

deltawerken

november 1969 nummer 50



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

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

De prijs bedraagt f 8,50 per jaar of f 2,50 (excl. verzendkosten) per nummer

515 Ir. J. Volkers verlaat de Deltadienst

A. De werken van het Deltaplan

516 Experimenteel verziltingsonderzoek
(slot)

523 Eilanden, oeverstroken en oeverver-
dedigingen in en aan het Veerse
Meer

529 Het verdichten van zand door middel
van trillen

535 Het vervaardigen van betonblokken
voor de sluiting van het Rak van
Scheelhoek in het Haringvliet

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

538 Verhoging en verzwaring van de zee-
dijk van het voormalige waterschap
'Stoppeldijk'

541 Verhoging en verzwaring van de zee-
dijk van de calamiteuze polder Bors-
sele en van de zeedijk van de Van
Citterspolder op Zuid-Beveland

**D. De werken tot indijking van de Lau-
werszee**

546 Het verloop van de waterbeweging
gedurende de afsluiting van de Lau-
werszee. Vergelijking tussen voorspel-
ling en berekening

555 **Vorderingen**

**Ir. J. Volkers
verlaat de Deltadienst**



Het zal de meeste lezers van het Driemaandelijks Bericht reeds bekend zijn, dat ir. J. Volkers, die als opvolger van prof. ir. P. Ph. Jansen op 1 november 1962 tot Hoofd van de Deltadienst werd benoemd, met ingang van 1 augustus j.l. wegens het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd op zijn beurt zijn functie heeft moeten overdragen aan zijn opvolger ir. H. A. Ferguson.

Ik wil niet nalaten aan het vertrek van de heer Volkers enkele woorden te wijden in dit tijdschrift.

Gedurende het tijdvak van bijna 7 jaar waarin ir. Volkers de Deltadienst met een bewonderenswaardige energie en dadendrang heeft geleid, zijn belangrijke vorderingen gemaakt met de grote afsluitingswerken. De Grevelingen en het Volkerak werden beide afgesloten, terwijl de afsluiting van het Haringvliet vrijwel zijn eindfase heeft bereikt; in het Brouwershavensche Gat zijn de werken in volle gang en ook met het grootste en moeilijkste werk, de dam door de Oosterschelde, is reeds een begin gemaakt.

Pleegt aan deze werken vooral in het Driemaandelijks Bericht veel aandacht te worden gewijd, ook van de problemen en activiteiten die verband houden met de wijzigingen die zich door de realisatie van het Deltaplan in het Zuidwesten van ons land voltrekken, werd in het Bericht uitvoerig melding gemaakt. Daaruit kan men zich een beeld vormen van de vele onderwerpen die de aandacht van de heer Volkers hebben gehad, en van de ontwikkeling van de plannen en denkbeelden gedurende zijn ambtsperiode.

De toewijding waarmee de heer Volkers zich aan zijn werk heeft gegeven, heeft enige tijd terug een ernstige aanslag op zijn gezondheid gepleegd. Gelukkig heeft hij geheel hersteld zijn functie van hoofd van de Deltadienst nog weer kunnen vervullen.

Het zij de heer Volkers gegeven in nog steeds goede gezondheid getuige te zijn van de uiteindelijke bekroning van een ontzaglijke hoeveelheid arbeid, waarin hij gedurende de laatste jaren van zijn carrière in overheidsdienst zulk een belangrijk aandeel heeft gehad.

De Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat,

Ir. J. van de Kerk.

Experimenteel verziltingsonderzoek (slot)

De empirische grondslagen voor de berekening van de zoutverdeling in getijrivieren, estuaria en zeeën zijn behandeld in de nummers 45 en 46 (augustus en november 1968) van het Driemaandelijks Bericht. De daarin beschreven methode voor de voorspelling van zoutverdelingen werd toegepast op de Eems, de voormalige Brielse Maas, het Haringvliet, de Oosterschelde en de Westerschelde. De overeenstemming tussen de berekende en de gemeten zoutgehalten in deze estuaria was hoewel ze in meer dan één opzicht sterk verschillen, zeer bevredigend, zodat de gevolgde werkwijze een bruikbare grondslag lijkt te bieden voor het voorspellen van de wijzigingen in de zoutverdeling die te verwachten zijn in de Rotterdamse Waterweg als gevolg van de uitvoering van het Deltaplan. De aan de hand van verricht modelonderzoek voorspelde veranderingen van het horizontale en verticale getij dienen als uitgangspunt voor de berekening van de toekomstige zoutverdelingen.

De grootheden die bij de berekeningen een belangrijke rol spelen, zijn het zoutgehalte bij de mond van de rivier, de zoutgradiënt in de lengterichting van de rivier en de verdeling van het zoutgehalte over de diepte van de rivier.

Het zoutgehalte op de overgang van de rivier naar de Noordzee hangt tijdens de laagwaterstroomkentering enerzijds af van de rivierafvoer en anderzijds van de hoeveelheid water die gedurende de voorafgegane vloedfase van het getij de rivier is opgetrokken. De relatie tussen deze laatste drie factoren is niet afhankelijk van de waterdiepte, zodat de sterke verdieping die de Rotterdamse Waterweg in onze eeuw heeft ondergaan, hoewel van belang voor elk van die factoren, er geen invloed op heeft gehad.

Het zoutgehalte nabij de mond van de rivier, dat een randvoorwaarde bij de berekeningen vormt, kan bij een vrijwel constante rivierafvoer belangrijke variaties ondergaan door verschillen in het vloedvermogen gedurende de opeenvolgende getijden. Met dit verschijnsel houdt men in de praktijk rekening door de waarde voor het vloedvermogen behorende bij een bepaalde rivierafvoer naar boven af te ronden, zodat men altijd aan de veilige kant zit.

De zoutgradiënten in de lengterichting van een getijrivier of estuarium worden in sterke mate bepaald door de diepte van de geulen in het rivierbed. De invloed van de zee is bij kleine geuldiepten, zoals in de mond van het Haringvliet, slechts over een afstand van enkele kilometers merkbaar; maar bij grotere diepten, zoals in de Rotterdamse Waterweg, de Ooster- en Westerschelde, bespeurt men hem over vele tientallen kilometers landinwaarts.

De gradiënten worden voorts mede bepaald door de ebstromen. De afvoer van zoet rivierwater – het opperwater – maakt in het meest zeewaarts gelegen deel van een getijrivier of estuarium meestal maar een gering deel uit van de totale ebstroom per getij. De opperwaterafvoer heeft op dit traject dan ook slechts een geringe invloed op de zoutgradiënt. De invloed neemt toe naarmate de opperwaterafvoer – op grotere afstanden van de zee – een groter deel vormt van het totale ebvermogen.

Het verloop van het ebvermogen in rivieropwaartse richting wordt mede beïnvloed door de langs de rivier aanwezige havens en zijrivieren. Dichtheidsverschillen tussen het water in de rivier en in de havens veroorzaken uitwisselingsstromen, die een storende invloed hebben op de getijstromingen. Verschillen in fase tussen de hoofdstroom op de rivier en de stroom uit de haven veroorzaken plaatselijke onregelmatigheden in de zoutverdeling op de rivier.

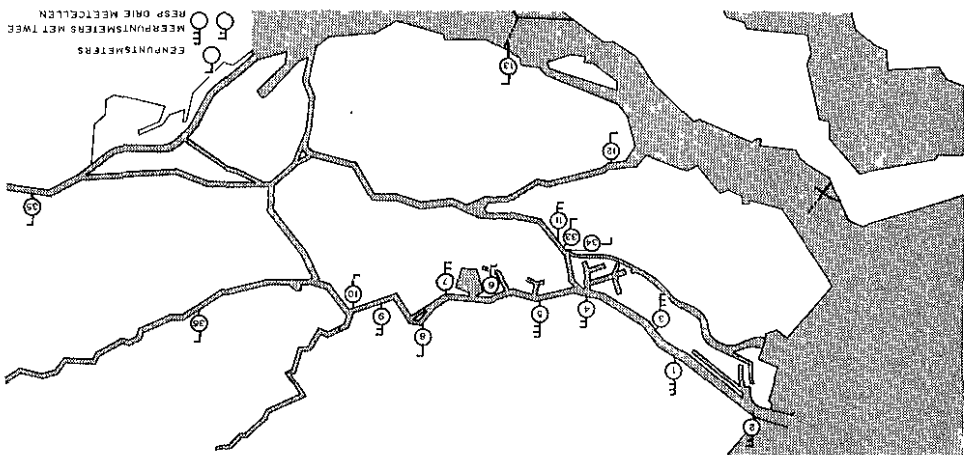
De zijdelingse onttrekking van water aan de rivier moet eveneens in de berekeningen worden betrokken, aangezien de opperwaterafvoer naar zee daardoor wordt vermindert en de randvoorwaarde van de zoutverdeling derhalve ongunstig beïnvloed. De zoutbestrijding bij sluizen aan zee of aan de zeearmen vereist een grote hoeveelheid zoetwater. Om een indruk te geven: de zoutwering bij de in aanbouw zijnde Kreekraksluizen, waar de modernste middelen worden toegepast, zal nog altijd gemiddeld 10 m³ zoet water per seconde per sluis vereisen. Een zeevaartsluis vraagt een veelvoud van deze hoeveelheid. De land- en tuinbouw, alsmede de waterleidingbedrijven en de industrie, vragen eveneens in toenemende mate om zoet water uit de rivieren.

De bruto opperwaterafvoer is daarom zelfs bij zeer lage afvoeren van Lek, Waal en Maas in onze ramingen steeds verminderd gedacht met 230 m³ per seconde. De uitwateringssluizen in het Haringvliet zullen bij lage rivierafvoeren praktisch altijd gesloten zijn, zodat de opperwaterafvoer langs de Nieuwe Waterweg bij een extreem lage Rijnafvoer van 640 m³ per seconde, na aftrek van de afvoer van de Gelderse IJssel en de vermelde onttrekking van 230 m³ per seconde, tot een minimum van ongeveer 300 m³ per seconde kan afnemen.

De verticale zoutverdeling is tijdens de laagwaterstroomkentering afhankelijk van de rivierafvoer, het plaatselijke vloedvermogen en de waterdiepte.

In de Rotterdamse Waterweg zijn de factoren die de zoutverdeling bepalen, in de loop der tijden sterk veranderd; ook in de toekomst kunnen nog wijzigingen optreden. Voor de berekeningen van de toekomstige zoutverdeling op deze rivier moesten derhalve voor de verschillende factoren veronderstellingen worden gemaakt. De grootste moeilijkheid doet zich voor bij het voorspellen van de toekomstige waterdiepte, die op het verziltingsverschijnsel een dominerende invloed heeft.

De uitgevoerde berekeningen tonen aan dat de verziltende invloed van het zeewater bij deze lage afvoer tot voorbij het splitsingspunt van de wateren nabij Dordrecht zou doordringen indien het rivierbed van de Nieuwe Waterweg vergeleken met de huidige toestand nog een verdere verdieping zou ondergaan. De Oude Maas, de Dordtsche Kil en het Haringvlietbekken zouden hierdoor met verzilting vanuit de Noord worden bedreigd. Een dergelijke ontwikkeling moet met alle ter beschikking staande middelen worden voorkomen. De netto opperwaterafvoer langs de Nieuwe Waterweg kan evenwel niet in voldoende mate worden vergroot. Er valt hier niet te denken aan een oplossing van het vraagstuk door middel van in reservoirs opgeslagen reserves, omdat voor de zeer grote hoeveelheden die nodig zouden zijn, de bergingsruimte ontbreekt. Het beperken van de wateronttrekking aan de rivieren is evenmin mogelijk, omdat de onttrokken hoeveelheid in hoofdzaak bestemd is voor de bestrijding van de verzilting op andere plaatsen langs de Noordzee en de Westerschelde. Het enige overblijvende mid-



Opstelling van registrerende zoutmeters langs de Nieuwe Waterweg, de Oude Maas

del om de verzillende invloed van de zee terug te dringen is een beperking van de diepte van de vaargeulen in de Rottterdamse Waterweg. Uit de lodingskaarten blijkt dat de rivierbodem op vele plaatsen dieper ligt dan voor het scheepvaartverkeer van zee naar de verschildende havens en omgekeerd wordt vereist. Daarom is een gewenste uiterste bodemligging voor de toekomst vastgesteld die de bestaande scheepvaartbelangen zoveel mogelijk onverlet laat en de dreiging van de verzilling in het noordelijke Deltabekken beperkt. De gewenste diepte van het rivierbed tussen Hoek van Holland en de mond van de Tweede Petroleumhaven tegenover Vlaardingen is bepaald op N.A.P. — 16 m. Dit riviergedeelte wordt bovendien waar nodig tegen de uitschuurende werking van de getijstromen en meer in het bijzonder tegen de zogenaamde terugschrijdende erosie vanaf de zeezijde beschermd door er een laag zeegrind op aan te brengen met een dikte van ongeveer 30 centimeter. Voor het riviergedeelte vanaf Vlaardingen tot de Waalhaven zal een maximale diepte van N.A.P. — 13 m worden aangehouden en voor het aansluitende gedeelte tot aan de Willemshbrug te Rottterdam een bodemligging op N.A.P. — 11 m. De diepte op het resterende riviergedeelte vanaf de Willemshbrug in rivieropwaartse richting wordt beperkt tot N.A.P. — 8 m. De aldus bepaalde diepten in de vaargeul is, samen met de in het najaar van 1968 bepaalde diepten, weergegeven in fig. 25. Het verschil tussen beide lijnen is opvallend groot, vooral op de gedeelten ten oosten van Vlaardingen. Voor de stroombestendig materiaal om de bodemligging op de gewenste diepte te handhaven. De ervaring moet dan leren of de bodem bovendien nog moet worden afgedekt met een bepaalde zoutverdeling bij de lage Rijnafvoeren van 640, 1000 en 1300 m³ per seconde op zee en een rivierwateronttrekking, inclusief voeding van het Zeeuwsche Meer, van 230 m³ per seconde. Wat betreft de waterstaatkundige toestand veronderstelt fig. 26 dat het Volkerak en het Haringvliet zijn afgesloten, maar de Oude Maas niet; bovendien dat de Europoort bereikbaar is voor zeer grote schepen.

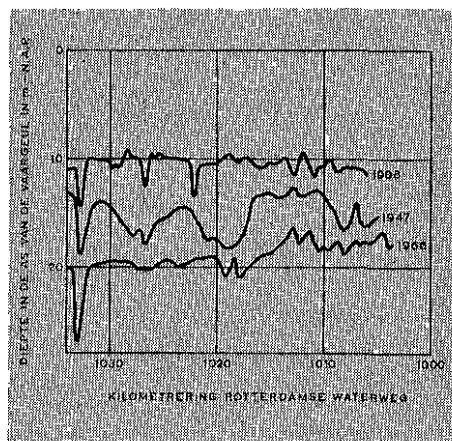


Fig. 24 Het diepteverloop van de Rotterdamse Waterweg in verschillende perioden

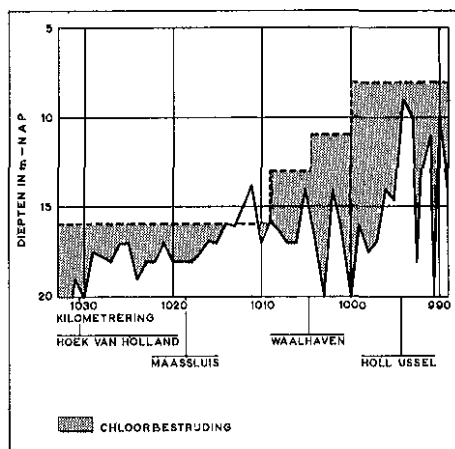
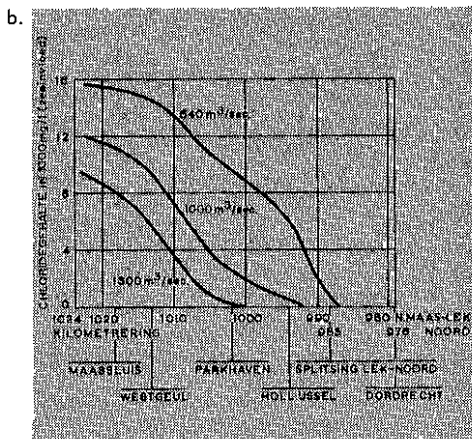
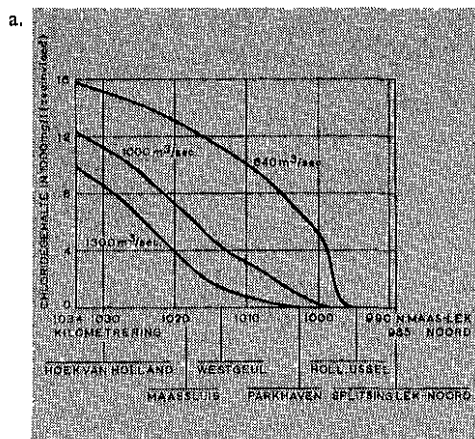
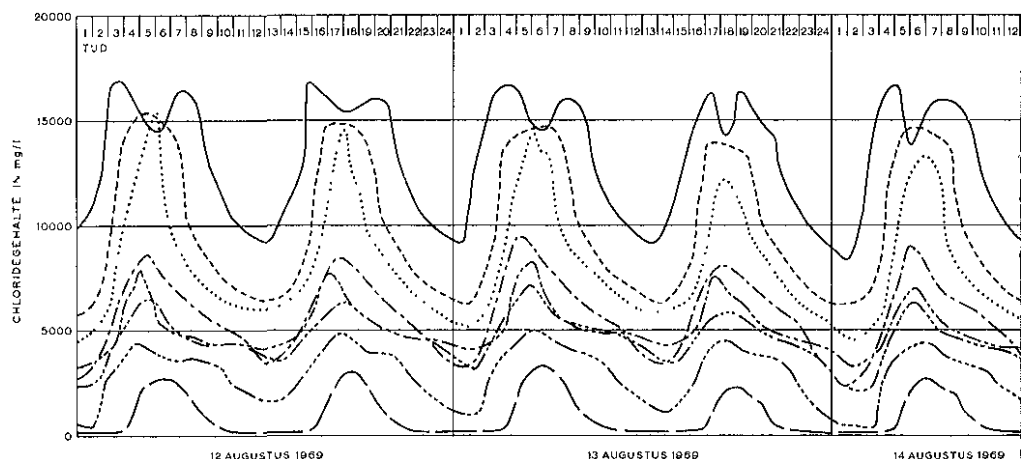


Fig. 25. Diepteverloop in de as van de vaargeul van de Rotterdamse Waterweg in 1968 en volgens de bepaalde trapjeslijn





Uit het verloop van de berekende zoutverdeling blijkt dat de zee-invloed dan zelfs bij de laagstbekende Rijnafoer gemiddeld niet verder reikt dan tot het benedendeel van de Noord tijdens de vloedperiode en tot dichtbij de mond van de Hollandsche IJssel tijdens de ebperiode. Het rivierenknooppunt nabij Dordrecht zal bij de toekomstige bodemligging onder gemiddelde omstandigheden afdoende tegen verziltingsgevaar zijn beschermd. De ervaring leert dat de Hollandsche IJssel als aanvoerweg van zoet water dienst kan blijven doen, zolang de mond van deze rivier tijdens de laagwaterstroomkentering vrij blijft van verziltende invloeden. Dit houdt in dat de Hollandsche IJssel bij de vastgestelde bodemligging bruikbaar blijft als aanvoerweg van zoet water naar mid-den-west-Nederland, behoudens in exceptionele gevallen van korte duur.

