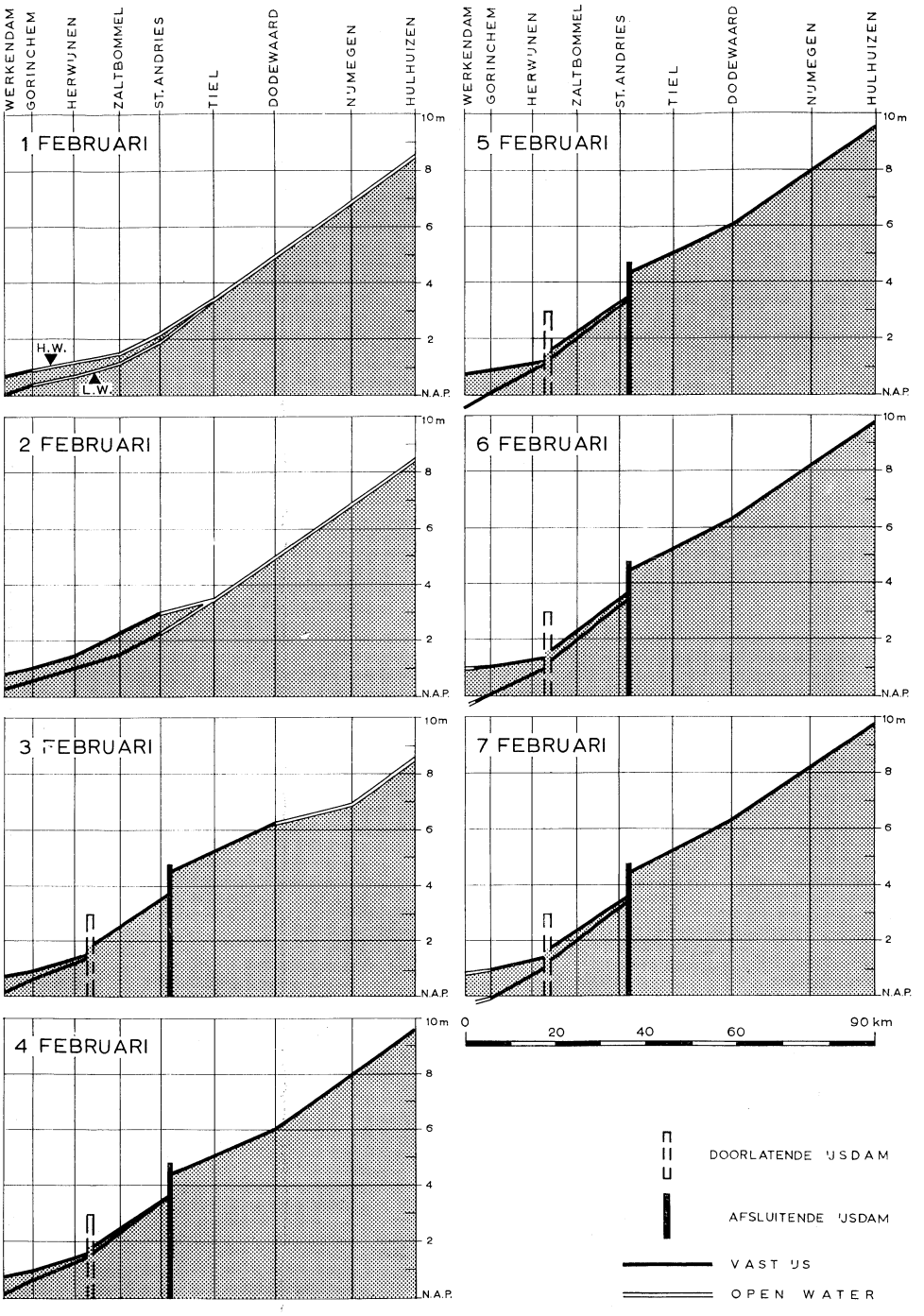
Als derde mogelijkheid moet worden genoemd het manipuleren met de schuiven van de uitwateringssluis op zodanige wijze, dat de gewenste afvoer van ijs via het Haringvliet wordt verkregen. Men denke b.v. aan het bij vloed slechts gedeeltelijk openzetten van de schuiven in de spuisluis, zodat in deze periode geen ijs van zee uit op het Haringvliet wordt teruggebracht. Men kan ook denken aan het volledig sluiten van de schuiven bij vloed en het openen bij eb, waardoor een driftstroom op het Haringvliet in zeewaartse richting transport van ijs naar zee bevordert.

Ook deze laatste oplossing brengt echter weer bezwaren met zich mee. Tengevolge van dergelijke manipulaties kan namelijk op de Nieuwe Waterweg de zoutgrens tijdelijk landwaarts verschuiven. Hoe ernstig dit is hangt niet alleen af van de wijze waarop met de schuiven wordt gemanipuleerd, maar ook van de lengte van de periode waarover dit gebeurt, de op dat ogenblik optredende bovenwaterafvoeren enz. Ook de mogelijkheid om meer dan voorheen de Oude Maas als afvoerweg van ijs te doen dienen, wordt bezien.

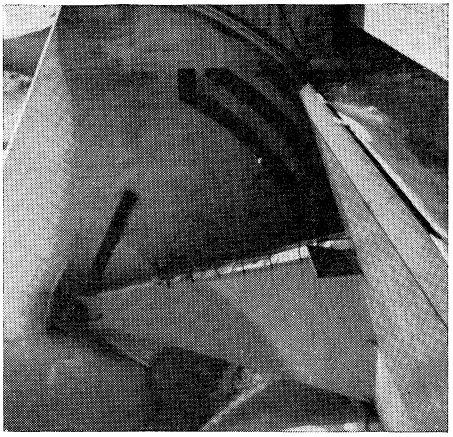
Resumerend kan worden gezegd, dat verschillende mogelijkheden ons ten dienste staan om de afvoer van het ijs na de afdamming van Volkerak en Haringvliet te verzekeren. Uitvoerige studies zijn nodig om de voor- en nadelen van de verschillende werkwijzen tegenover elkaar af te wegen.

IJsdammen in de bovenrivieren

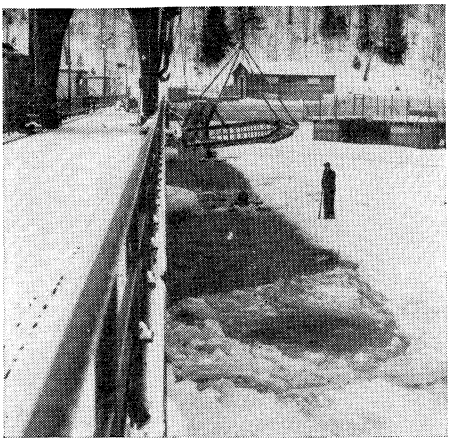
Een van de belangrijkste problemen, die verbonden zijn met de afvoer van het ijs op de benedenrivieren is het ontstaan van ijsdammen op de bovenrivieren.


WERKENDAM
GORINCHEM
HERWIJNEN
ZALTBOMMEL
ST.ANDRIES
TIEL
DODEWAARD
NIJMEGEN
HULHUIZEN
1 FEBRUARI
H.W.
L.W.
2 FEBRUARI
3 FEBRUARI
4 FEBRUARI
5 FEBRUARI
6 FEBRUARI
7 FEBRUARI
10m
8
6
4
2
N.A.P.
0
20
40
60
90 km
DOORLATENDE IJSDAM
AFSLUITENDE IJSDAM
VAST IJS
OPEN WATER

1.



2.

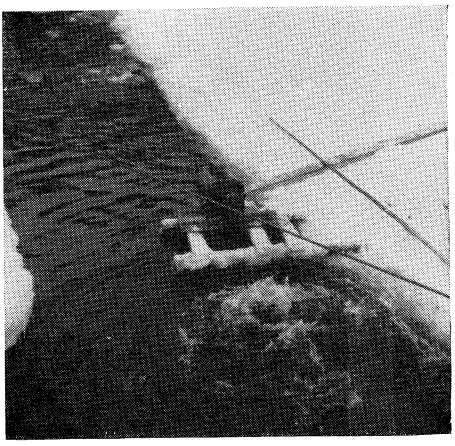


In het verleden zijn zulke ijsdammen herhaaldelijk voorgekomen. Zij hebben grote bedreigingen gevormd voor overstromingen. Het intensieve ijsbreken dat door de Rijkswaterstaat elke ijswinter weer opnieuw wordt uitgevoerd heeft dan ook voornamelijk tot doel de stagnatie van de ijsafvoer en de vorming van eventuele ijsdammen te voorkomen. Hoewel de criteria voor de vorming van ijsdammen tot voor kort weinig bekend waren heeft een nieuwe bewerking van het waarnemingsmateriaal van onze rivieren (vooral waterstanden) tot een beter inzicht in deze materie geleid. Er zijn resultaten gevonden, die in goede overeenstemming zijn met wat in het buitenland (Canada) hierover bekend is geworden. Daaruit blijkt onder andere, dat ijsdammen in het bijzonder worden gevormd, wanneer de verhouding tussen de diepte van de rivier en het kwadraat van de stroomsnelheid een bepaalde waarde aanneemt.
Opgemerkt kan nog worden, dat in de laatste ijswinters de vorming van ijsdammen op de bovenrivieren minder grote problemen heeft opgeleverd dan vroeger wel eens het geval is geweest.
Het is vrijwel zeker, dat een geringe temperatuursverhoging van het Rijnwater (1,5–2,0° C) welke veroorzaakt wordt door warm industriewater, zowel als de Waal-normalisatie een belangrijke invloed ten gunste hebben gehad van het ijsregime van onze bovenrivieren gedurende de laatste decennia.

IJsvrij houden der Haringvlietsluizen

In relatie met de bovengenoemde studie hield een tweede werkgroep zich bezig met de voorzieningen welke aan de Haringvlietsluizen nodig zijn om hiermee op de vereiste manier te kunnen werken. Het werd daarbij al spoedig duidelijk, dat mede ter verzekering van een onder uiteenlopende omstandigheden optimale ijsafvoer zodanige voorzieningen nodig zijn, dat het openen en sluiten van de grote schuiven onder alle omstandigheden – ook gedurende een zeer strenge winter – mogelijk blijft.
Aangezien in ons land ervaring op dit gebied ontbrak, werd besloten in het buitenland hierover nadere inlichtingen in te winnen. Zo werd een bezoek gebracht aan Frankrijk, waar nagegaan werd op welke wijze beweegbare keringen in de gekanaliseerde Rhône ijsvrij worden gehouden. Ook werd een reis gemaakt naar het noorden van Zweden, waar stuwkeringen bij zeer zware vorst beweegbaar worden gehouden.

3



1. Het ijsvrij houden van een stuwklep in Zweden. Zij- en bodemaanslagen zijn elektrisch verwarmd. In het landhoofd zijn verwarmingsplaten aangebracht, die op de foto als zwarte stroken zichtbaar zijn.

2. Het ijsvrij houden van een stuw door middel van stroomverwekkers.

3. Een stroomverwekker steunend op het vaste ijsdek.

Een korte samenvatting van de in het buitenland toegepaste systemen volgt hieronder. In Frankrijk zijn de winters niet streng, doch bevriezing treedt nu en dan op ten gevolge van de mistral. Daar wordt onder meer toegepast een elektrische verwarming met behulp van Pyrotenax-laagspanningskabels, waarbij de kabel door een met water gevulde koker loopt. Boven water levert dit systeem bezwaren op in verband met geringere warmte-afvoer en daardoor kans op verbranding.
Verder wordt toegepast verwarmde olie, waarbij de olie wordt gepompt door buizen welke buiten de schuiven geïsoleerd zijn. Hetzelfde systeem wordt ook toegepast met verwarmd water waaraan glycol is toegevoegd. De glycol geeft een vriespuntverlaging en werkt dus als 'anti-vries'.
In Zweden is een uitgebreide ervaring opgedaan met betrekking tot het ijsvrij houden van kunstwerken gedurende strenge winters, waarbij weer verschillende systemen worden toegepast. In alle moderne stuwcomplexen worden een of meer beweegbare kleppen van een zodanige verwarming voorzien, dat zij te allen tijde op en neer bewogen kunnen worden. Hierbij worden zowel zij- als bodemaanslagen verwarmd, terwijl ook meestal het binnenste van een klep (waartegen maar aan één zijde water staat) verwarmd wordt. Ter verwarming van de zij- en bodemaanslagen wordt elektriciteit of olie gebruikt. Beide systemen hebben hun voor- en tegenstanders. De elektrische verwarming van de aanslagen geschiedt hier niet door middel van Pyrotenax-kabels, zoals in Frankrijk, maar door middel van een laagspanning wisselstroom (12 V), die rechtstreeks door de staalplaten wordt gevoerd. Hiermee werden goede resultaten verkregen. Het vermogen op de platen ligt meestal tussen 0,3 en 0,6 KW/m².
Voor aanvullende verwarming worden soms ook reeds voor het storten van de beton geïsoleerde wapeningsstaven op een elektrische wisselspanning aangesloten.
Bij toepassing van verwarmde olie worden de aan- en afvoerbuizen achter tegen de stalen aanslagplaats aangebracht. Olieverwarming valt niet zo gauw in zijn geheel uit als elektrische verwarming; daartegenover staat dat elektrische verwarming eenvoudig is en schoon en minder kansen heeft op lekkage. Lekkage in de olieleidingen kan aantasting van de rubberaanslagen tot gevolg hebben. In verband hiermee moeten de verbindingen zoveel mogelijk gelast zijn.
Het aangroeien van ijs tegen de buitenbeplating van de kleppen wordt tegengegaan door de kleppen van binnen te verwarmen. De aan de lucht grenzende zijde van de klep wordt

dan van een isolerende laag (b.v. 10 cm basaltwol) voorzien. Als verwarmingseenheid gebruikt men elektrische elementen ('aerotempers') welke in het onderste deel van de kleppen wordt geplaatst en waardoor een warme lucht-circulatie wordt onderhouden. Verder wordt verwarming met infrarode stralers toegepast ter hoogte van de waterspiegel tegen de bovenzijde van de klep.

Bijzondere hulpmiddelen

Naast de bovenbeschreven verwarmingsmethoden zijn er nog aanvullende middelen welke mede tot het ijsvrij houden van constructies kunnen leiden.
Als belangrijkste van deze bijzondere hulpmiddelen moet het luchtbellenscherm worden genoemd. Deze universele methode, die ook in andere gebieden van de waterbouwkunde reeds zoveel mogelijkheden biedt (pneumatische golfbreker, zoutscherm) blijkt ook hier een veelbelovend toepassingsgebied te hebben.
Door de luchtbellenstroom wordt een circulatie geïntroduceerd, waardoor water van iets hogere temperatuur, dat zich op grotere diepte bevindt, naar de oppervlakte wordt gebracht. Ondanks minimaal kleine temperatuurverschillen kunnen hierdoor toch vrij grote hoeveelheden warmte worden getransporteerd. Doordat voorts de lucht vaak verwarmd is (b.v. doordat er geen koelinstallatie op de compressor staat) wordt bovendien met de luchtstroom mee een hoeveelheid calorieën aan het water toegevoegd. Vooral bij korte aanvoerleidingen kan dit van betekenis zijn.
Het luchtbellenscherm wordt in Zweden veelvuldig toegepast. Niet alleen vindt men het voor het ijsvrij houden van kunstwerken, doch ook voor het ijsvrij houden van havens (Stockholm) en haventoegangen wordt dit systeem met vrucht toegepast.
In de afgelopen winter heeft men ook in Nederland het luchtbellenscherm in de strijd tegen het ijs beproefd. Zo werden installaties aangelegd (meestal geïmproviseerd) bij de stuw in de Hollandsche IJssel, bij schutsluizen in de Twente-kanalen, bij de uitwateringssluizen van het IJsselmeer in de Afsluitdijk en bij een scheepswerf in Zuid-Holland.
Voorwaarde voor de toepassing van deze methode is, dat het water niet stroomt. Door experimenten op de Rijn werd bevestigd, dat in stromend water geen succes van deze methode kan worden verwacht.
Een andere voorwaarde voor een succesvolle toepassing van samengeperste lucht bij ijsbestrijding is te voorkomen, dat de uitstroomopeningen bevriezen door expansie van de uittredende lucht. In het oog moet worden gehouden, dat ook condenswater in het buizenstelsel tot bevriezing aanleiding kan geven.
Een verder in aanmerking komend hulpmiddel bij kunstwerken en in het bijzonder ook van toepassing als er geen stroom staat, is het gebruik van stroomverwekkers. Hiermee worden bedoeld pompeenheden van bepaalde vorm en capaciteit (b.v. 2-3 pk), waardoor water van even boven 0° langs een ijsdek wordt gepompt. Hierdoor kan een reeds gevormd ijsdek vrij snel worden opgeruimd terwijl tevens de vorming hiervan, over een vrij groot gebied, kan worden tegengegaan.

Breken en opruimen van ijs

Een andere werkgroep houdt zich bezig met de problemen welke samenhangen met het breken van ijs en de ontwikkeling van hulpmiddelen voor de ijsopruiming.
Allereerst moest in de afgelopen winter het routine-ijsbreekwerk op de rivieren worden uitgevoerd, waarbij voornamelijk de traditionele methoden werden gebruikt. Een verslag hierover is opgenomen in het Driemaandelijks Bericht nr. 7.



Het zagen van gaten in het ijs met de Zweedse ijszaag



Het maken van gaten in het ijs met behulp van het z.g. lansbranden

Van het ijsbreekwerk werd een reeks foto's gemaakt. Ook werd een documentaire film over verschillende manieren van ijsbreken opgenomen.
Veel werd de afgelopen winter gedaan aan de ontwikkeling van hulptechnieken en het opruimen van ijsschotsen en ijsvelden met behulp van explosieven.
Naast mechanische hulpmiddelen (bijl, boor, Zweedse ijszaag) werden ook thermische methoden voor het aanbrengen van gaten in ijs ontwikkeld. Tot de laatste behoort het z.g. lansbranden, waarbij door een lange, gedeeltelijk met ijzervijlsel gevulde buis na voorverwarmen zuurstof wordt geblazen, waarbij het ijzer oxydeert. Bij een buis van ½" wordt een gat van 10 cm gevormd waarbij 55 sec. tijd nodig is om 1 m te vorderen. Het zuurstofverbruik bedroeg hierbij 690 l/m'.
Experimenten met explosieven werden vroeger reeds genomen om bepaalde theorieën en formules te beproeven.
Ook dit jaar zijn weer proeven met explosieven genomen. De proeven op het Veluwemeer waren van fundamentele aard, waarbij vooral het verband tussen de hoeveelheid springstof, de gatdiameter, de ijsdikte en de waterdiepte is onderzocht. Voorts werden de eisen van veiligheid nader gepreciseerd.
Op de rivier de Waal zijn enkele proeven genomen met springstoffen om te onderzoeken of het ijsbreken hierdoor vergemakkelijkt kon worden. Deze proeven moesten worden afgebroken voordat belangrijke resultaten konden worden geboekt.
Van meer belang zijn nog de experimenten met explosieven bij de bouwput in het Haringvliet. Hier werd de afgelopen winter de als Baileybrug uitgevoerde hulpbrug over het Noord-Pampus ernstig door ijsgang bedreigd. Gevaarlijk grote schotsen zijn met springstof gebroken. Zo ontstond b.v. door explosie van een landmijn met percussielading in een vrijliggend ijsveld van ca 200 x 200 m² een gat van 12 m diameter met daar omheen radiale en tangentiale scheuren.
De dunne pijlers van de brug sneden niet te zware ijsvelden door, zodat geen calamiteiten zijn opgetreden.

Onderzoekingen van fundamentele aard

Om voor diverse berekeningen en beschouwingen een betrouwbare basis te verkrijgen houdt een vierde werkgroep zich in het bijzonder met fundamentele onderwerpen bezig. In deze richting werden ook speciale waarnemingen verricht.
Hiertoe behoren o.a. afvoermetingen op de bovenrivieren en afvoerverdeling op de splitsingspunten bij situaties zonder en met ijsbezetting, de invloed van een elektrische centrale op de warmtebalans van een riviervak, het bepalen van de hydraulische weerstandscoëfficiënt (dit is de coëfficiënt van Chézy) van een met vast ijs bedekte rivier, enz. Verder werd nagegaan in hoeverre de aanwezigheid van slib de vorming van zwevend ijs en grondijs bevordert.
Op het Haringvliet werd een onderzoek ingesteld naar de warmtebalans van dit gebied. Van het water en het ijs werden chloorgehalten en temperaturen bepaald, terwijl nabij de Bailybrug over het Noord-Pampus de temperatuur van het water, ook op grotere diepte, werd gemeten.
Een dergelijk onderzoek is mede van belang voor de studie van de klimatologische wijzigingen, welke in het deltagebied verwacht kunnen worden nadat de zoute zeearmen zijn vervangen door zoetwaterbekkens. De warmtebalans na de afsluiting moet samen met de veranderingen in temperatuur van het zeewater en van de lucht worden bekeken. Deze klimatologische studies werden verricht in samenwerking met het K.N.M.I. te De Bilt.

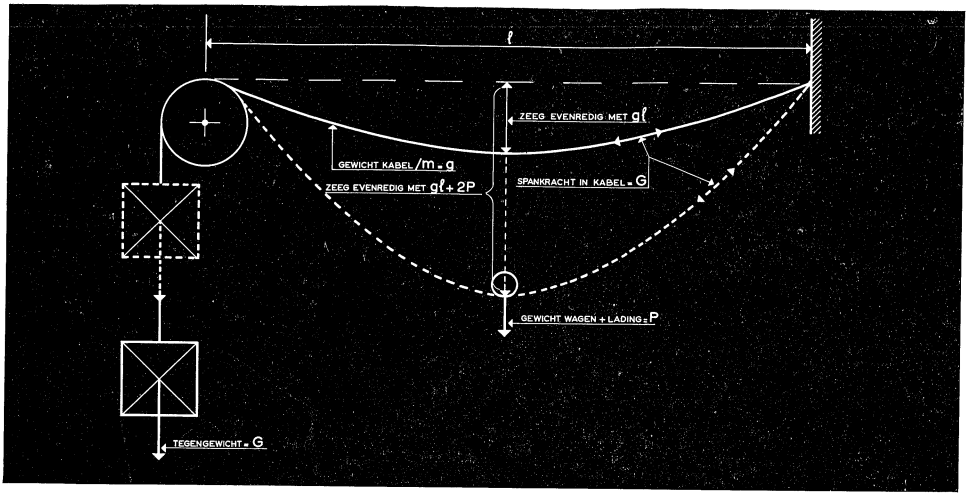
De breuk van een der draagkabels van de kabelbaan over de Grevelingen

Zoals bekend trad op 22 augustus 1963 bij de montage van de kabelbaan over de Grevelingen breuk op in een der draagkabels terwijl deze op spanning werd gebracht. De trekkracht in deze kabel bedroeg toen ca 300 ton. In het onderstaande worden over de toedracht van dit ongeval enige mededelingen gedaan. Deze mededelingen zijn van voorlopige aard, omdat het onderzoek naar de details van de oorzaak van de breuk nog niet geheel is afgesloten. Bij dit onderzoek is ook T.N.O. ingeschakeld. Indien de in het navolgende vermelde voorlopige conclusies nog wijzigingen mochten ondergaan als gevolg van het resterende deel van het onderzoek, dan zal dit in een later Bericht worden medegedeeld.

Voor een goed begrip van de situatie is enige toelichting gewenst omtrent de noodzaak de kabels op spanning te brengen alvorens zij door de zich er langs bewegende wagens (in deze berichten ook wel aangeduid als automoteurs) worden belast. Voor een overzicht van de kabelbaanconstructie zij hierbij verwezen naar de nummers 18 en 24 van de Driemaandelijkse Berichten. In deze publicaties is reeds vermeld, dat de kantelbare tegengewichten een vrijwel constante spanning in de kabels verzekeren, welke spanning niet groter wordt wanneer de kabels met wagens worden belast.

De kabelbaan is van het type waarbij de kabel aan het ene einde vast is verankerd en aan het andere einde via een wiel is bevestigd aan een aan de kabel hangend tegengewicht. Bij de kabelbaan over de Grevelingen wordt het vaste verankeringspunt gevormd door de massieve betoncylinder van het funderingsblok aan de noordoostelijke oever, terwijl aan de zuidwestzijde het tegengewicht in verband met de beschikbare ruimte als een kantelbaar gewicht is uitgevoerd. Het maakt in principe geen verschil of één of twee overspanningen aanwezig zijn.

Onder invloed van zijn eigen gewicht vertoont de kabel een zekere doorhang of zeeg. Daarbij is de kracht in de kabel gelijk aan de zwaarte van het tegengewicht. Wordt nu de kabel belast door een wagen dan neemt deze trekkracht of spanning niet toe, alleen de zeeg wordt groter. De spanning in de kabel blijft over de volle lengte van de overspanning in elke doorsnede gelijk aan de zwaarte van het tegengewicht. Het grotere totale gewicht wordt door de kabel op de steunpunten overgebracht doordat de kabel wegens de grotere zeeg bij die steunpunten een wat steilere helling verkrijgt zodat de verticale ontbondene van de door de steunpunten uitgeoefende reactiekracht groter wordt. Hierdoor wordt weer evenwicht gemaakt met het grotere totale gewicht zonder dat de kabelkracht wijzigt.



De onderlinge verhoudingen tussen de kabelkracht, de zeeg, het gewicht van de kabel en het gewicht van de wagen volgen uit de wetten van de mechanica. Bij nadere uitwerking hiervan blijkt voor het geval de wagen zich in het midden van de overspanning bevindt, dat het produkt van de kabelkracht – of de zwaarte van het tegengewicht – en de zeeg evenredig is met de som van het totale gewicht van de kabel tussen de steunpunten en het dubbele gewicht van de wagen. Bij de kabelbaan over de Grevelingen is de door het tegengewicht geïntroduceerde trekkracht in de kabel omstreeks 310 ton, het gewicht van de kabel tussen twee pylonen is ca 30 ton en het gewicht van een beladen wagen eveneens ca 30 ton. De lege kabel vertoont hierbij een zeeg van ongeveer 7,50 m, de met een wagen belaste kabel heeft derhalve een doorhang van ca $7{,}50\ \text{m} + \frac{2 \times 30}{30} \times 7{,}50\ \text{m} = 22{,}50\ \text{m}$.

Bij een lichtere kabel, die dus ook naar evenredigheid minder sterk is, moet het tegengewicht in gelijke mate lichter worden uitgevoerd bij gelijkblijvende zeeg van de lege kabel. De invloed van het gewicht van een wagen op de zeeg neemt echter sterk toe omdat wegens de lichtere kabel de verhouding tussen wagengewicht en kabelgewicht is toegenomen. De kleinere kabelkracht is dus oorzaak van een grotere doorhang van de kabel in belaste toestand.

Een grotere zeeg van de belaste kabel leidt tot grotere hoogte van de pylonen maar vooral ook tot steilere hellingen, die door de wagens moeten kunnen worden genomen. Deze beide grootheden, die bij voorkeur zekere waarden niet te boven moeten gaan, zijn dus in hoge mate afhankelijk van de kabelkracht en dus van het kabelgewicht.

Er is dus alle reden een kabel te kiezen van zwaar kaliber. Dit is voor de installatie in de Grevelingen dan ook gedaan.

Constructie van de kabel

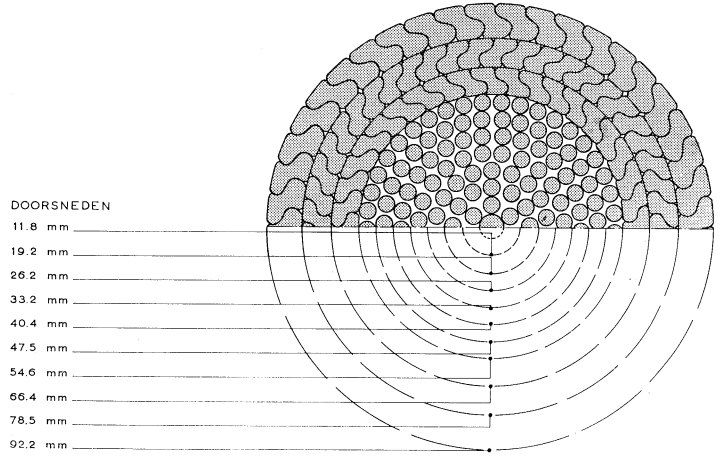
Voor kabelbanen is een kabel met een glad en gesloten buitenoppervlak vereist in verband met de berijbaarheid door de wielstellen van de wagens. De gebruikelijke constructie hiervoor is dat om een kern van ronde draden profieldraden zijn geslagen, waarbij de buitenste laag altijd is opgebouwd uit draden met een Z-vormige doorsnede, die nauwkeurig in elkaar passen. Dit geeft een glad en gesloten buitenoppervlak, waarbij tevens wordt voorkomen, dat vocht in de kabel dringt en daar roest zou veroorzaken. Tegen

Schema van de kabelbaan: De trekkracht in de kabel is constant, de zeeg is afhankelijk van de belasting

1. Doorsnede en samenstelling van de kabel

2. Schema van het op spanning brengen van de kabel. Situatie op 22 augustus 1963

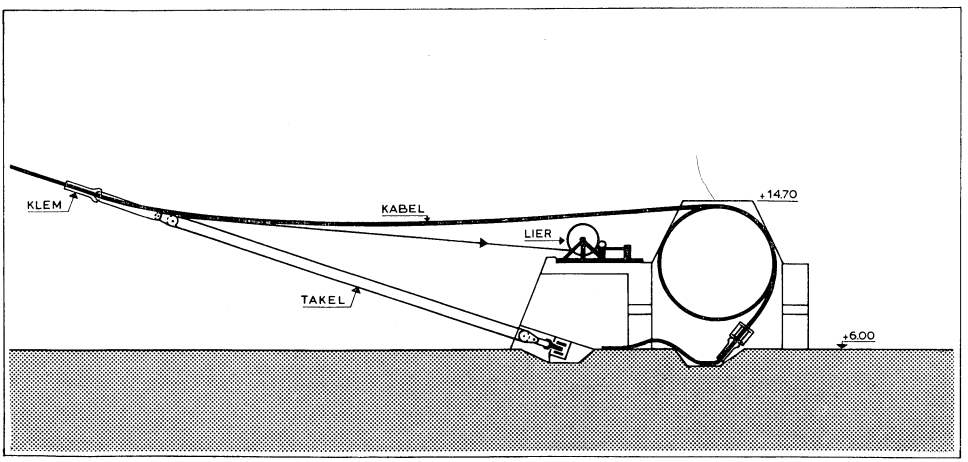
1



SAMENSTELLING

1 Ø	DRAAD	VAN	4.40 mm
6 Ø	DRADEN	„	3.75 mm
12 Ø	„	„	3.75 mm
18 Ø	„	„	3.65 mm
23 Ø	„	„	3.65 mm
29 Ø	„	„	3.65 mm
35 Ø	„	„	3.65 mm
41 Ø	„	„	3.65 mm
37 Z	„	„	6 mm hoog
44 Z	„	„	6 mm hoog
42 Z	„	„	7 mm hoog

2

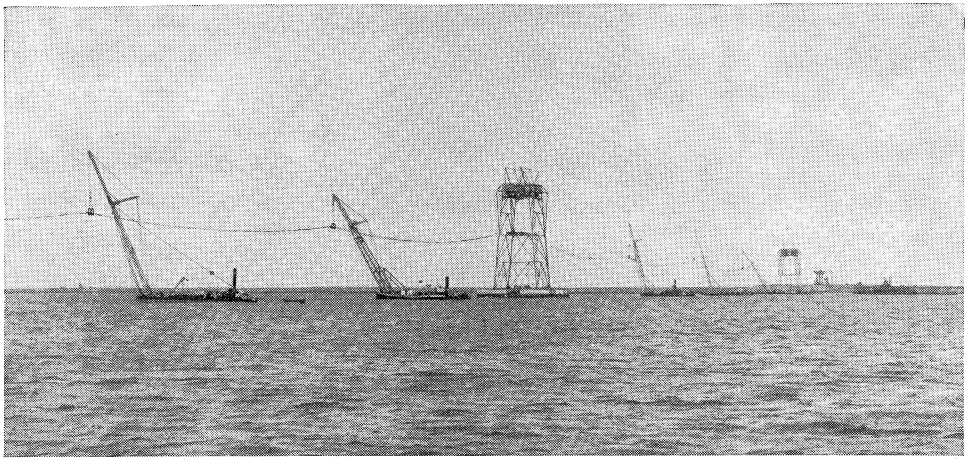


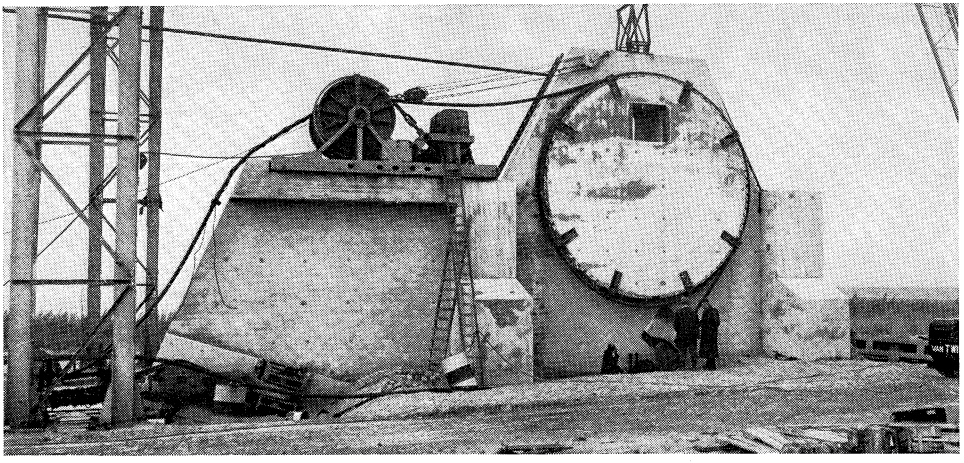
Het noordoostelijk verankeringsblok met lier en bevestiging van de takel. De voorste kabel is gebroken. Op de achterste kabel staat een spanning van 100 ton

corrosie en vooral ter verkrijging van een inwendige smering met het oog op de vereiste soepelheid van de kabel wordt voorts nog bij de fabricage elke draad ingevet.
De kabel voor de kabelbaan over de Grevelingen is zwaarder dan tot dusver voor een kabelbaan in Europa is toegepast. Rond de kern van ronddraad zijn hier drie lagen Z-draad geslagen. De diameter is 92,2 mm, het gewicht 47,1 kg/m. De draden van een bepaalde laag zijn met een zekere spoed spiraalsgewijs om de draden van de voorgaande laag geslagen, waarbij de slaghoek van laag tot laag afwisselend links en rechts is. Zodoende kruisen de draden van de ene laag die van de naastliggende lagen en wordt het verband zo hecht mogelijk zonder grote inwendige spanningen – de draden worden tijdens het slaan voorgevormd – en zonder dat de kabel zich door draaien wil ontwinden als hij onder trekspanning wordt gebracht.

Toedracht van het ongeval

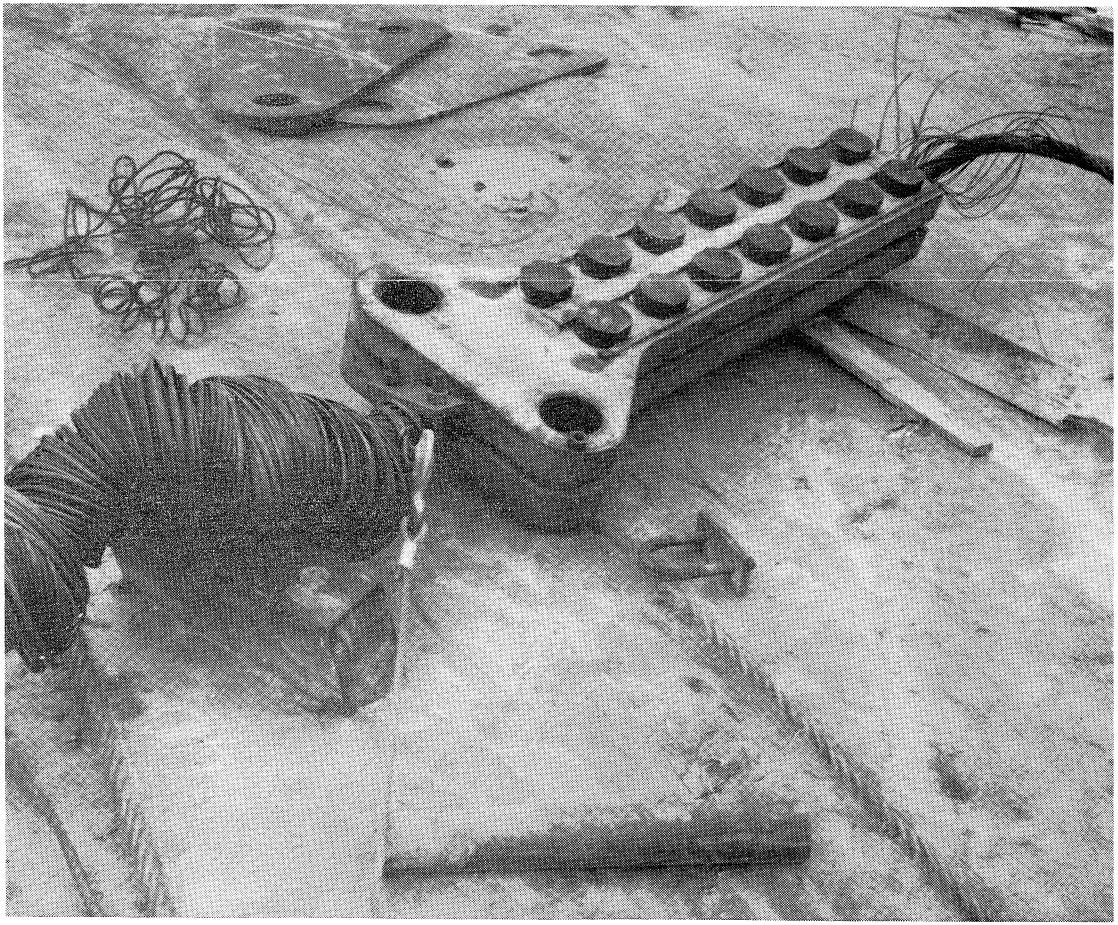
Na bovenstaande toelichting zal het duidelijk zijn, dat de kabels reeds bij de montage op hun definitieve spanning moeten worden gebracht door de zeeg op ca 7,50 m in te stellen. In het eerste stadium van de montage waren beide kabels met behulp van drijvende bokken aangebracht en met een zeeg overeenkomend met ca 100 ton trekkracht voorlopig vastgezet. Op 22 augustus werd gewerkt aan het op spanning brengen van de oostelijke kabel. Dit geschiedde door de kabel verder in te halen aan de zijde van het vaste verankeringsblok, tot de gewenste zeeg van ca 7,50 m zou zijn bereikt. Daartoe was de kabel in een zware klem gevat, waaraan door een op het verankeringsblok staande lier werd getrokken met behulp van een zware takel.
Door voortdurende observatie van het gehele proces kon uit de zeeg worden afgeleid, dat op het moment van de breuk de trekkracht in de kabel de 300 ton dicht was genaderd. Deze kracht werd dus van de takel in de kabel overgebracht via de klem en wel nader door middel van de wrijving welke tussen klem en kabel en verder tussen de verschillende lagen van de kabel door de klemkracht mogelijk werd gemaakt. Deze wrijving nu is gebleken onvoldoende te zijn geweest in de grensvlakken tussen de lagen Z-draad, daar in deze vlakken slip is opgetreden. Onderzocht wordt nog in welke van de twee grensvlakken de slip het eerst is begonnen. Daarbij is de reeds in de draden binnen het grensvlak aan-





wezige langskracht met een schok op de uit Z-draad bestaande buitenmantel overgedragen. Deze laatste werd nu overbelast en knapte af, waarbij ook nog kerfwerking en buiging zeer waarschijnlijk een rol zullen hebben gespeeld. Toen de buitenmantel eenmaal was afgescheurd, werd deze verder opgestroopt achter de klem en kon ook de kern de totale weer met een schok aangrijpende belasting niet meer dragen, zodat deze uit de kabel werd losgescheurd en de breuk volledig was.
Uiteraard heeft dit gehele proces met alle nevenverschijnselen zich in nauwelijks een seconde voltrokken. Dat het zich inderdaad op deze wijze heeft afgespeeld kon worden afgeleid uit de vorm en de plaats van de breuk, uit de inspectie van de klem en de daarin resterende stukken kabel en uit het materiaalonderzoek van de over elkaar geschoven en gebroken draden. Daarbij is onder andere gebleken, dat het materiaal van de Z-draden aan de grensvlakken door de grote warmteontwikkeling tijdens de slip glashard en daardoor bros was geworden.
Nagegaan is of tussen de draden van de buitenmantel ook te weinig speling aanwezig

De kabelklem na het ongeval. Links de opgestroopte buitenmantel van de kabel, rechts de afgestroopte kern

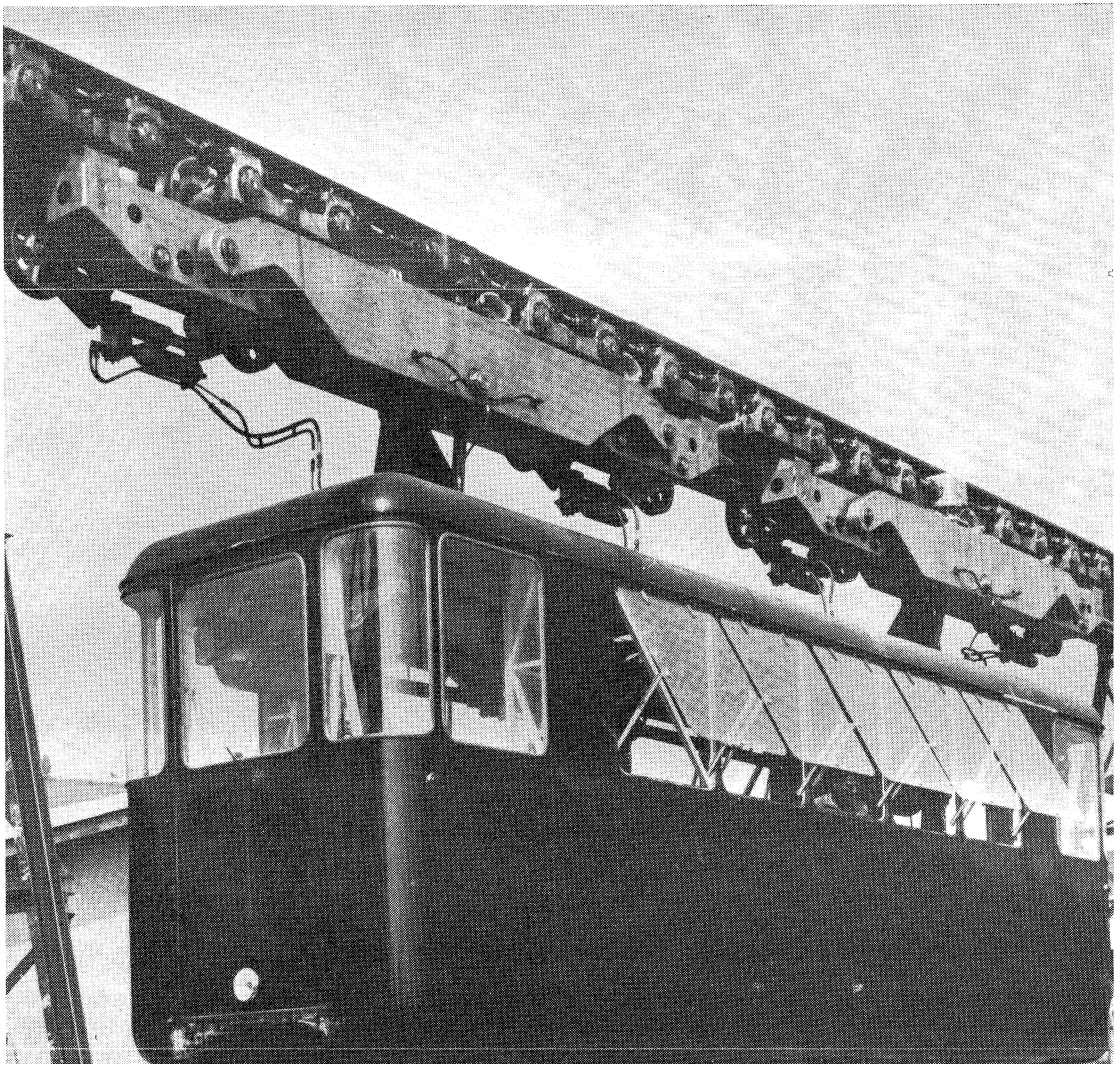


kan zijn geweest, waardoor deze mantel als een gesloten bus zou werken, waarin de kern alsdan los moest liggen. Dit is gebleken niet het geval te zijn geweest.
Door in een zware trekbank een kabelmonster herhaaldelijk te belasten en laag voor laag af te pellen waarbij aan het resterende deel telkens rekmetingen werden verricht, kon worden vastgesteld, dat elke laag het voor hem bestemde aandeel in de trekkracht ook inderdaad opneemt, zodat de kabel op de juiste wijze is opgebouwd.
De som van de breekkrachten van de afzonderlijke draden van de kabel is ruim 900 ton. De werkelijke breekkracht van een kabel is normaal 8 à 10% lager vanwege de onderlinge beïnvloeding van de draden door de wijze van slaan. Uit proeven kon worden vastgesteld, dat de werkelijke breekkracht in het onderhavige geval minstens 815 ton bedraagt, hetgeen dus bevredigend is.
De conclusie is, dat de op 22 augustus 1963 plaats gevonden breuk van de kabel geheel te wijten is aan de door de aannemer toegepaste wijze van werken bij het op spanning brengen van de kabel, die voor dit geval ondeugdelijk is gebleken. Anderzijds hebben de gehouden proeven bevestigd, dat de sterkte van de kabel zelf aan de gestelde verwachtingen voldoet.

Slotopmerking

Bij een proef met een zwaardere klem kon tot 450 ton worden belast zonder dat slip optrad. Om de klemkracht beter in de hand te hebben, werden hierbij schotelveren onder de moeren aangebracht. Behalve dat de grootte van deze kracht hierbij uit de veerkarakteristiek kan worden afgeleid, wordt aldus nog voorkomen, dat de klemkracht door de contractie van de kabel te sterk achteruit kan lopen bij het op spanning brengen van de kabel. De geringe maat waarmede de kabeldiameter daarbij wordt verkleind wordt dan immers door de schotelveren opgenomen zonder noemenswaardig verlies aan kracht. Tevens ligt hierin een aanwijzing op welke manier verder kan worden gewerkt. De kabels kunnen met behulp van een zwaardere klem met een gecontroleerde klemkracht op een spanning worden gebracht van b.v. 200 ton en definitief aan het vaste ankerblok worden bevestigd. Hierbij staat het tegengewicht in zijn hoogste stand. Door dit nu neer te laten kan de resterende 100 ton spanning in de kabel worden aangebracht. In hoeverre een nog weer andere wijze van werken mogelijk is en eventueel zelfs de voorkeur verdient is overigens thans nog niet geheel onderzocht.
Tenslotte dient nog te worden opgemerkt, dat de definitieve bevestigingspunten van de kabel op zodanige wijze zijn geconstrueerd, dat de veiligheid hier van dezelfde orde van grootte is als die van de kabel zelf.

Automoteur op een montagestelling



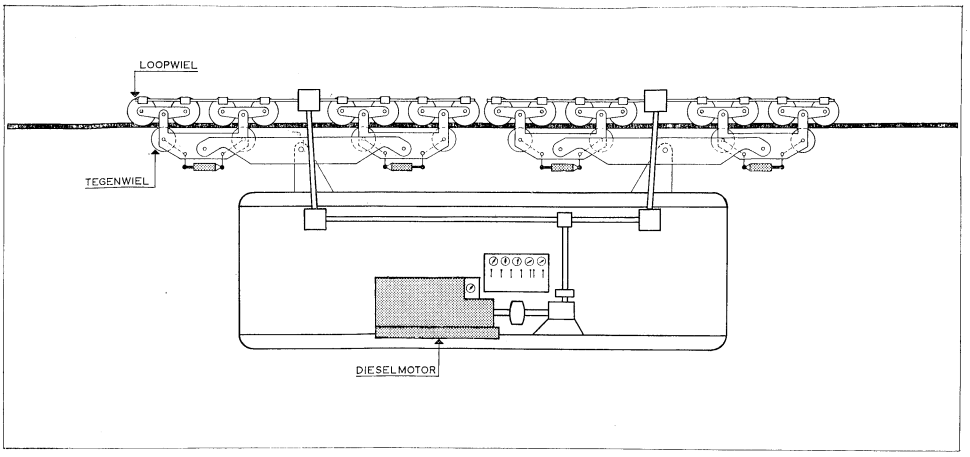
Onafhankelijk van de moeilijkheden bij het spannen van een der kabels voor de kabelbaan over de Grevelingen vindt de produktie van de andere onderdelen voortgang. Zo is een aantal automoteurs op de bouwplaats aangevoerd. Hierdoor ontstond de mogelijkheid het personeel, dat t.z.t. met de bediening zal worden belast, te doen oefenen, zij het voorlopig nog slechts op het baanvak, dat gevormd wordt door vaste rail. Voor het inwerken van de bestuurders van deze gondels is nl. geruime tijd nodig, in verband met de tamelijk gecompliceerde inrichting.
In nr. 24 van deze berichten zijn reeds enige gegevens verschaft betreffende doel en gebruik van de automoteurs. De bediening moet nogal veelzijdig zijn; de 300 pk dieselmotor dient nl. zowel voor het rijden van de gehele wagen als voor het gelijkstandig heffen en laten zakken van het kettingnet, maar bovendien ook voor het over de randbalk lossen van het stortmateriaal.
Op bijgaande tekeningen is het principe van deze bewegingen aangegeven.

Voortbeweging

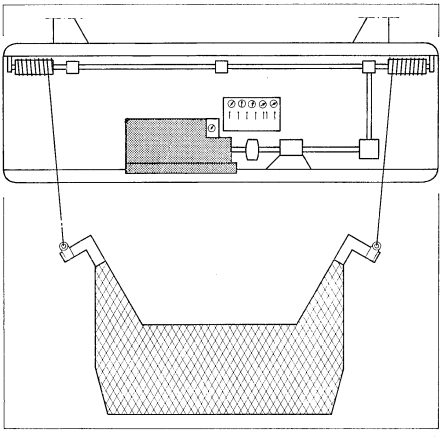
De voortbeweging van de automoteur geschiedt door het aandrijven door middel van tandwielkasten, assen, differentielen e.d. van alle 16 loopwielen.
De max. te bereiken snelheid is ong. 9 m/sec. Door de achter de motor aangebrachte hydraulische koppelomvormer kan een zoveel mogelijk automatisch bedrijf worden verzekerd.
De op de tekening aangegeven 'tegenwielen' dienen om bij sterk hellende gedeelten van de .kabel de adhesie te vergroten; hiertoe kunnen zij met oliedruk tegen de kabel worden gespannen. Behalve elektrische (Foucault) en mechanische remmen op de assen van het bewegingswerk is tevens nog een 'railrem' aangebracht, die door vastklemmen van de kabel met behulp van tapse drukstukken als parkeer- en noodrem kan worden gebruikt.

Bediening kettingnet

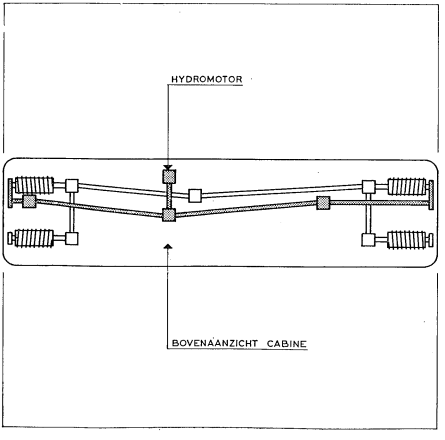
Ten behoeve van het heffen en laten zakken van het kettingnet zijn boven in de cabine vier trommels aangebracht die eveneens door de dieselmotor worden aangedreven.



Schema van de aandrijving voor de voortbeweging

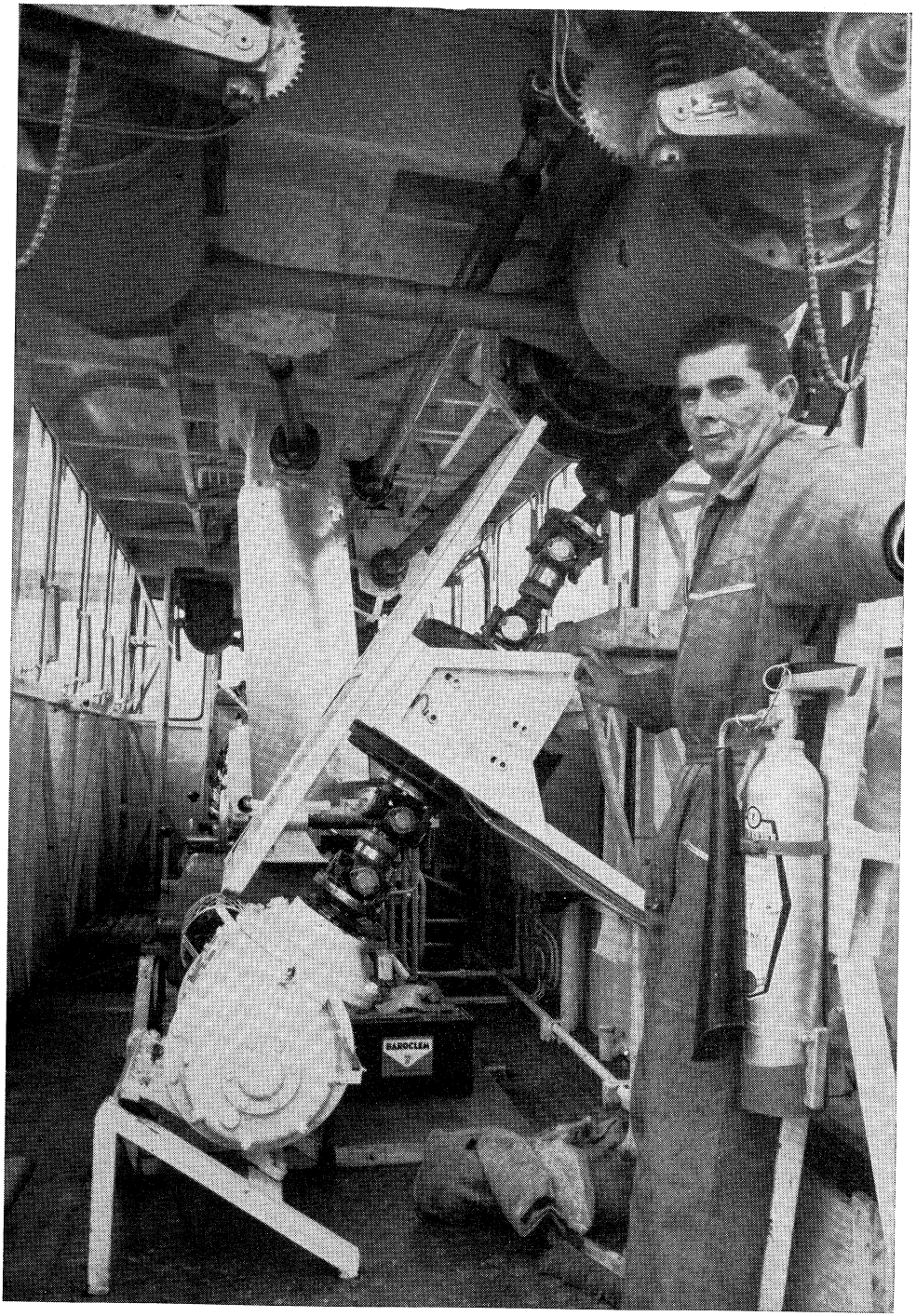


Schema van de aandrijving voor het heffen en vieren van het kettingnet



Schema van de aandrijving voor het leegstorten van het Kettingnet

De automoteur van binnen ▶


BARROCLEN

Aan deze trommels zijn de vier kabels bevestigd, die verbonden zijn met de beide einden van elke randbalk, dus met de vier hoekpunten van het net. Via de nodige assen en tandwielen geven deze trommels een constante hef- en daalsnelheid van ca. 80 cm/sec.

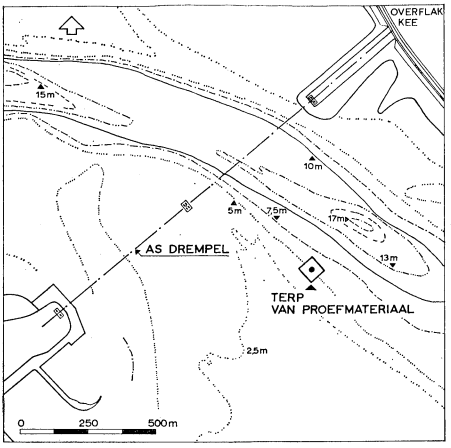
Leegstorten

Het leegstorten van het kettingnet geschiedt door aan twee van de vier trommels (aan één langswand van de cabine geplaatst en dus aan éénzelfde randbalk verbonden) onafhankelijk van de hiervoor omschreven beweging, een extra draaibeweging te geven, hetgeen door middel van een differentieel in de aldus aangedreven trommels kan worden bereikt. Deze beweging geeft aan de betreffende hijsdraden een (extra) snelheid van 6 cm/sec., hetgeen betekent dat na ong. 85 sec. de ene randbalk verticaal onder de andere is gekomen, zodat het kettingnet dan geheel is leeggestort. De eerste stenen zullen overigens pas uit het net vallen als de ene randbalk een zekere afstand onder de andere is gedaald: gedurende de tweede helft van de genoemde 85 sec. vindt dus slechts het storten plaats.
De betrekkelijk geringe snelheid van 6 cm/sec. is met proeven op nagenoeg ware grootte bepaald. Een zeer geleidelijke lossing van de 10-tons last (gewenst in verband met trillingen in de kabel) kon aldus worden bereikt.
Ook deze stortbeweging wordt weer door de dieselmotor veroorzaakt; thans echter op indirecte wijze, doordat een (2e) smeeroliepomp op de motor, olie onder druk levert aan een bovenin de cabine (ongeveer in het midden) geplaatste hydro-motor, die via enige assen en tandwielen aan de beide afzonderlijk aangedreven trommels de hiervoor omschreven extra draaibeweging geeft.

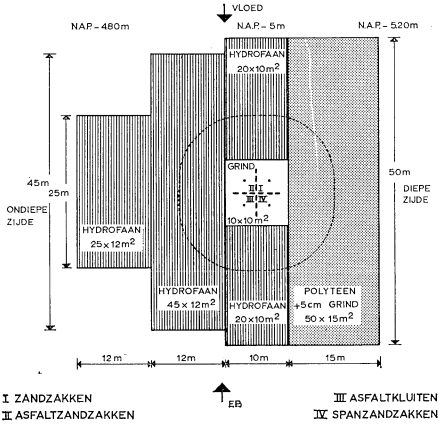
Proeven met nieuwe stortmaterialen in de Grevelingen

In Driemaandelijks Bericht nr. 24 blz. 179–183 werd een beschrijving gegeven van nieuwe stortmaterialen voor dambouw. Het betrof hier zakken van daartoe speciaal vervaardigde weefsels, gevuld met zand of met gestabiliseerd zand, kluiten van zandasfalt en zogenaamde spanzandzakken.
Om de verwerkingsmogelijkheden van elk dezer materialen te beproeven werd in de Grevelingen ten oosten van het nog niet voltooide gedeelte van de in aanbouw zijnde dam een proefstuk in de vorm van een terp gebouwd. Voor de terp werd een plaats met zodanige diepte gekozen, dat een dwarsprofiel werd verkregen overeenkomende met dat van het nog te maken damgedeelte. Hierdoor wordt het mogelijk zich een beeld te vormen van de gedragingen van het stortmateriaal in de te bouwen dam.
De voor de terp gekozen plaats is tevens gunstig om daarop te zijner tijd een controle- of mogelijk een commandopost te vestigen, wanneer de voor de afsluiting te gebruiken kabelbaan in bedrijf komt.
Teneinde te verhinderen, dat de door de terp gestoorde stroom ongewenste uitspoelingen rond de teen veroorzaakt, werd de bodem ter plaatse vooraf bezonken. Deze bezinking is gedeeltelijk uitgevoerd met een polytheen rolstuk en gedeeltelijk met een hydrofaan rolstuk. Dit laatste behoort tot de categorie rolstukken, die zonder verankering aan de grond kunnen worden gebracht. Zij worden op het ogenblik op hun bruikbaarheid in technisch en financieel opzicht onderzocht.
Het hart van het aldus beschermde bodemgedeelte is door twee elkaar kruisende damwanden in vier secties verdeeld. In elk daarvan werd een der nieuwe materialen gestort.
De installatie, nodig voor het vullen van zakken en het vervaardigen van zandasfaltkluiten, die in hoofdzaak bestaat uit een silo en een stortbak, was geplaatst op twee, op enige afstand van elkaar liggende, hecht aan elkaar gekoppelde zolderbakken. De installatie, gebouwd op deze drijvende twee-eenheid, werd gevoed met zand uit een langszij liggend zelflossend zandschip.
De Rijksbok Ursus werd gebruikt om het in de installatie vervaardigde materiaal, terwijl het zich nog in de stortbak bevond, op te hijsen en boven de plaats van afstorten te brengen. De Ursus heeft een vast hijsblok en werd voor genoemde taak nog uitgerust met een lange, snel beweegbare giek. De hulpwerktuigen werden, zoals uit de figuur blijkt, aan weerszijden van de terp voor anker gelegd. De stortbak, waarin het materiaal werd vervaardigd en naar de plaats van bestemming gebracht, bestond uit een door een ringbalk

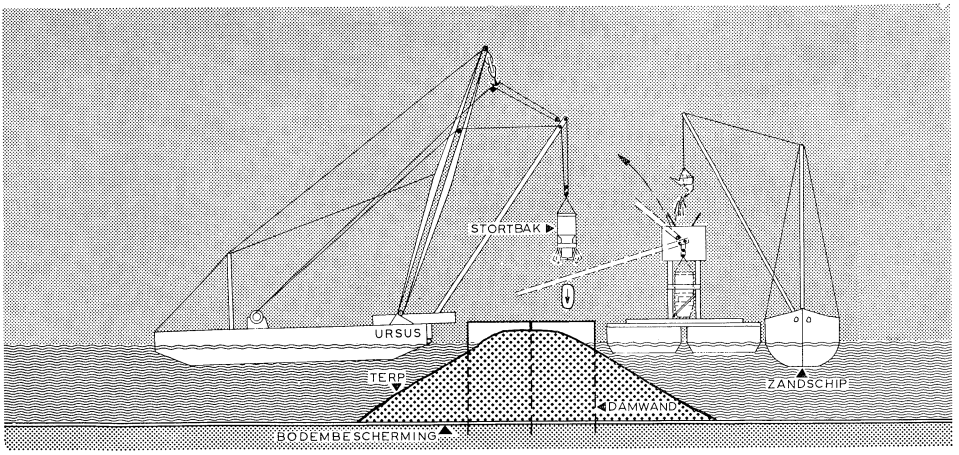
Situatie van de proefterp in de Grevelingen



De bodemverdediging bestaande uit verschillende materialen ter plaatse van de terp



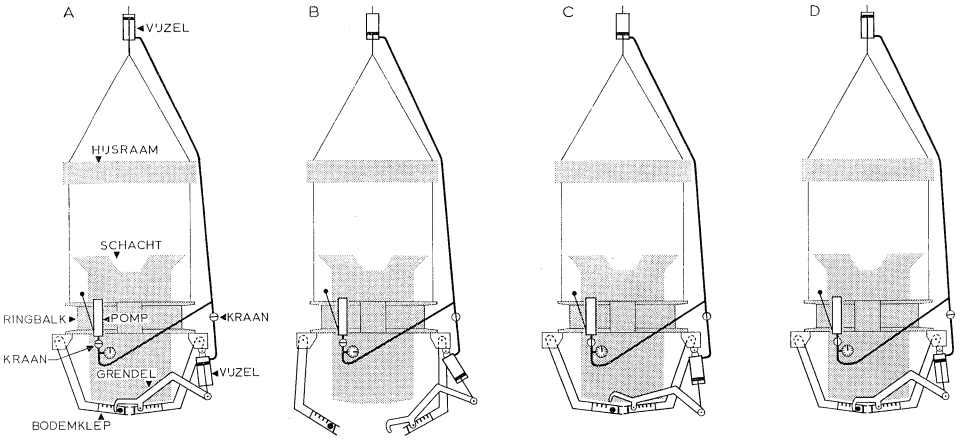
Opstelling van de vaartuigen en doorsnede van de terp



gesteunde schacht, aan de onderkant voorzien van een dubbele roostervormige bodemklep. Deze bodemkleppen werden aan elkaar vergrendeld. Nadat de bok de schacht met inhoud boven de plaats van bestemming had gebracht werd het hijsraam van de stortbak scheef getrokken. Hierdoor werd een kraan geopend tussen een in het hijswerk van de stortbak opgenomen hydraulische vijzel en een tweede vijzel waarmede de grendel werd weggeschoven. Door het openen van de kraan werd onder het gewicht van de last de olie uit de bovenste vijzel naar de tweede vijzel geperst.
Het scheef doen zakken van het hijsraam werd bereikt door het afvieren van twee der vier gebezigde hijsdraden; deze manoeuvre komt overeen met die waardoor de kettingnetten, die stortmaterialen langs de kabelbaan gaan vervoeren, zullen worden gelost. De wijze van bediening der ontgrendelkranen maakt het mogelijk om zonder wijziging of aanvulling van de apparatuur in de automoteurs van de kabelbaan naar believen netten of stortbakken te gebruiken.
Bij terugkeer op de vulinstallatie werd de stortbak met open kleppen neergezet op een steunpunt, dat door middel van zijn bijzondere vorm de kleppen sloot en vergrendelde. Hierbij werd de olie teruggedrukt naar een accumulator. Met behulp van een handpompje werd de olie vervolgens naar de hangvijzel teruggepompt. Zodra de stortbak opnieuw aan de bok hing was alles voor een nieuwe ontgrendelingsmanoeuvre gereed.
In de definitieve vierledige constructie van de stortbakken voor de kabelbaan zal het handpompje vervangen worden door een met een membraam afgesloten drukkamer in de accumulator. Hierdoor wordt een automatisch-hydraulische wisselwerking tussen de vijzels verkregen.
De drukleiding tussen beide vijzels was voorzien van een manometer. Met behulp van enige omrekening kon op grond van aanwijzingen van deze meter het gewicht van het te storten materiaal worden bepaald.

De schacht van de stortbak

De schacht van de stortbak vormt in horizontale doorsnede een afgeplatte achthoek. Van het door de schacht gevormde parallelopipedum zijn zes zijvlakken, in groepen van drie tegenover elkaar liggend, in staalplaat uitgevoerd. Daartussen zijn verticaal stalen buizen gelast, waarvan de halve doorsnede naar binnen steekt en zodoende een geribbelde wand vormt.
De te vullen zak steunt tegen de wand, krijgt daardoor een ietwat afgeplatte vorm en een vulling van ongeveer 75 procent. De geribbelde wand maakt de omtrek van de zak groter, dan bij een gladde, nauw gestrekte omsluiting van het zand het geval zou zijn. Bij het vullen van de zak kan de overmaat transportwater door de roosters van de bodemkleppen en langs de twee niet in staalplaat uigevoerde, tegenover elkaar liggende zijvlakken van het parallelopipedum wegstromen.
De overmaat aan wandlengte der zakken, veroorzaakt door de geribbelde wanden en het slechts voor driekwart vullen, maken later vervorming van het zandpakket mogelijk. Deze vervorming is nodig om een deel van de valenergie aan het einde van de val bij de botsing op te vangen. Door de vervorming van het zandpakket wordt namelijk een deel van de valenergie omgezet in wrijvingsarbeid en aldus vernietigd. De sterkte van de zak en daarmede de kosten van het weefsel, kunnen daardoor binnen redelijke grenzen blijven.
Om in het zandpakket voldoende wrijving op te wekken, moet tevoren zoveel mogelijk transportwater door open zijvlakken en bodemrooster zijn weggevloeid. Teneinde dit te bereiken bleek het nodig langs de vlakken van staalplaat dunne roosters in te hangen, waardoor het weefsel van de zakken een groter filtratie-oppervlak verkreeg. De twee

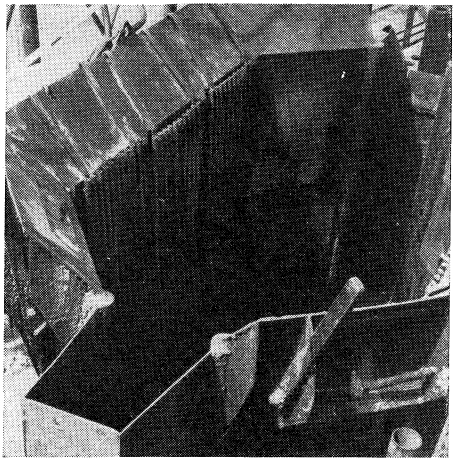


Schema van het openen en sluiten van de bodemkleppen van de stortbak
A. de olie in de bovenste vijzel staat onder druk
B. kraan open; de bodemklep wordt ontgrendeld
C. door de bak op de grond te zetten wordt de bodemklep gesloten
D. de olie is weer in bovenste vijzel gepompt

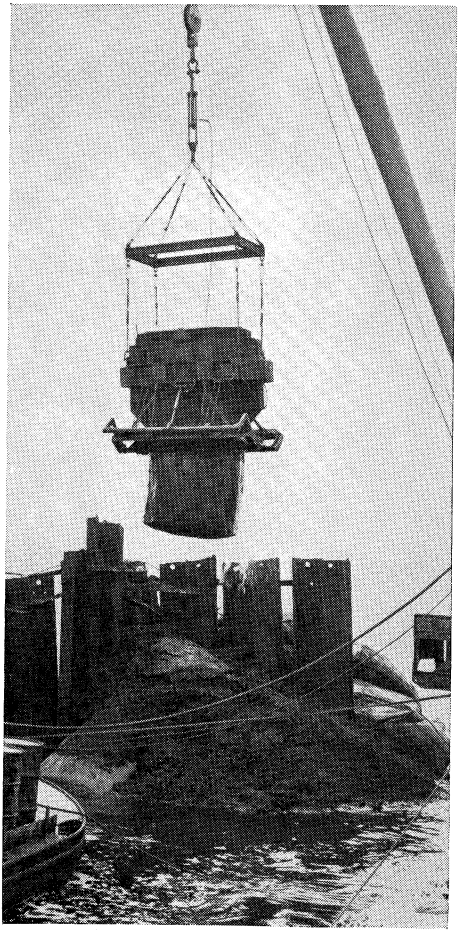
zijvlakken, die niet in staalplaat werden uitgevoerd, hadden ten doel de zak plat in de schacht te kunnen hangen, zodat deze zich bij het vullen, zonder valse plooien, goed voegt naar de overige wandvorm.
Behalve deze aanpassing in horizontale zin is ook die in verticale zin mogelijk door de vulpijp, waarover de zak hangt, in een uitgebalanceerde schaarbeweging te laten dalen, waardoor het korter worden van de zak bij het vullen gevolgd wordt. De zak wordt dus, wat men zou kunnen noemen, soepel opgehouden.

De bovenomschreven methode geldt alleen voor het vullen van zakken met zand. De open schacht kan niet gebruikt worden indien een zak met gestabiliseerd zand wordt gevuld en ook niet bij het vervaardigen van zandasfaltkluiten.
In deze gevallen moet de schacht rondom gesloten zijn. Daartoe worden hulpschotten in de open stukken aangebracht. De dunne roosters worden dan weggenomen.
Om overmaat aan water kwijt te raken moet de bodem van de schacht filtrerend blijven werken. Daarom werd polytheengaas op de bodem gelegd. De keus viel op polytheen, omdat asfalt zich vrijwel niet op dit materiaal afzet. De overmaat aan water ontstaat doordat bij het neerslaan van de bitumen uit de emulsie op het zand water vrij komt, dat zich met het transportwater boven het bezinkend gebitumineerde zand verzamelt. Zonder filtratie zou de nieuwe aanvoer van zand en emulsie ontoelaatbaar verdund worden.

Voor het maken van spanzandzakken werd droog zand gebruikt. Dit werd uit een afzonderlijke silo aangevoerd.
De hiervoor gebruikte zak was gemaakt uit banen van 0,3 mm dik pvc-folie, dat zorgvuldig gelast was. Deze zak werd aan een afneembare, op de schacht rustende kraag opgehangen. Teneinde beschadiging van de pvc-zak door ruwe oppervlakten of uitsteeksels in de schacht te voorkomen, werden wanden en bodemkleppen bekleed met op multiplex aangebrachte formicaplaten.

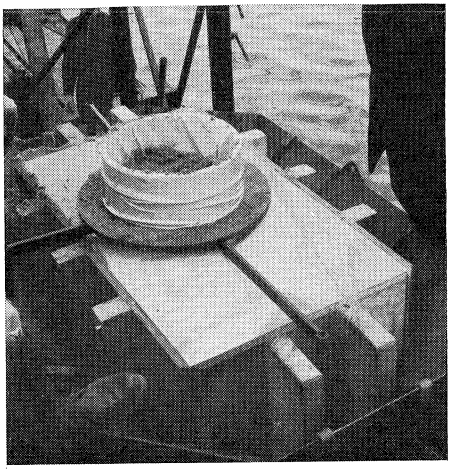


De schacht van de stortbak



Het lossen van een asfaltkluit

1



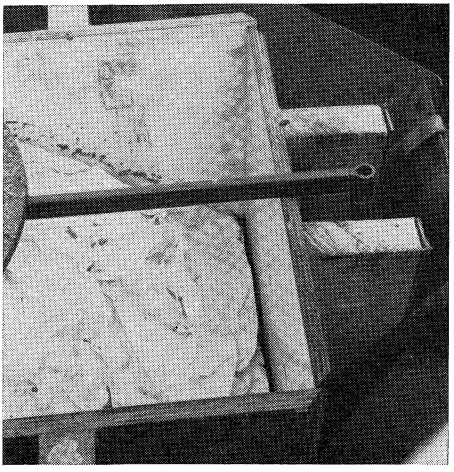
2



Door het inblazen van lucht werd de zak tegen de wand gedrukt. Deze druk werd practisch gedurende de gehele vultijd gehandhaafd. De overdruk in de zak bleef behouden door de uitmonding van de silo door middel van een rubber overgangsstuk aan te sluiten op de vulopening van de zak, die, zoals gezegd, in een vaste kraag steunde. Tijdens het vullen met zand werd tevens een hoeveelheid water in de zak toegelaten. Deze hoeveelheid werd zodanig gedoseerd, dat het, samen met het in het aardvochtige zand reeds aanwezige water, driekwart van het poriënvolume van het droge zand vulde. Het water werd onder in de zak toegevoerd teneinde te voorkomen, dat daar lucht in de poriën opgesloten zou blijven.
Na het vullen werd de schacht, die op een wagentje stond, onder de silo vandaan gereden en werd op de kraag een zuignap gezet, die op een vacuumpomp werd aangesloten. Na het bereiken van een onderdruk van 70 cm kwik, die enige minuten werd onderhouden, kon door een trechter via de zuignap een gelatinebrei op het zand worden toegelaten. Deze gelatine diende om de poriën van de bovenste laag zand in de hals van de zak luchtdicht af te sluiten. Na het afsluiten van de zuigleiding werd de zuignap afgenomen. Vervolgens werd met een hoogfrekwent handlasapparaat de hals luchtdicht afgesloten. Deze spanzandzakken werden op dezelfde manier op de terp gestort als de drie andere materialen.

Bevindingen

Met de vier stortmaterialen zijn de vier parten van de terp bestort.
Het laten vallen van de eenheden is, per vak, zo goed mogelijk van één punt uit geschied, om te kunnen nagaan welke helling de taluds zouden verkrijgen bij het laten vallen van deze materialen vanaf de kabelbaan. Uit de aard der zaak zullen door de aanwezigheid van de dam verhoogde stroomsnelheden hierbij een rol gaan spelen. Deze traden bij de proef niet op.
De door het materiaal gevormde hellingen bleken achtereenvolgens voor zandzakken, zakken gestabiliseerd zand en zandasfaltkluiten te zijn 1 : $1\frac{3}{4}$, 1 : $1\frac{1}{2}$ en 1 : 2. Bij de spanzandzakken kwam vrij veel breuk voor als gevolg van onvolkomenheden in de lassen.

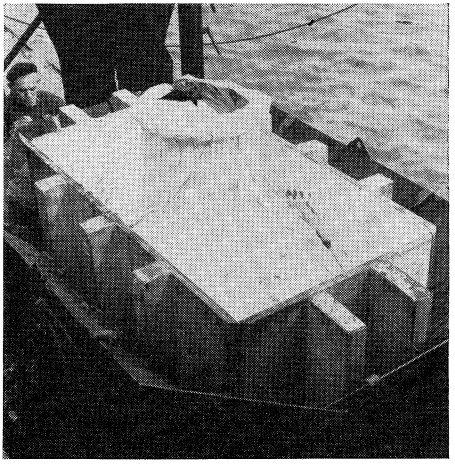


Het vervaardigen van spanzandzakken

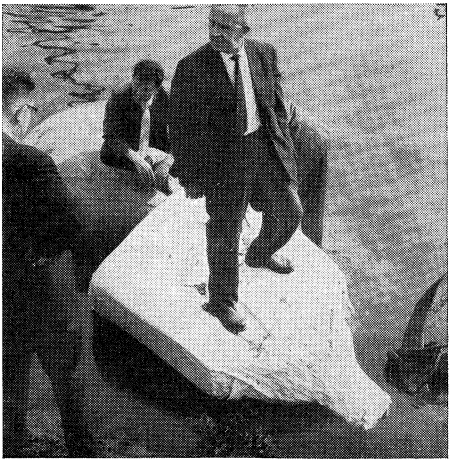
1. De zak is gevuld met zand

2. Met behulp van een zuignap wordt vacuum gezogen

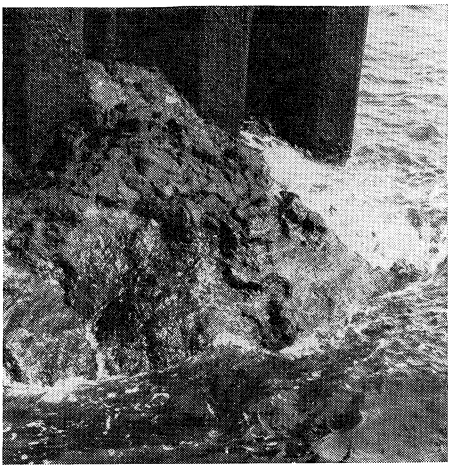
3. Het krimpen van de zak door het vacuum zuigen



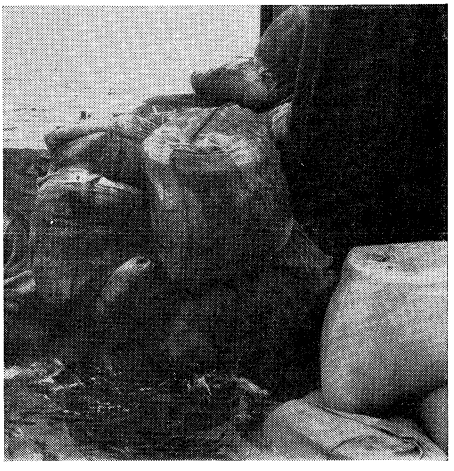
De dichtgelaste **vultuit**



Een met vijf meter valhoogte geloste zak



Golfslag op de gestorte asfaltkluiten



Stapeling van de zakken met gestabiliseerd zand, (links) en zandzakken (rechts)

Hierdoor was het niet mogelijk een beeld te krijgen van het met dit materiaal te vormen talud. Inmiddels is de lastechniek verbeterd. De proeven met dit materiaal worden nog voortgezet om tot een definitieve uitspraak over de bruikbaarheid te kunnen komen. Bij de diverse proeven is komen vast te staan, dat de gebruikte apparatuur aan de verwachtingen heeft voldaan. Dit heeft de opdrachten tot het vervaardigen van de definitieve, bij de kabelbaan te gebruiken apparatuur, mogelijk gemaakt.

Waarnemingen

De werkzaamheden aan de terp werden door de vorstperiode onderbroken. Het ijs heeft de damwanden ernstig beschadigd. Het na de vorst aangebrachte deel van de terp is te klein om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de uitlevering van de gebruikte materialen. Met uitlevering is bedoeld de verhouding van het volume van het gestapelde

materiaal met inbegrip van de holle ruimten tot die van het enkele materiaal. Visuele waarnemingen op de verschillende delen van de terp deden onderstellen dat bij gebruik van zandzakken op een uitlevering van 110 procent en bij gebruik van zakken met gestabiliseerd zand op een uitlevering van 120 procent gerekend kan worden. Deze waarneming en de geconstateerde taludhelling leidden tot het inzicht, dat beide stortmaterialen in prijs nagenoeg overeengekomen. Het gedrag van ieder der materialen bij toepassing in het nog te bouwen gedeelte van de dam, waarbij een sterker wordende overtrekkende stroom zal optreden, zal tot een slotsom over de uiteindelijke keus leiden.

De zandasfaltkluiten vormen in het water van de Grevelingen een, zij het gelaagde, monoliet. De stroombestendigheid van de hiermede gevormde dam is afhankelijk van het basismateriaal.

Door afzonderlijk uit te voeren proeven, opgezet met medewerking van het Rijkswegenbouwlaboratorium, zal getracht worden omtrent de stroombestendigheid van de kluiten duidelijke gegevens te krijgen. Tevens zal de invloed van het asfaltpercentage op de houdbaarheid van het zandasfalt worden onderzocht.

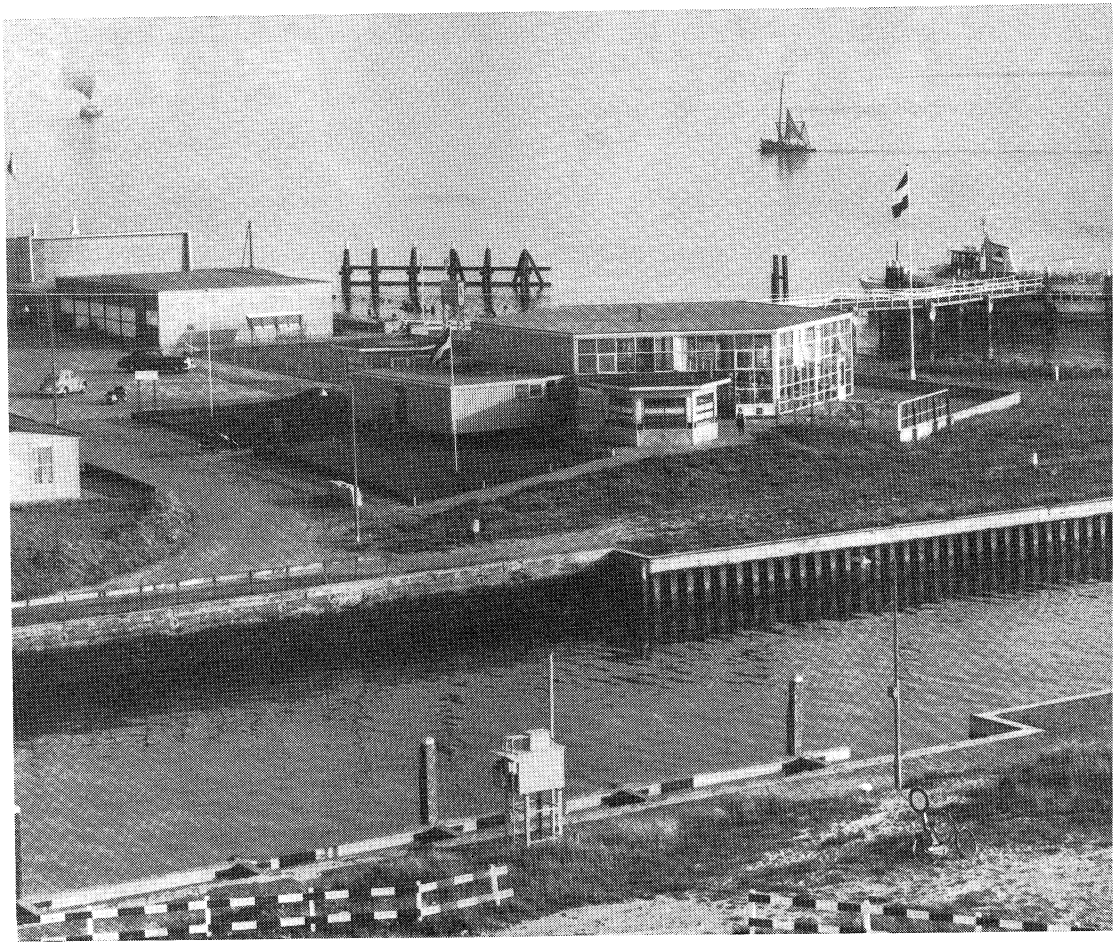
Het Waterloopkundig Laboratorium heeft een onderzoek ingesteld naar de stabiliteit der verpakte eenheden bij omstandigheden en stroomsnelheden, zoals die bij het sluiten van de Grevelingendam zullen optreden. Geconstateerd werd, dat de stabiliteit toeneemt bij grotere vormvastheid. Een stijf blok is beter, dan een slappe zak.

Vergeleken met de in de Grevelingen te gebruiken stortsteen (gradatie 10–300 kg, gemiddeld stukgewicht 135 kg) heeft een normale slappe zandzak met een stukgewicht van 2,5 ton eenzelfde stroomresistentie. Een stijf blok van 2,5 ton (spanzand) heeft een iets grotere weerstand tegen de stroom.

Het voorlichtingscentrum te Hellevoetsluis

↓ film- en expositiegebouw

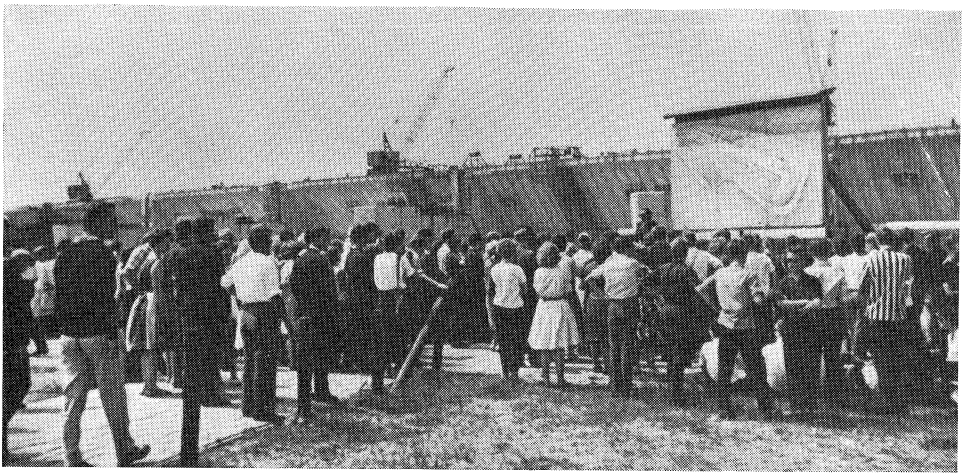
rondvaartboot ↓



De voorlichting over de Deltawerken

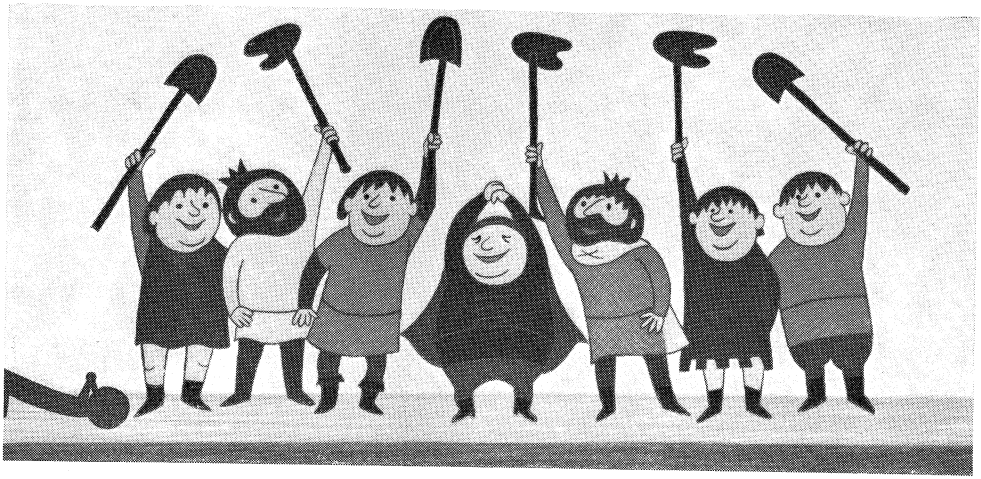
Reeds dadelijk bij de instelling van de Deltadienst werd in de organisatie van de dienst een kleine voorlichtingsafdeling opgenomen. Met het voorbeeld van de uitvoering der Zuiderzeewerken voor ogen was te verwachten, dat de Deltawerken een aanzienlijke publieke belangstelling zouden trekken.
Dit is dan ook inderdaad gebleken het geval te zijn, doch in nog veel ruimer mate dan aanvankelijk werd verwacht.
De voorlichting geschiedt in nauwe samenwerking met de afdeling Voorlichting van het Departement van Verkeer en Waterstaat en – waar nuttig en nodig – met de Rijksvoorlichtingsdienst. Het 'huisorgaan' van de dienst, het Driemaandelijks Bericht, houdt de lezers regelmatig op de hoogte van de achtergronden, de opzet, de vorderingen der werken en wijdt de nodige aandacht aan allerlei nevenfacetten. Het blad verheugt zich in een nog steeds stijgende belangstelling; oudere nummers zijn slechts antiquarisch te koop, terwijl de oplage regelmatig stijgt.

In samenwerking met de Afdeling Voorlichting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat worden regelmatig voor de binnen- en buitenlandse pers en overige publiciteitsmedia excursies naar de werken in uitvoering georganiseerd. Ook aan incidentele aanvragen voor bezoeken aan de werken, veelal van naar Nederland komende buitenlandse journalisten van pers, radio en televisie, wordt voldaan door het verstrekken van voorlichting en het verlenen van de nodige faciliteiten.
Ten behoeve van de voorlichting zijn reeds verschillende boekwerkjes en folders in meerdere talen verschenen. Andere publikaties zijn in voorbereiding. Daar deze voorlichtingsdrukwerken mede via de buitenlandse posten in vrij grote oplagen in het buitenland onder belangstellende groepen worden verspreid, neemt de belangstelling voor de Deltawerken zodanig toe, dat hierdoor bezoeken aan Nederland worden gestimuleerd.
Verder zijn enkele films vervaardigd van technisch-documentaire aard, gewijd aan een onderdeel van het Deltaplan, zoals 'Tegen Tijd en Getij', de 'Sluiting van het Veersche Gat' en 'De Hoofdkraan van Nederland'. Door bekende cineasten werden voorlichtingsfilms in opdracht vervaardigd, zoals 'Nederland–Deltaland' door John Fernhout en 'Delta, Phase I' door Bert Haanstra. Andere technische films en een voorlichtingsfilm over de nieuwe wetenschappelijke werkmethoden zijn in voorbereiding.
Van het merendeel dezer films worden ook versies in vreemde talen vervaardigd, die o.a.



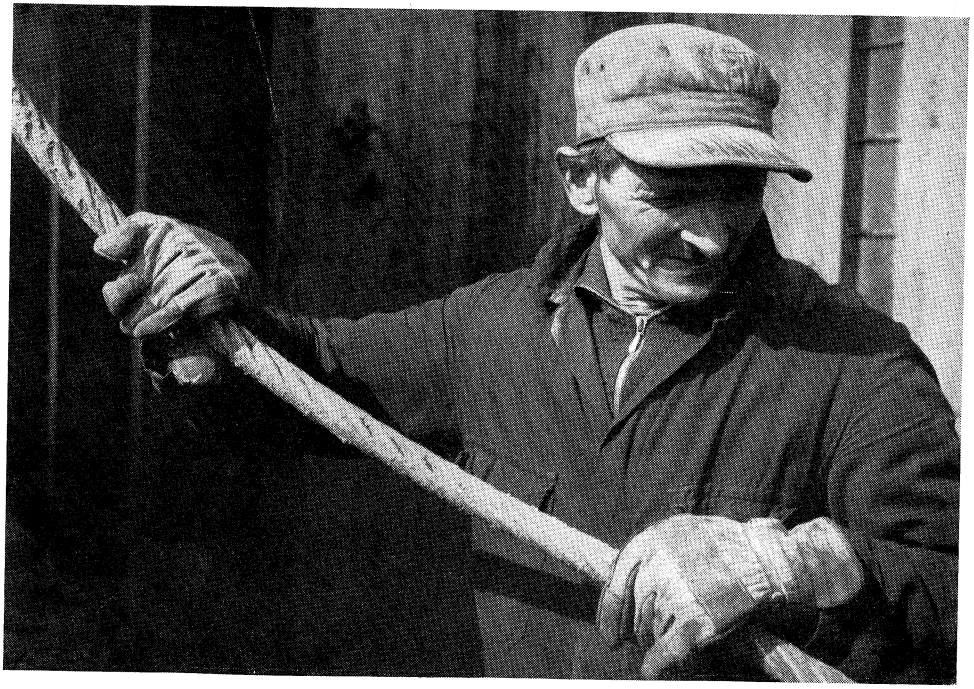
Door middel van een grote tekening worden de toeristen in de bouwput voor de uitwateringssluizen over het werk voorgelicht

via de buitenlandse posten hun weg over de wereld vinden. Buitenlandse televisiestations kunnen dit materiaal voor uitzending gebruiken.
In de filmotheek van de Rijksvoorlichtingsdienst, Noordeinde 43, den Haag, zijn deze films voorradig (geluidsfilms 16 en 35 mm). Zij behoren daar tot de films die veelal besproken zijn en lang tevoren moeten worden aangevraagd.
Ook is in de loop der jaren een uitgebreide verzameling diapositieven aangelegd terwijl eveneens enkele filmstrips aanwezig zijn.
Al het vorengenoemde voorlichtingsmateriaal wordt mede gebruikt bij lezingen over het Deltaplan in binnen- en buitenland. In het bijzonder wordt aandacht besteed aan de voorlichting op middelbare scholen, kweekscholen, hogere technische scholen e.d. Voor lagere scholen zijn zeer populaire folders verschenen over Nederlands strijd tegen het water, waarin uiteraard de Deltawerken hun plaats kregen. Het Deltaplan is dan ook een vast onderwerp geworden in het programma van ons onderwijs.
Het Museum voor het Onderwijs te 's-Gravenhage wijdt dit jaar zijn jaarlijkse tentoonstelling aan het Deltaplan, terwijl de Stichting Onderwijstentoonstellingen in een reizende tentoonstelling belangstelling voor dit onderwerp vraagt.
Dagelijks komen dan ook verzoeken binnen van onderwijzers, scholen of leerlingen individueel om materiaal voor het maken van opstellen en scripties, aan welke verzoeken – voor zover mogelijk – wordt voldaan.
Dit alles vindt zijn terugslag o.a. ook in de boekwinkels. Er is bij de boekhandel dan ook reeds sprake van een boekje 'Deltaliteratuur', variërend van nuchtere, zakelijke opsommingen en samenvattingen tot en met het werk van woordkunstenaars, die door dit onderwerp geïnspireerd worden. Niet alleen echter in de literatuur, ook in de beeldende kunst vindt men er iets van terug. Door het Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen

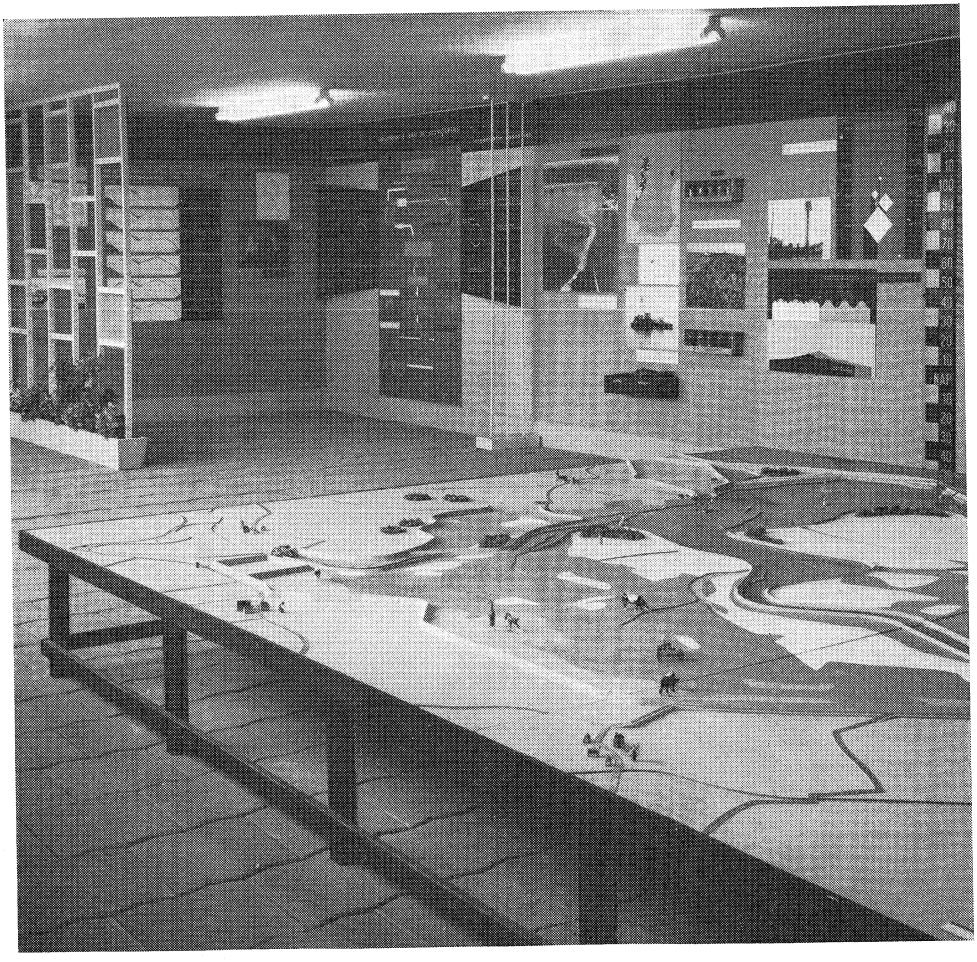


De dijk is dicht; beeld uit de tekenfilm 'Nederland-Deltaland'

Beeld uit de film 'Delta phase I'



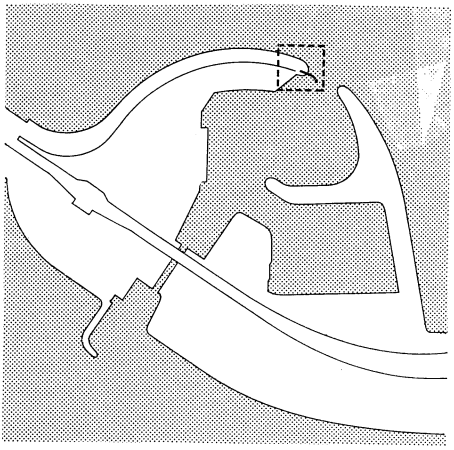
Gedeelte van de tentoonstelling 'De Lauwerszeewerken' te Oostmahorn



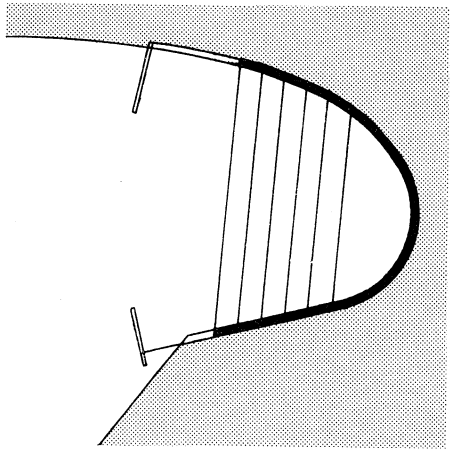
worden ieder jaar enkele beeldende kunstenaars uitgenodigd de Deltawerken te bezoeken en hun visie in olieverf of grafische technieken uit te drukken. Het resultaat kan men hier en daar in exposities of in musea terugvinden.
Vele malen werden de werken voor het Deltaplan reeds op tentoonstellingen geëxposeerd. Hiervoor is enig tentoonstellingsmateriaal vervaardigd, o.a. een grote maquette van het Deltaplan. Deze maquette met het daarbij behorende fotomateriaal werd reeds tentoongesteld op vele exposities in verschillende werelddelen, zoals bijvoorbeeld op de wereldtentoonstelling te Brussel – EXPO 1958.
De leidende gedachte was daarbij de lage ligging van ons land en de strijd tegen het water te doen uitkomen. In een daartoe ingerichte koepel waren zowel de Zuiderzee- als de Deltawerken vertegenwoordigd. Door waarnemingen en metingen in een golfgoot werd getracht mede iets te tonen van het wetenschappelijke werk in verband met de waterbouwkundige werken.
Zou men dit alles kunnen samenvatten onder het hoofdstuk 'voorlichting in woord en beeld', een geheel ander aspect is het opvangen van de nu en dan haast ontstellende afmetingen aannemende stroom van belangstellenden, die de in uitvoering zijnde werken wensen te zien en daarbij gaarne zo goed mogelijk worden rondgeleid en voorgelicht. Indien men nu weet dat bijvoorbeeld jaarlijks tussen de 100.000 en 150.000 bezoekers in Hellevoetsluis komen, die de werken voor de uitwateringssluizen in het Haringvliet willen zien, dan is het duidelijk dat hier bijzondere maatregelen nodig waren om enerzijds de bezoekers het werk goed te tonen en anderzijds ervoor te zorgen, dat het werk ook een 'werk' blijft en dat de uitvoering ervan niet onder dit bezoek te lijden heeft.
De grote stroom bezoekers wordt in Hellevoetsluis opgevangen door de goede zorgen van de Stichting 'Hadex', een particuliere Stichting onder voorzitterschap van de Burgemeester van Hellevoetsluis. Deze leidt in een goed georganiseerde opzet het publiek via de voorlichtingszaal èn de filmzaal naar de rondvaartboten.
Op de bouwput, waar men aan land gaat, wordt voorlichting gegeven door speciale gidsen. De bezoeker, die deze gehele trip aldus meemaakt, krijgt een zeer goed beeld van doel en wezen van dit spectaculaire onderdeel van de Deltawerken. Naast dit alles staat het eveneens bijna dagelijks voorkomende bezoek van ingenieurs en technici, studenten en professoren van binnen- en buitenlandse T.H's, H.T.S.en en van buitenlandse vakgenoten in kleinere of grotere groepen. Deze worden, ieder naar eigen aard, taal en interessesfeer vanwege de dienst zo goed mogelijk ontvangen.
Ook naar de andere bouwplaatsen worden – zij het in mindere mate – regelmatig excursies gemaakt door in het algemeen civiel-technisch geïnteresseerde belangstellenden. In verband hiermede is op elk der grotere werken een aan de behoefte aangepaste ruimte beschikbaar, waar de deelnemers, alvorens het werk te bezichtigen, aan de hand van tekeningen en modellen inzicht in de problematiek van de werken gegeven wordt.
In verband met de werken tot afsluiting van de Lauwerszee werd in Friesland opgericht de Stichting 'Landaanwinningsbelangen Noord-Friesland'. Door deze stichting werd met hulp van de afdeling Voorlichting van de Deltadienst, een expositiegebouw ingericht; ook daar bestaat gelegenheid in de zomermaanden per rondvaartboot de in uitvoering zijnde werken te bezoeken.
Resumerend kan worden geconstateerd, dat de belangstelling, zowel nationaal als internationaal, voor dit waterbouwkundige facet van ons volksleven zich op een verheugende wijze ontwikkelt.

De kop van de westelijke havendam voor de haven in de afsluitdijk van de Lauwerszee

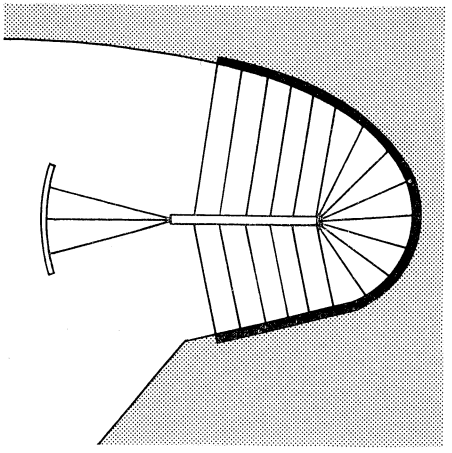
De toegang tot de uiteindelijke haven in de afsluitdijk van de Lauwerzee is het onderwerp geweest van uitvoerige studies. Enerzijds moet de golfslag van de Waddenzee zo weinig mogelijk in de haven kunnen doordringen, waardoor deze een veilige ligplaats voor de schepen kan bieden. Anderzijds moeten de schepen onder alle omstandigheden van stroom, golfslag, wind en zicht de haven veilig kunnen binnenlopen.
Met een aantal deskundigen, bekend met de vaart op de Waddenzee, zoals de schippers van de reddingboot 'Insulinde' en de bootdienst Oostmahorn—Schiermonnikoog, vissers en anderen, is de ontworpen toegang tot de haven aan nautische eisen getoetst. Eenstemmig achtte men het wenselijk om tenminste één van de havendammen, bij voorkeur de westelijke, van een verticale begrenzing te voorzien. Hierdoor zullen de schepen ook onder moeilijke omstandigheden, zoals bij een sterke stroom en een heftige golfslag, uit het noordwesten dicht langs de havendam kunnen binnenlopen, zonder gevaar voor vastlopen op het talud van deze havendam. De kop van deze westelijke havendam zal daarom met een stalen damwand worden beëindigd. Deze kop zal worden beschermd door enkele hardhouten wrijfpalen.
De gedachte lag voor de hand om de scheepvaart bij het binnenlopen van de haven geleiding te geven door een geleidewerk van palen. De bouwkosten hiervoor zouden vrijwel zeker lager zijn dan voor de gekozen oplossing.
Uit nautisch oogpunt bleek deze oplossing minder gunstig, omdat een binnenlopend schip gemakkelijk door de golfslag tegen het geleidewerk zou kunnen worden geslagen. De vele schadevaringen in andere havenmonden bevestigen dit inzicht. Tussen een gesloten wand en een binnenvarend schip bevindt zich een waterkussen, dat een beweging dwars op de scheepsas in de richting van de wand afremt.
Voor de kop van de havendam zijn diverse ontwerpen gemaakt. Bij de ontwikkeling moest eerst de vraag worden beantwoord hoe bij onderbreking van het zware grondlichaam van de havendam door een verticale eindwand de hierbij optredende gronddruk moest worden opgevangen.
Het aanvankelijke ontwerp voorzag in een stalen damwand die grond keerde van de bodem van de invaargeul op 5 m– N.A.P. af tot een hoogte van 2,50 m+ N.A.P. Deze wand omsloot de gehele kop van de havendam en was in plattegrond grotendeels gebogen.



Schematische voorstelling van de verschillende overwogen oplossingen voor de verticale eindwand van de havendam

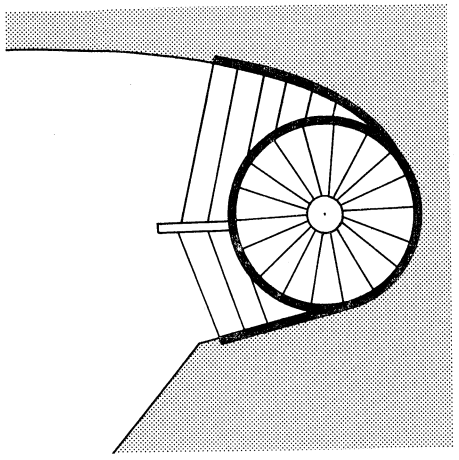


a. verankering van de damwand met trekband

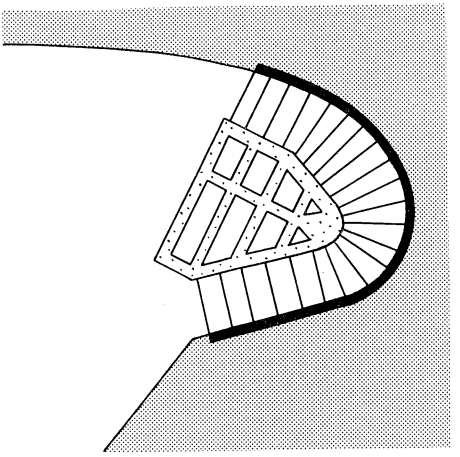


b. verankering van de damwand met ankers, trekbalk en naar achteren verplaatste ankerdamwand

c.



d.

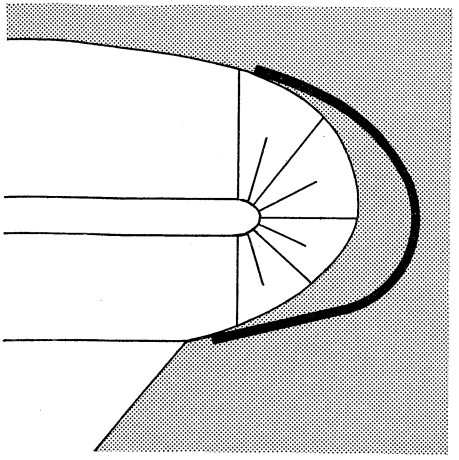


De door het damlichaam op deze wand uitgeoefende totale druk bleek bijzonder hoog te zijn. In de eerste plaats werd dit veroorzaakt door de bovenbelasting als gevolg van het tot een peil van 4,50 m+ N.A.P. oplopende beloop boven de damwand.
In de tweede plaats bleek de belasting van de havendam volgens een onderzoek van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft in de aanwezige kleiachtige ondergrond een overspanning van het aanwezige grondwater te veroorzaken. Hierdoor werd de druk tegen de damwand nog verhoogd. Helaas moes aan de buitenzijde van de damwand tengevolge van het uitbaggeren van de haventoegang in dezelfde lagen gerekend worden op onderspannen grondwater, dat de tegendruk van de grond juist verkleinde. Niettemin kon een aanvaardbaar ontwerp voor de damwand op zichzelf worden gemaakt. Verankering met stalen ankers op de gebruikelijke wijze stuitten echter op moeilijkheden.
De resultaten van alle ankerkrachten bleek een kracht te zijn van rond 500 ton, die ongeveer in de as van de dam lag. Deze kracht kon niet worden opgenomen door een ankerwand in de kop van de havendam, omdat de ruimte hiervoor niet voldoende was.
Op vier verschillende manieren werd in ontwerp getracht deze 500 ton ankerkracht op te nemen:

Ontwerp 1. Het gebogen deel van de wand wordt omvat door een trekgording. Hiervoor moet het gebogen gedeelte cirkelvormig worden gemaakt, aansluitend zowel aan de buiten- als aan de binnenzijde, op een rechte wand.
Deze constructie geeft echter nog geen goede oplossing voor het opvangen van de drukken op de rechte wanden. Ook de verankering geeft grote problemen.

Ontwerp 2. De ankerstaven worden bevestigd aan een balk (bijvoorbeeld ingebetonneerd DIN-profiel). Deze balk brengt de resultante van rond 500 ton over naar het gebied verderop in de dam buiten de zone van de afschuivende grondprisma's.
Het andere einde van de balk wordt met ankers aan een gebogen ankerdamwand bevestigd. Een nadeel van deze oplossing is, evenals van de hierna onder 4 te noemen oplossing, dat veel werk moet geschieden op een niveau dat slechts enige tientallen cm's boven gemiddeld L.W. = 1,44 m– N.A.P. is gelegen. Verder kunnen de buigende momenten in deze balk groot worden, zelfs wanneer de krachtenverdeling enigszins anders zou zijn, dan is berekend.

e.



c. verankering van de damwand met een kuip als centraal element

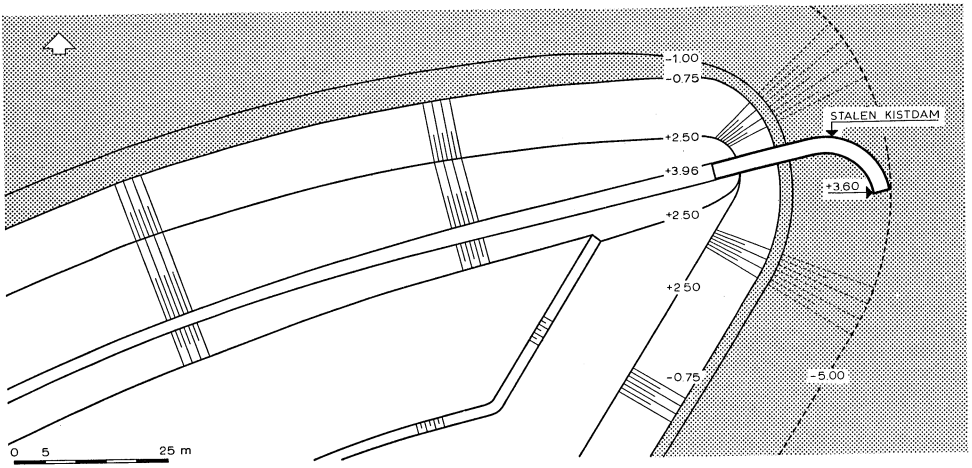
d. verankering van de damwand met ankers aan een betonblok

e. eindwand met teruggetrokken grondlichaam

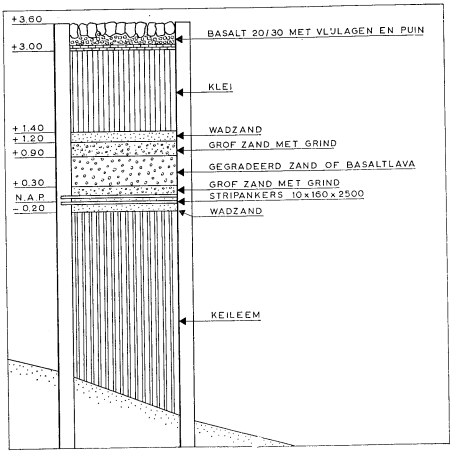
Ontwerp 3. Het gebogen gedeelte van de wand wordt uitgevoerd als kuip. De aansluitende rechte wanden worden daaraan bevestigd en op elkaar verankerd.
Deze oplossing wordt erg duur in verband met de hiervoor noodzakelijke grote hoeveelheid damwand.

Ontwerp 4. De ankers worden bevestigd aan een gewapend betonplaat, belast met grond, die zijn vermogen om aan deze krachten weerstand te bieden niet ontleend aan het ontstaan van passieve gronddruk, maar aan de wrijvingsweerstand langs de onderzijde van deze plaat.
Het is dan ook niet nodig, dat deze plaat geheel massief is. Bij de gedachte uitvoering bestond de plaat uit een rooster van gewapend betonnen balken. Het in de openingen van dit rooster opgesloten zand levert bij niet te grote openingen zijn bijdrage aan de wrijvingsweerstand langs de onderzijde van de plaat.

Tenslotte is nog gepoogd om door een andere vormgeving en het gebruik van andere materialen dan zand achter de damwand de druk op de wand te verminderen. Deze mogelijkheden gaven echter onvoldoende resultaat.
Na overweging van de diverse voor- en nadelen verdiende de oplossing met het betonnen roosterwerk de voorkeur, hoewel de uitvoering bezwaren zou opleveren. In overleg met het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft werd dit ontwerp verder uitgewerkt.
In dit stadium kwam echter een geheel nieuw idee naar voren. De functie van de wand was immers niet in de eerste plaats die van een grondkering, maar die van het scheppen van een geleidemogelijkheid voor een veilige invaart.
Zou het mogelijk zijn om deze verticale begrenzing te maken zonder haar als grondkering te gebruiken, dan zou het vraagstuk van het opvangen van de ankerkrachten geheel vervallen. Een aanvankelijke oplossing, waarbij de damwand wel de gehele kop omvatte, maar waarbij het grondlichaam pas een 8-tal meters achter de damwand werd opgetrokken, moest al spoedig worden verlaten. Gevreesd werd voor een grote vervuiling van het bassin tussen de damwand en het grondlichaam.
Een betere oplossing, die thans ook is uitgevoerd, bestond uit een kistdam van stalen damwand in het verlengde van de havendam. Aan het eind buigt de kistdam om naar de haven-



Situatie van de kop van de westelijke havendam, met stalen kistdam



Dwarsdoorsnede van de stalen kistdam

zijde. De bovenkant van de kistdam is gelegen op 3,60 m+ N.A.P., de breedte is 2,70 m. Het bleek, dat deze kistdam met dezelfde hoeveelheid damwand kon worden gemaakt als de kop in het eerste ontwerp.
De dure verankering kon echter vervallen. Om de wateroverdruk op de binnenzijde van de kistdam zoveel mogelijk te beperken is de vulling van de kistdam zodanig opgebouwd, dat de grondwaterspiegel het buitenwater zo goed mogelijk volgt.
Dit is bereikt door in de vulling van de kistdam een filterconstructie van grindlagen op te nemen.
De thans uitgevoerde constructie is aanmerkelijk goedkoper, dan de oplossing volgens het oorspronkelijke ontwerp.

A. De werken van het Deltaplan

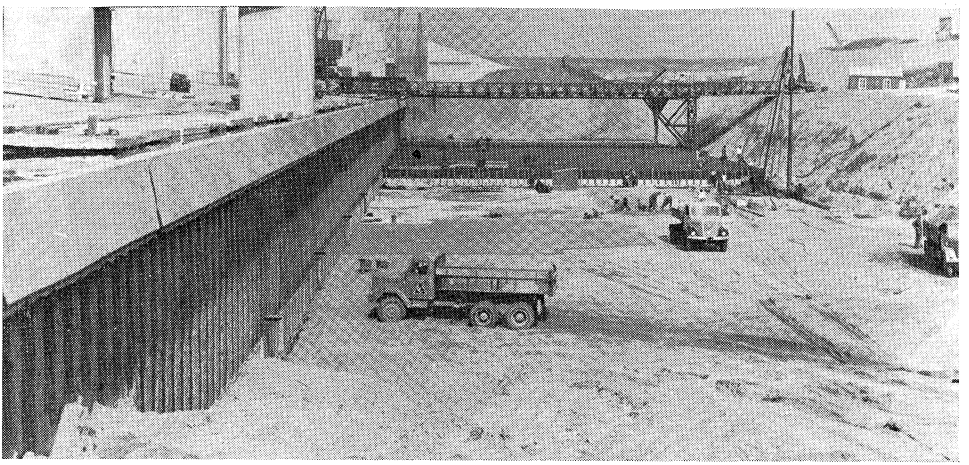
De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Een zeer belangrijk onderdeel van het werk n.l. het vervaardigen van de Nablaliggers, zal zeer spoedig zijn voltooid, want aan het einde van deze verslagperiode kwam de 15e ligger gereed, zodat verwacht mag worden dat dit jaar dit onderdeel gereed zal komen.
Een begin werd gemaakt met het maken van de stortebedden van gewapend beton aan de rivierzijde van de sluis.
Hiervoor werd 18 690 m³ beton gestort.
Voor het stortebed van gewapend beton aan de zeezijde van de sluis werden 216 palen vervaardigd.
Op 7 pijlers zijn de machinekamers geplaatst, waarvan 3 reeds zijn voorzien van tegelvloeren.
Tussen het zuidelijk landhoofd en het centraal bedieningsgebouw kwam de kabeltunnel gereed.
In het centraal bedieningsgebouw gaat men voort met het plaatsen van de bedieningsapparatuur.
In deze periode werd 35 921 m³ beton gestort waarvoor 9 000 m³ voor de Nablaliggers. De spoorbaan voor de aanvoer van de schuiven tussen de lossteiger en de sluisvloer kwam vrijwel gereed. Er zijn nog geen schuiven op de bouwput aangevoerd.

De ontgraving ten behoeve van het stortebed kwam goed op gang. Aan de rivierzijde is een 35 m brede sleuf voor ongeveer de helft gereed, aan de zeezijde is een grote oppervlakte geëgaliseerd en gedeeltelijk ontgraven. Hiervoor moest eerst de bronbemaling worden aangepast; de bronnen zijn dicht bij de dijk herplaatst. Zij lozen nu het water van iedere pomp rechtstreeks over de kruin van de dijk.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Het heiwerk is nu bijna voltooid.
Van de 1536 betonnen palen moeten nog 20 stuks worden ingeheid. Van de te heien stalen damwanden moet nog slechts één wand worden geplaatst aan de noordkant der toeleidingswerken aan de rivierzijde.
Met de opbouw van het buitenhoofd en de doosconstructies aan weerszijden hiervan, werden goede vorderingen gemaakt. Omstreeks eind oktober zal hier een hoogte zijn bereikt van ± 14 m + N.A.P.
Het tussenhoofd en het binnenhoofd zijn voltooid tot op dekzerkhoogte.
Achter de damwanden van de toeleidingswerken aan de zeezijde zijn de betonnen ankerplaten gereed gekomen.
Van de 29 000 m³ te verwerken beton is nu 25 000 m³ gestort.
Begonnen werd met het inhangen van de houten sluisdeuren.



Ontgraving voor het stortebed aan de rivierzijde van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Het bestek is uitgebreid met grondaanvullingen in de bruggehoofden en in de sluisterreinen.
Van de totale hoeveelheid van 270 000 m³ is nu 153 000 m³ verwerkt.

Werkzaamheden aan het afsluiten van de noordelijke geul van de Grevelingen

De beide draagkabels werden met behulp van lieren over de geul getrokken. Elke kabel werd tijdens dit overtrekken ondersteund door een zestal, op nagenoeg onderling gelijke afstand in de geul gelegen drijvende bokken.
Na het overtrekken werden de kabels elk op een voorlopige spanning van ca 100 ton gebracht en tijdelijk aan de verankering vastgemaakt. Tijdens het op definitieve spanning brengen van de eerste (oostelijke) kabel, brak deze op 22 augustus af. Naar de oorzaak van deze breuk wordt een onderzoek ingesteld. (zie pag. 289 e.v.).
De montage van de railbanen, welke op de beide oevers de overgang vormen van kabel op keerschijf, kwam nagenoeg geheel gereed. Van de keerschijven werden de ondersteuningsjukken gemonteerd.

De schutsluis in de Grevelingendam

Het aanbrengen en afmonteren van de definitieve bewegingsinrichtingen kwam voor alle sluisdeuren gereed. De tot nu toe gebruikte hulplieren konden worden losgekoppeld en gedemonteerd.
De remmingwerken langs de westelijke toegangsgeul kwamen eveneens gereed. Deze werken zijn dus nu langs beide geulen voltooid.

Aanleg van de rijksweg naar en op de Grevelingendam

Het aanleggen van een verkeersweg tussen de tegenwoordige rijksweg 18 (Zijpe–Zierikzee) en de zeedijk van Overflakkee, die ten dele in de Bruinissepolder op Schouwen ligt en verder op de Grevelingendam, werd opgedragen aan de Combinatie 'Grevelingen'. Reeds werd met het grondwerk begonnen.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Het baggeren van de havenkom kwam gereed, evenals het aanbrengen van zand in de havendammen en het zanddepot.
Het lossen en overslaan van steen en mijn-

steen is vrijwel gereed. De in de noordoostelijke havendam geloste zware stortsteen werd geprofileerd. Het aanbrengen van de betonblokken- en koperslakblokkenglooiing op de noordelijke havendam en langs het haventerrein is nagenoeg voltooid.
Begonnen werd met het aanleggen van bestratingen op de diverse terreinen. Het heien van palen voor de aanlegplaatsen kwam op gang.

Personenhaven bij West-Repart

In september werd het maken van deze haven opgedragen aan de N.V. 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage.
Begonnen werd met het op een hoogte van ca N.A.P. + 10 m tot een plateau egaliseren van enkele duintoppen.
Een toegangsweg (oprit) tussen dit geëgaliseerde terrein en de binnendijks in de polder gelegen Rampweg wordt aangelegd.
Eveneens werd een begin gemaakt met het uitbaggeren van de havenkom en het baggeren van cunetten voor de te maken grondverbeteringen.

Grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

Voortgegaan werd met het persen van zand in het te maken verkeerscircuit en de toeleidende op- en afritten. In de bestaande zuidelijke oprit van de overbrugging van het Haringvliet werd een doorgraving gemaakt ter plaatse waar mettertijd de hoofdverkeersweg Rotterdam–Zuiden des lands met een viaduct over de weg Flakkee–Rotterdam zal worden gevoerd.
Aan het einde van de verslagperiode is circa 750 000 m³ zand geperst en gedeeltelijk reeds zodanig afgewerkt dat de asfaltaannemer kan beginnen met het aanbrengen van asfaltbeton op het beloop aan de westelijke buitenzijde van het werk. Met de aanvoer van materieel en materialen daartoe werd een aanvang gemaakt. Het resterende grondwerk kan worden afgewerkt, waarna de kleibekledingen zullen worden aangebracht. De in het vorige bericht nr. 25 genoemde zuiger 'Dordrecht II' werd begin augustus vervangen door de zuiger 'Holland VI', daar eerstgenoemde zuiger ver bij de geraamde produktie ten achter bleef. De zuiger 'Holland VI' kan een meer op de eisen van dit werk afgestemde capaciteit ontwikkelen.

De schutsluizen in het Volkerak

In een zeer hoog tempo werd het maken van de vloeren voor het sluizencomplex voortgezet.
Bij het verschijnen van dit bericht zullen de vloermoten van de tussenhoofden reeds gepasseerd zijn. In de afgelopen periode konden ook 20 vloermoten worden gestort.
De opbouw van de wanden vorderde goed, alhoewel minder snel dan de vloeren. Van de eerste 4 moten van beide sluizen werden de wanden gestort. Ook hier wordt gestreefd om het tempo op te voeren. Dit zal eerst gerealiseerd kunnen worden na het passeren van het benedenhoofd, waar de schutkolkwanden meer gelijkmatig van vorm zijn en met de bekisting zonder wijzigingen gerepeteerd kan worden.
Tot nu toe is in totaal ± 45 000 m³ beton gestort, waarin ca. 5 000 ton wapeningsstaal is verwerkt.
Van het viaduct kwam het landhoofd aan de rivierzijde en de eerstvolgende pijler gereed.
Met de opbouw van de andere pijlers werd voortgegaan.
Het heien van de betonpalen voor het landhoofd van de aanbrug kwam gereed.
Het heien van de betonpalen voor de basculekelder is in volle gang. Eerst is een daartoe benodigde grondaanvulling aangebracht.
De afbouw van de fabrikageplaats voor

voorgespannen balken kwam gereed. Met de vervaardiging van deze 38 m' lange en 80 ton wegende balken, waarmede de drie overspanningen van het viaduct gemaakt worden, zal nog dit jaar worden begonnen.

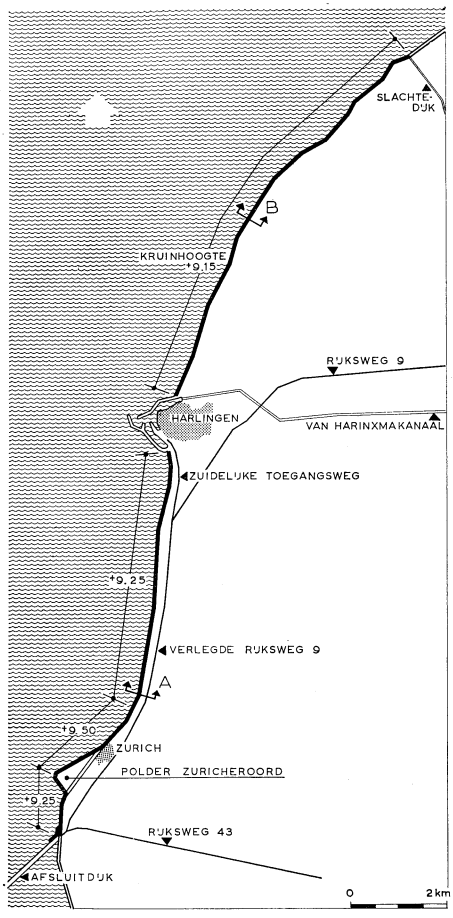
De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven voor de schutsluizen in het Volkerak.

In het bericht nr. 25 is vermeld dat de verlenging van de bestaande havendam 600 m zou bedragen. Tengevolge van de minder gunstige resultaten van in het Waterloopkundig Laboratorium genomen proeven met betrekking tot het te verwachten stroombeeld voor de kop van de havendam, werd besloten de uitbouw met 50 m' in te korten tot een totaallengte van 550 m'. Hierdoor kan een belangrijk beter stroombeeld worden verkregen. Deze ongunstige situatie treedt alleen op zolang het Haringvliet nog niet is afgesloten. Zo nodig kan na 1968 de dam worden verlengd.
De grondbezinking kwam inmiddels geheel gereed; het zandlichaam werd opgeklapt tot N.A.P. – 4 m waarop de opbouwzinkstukken werden gezonken. De geraamde produktiecapaciteit van 3000 m² stuk per week kon daarbij worden overschreden. De verdere opbouw van de dam met mijnsteen werd aangevangen na de bouwvakvakantie en vordert zodanig, dat tot 1 oktober van de totaalhoeveelheid van 171 000 ton mijnsteen reeds 100 000 ton kon worden verwerkt. De capaciteit bedroeg hier soms 12 à 13 000 ton per week met 2 stoomkranen. Begin oktober is begonnen met het persen van zand in de dam waarna de verdere opbouw kan volgen.
De in de voorhaven in de droge te maken oevervoorzieningen zijn voor wat betreft het westelijk gedeelte zo goed als gereed gekomen. De minder gunstige materiaalpositie met name de levering van grindzand en tevens het slechte weer van eind september heeft vertragend gewerkt. Langs de oostelijke oever is de bouwsleuf voor de filterglooiing ontgraven. Reeds werd begonnen met het aanbrengen van diverse materialen.
Ingevolge het uitblijven van de levering van betonblokken, werd de westelijke oevervoorziening boven N.A.P. + 0,75 m over 420 m voorzien van een glooiing van Portugeesche granietzetsteen op een grindbed 3–8 cm.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

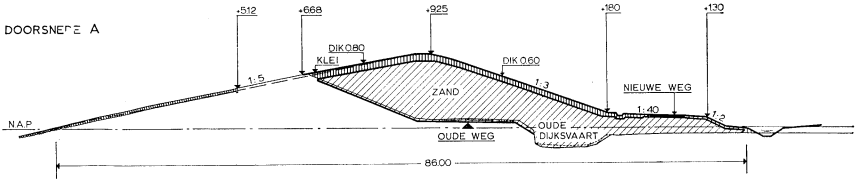
De verhoging van de zeedijk Afsluitdijk–Harlingen–Slachte

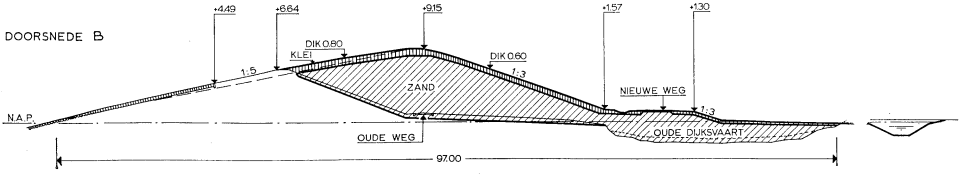
Van de krachtens de Deltawet te versterken hoogwaterkeringen langs de Friese kust tussen de Afsluitdijk en de in uitvoering zijnde werken tot afsluiting van de Lauwerzee, is het algemene plan voor het gedeelte Afsluitdijk – Harlingen – Slachte vastgesteld.
Dit traject omvat de dijkvakken in beheer bij de waterschappen Der Vijfdeelen Zeedijken Buitendijks (ter lengte van ongeveer 9 km bezuiden Harlingen) en Der Vijfdeelen Zeedijken Binnendijks (ter lengte van ongeveer 9 km benoorden Harlingen). De nieuwe kruinshoogte zal ten zuiden van Harlingen 9,25 m + N.A.P. bedragen – met uitzondering van een op het noordwesten gelegen dijkgedeelte langs de Zuricheroordpolder, met een hoogte van 9,50 m + N.A.P. – en ten noorden van Harlingen 9,15 m + N.A.P.
De verzwaring zal in het algemeen aan de landzijde worden aangebracht door ophoging met wadzand, dat wordt bekleed met een kleilaag ter dikte van 0,80 m op het buitentalud en van 0,60 m op het binentalud. Het buitenbeloop, in het algemeen aansluitende aan de buitenkruinlijn van de bestaande dijk, verkrijgt een helling van 1 : 5, het binnenbeloop van 1 : 3.
De bestaande taludverdediging blijft grotendeels onberoerd. Alleen zal over een



Situatie van de dijkverhoging

Doorsneden van de dijkverhoging





lengte van ongeveer 1100 m langs het Zuricheroord, een in het beloop aanwezige muur worden gesloopt in plaats waarvan een verdediging in normaal beloop wordt aangebracht.
In verband met de landwaartse verzwaring van de dijk is de langs de dijk gelegen rijksweg nr. 9 reeds verlegd (zie Driemaandelijks Bericht nr's 10 en 23). De situatie ter plaatse van de samenkomst van deze weg met de weg op de Afsluitdijk en rijksweg nr. 43 maakt, dat aldaar de dijk plaatselijk buitenwaarts moet worden verzwaard. Deze verzwaring strekt zich tot ongeveer 300 m op het gebied van de Zuiderzeewerken uit.
Op de binnenberm van de dijk langs de Zuricheroordpolder en benoorden Harlingen wordt een 3 m brede inspectieweg gemaakt. In verband met het sluiten voor langzaam verkeer van de verlegde rijksweg nr. 9, wordt tussen de Afsluitdijk en Zuricheroord, alsmede tussen Zurich en het beginpunt van de zuidelijke toegangsweg naar Harlingen de weg op de binnenberm verbreed tot 4,50 m.
Aansluitend hieraan kan de oude rijksweg langs de slaperdijk van het Zuricheroord dienst blijven doen voor locaal en langzaam verkeer. De langs de toekomstige binnenteen van de verzwaarde dijk aan te leggen zuidelijke toegangsweg naar Harlingen kan dan als inspectieweg worden gebruikt.
Het algemene plan behelst uitvoering van de dijkverhoging in zes bestekken, waarvan het eerste op 25 januari 1963 is aanbesteed. Begonnen is met versterking van de dijk in de Zuricheroordpolder. De oplevering van het gehele werk dient in 1965 plaats te hebben.

De verhoging van de zeedijk Slachte—Afsluitdijk Lauwerszee

Door de studiedienst te Hoorn werd ten behoeve van de plannen voor de versterking van dit dijkvak rapport uitgebracht over de te verwachten golfoploop.

Verlegging zuidelijke toegangsweg naar Harlingen

De zandaanvulling voor de in het Driemaandelijks Bericht nr. 23 beschreven verlegging van de zuidelijke toegangsweg naar Harlingen is gereed. De afwerking van de aardebaan kan in de loop van 1963 worden voltooid, waarna in 1964 de verharding zal worden aangebracht.

Verhoging van de zeewering te Harlingen

Het noordelijke deel van de hoogwaterkerende muur tussen de keersluis en de toegang naar het haventerrein als ook de weg hierover naar het haventerrein van Harlingen zijn gereed.
De grondwerken voor de dijk tussen de spoorwegcoupure en de zuidelijke havendam zijn gereed. De basalt- en klinkerbekleding hierop is voor een deel aangebracht.
De muur tussen de spoorwegcoupure en de noordelijke toegang naar het haventerrein alsmede de werken ten behoeve van de loswal in de Nieuwe Willemshaven zijn in uitvoering.
Verwacht wordt dat deze werken reeds in het winterseizoen 1963/1964 een gewenste bijdrage zullen leveren tot het versterken van de hoogwaterkeringen te Harlingen.

Verzwaring van de zeedijk van de Ternaarderpolder

Dit werk is gereed. Het werd op 15 juli 1963 opgeleverd.

Verbetering van de zeedijk van het waterschap De Terschellingerpolder

De verzwaring van het 2 km lange dijkvak langs de Stryperpolder is gereed. De binnenberm moet nog worden afgewerkt. De weg hierop moet nog worden aangebracht. Het zand voor dit gedeelte werd gewonnen in de Waddenzee en rechtstreeks in

het werk gespoten. Het zand voor het thans in uitvoering zijnde gedeelte tussen Kinnum en de Nieuwe Dijk wordt, in verband met het in dit traject bestaande gevaar voor verzilting van het polderwater, gewonnen in een laag duingebied van waar het in het werk wordt gespoten. Een retourleiding vanuit de polder zorgt voor het op peil houden van de waterstand in de zuigput. Het ligt in het voornemen het bij de zandwinning ontstane duinmeertje ten dele te bestemmen voor recreatie.
Het zand voor de Nieuwe Dijk wordt vanuit de duinen droog aangevoerd.
De verlegging en verhoging van de hoofdweg in aansluiting op de Nieuwe Dijk is gereed.

Verbetering van de zeedijk van de Banckspolder op Schiermonnikoog

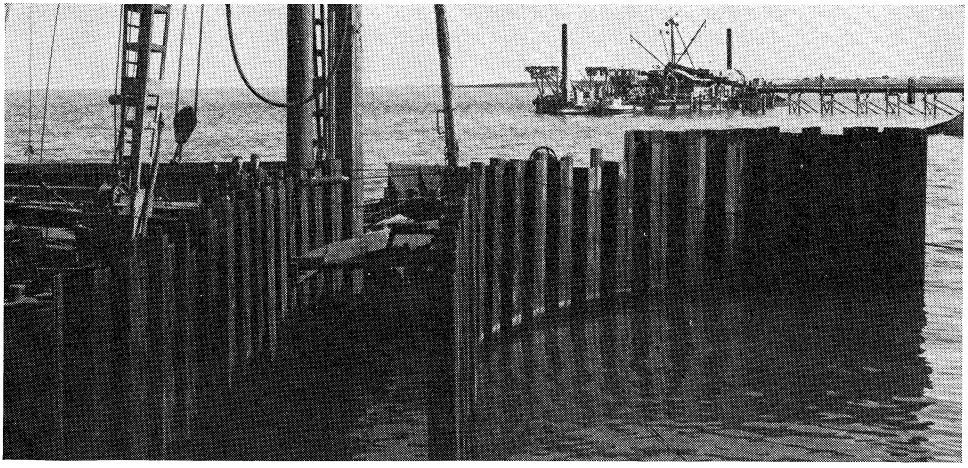
Van deze verbetering werd het oostelijke, ongeveer 1400 m lange gedeelte, dat aan de westzijde aansluit op het in 1962 uitgevoerde werk en aan de oostzijde van het duingebied, bij onderhandse overeenkomst aanbesteed.

De constructie van deze dijkversterking is gelijk aan die, beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 23, van het westelijk gedeelte.
Het werk zou omstreeks 1 oktober 1963 gereed zijn.
Inplaats van verhoging van het resterende, aan de westzijde gelegen, landwaarts afbuigende dijkvak tussen hm 0 en hm 11, zal in 1964 een zanddijk worden gemaakt in het verlengde van de verbeterde dijk, aansluitend aan het duingebied aan de westzijde van het eiland.

D. Lauwerszeewerken

Het werkeiland in de Lauwerszee is voor de eerste maal gereed opgeleverd.
Van het dijkvak, lang 1500 m, ten oosten van het werkeiland kwam het spuiten van het zandlichaam in deze verslagperiode vrijwel gereed.
De gevolgde werkwijze, waarbij eerst een 'pannekoek' van zand wordt gespoten, blijkt in de praktijk goed te voldoen. Van

Heien van de damwand aan de kop van de westelijke havendam voor de haven in de afsluitdijk van de Lauwerszee



het aldus gevormde strand is tot nu toe geen afname van enige betekenis merkbaar.
Ook de asfaltwerken en het aanbrengen van de overige bekledingen vorderden bevredigend. Met name het aanbrengen van de bekleding van asfaltbeton ter dikte van 20 tot 30 cm in één laag blijkt goed uitvoerbaar te zijn. De na het afwallen verkregen holle-ruimte percentages voldoen ondanks deze dikte, aan de bestekseisen (6–8%). Het profiel van dit dijkvak, dat het eerste deel vormt van de definitieve afsluitdijk, werd beschreven op pag. 256 e.v. in bericht nr. 25 van augustus 1963. Het als losplaats ingerichte dijkvak aan het Vierhuizer Gat werd reeds grotendeels voltooid. De vorderingen aan deze dijkwerken zijn door de niet mooie, maar wel tamelijke rustige zomer, zeer gunstig geweest. De eerste aanval op deze werken werd gedaan door de storm (windkracht 9) van 26 en 27 september 1963. Van het nog niet beklede zandlichaam van het in uitvoering zijnde dijkvak beoosten het werkeiland gingen enige duizenden m^3's zand verloren. Mede met het oog op het tot dat tijdstip behaalde geringe verliespercentage kan gezegd worden dat dit verlies beneden de verwachtingen bleef. Overigens hebben de werken deze storm goed doorstaan. Inmiddels is aan de 'Kombinatie Lauwerszee' de bouw opgedragen van het eerste deel van de uitwateringssluizen, namelijk de onderbouw. Met dit werk zal binnenkort een aanvang worden gemaakt.

Deltadienst Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 568	10 september 1963	Het maken van een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten
DED 591	4 juli 1963	Het bekleden van een gedeelte van de bodem van de werkhaven te Hellevoetsluis met mijnsteen
DED 595	27 mei 1963	Het verrichten van redactionele werkzaamheden t.b.v. het 'Driemaandelijks Bericht Deltawerken'
DED 596	29 juli1963	Het leveren van betonglooiingblokken dik 20 cm., met bijbehorende onder- en bovenbanden van beton en betonopsluitbanden, tbv. de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen
ED 604	1 augustus 1963	Het vervaardigen, opslaan en leveren van enkalondoekmatten tbv. de stortebedden in het Haringvliet
DED 605	12 september 1963	Het beschikbaarstellen van het motorschip 'Secunda' met zandlevering tbv. proefnemingen in de Grevelingen
DED 608	12 juli 1963	Het leveren van rijsmaterialen tbv. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 609	27 juni 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 610	12 september 1963	Het uitvoeren van een praktijkonderzoek inzake bodembescherming en dambouw
DED 611	3 juli 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordeijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 615	24 juli 1963	Het verrichten van water- en temperatuurwaarnemingen te Ouddorp
BR 3219	10 mei 1963	Het vervaardigen en leveren van busankers t.b.v. de Volkeraksluizen
BR 3230	9 juli 1963	Het vervaardigen en leveren van roestvrijstalen pennen, assen, tapbouten en dopmoeten t.b.v. de deuren en bovendraaipunt Volkeraksluizen
LAW 532	8 juli 1963	Het maken van een dijkvak, lang ca. 1 500 m, aansluitend aan het werkeiland in de Lauwerszee en een dijkvak lang ca. 550 m, met losplaats bij het Vierhuizer Gat met bijkomende werken
LAW 534	15 juni 1963	Het leveren van zink- en stortsteen tbv. de Lauwerszeewerken
LAW 535	25 juni 1963	Het leveren van zinksteen tbv. de Lauwerszeewerken
LAW 537	8 juli 1963	Het maken van een loswal en 10 meerstoelen in de werkhaven van 't Oort behorende bij het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 538	21 juni 1963	Het leveren van betonklinkerkeien en betontegels t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 541	7 augustus 1963	Het leveren van mijnsteen t.b.v. de uitvoering van de Lauwerszeewerken

Aannemingssom	Aannemer
f 2 452 500,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad
f 82 500,—	Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis
—	B. B. L. Smid te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. Pit-Beton, Middelburg
eenheidsprijzen	Nico ter Kuile & Zonen N.V. te Enschede
eenheidsprijzen	P. v. Driel te Brielle
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	T. den Otter te Meerkerk
verrekening op regie-basis	Bitumarin N.V. te Rosmalen
eenheidsprijzen	A. J. van Loon te Drimmelen
f 504, p. jaar	D. Westhoeve-Tanis te Ouddorp
f 17 800,—	Automatische Schroevenfabriek v/h Gebr. Veldhuizen te Ridderkerk
f 93 790,65	Everts en v. d. Weijden N.V. te Helmond
f 8 631 232,25	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	fa. de Smidt en Weijnen te Terneuzen
eenheidsprijzen	fa. W. Savelkouls en Zn. te Rotterdam
f 417 000,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton te Kampen
eenheidsprijzen	Hoofddirectie Staatsmijnen te Heerlen

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	280
Ir. F. Gerritsen	284, 285
G. de Klerk	322
Rijksvoorlichtingsdienst	113
Rijkswaterstaat	287, 293, 294, 296, 299, 305, 306, 307, 308
Stichting Hadex	310, 312
H. de Vries	314, 327

Inhoud nr. 27

A. De werken van het Deltaplan

335 Tracé en dwarsprofiel van de Grevelingendam ter plaatse van de afsluiting van de noordelijke geulen

339 Veranderingen in het gebied van de Grevelingen voor en na haar gedeeltelijke afsluiting en het waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingsprogramma voor het overblijvende deel

354 Beperking van verzilting via schutsluizen in het Deltagebied

362 De ontgraving voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

368 Verhoging van een gedeelte van de havendijk langs de Rijkshaven van het Nieuwediep te Den Helder

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

370 De uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee

379 **Vorderingen**

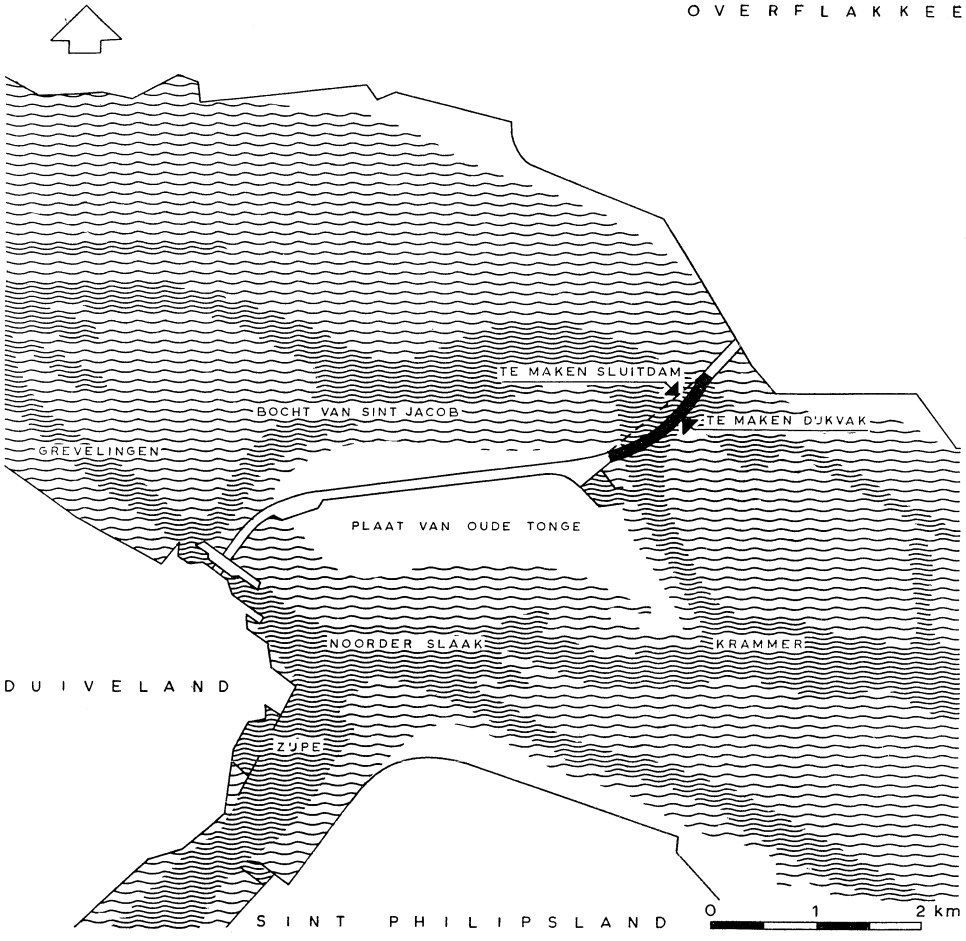
Overzicht van het noordelijk sluitgat van de Grevelingendam



Tracé en dwarsprofiel van de Grevelingendam ter plaatse van de afsluiting van de noordelijke geulen

Enige beschouwingen over het tracé

In nr. 15 van dit Driemaandelijks Bericht zijn in het artikel 'Het ontwerp voor de Grevelingendam' de motieven uiteengezet die tot de vaststelling van het tracé voor deze dam hebben geleid. Daaruit blijkt, dat het tracé voornamelijk is bepaald op grond van planologische en waterloopkundige factoren, waarbij financiële overwegingen mede een rol hebben gespeeld.
Tot de bepalende planologische factoren behoorden in de eerste plaats de aan de weg over de Grevelingendam te stellen verkeerstechnische eisen en de aansluiting van de dam op het wegenstelsel van Flakkee. Het verloop van de nieuw te scheppen doorgaande verkeersweg ten opzichte van het dorp Oude Tonge is sterk bepalend geweest zowel voor het aansluitpunt van de Grevelingendam op de Flakkeese oever alsook voor de richting van deze dam ter plaatse. In zeer sterke mate werd het tracé hiermee vastgesteld.
De waterloopkundige factoren die van belang waren, hadden enerzijds betrekking op de te verwachten stroomsnelheden in het Zijpe, welke, zij het in geringe mate, konden worden beperkt door een zo oostelijk en zuidelijk mogelijk gelegen tracé te kiezen. Anderzijds moest rekening worden gehouden met een mogelijke uitbreiding en verplaatsing naar het noorden van de hoofdgeul Krammer, waardoor bij een te ver naar het oosten en zuiden verschoven tracé na verloop van tijd de stabiliteit van de afsluitdam in gevaar zou kunnen worden gebracht.
Daarnaast moest rekening worden gehouden met overwegingen van andere aard, zoals verkeerstechnische eisen, planologische ontwikkelingen, uitvoeringsmogelijkheden en kosten. Op grond van al deze overwegingen die ook reeds in Bericht nr. 15 werden besproken, werd het tracé vastgesteld zoals dat op de situatietekening is aangegeven en waaruit blijkt dat dit ter plaatse van de kruising van de noordelijke geulen een gebogen vorm heeft.
De noordelijke geulen van de Grevelingen zullen, in tegenstelling tot de zuidelijke geul, niet met caissons gesloten worden, doch de sluiting zal verwezenlijkt worden door het storten van steen en andere materialen. Daarbij zal worden gewerkt volgens het principe van de 'geleidelijke sluiting', waarbij over de volle breedte van het sluitgat de sluitdam steeds hoger wordt opgebouwd in nagenoeg horizontale lagen.
Voor het storten van de materialen van deze sluitdam zal gebruik worden gemaakt van



Situatie van de Grevelingendam

een kabelbaan. Een beschrijving hiervan is opgenomen in de nrs. 18, 24 en 26 van het Driemaandelijks Bericht. Een van de consequenties van het werken met de kabelbaan is, dat de sluitdam recht onder de kabel komt te liggen en dientengevolge volgens een rechte lijn zal verlopen. Het tracé van de sluitdam en het tracé van de dam zelf zijn derhalve niet aan elkaar gelijk.

De keuze van het definitieve tracé voor de dam was reeds gemaakt vóór werd besloten tot de geleidelijke sluiting door middel van de kabelbaan. Het gedeelte van de dam, dat over de Plaat van Oude Tonge loopt, was reeds in aanleg. Daarnaast was ook het aansluitpunt bij Flakkee al bepaald. Dit kon bezwaarlijk nog gewijzigd worden. Overigens werd tijdens de uitvoering van het dijkvak op de Plaat van Oude Tonge het ontwerp voor het werkterrein aan het oostelijke einde van het dijkvak zodanig veranderd, dat het was aangepast aan de eisen die de uitvoering door middel van de kabelbaan stelde.

Door het feit dat de rechte 'sluitdam' en de gebogen 'definitieve dam met verkeersweg' elk een verschillend tracé verkrijgen ontstaat tussen deze beide dus een meer of minder grote ruimte, waarvan de breedte wisselt met de plaats. Er zijn nu twee mogelijkheden:

a. Na het aanleggen van de definitieve dam wordt de sluitdam weer weggehaald. Voor een deel kunnen de vrijkomende materialen elders weer opnieuw worden gebruikt.

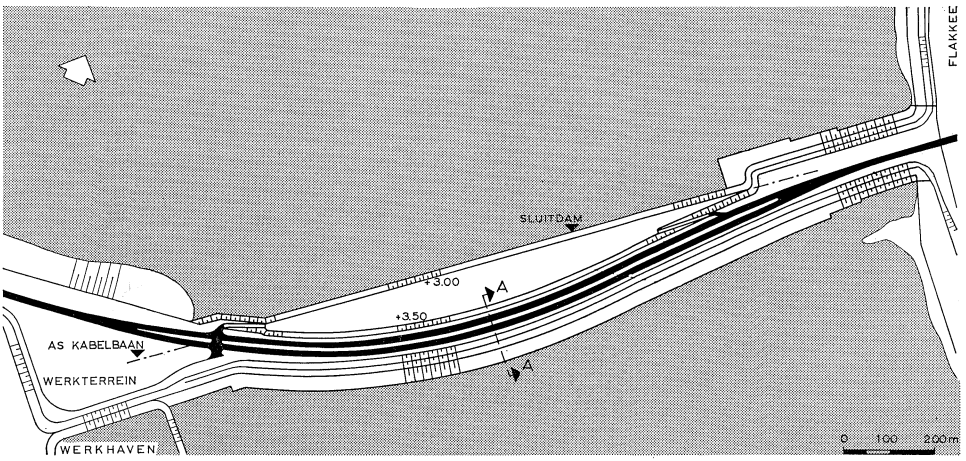
b. De sluitdam wordt in de definitieve situatie gehandhaafd, waarbij de beschermende taludverdediging op de sluitdam wordt aangelegd. Het bassin, dat dan tussen sluitdam en de 'verkeersdam' wordt gevormd, kan worden volgespoten tot een niveau van b.v. ca. N.A.P. + 3 m, zodat een brede berm met een wisselende breedte ontstaat. Ter hoogte van het midden van het sluitgat is deze breedte ongeveer 80 m.

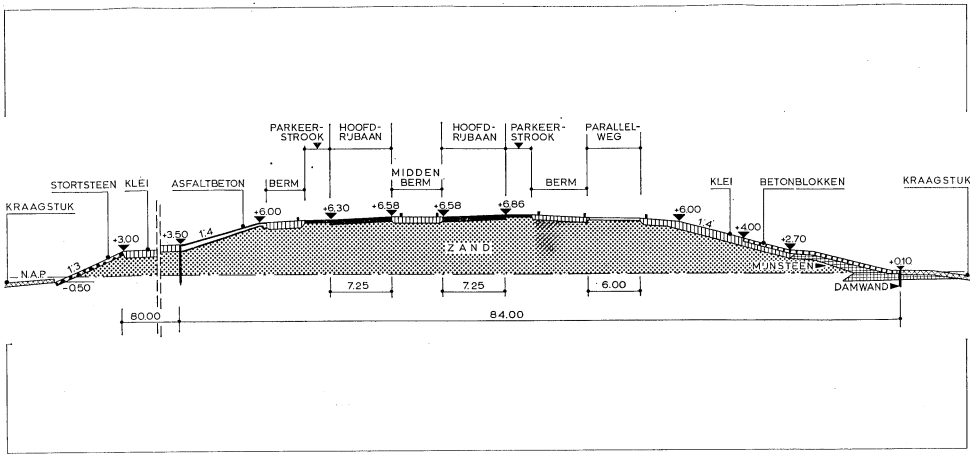
Van de beide mogelijkheden is de laatstgenoemde, dus het handhaven van de sluitdam en het opspuiten van een brede buitenberm, na ampele overwegingen gekozen.

Dwarsprofiel

Voor het dwarsprofiel geldt, dat dit moet aansluiten bij de reeds eerder gereed gekomen gedeelten van de dam ter weerszijden van het sluitgat. Enerzijds moet aan de noordzijde worden aangesloten op het dijkvak, dat tegen de Flakkeese oever is aangelegd. Anderzijds moet aan de zuidzijde de aansluiting worden gemaakt op het gedeelte, dat over de Plaat van Oude Tonge loopt.
De westelijke kruinlijn wordt aangelegd op een peil van N.A.P. + 6 m. Deze hoogte hangt samen met het handhaven van de sluitdam als onderdeel van de definitieve dam.

Tracé van de dam door de noordelijke geulen van de Grevelingen





Dwarsdoorsnede van de afsluitdam

Vóórdien was voor het dijkvak in de noordelijke geulen, evenals zulks was geschied bij de zuidelijke geul, een tot N.A.P. + 7 m reikende tuimeldijk ontworpen. Deze tuimeldijk zou de grotere golfoploop als gevolg van de meerdere waterdiepte ter plaatse van de geulen moeten keren. Daar bij de nu gekozen oplossing de brede, op een hoogte van ca. N.A.P. + 3 m gelegen buitenberm reeds een voldoende golfreductie tegen het hoger gelegen talud geeft, kan de tuimeldijk achterwege worden gelaten.
Tegelijk met een weg voor langzaam verkeer zal op het beschouwde gedeelte van de dam een autoweg worden aangelegd. Deze zal over dit deel van de dam worden uitgevoerd als 4-strooksweg met door een tussenberm gescheiden rijbanen. De kruinbreedte zal voor de aanleg van deze wegen ruim voldoende zijn. Overigens zij vermeld dat ook op het verdere gedeelte van de Grevelingendam ruimte aanwezig is voor een tweede rijbaan.
De bekleding van het dijktalud aan de oostzijde is geheel in overeenstemming met het overige deel van de dam ontworpen. De bescherming bestaat uit een laag betonblokken tot N.A.P. + 4 m. Beneden deze blokken sluit een kraagstuk aan, terwijl boven de blokken een kleibekleding is ontworpen. Aan de westzijde bestaat de verdediging uit een kraagstuk tot ca. N.A.P. – 0,50 m met aansluitend daarop een verdediging van stortsteen tot N.A.P. + 3 m. Deze stortsteen behoort tot de sluitdam, die onder het vereiste profiel (1 : 3) wordt gebracht. Een gedeelte van de sluitdam wordt aangelegd en opgebouwd met andere materialen dan stortsteen. Met deze materialen worden in het kader van ontwikkeling van nieuwe werkmethoden proeven genomen. Voor zover de sluitdam uit deze nieuwe materialen bestaat, wordt stortsteen als een bekledingslaag hiertegen gebracht. Boven deze stortsteenlaag sluit dan de berm met een wisselende breedte aan. Deze berm loopt van N.A.P. + 3 m tot N.A.P. + 3,50 m. Hij wordt afgedekt met een laag klei ter dikte van 0,80 m. Het talud boven deze berm wordt bekleed met een laag asfaltbeton.

Tot slot zij vermeld dat voor de brede berm gedacht wordt aan een recreatieve bestemming. In verband hiermee is voor het verkeer de mogelijkheid opengelaten om de autoweg te verlaten teneinde het bedoelde terrein te bereiken. Een definitief indelingsplan voor dit terrein ,dat een oppervlakte van ca. 8 ha. heeft, is nog in studie.

Veranderingen in het gebied van de Grevelingen vóór en ná haar gedeeltelijke afsluiting en het waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingsprogramma voor het overblijvende deel

Inleiding

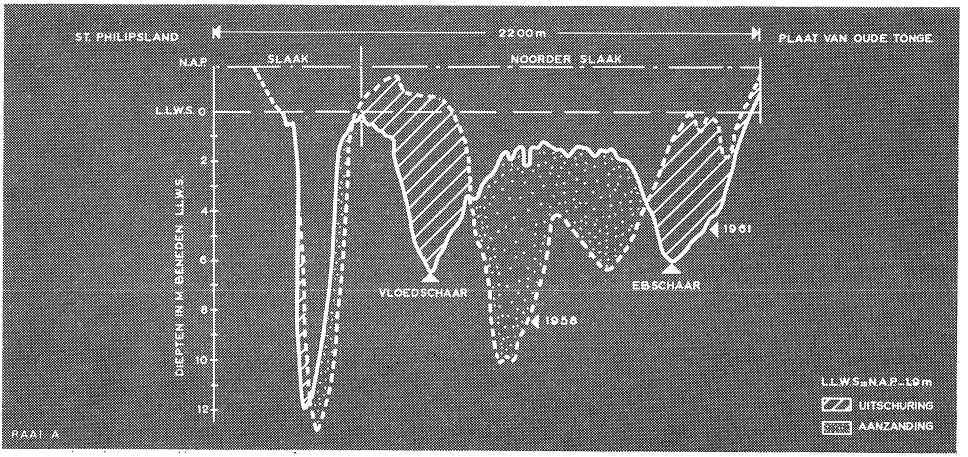
Deze beide onderwerpen, die verschillende facetten van de afsluitting van het laatste deel van de Grevelingen betreffen, hebben in het afgelopen jaar bijzondere aandacht gehad.
Uit de beschouwingen in het eerste deel van het artikel blijkt, dat de wijzigingen in de geulprofielen nabij het noordelijke sluitgat gedurende het afgelopen jaar geen ongunstig verloop hebben gehad. Ook zijn geen belangrijke verdiepingen opgetreden. In het afgemeen werd oostelijk van het sluitgat zelfs aanzanding geconstateerd.
In het tweede deel wordt een algemeen overzicht gegeven van de recente onderzoekingen die met betrekking tot de afsluiting van het noordelijke sluitgat in de Grevelingen werden gedaan. Enkele daarvan worden nog voortgezet.
In volgende nummers van het driemaandelijks overzicht zullen deze onderzoekingen nader worden behandeld.

Ontwikkeling van het Noorder Slaak voor en na het gedeeltelijk afsluiten van de Grevelingen

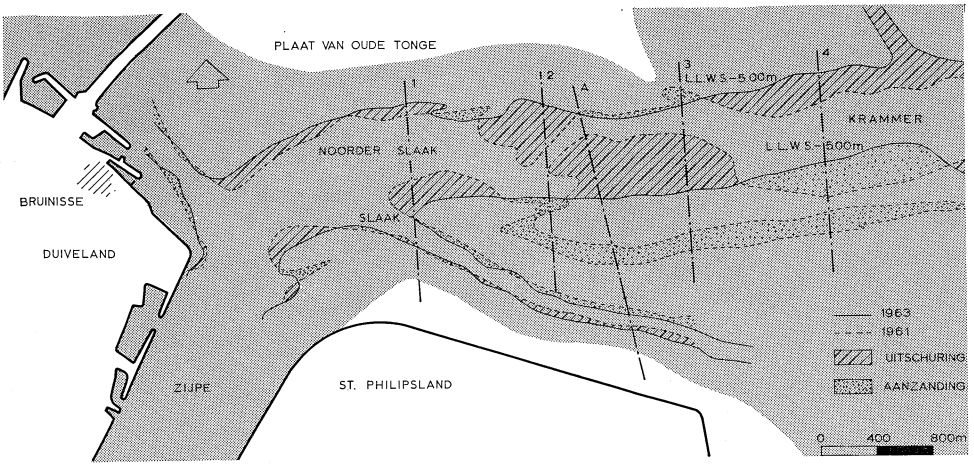
De Grevelingendam moest worden aangelegd in een getijgebied, waarin de geulen zich snel verleggen, namelijk in het gebied van het Krammer en de Bocht van St. Jacob. De zich ontwikkelende en afstervende eb- en vloedscharen hebben in het verleden voortdurend veranderingen teweeg gebracht in de hydrografische situatie. In nr. 4 van dit Driemaandelijkse Bericht werden op de pagina's 38 en 39 voor de jaren 1855, 1888, 1933 en 1952 deze veranderingen weergegeven.
Het meest kenmerkende van de hydrografische ontwikkeling is de zeer grote uitbochting van de Bocht van St. Jacob van 1855 tot ongeveer 1958, gepaard gaande met de verplaatsing van de Plaat van Oude Tonge in dezelfde, westelijke richting. Na een zo sterke kromming van de Bocht van St. Jacob poogden zowel de vloedstroom als de ebstroom een kortere verbinding tussen het Zijpe en het Krammer tot stand te brengen. Gedurende de periode van ongeveer 1930 tot 1940 kwam onder de zuidoostelijke rand van de Plaat van Oude Tonge een voor de scheepvaart gedeeltelijk bruikbare 'kortsluitingsgeul', het Nieuwe Vaarwater, later Noorder Slaak genoemd, tot stand. Dit Nieuwe Vaarwater bestond uit een vloedschaar en een ebschaar, gescheiden door een vrij ondiepe drempel.

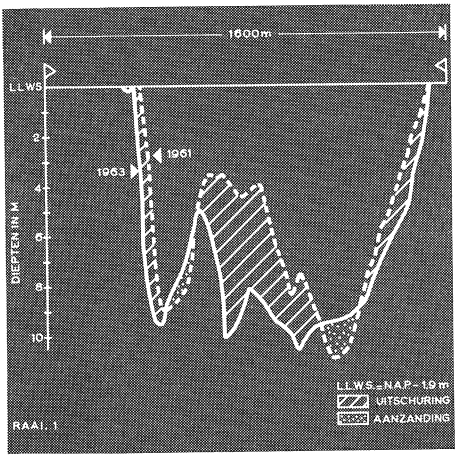
Ontwikkeling van het Noorder Slaak 1961–1963
als gevolg van het gedeeltelijk
afsluiten van de Grevelingen

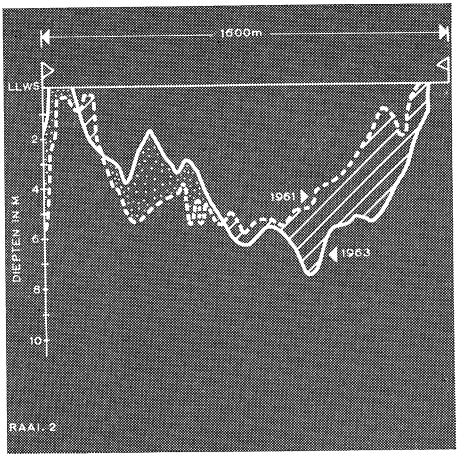
Ontwikkeling van het Noorder Slaak 1958–1961

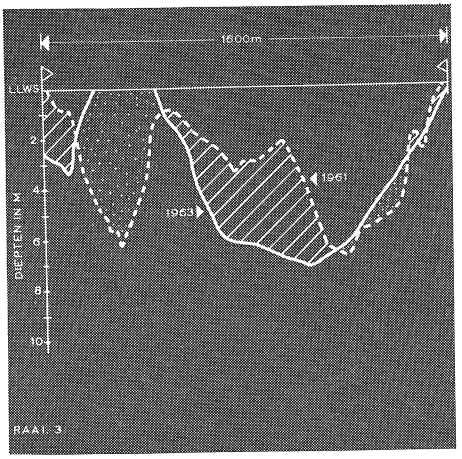


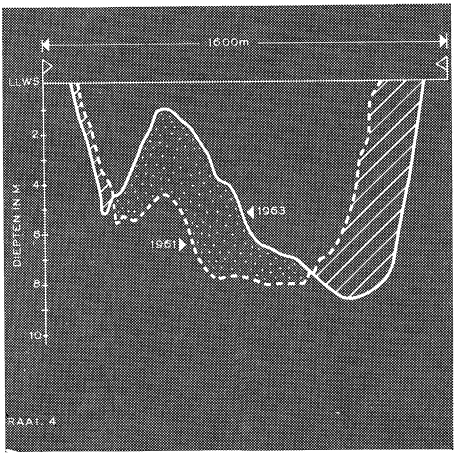
Rond de jaren 1950 en 1951 werd getracht deze zoveel kortere scheepvaartweg te verbeteren door het opruimen van deze ondiepe drempel. Het zuigen van ca. 100 000 m³ zand veroorzaakte weliswaar een ca. 29-voudige verruiming, maar na enkele maanden was dit schijnbare succes weer teniet gedaan door een bijna even grote aanzanding in dit gebied. De natuurlijke ontwikkeling liet zich blijkbaar niet kunstmatig verhaasten. De capaciteit en daarmede de bevaarbaarheid van het Noorder Slaak nam, behalve door zandzuigen, door het nog verder westwaarts trekken van de Plaat van Oude Tonge gestadig toe en bereikte rond 1956–1957 een hoogtepunt. Daarna kwam het keerpunt in de ontwikkeling. Uit een nauwkeurige peilkaartenstudie van 1958–1961 bleek namelijk, dat de Bocht van St. Jacob niet verder westwaarts ging, maar iets terugtrok en tevens in capaciteit enigszins toenam ten koste van het Noorder Slaak. Deze natuurlijke ontwikkeling werd door de bouw van het damvak op de Plaat van Oude Tonge (zomer 1961) en de dam in het zuidelijke sluitgat (april–mei 1962) verstoord. Ware dit niet het geval geweest, dan zou de noordelijke verbinding tussen de Bocht van St. Jacob en het Krammer — voordien een


PLAAT VAN OUDE TONGE
NOORDER SLAAK
SLAAK
KRAMMER
L.L.W.S.-5.00m
L.L.W.S.-6.00m
BRUINISSE
DUIVELAND
ZIJPE
ST. PHILIPSLAND
1963
1961
UITSCHURING
AANZANDING
0
400
800m


1600m
L.L.W.S.
1961
1963
DIEPTEN IN M
L.L.W.S.=N.A.P.-1.9m
UITSCHURING
AANZANDING
RAAI. 1


1600m
L.L.W.S.
1961
1963
DIEPTEN IN M
RAAI. 2

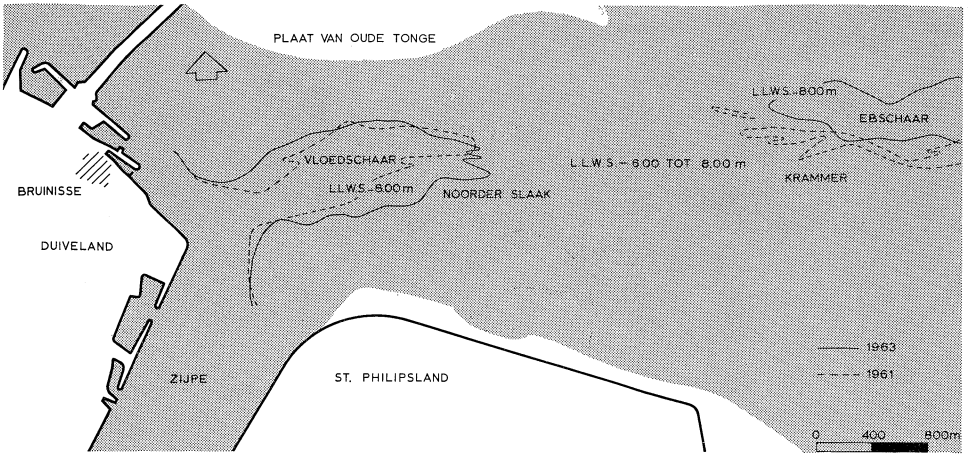

1600m
L.L.W.S.
1961
1963
DIEPTEN IN M
RAAI. 3


1600m
L.L.W.S.
1963
1961
DIEPTEN IN M
RAAI. 4

onbeduidende smalle vloedschaar die van 1958 tot 1961 echter breder en dieper werd – zeer vermoedelijk ruimer geworden zijn. Ook zou vermoedelijk de toestand van ca. 1855 (zie nr. 4 Driemaandelijkse Berichten) weer zijn ontstaan. De cyclus kan geschat worden op ongeveer 120 jaar (ca. 1855 tot 1975).
De eerste tekenen, die wezen op het vormen van een nieuwe 'Plaat van Oude Tonge', waren reeds zichtbaar. De verzamelde gegevens wijzen erop, dat het proces zich herhaald zou hebben. Een vernauwing van het Noorder Slaak tussen 1958 en 1961 ging gepaard aan een snelle groei van de drempel tussen de vloed- en ebschaar. Het uiteenvallen van een te breed wordende geul in een vloed- en een ebschaar veroorzaakte dus het zich telkens herhalende verschijnsel.
Door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen in april–mei 1962 werd een einde gemaakt aan de natuurlijke ontwikkeling van dit gebied. Daarmee werd ook een verdere 'verwildering' van het Noorderslaak onmogelijk gemaakt.
Het stroombeeld in dit gebied werd totaal gewijzigd. Thans immers stroomt geen vloedwater meer uit het Zijpe naar de Bocht van St. Jacob en, omgekeerd, ook geen ebwater meer terug.
Een verruiming van het Noorder Slaak werd in de zomer van 1961 reeds bereikt door het zuigen van zand, waarmede het damvak op de Plaat van Oude Tonge werd gemaakt. De verwachte grote natuurlijke verruiming werd door deze kunstmatige verruiming reeds gedeeltelijk voorbereid.
Het gemiddelde profieloppervlak van de geul nam tussen mei 1962 en mei 1963 toe met ongeveer 25—30 procent. In de figuren zijn weergegeven de lijnen van GLLWS–50 dm van de peilkaarten van mei 1961, september 1962, mei 1963 en oktober 1963, waaruit de verruiming over de drie perioden duidelijk blijkt. Tevens zijn de lijnen van GLLWS–50 dm van dezelfde peilkaarten aangegeven; vooral de ebschaar ontwikkelt zich snel (in westelijke richting). De aantasting van de zuidelijke rand van de Plaat van Oude Tonge was gedurende de jongste periode van mei '63–oktober '63 sterker dan voordien het geval was.
De centrifugale kracht veroorzaakt voorts een uitbochting van het Noorderslaak. Deze zal door toenemende stroomsnelheden sterker worden na het voltooien van de Grevelingendam. Hierdoor zal de gehele zuidelijke oever van de Plaat van Oude Tonge aangetast kunnen worden. Voorspellingen omtrent het tempo van de verruiming en de uitbochting zijn moeilijk te geven.
Als in 1964 ook de noordelijke Grevelingen zal zijn afgesloten zal, blijkens modelproeven en berekeningen, de toeneming van de stroom in het Noorder Slaak merkbaar zijn.

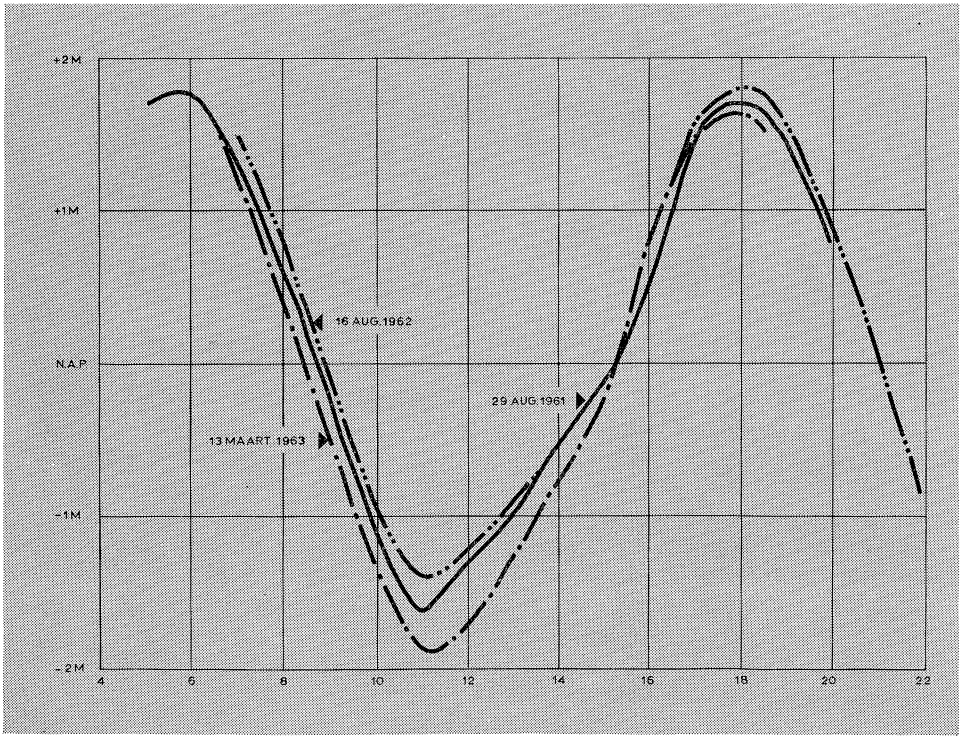
Ontwikkeling van de profielen in de omgeving van het noordelijke sluitgat van de Grevelingen als gevolg van het gereedgekomen damgedeelte

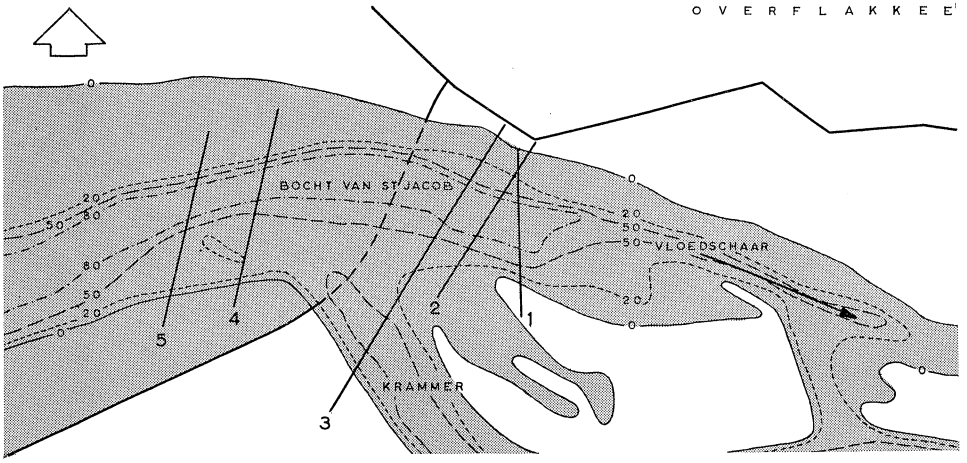
De in mei 1961 begonnen bouw van het damvak op de Plaat van Oude Tonge veroorzaakte reeds een vrij sterke achteruitgang van de noordoostelijke 'uitloper' van de Bocht van St. Jacob aan de oostzijde van het damtracé.
Het profieloppervlak was ter plaatse van de raaien 1, 2 en 3 enkele maanden na het gereedkomen van het damvak reeds met een gemiddelde van ongeveer 10 procent afgenomen. Tussen augustus 1961 en september 1962 was de achteruitgang van de noordelijke geul in dit gebied door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen (april–mei 1962) nog aanzienlijk groter, namelijk gemiddeld ongeveer 20 procent.
Van september 1962 tot april 1963 ging het profiel over een kort tijdsbestek nog achteruit

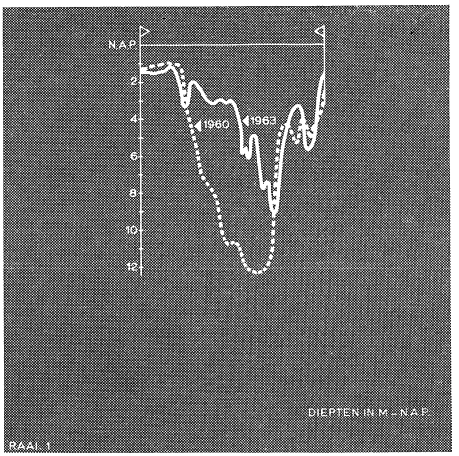


Ontwikkeling van de vloed- en ebschaar van het Noorder Slaak van 1961 tot 1963

Getijlijnen bij Bruinisse (Zijpe)







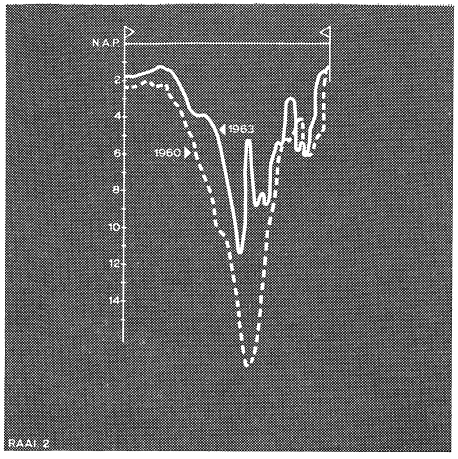
Ontwikkeling van de noordelijke geulen in de omgeving van het sluitgat van de Grevelingendam

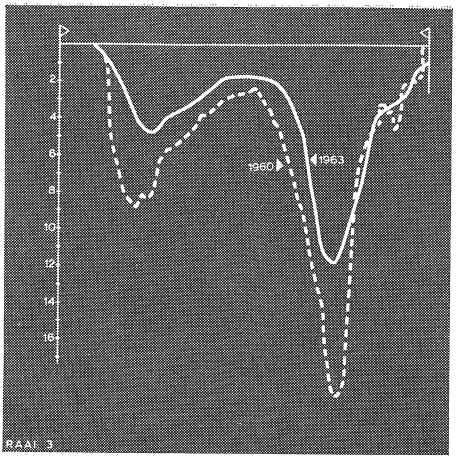
met gemiddeld ± 15 procent. Behalve een aanzienlijke versmalling van de geul liep de maximum-diepte in raai 1, beschouwd over de gehele periode van 1960–1963, terug van 12,5 m tot 9 m, in raai 2 van 17,5 m tot 11 m en in raai 3 van 19 m tot 12 m. Alle cijfers zijn t.o.v. N.A.P.

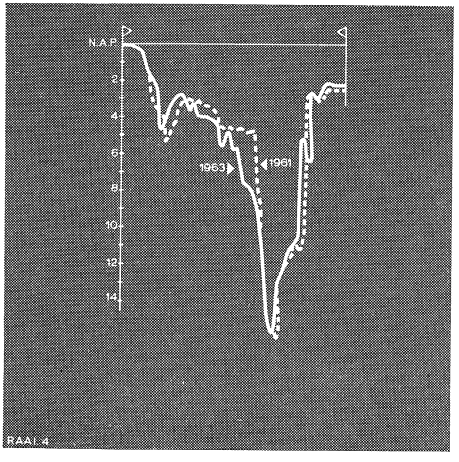
De maximum-diepte van de noordelijke geul ter plaatse van het damtracé werd in juli–september 1962 door het maken van de drempel teruggebracht van 14 m tot 9,5 m. Op 200 m oostelijk hiervan bleef de geulbreedte constant en liep de maximum diepte slechts terug van 14 m tot 12,5 m.

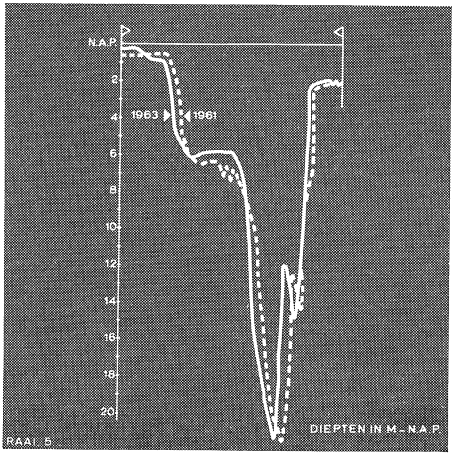
In het gebied westelijk van het tracé, de overgebleven tak van de Bocht van St. Jacob, waren de veranderingen in de ligging en in het gemiddelde profieloppervlak opvallend gering.

De vroegere eigenlijke verbindingsgeul van de Bocht van St. Jacob langs de oostelijke







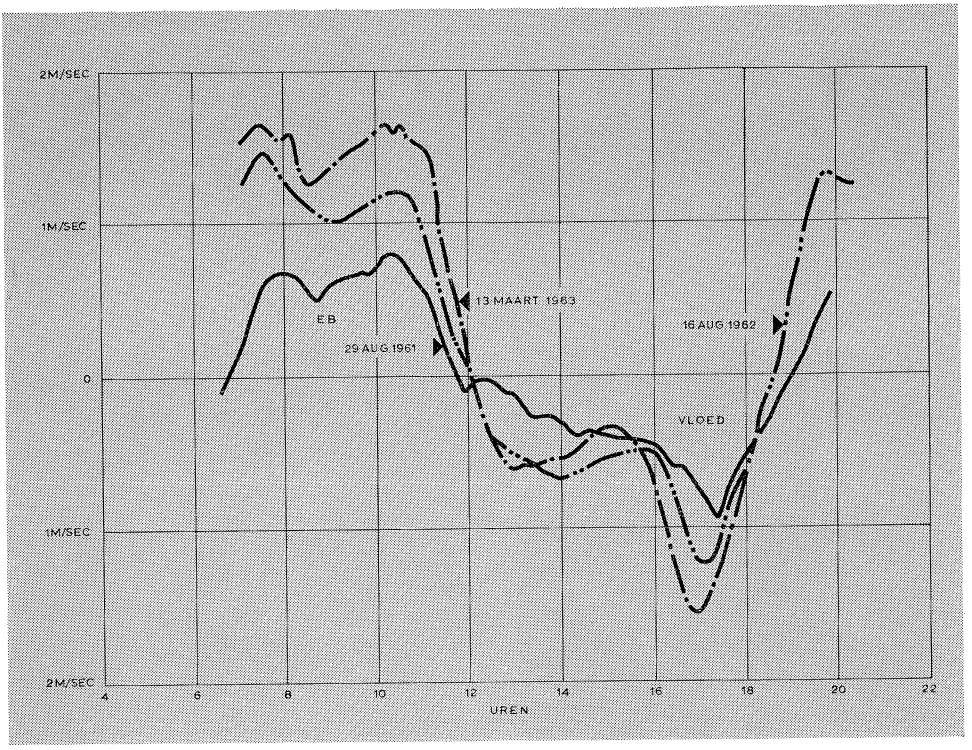


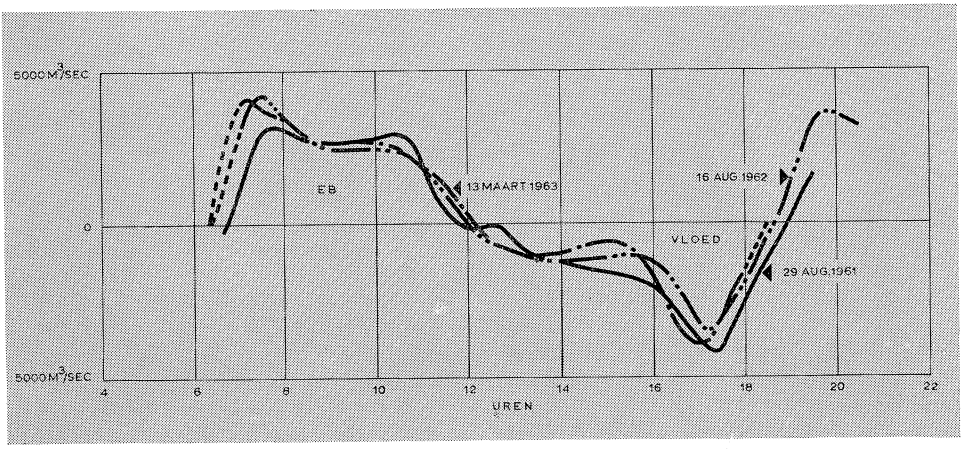
oever van de Plaat van Oude Tonge met het Krammer ging van 1960–1963 eveneens sterk achteruit. Zij wordt de laatste tijd door het zuigen van zand als vaarweg kunstmatig open gehouden.. Deze geul (Krammer) heeft ter plaatse van het tracé een vrij constante diepte van ongeveer NAP – 6 m. Het maken van de verhoogde drempel in het noordelijke sluitgat kan de genoemde aanzandingen in geringe mate bevorderd hebben.

Behalve verdiepingen van hoogstens 2,5 m op een afstand van ongeveer 200 m noordwestelijk van de zuidelijke geul (Krammer) van het tracé, die veroorzaakt werden door het kopeffect van de dam, waren de diepteveranderingen in de onmiddellijke omgeving van het tracé gering.

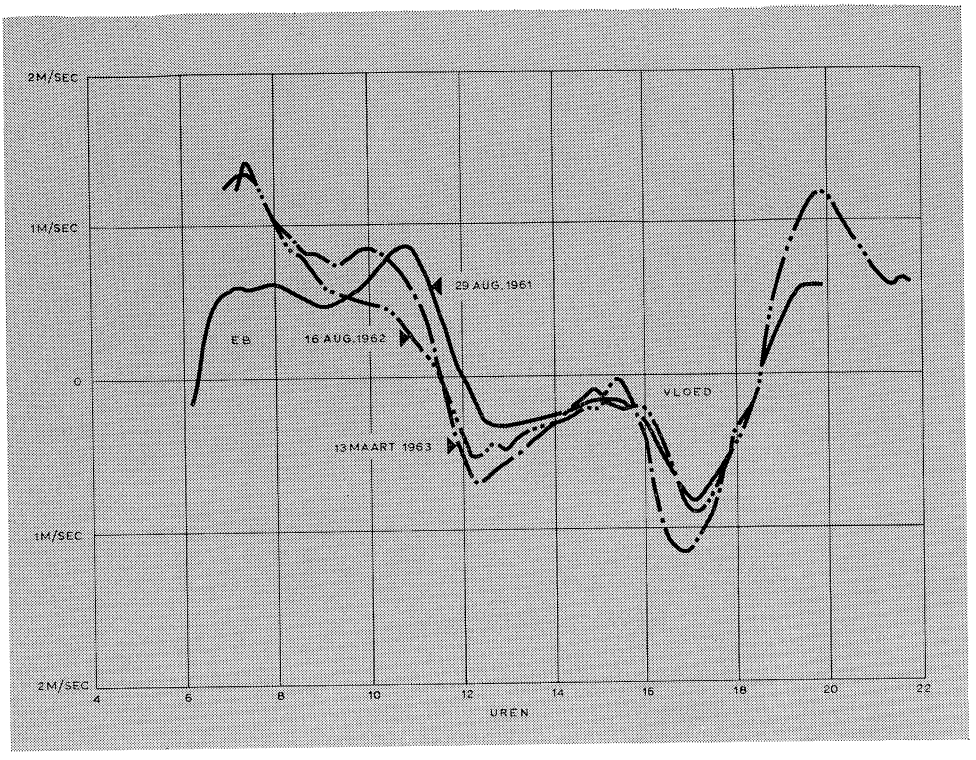
Uiteraard bestaat samenhang tussen de veranderingen in de stromen in het betrokken gebied door de reeds plaats gehad hebbende afsluitingen en de zandbeweging.

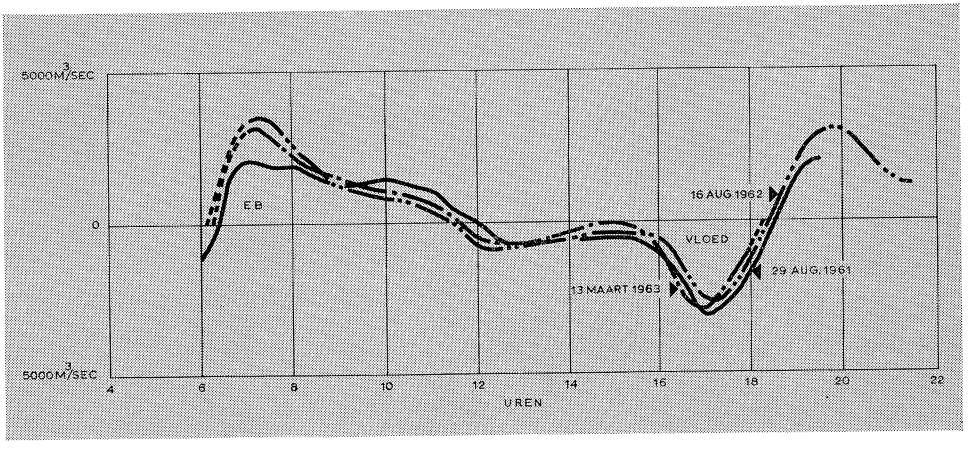
In de oorspronkelijke toestand was de vloedstroom door het noordelijke tracé afkomstig





Stroomsnelheden en afvoeren in de Bocht van St. Jacob ter plaatse van het tracé van de noordelijke afsluitdam





Stroomsnelheden en afvoeren in de Krammer ter plaatse van het tracé van de noordelijke afsluitdam

zowel uit de richting van het Brouwershavensche Gat als uit die van het Zijpe via de Bocht van St. Jacob, dus in de vorm van een rondstroming.
Na het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen verviel deze rondstroming. Het gevolg was dat de vloedstroom door het noordelijke tracé, afkomstig van het Brouwershavensche Gat, verzwakt werd.
Dit blijkt met de ebstromen ter plaatse van het tracé niet het geval te zijn. Deze zijn in tegendeel ten opzichte van de ebstromen bij de oorspronkelijke toestand zelfs toegenomen.
Door het afsluiten van de zuidelijke Grevelingen namen de maximale ebsnelheden in het noordelijke sluitgat toe. Dit was met de maximale vloedsnelheden procentsgewijs in mindere mate het geval.
Dit blijkt uit metingen en daaruit opgemaakte snelheidskrommen van 29 augustus 1961, toen het doorstromingsprofiel bij Bruinisse nog 3000 m² bedroeg, en van 16 augustus 1962 na het afsluiten van deze zuidelijke Grevelingen. Op beide dagen verliepen de getijden op analoge wijze. Bovendien was in de periode tussen augustus 1961 en augustus 1962 het noordelijke sluitgat vernauwd van 7400 m² tot ongeveer 4850 m².
Bij beschouwing van de totale hoeveelheden eb- en vloedwater langs dit noordelijke tracé blijkt, dat op 29 augustus 1961 eb- en vloedvermogen resp. 41 en 44 mill. m³ voor de geul van de Bocht van St. Jacob bedroegen. Deze bedragen waren op 16 augustus 1962 resp. 48 mill. m³ en 35,5 mill. m³. Bij de eb zag men dus een toename van ongeveer 17 procent en voor de vloed een afname van ongeveer 19 procent. Bij een meting op 13 maart 1963 (profiel noordelijke sluitgat 4700 m²) waren deze bedragen 52 en 36,5 mill. m³ bij een iets sterker getij.
In de Krammer, in de zuidelijke geul van het tracé werden analoge betrekkingen gevonden, alleen waren de veranderingen beperkter van omvang.

Op 29 augustus 1961: eb 27 mill. m³, vloed 26,5 mill. m³.
Op 30 augustus 1962: eb 30 mill. m³, vloed 23 mill. m³.
Op 13 maart 1963: eb 30,5 mill. m³, vloed 21,5 mill. m³.

De hier genoemde veranderingen in de stromen hebben de reeds vermelde aanzandingen tot gevolg gehad. Blijkbaar waren de toegenomen ebstromen niet in staat om de aanzandingen oostelijk van het tracé op te ruimen, waardoor de vloedschaar nog niet is overgegaan in een ebschaar. Uit de snelheidsmetingen gehouden op 17 oktober 1963 bleek, dat in de hydraulische situatie, die bij de meting op 13 maart 1963 gevonden was, geen noemenswaardige wijzigingen zijn opgetreden. De ebvermogens van de Bocht van St. Jacob en Krammer waren op die datum 53 en 36 mill. m³ en de vloedvermogens 40,5 en 21,5 mill. m³ respectievelijk.

Waterloopkundig onderzoek in verband met het sluitingprogramma

Zoals reeds is uiteengezet in het artikel 'Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting', verschenen in de nrs. 21 en 22 van het Driemaandelijkse Bericht, zal het sluitingsprogramma van een stroomgeul bij geleidelijke sluiting bepaald worden door de stroombestendigheid van de toe te passen stortmaterialen en de te verwachten ontgrondingen, beide als functie van het stroombeeld en de snelheidsveranderingen bij het omhoog brengen van de dam.
Ten behoeve van het sluitingsprogramma van de noordelijke geulen van de Grevelingen

zijn zowel deze stroombestendigheid als de ontgrondingen onderwerp geweest van systematisch onderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en in de Noordoostpolder. Het onderzoek naar de stroombestendigheid van de materialen, welke bij de sluiting zullen worden toegepast heeft zich beperkt tot het tweedimensionale stroombeeld. Bij het ontgrondingsonderzoek is het gehele stroomgebied in beschouwing genomen, dus ook de driedimensionale effecten. Deze doen zich over het algemeen pas gevoelen aan de benedenstroomse zijde van het sluitgat, zodat ze van veel meer belang zijn voor de bestudering van de bodemaantasting dan van de steenstabiliteit. Daarbij komt nog, dat een calamiteit, waaraan een ontgronding als gevolg van bij voorbeeld een wervelstraat vooraf gaat, veel omvangrijker is, dan wanneer deze het gevolg is van het plaatselijk verloren gaan van de steenstabiliteit.

De stroombestendigheid

Voor de beoordeling van de stroomresistentie van de in de Grevelingen ter beschikking staande materialen kon niet worden teruggegrepen op de resultaten van het op blz. 73 van nr. 22 vermelde systematische onderzoek. Dit onderzoek werd namelijk verricht voor een dam met lange kruin.
In de Grevelingen moet daarentegen een dam met een scherpe kruin gevormd worden omdat het stortpunt in het dwarsprofiel niet variabel is. Het snelheidsprofiel boven een korte kruin wijkt zeer sterk af van dat bij een lange kruin, waardoor het zeer moeilijk wordt een onmiskenbare kritieke snelheid te bepalen. Hierdoor werd het noodzakelijk ook voor een dam met scherpe kruin een serie proeven te doen, waarbij de diepte van de geul, de hoogte van de dam en de grootte van de steen werden gevarieerd. In verband met de ongewone vorm van de snelheidsverticaal op de dam is de stabiliteit van de steen uitgedrukt in het verval, waarbij de steen nog net niet in beweging komt. Hierbij bleek tevens, dat in omstandigheden, waarin men theoretisch een duikende straal verwachtte, deze zich niet verwezenlijkte. De proeven zijn daarna voortgezet voor hetzelfde materiaal, maar dan met vastgekitte steen, om na te gaan bij welke vervallen de straal ging duiken. Het duiken trad toen op bij vervallen, die groter waren, dan overeenkwam met de stroomresistentie van het betrokken materiaal. Dit effect bleek onafhankelijk te zijn van de grootte van de toegepaste steen. Naar alle waarschijnlijkheid is het echter wel afhankelijk van het soortgelijk gewicht van het materiaal. Voor verschillende formaten steen is het kritieke verval bepaald als functie van de damhoogte. Uit getijberekeningen is bekend hoe het verband tussen het verval en de damhoogte in de Grevelingen in feite is, zodat door combinatie van deze gegevens nagegaan kon worden welke materialen veilig toegepast kunnen worden. Hierbij bleek het voorradige grind in beperkte mate toepasbaar, zij het tot grotere damhoogten dan oorspronkelijk werd verondersteld. De aanwezige stortsteen (10/300 kg) kan zonder bezwaar voor de volledige sluiting van de geulen gebruikt worden. Aangezien het in de bedoeling ligt het sluiten van de Grevelingen tevens als 'openlucht laboratorium' te gebruiken voor het toepassen van zandzakken, is naar de stroombestendigheid hiervan ook een onderzoek ingesteld. Gevarieerd werden hierin, naast damhoogte en waterdiepte, de vullingsgraad en daarmede de vormvastheid van de slappe zakken alsook de vorm van de spanzandzakken. Uit deze proeven bleek, zoals in het vorige bericht reeds is vermeld, dat bij gelijk stukgewicht spanzandzakken stroomresistenter zijn dan slappe zakken.
Dit is afhankelijk van de vorm der spanzandzakken en de vullingsgraad der slappe zakken. Bij de slappe zakken bleek de grootste, practisch mogelijke, vullingsgraad tevens de grootste stroomresistentie te leveren. Uit een nader onderzoek naar de stabilieit van deze

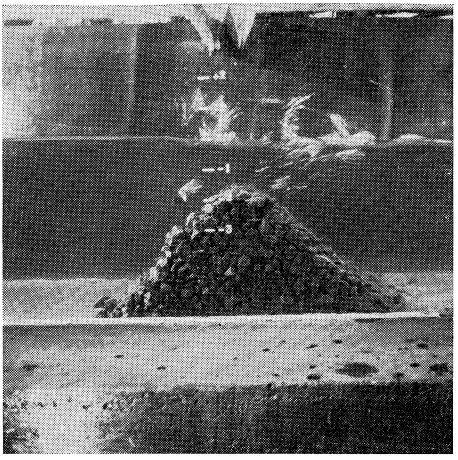
zakken bleek echter kort geleden, dat er sprake is van aanzienlijke schaaleffecten in de proeven voor dit materiaal als gevolg van zandbeweging in verschillende formaten zakken. Daardoor is het toelaatbare verval op kleine zakjes relatief groter dan op grotere zakken. Op het ogenblik is dan ook een onderzoek gaande naar de vraag wat de invloed van dit schaaleffect is op de interpretatie van de verrichte proeven. Een dergelijk schaaleffect hoeft bij de proeven met spanzandzakken niet gevreesd te worden omdat het zand in deze zakken niet bewegen kan. De zakken met gebitumineerd zand zijn niet in het model beproefd. Hun stroomresistentie ligt tussen die van slappe zakken en spanzandzakken in.
Omdat ten tijde van dit onderzoek nog geen uitsluitsel bestond over het begintijdstip van de sluiting is tevens een onderzoek ingesteld naar de golfresistentie van dammen, opgestort met stortsteen of met spanzandzakken. Beide materialen bleken de golven, welke als maatstaf voor een winterperiode in het noordelijk Grevelingengebied werden aanvaard, goed te kunnen verdragen. Een interessante uitkomst van deze proeven was, dat de resistentie tegen golfaanval groter werd, zodra de waterspiegel boven de damkruin uitsteeg.