Een nader onderzoek is verricht naar de waterhuishoudkundige gevolgen van eventuele verdere ontwikkelingen op het gebied van havens en scheepvaartwegen in het noordelijke Deltagebied. Aangenomen dat de bodemligging gefixeerd blijft op de vermelde hoogten zullen de bedoelde ontwikkelingen in het kader van onze probleemstelling door-gaans neerkomen op een toeneming van het getijvolume vanaf de zee tot aan een be-paald punt waar havenaanleg plaats heeft. De randvoorwaarde van het zoutgehalte op de overgang van de rivier naar de zee zal hierdoor ongunstig worden beïnvloed, om-dat het vloedvolume toe zal nemen. Hiertegenover staat dat de zoutgradiënten in de lengterichting van de rivier iets toe zullen nemen, omdat behalve het vloedvermogen ook het ebvermogen groter wordt. Deze invloeden werken elkaar tegen, zodat bepaalde ontwikkelingen op het gebied van havenaanleg en scheepvaart niet bij voorbaat als on-aanvaardbaar voor de waterhuishouding behoeven te worden beschouwd. Vastlegging van de hoogteligging van de rivierbodem zal in ieder geval een primaire voorwaarde zijn voor de mogelijkheid van dit soort ontwikkelingen.

Maatregelen ter controle van de zoutverdeling

De zoutverdeling op de Rotterdamse Waterweg is gevoelig voor alle veranderingen, zo-wel van natuurlijke aard door wind en getij, als van kunstmatige aard door ingrepen in de waterstaatkundige toestand. Het is dus van groot belang om over continu gere-gistreerde gegevens betreffende de zouttoestand te beschikken. Daartoe zijn op geschikte

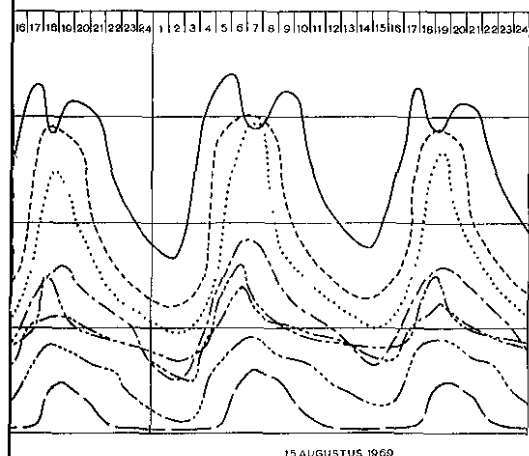


Fig. 27. Bewerkte resultaten van de geregistreerde zoutgegevens op een diepte van N.A.P. - 2,50 m in augustus 1969

- 2 ————— HOEK VAN HOLLAND
- 1 - - - - - KRUITSTEIGER
- 3 ROZENBURG
- 4 - - - - - N.A.M.
- 5 - - - - - NIEUWE MATEX
- 6 - - - - - QUARANTAINHAVEN
- 7 - - - - - DOKHAVEN
- 9 - - - - - VAN BRIENENOORDBRUG

punten langs de oever van de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Oude Maas registrerende zoutmeters opgesteld. Deze apparaten registreren de specifieke elektrische geleidbaarheid van het water op verschillende diepten.

Enkele details betreffende de verschillende meetstations worden hieronder vermeld.

Het zoutgehalte wordt uit de elektrische geleidbaarheid bepaald door middel van ijkgegevens. Fig. 27 geeft het resultaat weer van de bewerking van de geregistreerde zoutgegevens op een diepte van N.A.P. - 2,5 m op het traject Nieuwe Waterweg-Nieuwe Maas, op 12 tot 15 augustus 1969, bij een afvoer van de Rijn afnemende van 1500 tot 1400 m³ per seconde. Uit deze gegevens blijkt hoe de invloed van het getij op de

Meetplaats			Diepte elektroden in m beneden N.A.P.			In bedrijf sinds
1 Kruitsteiger	kmr 1023,1	R.O.	2,50 m	5,50 m	8,50 m	17- 6-'69
2 Hoek van Holland	kmr 1030,1	R.O.	2,50 m	4,25 m		18- 5-'66
3 Rozenburg	kmr 1018,8	L.O.	2,50 m	6,25 m	11,00 m	13- 2-'68
4 N.A.M.	kmr 1013,8	R.O.	2,50 m	4,00 m		20- 5-'66
5 Nieuwe Matex	kmr 1010,1	R.O.	2,40 m	5,25 m	8,50 m	12-10-'65
6 Quarantainestation	kmr 1006,8	L.O.	2,50 m	4,50 m		18-11-'65
7 Dokhaven	kmr 1002,8	L.O.	2,45 m	4,80 m		30-12-'65
8 Boerengat	kmr 999,1	R.O.				
9 v. Brienenoordbrug	kmr 995,2	AS	2,50 m	8,50 m		16- 2-'68
10 Bolnes	kmr 993	L.O.				
11 Spijkenisse Brug	kmr 1002,6	AS	2,50 m	5,50 m		18- 7-'68
12 Goudswaard	kmr 1006,8					
13 Haringvlietbrug	kmr 999	AS	10,00 m			11- 8-'69
33 Spijkenisse - inlaatsl.	kmr 1003,1	L.O.	1,15 m			21- 4-'65
34 Spijkenisse - kanaal nabij sluis			2,75 m			12-11-'65
35 Gorinchem	kmr 957	R.O.				
36 Bergambacht	kmr 977,8	R.O.				

zoutverdeling zich op de achtereenvolgende dagen herhaalt. Enkele onregelmatigheden vallen hierbij op. In de bovenste krommen van het station te Hoek van Holland treedt tijdens de hoogwaterperiode een plotselinge verlaging van het zoutgehalte op, welke wordt veroorzaakt door de uitwisselingsstromen vanuit de haven van Europoort aan de zuidzijde van de rivier. Uit de zoutverdelingskromme van meter no. 4 aan de steiger van de N.A.M. blijkt dat tijdens de laagwaterperiode lagere zoutgehalten werden gemeten dan bij het station bij de Nieuwe Matex, dat 3,7 km verder van de zee verwijderd is. Dit curieuze verschil moet worden toegeschreven aan de stroom zoeter water die tijdens eb uit de Oude Maas wordt aangevoerd.

De zoutkromme van het station bij de Brienenoordbrug, dichtbij de mond van de Hollandsche IJssel, toont dat de zee daar tijdens de vloedperiode reeds invloed heeft. Tijdens de ebperiode wordt hier bij de vermelde Rijnafoeren nog geen hinder van de verzilting ondervonden. Hierbij moet worden bedacht dat de zoutgehalten zijn gemeten op een diepte van 2,5 m onder N.A.P., en niet het gemiddelde over de gehele diepte voorstellen. Aanvullende metingen moeten worden verricht om de aan de oevers gemeten zoutverdelingen te vertalen in zoutgehalten in de as van de vaargeul.

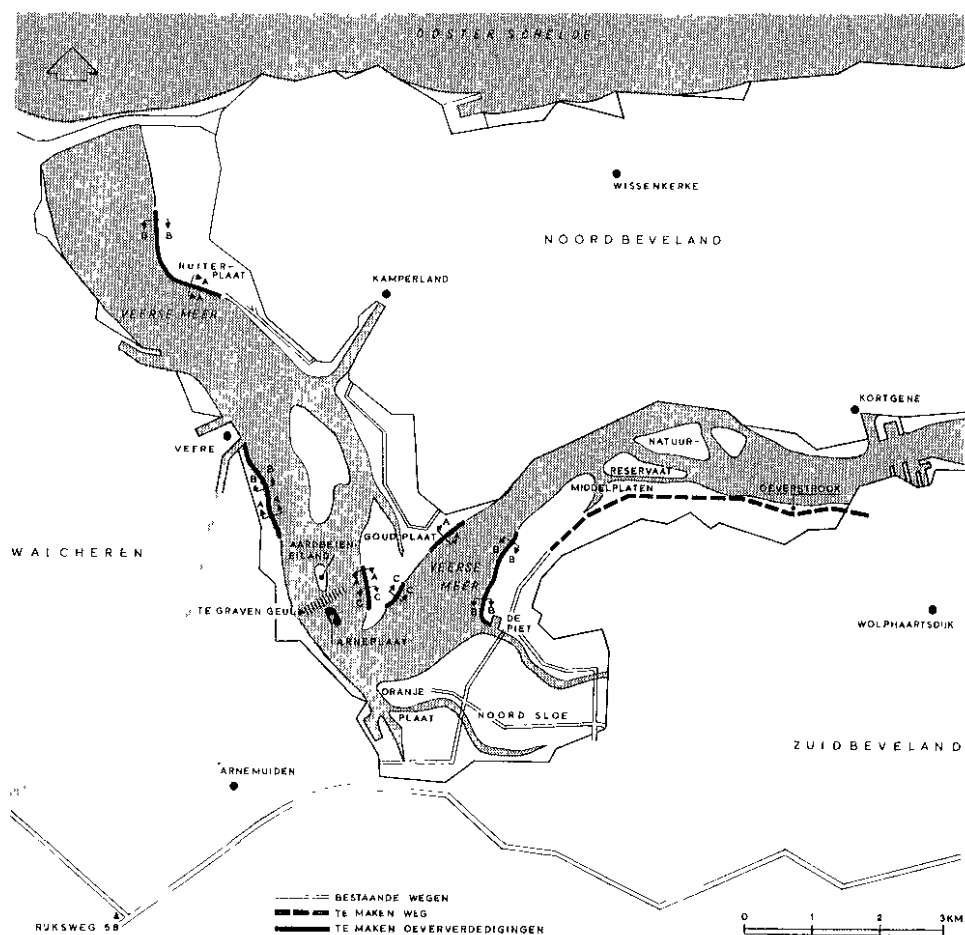
De met de geïnstalleerde meters opgedane ervaring heeft geleerd, dat de apparaten zeer kwetsbaar zijn en dat ze met grote zorg moeten worden beheerd en onderhouden. Als aan deze voorwaarden wordt voldaan zijn het doeltreffende en onmisbare middelen om het zoutverloop in de rivier op de voet te volgen. Alle bijzonderheden weerspiegelen zich in de meetresultaten. Zo kunnen de gemeten zoutgehalten aanwijzingen geven over afwijkende waterbewegingen als gevolg van windinvloeden. Ook kunnen de gevolgen van ingrepen in de waterstaatkundige toestand met meer zekerheid worden vastgesteld. Dit laatste is van groot belang wanneer na 1970 het Haringvliet is afgesloten en het noodzakelijk zal zijn de gevolgen van bepaalde handelingen met de Haringvlietssluisen voor de Nieuwe Waterweg snel te bepalen. Met het oog op de situatie na 1970 wordt een net van waarnemingspunten ter bepaling van het zoutgehalte van het grootste belang geacht.

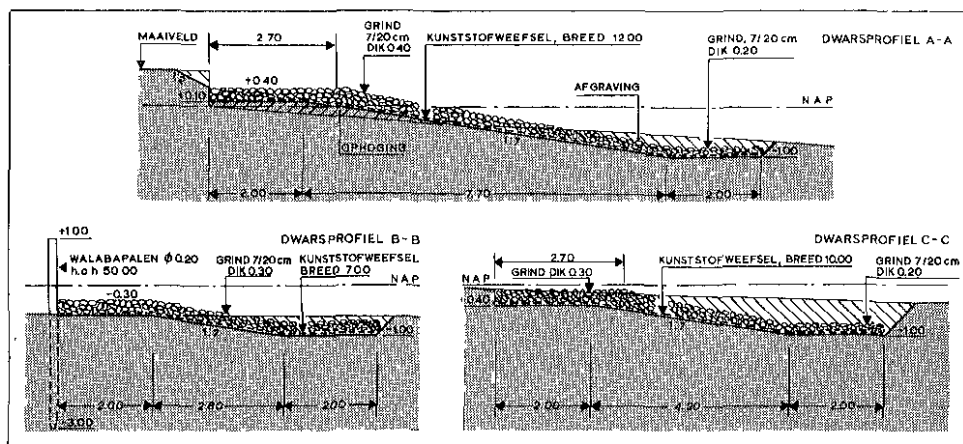
Drie jaar geleden werd in nr. 38 (november 1966) van deze Berichten een kaartje afgedrukt van het toen geldende bestemmingsplan voor het Veerse Meer. Daaruit en uit het bijbehorende artikel kon in grote trekken worden opgemaakt wat er tot aan de herfst van 1966 zoal tot stand was gebracht op het gebied van de openluchtrecreatie. Voorzover de financiële middelen het toelieten is sindsdien gestaag verder gewerkt aan de verschillende projecten. De in dit gebied werkzame Rijksdiensten hebben onder meer de volgende werken gerealiseerd: de aanleg van 5 km weg in het gebied ten zuiden van Kamperland, een wegvak van 2 km de Ruiterplaat ten zuidwesten van Kamperland, oeververdedigingen tot een lengte van bijna 2 km en de verdere inrichting van enkele gebieden voor de oeverrecreatie. Speciaal het druk bezochte gebied ten noorden van de haven 'De Piet' moet worden vermeld. Daarwerd een ringweg aangelegd, met parkeerplaatsen voorzien van wat strekt tot instandhouding van de openbare hygiëne, zoals papierbakken en toiletten. De bebossing rond de parkeerplaatsen werd uitgebreid. Met financiële steun van het Ministerie van Economische Zaken hebben voorts de gemeenten Arnhemuiden en Wissenkerke hun jachthavenplannen op de Oranjeplaat en bij Kamperland kunnen realiseren. Het recreatieschap 'Het Veerse Meer' tenslotte heeft, eveneens met overheidssteun, het aantal aanlegplaatsen voor de watersport uitgebreid en ten zuiden van 'De Piet' een oevergedeelte omgevormd tot een verpozingseiland, 'De Omloop'.

Er zal echter nog veel moeten gebeuren voordat het Veerse Meer zo is ingericht dat het optimaal kan functioneren als recreatiegebied. De behoefte aan recreatie in deze streek zal nog belangrijk toenemen naargelang de wegverbindingen met het achterland, onder meer via de in aanbouw zijnde deltadammen, worden voltooid of verbeterd. Het door 'Het Veerse Meer' gepubliceerde Ontwikkelingsplan 1967 geeft een overzicht van de in de komende jaren nog te treffen infrastructurele voorzieningen. Daarnaast zullen nog veel aandacht en geld nodig zijn voor de detailvoorzieningen, die immers voor een belangrijk deel het recreatieklimaat bepalen.

Tot de infrastructurele projecten behoren enige onlangs door de Rijkswaterstaat in uitvoering genomen werken zoals de aanleg van het eiland 'Arneplaat', de ontsluiting van het gebied 'de Middelpaten' ten noordwesten van Wolphaartsdijk en de constructie van oeververdedigingen tot een lengte van in totaal ruim 6 km. De aanleg van de Arneplaat is een onderdeel van het bagger- en eilandenplan dat is opgenomen in het bovengenoemde Ontwikkelingsplan 1967 en waarvan thans het westelijke gedeelte wordt uitgevoerd door de realisering van een drietal eilanden en baggerwerken. De uitvoering daarvan zal geheel worden betaald door het Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maat-

Overzicht van de besproken recreatievoorzieningen in het Veerse Meer





schappelijk Werk. De werken op de Middelpaten en de oeververdedigingen vormen een voortzetting van de boven reeds genoemde werkzaamheden van de Rijkswaterstaat. In de jaren 1971 en 1972 komen in deze categorie nog aan de orde de ontsluiting van de Schotsman en de voltooiing van de oeververdedigingen tot een lengte van 7 km.

De Arneplaat

Het bagger- en eilandenplan bedoelt de aantrekkelijkheid van het Veerse Meer voor de watersport te verhogen door het beteugelen van de golfslag, door het vergroten van de vaarmogelijkheden en door het maken van aanleggelegenheden op plaatsen waar de niet-varende oeverrecreanten niet kunnen komen. Sinds de afsluiting van het Veersche Gat in 1961 zijn de ondiepten in het Veerse Meer die hoger liggen dan ongeveer N.A.P. - 1 m gereserveerd gebleven voor het maken van eilanden, waarvan De Arneplaat nu als eerste in uitvoering komt. Dit eiland is ontworpen op een ondiepte ten westen van de Goudplaat, waarvan het hoogste gedeelte ligt op N.A.P. - 0,5 m ofwel 50 cm onder het zomerboezempeil. De enigszins ovale vorm van het eiland vloeit logisch voort uit de vorm en de grootte van de ondiepte, en uit de eerste fase van de uitvoering, het spuiten van een 'pannekoek' van zand. Zolang het Veerse Meer nog zout zal zijn, tot ca. 1980, is een enigszins ronde vorm bovendien van belang voor de vorming van een zoetwaterlens in de bodem en daarmee voor de geprojecteerde begroeiing. Het eiland heeft een breedte gekregen van 80 m en een oppervlakte van 1,75 ha. Deze maten blijken voldoende voor de aanleg van enkele door struikgewas van elkaar gescheiden lig- en speelweiden.

Aan de oostzijde van het eiland is een haventje ontworpen waarin 22 jachten een ligplaats kunnen vinden. De havenkom wordt omsloten door twee loopsteigers, waarin een geheel gesloten golfschot is opgenomen, om de windgolven uit de haven te houden. Om de verzanding van de havenkom te beperken reikt het schot tot een eindweegs in de bodem.

Het eiland zal rondom worden voorzien van een oeververdediging, bestaande uit een bestorting van grof grind onder een helling van 1 : 6. Een dergelijke verdediging is ongetwijfeld wat hinderlijk voor diegenen die vanaf de oever te water willen gaan. Overwogen is echter dat men veelal zal zwemmen vanaf de boot, dan wel vanaf de steigers. Om ook voor kleine kinderen wat mogelijkheden te scheppen is aan de westzijde van het eiland een ondiep spartelplasje ontworpen met een zandstrandje.

Door het buitenbeloop van de kade buiten het natuurreservaat uit te voeren als een flauw hellende zandige oever, brengt men de strook tussen de weg en het water zoveel mogelijk in overeenstemming met de behoeften van de oeverrecreatie die hier ongetwijfeld tot ontwikkeling zal komen. Ondanks het gekozen strandprofiel, met een helling van 1 : 50, en het feit dat het voorliggende water ondiep is, moet toch worden gerekend op een zekere aantasting van het strand. Ter begrenzing van deze aantasting is op een afstand van 45 m uit de wegverharding een lichte beschoeiing ontworpen van asbest-cement golfplaten en azobépalen met gordingen, die aanvankelijk grotendeels onder het zand verborgen zal zitten.

De voor de oeverrecreatie beschikbaar komende ruimte tussen de wegverharding en het water kan in drie zones worden onderverdeeld: een kleiberm van 15 m breed waarop een grasmat en wat verspreide groepen struiken, een boven water liggende zandige oeverstrook van 30 m, waarop zoveel mogelijk grasbegroeiing zal worden bevorderd teneinde het verstuiven te beperken, en tenslotte een nat strand dan wel een strook ondiep water met een zandbodem. Als in deze laatste zone gedurende de winterperiode verstuiwing zou voorkomen, zal men proberen de verstuiwing op te vangen in de begroeide zandige oeverstrook.

Voor het parkeren van auto's is op twee plaatsen een pleintje van betonklinkers voorzien, in totaal plaats biedend aan 140 auto's. Bij een drukker bezoek zullen gedeelten van de onverharde berm die aansluiten aan de parkeerplaatsen eveneens voor parkeren kunnen worden opengesteld.

Voor het langs het strand voerende wegvak zal zeker een parkeerverbod moeten worden ingesteld. Om het parkeren in goede banen te kunnen leiden is op een afstand van 6 m uit de verharding en rondom de parkeerterreinen een 'autokering' ontworpen bestaande uit korte paaltjes op een onderlinge afstand van 1 m.

In het ontwerp van de oeverstrook is tenslotte rekening gehouden met een door de gemeente Wolphaartsdijk gemaakt plan voor een circulatie-zwembad met speel- en ligweiden nabij het obstelijke einde van deze oever.