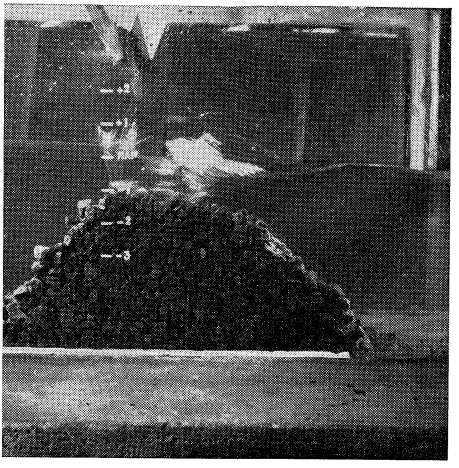
Storten in stromend water

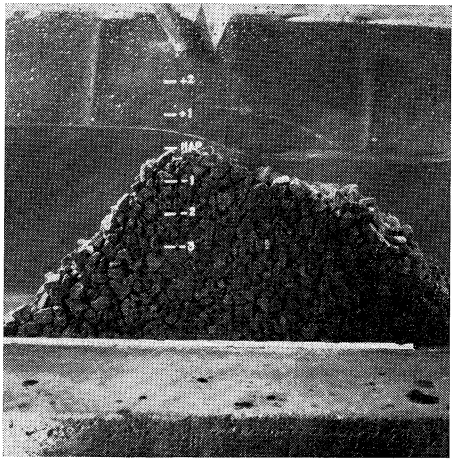
Alle in het voorgaande beschreven proeven zijn, ter wille van de onderlinge vergelijkbaarheid, bij dammen met een bepaalde vorm genomen. Tijdens het stortproces veranderen de snelheden echter doorlopend. Het gevolg hiervan is, dat stenen, die bij maximum-stroom gestort worden, verder van het stortpunt zullen afdrijven dan stenen die omstreeks de tijd van kentering gestort worden. Hierdoor zal een steeds wisselend damprofiel ontstaan. Teneinde in deze omstandigheid enig inzicht te krijgen en daarmee in de te verwerken hoeveelheid materiaal, zijn voor stortsteen, grind en zandzakken proeven gedaan waarbij de opbouw van een dam in stromend water is nagegaan. Hierbij moest een zekere schematisatie worden ingevoerd omdat in het model, waarin deze proeven zijn genomen, geen tijd kon worden nagebootst.
Uit het verloop van deze proeven bleek, dat door afdrijven en het bij aankomst nog even stroomafwaarts over de bodem voortrollen van het materiaal, de breedte van de dam tijdens het eerste deel van de opbouw groot is in verhouding tot de hoogte. Deze tendens vermindert naarmate de waterdiepte boven de damkruin kleiner word. Wanneer in de Grevelingen de dam boven water tot de volle hoogte is opgestort, dan wordt weer een normaal vrijwel driehoekig profiel verkregen met de zijden ongeveer onder natuurlijk talud.
Het totaal van de te verwerken hoeveelheden kan dus bepaald worden zonder dat rekening behoeft te worden gehouden met verliezen ten opzichte van het ontwerp-profiel. Voor de verdeling van deze hoeveelheden over de verschillende opbouwstadia geeft het verloop van de stortproeven in het model een aanwijzing.

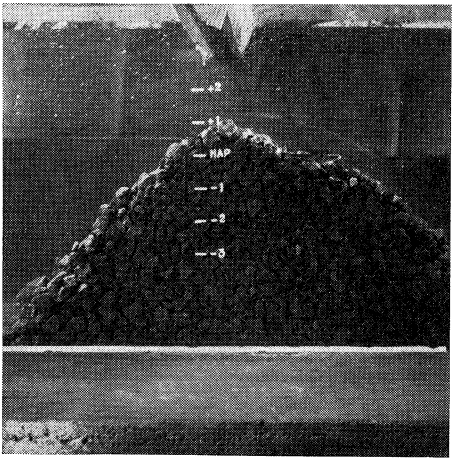
Het opstellen van een sluitingsprogramma

Het sluitgat in de noordelijke Grevelingen bestaat uit twee geulen, de Krammer en de Bocht van St. Jacob, die gescheiden worden door een gebied met beperkte waterdiepte, de Krammerplaat.
De proeven met betrekking tot de stroombestendigheid en het storten in stromend water van de te verwerken materialen leveren voldoende informatie om te kunnen vaststellen met welke materialen de sluitdam in ieder van deze drie delen van het sluitgat kan wor-

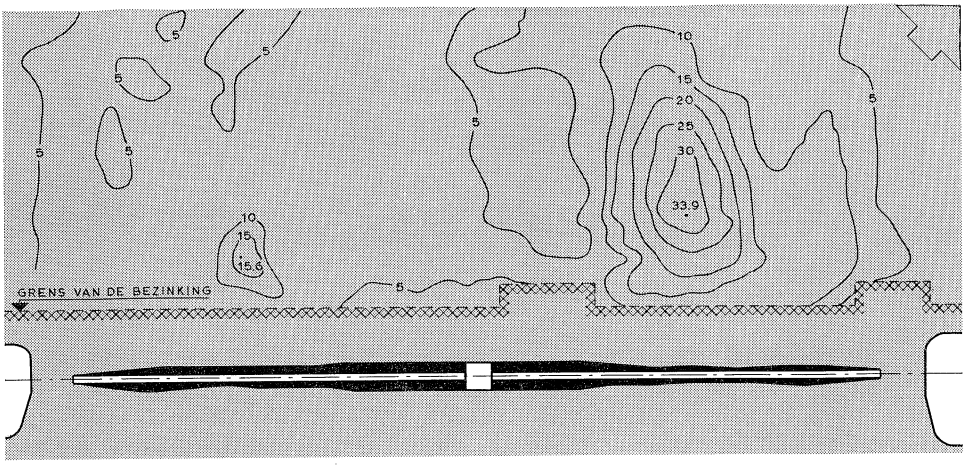


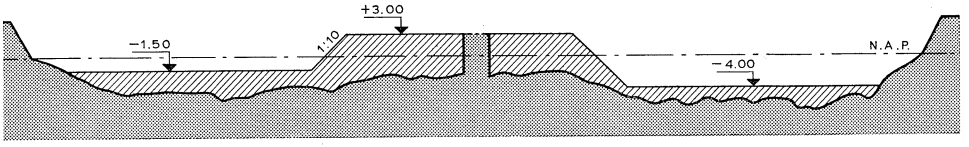


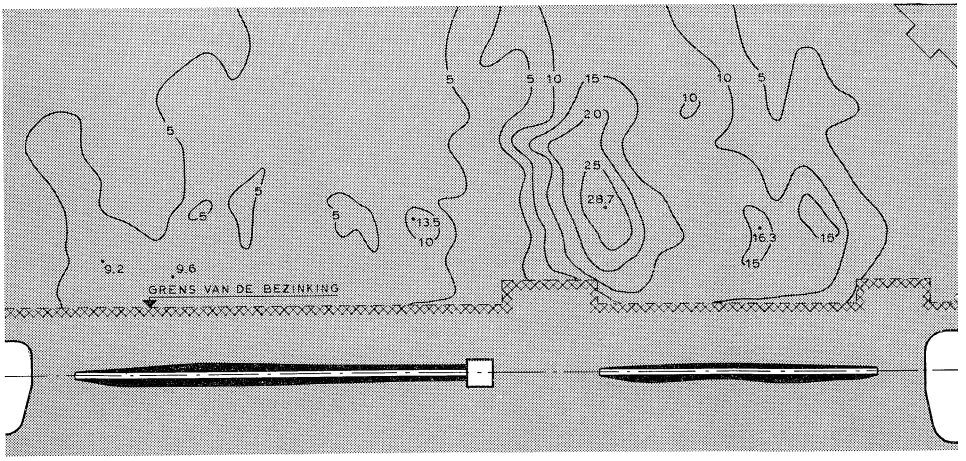


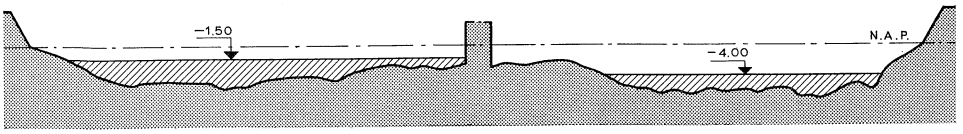


Verschillende stromingstoestanden en dwarsprofielen bij de proeven over het opstorten van de afsluitdam


5
5
5
5
5
10
15
20
25
30
33.9
5
5
10
15
15.5
GRENS VAN DE BEZINKING
5


+3.00
−1.50
1:10
N.A.P.
−4.00


5
5
10
15
10
5
5
20
25
28.7
5
5
5
13.5
10
16.3
15
9.2
9.6
15
GRENS VAN DE BEZINKING


−1.50
N.A.P.
−4.00

Resultaten van ontgrondingsproeven in het model waarbij stadia van verschillende sluitprogramma's worden bestudeerd

den opgebouwd. Voor wat betreft de volgorde van sluiting van de verschillende gedeelten, is uit deze proeven over de stroombestendigheid van de materialen vrijwel geen beperking voor de keuze gebleken.
Op dit punt geven de resultaten van het ontgrondingsonderzoek echter wel duidelijke aanwijzingen.
Bij dit onderzoek zijn verschillende bouwprogramma's bekeken, zoals het één voor één sluiten van ieder van de hierboven genoemde delen van het sluitgat met variaties in de volgorde. Voorts werd een gecombineerde sluiting van het geheel bestudeerd, waarbij weer het sluitingstempo in ieder van de delen en van de delen onderling werd gevarieerd.
Gebleken is, dat de eerstgenoemde werkwijze, hoe de volgorde van de delen ook wordt gekozen, ontgrondingen tot gevolg heeft, die ongunstig afsteken tegenover die bij een gecombineerde sluiting van het geheel. De invloed van de opgebouwde delen op het stroombeeld, zoals deze blijkt uit de ontgrondingen nabij de koppen, speelt hierbij een belangrijke rol.
Een andere variatiemogelijkheid in de uitvoering ligt in de vorm in lengterichting van de dam tijdens de bouw. Opstorten met een horizontale damkruin is mogelijk, maar dan kan eveneens worden gestreefd naar een verloop van de kruin, dat enigermate het oorspronkelijke geulprofiel blijft weerspiegelen.
Vele combinaties en variaties zijn dus mogelijk. Bij de keuze hieruit spelen behalve de te verwachten ontgrondingen ook de bepaling van plaats en aard van de te verwerken materialen, de aard van de bodembescherming en de bedrijfsmogelijkheden van de kabelbaan een rol.

Op het ogenblik is een sluitingsprogramma in voorbereiding, dat een gecombineerde, min of meer gelijktijdige, sluiting van de beide geulen en de plaat beoogt. Bij dit programma wordt in belangrijke mate gebruik gemaakt van nieuw ontwikkelde stortmaterialen.

Beperking van verzilting via schutsluizen in het Deltagebied

Na het uitvoeren van het Deltaplan zal het mogelijk zijn een ruimer gebruik te maken van het zoete water, waarover Nederland binnen zijn grenzen kan beschikken. Een goede watervoorziening voor verschillende doeleinden vereist dat de kwaliteit van het water aan bepaalde voorwaarden voldoet. Zo moet onder meer het chlooriongehalte van het water in de toekomstige deltabekkens zo laag mogelijk worden gehouden.
In de in 1957 verschenen bijdrage IV-4, behorende bij het eindverslag van de Deltakommissie, zijn de factoren vermeld, welke invloed hebben op het zoutgehalte van het water in de bekkens. Uit de voorlopige berekeningen blijkt, dat de zoutbelasting van het Zeeuwse Meer enkele jaren na de ontzilting gemiddeld ongeveer 35 kg chloorion per seconde zal bedragen. De belanrijkste bron van verzilting is hierbij het zoute uitslagwater van de op het Zeeuwse Meer lozende polders. Voor de zoutbelasting door diffusie van in de bodem aanwezig zout naar het meer is een waarde van 3 kg chloorion per seconde in rekening gebracht en voor de zoutbelasting door kwel onder de afsluitdammen door is de waarde op 1 kg chloorion per seconde berekend.
Wat betreft de bestaande en nieuw te bouwen spui- en schutsluizen is verondersteld, dat het zoutbezwaar ervan door speciale maatregelen zal kunnen worden opgeheven omdat een zoutbelasting van 35 kg chloorion per seconde reeds tamelijk hoge chlooriongehalten van het water in het meer tot gevolg heeft. Hierbij wordt, naast prevenieve maatregelen als een juiste keuze van de plaats van de sluis, de afdichting van de keermiddelen, enzovoorts, hoofdzakelijk gedacht aan bestrijding van het zoutbezwaar door het voeren van een min of meer continue stroom zoet water naar de sluizen. De doeltreffendheid van deze maatregel kan nog worden vergroot door het aanleggen van een diepe kom achter de sluizen. Daarin zou het zoute water dan opgevangen en tijdelijk geborgen kunnen worden, voordat het uit deze 'zoutvang' naar de zeezijde van de sluis zou worden teruggevoerd, tezamen met het zoete doorspoelingswater.
De noodzaak tot het nemen van maatregelen blijkt duidelijk uit het feit, dat het zoutbezwaar van de schutsluizen te Hansweert na 1978 meer dan 100 kg chloorion per seconde zal bedragen. Bovendien is rekening te houden met de nieuwe Schelde-Rijnverbinding en een hiermee gepaard gaande zoutbelasting door de Kreekraksluizen op het Zeeuwse Meer van eveneens ruim 100 kg chloorion per seconde in ongunstige perioden van het jaar. Voor een afdoende bestrijding van de van schutsluizen uitgaande verzilting door middel van een min of meer continue spuistroom is een grote hoeveelheid zoet water vereist.

Deze zal vooral in droge tijden niet of bezwaarlijk hiervoor beschikbaar kunnen worden gesteld. Derhalve moet worden nagegaan of andere maatregelen kunnen worden genomen, waarbij een kleinere hoeveelheid zoet water wordt vereist. Uit verrichte proeven is gebleken, dat het toepassen van luchtschermen in schutsluizen een aantrekkelijke mogelijkheid biedt om het zoutbezwaar van sluizen in belangrijke mate te reduceren zonder het gebruik van zoet water.

De invloed van luchtschermen op het zoutbezwaar van schutsluizen

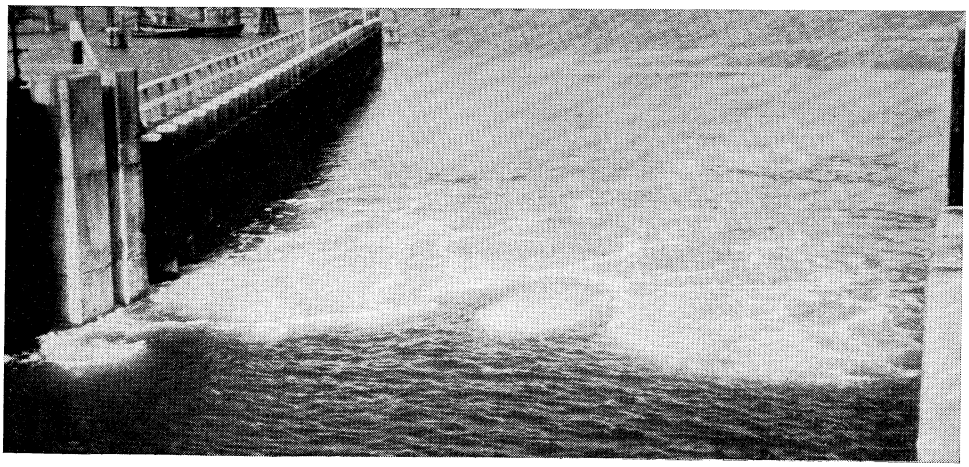
Het zoutbezwaar van schutsluizen wordt veroorzaakt door de volgende drie factoren:

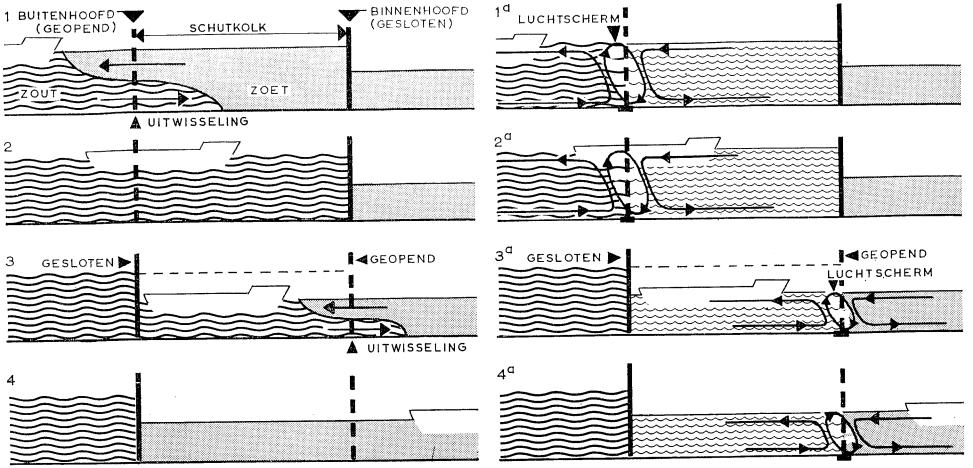
1. de uitwisseling als gevolg van verschillen in soortelijk gewicht;
2. het schutwater tijdens perioden, waarin de buitenwaterstand hoger is dan de binnenstand;
3. de verdringing als gevolg van het scheepvaartverkeer.

ad 1. *De uitwisseling als gevolg van verschillen in soortelijk gewicht*

De uitwisseling levert doorgaans de grootste bijdrage tot het totale zoutbezwaar van een schutsluis. Zodra de deuren aan de zeezijde van de sluis worden geopend zal, als gevolg van verschillen in het soortelijk gewicht, een stroming langs de bodem ontstaan. Daarbij zal water met een groter soortelijk gewicht in de richting van het water met een kleiner soortelijk gewicht stromen. Als gevolg hiervan zal een compensatiestroming langs het wateroppervlak in tegengestelde richting ontstaan. Deze stromingen zullen in stand blijven totdat de totale hoeveelheid water in de schutkolk vervangen is door water met een groter soortelijk gewicht. Dit uitwisselingsproces speelt zich bij gemiddelde omstandigheden af in 15—20 minuten. De openingsduur van de deuren van de voornaamste sluizen in het Deltagebied zal vrijwel altijd langer zijn dan de vermelde tijdsduur. Bij elke schutting zal moeten worden gerekend met een vrijwel volledige uitwisseling van water tussen de schutkolk en het buitenwater of, bij geopende kering in het binnenhoofd, tussen de schut-

Een luchtbellenscherm tijdens een proef in de grote schutsluis te Kornwerderzand
Het binnendringen van zout vanuit de Waddenzee wordt gekeerd door een hoeveelheid lucht van 1,5 m³ per minuut, per meter breedte van de sluis in te blazen





kolk en het binnenwater. In korte tijd dringt derhalve bij elke schutcyclus een grote hoeveelheid zout water uit de schutkolk het zoete milieu binnen. Wordt hierbij als uitgangspunt een sluis genomen met een schutkolklengte van 320 m, een breedte van 24 m en een waterdiepte van 6,50 m, dan zal de schutkolk ongeveer 50 000 m³ water bevatten. Als gevolg van het verschil in soortelijk gewicht tussen het buiten- en binnenwater zal elke schutcyclus een zoutbezwaar kunnen veroorzaken van ongeveer 700 000 kg chloorion. Wordt op deze wijze twaalf maal per dag een schutting uitgevoerd, dan zal de totale zout belasting maximaal 8400 ton chloorion per dag bedragen of gemiddeld bijna 100 kg per seconde.
Worden nu luchtschermen toegepast bij de deuren in het buiten- en binnenhoofd van de sluis, dan zal de mate van uitwisseling zeer sterk worden verminderd. Het zal ook veel langer duren, voordat de uitwisseling van water als gevolg van soortelijk gewichtsverschillen volledig is. Bij een openingsduur van bijvoorbeeld 30 minuten van de deuren zal door het gebruik van luchtschermen het zoutbezwaar door uitwisseling bij een schutsluis met de aangenomen afmetingen slechts 25 procent bedragen van de vermelde waarde van 100 kg chloorion per seconde.

ad 2. *Het schutwater tijdens perioden met hoog buitenwater*

Bij schuttingen gedurende een periode, waarin de waterstand aan de zeezijde hoger is dan de binnenwaterstand, zal een schijf zout water in de schutkolk moeten worden toegelaten voordat de deuren in het buitenhoofd van de sluis kunnen worden geopend. Na opening van deze deuren en uitwisseling van de schepen tegelijk met de uitwisseling van water als gevolg van soortelijk gewichtsverschillen, zullen de deuren na verloop van tijd worden gesloten. Voordat de deuren in het binnenhoofd van de sluis kunnen worden geopend zal de ingelaten schijf water op het binnenwater moeten worden geloosd, waardoor de reeds vermelde tweede factor van de zoutbelasting ontstaat. Zonder het toepassen van luchtschermen zal het chlooriongehalte van dit schutwater vrijwel gelijk zijn

1–2. Bij geopende deuren in het buitenhoofd wordt het water uit de schutkolk in betrekkelijk korte tijd geheel verdrongen door het buitenwater met een hoger soortelijk-gewicht

3–4. Bij geopende deuren in het binnenhoofd stroomt het soortelijk zwaardere water uit de schutkolk in het aansluitende kanaal en wordt vervangen door zoet kanaalwater

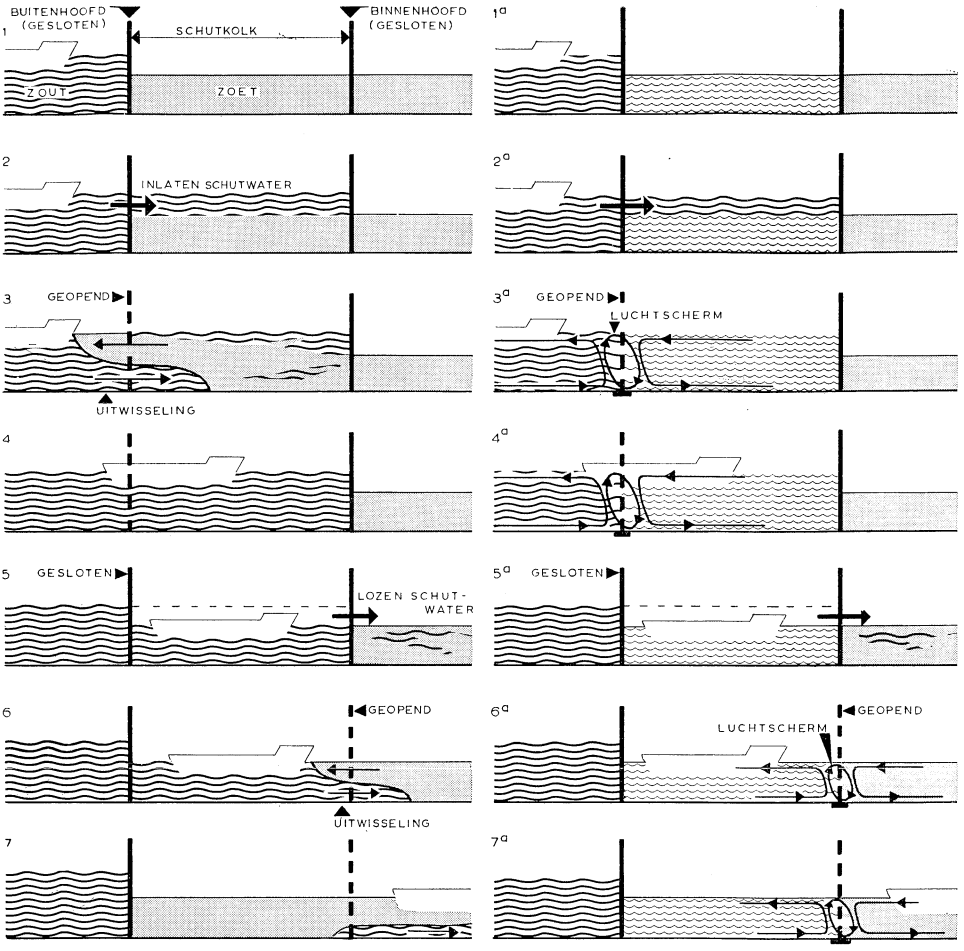
1a–2a. Een luchtscherm in het buitenhoofd belemmert de uitwisselingsstroom in sterke mate, zodat het water in de schutkolk veel zoeter blijft dan het buitenwater (de pijlen geven schematisch de waterbeweging weer)

3a–4a. Als gevolg van het luchtscherm bij het binnenhoofd, wordt de beweging van zout water opnieuw tegengegaan zodat slechts een kleine hoeveelheid zeewater in het binnenkanaal kan doordringen

aan dat van het water aan de zeezijde van de sluis. Bij toepassing van luchtschermen echter zal het soortelijk gewicht van het water in de schutkolk belangrijk kleiner blijven, dan die van het water aan de zeezijde van de sluis. De schijf zout water zal zich dus vermengen met het water in de schutkolk; het soortgelijk gewicht van de schijf water, welke uiteindelijk naar binnen wordt afgevoerd, zal een lagere waarde hebben dan zonder de toepassing van luchtschermen. Wordt het zoutbezwaar als gevolg van het schutwater ontoelaatbaar geacht, dan kunnen verdergaande maatregelen worden genomen, zoals bijvoorbeeld het toepassen van een schutkolkbemaling. Het bezwaar is dan meestal, dat een grote capaciteit van het gemaal is vereist om de betreffende schijf water in betrekkelijk korte tijd te verwijderen. Eventueel kan op een voldoende laag peil een bekken worden aangelegd, waarin de schijf schutwater onder natuurlijk verval kan worden geloosd. Dan kan met een belangrijk kleinere capaciteit van het gemaal worden volstaan om het bekken op het gewenste peil te handhaven.

ad 3. *De verdringing als gevolg van de scheepvaart*

Dit zoutbezwaar ontstaat tijdens het schutten van schepen in zeewaartse richting. Bij het binnenvaren van de schutkolk wordt een hoeveelheid water, gelijk aan de waterverplaatsing van de betreffende schepen, uit de schutkolk verdrongen in de richting van het binnenwater.
In tegenstelling tot de afneming van het zoutbezwaar als gevolg van het schutwater zal het zoutbezwaar als gevolg van de verdringing bij toepassing van luchtschermen enigermate toenemen. Door de toepassing van luchtschermen wordt de uitwisseling tegengegaan, zodat het verschil in soortelijk gewicht tussen het water in de schutkolk en het binnenwater groter zal zijn, dan in het geval zonder luchtschermen. Het zoutbezwaar als gevolg van de verdringing kan slechts met zeer radicale middelen worden voorkomen, namelijk door het vervangen van de kolkinhoud door zoet water voordat de binnendeuren worden geopend. Ook het zoutbezwaar als gevolg van de uitwisseling kan op



1–2. Alvorens de deuren in het buitenhoofd kunnen worden geopend moet bij hoge buitenwaterstanden een schijf zout schutwater in de kolk worden toegelaten

3–4. Als gevolg van de uitwisseling wordt na het openen van de deuren van de kolk geheel gevuld met zout water

5–7. Na het sluiten van de buitendeuren moet een schijf zout schutwater naar binnen worden afgevoerd alvorens de binnendeuren kunnen worden geopend. Daarna volgt weer het uitwisselingsproces

1a–2a. Het luchtscherm heeft geen invloed op het toelaten van een schijf zout schutwater in de schutkolk. Als gevolg van het toepassen van een luchtscherm bij de buitendeur tijdens de voorgaande schutting is het zoutgehalte van het water in de schutkolk lager dan het gemiddelde gehalte tussen het buitenwater en het binnenwater

3a–4a. Tijdens het uitwisselingsproces dat nu volgt bij geopende buitendeuren zal het zoutgehalte van het water in de schutkolk toenemen tot een iets hogere waarde dan het gemiddelde gehalte tussen het buitenwater en het binnenwater

5a–7a. De schijf schutwater bevat nu minder zout dan een overeenkomstige schijf zonder toepassing van een luchtscherm bij geval 5

deze wijze worden voorkomen. Het behoeft echter geen betoog, dat dit een bijzonder grote pompcapaciteit zal vergen of zal leiden tot een zeer lange duur van de schuttingen.

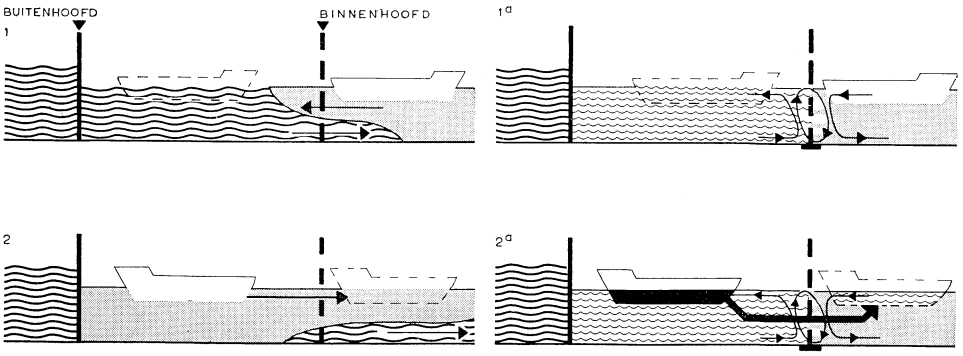
De invloed van doorspoeling van de kanalen achter de sluizen

Het totale zoutbezwaar als gevolg van de drie vermelde factoren zal nauw samenhangen met het soortelijk gewichtsverschil van het water aan weerszijden van de sluis. Voorts zal dit verschil in soortelijk gewicht afhankelijk zijn van de mate van doorspoeling van het kanaal achter de sluis. Uit een analyse van gegevens van bestaande situaties blijkt, dat er een goed verband bestaat tussen het verschil in soortelijk gewicht, de doorspoeling en het zoutbezwaar van een sluis.
Bij wijze van voorbeeld zijn in bijgaande figuur de resultaten weergegeven van het totale zoutbezwaar als gevolg van 12 schutcycli per dag met een sluis van de reeds eerder vermelde afmetingen van 320 x 24 x 6,50 m³, als functie van het soortelijk gewichtsverschil. Met behulp van de resultaten van de verrichte analyse is het effect bepaald van een doorspoeling van het kanaal achter de sluis met 5 en 10 m³ water per seconde. Dit gebeurde zowel voor het geval geen luchtschermen worden toegepast als ook bij een toepassing van luchtschermen in de binnen- en buitenhoofden van de sluis met een luchtaanvoer van 2 m³ per minuut per meter breedte van de sluis. Hieruit blijkt, dat het soortelijk gewichtsverschil en het zoutbezwaar van de sluis toenemen naarmate de doorgespoelde hoeveelheid water toeneemt. Een toeneming van het verschil in soortelijk gewicht betekent echter een lagere waarde van het soortelijk gewicht van het water achter de sluis en dientengevolge een kleinere kans op een ongunstige beïnvloeding van het binnenwater.
Het totale zoutbezwaar van de beoogde sluis blijkt als gevolg van de toepassing van luchtschermen en een doorspoeling met gemiddeld 5 m³ water per seconde af te nemen van bijna 50 kg chloorion per seconde tot ongeveer 20 kg chloorion per seconde. Bij een

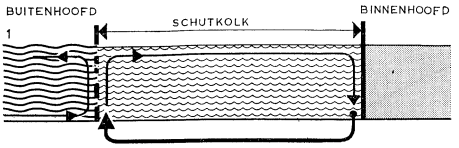
1–1a. Zowel zonder als met toepassing van luchtschermen levert het verdrongen water bij het schutten van schepen in landwaartse richting geen bijdrage tot het zoutbezwaar

2. Bij het schutten in zeewaartse richting is het zoutbezwaar door verdringing gering, daar het water in de schutkolk als gevolg van het ongestoorde uitwisselingsproces reeds grotendeels wordt vervangen door binnenwater

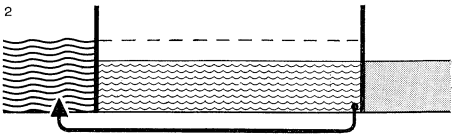
2a. Als gevolg va nde toepassing van luchtschermen wordt het uitwisselingsproces sterk afgeremd. Het water in de schutkolk blijft brak. De schepen verdringen derhalve brak water uit de kolk naar binnen



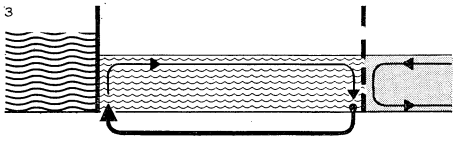
1. Voor het onderhouden van een waterscherm in het buitenhoofd wordt bij het binnenhoofd een hoeveelheid water aan de schutkolk onttrokken. De schematisch aangegeven waterbeweging is tegengesteld gericht aan de stroming als gevolg van verschillen in soortgelijk gewicht



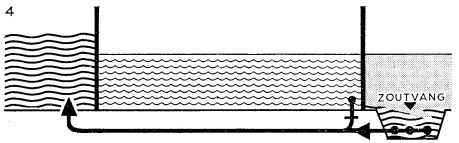
2. Het schutwater wordt door het gemaal aan de kolk onttrokken en via van afsluiters voorziene leidingen in het buitenwater geloosd. Daarna worden de deuren in het binnenhoofd geopend



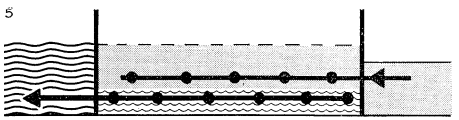
3. Voor het onderhouden van een waterscherm bij geopende deuren in het binnenhoofd, wordt water bij het binnenhoofd onttrokken (negatief waterscherm) en bij het buitenhoofd geloosd. De schematisch aangegeven waterbeweging is opnieuw tegengesteld aan de stroming als gevolg van verschillen in het soortgelijk gewicht



4. Tijdens onderbrekingen in het schutproces kan water door het gemaal worden onttrokken aan een diepe zoutvang achter de sluis



5. Theoretisch kan het zoutbezwaar worden opgeheven door volledige vervanging van het zoute water in de kolk door binnenwater, voordat de deuren in het binnenhoofd worden geopend



doorspoeling van 10 m³ water per seconde zal het zoutbezwaar verminderen van 67 tot 25 kg chloorion per seconde. Voor deze beide gevallen geldt, dat in het resterend zoutbezwaar van 20 respectievelijk 25 kg per seconde ongeveer 8 kg per seconde afkomstig is van het schutwater en het door de scheepvaart verdrongen water. Met nadruk zij vermeld dat hierbij nog geen rekening is gehouden met de invloed van een diepe 'zoutvang' achter de sluis. Betreffende dit onderdeel worden nog proeven genomen in het Waterloopkundig Laboratorium. Tevens wordt nog bestudeerd hoe het soortelijk gewicht van het water in het kanaal achter de sluis bij een zekere doorspoeling afneemt bij toenemende afstand tot de sluis.

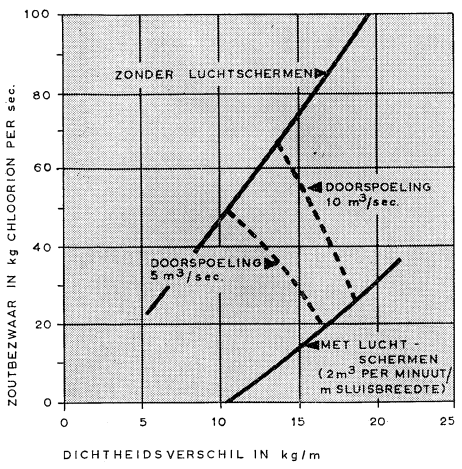
Mogelijkheden voor het toepassen van waterschermen

Het Waterloopkundig Laboratorium heeft een oriënterend onderzoek ingesteld naar mogelijkheden, die waterschermen kunnen bieden bij het bestrijden van zoutbewaar van schutsluizen. Uit dit onderzoek is gebleken, dat met waterschermen dezelfde gunstige resultaten kunnen worden bereikt als met luchtschermen. Het aantrekkelijke is hierbij voorts, dat de exploitatiekosten van waterschermen belangrijk lager zullen zijn, dan die

van luchtschermen. In technisch opzicht zal het echter moeilijk zijn om bij bestaande sluizen het toepassen van waterschermen te realiseren. Voor het vermelde sluistype met een breedte van 24 m en een waterdiepte van 6,50 m is een waterdebiet vereist van 600 m³ per minuut. Het resultaat zal dan vergelijkbaar zijn met dat van een luchtscherm met een aanvoer van 2 m³ vrije lucht per minuut per meter sluisbreedte of 48 m³ per minuut totaal.
Indien voor de peilbeheersing of de doorspoeling van het kanaal achter de sluis toch een gemaal nodig is, lijkt het voor een nieuw te bouwen sluis zeer aantrekkelijk om dit gemaal tevens in dienst te stellen van de zoutbestrijding door middel van waterschermen. Gedurende de tijd, dat deze waterschermen niet in bedrijf behoeven te zijn, kan het gemaal door middel van een aan te leggen zuigleiding in verbinding worden gebracht met een diepe zoutvang achter de sluis. Een van de in dit opzicht eenvoudig lijkende oplossingen is in het bijgaande schema weergegeven.

Slotopmerkingen

Verschillende mogelijkheden zijn aanwezig om het zoutbezwaar van schutsluizen te verminderen. Voor elke situatie afzonderlijk zal een keus moeten worden gemaakt, waarbij verschillende factoren zorgvuldig moeten worden overwogen.
Voor bestaande sluizen lijkt het toepassen van luchtschermen een aangewezen middel. Doorspoeling van het achter de sluis aanwezige kanaal zal steeds in meerdere of mindere mate moeten geschieden. Als verdergaande maatregel komt het afzonderlijke bemalen van het schutwater in aanmerking wanneer dit procentueel een belangrijk aandeel vormt van het resterend zoutbezwaar.
Voor nieuw aan te leggen sluizen lijkt het zeer aanlokkelijk het zoutbezwaar te bestrijden met behulp van waterschermen. Het afzonderlijk bemalen van het schutwater en het onttrekken van water aan een zoutvang achter de sluis kan hierbij afwisselend met hetzelfde te installeren gemaal geschieden.
Worden zeer hoge eisen gesteld aan de kwaliteit van het water op korte afstand achter de sluis, dan moet het water in de schutkolk tijdens elke schutting volledig worden vervangen door zoet water, hetgeen kostbare voorzieningen vergt en een lange duur van elke schutting tot gevolg heeft.

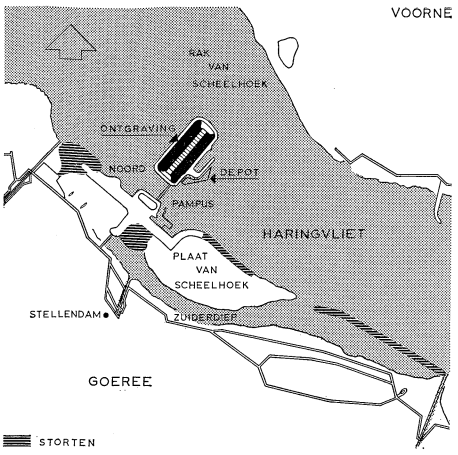


Zoutbezwaar van een sluis aan het einde van een kanaal als funktie van het dichtheidsverschil met en zonder de toepassing van luchtschermen en met een doorspoeling van het kanaal van gemiddeld 5 en 10 m³ per sekonde

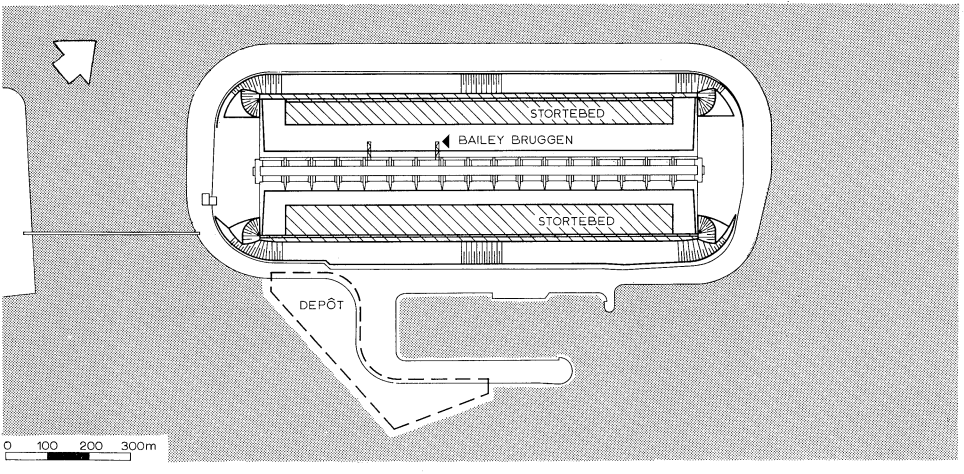
De ontgraving voor de stortebedden van de spuisluis in het Haringvliet

In het Driemaandelijks Bericht nr. 24 is vermeld dat ten aanzien van de vorm van de stortebedden de keuze is gevallen op het horizontale type, en dat de bovenkant ervan op een diepte van N.A.P. – 13,50 m zal komen te liggen.
Deze diepte, die op grond van modelonderzoeken werd bepaald, is aanmerkelijk geringer dan de aanvankelijke inzichten als de meest gunstige hadden doen verwachten. Zo werden dan ook, zoals uit nr. 24 blijkt, bij het modelonderzoek diepten tot resp. N.A.P. – 25 meter en N.A.P. – 35 meter in beschouwing genomen. De ontgravingen tot een dergelijk peil hadden met behulp van speciaal voor dit doel te bouwen cutters kunnen geschieden, waarna het stortebed in den natte zou zijn uitgevoerd.
Nu men met een zoveel geringere diepte blijkt te kunnen volstaan, kunnen de ontgraving zowel als het aanbrengen van de stortebedden voor een zeer groot gedeelte in den droge worden uitgevoerd. Aangezien het ontgraven en het bouwen nu tegelijkertijd met de montage van de schuiven in de sluis kunnen geschieden, wordt tijdwinst verkregen. Hierdoor kan een vertraging van het werk door achterstand op het montageschema van de schuiven weer gedeeltelijk worden ingelopen.
De bodemverdediging kan, nu goeddeels in den droge wordt gewerkt, ook veel nauwkeuriger worden uitgevoerd dan in den natte mogelijk is. Dit resulteert in besparingen op materiaal en kosten.
De in Driemaandelijks Bericht nr. 24 aangegeven constructie van het stortebed is iets gewijzigd. Het betonnen deel van het stortebed aan de rivierzijde wordt n.l. op staal gefundeerd en niet op palen. Dit bleek nodig, omdat de brugkraan, die voor het monteren van de schuiven zal worden gebruikt, na een verbouwing op een railbaan naast de sluisvloer komt te staan; een paalfundering zou in verband met deze tijdelijke hoge bovenbelasting erg zwaar moeten worden. Om tijd te winnen wordt het betonnen deel van het stortebed gereed gemaakt voordat met de montage van de schuiven wordt begonnen. De betonplaat van het stortebed wordt 1,5 meter dik en 33 meter breed. De oorspronkelijke breedte van 35 meter is niet aangehouden, omdat anders een weg in de bouwput zou moeten worden opgebroken.

De in den droge te ontgraven hoeveelheid grond bedraagt 2,4 miljoen m^3, welke in twee en een half jaar tijds moet worden getransporteerd naar verschillende terreinen aan de zuidzijde van het Haringvliet. De omvang van dit grondverzet maakte vergelijkende

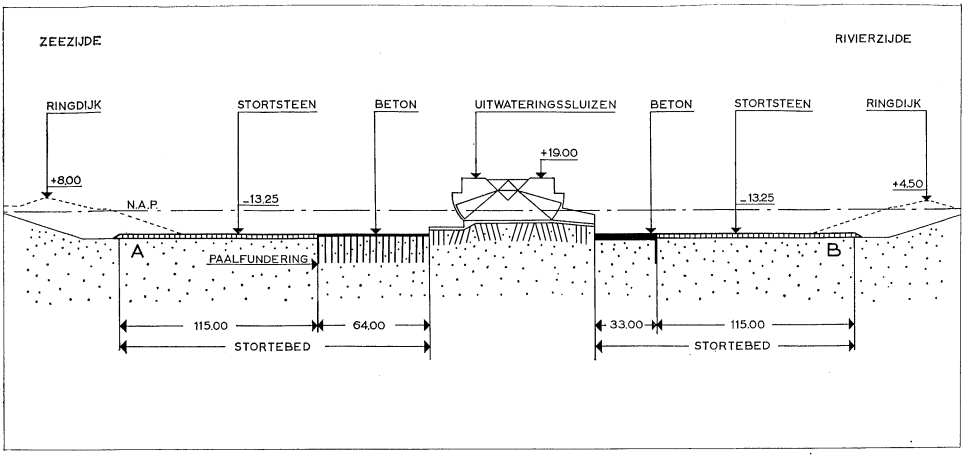


Situatie van de ontgravingen voor de stortebedden in de bouwput voor de uitwateringssluizen



studies van een groot aantal werkmethoden wenselijk. Daarbij werd in aanmerking genomen, dat relatief grote investeringen wellicht door lage exploitatiekosten toch een rendabel bedrijf zouden kunnen opleveren. Voorts stond vast, dat alle ontgraven grond voor andere werken kan worden gebruikt, zodat niet slechts de ontgraving, maar ook het vervoer van de grond naar de storten in de vergelijkende studies moest worden betrokken. Ook was het noodzakelijk rekening te houden met het maken van de stortebedplaten en het monteren van de schuiven. Deze werkzaamheden, die op het werkterrein worden uitgevoerd, bepalen goeddeels de volgorde van de ontgraving.

Bij het grondverzet worden drie fasen onderscheiden, namelijk de ontgraving zelf, het droge transport en het natte transport. De vraag of stagnatie in een der fasen veel produktieverlies in de andere fasen veroorzaakt, was voor de keuze van de werkwijze van groot belang.



Werkmethoden

Om tot een juiste keus van het materieel voor de ontgraving te komen werden de mogelijkheden van draglines, scrapers, 'schauffelradbagger' en cutters in de put onderzocht. Daarnaast werd voor het droge vervoer het gebruik van vrachtauto's, transportbanden en scrapers bestudeerd, terwijl voor het natte vervoer werd gedacht aan persbakken of zuigers, beide met opjagers. Bij het kiezen van een depot voor de specie, die aan de zeezijde van de sluis wordt ontgraven is eerst gedacht aan het zeer ondiepe deel van het Noord Pampus, dat aan de grote bouwput grenst. De daar beschikbare ruimte was echter te klein en bovendien hydraulisch minder aantrekkelijk. De keus viel op een plaats met veel grotere capaciteit aan de oostkant van de bouwput.

Voor ontgravingen wordt in ons land vrij algemeen gebruik gemaakt van draglines. Deze zijn in ruime verscheidenheid van grootte en produktiecapaciteit verkrijgbaar. Zij kunnen met hun rupsbanden, eventueel op schotten staande, in vrijwel alle grondsoorten goed werken.

Het gebruik van scrapers is in ons land minder algemeen. Deze machines bestaan uit een trekker en een laadbak met een open voorkant. Door de laadbak tijdens het rijden te laten zakken wordt hij op overeenkomstige wijze als de schep van een dragline met grond gevuld, hetgeen uiteraard een bijzonder krachtige motor vergt. Vervolgens wordt de bak aan de voorzijde opgeheven, zodat tijdens het transport geen grond verloren gaat. Op het stort laat men de bak zakken waarna hij wordt geledigd met behulp van een schot, dat door de bak heen wordt getrokken. Het spreiden van de specie op het depot geschiedt door bulldozers.

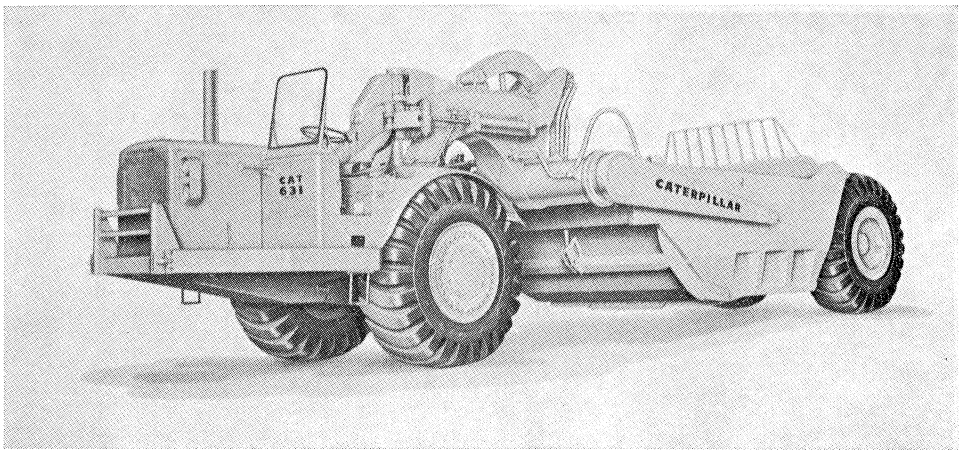
Het werken met scrapers vraagt om een ruime opzet van het werk en brede transportwegen. De in Amerika gangbare scrapers hebben grote afmetingen; met hun trekkers op luchtbanden kunnen zij snelheden tot ongeveer 50 kilometer per uur halen.

Doordat de grond in de bouwput veel slib bevat zou bij regenachtig weer het werk met dit zware materieel zeer bemoeilijkt kunnen worden. Bovendien is het niet eenvoudig met deze machines het werk tijdelijk te verleggen indien werk van andere aannemers zulks nodig zou maken.

Het onderzoek strekte zich voorts uit naar de bij de Duitse bruinkoolwinning gebruikte 'schauffelradbagger'. Dit is een machine op rupsbanden, die aan de voorzijde een zwenk-

Doorsnede van het stortebed aan de zee- en rivierzijde

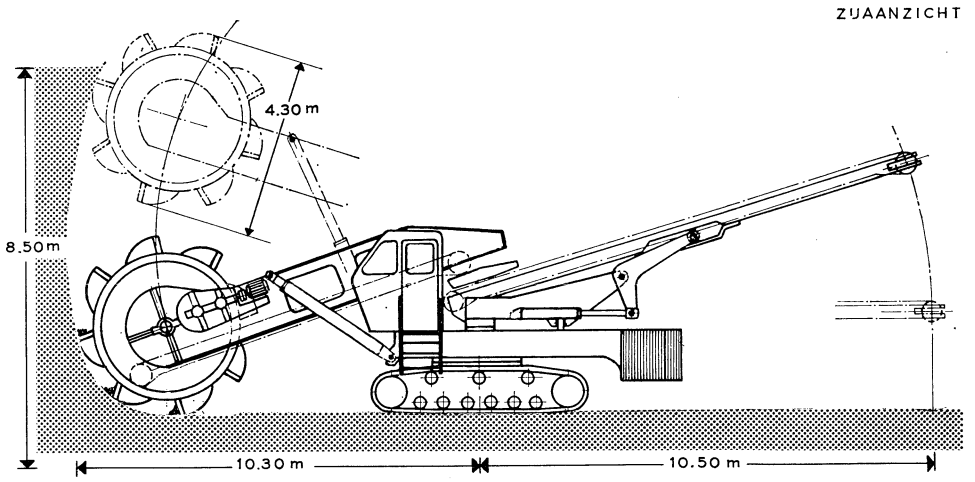
Een scraper

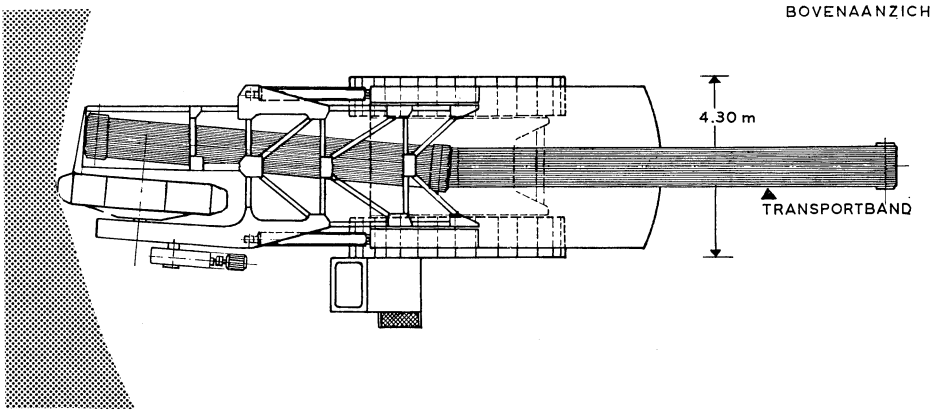


bare arm heeft, waarlangs een lopende band is gemonteerd. Aan het eind van die arm wordt op een horizontale as een graafwiel aangedreven. Aan de rand van dit wiel zitten emmers, die de grond lossnijden en deze bij het omwentelen op de lopende band werpen. Via een tweede band wordt de grond dan naar vrachtauto's of een langetransportband afgevoerd. De beweging van deze machine is enigszins vergelijkbaar met die van een cutter. De 'schauffelradbagger' wordt in de bruinkoolwinning gebruikt tot capaciteiten van 5000 m^3 per uur. Voor het onderhavige werk zouden machines met capaciteiten van 300 tot 600 m^3 per uur bruikbaar zijn. Daarvan zijn echter nog vrijwel geen exemplaren gemaakt. Een bezwaar tegen deze machine is voorts, dat de afvoer van specie met een lange band naar een depot buiten de bouwput een starre en kwetsbare werkmethode kan opleveren.

Ook is overwogen om met een demontabele cutter een kanaal langs de sluis te graven. De te verwijderen grond zou dan met behulp van bulldozers naar dit kanaal kunnen worden geschoven. Ten behoeve van dit kanaal zou de grondwaterstand iets moeten worden verhoogd, hetgeen op zich geen overwegende bezwaren zou opleveren. De bodem van het kanaal echter zou op een grotere diepte komen te liggen dan het gewenste

Aanzichten van de 'schauffelradbagger'





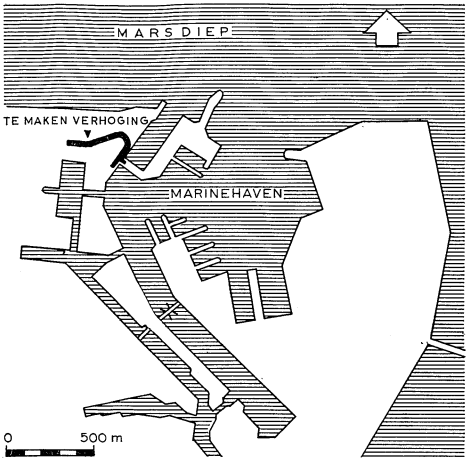
niveau van N.A.P. – 13,5 meter, zodat deze tijdelijke vaarweg later toch weer gedeeltelijk zou moeten worden aangevuld. Hieruit zouden bezwaren van grondmechanische aard voortvloeien. Een ander nadeel van deze methode zou zijn dat zij vrijwel niet te coördineren is met het werk van andere aannemers.
Overwogen is nog om de met draglines ongraven specie via lange transportbanden naar het depot te leiden. Daarbij zouden de banden, om kruisend verkeer te vermijden, buiten de sluis om gelegd moeten worden. De voeding van transportbanden door draglines wierp echter tal van problemen op. Tenslotte is deze methode als te kwetsbaar en star verworpen.

Vervolgens zijn uitvoerig de mogelijkheden bekeken om de ontgraven specie door draglines reeds in de bouwput in enige lichte persbakken te laten storten. Na vermenging met water zou de specie dan van de kleinere naar een grote persbak kunnen worden gestuwd. Men zou dan echter in de put een groot aantal leidingen krijgen, waarbij komt dat bakken en leidingen veelvuldig zouden moeten worden versteld. Indien met een grote persbak zou worden gewerkt, dan zouden vrachtauto's als transportmiddel tussen draglines en bak onontbeerlijk zijn geworden. Mengen van de specie met water bleek door middel van leidingen onder in de bak mogelijk, doch een vereiste regelmatige aanvoer van specie moest door het ontbreken van een buffervoorraad in twijfel worden getrokken, zodat niet met zekerheid op een goed lopend persbedrijf kon worden gerekend.
Draglines en vrachtauto's, die in vrijwel alle maten en aantallen beschikbaar zijn, waarborgen een betrouwbare produktie, mits goede rijbanen voorhanden zijn. Hierbij zijn rijplaten veelal onontbeerlijk. De vrachtauto's rijden over baileybruggen, die over de woelbak aan de zeezijde van de sluis geslagen worden, via de sluisvloer naar het depot aan de oostzijde. Zij hoeven dus niet om de sluis heen te rijden, hetgeen met de veel bredere scrapers wel het geval zou zijn geweest. De bruggen worden verplaatst naarmate de montage van de schuiven vordert. In verband met deze montage werd met ontgraven aan de zeekant begonnen. Met het oog op transporten van andere aannemers bij de spuisluis kan echter slechts met een beperkt aantal eenheden worden gewerkt. Dit bezwaar kan worden ondervangen door ook 's nachts door te werken. Voor de perszuiger die specie van het depot naar het stort stuwt, is continu-arbeid – gezien de grote omvang van het depot buitendijks – niet noodzakelijk, tenzij een bevredigende produktie niet met één ploeg kan worden bereikt.
Voor het vervoer van het depot naar het meest oostelijke stort is nog gedacht aan een bakkenbedrijf, omdat het rechtstreeks persen in verband met de grote afstand en vrij geringe hoeveelheid benodigde specie niet aantrekkelijk is. De bakken zouden dan uit vrachtauto's of met een baggermolen moeten worden geladen. Voor het lossen op het stort zou dan een bakkenzuiger nodig zijn.
Bij het opstellen van een globale kostenvergelijking bleek, dat de verschillende in beschouwing genomen werkmethoden elkaar op financieel gebied niet veel ontliepen. Wel waren zij natuurlijk sterk afhankelijk van de mate van afschrijving van he gekozen materieel.

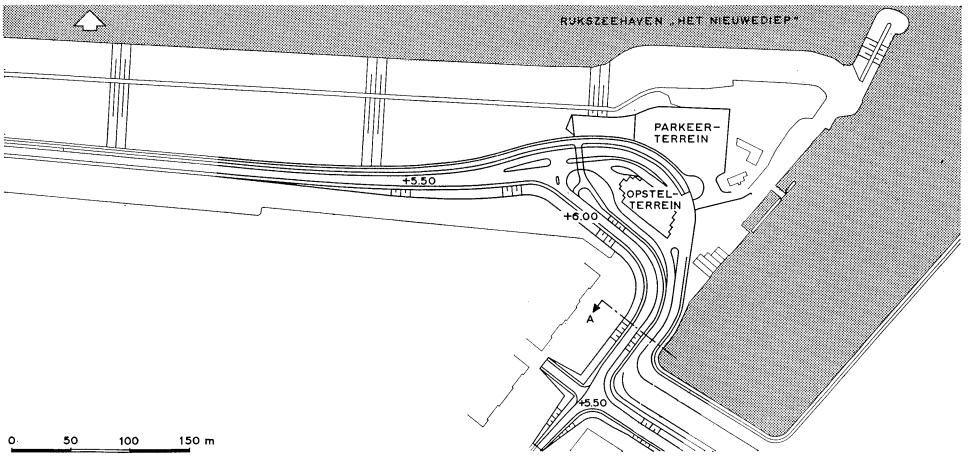
De keus is tenslotte gevallen op ontgraving met draglines; vervoer van de specie met vrachtauto's naar het depot en gebruik van een perszuiger met opjaagstation voor verder transport naar het stort. Aangenomen werd, dat hiermee de grootste soepelheid in het werkprogramma zou worden bereikt. De praktijk van het laatste halfjaar heeft duidelijk aangetoond, dat deze factor een zeer voorname plaats inneemt. Gebleken is dat het ontgravingsbedrijf zonder grote moeilijkheden aan wijzigingen in de werkprogramma's van de andere aannemers kan worden aangepast.

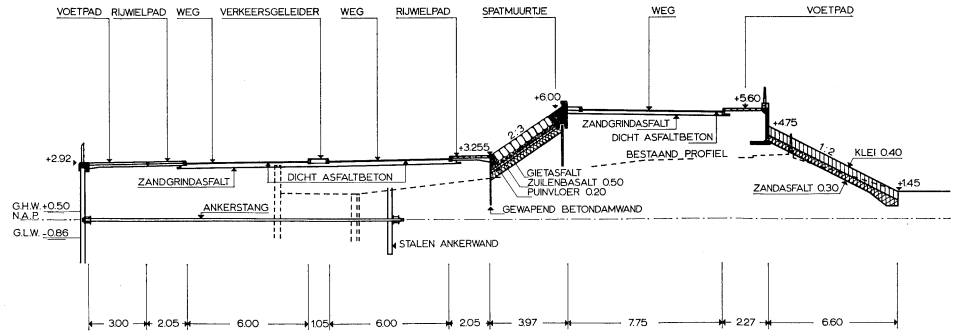
Verhoging van een gedeelte van de havendijk langs de rijkshaven het Nieuwediep te den Helder

Ten behoeve van de veerdienst den Helder-Texel van de n.v. Teso wordt aan het noordelijke einde van de rijkszeehaven Het Nieuwediep in den Helder een nieuwe veerfuik met opstelterreinen en aan- en afvoerwegen gemaakt.
Het gedeelte van de havendijk langs Het Nieuwediep tussen de afsluitdam naar fort Harssens en de aansluiting aan de Hoofdgracht wordt verhoogd. Een deel van deze verhoging krijgt een kerende hoogte van N.A.P. + 6 m en het overige deel wordt slechts tot een hoogte van N.A.P. + 5,50 m aangeaard, aangezien daar met een kleinere golfoploop mag worden gerekend. Deze hoogten zijn gebaseerd op de door de Deltacommissie vastgestelde norm voor een super-stormvloedstand, vermeerderd met een bedrag voor golfoploop en met de geschatte bodemdaling. De tegenwoordige hoogte is N.A.P. + 3 m.
Langs de weg over de havendijk komt aan de waterkant een spatmuurtje om geringe golfbeweging te keren. De verhoogde havendijk zal aan de zuidkant aansluiten op de afsluitdam naar fort Harssens. Deze dam maakt geen deel uit van de hoofdwaterkering. Hij blijft voorshands op de oude hoogte van de havendijk.
Bij de Hoofdgracht, aan de noordzijde, zal een verbinding tussen de nieuwe havendijk en de in een later stadium te verhogen Helderse zeewering worden gemaakt.
De plaats van de aan de havenzijde grenzende damwand en het vereiste verloop van de toe- en afvoerwegen op ongeveer N.A.P. + 3 m waren bepalend voor de ligging van de teen van het buitentalud. Een meer oostelijke ligging van genoemde damwand was zowel met het oog op behoud van een goede mogelijkheid voor aanleggen van de boot met zijlading als voor de rust in de haven niet toelaatbaar.
De geringe ruimte maakt het opzetten van het buitentalud onder een helling van 1 op 1½ noodzakelijk. Met het oog hierop worden in dit geval basaltzuilen van een halve meter lengte toegepast. De voegen der zuilen worden met gietasfalt gedicht.
Aangezien klei van goede kwaliteit moeilijk te krijgen is, werd dit materiaal aan de buitenkant zoveel mogelijk vervangen door zandasfalt. Over het zandasfalt van het binnentalud komt een laag klei, omdat hier een begroeiing met gras om esthetische redenen gewenst is.
Voor het verharden van de weg is een bitumineuze fundering toegepast.
Voor zover mogelijk is de bekleding van de dijk waterdicht. Alle verhardingen, behalve het westelijk trottoir, wateren naar de landzijde af. De riolering kon derhalve nabij de binnenkruinlijn worden aangebracht. Dit was noodzakelijk, omdat de nabijgelegen marinetuin het aanleggen van riolering buiten de dijk onmogelijk maakte.



Situatie van de dijkverhoging





Dwarsdoorsnede ter plaatse van de verhoging

De uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee

Bij alle plannen tot afsluiting van de Lauwerszee, die in de laatste 100 jaar zijn gemaakt, speelde steeds de afwatering van het oude land een bijzonder grote rol. Veel van deze plannen zijn zelfs ontworpen met het uitsluitend doel deze afwatering voor eens en voor altijd afdoende te verbeteren.
Bij de thans in uitvoering zijnde afsluiting van de Lauwerszee speelt de verbetering van de afwatering dan ook een belangrijke rol.
In het Driemaandelijkse Bericht nr. 23 van februari 1963 werd uitvoerig geschreven over de gevolgen, die de afsluiting voor de afwatering van Friesland, westelijk Groningen en noordelijk Drente zal hebben.
Daarbij werd medegedeeld, dat na een diepgaande studie van lozingsmogelijkheden de keus is gevallen op uitwateringssluizen bestaande uit meerdere kokers.

Algemene opzet

De afmetingen van de uitwateringssluizen zijn het onderwerp geweest van uitvoerige studies, waarin het Waterloopkundig Laboratorium 'de Voorst' in de Noordoostpolder een groot aandeel heeft gehad.
Het aanvankelijke programma van eisen was vrij uitgebreid. Het werd groter en naderhand nog aangevuld naarmate meer gegevens uit de proefnemingen beschikbaar kwamen.
Een eerste eis is uiteraard, dat met behulp van de sluizen onder alle omstandigheden een voldoende beheersing van de waterstanden op de Lauwerszeeboezem moet kunnen worden bereikt.
Een formule, waaruit dergelijke afmetingen zonder meer zouden kunnen worden afgeleid bestaat uiteraard niet.
Een groot aantal hypothetische gevallen werd daarom opgesteld en vervolgens geheel doorgerekend. Ieder van deze gevallen omvatte een periode van enkele dagen tot enkele weken met een grote neerslag. Bovendien werden voor elk van de verschillende neerslagperioden verschillende veronderstellingen gemaakt ten aanzien van:

een al of niet verbeterde afvloeiing van neerslagwater naar de boezemwateren in het oude land;
een verbeterde afvoer uit de boezem naar de Lauwerszee;
het aanbrengen van nieuwe sluizen, het uitbreiden van gemalen enz.;
het al of niet inpolderen van een groot gedeelte van de lagere gronden in de Lauwerszee, waardoor de oppervlakte van de Lauwerszeeboezem wordt beïnvloed;
het verloop van de getijden, in het bijzonder van de laagwaterstanden op de Waddenzee.
Nagegaan is welke invloed de afmetingen van de uitwateringssluizen, zowel de totale doorstroombreedte als de drempeldiepte, zouden hebben op de afwatering onder alle verschillende omstandigheden, die hier zijn vermeld.
De volgende gegevens konden voor de verschillende gevallen uit de berekeningen worden afgeleid:

a. het verloop van de gemiddelde waterstanden op de boezems van de verschillende afwateringsgebieden gedurende de beschouwde periode;

b. het verloop van de waterstanden en stroomsnelheden in de boezemwateren nabij de Lauwerszee;

c. het afvoeren van water per periode zowel door middel van vrije lozing als met behulp van gemalen;

d. het verloop van de waterstanden op de Lauwerszeeboezem;
(Deze waterstanden zijn aan bepaalde grenzen gebonden. De laagste mag niet meer dan ongeveer N.A.P. – 1.10 à 1.20 m bedragen, omdat anders moeilijkheden ontstaan voor het waterschap Elektra. De hoogsttoelaatbare waterstand, die in de practijk echter vrijwel nooit bereikt zal worden, is gesteld op N.A.P. in verband met de hoogte van eventuele polderkaden;

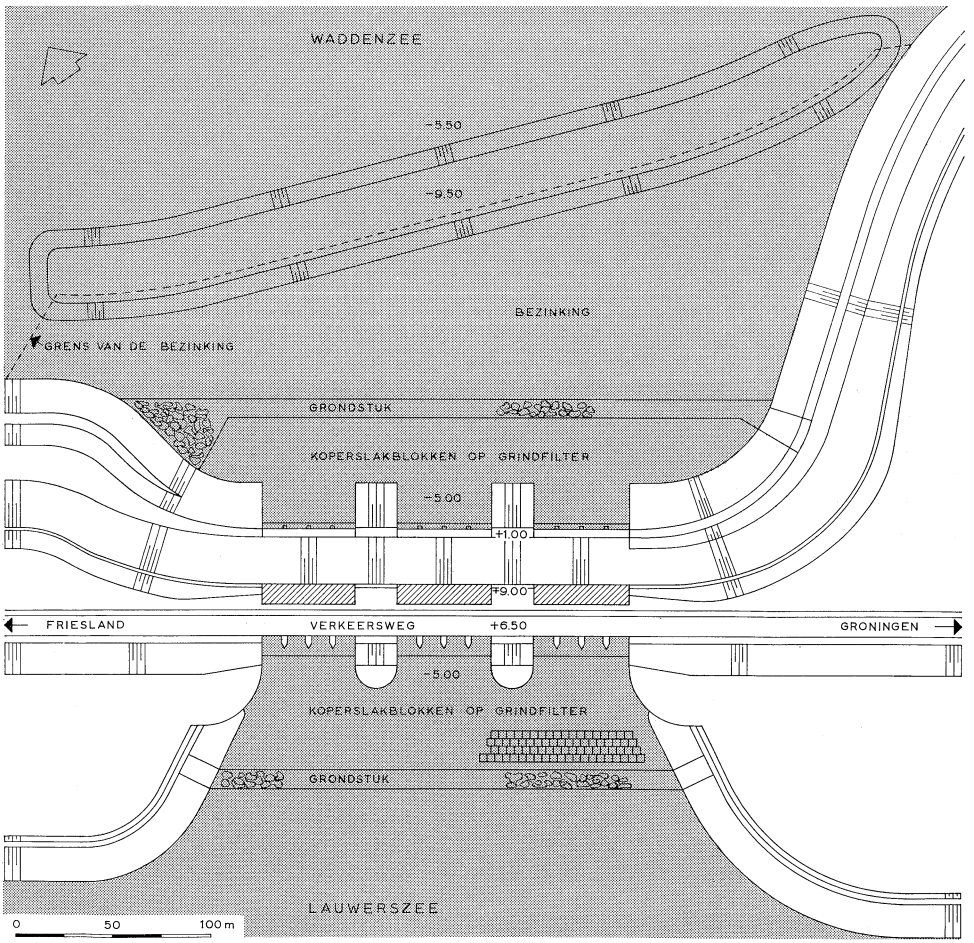
e. de afvoeren door de uitwateringssluizen.

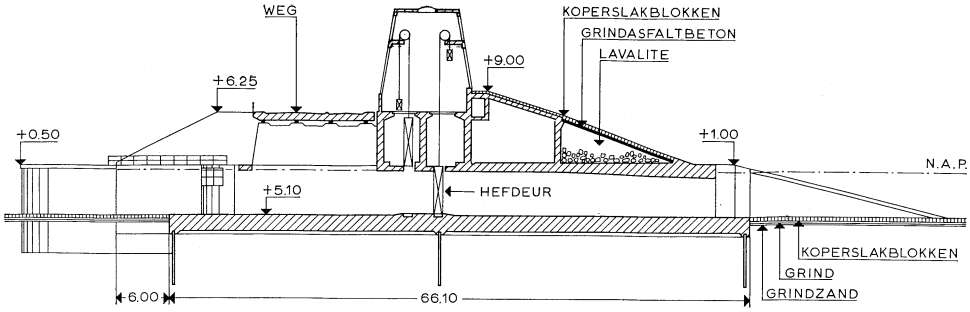
Het gehele systeem van afwatering via de Lauwerszee vormt een merkwaardig samenstel van stroomkanalen, sluizen, gemalen en waterreservoirs. Om dit systeem goed te doen functioneren moeten de afmetingen van de verschillende onderdelen goed op elkaar zijn afgestemd.
Het dagelijkse ritme van het getij op zee, dat thans een onregelmatige afvoer uit de afwaterende gebieden mogelijk maakt, wordt als het ware vervlakt door de waterbuffer van de nieuwe Lauwerszeeboezem. Deze zal namelijk een veel kleinere variatie in de waterstand vertonen dan het getij buiten. Een geregelde aanvoer van water uit het oude land gedurende 24 uur per etmaal zal dan ook vrijwel steeds het gevolg zijn.
Ondanks de onderling verschillende boezempeilen in de diverse afwaterende gebieden, bleken al deze gebieden uit de afsluiting voordeel te kunnen trekken. Dit is mede te danken aan de gemalen, die reeds enige decennia geleden in de gebieden met de laagste boezemwaterstanden zijn gebouwd.
Na afweging van de gevolgen, die de afsluiting voor de waterhuishouding in de afwaterende gebieden zou hebben, bleek ten slotte de wens om het waterschap Elektra ook nà de afsluiting grotendeels door vrije lozing te kunnen ontwateren, maatgevend te zijn voor de afmetingen van de sluizen. Een goede beheersing van de afwatering kan worden bereikt door in het ontwerp van de sluizen een totale doorstroombreedte van 100 m bij een drempeldiepte van N.A.P. – 5 m aan te houden.

Uit nadere bestudering van de afvoeren door de sluizen bleek, dat de grootste stroomsnelheden tijdens de sluisgang vrij hoog zouden worden. Er was daarom aanleiding

Doorsnede van de uitwateringssluizen

Situatie van de uitwateringssluizen met de storte- en ontvangbedden





bijzondere aandacht te besteden aan het stortebed aan de Waddenzijde van de sluizen. Een uitvoerig meetprogramma, waarbij de uitschuringen ter plaatse van en naast dit stortebed werden bepaald, bevestigde deze voorlopige veronderstelling. Deze conclusie wordt mede bevestigd door de ervarigen o.a. bij de uitwateringssluizen in de Afsluitdijk te Kornwerderzand en Den Oever opgedaan, waar als gevolg van de uitschuring diepten tot N.A.P. – 30 m zijn gemeten.

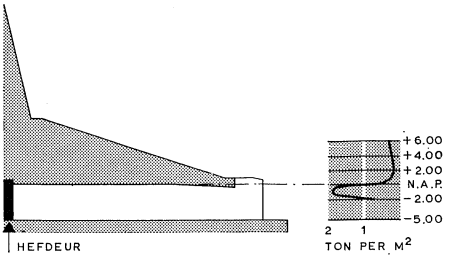
Door een verbredig van de sluizen zouden de waterstanden van de Lauwerszeeboezem kunnen worden verlaagd, omdat dan per sluisgang meer water zou worden afgevoerd. De vervallen tijdens het spuien zouden dan worden verkleind en daarmee ook de stroomsnelheden. Zo zou bij een verbreding van de sluizen met 20 procent de grootste stroomsnelheid ongeveer met 0.50 m/sec. dalen. Bij een zeer grote verbreding zou dus de constructie voor de bodembekleding van het stortebed minder zwaar behoeven te worden uitgevoerd.

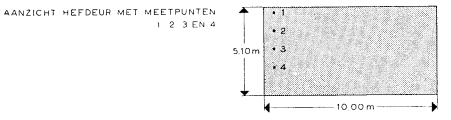
Er is gestreefd naar een oplossing, waarbij de bouwkosten van de sluizen binnen redelijke grenzen blijven en het stortebed niettemin een voldoende zekerheid tegen uitschuring kan bieden.

De uitschuring aan de zeezijde van het stortebed kon worden gereduceerd door voor deze een zekere minimum breedte aan te houden en over de gehele breedte horizontaal op dezelfde hoogte te leggen als de drempel van de sluizen. Deze nieuwe vormgeving, die ongeveer gelijktijdig werd ontwikkeld bij het waterloopkundig modelonderzoek voor de Haringvliet-sluizen en dat voor de sluizen in de Lauwerszee, vertoont een veel gunstiger stroombeeld dan dat bij de tot dusver gebruikelijke naar zee toe hellende stortebedden. Bij de laatsten ontwikkelen zich benedenstrooms van de sluizen zogenaamde stroomwiggen ofwel stroombanden, waarbij grote verschillen in stroomsnelheden en dus heftige turbulentie kan optreden. Bij de horizontale stortebedden verenigen de waterstromen uit de verschillende sluizen zich tot één min of meer uitwaaierende stroming met een veel rustiger stroombeeld.

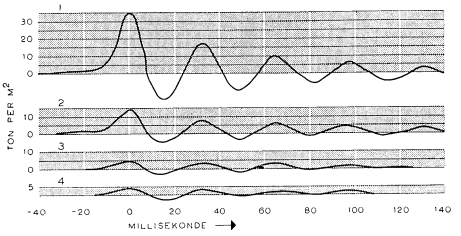
Een tweede punt, waaraan veel aandacht is besteed, is het volgende: Wanneer met het oog op onderhoudswerkzaamheden één of meer kokers buiten dienst moeten worden gesteld, is het gewenst, dat het stromingsbeeld van de spuistroom uit de overige kokers een gunstige vorm behoudt. Dit kan worden bereikt door de stroomkokers over drie groepen te verdelen. Elke groep bevat dus vier kokers van elk tien meter breedte. Wanneer nu één van de kokers is drooggelegd of op andere wijze buiten werking is gesteld,

De golfdruk op de hefdeuren is het grootst, wanneer de waterstand iets lager is dan het dek van de kokers





Gelijktijdige optredende golfdrukken op de hefdeur door golfslag afkomstig uit de Lauwerszee. Bij een waterstand van N.A.P.–0.90 m



dan worden alle kokers van de groep waartoe deze opening of openingen behoren, afgesloten. De scheiding tussen de groepen wordt gevormd door brede pijlers, die er voor zorg dragen, dat het stromingsbeeld van de in bedrijf gehouden groepen een rustig beeld blijft vertonen.
In de zomer zal meestal slecht behoefte bestaan aan het afvoeren van kleine hoeveelheden water. Het is namelijk gewenst om 's zomers de Lauwerszeeboezem in open gemeenschap met de boezem van het waterschap Elektra te houden. Daarvoor zal men de waterstanden op de boezem binnen nauwe grenzen van enkele centimeters moeten kunnen regelen.
Zelfs wanneer slechts met één van de drie groepen gedurende een laagwaterperiode zou worden gespuid, dan zou de verlaging van de waterstand op de boezem reeds één of enkele centimeters bedragen.
Het is daarom noodzakelijk om de sluisgang te kunnen onderbreken, zodra voldoende water is afgevoerd of om met geknepen schuiven te kunnen spuien.

Een eis van geheel andere aard is, dat de sluizen als onderdeel van de hoogwaterkering tegen hoge waterstanden en golfslag bestand moeten zijn. De betonwerken zijn zonder meer sterk genoeg te maken, maar bij de hefdeuren is dit veel moeilijker. Ook wanneer het front van de sluizen op het noordoosten is gelegd, zoals hier het geval is in verband

met een goede toe- en uitstroming, kunnen scheef invallende golven bij zware noordwester- of noorderstorm geweldige golfklappen tegen de hefdeuren veroorzaken. Dit bleek uit een oriënterend golfonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium.
Een golfbreker ten westen van de sluizen zou een grote bescherming bieden. Bij een naar het noorden draaiende storm zou deze echter toch nog onvoldoende uitwerking hebben. Bovendien vormt een dergelijke ver vooruitstekende dam een punt, waar de stroom in het Oort zich op zal concentreren met alle nadelige gevolgen daarvan, zoals grote verdiepingen, néérstromingen enz.
Met het oog op de golfslag is daarom besloten de sluizen te voorzien van gesloten kokers met het dek op N.A.P., waarover het boven N.A.P. gelegen buitenbeloop van de aansluitende zeedijk doorloopt. Bij zware storm zal de golfslag op dit buitenbeloop breken. De drukstoten tegen de hefdeuren worden daardoor tot vrijwel nihil gereduceerd. Dit bleek uit een onderzoek in de windgoot van het Waterloopkundig Laboratorium in de Noordoostpolder.
Niettemin kunnen bij lage waterstanden tòch nog golven in de kokers doordringen en tegen de hefdeuren doodlopen. De drukstoten, die daarvan het gevolg zijn, bleken plaatselijk zeer aanzienlijk te kunnen zijn en tot 50 ton per m² te kunnen oplopen.
Met behulp van bijzondere elektronische apparatuur konden de golfstoten op verschillende punten van de hefdeuren gelijktijdig worden gemeten. Hierbij bleek dat, tegelijk met de heftige drukstoten in de bovenhoeken van de deuren, elders op de deur veel kleinere drukken optreden. De totale dynamische belasting van de deuren zal daardoor, rekening houdend met een stootcoëfficient, van dezelfde orde van grootte zijn als de grootste te verwachten statische druk. Tevens kon worden vastgesteld dat de duur van het oplopen van de drukstoten tussen 0 en de maximum-waarden ongeveer 0,01 sec. bedroeg.
Merkwaardig is, dat het optreden van dergelijke drukstoten reeds door vrij kleine golven, b.v. van 70 cm hoogte opgewekt wordt zodat de vermelde verschijnselen vrij frequent zullen optreden.
Een zekere reductie van de golfdrukken zal nog worden bereikt door een gleuf te maken tussen de sluiskoker en de schacht waarin de hefdeur wordt opgetrokken. Hierdoor kan het water van de golf gedeeltelijk naar boven ontwijken en loopt de druk niet zo hoog op.
Aan de Lauwerszeezijde bleek een overeenkomstig probleem te bestaan. Ook hier lopen op de Lauwerszeeboezem opgewekte golven dood in de koker met hetzelfde gevolg. Al te hoge drukstoten worden vermeden door de dichting van de bovenaanslag enigszins verend te maken, waardoor water kan ontsnappen en bijgevolg de druk verlaagd kan worden.
De hefdeuren behoeven met het oog op de golfslag niet zwaarder te worden ontworpen, dan voor de statische belasting waarmee is gerekend.

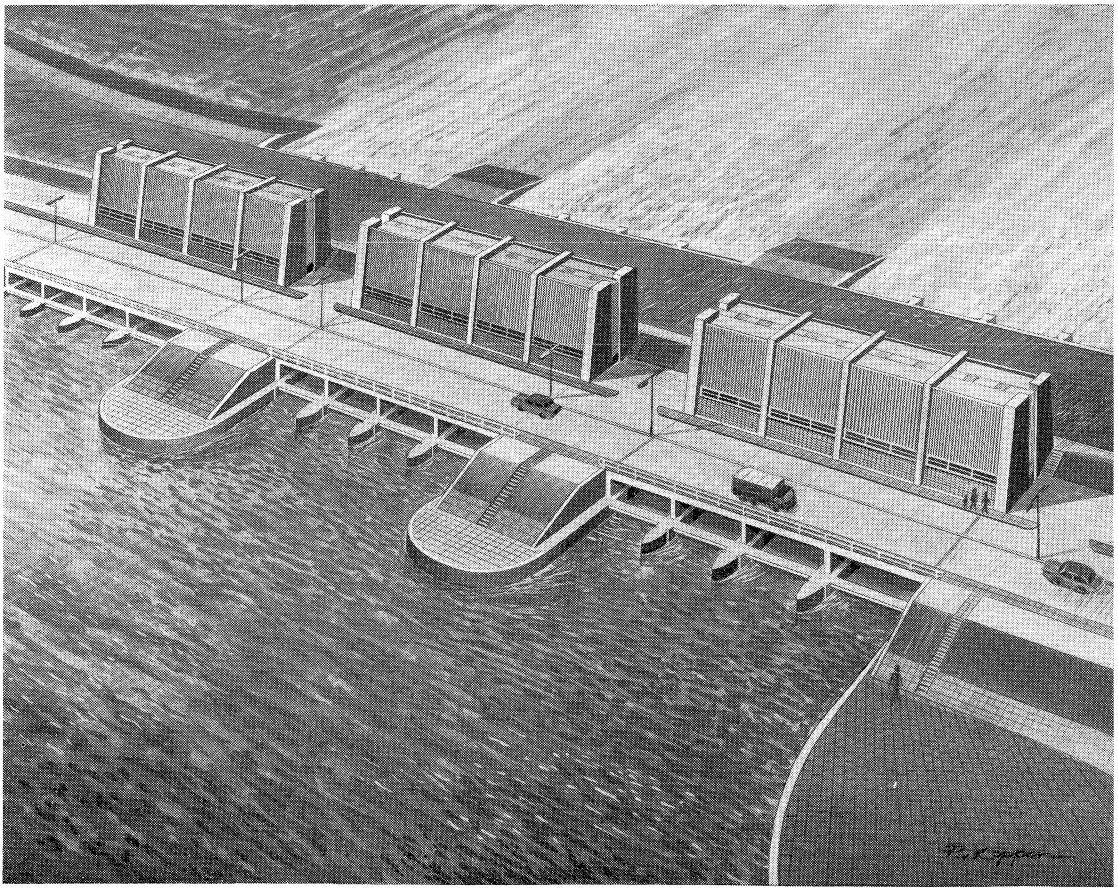
Hoofdvorm

Het sluizencomplex bestaat dus uit drie groepen van elk vier gesloten stroomkokers. Elke koker kan worden afgesloten door twee hefdeuren, die tevens elkaars reserve zijn.
Dit dubbele stel hefdeuren wordt ook aangewend ter bestrijding van de verzilting van de Lauwerszeeboezem. Het bedieningsmechanisme zal zodanig worden ingericht, dat bij de stand 'gesloten' zo mogelijk steeds twee hefdeuren de afsluiting vormen. In geheel geopende stand bevinden de deuren zich in boven de kokers gevormde schachten.
Inspectie en onderhoud kunnen bezwaarlijk in deze betrekkelijk nauwe en vochtige schachten, die bovendien periodiek vol water staan, plaatsvinden. De deuren kunnen

daarom worden opgetrokken in de z.g. onderhoudsstand. Zij bevinden zich dan in de boven de schachten gelegen onderhoudsruimten. Deze ruimten worden als geheel gesloten gebouwen uitgevoerd.
Men moet hierbij bedenken, dat het onderhoud van de hefdeuren een bijna ononderbroken werk zal zijn, want het gaat om 24 eenheden. Het afsluiten van de onderhoudsruimten kan met relatief geringe kosten gebeuren. Boven de onderhoudsruimten bevinden zich n.l. de bewegingsmechanismen, die uiteraard in een gesloten ruimte dienen te worden opgesteld. Het afsluiten van de onderhoudsruimten kan gemakkelijk verwezenlijkt worden door het aanbrengen van gevelvullingen tussen de hefportalen.

De afsluitdijk van de Lauwerszee zal ook een verkeersfunctie gaan vervullen. Over de uitwateringssluizen is daarom aan de Lauwerszeezijde een verkeersbrug ontworpen, die bestaat uit een 8 m breed rijdek voor een autoweg, een parallelweg voor langzaam verkeer en fietsers, en een voetpad.

Schets van de toekomstige uitwateringssluizen in de Lauwerszee



Aan de Waddenzeezijde wordt het aansluitende dijkprofiel over de gesloten stroomkokers voortgezet. De afdekking van deze kokers heeft veel hoofdbrekens gekost. Een betonconstructie, die in staat zou moeten zijn de zware golfklappen op te nemen, zou bijzonder robust moeten worden. Een grondafdekking zou de plafonds van de kokers zeer zwaar belasten.
Een oplossing is gevonden in de vorm van een vulling met lavalite, een vulkanisch gesteente dat een veel lager volume-gewicht dan grond heeft. De lavalite wordt aangebracht in het golfslaggebied en word afgedekt met een laag grindasfaltbeton, waarop koperslakbokken worden aangebracht. Boven de lavalite-vulling (dus buiten het golfslaggebied) wordt het beloop gevormd door een betonconstructie afgedekt met koperslaktegels.

Enige constructie-details

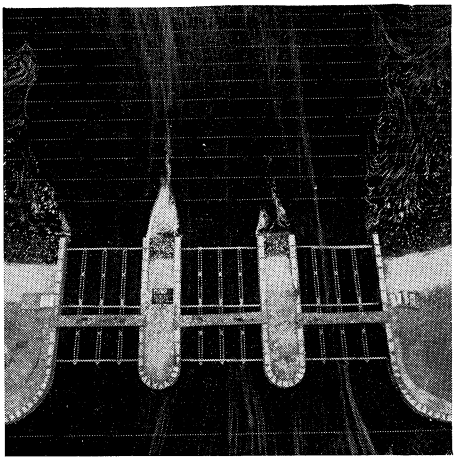
Het bodemprofiel onder de vloer van de sluizen op N.A.P. – 6,70 m bestaat achtereenvolgens uit lagen kleihoudend zand met matige conusweerstand tot ongeveer N.A.P. 13 m, een laag potklei met lage conusweerstand tot N.A.P. – 19 en daaronder het pleistocene zand. Een grondmechanisch onderzoek toonde aan, dat bij een paalfundering de paalpunten tot in het pleistocene zand dienen te rijken. Er zou dus door potklei heen moeten worden geheid hetgeen een moeizaam karwei is. Een zandfundering op staal zou mogelijk zijn, maar dan moet echter worden gerekend op een (ongelijke) zakking van ± 10 cm.
Ondanks dat bezwaar werd besloten de sluizen toch op staal te funderen. Met het oog op de ongelijke zakkingen is elke sluis als een stijve, doosvormige constructie ontworpen. De gekozen vormgeving leent zich daar uitstekend toe.
De hefdeuren worden gemaakt van staal, dat geverfd wordt volgens een speciaal procédé, dat reeds ontwikkeld is voor de sluizen in het Haringvliet. Elke deur van ongeveer 35 ton zal worden gebalanceerd met een iets lichter contragewicht.
Aan de Lauwerszeezijde wordt de waterkerende beplating aangebracht, aan de Waddenzeezijde een afneembare beplating die alleen ten doel heeft te voorkomen, dat golven verticale krachten op de regels zouden kunnen uitoefenen.
Een deur beweegt op vier loopwielen en twee geleidewielen. Tevens wordt een inrichting aangebracht, die klapperen van de deuren bij gelijk water moeten tegengaan.
Voor de afdichtingen tussen deur en aanslag worden onderaan een rubber fender, opzij rubberslabben tegen nylonaanslagen en bovenaan een verende rubberslab toegepast.
De stortebedden kunnen volgens twee beginsels worden ontworpen:

a. een gesloten constructie, die genoeg gewicht moet hebben om de eronder optredende wateroverdrukken te kunnen weerstaan;

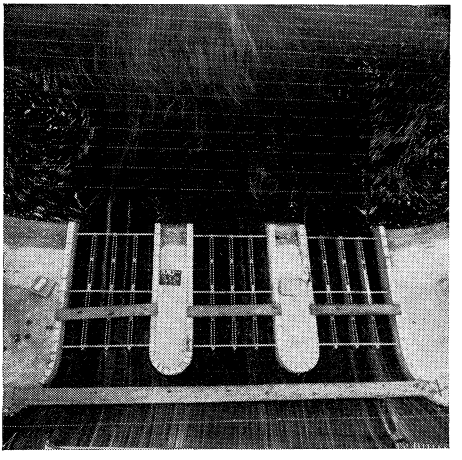
b. een open constructie, waaronder zich dus geen wateroverdrukken kunnen ontwikkelen.

Bij constructie *a* kan men denken aan een dikke laag klei of keileem met een afdekking, die voldoende bescherming tegen uitschuring biedt. Een laag bitumineus materiaal is ook mogelijk. Geschikte klei of keileem zijn in het Lauwerszeegebied niet voldoende voorradig. Een bitumineuze constructie zou zeer zwaar moeten worden. Ook is een gesloten betonvloer met trekpalen als mogelijke oplossing bestudeerd. Gezien de optredende stroomsnelheden zou deze onnodig kostbaar worden.

De keuze is daarom gevallen op constructie *b*. De stortebedden moeten uiteraard zijn voorzien van een voldoende sterke afdekking om de felle stroom die zich bij het spuien daarover zal ontwikkelen te kunnen weerstaan.



Het beeld van een stroom over een horizontaal stortebed op de hoogte van de sluisvloer (N.A.P.–5.10 m) is zeer regelmatig. Er treedt zelfs enige uitwaaiering op



Bij een horizontaal stortebed op N.A.P.–7.50 m is de uitstroming veel turbulenter. Achter de sluisgroepen kunnen stroomwiggen worden waargenomen. Ook bij een hellend stortebed treedt een dergelijk stroombeeld op

De gekozen constructie omvat in de sluiskokers een vloer van gewapend beton, waartegen aansluit een bezetting van koperslakblokken met dikten aflopende van 45 tot 25 cm geplaatst op een filter van grindzand en grind. Vervolgens komt een zogenaamd grondstuk (dat is een in den droge uitgevoerde rijshoutconstructie met steenbezetting) waartegen een zware bezinking, afgedekt met stortsteen aansluit. Behalve de bezinking wordt deze bodembekleding in de bouwput, dus in den droge, gemaakt. Nabij de overgang van de verdedigde naar de onverdedigde bodem zal de bestorting zo ruw mogelijk worden gehouden, bijvoorbeeld door toepassing van betonbrokken.

Tenslotte zij medegedeeld, dat de sluizen zijn ontworpen in samenwerking tussen de Dienst Lauwerszeewerken en de Dienst der Zuiderzeewerken. De directie voor deze kunstwerken worden eveneens door de beide diensten uitgeoefend.
De architectonische vormgeving wordt verzorgd door de architect ir. K. T. G. Spruyt b.i. te Haarlem.

A. De werken van het Deltaplan

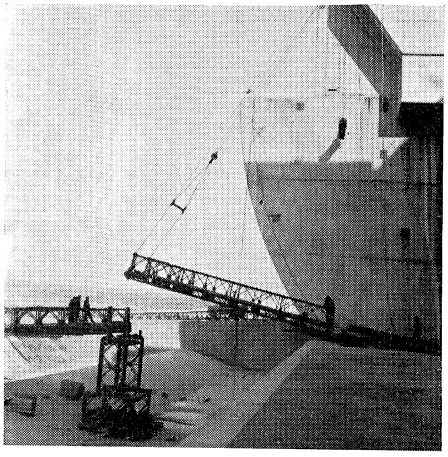
De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

De vroeg ingevallen vorst was de oorzaak, dat de bouw van de nablaliggers niet in 1963 kon worden voltooid. De laatste ligger (N2) was reeds medio december stortklaar, vanwege de ongunstige weersomstandigheden is het storten van de voegen uigesteld tot begin januari 1964.
In de verslagperiode werd de verdere afbouw van het middengedeelte van het noordelijk landhoofd ter hand genomen. Op 2 pijlers zijn de machinekamers ten behoeve van de bewegingsinrichtingen van de schuiven gereed gekomen, zodat 9 pijlers zijn in hun geheel voltooid.
Vijf van deze machinekamers zijn reeds voorzien van tegelvloeren. Men is begonnen met het schilderen van diverse onderdelen in het zuidelijke landhoofd. In een vrij hoog tempo worden de stortebedden van gewapend beton aan de rivierzijde van de sluis gemaakt. Aan de zeezijde van de sluis werden de eerste 325 betonpalen ten behoeve van de stortebedden van gewapend beton ingeheid. De aanmaak van betonpalen vindt in een regelmatig tempo plaats. De werkzaamheden aan het bedieningsgebouw verricht, zijn behoudens enkele uitzonderingen van ondergeschikt belang geweest.

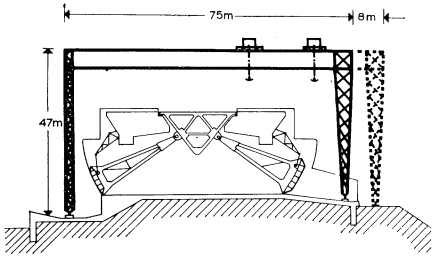
Op 1 november werd de eerste halve rivier-schuif aangevoerd, terwijl de andere op 25 november aan kwam. Beide halve schuiven, alsmede 4 armen zijn tijdelijk opgeslagen. Aan de rivierzijde van de sluis, in de as van pijler 4, worden voorbereidingen getroffen voor het verlengen van de kraanbalk van de nabla-kraan, zoals het maken van tuibedden, lieropstellingen enz. Deze brugkraan wordt zodanig getransformeerd, dat hij dienst kan doen bij plaatsing en montage van de schuiven.
In deze verslagperiode werd 49493 m³ beton gestort, waarvan 1953 m³ voor de nablaligger, 6340 voor de pijlers en 41200 voor de stortebedden.

De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Aan de rivierzijde van de sluis is een 35 m brede sleuf bijna gereed. Aan de zeezijde zijn goede vorderingen gemaakt. Het ontgraven zand wordt in het depôt ten oosten van de bouwput gestort, waar de zuiger 'M.C. Vaarwater' het opzuigt en via een tussenstation van 1000 PK perst naar een depôt ten zuiden van de schutsluis.
Van de te ontgraven 2 400 000 m³ grond is aan het eind van de verslagperiode ± 500 000 m³ ontgraven, terwijl ± 150 000 m³ uit het depôt is gezogen en weggeperst.



Een Bailybrug over de woelbak van de uitwaterings-sluizen



Voor de plaatsing en montage van de schuiven, wordt de brugkraan verbouwd



De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Op 20 december werd de laatste stalen damplank geslagen, zodat nu al het heiwerk is voltooid.
De opbouw van het buitenhoofd, met bedieningsbouw, is nu, zowel aan de noord- als aan de zuidzijde gevorderd tot een hoogte van ± N.A.P. + 14 m.
Het dek van de doosconstructie aan de zuidzijde van het buitenhoofd, dat op ± 16 m + N.A.P. komt te liggen kan nu gestort worden, terwijl verder wordt gewerkt aan het op hoogte brengen van de doosconstructie aan de noordzijde.
Met het maken van de betonnen deksloven op de stalen damwanden van de toeleidingswerken aan zeezijde is men gereed gekomen.
De betonnen stempelramen in de toeleidingswerken aan zee- en rivierzijde zullen in de maand januari voltooid worden.
Van de 29 000 m³ te storten beton is nu ± 27 000 m³ verwerkt. Op 28 november werd de laatste houten sluisdeur ingehangen. Het aanbrengen van de azobéhouten wrijfhouten op de dagzijde van de stalen damwanden van de toeleidingswerken aan zeezijde is bijna voltooid.
Van de in totaal te verwerken grond voor

aanvullingen en ophogingen, respektievelijk 180 000 m³ en 92 700 m³, totaal 272 700 m³, is nu ongeveer 206 000 m³ verwerkt.

Grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

Eind september kon het persen van zand in het te maken verkeerseiland worden beëindigd. Het westelijke beloop was toen reeds gedeeltelijk afgewerkt, zodat de aannemer van het asfaltwerk kon beginnen met het aanbrengen van de bekleding van asfaltbeton.
Voordien was aan de teen van het beloop een voorziening, bestaande uit een houten damwand en een kreukelberm van steen 10–60 kg op een folie van nylonweefsel, genaamd 'Nymplex', aangebracht.
De aannemer gebruikt voor het verwerken van het asfaltbeton op het beloop een spreidmachine. De aangebrachte en gespreide specie wordt direct achter deze machine verdicht. De eerste resultaten met deze machine kunnen met betrekking tot de verdichting gunstig genoemd worden.
Van het asfaltwerk is tot december van de totaal te verwerken hoeveelheid van 15 000 ton ca. 3000 ton verwerkt. Na 1 december is in verband met de ingevallen winter geen specie meer verwerkt. Het afwerken van het grondwerk vond ondanks de vorst goede voortgang.