Oeververdedigingen

In de winterperiode 1969-1970 zullen in het Veerse Meer een aantal oevergedeelten, tot een lengte van in totaal ruim 6 km, worden voorzien van een verdediging tegen afslag. In voorgaande jaren werden reeds dergelijke oeververdedigingen aangelegd tot een lengte van 6,5 km. Voor recreatie- en natuurgebieden moet een oeververdediging worden beschouwd als een voorziening die strikt genomen strijdig is met de functie van de terreinen, maar die nu eenmaal moet worden getroffen teneinde te voorkomen dat ze door afslag te veel in omvang afnemen of zelfs helemaal verdwijnen. De strijdigheid ligt daarin dat zowel de recreatie als de natuurbescherming belang hebben bij geleidelijke en onder een flauwe helling in het water overgaande oevers. Brede, ondiepe vooroevers zijn verder van groot belang voor de oeverrecreatie. Een oeververdediging volgens de gebruikelijke constructie vormt echter, vooral wanneer de oever zich na enkele jaren heeft gestabiliseerd, een tamelijk steile begrenzing tussen een vrij hoge droge oever en het voorliggende water met een diepte die onder de op het Veerse Meer heersende omstandigheden tot omstreeks 1,50 m kan gaan bedragen. Voor niet-zwimmers is een waterdiepte van 80 cm echter veel geschikter. Bij de nu in uitvoering te nemen ontwerpen is zoveel mogelijk rekening gehouden met de bovengenoemde overwegingen.

Langs de voor de recreatie bestemde oevers treft men veelal een ondiepe vooroever, met een breedte van 20-80 m, die wordt begrensd door een zich ten gevolge van afslag langzaam landwaarts bewegende zomerwaterlijn op N.A.P. en een veel sneller achter-

uitgaande winterwaterlijn, op N.A.P. - 0,70 m. Waar deze situatie zich voordoet werd het zwaartepunt van de verdediging gelegd in de buurt van de winterwaterlijn, en wel zodanig dat deze verdediging 's zomers onder water verdwijnt. Langs de zomerwaterlijn kan dan worden volstaan met een summiere aanvullende verdediging. De brede ondiepe vooroever kan bij deze oplossing worden behouden terwijl de verdediging langs de zomerwaterlijn geen grote belemmering vormt voor te water gaande recreanten. De zwemmers zullen echter het ongemak dat de overschrijding van de verdediging langs de winterwaterlijn oplevert voor lief moeten nemen. De plaats van deze verdediging zal worden gemarkeerd door palen op een onderlinge afstand van 50 m.

Op plaatsen waar slechts een smalle vooroever wordt aangetroffen moest de verdediging als één geheel worden ontworpen. Na verloop van enkele jaren zal de waterdiepte langs de oever dan 1 à 1,50 m gaan bedragen. Voor kleine kinderen is dat zonder meer te diep. Overal echter waar bij deze oevers achterwaarts nog voldoende ruimte voorhanden is, zijn daarom in dergelijke verdedigingen, plaatselijk om de 200 m, verlagingen geprojecteerd tot 20 cm onder de zomerwaterspiegel. Bij deze verlagingen zal de oeverafslag dan nog enkele tientallen meters voort kunnen gaan, maar ze zal wel ophouden wanneer zich tenslotte een baivormig strandje heeft ontwikkeld.

In de natuurgebieden werd de kruin van de verdediging vrijwel over de gehele lengte iets lager ontworpen dan de zomerwaterspiegel. Ook daar zal de afslag dan nog enkele tientallen meters door kunnen gaan, maar men verwacht dat de oever zich tenslotte zal stabiliseren. Enig terreinverlies weegt hier minder zwaar dan het verlies van de flauwhellende natte oeverstrook.

De verdedigingen bestaan uit een grindbestorting op een kunststofweefsel. Zowel uit technisch als financieel oogpunt is dit systeem zeer bevredigend gebleken. Het blijft voorlopig nog de vraag of de recreanten dit grind in bevredigende mate ongemoeid zullen laten, omdat tot dusverre nog geen drukbezochte oevers van een verdediging werden voorzien. Het is echter een gelukkige omstandigheid dat de drukst bezochte oevers beschikken over een brede ondiepe vooroever, zodat daar de gelegenheid bestaat het zwaartepunt van de verdediging, en dus het meeste grind, bij de winterwaterlijn te leggen, waardoor dit grind zich 's zomers een eindweegs uit de oever onder water bevindt. Bij wijze van proef is de grindstrook langs de zomerwaterlijn bij het recreatieterrein 'De Piet' voor een groot deel vervangen door een glooiing van grindasfaltbeton. De ervaring zal moeten leren of de hogere kosten van deze constructie worden goedge maakt door geringer onderhoud.

Oeververdedigingen vormen een noodzakelijk kwaad. Uit een oogpunt van techniek zijn er in feite weinig problemen. Die komen pas wanneer getracht wordt voor een redelijke prijs iets te realiseren waardoor de bestemming van de oevers zo min mogelijk geweld wordt aangedaan.

Het verdichten van zand door middel van trillen

In nr. 48 (mei 1969) van het Driemaandelijks Bericht is geschreven over grondverdichtingsproeven in de voormalige Sophia-polder aan de Noordbevelandse oever.

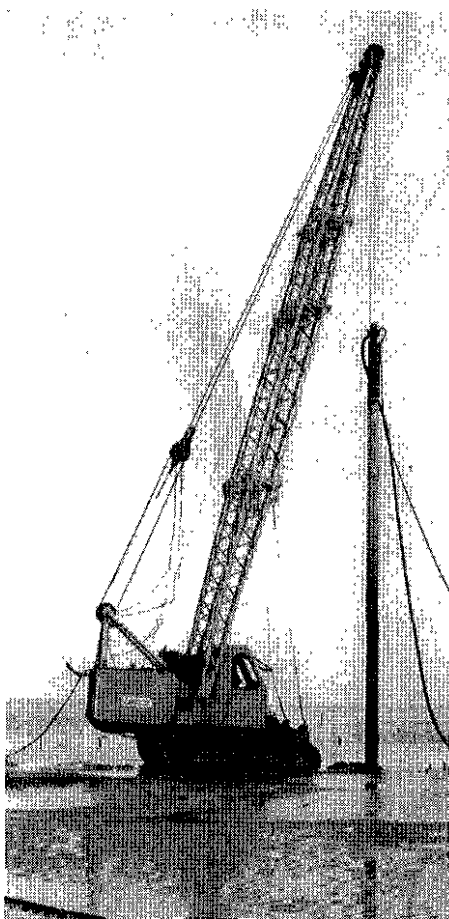
Bij die proeven werd gepoogd het zand in de ondergrond te verdichten door er met springstoffen trillingen in op te wekken. Het resultaat was evenwel teleurstellend, en daarom werd in hetzelfde gebied ook een andere werkwijze getest: de zogenaamde diepteverdichting. Bij deze methode wordt een buisvormig lichaam met een diameter van 35 cm door het spuiten van water in de grond neergelaten, waarbij de buis tegelijkertijd in trilling wordt gebracht door een ingebouwde elektromotor met excentrieken. Is de buis op de gewenste diepte aangekomen, dan wordt het spuiten gestaakt, en vervolgens wordt de buis al trillende langzaam weer omhoog getrokken. Rondom het apparaat ontstaat dan een verdichte zone in het zand. De vastere pakking van het zand veroorzaakt rondom de buis een ruimte die voortdurend vanaf het maaiveld met zand wordt aangevuld. De trillingen van de diepteverdichter hebben slechts een beperkte invloedssfeer: de verdichtingen beperken zich tot een cilindervormig gebied met een straal van hooguit enkele meters rondom de verticaal waar de buis in de grond is gebracht. Wil men de pakking in een groot gebied vaster maken, dan zal de verdichter dus op zeer veel plaatsen in de grond gebracht moeten worden. Enige ervaring met deze methode werd al opgedaan bij een zandverdichting nabij het noordelijk landhoofd van de uitwateringssluizen in het Haringvliet (Driemaandelijks Bericht nr. 40, mei 1967).

De proef met de diepteverdichter in de Sophia-polder is uitgevoerd op korte afstand van de plaats waar de ontploffingsproef werd gedaan. De keuze van dit gebied werd bepaald door de wenselijkheid dat de grondgesteldheid voor beide proeven zoveel mogelijk gelijk zou zijn. Dat dit zo was, kon worden vastgesteld aan de hand van een vooronderzoek, dat bestond uit een sondering, een dichtheidsmeting en een boring. Ook de terreinomstandigheden waren voor beide proeven dezelfde. Het maaiveld ligt ter plaatse ongeveer op N.A.P., zodat tijdens het diepteverdichten en meten rekening moest worden gehouden met de getijbeweging. Aan de metingen werd medewerking verleend door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft. De proef, die een week duurde, vond plaats in maart 1968, vlak voordat in dit gebied begonnen werd met de aanleg van een werkhaven voor de afsluiting van de Oosterschelde.

Het meetprogramma

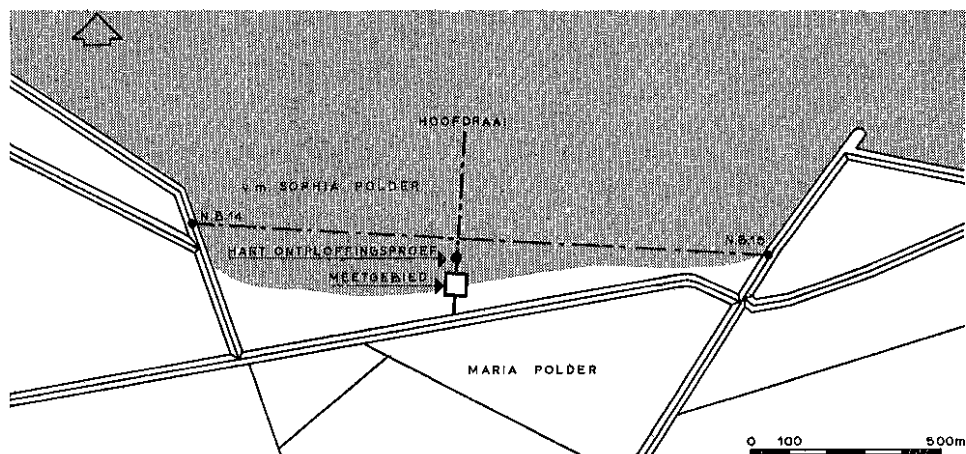
Voordat de eigenlijke proefnemingen konden beginnen diende de grondgesteldheid over het gehele gebied te worden vastgesteld. Daartoe werden negen sonderingen en dichtheidsmetingen en één boring zodanig rond de geprojecteerde verdichtingspunten gegroe-

Het verdichtingsapparaat met de verlengbuizen
hangt aan de giek van een dragline



Overzicht van het proefterrein met tril- en meet-
opstellingen





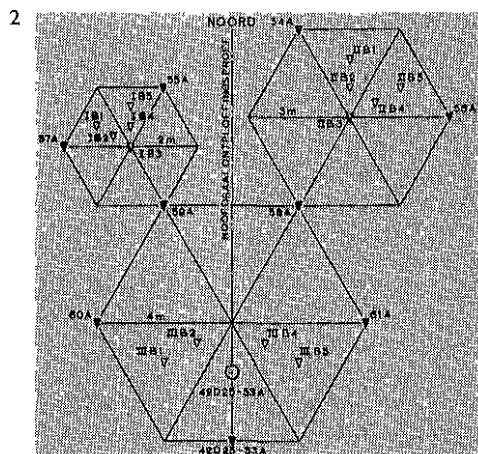
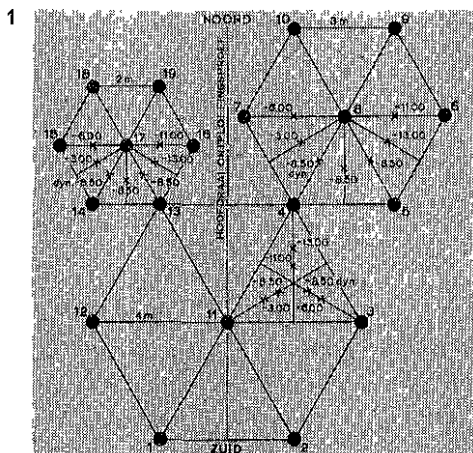
Situatie van het buitendijks gelegen proefterrein op Noord-Beveland

peerd, dat het gehele gebied er door werd ingesloten. Uit dit vooronderzoek kwam vast te staan, dat de ondergrond zeer gelijk van samenstelling was en bestond uit zand waarin plaatselijk sliblaagjes van een geringe dikte voorkwamen. Het poriegehalte varieerde weinig met de diepte en lag overwegend tussen de 39 en 43%. De conusweerstand bereikte over de verkende diepte (tot N.A.P. - 25 m) nergens hoge waarden.

Voor de eigenlijke proefnemingen werden een groot aantal waterspanningsmeters op verschillende dieptes en afstanden van de verdichtingsvertikalen in de grond gebracht. Tijdens het inspuiten van de buis en het al trillende trekken werd de informatie van deze meters vastgelegd op het fotografisch papier van een tweetal visicorders. Enkele waterspanningsmeters waren van een bijzonder type, waarmee men eventuele snelle drukfluctuaties in het grondwater kon waarnemen. Andere meters volgden de langzaam verloopende verschijnselen.

Na afloop van de proef zijn opnieuw in een groot aantal punten dichtheidsmetingen en sonderingen uitgevoerd op verschillende afstanden van de verticalen waarin getrild was. Op de situatietekeningen staan alle onderzoekpunten aangegeven; de grondmechanische verkenningen vóór de proef zijn daarin met een letter A aangeduid, en die na afloop van de proef met een letter B. Op deze tekeningen kan men ook zien in welke punten er getrild is. Steeds is een driehoekig stramien van trilpunten gevormd. De afstanden tussen de trilpunten zijn verschillend gekozen, op 2, 3 en 4 m. In de verticaal werd getrild tussen N.A.P. - 14 m en enige decimeters beneden het maaiveld. Bij de ontploffingsproef waren de springladingen ook op deze hoogte aangebracht. Op iedere diepte werd anderhalve minuut getrild met een frequentie van 50 Hz, waarna het verdichtingsapparaat een kwart meter werd gehesen. Het werk in één enkel verdichtingspunt was dus al een tijdrovende zaak. Per laagwaterperiode kon dan ook hooguit in drie verticalen verdicht worden. Om de gehele proef niet te lang te laten duren, werd besloten gedurende alle laagwaterperiodes, ook die in de nacht vielen, door te gaan met verdichten en meten. Het verdichtingsapparaat, dat zelf een lengte heeft van 3 m, was door middel van elastisch bevestigde verlengbuizen opgehangen aan de giek van een dragline.

Ter bepaling van het resultaat der proeven dienen de gegevens van het grondonderzoek

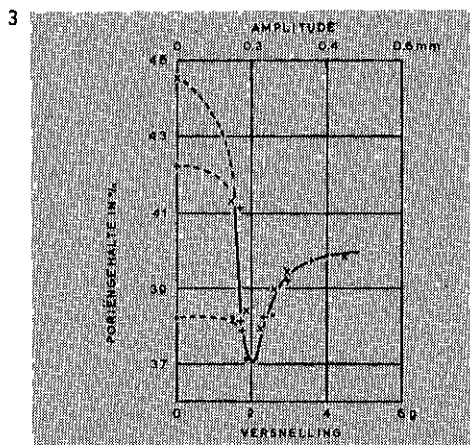


vóór en na de verdichtingsproef onderling vergeleken te worden. Bezien we eerst het terreingedeelte waar in een stramien van driehoeken met een zijde van 4 m is verdicht. In de punten III B 1 en III B 5, waar de omstandigheden gelijk zijn, is de conusweerstand nauwelijks veranderd en in enkele lagen is hij zelfs een klein beetje afgenomen. Het poriëngehalte is in deze punten alleen op een diepte van N.A.P. – 7 tot – 11 m veranderd, en wel verminderd met ca. 2%. Ook de metingen in de punten III B 2 en III B 4 laten voor wat betreft de conusweerstand weinig verandering zien, terwijl het poriëngehalte alleen in de laag van N.A.P. – 8 tot – 10,5 m met ongeveer 2% is verminderd.

De punten II B 1 t/m 5 zijn gelegen in het terreingedeelte waar de verdichtingspunten een onderlinge afstand van 3 m hadden. In dit gebied zijn zeer grote verschillen te constateren in het bereikte resultaat. In een enkel punt, II B 5, werd een zeer grote verdichting gemeten, tot zelfs 6%, terwijl ook de conusweerstand belangrijk toenam, terwijl deze grootheden in het vergelijkbare punt II B 1 bijna niet veranderden. Ook de resultaten van II B 2 en 4 vertonen een deels tegengesteld resultaat. In punt II B 2 veranderde weinig, terwijl in punt II B 4 een verbetering was te constateren in de conusweerstand, terwijl het poriëngehalte met 1 tot 3% afnam. Het verdichtingspunt zelf gaf in de bovenste lagen een hogere waarde van de conusweerstand te zien en een vermindering van het poriëngehalte met 2,5%.

De metingen I B 1 t/m 5 tenslotte zijn uitgevoerd in het gebied waar de verdichtingspunten op onderlinge afstanden van 2 m waren gekozen. In deze punten blijken de resultaten van de diepteverdichting het duidelijkst. Zoals ook verwacht mocht worden, zijn de conusweerstand en het poriëngehalte beneden het niveau waarop de diepteverdichter heeft gewerkt, dus beneden N.A.P. – 14,50 niet gewijzigd. Voor de lagen tot N.A.P. – 14,5 m is gevonden, dat het poriëngehalte in de punten I B 1 en 5 over de gehele hoogte met 2 à 4% is verminderd, en in de punten I B 2 en 4 met 3 à 4%. Ook zijn er aanzienlijk hogere conusweerstand gemeten. In het verdichtingspunt zelf, meetpunt I B 3, werd een vermindering van het poriëngehalte met ongeveer 3% geconstateerd. De toename van de conusweerstand was betrekkelijk gering.

Samenvattend kan worden gesteld, dat het diepte-verdichten zeker gunstige resultaten heeft opgeleverd. Wordt er gewerkt in een stramien van driehoeken met zijden van 4 m



1 en 2 Stramien van boringen, sonderingen, diep-
teverlichtingspunten en waterspanningsmeters

3. Verband tussen de versnelling van de trillingen
en het poriëgehalte van een zandmonster

○ BORING

▼ SONDERING EN DICHTHEIDSMETING VOOR DE PROEF

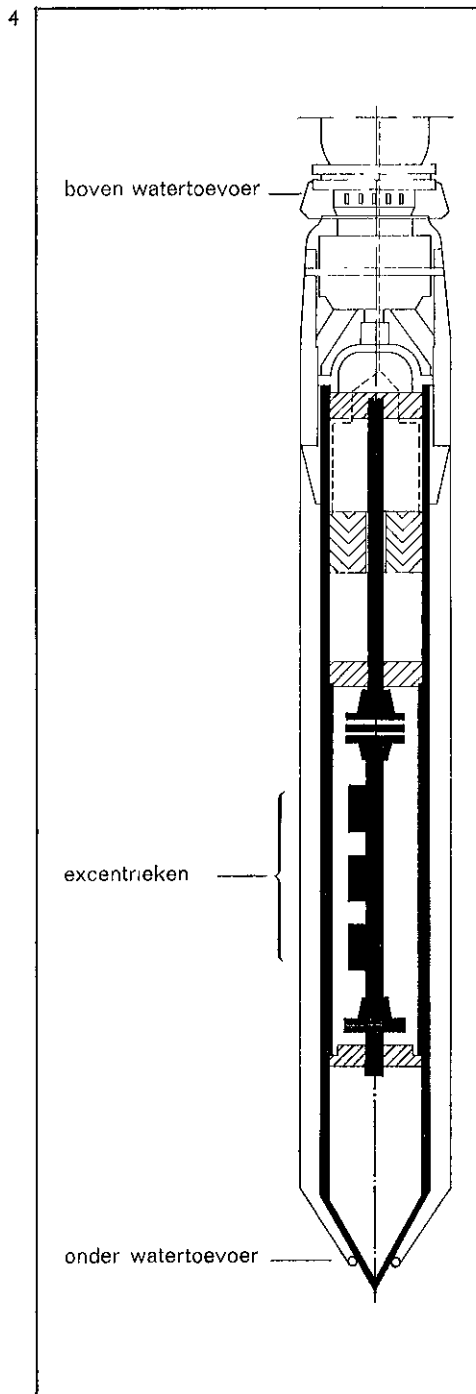
▽ SONDERING EN DICHTHEIDSMETING NA DE PROEF

● DIEP-VERDICHTINGSPUNT MET VOLGNUMMER VAN
UITVOERING

x WATERSPANNINGSMETER MET DIEPTEAANDUIDING

dyn DYNAMISCHE WATERSPANNINGSMETER

4 Doorsnede van het trilapparaat



dan treedt slechts plaatselijk, in lagen die zich daartoe lenen omdat ze weinig slib bevatten, een verdichting op. Bij een stramien van driehoeken met zijde 3 m wordt dit ook geconstateerd, hoewel het bereikte resultaat dan al belangrijk beter is. Bij een onderlinge afstand der trilpunten van 2 m tenslotte kan in alle punten over de gehele hoogte waarover de verdichter heeft gewerkt een belangrijke verbetering worden vastgesteld. De beste resultaten werden overigens ook bereikt in de lagen die weinig slib bevatten. In afwijking van hetgeen elders bij soortgelijke proeven en metingen is waargenomen, werden in het verdichtingspunt zelf geen zeer hoge conusweerstand en geringe poriëngehaltes gemeten. Mogelijk moet dit worden toegeschreven aan het gebruikte aanvulzand, waarmee de door de verdichter gevormde ruimte in de grond werd gevuld. Dit zand, dat ter plaatse van het maaiveld werd gewonnen, was namelijk verontreinigd met slib. Bij toepassing van de trilverdichting in de praktijk zal men er dan ook op moeten toezien dat schoon zand wordt gebruikt. Nabij het proefterrein was het niet aanwezig terwijl aanvoer ervan de proef nodeloos duur zou hebben gemaakt.