De schutsluizen in het Volkerak

In de afgelopen verslagperiode kon het hoge tempo van het maken van de sluisvloeren gehandhaafd worden.
Door het invallen van de vorst moesten de werkzaamheden aan sluisbouw en viaduct op 9 december worden onderbroken.
Het transport van grond voor de aanvullingen kon echter ongehinderd worden voortgezet.
In totaal zijn thans 40 vloermoten van de sluizen gestort, waaronder begrepen de 4 vloeren van de beneden- en tussenhoofden.
Er blijven nu nog 16 vloeren te voltooien alsmede de bovenhoofden.
De opbouw van de schutkolkwanden vordert gestaag. Verwacht wordt dat, nu het benedenhoofd is gepasseerd, ook hiervan het tempo behoorlijk kan worden opgevoerd. De kopwanden van het sluiseiland, die de verbinding vormen tussen beide sluizen, zijn gereed gekomen. Van de fuiken die ter weerszijden op de sluizen aansluiten zijn vier van de in totaal acht te maken vloeren gestort.
Van het viaduct zijn twee pijlers en het meest rivierwaarts gelegen landhoofd gereed. De opbouw van de volgende pijler en het landhoofd van de aanbrug is in volle gang. De voorgespannen balken voor het viaduct zullen, zodra de vorstperiode voorbij is, aangemaakt worden. Er werd een begin gemaakt met de fabricage van de eindblokken voor deze balken.
Van de 333 betonpalen voor de fundering van de basculekelder zijn 84 geheid.
Ter weerszijden van de schutkolkmuren (tweede sluis), nabij het viaduct, werden tot aan de bovenkant de grondaanvullingen voltooid. In het plateau waarop ook de dienstwoningen zullen worden gebouwd, werd een bouwput ten behoeve van het machinegebouw gegraven.

De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven voor de schutsluizen in het Volkerak

De langs het westelijk gedeelte van deze haven in den droge te maken oevervoorzieningen kwamen gereed.
De oostelijke oevervoorziening kwam eveneens geheel gereed. De bouwsleuf moest nog worden afgewerkt.
Deze oevervoorzieningen konden niet binnen de gestelde tijd gereed komen als gevolg van slecht weer, vorst en vertraagde aanvoer van grind, grindzand en steen. De langs de geul van de buitenpolder Maltha te maken oevervoorzienin-

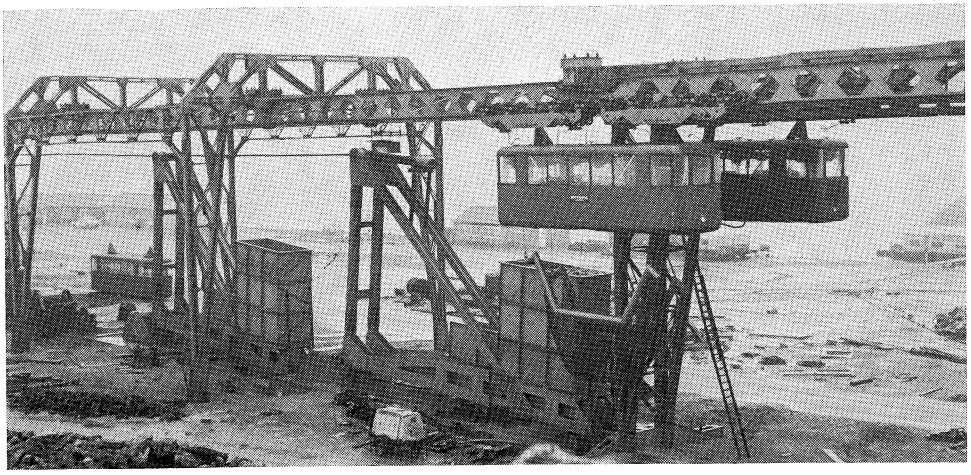
Automoteurs op het vaste railgedeelte tijdens de proefritten

gen, bestaande uit mijnsteen met een steenbekleding van steen 60–120 kg, zijn geheel voltooid.
Voor de oevervoorziening was een lengte geraamd van 380 m', maar tengevolge van verdergaande afslag moest deze worden uitgebreid tot ruim 850 m'.

Van de havendam kwam de opbouw van zand, zinkstukken en mijnsteen gereed. Aan de rivierzijde kon gelukkig voor de winter de steenbekleding van steen 60–120 kg worden aangebracht en gevlijd. Ook het penetreren van de steenbekleding op de kop van de dam met gietasfalt (D.V.-mengsel) kon aan de rivierzijde worden voltooid.
Het aanbrengen van de bekledingen van de dam aan de havenzijde ondervond eveneens stagnatie door slecht weer (vorst) en vertraagde aanvoer van materiaal. Het gereedkomen van dit onderdeel kon daardoor eerst eind januari verwacht worden.
Het nabestorten van kraag- en zinkstukken met steen 80–200 kg en het afwerken van de reeds aangevoerde teelaarde voor de bekleding van het brede worteleinde van de dam wordt ter hand genomen.

Werkzaamheden aan het afsluiten van de noordelijke geul van de Grevelingen

Uit het onderzoek dat naar aanleiding van de breuk op 22 augustus van een der draagkabels van de kalbelbaan werd ingesteld is gebleken, dat de oorzaak heeft gelegen in de methode van spannen en niet in de sterkte van de kabel. (Zie pag. 295 van het Bericht van november 1963 nr. 26). Op grond van deze uitslag is opdracht gegeven tot het vervaardigen van een nieuwe kabel van dezelfde constructie en samenstelling als de vorige. De nieuwe kabel zal begin 1964 geleverd en gemonteerd worden.
Vijf gondels werden op de bouwplaats aangevoerd. Zij zijn alle aan de vaste railbaan opgehangen en verder rijvaardig gemaakt. Er werden nu korte proefritten langs de railbaan gemaakt.
De montage van de draaischijven werd voortgezet.
Met het oog op de belading van de gondels met stortsteen e.d. werd een begin gemaakt met het maken van twee laadplaatsen en het verharden van het terrein in de onmiddellijke omgeving daarvan. Als gevolg van de vorstperiode is hierin vertraging ontstaan.



Aanleg van de rijksweg naar en op de Grevelingendam

Er werd voortgegaan met het verrichten van de nodige grondwerken en het onder profiel brengen van de aardebaan. Voor het gedeelte op de Grevelingendam (tot nabij het noordelijke sluitgat) is het grondwerk nagenoeg voltooid. Voorts werd een begin gemaakt met het stabiliseren van de grondslag voor de weg, waartoe het zand tot een diepte van 15 cm wordt vermengd met water en cement. Deze, geheel machinaal uitgevoerde, zandcementstabilisatie kwam over een lengte van ongeveer 4,5 km, voor bijna zestig procent gereed. De asfaltbetonlagen op deze gestabiliseerde grondslag zullen in het voorjaar van 1964 worden aangebracht.

Werk- en opslaghaven Den Osse

In de verslagperiode werden de diverse onderdelen van het werk verder afgemaakt. Het werk is op 30 november voltooid opgeleverd.

Personenhaven bij West-Repart

Het baggeren van de toegangsgeul, van de havenkom en van de cunetten voor de grondverbeteringen kwam gereed. Langs de zuid- en zuid-oostzijde van de havenkom en de toegangsgeul werden de kraagstukken aangebracht en afgestort. De duintoppen ten zuiden van de havenkom werden op een hoogte na N.A.P. + 10 m geëgaliseerd. Op het oostelijke gedeelte van het aldus ontstane plateau werd het kantoorgebouw van de aannemer opgetrokken. Op het westelijke gedeelte zal te zijner tijd het directiegebouw van de Deltadienst worden geplaatst. Er werd een begin gemaakt met het aanbrengen van de klinkerverharding van de oprit.
De verdediging van de tussen het plateau en de havenkom gelegen duinvoet kwam gereed; voorts werden stuifschermen en afrasteringen geplaatst en een helmbeplanting aangebracht.

D. Lauwerszeewerken

Het dijkvak, lang 1 500 m ten oosten van het werkeiland, kwam vrijwel gereed; alleen de kleibekleding van verschillende belopen is nog niet geheel voltooid. De oostelijke kop van dit dijkvak is van een tijdelijke afdekking voorzien. Er wordt niet verwacht dat hier een grote aanval van golven of van stroom zal optreden.



De kop van de westelijke havendam van de haven aan het Oort bij hoogwater. De basaltafdekking moet nog worden afgewerkt (zie ook het driemaandelijks bericht nr. 26, blz. .. e.v.)



Het leggen van de plastic waterleidingbuis van de Groninger kust naar het werkeiland
Deze buis wordt – bij laagwater – neergelaten in een geul van 80 cm diepte en met perkoenen om de 5 m tegen opdrijven vastgezet

De zandplaat rondom deze kop ondergaat tot dusver weinig verandering. Ook de losplaats aan het Vierhuizer Gat, ongeveer halverwege het werkeiland en de Groninger kust is voltooid.
Dit ongeveer 500 m lange dijkvak heeft de stormen in dit najaar goed doorstaan. Ten oosten van de losplaats trad over het wad een vrij sterke overtrek van water op, waardoor er een geul ontstond. Deze is inmiddels vastgelegd door een bezinking. Voorts is in aansluiting met de oostelijke oever van de geul een aantal bodembekledingen van verschillende soorten over een lengte van ongeveer 180 m aangelegd. Hierbij is een aantal nieuwe materialen beproefd, zoals gevlochten aluminium strippen, azobé-matten, plastic folies met kippegaas, nylon matten gevuld met zand, matten van zwaar dakleer, rondom verzwaard met kettingen e.d. Het hierboven vermelde geultje is na voltooiing van de proefbezinkingen met een stenen dam geblokkeerd, zodat de stroom werd gedwongen over de proefbezinkingen te trekken. De resultaten van deze

proefnemingen, die in nauw overleg met de Deltadienst worden verricht, zullen van veel belang zijn voor de verdere uitvoering van de afsluitdijk van de Lauwerszee over de zandplaten.
Het dijkvak, van 1 500 meter, dat ten oosten van het werkeiland werd aangelegd, beinvloedt de stroom ,hetgeen ten westen van het werkeiland merkbaar is. Bij het maken van het werkeiland ontstond reeds een stroomgeul, die een evenwichtstoestand bereikte. Deze geul begon zich onder invloed van het oostelijke dijkvak echter te verruimen. Door bezinking wordt getracht een consolidatie op voldoende afstand van de teen van de dijk te bewerkstelligen.
Op het werkeiland is een loskade van stalen damwand aangebracht van ruim 200 m lengte langs de zuidelijke oever van de toekomstige vissershaven aan het Oort. De aannemer van de Lauwerszeewerken, de Kombinatie Lauwerszee, heeft hierlangs een kraanbaan met een rijdende kraan aangebracht, om via deze kade het grootste deel van de voor de kunstwerken noodzakelijke materialen te kunnen lossen. De havens zijn verder voorzien van steigers en meerstoelen.
De kop van de stalen damwand aan het westelijke havenhoofd, die in het vorige bericht (nr 26) werd beschreven, kwam gereed. Deze blijkt in de praktijk goed te voldoen; het binnenlopen van de haven wordt hierdoor zeer vergemakkelijkt.
Op het werkeiland zijn verder werkwegen, werkplaatsen, kantoorketen en een verblijf voor de arbeiders gebouwd.
De bouwput voor de uitwateringssluizen kon met behulp van een open bemaling droog gelegd worden tot een diepte van ruim N.A.P. 5 m.
Een bronbemaling wordt thans aangebracht.
Langs de zuidkant van het nieuwe dijkvak ten oosten van het werkeiland wordt een bouwput aangelegd voor de caissons, die bij de sluiting zullen worden gebruikt. De ringdijk om deze 10 ha grote bouwput is thans gesloten en wordt verder afgewerkt.
Het werkeiland wordt thans van elektrische stroom voorzien via een tweetal 10 kV zeekabels. Deze kabels werden gelegd van de Friese oever door het Vaarwater naar Oostmahorn en aangesloten op twee transformatorstations op het werkeiland. De watervoorziening geschiedt door een plastic buisleiding met een diameter van 12,5 respectievelijk 10 cm. De toelaatbare stromingsweerstand in de leiding liet namelijk toe de helft van de leiding in 10 cm diameter uit te voeren.
De leiding loopt van het openbare net in de Westpolder in Groningen via de Ballastplaat. De buizen werden gelegd met behulp van drie greppelmachines van de landaanwinnigswerken in Groningen. Op het werkeiland is een bassin voor de opslag van ruim 300 m³ zoet water gegraven. Dit bekken zal met plasticfolie worden bekleed.
De Lauwerszeewerken werden in 1963 voor bezoekers opengesteld. De organisatie van het bezoek werd in handen gelegd van de Stichting Landaanwinningsbelangen Noord-Friesland. Het aantal bezoekers bedroeg van mei tot december 1963 ruim 8 000.

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 539*a*	24 juli 1963	Wijziging van overeenkomst DED 539, voor het huren van de motorvlet, 'Boekanier' ten behoeve van de uitvoering van de overeenkomst nr. 438 DED, voor het maken van de Zuidelijke doorrit naar de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp.
DED 548*a*	29 augustus 1963	Wijziging van de overeenkomst DED 548 voor het huren van het motorschip 'Zuidvliet' t.b.v. uitvoering van duikwerk
DED 568*a*	9 oktober 1963	Wijziging van overeenkomst DED 568 voor het maken van een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten
DED 593*a*	9 oktober 1963	Het maken van een haven met werkterrein en aanlegsteigers bij West Repart, met bijkomende werken, onder de gemeente Middenschouwen, volgens ontwerp bestek DED 593
DED 597	10 september 1963	Het verrichten van ontgravingen en het maken van stortbedden in de bouwput van de spuisluis in het Haringvliet
DED 598	14 augustus 1963	Het graven van wegsloten en afvoersloten en het maken van bijkomende werken onder de gemeenten Arnemuiden, 's-Heer Arendskerke en Wolphaartsdijk
DED 599	20 november 1963	Het maken van een verbindingsweg tussen RW. nr. 18 en de afsluitdam in de Grevelingen en het aanbrengen van wegverhardingen op genoemde afsluitdam, met bijkomende werken in de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge
DED 600	11 september 1963	Het huren van de motorsleepboot 'Temi'
DED 601	22 augustus 1963	Het leveren van basaltstortsteen t.b.v. de afsluiting van het Haringvliet
DED 602	13 mei 1963	Het verrichten van water- en chloormetingen in het waterschap 'Waarde'
DED 603	14 augustus 1963	Het leveren en aanbrengen van een elektrische verlichting op het haventerrein van de vissershaven nabij de schutsluis in het Haringvliet in de gemeente Stellendam
DED 606	21 augustus 1963	Het leveren van zinksteen t.b.v. het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 607	11 september 1963	Het leveren van grof Nederlands grind of Moezelgrind t.b.v. het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad
DED 612	11 september 1963	Het leveren van stortsteen t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
DED 613	11 september 1963	Het maken van meerstoelen, meer- en vloeipalen in het Spui en in de werkhaven te Hellevoetsluis in de gemeenten Zuidland en Hellevoetsluis
DED 614	20 augustus 1963	Het verrichten van water- en chloormetingen in het waterschap 'De Holle Mare'
DED 622	20 september 1963	Het leveren van zetsteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavense Gat
DED 623	20 september 1963	Het leveren van zink en stortsteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavense Gat
DED 624	28 november 1963	Het maken van laadstations, verhardingen en afrasteringen t.b.v. de kabelbaan over de Grevelingen
DED 625	20 augustus 1963	Het verrichten van waterwaarnemingen nabij de werkhaven te Bruinisse
DED 626	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 627	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 628	2 september 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de noordelijke voorhaven van de schutsluis in het Volkerak
DED 629	25 oktober 1963	Het vervaardigen en leveren van nymplexmatten t.b.v. een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 390,— per week	A. W. Derksen te Willemstad
f 625,— per week	C. P. Noordhoek te Wilhelminadorp
—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad
f 1 292 000,—	N.V. Aanneming Mij 'Dijksbouw' te 's-Gravenhage
f 18 890 000,—	Deltacombinatie te 's-Gravenhage
f 88 675,—	M. Uil te Middelburg
f 2 563 000,—	Aannemerscombinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
f 650,— per week	fa. W. H. Dijkhuizen te Amsterdam
eenheidsprijzen	Rheinisches Lava Kontor GmbH Sinzig Rhein Duitsland
f 312,— per jaar	K. W. Krijnsen te Waarde
f 12 000,—	N.V. Electriciteits Mij Goeree-Overflakkee te Middelharnis
eenheidsprijzen	De Keerkring N.V. te Utrecht
eenheidsprijzen	Utroma N.V. te Heelsum
eenheidsprijzen	Handelmaatschappij Bas de Bondt N.V. te Utrecht
f 39 250,—	A. van der Hoek te Heenvliet
f 312,— per jaar	G. J. v. d. Boogerd te Zwartewaal
eenheidsprijzen	Fa. Jan B. Petit en Zn. te Breda
eenheidsprijzen	De Keerkring N.V. te Utrecht
f 105 705,—	Aannemerscombinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld
f 873,60 per jaar	Mevr. J. G. Kik-Koopman te Bruinisse
eenheidsprijzen	Fa. Jan Visser Azn. te Werkendam
eenheidsprijzen	Fa. J. en P. Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. v/h T. W. Volker eb Zn. te Sliedrecht
f 21 600,—	Nico ter Kuile en Zonen N.V. te Enschede

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

G. de Klerk	380
Mastboom Vliegbedrijf	334
Rijkswaterstaat	383
H. de Vries	384

A. De werken van het Deltaplan

391 Het Deltaplan en de landbouwwaterhuishouding in Zeeland

397 Grondmechanische aspecten met betrekking tot de werken in het Volkerak

403 Enkele opmerkingen over de voorbereiding van de afsluiting van de Oosterschelde

407 De uitwateringssluis in de Zuiderdiep-boezem

412 De trog bij de bouwput voor de uitwateringssluizen in het Haringvliet

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

421 Verhoging van de provinciale zeedijk langs de Eems

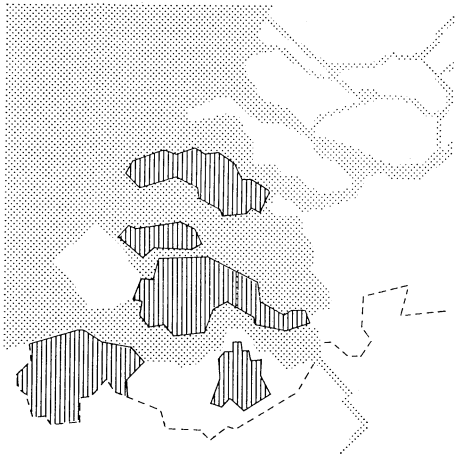
D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

424 Ervaringen bij het maken van het werkeiland

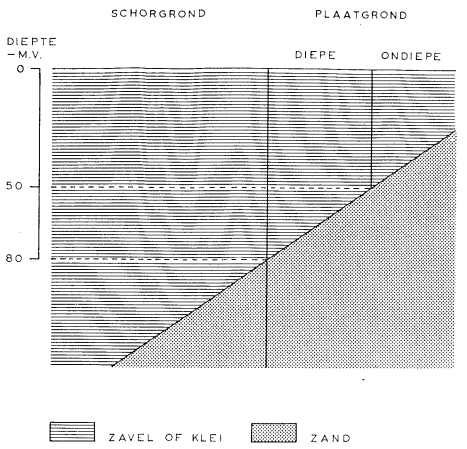
432 **Vorderingen**

Het Deltaplan en de landbouwwaterhuishouding in Zeeland

In het Driemaandelijks Bericht nr. 22 werd het een en ander vermeld over de verschillende vormen van aanpassingswerken, die het noodzakelijk gevolg zijn van de waterloopkundige veranderingen op de Deltawateren. Ook werd de mogelijkheid aangestipt om de noodzaak tot aanpassing te benutten om tegelijkertijd over te gaan tot verbeteringswerken in waterschaps- of ruilverkavelingsverband.
De aanpassings- en verbeteringswerken ten behoeve van de landbouwwaterhuishouding in Zeeland die op het ogenblik worden bestudeerd, voorbereid of uitgevoerd, zullen hieronder in het kort worden toegelicht.
Het grote belang dat land- en tuinbouw hebben bij een goede beheersing van de grondwaterstand mag bekend worden verondersteld.
De grondwaterstand is niet alleen van invloed op de gewasopbrengst in kilogrammen, maar tevens op de produktiekosten. Zo kan de stand van een gewas bieten ten tijde van de oogst een goede opbrengst beloven. Wanneer de boer echter bij de oogst zijn bietenrooimachine niet kan gebruiken omdat tengevolge van een gebrekkige ontwatering het land te nat is, zodat hij met inschakelig van extra arbeidskrachten met de hand moet rooien, dan blijft er van de winstmogelijkheden niet veel over. Bovendien kan bij het gebruik van zware machines op nat land de structuur van de bovengrond ernstig worden beschadigd. Met dit voorbeeld is duidelijk aangegeven hoezeer de ontwatering de rentabiliteit in de landbouw beïnvloedt. De moderne land- en tuinbouw, zoals die in het zuidwestelijk zeekleigebied wordt uitgeoefend, streeft naar vervanging van steeds schaarsere en duurdere arbeidskrachten door kapitaal in de vorm van machines. Om dit kapitaal in machines en grond een zo hoog mogelijk rendement te geven, worden de eisen die hierdoor gesteld worden aan de waterhuishouding steeds zwaarder. Bovendien zijn grote kavels nodig om met de steeds groter wordende machines rendabel te kunnen werken, waartoe sloten moeten worden gedempt en vervangen door ondergrondse drainagesystemen. Ook de kavelvergroting heeft dus directe hydrologische consequenties.
Wil men het grondwaterpeil volledig beheersen, dan dient het gehele stelsel van kavelsloten, watergangen en lozingsmiddelen aan hoge eisen te voldoen. In veel gevallen beantwoordt een natuurlijke lozing met behulp van zeesluizen thans niet meer aan deze eisen. Peiloverschrijdingen tengevolge van gedeeltelijk gestremde lozing, die men in het verleden nog wel kon tolereren, zijn nu en in de toekomst voor de landbouw niet langer aanvaardbaar. Bovendien leidt het dempen van overbodige sloten, teneinde tot grotere



Overzichtskaartje van de verschillende gebieden waarvoor aanpassingswerken zijn opgesteld



Schematisch profiel van schor- en plaatgronden

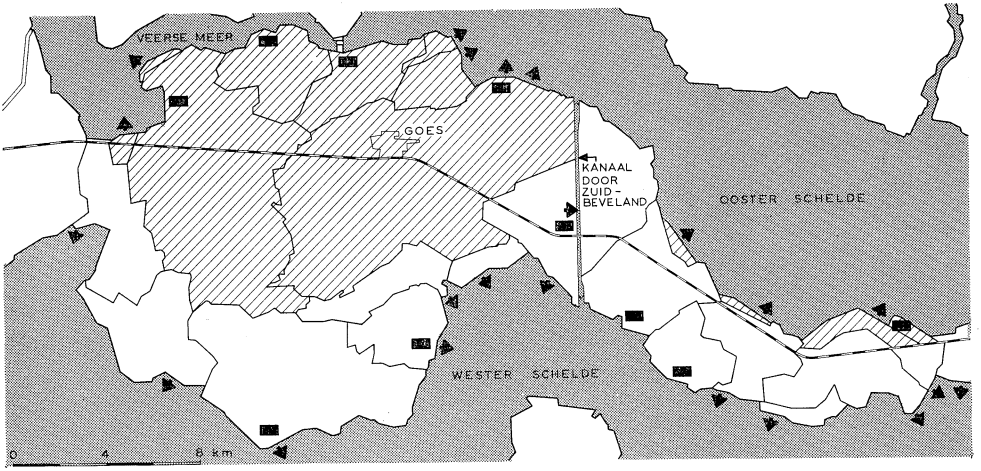
kavels te komen, tot verkleining van de open waterberging, die bij de natuurlijke lozing van belang is. Alleen wanneer ter plaatse van de sluis het verschil tussen de gewenste binnenwaterstand en laagwater voldoende groot is, is natuurlijke lozing verantwoord. Vaak heeft men naast de sluis echter een gemaal met volledige capaciteit, zodat men al naar de omstandigheden kan malen of spuien; de exploitatiekosten blijven op die manier zo laag mogelijk. Niet alleen de zwaardere eisen, die aan beheersing van de polderwaterstand worden gesteld dringen de natuurlijke lozing in het Deltagebied terug; ook het wegvallen van de ebstanden als gevolg van de afsluiting van de zeegaten noodzaakt tot omschakeling op bemaling.

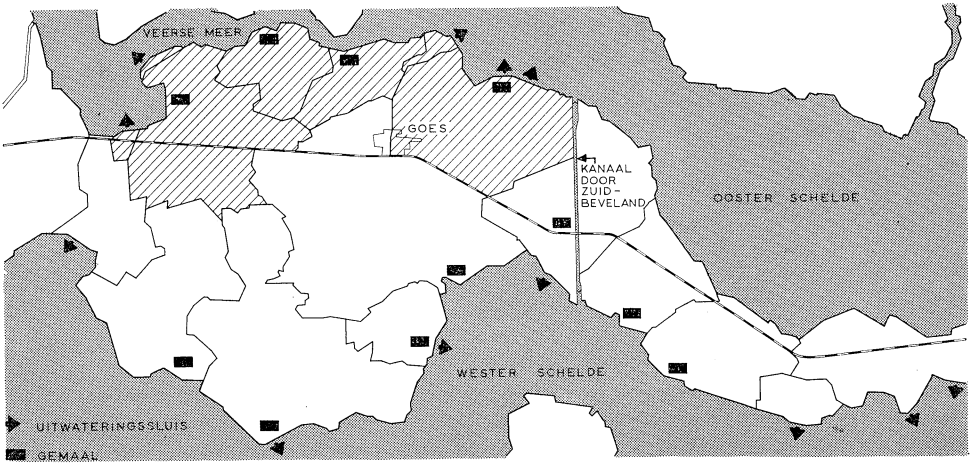
Het probleem van de plaatgronden

In het voorgaande was alleen sprake van het voorkómen van wateroverlast. De curve, die het verband weergeeft tussen gewasopbrengst en grondwaterstand vertoont echter op twee plaatsen een neerwaartse knik: bij te hoge, maar tevens bij te lage grondwaterstanden. Het verloop van deze curve wordt echter bepaald door het bodemprofiel en door het gewas. Zo geeft een aantal goed vochthoudende profielen, zoals schorgronden, geen reactie te zien op verlaging van de grondwaterstand. Wel is dit het geval indien een betrekkelijk dunne bovengrond van klei of zavel rust op zand. Treffen we het zand aan op een diepte van minder dan 80 cm, dan wordt in het zuidwesten gesproken van een plaatgrond. Al naar de dikte van het kleidek onderscheidt men diepe en ondiepe plaatgronden. Daalt de grondwaterstand zo diep beneden de kleilaag, dat ook via capillaire opstijging de kleilaag niet meer uit het grondwater kan worden gevoed, dan is het gewas uitsluitend aangewezen op de voorraad vocht in de kleilaag, aangezien de wortels het grensvlak tussen klei en zand niet kunnen overschrijden. Naarmate het kleidek dunner is, zijn de plaatgronden dus gevoeliger voor droogte. In de provincie Zeeland worden aangetroffen rond 23 500 ha plaatgronden, dit is bijna 17% van de totale oppervlakte cultuurgrond. Deze gronden lijden aan zware oogstdepressies, vooral in droge jaren.
Uit een door de Commissie Waterbeheersing en Ontzilting ingesteld onderzoek is gebleken dat de meest doelmatige verbetering te verwachten valt van een verdieping van

Wijzigingen in de waterhuishouding op Zuid-Beveland

Het gearceerde gebied watert af op de Oosterschelde en het Veerse Meer







Een mengwoeler, zoals die in de plangebieden wordt gebruikt voor het vermengen van de bovenste bodemlagen

de doorwortelbare zône door mengen van het kleidek met het daaronder liggende zand, gecombineerd met verhoging van de grondwaterstand. Een dergelijke grondverbetering is overal mogelijk met behulp van mengploegen, -woelen of -frezen. De verhoging van de grondwaterstand is afhankelijk van de aanvoermogelijkheid van water. In Zeeuwsch-Vlaanderen, waar bijna de helft van de plaatgronden (10 500 ha) ligt, zijn vooralsnog geen mogelijkheden tot extra suppletie van zoet water aanwezig. Uit proeven is gebleken dat men door tijdelijke verhoging van de grondwaterstand in het voorjaar met behulp van stuwen in de leidingen (waterconservering) toch redelijke resultaten kan bereiken. In de rest van Zeeland zal men te zijner tijd kunnen beschikken over zoet water uit het Zeeuwse Meer, waarmee het probleem daar volledig kan worden opgelost.

Het Deltagebied is door de gesteldheid van de bodem en door het gematigde klimaat – een gevolg van de regulerende werking van de grote wateroppervlakten – in het bijzonder geschikt voor tuinbouw. Vroegere oogsten, betere kwaliteiten en minder vorstschade betekenen een voorsprong op produktiegebieden meer landinwaarts.

Hoewel de totale omvang van de tuinbouw in Zeeland nog bescheiden genoemd moet worden, breidt hij zich de laatste jaren vrij snel uit.

De voornaamste handicap is de kwaliteit van het water tengevolge van het hoge chloorgehalte.

Het is de kwel, die daarvoor verantwoordelijk is en die vooral een beperkende factor kan betekenen voor de ontwikkeling van de tuinbouw, omdat tuinbouwgewassen aanmerkelijk gevoeliger zijn voor zout dan akkerbouwgewassen en gras.

Kwelwater komt de cultuurgronden binnen via een horizontale aanvoerstroming in de diepere laag en een verticale kwelstroming in de afdekkende bovenlaag. Als gevolg van grote verschillen in profielopbouw loopt de kwelintensiteit van punt tot punt in de polders sterk uiteen. De kwel komt in het leidingstelsel via de slootbodem en als afvoer uit de drainreeksen. Men beschikt thans over apparatuur waarmee men niet alleen de drainafvoeren maar ook de opkwellende hoeveelheid in de sloot onder water kan meten. Met behulp van deze gegevens kan men het kwelpatroon bepalen, waarna het mogelijk is de hoeveelheid zoet water te berekenen die nodig is om het zoutgehalte in het leidingstelsel terug te dringen beneden een bepaalde grens. Dit zoete water zal moeten worden inge-

laten uit het Zeeuwse Meer en op zodanige wijze door het leidingstelsel moeten worden gevoerd dat de beoogde doorspoeling wordt verkregen.
Een werkgroep is thans bezig deze problematiek voor Schouwen-Duiveland te bestuderen. Nu de kwelgegevens bekend zijn, wordt gezocht naar methoden om het distributiestelsel te berekenen, terwijl tenslotte een kosten-batenberekening een inzicht zal moeten verschaffen in de rentabiliteit van een watervoorzienings- en doorspoelingssysteem.
Behalve voor de tuinbouw is de kwaliteit van het polderwater ook van belang voor de veehouderij: het vee kan nu eenmaal niet buiten zoet drinkwater.

Regionale plannen

Het eindresultaat van de doorspoeling is mede afhankelijk van het zoutgehalte van het inlaatwater. Op het Zeeuwse Meer slaan talrijke gemalen hun water uit, afkomstig uit polders met zoute kwel. De zoutbelastng is nadelig voor de kwaliteit van het water, maar deze gang van zaken is nu eenmaal onvermijdelijk.
Alleen langs de zuidgrens van het Zeeuwse Meer is een alternatief mogelijk: de sluizen en gemalen van Zuid-Beveland en Walcheren, die van oudsher lozen op de Oosterschelde en het Veersche Gat, zouden kunnen worden vervangen door afwateringsmiddelen op de Westerschelde. Een nadere bezinning op de afwatering in deze gebieden was toch al gewenst in verband met de verzwaring van de zeeweringen langs de Westerschelde. Nu die op Deltahoogte worden gebracht ingevolge de Deltawet, zullen ook de daarin voorkomende uitwateringssluizen en gemalen moeten worden aangepast.
Een werkgroep heeft zich verdiept in de vraag welke lozingspunten op Zuid-Beveland gehandhaafd moeten blijven, welke kunnen vervallen of gecombineerd worden, of een sluis niet moet worden vervangen door een gemaal e.d. Bij deze studie is tevens rekening gehouden met het feit dat in de toekomst zoet water kan worden ingelaten aan de noordzijde en na doorspoeling van het leidingstelsel in zuidelijke richting geloosd op de Westerschelde. In het in 1961 gepubliceerde rapport over het gebied van Zuid-Beveland ten westen van het kanaal (26 000 ha) is op grond van landbouwkundige, waterstaatkundige en financiële overwegingen het aantal hoofdafwateringsgebieden teruggebracht van 16 tot 14, het aantal lozingspunten van 17 tot 14, de oppervlakte die op de Oosterschelde (straks Zeeuwse Meer) afwatert van rond 16 000 ha tot 9000 ha, terwijl geadviseerd werd, de natuurlijke lozende oppervlakte terug te brengen van 5260 ha tot 1830 ha.
Volgens het nog te publiceren rapport over Zuid-Beveland ten oosten van het kanaal (7750 ha) kan ook daar het aantal hoofdafwateringsgebieden annex lozingspunten worden teruggebracht, en wel van 11 tot 5, terwijl de 650 ha die thans op de Oosterschelde lozen hun water volledig naar de Westerschelde zullen kunnen afvoeren.
De aanpassing van de afwatering op het Veerse Meer van de polders op Noord- en Zuid-Beveland werd reeds besproken in het Driemaandelijks Bericht nr. 10.
Op Noord-Beveland werd een aanpassingsplan uitgevoerd, bestaande uit vervanging van 8 sluizen door 3 gemalen en 1 onderbemaling, alsmede van enkele kilometers aanvoer- en koppelleidingen naar de gemalen met afsluitbare duikers in binnendijken. Doordat de rest van het leidingstelsel en de kunstwerken in de bestaande toestand werd gehandhaafd, d.w.z. met dwarsprofielen die niet wijd genoeg zijn om het water snel naar de gemalen af te voeren, bleef de wateroverlast in natte perioden bestaan.
In het ruilverkavelingsplan voor Noord-Beveland (7400 ha), dat in de loop van 1964 in stemming wordt gebracht, is een volledige verbetering van het afwateringsstelsel opgenomen, als complement op de uitgevoerde aanpassingswerken.
In de ruilverkaveling Stoppeldijk (6200 ha) in Oost Zeeuwsch-Vlaanderen verkeert de aan-

passing en verbetering in de uitvoeringsfase. Het bestaande gemaal wordt hier vervangen door een nieuw in het kader van de dijkverzwaring langs de Westerschelde door het waterschap Stoppeldijk c.a., terwijl de verbetering van het afwateringsstelsel met de bijbehorende kunstwerken binnendijks wordt uitgevoerd in ruilverkavelingsverband. Ook hier zijn beide aktiviteiten volledig op elkaar afgestemd.
Voor West Zeeuwsch-Vlaanderen publiceerde in 1960 een werkgroep een waterbeheersingsplan, waarbij aandacht werd besteed aan de concentratie van lozingspunten in verband met de dijkverzwaring langs de Westerschelde. Ook hier werd aan de hand van een uitgebreid agrohydrologisch onderzoek het gehele gebied van rond 30 000 ha ingedeeld in een groot aantal peilgebieden, die weer gecombineerd werden tot hoofdafwateringsgebieden. Nadat men alle combinatiemogelijkheden tegen elkaar had afgewogen werd geadviseerd de 8 bestaande lozingspunten terug te brengen tot 4.

Samenstelling der werkgroepen

De in het voorgaande genoemde werkgroepen zijn in het algemeen samengesteld uit vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat, Provinciale Waterstaat, Cultuurtechnische Dienst en het betreffende waterschap. Bij fundamenteel onderzoek (bijv. op Schouwen-Duiveland), speelt ook het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen een belangrijke rol.
Het aantrekkelijke van deze werkwijze is, dat in de uitgebrachte rapporten een basisplan is ontworpen, waarin de waterstaatkundige- en landbouwkundige belangen harmonisch op elkaar zijn afgestemd. Op dit ontwerp kunnen de verschillende facetplannen, zoals van de lozingsmiddelen in het kader van de dijkverzwaringen, van het afvoerstelsel en van het aanvoersysteem worden gebaseerd. De instanties die de uitgewerkte plannen straks moeten beoordelen en in de uitvoering, naar men verwachten mag, een financiële bijdrage zullen leveren, zijn van den beginne bij de opzet betrokken geweest. Ook voor de waterschappen is deze intensieve samenwerking aantrekkelijk, omdat uit het overleg een basisplan resulteert, dat een synthese vormt van wat wenselijk en mogelijk is.
Is het rapport eenmaal officieel geaccepteerd door de verschillende instanties als richtlijn voor de plannen in de toekomst, dan kan een meerjarenplan worden opgesteld voor de uitwerking en de uitvoering. Bepaalde onderdelen kunnen als waterschapswerk worden uitgevoerd, andere passen beter in het kader van een ruilverkaveling.
Op deze wijze kunnen de mogelijkheden die het Deltaplan de landbouw biedt ten aanzien van de waterbeheersing en de ontzilting zo efficiënt mogelijk in de praktijk worden gebracht.

Literatuur:

1. 'Rapport inzake de landbouwkundige verbetering van plaatgronden', uitgebracht door de gelijknamige werkgroep van de Commissie Waterbeheersing en Ontzilting, Goes 1963, 59 blz., kaarten en figuren.

2. 'Rapport inzake de verbetering van de waterbeheersing van Zuid-Beveland ten westen van het kanaal, deel I, de waterafvoer' uitgebracht door de werkgroep Toekomstige Watervoorziening van Zuid-Beveland ten westen van het kanaal, van de Commissie Waterbeheersing en Ontzilting, Goes, 1961, 55 blz. en 16 kaartbijlagen.

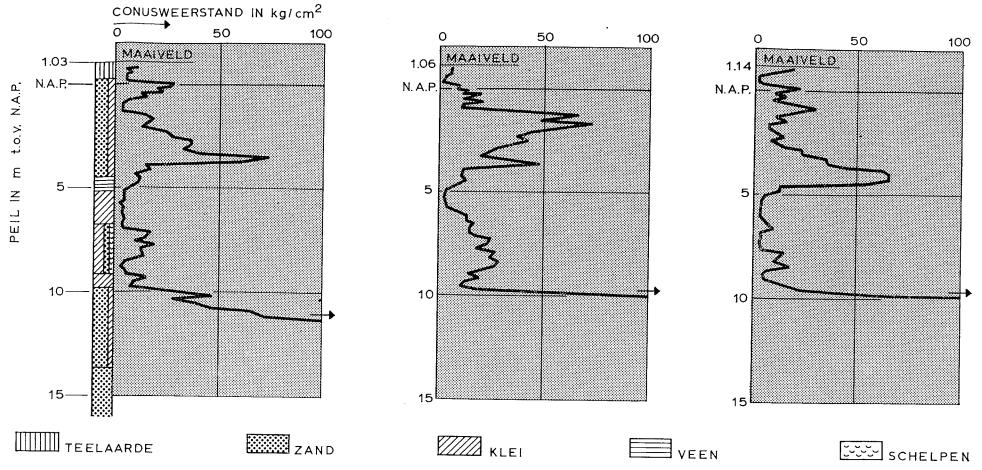
3. 'Rapport omtrent de verbetering van de waterbeheersing in westelijk Zeeuws-Vlaanderen, mede gezien in het licht van de te realiseren dijkverzwaring', uitgebracht door de Technische Werkgroep Westelijk Zeeuws-Vlaanderen, 1960, 65 blz., 16 kaartbijlagen.

Indien in of op een homogene zandbodem met goede pakkingsdichtheid wordt gebouwd kunnen de grondmechanische vraagstukken over het algemeen met voldoende nauwkeurigheid worden opgelost met behulp van betrekkelijk eenvoudige berekeningen. Daarentegen scheppen heterogene samenstelling van de bodem of bijzonder grote afmetingen van de te bouwen constructie dikwijls zulke gecompliceerde problemen, dat tegen aanvaardbare kosten alléén algemene beschouwingen en benaderende berekeningen of enkele metingen kunnen worden verricht. Dit is ook van toepassing voor enkele grondmechanische vraagstukken die zich hebben voorgedaan bij de voorbereiding en het begin van de bouw van de schutsluizen in het Volkerak met bijkomende werken. De bodem ter plaatse bestaat beneden ca. N.A.P. – 10 m voornamelijk uit zand en van N.A.P. – 10 m tot N.A.P. – 4 à 5 m uit klei die afgedekt is met een veenlaag en daarboven weer uit slibhoudend zand. We hebben hier dus te doen met een zeer slappe, betrekkelijk ondoorlatende laag tussen twee meer weerstand biedende en meer doorlatende lagen.
Daartegenover staat dat een sluis met de onderkant op N.A.P. – 8 m, dus juist in de slappe laag gefundeerd, diep genoeg is en de gewenste vrije doorvaarthoogte onder het vaste deel van de overbrugging van de sluis onmiddellijk naast dit kunstwerk zeer hoge opritten vereist, n.l. tot ca. N.A.P. + 17 m. De voornaamste hieruit voortvloeiende problemen betroffen:

- de fundering van de sluizen;
- het ontgraven en leegpompen van de bouwput;
- de ontwatering van het boven de kleilaag gelegen grondpakket;
- de stabiliteit van de opritten, zowel tijdens de ophoging zelf als tijdens de ontgravingen in de naaste omgeving;
- de horizontale krachten van de slappe laag op de fundering als gevolg van de grote verticale belading door de opritten.

Voor de fundering van de sluizen kwam o.m. in aanmerking een fundering op korte palen (tot ca. N.A.P. – 12 m) of een fundering op staal. In het laatste geval moest een keuze worden gemaakt tussen een grondverbetering tot ca. N.A.P. – 10 m en een dieper leggen van de sluisvloer dan voor de scheepvaart noodzakelijk is. Daardoor zou rechtstreeks op de tweede zandlaag gefundeerd kunnen worden. Van deze mogelijkheden was de fun-

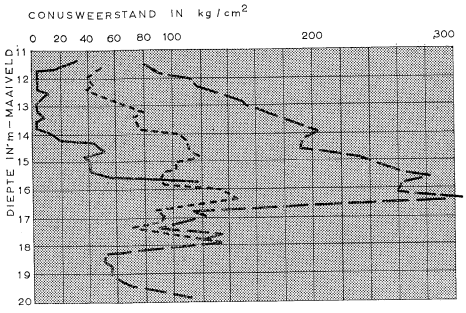
1



dering op palen de minst aantrekkelijke, omdat deze duurder zou zijn en meer tijd zou vragen. Van de funderingsmogelijkheden op staal koos men een grondvesting onmiddellijk op de diepe zandlaag omdat deze bepaalde technische voordelen bood en niet duurder zou worden dan de oplossing door middel van grondverbetering, waarbij een goede verdichting toch nog altijd een moeilijk of kostbaar punt zou blijven. Voor deze oplossing was dus een diepere ontgraving noodzakelijk, waarbij gekozen moest worden tussen een ontgraving in den natte en een in den droge. Zonder bijkomende problemen zou een ontgraving in den natte in verband met de kosten altijd de voorkeur genieten. Een natte ontgraving tot de volle diepte hield in dit geval echter in, dat reeds in een vroeg stadium een verbinding zou worden gemaakt tussen het water in de put en de diepe zandlaag. Deze zandlaag heeft een grote doorlatendheid en staat in rechtstreekse verbinding met het open buitenwater in het Hellegat. Doordat in het tussenliggende terrein de ondoorlatende laag onaangeroerd blijft, is daar geen vrije waterspiegel mogelijk. In berging van het opdringende getijwater kan alleen worden voorzien door elastische vervorming van het korrelskelet van bovengenoemde zandlaag.

In een dergelijk grondpakket kan het verticale getij ver doordringen. Onder de bouwput was daardoor nog een duidelijk merkbaar getij te verwachten, zodat voorzieningen zouden moeten worden getroffen om het optreden van wellen tegen te gaan. Hiertoe zou òf in een vroeg stadium een diepe bemaling moeten worden aangebracht òf een hogere waterstand in de put moeten worden gehandhaafd. Het eerste was kostbaar; het laatste vereiste een doorlopende aanvulling van het door de zandzuiger uitgezogen water door middel van pompen. Bovendien moest hierbij gebruik worden gemaakt van een zuiger met een groter ontgravingsbereik. Uiteindelijk zou de waterstand tot boven het bestaande maaiveld moeten worden opgezet. Dit maakte ten eerste een taludvoorziening aan de binnenkant van de bouwputdijk noodzakelijk; ten tweede zou de plaatsing van de bronnen voor de bemaling in den natte moeten plaatsvinden, omdat de bemaling moest kunnen beginnen voor de waterstand in de put mocht worden verlaagd. Besloten werd tenslotte de goedkopere ontgraving in den natte tot N.A.P. – 7,50 m, en de resterende meters tot N.A.P. — 10 m in den droge uit te voeren. Deze maat van N.A.P. – 7,50 m is zodanig gekozen, dat het gewicht van het water in de put vermeerderd met het gewicht van de resterende 2,5 m klei groter is dan de maximaal te verwachten waterdruk onder de kleilaag o.a. als gevolg van getij. Dank zij deze maatregel zal de putbodem niet kunnen

2



1 Boring en sonderingen ter plaatse van de bouwput

2 Sonderingen voor- en na het verdichten op diepte

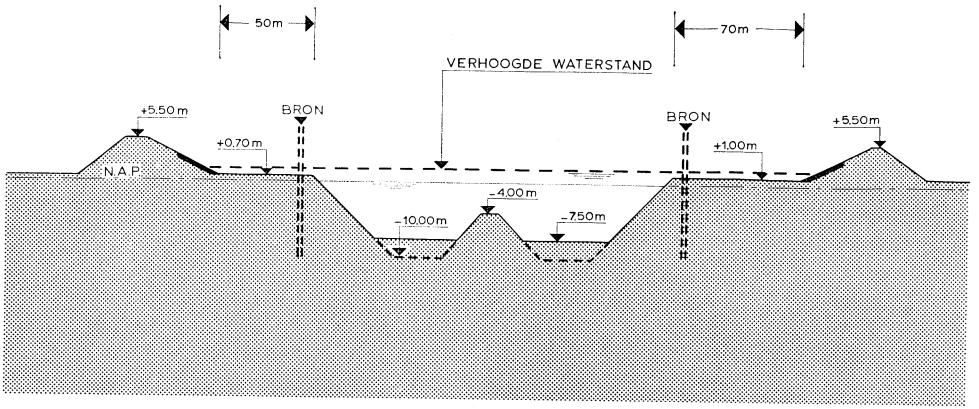
openbarsten. Tijdens de natte ontgravingen kon het peil in de put zonder extra kosten tussen N.A.P. en N.A.P. – 0,50 m worden gehandhaafd, door bij buitenwaterstanden hoger dan de binnenwaterstand water in te laten door een tweetal in de bouwputdijk liggende buizen.

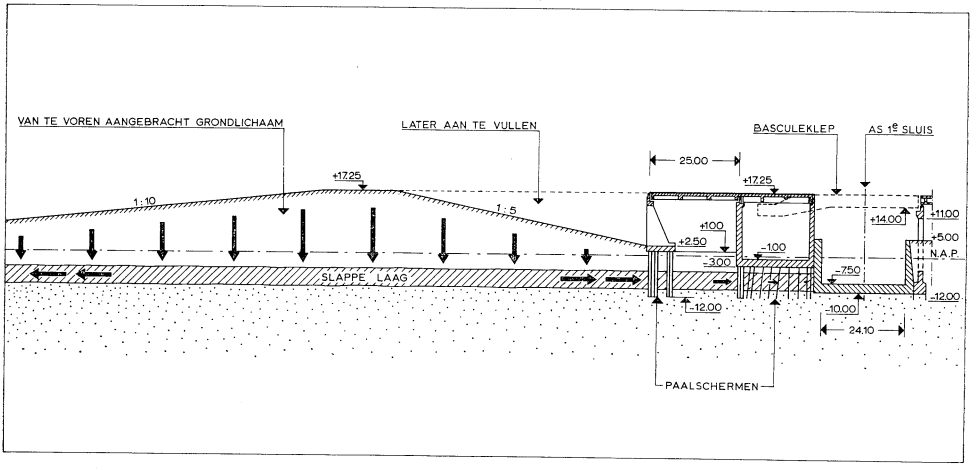
Bij het droogmalen van de put moest de waterstand eveneens steeds hoger worden gehouden dan het bemalingsniveau onder de put om een naar boven gericht verhang in de putbodem, dat oorzaak zou kunnen zijn van het openbarsten van de overgebleven kleilaag, te voorkomen. Om dit verhang te controleren zijn in het middeneiland tussen de sluizen, dus midden tussen de naast de put aangebrachte bronnen, waterspanningsmeters geplaatst.

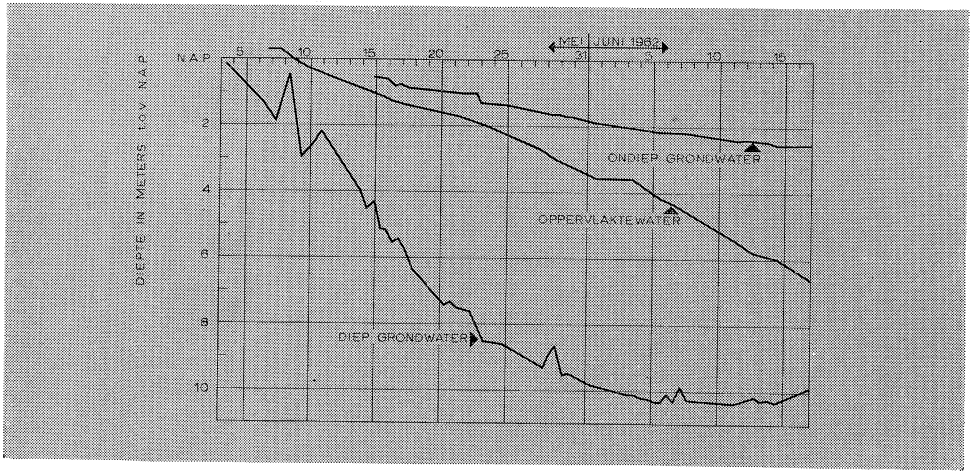
In de grafiek worden de gemeten waterspanningen met het bijbehorende peil in de put weergegeven. De bemaling van de put omvatte in principe alleen het onder de kleilaag gelegen zand. Door behalve de filterkop ook de daarboven gelegen zuigbuis van een bemalingsput tot aan het maaiveld toe met doorlatend stortmateriaal te omgeven, kan men ook water uit het boven de kleilaag gelegen pakket doen afstromen naar de te bemalen zandlaag. Vanzelfsprekend kan hiermee niet al het boven de klei- en veenlaag toestromende water worden afgevoerd. Tussen de bronnen zal de grondwaterstand 'opbollen' en zal het grondwater toch bij het bouwputpakket blijven uittreden. Om de stabiliteit te verzekeren zijn de taluds met een flauwe helling ontworpen en over de hoogte waarover water uittreedt, met grind afgedekt. Het water wordt opgevangen in greppels, die aan de twee lange zijden van de bouwput over de volle lengte zijn aangebracht. Vervolgens wordt het door een open bemaling aan de kopeinden van de put weggepompt. Alleen bij de ophoging voor de opritten naar de overbrugging van de sluizen is een steiler talud noodzakelijk, om in een vroeg stadium een zo groot mogelijk deel van de ophoging te kunnen aanbrengen. Vanwege het steiler talud en de te verwachten grotere wateraandrang ten gevolge van de ophoging werd een grindlaag uitsluitend over de hoogte waar water uittreedt, niet voldoende geacht om de stabiliteit van de grote ophoging te waarborgen. Teneinde de voortgang van het werk niet te vertragen werd bij de ophoging een verticale drainage naar de te bemalen diepe zandlaag aangebracht. Dat deze ophogingen zo vroeg mogelijk moesten worden uitgevoerd, hing eveneens samen met de eigenschappen van de ondergrond. Door de slappe, ondoorlatende lagen tussen N.A.P. – 10 en N.A.P. – 5 m moest op flinke zettingen worden gerekend, die pas

LANDZIJDE

ZEEZIJDE







Een verhoogde waterstand in de bouwput vereist o.a. een groter ontgravingsbereik voor de zandzuiger, en taludvoorzieningen voor de ringdijk

Horizontale verplaatsingen in de slappe laag als gevolg van vertikale belasting door ophoging

Gemeten waterspanningen tijdens het leegpompen van de bouwput

na jaren tot staan zouden komen. Een andere, zo mogelijk nog belangrijker reden om de ophogingen zo snel mogelijk aan te brengen, is de horizontale verplaatsing in de slappe laag als gevolg van de grote verticale belasting, die door deze ophogingen wordt veroorzaakt. Bij verhindering van deze verplaatsing door de sluiswanden of de paalfunderingen van de landhoofden en de kelder van de basculebrug, zullen zeer grote horizontale krachten op deze bouwdelen worden uitgeoefend.
Andere mogelijkheden behalve de ophogingen waren een grondverbetering of een versneld tot stand laten komen van de zettingen door drainage van de ondoorlatende lagen met zandpalen. Deze oplossingen zijn echter altijd kostbaar en komen alleen in aanmerking als er geen gelegenheid bestaat de aanpassing van de samendrukbare lagen door een tijdig aangebrachte voorbelasting te doen plaatsvinden.
Wat de verplaatsingen betreft, wanneer ervoor gezorgd is dat deze zoveel mogelijk hebben plaatsgevonden vóór de bouw van de kunstwerken, mag worden verwacht dat de horizontale krachten aanzienlijk kleiner zullen worden. Om het resterende deel van de aanpassing van de slappe laag een zo gering mogelijke belasting op de paalfundering te doen geven, moest het palenplan zo worden ontworpen, dat een horizontale verplaatsing van de grond zo min mogelijk wordt belemmerd.
Dit werd bereikt door de palen onder de landhoofden en de dicht bij de ophoging te plaatsen palen onder de kelder van de basculebrug in paalschermen te plaatsen, evenwijdig aan de verplaatsingsrichting van de grond. De voorste, het zwaarst door horizontale krachten belaste palen, konden bovendien steunen op de daarachter staande palen. Op negatieve kleef moet veiligheidshalve wel worden gerekend aangezien betrekkelijk kleine grondverplaatsingen ook zettingen met zich meebrengen en deze reeds voldoende zijn om deze negatieve kleef tot volle ontwikkeling te brengen.
In verband met de stabiliteit van de ophoging zelf mocht die evenmins ineens worden aangebracht. Met behulp van waterspanningsmetingen werd de mate van aanpassing van de slappe laag nagegaan en kon voorts worden bepaald, wanneer een volgende verhoging kon worden aangebracht. Het Laboratorium voor Grondmechanica, waarmee met betrekking tot al deze problemen steeds nauw overleg heeft plaatsgevonden, stelde als eis dat de stijghoogte van het water in de slappe laag nooit groter mocht worden dan de hoogte van de ophoging op dat moment. Bepaald werd dat de opritten tot een hoogte van N.A.P. + 10 m mochten worden opgespoten en dat de verdere opbouw in den droege moest

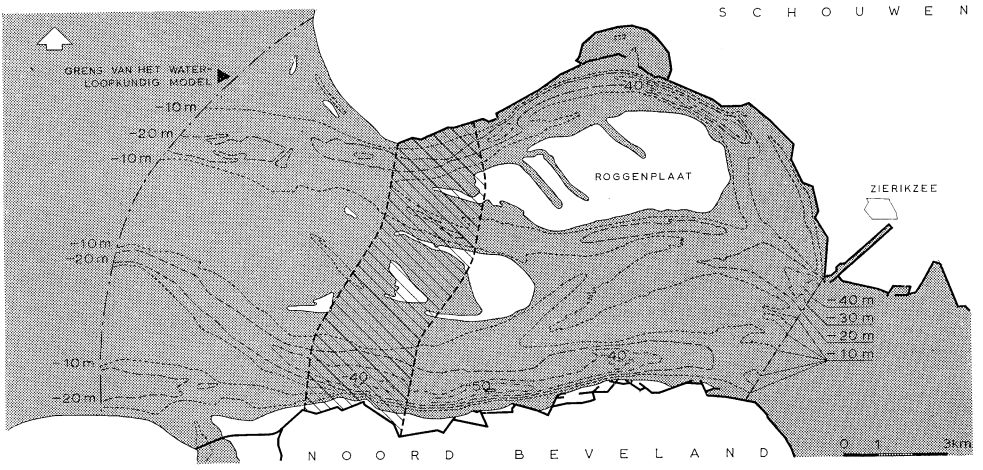
plaatsvinden. De aanpassing bleek gelukkig snel genoeg te vorderen, zodat men door afwisselend de beide opritten met een 2 m dikke laag te verhogen, zonder onderbreking kon doorwerken.
Een soortgelijk stabiliteitsprobleem deed zich voor bij het baggeren van de bouwput tussen beide ophogingen. Ook hier moesten de waterspanningen in en onder de ophoging beneden een bepaald niveau dalen voor de tegen afschuiving steungevende lagen mochten worden weggebaggerd.
Deze problemen kwamen naar voren na het bekend worden van de algemene bodemopbouw en de dimensionering van de te bouwen kunstwerken. Het bodemonderzoek met behulp van boringen en sonderingen echter blijft altijd beperkt tot steekproeven. Verrassingen tijdens de uitvoering zijn dan ook allerminst uitgesloten. Dit was ook hier het geval, ondanks een vrij dicht net van boringen.
Nadat de put was drooggevallen bleek de putbodem op enkele plaatsen een te geringe draagkracht te bezitten. Vermoedelijk betrof het hier opvullingen van kreken die zich in een vroeger tijdperk in deze zandlaag een weg hebben gebaand. Op twee plaatsen kon met eenvoudige maatregelen worden volstaan. Daar lag de draagkrachtige laag op N.A.P. – 11 m resp. N.A.P. – 11,50 (dus 1 tot 1,5 m onder de putbodem zodat een ondiepe, in dunne lagen verdichte grondverbetering betrekkelijk eenvoudig en met geringe kosten was aan te brengen.
De twee andere gevallen brachten echter grotere moeilijkheden met zich mee. In het ene geval bestond de zwakke plaats uit zand met een slechte pakkingsdichtheid, in het andere geval uit klei en veen. De draagkrachtige laag lag hier op c.a. N.A.P. – 15 m. Om de inmiddels begonnen sluisbouw zo weinig mogelijk op te houden was een snelle voorziening gewenst. Extra aangebrachte bronnen waren niet in staat tijdig een voldoende waterstandsverlaging te bewerkstelligen. Daardoor was het onmogelijk op de normale manier een in dunne lagen verdichte grondverbetering aan te brengen. Alleen het klei- en veenpakket is daarom vervangen door zand en beide zwakke plaatsen zijn vervolgens door middel van verdichten op diepte (Rütteln-druckverfahren) tot de vereiste kwaliteit gebracht. Bij dit proces wordt met behulp van een trilapparaat dat in de grond wordt gebracht de pakkingsdichtheid van het zand vergroot. Gelukkig hoefde men dit effectieve maar kostbare procédé behalve in twee betrekkelijk kleine gebieden nergens toe te passen.

Enkele opmerkingen over de voorbereiding van de afsluiting van de Oosterschelde

Overeenkomstig het advies dat de Deltacommissie in haar eindrapport gaf, zal de afdamming van de Oosterschelde (waardoor een groot gebied tegen hoge stormvloeden beveiligd zal zijn) de laatste der grote afsluitingen van het Deltaplan vormen. Bij deze omvangrijkste en moeilijkste afsluiting zal profijt getrokken kunnen worden van alle kennis en ervaring die zijn opgedaan bij voorafgegane afsluitingen. Vooral de afsluitingswerken van het Brouwershavensche Gat zullen voor beraming en uitvoering van de afsluiting van de Oosterschelde van grote betekenis zijn. Onderstaand staatje, waarin enkele gegevens van een aantal belangrijke afdammingen zijn verzameld, geeft een eerste indruk van de omvang van en de moeilijkheden die aan de afsluiting van de Oosterschelde zijn verbonden.

Reeds in 1957 is een begin gemaakt met het vooronderzoek voor de afsluiting van de Oosterschelde; vanaf 1959 zijn de voorbereidingswerkzaamheden in toenemende mate versneld. Een groot aantal stroom- en golfmetingen, peilingen, boringen, sonderingen enz. is inmiddels verricht en programma's voor verdere onderzoekingen zijn opgesteld. Bovendien zijn hydraulische berekeningen uitgevoerd en is een aantal geologische en weerkundige studies verricht. Andere studies worden nog voortgezet, zowel over de vermelde

geul enz.	gemiddelde van eb- en vloedvermogen bij gemiddeld tij in miljoenen m^3	verval bij gemiddeld tij in m	grootste geuldiepte in m
Brielse Maas (1950)	12	1,75	6
Braakman (1952)	18	4,10	12,5
Kruiningen (1953)	29	4,40	10
Ouwerkerk (1953)	40	3,05	10
Schelphoek (1953)	125	2,80	10
Veersche Gat (1961)	70	3,00	14
Lauwerszee	125	2,40	14
Brouwersh. Gat	350	2,40	25
Oosterschelde	1100	2,80	40



onderwerpen als op constructief en technisch-organisatorisch gebied. Met name de aanvoer- en verwerkingsvraagstukken verdienen vermelding omdat zij van veel belang zijn met het oog op de zeer grote verscheidenheid van de benodigde materialen. Voorts wordt gewerkt aan de ontwerpen van een tweetal werkhavens, één langs de Noordbevelandse en één langs de Schouwense oever.

De eerste taak bij de voorbereidingswerkzaamheden is de keuze van een voorlopig tracé van de dam, dat na onderzoek in een waterloopkundig laboratorium nader moet worden vastgesteld. Een dergelijke keuze kon nog niet worden gemaakt. Wèl bleek het mogelijk uit de tot dusverre beschikbare gegevens een aantal gevolgtrekkingen te maken. Allereerst is duidelijk dat het uit veiligheidsoogpunt gewenst is de dam tussen Schouwen en Noord-Beveland zo westelijk mogelijk te bouwen; verzwaring van bestaande dijken kan dan tot geringere lengte beperkt blijven. Dit is des te belangrijker omdat de noordelijke oever van Noord-Beveland herhaaldelijk wordt geteisterd door oever- en dijkvallen, waardoor met name in de vorige eeuw veel land verloren ging en nagenoeg de gehele noordelijke oever een bijzonder grillig verloop heeft gekregen. Nu zal in gebieden die door de dam van zee afgesloten zullen worden het gevaar van dijkvallen in elk geval belangrijk minder worden; ook daarom is een zover mogelijk westelijk gelegen tracé aantrekkelijk. Langs de zuidelijke oever van Schouwen zijn overigens ook vallen opgetreden, zij het in veel geringere mate.

Voor een westelijk tracé zou wellicht ook de omstandigheid kunnen pleiten dat het bij zo'n keuze mogelijk wordt gebruik te maken van platengebieden waarop de eerste dijkvakken kunnen worden gebouwd. Deze platen zijn zo uitgestrekt dat de dijklengte in diep water sterk beperkt kan worden. Als de dam ten oosten van de Neeltje Jansplaat wordt gelegd, wordt de lengte waarover de dijk in diep water moet worden gebouwd, aanmerkelijk groter, hetgeen grote technische moeilijkheden meebrengt. Overigens hangt dit wel af van de methode van sluiting die zal worden toegepast. Het zal duidelijk zijn dat er alle reden voor is bij de keuze van een tracé de zeer diepe putten te vermijden.

Hoewel het grondmechanisch en geologisch onderzoek nog niet is afgesloten, heeft het al uitgewezen dat er, wat betreft de grondslag, geen doorslaggevende argumenten zijn aan te voeren om het tracé op de oostelijke helft van de Noordbevelandse oever te doen aansluiten.

De tot dusverre beschikbare gegevens betreffende de golfhoogten wijzen er tenslotte op,

Platen en diepten in de Oosterschelde ter plaatse van de voorgenomen afsluiting. De arcering stelt de strook voor waarbinnen het dijktracé zal worden geprojecteerd

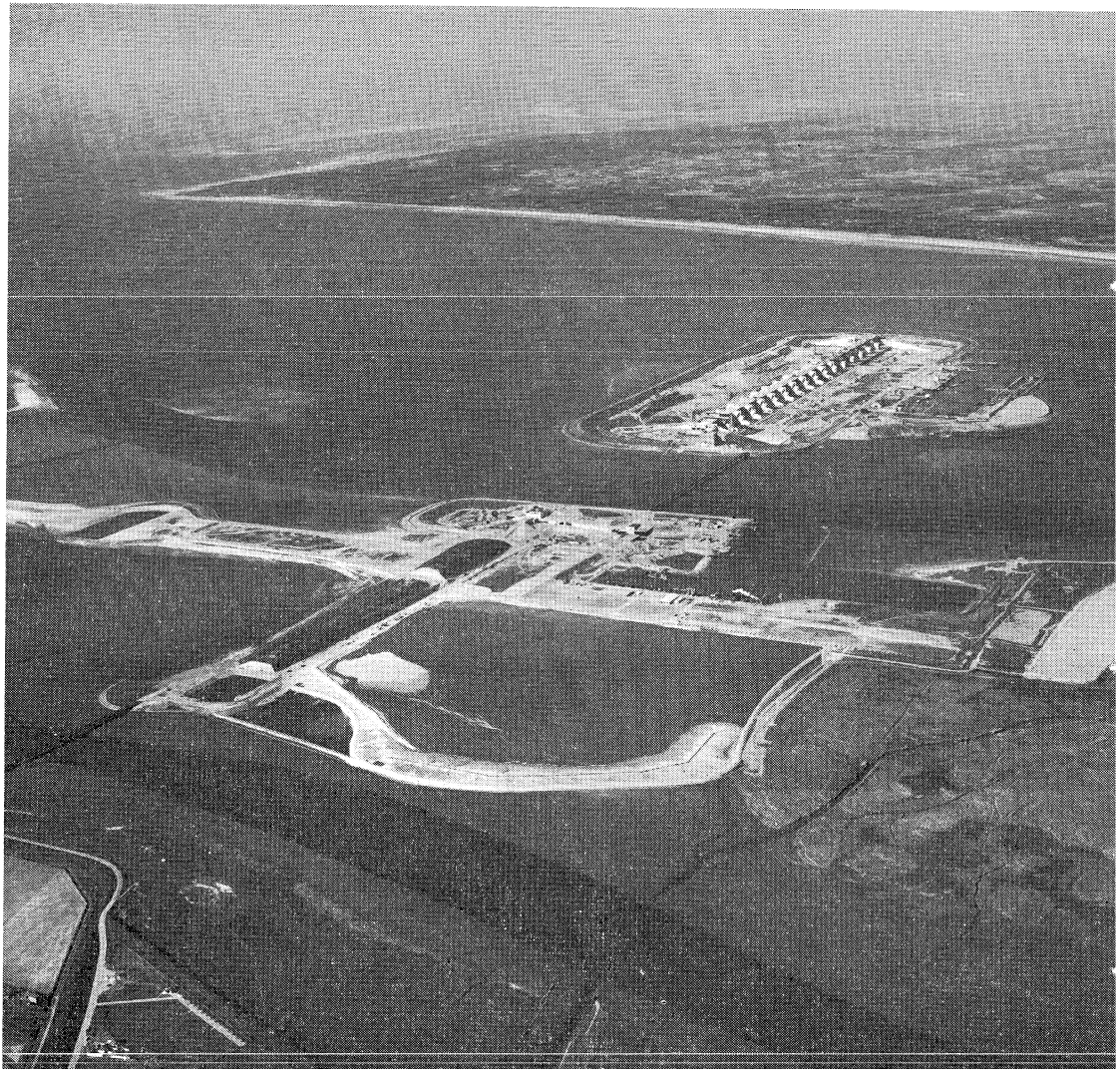
dat de verbindingslijn tussen de zuidpunt van de Schouwse duinenrij en de westelijke punt van Noord-Beveland een nogal markante scheidingslijn is. Zeewaarts nemen de golfhoogten namelijk snel toe, tengevolge waarvan het aantal werkbare dagen in het bouwseizoen afneemt; vanaf de scheidingslijn oostwaarts zijn de verschillen in golfhoogte van veel minder betekenis.

De voorgaande overwegingen en beschikbare gegevens leidden tot het vaststellen van een strook, waarbinnen op grond van de momenteel beschikbare gegevens het tracé bij voorkeur zou moeten liggen; deze strook staat afgebeeld op het kaartje.

Voor een definitieve keuze van het tracé zijn allereerst waterloopkundige overwegingen van belang. Berekeningen en proeven in het overzichtsmodel der benedenrivieren in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft (model M 600) zullen moeten uitwijzen op welke stromingen in de verschillende bouwstadia gerekend moet worden in de sluitgaten van enkele in de strook nader te onderzoeken tracés. Op grond van deze uitkomsten, van de resultaten der nog gaande onderzoekingen en van economische overwegingen zal een voorlopig tracé kunnen worden vastgesteld; op deze keuze zullen bijkomstige aangelegenheden – als wegaansluitingen, waterhuishoudkundige overwegingen en toekomstige ontspaningsmogelijkheden – zijdelings van invloed kunnen zijn.

Inmiddels is men in het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst' begonnen met de bouw van een model van de Oosterschelde, waarin het gekozen tracé nader kan worden onderzocht. Het ligt in de bedoeling dat dit model in een loods zal worden ondergebracht, omdat het bij de gewenste schalen (horizontaal 1 : 300, vertikaal 1 : 100) dusdanige afmetingen zou verkrijgen dat de wind bij metingen in de open lucht storend zou kunnen werken. Dit model, waarvan de oostelijke en westelijke grenzen ongeveer aangegeven worden door de op het kaartje getekende binnenste en buitenste meetraaien, zal geschikt zijn voor proeven met getij-stroming.

De werken in het Haringvliet april 1964

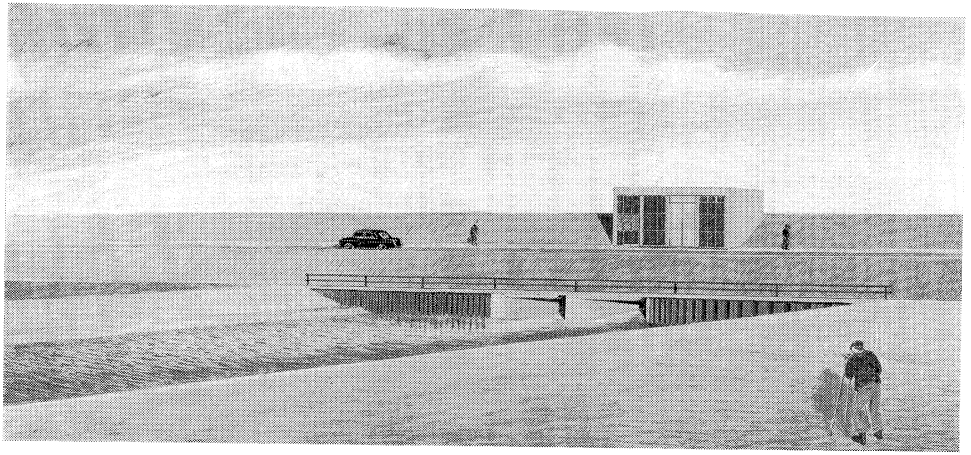


De uitwateringssluis van de Zuiderdiepboezem

Langs de noordelijke kust van het eiland Goeree-Overflakkee is, tussen de havens van Goeree en Dirksland, een boezem geprojecteerd, waarvan de functie tweevoudig zal zijn. Ten eerste moet dat gedeelte van het eiland dat thans afwatert op het Haringvliet zo goed mogelijk worden aangepast aan de door de afsluiting gewijzigde omstandigheden; ten tweede wil men met behulp van het zoete water van het Haringvliet de strijd aanbinden met het gebrek aan zoet water op de thans sterk aan verdroging onderhevige gronden op Goeree.
De boezem zal bestaan uit het Zuiderdiep – een reeds bestaande geul tussen de Plaat van Scheelhoek en het eiland Goeree-Overflakkee –, de haven van Dirksland, en een tussen die twee watergebieden te graven verbindingskanaal. Het boezemwater zal van het Haringvliet worden afgescheiden door een waterkering die loopt over de noordzijde van de Plaat van Scheelhoek en langs de oever van het Haringvliet tot de mond van de haven van Dirksland. Deze dijk zal aan de ene kant aansluiten op de bestaande hoogwaterkering ten oosten van de haven van Dirksland, en aan de andere kant op de dam door het Haringvliet op een punt ten zuiden van de schutsluis.
Behalve de uitwateringssluis, waarover dit artikel handelt, moet nog een inlaatsluis aan de oostzijde van de boezem gemaakt worden en een brug over de bozem ter plaatse van de kruising met de weg over de afsluiting van het Haringvliet. De uitwateringssluis, de brug, en een viaduct in de wegverbinding zullen in één bestek worden opgenomen. De boezem moet onmiddellijk na de voor 1966 voorgenomen afsluiting van het Zuiderdiep in gebruik worden genomen, omdat anders de ontwatering van de polders niet meer zou zijn verzekerd. Op dat tijdstip dient de uitwateringssluis dus geheel voltooid te zijn. De inlaatsluis hoeft pas beschikbaar te komen als in 1969 door de afsluiting van het Haringvliet deze rivier zal gaan verzoeten.

Constructie

De uitwateringssluis wordt gebouwd in de afdamming van het Haringvliet, juist ten westen van de buitenhaven en ten oosten van de schutsluis. Voor de verbinding met het diepere water zorgt een uitwateringsgeul die loopt tussen een leidam aan de westzijde en de westelijke havendam. De sluis bestaat uit een op palen gefundeerde koker en een bedieningsgebouw. De bouwput ervoor is zo uitgevoerd dat een deel van de bouwputdijk samenvalt met de definitieve hoogwaterkering. Aan de andere, de boezemzijde, is de

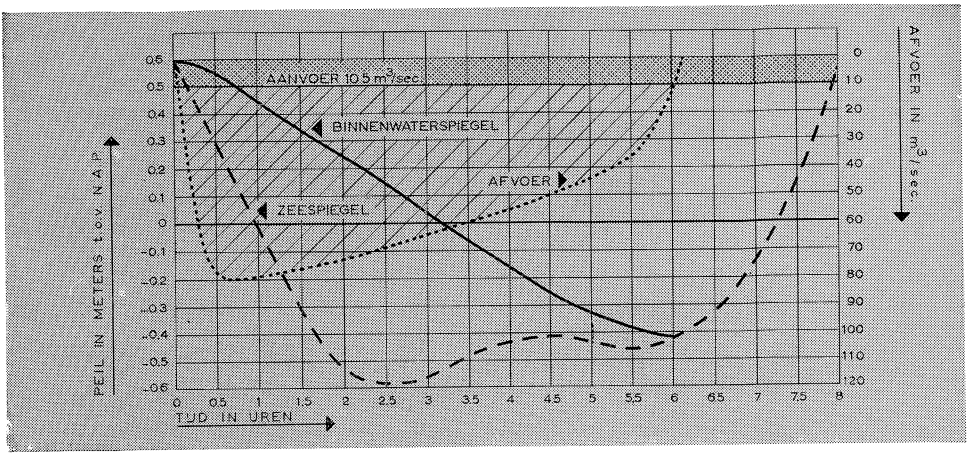


Schets van de te maken uitwateringssluis in de Zuiderdiepboezem

bouwputdijk aangelegd met behulp van grond die vrijkwam bij de ontgraving van de bouwput tot N.A.P. Materiaal dat toen van de ontgraving nog overbleef werd gedeeltelijk gebruikt voor aanvullingen van de schutsluis, gedeeltelijk in depôt opgeslagen. Op die manier is zoveel mogelijk 'werk met werk' gemaakt.
De grond onder de uitwateringssluis bestaat tot N.A.P. – 10,00 m hoofdzakelijk uit slibhoudend zand met kleilenzen en varieert te sterk – zoals men al had vastgesteld bij de bouw van de uitwateringssluizen en de schutsluis –, om de sluis op staal te funderen. Een goede funderingsgrondslag wordt pas gevonden op ongeveer N.A.P. – 20 m. Het was dus onvermijdelijk, dat de sluis door middel van betonpalen op die zandlaag zou worden gegrondvest.
De spuikoker moest, in verband met de aan de boezem te stellen eisen, een nuttige doorsnede hebben van 20 m² bij een boezemstand van N.A.P. + 0,50 m. De koker heeft een breedte gekregen van 11,50 m. Om schuiven van een bruikbare breedte te kunnen plaatsen en een kleinere, dus goedkopere overspanning te kunnen maken, werd de koker door een tussenwand in tweeën onderverdeeld; elk der halve kokers heeft een minimum dagmaat van 4,20 m.
In de lengterichting bestaat de koker uit acht moten, waarvan zes met een profiel als boven beschreven. Aan de zeezijde liggen twee bakvormige moten, divergerend onder een hoek van 8 : 1. Waterloopkundige proeven hebben namelijk uitgewezen dat deze vorm het gunstigst is. Zij vormen tezamen een 50 meter lang uitstroomkanaal. Aan de instroomzijde wordt de spuikoker afgerond naar de frontmuren die loodrecht staan op de lengteas van de sluis. De straal van deze afronding hoeft, zoals proeven hebben uitgewezen, slechts 5 meter te bedragen.

De schuiven

Als afsluitmiddel is een dubbel stel wigvormige schuiven gekozen, omdat die de meest praktische en goedkope oplossing bieden voor de problemen van de afdichting. Aangezien de sluis een hoofdwaterkering is, is een dubbele kering noodzakelijk, waarbij de

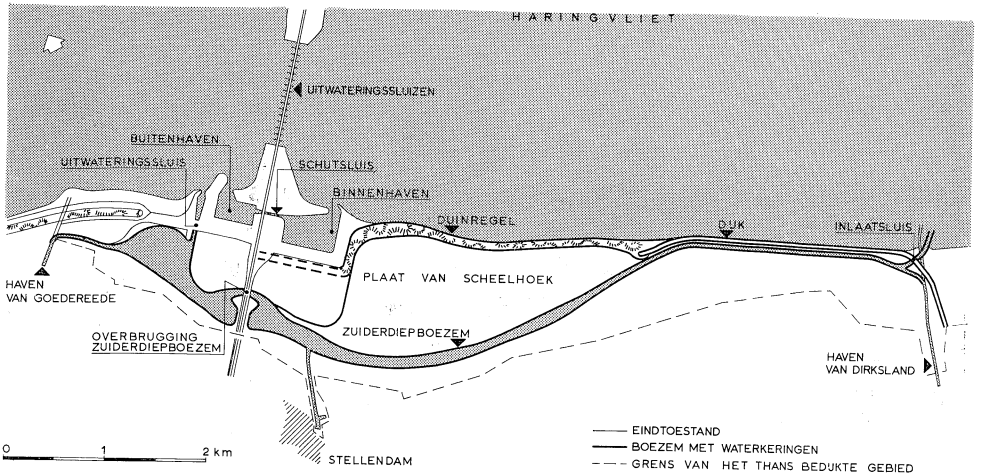


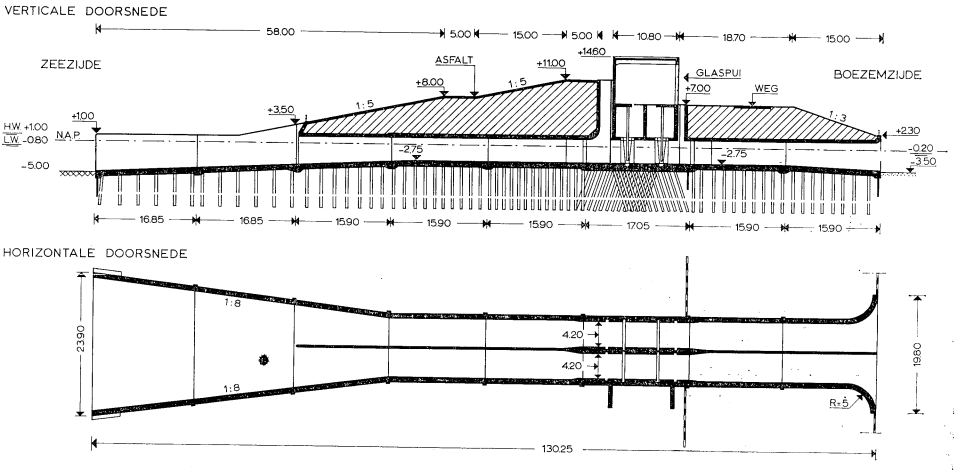
Spuikarakteristieken bij opening van de beide kokers

schuiven tevens elkaars reserve zijn. Er worden bovendien speciale eisen gesteld aan een goede afdichting, omdat verzilting van de boezem tot elke prijs dient te worden voorkomen. Men heeft aanvankelijk overwogen, daartoe een 'zoetwaterscherm' op te trekken binnen de sluis. Een zoetwaterscherm is een zoetwaterstand in de sluis die door middel van pompen voortdurend hoger gehouden wordt dan de buitenwaterstand. Maar deze oplossing heeft enkele nadelige zijden; ze brengt ongeveer f 100 000.– aan extra kosten mee, het sluishoofd moet breder worden aangelegd in verband met het dan te vormen waterreservoir tussen de schuiven, het zoetwaterscherm is kunstmatig, het vereist de voortdurende werking van pompen, die nu eenmaal nooit 100% bedrijfszeker zijn, en tenslotte, bij een zoetwaterscherm zijn steeds twee schuiven in bedrijf, zodat een extra stel reserve-schuiven moet worden aangeschaft. Vandaar dat de voorkeur gegeven is aan afdichting door middel van wigvormige schuiven, die men al kent van de zout- en visriolen in de spuisluis. Deze schuiven zorgen voor een uitzonderlijk goede afdichting, zodat ze het zoetwaterscherm overbodig maken.

Er worden in de sluis hefschachten geconstrueerd, waardoor de schuiven kunnen worden opgetrokken tot maaiveldhoogte. Dat gebeurt bij contrôle en onderhoudsbeurten, wanneer de heugelstangen worden losgekoppeld en de schuiven met loopkatten door de machineruimte naar buiten worden gebracht.

De plaats van de schuiven is voornamelijk bepaald op grond van de eisen die men aan de onderhouds- en bedieningsruimten wilde stellen. Doordat het gehele werk binnendijks werd gesitueerd kon men volstaan met een gebouw van minder volume dan bij plaatsing buitendijks nodig geweest zou zijn. Het onderhoud van de schuiven zal buiten de gebouwen plaatsvinden; terreinen en gebouwen zijn bij deze opzet ook beter bereikbaar. Om redenen van aesthetische aard heeft men het gebouw grotendeels in het dijklichaam doen verzinken. Voor de vormgeving der gevels is advies gevraagd aan het Architectenbureau ir. F. W. de Vlaming en ir. H. Salm. Het gebouw bestaat uit een motorenhal met hijswerktuigen voor het verwisselen der schuiven; aan één zijde zijn bedrijfsruimten aangebouwd, namelijk een toegangshal, een laagspanningsruimte en een bergruimte, en





daarboven, op de eerste verdieping, een bedieningsruimte, toilet en ruimte voor administratieve werkzaamheden en het verwerken van watermonsters.

Werking van de sluis

De sluisdrempel is betrekkelijk ondiep gekozen, nl. op een hoogte van N.A.P. – 2,75 m. Men bespaarde daardoor op de aanlegkosten en bereikte tevens, dat bij het toenemen van het verschil tussen boezempeil en buitenwaterstand vrij snel een toestand ontstaat waarbij het debiet niet meer toeneemt.
De bediening der schuiven kan dientengevolge eenvoudig zijn. Wanneer immers het stortebed berekend is op het maximale debiet, vervalt de noodzaak, tijdens het spuien de schuiven voortdurend bij te stellen en de stroomsnelheden over het stortebed in het oog te houden. De schuiven kunnen tijdens de gehele spuigang in volledig geheven toestand blijven.

Situatie van de Zuiderdiepboezem

Bovenaanzicht en lengtedoorsnede van de uitwateringssluis

In het Waterloopkundig Laboratorium te Delft is van de sluis een model van 1 : 25 vervaardigd. Aan de hand van dat model werd het stroombeeld aan de buitenzijde van de sluis bestudeerd, en werden de uitgevoerde capaciteitsberekeningen gecontroleerd. Toen bleek, dat de watersprong, die ontstaat bij toeneming van het verschil tussen boezem- en buitenwaterstand, zich nooit verder dan 10 meter van het einde van de koker verwijdert, en dus steeds in de zich verbredende mond van het kunstwerk blijft waar vloer en wanden van beton zijn, en waar dus geen gevaar voor ontgrondingen bestaat. De hoogte van de koker is zodanig gekozen, dat steeds een vrije waterspiegel aanwezig is. Voor dat gedeelte van de sluiskokers dat buiten de schuiven ligt, en dat onder invloed komt te staan van golven die de afwateringsgeul kunnen binnenlopen, zijn door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst afzonderlijke onderzoekingen verricht. Om te voorkomen dat golfklappen tegen het plafond van de kokers grote druk zouden veroorzaken op de schuiven, is vlak voor de schuiven een ontluchtingskoker aangebracht. Hierin kan bij een bepaalde golfperiode opslingering plaatsvinden, die evenwel gebonden is aan een maximum van N.A.P. + 11 m, omdat op die hoogte de koker eindigt, en bij een hogere stand dus gewoon overloopt. De schuiven zijn berekend op de statische waterdruk die bij deze waterhoogte behoort.

De ontworpen overbrugging van het Zuiderdiep en het viaduct bij de nieuwe vissershaven zullen in een volgend artikel worden behandeld.

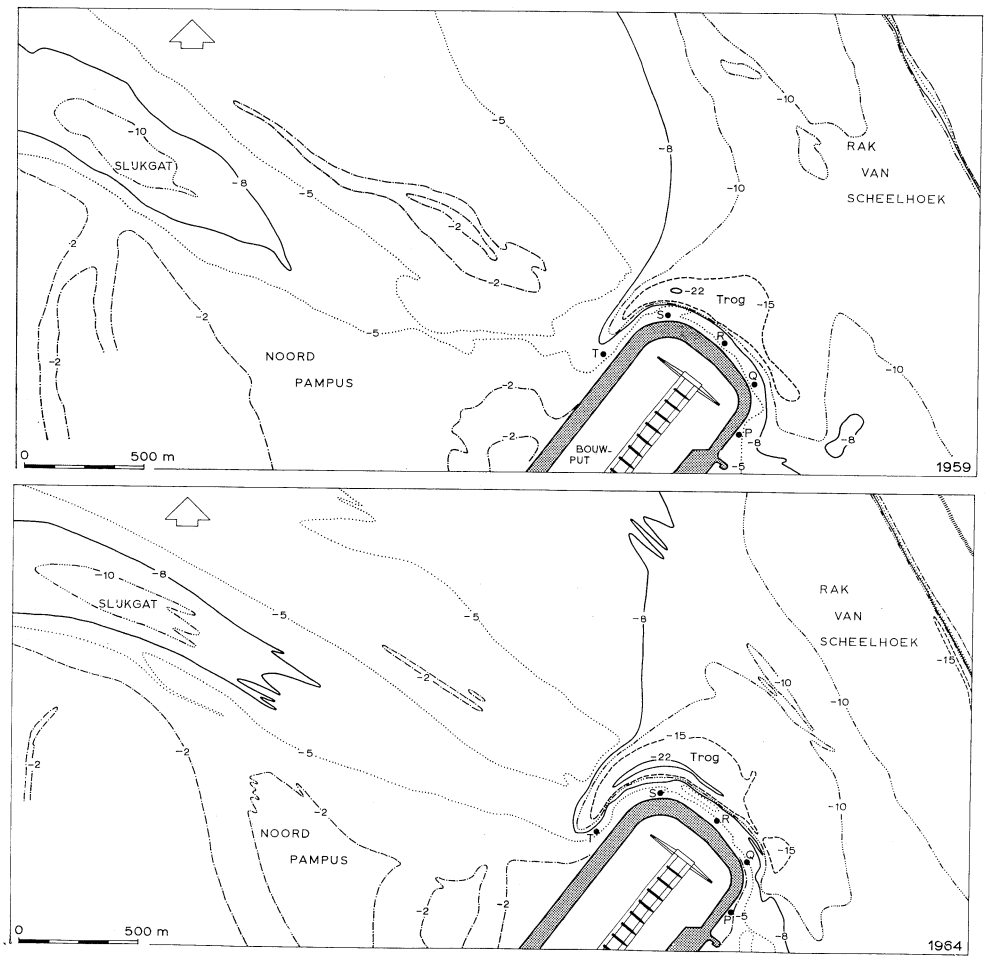
De trog bij de bouwput voor de uitwateringssluizen in het Haringvliet

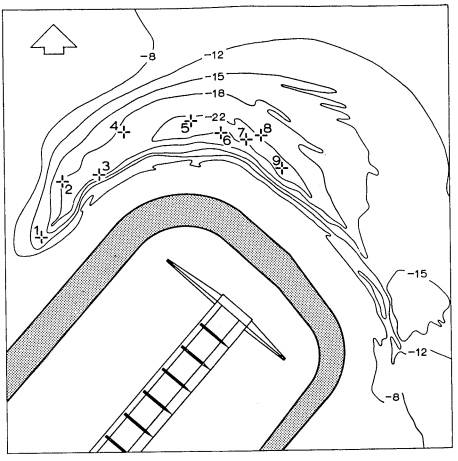
De ontwikkeling van de trog aan de noordwestkant van de spuisluis in het Haringvliet moet nauwlettend gevolgd worden om bijtijds de oevers van de bouwput te kunnen verdedigen, wanneer er afschuivingen dreigen.
Daarom wordt in dit artikel de ontwikkeling van de trog nader behandeld.

De bouwput voor de spuisluis in het Haringvliet werd ontworpen op een ondiep gedeelte tussen twee tamelijk diepe geulen, het Rak van Scheelhoek en het Noord-Pampus.
De bouw van de ringdijk is begonnen in het voorjaar van 1957 en in november van datzelfde jaar voltooid.
Reeds in nummer 3 (februari 1958) van het Driemaandelijks Bericht Deltawerken werd aandacht geschonken aan de belangrijke verdiepingen ontstaan door de aanwezigheid van de bouwput. Het lijkt nuttig het verloop van de bodemfiguratie na 1957 in de omgeving van de dam thans nader te bezien en in het bijzonder de ontwikkeling bij de noordwestkant van de bouwput, waar zich moeilijkheden hebben voorgedaan.
De aanleg van de bouwput betekende een belangrijke ingreep in het bestaande labiele evenwicht van geulen, ondiepten en platen. Op grond der resultaten van modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium, uitgevoerd voor het begin van de bouw, werd de lengteas van de bouwput geprojecteerd in de richting ZW-NO opdat zo min mogelijk verstoring van dit evenwicht zou optreden. Tevens werd ten behoeve van de stroomgeleiding bijzondere aandacht besteed aan de afronding van de hoeken van de bouwput. Voor de noordoostelijke hoek slaagde men er niet in een geheel bevredigende oplossing te verkrijgen, aangezien de ebstroom nog onvoldoende werd geleid. Een geringe draaiing van de oostelijke helft van de noordelijke bouwputbegrenzing bracht weliswaar enige verbetering, maar de versmalling van het werkzame deel van de stroomgeul kon niettemin tot verdieping aanleiding geven. Derhalve werd onmiddellijk na de voltooiing van de ringdijk langs het traject P-T een zware bezinking aangebracht ter verdediging tegen aantasting van de onderwateroever.

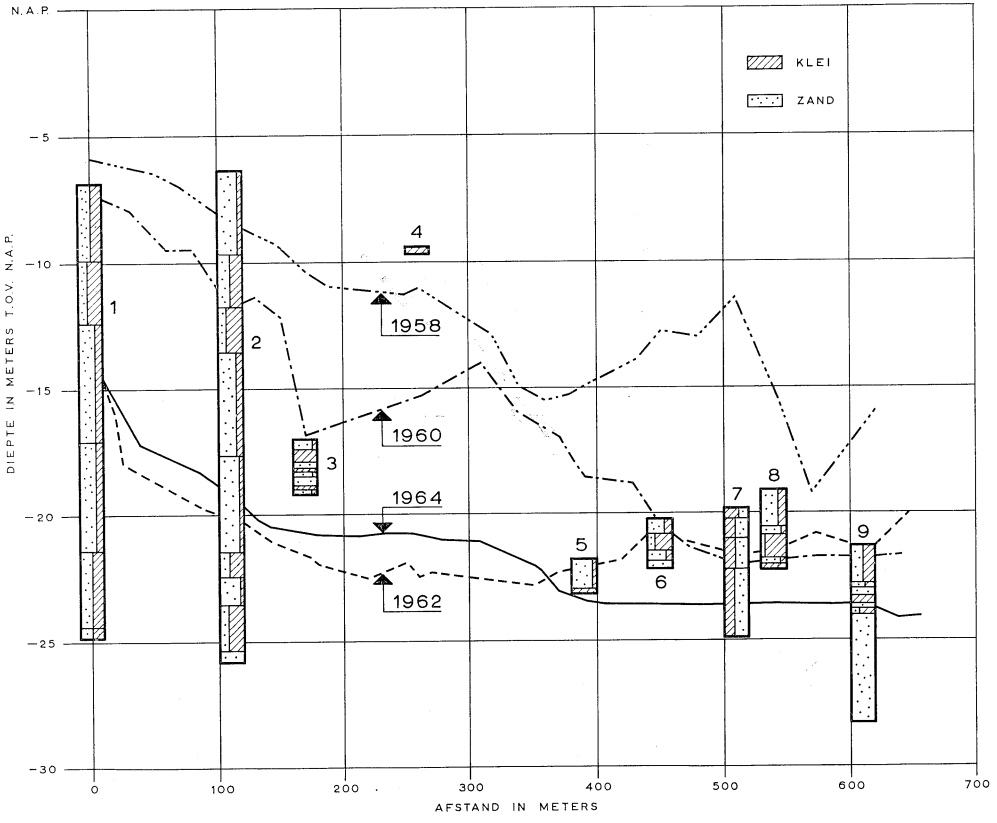
Zoals de modelproeven hadden doen voorzien bleek deze bezinking bepaald niet overbodig; in 1958 en 1961 moest ze zelfs nog worden uitgebreid.
De aanwezigheid van de bouwput leidde al dadelijk tot een plaatselijke verandering in het stelsel van geulen en ondiepten. Nabij Q ontwikkelde zich in 1958 een diepe put met een min of meer ronde vorm, terwijl zich langs de noordelijke begrenzing (traject R-S-T)

Situatie met dieptelijnen in 1959 en 1964
Slijkgat, trog en Rak van Scheelhoek

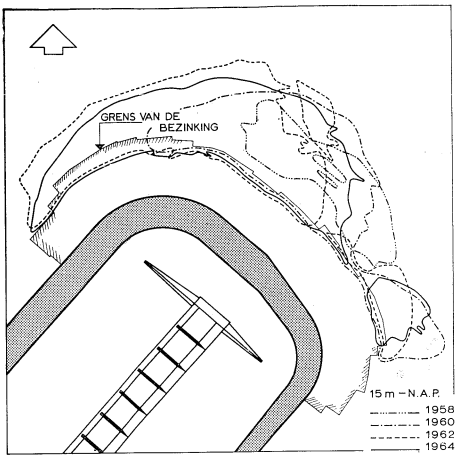




Situatie van de boorpunten in de trog



De bodemopbouw ter plaatse van de trog volgens verrichte boringen

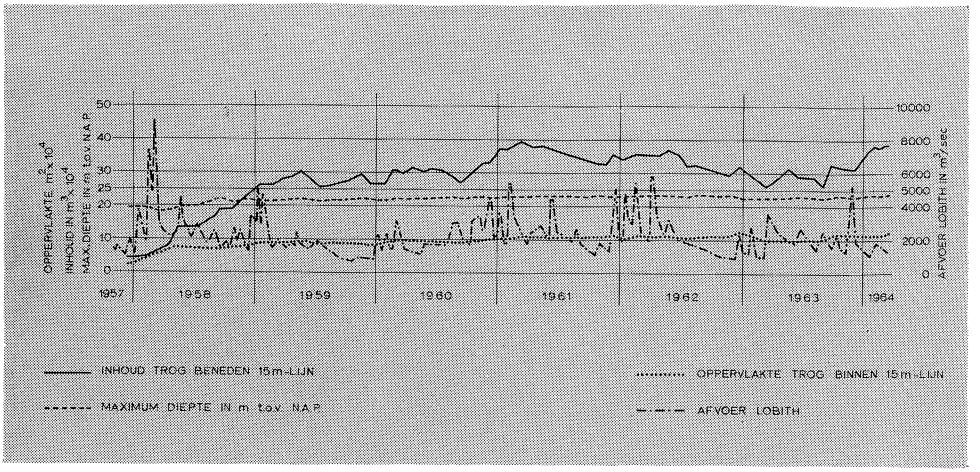


Het 'wandelen' van de trog in de jaren 1958–1964

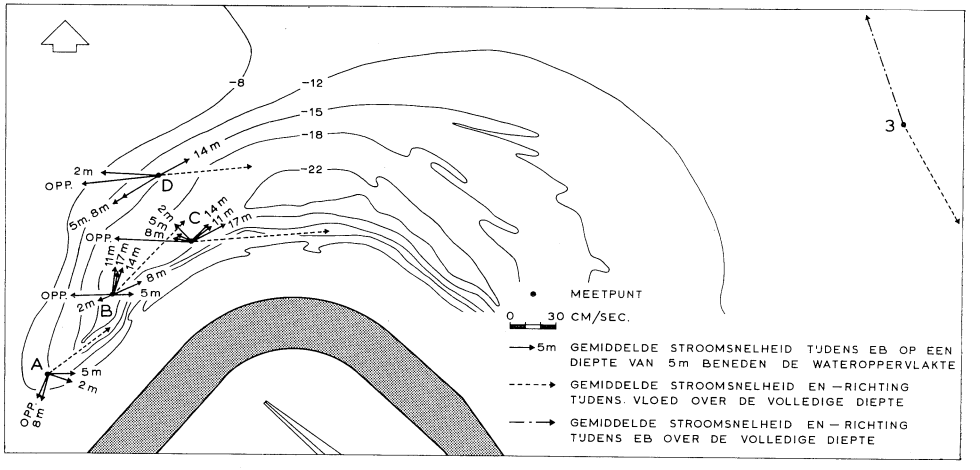
van de ringdijk een diepe trog vormde, die tevens de noordwestelijke afronding, nabij S, volgde en zich in later jaren nog ongeveer 260 m in de richting van T uitbreidde.
Er is een samenhang tussen deze ontwikkeling en die van het Slijkgat, welke geul langs de noordkust van Goeree loopt. De vloedstroom van het Slijkgat schaarde zich steeds meer in in de richting van de trog.
De minimale breedte van de verbinding tussen het Slijkgat en de trog was in 1959 op de dieptelijn van N.A.P. – 5 m nog slechts 20 m, in oktober 1963 bedroeg zij reeds 125 m. In het korte tijdvak van oktober 1963 tot februari 1964 nam deze breedte zelfs toe tot 180 m. Met de verbreding ging een geleidelijke verdieping gepaard.
De verbinding tussen het Slijkgat en de trog nam als stroomgeul in betekenis steeds toe. De vloedstroom moet, komend vanuit het Slijkgat via de trog, een hoek van ongeveer 90° maken, en daarna langs de noordwestzijde van de bouwput weer een richtingsverandering van 90° ondergaan. Zowel bij eb vanuit het Haringvliet als bij vloed vanuit het Slijkgat verloopt de stroming dus volgens een Z-vormige figuur. Daarnaast trekt bij vloed een deel van het water, komend door het Slijkgat, ook door het Pampus ten zuiden van de bouwput. Bij eb heeft hetzelfde stroomverloop in tegengestelde richting plaats. De bouwput zelf veroorzaakt bij vloed een splitsing in de waterstroming door het Slijkgat.

Om de diepteveranderingen in de bodem van het Haringvliet nabij de bouwput en met name in de trog langs de noord-, west- en noordwestzijde op de voet te kunnen volgen, worden sedert eind 1957 min of meer frequent lodingen verricht door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst te Hellevoetsluis.
Deze lodingen geven op zichzelf geen aanwijzingen omtrent de oorzaak van de veranderingen in de bodemfiguratie. In feite geven ze niets anders dan een momentopname van de bodemtopografie.
Veelvuldige lodingen maken in samenhang met gegevens omtrent de aard van het bodemmateriaal, stroom, wind, golven, afvoer van Rijn en Maas een onderzoek naar de oorzaken van de veranderingen in de bodemfiguratie mogelijk.
Uit bodemmonsters bleek, dat de bodem in hoofdzaak bestaat uit zand- en kleilenzen van uiteenlopende dikte en uitgestrektheid. Blijkens de in 1958 opgetreden uitschuring van de bodem tot een diepte van maximaal 9 m, was de erosieweerstand aanvankelijk

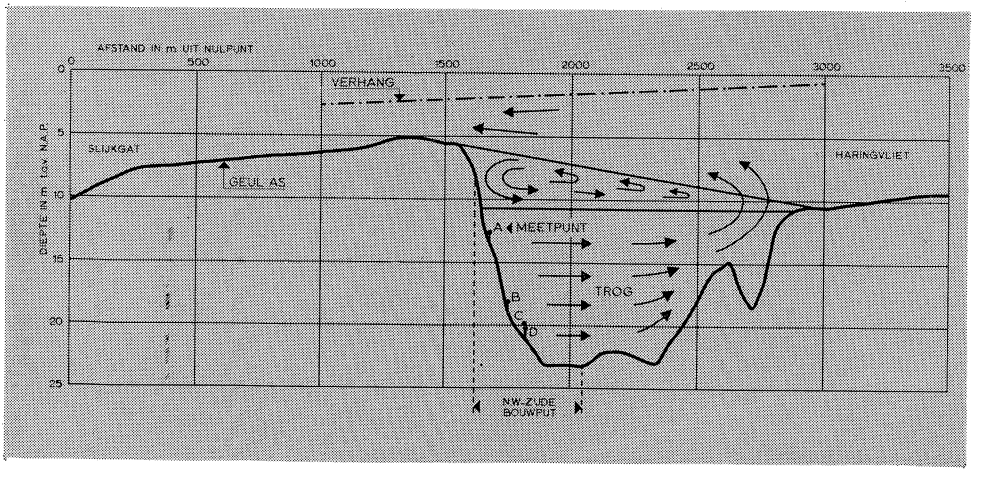
1


OPPERVLAKTE IN m² x 10⁴
INHOUD IN m³ x 10⁶
MAX. DIEPTE IN m t.o.v. N.A.P.
AFVOER LOBITH IN m³/sec
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
INHOUD TROG BENEDEN 15m-LIJN
MAXIMUM DIEPTE IN m t.o.v. N.A.P.
OPPERVLAKTE TROG BINNEN 15m-LIJN
AFVOER LOBITH

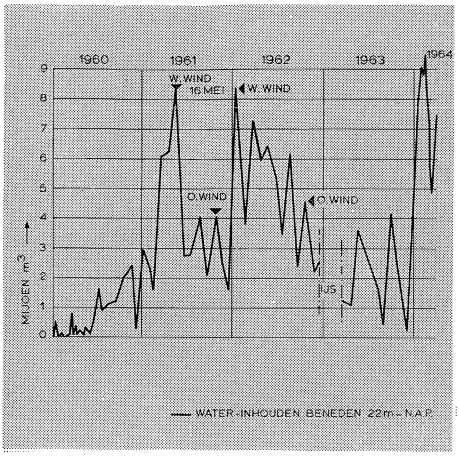
3


-8
-12
-15
-18
-22
3
2m
OPP.
14m
D
5m. 8m
C
11m
17m
E
8m
B
A
MEETPUNT
0 30 CM/SEC.
5m GEMIDDELDE STROOMSNELHEID TIJDENS EB OP EEN DIEPTE VAN 5m BENEDEN DE WATEROPPERVLAKTE
GEMIDDELDE STROOMSNELHEID EN —RICHTING TIJDENS VLOED OVER DE VOLLEDIGE DIEPTE
GEMIDDELDE STROOMSNELHEID EN — RICHTING TIJDENS EB OVER DE VOLLEDIGE DIEPTE

5


AFSTAND IN m UIT NULPUNT
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
DIEPTE IN m t.o.v. N.A.P.
VERHANG
SLIJKGAT
GEUL AS
HARINGVLIET
A MEETPUNT
TROG
B
C
D
NW-ZIJDE BOUWPUT

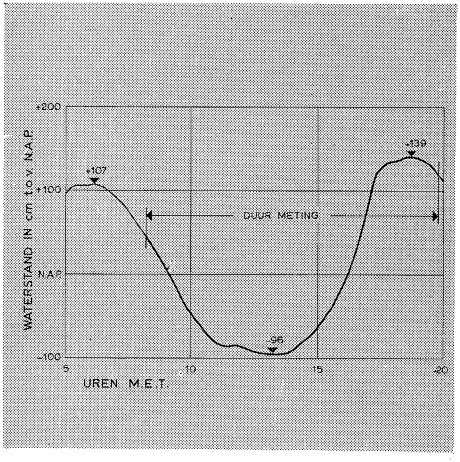
2



1 Het verloop van de wijzigingen in inhoud, oppervlakte en maximum diepte van de trog in relatie tot de afvoer bij Lobith in de jaren 1957–1964

2 Het verloop van de inhoud van de trog beneden N.A.P. – 22 m in de jaren 1960–1964

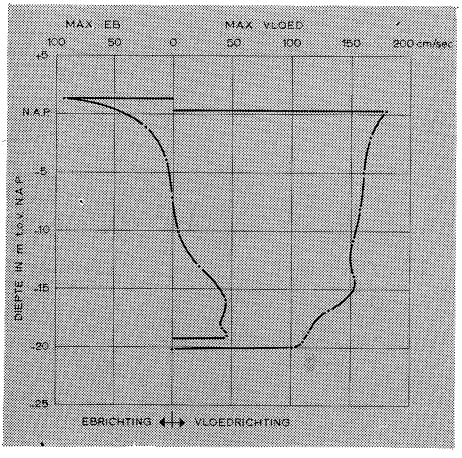
4



3 Situatie van de meetpunten tijdens de stroommeting op 17 febr. 1964

4 Getijlijn te Hellevoetsluis op 17 febr. 1964

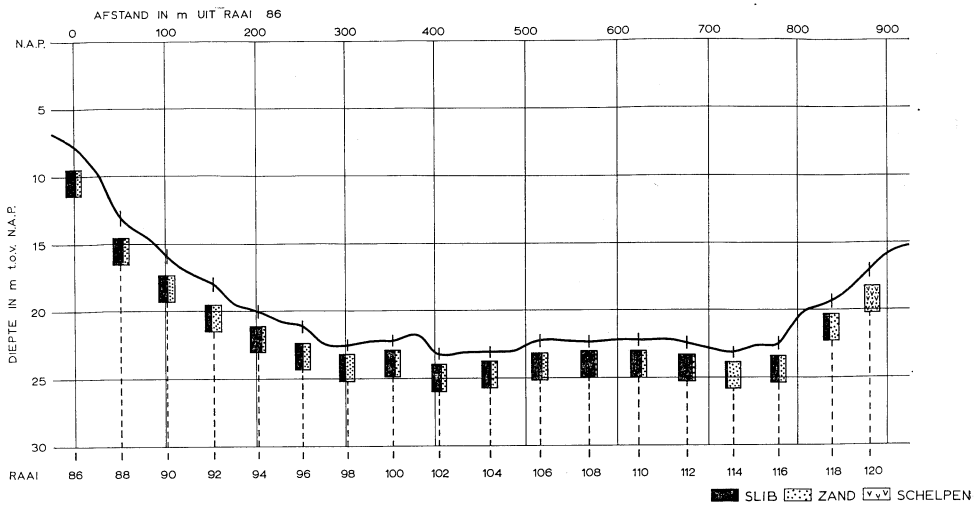
6



5 Stroommeting op 17 febr. 1964
Stroombeeld bij eb in de trog. Verticale neer

6 Stroommeting op 17 febr. 1964
Stroomverticaal in het meetpunt C, bij maximum eb- en maximum vloedsnelheid aan de oppervlakte

1



gering. Daarna stiet de stroom op grotere weerstand; vermoedelijk op dikkere kleilenzen met een grotere erosiebestendigheid. Eerst in 1961 is door verdere uitschuring van de bodem de trog in zuidwestelijke richting aanzienlijk vergroot. Dit maakte de uitbreiding van de bestaande bezinking noodzakelijk.

In de periode 1961–februari 1964 is de trog herhaaldelijk op een onregelmatige manier van vorm en omvang veranderd.

In het laatste kwartaal van 1960 begon de uitbreiding in zuidwestelijke richting opnieuw; in februari 1961 reikte zij verder dan ooit tevoren. In de loop van 1961 zette dit proces zich voort, doch sinds 1962 verplaatste de trog zich noordoostwaarts totdat, in februari 1963, de situatie ongeveer overeenkwam met die van februari 1959.

In februari 1964 bereikte de trog zijn grootste uitbreiding in zuidwestelijke en zuidoostelijke richting.

De diepte nam in de loop van 1959–1961 toe tot N.A.P. – 23.40 m. Zowel in 1961 als in begin 1964 werd een record-diepte bereikt van N.A.P. – 23.40 m. De as van de trog – de verbindingslijn tussen de diepste punten – heeft sinds 1958 vrijwel dezelfde ligging behouden.

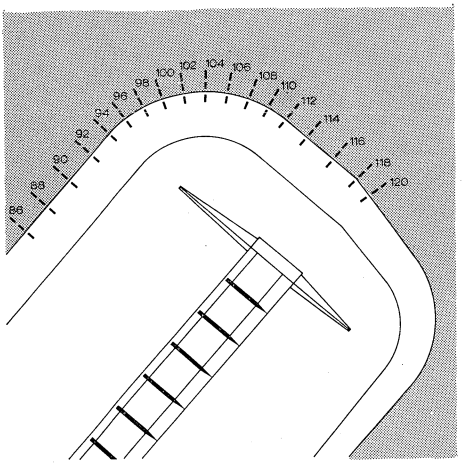
Opmerkelijk is voorts dat de oppervlakte van de trog binnen de dieptelijn van N.A.P. – 15 m voor de jaren 1959–1964, nauwelijks aan verandering onderhevig was. Daarentegen blijkt de inhoud van de trog vanaf januari 1959 tot maart 1964 beneden N.A.P. – 15 m geschommeld te hebben tussen 250 000 en 400 000 m³. Het grootste volume werd bereikt in maart 1961, en nagenoeg hetzelfde volume in maart 1964.

Daar de gemiddelde diepte van de trog en de oppervlakte binnen eerdergenoemde dieptelijn nagenoeg constant bleven, zijn de grootste veranderingen in de profielen van de trog voorgekomen tussen de dieptelijnen van 15 en 23 m beneden N.A.P. De taludhellingen varieerden daar van 1 : 4 tot 1 : 10.

Vrij sterke schommelingen kwamen voor in de diepste delen van de trog, beneden N.A.P. – 22 m. Het is opmerkelijk dat de grootste inhouden beneden dit vlak tot nu toe zijn opgetreden in de maand januari. Zowel in 1962 als in 1964 was dit het geval. Hoewel de grootste uitgebreidheid van de trog beneden N.A.P. – 22 m ontstond in februari 1964, is toen toch geen grotere diepte dan N.A.P. – 23,40 m opgetreden.

Omtrent de oorzaken van deze schommelingen bestaan wel vermoedens, zonder dat men

2



1 Bodemsamenstelling in de as van de trog, bepaald uit grijpermonsters

2 Situatie van de meetraaien langs de N.W.-kant van de bouwput

ze evenwel met zekerheid kan aanwijzen. Het was wel opvallend, dat de grootste inhouden optraden na perioden met westenwind in combinatie met vrij geringe afvoer van de bovenrivieren.

Voor een nader inzicht in het gedrag van de trog werd de waterbeweging erin bestudeerd aan de hand van een 13-uurs stroommeting, verricht op 17 februari 1964 in een 4-tal punten aan de noordwestkant van de bouwput.

Drie van deze meetpunten, A, B en C, lagen op de zuidwestelijke helling van de trogas op onderlinge afstanden van ± 140 m. Het vierde punt (D) lag op de noordwestelijke helling van de trog.

Om te kunnen beoordelen in hoeverre het stroomverloop op de bewuste dag in overeenstemming was met dat bij vorige metingen in de hoofdgeul, werd tevens gemeten in meetpunt 3, gelegen in de as van de ontworpen afsluitdam van het Haringvliet door het Rak van Scheelhoek. In dit meetpunt waren in 1963 reeds 11 eb- en 15 vloedstroommetingen verricht, zodat dit meetpunt als referentiepunt fungeerde.

Uit de resultaten van deze laatste metingen was gebleken, dat de gemiddelde stroomsnelheid bij eb iets groter is dan die bij vloed. De eb duurt ongeveer 2 uur langer dan de vloed.

Op 17 februari 1964 bedroeg het getijverschil tijdens springtij, na 4 dagen aanhoudende oostenwind, gedurende de stroommeting van HW naar LW 203 cm en van het volgende LW naar HW 235 cm. Hierbij moet worden opgemerkt dat de wind inmiddels tijdens het laatste deel van de vloed van oost naar noordwest was gedraaid. De voorspelling was geweest: resp. 217 en 228 cm. Bij een afvoer van 1670 m³ – omstreeks 700 m³ lager dan de gemiddelde afvoer – te Lobith bedroeg de gemiddelde stroomsnelheid in het referentiepunt bij eb en vloed resp. 126 cm/sec. en 150 cm/sec., terwijl in de meetpunten A t/m D de gemiddelde snelheid over de gehele vloedperiode resp. 50, 67, 90 en 62 cm/sec. bedroeg. De tijdens eb gemeten stroominrichtigen in de meetpunten A t/m D bleken in de verticaal zeer variabel te zijn, zodat voor deze meetpunten geen gemiddelde stroomsnelheid over de verticaal kon worden bepaald.

Bij nadere beschouwing van de stroomrichtingen gedurende de eb blijkt, dat die in de meetpunten C en D vanaf het wateroppervlak tot 8 m beneden dit oppervlak ongeveer de normale eb-richting hebben, terwijl vanaf 11 m beneden het wateroppervlak tot de bodem

de stroom nagenoeg de tegengestelde richting heeft. In de daartussen gelegen diepten is de waterbeweging zeer turbulent en ze verandert er geleidelijk van richting.
In meetpunt B is reeds vanaf 5 m beneden het wateroppervlak, de stroomrichting tegengesteld aan die bij het oppervlak. In meetpunt A werd een overeenkomstig verloop gemeten.
Bij vergelijking van de stroomrichtingen bij eb in punten beneden 5 m onder de wateroppervlakte blijkt dat gedurende een deel van het ebgetij een neer in het horizontale vlak is opgetreden, gecombineerd met een neer in het verticale vlak. Deze verticale neer is schematisch weergegeven, evenals het turbulente overgangsgebied. De verticale neer wordt veroorzaakt door de plotselinge diepteverandering als de eb de trog binnentreedt.
Bij de vloed komt deze diepteverandering voor als ze de trog verlaat; de snelheden bij de vloed hebben een veel gelijkmatiger verloop en duidelijke neren komen niet voor. Uit het voorgaande volgt, dat gedurende het overgrote deel van het getij de stroom langs de bodem van de trog eenzelfde richting heeft, nl. de vloedrichting.
In een illustratie zijn de gemeten stroomverticalen in punt C bij maximum eb- en vloedsnelheid gedurende de meetdag weergegeven. De maximale snelheden op 1 m boven de bodem en aan het oppervlak zijn in het volgende staatje vermeld.

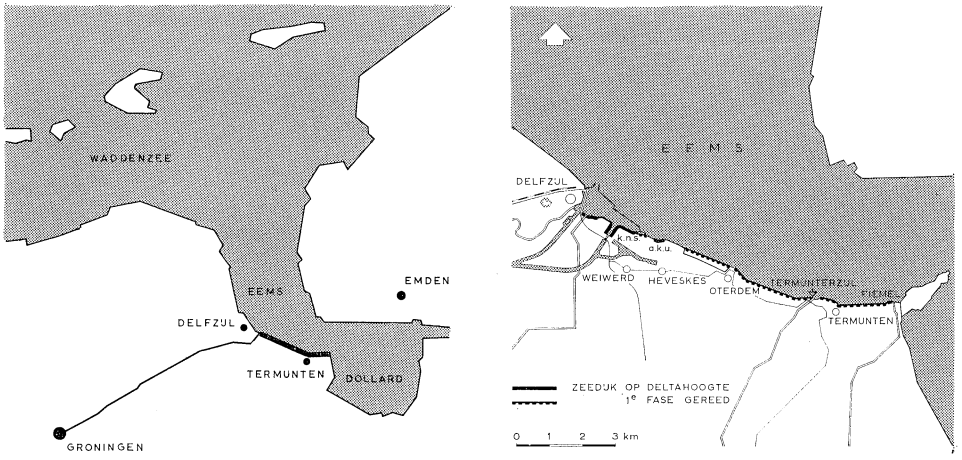
	A	B	C	D	3 (ref. punt)	
max. eb 1 m boven de bodem	27	–	68	37	94	cm/sec.
max. eb aan de oppervlakte	38	46	94	118	193	cm/sec.
max. vloed 1 m boven de bodem	74	94	122	94	122	cm/sec.
max. vloed aan de oppervlakte	148	112	176	161	174	cm/sec.

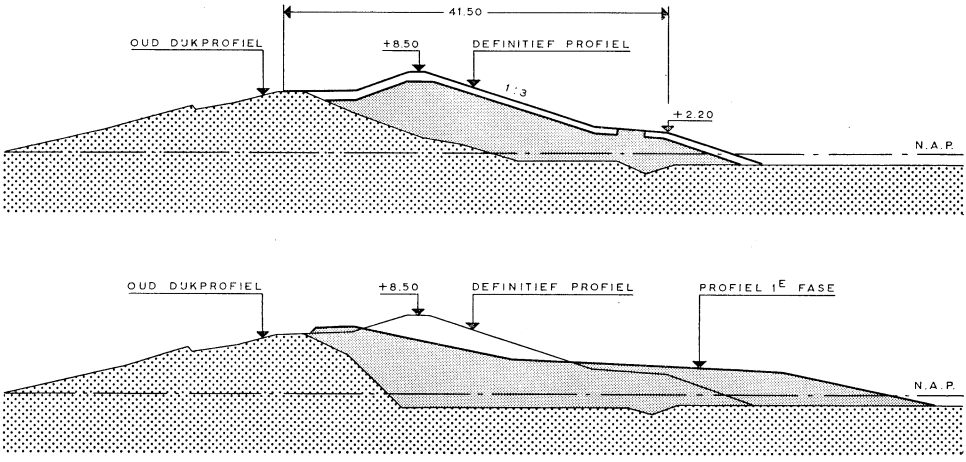
Deze snelheden zijn bij eb kleiner dan de stroomsnelheden die op eenzelfde hoogte boven de bodem in de geulen van het Haringvliet worden gemeten; bij vloed echter zijn ze van dezelfde orde van grootte.
Op de bodem van de trog bevindt zich, volgens monsters die met een grijper zijn omhooggehaald, slib met hier en daar zeer fijne zanddelen. Op de taluds komt practisch alleen zand voor. Dit lichte materiaal, dat vanuit de nabij gelegen geulen en platen onder bepaalde omstandigheden in de trog wordt gebracht, kan echter ook gemakkelijk worden weggevoerd. Dit geeft aanleiding tot de vermelde schommelingen in de diepte beneden N.A.P. – 22 m.
De voorgaande beschouwingen betreffende de vorm van de trog en het verloop van de maximum diepte hebben tot de conclusie geleid, dat de veranderingen in de laatste jaren nagenoeg als schommelingen rond een evenwichtstoestand kunnen worden beschouwd. Grote verdiepingen in korte tijd worden daarom niet verwacht. Het werd dan vooralsnog niet nodig geoordeeld de bezinking uit te breiden. Een regelmatige controle van de diepteveranderingen in de trog blijkt echter noodzakelijk omdat in de diepste punten bijna de onderkant van een daar gelegen kleilaag is bereikt.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de provinciale zeedijk langs de Eems door de Provinciale Waterstaat van Groningen

Al in 1958, toen de voorhaven voor het nieuwe zeesluizencomplex ten oosten van Delfzijl werd gegraven, heeft de Provinciale Waterstaat van Groningen, in aansluiting op dit werk, een dijkvak van 300 m langs het terrein van de Koninklijke Nederlandse Soda Industrie N.V. op deltahoogte gebracht. In 1960 echter is een begin gemaakt met een werk op veel groter schaal; de verhoging van de gehele zeedijk tussen Delfzijl en Fiemel. Aan de verhoging van dit dijkvak is voorrang verleend omdat het beschermde gebied zeer laag gelegen is, er geen slaperdijken aanwezig zijn, behoudens nabij Termunterzijl, en de stormaanval erop zeer zwaar is.
De nieuwe kruinhoogte van de dijk varieert in het havengebied van Delfzijl van N.A.P. + 7,20 m tot 8,20 m, bedraagt voor het tijdvak tussen de haven en Oterdum N.A.P. + 8,30 m en voor het oostelijk daarvan gelegen gedeelte N.A.P. + 8,50 m.
De ondergrond bestaat tot grote diepte (10 à 12 m) uit slappe veen- en kleilagen. Door het Laboratorium voor Grondmechanica wordt een zakking verwacht van gemiddeld 1,75 m. Ten oosten van Termunten wordt plaatselijk zelfs een zakking tot 3 m mogelijk geacht. Met het oog op de standzekerheid werd geadviseerd de dijk in twee fasen op deltahoogte te brengen; in de eerste fase moet al het voor de verhoging nodige zand opgespoten en onder een voorlopig profiel gebracht worden, enkele jaren daarna kan, in tweede fase, het definitieve profiel worden gemaakt.
In 1960 is over een lengte van 2,5 km begonnen met de verhoging in eerste fase van het dijkvak tussen Oterdum en Termunterzijl. De bedoeling was het vooropige profiel bij het opspuiten van het zand onmiddellijk reeds zoveel mogelijk te benaderen; daartoe zou het zand in drie lagen worden opgespoten. Na het aanbrengen van de tweede laag echter traden op verscheidene plaatsen over een gezamenlijke lengte van ruim 800 m grote evenwichtsverstoringen op. In overleg met het Laboratorium voor Grondmechanica werd toen besloten zand uit de eerste laag langs de perskade te ontgraven, daarmede de kop van het voorlopige profiel te maken en vervolgens de ontstane sleuf langs de perskade weer vol te spuiten met zand.
Toen in augustus 1961 het droge grondwerk nagenoeg gereed was, traden opnieuw, thans kleinere, evenwichtsverstoringen op over een lengte van ruim 900 m. Besloten is toen het





voorlopige profiel te wijzigen, waarbij de kruinbreedte van 10 m tot 5 m werd teruggebracht en het binnentalud een helling verkreeg van 1 : 5 à 1 : 6. Hierna zijn geen afschuivingen meer opgetreden. De resterende hoeveelheid zand van ± 100 000 m³ zal in de komende jaren in den droge worden aangebracht.

In de jaren 1961 t/m 1963 werd door de Provinciale Waterstaat in combinatie met het opspuiten van industrieterreinen bij Delfzijl, Weiwerd (K.N.S.) en Heveskes (A.K.U.) tevens het zand voor drie dijkvakken, elk lang 300 m, aangebracht en enige tijd daarna onder definitief profiel gebracht. Het zandlichaam werd afgedekt met een laag klei, aan de buitenzijde en op de kruin 1 m en aan de binnenzijde 0,60 m dik. Tevens werd het ruim 100 m lange dijkvak langs het opgehoogde opslagterrein van de Rijkswaterstaat ten oosten van de zuidelijke coupure voor de rijksweg met klei op deltahoogte gebracht.

Met de verhoging in eerste fase van het ongeveer 2,5 km lange dijkvak tussen Termunterzijl en Fiemel werd begonnen in 1962. Gezien de tussen Oterdum en Termunterzijl opgedane

Situatie van de zeedijk langs de Eems

Dwarsdoorsneden van de dijkverzwaring

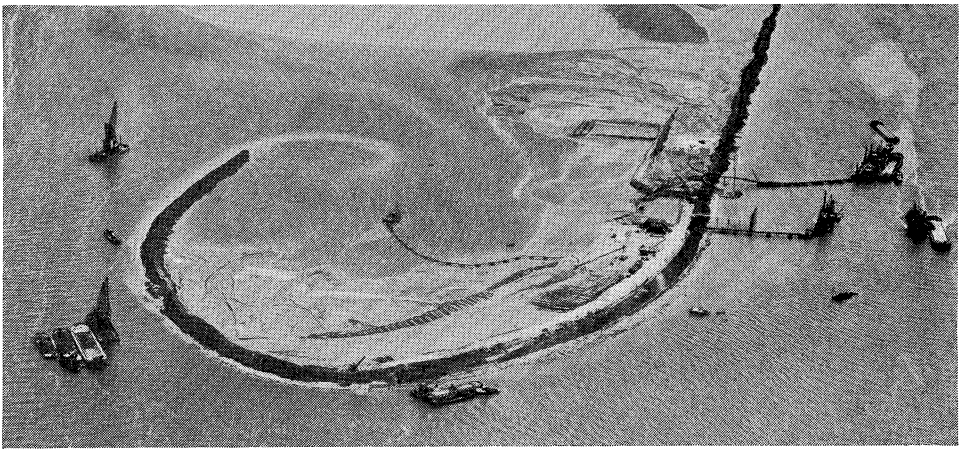
ervaring besloot de Provinciale Waterstaat het zand in één brede laag op te spuiten en daarna in den droge het voorlopige profiel te maken, met gebruikmaking van zand dat langs de perskade zou worden ontgraven. Het werk kwam in 1963 gereed en verliep zonder moeilijkheden.
In verband met de aanleg van industrieterreinen ten oosten van Delfzijl werd besloten de bestaande dijk langs de kwelder ten westen van Oterdum niet te verhogen, maar in plaats daarvan een nieuwe dijk van ca. 1,5 km, aan te leggen langs de noordelijke rand van de kwelder. Tussen lage perskaden is een ca. 40 m brede laag zand opgespoten en daarna afgedekt met 1 m klei, afkomstig uit de verlenging van de binnenhaven; de kruin is aangelegd op N.A.P. + 4,50 m.
Nog twee werken van de Provinciale Waterstaat werden uitgevoerd met klei uit de binnenhaven; de eerste aanzet voor de binnenwaartse verlegging van de zeedijk ten oosten van het terrein van de K.N.S. over een lengte van 500 m, — een werk dat noodzakelijk was geworden door de verlenging van de buitenhaven – èn de verhoging tot deltahoogte van ca. 800 m voorhavendijk bij het nieuwe zeesluizencomplex. Deze projecten werden uitgevoerd in 1962 en 1963.
In 1963 is in combinatie met het opspuiten van een industrieterrein bij Delfzijl het zand aangebracht voor de verhoging van een ca. 400 m lang dijkvak, dat in 1964 op definitieve hoogte zal worden gebracht.
Einde 1963 is door de Provinciale Waterstaat de bouw van een nieuw buitenhoofd voor de oude Eemskanaalsluis te Delfzijl aanbesteed en gegund.
Van de Eemsdijk ten oosten van Delfzijl was op 1 januari 1964 totaal ca. 2,1 km op deltahoogte gebracht, terwijl over een totale lengte van ca. 7,4 km het werk in eerste fase gereed of nagenoeg gereed is.

Ervaringen bij het maken van het werkeiland

Toen eenmaal was besloten het werkeiland te maken op de smal uitlopende westelijke punt van de Ballastplaat tussen het Nieuwe Robbengat en het Oort, stond het vast dat de bouw en het in stand houden van dit werkeiland bijzondere waterloopkundige problemen zouden opleveren. Een uitvoerig waterloopkundig modelonderzoek werd dan ook noodzakelijk geacht teneinde tot de juiste vormgeving en de gewenste volgorde van uitvoering van het werkeiland te komen.
Het is interessant om achteraf te zien hoe het plan is gegroeid, dank zij het steeds groter wordende inzicht omtrent hetgeen mogelijk en niet mogelijk zou zijn met de in de Lauwerszee beschikbare materialen en bij de optredende stroming.
De uitvoering van de Werkhaven in het Bootsgat bij Oostmahorn heeft vele ervaringen opgeleverd omtrent de verwerkbaarheid en de kwaliteit van de verschillende materialen in de Lauwerszee. Hierover werd reeds bericht in het Driemaandelijkse Bericht nr. 21. Zo was langzamerhand wel gebleken, dat het Lauwerszeezand weliswaar gemakkelijk te zuigen was, maar ook dat het vaak vrij sterk verontreinigd was en daardoor moeilijkheden opleverde op het zandstort. De wijze van verwerken van het zand moest bij deze eigenschap worden aangepast.
Het normale systeem, waarbij de specie na van de zeebodem te zijn opgezogen, vermengd met veel water, in een zandbak wordt gepompt, waarvan het overgrote deel van de verontreiniging met het opgepompte water overboord vloeit, levert de minste moeilijkheden op. Het zand dat ten tweede male door een bakkenzuiger uit de bakken wordt gezogen en vervolgens naar het werk geperst, zet zich op het zandstort gemakkelijk neer uit het afstromende perswater. In zo'n geval vertoont het zandstort een gunstige helling, bijvoorbeeld van 1 : 50 à 1 : 70.
Het aldus opgebrachte zand verkrijgt redelijk snel een voldoende stevigheid.
Wordt daarentegen verontreinigd zand van de bodem opgezogen – eventueel met gebruikmaking van een snijkop die het zand ter plaatse loswerkt – en via een flexibele leiding rechtstreeks in het werk geperst, dan zal het stort een heel flauwe helling krijgen, bijvoorbeeld van 1 : 100 à 1 : 200, omdat het afvloeiende perswater vele materiaaldeeltjes over grote afstanden meesleurt, alvorens deze af te zetten. Het opgebrachte materiaal heeft dan vaak lange tijd nodig om zodanig te consolideren dat er overheen kan worden gereden. Niettemin kan het voor de uitvoering in bepaalde omstandigheden gewenst zijn het zand rechtstreeks in het werk te persen, omdat dit goedkoper is, sneller werkt of zelfs de enige oplossing blijkt te zijn.

Het werkeiland op 25 juli 1962

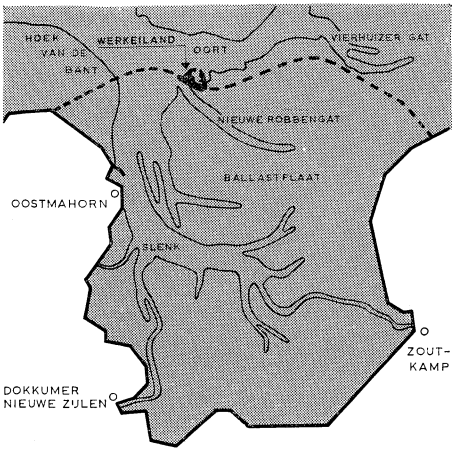
Het werkeiland op 31 mei 1963





Het werkeiland op 7 april 1964





Situatie van de werken in de Lauwerszee

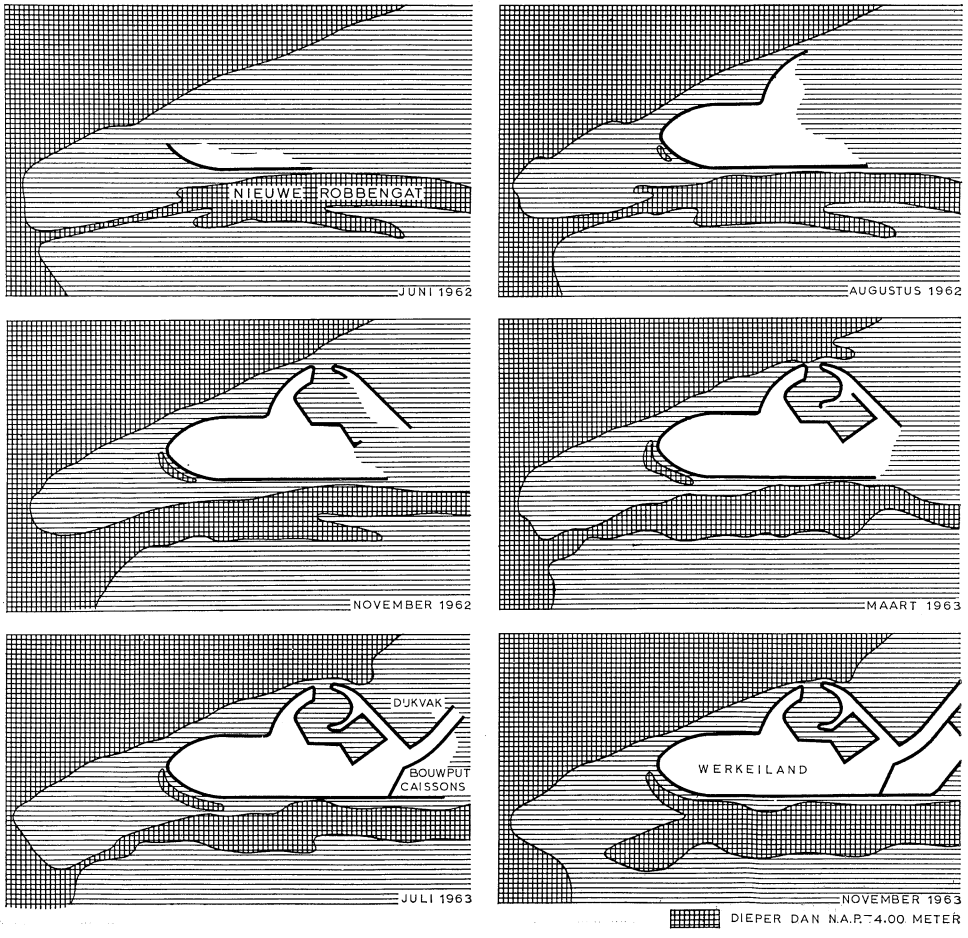
Een dergelijke omstandigheid deed zich met name bij het bouwen van het werkeiland voor, waar men de nadelen van deze methode op de koop toe nam. Het op diepte brengen van de havenkommen en van de bouwput voor de uitwateringssluizen móést namelijk wel geschieden met een profielzuiger, die de specie rechtstreeks in de op te hogen terreinen van het eiland spoot, omdat hier geen ruimte was om te manoeuvreren met zandbakken. De uitkomende specie was wel verontreinigd, maar toch te goed om zonder meer buiten het werk te worden weggespoten.

De keileem die in de Lauwerszee beschikbaar was, bleek matig golfbestendig. Een groot percentage van een eenmaal aangebrachte keileemdam verspoelt wanneer de wind in een ongunstige hoek zit en er veel golfslag optreedt. Van het uitgespoelde materiaal blijft dan niet veel meer over dan wat zand en een grote hoeveelheid stenen. De geologen treffen hierbij vaak interessante exemplaren aan; voor een perskade heeft dit materiaal echter weinig waarde.
Het alternatief voor keileem is mijnsteen, dat sedert enige jaren veelvuldig in de waterbouwkunde wordt toegepast. De aanschafkosten van de mijnsteen zijn weliswaar laag, maar het transport van Zuid-Limburg naar de Lauwerszeewerken is bijzonder kostbaar, zelfs wanneer dit per binnenschip geschiedt. Andere materialen, zoals bijvoorbeeld gebitumineerd zand, zouden nog veel kostbaarder zijn; 'verpakt' zand, dat zoals bekend bij de sluiting van de Grevelingendam zal worden gebruikt, was in 1962 nog niet ver genoeg ontwikkeld om op grote schaal te kunnen worden toegepast.
Ondanks de bezwaren die aan het gebruik van keileem zijn verbonden is dit materiaal voor het werkeiland aangewend. De verliezen waren vrij aanzienlijk; over het gehele werk ging ongeveer 60% van het aangevoerde keileem weer verloren. Het slechte weer in de zomer van 1962 met de naar verhouding vaak optreden zomerstormpjes veroorzaakte meermalen vertraging.
Voor de glooiingen zijn hoofdzakelijk koperslakblokken gebruikt. Deze zijn gemakkelijk te zetten, vormen een stevige glooiing met een groot gewicht per m² en kunnen eventueel later zonder bezwaar worden opgenomen en opnieuw verwerkt.
Gedeeltelijk is er bij de bouw van het werkeiland van de minder duurzame betonblokken gebruik gemaakt, om eventuele risico's tengevolge van de moeilijke aanvoer van de uit Oost-Duitsland afkomstige koperslakblokken enigszins te verkleinen. Omdat de meeste

glooiingen rondom het werkeiland van tijdelijke aard zijn en weer moeten worden opgebroken komt de toepassing van asfaltbeton als bekledingsmateriaal niet in aanmerking.
Over de zandplaat waarop het eiland werd gebouwd, trokken vrij felle dwarsstromen tussen het Oort en het Nieuwe Robbengat. Hiervan werd reeds een overzicht gegeven in het Driemaandelijks Bericht nr. 22.
Ondanks de tendens die de monding van het Nieuwe Robbengat de laatste jaren vertoonde, namelijk die van een voortgaande verplaatsing in zuidelijke richting, was het dwarsprofiel van dit uitmondingsgebied niet groot genoeg om al het water van het Nieuwe Robbengat te kunnen verwerken. Zodra namelij-k de betreffende zandplaat onder water kwam te staan trok er een felle dwarsstroom overheen van het Oort naar het Nieuwe Robbengat of andersom. Blijkbaar waren er andere, belangrijke invloeden, die de afschuring van deze landtong tengevolge van de overtrekkende stroom weer compenseerden en zelfs overtroffen. Welke deze oorzaken waren en welke evenwichtstoestand de geulen en de platen ter plaatse uiteindelijk bereikt zouden hebben is niet te overzien.
Het ligt voor de hand, dat wanneer de geconstateerde dwarsstromen als gevolg van de aanleg van het werkeiland worden geblokkeerd, het water nieuwe wegen gaat zoeken.
In het algemeen geldt het principe, dat het stromend water zo weinig mogelijk in de weg moet worden gelegd en dat het liefst geleidelijk in nieuwe banen moet worden geleid om het geen gelegenheid te geven het gemaakte werk aan te tasten. Ook bij de bouw van het werkeiland is van dit beginsel uitgegaan.
De aannemer werd er overigens vrij in gelaten hoe hij het eiland zou maken. Hem werd echter aanbevolen alle in de beginfasen uit te voeren werken zoveel mogelijk evenwijdig aan de optredende stromen te leggen. Verder was het met het oog op de golfslag wenselijk het werk zoveel mogelijk in de beschutting van de reeds voltooide gedeelten uit te bouwen. Dit betekende dat bij voorkeur van het westen uit moest worden begonnen.
Het bleek ook voor de aannemer van bijzonder belang te zijn in het waterloopkundig model de tijdens de verschillende bouwfasen optredende stroombeelden te zien. Hiervoor werd het werkeiland in het model van het betreffende gebied tijdens de maximale vloed- en ebstroom met behulp van bakstenen langzamerhand uitgebouwd, eerst op de aanbevolen wijze en vervolgens op verschillende andere manieren, die door de aanwezigen werden voorgesteld.
Duidelijk bleken de bezwaren wanneer men bijvoorbeeld het werk van twee plaatsen zou uitbouwen met een opening ertussen of wanneer de bouw van oost naar west zou geschieden. In deze beide gevallen zou de stroomaanval op het gereedgekomen werk veel heviger zijn.
De stroom heeft tijdens de uitvoering weinig invloed op de gemaakte werken gehad. De gevolgde werkwijze leidde er toe dat het verval tussen het Nieuwe Robbengat en het Oort over een steeds grotere breedte van de zandplaat langs de oostzijde van het werkeiland werd verdeeld. De verhanglijnen liepen dientengevolge steeds flauwer, zodat de stroomsnelheden langs de oostzijde bepaald niet hoog waren. Hier hebben zich aanvankelijk dan ook geen geulen over het wad gevormd.

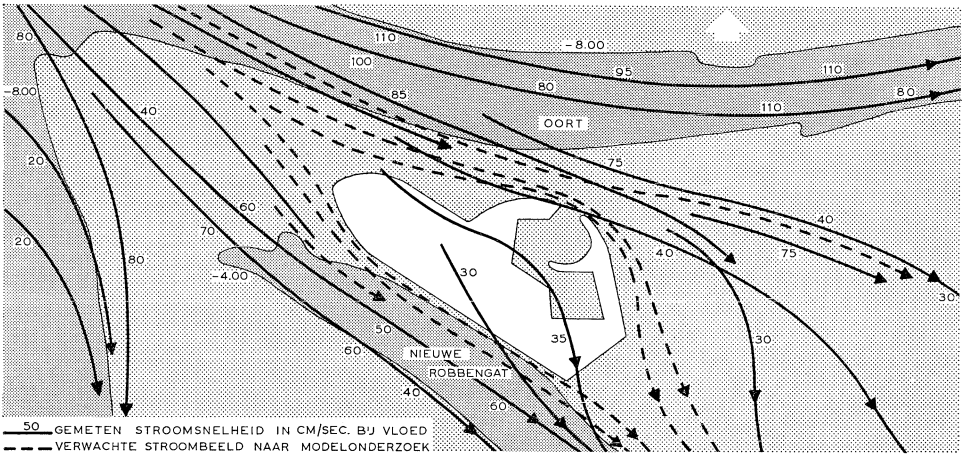
Geheel anders lag de situatie ten westen van de kop van het werkeiland. Hier begon dadelijk na het leggen van de eerste keileemkade enige oneffenheid te ontstaan op de zandplaat. De aanwezigheid van de keileemkranen, die hier vaak bij laag water droog vielen, veroorzaakte uiteraard nog extra plaatselijke uitschuringen.
Weldra ontstond er een geultje van ongeveer 10 m breedte, dat zelfs bij laag water niet meer doorwaadbaar was. Het is interessant om aan de hand van de peilingen te

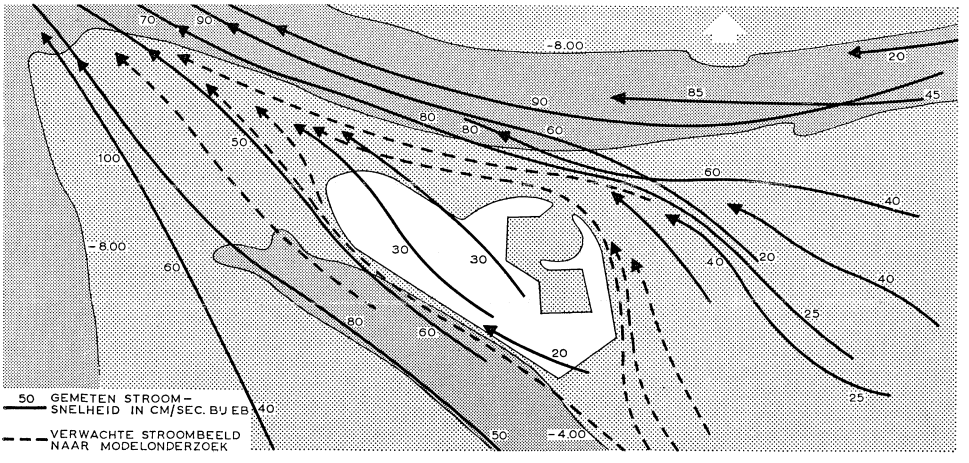
Tijdens de bouw van het werkeiland ontwikkelde zich aan de westzijde een nieuwe geul. De bouw van het eiland en geulontwikkeling gaan gelijk op

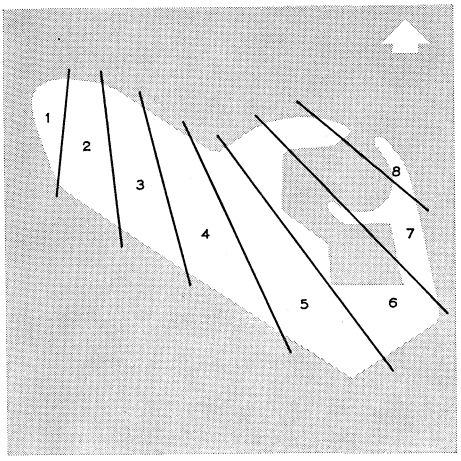


volgen, hoe deze geul langzamerhand is verruimd, waarbij het diepste punt vrijwel steeds op dezelfde plaats bleef.
De ontwikkeling ging als het ware schokgewijs, nu eens werd geconstateerd dat de diepste plaats een meter was verdiept, dan weer bleken de uitschuringen het grootste te zijn op enige afstand ter weerszijden daarvan, waarbij het diepste punt constant bleef. Door de voorgaande erosie werd de toestand langs het werkeiland zo, dat uitbreiding van de bezinking over 240 m langs de voet noodzakelijk werd. De grootste stroomsnelheden waren hier bij eb ongeveer 0,70 m/sec. en bij vloed 1,20 m/sec.; iets groter dan volgens de voorspellingen van het waterloopkundig laboratorium.
Ongeveer eind 1962 leek een zekere evenwichtstoestand bereikt te zijn. De stroom die door het werkeiland werd geblokkeerd trok nu langs de westzijde daarvan.

Stroomsnelheden bij eb en bij vloed ter plaatse van het te bouwen werkeiland







De vorm van het werkeiland en de vorm van de bouwstadia werden aangepast aan de stroomrichtingen

In 1963 werd een dijkvak, lang 1500 m, gemaakt en bovendien een dijk rondom de bouwput voor de caissons die voor de uiteindelijke sluiting zullen worden gebruikt. De blokkering van de overtrek tussen het Oort en het Nieuwe Robbengat was nu volkomen. Dit had twee gevolgen: de evenwichtstoestand ten westen van het werkeiland werd opnieuw verstoord en er trad geulvorming op langs de bouwput voor de caissons.
De grootste diepte in de geul langs de westpunt van het werkeiland bedroeg in april 1963 ruim N.A.P. – 5 m. In de loop van 1963 en in begin 1964 bereikte de geul een nieuwe evenwichtsdiepte van ongeveer N.A.P. – 8 m. De geul brak niet geheel door de zandplaat ten westen van het werkeiland heen; aan de noordzijde bleef deze plaat in stand.
Een merkwaardig verschijnsel deed zich voor in het mondingsgebied van het Nieuwe Robbengat, waar tijdens het maken van het werkeiland een geul was gebaggerd ten behoeve van de aanvoer van materialen enz. Deze had aanvankelijk een bodemdiepte van N.A.P. – 5 à 7 m bij een breedte van 50 m. Momenteel is deze geul echter – ondanks de een bijna 40% sterkere stroom door het Nieuwe Robbengat – weer geheel verzand, zodat de toestand van 1960 weer is bereikt. Kennelijk vormt de geul langs de westpunt van het werkeiland een gemakkelijker weg voor het water dan de kunstmatige geul.
Aan de oostzijde van het werkeiland ontstond na de voltooiing van het dijkvak van 1500 m een vrij aanzienlijke stroming over de Ballastplaat. Vrijwel al het water bezuiden dit dijkvak stroomde nu bij eb via het Nieuwe Robbengat naar zee. Toen de dijk om de bouwput voor de caissons gereedgekomen was, vond het water een aangrijpingspunt op de oostelijke hoek hiervan, hetgeen binnen zeer korte tijd de vorming van een geul tussen deze hoek en het Nieuwe Robbengat tengevolge had.
Daarentegen zette zich in enkele maanden een enkele dm dikke laag slib af in de hoek tussen het dijkvak en de bouwputdijk. Het zal interessant zijn de verdere geulvormingen op de Ballastplaat in de komende jaren te volgen.

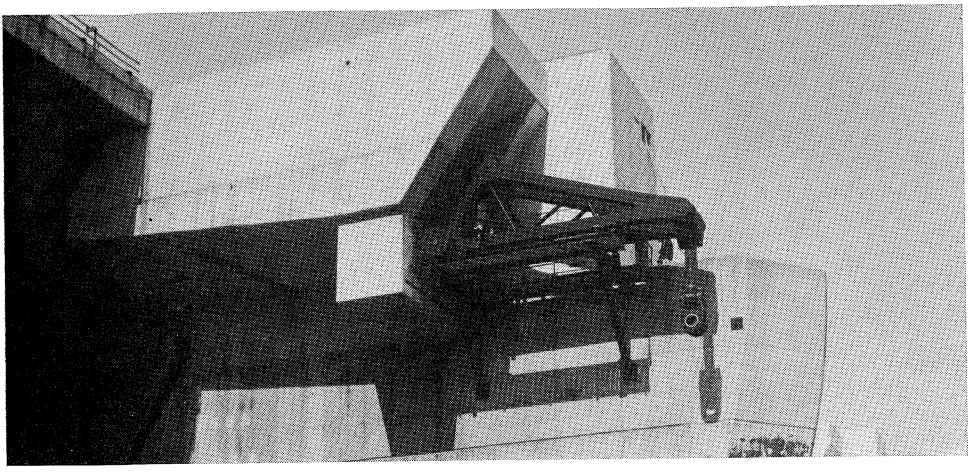
A. De werken van het Deltaplan

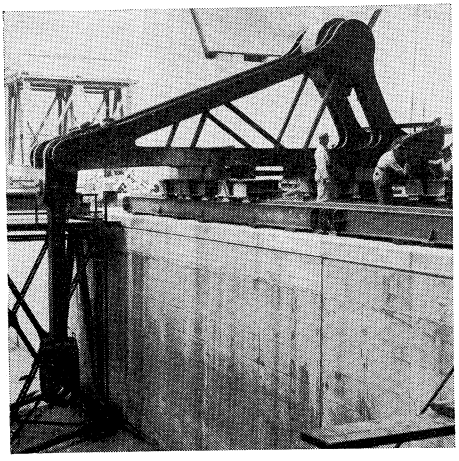
De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Daar medio februari vloer 17 voor de 'Nablakraan' bereikbaar moest zijn met het oog op de plaatsing van de schuiven, dienden de stortebedden van gewapend beton aan de rivierzijde van de sluis en de daarop rustende aarden kraanbaan vóór die tijd gereed te zijn. Ondanks minder goede weersomstandigheden konden die werkzaamheden vóór die datum worden voltooid. Men heeft door middel van stoom de temperatuur van het zand en grind verhoogd.
Ook de aanmaak van betonpalen, ten behoeve van de stortebedden aan de zeezijde, ondervond geen noemenswaardige vertraging, doordat men het verharden in een tweetal, voor dit doel gemaakte verwarmde ruimten deed plaatsvinden.
De bouw van de machinekamers op de pijlers daarentegen werd door de winter wel iets vertraagd. Aan het eind van de verslagperiode waren 11 pijlers voorzien van machinekamers. Nadat de bouw van het noordelijk landhoofd enkele maanden had stil gelegen in verband met het maken van de laatste Nablaliggers, werd de bouw van dit onderdeel wederom voortgezet.
Op de liggers en pijlers worden momenteel leuningen geplaatst. Met het oog op de grote vochtigheid in de pijlers en liggers werd er geen verfwerk verricht en werden er geen tegels gezet. Voor de stortebedden aan de zeezijde werden 856 palen ingeheid. In deze periode werd 23 490 m^3 beton gestort, waarvan 15 553 voor de stortebedden. In een vrij regelmatig tempo worden de stalen schuiven, gieken en armen aangevoerd, die, in afwachting van verdere montage, op diverse vloeren liggen opgeslagen.
De gieken behorende bij de rivierschuif van vloer 17 zijn inmiddels gemonteerd. In totaal zijn tot nog toe 10 halve schuiven met de daarbij behorende armen en gieken aangekomen.
Bij de bewerking van de lagerhuizen, waarmee de schuiven aan de nablaliggers zijn verbonden, is gebleken dat in deze gietstalen stukken ernstige krimpscheuren voorkomen. Zij moeten worden vervangen door nieuwe; de montage van de schuiven in de sluis zal hierdoor niet worden vertraagd.

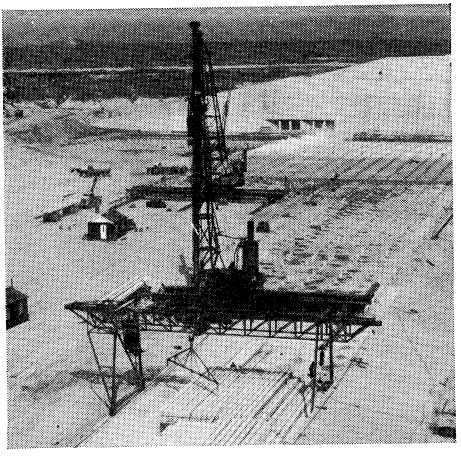
De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

De 35 m brede sleuf, die aan de rivierzijde van de sluis gegraven moest worden





Monteren van bewegingswerken voor de schuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet



Heien van de palen voor de stortebedden aan de zeezijde van de uitwateringssluizen

om het betonnen stortebed te kunnen maken, is gereed gekomen.
Aan de zeezijde werden met de ontgraving goede vorderingen gemaakt. Een gedeelte werd op diepte gegraven en geprofileerd. Om hinderlijk zandverstuiven tegen te gaan werd het beloop van 1 : 3 tegen de ringdijk met stro ingeëgd. Het ontgraven zand, dat met auto's naar het stort ten oosten van de bouwput wordt vervoerd, wordt door de cutterzuiger 'M.C. Vaarwater' via een tussenpompstation naar een stort ten zuiden van de schutsluis geperst.
Op de Plaat van Scheelhoek wordt een tweede stort in gereedheid gebracht, terwijl voor het opspuiten van de dijk westelijk van de haven van Dirksland, een persteiger werd gemaakt.
In totaal was aan het eind van de verslagperiode ± 720 000 m³ zand ontgraven, waarvan ± 350 000 m³ werd opgezogen en weggeperst. ± 100 000 m³ werd verwerkt in ophogingen binnen de bouwput en wel voornamelijk in de kraanbaan langs de rivierzijde van de sluis.

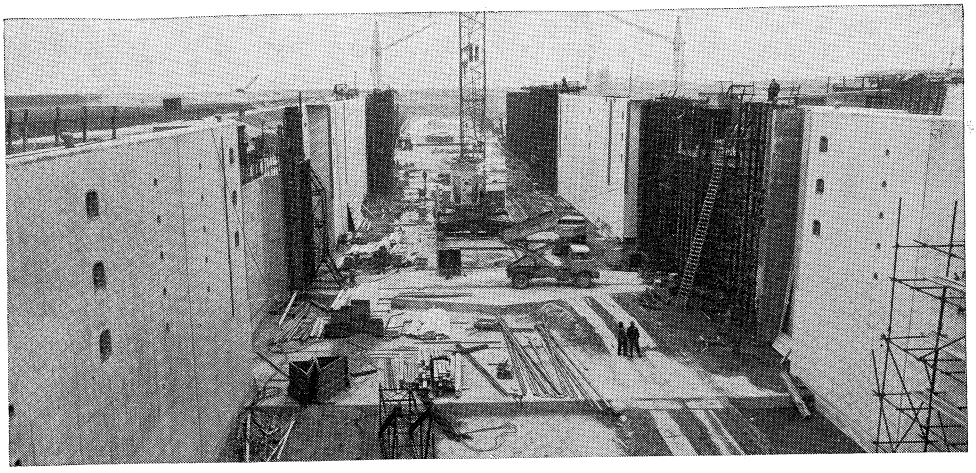
Overzicht van de bouw van de sluizen in het Volkerak

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Op het aanleggen van twee luchtbellenschermen na ter plaatse van het binnen- en buitenhoofd, is de gehele sluis in de dagzijden voltooid. Ook de toeleidingswerken aan de zee- en rivierzijde zijn klaargekomen.
Van de 29 500 m³ te verwerken beton is nu 28 400 m³ gestort. Ter weerszijden van het binnenhoofd is men bezig met het maken van de draagconstructie van de viaducten, die is samengesteld uit balken van het type 'Preflex'. Van de doosconstructies ter weerszijden van het buitenhoofd moet alleen nog het noordelijkste dek worden gemaakt. Het nog in het buitenhoofd te verwerken beton, in hoofdzaak voor de dekken van de basculekelders en het laatste stort van het bedieningsgebouw, zal pas worden gestort nà het plaatsen van de dubbele basculebrug. Aan de zeezijde is men klaargekomen met het op de toeleidingswanden aansluitende grondwerk.
Ook het op de toeleidingswerken aan de rivierzijde aansluitende grondwerk is vrijwel gereed.
Voortgegaan wordt met het maken van de ophogingen ter weerszijden van de doosconstructies aan het buitenhoofd en ter weerszijden van de viaducten over het binnenhoofd. Al het overige grondwerk is zo goed als voltooid.
Verwacht wordt, dat binnen enkele weken de werkzaamheden zover zullen zijn gevorderd, dat kan worden begonnen met het doorgraven van de ringdijk.

De schutsluizen in het Volkerak

Hoewel de vorstperiode van de afgelopen winter niet zo'n indruk heeft gemaakt als de bijna drie maanden durende vorst in de winter 1962–1963 heeft de winter ook dit jaar vrij veel oponthoud veroorzaakt bij de uitvoering der werken. De bouw van de schutsluizen werd door de verschillende vorstperioden tot viermaal toe onderbroken, hetgeen een achterstand van circa 1½ maand tengevolge had. Juist deze terugkerende onderbrekingen werken remmend op de bouw. Niettemin is



het storten van de sluisvloeren nu bijna voltooid. Thans rest hiervan nog het storten van twee eindvloeren met de vijf aangrenzende fuikvloeren.
De opbouw van de zeer bewerkelijke hoofden is in volle gang. Het eerste gedeelte van de wanden van het benedenhoofd van de tweede sluis is gestort. Bij het maken van de wanden voor het schutkolkgedeelte werd het tempo opgevoerd. Men heeft nu het halverwege tussen het beneden- en tussenhoofd gelegen gedeelte bereikt.
Voor het viaduct is men verder gegaan met de opbouw van pijler A en het landhoofd van de brug. Een begin werd gemaakt met het vervaardigen van de 38 m lange voorgespannen balken. Van de 56 te maken balken zijn er nu 4 gestort. Voor het op de pijlers brengen van deze 72 ton wegende balken werden hijstorens opgesteld en andere voorzieningen getroffen.
Het heien van betonpalen voor de basculekelder kwam nagenoeg gereed. Tevens werden de betonpalen voor het machinegebouw geheid.
De grondaanvullingen en ontgravingen ten behoeve van het sluizencomplex werden in de verslagperiode voortgezet.

Grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

In verband met de steeds weer invallende vorst, gepaard gaande met droge krachtige oostelijke winden, is het asfaltwerk (in totaal 15 000 ton te verwerken) ernstig vertraagd. Verwacht mag worden dat het asfalteren eerst begin april gereed zal komen. Inmiddels is het grondwerk ook tijdens de winterperiode met kracht voortgezet. Een spoedig gereedkomen van het grondwerk is gewenst, omdat in verband met de openstelling van de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp een tijdige aanvang van de stabilisatie- en verhardingswerkzaamheden van de verkeersbanen op het circuit noodzakelijk is. Van de overige werkzaamheden zijn gereedgekomen: de teenconstructie van de grenen damwand met een hoogte van 2 m en een dikte van 0,06 m, inclusief gording en aansluitende kreukelberm van kunststofweefsel (z.g.n. nymplexgaas) met steenbestorting van steen 10/60 kg; de levering van klei – 5000 m³ – is voltooid, hoewel het verwerken nog gedeeltelijk moet plaatsvinden.
Met het verwerken van 11 000 m³ ter beschikking gestelde klei werd voortgegaan

terwijl met het plaatsen van rijsschuttingen, het ineggen van stro en het bezaaien met gerst een aanvang werd gemaakt.

Stabiliseren, asfalteren en bestraten van de verkeersbanen op de dijk over de Hellegatplaten en op het verkeersplein

Reeds in de zomer van 1963 werd een aanvang gemaakt met het stabiliseren van de verkeersbaan op de dijk over de Hellegatplaten. Op de rijbaan vanaf de Bommelsche zeedijk tot 3,5 km in oostelijke richting kwam men daarmee gereed. Het stabiliseren geschiedt met een speciaal daartoe ontworpen machine over een breedte van 7,90 m en over een diepte van 0,15 m met cement en water – de z.g.n. 'mix in place' methode –.
Het ligt in de bedoeling het stabiliseren van de verkeersbanen op het grondlichaam van het circuit aan te vangen in de eerste weken van april, waarna tegen het einde van april een aanvang kan worden gemaakt met het aanbrengen van de verhardingen. Deze verhardingen zullen bestaan uit bitumineus wegdek met een breedte van 7,25 m, bestrate parkeerplaatsen, recreatiebermen en een 5 m brede parallelweg voor langzaam verkeer.
In een schema is vastgelegd in welke volgorde de verschillende werkzaamheden in samenhang met het grondwerk van het verkeersplein dienen te verlopen, waarbij er van uit is gegaan, dat bij de opening van de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp het verkeer doorgang moet kunnen vinden.

De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de schutsluizen in het Volkerak

Gereedgekomen zijn de in den droge gemaakte oevervoorzieningen ter weerszijden van de sluisingang. Zo ook de oevervoorzieningen langs de geul van Maltha.
Zoals in het vorige Bericht werd vermeld mocht worden verwacht dat de havendam gereed zou zijn tegen het einde van januari. Deze veronderstelling bleek te optimistisch. De werkzaamheden zijn niet alleen vertraagd door slecht weer, vorst en lage waterstanden, maar ook door de verminderde activiteit van de aannemer, zodat het gereedkomen van de dam thans eerst tegen half april kan worden tegemoetgezien. De opbouw aan de rivierzijde van de steenbekleding werd voltooid. Aan de havenzijde wordt hard gewerkt aan de voltooiing van de betonglooiing en van de aansluitende berm van gepenetreerde steen 5–50 kg. met daarboven gelegen kleibekleding. Rest dan nog het afwerken van de reeds aangevoerde teelaarde en het plaatsen van meerpalen in de kruin van de dam.

Het ontgraven van de noordelijke voorhaven en het maken van de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen

Reeds omstreeks Kerstmis 1963 werd een begin gemaakt met het grondtransport vanuit de noordelijke voorhaven van de sluizen naar een in de polder Maltha te maken kade ten behoeve van een slibbassin.
In totaal moet hier 41 500 m³ specie worden verwerkt. Inmiddels is het transport gereedgekomen en nadert het afwerken van de kade zijn voltooiing. De belopen van deze ringkade worden aan de buitenzijde bekleed met stromatten en een laag silex ter dikte van 0,50 m tot een totaalhoeveelheid van 2900 m³. Binnen het bassin wordt de kade bekleed over een oppervlakte van 9500 m² met een rietmat met tussenlaag van polyaetheen. De aannemer heeft inmiddels voor het persen van grond uit de noordelijke voorhaven perskaden opgebouwd. In de laatste helft van maart zal de cutterzuiger 'Rupel' worden aangevoerd, waarna met het per-

sen van de 1 025 000 m³ te verwerken grond kan worden begonnen.
In de polder Maltha moet een hoeveelheid kleigrond en teelaarde tot ca. 85 000 m³ worden ontgraven. Deze grond wordt voorlopig opgeslagen in twee depôts; later moet 26 500 m³ grond in de bekleding van de te maken oostelijke oprit worden verwerkt.
De aannemer is op 1 maart met de ontgraving van grond en het in depôt rijden ervan begonnen.

Werkzaamheden aan de afsluiting van de noordelijke geul van de Grevelingen

Ter vervanging van de op 22 augustus 1963 gebroken draagkabel van de kabelbaan is een nieuwe kabel aangevoerd. Voorbereidingen werden getroffen voor het over de geul trekken van deze nieuwe kabel, alsmede voor het op de juiste spanning brengen van de vroeger reeds over de geul gespannen eerste kabel.
Van de kabelbaaninstallatie zijn beide draaischijven aan de uiteinden van de vaste railgedeelten gemonteerd. Een van de generatoren, die de voor beweging van de draaischijven benodigde elektrische energie moeten leveren, is opgesteld en aangesloten. Van de 12 in totaal te leveren gondels zijn er 10 op het werk aangevoerd; daarvan zijn er 6 aan de railbaan gehangen. Zij worden daar verder bedrijfsklaar gemaakt.
Bij nadere beschouwing is gebleken, dat bij de te verwachten doorzakking van de kabels de oorspronkelijke contragewichten wegens te grote kanteling geen voldoende spanning in deze kabels kunnen waarborgen. Het is daarom nodig gebleken het systeem van een aanvullend contragewicht per kabel te voorzien. Deze extra contragewichten worden aangevoerd en gemonteerd.

De schutsluis in de Grevelingendam

Alle werkzaamheden, ook voor de bewegingsinrichtingen, zijn voltooid. De sluis is nu volledig in gebruik.
Op de terreinen ten zuiden van de schutsluis werd een boom- en heesterbeplanting aangelegd.

Aanleg van de Rijksweg naar en op de Grevelingendam

Het grondwerk werd grotendeels voltooid en de voor de afrastering van de Bruinissepolder nodige nieuwe duikers werden gelegd.
Het met cement stabiliseren van de aardebaan van de weg werd voortgezet. Deze werkzaamheden ondervonden door de vorst nogal stagnatie. Niettemin kwamen ze nagenoeg gereed.
Voor de langs de weg aan te leggen parkeerhavens werd de puinfundering aangebracht.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Het werk zal op 30 april 1964 voor de tweede maal moeten worden opgeleverd. In de verslagperiode werden geen werkzaamheden verricht.

Dijkvak Middelplaat

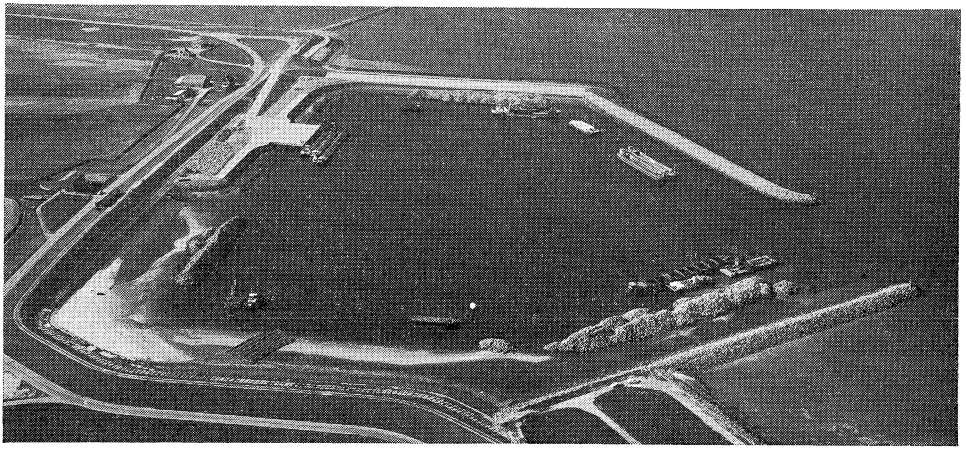
In de werkhaven Den Osse worden ten behoeve van de voorgenomen aanleg in het Brouwershavensche Gat van dit dijkvak depôts van stortsteen en Portugees graniet (zetsteen) aangelegd.

Personenhaven bij West-Repart

Tijdens de verslagperiode kwam de verharding van betonklinkerkeien op het plateau en op de daarop aansluitende op- en afrit gereed. Een begin werd gemaakt met het opnemen van bestaande taludbekledingen, het maken van kraagstukken voor de havendam en het heien van hardhouten palen voor de vaste aanlegsteiger.
Gedurende een tiental dagen kon wegens de vorst niet worden gewerkt.

De werkhavens bij Den Osse (A) en West Repart (B) voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat

A



B



Inrichting Veerse Meer

In nummer 21 van deze Berichten staat een beschrijving van de werken welke door de Deltadienst zullen worden uitgevoerd op de langs het Veerse Meer drooggevallen gronden. Met de uitvoering van deze werken beoogt men te komen tot een begin van ontsluiting en inrichting van deze gebieden.
In november werd de eerste fase van de in het Noord-Sloe geprojecteerde werken opgedragen aan Aannemingsmaatschappij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht. Deze eerste fase omvat:

a. de verruiming van de suatiegeul 'De Piet';
b. de vorming van een tweetal zanddepôts, waarin tijdelijk het zand moet worden opgeslagen dat in de tweede fase nodig is voor de in het Noord-Sloe ontworpen wegen;
c. de uitvoering van de nabij de mond van 'de Piet' ontworpen haven met loswal;
d. de aanleg van de opritten naar de in de tweede fase te bouwen brug over 'de Piet'.

In het bestek werd tevens opgenomen de bouw van een houten steiger op de oostelijke oever van het even ten oosten van Veere gelegen eiland 'de Haringvreter'. Deze steiger is nodig voor het aan land brengen van werktuigen en materialen ten behoeve van inplanting en onderhoud van het geprojecteerde bos en dient ook om te zijner tijd de uitvoering van oeververdedigingen te vergemakkelijken.
De zanddepôts, de steiger op de 'Haringvreter' en de opritten naar de brug over 'de Piet' zijn inmiddels gereedgekomen. De zanddepôts hebben een inhoud van in totaal ca. 120 000 m³. Het benodigde zand werd gewonnen uit de toegang naar de haven en uit een geul nabij de Suzannapolder. Deze geulverruiming past in een door de gemeente Arnemuiden in dit gebied ontworpen recreatieproject.

Thans wordt voortgegaan met het in den droge ontgraven van een gedeelte van de taluds van de haven en met het aanbrengen van de verdediging van deze taluds. Met het baggerwerk zal een aanvang worden gemaakt zodra het boezempeil zal zijn opgezet tot het zomerpeil (= N.A.P.).

D. Lauwerszeewerken

Aan de oostzijde van het werkeiland is de ringdijk om de bouwput voor de caissons afgewerkt en van bekledingen voorzien.
De bouw van de uitwateringssluizen begint op gang te komen. De op N.A.P. – 6,80 m liggende bodem van de bouwput is geheel droog gevallen nadat de bronbemaling is klaargekomen. Dank zij een afsluitende potkleilaag op een diepte van ongeveer N.A.P. – 12 m kon de bronbemaling beperkt blijven tot een eenvoudige ringleiding met daarop aangesloten vacuumbronnen. Deze kon op een hoogte van N.A.P. – 4,50 m worden aangebracht, nadat de put door open bemaling tot dit peil was leeggepompt.
De heiwerken voor de verschillende damwandschermen onder de uitwateringssluizen zijn thans in volle gang. Inmiddels is ook de installatie voor het maken van beton voor de uitwateringssluizen en later voor de schutsluizen en de caissons vrijwel gereed gekomen.
De laatste voorbereidingen zijn getroffen voor het opspuiten van een ruim 2,5 km lang dijkvak van de losplaats aan het Vierhuizer Gat naar de Groninger kust.
In het algemene stroombeeld rondom de thans voltooide werken is weinig wijziging gekomen; een snel ontstane geul langs de oostzijde van de bouwput voor de caissons werd plaatselijk beteugeld door het leggen van een zinkstuk.
De buitengewoon lage waterstanden op 14 en 15 maart (tot ruim N.A.P. – 3 m) maakten het mogelijk vele onderdelen van de werken, die normaal onder water liggen, te inspecteren. Er werden geen opvallende afwijkingen geconstateerd.

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 630	14 november 1963	Het verrichten van onderhouds en herstellingswerkzaamheden aan het Rijksvaartuig 'Delta'
DED 631	11 december 1963	Het lossen en in de werkhaven te den Osse in depot opslaan van zetsteen van Portugese Graniet.
DED 632	9 januari 1964	Het leveren van stortsteen t.b.v. het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen en t.b.v. voorraadvorming
DED 634	5 december 1963	Het leveren van zetsteen t.b.v. de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de schutsluizen in het Volkerak nabij Willemstad
DED 635	4 oktober 1963	Het lichten in de werkhaven te Kruiningen, vervoeren naar en opslaan op nader aan te wijzen plaatsen nabij de Veeregatdam van 14 betonnen opzetstukken
DED 637	11 december 1963	Het leveren van mijnsteen t.b.v. de uitvoering van de Deltawerken
DED 639	14 november 1963	Het verrichten van water- en chloormetingen in de polder 'De Oude Korendijk'
DED 640	13 december 1963	Het leveren van zakken van groot formaat t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
SS 352	25 september 1963	Het leveren van dilatatievoegstrippen voor de betonnen stortebedplaten van de spuisluis in het Haringvliet
SS 354	18 november 1963	Uitbreiding van de overeenkomst SS 267 van 15 februari 1962, voor het maken van een spuisluis in de bouwput in het Haringvliet
BR 3243	15 augustus 1963	Het vervaardigen en leveren van elektrovijzels type 340c en 450 t.b.v. de basculebrug en de ophaalbrug over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3244	15 augustus 1963	Het vervaardigen en bedrijfsvaardig leveren op de bouwplaats van de complete afsluitbomen voor de ophaalbrug en de basculebrug over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3254	8 augustus 1963	Het vervaardigen en leveren van rijroosters c.a. voor nablaliggers en zuidelijk en noordelijk landhoofd t.b.v. de spuisluis in het Haringvliet
BR 3265	10 september 1963	Het samenbouwen en conserveren van de staalconstructies van 17 stuks segmentschuiven rivierzijde voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3266	23 september 1963	Het samenbouwen en conserveren van de staalconstructies van 17 stuks segmentschuiven zeezijde voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3290	21 oktober 1963	Het vervaardigen en leveren van roosters en hekken voor loopbordes van de segmentschuiven spuisluis Haringvliet
BR 3291	21 oktober 1963	Het vervaardigen en leveren van trappen, bordessen, afdichtingen, deurtjes c.a. voor het bewegingswerk van de segmentschuiven voor de spuisluis Haringvliet
BR 3311	4 november 1963	Het vervaardigen en leveren van dekzerkprofielen enz. t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
LAW 539	22 oktober 1963	Het huren van een terrein voor opslag, parkeerruimte etc. t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 540	26 september 1963	Het bouwen van een werkkamp op het werkeiland in de Lauwerszee met bijkomende werken
LAW 544	12 november 1963	Het leggen van een hoogspanningskabel van Dokkum naar Anjum en het beschikbaar stellen van een vermogen van 700 kVA te Anjum, e.e.a. ten behoeve van de electriciteitsvoorziening op het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 545	24 september 1963	Het aanleggen van een waterleiding vanaf Vierhuizen naar de Groninger kust ten behoeve van de watervoorziening op het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 546	26 september 1963	Het leggen van een waterleiding vanaf de Groninger kust in de Westpolder naar het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 547	25 september 1963	Het leveren en leggen van hoogspanningskabels, het plaatsen van twee transformatorstations en het vervoeren en monteren van twee transformatoren met toebehoren t.b.v. de stroomvoorziening van het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 548	14 november 1963	Het maken van het 1e gedeelte van een bouwput voor caissons aan het werkeiland in de Lauwerszee

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 11 364,—	L. Smit en Zn's Scheeps- en Werktuigbouw N.V. te Kinderdijk
eenheidsprijzen	De Keerkring N.V. te Utrecht
eenheidsprijzen	N.V. Handelmij Arn. Maassen te Maastricht
eenheidsprijzen	Fa. Jan B. Petit en Zoon te Breda
f 24 000,—	N.V. Bergings- en Transportbedrijf van den Akker te Vlissingen
eenheidsprijzen	Hoofddirectie van de Staatsmijnen te Heerlen
f 312,— per jaar	L. R. Sintmaartensdijk te Goudswaard
eenheidsprijzen	Zakkencentrale N.V. te Schiedam
eenheidsprijs	Mavotrans N.V. te 's-Gravenhage
f 14 372 900,—	N.V. Ned. Sluis- en Tunnelbouw Mij te Amsterdam
f 7 480,—	Nederlandse Machinefabriek 'Alkmaar' N.V. te Alkmaar
f 17 200,—	Arnhemsche Scheepsbouw Maatschappij N.V. te Arnhem
f 25 650,—	Machinefabriek en constructiewerkplaats B. Zwijnenburg te Krimpen a/d IJssel
f 9 600 000,—	F. Kloos en Zonen's Werkplaatsen N.V. te Kinderdijk N.V. Rotterdamsch Zandstraalbedrijf te Rotterdam
f 8 000 000,—	Werkspoor N.V. te Utrecht N.V. Rijnlandsche Metaalbeschermings Mij te Leiden
f 128 155,—	'Dejo' Metaalindustrie N.V. te Nieuw Loosdrecht
f 165 751,—	Fa. Nassette en Zoon te Amsterdam
f 17 255,—	Constructiewerkplaatsen W. Huizer N.V. te Capelle a/d IJssel
f 70,— per jaar	Het Waterschap 'Eastergoa's Sediken' te Dokkum
f 513 600,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
f 71 000,—	Provinciaal Electriciteits Bedrijf in Friesland te Leeuwarden
f 17 325,—	N.V. Waterleiding Mij voor de Provincie Groningen te Groningen
f 186 000,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
f 245 650,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
f 706 800,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 550	24 juni 1963	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 551	24 oktober 1963	Het leveren van stortsteen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 554	18 november 1963	Het leveren van koperslakblokken t.b.v. de uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee
LAW 556	18 november 1963	Het leveren van koperslakblokken t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 536*a*	6 november 1963	Het leveren van een extra hoeveelheid van 32 000 stuks koperslakblokken t.b.v. de Lauwerszeewerken
ZW 3263 LZI	26 september 1963	Het maken van de onderbouw van drie uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede en

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 594	1963-1964	Het onderhouden van beplantingen en het grasgewas alsmede het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, bermen, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen van de werkhavens, het sluizencomplex en de in eigendom van het Rijk zijnde terreinen van de buitenpolder Maltha in de gemeente Willemstad.
DED 621	1963-1964	Het verruimen van een suatiegeul, het maken van zanddepots, een haven met loswal en bijkomende werken onder de gemeenten Arnemuiden, 's-Heer Arendskerke, Veere en Wolfaartsdijk
DED 636	1964	Het uitvoeren van baggerwerk in de werkhavens te Hellevoetsluis en Willemstad en in de havens van de bouwputten in het Haringvliet gedurende het jaar 1964
Z 769	1963-1964	Het versterken van de Westhavendam te Breskens

Opgave van door andere beheerders dan het Rijk gesloten overeenkomsten

Gebied	Nummer en dienstjaar	Omschrijving van het werk
Zuid-Holland	III-1962-1963	Verbetering Lekdijk in bebouwde kom Krimpen a/d Lek tussen hm 191 en 194.24
Zuid-Holland	X-1962-1963	Verbetering Lekdijk in bebouwde kom Krimpen a/d Lek tussen hm 188^{10} en 188^{90}
Zuid-Holland	XVII-1962-1963	Verbetering Lekdijk in bebouwde kom Krimpen a/d Lek tussen hm 187^{43} en 188^{10}
Zuid-Holland	I-1963	Maken cultuurtechnische werken op het Geestje te Monster (percelen 1 tot 8)

Opgave van door andere beheerders dan het Rijk openbaar bestede en gegunde werken

Gebied	Nummer en dienstjaar van het bestek	Omschrijving van het werk
Zeeland	1960-1963	Verhogen en verzwaren van de zeedijk van het waterschap 'De Verenigde Polders van Ossenisse' in het calamiteuze 'Waterschap Walsoorden' Staat van meerwerk nr. 1 Staat van meerwerk nr. 2 Staat van meerwerk nr. 3 Staat van meerwerk nr. 4
Zuid-Holland	1963	Maken gedeelte hoofdwaterkering (dijkvak 2) Oud-Beijerland en Heinenoord

Aannemingssom	Aannemer
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk te Werkendam
eenheidsprijzen	Firma de Smidt en Weijnen te Terneuzen
eenheidsprijzen	'Mavotrans' N.V. te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	'Mavotrans' N.V. te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	'Mavotrans' N.V. te 's-Gravenhage
f 12 69 800,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage

gegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 56 500,—	P. C. Klein te Willemstad
f 643 600,—	Aannemings Mij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht
f 693 000,—	Th. Smeuler's Baggermaatschappij N.V. te Utrecht
f 979 400,—	Jan de Oude's Aannemingsbedrijf N.V. te Biervliet

Aannemingssom	Aannemer
f 115 485,—	D. Gouwens en Zonen's Aannemingsbedrijf te Krimpen a/d IJssel
f 24 500,—	D. Gouwens en Zonen's Aannemingsbedrijf te Krimpen a/d IJssel
f 28 645,—	D. Gouwens en Zonen's Aannemingsbedrijf te Krimpen a/d IJssel
f 20 926,—	J. Boon te 's-Gravenzande

Aannemingssom	Aannemer
f 93 486,44	Aannemings Mij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht
f 25 313,—	
f 6 465,—	
f 4 416,—	
f 628 000,—	D. A. v. d. Linden te 's-Gravendeel

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aero Camera	425 438
Mastboom Vliegbedrijf	406 426 438
Rijkswaterstaat	435
G. de Klerk	433

Inhoud nr. 29

A. De werken van het Deltaplan

447 Griendhout, riet en biezen

458 Modelonderzoek voor de stortebedden van de uitwateringssluis in het Haringvliet

466 Filterglooiingen en hun toepassing bij de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen

471 Het Sluitingsprogramma voor de Grevelingen

481 Metingen bij het op spanning brengen van de kabels over de Grevelingen

B. De werken langs de Westerschelde en de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren

484 De ontsluiting van de Zuidersloepolder

489 **Vorderingen**

Griendhout, riet en biezen

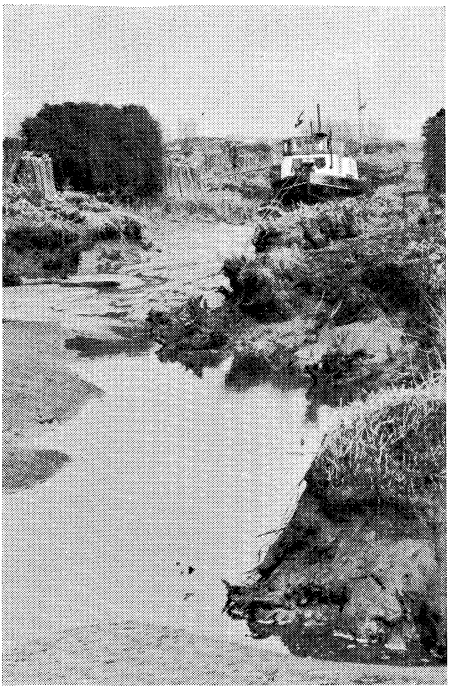
Nauwlettend volgt de Nederlandse griendteler de vorderingen van de Deltawerken. Hetzelfde geldt voor de rietteler en de biezenteler in het zuidwesten van het land. Vaak, niet altijd, zijn ze in één persoon verenigd. Dit ligt voor de hand: de bies, die zich op het kale slik vestigt, bevordert de opslibbing zodanig, dat het riet op de biesplaat na enige tijd een geschikte groeiplaats vindt. Het rietgewas op zijn beurt zorgt ervoor, dat het terrein na verloop van tijd zo hoog komt te liggen, dat griendhout met succes het riet kan vervangen. Aan de griendcultuur tenslotte is het te danken, dat in de loop der jaren menige gras- en bouwpolder in de Biesbosch en omgeving kon worden gesticht.
Meer dan ooit moet onze griendteler het thans van de rijswerken hebben. Wat eens bijprodukten, ja haast afvalprodukten waren, zijn langzamerhand de voornaamste voortbrengselen uit het griendgewas geworden. De prijzen van rijshout, werkpalen en vlechtlatten bepalen nu de inkomsten uit het griendbedrijf.

Het riet uit onze getijdendelta bereikt een lengte als nergens anders in Nederland. Dit lange riet ging voorheen hoofdzakelijk naar de talrijke rietmattenmakerijen, niet alleen hier te lande, maar ook in Duitsland en België. In de bouwplaat, die uit riet wordt geperst, heeft het geleidelijk aan een moderner toepassing gekregen. Het met de hand gesneden gewas van de slecht begaanbare rietgorzen dreigt echter als grondstof voor de industrie te duur te worden; een reden te meer om na te gaan of de huidige techniek ook voor deze moeilijk toegankelijke, slappe terreinen een rupsvoertuig kan vervaardigen. Met maaibalk, inrichting om het riet te bundelen, laadvlak en al, zal het door de weke grond gedragen moeten kunnen worden. Het netwerk van wortelstokken van het riet zal daarbij volledig gespaard dienen te worden. Hieruit immers moet het riegewas zich elk jaar opnieuw ontwikkelen. Op de oogst behoort, zo mogelijk alweer mechanisch, het begreppelen van het gors te volgen. Dit gebeurt in het belang van een snelle afvoer van het vloedwater en het opstijven van de vette modder. Het rupsvoertuig zal voor dit doel een greppelploeg moeten dragen en andermaal luidt de eis, dat de rietzode volkomen intact blijft. Een niet minder dringende reden om te zoeken naar een oplossing van dit vraagstuk ligt in het feit, dat lang riet in de waterbouwkunde menigmaal een belangrijke taak kan vervullen. De kans hierop stijgt, naarmate het rijshout schaarser wordt. Het is juist deze overweging geweest, die de Rijkswaterstaat heeft doen besluiten, dat de Rijksregeling voor het vervoer van griendhakkers ook zou gelden voor het vervoer van rietsnijders.



1

De rietteler en de biezenteler staan voor hetzelfde probleem. Terwijl het dagelijks weerkerende water het riet alleenheerser op het gors heeft gemaakt, zullen als gevolg van het wijken van het water tal van onkruiden opslaan en het riet verdringen. De gordel van riet voor de oever zal zich naar een lager gelegen strook moeten verplaatsen om mededinging van deze andere planten te ontgaan. De oogst van riet en biezen zal dan geen getijwerk meer zijn. Beide gewassen zullen immers in het water gesneden dienen te worden. Niet langer zal de werktuigkundige zijn kunnen op de weke bodem van rietgors en biesplaat behoeven te tonen. Het gewas moet nu gemaaid, gebundeld en vervoerd worden in somtijds heel ondiep water, waardoor totaal andere moeilijkheden ontstaan. De Roemenen met hun 260 000 ha riet in de Donaudelta hebben de weg uit deze problemen reeds gewezen. Een vlot, dat door middel van een in de lucht draaiende schroef wordt voortgestuwd, is onder dergelijke omstandigheden de aangewezen inrichting. Biezen zullen, in tegenstelling tot rijshout en riet, niet veel voor de Deltawerken worden gebruikt. Toch zou ook dit gewas, dat buiten de dijken geteeld wordt, in het betreffende gebied een rol kunnen vervullen. Het is bijvoorbeeld lang niet ondenkbaar, dat de waterbouwkundige nog eens van biezen gebruik zal maken om de grond op natuurlijke wijze vast te leggen op die plaatsen, waar het water voor de groei van riet juist te diep is. De stevige bekleding van de bodem, die het netwerk van wortelstokken van de biezen kan vormen, is de Nederlandse baggeraars maar al te goed bekend! Wat de biezenteler echter vooral belang inboezemt, is het antwoord op de vraag, of hij na sluiting van het Haringvliet zijn biezen voorgoed moet pakken of niet. Tot dusverre is zijn biesplaat elk of bijna elk getij onder water gegaan. Deze omstandigheid begunstigt het ontvangen van vruchtbaar slib, gaat ontaarding van het biesgors door het optreden van onkruiden tegen



2

3

1 Via overlaten vullen hoge vloeden de griend

2 Over enkele jaren zullen schepen de rijsschelven niet meer kunnen bereiken

3 Het van elkaar scheiden van grof en licht hout wordt steeds bezwaarlijker



Aan de snoeipaal kwamen vroeger vele artikelen te liggen



Voorheen was het de griendteler vooral om zwaar hout begonnen

en vergemakkelijkt de afvoer van het gesneden gewas. Zodra de ingrijpende wijziging in de beweging van het water werkelijkheid is geworden, zal het hoogwater nog slechts bij uitzondering de biezen bereiken. Hier moet de teler zijn werk dan ook beëindigen. Zal er ander geschikt terrein zijn om het oude biezenbedrijf voort te zetten? Het ziet er naar uit, dat hij zijn biezen daar zal moeten telen waar het slik niet droog valt: in ondiep water dus, dat, zoals in de IJsseldelta achter het Kampereiland, steeds de groeiplaats van de biezen is geweest. Hoe de kwaliteit van de bies onder deze omstandigheden zal uitvallen, moet de tijd leren.

Soberder eisen dan die van de biezenteler zijn nauwelijks denkbaar. Des te opmerkelijker is de betekenis van de regelmatig nog in waarde stijgende uitvoer van biezen. In 1963 werd niet minder dan 387 000 kg biezen ter waarde van *f* 818 000 naar België, Engeland en Duitsland uitgevoerd.

Van drie groepen van telers oefent de griendteler zijn bedrijf op de hoogstgelegen terreinen uit. Dit neemt niet weg, dat hij in de meeste gevallen kostbare maatregelen heeft moeten treffen om de drooglegging van zijn grienden te bevorderen. Een weldoordacht stelsel van kaden, overlaten en duikers kenmerkt de 'gesloten grienden'. Normale vloeden worden gekeerd. Hoge vloeden vullen via overlaten de griend.

Stormvloeden kan de griendteler helaas evenmin buiten zijn complexen houden. Vooral in de oogsttijd kunnen deze ernstige schade aanrichten. Greppels, leigreppels, sloten en kreken zorgen voor een snelle afvoer door de duikers, die het water slechts in één richting doorlaten. De griendtelers in het zuidwesten van ons land hebben een ruime ervaring opgedaan met dijkdoorbraken, ondermijning van de oevers en het wegspoelen van duikers, met het gebruik van zink- en kraagstukjes en met de toepassing van beslagwerk en dammetjes. Is het wonder, dat het griendbedrijf de leerschool van onze rijswerkers werd genoemd? En als tegen de winter de buitenwerken stil kwamen te liggen, keerden vele rijswerkers als griendhakker terug om na de hak weer uit te zwermen.

Ook voor de griendteler zijn de wijzigingen die zich over enkele jaren in het Deltagebied zullen voltrekken, van ingrijpende aard. Na de sluiting van het Haringvliet zal het griendhout het op zijn oude standplaats nog wel doen. Andere hinderlijker onkruiden zullen dan echter de kop opsteken en de ondernemer zal zich dan ook nog hardnekkiger dan tevoren op de bestrijding ervan moeten werpen. De vette modder, die tot verhoging van de vruchtbaarheid regelmatig op de akkertjes tussen de talkrijke greppels werd gespreid, zal gaan ontbreken. En wat de afvoer van de oogst betreft ziet de grindteler zich voor een lastig vraagstuk gesteld. Sloten en kreken zullen niet genoeg met water zijn gevuld om het vervoer te water te kunnen voortzetten. Er zullen rijpaden moeten komen om het bedrijf opnieuw te ontsluiten. Verplaatsing van de grienden is een andere, aantrekkelijkere oplossing van het vraagstuk; voor rietgorzen en biesplaten is deze verplaatsing zelfs de enige weg. Voor de grienden geldt, dat men het ene zal moeten doen en het andere niet nalaten. De oppervlakte griendhout daalt immers voortdurend, nu eens door de ene, dan weer door de andere oorzaak. De behoefte aan rijsmaterialen wisselt met de dag. Onlangs nog heeft de heer P. A. van Noordenne te Zeist, een bekende figuur uit teelt en handel, een vermanende vinger opgestoken, na berekend te hebben dat na inpoldering van de Biesbosch van de 2249 ha buitendijkse hakgriend, die in 1953 was geregistreerd, slechts ongeveer 1000 ha zou overschieten.

In perioden van een geringe vraag is men geneigd de betekenis van de griendteelt wat uit het oog te verliezen en een verdere achteruitgang in de met griendhout beteelde oppervlakte zonder meer te vaanvaarden. Toen in 1953 een stormvloed ons land teisterde, verkeerden binnen- en buitendijkse griendcultuur in veel beter omstandigheden dan thans. En reeds toen werd een tekort aan het ware rijshout uit de grienden sterk gevoeld. Waak-



1

zaamheid blijft daarom geboden. Het duurt geruime tijd aleer nieuw aangelegde grienden hun volle wasdom hebben bereikt. Het staat trouwens nog geenszins vast, waar deze zouden moeten komen en wie er geld in zou willen steken. Voor de verstrekte premie op het onderhoud is de teler de Overheid weliswaar zeer erkentelijk, maar een aantrekkelijke teelt is de griendcultuur om verschillende redenen toch beslist niet.

In ons land komen verschillende soorten hakhout voor. Daartoe behoort onder meer het griendhout of wilgenhakhout. Griendhout is een teelt van de zwaardere gronden en voor de instandhouding van grienden is regelmatig en zorgvuldig onderhoud vereist. Onder invloed van de buitendijkse omstandigheden wordt als regel een vierjarig gewas geoogst, waarbij een waarlijk grote hoeveelheid hout wordt verkregen. Dank zij een tegemoetkoming van Overheidswege in de onkosten verkeert een aantal grienden gelukkig in zodanige staat, dat de teler zich zal kunnen veroorloven hiervan een enkele keer driejarig i.p.v. vierjarig hout af te hakken, indien de vraag naar rijshout dit nodig zou maken. De aanleg van een griend is kostbaar. Hetzelfde geldt voor de omzetting van een oude griend in gras- of bouwland. Er gaan verscheidene jaren overheen, voordat jonge hakgrienden een maximale opbrengst aan hout kunnen leveren. Griendhout wordt dan ook voor jaren geplant en bij kundig beheer kunnen grienden tientallen jaren stand houden. Grienden doen het meest aan een akkerbouwgewas denken, maar in enkele opzichten draagt deze teelt toch ook het karakter van bosbouw. In de loop der jaren is de hakgriendcultuur steeds eenzijdiger geworden. Het gaat thans voornamelijk nog om de aflevering van rijshout, palen en latten. Zolang niet voldoende zekerheid bestaat dat rijsmaterialen ge-



2

1 Bij de snoeipaal wordt het hout gereedgemaakt voor verscheping

2 Een intensieve begreppeling van de rietgorzen is van groot belang. Achter een gordel van riet liggen de grienden. Biezen nemen bezit van het kale slik en weten al spoedig kleine verhevenheden in het oppervlak aan te brengen

durende een reeks van jaren afzet zullen vinden, zal niemand meer bereid zijn grienden te stichten, afgezien nog van de schaarste aan griendwerkers en griendhakkers, vooral in het zuidwesten van het land. Tot dusverre heeft de griendteler geen machines tot zijn beschikking gehad om het handwerk bij onderhoud en oogst van hakgrienden over te nemen; ook deze omstandigheid maakt het griendbedrijf bijzonder kwetsbaar. Dit heeft de teler al menigmaal ervaren, en reeds tientallen jaren zijn dan ook vrijwel geen grienden meer aangelegd. De met griendhout beteelde oppervlakte is voortdurend afgenomen.
Het is zeker niet waar, dat griendhout primair om de voortbrenging van rijshout zou worden geteeld. Het is de griendteler steeds om het zwaardere hout te doen geweest. Elke maatregel was erop gericht de opbrengst hiervan te verhogen. Reeds bij de aanleg viel de keuze op wilgensoorten, die vóór alles lang en stevig hout opleverden. Dunning van het gewas na het eerste jaar had ten doel de overgebleven scheuten in de daaropvolgende jaren nog beter te laten aandikken. De behoefte aan rechte en gladde stokken voor de vervaardiging van hoepels in allerlei maten – tot een lengte van 16 voet of 4,60 m – was namelijk zeer groot. Heel mooi en zwaar 8- en 10-voets hout ging geschild als stoelenhout naar Noordwolde, waar de bekende terrasstoelen werden gemaakt, en veel werd uitgevoerd naar België. Wat als bonenstaak zijn weg naar de tuinders vond, was veelal de minder gave stok. Kaarsrecht hout, mits dik genoeg, diende voor de vervaardiging van schop- en harkstelen. Voldeed het zware hout niet aan de eisen, dan werd het verwerkt tot heinstokken en slieten of laagstokken. Ze deden dienst in het pakwerk van slieten, dat algemeen toepassing vond in de loswallen van de Biesbosch. Wat als heiningpalen of slieten geen afzet kon vinden, moest, evenals de dode struiken, als brandhout aan de man

worden gebracht. Niet alleen in de griendketen was brandstof nodig, maar eveneens in de keten op de bouwpolders van de Biesbosch, bevolkt door boerenarbeiders, die er vooral gedurende het zomerhalfjaar de week doorbrachten. Er zijn tijden geweest, dat er negentien verschillende soorten, soms zelfs nog wel meer, rondom de griendhakker aan de snoeipaal kwamen te liggen. De stapels werkpalen groeiden daarbij veelal sneller aan dan de griendteler lief was. Het was een artikel, waarvan gewoonlijk een overschot bestond. In de griend kon dit hout niet achterblijven; het moest dus in elk geval in een hanteerbare vorm worden gebracht, wilde men het nog voor een kleinigheid kwijt raken. Betuiningswerken, zoals bij herverkavelingen op de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden na de oorlog en na de watersnood op grote schaal uitgevoerd, zijn de griendteler dan ook bijzonder welkom geweest. Rijshout tenslotte bestond uit de toppen, zijtakken en wat ander licht hout, bij het snoeien samengebracht. Het is dit voortbrengsel, dat altijd het meest tot de verbeelding van de buitenstaander heeft gesproken. De Biesbosch met zijn omgeving is het gebied geweest, waar men van ouds het Hollands rijshout, dus platte bosjes, maakte. Alleen hierin onderscheidde de buitendijkse griendcultuur zich reeds van die in andere streken. Schaarste aan griendhakkers heeft de ondernemer er echter toe gedwongen over te gaan tot het bundelen van Gelders hout. Naarmate aan het snoeien minder tijd kan worden besteed en het zware hout uit het vierjarig gewas moeilijker een bestemming vindt, zal het Gelders hout minder fijn uitvallen. Dit komt de afzet niet ten goede. Wie het ook nog om andere artikelen dan alleen rijshout te doen is, zal juist in grof Gelders hout vinden wat hij nodig heeft.





De biezenteler kan maar enkele uren ongestoord planten. Daarna komt de vloed, en zet de ,,biezenpoten'' vast



Is de modder heel week, dan blijft het plantgat voor de biezen maar een ogenblik openstaan, zodat voorbeeldig samenspel bij het planten vereist is. Van laag naar hoog: biezen, riet, griendhout

Biezen vormen al spoedig na het planten een dichte massa, waarin het vloedwater tot rust komt en het slib zich kan afzetten.



Een ton en een vat kunnen zonder grote inspanning voortgerold worden. In tijden dat de techniek minder ver dan thans gevorderd was, is de houten ton, door wilgenhouten hoepels omgeven, een waardevol hulpmiddel in de samenleving geweest. Alle mogelijke artikelen zijn eens in vaten verpakt geweest. Aan de snelle ontwikkeling van nijverheid, handel en verkeer hebben griendcultuur, hoepelmakerij en kuiperij vooral in de tweede helft van de vorige en het eerste gedeelte van deze eeuw een belangrijke bijdrage kunnen leveren. Geen wonder echter, dat een verdere vooruitgang van de techniek juist de laatste drie zo ernstig heeft getroffen. Voor de eerste wereldoorlog vormden de stokken voor de vierlingshoepels, vooral in België om cementvaten gelegd, en de tonneband, met name de zware tonneband voor de haringvaten, de twee grote artikelen uit de grienden in het zuidwesten van het land. De cementvaten werden geleidelijk door jutezakken en deze op hun beurt weer door papieren zakken vervangen. Het heeft tot 1926 geduurd, voordat de grote voorraden, gedurende de oorlogsjaren aangegroeid en hier te lande in hoepelloodsen opgeslagen, geruimd waren. Een van de belangrijkste peilers waarop het griendbedrijf rustte, was weggevallen. Het zware hout, geschikt voor de vierlingen, moest nu tot heiningpalen, slieten en werkpalen worden gesnoeid, in de hoop hiervoor een lonende afzet te vinden. Voorlopig bleef de tonneband het meest gangbare hout. Dat nam niet weg, dat de verkoop ervan menigmaal veel te wensen heeft overgelaten, zodat soms grote voorraden ontstonden. De overgang naar de machinale kuiperij, waarbij de wilgenhouten hoepel door de ijzeren band werd vervangen, maakte omstreeks 1936 een einde aan de grote behoefte aan tonneband. Welbeschouwd een gebeurtenis die de griendcultuur in het gebied in kwestie de nekslag heeft toegebracht. Ook de afzet van andere soorten is steeds moeilijker geworden. Stoelenhout werd door rotan vervangen. Door het in zwang komen van schrikdraad daalde de vraag naar heinstokken. De belangstelling voor hout als brandstof werd hoe langer hoe minder. Beton en andere moderne materialen hebben de plaats van het pakwerk van slieten ingenomen. Van palen zijn steeds groter overschotten ontstaan. De laatste oorlog met zijn schaarste aan allerlei grondstoffen leerde weer eens, wat een verlichting het voor de samenleving kan betekenen de beschikking te hebben over een oppervlakte griendhout. Ook de eerste jaren daarna leek het, dat de griendteelt zich zou handhaven. Schopstelen waren inmiddels het meest gewilde artikel uit het zware hout geworden; bonenstaken vonden een onregelmatige afzet. Een weliswaar bescheiden vraag van buitenlandse zijde naar lange hoepels duurde voort. De ramp in 1953 herinnerde op gevoelige wijze aan de betekenis die in een waterrijk land als Nederland aan de grienscultuur moet worden toegekend. Een zeker optimisme is helaas niet gerechtvaardigd gebleken. Door verschillende oorzaken is de behoefte aan schopstelen uit de griend sterk verminderd. Hiermee werd een van de laatste steunpunten van het griendbedrijf weggenomen. Dit, en de sterk gestegen lonen, de geringe belangstelling voor een ruig beroep als dat van griendwerker en griendhakker, en tenslotte het uitblijven van een regelmatig weerkerende, grote vraag naar Gelders hout hebben de ondergang van de buitendijkse hakgriendcultuur in zijn huidige vorm alweer dichterbij gebracht. Terecht achtte het Landbouwschap het zijn taak een regeling voor het overnemen van overtollige rijsmaterialen te ontwerpen en te doen uitvoeren. Deze regeling moet worden gezien als een noodzakelijke aanvulling op maatregelen die reeds eerder waren genomen om de griendteelt buiten de dijken zoveel als maar enigszins redelijk leek in stand te houden.