Ook werd geconstateerd – geheel tegen de verwachtingen in – dat in meer nabij de verdichtingspunten gelegen verticalen minder goede resultaten waren verkregen dan in de verderaf gelegen verticalen. De ervaring die men opdeed bij de bepaling van de dichtste pakking van zand wees er op dat het blootstellen van zand aan steeds groter wordende versnellingen niet steeds tot grotere dichtheden behoeft te leiden. In verband hiermee werd een enkel monster meer systematisch in deze richting onderzocht. Het bleek dat een – zelfs vrij nauw – begrensde gebied van versnellingen tot de meest gunstige resultaten voerde, hoewel anderzijds bekend is dat deze nauwe begrenzing niet voor alle zandsoorten geldt. In het terrein treden de grootste versnellingen in het verdichtingspunt op en zij nemen met toenemende afstand geleidelijk af. Mogelijk kan dit het proefresultaat verklaren, waar op grotere afstand uit het verdichtingspunt in het gebied met de geringere versnellingen met optimale uitwerking de beste resultaten werden bereikt. De versnelling is niet de enige factor die het verdichtingsproces beïnvloedt. Ook de belasting op het te verdichten materiaal blijkt van invloed te zijn en het is daarom niet uitgesloten dat de plaats waar de dragline met de verdichtingsapparatuur is opgesteld mede invloed heeft gehad op de resultaten.

De waterspanningsmeters, die gedurende het gehele verloop van de proef zijn afgelezen, gaven alleen tijdens het inspuiten van de buis met verdichtingsapparatuur een duidelijke uitslag te zien. Verder is het verloop van de waterspanningen onderzocht en nader bestudeerd met behulp van een geschematiseerde berekening, die een verband aantoonde tussen de grootte van de waterspanningen en de afstand van de plaats van het inspuiten van de buis.

Tijdens het eigenlijke verdichten werden vrijwel geen wateroverspanningen geconstateerd. Verweking is in dat stadium dan ook niet opgetreden en dus ook geen vermindering van de draagkracht van de grond.

Vergelijkt men de resultaten van de ontploffingsproef en de proef met de diepteverdichters, dan springt meteen het zeer gunstige resultaat dat met de laatste proef is bereikt, in het oog. Met de diepteverdichter is een belangrijke verbetering te bereiken van de pakkingsdichtheid van zand zoals dat aan de Noordbevelandse oever voorkomt. Men moet hier dan wel een dicht stramien van verdichtingspunten toepassen. Een onderlinge afstand van 1,5 à 2 m is vereist. Voor het opvullen van de ruimte die de verdichter in de grond maakt, dient men schoon zand te gebruiken. Wil men op grote schaal terreinen op deze wijze verdichten, dan zal dit veel geld gaan kosten. Het is dan ook jammer, dat met springstoffen niet het beoogde doel werd bereikt, althans niet in het zand van de voormalige Sophiapolder.

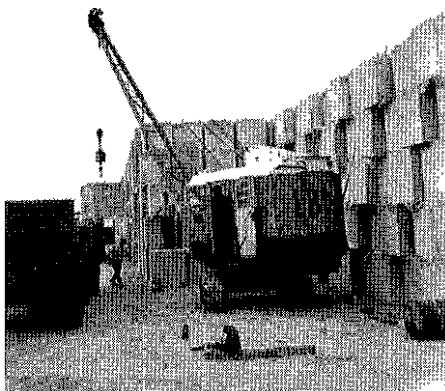
Het vervaardigen van betonblokken voor de sluiting van het Rak van Scheelhoek in het Haringvliet

In Driemaandelijks Bericht nr. 48 (mei 1969) is aandacht geschonken aan het gebruik van betonblokken bij geleidelijke sluitingen. Er is daar onder meer vermeld dat het Rak van Scheelhoek zal worden gedicht met behulp van 140 000 blokken van 1 m³ en een gewicht van 2,5 ton. Om tijdig klaar te zijn voor de sluiting in 1970, is dit jaar de fabricage van de betonblokken op gang gebracht. Grote hoeveelheden zijn al klaar, en wachten in depots op hun bestemming. Aan beide zijden van het sluitgat werden depots gemaakt, want het is de bedoeling dat de gondels van de kabelbaan aan de twee oevers van het Rak van Scheelhoek beladen worden. Bij het doorlopen van het circuit zal een gondel dus tweemaal een lading blokken in het sluitgat deponeren.

Zowel aan de noord- als aan de zuidzijde wordt een hoeveelheid van 70 000 blokken, de helft dus van de totale hoeveelheid, in depot opgeslagen. Aan de noordzijde worden deze depots gemaakt op het plateau van Voorne, een op het strand tegen de duinen opgespoten terrein, waar één der eindstations van de kabelbaan is gemaakt. Deze blokken bevinden zich dus vlakbij de plaats waar ze aan de gondels moeten worden aangehaakt. Aan de zuidzijde van het sluitgat, waar de kabelbaan zijn beëindiging vindt tegen het landhoofd van de uitwateringssluizen, is niet voldoende ruimte voorhanden om een hoeveelheid van 70 000 blokken binnen onmiddellijk bereik te brengen. Daarom wordt voor deze beladingsplaats een depot gemaakt op een terrein nabij de vissershaven van Stellendam, op een afstand van ruim 2 km. Via de weg over de uitwateringssluizen kunnen de blokken op de dag dat ze nodig zijn worden aangevoerd.

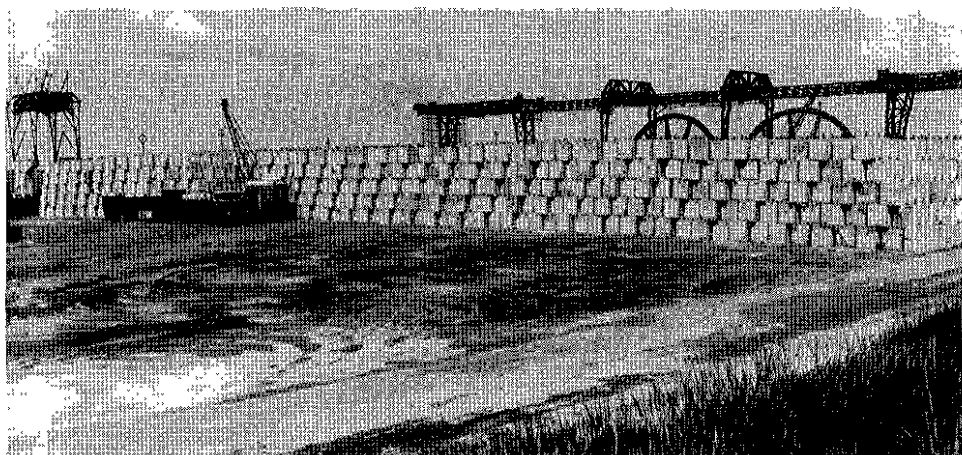
In het bestek werd voor het vervaardigen van de blokken een terrein ter beschikking gesteld nabij de werkhaven te Hellevoetsluis voor de partij aan de noordzijde van het sluitgat, terwijl voor de partij aan de zuidzijde een terrein langs de vissershaven te Stellendam werd gereserveerd, waarvan de aannemer desgewenst gebruik kon maken. De alternatieve mogelijkheid werd evenwel opengelaten dat de blokken op de depotterreinen zelf zouden worden gestort of op elders gelegen terreinen. Bij de aanbesteding werd de voordeligste aanbieding verkregen van een firma die zijn inschrijving had gebaseerd op het plan het grootste deel van de voor het Voornse plateau bestemde blokken te vervaardigen op een terrein nabij een tot het bedrijf behorende betoncentrale in Noord-Brabant. Een kleiner deel van deze partij zou worden gestort op het produktieterrein bij de werkhaven te Hellevoetsluis. De partij aan de Stellendamse zijde zou niet worden gestort op het aangewezen produktieterrein, maar op het depotterrein.

Stapeling van uit Brabant aangevoerde blokken op
het plateau van Voorne



Een truckmixer stort beton in de houten bekisting





De blokkenvoorraad op het plateau van Voorne. Op de achtergrond het vaste railgedeelte van de kabelbaan

Het lag voor de hand dat de aannemer zijn eigen betoncentrale wilde inschakelen; hij koos daartoe een produktiesysteem waarbij met truckmixers kon worden gewerkt. Ook voor de andere produktieplaatsen waren tijdelijke centrales gepland en voerde de aannemer een stortsysteem in waarbij werd gewerkt met truckmixers.

Om het mengen en storten met truckmixers mogelijk te maken stelde de aannemer voor, de in het bestek voorgeschreven betonsamenstelling iets te wijzigen door het cementgehalte op te voeren tot 200 kg per m³ beton. Tengevolge van de minder schrale mengsamenstelling werd het beton voortaan goed uit mixers verwerkbaar. Het beton wordt gestort in houten bekistingmallen zonder bodem die door middel van een zeer eenvoudig koppelingssysteem tot een lange rij worden samengesteld. De mallen bestaan uit langsschotten en dwarschotten van Fins berkehout die door middel van aan de buitenzijde op de schotten bevestigde stalen hoekijzers met een eenvoudige wigconstructie tot een vierkante mal worden samengesteld. Daar het storten geschiedt op betonnen werkvloeren konden de mallen bodemloos worden uitgevoerd; wel wordt, om aanhechting van het blok aan de vloer te voorkomen, vooraf een baan plastic uitgerold op de bodem van een rij te storten blokken. De verdichting van het beton geschiedt met elektrische trilnaalden die in het beton worden gestoken. Een etmaal na het storten worden de blokken ontkist; dan volgt nog een verharding van 5 à 7 dagen alvorens ze worden vervoerd naar de depots.

Vanaf de betoncentrale in Brabant naar het Voornse plateau, een afstand van ± 90 km, geschiedt het vervoer per vrachtautocombinatie. Per rit worden door de combinatie 11 blokken vervoerd, met een totaalgewicht van ruim 25 ton. Van het werkterrein te Hellevoetsluis naar het Voornse plateau worden vrachtauto's zonder aanhangwagens gebruikt. Op het Stellendamse terrein, waar de blokken op het depotterrein worden gestort, hoeft geen vrachtvervoer plaats te vinden. Hier kunnen de blokken rechtstreeks door een kraan worden opgepakt van de plaats waar ze gestort zijn, en in een tas worden gestapeld. De stapeling vindt plaats in lange rijen van 5 blokken hoog. De blokken worden daarbij in klezorverband gezet, waardoor een min of meer monolitische werking van de gehele tas ontstaat en eventuele zakking van het terrein zo gelijkmatig mogelijk plaats zal vinden

Verhoging en verzwaring van de zeedijk van het voormalig waterschap 'Stoppeldijk'

De zeedijk van het voormalig waterschap 'Stoppeldijk' langs de Westerschelde in Oost-Zeeuwsch-Vlaanderen vormt, tezamen met de reeds eerder verzwaaarde dijk van het voormalig waterschap 'De Vereenigde polders van Ossensisse', de op het westen gelegen waterkering van het waterschap 'Hulster Ambacht', van welke waterkering beide dijkvakken na de concentratie van waterschappen deel uitmaken.

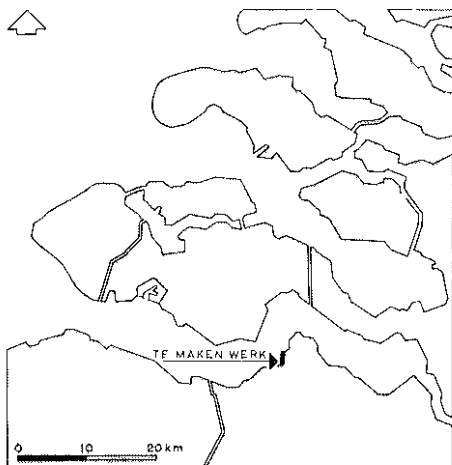
Voor de dijk bevindt zich een laaggelegen slik, 400 tot 1200 m breed, dat bij hoogwater geheel onderloopt. Onmiddellijk achter de dijk strekte zich voorheen over de gehele lengte het afwateringskanaal van het afwateringsgebied Stoppeldijk uit, dat nabij het noordelijke einde van het dijkvak door middel van een uitwateringssluis en een dieselgemaal met een capaciteit van 180 m³/min. in de Westerschelde loosde.

Tijdens de stormvloed van 1 februari 1953 ontstonden in dit dijkvak een tweetal stroomgaten met een gezamenlijke lengte van 110 m en een diepte van N.A.P. - 3 m, die in directe verbinding stonden met het afwateringskanaal. Door het bezwijken van een ten oosten van het kanaal gelegen binnendijk werden de Ser Arendspolder, de Hooglandpolder en de Rummersdijkpolder geïnundeerd. Bovendien kon de op ongeveer een kilometer ten zuiden van dit dijkvak in het afwateringskanaal aanwezige wachtsluis, waarachter het laaggelegen 6700 ha grote afwateringsgebied Stoppeldijk is gelegen, slechts met grote moeite worden behouden.

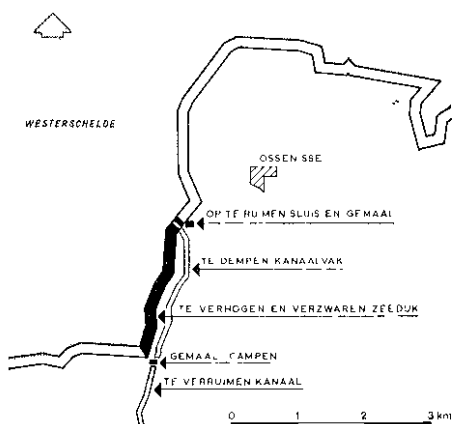
Tijdens het rampherstel is de op de 4,95 m hoge kruin aanwezige 'De Muralt'-muur, die reikte tot N.A.P. + 6,10 m, verwijderd. De dijk werd door middel van een zandaanvulling verhoogd tot N.A.P. + 6,50 m en de glooiing met betonblokken van N.A.P. + 3 m tot N.A.P. + 3,80 m opgetrokken. In een later stadium is een gedeelte van het afwateringskanaal tot enkele tientallen meters uit de binnenteen landwaarts verlegd.

Ondanks deze verbeteringen behoorde het dijkvak tot de zwakste gedeelten van de waterkering in Oost Zeeuwsch-Vlaanderen. De dijk had steile belopen en een minimale kleibekleding. Maar vooral het 2 km lange grote afwateringskanaal, dat vlak achter de zwaar aangevallen dijk liep, maakte de situatie bedenkelijk.

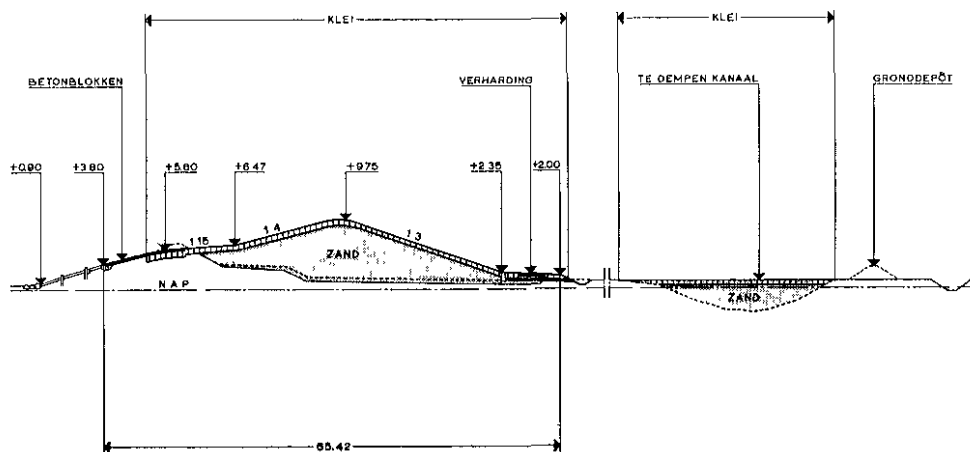
Als eerste maatregel van beveiliging is dan ook, voorafgaande aan de thans in uitvoering zijnde dijkverbetering, het lozingspunt van het afwateringsgebied 'Stoppeldijk' verplaatst naar het zuidelijk einde van het dijkvak. In september 1967 werd daar het nieuwe dieselgemaal 'Campen', met een capaciteit van 560 m³/min, in gebruik genomen. Het achter de dijk gelegen gedeelte van het afwateringskanaal werd daarmee over-



Situatie van het te verzwaren dijkgedeelte



Situatie van de verschillende onderdelen van het uit te voeren werk



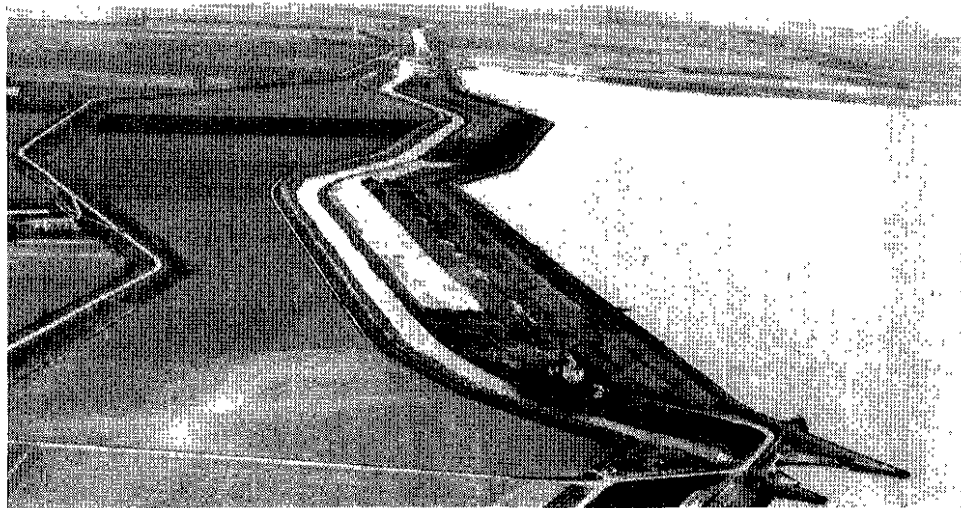
bodig; het is inmiddels gedempt en de uitwateringssluis en het oude gemaal zijn gesloopt. De bij de uitmonding van de sluis liggende dammen zijn geslecht.

De verhoging en verzwaring van de zeedijk worden aan de landzijde uitgevoerd en volgen het tracé van de oude dijk. Het dijkvak heeft een lengte van ± 2 km. De kruin is ontworpen op N.A.P. + 9,75 m, hij wordt 2,50 m breed. Het bestaande waterbeloop wordt onder een helling van 1 : 4 opgetrokken van N.A.P. + 3,80 m tot N.A.P. + 5,80 m en bekleed met betonblokken van 50 x 50 x 20 cm. De buitenberm, waarvan de voorrand komt te liggen op N.A.P. + 5,80 m, krijgt een breedte van 10 m en een helling van 1 : 15. Aansluitend aan het waterbeloop wordt een strook ter breedte van 2,50 m verdedigd met betonblokken; ze kan dan tevens dienst doen als rijstrook voor onderhoudswerk aan de glooiing. Wordt het buitenbeloop aangelegd onder een helling van 1 : 4, het binnenbeloop verkrijgt een helling van 1 : 3. Op de 8,50 m brede binnenberm wordt een onderhoudsweg aangelegd met een verharding van 3 m breed. De verzwaring wordt uitgevoerd in zand en afgedekt met een kleibekleding, die aan de buitenzijde en op de kruin 80 cm dik zal zijn en op het binnenbeloop 60 cm.

Het te dempen gedeelte van het afwateringskanaal wordt volgespoten met zand en afgedekt met 60 cm teelaarde. De benodigde 691 000 m³ zand wordt gezogen in de Westerschelde, aan de rechter oever van het Gat van Ossensisse. De benodigde bekledingsklei wordt onttrokken aan het onder het nieuwe dijklichaam vallende maaiveld voorzover de grond er daar geschikt voor is. Wat men daarna nog aan klei tekort komt wordt ontleend aan een op een afstand van 500 m van het werk tevoren aangelegd kleidepot.

Het hier beschreven werk werd op 20 december 1967 door het bestuur van het waterschap 'Hulster Ambacht' aanbesteed. De laagste inschrijver was de firma Van Hattum en Blankvoort n.v. te Beverwijk, aan welk bedrijf het werk voor een bedrag van f 2 959 000,— (zonder verrekening van wijziging in lonen en sociale lasten) werd gegund. Op 1 februari 1968 is met de werkzaamheden begonnen. Het werk moet op 1 oktober 1969 voor de eerste maal worden opgeleverd.

Het werk in uitvoering, gezien van noord naar zuid



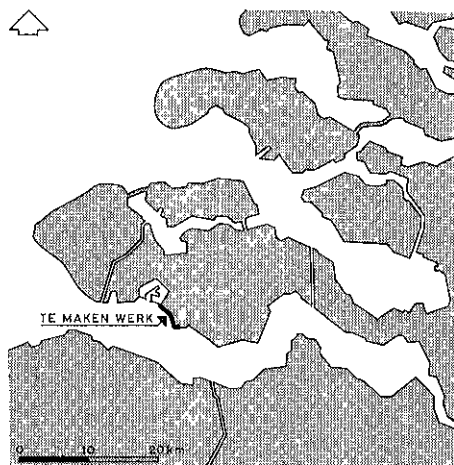
Versterking van een gedeelte van de zeedijk van de calamiteuze polder Borssele en van de zeedijk van de Van Citterspolder op Zuid-Beveland

De versterking van dit ruim 4 km lange dijkvak is uitgevoerd in twee gedeelten: in 1963 werd een aanvang gemaakt met het op delta-afmetingen brengen van het 2186 m lange westelijke gedeelte van de langs de Westerschelde gelegen zeedijk van de calamiteuze polder Borssele, terwijl in 1966 een aanvang werd gemaakt met het verhogen en verzwaren van een nog resterend gedeelte van die zeedijk, 224 m lang, en de daarop aansluitende zeedijk van de Van Citterspolder vanaf de binnendijk bij de zogenaamde Noordnol tot de havendam van het Zuid-Sloe, een lengte van 2626 m.

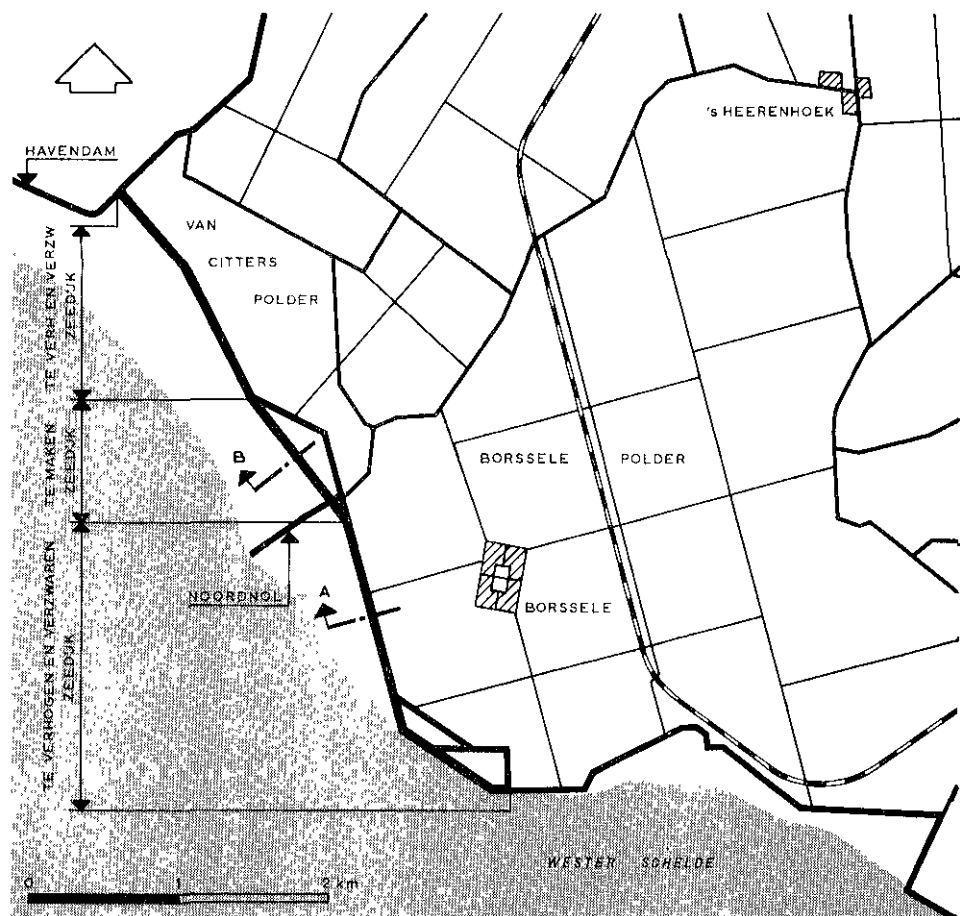
De zeedijk van de calamiteuze polder Borssele is in beheer bij de Waterkering van de calamiteuze polder Borssele, voor welke Waterkering het technische werk wordt verricht door de technische dienst van het Waterschap De Brede Watering van Zuid-Beveland te Goes. De plannen voor de versterking van het hiervoor bedoelde dijkvak van de calamiteuze Borsselepolder zijn, evenals die voor de versterking van de zeedijk van de Van Citterspolder, welke zeedijk in beheer en onderhoud is bij het waterschap De Brede Watering van Zuid-Beveland, opgemaakt en uitgewerkt door de technische dienst van dit waterschap, in nauw overleg met Rijkswaterstaat en Provinciale Waterstaat. Het versterkte dijkgedeelte van de calamiteuze Borsselepolder had een tamelijk zwaar profiel, voornamelijk veroorzaakt door een 10 tot 15 m brede buitenberm, gelegen op een hoogte van N.A.P. + 3,50 m tot N.A.P. + 4 m; overigens had de dijk een steil binnenbeloop van 1 : 1,6, een 2 m brede kruin reikende tot N.A.P. + 6,10 m, een buitenbeloop van 1 : 2,5 à 1 : 3 en een onderwaterbeloop van 1 : 3,5 tot 1 : 4.

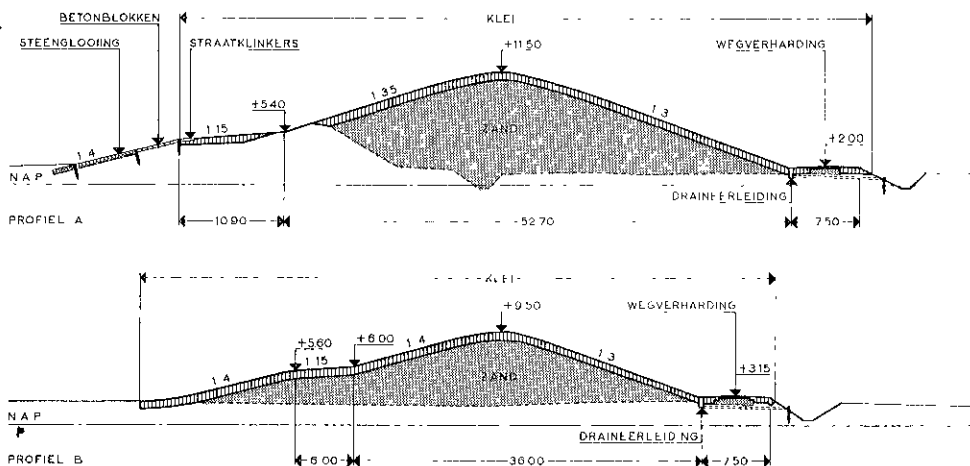
De ligging van dit dijkvak ten opzichte van de stormstreek alsmede de grote diepte van de vooroever hebben ertoe genoodzaakt de hoogte van de kruin voor sommige dijkgedeelten te bepalen op N.A.P. + 9,50 m en op een bepaald punt zelfs op N.A.P. + 11,50 m. Deze kruin is daarmee de hoogste van alle versterkte en nog te versterken zeedijken van Zuid-Beveland. De kruin van de dijk verkreeg een breedte van 2,50 m, het binnenbeloop een helling van 1 : 3 en het buitenbeloop een helling van 1 : 3,5, terwijl de buitenberm met een breedte van 9 à 11 m werd aangelegd op een hoogte van N.A.P. + 4,67 m tot N.A.P. + 5,40 m. De steenglooïng werd onder een helling van 1 : 4 met 25 cm dikke betonblokken opgetrokken tot de hoogte van de buitenberm en daaraan aansluitend werd op die berm een steenstrook aangebracht van straatklinkers ter breedte van 1,50 m. Op de 7,50 m brede binnenberm werd zoals gebruikelijk een 3 m brede onderhouds- en inspectieweg aangelegd. De verzwarening van het dijkvak vond aan de landzijde plaats

Situatie van het te verzwaren dijkgedeelte



Situering van de onderdelen van het werk





Dwarsprofielen A en B

door het aanbrengen van een zandlichaam afgedekt met een kleibekleding. Het benodigde zand werd in de Westerschelde gewonnen. Een deel van de langs de zeedijk gelegen landerijen was reeds in eigendom van de Waterkering van de calamiteuze polder Borssele; de overige voor het werk benodigde gronden moesten worden aangekocht.

De zeedijk van de Van Citterspolder, welke aan de zeezijde wordt begrensd door een schor met een hoogte van ca. N.A.P. + 2,50 m, had een zeer steil binnenbeloop van 1 : 1,5, een tot een hoogte van N.A.P. + 5,70 m reikende kruin met een breedte van 1,20 m en een buitenbeloop van 1 : 2,7. De dijk was voorzien van een lage buitenberm op N.A.P. + 3 m en een 4 m brede binnenberm op N.A.P. + 2 m. In het dijklichaam bevonden zich een 18-tal betonnen bunkers en geschutstellingen, zodat de zee-wering mede gezien de geringe afmetingen in een minder zeewaardige toestand verkeerde.

De hoogte van de kruin van de nieuwe dijk van de Van Citterspolder werd bepaald op N.A.P. + 9,50 m voor het 2 km lange dijkvak grenzend aan de Borsselepolder en voor het overige gedeelte verlopend van N.A.P. + 9,50 m naar N.A.P. + 6,75 m nabij de oostelijke havendam van de zeehaven Vlissingen-Oost. De kruin verkreeg een breedte van 2,50 m, het binnenbeloop een helling van 1 : 3, en het buitenbeloop, zowel boven als onder de buitenberm, een helling van 1 : 4. De breedte van de buitenberm, die is aangelegd op een hoogte van N.A.P. + 5,60 m tot N.A.P. + 6 m, bedraagt 6 m. Op de 7,50 m brede, op N.A.P. + 3 m gelegen binnenberm is een 3 m brede beheersweg aangelegd. Het dijk-vak werd aan de zeezijde verzwaaard door het aanbrengen van een zandlichaam afgedekt met een kleibekleding. Het benodigde zand werd in de Westerschelde gewonnen.

Teneinde een beter tracé te verkrijgen werd de nieuwe dijk over een lengte van 1 km over een schor aangelegd, waardoor 7,5 ha terrein werd ingepolderd. Behalve enkele tot de eigendommen van de Waterkering behorende kleine percelen, moesten de voor de uitvoering van het werk benodigde schorgonden door het Waterschap De Brede Watering van Zuid-Beveland worden aangekocht, met uitzondering van die gronden die aan de Domeinen toebehoren en die aan het Waterschap ter beschikking werden gesteld. In verband met de door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft voorspelde zettingen van de ondergrond tijdens en na de uitvoering van het werk, werd aan de kruin van de zeedijk van Borssele een overhoogte gegeven variërende van 90 tot 120 cm. De



overhoogte bedroeg voor de aan Borssele aansluitende kruin van de dijk van de Van Citterspolder, over een lengte van 1300 m, gemiddeld 80 cm en voor het overige deel van de dijk gemiddeld 15 cm.

Op 19 april 1963 werd de versterking van het 2186 m lange dijkvak van de calamiteuze polder Borssele door de Waterkering aanbesteed. Het werd op 23 april 1963 gegund aan de laagste inschrijver, de N.V. Zand Transport Maatschappij te Breda, voor een bedrag van f 2 871 000,-. In de aannemingssom was onder meer begrepen het leveren en verwerken van 775 000 m³ zand en het verwerken van 131 400 m³ klei, waarvan 130 000 m³ uit het werk moest worden ontgraven. Voorts behoorde tot de te verrichten werken het maken van 9800 m² betonblokkenglooïing, waarvoor de materialen door de Waterkering ter beschikking van de aannemer werden gesteld. Bovendien moest 4200 m² bestaande basalt- en Vilvoordse glooïing worden opgenomen en herzet, en over een oppervlakte van 190 m² een steenglooïing van Portugees graniet worden aangebracht. De eerder vermelde steenstrook van straatklinkers had een oppervlakte van 3590 m² en de wegverhardingen een oppervlakte van ca. 9000 m². Het werk, uitgevoerd onder directie van de technische dienst van het waterschap, is op 1 juli 1966 geheel voltooid opgeleverd. De Waterkering van de calamiteuze Borsselepolder heeft, vooruitlopend op de totstandkoming van een wettelijke bijdrageregeling, een overschot van 100 % ontvangen op de te zijner tijd te verlenen rijksbijdrage.

De versterking van de zeedijk van de Van Citterspolder en van het resterende gedeelte zeedijk van de calamiteuze polder Borssele werd op 12 mei 1966 door het Waterschap en de Waterkering aanbesteed en gegund aan de laagste inschrijver, de N.V. Van Hattum en Blankevoort te Beverwijk, voor f 2 837 000,-. In de aannemingssom was onder meer begrepen het leveren en verwerken van 630 000 m³ zand, het verwerken van 40 000 m³ in het werk aanwezige zand en het ontgraven en verwerken van 133 000 m³ klei. Mede tot de verplichtingen van de aannemer behorende het maken van 5000 m² steenglooïing, waarvan 3300 m² van aanwezige steen en 1700 m² van betonblokken, welke ter beschikking van de aannemer werden gesteld.

Overigens moest door de aannemer het onder-buitenbeloop van de dijk langs het schor tot een hoogte van N.A.P. + 4 m, over een oppervlakte van 28 000 m², worden voorzien van een winterkrammat, zulks in verband met het feit dat de dijk aldaar niet werd verdedigd, terwijl 10 650 m² wegverharding moest worden aangebracht.

Het werk, dat eveneens is uitgevoerd onder directie van de technische dienst van het waterschap, werd op 1 december 1967 voor de eerste maal opgeleverd; de eindoplevering vond plaats op 1 juni 1968.

Van de aannemingssom kwam 14,18 % voor rekening van de Waterkering en 85,82 % ten laste van het Waterschap. Als voorschot op de te zijner tijd krachtens een nog tot stand te brengen bijdrage-regeling te verlenen rijksbijdrage werd 100 % van de kosten van uitvoering aan de Waterkering vergoed en 75% van die kosten aan het Waterschap.

Het verloop van de waterbeweging gedurende de afsluiting van de Lauwerszee. Vergelijking tussen voorspelling en berekening

De wijze waarop de Lauwerszeedijk in mei van dit jaar is gesloten – met behulp van een vijftiengigtal doorlaatcaissons – en de manier waarop de plaatsingen zijn uitgevoerd, werden in het vorige nummer van het Driemaandelijks Bericht uitvoerig behandeld. Thans zal breedvoeriger worden gesproken over de hydraulische aspecten van de sluiting. Evenals bij de afsluiting van het Volkerak is het verloop van de waterbeweging gedurende de afsluiting van de Lauwerszee van te voren berekend. Om de risico's bij het plaatsen der caissons zoveel mogelijk te beperken is het vooral noodzakelijk om de waterbeweging voor en gedurende het moment van kentering zo nauwkeurig mogelijk te voorspellen. De caissons kunnen in beginsel worden geplaatst zowel op de hoogwaterkentering, die na het hoogwater optreedt, als op de laagwaterkentering, vlak na laagwater. Om te bepalen welke van deze twee mogelijkheden de voorkeur verdient, is het van belang de tijdsduur te kennen waarin de snelheden vóór het moment van kentering teruggelopen zijn tot minder dan een halve meter per seconde, en ook de tijd die een caisson nodig heeft om op de drempel te zakken. Uit de berekeningen was gebleken dat de beschikbare tijdsduur bij de hoogwaterkentering in het algemeen ongeveer 5 minuten langer was dan bij de laagwaterkentering. De zinktijd van de caissons was, vanwege de langere af te leggen zinkweg, bij hoogwater ook langer: 8 minuten tegenover 6 minuten bij de laagwaterkentering.

Er was op beide kenteringen voldoende tijd beschikbaar om de noodzakelijke manoeuvres met de caissons uit te voeren. Wel werd gedurende de afsluitingsperiode de ervaring opgedaan, dat de hoogwaterkentering nauwkeuriger kon worden voorspeld. In de praktijk is ook inderdaad van beide mogelijkheden gebruik gemaakt. Hoewel de getijberekeningen konden worden uitgevoerd met behulp van het elektrische analoog-model de 'Deltar', heeft men er toch de voorkeur aan gegeven, de berekeningen op de traditionele manier, zonder hulp van een computer, uit te voeren.

De berekeningen konden hier ook zonder hulp van het analoog snel worden gemaakt, omdat ze een tamelijk klein afgesloten gebied betroffen. De belangrijkste moeilijkheid betrof de vaststelling van de afvoercoëfficiënten van de caissons, die bovendien met het verloop van het getij verandering ondergingen. Om de invloed daarvan te bepalen moest een groot aantal variatieberekeningen worden uitgevoerd. Een andere reden om de Deltar niet te gebruiken hield verband met de moeilijkheden bij de voorspelling van het getij.