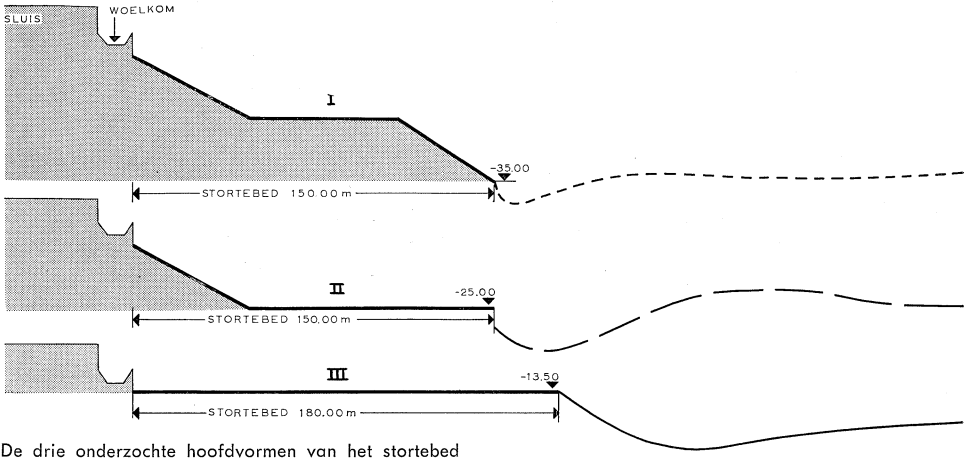
Zal de waterbouwkundige als enige het griendhout trouw blijven? Bij zojuist opgezette proefnemingen is ervan uitgegaan, dat dit inderdaad tot op zekere hoogte het geval zal zijn.

Modelonderzoek voor de stortebedden van de uitwateringssluis in het Haringvliet

Al jaren wordt er modelonderzoek verricht voor de vormgeving en constructie van de stortebedden bij de uitwateringssluis in het Haringvliet. Pas gedurende de laatste drie jaar zijn hierbij, dankzij verbeterde modeltechniek en het door het onderzoek verkregen inzicht, belangrijke vorderingen gemaakt. In nummer 24 van deze Berichten is over het modelonderzoek reeds een en ander medegedeeld. In dit artikel zal op de resultaten van het onderzoek nader worden ingegaan.

De vormgeving van de stortebedden

Voor de studie van de vormgeving van de stortebedden gebruikte men in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft een onvertrokken tweedimensionaal model, waarin een sluismoot ter breedte van een hele met ter weerszijden daarvan een halve sluisopening is weergegeven op schaal 1 : 36 en een onvertrokken driedimensionaal model in de Noordoostpolder waarin ongeveer een derde deel van de gehele sluis in een verhouding van 1 : 30 is gebouwd.
In beide modellen werden aanvankelijk bakelietkorrels als bodemmateriaal gebruikt.
Bij gebruik van dit materiaal echter wijkt de verhouding tussen de bezinksnelheid van het bodemmateriaal en de stroomsnelhed van het water belangrijk af van hetgeen in de natuur gevonden wordt. Als gevolg hiervan wordt de grens van het transporterend vermogen in het model eerder bereikt dan in de werkelijkheid. Met andere woorden: in het model zal de ontgronding in een veel vroeger stadium tot stilstand komen dan in de natuur.
In het tweedimensionale model in Delft is het bakeliet daarom vervangen door plastickorrels, waarbij dit bezwaar niet optreedt. In de Noordoostpolder is men hiertoe uit praktische overwegingen niet overgegaan. Voor het onderzoek is een groot aantal proeven uitgevoerd waarvan er hier slechts enkele worden genoemd. Een belangrijk punt van onderzoek vormde de vraag op welke diepte het stortebed moest worden aangelegd. Viel de beslissing op een stortebed waarbij tot grote diepte moest worden ontgraven, dan zouden hiervoor speciale werktuigen moeten worden gebouwd. Al spoedig bleek dat van de drie hoofdvormen het horizontale type op een diepte van N.A.P. – 13,5 m de voorkeur verdiende. De ontgronding is bij dit type weliswaar zeer groot, maar de door de ontgronding bereikte diepte is in vergelijking met de andere vormen het geringst. De helling van de ontgrondingskuil die ontstaat direct achter de verdediging is bij dit

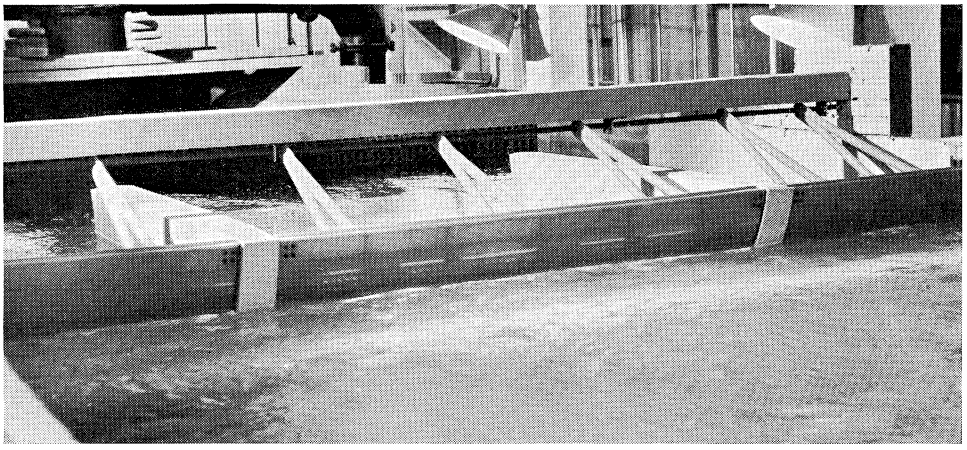


De drie onderzochte hoofdvormen van het stortebed

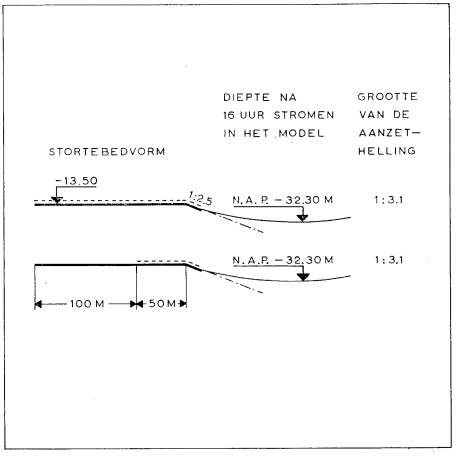
type belangrijk flauwer dan bij de andere, zodat de kans op stabiliteitsverlies veel geringer is. Een derde voordeel is nog dat de bodem van de ontgrondingskuil bij dit type vrij vlak is.
Wordt het horizontale stortebed op een iets grotere of geringere diepte aangelegd dan wordt in het ene geval de aanzethelling steiler en in het andere geval neemt de ontgronding belangrijk toe. Ook flauw hellende stortebedden geven een minder gunstige oplossing. De aanzethelling blijkt ook dan weer steiler te worden. Maakt men de verdediging langer dan nemen de diepte van de ontgronding en de aanzethelling af. Het effect van de verlenging van het stortebed op deze factoren wordt echter steeds minder. Bij verlenging tot meer dan 180 m worden nog maar geringe verbeteringen bereikt.
Een ander punt van onderzoek vormde de invloed van de ruwheid van het stortebed op de ontgronding. Gebleken is dat de ruwheid van het direct achter de sluis gelegen deel van het stortebed bijzonder weinig invloed heeft op de ontgronding; de ruwheid van het laatste deel van het stortebed daarentegen oefent wèl een belangrijke invloed uit op de ontgronding.

De vormgeving van de eindconstructie

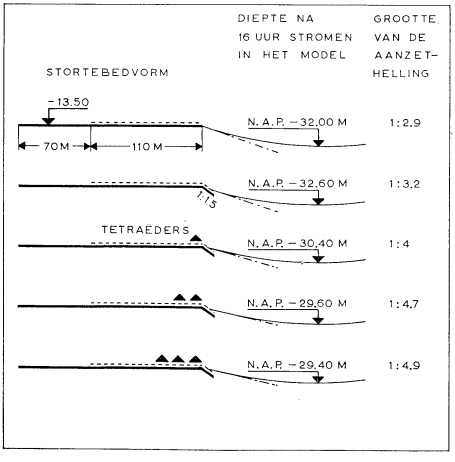
Mocht door de vorm van de ontgrondingskuil plaatselijk evenwichtsverlies van de eindconstructie optreden dan zal hierdoor het stromingsbeeld ongunstig worden beïnvloed. Wellicht ontstaan dan plaatselijk steile hellingen waardoor voor verder terugschrijdende erosie moet worden gevreesd.
Het is dus van groot belang dat de eindconstructie niet wordt aangetast. Dit zou misschien kunnen worden bereikt door het eind van het stortebed nog van een kort hellend stuk te voorzien. In het model zijn bij een verdedigde lengte van 150 m enkele proeven genomen met een eindconstructie onder een helling van 1 : 6, 1 : 4 en 1 : 2,5. In de eerste twee gevallen ontstond aan het eind van het hellende stuk een vrij steil talud. In het laatste geval sloot de ontgrondingskuil juist tegen de verdedigde helling aan. Bij een stortebedlengte van 180 m komt de verdedigde helling zelfs voor een groot deel onder het bodemmateriaal te liggen.
Zoals reeds werd opgemerkt is de ruwheid van het laatste deel van het horizontale



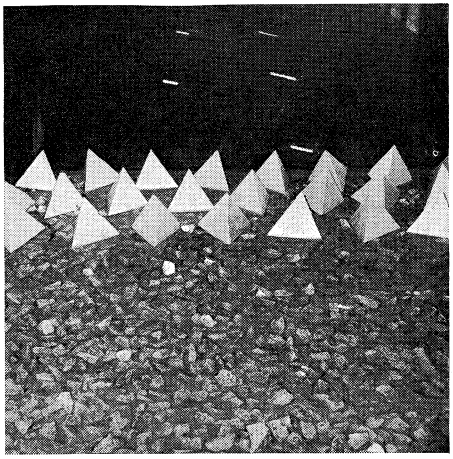
Het tweedimensionale model in het Waterloopkundig laboratorium te Delft



Invloed van de ruwheid op de ontgronding



De invloed van enkele rijen tetraëders op de ontgronding

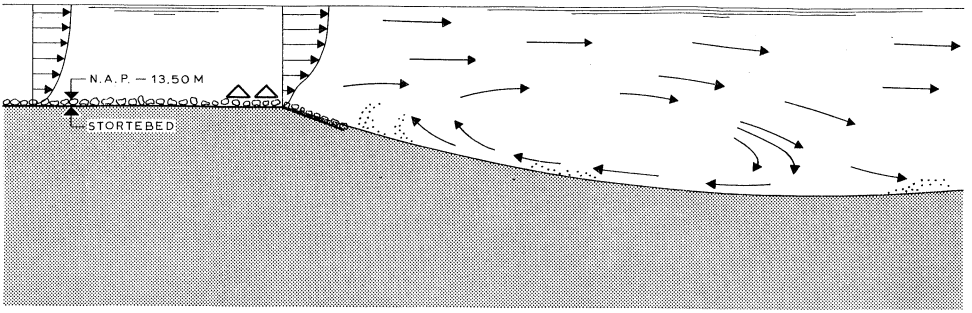


Het stortebedeinde met tetraëders in de stroomgoot in de Noord Oost Polder

stortebed van invloed op de ontgronding. Onderzocht is of het aanbrengen van een zéér ruw oppervlak op het stortebedeinde b.v. met behulp van een paar rijen tetraëders – regelmatige viervlakken – een nog beter resultaat zou opleveren. Het resultaat was verrassend. Zonder tetraëders was de aanzethelling ca. 1 : 3; mèt tetraëders verandere deze helling in ca. 1 : 5. Er was geen verschil te zien in het resultaat van 3 en van 6 rijen van deze blokken. Bij twee rijen tetraëders is ook nog nauwelijks verschil op te merken. Teneinde de onnauwkeurigheid ten gevolge van de schaaleffecten na te gaan zijn deze proeven in de grote stroomgoot in de Noordoostpolder herhaald op schaal 1 : 10, waarbij dit keer fijn zand is toegepast als bodemmateriaal. Het bleek toen dat de tetraëders de verticale snelheidsverdeling aan het benedenstroomse einde van het stortebed vervormden.
De resultaten van deze proeven stemmen vrijwel overeen met de in Delft genomen proeven. Nabij de bodem vermindert de stroomsnelheid, op grotere afstand van de bodem wordt ze juist groter. De neer die zich benedenstrooms van het stortebed bevindt wordt qua vorm en intensiteit zodanig veranderd, dat meer zand naar de verdediging toe wordt getransporteerd terwijl direct achter de tetraëders minder zand wordt afgevoerd. In verband met de onmogelijkheid om bezinksnelheid en stroomsnelheid in het model op dezelfde schaal te reproduceren zal de aanzethelling in werkelijkheid iets steiler moeten zijn dan de modelproef aangeeft. Verwacht mag worden dat bij plaatsing van enkele rijen tetraëders de aanzethelling 1 : 3,5 á 1 : 4,5 zal bedragen. Het steile verdedigde eindtalud komt hierbij geheel onder het zand.

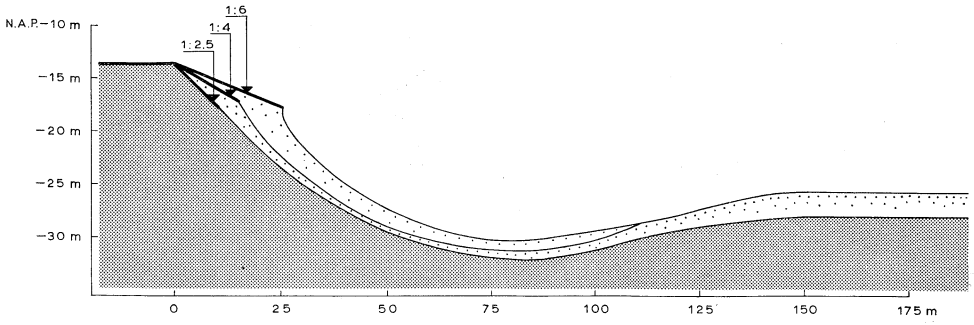
Constructie van het stortebed

Op het stortebed kunnen grote drukken worden uitgeoefend wanneer tijdens een vorstperiode één der schuiven om welke reden dan ook niet geheven kan worden, terwijl de naastliggende schuiven in verband met mogelijke beschadigingen door ijsschotsen geheel geopend moeten worden. Aan de randen van de gesloten schuif ontstaan dan wervelstraten.
Bij deze toestand is een ontwerp-debiet bepaald dat met geringe frequentie optreedt. Dat deze bepaling niet anders dan zeer globaal kan zijn is duidelijk omdat men de



Invloed van de helling van het stortebedeinde op de ontgronding

frequentie van een defecte schuif moet combineren met de frequentie van de toestand waarbij de schuiven geopend moeten worden om ijs af te voeren.
Behalve door de afvoer van de bovenrivieren wordt de maximale afvoer door de sluis bepaald door de vorm van de getijkromme op zee. Bij een snelle zeestandverlaging zal de sluisafvoer belangrijk toenemen. Welk verval in de toekomst kan worden verwacht na een periode van door storm gestremde lozing en een snelle val van het buitenwater is uit modelonderzoek afgeleid. Rekening houdend met de ongelijke debietverdeling over de sluisopeningen heeft men het ontwerp-debiet bepaald op een afvoer van 25 000 m³/s bij een waterstand op zee van N.A.P. – 0,60 m.
Voor de rivierzijde is op overeenkomstige wijze het ontwerpdebiet bepaald op 24 000 m³/s bij een waterstand op het Haringvliet van N.A.P. + 0,40 m. Dit debiet kan voorkomen indien bij ijsgang de schuiven moeten worden geopend en wanneer bij een springtij de vloed buitengewoon snel opkomt.
Het lag aanvankelijk in de bedoeling het gehele stortebed van een constructie te voorzien waarvan de bovenlaag uit stortsteen bestond. In het model op schaal 1 : 30 bleek echter dat zelfs steen met een gewicht tussen 300 en 800 kg direct achter de sluis door de zuigkrachten in de wervelstraat nog werd verplaatst. Het toepassen van nog zwaardere stortsteen levert praktische bezwaren op, zodat het eerste deel van het stortebed op andere wijze moet worden verdedigd. Een mogelijke oplossing leek, de stortsteen vast te leggen met een asfaltpenetratie. Om na te gaan op welke afstand van de sluis aan de zeezijde de stortsteen van 300 tot 800 kg wel bleef liggen, werden de steentjes over een steeds grotere afstand vastgelegd met steengaas om zo de grens van aantasting te bepalen. Het steengaas moest hierbij het ruwe met asfalt gepenetreerde oppervlak nabootsen. Uit een kostenberekening bleek echter dat het goedkoper was in plaats van gepenetreerde stortsteen een op palen gefundeerde betonplaat te kiezen als bodemverdediging. De proeven zijn daarom herhaald, waarbij nu over een steeds grotere afstand de steentjes werden vervangen door een plaat hardboard om zo de invloed te bepalen van de gladheid van het betonoppervlak. Bij de laatste proef bleef de steensortering 300–800 kg liggen op ca. 36 m uit de sluis terwijl deze afstand in het eerste geval ca. 27 m bedroeg. De grotere ruwheid van het voorliggende stuk heeft duidelijk nog een dempende invloed op de wervels. Ook voor een lichtere steensortering is de afstand waarop geen evenwichtsverlies meer optreedt vastgesteld. Door interpolatie van de proefresultaten is bepaald dat aan de zeezijde de steensortering 60–300 kg, waarvan het laatste deel van het stortebed wordt voorzien, stabiel zal zijn tot op ca. 75 m uit de sluis.

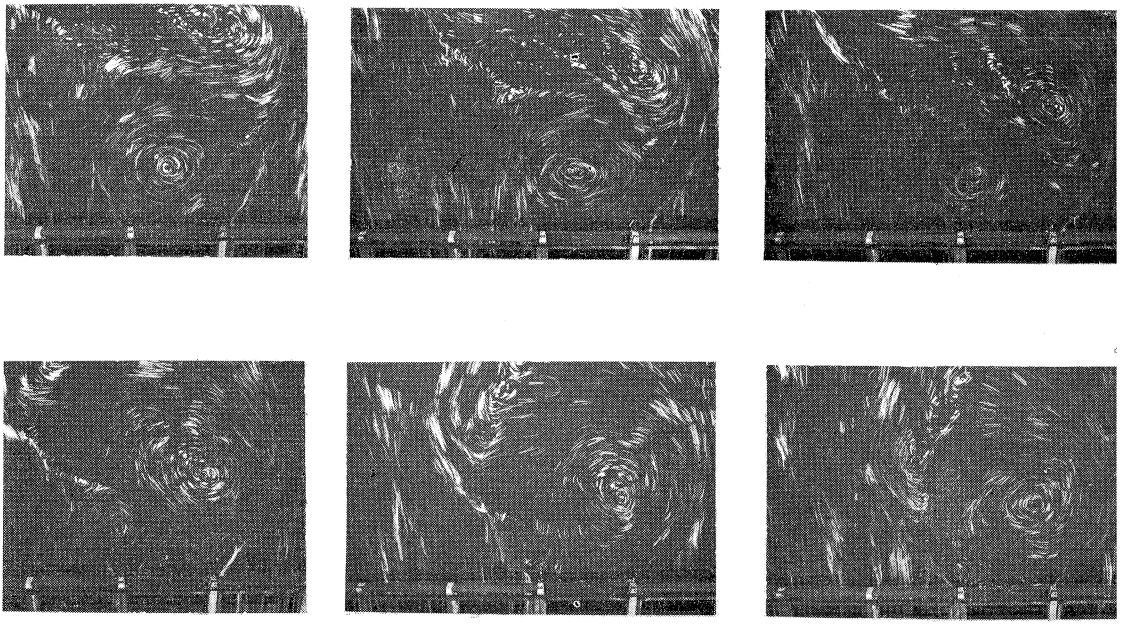


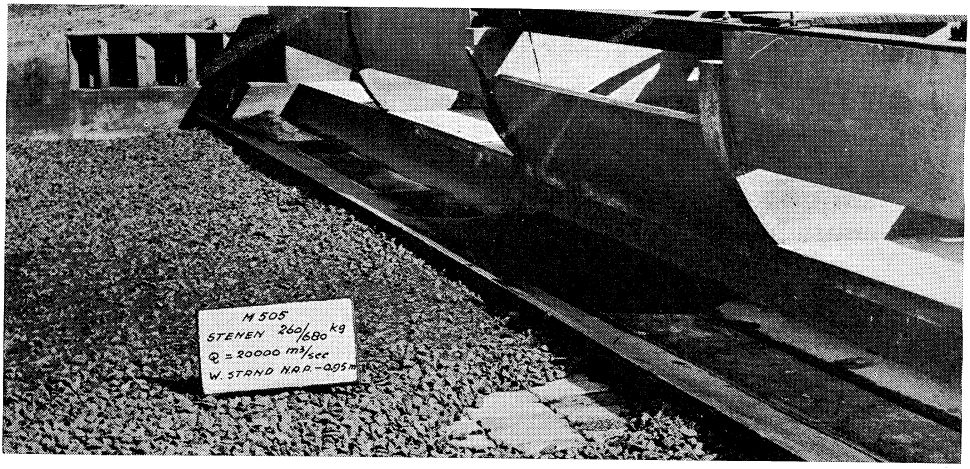
Stromingstoestand achter het stortebed aan de zeezijde

Op grond van deze resultaten zijn, rekening houdend met de mogelijkheid dat de steensorteringen in model en werkelijkheid verschillen, de stortebedden als volgt ontworpen.
Van de sluis af gerekend naar de zeezijde wordt de bodembescherming gevormd door 65 m betonplaat op palen, 20 m zwaar stortebed waarvan de bovenlaag bestaat uit steen met een stukgewicht van 300–1000 kg en daarachter een lichtere constructie waarvan de bovenlaag bestaat uit steen met een stukgewicht van 60–300 kg.
Aan de hand van de modelresultaten voor het stortebed aan de zeezijde is een ontwerp gemaakt voor het stortebed aan de rivierzijde, dat bij controle in het model voldoende sterk bleek.
Aan de rivierzijde bestaat de bodembescherming van de sluis af gerekend uit een 33 m brede betonplaat, die in verband met uitvoeringstechnische eisen niet is onderheid, 20 m zwaar stortebed en daarachter de lichtere stortebedconstructie.
De belastingen op het betonstortebed worden veroorzaakt door de turbulente waterbeweging in het gebied van de wervelstraten. Bij een gesloten bodemverdediging als deze moet ook rekening worden gehouden met de grondwaterdrukken tegen de onderzijde van het stortebed als gevolg van waterstandverschillen ter weerszijden van de sluis en met drukfluctuaties op de bodem ten gevolge van de golfbeweging. In het model op schaal 1 : 30 zijn met behulp van drukdozen direct achter de sluis de drukfluctuaties gemeten om aan de hand hiervan het betonstortebed te kunnen dimensioneren. De periode van de wervels en ook van de daardoor veroorzaakte onderdrukken bedroeg gemiddeld 4,7 sec. De grootste achter de sluis aan de zeezijde gemeten onderdruk die nog door 1 % van de wervels werd overschreden bedroeg 1,8 ton per m². Op grotere afstand van de sluis werd nog een tweede golfverschijnsel gemeten met een periode van ca. 4 minuten. Bij nader onderzoek bleek dit verschijnsel veroorzaakt te worden door wervels van grote omvang, die achter de gesloten schuif worden gevormd. Zo'n turbulentie staat bekend onder de naam Karmanse wervelstraat. Afwisselend worden aan de randen van de schuif wervels gevormd die zich van de schuif verwijderen.
Opmerkelijk is, dat dit wervelgebied zich niet altijd vormt. Bij een geringe afvoer door de sluis treedt het verschijnsel niet op. Voor de rivierzijde zijn eveneens metingen met drukdozen verricht. De hier gemeten onderdrukken waren belangrijk minder dan die aan de zeezijde.
De grootte van de grondwaterdrukken tegen de onderzijde van het betonnen deel van het stortebed is bepaald in een elektrisch analogon waarvan reeds een beschrijving is gegeven in Driemaandelijks Bericht nr. 13.

Voor de rivierzijde is het waterstandsverschil tijdens een stormvloed maatgevend; dit bedraagt dan ca. 4 m. Bij een extreem lage waterstand op zee kan een verval optreden van ca. 3 m. De belastingen die hierdoor op het stortebed aan de zeezijde worden veroorzaakt, zijn echter niet maatgevend.
De door de golfbeweging veroorzaakte drukken zijn voor het stortebed aan de zeezijde wel bepalend. Daarom moest, rekening houdend met terugkaatsingseffecten, de maximale hoogte van de afzonderlijke golven worden vastgesteld die tijdens een zware storm kan optreden. Met de verondiepingen die in de mond van het Haringvliet na de afsluiting zullen optreden is hierbij nog geen rekening gehouden. Het stortstenen stortebed is ontworpen als een filterconstructie. In de U.S.A. zijn veel onderzoekingen verricht om te bepalen aan welke eisen de opeenvolgende lagen van het filter moeten voldoen om een constructie te verkrijgen die bij grote verhangen in het grondwater toch stabiel blijft. Deze grote verhangen kunnen bij de ontwerptoestand in het turbulente gebied achter de gesloten schuif optreden. In eerste aanleg is de constructie volgens deze eisen ontworpen.
Daar de onderzoekingen zijn verricht op materiaal met een belangrijk kleinere afmeting dan stortsteen moest voor de bovenste lagen nog een controle worden uitgevoerd. In verband met schaaleffecten was hier een proef op grote schaal gewenst.
De grote stroomgoot in het laboratorium in de Noordoostpolder kon hiervoor het beste gebruikt worden. Het voor het onderzoek benodigde deel van de sluis kon echter op deze schaal niet in het model worden gebouwd. Daarom is als criterium voor het onderzoek gekozen dat het onderliggende materiaal niet eerder door de stortsteenlaag mocht worden uitgezogen dan dat de stortsteen wordt verplaatst door de erover stromende turbulente watermassa. Voor het lichte en zware stortebed zijn respectievelijk de schalen 1 : 12 en 1 : 10 gekozen. In de stroomgoot is met behulp van een loodrecht op de stroom geplaatst

De opeenvolgende stadia in de oppervlaktestroming achter de gesloten schuif





Het driedimensionale model in de Noord Oost Polder. Aantasting van de bodembescherming bij een vroegere proef (M 505)

schot een wervelstraat opgewekt. De stroomsnelheid was bij de proef zodanig ingesteld dat de stortsteen nog juist niet in beweging kwam. De ontworpen laagdikte aan stortsteen – ca. 1½ maal de grootste steendiameter – bleek voldoende te zijn. Een enkele laag vrij van elkaar geplaatste stortsteen was voor beide typen stortebed onvoldoende.

De literatuur over dit onderwerp noemt filtereisen, volgens welke tussen het bodemmateriaal en de ontworpen laag maingrind met één overgangslaag zou kunnen worden volstaan; de korrelverdeling van die laag moet binnen nauwe grenzen liggen. Zulk materiaal echter is praktisch alleen te verkrijgen door het in de natuur gevonden produkt uit te zeven en het benodigde materiaal kunstmatig samen te stellen. Door deze bewerking wordt de kostprijs belangrijk hoger.

Teneinde na te gaan of het in de natuur gevonden griendzand mogelijk toch in de constructie zou voldoen is een proef uitgevoerd in het hydrogeologisch laboratorium van de Deltadienst.

In een doorzichtige plastic buis werden op een laag van het bodemmateriaal een laag grindzand en een laag maingrind aangebracht. Door de opeenvolgende lagen werd een waterstroom geleid waarbij al spoedig bleek dat op de grens tussen het grindzand en het maingrind ontmenging optrad. Nadat op het grindzand nog een laag fijn grind was aangebracht trad dit verschijnsel niet meer op. De filterconstructie zal op grond van deze proeven bestaan uit 15 cm grindzand, 20 cm fijn grind 3–8 mm en 35 cm maingrind 3–8 cm. Om extra veiligheid te verkrijgen wordt tussen de lagen grindzand en fijn grind een nylon weefsel aangebracht. Voor de lichte stortebedconstructie zijn deze lagen afgedekt met ca. 80 cm stortsteen 60–300 kg. Bij het zware stortebed bestaat de afdekking uit 50 cm stortsteen 10—40 kg en ca. 120 cm storsteen 300–1000 kg.

Een groot deel van de stortebedden aan rivier- en zeezijde van de sluis wordt in den droge gemaakt. Na het wegbaggeren van de ringdijk zal het laatste deel van het stortebed in den natte moeten worden aangebracht.

Constructie en uitvoeringswijze van dit deel van het stortebed zijn nog niet definitief vastgesteld. In een volgende bijdrage zullen hierover nadere mededelingen worden gedaan.

Filterglooiingen en hun toepassing bij de noordelijke voorhaven van de Volkerak-sluizen

Als we over filtreren spreken denken we aan het verwijderen van vaste delen uit een vloeistof door middel van een filter. Een filter kan, al naar gelang de toepassing, van zeer verschillende samenstelling zijn. Behalve filtreerpapier of een zeef kan men als filter ook een laag zand of een systeem van verschillende lagen minerale korrels gebruiken; voor de opeenvolgende lagen kiest men dan materiaal van toenemende korrelgrootte.
Een dergelijk filter, opgebouwd uit minerale korrels, werd oorspronkelijk toegepast voor de zuivering van water; het principe is echter ook bruikbaar in de waterbouwkunde, bij een oeververdediging. Wanneer de waterspiegel daalt, tengevolge van getijbeweging of door golven veroorzaakt door wind of scheepvaart, kan een waterstroming optreden vanuit het grondlichaam. Om nu te beletten dat gronddeeltjes worden meegevoerd, wordt op het beloop een filterglooiing aangebracht.
Amerikaanse onderzoekingen hebben uitgewezen dat een filter aan de volgende eisen moet voldoen:

1. Het filtermateriaal moet doorlatender zijn dan het basismateriaal van het grondlichaam, zulks om wateroverdrukken te voorkomen.

2. De holle ruimte in het filtermateriaal moet voldoende klein zijn om te verhinderen dat het basismateriaal doordringt in het filter; anders zou immers verstopping ontstaan.

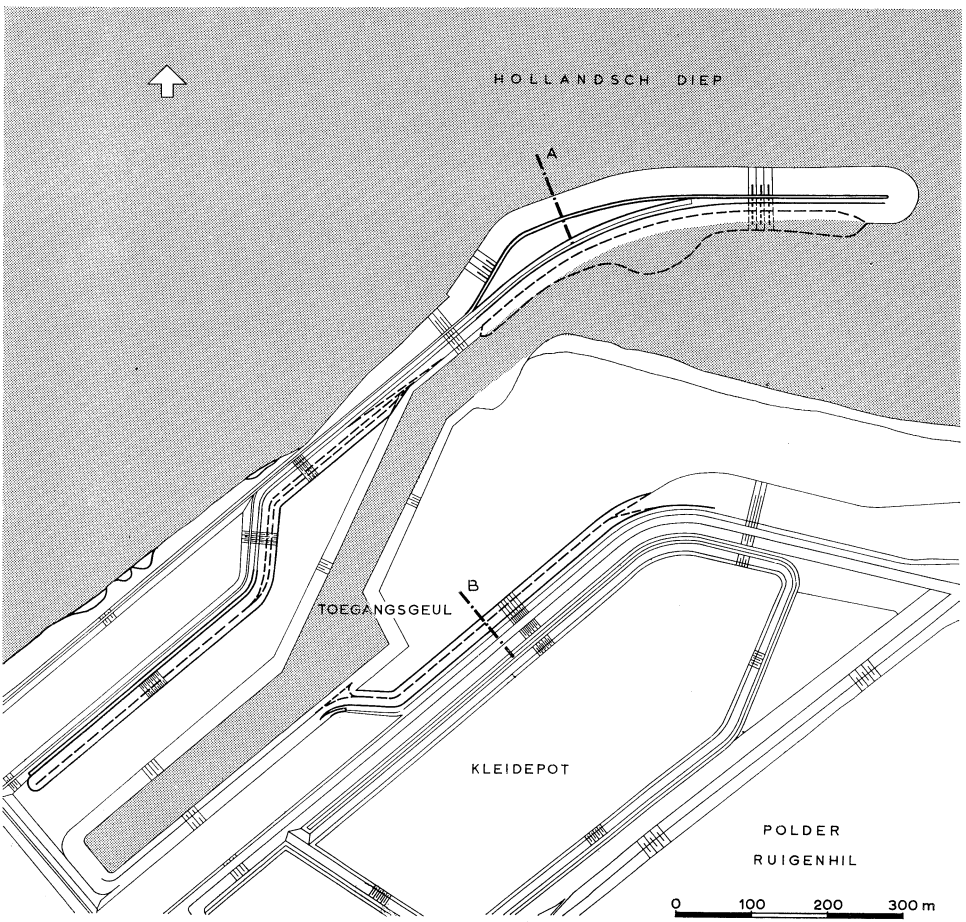
3. De dikte van de filterlaag moet voldoende zijn om een goede verdeling van de daarin voorkomende korrelgrootten te verzekeren.

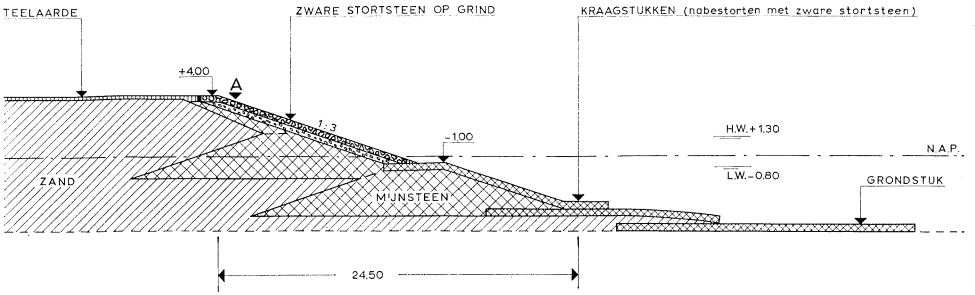
Deze eisen gelden voor een filter bestaande uit één laag. Een enkelvoudig filter is echter meestal niet voldoende omdat de bovenste laag weerstand moet kunnen bieden aan de uitwendige krachten van stroom en golfslag; gebruiken we meer dan één laag, met toenemende korrelgrootten naar buiten toe, dan gelden deze criteria eveneens voor de tweede filterlaag ten opzichte van de eerste filterlaag, enzovoort.
Om aan de tweede eis te voldoen dient er een bepaald verband te zijn tussen de korrelverdelingsdiagrammen van de materialen aan weerszijden van de grenslaag.
Dit verband is afhankelijk van de vraag of we met een weinig of met een goed gegradeerd mengsel te doen hebben, terwijl ook de vorm van de korrels, afgerond of hoekig, van invloed is.
Het verband tussen de materialen komt in de figuur tot uitdrukking in de horizontale afstand tussen de korreldiagrammen.

Het ontwerp van de glooiingen in de haven

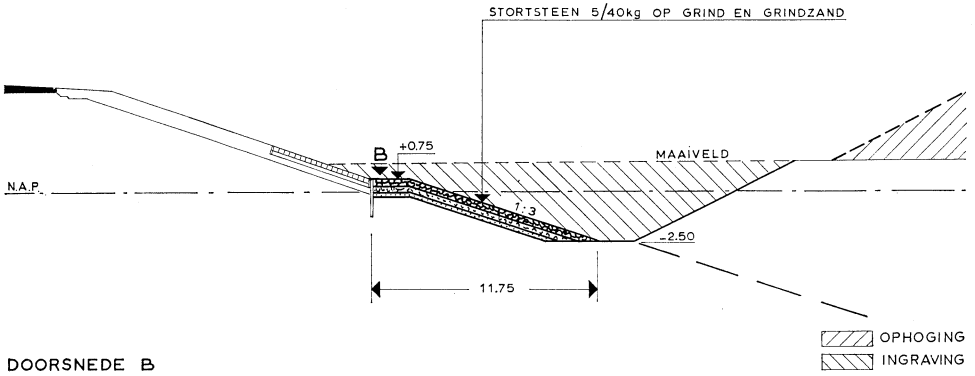
De noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen ligt voor een groot gedeelte in de buitenpolder Maltha. Aan de landzijde wordt de haven begrensd door een nieuwe hoogwaterkerende dijk, aan de andere zijde door een brede havendam waarop een boombeplanting voor de nodige beperking van de windinvloed in de haven moet zorgen.
De motieven die in dt geval geleid hebben tot de keuze van een filterglooiing waren de volgende:
De op de benedenrivieren gebruikelijke constructie, waarbij beneden een peil van 0,50 m boven L.W. een kraagstuk wordt aangebracht en daarboven een of andere steen- of betonglooiing, was hier niet toepasbaar omdat de waterstanden door de afsluiting van Haringvliet belangrijke wijzigingen zullen ondergaan. De teen van de glooiing zou hoger moeten komen, wilde men ook later onderhoud in den droge mogelijk maken; maar dat zou tot gevolg hebben dat de bovenkant van de kraagstukken zou gaan verrotten.

De noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen





DOORSNEDE A

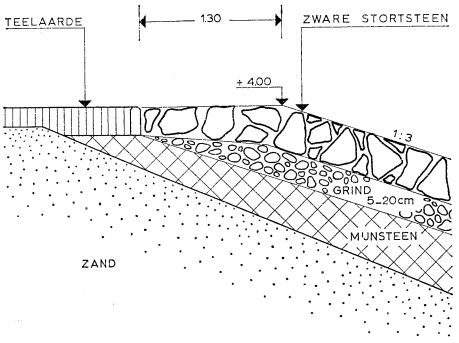


DOORSNEDE B

Althans voor dit overgangsgebied was dus de toepassing noodzakelijk van materialen die zowel in droge als in natte toestand houdbaar zijn. Men kon de filters in den droge uitvoeren door sleuven te graven en die te bemalen en door pas later de haven te ontgraven. Deze maatregelen waarborgden een zorgvuldige uitvoering van de verschillende lagen van de filterglooiing.

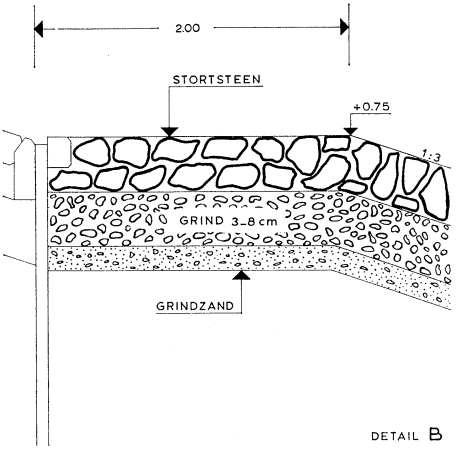
Voor het gedeelte van het beloop boven N.A.P. + 0,70 m werd een betonglooiing gekozen met als teenconstructie een houten damwand.
Bij het bepalen van de benedengrens van de verdediging werd gebruik gemaakt van de publicatie van Prof. Ir. P. Ph. Jansen en Ir. J. B. Schijf in het verslag van het 18e Internationale Scheepvaartcongres te Rome. Volgens deze gegevens veroorzaakt bij een waterstand van N.A.P. – 1,60 m – die vóór de afsluiting van het Haringvliet gemiddeld 2 maal per jaar voorkomt – een duwconvooi dat met een snelheid van 4 m/sec vaart een spiegeldaling van 0,21 m. Als we 3 maal de waarde van de spiegeldaling uitzetten beneden de waterstand, dan komen we op een peil waarbeneden geen noemenswaardige erosie op-

De opbouw van het filter in de doorsnede A



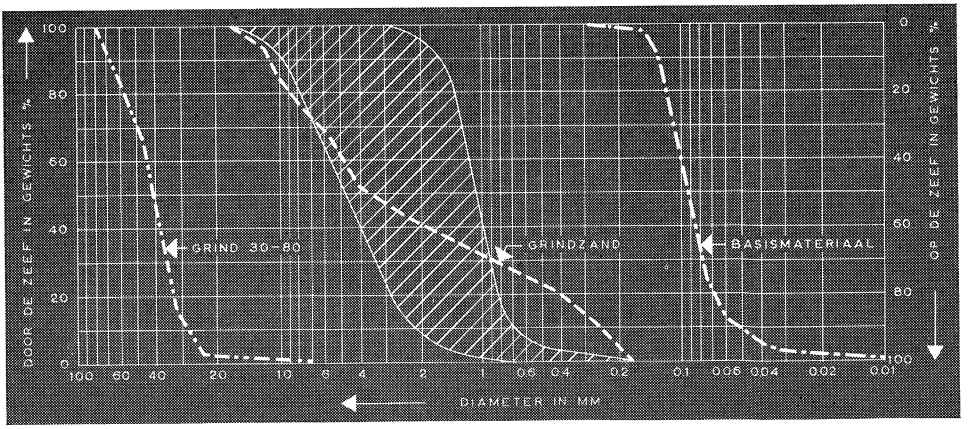
DETAIL A

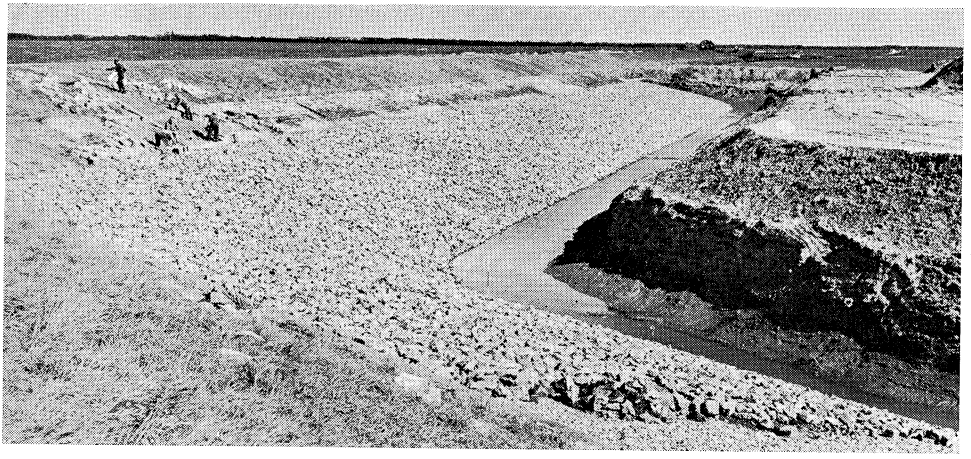
De opbouw van het filter in de doorsnede B



DETAIL B

Korrelverdelingsdiagrammen van de materialen waaruit de filters zijn samengesteld. Bij een goede verdeling zullen de grensvlakken stabiel zijn





Uitwendig aanzicht van de filterglooiing. De lagen grind en stortsteen worden doorgetrokken

treedt. Bij de gegeven constructie, die niet bestand is tegen ontgrondingen nabij de teen, is de onderkant veiligheidshalve nog iets lager gekozen en wel op N.A.P. – 2,50 m.

De filterglooiing werd als volgt samengesteld:

1e laag 0,15 m grindzand 0,5–5 mm.

2e laag 0,35 m grind 3–8 cm.

3e laag maassteen 5–40 kg waarvan 400 kg per m² werd verwerkt.

Uit berekeningen van de golfhoogte voor de havenmond en modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium te De Voorst is gebleken dat bij windkracht 7 uit O.N.O. richting in de haven plaatselijk golfhoogten kunnen voorkomen van 0,80 m.
Volgens de formule van Iribarren en Van Beaudeyin zijn onder deze omstandigheden bij een taludhelling van 1 : 3 steengewichten van ongeveer 20 kg nodig voor de vorming van een stabiele bekleding. De voor de bovenste laag gekozen steen met stukken van 5 tot 40 kg die bovendien nog wordt gevleid, voldoet aan genoemde eisen en zal ook bestand zijn tegen de door de scheepvaart veroorzaakte golven.

Aan de buitenzijde van de havendam kan de golfaanval belangrijk zwaarder zijn dan aan de binnenzijde. Van N.A.P. – 4,00 tot N.A.P. + 1,50 m is de havendam uitgebouwd met behulp van mijnsteenkaden. Beneden de LW.-lijn kunnen aan de afwerking van het beloop geen al te grote eisen van nauwkeurigheid worden gesteld. De afdekking daar wordt dan ook gemaakt met een kraagstuk. Boven de L.W.-lijn ligt een filterglooiing, opgebouwd uit een laag grind 5–20 cm ter dikte van 0,30 m en een laag zware stortsteen, waarvan 800 kg per m² werd verwerkt. Boven de mijnsteenkade werd het zand afgedekt met een laag mijnsteen, waarover de lagen grind en stortsteen werden doorgetrokken.

Het Sluitingsprogramma voor de Grevelingen

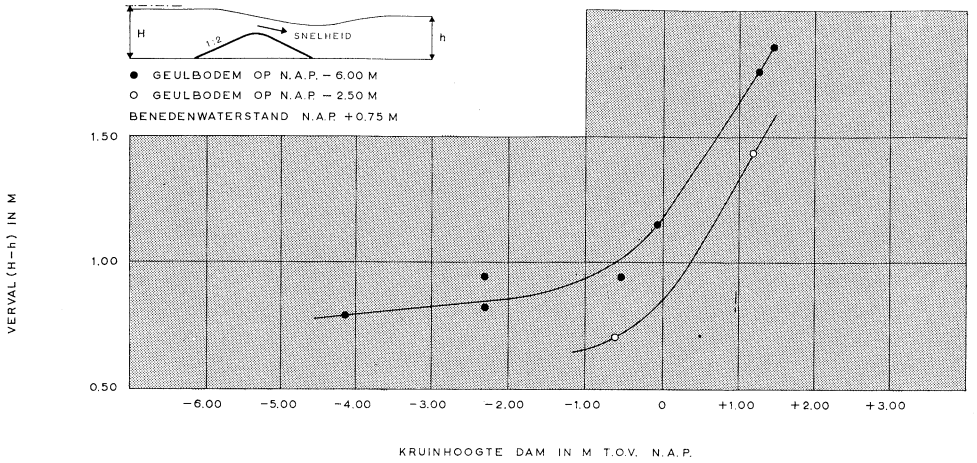
Een programma voor de geleidelijke sluiting van de noordelijke geulen van de Grevelingen moet worden opgesteld aan de hand van de volgende factoren:

1. de stortcapaciteit van de kabelbaan.
2. de stabiliteit van de te gebruiken stortmaterialen.
3. de stabiliteit van de bodemverdedigingen.
4. de te verwachten ontgrondingen.
5. de bodemgesteldheid.

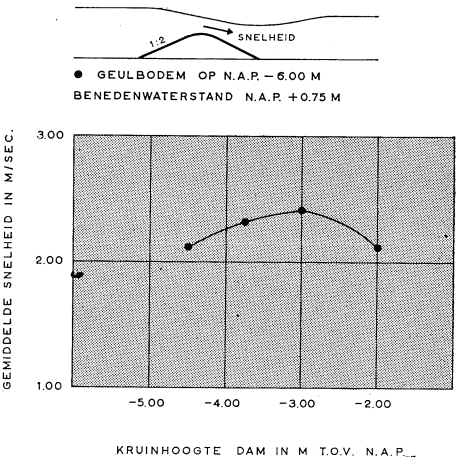
De invloed op het sluitprogramma wordt voor elk der factoren eerst afzonderlijk toegelicht.
Wat de stabiliteit van de stortmaterialen betreft zij verwezen naar het Driemaandelijks Bericht nr. 27, blz. 348 e.v

Stortcapaciteit kabelbaan en te verwerken materialen

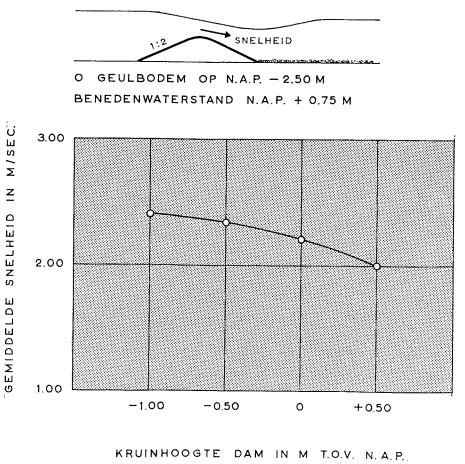
De totale verwerkingscapaciteit van de installatie is berekend op 12 500 ton per week van 5 werkdagen. Het berekende getal geldt als gemiddelde over de totale duur van de sluiting. De netto uurcapaciteit van de installatie wordt geschat op 180–240 ton. Dat deze cijfers zo uiteenlopen houdt onder andere verband met de nog bestaande onzekerheid omtrent de rijsnelheden der gondels bij normaal bedrijf. Voor de berekening van de totale capaciteit zijn verder nog marges ingevoerd voor diverse bedrijfsstagnaties.
De te gebruiken stortmaterialen zijn grind 2–30 cm, stortsteen 10–300 kg en diverse soorten zandzakken met een stukgewicht van 2,5 ton en kluiten zandasfalt van hetzelfde gewicht. In de Bocht van St. Jacob – de meest noordelijke der beide geulen – zal vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt worden van de zakken en kluiten. Het grind en de steen worden gebruikt in de rest van het sluitgat.
De verschillende stortmaterialen kunnen tegelijkertijd verwerkt worden. Een deel van de totale verwerkingscapaciteit van de installatie wordt dan gebruikt voor het storten van grind of steen vanuit netten, en het resterende voor het storten van een van de overige materiaalsoorten vanuit transportbakken (kubels).



Stabiliteit van stortsteen 10/300 kg afhankelijk van kruinhoogte en verval



Stabiliteit van stortmateriaal op een dam, afhankelijk van stroomsnelheid en damhoogte



Stabiliteit van een bodembescherming bestaande uit grind afhankelijk van stroomsnelheid en damhoogte

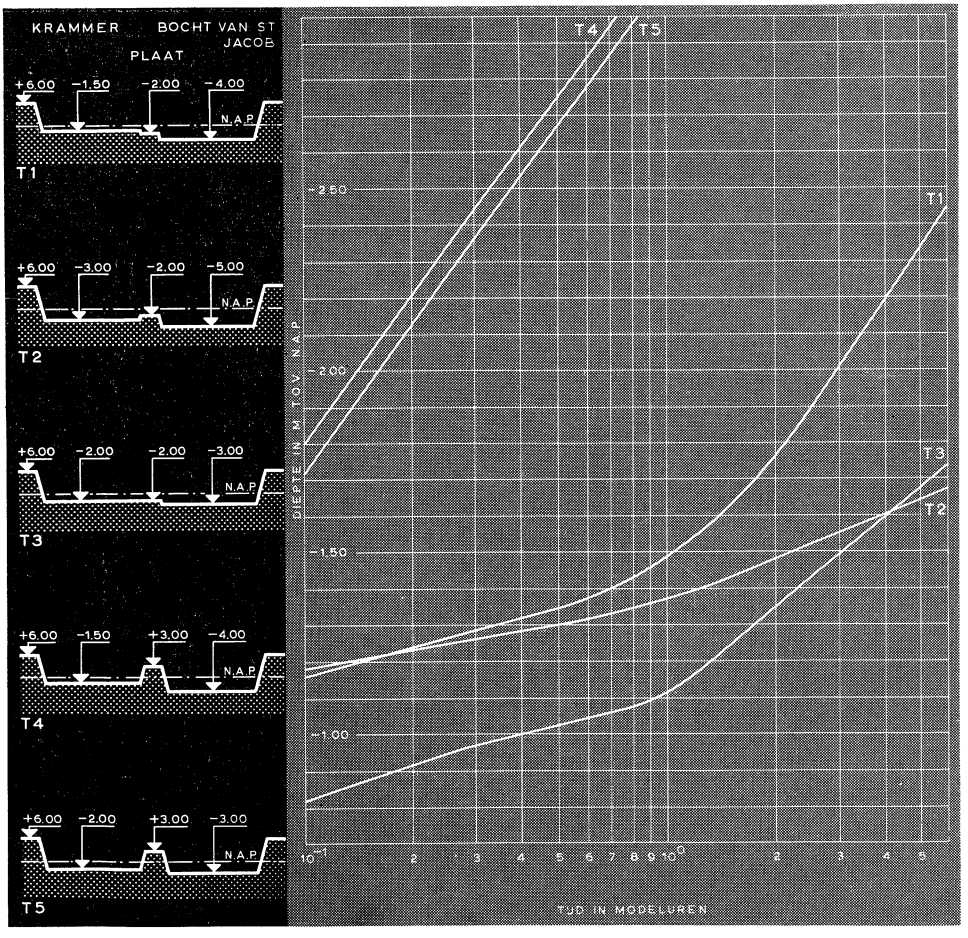
Invloed van de stabiliteit van de stortmaterialen

Om te kunnen beoordelen of de stroombestendigheid van stortsteen van invloed kan zijn op de volgorde van de verschillende fasen der sluiting zijn de resultaten van de desbetreffende proeven in het Waterloopkundig Laboratorium omgerekend op de afmetingen van de sluitgaten. De Krammer en de Bocht van St. Jacob zijn op dezelfde wijze geschematiseerd door invoering van een beneden-waterstand op N.A.P. + 0,75 m bij een bodemligging op N.A.P. – 6,00 m. Deze waterstand komt voor ten tijde van de maximale ebstroom bij normaal getij, en is maatgevend omdat de vloedsnelheden kleiner zijn.
Voor de Krammerplaat is de ligging van de geulbodem gesteld op N.A.P. – 2,50 m.
Het resultaat van deze bewerking is weergegeven in een grafiek waarop het toelaatbare verval is uitgezet als functie van de hoogte van de damkruin ten opzichte van N.A.P. Uit de figuur blijkt, dat voor eenzelfde materiaal op een lage dam een kleiner verval kritiek is dan op een hoge dam, indien de benedenwaterstand ten opzichte van de damkruin gelijke waarden heeft. Waaraan deze verschillen moeten worden toegeschreven is nog niet bekend. De damvorm heeft blijkbaar een grote invloed. Zo is op een dam met een brede kruin het toelaatbare verval duidelijk groter dan op een dam met een smalle kruin. Het maximaal optredende verval in het noordelijk sluitgat bedraagt ongeveer 80 cm. Het kritiek verval is hiermee nog lang niet bereikt, zodat de stabiliteitsgrens van de stortsteen bij toepassing in de geulen geen overweging hoeft te zijn bij de keuze van een bepaalde sluitingsvolgorde.

Ter beoordeling van de toepassingsmogelijkheid van het op het werk aanwezige grind als stortmateriaal zijn in een stroomgoot van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft schaalproeven verricht voor een situatie met een bodem op N.A.P. – 6,00 m, waarbij de stabiliteit is uitgedrukt in de snelheid van het water boven de dam op het moment van begin van beweging van het grind.
Deze resultaten zijn uit de aard der zaak slechts geldig voor de Krammer en de Bocht van St. Jacob. Veiligheidshalve wordt echter voor het volledige sluitgat aangenomen, dat het aanwezige grind stabiel is tot een stroomsnelheid van 2,00 m/sec. Hieruit volgt dat het slechts in beperkte mate toepasbaar is.

Naast stortsteen en grind zullen in het sluitgat ook nieuwe materialen gebruikt worden. Met name de stroombestendigheid van normale zandzakken is onderzocht, omdat men overweegt die op ruime schaal bij de sluiting toe te passen.
Voor dit materiaal is een serie vergelijkende proeven gedaan ter bepaling van de meest stabiele vullingsgraad. Hierbij bleek dat die bereikt wordt bij 80 %. Dit was overigens ten tijde van het onderzoek tegelijk de in de praktijk maximaal bereikbare vullingsgraad. Bij deze proeven bleek tevens dat de stabiliteit van de zak beïnvloed werd door het verloren gaan van de stroombestendigheid van het zand in de zak. In verband hiermede is een schaalproevenserie verricht. Deze toonde aan, dat de modelregel van Froude, die voor vaste materialen geldt, in dit geval niet toepasbaar is.
Extrapolatie van deze schaalserie naar het prototype levert een toelaatbare snelheid op van ongeveer 2,50 m/sec, hetgeen overeenkomt met een verval van ongeveer 30 cm.
In de Grevelingen heeft men de gelegenheid deze extrapolatie te toetsen. Zoals in het vorig Driemaandelijks Bericht is vermeld, ligt het in de bedoeling tevens gebruik te maken van zakken met gebitumineerd zand en van niet verpakte kluiten zandasfalt. De stroombestendigheid van de eenheden, die afhankelijk is van het bitumengehalte, wordt voor het toepassingsgebied ruim voldoende geacht.

Te verwachten ontgrondingen bij gelijkmatige en ongelijkmatige sluiting van de twee geulen en de plaat



Invloed van de stabiliteit van de bodemverdedigingen

De bodemverdediging in de Bocht van St. Jacob, die bestaat uit klassieke zinkstukken afgestort met steen van 80–200 kg, is bij iedere sluitingsvolgorde voldoende stroombestendig. De asfaltmastieken verdediging in de Krammer is onderzocht op zijn gevoeligheid voor overdrukken, zoals die kunnen ontstaan bij het ophogen van de sluitdam. Een nader onderzoek van het gemaakte werk heeft uitgewezen dat de mastieklaag zodanig geperforeerd is dat geen voor de stabiliteit van de bekleding kritieke overdrukken kunnen ontstaan. De keuze van het sluitprogramma wordt dus ook niet beïnvloed door de bodemverdedigingen.
De verdediging van de Krammerplaat bestaat uit een folie, afgestort met grof Nederlands grind. Bij de opbouw van de drempels in de Bocht van St. Jacob en de Krammer zal deze bodemverdediging aan een vergrote stroomaanval worden blootgesteld. Om te kunnen beoordelen in welke fase van het werk het damgedeelte op de Krammerplaat gebouwd kan worden zonder dat er gevaar bestaat voor stabiliteitsverlies van de bodembescherming, is een serie modelproeven verricht in de grote stroomgoot van het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst' en daarna omgerekend op de omstandigheden van de Krammerplaat. Het resultaat van deze bewerking is weergegeven in een grafiek waarin de voor de bodemverdediging kritieke snelheid op de kruin van de dam is uitgezet tegen de hoogte van de dam.
Hieruit blijkt, dat het grind op de bezinking niet aangetast wordt indien de dam op de Krammerplaat wordt opgestort voordat de gemiddelde profielsnelheid 2 m/sec is geworden.
Hierdoor is volledig bepaald, in welke fase de Krammerplaat gedicht moet worden.

Invloed van ontgrondingen

Zoals reeds beschreven is op blz. 353 van nr. 27 van deze Berichten verdient het op grond van tweedimensionale ontgrondingsproeven de voorkeur, de drempels in beide geulen zo gelijkmatig mogelijk omhoog te brengen. Ter beoordeling van de driedimensionale stroomeffecten die zullen ontstaan bij de sluiting van de geulen is voor enige mogelijke sluitingsfasen ontgrondingsonderzoek verricht in een niet samengetrokken model van het sluitgat in de Bocht van St. Jacob. De dieptetoeneming in het diepste punt van de ontgronding (gelegen ten noordwesten van de middenpyloon in de geul) wordt in een tekening verduidelijkt. Uit vergelijking van de situaties T_1, T_2 en T_3 blijkt, dat het ook op grond van het driedimensionale stroombeeld voorkeur verdient het hoogteverschil tussen de drempels in de Krammer en de Bocht van St. Jacob zo klein mogelijk te houden. Voorts blijkt uit vergelijking van de situaties T_4 en T_5 met de reeds genoemde, dat het dichten van de Krammerplaat aanleiding geeft tot een sterke vergroting van de driedimensionale effecten. Toch kan het aanbeveling verdienen de Krammerplaat in een vrij vroeg stadium te sluiten in verband met de stabiliteit van de bodembescherming. Uit regelmatig peilen van de bodem ter weerszijden van het sluitgat zal dan moeten blijken hoe snel de bodemaantasting verloopt.
Mocht blijken dat deze bodemaantasting te snel plaats vindt dan kan door verlenging van het damvak op de Krammerplaat het 'kopeffect' alsnog verplaatst worden.

Invloed van de bodemgesteldheid

In de Bocht van St. Jacob aan de N.O.-zijde bevindt zich een 1 à 2 m dikke kleilaag waarvan de onderkant op ca. N.A.P. – 13 m is gelegen. In het overige deel van het sluitgat wordt

hoofdzakelijk zand aangetroffen waarvan op een aantal plaatsen lagen werden gevonden met geringe sondeerwaarde. De dikte van deze lagen variëert van 1–2 m. De lage sondeerwaarde kan wijzen op een geringe dichtheid van de zandafzetting. De uitgestrektheid ervan is moeilijk met enige zekerheid te bepalen. De bovenste van deze lagen worden aangetroffen op diepten variërend van N.A.P. – 9 m tot N.A.P. — 16 m.
Geconcludeerd kan worden, dat de aard van de gegevens en hun onderlinge verschillen niet noodzakelijk leiden tot voorkeur voor een bepaalde sluitingsvolgorde op grond van de bodemgesteldheid.
Wel dient bij het controleren van het verloop van de ontgrondingen aan de hand van uitkomsten van periodieke peilingen rekening te worden gehouden met de gesignaleerde verschillen in bodemgesteldheid.

Samenvatting en conclusies van het onderzoek der afzonderlijke factoren

Het voorgaande kan worden samengevat in een aantal richtlijnen voor het sluitingsprogramma.
Hierbij wordt uitgegaan van de volgende materialenverdeling over de sluitgaten:
Krammer en Krammerplaat – grind en stortsteen.
Bocht van St. Jacob – normale zandzakken, zakken met gestabiliseerd zand en zandasfaltkluiten.

a. Het peilverschil tussen de drempels in de beide geulen dient zo klein mogelijk gehouden te worden, in ieder geval steeds kleiner dan 2 m, terwijl de damkruin in de Krammer hoger moet blijven dan die in de Bocht van St. Jacob.

b. De Krammerplaat dient zo laat mogelijk te worden gesloten met – indien het grind niet wordt afgestort met stortsteen – als uiterste het moment waarop de drempels in de Krammer en de Bocht van St. Jacob respectievelijk het peil van N.A.P. – 2 m en N.A.P. – 4 m of beide het peil van N.A.P. – 3 m hebben bereikt.

c. In de Krammer kan grind worden gebruikt tot het moment dat de Krammerplaat wordt gedicht.

d. De stroombestendigheid van de normale zandzakken is volgens de verwachtingen beperkt tot een gemiddelde profielsnelheid van ca 2,5 m/sec. De verwerking van deze zakken bij hogere stroomsnelheden verdient als proef echter aanbeveling, althans over een beperkt drempeldeel in de Bocht van St. Jacob.

e. De stortsteen en de gestabiliseerde eenheden stellen geen beperking aan het sluitingsprogramma.

f. De lengte van het damvak op de Krammerplaat wordt in eerste aanleg bepaald door de omvang van de grindbestorting op deze plaat.

g. Het kopeffect als gevolg van het dichtzetten van de Krammerplaat zal bij grote bodemaantasting enige malen verplaatst moeten worden; daartoe zal men de kop telkens verder moeten uitbouwen.

h. De bodemgesteldheid in het algemeen stelt geen bijzondere beperkingen aan het sluitingsprogramma.

i. De stortvaklengte zal, wil men de drempels enigszins horizontaal kunnen ophogen, voor grind en steen minstens 200 à 300 m moeten bedragen.

j. Wanneer het peil van N.A.P. in beide geulen is bereikt kan de stortvaklengte kleiner worden.

Het sluitingsprogramma

Het sluitingsprogramma is er op gericht zo tijdig de Krammerplaat dicht te zetten dat nabestorting van de daar aanwezige bodembescherming niet meer noodzakelijk is. Het damvak op de plaat wordt opgebouwd, zodra de drempels in beide geulen het peil van N.A.P. – 3,00 m bereikt hebben. De keuze van dit tijdstip is gebaseerd op een compromis tussen:

a. de invloed van de driedimensionale stroomeffecten;

b. de stabiliteit van het grind in de Krammer;

c. de verdeling van de stortcapaciteit van de kabelbaan over de verschillende materiaalsoorten voor en na het dichtzetten van de plaat. Bij het vaststellen van het compromis is er naar gestreefd de drempelhoogten in de beide geulen in ieder stadium van de sluiting zo veel mogelijk gelijk te houden.
Voor het bepalen van de verdeling der stortcapaciteit is steeds uitgegaan van het volgende dwarsprofiel van de dam: kruinbreedte 2 m, taluds van 1 : 1,15 voor steen en 1 : 1,5 voor de nieuwe materialen. Dit uitgangspunt berust zowel op modelproeven als op gegevens met betrekking tot de schematisering van het getij. Dit laatste is noodzakelijk, omdat de afdrijving van de materialen ten gevolge van de stroom mede de vorm van het dwarsprofiel bepaalt. Verandering van waterdiepte en stroomsnelheid, voortvloeiend uit het getij, resulteren derhalve in een steeds wisselende afdrijving. Om de op deze wijze verkregen daminhouden om te kunnen rekenen op gewichten is voor steen en grind een volumegewicht aangehouden van 1,55 ton/m³ en voor de zandzakken een volumegewicht van 2,5/1,4 ton/m³.

Hieruit volgt, dat het aantal zandzakken per m³ dam 1/1,4 stuks moet bedragen. De asfaltkluiten zijn op gelijke wijze behandeld.
Bij de uitvoering zal deze berekening nog gecorrigeerd moeten worden.
De sluiting kan in de volgende fasen worden onderverdeeld:

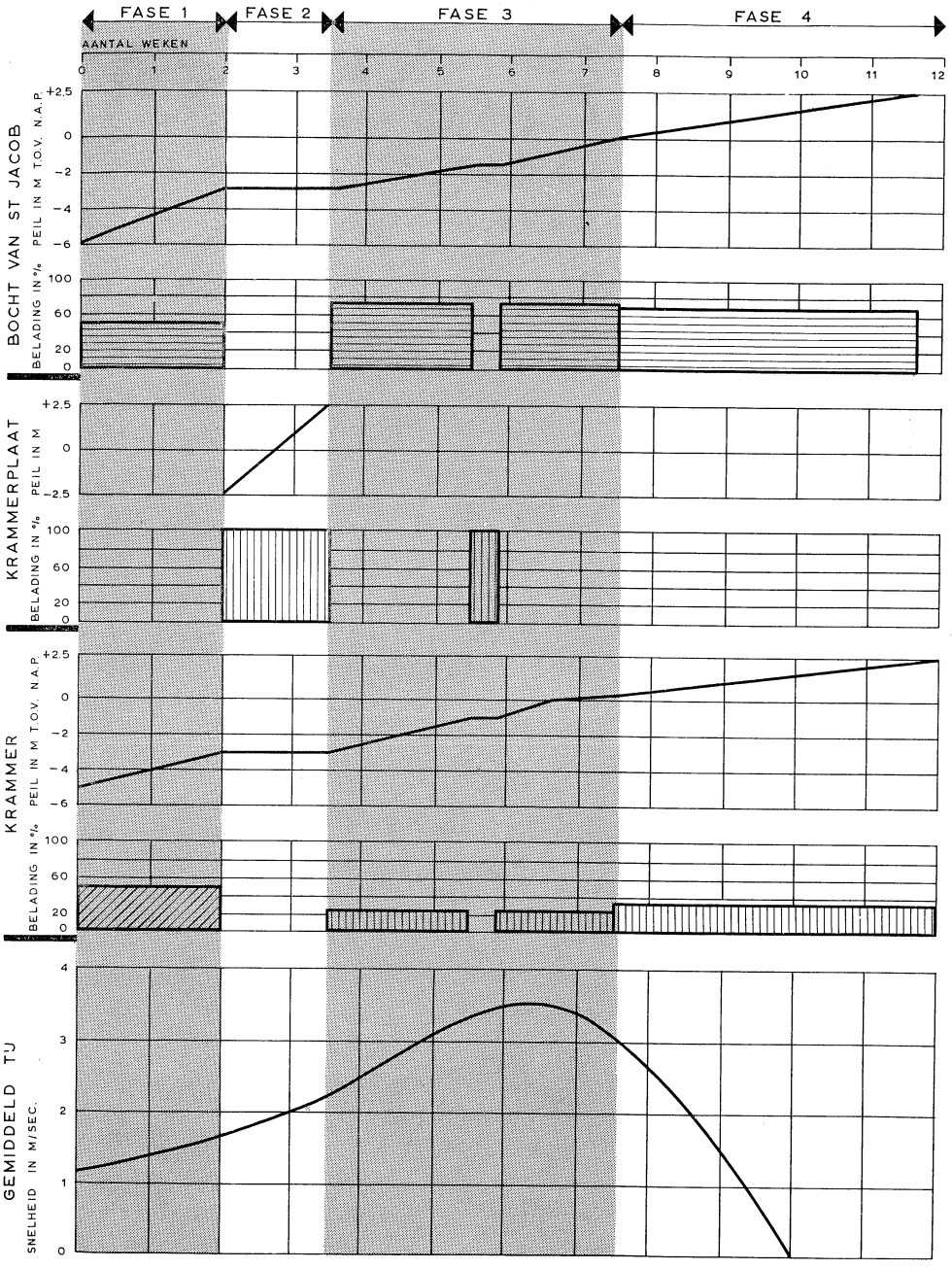
Fase 1. Opstorten van de dammen in beide geulen tot N.A.P. – 3,00 m.

Fase 2. Dichtzetten van de Krammerplaat.

Fase 3. Opstorten van de dammen in beide geulen tot N.A.P.

Fase 4. Voltooiing van de sluitdammen tot een peil van N.A.P. + 2,50 m.

Bij dit programma is er van uitgegaan, dat gedurende iedere fase de capaciteitsverdeling van de kabelbaan gelijk blijft. De te verwerken hoeveelheden zijn dan de volgende:


FASE 1
FASE 2
FASE 3
FASE 4
AANTAL WEKEN
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
BOCHT VAN ST JACOB
PEIL IN M T.O.V. N.A.P.
+2.5 0 −2 −4 −6
BELADING IN %
100 60 20 0
KRAMMERPLAAT
PEIL IN M
+2.5 0 −2.5
BELADING IN %
100 60 20 0
KRAMMER
PEIL IN M T.O.V. N.A.P.
+2.5 0 −2 −4 −6
BELADING IN %
100 60 20 0
GEMIDDELD TIJ
SNELHEID IN M/SEC.
4 3 2 1 0
GRIND 2/30 CM
STORTSTEEN 10/300 KG
NIEUWE MATERIALEN
1 NORMALE ZANDZAKKEN
2 GESTABILISEERDE ZANDZAKKEN
EN ZANDASFALTKLUITEN / 2500 KG

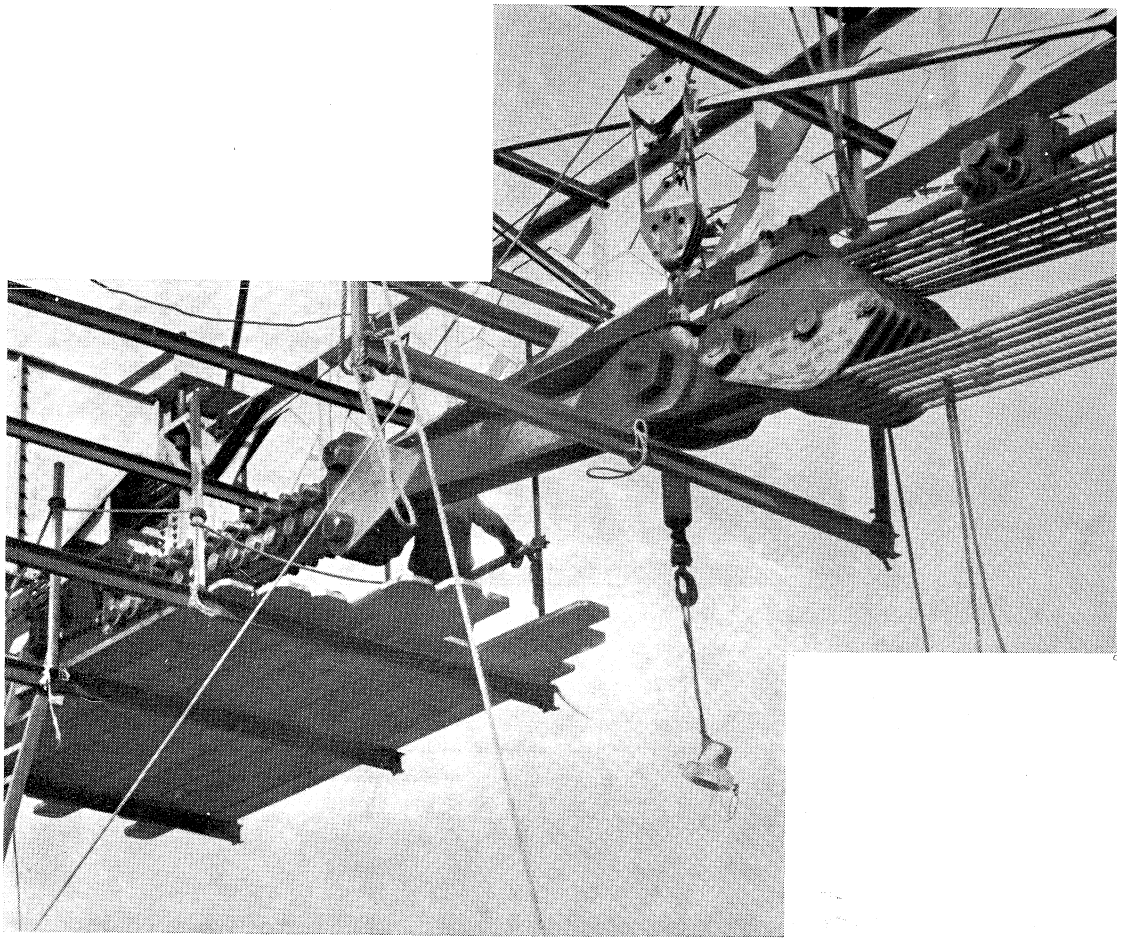
	Fasen			
	1	2	3	4
Krammer	12 000 ton	–	8 300 ton	24 000 ton
Krammerplaat	–	18 000 ton	–	–
Bocht van St. Jacob	12 300 ton	–	34 500 ton	37 000 ton

De te verwerken materiaalsoorten zijn:

	Fasen			
	1	2	3	4
Krammer	grind	–	stortsteen	stortsteen
Krammerplaat	–	stortsteen	–	–
Bocht van St. Jacob	4920 stuks normale zandzakken	–	9060 stuks normale zandzakken; 4740 stuks gestabiliseerd - zandzakken	10 300 stuks gestabiliseerd – zandzakken; 4500 stuks zandasfaltkluiten

Met ± 9000 normale zandzakken kan in de Bocht van St. Jacob in fase 3 een damgedeelte ter lengte van 275 m worden opgeworpen tot N.A.P. Dit biedt een goede mogelijkheid om de extrapolatie van de modelresultaten naar het prototype van dit materiaal te toetsen. Bij de hier gegeven hoeveelheden-verdeling zal de drempel in de Krammer iets in hoogte gaan voorlopen ten opzichte van die in de Bocht van St. Jacob. Dit hoogteverschil blijft echter beperkt tot ca. 0,50 m.
Door een kleine wijziging in de verhouding van de stortcapaciteit voor ieder van de materialen in de laatste fase kan dit verschil op eenvoudige wijze weer teniet worden gedaan.
De voortgang van de werkzaamheden in de eerste fase van de uitvoering zal zeker nog tot wijzigingen in bovengenoemd schema aanleiding geven.

Kabelklem en lier

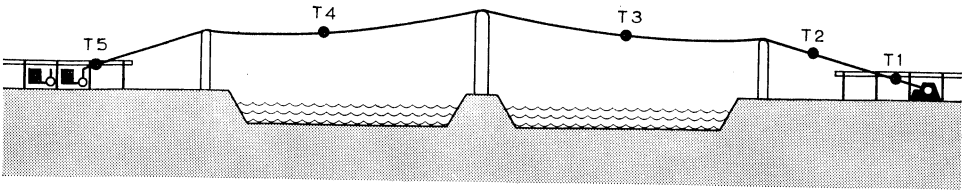


Metingen bij het op spanning brengen van de kabels over de Grevelingen

In voorgaande nummers van het Driemaandelijks Bericht werd reeds het een en ander over de kabelbaan over de Grevelingen meegedeeld. In nummer 24 werd een gedetailleerde beschrijving opgenomen van de gehele constructie, terwijl in nummer 26 een beschrijving volgde van de manier waarop de oostelijke kabel op spanning werd gebracht. In dat nummer is ook verslag gegeven van de kabelbreuk, zoals die zich op 22 augustus 1963 heeft voorgedaan.
Dit artikel behelst een overzicht van het programma van metingen waartoe op grond van de kabelbreuk werd besloten, alsook een verslag van de manier waarop de kabels op spanning zijn gebracht, en de rol die het meetprogramma daarin speelde.

Het meetprogramma

Teneinde een herhaling van het gebeurde met de oostelijke kabel te voorkomen en inzicht te verkrijgen in het gedrag en de eigenschappen van de kabel tijdens de verschillende fasen van het op spanning brengen en tijdens het bedrijf, werd een uitgebreid meetprogramma opgesteld. De metingen werden uitgevoerd door de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, het Laboratorium voor Grondmechanica, het Metaalkundig Instituut van T.N.O. en het Instituut voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies van T.N.O. gezamenlijk.
Het meetprogramma omvatte de volgende meetseries:
metingen in de voorbereidingsperiode;
metingen tijdens het op spanning brengen van de kabels;
metingen tijdens de eerste rit van een gondel langs de kabel.
De eerste meetserie had ten doel enkele richtlijnen te verkrijgen voor het op spanning brengen van de kabels en diende tevens voor het verwerven van basisgegevens, waarvan bij latere metingen zou kunnen worden uitgegaan.
Tijdens deze metingen werd onder meer de uitzettingscoëfficiënt van de kabel bepaald. De lengte van de kabel tussen twee pylonen werd bij verschillende temperaturen gemeten, of liever afgeleid uit de zeeg van de kabel waarbij een eventuele verschuiving van de kabel op de oplegpunten in rekening werd genomen.
De tweede meetserie diende niet alleen om onverwachte afwijkingen te signaleren, maar ook om te bepalen wanneer de verschillende fasen van het op spanning brengen zouden



kunnen worden afgesloten. Na de breuk van de oostelijke kabel in 1963 heeft men namelijk besloten de spanningsprocedure in een aantal etappen te doen verlopen, en wel:

a. De kabel wordt door middel van een lier op het vaste betonnen verankeringsblok aan de Flakkeese zijde zover ingehaald, dat een kabelkracht van ongeveer 225 ton wordt bereikt. Het balancerende contragewicht wordt in de hoogste stand gebracht.

b. Door het contragewicht verder met ballast te verzwaren, waardoor het gewicht in een horizontale stand wordt teruggebracht, neemt de zeeg in de overspanningen verder af tot een maat die overeenkomt met een kracht in de kabel van ruim 300 ton.

De tweede etappe kan niet worden uitgevoerd alvorens het gedeelte van de kabel dat aanvankelijk spanningsloos neerhing achter de kabelklem die door de lier wordt aangehaald, om het 'oor' van het betonnen verankeringsblok is gelegd, en de spanning van de lier is afgelaten en op het verankeringsblok is overgebracht.
De derde meetserie diende om de vorm van de kabel en de kabelspanning bij verschillende belasting na te gaan. Daarnaast werden nog andere karakteristieke grootheden van de installatie bepaald, onder meer de stijfheid van de middenpyloon. Onder de middenpyloon werd bovendien steeds de grondwaterspanning opgemeten, teneinde inzicht te verkrijgen in het grondmechanisch gedrag van de bodem onder de voet van de middenpyloon zowel tijdens het spannen van de kabels als gedurende de eerste gondelrit. Inmiddels is een nieuwe serie metingen ontworpen; terwijl de gondels alle mogelijke bewegingen en verrichtingen van het normale kabelbedrijf uitvoeren, zal op vele punten en langs enkele verschillende wegen worden vastgesteld, hoe de kabel, de pylonen en de grond onder de middenpyloon zich tijdens die acties gedragen.
Vanwege het dynamisch karakter van de metingen zal een aantal ervan met behulp van automatisch registrerende instrumenten moeten worden uitgevoerd. Ook op foto's en films zullen gegevens worden vastgelegd.

Het op spanning brengen van de kabels

Op 15 april werd een begin gemaakt met het op spanning brengen van de westelijke kabel. Om een nauwgezette controle te kunnen uitoefenen op de kabelkracht werd ze op verschillende plaatsen en op verscheidene wijze bepaald. De resultaten zouden elkaar steeds moeten ondersteunen en corrigeren.

Schema van de kabelbaan over de Grevelingen met de punten waarin tijdens het op spanning brengen de kabelkracht werd gemeten

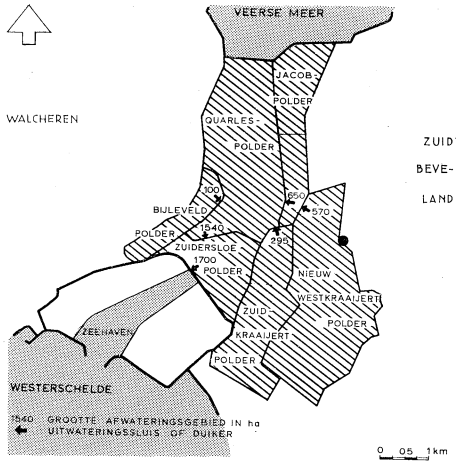
De Meetkundige dienst van de Rijkswaterstaat bepaalde in de grote overspanningen boven het water de krachten T_3 en T_4. Ze deed dit, door met behulp van theodolieten de zeeg te meten.
Door T.N.O. werd met behulp van mechanische rekmeters, die deels met een meethorloge en deels via een elektrische registratie-apparatuur werden afgelezen, de krachten bepaald bij lier T_1 en T_2 en bij contragewicht T_5. Vanzelfsprekend bestond er vooral voor de waarnemingen bij T_1 grote belangstelling, omdat dit punt vlakbij de kabelklem lag, juist daar waar destijds de kabelbreuk was opgetreden.
Door portofoons – draagbare radiozenders/ontvangers – werden de steeds op verschillende punten tegelijkertijd uitgevoerde metingen doorgegeven aan een centrale post. Aanvankelijk toonden de binnenkomende waarnemingen een normaal beeld. Toen echter in de grote overspanningen T_3 en T_4 de kracht tot ongeveer 160 ton was opgelopen, begon de kracht bij T_1 zeer snel te stijgen tot ongeveer 200 ton. Het was niet duidelijk of en in hoeverre deze opmerkelijke stijging werd veroorzaakt doordat in een drietal wrijvingspunten tussen T_1 en T_2 een groot krachtverlies optrad, of dat de grote kracht bij T_1 – die door de rekmeters alleen op de buitenmantel van de kabel werd gemeten – wellicht een gevolg was van een ongelijkmatige verdeling van de spanning over de kabeldoorsnede.

Resultaten van de tot dan toe verzamelde metingen hebben de basis gevormd voor het besluit, om de kabelklem van T_1 en T_2 te verplaatsen. Daardoor werd wrijving en vervorming van de kabel in de tussenliggende kabelgeleidingsblokken voorkomen. Ook werd besloten, het tegengewicht niet met een kracht van 200 ton op te trekken, maar het omhoog te vijzelen.
Tengevolge van deze wijzigingen en een nader onderzoek kon pas op 21 mei weer met spannen worden begonnen. Zonder verdere moeilijkheden werd diezelfde dag het einde van de eerste fase bereikt. Ook de tweede fase verliep vlot en zonder tegenslag, en op 28 mei werd de westelijke kabel op de gewenste spanning gebracht.
De oostelijke kabel begon men op 10 juni te spannen. Bij een spanning van circa 100 ton werd eerst het contragewicht omhooggetrokken. Door regelmatig bijballasten van het contragewicht en bijspannen met behulp van een lier werd op 11 juni een spanning van ruim 200 ton bereikt, zodat hiermee de eerste fase was afgesloten. Daarna werd de spanning ook hier overgebracht van de lier op het verankeringsblok.
Op 16 juni werd het contragewicht in horizontale stand gebracht, totdat de definitieve spanning van ruim 300 ton was bereikt.

B. De werken langs de Westerschelde, de kust van Zeeuws-Vlaanderen en Walcheren

De ontsluiting van de Zuidersloepolder

In het Driemaandelijks Bericht nr. 21 werd de aanleg van de afsluitdijk in het Zuidersloe beschreven. Met deze dijk kon een gebied van rond 160 ha worden ingepolderd.
Om de opslibbing te bevorderen werd in 1936 in het zuidelijke gedeelte van het Zuidersloe begonnen met systematische landaanwinningswerken volgens de Sleeswijk-Holsteinse methode. Bij deze werken werden bezinkvelden van 400 × 400 m gevormd door middel van ongeveer één meter hoge dammen van palen en rijshout, waarvan de kruin op Gemiddeld Hoog Water of lager lag, al naar gelang de hoogte van de slikken. De bezinkvelden werden systematisch begreppeld en, als de aanslibbing een voldoende hoogte had bereikt, met Spartina Townsendii beplant. Deze begreppeling had tot gevolg, dat bij vloed het slibhoudende water zich gelijkmatig over de bezinkvelden verspreidde en dat bij eb een goede ontwatering werd verkregen, die het slib deed opdrogen en aan de ondergrond deed hechten.
Na de bedijking van de Quarlespolder in 1949 vond verdere uitbreiding vrijwel uitsluitend plaats volgens de 'kribbenmethode'. Bij deze methode worden op onderlinge afstanden van 200 m dammen ongeveer loodrecht op de kust of schorrand aangelegd. In de aldus gevormde open bezinkvelden ondervindt het water zowel bij opkomend als afgaand getij geen remmende of stroomversnellende invloeden. Het gevolg hiervan is een regelmatiger sedimentatie van land naar zee dan volgens de Sleeswijk-Holsteinse methode bereikt kan worden.
Na bekendmaking van het definitieve tracé van de afsluitdijk in december 1960 werden de landaanwinningswerken uitsluitend op het voor bedijking bestemde gedeelte voortgezet. De opslibbing in dit gedeelte was zeer aanzienlijk. Hiervan kan men een goede indruk krijgen door de hoogtekaarten van respectievelijk 1950 en 1962 met elkaar te vergelijken.
Tijdens de aanleg van de afsluitdijk werd het verkavelingsplan opgesteld. Bij het ontwerp werd rekening gehouden met talrijke aspecten zoals: de situatie van de omringende dijken; de uitwateringsgeul van de Quarlespolder, waardoor een gebied van 1540 ha moet afwateren; het kleidepot, groot ca 18 ha, gelegen in de hoek van de afsluitdijk en de dijk van de Zuid-Kraaijerstpolder. In dit depot werd de vrijkomende specie uit de sleuf voor de grondverbetering onder de afsluitdijk opgeslagen. Het ligt in de bedoeling de opge-



De functie van de Zuidersloepolder in de afwatering van de polders tussen Walcheren en Zuid Beveland

Landaanwinningswerken in het Zuidersloe

slagen klei naderhand te gebruiken voor de verzwaring van de zeedijken op Zuid-Beveland.

Andere aspecten waarmee rekening diende te worden gehouden waren: de door de sterk opgeslibde geul in het midden van de polder veroorzaakte laagte, die bij het toekomstige polderpeil + N.A.P. + 2,30 m tot N.A.P. – 0,50 m. In de toekomst zal de toenemende inklinking van het lager gelegen slappe slik deze helling nog ongunstig beïnvloeden.

In verband met beide laatstgenoemde problemen werden de kavelsloten zoveel mogelijk loodrecht op de hoogtelijnen geprojecteerd, zodat de detailontwatering – greppels en drains – evenwijdig aan de hoogtelijnen komt te liggen.

Verder werd gestreefd naar een zo rechthoekig mogelijke kavelvorm, niet langer dan 800 m en niet breder dan 350 m.

Nadat het algemene verkavelingsplan was vastgesteld, werd de planning van de landbouwwegen met wisselplaatsen en toegangsdammen naar de kavels nader uitgewerkt.

Wegaanleg in de polder werd wegens de slappe bodemgesteldheid zoveel mogelijk beperkt. De wegen werden hoofdzakelijk geprojecteerd op de bestaande buitenbermen van de voormalige zeedijken. Ook werd bij het ontwerp rekening gehouden met de aanleg van een kanaal tussen het Zuidersloe en het Veerse Meer.

In totaal moest ongeveer 3100 m polderweg met opritten, wisselplaatsen, toegangsdammen en sloten worden gemaakt. De gemiddelde verhardingsbreedte, gemeten tussen de opsluitbanden, bedraagt 3 m. In bochten en wisselplaatsen bij de dammen bedraagt de breedte 5 m. Op 18 april werd met de aanleg van de aardebanen begonnen. In deze banen, ongeveer 9 m breed, werden sleuven gemaakt, aan beide zijden minstens een halve meter breder dan de verharding.

In de sleuven werd een zandbed aangebracht ter dikte van 0,60 m na verdichting.

Om de lengte van de opritten op de dijk van de Quarlespolder en de Zuid-Kraaijertpolder te beperken werden de dijken plaatselijk afgegraven en afgewerkt met een kruinhoogte van N.A.P. + 5,40 m. De helling van de opritten is 1 : 30.

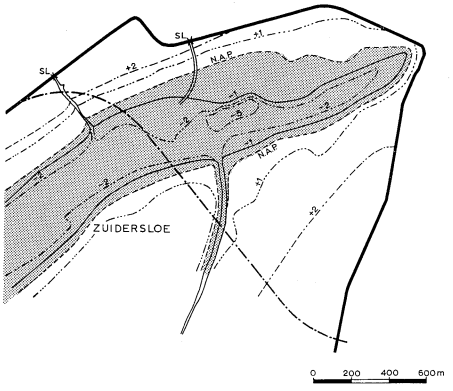
Op de horizontale gedeelten van de aardebanen werden loodrecht op het tracé ontwateringssleuven naar de wegsloten gegraven. Deze greppels, 0,60 m diep en gemiddeld 0,40 m breed, liggen op onderlinge afstanden van 25 m vanaf het zandbed hellend onder een hoek van 1 : 20, en zijn met zand aangevuld.

Op het zandbed van de aardebanen werd een verharding van grindasfaltbeton ter dikte van ca 0,12 m (260 kg/m²) in twee lagen aangebracht tussen opsluitbanden van gewapend beton, zwaar 0,08 × 0,30 m. De onderste laag, 7 cm dik, werd met de hand gespreid en met een tandentrilwals ingewalst. Op de onderste laag werd een kleeflaag van labiele asfaltemulsie tot een hoeveelheid van maximaal 0,5 kg/m² verwerkt. De bovenste laag, 5 cm dik, werd door middel van een 'Barber Greene'-afwerkmachine aangebracht en afgewalst met een 'Bomag'-tandentrilwals met een statisch walseffect van 10 ton.

Het grindasfaltbeton werd samengesteld uit grind, zand, zwakke vulstof en asfaltbitumen. Het gebruikte zand was te eenkorrelig om een ideale opbouw van het mengsel te verkrijgen. Bij toepassing van ideaal zand zou de holle ruimte iets geringer zijn geworden, doch de kosten zouden zijn gestegen.

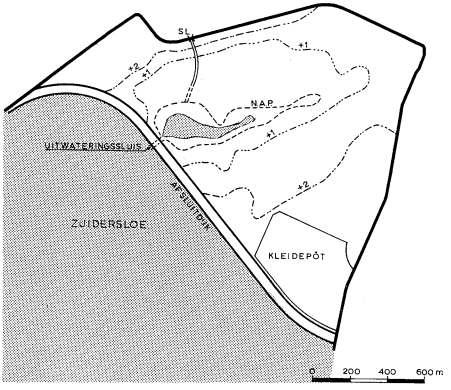
De asfaltmenginstallatie stond opgesteld bij Middelburg aan het Kanaal door Walcheren. Vandaar werd de specie met kiepauto's naar het werk vervoerd. Het aanbrengen van de grindasfaltbetonverharding met een totale oppervlakte van 10703 m² (2825 ton) nam 15 werkdagen in beslag. Op 21 augustus 1963 kwam de verharding gereed. Op 30 augustus werd de verharding voorzien van een dichtingslaag, bestaande uit 1 kg vloeibitumen 250/500 per m² en 12 kg gebroken grind 8–12 mm per m². Het vloeibitumen werd door

QUARLESPOLDER



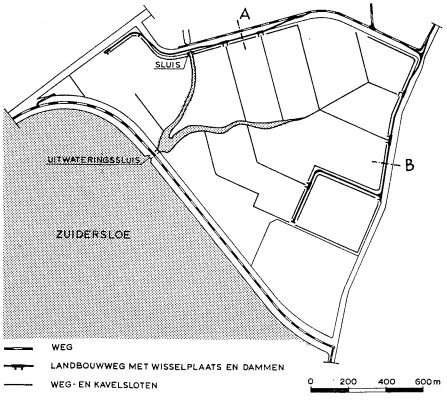
1

QUARLESPOLDER



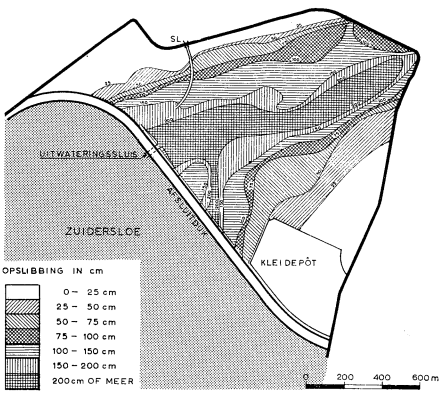
2

QUARLESPOLDER



3

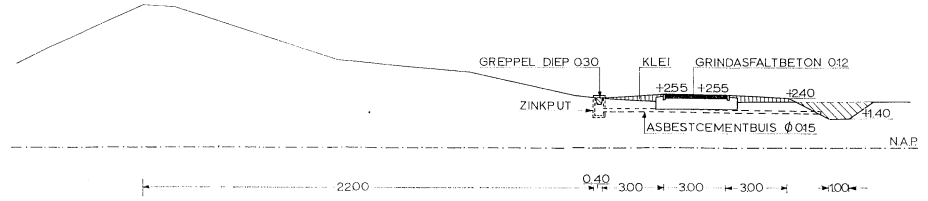
QUARLESPOLDER



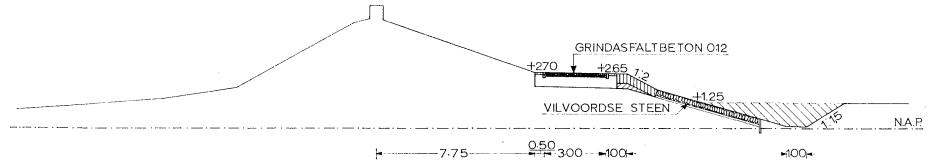
4

Vorming van de Zuidersloepolder

1 Het Zuidersloe
2 Opslibbing tussen 1950 en 1963
3 Hoogte kaart
4 De inrichting van de polder met wegen



DOORSNEDE A



DOORSNEDE B

een sproeiwagen gelijkmatig over het gehele wegoppervlak gespoten. Het gebroken grind werd met een splitstrooier regelmatig gespreid en licht ingewalst.
Door de mechanische uitvoering van de bovenste verhardingslaag werd een grote vlakheid bereikt. Bovendien heeft grindasfaltbeton de prettige eigenschap, dat na afkoeling direct alle verkeer kan worden toegelaten, hetgeen vooral voor landbouwwegen voor de tijdige verzorging van de gronden van belang kan zijn.
Ook het toekomstig onderhoud zal gering zijn, daar over de volle dikte van de verharding een volledige bitumineuze binding aanwezig is. Tenslotte kan worden opgemerkt, dat het aanbrengen weinig arbeidsintensief is, hetgeen prijsverlagend werkt in een tijd van hoogconjunctuur en een overspannen arbeidsmarkt.
Nadat de wegverharding was aangebracht, werden de ten ruwste onder profiel afgewerkte wegbermen verder afgewerkt en ingezaaid met gras- en klaverzaad.
Op 30 september 1963 kwam het gehele werk gereed.
De ontginning van de binnengedijkte grond werd door de Dienst der Domeinen aan de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij opgedragen. De ontginningswerken, bestaande uit het graven van watergangen en kavelsloten, het leggen van duikers, het dichten van kreken, het verwijderen van de rijzen landaanwinningsdammen en het egaliseren van de gronden, werden in vlot tempo uitgevoerd.
De nodige greppels en kopakkerbuizen ten behoeve van de detailontwatering werden respectievelijk met een greppelfrees en een kopakkerbuizentrekker aangebracht. Deze machines werden door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders ter beschikking gesteld.
Een deel van de binnengedijkte gronden werd onmiddellijk na de ontginning ingezaaid, 35 ha met koolzaad en 10 ha met rogge.
Voor het resterende gedeelte werd de rijping nog onvoldoende geacht; de eerste inzaai van dit gedeelte vond in 1964 plaats.
Voorlopig zullen de gronden in Staatsexploitatie blijven.

A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Op de laatste drie pijlers en op het noordelijk landhoofd moeten de machinekamers nog worden gebouwd. Daarna zal het betonwerk aan de sluis vrijwel zijn voltooid.
Het wegdek van gewapend beton werd verder gelegd. Vier liggers en pijlers zijn nu van leuningen voorzien, en zeven machinekamers zijn betegeld. De hoofdwaterleiding is doorgetrokken over de gehele lengte van de sluis. Ten behoeve van de stortebedden aan de zeezijde van de sluis worden in hoog tempo betonpalen aangemaakt, en vervolgens door drie heistellingen ingeheid. Voor twee vloervelden is het stortebed aangebracht.
In de verslagperiode werd 7417 m³ beton gestort, waarvan 2521 m³ voor de stortebedden.
De diesel-elektrische centrale in het bedieningsgebouw, bestemd voor het bewegen van de schuiven, werd beproefd en opgeleverd.
De onderdelen van de rivier- en zeeschuif op vloer 17 zijn opgesteld, uitgelijnd en samengeklonken. Op vloer 16 is een aanvang gemaakt met het opstellen van de verschillende delen van de rivier- en de zeeschuif. De gieken ter verbinding van de schuiven aan de bewegingswerken zijn voorlopig opgesteld vóór de schuiven op vloer 17 en 16. Verder zijn de rivierschuiven voor vloer 15 en 14 aangevoerd geheel compleet met armen; ook de zeeschuif voor vloer 15 is aangekomen. De gieken zijn aangevoerd voor vloer 15 en gedeeltelijk voor vloer 14.
De kabelbanen voor de stroomkabels zijn gemonteerd in de tunnel tussen het bedieningsgebouw en het zuidelijk landhoofd, alsmede in de nablaliggers 17 tot en met 10. De verdeelkasten werden gemonteerd in de laagspanningsruimten, die zich bevinden in pijler 16, 14, 12 en 10. De verlichting in het zuidelijke landhoofd, de nabla-liggers en pijlers is aangebracht tot vloer 10.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Op 10 mei was men zo ver gevorderd met de grondwerken die aansluiten op de toeleidingswerken, dat kon worden aangevangen met het baggeren van een geul door de oostelijke ringdijk van de bouwput. Deze geul, die leidt naar de toeleidingswerken aan de rivierzijde, moet aan de straks te plaatsen bruggedeelten toegang verschaffen tot de sluis.
Het baggerwerk was op 3 juni klaar. Al

op 14 mei was de bronbemaling buiten bedrijf gesteld. Op de 4e juni werd de eerste basculebrug door de gebaggerde geul de sluis ingevaren en op zijn plaats gelegd. De tweede brug volgde op 17 juni.
De draagconstructie van de viaducten ter weerszijden van het binnenhoofd kwam gereed, evenals de dekken van de doosconstructie aan beide zijden van het buitenhoofd.
Behalve het op het buitenhoofd aansluitende grondwerk zijn alle ontgravingen en aanvullingen voltooid. De opritten tot het binnenhoofd worden met klinkers bestraat. Aan het buitenhoofd wordt nog enig betonwerk verricht; onder meer wordt daar een bedieningsgebouw neergezet.