Bespreken we nu eerst het voorbereidende werk waarop het programma voor de plaatsing der caissons is gebaseerd. Voor deze berekeningen was het verloop van de getij-

beweging in het Lauwerszeegebied in de situatie die voorafging aan de sluitingsperiode maatgevend.

Na de sluiting van het oostelijk deel van de dam, tussen Lauwersoog en de kust van Groningen, vond het vullen en ledigen van het bekken van de Lauwerszee alleen nog plaats door het uiteindelijke sluitgat van de Lauwerszeedijk, dat een breedte had van 880 m en een drempelhoogte van N.A.P. – 6,50 m. Het Vaarwater naar Oostmahorn was de hoofdgeul voor de vulling en lediging van het Lauwerszeebekken. Het Robbengat functioneerde als secundaire geul; dit water mondde uit in het oostelijk deel van het sluitgat en vulde en ledigde het gebied ten zuiden van de oostelijke dam. De stroming van en naar het Robbengat veroorzaakte een onregelmatig stroombeeld in het sluitgat, vooral wat betreft de richting van de stroom. De Zoutkamperlaag, de hoofdgeul van het Waddengebied tussen Schiermonnikoog en Friesland, en het Friese Zeegat vormden de verbinding van het sluitgat met de Noordzee. De afstand tussen het sluitgat en de uitmonding van de Zoutkamperlaag in het Friese Zeegat bedroeg maar 9 km. Deze korte afstand tot de Noordzee maakte het verticale getij aan de buitenzijde van het sluitgat direct afhankelijk van de getijbeweging op de Noordzee, waardoor storingen als gevolg van meteorologische invloeden praktisch niet gedempt werden, en zich direct in het Lauwerszeebekken deden gevoelen. De voorspellingen van de getijden en de tijden van de kentering voor die dagen waarop caissons zouden worden geplaatst, konden daardoor aanmerkelijk gaan verschillen met de werkelijk voorgekomen getijden en kenteringstijden. Het dichtstbijzijnde waarnemingspunt bij de Noordzee was de registrerende peilschaal bij de Engelsmanplaat, ongeveer ter hoogte van de uitmonding van de Zoutkamperlaag in het Friese Zeegat. Voor de voorspelling van de getijbeweging in het sluitgat vóór en tijdens de sluitingsoperatie waren tevens registrerende peilschalen geplaatst aan de buiten- en binnenzijde van het sluitgat, in de Slenk – een geul midden in de Lauwerszee – en aan het einde van het Nieuwe Robbengat.

De belangrijkste getijgegevens vindt men in de volgende tabel (in cm t.o.v. N.A.P.)

Engelsmanplaat	Buitenzijde sluitgat					
	L.W.	H.W.	tijverschil	L.W.	H.W.	tijverschil
springtij	– 142	+ 100	242	– 155	+ 110	265
gemiddeld getij	– 128	+ 86	214	– 140	+ 95	235
doodtij	– 105	+ 71	176	– 115	+ 80	195

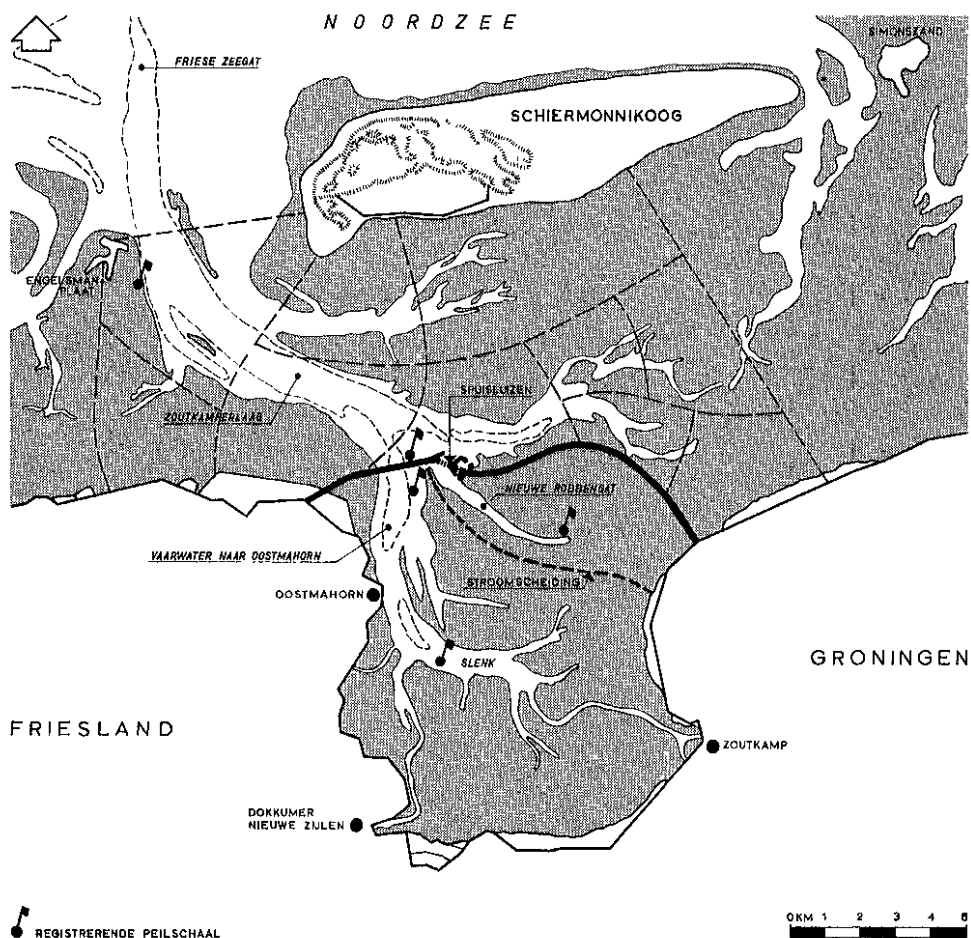
De dagelijkse ongelijkheid in het astronomische laag- en hoogwater en de verhoging of verlaging van de middenstand door de windinvloed op de Noordzee kunnen in dit gebied zeer belangrijk zijn, zodat grote verschillen kunnen optreden in de getijden gedurende opeenvolgende dagen. Uit de waarnemingen is gebleken dat de laagwaterstanden bijna gelijktijdig optraden in de Zoutkamperlaag en in het bekken van de Lauwerszee, hetgeen wijst op een grote voortplantingssnelheid. De voortplantingstijd van het hoogwater van de Engelsmanplaat tot aan de buitenzijde van het sluitgat bedroeg daarentegen 20 tot 30 minuten, en vandaar tot naar Zoutkamp nog eens ruim 20 minuten; de voortplantingssnelheid van het hoogwater was derhalve veel geringer.

In de volgende tabel zijn enkele gegevens over vloed- en ebvolume en maximaal vloed- en ebdebiet bijeengezet.

Van het ebvolume door het sluitgat was 80% afkomstig uit het Vaarwater naar Oostmahorn, en 20% uit het Robbengat. Bij vloed was de invloed van het Robbengat wat ge-

	L.W.	H.W.	L.W.	max. vloed debiet m ³ /sec.	volume milj. m ³	max. eb debiet m ³ /sec.	volume milj. m ³
gemiddeld getij 16 juli 1968	- 124	127	- 128	9 750	153	10 000	151
doodtij 18 juli 1968	- 133	95	- 124	8 300	128	8 700	125
19 juli 1968	- 120	87	- 107	8 100	125	8 250	117
springtij 5 oktober 1968	- 151	117	- 165	9 700	142	10 950	154

Fig. 1 De stroomgeulen in het Lauwerszegebied. Voor de berekeningen werd het gebied schematisch ingedeeld in vakken



ringer. Deze stromen waren uiteraard in hoofdzaak afhankelijk van de komberging van het Lauwerszeegebied als functie van de waterstand, zoals weergegeven in fig. 2.

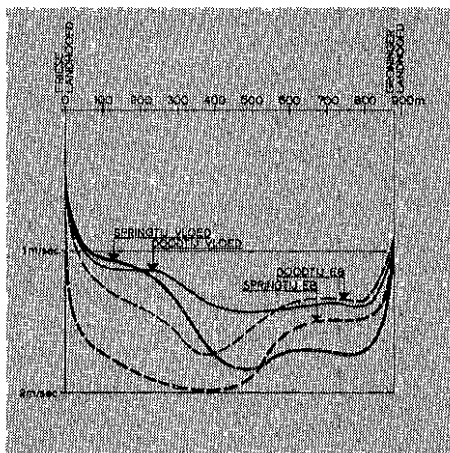
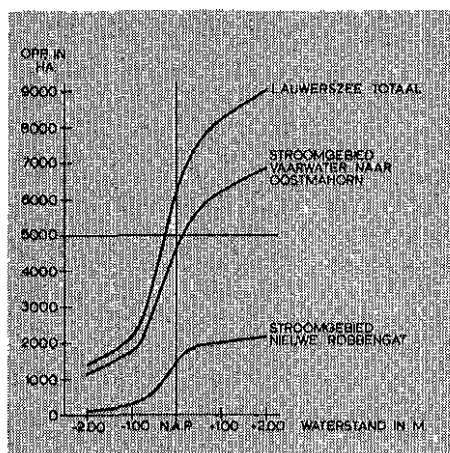
Het genoemde verschil in voortplantingssnelheid tussen het hoog- en het laagwater veroorzaakte dat de duur van de ebstroom in het sluitgat 40 tot 60 minuten geringer was dan die van de vloedstroom. De kortere ebduur en het optreden van de maximale ebstroom bij een lagere waterstand dan de vloedstroom had tot gevolg dat de maximale ebsnelheid nogal wat hoger was dan de maximale vloedsnelheid. Dit bleek ook uit de gemeten maximale snelheden gemiddeld in de verticaal in het midden van het sluitgat bij het doottij van 18 juli 1968 en het springtij van 5 oktober 1968, met respectievelijk ebsnelheden van 1,70 en 2 m/sec en vloedsnelheden van 1,40 en 1,80 m/sec.

Om dezelfde reden was de vloedkenteringsduur, na hoogwater, wat groter, dus voor de plaatsing van caissons wat gunstiger dan de ebkenteringsduur, na laagwater.

Het verloop van de snelheid over de breedte van het sluitgat is een ander belangrijk gegeven voor het plaatsingsprogramma van caissons, mede in verband met de ontgroning die verwacht kan worden ter plaatse van de caissons en aan het kopeinde van een caissonrij.

In fig. 3 is het verloop weergegeven van de snelheid ten tijde van het maximum, zowel voor vloed als voor eb, bij doottij en springtij. Uit deze figuur blijkt dat de verdeling onregelmatig verliep. Zowel bij vloed als bij eb viel de maximale snelheid evenwel in het midden. In het oostelijk deel was de vloedsnelheid het grootste, in het westelijk deel de ebsnelheid. Ook de tijd van de kentering viel niet overal in het sluitgat gelijk. Tijdens de hoogwaterkentering konden verschillen van 10 tot 20 minuten voorkomen. Bij de laagwaterkentering waren de variaties geringer. Getijberekeningen werden uitgevoerd voor die dagen in de periode vóór de afsluiting waarop ook getijmetingen zijn uitgevoerd, zowel bij springtij, gemiddeld getij als doottij. Vervolgens werden er getijberekeningen uitgevoerd voor bepaalde gevallen die bij de afsluiting zouden voorkomen: een volledig open sluitgat, de toestand als er 17, en als alle 25 caissons zouden zijn geplaatst. Afzonderlijke berekeningen werden gemaakt voor het geval de spuisluisen gedurende de ebperiode open dan wel gesloten zouden zijn. Het doorstroomoppervlak van deze sluisen bedraagt bij N.A.P. 600 m². In de vloedperiode moesten de sluisen om technische redenen steeds gesloten zijn.

Door de plaatsing van open caissons werd de stroomopening in het sluitgat geleidelijk beperkt. De totale doorstroombreedte van een caisson bedroeg 28,70 m; de bodemhoogte in het sluitgat bedroeg na het plaatsen der caissons N.A.P. - 4,50 m. De bepaling van de afvoercoëfficiënt van de doorlaatcaissons en van het sluitgat naast de caissons was zeer moeilijk, als gevolg van scheve aanstroming, contractie, bodemwrijving, en bij de caissons nog door extra factoren, zoals de invloed van de wandwrijving en van het traliewerk. Wat men voor een adequate voorspelling van de waterbeweging gedurende de afsluiting moet zien te berekenen is het zogenaamde effectieve stroomprofiel, waarbij deze invloeden in rekening gebracht zijn. Daartoe moet men het berekende stroomprofiel vermenigvuldigen met de afvoercoëfficiënt. In het Waterloopkundig Laboratorium te Delft zijn de afvoercoëfficiënten nader bepaald; ze bleken afhankelijk van de waterstand te variëren, en ook voor vloed en voor eb te verschillen. Gedurende de eb varieerden ze van 0,51 (bij N.A.P. - 2 m) tot 0,67 (bij N.A.P. + 1,5 m) en bij vloed van 0,63 tot 0,715. Verder zou de afvoercoëfficiënt door het open deel van het sluitgat bij eb 0,85 zijn, en bij vloed 0,95. Het effectieve doorstromingsoppervlak vóór de plaatsing der caissons bedroeg bijna 5000 m² bij een waterstand op N.A.P. Na plaatsing van 17 caissons verminderde dit oppervlak bij eb tot 2900 m²; waren 23 caissons op hun plaats gebracht, dan bedroeg het profiel bij eb nog 2200 m². Voor de vloed luiden



deze cijfers bij N.A.P. respectievelijk 3300 m^3 en 2500 m^3 . Ook voor de bepaling van de ebstroom door de spuisluizen, die gedurende de afsluiting in de ebperiode zouden worden opengezet om de stroom door het sluitgat te ontlasten, werden stroommetingen uitgevoerd. Het bleek dat de afvoercoëfficiënt voor deze sluisen door het ongunstige verloop van de stroom van het Nieuwe Robbengat naar de sluisen in nadelige zin werd beïnvloed: meer dan 0,7 zou hij niet bedragen. De reductie die de openstaande sluisen konden bewerkstelligen op de snelheden in het sluitgat, bedroeg bij een waterstand op N.A.P. ongeveer 14% als er 17 caissons waren geplaatst, en 19% na de plaatsing van 23 caissons. De getijberekeningen voor het nog geheel open sluitgat en voor de toestand na plaatsing van respectievelijk 17 en 23 caissons bij springtij, gemiddeld tij en doortij, gaven door interpolatie een algemeen inzicht in het verloop van de snelheden in alle tussenliggende fasen, en ook onder de omstandigheden op de laatste dag van de sluiting, wanneer de caissons 24 en 25 afgezonden zouden worden. Voor tussenliggende gevallen zijn nog enkele berekeningen uitgevoerd om de interpolatie nader te verifiëren. Uitgaande van deze gegevens zijn in het Waterloopkundig Laboratorium ook modelproeven verricht voor de te verwachten stroomkrachten op de caissons tijdens het opvaren, indraaien en afzinken, zowel wanneer de plaatsing op de hoogwaterkentering als wanneer ze op de laagwaterkentering plaats zou vinden.

In fig. 4 is het verloop van de berekende maximale ebsnelheden bij een hoogspringtij, gemiddeld getij en doortij in het midden van het sluitgat weergegeven in zijn afhankelijkheid van het aantal geplaatste caissons. Hierbij is aangenomen dat de spuisluizen zouden zijn geopend. Een analoge grafiek voor de vloednelheden is niet gegeven, omdat ze minder interessant is vanwege de kleine waarden.

Een tweede groep van voorbereidende werkzaamheden vormden de voorspellingen van het getij aan de buitenzijde van het sluitgat. Voor deze voorspelling kon geen gebruik worden gemaakt van de door Rijkswaterstaat gepubliceerde getijtafels, omdat de stations waarvoor deze tafels gelden te ver afgelegen waren en de gegevens van de getijtafels ook niet toereikend waren om de vorm van de getijkrommen te bepalen. Daarom werd de volgende werkwijze gevolgd.

Uit het geregistreerde verloop van het verticale getij op een bepaald waarnemingsstation gedurende een periode van bij voorkeur een heel jaar, worden harmonische getijcomponenten afgeleid. Vervolgens wordt iedere component, bepaald door amplitude en

Fig. 2. Kombërging van het gebied, als functie van de waterstand

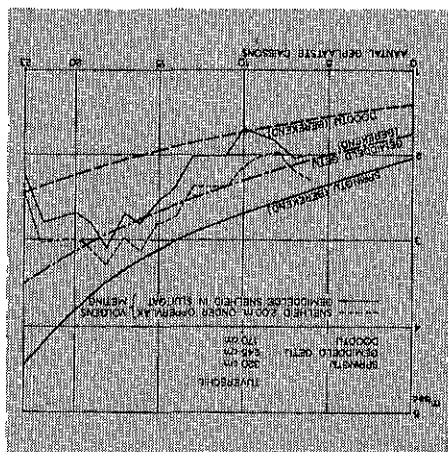


Fig. 3. De verdeling van de gemiddelde maximale snelheden in de verticalen over de breedte van het sluitgat vóór het begin van de afsluiting

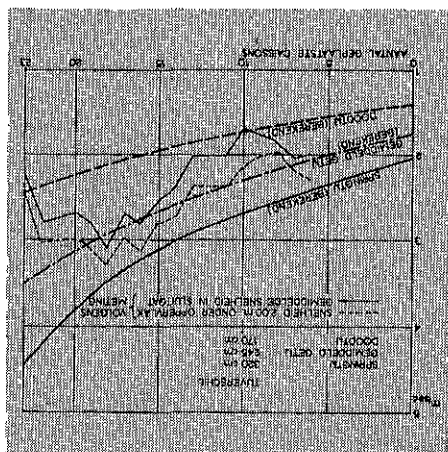
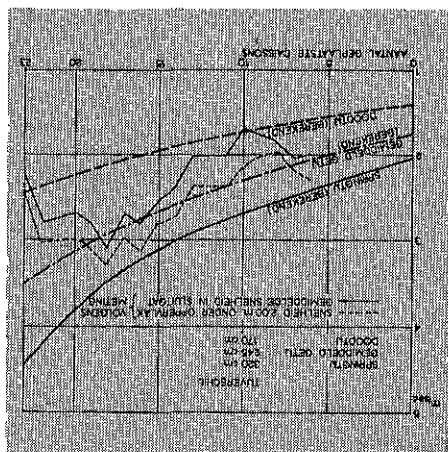


Fig. 4. Verloop van de maximale eb-snelheden in het sluitgat afhankelijk van het aantal geplaatste caissons



fase, afzonderlijk berekend. Met behulp van deze getalconstanten kan een voorspelling van het astronomische verticale getij voor toekomstige dagen worden verkregen. De bepaling van een groot aantal harmonische getijconstanten en het snel uitrekenen van een getijvoorspelling geschiedden op de Watersluiscomputer. Als controle werd een berekening van de getijperiode vergeleken met de waarnemingen. Het is namelijk de vraag of de afgeleide componenten het getij in voldoende mate bepalen. De mogelijkheid is echter dat het getij mede beïnvloed wordt door meteorologische factoren, die een willekeurig karakter hebben. Ook daardoor treden verschillen op tussen berekening en waarneming. Treft men een verschil aan tussen de berekening en de waarneming van het verticale getij in een periode met onveranderlijke windrichting en windsnelheid, dan kan men daarin aanwijzingen vinden ten aanzien van de grootte der afwijkingen tussen berekening en werkelijkheid. Op deze wijze werden de waarnemingen bewerkt van de tijdelijk geplaatste registrerende peilschaal bij de Engelsmanplaat, het dichtstbijzijnde waarnemingspunt bij de Noordzee. Dit waarnemingspunt lag op een afstand van ongeveer 9 km van het sluitgat nabij de uitmonding van de Zoutkampervlaag in het Friese Zeegat. Van dit station waren echter slechts waarnemingen over een half jaar beschikbaar. Uit de waarnemingen in de periode 7 mei tot 12 november 1968 werden totaal 122 harmonische getijcomponenten berekend. Om een inzicht te kunnen verkrijgen in de verschillen tussen een getijanalyse voor het Waddengebied uit een halfjaarlijkse en uit een heeljaarlijkse periode, werd hetzelfde aantal getijcomponenten over de genoemde halfjaarlijkse periode als ook over een periode van een heel jaar berekend voor de permanente getijstations te Terschelling en te Delfzijl.

Na al dit voorbereidende werk werden getijberekeningen uitgevoerd voor de sluitingsperiode zelf, van 22 april tot 23 mei 1969. Voor iedere dag waarop de plaatsing van een of enkele caissons was voorzien, werd eerst een voorspelling opgesteld van het verticale getij en van het snelheidsverloop in het sluitgat, volgens de boven beschreven methode. Hierbij werd dan uitgegaan van het voorspelde getij aan de buitenzijde van het sluitgat, dat weer werd vergeleken uit de voorspelling van het getij in zee bij de Engelsmanplaat. De voorspelling van de hoog- en laagwaters en het verloop van het verticale getijgedurende de afsluitingsperiode in het getijstation Engelsmanplaat werden berekend aan de hand van getijcomponenten die verkregen waren uit de hiervoor genoemde analyse over een half jaar. Deze voorspellingen voor het station op de Engelsmanplaat werden

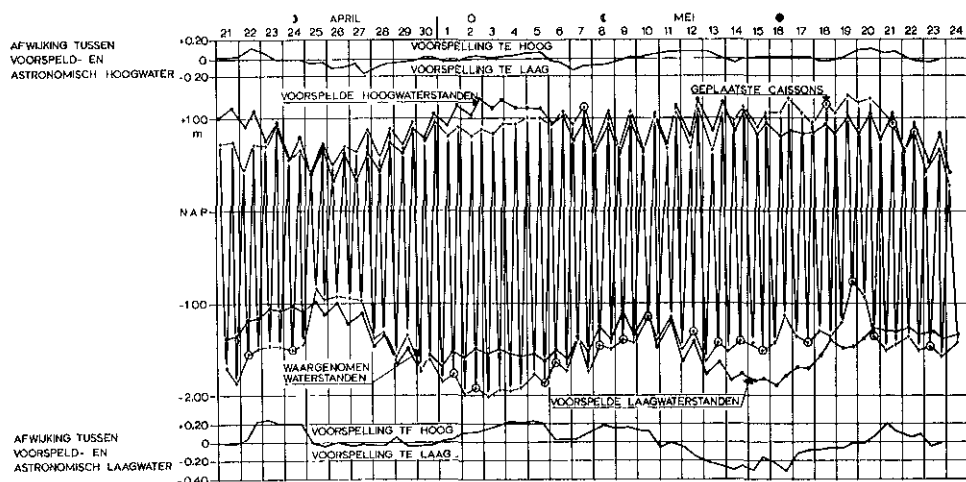


Fig. 5. Voorspelde en gemeten hoog- en laagwaterstanden in de sluitingsperiode

vervolgens gecorrigeerd aan de hand van het verschil dat voor het station Terschelling was opgemerkt tussen de voorspellingen op grond van een halfjaarlijkse en een heeljaarlijkse analyse. De voorspelde hoog- en laagwaters en het verloop van het verticale getij bij het sluitgat gedurende de afsluitingsperiode werden met behulp van een correlatie afgeleid uit de berekeningen voor de Engelsmanplaat. Deze correlatie was bepaald door vergelijking van de op dezelfde dagen waargenomen hoog- en laagwaters bij de Engelsmanplaat en aan de buitenzijde van het sluitgat, bij windsnelheden kleiner dan 5 m/sec. Het verschil tussen de voorspelde en opgetreden hoog- en laagwaters aan de buitenzijde van het sluitgat gedurende de sluitingsperiode werd niet alleen veroorzaakt door meteorologische omstandigheden, maar ook door tekortkomingen in de harmonische analyse. De meteorologische invloed, die afhankelijk is van windrichting en windsnelheid, en die blijkt uit een verhoging of verlaging van de waterstand, werd afzonderlijk beschouwd voor de Noordzee en het Waddengebied tussen de Engelsmanplaat en het sluitgat. De verhoging of verlaging van de waterstand tussen de Engelsmanplaat en het sluitgat bleek slechts enkele centimeters te bedragen. Het maximale effect trad op op 19 mei 1969, met een opwaaiing van 6 cm ten tijd van het tweede laagwater, toen de negentiende caisson in het sluitgat werd geplaatst. De Noordzee bij de Engelsmanplaat gaf bij die gelegenheid een verhoging te zien van 40 cm voor het hoogwater en 60 cm voor het laagwater. De windrichting was noordwest, de windsnelheid 15 m/sec. In de periode van 2 tot en met 4 mei 1969 trad een oostelijke wind op met snelheden van 5 tot 9 meter per seconde; het hoogwater en het laagwater werden toen bij de Engelsmanplaat respectievelijk met 30 en 35 centimeter verlaagd. Over het Waddengebied tussen de Engelsmanplaat en het sluitgat bedroeg de verdere verlaging echter niet meer dan enkele centimeters. Voorts bleek uit het verschil tussen de voorspelling van de hoog- en laagwaterstanden uit de getijanalyse en het opgetreden astronomische getij dat de afwijkingen van het hoogwater tussen de opeenvolgende springtijden in de sluitingsperiode het kleinst waren; ze bedroegen maximaal 12 cm. Het voorspelde laagwater had echter afwijkingen tot maximaal 20 cm te hoog en 25 cm te laag. In het begin van de afsluitingsperiode, in de overgang van springtij naar doottij – 2 tot en met 10 mei 1969 – is het voorspelde tijverschil maximaal 20 cm te klein geweest. Na het doottij en tot het

volgende springtij – 13 tot en met 16 mei – is het voorspelde tijverskil maximaal 25 cm te groot geweest. Bij het plaatsn van de laatste twee caissons op 23 mei, bij doortij, is echter het voorspelde tijverskil praktisch gelijk geweest aan dat van het astronomische. In het algemeen blijken er nogal systematische afwijkingen tussen voorspelling en waarneming voorgekomen te zijn, die niet door meteorologische oorzaken verklaard kunnen worden, en nader onderzoek nodig maken.

Het bezwaar van de verschillen tussen voorspelling en werkelijkheid werd in de praktijk zoveel mogelijk ondervangen door na iedere plaatsing de afwijkingen vast te stellen en bij de voorspelling voor de volgende dag met deze ervaring rekening te houden.

Uit de getijwaarnemingen bleek ook dat de meteorologische invloeden op zee direct van invloed waren op de waterstanden bij de afsluiting. Doordat de gegevens van de peilschaal bij de Engelsmanplaat radiografisch werden overgebracht naar het directiekantoor van de afsluitingswerkzaamheden, kon zonder verwijl met deze gegevens worden gewerkt, en konden de correcties op de voorspelling binnen een uur voor de plaatsing van de betreffende caissons nog zo goed mogelijk worden verwerkt. Deze werkwijze zou niet mogelijk zijn geweest als het getijanalogon 'Deltar' bij de voorspelling van de snelheden door het sluitgat zou zijn ingeschakeld geweest; de minimale tijd voor de correctie zou dan 2 à 3 uur hebben bedragen. Bij de voorspellingen voor de afsluiting van de Volkerakdam leverde een zo lange termijn geen gevaar op, omdat de plaats van de afsluiting daar zoveel verder van zee gelegen was.

In het algemeen bleken de voorspellingen voor de plaatsing bij de hoogwaterkenteringen belangrijk eenvoudiger en ook nauwkeuriger te zijn dan voor plaatsingen bij laagwater. Dezelfde ervaring werd opgedaan bij de sluiting van het Volkerak, waar echter alle plaatsingen zijn uitgevoerd op de hoogwaterkentering. De verklaring van dit verschijnsel is als volgt. Omstreeks laagwater beweegt het water zich hoofdzakelijk door de geulen, waarbij het van de platen naar de geulen afvloeit. Dit gebeurt vaak op een wat onregelmatige wijze, waarbij ook de invloed van de wind een belangrijke rol speelt. Kleine onregelmatigheden in het verticale getij hebben dan reeds invloed op de afvloeiing. Als gevolg van dit alles bleek de snelheid van het water omstreeks de kentering in het sluitgat nogal grote schommelingen te vertonen, hetgeen voor een nauwkeurige bepaling van de kentering moeilijkheden opleverde. In het algemeen zijn de voorspellingen voor de plaatsingen van de caissons bij laagwater onnauwkeuriger gebleken dan die bij hoogwater. Afwijkingen van 10 minuten kwamen voor. Een en ander blijkt duidelijk uit twee voorspellingen, die in fig. 6 en 7 zijn weergegeven, in vergelijking met het waargenomen verloop. In fig. 6 zijn de voorspelde en waargenomen getijden weergegeven, met de snelheden in het sluitgat, bij de plaatsing van de 21e en 22e caisson op 21 mei, omstreeks de hoogwaterkentering. Uit de figuur blijkt dat het hoogwater 10 cm lager was dan voorspeld en het laagwater 20 cm, zodat de middenstand op de Noordzee te hoog was voorspeld. De maximale vloodsnelheid in het sluitgat was berekend op 2,9 m/sec, terwijl 2,6 m/sec gemeten werd, dus ongeveer 10% lager. Aanvankelijk werd de hoogwaterkentering voorspeld op 13.45 uur. Acht uur voor het uitvaren van de caisson werd deze voorspelling gecorrigeerd met 15 minuten, en gesteld op 14.00 uur. Op dat tijdstip is de kentering inderdaad opgetreden. De maximale gemeten vloodsnelheid bovenstrooms van de caissons heeft 1,15 à 1,25 m/sec bedragen.

In fig. 7 een ander voorbeeld: de voorspelling voor de twee laatste caissons, die werden geplaatst op vrijdag 23 mei. Ook op die dag bleek de middenstand lager te zijn dan voorspeld. H.W.- en L.W.-standen waren zelfs ongeveer 20 cm lager dan voorspeld. Hierdoor was ook de maximale ebsnelheid weer ruim 10% lager dan werd verwacht. De plaatsing van de caissons geschiedde ditmaal omstreeks de laagwaterkentering, die

tevooren op 8.10 uur was voorspeld, maar die in feite omstreeks 8 uur is opgetreden, dus 10 minuten vroeger. Het was niet mogelijk in dit geval de voorspelling een uur tevoren te herzien, zoals bij de plaatsing op de hoogwaterkentering wel het geval was. Wegens het invaren en indraaien van de caissons moest de snelheid ongeveer een uur vóór de kentering uit metingen bovenstrooms van de caissons worden afgeleid; en op het tijdstip van kentering dus evenzo. Het bleek verder dat het snelheidsverloop ten tijde van de kentering nogal afwijkend was, doordat er stroom liep van het sluitgat via het Robben-gat naar de geopende spuisluizen. Verder waren de snelheden over een periode van ongeveer 20 minuten voor de kentering kleiner dan 0,5 m/sec.

In fig. 4 vindt men nog de maximale ebsnelheden ingetekend die gedurende de sluitingsperiode na 7 mei werden gemeten, zowel aan de oppervlakte als 2 m eronder. Ze blijken belangrijk kleiner dan de vroeger berekende snelheidskrommen voor een hoog springtij. Een dergelijk springtij is in de sluitingsperiode niet voorgekomen. Gedurende de nachttijden zijn echter grotere snelheden gemeten: dan waren de spuisluizen gesloten. Tenslotte is in fig. 8 het plaatsingsprogramma van de caissons weergegeven. Uit deze figuur kan de breedte van het sluitgat op een bepaalde dag worden afgelezen.

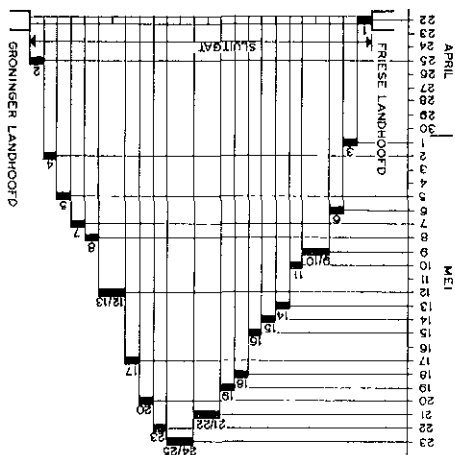
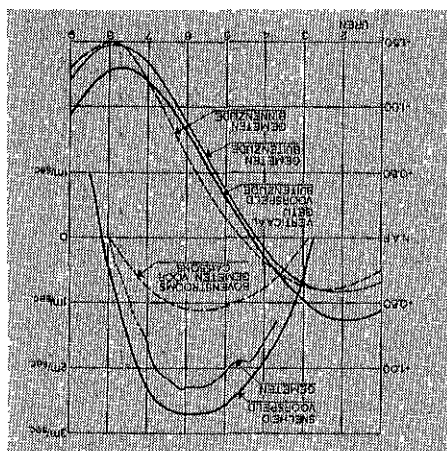
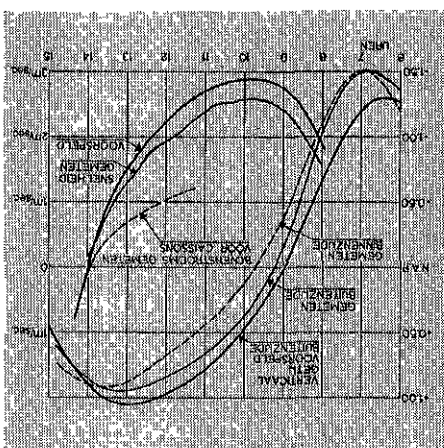


Fig. 8 Schema van de plaatsing der caissons in het sluitgat

Fig. 7. Voorspelling en waarneming van het verloop van de laatste twee caissons op de laagwaterkentering, 23 mei 1969

Fig. 6 Voorspelling en waarneming van het verloop van de 21e en 22e caisson op de hoogwaterkentering, 21 mei 1969



A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

Opruiming van de bouwput en beëindiging van de stortbedden

De belopen van de dijkgedeelten achter de landhoofden van de uitwateringssluizen werden verder onder profiel gebaggerd. Bij het werk kwam 187 000 m³ zand vrij, dat in het Haringvliet werd geklapt. Om afschuiven van de zinkstukken te voorkomen werden de belopen ruw gemaakt door er ruggen van mijnsteen op aan te brengen. Op het noordwestelijke kwadraat is thans alle bezinking aangebracht. Het werk wordt voortgezet aan de zuidwestelijke zijde van de voormalige bouwput. Verwerkt werden 53 000 m² zinkstuk en 23 000 ton stortsteen.

Afsluiting van het Noord-Pampus; aanleg van de buitenhaven

Het gehele weglichaam tussen de schutsluis en de uitwateringssluizen is thans opgespoten, ook het oostelijk plateau is in de verslagperiode gereedgekomen. De win- en perszuigers konden worden afgevoerd. Aan de zeezijde werden de taluds al onder profiel gebracht en tot N.A.P. + 14 m met asfaltbeton bekleed. Voor de secundaire weg over de dam werd de aarden baan gereedgemaakt, terwijl een begin werd gemaakt met de kleibekleding.

Bij de havendam werd voortgewerkt aan de aanleg van een glooiing van stortsteen aan de zeezijde en een glooiing van koperslabblokken aan de havenzijde. Boven deze glooiing werd het zand onder profiel gebracht en met asfalt bekleed.

De onderwaterbelopen aan de zuidzijde van de haven werden geprofileerd en met kraagstukken verdedigd. Aan de noordkant van de haven werd de teenconstructie van houten damwand voortgezet. Het baggerwerk in de haven vond gewone voortgang.

Uitbreiding van de binnenhaven

Op 30 september werd het werk geheel voltooid opgeleverd. In de verslagperiode werden de betonsloof en de bestrating van de loswal voltooid, alsook de geleidewerken, bestaande uit vloiepalen, aanvaargordingen en wrijfstijlen van tropisch hardhout.

Bodembescherming in het Rak van Scheelhoek

De constructie van een steenkorst over de gehele drempel in het Rak van Scheelhoek werd voortgezet, en beëindigd met een 'neus' tegen de dijk achter het noordelijk landhoofd van de uitwateringssluizen. 51 000 ton stortsteen en 5 000 ton grind werden nog verwerkt. Midden september kwam het werk gereed.

Vervaardiging van betonblokken voor de sluiting van het Rak van Scheelhoek

Op de werkterreinen in Oosterhout en Hellevoetsluis zijn tot op heden in totaal 34 000 blokken gefabriceerd. Hiervan zijn er 31 000 afgeleverd en gestapeld in de depots op het Voorns plateau. In Stellingdam zijn tot nu toe 30 000 blokken gemaakt, waarvan er 27 000 in depot zijn afgeleverd en gestapeld.

Aansluiting van het boezemmeer

De uitwateringssluis van het Zuiderdiep werd in verbinding gebracht met het boezemmeer. Hiertoe werd 14 000 m³ grond in den droge ontgraven. De taluds van de toeleidingsgeul werden bekleed met grof grind van N.A.P. - 0,50 tot N.A.P. + 0,50 m.

Volkerak

Geul door de Plaat van Maltha; doorgraving van een gedeelte van de ringdijk van de bouwput voor de caissons en herstel van de ringdijk

De werkzaamheden zijn op 25 september 1969 voor de eerste maal opgeleverd en goedgekeurd.

De afsluitdam in het Volkerak en de uitbreiding van het Hellegatsplein

In de verslagperiode werd aanvankelijk met drie cutterzuigers en later met twee cutterzuigers zand geperst in de afsluitdam aan weerszijden van de caissons. Op 1 oktober was ter plaatse van de caissons een zandhoogte bereikt van N.A.P. + 6 m.

In de dam en de daarbij behorende primaire uitbreidingen van het Hellegatsplein werd 4,5 miljoen m³ zand geperst. De aannemer heeft inmiddels de perskade van mijnsteen aan de zuidzijde van de afsluiting voltooid en het benodigde zinkwerk uitgevoerd, waarna is begonnen met het profileren van het beloop en de verdere opbouw van grof grind, zware vlijsteen 80/200 kg, het plaatsen van damwand op N.A.P. + 2,75 m en het gereedmaken van het zandbeloop voor de tot N.A.P. + 6 m reikende asfaltglooiing.

Aan de noordzijde is in plaats van mijnsteen zandasfalt verwerkt met het asfalt-schip 'Jan Heymans'. Het tempo van de verwerking en de resultaten met dit materiaal zijn tot nu toe bevredigend te noemen.

Zandlichaam van de dam door het Volkerak. Stand van het werk op 19 september 1969



De aannemer is na voltooiing van het zinkwerk eveneens begonnen met de opbouw van de glooiing aan de noordzijde. Het terrein aan de zuidzijde van het Hellegatsplein moet worden voorzien van een betonglooiing met daarvoor een kreukelberm. Tengevolge van de versterkte getijbeweging ondervinden de werkzaamheden hier enige vertraging. Aan de noordwestzijde van het Hellegatsplein is de bestaande asfaltglooiing tot N.A.P. + 5 m verwijderd en is de uitbreiding van zand in ruwe vorm reeds aangebracht.

Deurenbergplaats met loswal en uitzichtplateau nabij het sluizencomplex

De betonnen onderbouw van de deurenbergplaats is inmiddels voltooid. Spoedig zal worden begonnen met de verdere opbouw bestaande uit een staalconstructie met aan de buitenzijde een beplating. Daarna kan de verdere afbouw plaatsvinden.

Van het uitzichtplateau is het tweede stort voltooid, waarna een begin is gemaakt met het stellen van de bekisting voor het derde stort.

Uitbreiding van de wachtplaatsen in de voorhavens

In de noordelijke voorhaven zijn de dukdalven en de betonnen loopbruggen genoeg gereed.