De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

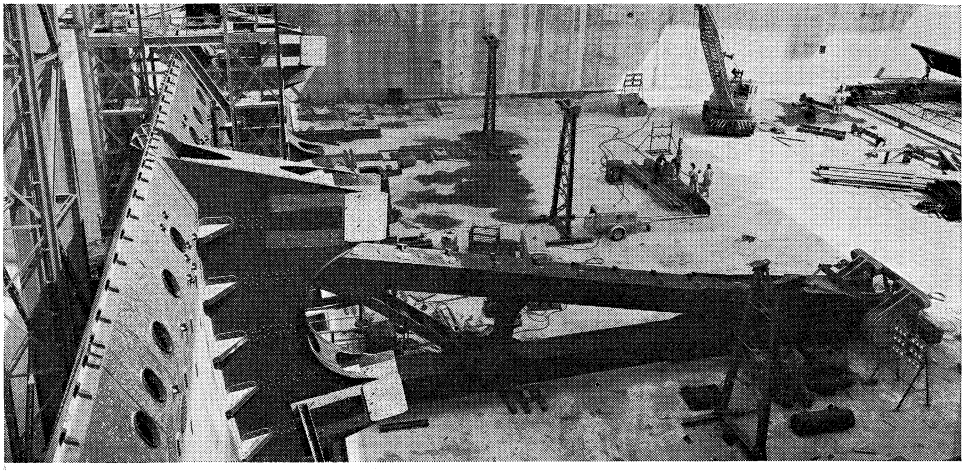
De ontgravingen in de bouwput voor de uitwateringssluizen werden in een snel tempo voortgezet. Aan het einde van de verslagperiode is een hoeveelheid van ± 1 180 000 m³ ontgraven en in hoofdzaak buiten de bouwput in een depot gereden, terwijl een gedeelte is gebruikt voor aanaardingen in de bouwput. Aan één zijde van het depot zuigt de zuiger 'M.C. Vaarwater' het zand op en perst het naar een depot ten zuiden van de schutsluis. Op deze wijze is ± 675 000 m³ afgevoerd. Aan de andere zijde van het depot is de baggermolen 'Afrika' in april begonnen met baggeren in bakken. Deze specie wordt vervoerd naar de bakkenzuiger 'Groningen' die hiermee de dijk ten westen van de haven van Dirksland opperst. Aan het einde van de periode is hiervan ± 175 000 m³ verwerkt. Een begin werd gemaakt met de opbouw van de filterconstructie voor het stortebed.

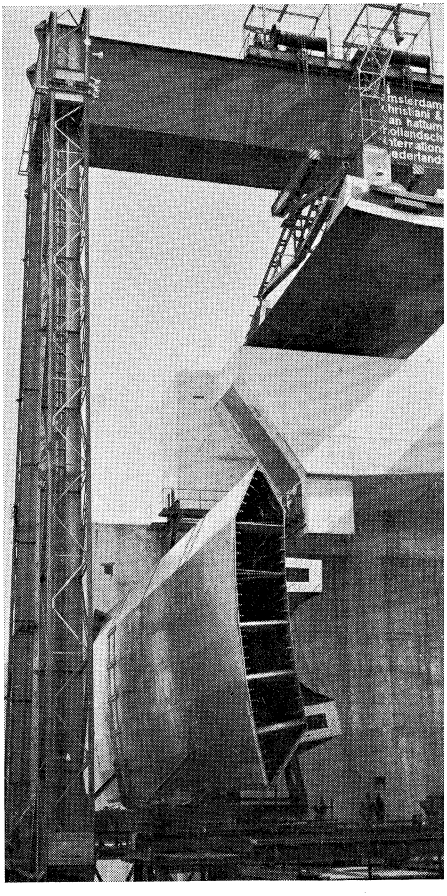
Werken rond en ten zuiden van de schutsluis in het Haringvliet

Aan de 'Deltacombinatie' werden enige werken opgedragen in de nabijheid van de schutsluis, volgens O.O. nr. DED 645. In deze overeenkomst worden de aanleg van bouwputten voor de uitwateringssluis van de Zuiderdiepboezem, de bouw van een brug over het Zuiderdiep en een viaduct in de oprit ten zuiden van de schutsluis opgedragen. De bouwputten voor de uitwateringssluis en de brug over het Zuiderdiep werden ontgraven tot een diepte van N.A.P.; dit kon zonder bemaling.
De uitkomende grond, totaal ± 86 000 m³, werd zoveel nodig opgeslagen in depot en bewaard voor latere aanaarding van de kunstwerken, terwijl de rest werd gebruikt voor het maken van de waterkering op het buitenhaventerrein.
Voorts werden enige toegangswegen naar de binnenhaven gemaakt. Aansluitend aan de schutsluis werden taludbekledingen en betonblokkenglooiingen gemaakt, voor zover zulks binnen de bouwput mogelijk was.

De schutsluizen in het Volkerak

In de verslagperiode kwam men gereed met het storten van de sluisvloeren. Nu moeten alleen nog de twee aangrenzende fuikvloeren aan de Volkerakzijde worden gemaakt. Het storten van de schutkolkwanden maakt goede vorderingen; het tussenhoofd is in beide sluizen gepasseerd.
De contouren van het sluizencomplex beginnen zich thans duidelijk af te tekenen, aangezien de wanden van het benedenhoofd gestort zijn tot N.A.P. + 1,25 m en de opbouw van het tussenhoofd in volle gang is.
Tot heden is in totaal 110 000 m³ beton gestort, waarin ongeveer 10 000 ton wapeningsstaal is verwerkt.
De opbouw van de beide laatste pijlers voor het viaduct vordert gestaag. Het ver-



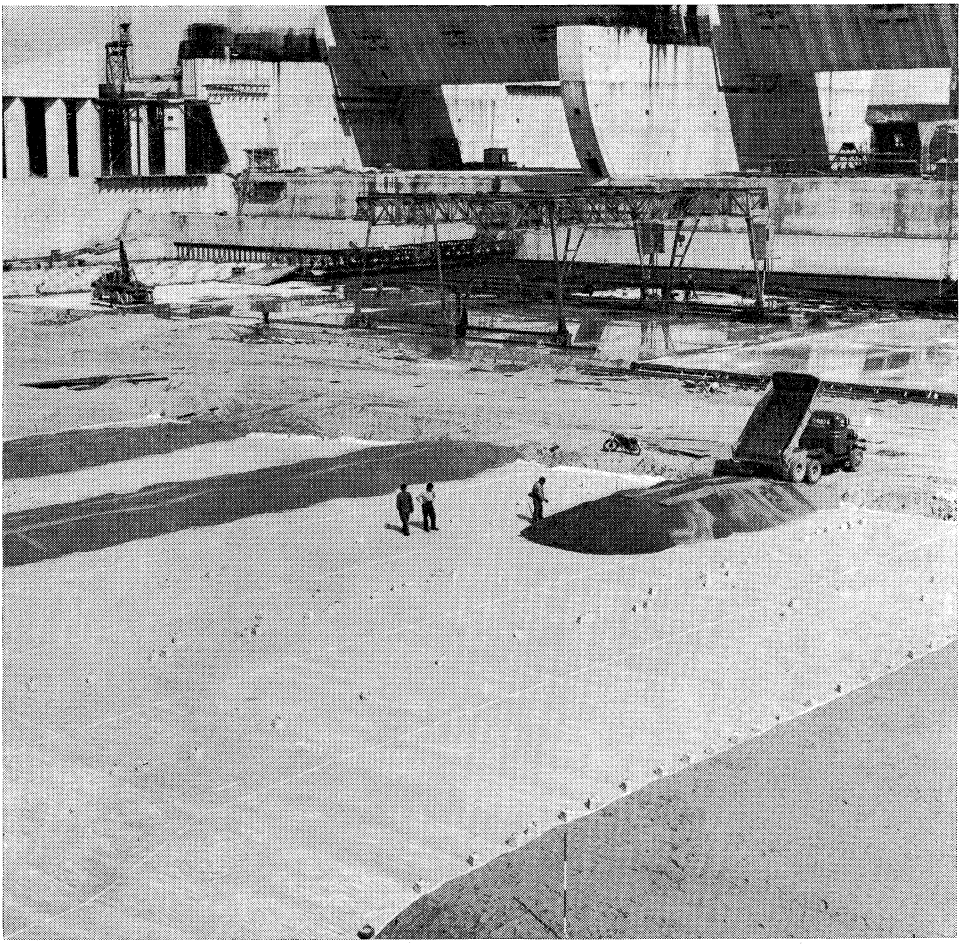


Aanvoer en opstelling van de schuifhelften voor de uitwateringssluizen

De eerste basculebrug over de schutsluis in het Haringvliet wordt ingevaren



Opbouw van het filter van de stortebedden bij de uitwateringssluizen. Fijn grind wordt uitgereden over nylondoek



vaardigen en plaatsen van de 38 m lange voorgespannen balken werd door het volgende voorval gestagneerd.
Een zestal van deze liggers was reeds geplaatst, tegen elkaar afgestempeld en aan de pijlers bevestigd. Gedurende de afvijzelingswerkzaamheden van de zevende ligger is deze gekanteld. Waarschijnlijk is reeds tijdens de kanteling de onderrand van de balk door de werking van de voorspankracht van 500 ton geknikt en uiteen gespat, hetgeen uiteraard plaats kan vinden bij balken van deze constructie. Als gevolg hiervan is de zesde balk òf door het kantelen òf door spattende stukken van de zevende geraakt en is zelf eveneens omgevallen en gebroken. Dit proces heeft zich als een kettingreactie voortgeplant op de overige balken, die alle zes vernield werden.
Persoonlijke ongelukken kwamen niet voor.
De vloer van de basculekelder is gestort; de diepwaterkelder van het machinegebouw kwam gereed.
De grondaanvullingen ten behoeve van het sluizencomplex werden voortgezet. Het zwaartepunt vormden hierbij de aanvullingen ter plaatse van het centraal bedieningsgebouw op de middenberm. Het heiwerk voor dit gebouw vordert goed.

De havendam en de oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de schutsluizen in het Volkerak

Het werk werd op 4 april 1964 voor de eerste maal opgeleverd; in de onderhoudsperiode moeten nog enkele werkzaamheden van ondergeschikt belang worden verricht.

Ontgraven van de noordelijke voorhaven en het maken van de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen

Nadat begin april een slibbassin nabij de Helsche haven in gereedheid was gebracht voor het opvangen en lozen van het perswater, kon een begin worden gemaakt met het persen van zand uit de voorhaven in het eerste stort van de oostelijke oprit; en werd gespoten tot N.A.P. + 2,50 m. Aan het einde van de verslagperiode is reeds 350 000 m³ zand uit de voorhaven gecutterd en in de oprit verwerkt.
Hiervan is ongeveer 100 000 m³ geperst in het eerste stort. Het perswater wordt rechtstreeks op de rivier geloosd.
Het restant, 250 000 m³, is geperst met lozing via het slibbassin. In dit bassin is nu naar schatting 9000 m³ slib verzameld.
Over 700 m van de oprit werd een niveau bereikt van N.A.P. + 5,00 m.
Hierop wordt thans gewerkt aan perskaden tot een hoogte van N.A.P. + 7,00 m. Nabij de brug krijgt de toerit een hoogte van N.A.P. + 17,00 m. Het resterende gedeelte van de oprit heeft over het zuidelijke gedeelte een pershoogte van N.A.P. + 3,00 m.
De gemiddelde weekproduktie van de cutterzuiger 'Rupel' bedraagt momenteel 40 000 m³.
Het ontgraven van klei uit de polder Maltha vindt goede voortgang. Reeds is 75 000 m³ klei ontgraven en in depot gebracht. De oorspronkelijk geraamde hoeveelheid te ontgraven klei van 88 000 m³ zal ver worden overschreden, en waarschijnlijk oplopen tot 130 000 m³. De uitkomende klei zal in de toekomst worden gebruikt voor het bekleden van het zandlichaam. Gezien de zeer grote hoeveelheden die hiervoor benodigd zijn wordt zoveel mogelijk klei gewonnen, daar de aanvoer van klei van elders belangrijk duurder is.

Grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten

Door verschillende omstandigheden moest de oplevering van dit werk enige malen

worden uitgesteld. Op 13 juni vond ze dan toch voor de eerste maal plaats.

Stabiliseren, asfalteren en bestraten van de verkeersbanen op de dijk over de Hellegatplaten en het verkeersplein

Het in het vorige Bericht vermelde tijdschema voor de uitvoering van de wegenwerkzaamheden op het grondlichaam van het verkeersplein kon niet geheel worden nagekomen. Het stabiliseren van de onderbaan ondervond een belangrijk opontholud, doordat de machines van de aannemer langer dan was voorzien moesten worden ingezet bij de noordelijke aansluiting van de brug over het Haringvliet in de Hoeksche Waard. Op het verkeersknooppunt splitst de weg zich in twee banen. Bij openstelling van de brug moet één baan, de zuidelijke, gereed zijn. Om de zuidelijke aansluiting toch nog vóór de openstelling van de brug te kunnen verwerkelijken werd besloten de aardebaan uit de richting Flakkee naar de brug over 1600 m niet te stabiliseren, doch te voorzien van een 'zwarte fundering', een 6 cm dikke laag grindzandasfalt. Door deze wijziging kon het werktempo belangrijk worden opgevoerd, zodat op het moment dat dit verslag wordt geschreven — 26 juni 1964 – de gehele wegaansluiting uit de richting Flakkee gereed is tot op 150 m ten zuiden van de brug. Deze laatste afstand wordt van een klinkerbestrating voorzien aangezien men zetting verwacht in de grondaanvulling tegen het landhoofd van de brug.
De wegaansluiting van de brug in de richting Flakkee, de andere baan dus, is gestabiliseerd en moet nu nog van een asfaltdek worden voorzien. De parallelweg voor langzaam verkeer – een 5 m brede klinkerweg – is eveneens voltooid tot 150 m ten zuiden van de brug en moet alleen nog worden aangesloten op het landhoofd.
Met het afwerken en markeren van de wegen is een aanvang gemaakt.

Werkzaamheden aan het afsluiten van de noordelijke geul van de Grevelingen

De nieuwe kabel die, ter vervanging van het in augustus 1963 gebroken exemplaar in de vorige verslagperiode op het werk is aangevoerd, werd over de geul getrokken. Daarna werden de beide draagkabels, elk in twee fasen, op hun vooraf vastgestelde werkspanning van 300 à 310 ton gebracht. In de eerste fase werd de spanning opgevoerd tot ongeveer 220 ton met behulp van een door een zware lier aangetrokken achtschijfstakel, die bij het noordelijke kabeleinde met een kabelklem was bevestigd. In de tweede fase werd – nadat de kabel aan het noordelijk ankerblok was bevestigd – de spanning verder verhoogd door het afballasten van de aan het zuidelijk kabeleinde bevestigde contragewichten. Tijdens het spannen werden verschillende metingen verricht teneinde het spanningverloop op de voet te kunnen volgen. Na het op spanning brengen werden de metingen ter controle op gezette tijden herhaald.
Met een van de gondels werden enkele proefritten gemaakt op de westelijke draagkabel. Eenmaal werd een last van ca. 5 ton meegevoerd en ongeveer in het midden van de zuidelijke overspanning in de stroomgeul afgeworpen.
In totaal zijn thans 11 gondels op het werk aanwezig. Daarvan zijn er zeven aan de vaste railbaan gehangen en bedrijfsklaar gemaakt.
Ook de zuidelijke draaischijf kwam bedrijfsklaar; de noordelijke werd gemonteerd, doch zal nog moeten worden uitgebalanceerd.
De laadstations voor het beladen van de steennetten kwamen gereed. Een vulinstallatie (silo) werd aangevoerd voor het met zand en zandasfalt vullen van de 2½-tons zakken die de kabelbaan gaat vervoeren; deze installatie zal binnenkort nabij het vaste railgedeelte worden opgesteld.

Er werd een begin gemaakt met het opleiden van personeel voor de bediening van de gondels, alsmede met het treffen van diverse voorzieningen ten behoeve van verlichting, communicatie en plaatsbepaling. Er komt een signaalsysteem voor de blokbeveiliging van de baan; daarenboven zal men op het werk kunnen beschikken over mobilofoons.

Aanleg van de Rijksweg naar en op de Grevelingendam

De aardebaan van de weg is met cement gestabiliseerd vanaf de aansluiting op de bestaande Rijksweg tot aan een punt bij de noordelijke stroomgeul van de Grevelingen.
Begonnen werd met het aanbrengen van de slakken- en puinfundering voor verschillende wegaansluitingen, terwijl tevens enkele bijkomende werken werden uitgevoerd, zoals het leggen van kabelkokers, rioleringen en duikers.
Eind april werd de asfaltmengsinstallatie aangevoerd en opgesteld; sinds medio mei is men bezig op de gestabiliseerde aardebaan asfaltgrindbetonlagen aan te brengen.

Werk- en opslaghaven Den Osse

Het werk is op 1 mei 1964 voor de tweede maal voltooid opgeleverd.

Dijkvak Middelplaat

Ten behoeve van de voorgenomen aanleg van dit dijkvak werd voortgegaan met het vormen van depots van stortsteen en zetsteen in de werkhaven Den Osse.

Personenhaven bij West-Repart

Het baggerwerk, nodig voor de grondverbeteringen, kwam gereed. Zand voor het weer aanvullen van de gebaggerde cunetten en voor het ophogen van het haventerrein en de havendam werd aangebracht; dit werk is nagenoeg klaar.

Met het opnemen van bestaande taludbekledingen, het maken en aanbrengen van kraagstukken en het in teenkaden en als terreinafdekking verwerken van mijnsteen werd voortgegaan. Nog steeds heit men hardhouten palen voor aanlegsteigers en lichtopstanden.
Het onder het vereiste profiel afgewerkte duinterrein werd met duinstruiken beplant.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Dank zij het fraaie voorjaarsweer is de aanleg van het 2½ km lange dijkvak tussen de losplaats aan het Vierhuizergat en de Groninger kust zeer snel gevorderd. Het zandlichaam wordt in twee hoogten opgeperst; het onderste stort heeft de dijk van de Westpolder in Groninger bereikt. Met het aanbrengen van glooiingen van koperslakblokken en asfaltbeton worden snelle vorderingen gemaakt.
Het heiwerk van de onderloopsheidschermen, een stalen damwand, voor de drie uitwateringssluizen kwam nagenoeg gereed. De vloer van de westelijke sluis is gestort. Het beton werd vanaf de menginstallatie met vrachtauto's, z.g. schaarkiepers, naar silo's bij het werk vervoerd en aldaar in het werk gebracht met drie torenkranen en transportbakken, z.g. kubels. Er werd in bijna 5 etmalen 5800 m³ beton verwerkt, gemiddeld 52 m³ per uur. De vloer van de middelste sluis werd gereedgemaakt voor het storten van beton.
Een tweede woonpaviljoen, geschikt voor 64 arbeiders, kwam gereed, zodat het werkkamp op het werkeiland thans plaats biedt aan tenminste 144 personen.
In het Bootsgat bij Oostmahorn worden grote voorraden stortsteen aangelegd om een buffervoorraad te vormen ten behoeve van de uitvoering van het grote zinkprogramma in het sluitgat in de komende jaren.

Deltadienst Opgave van de door het Rijk gesloten onderhandse overeenkomsten

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 618	24 februari 1964	Het leveren van genaaide en gevlochten Azobé-matten en schotten, alsmede van bezaagd Azobé-hout t.b.v. de oeververdediging langs in het Veerse Meer drooggevallen gronden
DED 619	7 april 1964	Het ontgraven van de noordelijke voorhaven en het maken van de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen in de gem. Willemstad
DED 633	3 februari 1964	Het onderhouden van beplantingen en het grasgewas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen behorende tot de directie Deltawerken-Noord in de gemeenten Hellevoetsluis en Stellendam, gedurende het jaar 1964
DED 641	24 januari 1964	Het huren van een motorvlet t.b.v. de werken aan de Grevelingendam
DED 642	16 maart 1964	Het leveren van stortsteen t.b.v. de Volkerakwerken
DED 643	26 februari 1964	Het leveren, lossen en opschelven van rijsmaterialen te Willemstad
DED 644	26 februari 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 645	13 mei 1964	Het maken van bouwputten, kaden, oevervoorzieningen en wegverhardingen met bijkomende werken nabij de schutsluis in het Haringvliet in de gemeente Stellendam
DED 646	16 april 1964	Het huren van een bok t.b.v. het verrichten van grondboringen in het Deltagebied
DED 647	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen bij het gemaal van de Wilhelminapolder te Kattendijke
DED 648	21 januari 1964	Het verrichten van water- en chloorwaarnemingen in het Waterschap 'Augusta'
DED 649	21 januari 1964	idem Waterschap 'Waarde'
DED 650	21 januari 1964	idem Waterschap 'Noordsluis'
DED 651	21 januari 1964	idem Waterschap 'De Holle Mare'
DED 652	21 januari 1964	idem Polder 'de Gote c.a.'
DED 653	21 januari 1964	idem Polder 'Heenvliet-Oort'
DED 654	21 januari 1964	Het verrichten van water- en chloorwaarnemingen in de Polder 'Abbenbroek'
DED 655	21 januari 1964	idem Polder 'Nieuw Helvoet'
DED 656	21 januari 1964	idem Polder 'De Oude Korendijk'
DED 657	21 januari 1964	idem Polder 'Dirksland c.a.'
DED 658	21 januari 1964	idem Polder 'De Bommelse Polder'
DED 659	21 januari 1964	idem Polder 'De Ruigenhil'
DED 660	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Westenschouwen
DED 661	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Ouddorp
DED 662	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te den Osse
DED 663	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Wissenkerke
DED 664	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Colijnsplaat
DED 665	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Burghsluis
DED 666	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Zierikzee
DED 667	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Dreischor
DED 668	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Bruinisse
DED 669	21 januari 1964	Het verrichten van golfwaarnemingen te Renesse

Aannemingssom	Aannemer
eenheidsprijzen	N.V. Houthandel v/h T. C. Groot te Amsterdam
f 3 298 000,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
f 43 569,—	fa. S. L. Kranenburg te Oudenhoorn
f 500,— per week	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
eenheidsprijzen	M. A. v. d. Ploeg te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	N.V. Rijsmaterialenbedrijf Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld
f 707 000,—	Deltacombinatie te 's-Gravenhage
f 210,— per week	W. A. van den Tak's Bergingsbedrijf N.V. te Rotterdam
f 432,— per jaar	J. A. Tramper te Goes
idem	J. Bakx te Woensdrecht
idem	K. W. Krijnsen te Waarde
idem	Ch. Smid te Brielle
idem	G. J. v. d. Boogerd te Zwartewaal
f 216,— per jaar	A. de Geus te Brielle
idem	A. Bakker te Heenvliet
idem	G. J. Scheer te Abbenbroek
idem	J. Lagendijk te Nieuw Helvoet
f 432,— per jaar	L. R. Sintmaartensdijk te Goudswaard
idem	L. Zoon te Dirksland
idem	M. v. d. Sluys te Den Bommel
idem	A. Boelhouwers te Willemstad
f 1 699,20 per jaar	J. A. Mol te Burgh
f 950,40 per jaar	P. Bezuyen te Ouddorp
f 936,— per jaar	C. J. v. d. Bijl te Scharendijke
f 1 987,20 per jaar	C. Clement te Wissenkerke
f 2 044,80 per jaar	J. Lamse te Colijnsplaat
f 1 022,40 per jaar	C. Overbeeke te Burghsluis
f 1 612,80 per jaar	J. G. v. Velthoven te Zierikzee
f 1 612,80 per jaar	T. G. v. Nieuwenhuyzen-Zwagemaker te Dreischor
f 1 209,60 per jaar	J. W. Kik-Koopman te Bruinisse
f 1 411,20 per jaar	A. J. Dalebout-Bakker te Renesse

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 670	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Dintelsas
DED 671	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Stavenisse
DED 672	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Maasoord
DED 673	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Scharendijke
DED 674	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Goidschalxoord
DED 675	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Willemstad
DED 676	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Zonnemaire
DED 677	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Spijkenisse
DED 678	21 januari 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Bouwput Haringvliet
DED 679	21 januari 1964	Het verrichten van water- en temperatuurmetingen te Ouddorp
DED 680	21 januari 1964	Het verrichten van water- en temperatuurmetingen te Zijpe
DED 681	21 januari 1964	Het verrichten van water- en temperatuurmetingen te Zierikzee
DED 682	21 januari 1964	Het verrichten van water- en temperatuurmetingen te Numansdorp
DED 683	21 januari 1964	Het verrichten van temperatuurmetingen te Hellevoetsluis
DED 684	21 januari 1964	Het verrichten van temperatuurmetingen te Moerdijk
DED 685	17 april 1964	Het maken van een taludbezinking nabij de haven van Goedereede
DED 686	23 maart 1964	Het leveren van stortsteen t.b.v. de afsluiting Haringvliet
DED 687	4 mei 1964	Het veranderen van steentransportnetten en laadbokken van de kabelbaan over de Grevelingen
DED 688	11 mei 1964	Het lossen en opslaan van stortsteen t.b.v. de Volkerakwerken
DED 690	16 april 1964	Het huren van het stoomschip 'Cornelis' t.b.v. stoomlevering
BR 3319	3 december 1963	Het vervaardigen en leveren van leuningen c.a. op nablaligger en pijler op de vleugels landhoofden en op het zuidelijk en noordelijk landhoofd, uitwateringssluis Haringvliet
BR 3321	3 december 1963	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen c.a. t.b.v. de deurbeweging van de Volkeraksluizen
BR 3341	18 maart 1964	Het schilderen van de ophaalbrug en diverse onderdelen van de sluis in de Grevelingendam te Bruinisse
BR 3349	23 januari 1964	Het vervaardigen en leveren van 88 motoren t.b.v. het sluizencomplex in het Volkerak
BR 3365	24 februari 1964	Het vervaardigen en leveren van ladders, leuningen en rij-ijzers c.a. t.b.v. de schutsluis in het Haringvliet
BR 3366	24 februari 1964	Het vervaardigen en leveren van nodulaire gietijzeren haalkommen voor de watersport t.b.v. de Volkeraksluizen
BR 3371	24 februari 1964	Het leveren van afdichtingsringen c.a. t.b.v. de deur- en schuifbeweging van de schutsluis in het Haringvliet
BR 3372	24 februari 1964	Het vervaardigen en leveren van luiken t.b.v. de Volkeraksluizen
BR 3382	24 april 1964	Het vervaardigen en leveren van 2 stuks roestvrijstalen smeerolietanks t.b.v. de uitwateringssluis Haringvliet
LAW 540a	6 mei 1964	Wijziging van overeenkomst LAW 540 voor het bouwen van een werkkamp op het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 542	1 april 1964	Het maken van een dijkvak aan de Groninger kust en een weg in de Westpolder met bijkomende werken

Aannemingssom	Aannemer
f 1 396,80 per jaar	J. Bolijn te Dintelsas
f 763,20 per jaar	J. C. Boomsluyter te Stavenisse
f 504,— per jaar	B. Bouman te Poortugaal
f 734,40 per jaar	C. J. v. d. Bijl te Scharendijke
f 648,— per jaar	D. v. d. Hoeven te Goidschalxoord
f 662,40 per jaar	G. Sjerp te Willemstad
f 763,20 per jaar	J. Stoel te Zonnemaire
f 648,— per jaar	F. de Visser-Verburg te Spijkenisse
f 415,80 per jaar	W. Bakelaar te Ouddorp
f 698,40 per jaar	D. Westhoeve-Tanis te Ouddorp
f 727,20 per jaar	P. Zwijnenburg-v. Oeveren te Bruinisse
f 698,40 per jaar	J. van Dijk te Zierikzee
f 1 015,20 per jaar	W. G. Groen te Numansdorp
f 864,— per jaar	E. Groeneveld-Schiever te Hellevoetsluis
f 748,80 per jaar	A. Groeneveld-Vos te Moerdijk
f 14 684,—	N.V. Aannemersbedrijf 'De Klerk' te Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. Handelmij 'De Keerkring' te Utrecht
f 34 880,—	N.V. Kon. Ned. Grofsmederij te Leiden
eenheidsprijzen	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
f 300,— per week	N.V. Bergings- en Transportbedrijf van den Akker te Vlissingen.
f 72 400,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
f 26 220,—	N.V. Middelburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co. te Middelburg
f 13 950,—	N.V. Rotterdamsch Zandstraal- en Schilderbedrijf te Rotterdam
f 37 840,—	Heemaf N.V. te Hengelo
f 10 975,—	'Hoja'-Fabrieken te Vlaardingen
f 10 164,—	Ubbink-Gieterij N.V. te Doesburg
f 10 572,85	N.V. Technisch Bureau van der Mark en Co., te Rotterdam
f 74 960,—	N.V. Machinefabriek du Croo en Brauns te Amsterdam
f 16 500,—	Gusto Staalbouw N.V. te Schiedam
Aann. som verhoogd van f 513 600,— tot f 674 400,-	'Kombinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage
f 9 012 414,20	'Kombinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aerocamera	484
G. de Klerk	491, 492
Rijkswaterstaat	470, 480
Waterloopkundig Laboratorium	460, 461, 464, 465

Inhoud nr. 30

503 H.M. de Koningin bezocht de Deltawerken

A. De werken van het Deltaplan

504 Resultaten van het proefbedrijf met de kabelbaan over de Grevelingen

511 Metingen en peilingen in het Noordelijk sluitgat van de Grevelingendam

515 De aanpassingswerken in het Deltagebied

523 De invloed van de afsluiting van het Veersche Gat

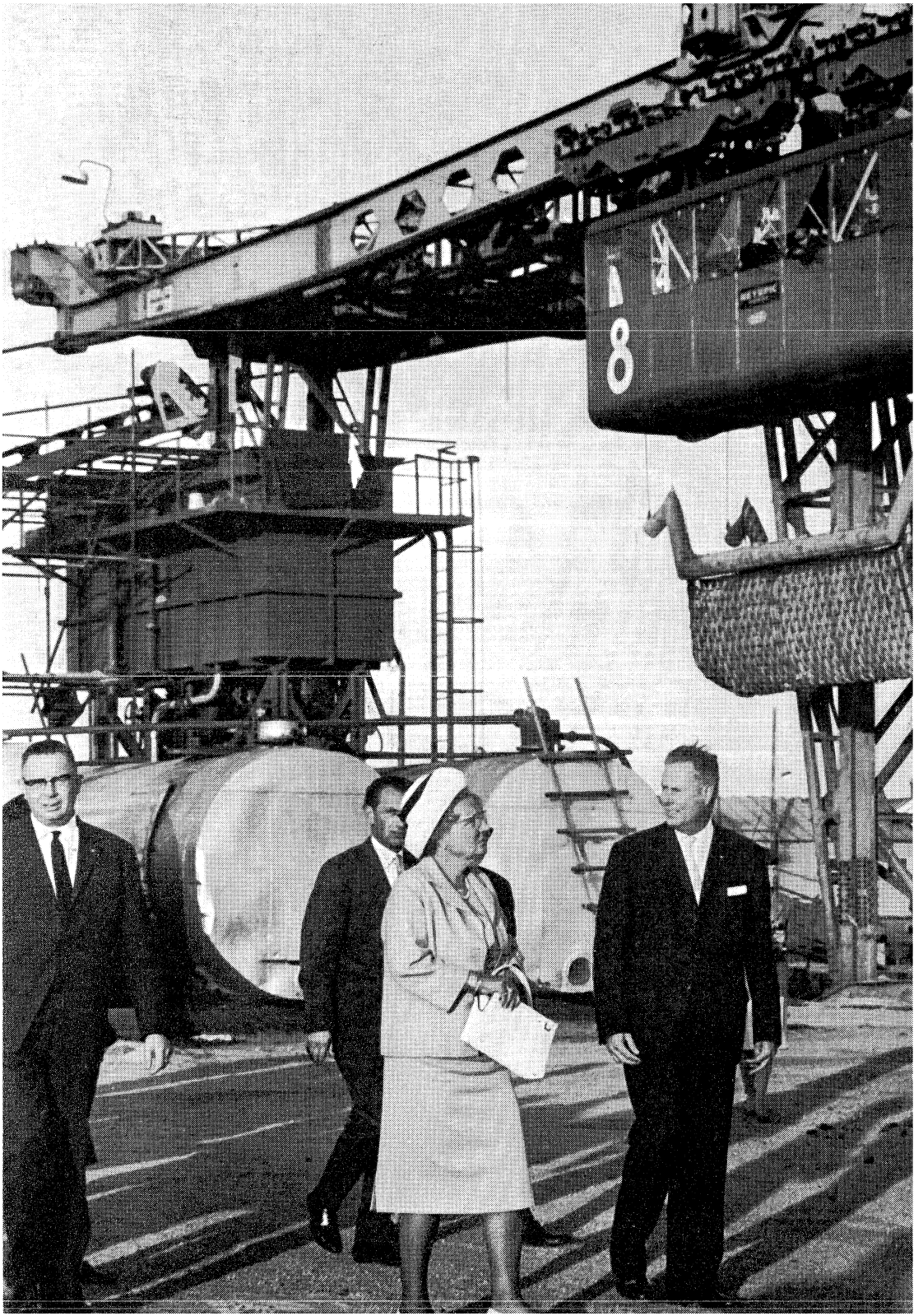
529 Viaduct en brug over de Zuiderdiepboezem

533 Het drainage-systeem achter de L-muren van de Volkeraksluizen

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

537 Werken en meten in de Lauwerszee

545 Vorderingen


8

H.M. de Koningin bezocht de Deltawerken

Op 1, 2 en 3 september heeft Koningin Juliana een informeel bezoek gebracht aan de Deltawerken en aan andere grote werken in het zuidwesten van ons land.
Hare Majesteit heeft een volledige rondgang gemaakt langs de werken: de brug over het Haringvliet, waar Zij dinsdag haar bezoek begon, zag de Koningin de derde september aan het eind van haar rondreis in de verte terug. Hare Majesteit heeft zich daarbij uitvoerig doen voorlichten overe zowel de praktische uitvoering van de bezochte werken als over een aantal belangrijke fundamentele en theoretische kwesties die de Deltawerken betreffen.
De ochtend van de eerste dag was gewijd aan de pas geopende brug over het Haringvliet, resultaat van particulier initiatief en van de vasthoudendheid der eilandbewoners in hun streven naar een vaste oeververbinding met de Hoeksche Waard. De Koningin sprak langdurig met de initiatiefnemers, Commissarissen van de N.V. Brugverbinding Goeree–Overflakkee en Hoeksche Waard.
's Middags bezocht Hare Majesteit de bouwput met de in aanbouw zijnde uitwateringssluizen in het Haringvliet. Hier liet Zij zich doel en samenstelling van de sluizen uiteenzetten, aan de hand van een model de werking ervan demonstreren, overzag het gehele werk vanuit het bedieningsgebouw, maakte een wandeling over de nablaligger, daalde met de werklift af naar de sluisvloer en besloot het bezoek hier met een rondrit per auto door de bouwput. Daarna werd een bezoek gebracht aan de kabelbaan, met behulp waarvan de Grevelingen in de loop van dit jaar wordt afgesloten.
De tweede dag bezocht Hare Majesteit Colijnsplaat en liet Zij zich voorlichten over de in aanbouw zijnde brug over de Oosterschelde die op initiatief van de provincie Zeeland en in opdracht van de N.V. Provinciale Zeeuwse Brug Maatschappij (P.Z.B.M.) wordt gebouwd; de Koningin bezocht het werkterrein en nam het gereed gekomen gedeelte in ogenschouw. Daarna ging het langs de dam door het Veersche Gat via het terrein van het Zilveren Schor naar Vlissingen, vanwaar de Koningin met de provinciale veerboot „Prinses Margriet" naar de Nieuwe Sloe-haven voer of, zoals de officiële benaming luidt, het havengebied Vlissingen-Oost, die Zij met een langdurig fluitsignaal opende.
De laatste dag leidde het bezoek naar Willemstad, waar de Koningin na een wandeling door de stad de in uitvoering zijnde Volkerakwerken bezichtigde om hier vervolgens van hen, die Haar bij dit bezoek aan de Deltawerken mochten begeleiden, afscheid te nemen.
Nooit te voren heeft, naar de directeur-generaal van de Rijkswaterstaat bij dit afscheid opmerkte, een zo langdurig Koninklijk bezoek aan de werken van de Rijkswaterstaat plaats gevonden. 'Maar', gaf Hare Majesteit hierop ten antwoord: 'U hebt ook nog nooit zoveel kunnen laten zien'.

Resultaten van het proefbedrijf met de kabelbaan over de Grevelingen

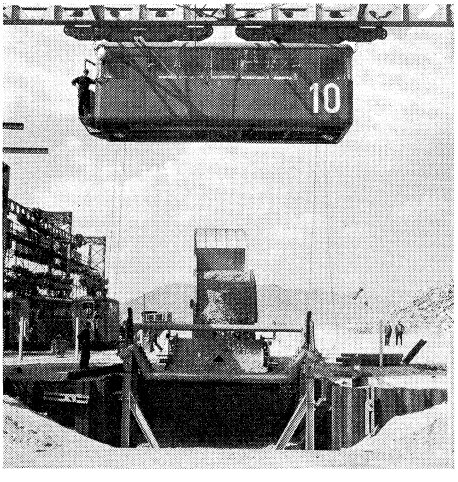
Nadat op 8 juni 1964 voor het eerst een gondel op de westelijke kabel had gereden, maakten de franse monteurs van Neyrpic hierop gedurende enige weken regelmatig proefritten. Eind juni kon voor het eerst ook over de oostelijke kabel worden gereden. Aanvankelijk kon alleen langs eenzelfde kabel heen en weer worden gereden, omdat de draaischijven nog niet geheel bedrijfsvaardig waren. Toen evenwel begin augustus de noordelijke draaischijf gereed was gekomen, kon een circuit gereden worden.
Ter beproeving van de installatie en ter controle van een aantal karakteristieke eigenschappen en gedragingen werd op drie achtereenvolgende dagen en wel op 21, 22 en 23 juli een aantal metingen verricht. Deze hadden hoofdzakelijk betrekking op de zeeg van de kabel, de verschuiving van de kabel op de pyloon-opleggingen en de beweging van het scharnierende contragewicht. Bij deze metingen werd de last op de kabel geleidelijk opgevoerd. Na een aanvangsmeting van de niet-belaste kabel werd allereerst met een onbeladen gondel gemeten, totdat tenslotte de kabel de maximale beladingstoestand van vier geladen gondels had. Deze metingen werden zowel voor de oostelijke als voor de westelijke kabel uitgevoerd.
De bewerking van de uit deze metingen verkregen resultaten vergde veel tijd; de voorlopige conclusie was, dat de kabel zich overeenkomstig de verwachtingen gedroeg.

Opleiding personeel

Voor een doelmatig gebruik van de kabelbaan moet men kunnen beschikken over ruim 30 geoefende gondelmachinisten. Daartoe moesten eerst enkele instructeurs worden opgeleid en volkomen vertrouwd worden gemaakt met de werking van de gondels. Toen een drietal instructeurs door de franse monteurs was ingewerkt, werd geleidelijk aan begonnen met de opleiding van de machinisten. Teneinde na te gaan welke bekwaamheden men dient te hebben, om in een redelijke tijd de bediening onder de knie te krijgen, werden behalve enkele zeer bedreven kraan-machinisten ook een aantal mensen opgeleid, die over een zekere handigheid beschikten doch geen bedrevenheid hadden in de bediening van mechanische apparatuur.
De ervaren machinisten leerden snel de gondel bedienen, maar ook de anderen verwierven, zij het in een wat langzamer tempo, toch vrij spoedig een redelijke bedrevenheid.
Het bleek dus niet nodig geoefende kraanmachinisten te kiezen en voor de verdere opleiding werden daarom personen aangenomen, die een normale handigheid hadden en daarnaast enig gevoel voor motoren aan de dag legden.



Overzicht van het werkterrein op het zuidelijk landhoofd

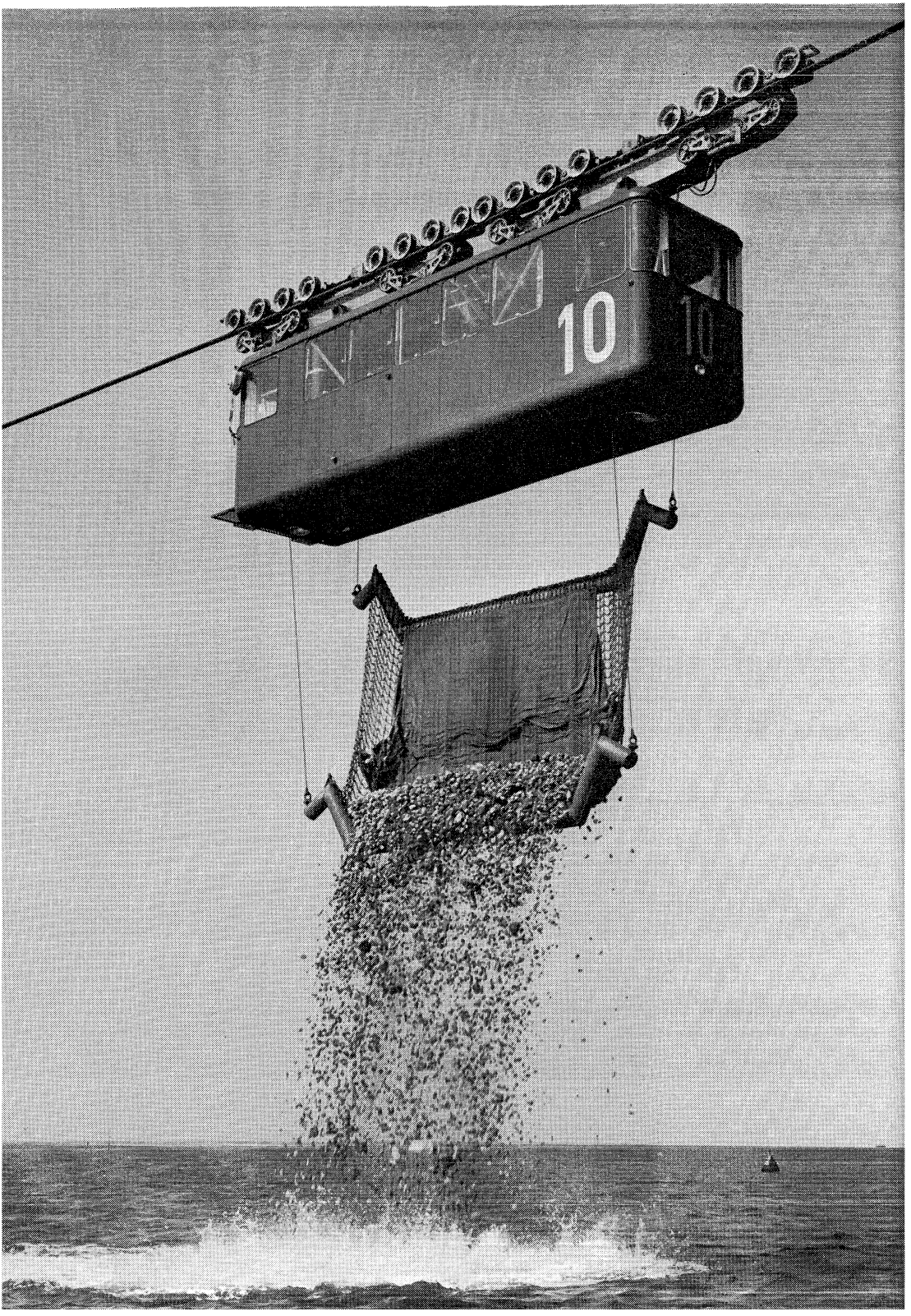


Een vrachtauto vult een net in de laadkelder.

Beproeving van de kabelbaan en de gondels

Hoewel de kabelbaan ook tijdens de proefritten aan de normale belasting was blootgesteld, kan de eerste periode, waarin het bedrijf op gang werd gebracht, toch als een proefperiode worden aangemerkt.
Spanningswisselingen in de kabel, het glijden van de kabel over de opleggingen en het op en neer bewegen van het contragewicht om het scharnierpunt, vonden toen niet meer bij een incidentele proefrit plaats, maar regelmatig en gedurende lange tijd.
Het bleek daarbij, dat de kabel op zijn opleggingen geleidelijk aan wat makkelijker ging bewegen, doch dat daarentegen het contragewicht moeilijkheden ging geven ter plaatse van het als een draaibare constructie uitgevoerde punt waar de kabel bevestigd is aan het scharnierende contragewicht. Doordat dit draaipunt vast kwam te zitten, traden in de kabel buigingen op, die op de bevestigingsconstructie plooivormende krachten uitoefenden. Het bleek nodig deze bevestigingen te versterken. Bij de gondels traden gedurende de eerste weken nogal wat kleine storingen op zoals lekken in de hydraulische leidingen. Ook bleek het nodig in de eerste bedrijfsperiode een aantal wijzigingen aan te brengen in constructiedetails. Deze periode kan als een duurproef worden beschouwd, waardoor de zwakke punten aan het licht kwamen.
Met het eigenlijke kabelbaanbedrijf werd begonnen op 3 augustus 1964. In het begin kon nauwelijks van een lopend bedrijf worden gesproken, vooral door storingen aan de gondels. De capaciteit lag in de eerste weken erg laag. Toch werd ondanks de moeilijkheden besloten, om met ingang van 24 augustus 1964 dag en nacht te werken, om ook zo snel mogelijk met het werken bij duisternis vertrouwd te geraken. Het bleek, dat het werken bij nacht geen bijzondere moeilijkheden opleverde, mede doordat het werkterrein van een zeer goede verlichting is voorzien.
Aanvankelijk werd grof grind als stortmateriaal gebruikt. Om te voorkomen, dat veel grind door de mazen van de ketting-netten zou vallen, werden in de netten zeilen aangebracht. Deze zeilen sleten echter zeer snel. De daarom naderhand gekozen oplossing om tot repen gesneden oude transportbanden door de netten te vlechten voldeed goed.
De belading in de laadkelders verliep vlot. Toen echter door de eerder vermelde moeilijkheden met betrekking tot de kabelbevestigingen aan de contragewichten gedurende enige tijd geen circuit kon worden gereden, werd, om het bedrijf zo goed mogelijk aan de gang te houden, alleen op de oostelijke kabel gereden en kon niet in de laadkelders worden geladen. Belading vond toen plaats door het net op de grond te laten zakken en het dan vanuit een auto vol te storten. Ook voor het grind voldeed deze methode.
In de beginfase van het werk moesten herhaaldelijk vrij veel gondels uit het circuit genomen worden voor het opheffen van storingen. Daar echter het hiervoor bestemde garagespoor slechts plaats biedt aan vier gondels, zou het circuit geblokkeerd zijn wanneer meer dan vier gondels buiten bedrijf waren. Om dit te voorkomen werden drie gondels van het spoor afgenomen en op de grond gezet. Het garagespoor kon nu worden gereserveerd voor kleine reparaties en voor het gewone onderhoud, zoals doorsmeren en olieverversen. In de beginperiode werden ook met de installatie voor de verwerking van de nieuwe materialen enige moeilijkheden ondervonden. Het bleek, toen de vulinstallatie stond opgesteld, nog nodig tal van veranderingen aan te brengen. Ook het automatisch hydraulisch systeem voor het successievelijk openen van de bodemkleppen der transportkubels moest nog worden afgeregeld. Vooral in de eerste weken verliep het zandzakkenbedrijf met horten en stoten, maar allengs begon het vlotter te lopen. Zolang het vullen en het afstellen van de kubels nogal veel tijd vergde, werden bij

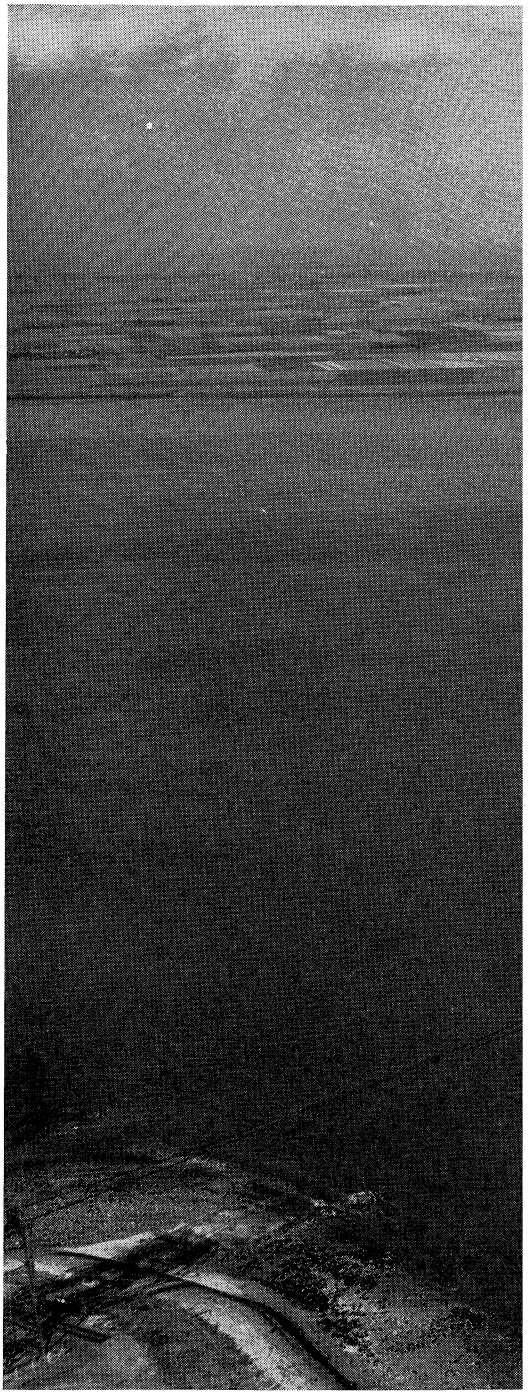
Grof grind wordt uit het net gestort


10
10

dit circuitbedrijf alle achterkomende wagens opgehouden. Daarom werd gedurende deze experimentele periode maar liever heen en weer gereden op de kabels. Voor de nieuwe materialen werd daartoe alleen op de westelijke kabel gereden, en voor het grindbedrijf alleen op de oostelijke kabel.

De verwerking van de verschillende materialen was nu niet langer onderling gekoppeld en nu kon in het grindbedrijf nog een aanzienlijke capaciteit worden bereikt, terwijl anderzijds de experimenten met het afstellen van de transportbakken en de vulinstallatie ongehinderd kon voortgaan. Na enige weken van experimenteren met de nieuwe materialen begon het vulbedrijf bevredigend te verlopen, terwijl ook het lossen uit de kubels goed op gang kwam. Het is echter nog te vroeg om conclusies te kunnen trekken ten aanzien van het gedrag van de proefmaterialen in de sluitdam.

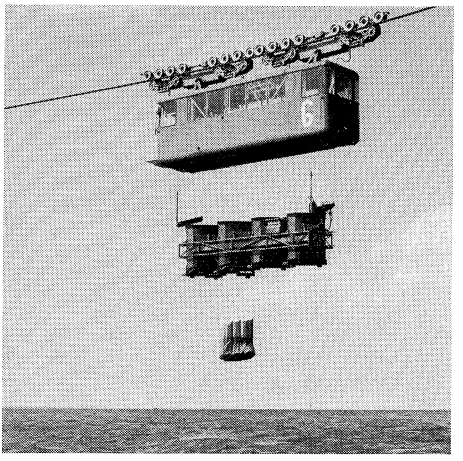
Een belangrijk punt bij de kabelbaanaansluiting is de plaatsbepaling van de gondels, die nodig is om op de juiste plaats te kunnen storten. Hiervoor bestaan twee systemen. Het eerste werkt met een lichtsignaal. Op een terp op ongeveer 500 m afstand van de kabelbaan staat een lenslantaarn opgesteld. Door gekleurde voorzetglazen kan men de kabel verdelen in een aantal verschillend gekleurde sectoren. De overgang van de ene kleur op de andere is zeer scherp en blijkt als plaatsbepalingssysteem te voldoen.



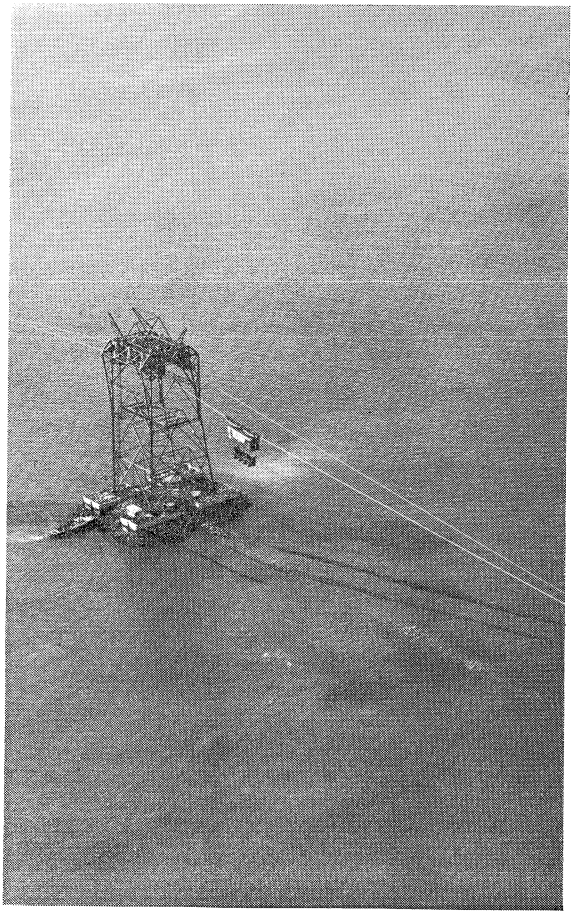
Overzicht van de kabelbaan in vol bedrijf



Een kluit geasfalteerd zand wordt gelost vanuit een kubel



De kruin van de dijk komt bij eb al boven water



Daarenboven is op iedere gondel nog een meterteller gemonteerd op een van de aangedreven assen, die de afgelegde afstand in meters aangeeft.

Toch kwamen er nogal grote verschillen voor in de kruinhoogte van de opgestorte dam. Verschillen van 1,5 m waren geen zeldzaamheid, zoals de peilingen leerden. Althans, voorzover peilingen in een raai onder de kabelbaan een betrouwbare indruk gaven van de kruinhoogte.

Als gevolg van het tijdelijk storten vanaf beide kabels en ook van de omstandigheid dat bij het storten uit de netten het stortmateriaal niet loodrecht onder de stortkabel valt, hetgeen bij de kubels van de nieuwe materialen wel het geval is, loopt de kruinlijn namelijk niet geheel onder de stortkabel.

Door meerdere peilingen parallel te nemen en deze te combineren met dwarspeilingen, kan men echter toch een inzicht in het verloop van de kruin krijgen. Door nauwkeurig storten op diepe plaatsen kan het verloop van de kruinlijn toch nog wel gecorrigeerd worden.

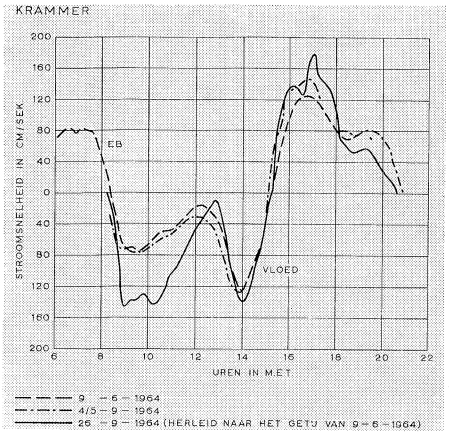
Men kan stellen dat op 1 oktober de proefperiode van het kabelbaanbedrijf voorbij was, en de operationele periode een aanvang nam.

Metingen en peilingen in het Noordelijk sluitgat van de Grevelingendam

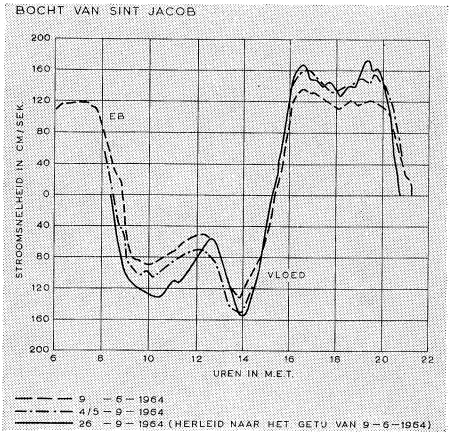
Evenals bij de eerder afgesloten zeegaten worden er in het Noordelijk sluitgat van de Grevelingendam metingen verricht door de Waterloopkundige afdeling van de Deltadienst. Tot nu toe maakte men voor de sluitingen gebruik van caissons. Daarbij kon de meetdienst niet altijd ongestoord werken. Bij een kabelbaansluiting wordt het meten nog meer gehinderd. Het uitvoerende werk gaar ononderbroken door, en er mogen uit veiligheidsoverwegingen geen mensen in boten onder de kabels werken. Daarom wordt een aantal metingen op andere wijze verricht dan tot dusverre gebruikelijk. Uitgevoerd moeten worden peilingen, stroommetingen en peilschaalwaarnemingen.

Peilingen

Regelmatig moeten peilingen worden verricht ter weerszijden van de te storten dam, met het doel, eventuele ontgrondingen tijdig te kunnen signaleren. Deze 'bewakingspeilingen' vinden plaats in een gebied dat zich tot 400 meter ter weerszijden van de as van de drempel uitstrekt en een oppervlakte van ruim een vierkante kilometer beslaat, terwijl de totale lengte van de gepeilde raaien ongeveer 55 km bedraagt.
Vanaf het moment dat de kabelbaan in bedrijf kwam zijn deze peilingen uit veiligheidsoverwegingen binnen een strook van 80 meter – 40 meter ter weerszijden van de drempelas – weggelaten. Peilingen als boven bedoeld werden reeds vanaf maart 1962 maandelijks uitgevoerd. Sinds medio juli 1964 is de frequentie ervan opgevoerd tot eenmaal per week, en zonodig zal ze nog verder worden verhoogd.
Tussen half juli en eind september 1964 zijn er geen noemenswaardige diepteveranderingen geconstateerd.
Behalve 'bewakingspeilingen' vinden er peilingen plaats ten behoeve van het werk in uitvoering in de eerder genoemde strook van 80 meter.
In de eerste plaats worden er langspeilingen gedaan evenwijdig aan de asdrempel sinds medio augustus. Aanvankelijk deed men deze peilingen in een raai onder de westelijke kabel. Ten gevolge van de wijze waarop het gestort wordt komt het grind echter drie meter beoosten de westelijke kabel terecht. De eveneens als stortmateriaal gebruikte zandzakken komen loodrecht onder de kabel neer. In verband met de ligging is men al spoedig in een tweede raai gaan meten, midden tussen de beide kabels in. Sinds men voor het storten ook gebruik maakt van de oostelijke kabel, moest het aantal raaien worden uitgebreid tot drie.



1



2

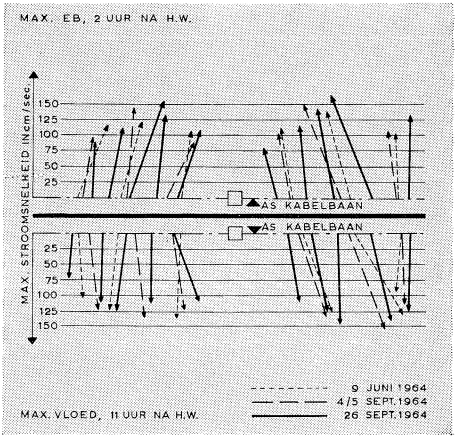
1 Toeneming van maximale eb- en vloedsnelheden in de Krammer sinds 9 juni 1964

2 Toeneming van maximale eb- en vloedsnelheden in de Bocht van St.-Jacob sinds 9 juni 1964

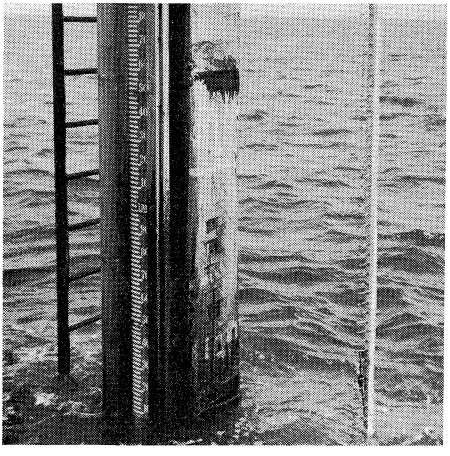
3 Stroomsnelheid en -richting in het Noordelijk Sluitgat van de Grevelingendam

4 Elektrische peilschaal

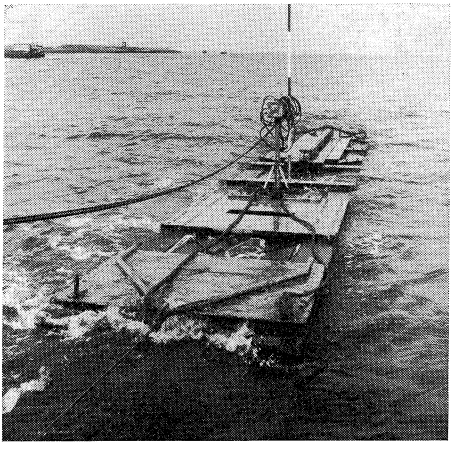
5 Peilvlot met echolood.



3



4

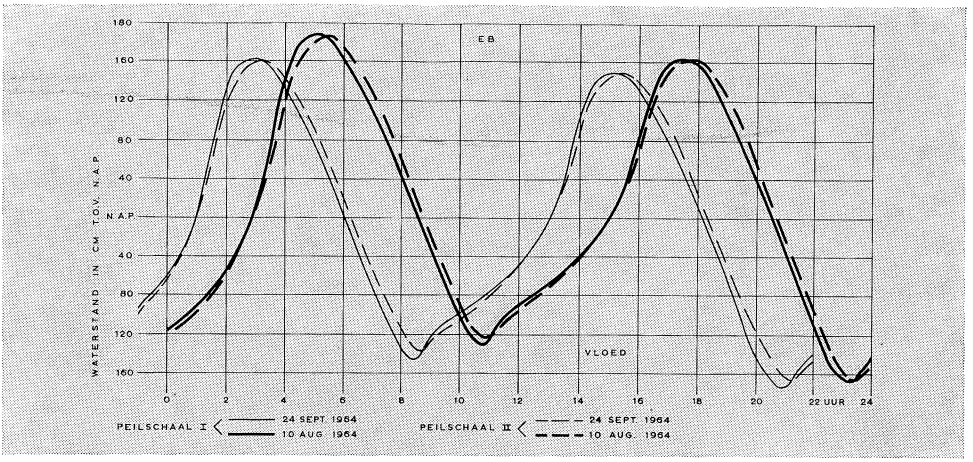


5

De langsraaien worden momenteel twee maal per week gepeild, op een moment omstreeks de kenteringen, wanneer er geen gondels in de buurt van de vlet komen. Aanvankelijk werd zowel van de hoog- als van de laagwaterkentering gebruik gemaakt; nu echter is de opbouw van de dam zover gevorderd, dat alleen nog bij de hoogwaterkentering gepeild kan worden. Van elke raai worden op de peilkaarten steeds de drie laatste peilingen ingetekend, benevens de allereerste. Zo kunnen steeds de laatste vorderingen en die ten opzichte van het begin in één oogopslag worden overzien.
Om een overzicht te krijgen van de vorm van de opgeworpen dam moeten er ook dwarsprofielen worden genomen. Met behulp van een peilvlet zou dit onmogelijk zijn, nog afgezien van het gevaar dat zulk werk meebrengt. Er is namelijk voor het peilen met een vlet een minimum vaarsnelheid nodig om in de raai te blijven. Deze vaarsnelheid is nog zo groot, dat het profiel van een dam op het echolood zou worden weergegeven als een scherpe piek, die alleen iets zegt over de hoogte maar geen inlichtingen verstrekt over de taludhellingen.
Ongeveer 50 m buiten de as van de dam ligt een verplaatsbare ponton verankerd. Aan deze ponton wordt een peilvlet afgemeerd waarop een elektrische lier. Deze lier viert met een geringe constante snelheid – 10 m per minuut – een vlot af dat door de stroom wordt meegevoerd en trekt het ook weer terug. Op dit vlot bevindt zich een oscillator, de zender en ontvanger van het echolood. De registratie-apparatuur staat aan boord van de vlet. Het dwarsprofiel van de dam wordt nu opgemeten door het afvieren en inhalen van het vlot, met de oscillator in werking. Op de wal is een aantal raaien uitgezet, evenwijdig aan de kabelbaan. Achter deze raaien staat een waarnemer, die wanneer het peilvlot een raai passeert, dat door middel van een draadloze verbinding meldt aan de peilvlet. Hier wordt dan op de echoloodregistratie de ligging van de raai aangegeven. Op deze wijze wordt het profiel in de vaarrichting vastgelegd, alsook de ligging en de richting van het profiel.
Bij deze werkwijze komt er dus alleen materieel doch geen personeel onder de in bedrijf zijnde kabelbaan.
De lengteprofielen geven samen met de dwarsprofielen een goed overzicht van de opbouw van de dam. Binnen 24 uur na de opneming worden de profieltekeningen ter beschikking van de uitvoerende dienst gesteld.

Stroomsnelheidsmetingen

Naarmate de hoogte van de dam in de Grevelingen toeneemt zullen aanvankelijk ook de stroomsnelheden groter worden. Het is van belang te weten hoe ver deze snelheden zullen oplopen, omdat ze bepalend zijn voor de stroomaanval op het gestorte materiaal en op de bodembescherming achter de dam. De stenen dam heeft een smalle kruin. Hierdoor ontstaan onregelmatige stromingen, waardoor het moeilijk wordt de meerboot boven die kruin te houden.
De snelheidsmetingen vinden plaats gedurende de weekeinden, wanneer de kabelbaan niet in bedrijf is. Zowel in de Bocht van St. Jacob als in de Kammer wordt de snelheid gemeten met 4 à 5 boten telkens gedurende 13 uur. Daar het lengteprofiel van de dam nogal onregelmatig is, is het moeilijk representatieve meetplaatsen te vinden. De laatste meting voordat de sluiting begon had plaats op 9 juni 1964. Tijdens de sluiting hebben metingen plaatsgevonden op 4 en 5 september, op 26 september en op 2 en 3 oktober. In de Krammer zijn de maximum vloedsnelheden toegenomen met ongeveer 10%, en de maximum ebsnelheden met ongeveer 25%. In de bocht van St. Jacob zijn deze cijfers respectievelijk 20% en 40%.



Tijd en hoogte van het getij zijn sinds 10 augustus onder invloed van de dam veranderd

Peilschaalwaarnemingen

Bij de afsluiting van een gat moet het verloop van het verticaal getij ter weerszijden van het gat nauwkeurig gevolgd worden. Wanneer namelijk deze getijden continu worden waargenomen, kan uit de vervallen tussen de waarnemingspunten aan beide zijden van de dam ook een overzicht worden verkregen van de stroomsnelheden over de dam. De waterstanden zijn ook nodig om de bij peilingen gevonden diepten te herleiden tot N.A.P. Evenals bij de sluitingen in Vrouwenpolder en Bruinisse worden de waterstanden in de Grevelingen opgemeten met nauwkeurig gewaterpaste elektrische peilschalen.

Het principe van deze apparatuur is als volgt. In het water staat een verticale baak, waaraan op regelmatige afstanden van elkaar een groot aantal elektrische contactpunten gemonteerd is. Elk contactpunt dat onder water komt schakelt een condensator in en vergroot daardoor de capaciteit van een elektrisch trillingscircuit. Op deze manier ontstaat dus in het circuit een trilling van wisselende frequentie, afhankelijk van het aantal contactpunten dat zich onder water bevindt. Langs een kabel dan wel langs draadloze weg worden deze trillingen naar de ontvanger overgebracht, waar zij ‚vertaald' worden in waterstanden en geregistreerd op een ponsband, of als getallen op een strook papier afgedrukt. De met deze apparatuur verkregen gegevens zijn tot op 1 à 2 cm nauwkeurig. In verband met de scheve ligging van het Noordelijke Sluitgat ten opzichte van de hoofdgeulen Karmer en de Bocht van St. Jacob, en de daarin optredende dwarsverhangen zijn 4 peilschalen geplaatst. Drie daarvan geven hun gegevens radiografisch door naar een op Flakkee ingerichte centrale ontvangpost; de vierde doet dit door middel van een kabel. Van iedere peilschaal komt om de 5 minuten een informatie binnen op de centrale post. Daar worden de op een rol gedrukte getallen omgewerkt tot waterstanden ten opzichte van N.A.P. en tekent men tevens de getijkrommen. Teneinde de juiste hoogte van de peilschalen ten opzichte van N.A.P. te kennen worden zij regelmatig gewaterpast. Als gevolg van de damopbouw kan er tussen de peilschalen aan weerskanten van de dam ten aanzien van L.W. reeds nu een verschil zowel in hoogte als in tijd worden geconstateerd.

De aanpassingswerken in het Deltagebied

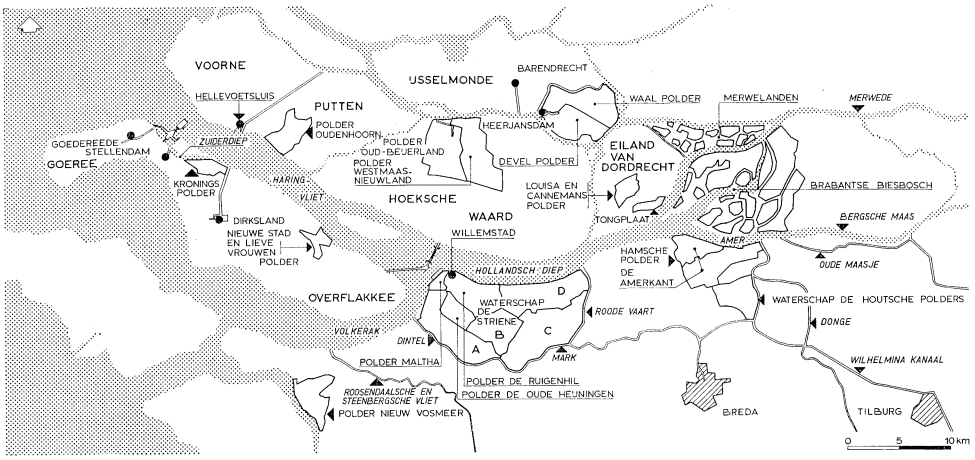
In het Driemaandelijks Bericht nr. 22 (november 1962) is een en ander verteld over de veranderingen van de waterstaatkundige toestand in het zuidwesten van ons land ten gevolge van de uitvoering van de Deltawerken. Er werd gewezen op de gevolgen die deze veranderingen meebrengen voor natuurlijke lozingen, gemalen, waterinlaten, rioolwaterlozingen, havens en scheepswerven, die alle op een bepaald getijregiem zijn ingesteld. Ook werd er over gesproken hoe de aanpassingswerken tot stand komen en welke regelingen hiervoor in de Deltawet zijn getroffen.
Inmiddels is het ontwerp van de Bijdragenwet Deltawerken bij de Tweede Kamer der Staten-Generaal ingediend. In dit ontwerp wordt een regeling voorgesteld voor de toekenning van een Rijksbijdrage in de kosten van uitvoering van werken of voorzieningen ter aanpassing van bestaande waterstaatswerken.
Het desbetreffende artikel luidt:

Artikel 4. 1. Aan degene die verplicht is tot uitvoering van werken of voorzieningen als bedoeld in artikel 3, tweede lid, van de Deltawet (aanpassing van bestaande waterstaatswerken), wordt op de aanvraag een bijdrage ten laste van het Rijk van honderd procent in de kosten van uitvoering toegekend, indien die werken of voorzieningen het gevolg zijn van werken als bedoeld in artikel 1, onder I, van de Deltawet (de afsluitingswerken).

2. Indien in het vorige lid bedoelde werken en voorzieningen het gevolg zijn van de uitvoering van werken als bedoeld in artikel 1, onder II, van de Deltawet (de dijksversterkingen) wordt op aanvraag van de uitvoerder daarvan een bijdrage ten laste van het Rijk van vijf en zeventig procent in de kosten van die uitvoering toegekend.

3. Onze Minister stelt, Gedeputeerde Staten gehoord, onder bepaling van de categorie vast of en in hoeverre werken en voorzieningen werken en voorzieningen in de zin van de vorige leden zijn.

Op verzoek van de Minister van Verkeer en Waterstaat hebben de Colleges van Gedeputeerde Staten in de provincies Zeeland en Zuid-Holland de beheerders van waterstaatswerken aangeschreven om hen te wijzen op hun verplichting tijdig voor de noodzakelijke aanpassingswerken zorg te dragen. Tevens wezen ze op de mogelijkheid zich met het oog daarop te wenden tot de Provinciale Waterstaat in de desbetreffende provincie.
Inmiddels zijn voorbereiding en uitvoering van een groot aantal aanpassingswerken ter hand genomen. Hierbij werd meestal de in de verschillende provincies ingestelde 'Werkgroep inzake Aanpassingswerken' ingeschakeld, om een vlotte samenwerking te bevorde-



ren. Dit is vooral van belang, omdat naast de Rijkswaterstaat veelal ook de Provinciale Waterstaat en de Cultuurtechnische Dienst hun medewerking en goedkeuring aan de werken moeten geven. Hieronder wordt van de aanpassingswerken in voorbereiding of uitvoering een overzicht gegeven.

Noord-Brabant

Voor *het Waterschap de Brabantse Biesbosch* wordt een plan opgesteld dat in de eerste plaats voorziet in de ontwatering van de vele polders en in de ontsluiting van de percelen die in de toekomst niet meer over water bereikbaar zullen zijn. Aan dit omvangrijke aanpassingsplan, waarvan de recreatie en natuurbescherming belangrijke aspecten zijn, wordt binnenkort een apart artikel gewijd.

Andere belangrijke gebieden zijn die van de *Donge* en het *Oude Maasje*, welke grotendeels buiten de hoofdwaterkering liggen, waarvan tot nog toe één à twee keer per jaar delen worden getroffen door een overstroming. De twee gebieden liggen namelijk zonder meer open voor stormvloeden, omdat vroegere plannen ter afsluiting van het Oude Maasje en de Donge weer werden verlaten, zonder dat op andere wijze de gebieden binnen de hoofdwaterkering werden gebracht. Natuurlijk is deze toestand nadelig voor de hier tot ontwikkeling komende tuinbouwgronden en beperkt het de mogelijkheden ervan. Maar een oplossing voor de problemen van dit gebied op grote schaal – bijvoorbeeld door de dijken langs Amer en Bergsche Maas zonder meer door te trekken – is vóór de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet niet mogelijk: wanneer men het gebied van Donge en Oude Maasje moest missen, zouden bij stormvloed ongetwijfeld andere polders in dit deel van het Deltagebied onderlopen. Het is een eeuwenoud probleem van de droogmaking: elk bergingsgebied dat omdijkt en tot polder verheven wordt betekent een vergroting van de bedreiging van reeds bestaande polders, doordat het het water minder ruimte laat dan voorheen. Na de afsluiting van het Haringvliet zal dit dilemma uit de wereld zijn. Overstroming van het gebied van Donge en Oude Maasje zal, zonder dat men dijken legt, niet vaker meer voorkomen dan eens in de 100 of 200 jaar en het staat de polderbesturen dan vrij, dit gebied door bedijking verder te verbeteren. Daar in dit gebied verschillende aanpassingwerken moeten worden uitgevoerd, ontwikkelt men op het ogenblik op instigatie van de Provinciale Waterstaat plannen die aan-

Situatie van de afwateringsgebieden in N.W.-Brabant
en op de Zuidhollandse eilanden

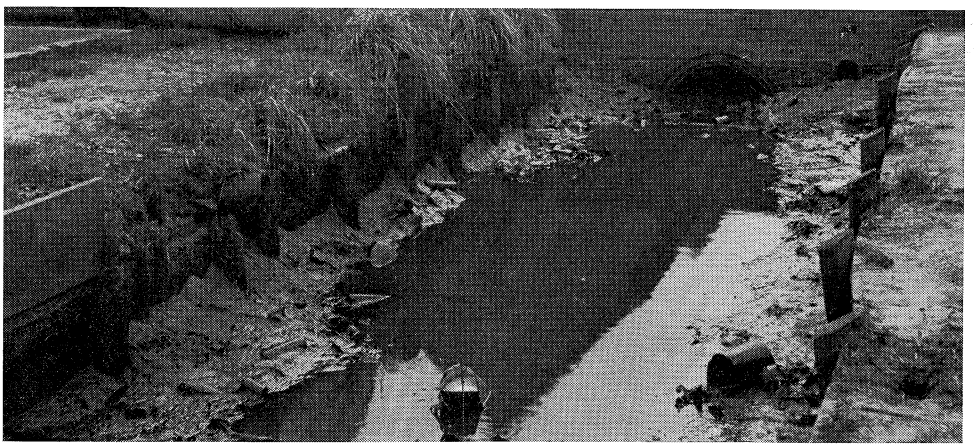
1 Binnengrachten van Willemstad tijdens het doorspoelen

2 Het watergangensysteem van Willemstad staat bij eb vrijwel droog

1



2



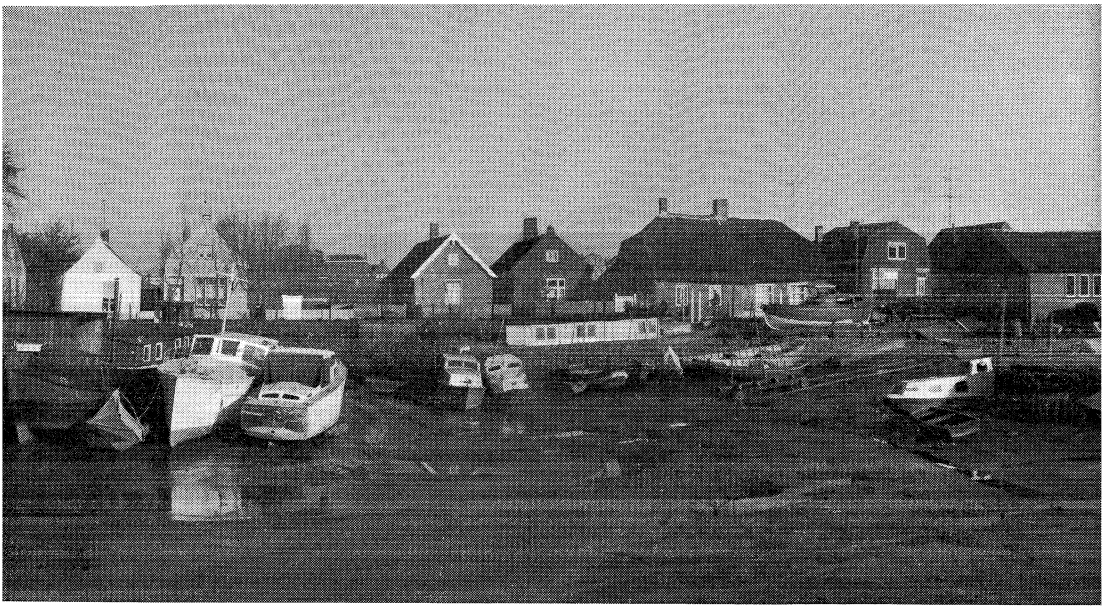
sluiten op studies van de Cultuurtechnische Dienst en de Rijkswaterstaat. De aanpassingswerken hebben onder meer betrekking op de lozing en de waterinlaat van de verschillende delen van dit gebied en op een aantal haventjes langs Donge en Oude Maasje die bij de te verwachten waterstanden niet meer kunnen worden bereikt. Men bestudeert de vraag of tegelijkertijd niet kan worden overgegaan tot een definitieve vrijmaking van hoogwater van dit gebied.

Voor het *Waterschap de Houtsche Polders,* dat ook tot het bergingsgebied van de Donge en het Oude Maasje behoort, is een voorlopig plan voor de aanpassing ingediend. Overleg over dit plan is gaande, en er wordt rekening gehouden met de mogelijkheid van een latere ruilverkaveling, die er dan op moet kunnen aansluiten.

In de ruilverkaveling *Amerkant* zijn een aantal tot nu toe slecht ontsloten polders verenigd. De waterbeheersing ervan voldoet niet meer aan moderne eisen. Ten gevolge van de afsluiting van het Haringvliet zal natuurlijke lozing van de Hamsche Polder onmogelijk worden, en zal de capaciteit van een aantal gemalen in dit gebied kleiner worden. De ruilverkavelingsplannen voorzien daarom tevens in een aantal noodzakelijke aanpas-

Oostelijk deel van de haven van Lage Zwaluwe bij laag water

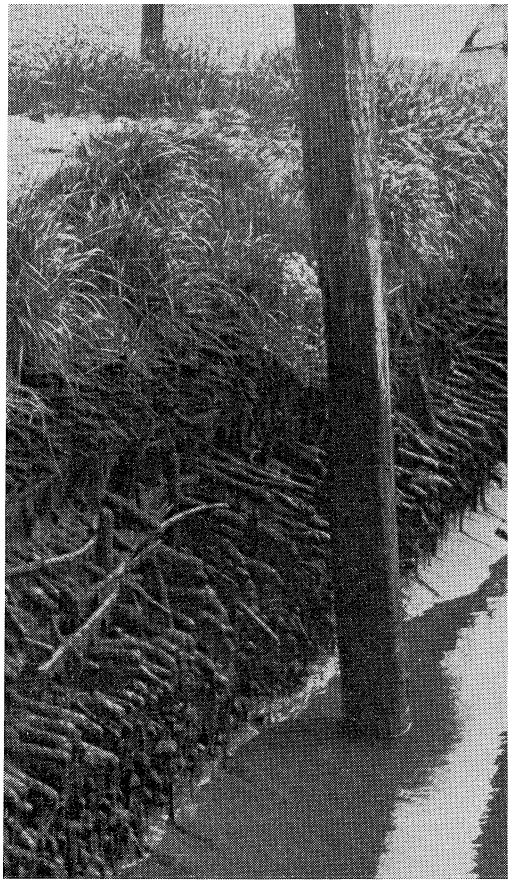




Aanblik van de Raamsdonksveerse haven bij laagwater

singen van de bemaling aan de nieuwe waterstanden. De Minister van Verkeer en Waterstaat zal daartoe een bijdrage toekennen aan het desbetreffende waterschapsbestuur, hetwelk deze bijdrage zal inbrengen in de ruilverkaveling. De plannen voor de ruilverkaveling zijn in december 1961 aangenomen en worden thans uitgevoerd.
Het *Waterschap de Striene,* gelegen ten westen van de Roode Vaart en ten noorden van de Mark en Dintel, is ontstaan uit een groot aantal waterschappen. Het bestaat uit vier bemalingsgebieden, genummerd A, B, C en D, waarvoor verbeteringsplannen in verschillende stadia van voorbereiding en uitvoering zijn. Samen met deze verbeteringsplannen wordt zorg gedragen voor de aanpassing in de twee noordelijke bemalingsgebieden, die direct worden geconfronteerd met de veranderde situatie op het Hollandsch Diep en het Volkerak. In het noordwestelijk bemalingsgebied B gaat de capaciteit van de gemalen van de polders de Oude Heijningen en de Ruigenhil te kort schieten vanwege de grotere opvoerhoogten. Het gemaal van Ruigenhil zou gedurende lange tijd helemaal niet kunnen werken, omdat de kaden van de voorboezem van deze polder tussen het gemaal en het Hollandsch Diep te laag worden om altijd goed te functioneren. De polder de Oude Heijningen kon voorheen bij voldoende grote rivierafvoeren water van redelijke kwaliteit inlaten uit het Volkerak. Na afsluiting van het Hellegat en vóór afsluiting van de Oosterschelde wordt dit water echter een tijdlang geheel zout, en waterinlaat is in die periode dus niet meer raadzaam. De polder Maltha en de gronden ten oosten van Willemstad zullen na voltooiing der Deltawerken bemalen moeten worden. Al deze problemen konden in het verbeteringsplan worden opgenomen, dat thans voor een groot deel is uitgevoerd. Zo is het nieuwe gemaal De Tonnekreek in de afgelopen zomer gereed gekomen. *Willemstad* verricht zijn waterhuishouding binnen de wallen nog altijd met behulp van het bij de bouw van de vesting aangelegde watergangensysteem, zij het dat door demping een aantal mogelijkheden van het systeem zijn komen te vervallen. Vroeger ciculeerde het verse water uit de haven door het gangennet, nu moet bij hoogwater water worden ingelaten, en bij laagwater langs dezelfde weg worden gespuid. Fraai is de aanblik der grach-

1



1 Aan getijstroom onderhevig rijspakwerk kan niet lang stand houden. Situatie te Zuidland

2 Houten duiker op Tiengemeten

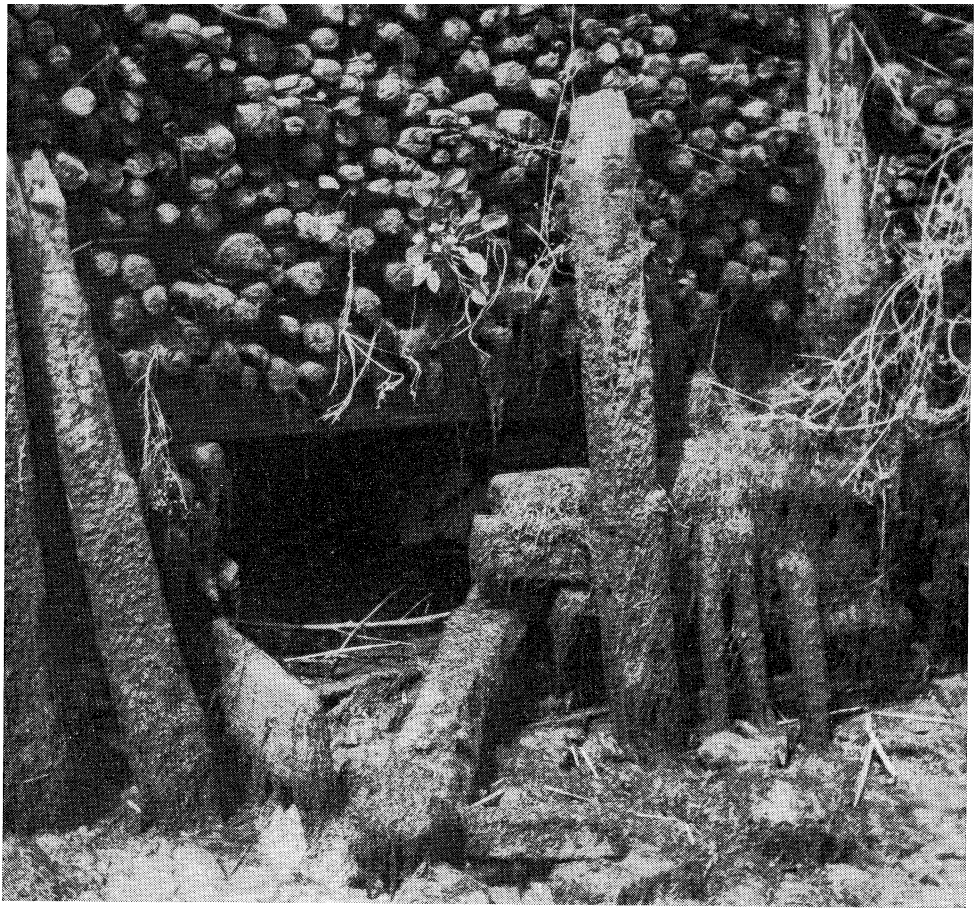
ten bij laagwater niet te noemen. Na afsluiting van het Haringvliet zullen deze watergangen moeten worden bemalen. Ook de grachten buiten de wallen zullen dan niet meer langs natuurlijke weg water kunnen lozen op het Haringvliet. Waarschijnlijk zal de lozing in de toekomst geschieden naar de naastbijgelegen polder de Ruigenhil. Dat houdt dan in, dat ook de verversing van de grachten en de waterinlaat voor de polder de Ruigenhil opnieuw zullen moeten worden geregeld. Over beide aanpassingswerken zijn nog besprekingen gaande.

Een groot gedeelte van westelijk Noord-Brabant heeft op waterhuishoudelijk gebied niet te maken met de veranderde toestand in het Hollandsch Diep en het Haringvliet. De problemen van deze streek worden pas urgent tegen de tijd dat de Oosterschelde wordt afgesloten. Een uitzondering vormt de polder *Nieuw Vosmeer,* die een onvoldoende lozing heeft, zodat men uitstel van verbetering onverantwoord achtte. Deze verbetering houdt uiteraard meteen een vroegtijdige aanpassing aan de nieuwe waterhuishoudkundige toestand in. Belangrijke aanpassingswerken en omvangrijk onderzoek eisen de gebieden in de omgeving van de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet.

Zeeland

Voor de aanpassingswerken in het Drie-Eilandengebied die verband houden met de afsluiting van het Veersche Gat worde verwezen naar de Driemaandelijkse Berichten nr. 10

2



(november 1959), 14 (november 1960) en 16 (mei 1961). Na 1961 is er een rioolpersleiding aangelegd van Middelburg naar de Westerschelde, ter vervanging van de open leiding naar Veere. Voort Kortgene en Veere zijn plannen in voorbereiding voor de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Deze plannen zijn vooral van belang in verband met de creatieve bestemming van het Veerse Meer.

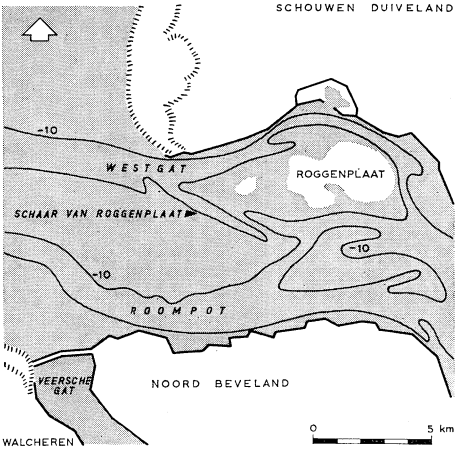
Zuid-Holland

Op het *Eiland van Dordrecht* ligt een aantal natuurlijk lozende polders die in ieder geval moeten worden aangepast, zoals de *Louisa- en Cannemanspolder* en de *Tongplaat* in het zuiden van het eiland, en de verschillende polders van de Zuidhollandse Biesbosch, die men wel aanduidt als 'de Merwelanden', in het oosten. Er zijn nu enkele plannen voor aanpassing en eenmaking, maar zij zijn nog niet klaar voor het bestek.
Op het eiland *IJsselmonde* tracht men de bemaling van de *Waal- en Develpolders* te concentreren en de bestaande gemalen aan de nieuwe toestand aan te passen. Men moet bij de plannen rekening houden met de dijkversterkingen van het eiland en de daarbij te maken afdammingen van de havens van Barendrecht en Heerjansdam. Indien de bemaling wordt geconcentreerd, zal het niet nodig zijn hevelleidingen aan te leggen door deze afsluitdammen.

In de *Hoeksche Waard* zijn voor de polders *Oud-Beijerland* en *Westmaas-Nieuwland* plannen in een vergevorderde staat van voorbereiding. Ze voorzien in een combinatie van de afwatering van deze polders om daardoor de aanpassing van elk der polders afzonderlijk – technisch een veel minder gelukkige oplossing – te voorkomen. Voor de polder Oud-Beijerland is deze aanpassing in het bijzonder nodig, omdat na afsluiting van het Haringvliet door de lage kaden van de voorboezem het gemaal lange tijd niet zou kunnen werken.
Op *Voorne-Putten* is een plan in voorbereiding voor de aanpassing, verbetering en vernieuwing van het gemaal van de polder *Oudenhoorn*. In *Hellevoetsluis* werd een rioleringsplan uitgevoerd, vooral nodig omdat de nieuwe waterstanden een natuurlijke lozing van het afvalwater zouden verhinderen.
Goeree-Overflakkee kan zich verheugen in de uitvoering van een aantal belangrijke werken. Voor de *Nieuwe Stad en Lieve Vrouwenpolder* is een plan ontworpen dat voorziet in aanpassing en capaciteitsvergroting van het bestaande gemaal.
Een belangrijk project, dat voorziet in de aanpassing van een groot gebied, is de voorgenomen vorming van de Zuiderdiepboezem. Op het Zuiderdiep, dat ligt tussen de hals van het eiland Goeree-Overflakkee en de plaat van Scheelhoek, loost een groot aantal polders, meest via de havens van Stellendam en Goedereede. Toen de vraag rees of men afwatering van deze polders via het Zuiderdiep in oostelijke of in westelijke richting zou doen verlopen, m.a.w. op het Haringvliet of onmiddellijk op zee, heeft men een lozing op zee gekozen en een plan gemaakt voor aanvulling va nde watervoorraad vanuit het Haringvliet. Door af te wateren op zee zal het Zuiderdiep een lagere waterstand kunnen behouden, wat een groot aantal aanpassingswerken aan de poldergemalen onnodig maakt. Men besloot ook de haven van Dirksland op de Zuiderdiepboezem te laten aansluiten, omdat afwatering van deze haven op het Haringvliet een kostbaar gemaal zou hebben vereist: de in Dirksland toelaatbare waterpeilen liggen veel lager dan die op het Haringvliet. Een bijkomend voordeel is dat het inlaatpunt van de Zuiderdiepboezem dan veel oostelijker komt te liggen, wat vooral met het oog op de landaanwinningswerken langs de Nieuwe Kroningspolder een verbetering inhoudt. Op het ogenblik is voor dit plan de procedure aan de gang, die de Wet op de Indijkingen voorschrijft in het geval dat het Rijk een indijking wil ondernemen.
Een groot aantal werken waarvan de voorbereiding nog in een weinig gevorderd stadium verkeert, is in dit overzicht niet genoemd. Men denke hierbij aan de buitenpoldertjes, die over het algemeen natuurlijk lozen. Er zal nog veel werk moeten worden verzet, wil men de aanpassingen klaar hebben op het moment dat het Haringvliet wordt afgesloten. Dan zal menige bezienswaardigheid op waterhuishoudkundig gebied zijn verdwenen, zullen soms zeer oude sluisjes en duikers zijn opgeruimd en zal veel van historie der waterschappen niet meer onmiddellijk uit het landschap kunnen worden afgelezen. Het getij verdwijnt uit de havens, rottend rijspakwerk behoort tot het verleden, en de modderbaden waar het laagwater de bevolking op placht te vergasten zullen ophouden het aroma der oude havens te bepalen.
Dan zijn er nog de aanpassingwerken die mogelijk moeten worden getroffen aan scheepswerven en andere op het water georiënteerde bedrijven, en die niet onder de waterstaatswerken vallen. Om deze bedrijven zo goed mogelijk van de voor hen belangrijke gegevens te voorzien worden in overleg met de belanghebbenden de nodige studies verricht.

De invloed van de afsluiting van het Veersche Gat

Veranderingen in de bodemfiguratie van het overgebleven mondingsgebied en in het aansluitende gebied van de Roompot



In 1958 werd een aanvang gemaakt met de afsluiting van het Veersche Gat en kwam het damvak op de Plaat van Onrust vrijwel geheel gereed. De eigenlijke getijgeul van het Veersche Gat bleef open tot april 1961. De getijbeweging in het Veersche Gat en omgeving werd door het gereedgekomen damvak niet verstoord, het stroombeeld evenmin, en de veranderingen in de bodemfiguratie waren dienovereenkomstig gering. Toen echter door de volledige afsluiting van het Veersche Gat in april 1961 de vloedaanvoer en de ebafvoer door dit zeegat – elk ca. 70 miljoen m³ – kwamen te vervallen, ontstond er, behalve een totale verandering van het stroombeeld in het overgebleven mondingsgebied, ook een wijziging in het stroombeeld van het eb- en vloedschaargebied van de Roompot, ten noorlen hiervan. Dit blijkt duidelijk uit de veranderingen in de bodemfiguratie na 1961. Als direct gevolg van de bouw van de dam door het Veersche Gat is de vroegere getijgeul in het overgebleven mondingsgebied snel gaan opzanden.

In de hoek bij Walcheren ter plaatse van de vroegere getijgeul bedroeg de aanzanding van juli 1961 tot april 1962 ca. 1 miljoen m³ en van april 1962 tot juni 1963 ca. 0,6 miljoen m³. De Plaat van Onrust werd aan de noordelijke rand aangetast, welk verschijnsel gezien kan worden als een onderdeel van de algehele nivellering die in dit overgebleven mondingsgebied optrad. Dit nivelleringsproces voltrok zich van 1961 tot 1963 bijzonder snel. De getijgeul zandde op met gemiddeld 3–4 m en de Plaat van Onrust schuurde uit met gemiddeld 2–3 m waardoor het verschil in gemiddelde diepte tussen geul en plaat in twee jaren tijd ongeveer gehalveerd werd.

De sedimentatie in het gebied van de vroegere getijgeul bedroeg van juli 1961 tot juni 1963 ca. 1,6 miljoen m³, dat is 18% van de oorpsronkelijke waterinhoud van 1961 beneden N.A.P. Een analoog aanzandingsproces deed zich voor in het overgebleven mondingsgebied van het Brielsche Gat, dat in juli 1950 van de zee werd afgesloten. Wat ligging en dus ook wat zandtransport betreft, is dit zeegat wel niet geheel vergelijkbaar met het gebied van het Veersche Gat, maar het vertoonde in de vroegere getijgeul gedurende de eerste jaren na de afsluiting toch een overeenkomstig sedimentatie-percentage. In de periode 1951–1953 bedroeg de sedimentatie ca. 2,3 miljoen m³; bij een oorspronkelijke waterinhoud van ± 15 miljoen m³ – beneden G.H.W. – is dit 15%. Beneden het N.A.P.-vlak bedroeg de sedimentatie ca. 20 miljoen m³; bij een oorspronkelijke waterinhoud van ca. 11 miljoen m³ is dit ca. 18%. Onmiddellijk na de afsluiting in 1950 heeft helaas geen loding plaats gevonden. Aangenomen mag worden, dat het het sedimentatie-percentage over de periode 1950–1951





iets hoger geweest is, daar een sedimentatieproces in het algemeen over een langere periode beschouwd een vertraagde voortgang heeft, zoals ook hier van 1951–1962 bleek. Ook in het restant van de vroegere getijgeul van het Veersche Gat zal het sedimentatie-proces in de komende jaren vermoedelijk trager gaan verlopen. Het nivelleringsproces zou, rekening houdend met een zekere vertraging, in ongeveer 6–7 jaren na de afsluiting voltooid kunnen zijn; daarna zal in een strook langs de dam in laag tempo strandvorming plaatsvinden.

De vloedaanvoer door de vloedschaar van de Roompot in het diepste deel van deze geul bedroeg in 1959 ca. 300 miljoen m³. Het uitschakelen van de 70 miljoen m³ vloedwater die vroeger door het Veersche Gat binnenstroomden, had slechts een geringe invloed op het vloedvolume ter plaatse. Van 1961–1963 nam het toe met slechts enkele procenten. In de periode 1950–1961 werd de Schaar van Onrust breder en dieper, waardoor de verbinding tussen de vloedschaar van de Roompot en de ebschaar ruimer werd. Na 1961 werd de verbinding tussen de beide scharen van de Roompot nog ruimer, maar tengevolge van het gewijzigde stroombeeld bij eb in de ebschaar van de Roompot geschiedde dit op een andere plaats. Na 1961 vormde zich uit deze ebschaar van de Roompot een secundaire ebschaar door het ondiepe gedeelte van de Hompels heen in de richting van de vloedschaar van de Roompot. Op het niveau van N.A.P. – 75 dm is deze ontwikkeling voor de jaren 1959–1963 nagegaan; uit de verkregen gegevens blijkt duidelijk dat de eigenlijke grote veranderingen na 1961 zijn opgetreden.

Van juli 1963 tot februari 1964 bleek bovendien nog, dat de Schaar van Onrust

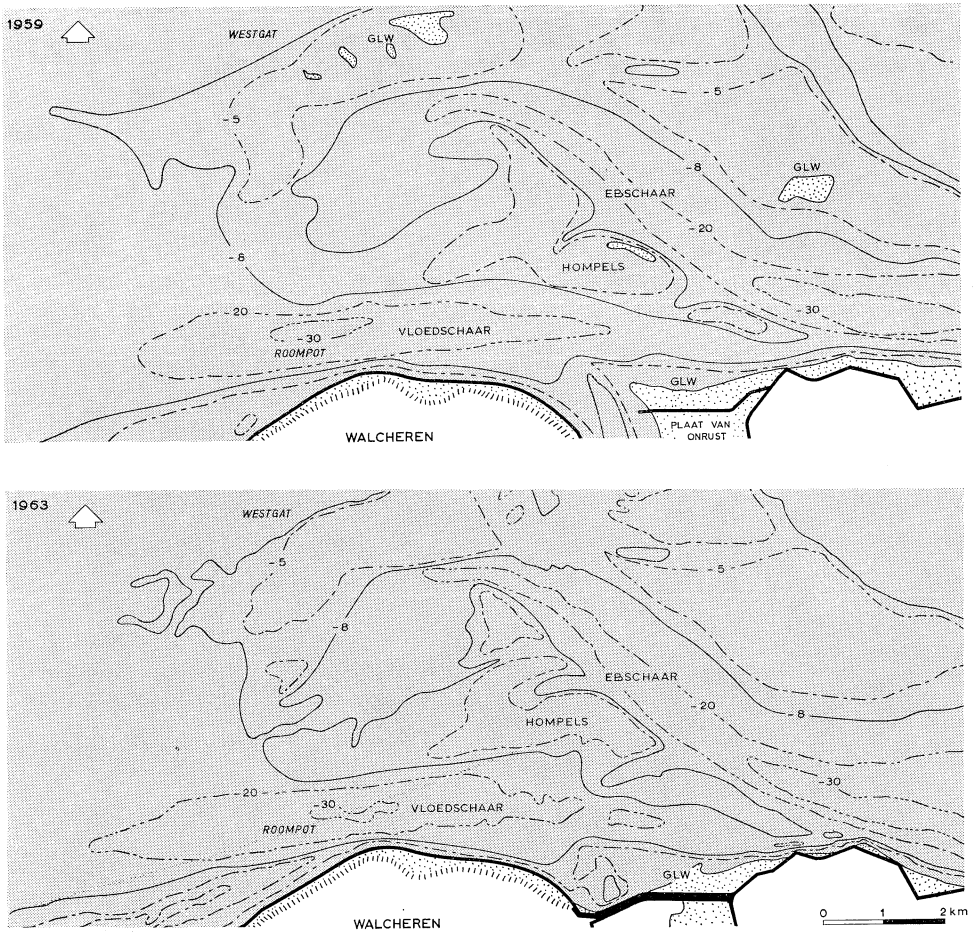
De dam door het Veersche Gat gezien van zuid naar noord. De nieuwe vorm van de Plaat van Onrust is duidelijk te zien

1 Diepteveranderingen tussen juli 1961 en juni 1963

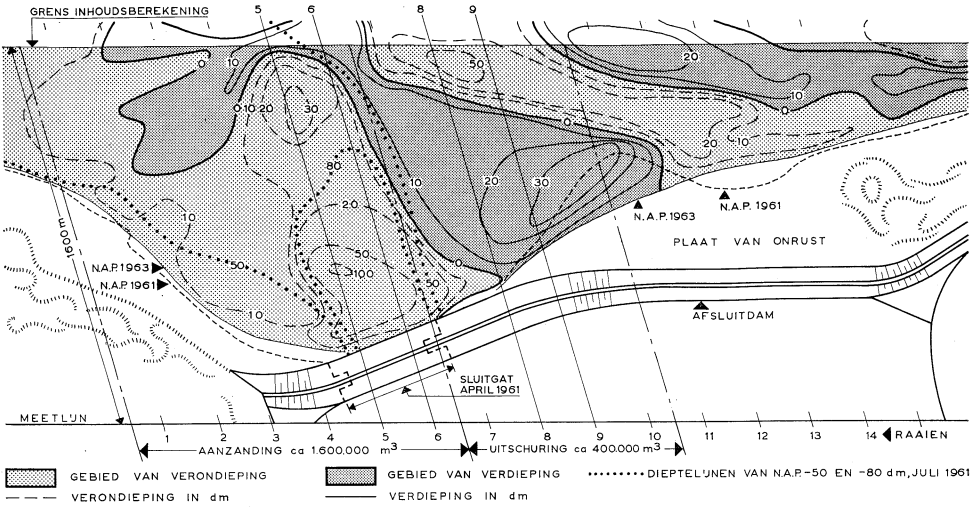
2 Opzanding van de oude getijgeul

3 Uitschuring van de Plaat van Onrust

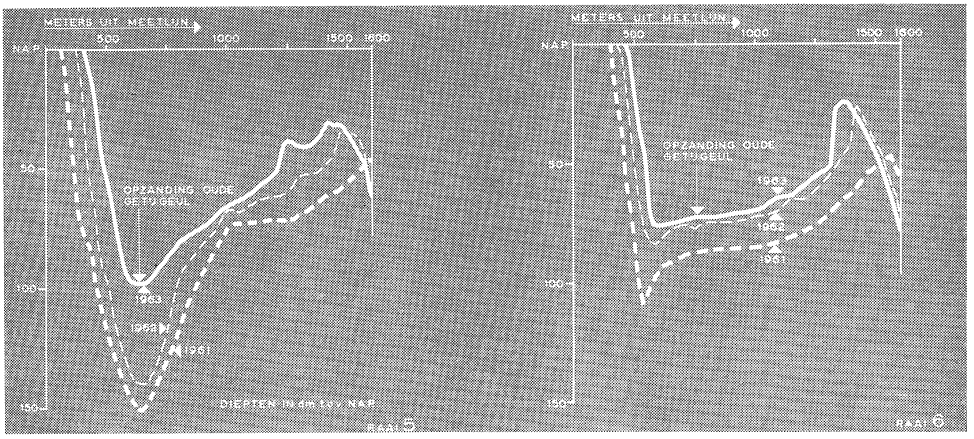
Hydrografische situatie bij gedeeltelijke en twee jaar na volledige afsluiting van het Veersche Gat



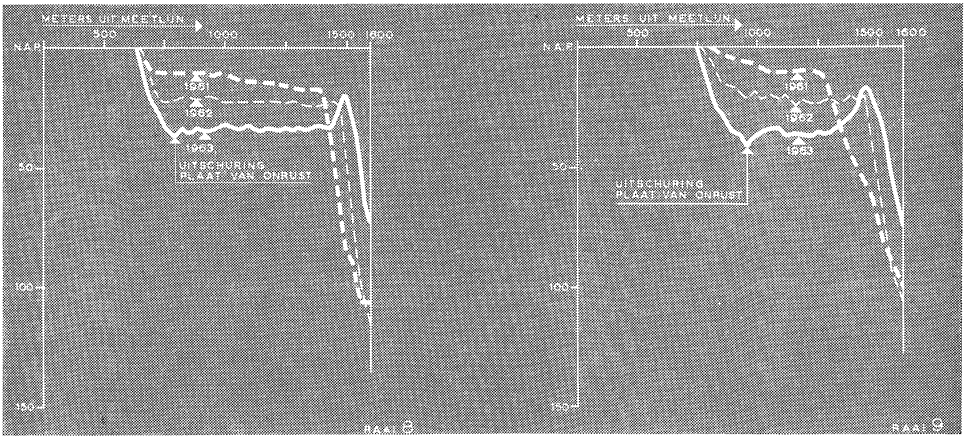
1

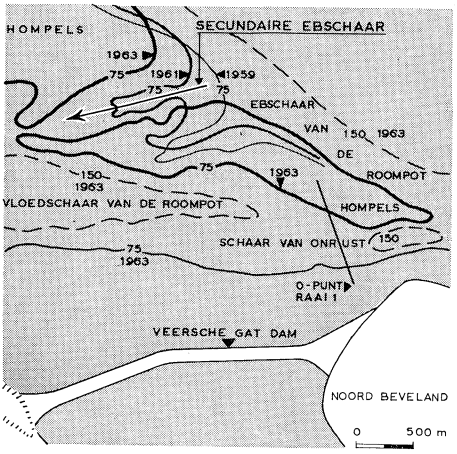

GRENS INHOUDSBEREKENING
N.A.P.1963
N.A.P.1961
PLAAT VAN ONRUST
AFSLUITDAM
SLUITGAT APRIL 1961
MEETLIJN
RAAIEN
AANZANDING ca 1.600.000 m3
UITSCHURING ca 400.000 m3
GEBIED VAN VERONDIEPING
VERONDIEPING IN dm
GEBIED VAN VERDIEPING
VERDIEPING IN dm
DIEPTELIJNEN VAN N.A.P.-50 EN -80 dm, JULI 1961

2

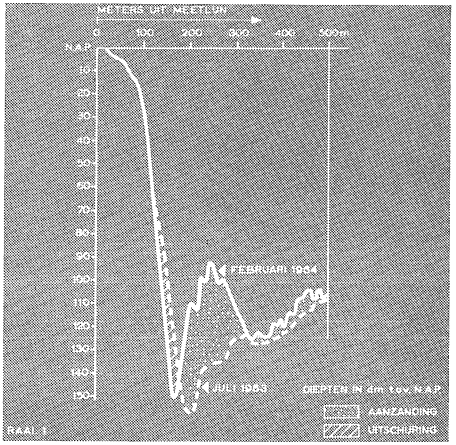

METERS UIT MEETLIJN
N.A.P.
OPZANDING OUDE GETIJGEUL
DIEPTEN IN dm t.o.v. N.A.P.
RAAI 5
RAAI 6

3


METERS UIT MEETLIJN
N.A.P.
UITSCHURING PLAAT VAN ONRUST
RAAI 8
RAAI 9



Verondieping van de Schaar van Onrust en vorming van een secundaire ebschaar



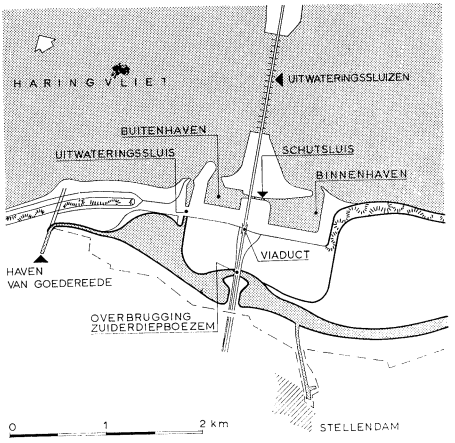
– de oostelijke uitloper van de vloedschaar van de Roompot – hier en daar ondieper en aanmerkelijk smaller werd. Deze ontwikkeling dateert van de laatste tijd, immers van april 1961 tot de zomer van 1963 was de Schaar van Onrust vrij stabiel. Dit bevestigt het vermoeden, dat de snelle vorming van de genoemde secundaire ebschaar door de Hompels heen zich in de toekomst zal gaan voortzetten en dat de vloed- en ebschaar van de Roompot zich hier tot één geul zullen gaan verenigen. In het Westgat – de noordelijk gelegen geul in de mond van de Oosterschelde –, in het binnengebied van de Oosterschelde en in de verbindingsgeulen tussen de Roompot en het Westgat – o.a. de Schaar van Roggenplaat – waren over de periode 1961–1963 de bodemveranderingen gering, zodat gesteld mag worden dat de invloed van de afsluiting van het Veersche Gat op de bodemfiguratie in de Oosterschelde zich zal beperken tot het gebied van de Roompot tussen Walcheren en Noord-Beveland. Daar uit getijberekeingen bij open en gesloten Veersche Gat is gebleken, dat het totale getijvolume in de mond van de Oosterschelde niet noemenswaard veranderde als gevolg van de afsluiting, mag aangenomen worden, dat in de toekomst het getijvolume van het Westgat in ongeveer gelijke mate zal afnemen als dat van de Roompot zal toenemen.

Viaduct en brug over de Zuiderdiepboezem

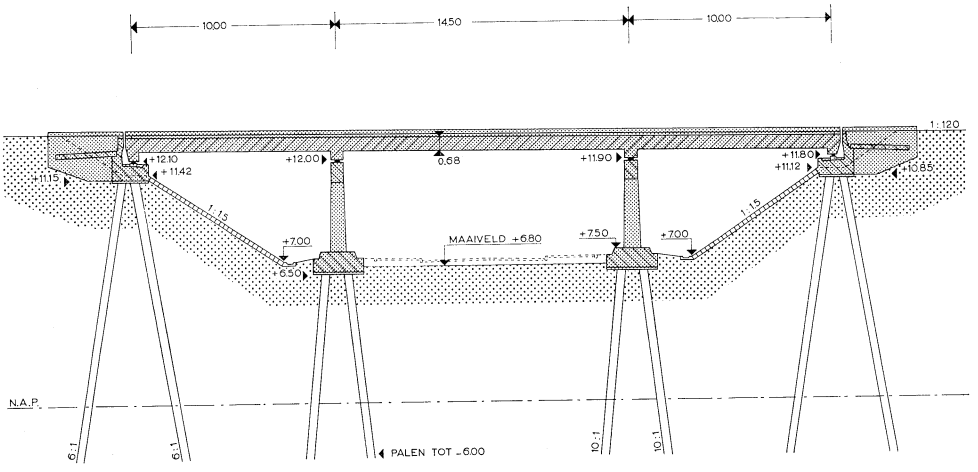
In het Driemaandelijkse Bericht nr. 28 is een artikel verschenen over de Zuiderdiepboezem en de daarin opgenomen uitwateringssluis. Behalve deze sluis dienen echter ook nog een viaduct en een brug gebouwd te worden.

Het viaduct

Over de dam door het Haringvliet zullen, zoals bekend, een autosnelweg en een weg voor langzaam verkeer komen te liggen. Ten zuiden van de schutsluis zijn een op- en een afrit ontworpen, om de in de buurt liggende terreinen en vissershavens met die wegen te verbinden. In het zuidoosten ligt de nieuwe vissershaven van Stellendam, met de visafslag, in het zuidwesten en buitenhaven en een recreatiegebied bij het vissersdorp Goedereede. De verbindingsweg hiertussen zal de weg over de Haringvlietdam kruisen door middel van een onderdoorgang.
Voor deze onderdoorgang zijn vier ontwerpen gemaakt: een koker en een viaduct, beide al of niet met gronddekking. De gronddekking op het kunstwerk leek aantrekkelijk in verband met het zetten van het dijklichaam. Mocht de dijk namelijk inklinken, dan is het mogelijk de hoogte van het kunstwerk aan te passen door de gronddekking te verminderen, dus zonder kostbare ophoging van de dijk en zonder dat door hogere ligging van het kunstwerk een zogenaamde 'Katterug' ontstaat. Het bleek echter dat het kunstwerk door deze gronddekking – die dan tenminste 1 meter zou moeten bedragen – zo zwaar moet worden uitgevoerd, dat het zowel financieel als esthetisch onaantrekkelijk wordt.
Een koker door het dijklichaam bleek een goedkopere, doch minder fraaie oplossing. Aangezien ter plaatse veel toeristisch verkeer verwacht wordt moeten toch wel enige eisen aan het uiterlijk worden gesteld. Bovendien zouden op- en afrit naar de kruisende weg vlak naast de koker komen te liggen en een koker zou de weggebruiker een bijzonder slecht zicht geven op deze afritten. Ook uit verkeerstechnisch oogpunt verdient dus een viaduct de voorkeur. De keuze viel op een viaduct met drie overspanningen.
Het viaduct is evenals de andere kunstwerken gefundeerd op betonpalen. De landhoofden zijn hoog gefundeerd. De pijlers bestaan elk uit een drietal open, driehoekige raamwerken, waardoor een goed uitzicht op de afritten wordt verkregen. Het dek bestaat uit een vlakke plaat van gewapend beton.



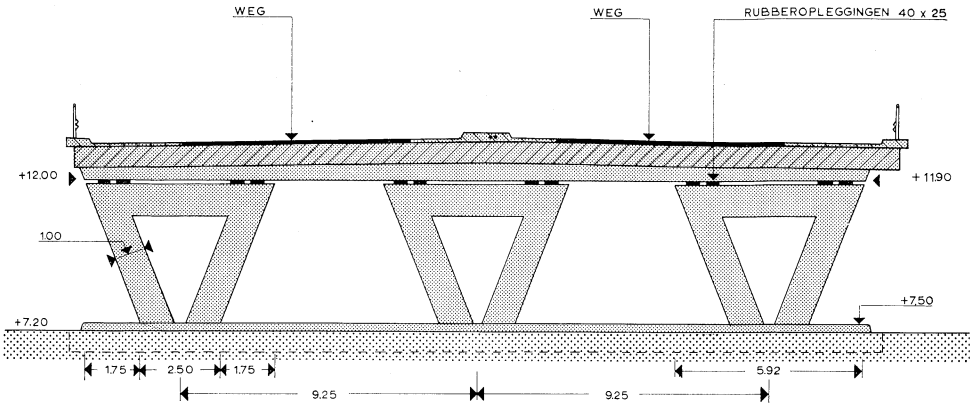
Ligging van de Zuiderdiepboezem aan de rand van het eiland Goeree



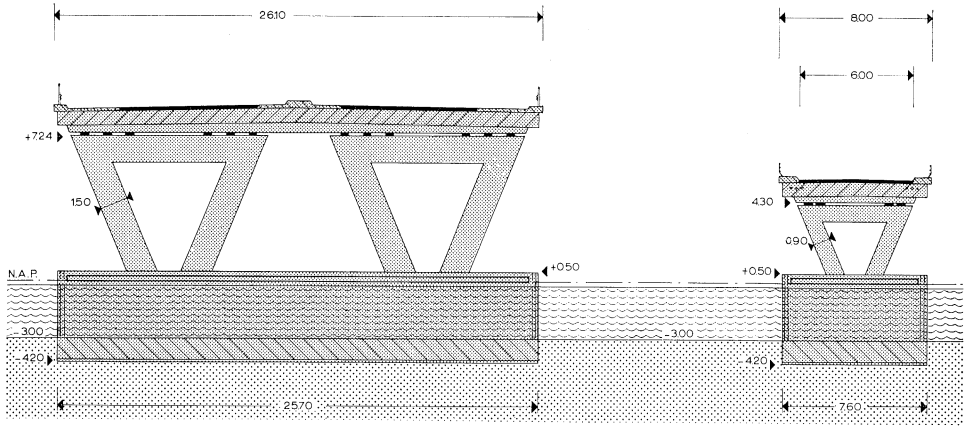
De onderdoorgang bij de schutsluis, een op palen gefundeerd viaduct

De overbrugging

De Haringvlietdam verdeelt het Zuiderdiep in twee delen die in open verbinding met elkaar dienen te staan. Ter plaatse zou dus een duiker in de dijk moeten worden opgenomen of de dijk zou moeten worden onderbroken door een brug. Uit een vergelijkende kostenschatting bleek dat een duiker ongeveer f 600 000 duurder zou zijn dan een brug. Men besloot dan ook, een brug te bouwen.

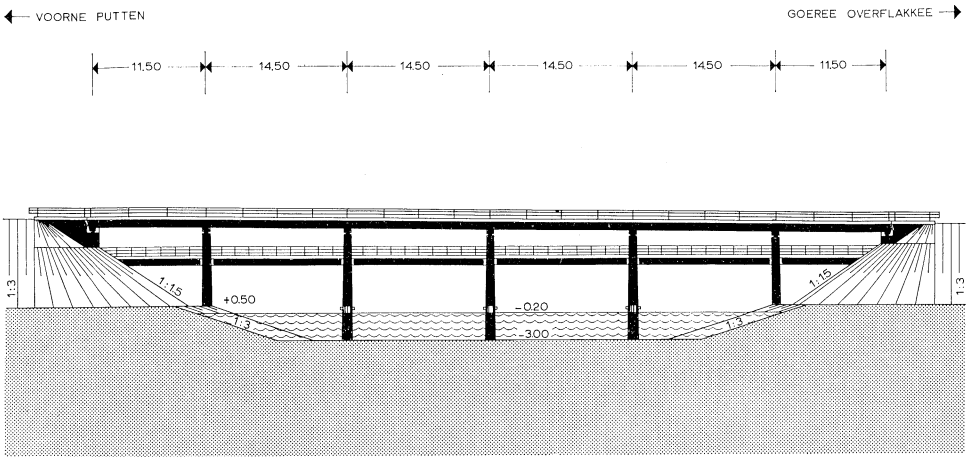


De pijlers van het viaduct zijn uitgevoerd als open driehoeken, waardoor goed zicht wordt verkregen op de afritten



Dwarsdoorsneden van de bruggen

De situering en het ontwerp van de brug – die nauw met elkaar samenhangen – leverden de nodige moeilijkheden op. De oorspronkelijke geul tussen de Plaat van Scheelhoek en het eiland Goeree-Overflakkee (het Zuiderdiep) ligt vlak voor het eiland.
Deze geul zou dienst kunnen blijven doen als verbinding tussen de twee delen van de boezem. De grondslag bleek ter plaatse echter dermate slecht te zijn, dat een bouwput alleen met zeer hoge kosten zou kunnen worden aangelegd. Bovendien zou de brug daar



Zijaanzicht van de twee bruggen over de Zuiderdiepboezem

een zeer zware fundering behoeven wegens de grote horizontale krachten op de landhoofden en de grote negatieve kleef.
Men heeft overwogen om de brug geheel in den natte te maken, dus zonder bouwput, en het dek uit te voeren in voorgespannen betonliggers. De aanleg van de bouwput voor de schutsluis heeft de bodem in de laatste jaren echter zo doen aanslibben dat het niet meer mogelijk is de fundering met een drijvende stelling te heien: de heistelling vindt nergens voldoende diep water. Besloten werd daarom de brug meer naar het noorden te bouwen en hem direct te doen aansluiten op het dijklichaam dat reeds is opgespoten. De Zuiderdiep-geul wordt eveneens naar het noorden verlegd.
De grondslag daar ter plaatse is over het grootste gedeelte goed en de zettingen van het dijklichaam hebben reeds vrijwel geheel plaats gehad. De bouwput kan geheel in den droge worden gemaakt. Het opgespoten terrein ligt op N.A.P. + 4,00 m, zodat alleen de ringdijk aan de zuidzijde verhoogd diende te worden tot N.A.P. + 4,50 m en verder moest worden uitgebouwd, teneinde de bouwput voldoende groot te maken.
De brug zal bestaan uit twee aparte gefundeerde gedeelten: een hooggelegen gedeelte voor de snelverkeersweg en een laaggelegen gedeelte voor langzaam verkeer. Beide hebben vier overspanningen van 14,50 m en twee eindvelden van 11,50 m. De op palen gefundeerde pijlers bestaan tot N.A.P. + 0,50 m (boezempeil = N.A.P.) uit een dichte wand en daarboven hebben zij dezelfde vorm als die van het viaduct. Het wegdek bestaat uit een vlakke plaat van gewapend beton.
De werkzaamheden zijn nu zover gevorderd dat de bouwputten voor de uitwateringssluis en de brug gereed zijn en ontgraven tot N.A.P. Voor het viaduct is het cunet gegraven in het dijklichaam. Het bestek, waarin de drie kunstwerken zijn verenigd, ligt gereed en wacht op aanbesteding.

Het drainage-systeem achter de L-muren van de Volkeraksluizen

Het sluisterrein van de Volkeraksluizen wordt aangelegd op een hoogte van N.A.P. + 5.00 m. Het gedeelte van dit sluisterrein buiten de hoofden van de beide schutkolken wordt begrensd door L-vormige keermuren. De bodem van de havens buiten deze keermuren wordt aan de noord- en zuidzijde gebracht op een diepte van respectievelijk -6 en -7 m.

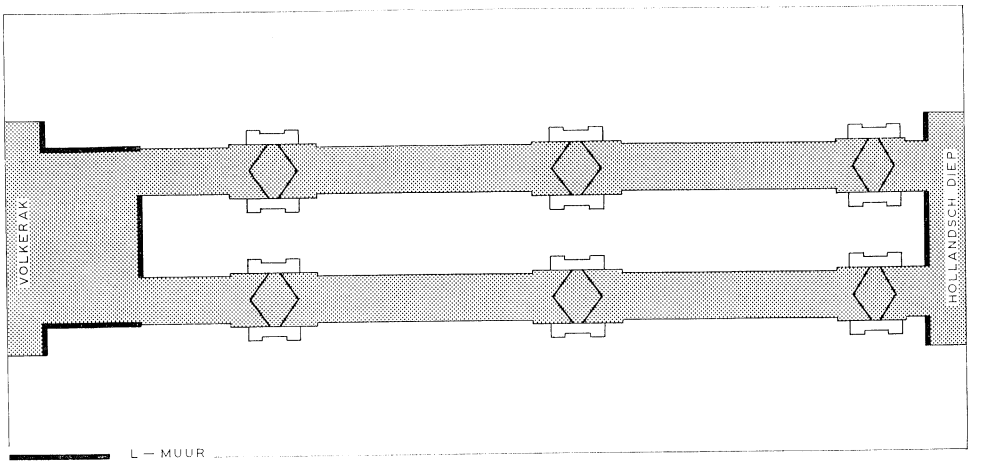
De achter de keermuur aan te brengen grondmassa zal een drukkracht gaan uitoefenen op deze muur. Bij buitenwaterstanden, lager dan het grondwaterpeil, zal ook het water in het grondmassief een horizontale drukkracht op de muur uitoefenen, in dezelfde richting als de gronddruk.

Om het buigend moment tengevolge van die twee krachten op de opstaande wand van de L-muur te verkleinen is besloten achter de muur een drainage-systeem aan te brengen, waardoor de waterdruk op de muren en dientengevolge ook het buigend moment in belangrijke mate worden gereduceerd.

Het sluisterrein wordt aangeaard met zand, dat gedeeltelijk in de naaste omgeving in de rivier zal worden gewonnen, en met behulp van een bakkenzuiger in het werk geperst. Het is duidelijk dat vooral tijdens dit werk grondwaterstanden zullen voorkomen, die – indien er geen drainage-systeem was – zeer grote waterdrukken op de keermuur zouden uitoefenen. Via de aan te brengen drainage en voor een klein gedeelte via de slecht doorlatende ondergrond zal het perswater kunnen afvloeien, totdat de normale grondwaterstand, ongeveer gelijk aan N.A.P., is bereikt. De schommelingen in de grondwaterstand in het grondmassief ten gevolge van het verticale getij aan de buitenzijde van de keermuur zullen gering zijn, daar de grondwaterstroom in het fijne aanvullingszand een grote weerstand ondervindt.

Hoge grondwaterstanden kunnen ook verwacht worden wanneer bij stormvloeden het sluisterrein enige tijd onder water heeft gestaan. Gedurende de overgangsperiode, waarin het Volkerak is afgesloten en de Oosterschelde nog open is, heeft de waterstand van N.A.P. + 5.00 m aan de zuidzijde van de Volkeraksluizen een gemiddelde overschrijdingswaarde van $1{,}4 \times 10^{-2}$, hetgeen wil zeggen dat deze stand gemiddeld eens in de zeventig jaar bereikt of overschreden wordt. Na de afsluiting van de Oosterschelde is de kans dat het sluisterrein bij stormvloed nog eens onder water zal komen te staan, maar dan via de noordzijde, zo klein, dat men er geen rekening meer mee hoeft te houden.

Bij harde oostelijke winden treedt een verlaging van de zeestanden op. Men noemt dit



Geschematiseerd bovenaanzicht van het sluisterrein

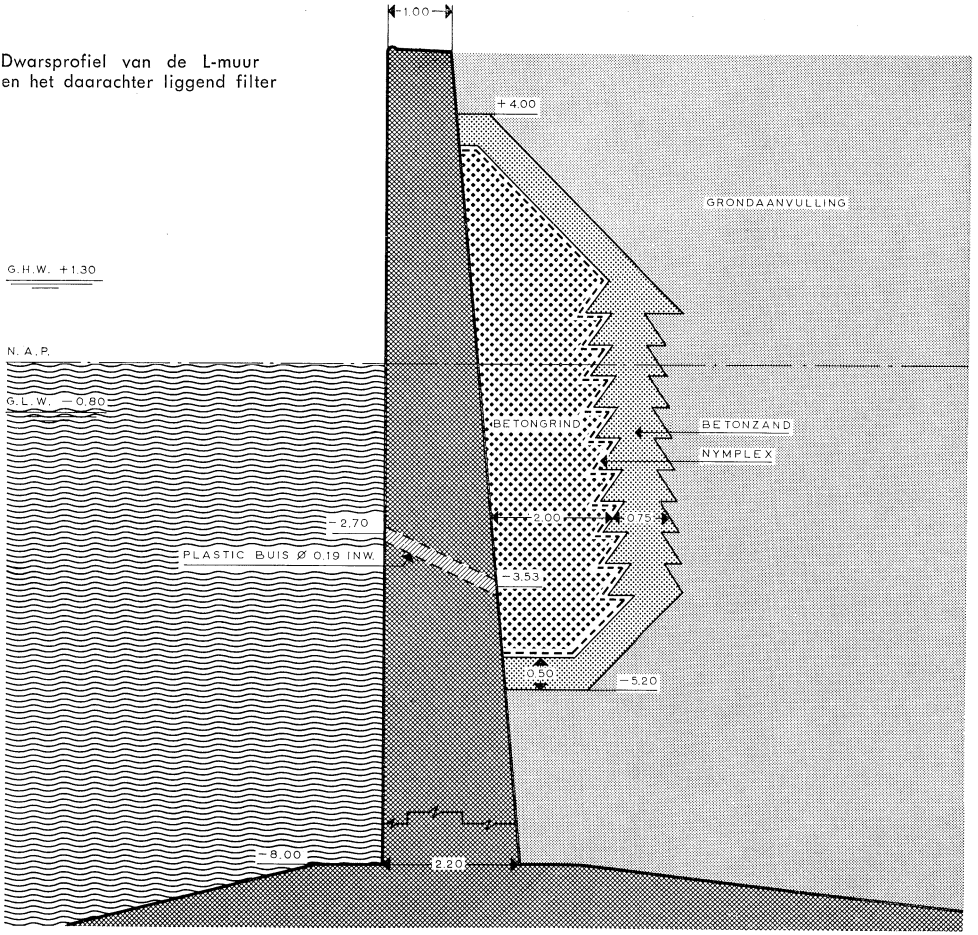
verschijnsel afwaaiing. Ook bij afwaaiing kunnen grote wateroverdrukken tegen de keermuur verwacht worden, daar de grondwaterstand in het zandpakket achter de muur deze extra verlaging van de buitenwaterstand niet zo snel kan volgen.
Het doel van het drainage-systeem is, de grondwaterstand vlak achter de muur gelijk te houden met de variërende buitenwaterstand. Dit kan bereikt worden door achter de muur een pakket van grof materiaal aan te brengen, waarin de grondwaterstroom praktisch geen weerstand ondervindt. Door middel van gaten in de muur staat deze laag in verbinding met het buitenwater.
Voor een goede werking van het filter, het vermijden van wateroverdruk, kan evenwel niet worden volstaan met een dunne strook grof materiaal. Dan immers is de grondwaterstand in het grove materiaal wel gelijk aan de buitenwaterstand, maar in het fijne aanvullingszand blijft de grondwaterstand praktisch constant, en zo treedt er bij een geringe dikte van het filter nog geen reductie van betekenis van de druk tegen de muren op. Bij een laagwaterstand van N.A.P. – 2,00 m aan de buitenzijde van de L-muur zou bijvoorbeeld de grondwaterstand in het zandlichaam op ongeveer N.A.P. liggen. Over een lengte van ongeveer twee meter, gerekend vanaf de laag grof materiaal, vertoont zich dan in het zandlichaam een verval van twee meter. Over deze kleine afstand kan het drukverschil in het grondwater niet volledig door horizontale schuifspanningen in de grond worden opgenomen, zodat de horizontale korrelspanning toeneemt. Deze vergroting van de horizontale korrelspanning zal tenslotte door de keermuur moeten worden opgenomen. Een reductie van de horizontale gronddruk op de muur wordt wel bereikt als het filter horizontaal voldoende dikte krijgt.
Is men in staat, het verhang van de grondwaterspiegel kleiner te maken, met andere woorden, het verval over een grotere lengte te verdelen, dan kunnen de horizontale schuifspanningen in het massief de gehele grondwaterdruk opnemen en afleiden naar de ondergrond, zodat door het grondwater geen extra kracht op de opstaande wand van de keermuur wordt uitgeoefend.
Bij het ontwerpen van het drainage-systeem dienden de volgende vragen te worden beantwoord:

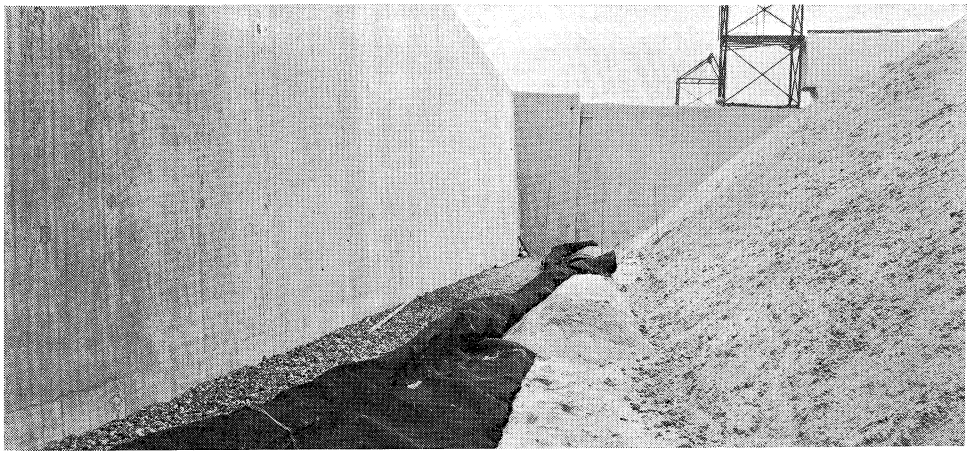
a. welke materialen komen voor toepassing in aanmerking;

b. op welke wijze moet het filter worden opgebouwd (van grof naar fijn), zodat de grensvlakken tussen de lagen van verschillend materiaal stabiel zijn. Door de grondwaterstroom mogen geen fijne deeltjes van de ene laag naar de andere worden meegevoerd;

c. welke lengte moet het filter bij een bepaalde keuze van materialen krijgen, willen de schuifspanningen de hele stromingsdruk kunnen opnemen.

Als materialen werden betongrind en betonzand gekozen; deze materialen zijn in voldoende mate en tegen redelijke prijzen verkrijgbaar, en hun samenstelling loopt niet al te sterk uiteen.
De stabiliteit in de twee grensvlakken tussen betongrind en betonzand en fijn aanvullings-





Het drainage-filter in opbouw. Het nymplex-doek wordt telkens omgeslagen, zodat het de zaagtandvorm van de materiaalgrens volgt

zand werd met behulp van enkele proeven onderzocht in het laboratorium van de afdeling Waterhuishouding van de Deltadienst. Uit het onderzoek bleek, zoals te verwachten was, dat de overgang tussen betongrind en betonzand te plotseling was, en dat het grensvlak niet stabiel bleef. Deze moeilijkheid werd ondervangen door tussen deze twee lagen een geweven doek van polyethyleen garen, zogenaamd Nymplex, aan te brengen. Dit boek is wel waterdoorlatend, maar laat het betonzand vrijwel niet door. Uiteindelijk werd voor het filter de volgende opbouw gekozen: een eerste laag van betongrind met een gemiddelde dikte van twee meter, horizontaal gemeten; een tweede laag van Nymplex-doek; een derde laag van betonzand met een gemiddelde dikte van 0,8 m, horizontaal gemeten.

De gaten in de L-muur worden gevormd door plastic-buizen met een diameter van 19 cm, die vóór het storten van het beton werden aangebracht op een onderlinge afstand van 1,6 m hart op hart. Om uitspoelen van het betongrind te voorkomen werden de buizen in een schuine stand geplaatst en werd bij de opbouw van het filter rondom de opening van de buizen aan de achterkant van de muur zeer grof grind aangebracht.

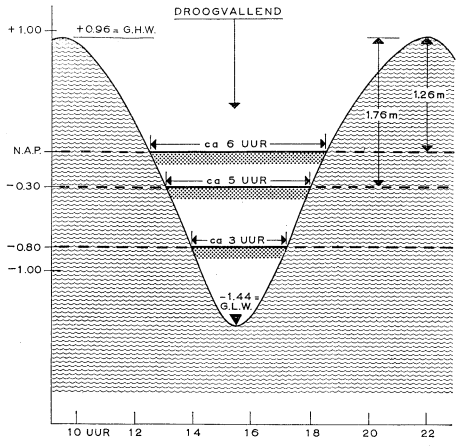
De opbouw van het filter achter de L-muur vindt in den droge plaats. Afwisselend wordt in horizontale lagen van 0,50 m eerst het betonzand aangebracht, dan het Nymplex-doek omhooggerold, daarna de laag betongrind en tenslotte het fijne aanvullingszand omhoog gebracht. Door deze wijze van opbouw ontstaat in het filter een zaagtandvorm. Na het gereedkomen van het hele drainage-systeem kan de rest van het sluisterrein met geperst zand worden aangevuld. Een moeilijkheid die bij bijna alle filterconstructies voorkomt, vormt het in het buitenwater aanwezige slib. Bij stijgend water stroomt het water door de gaten in de muur het filter binnen. Het is mogelijk dat het meegevoerde slib in in het filtermateriaal tot bezinking komt, zodat het filter op den langen duur verstopt raakt. Bij vallend water echter zullen dan de waterdrukken in het filter oplopen, en er bestaat een redelijke kans dat het neergeslagen slib wordt weggedrukt en weer naar buiten gespoeld. Enige zekerheid hierover kan echter vooraf niet worden verkregen. In ieder geval werd bij de dimensionering van de keermuur toch rekening gehouden met een wateroverdruk die overeenkomt met een waterstandsverschil van twee meter. Verwacht wordt, dat bij het opspuiten van het sluisterrein het filter goede diensten zal bewijzen.

Werken en meten in de Lauwerszee

De Lauwerszee is een typisch Waddengebied.
De plaatselijke gesteldheid is volkomen anders dan in andere delen van ons land waar grote werken worden uitgevoerd, in het Deltagebied dus en in de afgesloten Zuiderzee. Daar vindt men over het algemeen vrij diep water, dat behoorlijk bevaarbaar is; hier treft men hoofdzakelijk uitgestrekte zandplaten aan, die slechts plaatselijk door geulen doorsneden worden. Op het IJsselmeer heeft men een vrijwel vaste waterstand; in het Deltagebied gaat het water gemiddeld 1,80–3,00 m op en neer; in de Lauwerszee 2,40 m. Nu voor het eerst op grote schaal, gedurende vele jaren waterbouwkundige werken op de Wadden worden uitgevoerd, is het misschien interessant enkele problemen die hierbij komen kijken, onder de loep te nemen.
De eerste medewerkers van de Dienst Lauwerszeewerken waren door de aard van hun werkkring bijzonder goed op de hoogte van de problemen van de Waddenzee. Vrijwel allen immers zijn zij voormalige medewerkers van de Dienst Landaanwinningswerken in Friesland, en als zodanig zijn ze betrokken geweest bij de uitgebreide landaanwinningswerken in het zuidelijke en het westelijke deel van de Lauwerszee. Voortbouwende op hun ervaringen heeft men langzamerhand zowel bij de voorbereidende werkzaamheden als bij de eigenlijke uitvoering van de afsluitingswerken een grote mate van aanpassing aan de natuurlijke gesteldheid van het terrein bereikt; dat waarborgt onder andere de meest efficiënte en zuinige opzet der voorgenomen werken.
De Lauwerszee, die van oost naar west ongeveer 8 km meet en van noord naar zuid 12 km, is per boot slechts zeer beperkt toegankelijk. In het noordwestelijke gedeelte ligt de hoofdgeul, het Vaarwater naar Oostmahorn, met diepten tot N.A.P. – 12 m. Onder de naam Slenk strekt het zich verder in de Lauwerszee uit; het heeft verbindingen met Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp via het Dokkumer Diep en de Zoutkamperril. Een kleinere geul, het Nieuwe Robbengat, met een diepte van ongeveer N.A.P. – 4 m, is bij hoog water over een drempel aan de westzijde toegankelijk voor niet al te grote schepen en kan dan over ongeveer 3 km naar het oosten bevaren worden. De overige, kleinere geulen in de Lauwerszee zijn nauwelijks bevaarbaar. Alleen bij hoog water kunnen vletten en soortgelijke platboomde vaartuigen zich erop wagen. Een voor de werken gunstige

Waddengebied bij laag water





Bij het normaal voorkomende getij zullen de meeste gronden in de Lauwerszee enige uren droogvallen. Hoe lang dit zal duren kan uit de getijkromme worden afgeleid

omstandigheid is, dat ten noorden van de Lauwerszee van oost naar west de geul het Oort loopt, met een zijtak naar het zuidoosten, het Vierhuizergat; samen vormen zij een vrij goed bevaarbare verbinding.

Bijna het gehele oostelijke gedeelte van de Lauwerszee – over een breedte van 6 km – en het zuidelijke gedeelte – over een lengte van ongeveer 4 km – zijn voor een schip ontoegankelijk.

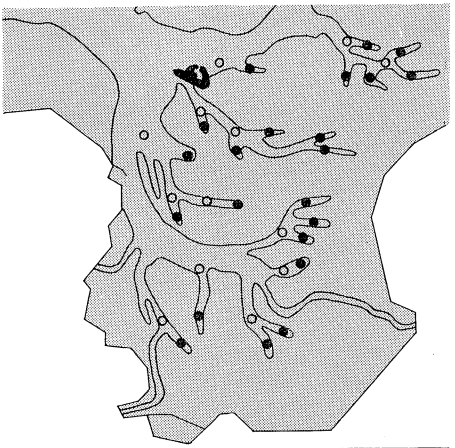
Wanneer wij ons realiseren dat het grootste deel van de bodem van de Lauwerszee een hoogteligging heeft tussen gemiddeld laagwater en gemiddeld hoogwater, dan is het zonder meer duidelijk dat het er bij hoogwater volkomen anders uitziet dan bij laagwater.

De gemiddelde hoogte van de zandplaten in de Lauwerszee is N.A.P. – 0,30 m. Uit de gemiddelde getijkromme blijkt, dat deze gronden per getij ongeveer 5 uur droog liggen en één uur onder water staan.

Terreinen met een hoogte van N.A.P. liggen zelfs 6 uur droog, maar lagere gedeelten, bijvoorbeeld met een hoogte van N.A.P. – 0,80 m, komen niet langer dan 3 uur boven water. Deze tijden zijn lang genoeg om gebruikt te worden voor het verrichten van metingen, boringen, het uitzetten van de werken enzovoort. Dit werk moet natuurlijk worden aangepast aan de periode van laagwater, die elke dag ongeveer 50 minuten later valt dan de vorige dag. Dit betekent, dat in de ene week de laagwaters gunstig liggen ten opzichte van het daglicht, namelijk midden overdag, maar dat de laagwaters in de volgende week 's morgens vroeg en 's avonds laat vallen.

In de zomer zal men bij voorkeur enkele dagen achtereen beide laagwaters gebruiken, vooral als er veel werk is. Er wordt in die periode dan ook weinig geslapen; in het vroege voorjaar en het late najaar zijn dagen met 'dubbele tijen' vaak ongeschikt om te werken.

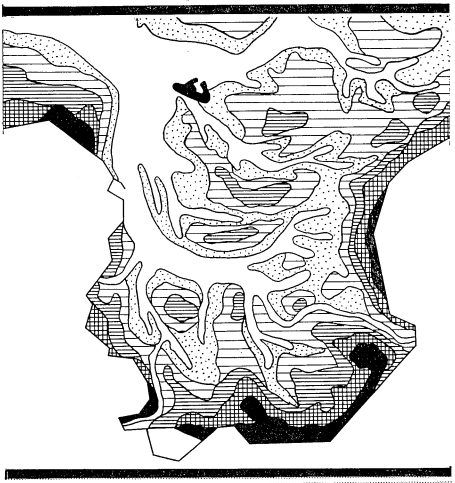
Het transport van mensen en materialen vindt plaats met kleine vletten, die een zo gering mogelijke diepgang hebben. Voor een goede zeewaardigheid evenwel mag de diepgang niet kleiner zijn dan 85 cm à 1 m. Door brede platte vaartuigen te gebruiken met speciale voorzieningen, bijvoorbeeld een schroeftunnel om ook in ondiep water nog zoveel mogelijk water bij de schroef te krijgen, kan men het vaarprogramma uitbreiden. Niettemin zijn deze vaartuigen bij een heftige dwarswind nogal onderhevig aan het overdwars afdrijven (verlijeren). De schippers brengen het personeel zo dicht mogelijk bij de plaats



De toegankelijkheid van de platen in de Lauwerszee bij normaal getij

o voor een schip tot 1 meter diepgang altijd bevaarbaar

● bevaarbaar gedurende ¾ van het getij



Duur van het droogvallen per getij

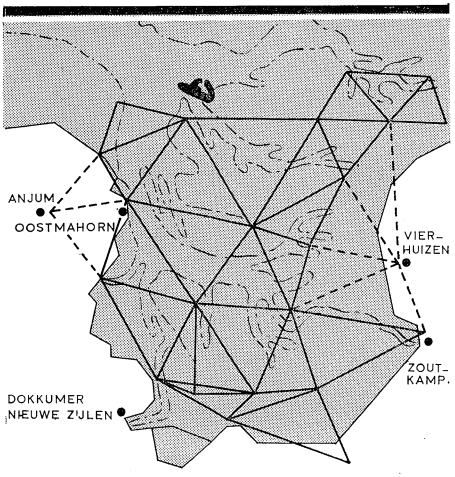
minder dan 2 uren

2 tot 4 uren

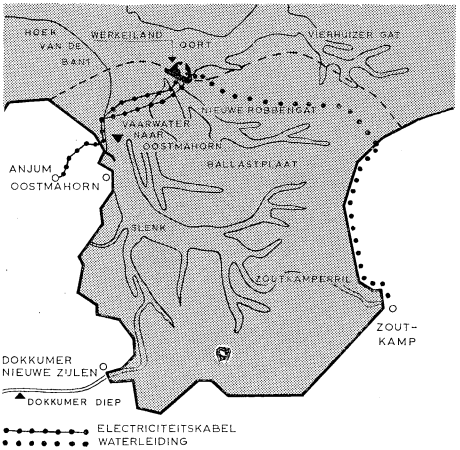
4 tot 8 uren

8 tot 12 uren

altijd droogvallend



Voor de plaatsbepaling in de Lauwerszee is een driehoeksnet ingemeten



De waterleiding en de elektrische kabels naar het werkeiland

van bestemming. Daar gaat men, zonodig met een vletje, aan wal en verplaatst zich verder op de wijze der Wadlopers naar het gewenste punt. Voor het werk worden zo licht mogelijke instrumenten gebruikt, waarmee in een kort tijdsbestek zoveel mogelijk waarnemingen kunnen worden verricht. Voor het waterpassen is bijvoorbeeld een zelfinstellend toestel in gebruik. Plaatsbepaling geschiedt doorgaans met de sextant, waarmee snel en voor dit doel meestal voldoende nauwkeurig kan worden gewerkt.

Voor niet te diepe boringen – tot vijf à zeven m onder het maaiveld – wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde dachnowskyboor, een licht instrument, met behulp waarvan zonder mantelbuizen een aantal dunne boorkernen naar boven kunnen worden gehaald. Toch zijn er uiteraard werkzaamheden waarbij zware werktuigen moeten worden gebruikt, die men niet lopend kan vervoeren. In dat geval is men op watertransport aangewezen, dat natuurlijk bij hoogwater moet plaatsvinden. Een typisch voorbeeld hiervan is het uitvoeren van boringen tot een diepte van 30 m. Voor dergelijke gevallen is een boorbak beschikbaar, een breed plat vaartuig met een diepgang van ongeveer 0,85 m, dat bij hoog water boven de plaats van bestemming wordt gevaren, waar het vervolgens met afgaand tij aan de grond wordt gezet en verder als boorplateau dienst doet. Met de boorbak van de dienst Lauwerszeewerken zijn sinds 1955 ruim 700 boringen verricht.

Door de uitgestrektheid van de Lauwerszee is het lang niet altijd mogelijk zich voor de plaatsbepaling in dit gebied te oriënteren op de kerktorens in de omgeving. In vele gevallen is het zicht daarvoor onvoldoende. Maar zelfs wanneer het zicht wèl voldoende is, wordt de plaatsbepaling op deze wijze onzuiver ten gevolge van de grote onderlinge afstanden.

Met het oog daarop is door de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat een driehoeksnet in de Lauwerszee ingemeten. De ligging van de hoekpunten is tot ongeveer 10 cm nauwkeurig bekend. De afstanden van deze hoekpunten onderling bedragen 1½–2½ km, waardoor een voldoende nauwkeurige plaatsbepaling mogelijk is, zelfs bij vrij weinig zicht. Gezien de hoge kosten van aanschaf en exploitatie van een elektronisch meetsysteem, zoals ze worden geleverd door bijvoorbeeld Decca, durfde men deze apparatuur tot dusver niet aanschaffen. Overwogen wordt in hoeverre de intensivering van de werkzaamheden in de laatste jaren voor en tijdens de sluiting reden zou kunnen geven om een dergelijk systeem toch ook voor de Lauwerszeewerken in te voeren. Op de nog veel

Grijperkraantjes bezig met het leggen van de waterleiding

grotere Waddenzee zou het waarschijnlijk al spoedig rendabel zijn een elektronisch plaatsbepalingssysteem op te bouwen waarmee men gedurende vele jaren kan werken ten behoeve van de voorbereiding en uitvoering van verdere indijkingen.
Een bezwaar van het tot dusver gevolge systeem voor plaatsbepaling is dat men ter voorkoming van ijsschade elke winter alle driehoekspunten in de Lauwerszee moet binnenhalen, en in het daarop volgende voorjaar weer plaatsen. De zware palen voor de bakens worden tijdens hoogwater zover mogelijk drijvend over het Wad versleept en ter plaatse zo nodig tijdelijk ten anker gelegd, om bij het volgende laagwater overeind te worden gezet. Waar nodig wordt assistentie verleend met de boorbak, die tevens als lichte bok is ingericht.
Interessante problemen kwamen aan de orde bij het leggen van een waterleiding van het vaste land van Groningen naar het werkeiland en van twee hoogspanningskabels van Friesland naar het werkeiland.
Bij het leggen van de waterleiding deed het probleem zich voor hoe de leiding diep genoeg onder de grond kon worden gelegd, om te voorkomen dat zij òf zou stukvriezen òf door ijs, golven, stroom, schepen, ankers e.d worden beschadigd. Voor dit werk is de hulp ingeroepen van de firma Van der Stoel te Usquert, die voor de landaanwinningswerken in Groningen drijvende greppelmachines heeft ontwikkeld. Deze machines schuiven bij laagwater over het Wad en kunnen met behulp van een grijper een greppel graven; bij hoogwater blijven ze ter plaatse drijven. Twee van dergelijke machines groeven een sleuf waarin de plastic waterleidingbuis van gedeeltelijk 10, gedeeltelijk 12½ cm diameter werd neergelegd. Om te voorkomen dat de plastic buis, die, met zoet water gevuld, een kleiner soortelijk gewicht heeft dan het omringende met zout water verzadigde zand, zou opdrijven, werd hij met perkoenen om de 3 m extra verankerd. Een derde greppelmachine vulde de sleuf vervolgens snel aan. Op deze wijze is het gelukt de waterleidingbuis in de korte tijd van 3 weken over een lengte van 6,7 km over het wad van de Groninger kust naar het werkeiland te leggen.
Opgemerkt dient te worden, dat de waterleidingbuis geen grote geulen behoefde te kruisen; het tracé is zodanig gekozen, dat een minimale kans bestaat op het uitschuren van geulen tijdens de voortgang van de Lauwerszeewerken. Waar de waterleidingbuis uitkomt op het dijkvak ten oosten van het werkeiland wordt hij beschermd door een plastic bodembedekking, bestort met grof grind; deze combinatie blijkt in de praktijk bijzonder



goed te voldoen. De uitschuringen die hier dreigden te ontstaan werden door deze eenvoudige bodemvoorziening voorkomen. De waterleiding ligt ongeveer op de scheiding van de vloedbekkens van waaruit het water naar het Nieuwe Robbengat en naar het Oort afvloeit.

Voor een veilige stroomvoorziening ten behoeve van de belangrijkste werktuigen op het werkeiland zijn vanuit een hoogspanningsstation te Anjum twee hoogspanningskabels gelegd, elk met een doorsnede van 3 × 16 mm. Zij kruisen de geul benoorden Oostmahorn en het Vaarwater naar Oostmahorn op twee plaatsen die ongeveer 400 m uiteen liggen. In het diepe water ging het leggen zonder veel moeilijkheden; over de zandplaats ten zuiden van het werkeiland en langs de Friese kust is gebruik gemaakt van een platte zolderbak, waarop de kabel vooraf was uitgelegd in grote lussen ('uitgeacht') en waarvan via een grote katrol aan een vierpoot de kabels langzaam zijn afgevierd.

Een moeilijk bereikbaar gebied zijn de hogere gronden langs de oevers van de Lauwerszee, met een peil dat iets onder N.A.P. ligt. Ook bij hoogwater kan hier niet worden gevaren, zelfs niet door ondiep stekende vaartuigen. Als gevolg hiervan kan in dit gebied, waar de bodem bovendien door een vrij dikke sliklaag wordt bedekt, heel moeilijk gewerkt worden. Toen in 1959 de gehele Lauwerszee met behulp van raaien met onderlinge afstanden van 100 m werd gewaterpast, respectievelijk gepeild, leverde deze strook verreweg de meeste moeilijkheden op.

Vele weken lang hebben de opzichters en meetarbeiders van de dienst Lauwerszeewerken vaak tot de knieën weggezakt in het slik onder uiterst moeilijke omstandigheden hun werk in deze oeverstrook verricht. Overigens vormt deze strook een nog vrijwel onbekend gebied in de Lauwerszee, dat door bijna niemand betreden is, behalve dan om metingen te verrichten. De toekomst zal leren of er juist in deze gronden interessante vondsten zullen worden gedaan, zoals sommige oudheidkundigen verwachten.

Bij de uitvoering van de Lauwerszeewerken, in het bijzonder van de dijkvakken, heeft men de transportmoeilijkheden over het nu eens onder water staande en dan weer enkele uren droogliggende Wad omzeild door het Wad ter plaatse als het ware te verhogen. Het zandlichaam van de dijk is namelijk aan de voet aan weerszijden verbreed met flauw hellende stranden, die voor het eigenlijke dijklichaam uit over het Wad worden gespoten. Op de aldus gevormde kunstmatige verhoging van het Wad tot boven het peil van H.W., op het werk 'pannekoek' genoemd, kan het transport van alle verdere benodigde mate-



Met behulp van de Dachnowskyboor worden 3 à 4 m diepe grondmonsters genomen. Dit werk kan alleen bij laag water geschieden

rialen, zoals damwanden voor de teen, mijnsteen, klei, koperslakblokken voor bekleding enz. plaatsvinden. De uitvoering van de Lauwerszeewerken geschiedt dus, in tegenstelling met het voorbereidende werk niet amfibisch, maar op het droge.

Over het algemeen is de hoogteligging van het wad en de Lauwerszee stabiel. Grote veranderingen zijn hier in de laatste 10 jaar zeker niet geconstateerd. Met name de hoogte van de zandplaten verandert bijzonder weinig; maar de geulen hebben de neiging zich te verleggen, vooral in het noordelijk gedeelte van de Lauwerszee. Merkwaardig is daarentegen dat bepaalde gedeelten van de oever blijkbaar min of meer vaste punten vormen, die de geul ter plaatse steeds blijven vasthouden. Studies van de wijzigingen in de geulen in de loop van de laatste eeuw hebben dit aan het licht gebracht.

Uit boringen is gebleken dat hier over het algemeen vrij stevige kleilagen aanwezig zijn, die blijkbaar voldoende weerstand bieden aan het voortdurend er langs schurende water. Tussen dergelijke vaste punten echter verleggen de verschillende geulen zich herhaaldelijk. Zo is bijvoorbeeld de aslijn in de monding van het Nieuwe Robbengat in de periode 1955 tot 1959 ongeveer 300 m naar het zuiden verplaatst. Maar iets meer ten oosten is de bedding van diezelfde geul al tientallen jaren ongewijzigd gebleven.

Voortdurend wordt er bodemmateriaal, zand en slib, door het getij heen en weer verplaatst. De afmetingen van de geulen blijven natuurlijk aangepast aan de gemiddelde korrelgrootte van het bodemmateriaal en de gemiddelde snelheid waarbij dat materiaal weinig of niet wordt verplaatst. Zodra men echter door de uitvoering van werken in dit natuurgebeuren gaat ingrijpen wordt het evenwicht verstoord en ontstaan er allerlei nieuwe geulen, aanslibbingen en aanzandingen. In het vorige Driemaandelijks Bericht is uitvoerig uiteengezet welke wijzigingen de bouw van het werkeiland en het aangrenzende dijkvak in de omliggende geulen en platen heeft veroorzaakt. In een later stadium van de werken kan hierover wellicht meer worden verteld.

A. De werken van het Deltaplan

De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

De bouw van de sluizen is, voor wat het betonwerk betreft, grotendeels voltooid; aan het einde van de verslagperiode moesten nog slechts twee machinekamers op pijler 1 en het laatste stort op het middengedeelte van het noordelijk landhoofd gemaakt worden. Vijf nablaliggers moeten nog worden voorzien van een wegdek. Diverse afbouwwerkzaamheden vinden plaats, zoals het aanbrengen van leuningen, kantstroken, tegelvloeren, waterleidingen enz.
Het inheien van de betonpalen voor de stortebedden aan de zeezijde van de sluis geschiedde aanvankelijk door drie heistellingen, doch daar de aanmaak van de palen achterbleef bij het inheien is een heistelling buiten bedrijf gesteld.
In de verslagperiode werden vier stortebedvloeren gemaakt, terwijl 1621 palen met een gezamenlijke lengte van 7976 m¹ werden ingeheid. In totaal werd 23 533 m³ beton gestort, waarvan 11 998 m³ voor de stortebedden en 2455 m³ voor het wegdek.

De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Begunstigd door het goede zomerweer zijn de ontgravingen in de bouwput voor de uitwateringssluizen snel gevorderd en werd een gemiddelde van rond 30 000 m³ per week gehaald.
De activiteit concentreert zich thans aan de rivierzijde, daar aan de zeezijde nog slechts enkele kleine hoeveelheden zijn te ontgraven. De totale ontgraven hoeveelheid bedroeg aan het einde van le verslagperiode 1 600 000 m³ waarvan 350 000 m³ is verwerkt in de dijk ten westen van de haven van Dirksland en 870 000 m³ in een depot ten zuiden van de schutsluis en in de waterkering langs de Plaat van Scheelhoek.
De opbouw van de filterconstructie aan de zeezijde van de sluis vorderde goed. Een begin werd gemaakt met het schikken van stortsteen 10/300 kg met behulp van twee Poclain grijperkraantje. Van de filterconstructie kwam ± 30 000 m² gereed t/m de laag grind 3–8 cm, waarop over ± 6000 m² de stortsteen werd geschikt.

De bouw van de schutsluis in het Haringvliet

Het betonwerk is voltooid met uitzondering van het dek van de basculekelder aan de noordzijde van het buitenhoofd en de slijtlagen op de dekken van de doosconstructies bij het buitenhoofd en de viaducten bij het binnenhoofd. Ook is

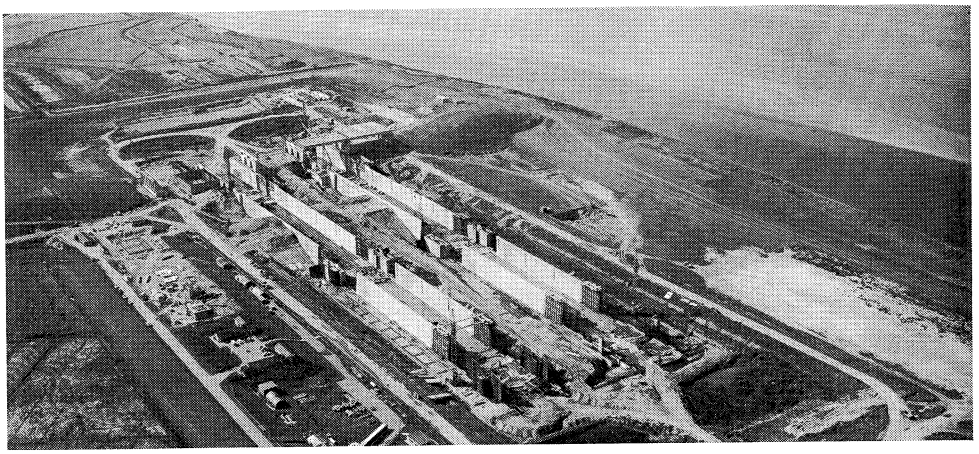
men klaargekomen met het grond- en het bestratingswerk. Met het afwerken van de ruimten in het bedieningsgebouw op het buitenhoofd en de bedieningsruimten op het tussen- en het binnenhoofd hoopt men over enkele weken klaar te zijn.

De schutsluizen in het Volkerak

De schutkolkwanden in beide sluizen zullen medio oktober 1964 gereed komen. Met de afbouw van de benedenhoofden, alsmede met het zuiver afstellen van de onder- en zijaanslagen is een aanvang gemaakt. De wanden van de beide tussenhoofden zijn gestort tot N.A.P. + 1,25 m. Tevens wordt gewerkt aan de hierop aansluitende wanden, waarin de deurkassen zijn uitgespaard. De opbouw van de bovenhoofden vordert gestaag. Van het viaduct kwam het laatste stort van de laaste pijler gereed.
De vervaardiging en plaatsing van voorgespannen liggers op de reeds gestorte pijlers vordert in snel tempo. Op enkele

De brug over het Haringvliet gezien vanuit Numansdorp





Overzicht van de bouw van de Volkeraksluizen

liggers na werd het tweede veld van 14 liggers geplaatst. Voorbereidingen werden gemaakt voor de afbouw van het eerste veld. Ongeveer half oktober worden de wanden van de basculekelder gestort tot N.A.P. + 4,80 m.
De voorgespannen betonpalen voor het centraal bedienings- en compressorengebouw op het sluiseiland werden geheid. Tevens werden stalen schermwanden geheid ter plaatse van de beneden- en middenhoofden. De grondaanvullingen ten behoeve van de gebouwen vorderen snel.

Ontgraven van de noordelijke voorhaven en aanleg van de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen te Willemstad

In de verslagperiode kon de ontgraving van klei uit de polder Maltha worden voltooid. In totaal werd ongeveer 150 000 m³ klei ontgraven, een overschrijding van ruim 65 000 m³ van de geraamde hoeveelheid. Bij de ontgraving bleek de aanvankelijk als minder goede grond aangeduide laag toch nog te voldoen. De ontgraven klei is in twee gronddepots nabij het werk opgeslagen.

De cutterzuiger 'Rupel' ging door met de ontgraving van de noordelijke voorhaven tot op de slappe kleilagen. Het stort, ter lengte van ongeveer 750 m, reikt vanaf de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen tot het in de polder Maltha te maken viaduct. Een tweede stort ligt ten zuiden van de coupure voor dit viaduct en reikt tot de bandijk.
Het eerste stort is inmiddels tot een hoogte van N.A.P. + 7 m geperst. Bij het viaduct is een gedeelte ter lengte van 70 m reeds op hoogte en geprofileerd. Voor de rest zijn de perskaden voor het volgende stort tot N.A.P. + 9,50 m reeds aangelegd. Aan het einde van de verslagperiode was het tweede stort geperst tot N.A.P. + 5 m en kon het worden geprofileerd. Na september 1964 resteert nog het doorpersen van de Oude Heiningsche Haven bij fort de Hel tot aan de bandijk, waarna het werk geheel geprofileerd kan worden en bekleed met klei.

Het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad

In september kon worden begonnen met

het maken van de bouwsleuf voor de filterglooiingen in de voorhaven. In de polder Maltha worden de perskaden opgebouwd voor de ringdijk van het in de tweede fase van het werk benodigde grondstort. In dit stort moet 766 000 m³ slechte grond uit de voorhaven worden geborgen. In de geul van Maltha zal over een lengte van 1100 m de grondbezinking voor de nieuwe oevervoorziening nog dit najaar worden neergelaten. In het vroege voorjaar van 1965 zal dan het werk geheel op gang komen, nadat vanaf november 1964 twee cutterzuigers reeds zullen werken in het bassin van de voorhaven. De specie zal worden geperst in de eerdergenoemde ringdijk en in het oostelijk van deze haven gelegen hoge terrein. De materiaalaanvoer voor de filterglooiingen en het zinkwerk is inmiddels begonnen.

Werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting van de noordelijke geul van de Grevelingen

In het driemaandelijks bericht nr. 29 (augustus 1964) is op bladzijde 494 een beschrijving gegeven van het op werkspanning brengen van de beide draagkabels van de kabelbaan. Na dit op spanning brengen werden de kabelbaan en de gondels verder bedrijfsklaar gemaakt en werd de opleiding van het bedienend personeel van de gondels voortgezet. Tevens werd voortgegaan met het opstellen en in bedrijfsvaardige toestand brengen van de installatie voor het met zand en zandasfalt vullen van de zaken die bij de afsluiting van de stroomgeulen mede worden gebruikt. Omstreeks begin augustus waren de werkzaamheden, voorbereidingen en opleidingen zover gevorderd, dat een begin kon worden gemaakt met de feitelijke aanleg van de sluitdam door de geul. Hoewel het van meet af aan de opzet is geweest met de kabalbaan in een tweeploegenstelsel te werken, zodat het bedrijf zowel overdag als des nachts kan voortgaan, werd in het begin alleen overdag gewerkt en is pas na voldoende inspelen van mensen en materieel omstreeks eind augustus overgegaan op het dag- en nachtbedrijf. Tijdens het vol bedrijf van de kabelbaan kreeg men uiteraard te kampen met kleinere en grotere moeilijkheden van allerlei aard. Deze kinderziekten konden inmiddels grotendeels worden overwonnen, zodat het bedrijf gedurende de laatste weken van de verslagperiode een regelmatig en naar omstandigheden vlot verloop heeft gekregen. In beide stroomgeulen is thans een dam opgeworpen waarvan de bovenkant een gemiddelde hoogte heeft bereikt van N.A.P. – 3 m. In deze dam werd tot nu toe verwerkt ca. 2700 ton grof grind en ca. 5000 ton met zand gevulde zakken. Tevens werden als proef kleine hoeveelheden asfaltkluiten en gestabiliseerd zand in de dam gestort. Zakken en kluiten zullen alleen maar worden verwerkt in de noordelijke stroomgeul; in de zuidelijke geul zullen uitsluitend grof grind en stortsteen worden gestort. Nu de dam in de beide stroomgeulen tot ca. N.A.P. – 3 m is opgebouwd, zal binnenkort worden begonnen met het aanleggen van het sluitdamgedeelte op de tussen beide geulen gelegen zandbank, de Krammerplaat; dit damgedeelte zal uitsluitend worden opgebouwd van stortsteen met stukgewichten van 10 tot 300 kg.

Aanleg van de rijksweg naar en op de Grevelingendam

Het aanbrengen van de asfaltgrindbetonlagen werd voortgezet. De gemiddelde dagproductie bedroeg 300 m². Dit werk kwam gereed tot nabij het noordelijke sluitgat in de Grevelingendam.
Het straatwerk van het aansluitend gedeelte op de Grevelingendam kwam gereed, evenals het egaliseren en inzaaien van de bermen langs het wegvak in de Bruinissepolder.

Personenhaven bij West-Repart

Het werk is op 15 september 1964 voor de eerste maal voltooid opgeleverd.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de zeedijk Afsluitdijk–Harlingen–Slachte

Van het werk volgens het eerste bestek (ged. Afsluitdijk–Zurich) kwam het dijkvak langs de Zuricheroordpolder grotendeels gereed. Het overige gedeelte, met inbegrip van de zeewaartse verzwaring bij de aansluiting aan de Afsluitdijk is in uitvoering en kan begin 1965 zijn voltooid. Inmiddels werd in maart 1964 het tweede gedeelte (Zurich–Dijksterburen), ter lengte van 3,1 km, aanbesteed, en voor de som van f 3 444 000 gegund aan het Aannemers- en Handelsbedrijf van Oord N.V. te Werkendam. In verband met het voornemen de kunstmatige proefverwaterplaats voor mosselen te vestigen in de Zuricheroordpolder, dient de slaperdijk van deze polder, aanvankelijk bestemd voor kleiwinning ten behoeve van de dijkverzwaring Zurich–Harlingen, intact te blijven en zal de ontbrekende klei worden ontleend aan het binnenbeloop van de bestaande dijk.

Verlenging van de zuidelijke toegangsweg naar Harlingen

De aardebaan voor de te verleggen toegangsweg, tevens dienende als inspectieweg voor de zeedijk, kwam gereed.
In 1964 zal nog de zandcementstabilisatie worden gemaakt ten behoeve van de in het voorjaar 1965 aan te brengen asfaltverharding, waarna de bestaande weg kan worden opgenomen in de dijkverzwaring van het vak Dijksterburen–Harlingen.

Verhoging van de zeewering te Harlingen

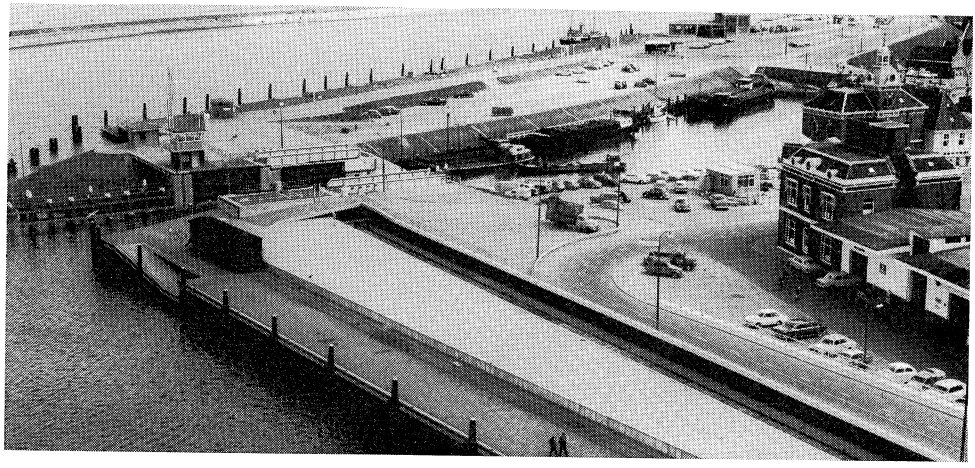
Behoudens de afwerking van een enkel onderdeel, op de waterkering als zodanig van geen invloed, kwam de hoogwaterkerende muur tussen de keersluis en de spoorwegcoupure, met inbegrip van de aansluiting van de coupure aan de zeedijk, gereed.
Hiermede werden de hoogwaterkerende werken te Harlingen, de schakel tussen de zeedijk bezuiden en benoorden deze stad, voltooid.

Verbetering van de zeedijk van het waterschap 'De Terschellingerpolder'

Van de volgens drie bestekken, elk met een uitvoeringsduur van ongeveer twee jaar, te verzwaren 14 km lange zeedijk, kwam het eerste gedeelte (West-Terschelling–Stryp) grotendeels gereed.
Het tweede, ca. 4,8 km lange gedeelte Stryp–Kunneweg (Hoorn) werd op 26 maart 1964 aanbesteed en gegund aan de N.V. v/h Hillen en Roosen te Amsterdam voor de som van f 2 596 000. Van dit gedeelte komt in 1964 een vak ter lengte van 2 km op hoogte.

Verbetering van de zeedijk van de Banckspolder te Schiermonnikoog

De verhoging en versterking van de zeedijk aan de zuidzijde van de Banckspolder kwam in het najaar van 1963 gereed.
Ter voltooiing van de bescherming van deze polder werd in november 1963 aanbesteed en voor de som van f 1 044 000 gegund aan Gebr. Wijnands N.V. te Werkendam het maken van een zanddijk als verbinding tussen de versterkte zeedijk en het natuurlijk duingebied aan de westzijde van het eiland, alsmede het verhogen van laaggelegen gebieden in de zeewerende duinregel langs de noorzijde van het oostelijke poldergebied. Door laatstgenoemde voorziening wordt de polder ook beschermd tegen via het duingebied doordringende stormvloeden.

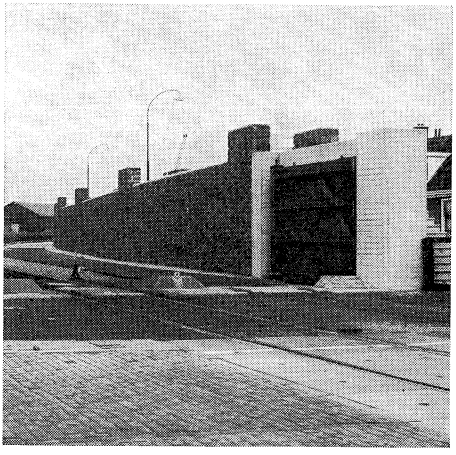


De hoogwaterkering bij Harlingen. In het midden links de keersluis



Verhoging van de zeedijk tussen de Afsluitdijk en Harlingen. Bij de kop van de Afsluitdijk wordt de zeedijk zeewaarts verlegd

Aansluiting van de hoogwaterkerende muur te Harlingen op de spoorwegcoupure





Oostelijk dijkvak van de afsluiting van de Lauwerszee, stand op 12 september 1964

De zanddijk verkrijgt een kruinbreedte van 25 tot 30 meter bij een minimum hoogte van N.A.P. + 7 m met belopen aan buiten- en binnenzijde onder een helling van 1 : 20, respectievelijk 1 : 10. Dwars- en lengteprofiel zullen overigens zodanig worden bewerkt dat ze meer het aanzien van een natuurlijke duinformatie krijgen. Door de aanleg van deze zanddijk wordt de zogenaamde Westerkwelder ingepolderd, doch het ligt niet in het voornemen hier tot ontginning over te gaan. Overigens laat het zich aanzien, dat aan de zeezijde van de zanddijk nieuwe aanwas zal ontstaan.

De voor de zanddijk benodigde hoeveelheid zand van 400 000 m³ wordt rechtstreeks in het werk geperst vanuit het Wad op een afstand van tenminste 400 m uit de teen van de dijk. Het verhogen van de laaggelegen plaatsen in de duinregel aan de noordzijde van de polder geschiedt deels met behulp van bulldozers, deels door zand per as aan te voeren uit een te maken duinmeertje. Ook hierbij wordt gestreefd naar behoud van een zo natuurlijk mogelijk duingebied.

Het gehele werk moet in 1964 zijn voltooid.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Het dijkvak dat aansluit op de Groninger kust is vrijwel gereed gekomen. In de komende maanden moeten de toegangsweg door de Westpolder, met een lengte van 500 m, en de kleibekleding op dit dijkvak nog worden gemaakt. Van de in totaal 13,5 km te maken afsluitdijk zijn nu de volgende gedeelten gereed:

dijkvak aansluitend aan de Groninger kust	3,1 km
dijkvak ten oosten van het werkeiland	1,5 km
werkeiland	1,1 km
in totaal dus . .	5,7 km

De vloeren van de drie uitwateringssluizen zijn gereed gekomen. Het maken van de pijlers en de zijwanden van de stroomkokers is in volle gang.

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 592a	1 juni 1964	Het bouwen van drie blokken, elk van twee dienstwoningen nabij de schutsluizen te Willemstad met bijkomende werken
DED 595a	8 januari 1964	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 595, voor het verrichten van redactionele werkzaamheden ten behoeve van het 'Driemaandelijks Bericht Deltawerken'
DED 640a	20 mei 1964	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 640 voor het leveren van zakken van groot formaat ten behoeve van de sluiting van de Grevelingen
DED 689	1 juni 1964	Huur van de motorvlet 'Merwede' ten behoeve van de afdamming van het Haringvliet
DED 692	26 maart 1964	Het verrichten van redactionele werkzaamheden ten behoeve van het 'Driemaandelijks Bericht Deltawerken'
DED 694	26 februari 1964	Huur van een terrein gelegen aan de Grachtweg te Zierikzee
DED 697	2 juli 1964	Het leveren van asfaltemulsie 'Colsol' voor de afsluiting van de Grevelingen
DED 698	28 mei 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 700	15 juli 1964	Het lossen en in de werkhaven 'den Osse' in depot opslaan van zetsteen van Portugees graniet
DED 701	27 mei 1964	Het verrichten van water- en chloormetingen en het opnemen van de urenteller bij het gemaal 'de Prunje' op Schouwen
DED 702	4 mei 1964	Het verrichten van waterwaarnemingen te Zonnemaire
BR 3388	26 maart 1964	Het vervaardigen en leveren van aanvullende onderdelen en het opstellen van de bewegingswerken van de segmentschuiven van de spuisluis in het Haringvliet
BR 3409	11 mei 1964	Het vervaardigen en leveren van elektrovijzels ten behoeve van de afsluitbomen van de basculebrug over de schutsluis in het Volkerak
BR 3441	23 juni 1964	Het vervaardigen en leveren van diverse verven ten behoeve van de uitvoering van de Deltawerken
Z 909	—	Het leveren van 10000 ton grof grind voor het uitbreiden van de verdedigers van de rechteroever van het Zijpe

B. De werken tot indijking van de Lauwerszee

LAW 553	5 december 1963	Het leveren van betonblokken t.b.v. een bouwput voor caissons in de Lauwerszee
LAW 555	27 april 1964	Het leveren van betonblokken t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 557	21 november 1963	Het leveren van mijnsteen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 558	6 mei 1964	Het vervoeren, lossen en opslaan van mijnsteen en koperslakblokken t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 559	14 februari 1964	Levering van elektrische energie t.b.v. de elektriciteitsvoorziening op het werkeiland in de Lauwerszee
LAW 560	17 maart 1964	Het treffen van voorzieningen aan de sluis te Zoutkamp
LAW 561	3 maart 1964	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 562	6 april 1964	Het leveren van koperslakblokken t.b.v. de aanleg van een dijkvak in de Lauwerszeewerken, aansluitend aan de Groninger kust

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 206 475,—	N.V. Bouw- en Aannemingsbedrijf 'De Gooi' te Rotterdam
—	B. B. L. Smid te 's-Gravenhage
Aann.som gewijzigd van f 891 000,— in f 886 250,—	Zakkencentrale N.V. te Schiedam
f 425,— per week	W. de Ruyter te Hellevoetsluis
—	W. F. G. Breekveldt te Amsterdam
—	J. Legemate te Zierikzee
f 486 675,—	Key en Kramer N.V. te Maassluis
eenheidsprijzen	fa. Gebr. Hakkers te Werkendam
eenheidsprijzen	Combinatie Zinkwerken te Gorinchem
f 432,— per jaar	A. B. Koster te Middenschouwen
f 763,20,— per jaar	P. Stoel-Vis te Zonnemaire
f 3 471 920,—	N.V. Werf Gusto te Schiedam
f 5 700,—	Machinefabriek J. H. Südmeyer-Zonen te Haarlem
eenheidsprijzen	N.V. Vernis- en Verffabriek v/h H. Vettewinkel en Zonen te Amsterdam
eenheidsprijzen	N. V. Utroma te Arnhem
eenheidsprijzen	Oosthoek en Zoon's, Industrie- en Handelmij NV te Alphen a/d Rijn
eenheidsprijzen	fa. R. Noppert en Zonen te Bergum
eenheidsprijzen	Hoofddirectie Staatsmijnen in Limburg te Heerlen
f 700 992,50	'Kombinatie Lauwerszee' te 's-Gravenhage
verrekenprijzen	Provinciaal Electriciteitsbedrijf in Friesland te Leeuwarden
f 28 000,—	Provinciale Waterstaat in Groningen te Groningen
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk te Werkendam
eenheidsprijzen	Mavotrans NV te 's-Gravenhage

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 563	3 maart 1964	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 564	2 maart 1964	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. de Lauwerszeewerken
LAW 565	9 april 1964	Het leveren van betonklinkerkeien t.b.v. de Lauwerszeewerken

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken openbaar bestede en

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 696	1964—1965	Het onderhouden van beplantingen en het grasgewas alsmede het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, bermen, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen van de werkhavens, het sluizencomplex en de in eigendom van het Rijk zijnde terreinen van de buitenpolder Maltha in de gemeente Willemstad

Opgave van de door andere beheerders dan het Rijk voor de uitvoering der Deltawerken

Provincie c.q. gebied	Nummer en dienstjaar	Omschrijving van het werk
Zuidholland	XIV-1963	Extra voorzieningen bij het ontgraven van een gronddepot ten behoeve van bestek XXI-1962
Gemeente Hellevoetsluis	2-1961	Leveren en opstellen van drie rioolwaterpompinstallaties
Gemeente Hellevoetsluis	3-1961	Leggen van drie rioolwaterpersleidingen
Zeeland	107-1964	Duinvoetversterking tussen sp. 2 en dp. 29 der waterkering van de calamiteuze polder Burgh- en Westland

A. Opgave van de door andere beheerders dan het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken

Provincie c.q. gebied	Nummer en dienstjaar	Omschrijving van het werk
Zuid-Holland	IV-1963	Aanleggen van een dijk tussen de nieuwe keersluis en de Tramdijk c.a. in de gemeente Spijkenisse
Zui-Holland	VI-1963	Bouw van een Diesel-Elektrisch Bovengemaal aan de Bothastraat te Bolnes
Zuid-Holland	VII-1963	Leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 2 schroefcentrifugaalpompen en een Bolnes-dieselmotor met toebehoren
Zuid-Holland	IX-1963	Dichten van de schutsluis te Puttershoek

Aannemingssom	Aannemer
eenheidsprijzen	NV T. en P. de Klerk te Werkendam
eenheidsprijzen	NV Rijsmaterialenbedrijf Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld
eenheidsprijzen	NV Schokbeton te Kampen

gegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 44 000,—	P. C. Klein te Willemstad

gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 65 702,—	Aann. Mij. 'Petten' N.V. te Heiloo
f 33 160,—	Fa. de Viies & Zn. te Arnhem
f 19 600,—	Fa. Hogenboom & Zn. te Spijkenisse
f 526 000,—	A. W. Molhoek te Sleeuwijk

openbaar bestede en gegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 129 300,—	Fa. M. Snoei en Zn. te Krimpen a/d IJssel
f 232 505,—	Bouwbedrijf Monster de Haas en Nijdam te Ridderkerk
f 304 470,—	N.V. Machinefabriek v/h Pannevis en Zn. te Utrecht
f 277 000,—	N.V. Visser en Smit's Aann. Mij

VERANTWOORDING VAN DE FOTO'S

Aero-camera	550
AHEFO	503
Hofmeester Rotterdam	505 509 510 525 546 547 551
K.L.M. Aerocarto	538
Rijkswaterstaat	505 507 510 512 517 518 519 520 521 536
H. de Vries	543 544 550

Register

Driemaandelijks Bericht Deltawerken nr. 21 t/m 30

Aangroei van organismen 120
Aannemers 52, 104, 166, 220, 270, 330, 386, 440, 496, 552
Aanpassingswerken 33, 79, 391, 515
Aerotemper 286
Afschuiving 421
Afsluitdijk 50
Afwaaiing 534
Afwatering 151, 370
Ameland 90
Amerkant, ruilverkaveling 79, 518
Arnemuiden 37
Asfaltbeton 120, 136, 254, 259, 338, 428
Asfaltbitumen 16, 75, 120
Asfaltinstallatie 31, 150, 486
Asfaltmastiek 475
Asfaltzandkluit 182
Automoteur 175, 297
Azobéstrippen 259

Bakkenzuiger 75, 367, 424, 533
Banckspolder 142, 327, 549
Basaltglooiing 41
Basaltzuilen 254, 368
Bemaling 79, 157, 395
Benedenrivieren, aanpassing 227
Bergboezem 154, 156
Betonblokken 41, 45, 46, 253, 338
Betonzand 536
Bewakingspeiling 511
Biesbosch 79, 124, 451
Biezen 447
Biezengors 129, 447
Binnendijkse wateren 128
„Bisschopsmutsen" 46
Blidingia Minima 122
Bocht van St. Jacob 339, 473
Bodembescherming 4, 69, 75, 189, 475
Bodemneer 73
Boezempeil 33
Boorbak 541
Bootsgat, werkhaven in het 424
Bouwmaterialen en bouwconstructies, Instituut T.N.O. voor 118, 481
Bouwput 397, 408, 532
„Brabantse Bandijk", hoogheemraadschap De 120
Brabantse Biesbosch, waterschap 516
Brielsche Maas 4
Bronbemaling 43, 321, 398
Brouwershavensche Gat 6, 18, 20, 70, 72, 185, 207, 254, 348
Brouwershavensche Gat, tracé van de dam 185
Bruinisse 11
Bruinwieren 120
Buitendijkse moerasterreinen 129
Bijdragenwet Deltawerken 515

Caisson 4, 69, 431
Calandspolder 37
Chloor 23
Chloorion 354
Colsol 76
Contra-gewicht 172, 289, 377, 482
Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Instituut voor 396
Cultuurtechnische Dienst 83, 396, 516
Cunet 137
Cutter 365

Dachnowskyboor 541
Damhoogte 69
Damwand, stalen 134, 319, 385
Debiet 69
Deltagebied
flora en fauna 125
geschiedenis 58, 196
scheepswerven 82
scheepvaart 60, 67, 198, 231
verbindingen 58, 196
verwoestingen 196
verzilting 354
Deltaliteratuur 312
Deltar 11
Deltawet 33, 34, 82
Dinitro - orthocresol 122
Dokkumer Nieuwe Zijlen 153, 159
Domeinen, Dienst der 33, 37, 83, 143, 488
Donge 516
Doodtij 8

Doorlaatcaisson 18
Doorstroomprofiel 8, 18, 344
Dordrecht, splitsingspunt bij 227
Dragline 364
Drainage-systeem 533
Drainering 138, 142, 146, 391, 401, 486
Drempelhoogte 70
Driehoeksnet 541
Driemaandelijks Bericht 311
Drukdoos 87, 462
Drukmeter 118
Drukpaal 175
Duikende straal 73, 349
Duiker 37, 142, 530
Duinen 127
Duinmeer 128
Duwvaart 231, 468
Dijkhoogte 256
Dijksterburen-Harlingen, Dijk 549
Dijkverzwaring 41, 136, 396, 421
Dynamische belasting 115, 239, 375

Ebschaar 339, 523
Ebvolume 91, 93, 348, 403
Echolood 513
Eiland van Dordrecht 521
Electra, waterschap 151, 371
Energiespectrum 246
Europoort 84, 244
Excitator 118

Filterconstructie 195, 253, 320, 378, 399, 464, 466, 534
Friesland, afwatering 151, 370
Froude, modelregel van 473

Gelders hout 454
Geleidelijke sluiting 18, 69, 335
Geleidewerk 316
Geo-elektrisch onderzoek 23
Geohydrologisch onderzoek 23, 465
Geologische Stichting 17
Geologisch onderzoek 23, 404
„Gesloten Dijkbekledingen", werkgroep 120
Getijhaven 81, 522
Getijverschil 79
Getijzone 120, 539
Gietasfalt 4, 27, 29, 123, 368
Goeree-Overflakkee 13, 65, 407, 522
Golfamplitudeschrijver 244
Golfmeetpaal 85
Golfmeting 84, 187, 244
Golfoploop 257
Golfstoot 115, 375
Greppelmachine 542
Grevelingen,
  Noordelijke Geul,
    dam door 18, 74, 99, 163, 172, 216 264, 322, 335, 381, 437, 494, 511, 548
    dwarsprofiel sluitdam 337
    kabelbaan 99, 172, 289, 322, 382, 437, 481, 494, 504
    meetprogramma kabelbaan 481
    peilingen 511
    proefbedrijf kabelbaan 504
    sluitingsprogramma 350, 471
    stortmaterialen 301, 473
    tracé sluitdam 335
  Zuidelijke Geul,
    dam door 4, 48, 99, 163, 216, 264, 322, 383, 437, 495, 548
  proefterp 301
  schutsluis 49, 100, 163, 216, 267, 322, 437
  waterloopkundige veranderingen 339
Griendhout 447
Griendteler 447
Grind 46, 349, 473
Grindasfaltbeton 136, 144, 377, 486
Grindzand 195, 470
Groenwieren 120
Grof grind 4, 27, 177, 195, 536
Gronddepot 27, 135, 364, 484
Grondmechanica 18, 69, 185, 195, 397, 404
Grondmechanica, Laboratorium voor 17, 85, 135, 137, 318, 401, 421, 481
Grondverbetering 397
Grondverzet 362
Grondwaterstand 391, 533
Groningen, afwatering 156, 371

H 1/3 247
Hadex 315
Haringvliet 227
  brug over, 27, 96, 201, 546
    geleidedam 27, 29
    toeritten tot 27
  schutsluis 47, 97, 161, 263, 321, 380, 434, 489, 545

binnenhaven 47, 97, 161
uitwateringssluizen 47, 97, 161, 215, 263, 321, 379, 432, 489, 545
bij ijsgang 281
constructie der schuiven 242
corrosie 239
dynamisch gedrag 115
rivierschuiven 119, 239
stortebedden 189, 362, 379, 432, 458, 490, 545
trog bij bouwput 412
ijsbestrijding 284
zeeschuiven 119, 234
Harlingen,
spoorwegcoupure 132
station N.S. 132
zeewering te, 132, 326, 549
Heidemaatschappij 488
Helder, den 368
Hellegatplaten 267, 323, 381, 435, 493
Herverkaveling 198, 518
Hoeksche Waard 522
Hollandsch Diep 67, 227
Hollandsche IJssel, stuw in 286
Houtsche Polders 518
Hydrolas 75
Hydrologisch Instituut 125
Hydrologische Vereniging 125

Ipro-keien 46
I.T.B.O.N. 125
Iweco 118

Jansen, prof. ir. P. Ph. 57

Kabelbaan, 99, 172, 289, 504
stortcapaciteit 471
Kabelbreuk 292
Kabelconstructie 290
Kabelklem 292, 480
Kabelzeeg 289, 481
Kalk 45
Kanaal door Walcheren 4, 64
Karmanse wervelstraat 463
Katwijk 85
Keersluis 132
Kentering 6
Kettingnet 175, 297
Kistdam 319
Klei 43, 44, 140, 142, 144, 338, 368, 422, 544
Kleileem 43, 44, 140, 261, 427
Kleilens 408, 415
Kleischelpen 46
Kleverskerke, ruilverkaveling 37
K.N.M.I. 11, 23, 85
Koningin, bezoek van, aan Deltawerken 503
Kopeffect 345, 475
Koperslak 45, 46, 136, 377, 427, 544
Korreldiagram 466
Korrelskelet 21, 398
Kortgene 38
Kous, de 185
Krammat 139, 141
Krammer 339, 473
Kribbenmethode 484
Kritiek verval 349, 473
Kustonderzoek 84
Kwel 23, 394

Landaanwinningsbelangen Noord-Friesland 315
Landbouwwaterhuishouding 391
Lansbranden 288
Lauwerszee,
afsluitdam,
dwarsprofiel 256
haven in 316
uitwateringssluizen in 370
indijking 43, 51, 90, 102, 151, 165, 219, 256, 269, 316, 327, 383, 424, 439, 495, 537, 551
metingen 537
werkeiland 424
Lauwerszeeboezem 157, 371
Lavalite 377
L - muur 533
Louisa en Cannemanspolder 81, 521
Luchtband 235
Lucht(bellen)scherm 286, 355, 434
Luchtkist 235, 239

Maassteen 470
Maingrind 465
Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat 481, 541
Mengploeg 394
Metaalkundig Instituut, T.N.O. 481
Middelplaat, dijkvak op de 437, 495
Modelproef 11, 70, 74, 92, 93, 115, 146, 179, 188, 194, 231, 239,

249, 261, 342, 362, 373, 405, 412, 424, 458, 475
Molwerk, het 139
Mosselen 120
Mijnsteen 6, 27, 29, 30, 41, 42, 253, 254, 261, 427, 470, 544

Nablaligger 118
Nationale Plan, Rijksdienst van het 83, 127
Natuurbescherming 33, 125
Natuurlijke lozing 79, 154, 391, 515
Negatieve kleef 401, 532
Nieuwediep, rijkshaven 368
Nieuwe Robbengat 91, 428, 537, 544
Nieuwe Sloe-haven 503
Nieuwe Stad en Lievevrouwenpolder 522
Nieuwe Waterweg 227, 244
Noord 67, 227
Noord-Beveland 395, 404
Noorder Slaak 339
Noord-Sloe 34, 38
Nylon weefsel 465, 536
Nymplexdoek 536

Oesterbekken 206
Oestercultuur 38, 206
Oever, Den 50
Oeververbetering 233
Onderloopsheid 135
Onderlosser 4
Onderzoekpolder 23
Onrust, Plaat van 523
Ontgronding 18, 20, 22, 69, 135, 186, 189, 458, 475
Ontgrondingstijddiagram 191
Oort, het 539
Oost- en Westdongeradeel 151
Oosterschelde 6, 18, 70, 131
  afsluiting 403
  basculebrug 16
  brug over 12, 201
Oostmahorn, 91
  vaarwater naar 90, 537
  werkhaven bij 43
Opzetstuk 4
Oranjepolder 37
Osse, werkhaven bij Den, 102, 164, 216, 267, 322, 383, 437, 495
Oude Land van Ouddorp 81
Oude Maasje 516
Oudenhoorn 81
Oude Tonge, Plaat van 339
Overslagdijk 256

Paalscherm 401
Pakkingsdichtheid 20, 397
„Pannekoek" 259, 543
Peilvlet 513
Periodenspectrum 246
Persbak 367
Perskade 29, 43, 421
Piet, gemaal De 37
Piëzometrisch niveau 194
Plaatgronden 392
Plastic folie 46
Polders van Halsteren, De 81
Polders van Nieuw Vosmeer 81, 520
Polderverbetering 82, 391, 519
Portaalkraan 243, 362
Potklei 43, 44, 377
Provinciale Planologische Dienst 34, 83, 187
Pijlerconstructie 14
Pyrotenax - laagspanningskabel 285
P.Z.B.M. 12, 503

Quarlespolder 39, 484

Recreatie 33, 82, 185, 338
Riet 46, 447
Riolering 81, 368
R.I.V.O.N. 125
Rolstukken 301
Roompot 523
Rubberprofiel 235, 377
Ruigenhil 519
Rijksbijdrage 83
Rijksvoorlichtingsdienst 312
Rijshout 454
Rijsscherm 29

Schaaleffect 74, 115, 350
Schade-criterium 118
Schauffelradbagger 365
Scheelhoek, Plaat van 407
Schelphoek 4
Scheveningen 84
Schiermonnikoog 90, 142, 327, 549
Schouwen-Duiveland 13, 187, 395
Schraal beton 136
Schuifkracht 72

Schuifspanning 20, 534
Schutsluis 354
Scraper 364
Sedimentatie 523
Sleeswijk-Holsteinse methode 484
Sloe 39, 64
Sluitingsmethode 18, 69
Slijkgat 415
Sondeerwaarde 20, 44
Sondering 20, 403
Spanzandzak 182, 304, 349
Spartina Townsendii 484
Springersdiep 185
Staatsbosbeheer 33, 83, 127
Stabiliteit van stortmaterialen 73, 76, 462, 473
Stappenbaak 87, 244, 514
Stavenisse 6
Staveren, gemaal bij 153
Steenstorter, mechanische 10
St. Filipsland 65
Stoomvaart 60
Stootcoëfficient 115, 375
Stoppeldijk, ruilverkaveling 395
Storm 87, 143
Stortbak 301
Stortebed, 191, 458
eindconstructie 459
Storten op stroom 350
Stortsteen, 177, 194, 195, 253, 338, 349, 462, 470
gepenetreerde 261, 462
Striene, waterschap De 79, 519
Stromatten 46
Stroomaanval 70, 73
Stroombestendigheid 73, 76, 349, 462, 473
Stroommeting 419, 513
Stroomsnelheid 18, 69, 93, 192, 342, 419, 513
Stroomverwekker 286

Tandentrilwals 486
Technisch-Physische Dienst van het T.N.O. 85
Terhorne, keersluis 153
Ternaarderpolder 137, 326
Terschellingerpolder 140, 326, 549
Tetraëder 461
Texel 139
Tolheffing 12
Tonnekreek, gemaal De 519
Trekgording 318
Trekpaal 175, 377
Tsjerk Hiddesluizen 132
Turbulentie 192, 373, 463

Uitwateringssluis 41, 142, 157, 407

Van Harinxmakanaal 153
Veerdienst 60
Veersche Gat 18, 33, 38, 71, 523
Veerse Meer 33, 385, 439
Verdroging 81
Vergift 120
Verkaveling 33, 484
Verkeersprognose 12
Verkeerssituatie in Zeeland 12, 199
Versnellingsmeter 118
Verzilting 142, 257, 354
Vloedbos 129
Vloedschaar 339, 523
Vloedvolume 91, 93, 348, 403, 525
Vogels 125
Volkerak, 281, 397
schutsluizen, 98, 164, 219, 268, 323, 381, 434, 490, 546
havendam noordelijke voorhaven 251, 268, 324, 381, 493
L-muren 533
noordelijke voorhaven 249, 268, 436, 466, 547
zuidelijke voorhaven 547
Volkomen overlaat 18, 69
Voorlichting 311
Voorne en Putten 81, 128, 522
Voorst, De 76, 188, 189, 249, 349, 370, 375, 405, 458, 475
Vroonlanden 128
Vulinstallatie 179

Waal- en Develpolders 521
Walcheren 37, 39, 58
Wantijgebied 90, 93
Warmtebalans 288
Waterbeheersing en Ontziling, Commissie 392
Waterberging 23, 151
Water- en chloorbalans 23
Waterhuishouding 79, 187, 212
Waterhuishouding en Waterbeweging, directie 84

Waterloopkundige afdeling, Hellevoetsluis 415
Waterloopkundig Laboratorium te Delft 29, 84, 118, 189, 349, 360, 375, 405, 412, 458, 473
Waterloopkundig onderzoek 90, 120, 185, 261, 339
Wateronderspanning 21, 318, 463
Wateroverspanning 21
Waterscherm 360
Waterspanning 146, 399
Watersport 37
Watersprong 411
Wegenteer 122
Wegenwet 12
Wervelstraat 71, 186, 194, 349, 462
Westerschelde 39, 131, 484
West-Repart, personenhaven bij 186, 188, 254, 323, 383, 437, 495, 549
Willemstad 79, 519
Winterpeil 79
Wolphaartsdijk 37, 38
Woudagemaal 153

IJmuiden 84
IJsafvoer 279
IJsbestrijding 284
IJsbreken 286
IJsdammen 282
IJsdruk 14
IJsgang 191, 215, 279
IJsproblematiek 279
IJsproduktie op benedenrivieren 281
IJsselmonde, eiland 521
IJstijd 44

Zand, 20, 43, 75, 424
bijeengehouden 179
gestabiliseerd 181, 306, 350
Zandasfalt 4, 75, 306, 368, 473
Zandkreek 33
Zandtransport 84, 89, 93
Zandzak 76, 179, 182, 303, 473
Zandzuiger 75
Zeedijk Afsluitdijk-Harlingen-Slachte 136, 324, 549
Zeedijk langs de Eems 421
Zeedijk Slachte-Afsluitdijk-Lauwerszee 137, 326
Zeepokken 120
Zeeuwsch-Vlaanderen 39, 394
Zeeuwse Meer 33, 79
Zeilvaart 67
Zettingsvloeiing 21, 22, 69
Zinkdimethyldithiocarbamaat 122
Zinken op stroom 30, 31
Zinkstuk 27, 29, 30, 253
Zoetwaterbekken 23
Zoetwaterscherm 409
Zomerpeil 79
Zoutbelasting 23, 354
Zoutbezwaar 354
Zoutgehalte 207
Zoutkamp 153
Zuid-Beveland 39, 66, 395
Zuiderdiep 81, 522
Zuiderdiepboezem, 81, 407, 490
brug over 530
uitwateringssluis van 407
viaduct bij 529
Zuideroeverdijk 50
Zuidersloepolder 484
Zuid-Kraayertpolder 40, 486
Zuid-Sloe 39
Zijpe 281, 339