In de zuidelijke voorhaven zijn de betonpalen voor de loopbruggen geheild.

Brouwershavensche Gat

Werk- en opslagterrein bij West-Report

Nadat de werkzaamheden voor de fundering van de kabelbaan voldoende ver waren gevorderd, is nog een klein gedeelte van het terrein voorzien van een zand-cementstabilisatie. Op de gereedgekomen terreingedeelten werden wegverhardingen van open asfaltbeton aangelegd. Bermen en belopen werden ingezaaid.

Werkweg tussen Schelphoek en West-Report

Begin september werden de laatste lagen asfaltbeton aangebracht. Over een watergang van de polder 'Schouwen' werd een baileybrug gelegd. De bermen werden ingezaaid. De werkweg, met inbegrip van de aansluiting op de provinciale weg Serooskerke-Renesse, is vrijwel gereed.

Werk- en opslagterrein op de Middelpaat

Een begin werd gemaakt met de verharding van het opslagterrein door middel van een zand-cementstabilisatie.

Fundering van de kabelbaan

Het gedeelte op de Middelpaat werd voor de eerste maal opgeleverd. Van het gedeelte op Schouwen zijn alle sloven en een deel van de jukken gestort. Voor de fundering van het contragewicht werd voor de eerste maal beton gestort. Over de open stukken tussen de moten van de verkeerstunnel werd een tijdelijke afdekking aangebracht.

Damvak Springersdiep

Het persen van zand werd tot een week voor de bouwvakvakantie in volcontinu-bedrijf voortgezet met de zuiger 'Edax' en de cutterzuiger 'H.A.M. 207'. Op 4 juli werd het strand van Goeree bereikt, waarmee het Springersdiep was afgesloten en het damvak op volle lengte gekomen. In normaal dagbedrijf werd doorgegaan met de verzwarende en ophogende van het damlichaam. Op 14 augustus werd de cutterzuiger 'Liquenda II' ingezet om de beide kophavens af te werken. De zomerstorm van 21 en 22 augustus, die ertoe noodzaakte het werk tijdelijk te stoppen, veroorzaakte nogal wat zandverliezen. In totaal is nu 3 000 000 m³ zand in het damlichaam verwerkt.

Voortgegaan werd met de aanleg van terreinafdekkingen en kaden van mijnsteen. Tevens werd de mijnsteenkern van

de binnenhavendam aangebracht; tot nu toe is ongeveer 180 000 ton van dit materiaal in het damvak verwerkt.

De verdediging met zinkstukken van het onderwaterbeloop van de damkop is nog niet geheel gereed, mede omdat vertragingen optraden bij het afwerken van het zandbeloop. Totaal is rond 55 000 m² zinkstuk gezonken, waarop 33 000 ton steen werd gestort. Begonnen werd met het zetten van de glooiing van koperslakblokken aan de damkop. Eind augustus werden de eerste betonnen damwanden in de buitenteen geplaatst, waarna steenkorven konden worden gezet en een asfaltslab en een glooiing van gepenetreerde stortsteen aangebracht.

Aanvoer van materialen

De aanvoer van stortsteen is tot het begin van de bouwvakvakantie voortgezet. Dit jaar werd totaal 106 000 ton stortsteen in diverse afmetingen in het werk gelost dan wel in depot gebracht. Aan mijnsteen werd ongeveer 225 000 ton aangevoerd en in het werk of in het depot in de werkhaven Kabbelaarsbank gebracht.

Bouw van de doorlaatcaissons

In de verslagperiode werd van vier caissons het tweede stort in het werk gebracht, zodat dit nu voor negen caissons gereed is. Van vijf caissons zijn de kolommen – het derde stort – klaar; voor twee caissons de kopwanden – derde stort – en voor vier caissons de bovenregels van de spanten, die bij het vierde stort worden vervaardigd.

Bij twee caissons zijn op de bovenregels voorgespannen platen gelegd waarop vervolgens als vijfde en laatste stort de ballastbak wordt aangebracht, waarmee de caisson dan voor zover het betonwerk betreft gereed is.

Voor tien caissons zijn de diagonaalverbanden en de schuifgeleidingen gesteld. De af eerder bij de sluiting van het Vol-

kerak en de Lauwerszee gebruikte drijf-schotten zijn op het werk aangevoerd en opgeslagen. Zij zullen worden gedemon-teerd, waarna van de vrijkomende balken schotten zullen worden samengesteld voor de caissons die in het Brouwershavensche Gat dienst zullen doen. Het werk aan de landhoofdcassons onder-vond vertraging door gebrek aan perso-neel, vooral betontimmerlieden.

Oosterschelde

Werkhaven Schelphoek

Ten behoeve van de werkzaamheden in de Oosterschelde werden in de verslagperiode aangevoerd en in depots opgeslagen of verwerkt: 85 000 ton Belgische mijnsteen, 67 000 ton Duitse mijnsteen, 19 000 ton Hollandse mijnsteen en 115 000 bossen rijshout.

Werkhaven Sophia-polder

Op 16 september werd de werkhaven voor de tweede maal opgeleverd. In de verslagperiode werd 40 000 ton Belgische stortsteen voor de oostelijke scherm-dam en 130 000 ton fosforslakken aangevoerd en verwerkt.

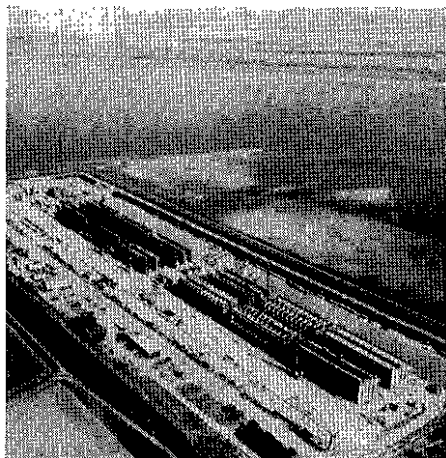
De oeververdediging van Noord-Beveland

Het storten van fosforslakken langs de oever van Noord-Beveland werd voortgezet. In totaal werd 130 000 ton fosforslakken met behulp van een onderlosser verwerkt. Het stortwerk, dat vervolgens werd voortgezet met grof grind, nadert zijn voltooiing.

Werkeiland op de Roggenplaat

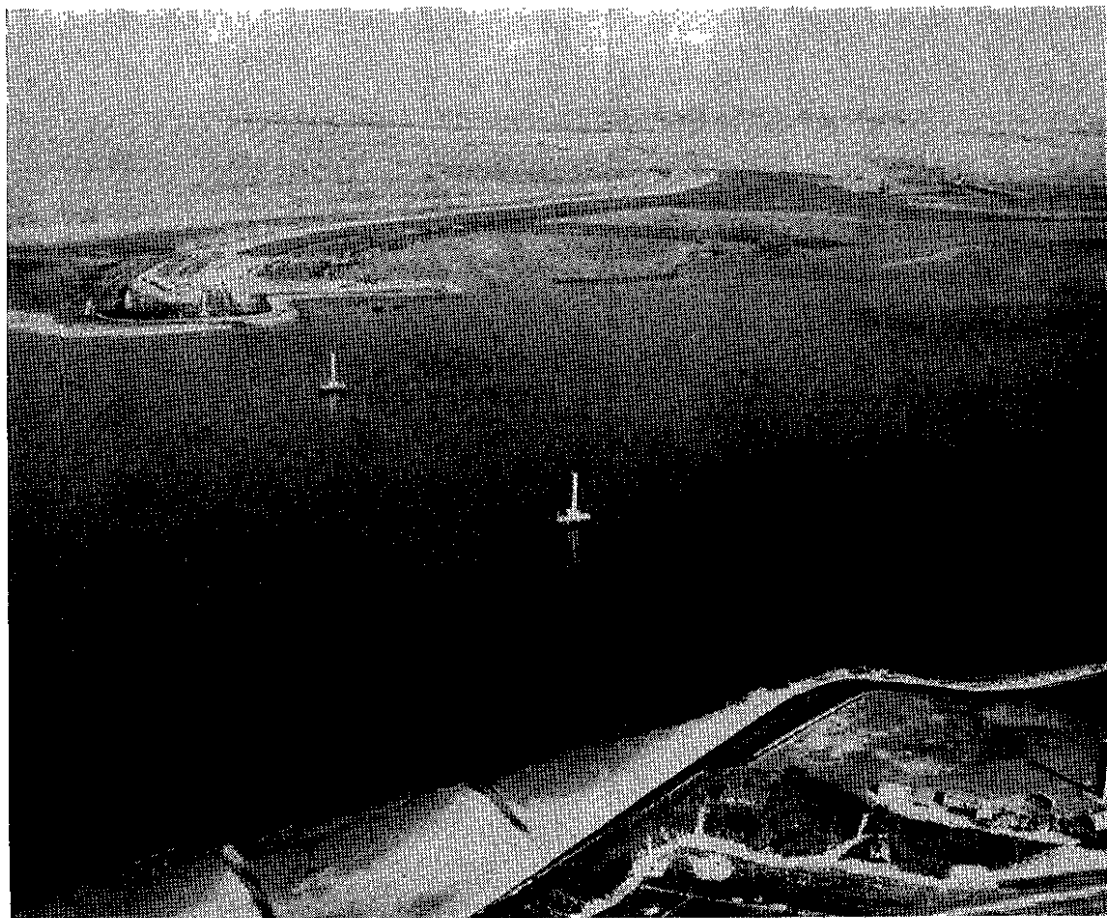
De bezinking met zoolstukken rondom het eiland en met kraagstukken ter plaatse van de scherm-dam kwam gereed. In de verslagperiode werden 45 000 m² zoolstukken, 27 000 m² klassieke zinkstukken en 120 000 ton stortsteen verwerkt.

De beneden N.A.P. gelegen mijnsteen-kaden werden aangebracht met behulp van twee afmeerpontons en een aantal



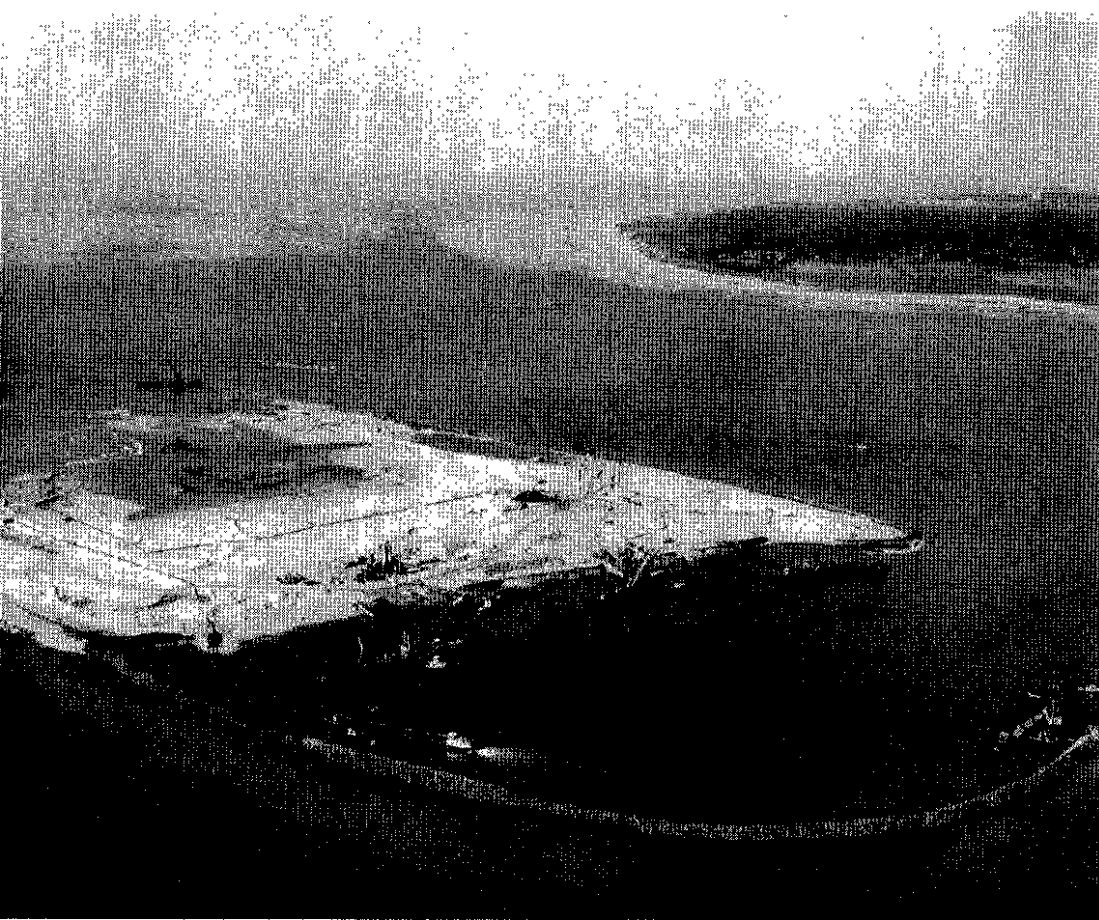
De bouwput van de doorlaatcaissons voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat. Opname op 30 september 1969

De zuidelijke stroomgeul van het Brouwershavensche Gat, met de pylonen voor de kabelbaan, gezien van zuid naar noord



onderlossers. De mijnsteen in de boven N.A.P. gelegen kaden werd grotendeels met behulp van auto's in het werk gebracht. In totaal werd 250 000 ton mijnsteen verwerkt. De schermdam rond de werkhaven werd in eerste aanleg gemaakt met stortsteen uit de depots van de werkhaven Schelphoek. De verdere ophoging tot N.A.P. + 3 m vindt plaats door opslag van stortsteen die rechtstreeks vanuit de schepen in het werk wordt gelost.

Het werkeiland op de Roggenplaat in de Oosterschelde in opbouw. Foto van 30 september 1969



Het sluitgat van de Lauwerszeedijk gezien van de Friese kant. Op de voorgrond de loopbrug die zorgt voor verbinding met de vaste wal

steunende tegen een houten damwand en beschermd door kraagstukken, geheel gereedgekomen. Daar wordt nu al een begin gemaakt met het aanbrengen van de asfaltverdediging. Aan de Lauwerszeezijde is het onderwaterbeloop over een honderd meters van een verdediging en een damwand voorzien. De overgebleven reserve-caisson werd op 24 en 25 juli naar Zeeland versleept en in het Veerse Meer aan de grond gezet. Op de drooggevallen gronden van de Bantspolder is een aanvang gemaakt met de grondwerken voor de aansluiting van de weg over de dijk op het in 1968 gereedgekomen wegvak Banthuis-Anjum, als onderdeel van de provinciale weg Lauwersoog-Anjum-Metslawier-Dokkum. De voorbereidingen voor diverse werkzaamheden in en om de Lauwerszeevrijwel besteksklaar. Zo is reeds een aanvang gemaakt met de aanpassing van de Friese sluis te Zoutkamp, en zijn op de drooggevallen gronden reeds uitgeborede maatregelen genomen tegen verstuving door het plaatsen van rijsschermen en het inzaien van een mengsel van winterrogge en graszaad. De ontzitting van de Lauwerszeebosbouw wordt goed, de eerste zoetwatervissen — het waren snoekbaarsjes — zijn reeds in netten gevangen.



Het zandbedrijf werd voortgezet met vier zuigers: één winzuiger voor het beladen van bakken die een inhoud hebben van 750 m³, twee bakkenzuigers die een ligplaats in de werkhaven hebben, en één winzuiger die het zand via een ten dele op de geulbodem liggende leiding rechtstreeks in het werk pers. In totaal werd 2500 000 m³ zand aangebracht. Nu de loswallen in de werkhaven gereed zijn wordt er een druk gebruik van gemaakt voor de aanvoer van materiaal en materialen zoals betonblokken, mijlsteenen en damwand. Op 2 september werd een begin gemaakt met het zetten van een glooiing van betonblokken van 50 x 50 x 30 cm. Op 24 september werd begonnen met het aanbrengen van de asfaltbetonbekleding boven de betonblokkenenglooiing.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

In de verslagperiode is ongeveer 1 miljoen m³ zand in het dijklichaam ter weerszijden van en in de caissons verwerkt. De caissons zijn vrijwel over de gehele lengte onder het zand verdwenen. Aan de Waddenzeezijde is de glooiing van koperstakblokken op mijlsteenen en grind,

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED 1091	26 juni 1968	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 1096	30 juli 1968	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 1097	30 juli 1968	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 1098	30 juli 1968	idem
DED 1103	27 augustus 1968	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 1104	27 augustus 1968	idem
SS 495	21 juni 1968	Het maken van caissons voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
BR 4419	23 februari 1968	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen, bovenaanslag-contra-gewicht en ankermaal ten behoeve van de kabelbaan in het Haringvliet
BR 4428	7 augustus 1968	Het vervaardigen en leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 4 schuiven met bijbehorende bewegingswerken c.a. ten behoeve van de uitwateringssluits in het Zuiderdiep behorende tot het sluisen-complex in het Haringvliet
BR 4431	28 maart 1968	Het vervaardigen en leveren van 28 motoren ten behoeve van de nieuwe lieren voor de caissons voor het Volkerak
BR 4432	28 maart 1968	Het vervaardigen en leveren van 76 schakelkasten c.a. ten behoeve van 28 nieuwe en 48 oude lieren voor de caissons voor het Volkerak
BR 4504	10 mei 1968	Het vervaardigen en leveren van hoezen voor lieren ten behoeve van de doorlaat-caissons
BR 4508	28 mei 1968	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren schuifgeleiding en wegneembare geleidingen en bijbehorende malplaten en ankers ten behoeve van de doorlaatcaissons voor het Brouwershavensche Gat
BR 4509	28 mei 1968	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren onderdelen en malplaten ten behoeve van de doorlaatcaissons voor het Brouwershavensche Gat
BR 4510	7 juni 1968	Het vervaardigen en leveren van gietijzeren afsluiters, handwielen en pijpstukken c.a. alsmede in te betonneren onderdelen ten behoeve van de doorlaatcaissons voor het Brouwershavensche Gat
BR 4536	7 juni 1968	Het vervaardigen en leveren en bedrijfsvaardig opstellen c.q. aansluiten van de luchtleidingen c.a. op de schuifarmen C, rivier- en zeezijde van de spuisluits in het Haringvliet
BR 4543	24 juli 1968	Het leveren van 4 stuks flexibele pennenkoppelingen en 4 stuks flexibele tandkoppelingen ten behoeve van de uitwateringssluits in het Zuiderdiep
BR 4544	24 juli 1968	Het vervaardigen en leveren van 4 stuks geheel gesloten gietijzeren tandwielkasten ten behoeve van de uitwateringssluits in het Zuiderdiep

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
Zeeland (waterschap Walcheren)	11/1966	Verlenging van de uiteinden van de glooiing van de zeedijk te Zoutelande
Zeeland (waterschap 'Het Vrije van Sluis')	66/677B1/2	Het leveren en opstellen van een machineinstallatie voor het gemaal Nieuwe Sluis
Zeeland (waterschap 'Het Vrije van Sluis')	67/677B2/1	Het leveren van persleidingen voor het gemaal Nieuwe Sluis
Zeeland (gem. Torneuzen)	Tnz. 3.2.	Aanpassingswerken van de rioleringen te Torneuzen

Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer(s)
eenheidsprijzen	Fa. G. van Weverwijk & Zn. te Zijdeveld
eenheidsprijzen	Fa. Kraayenveld's Aannemings- en Handelsonderneming te Barendrecht
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter c.v. te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
f 15 640 000,—	Combinatie Caïssonbouw Brouwershavensche Gat te Zonnemaire
f 11 705,—	Constructiebedrijf M. J. Stokelenburg te Middelharnis
f 123 940,—	Machinefabriek Thole N.V. te Enschede
f 40 820,—	Electrotechnische Mij N.V. van Rietschoten en Houwens te Rotterdam
f 20 889,68	N.V. Electromotorenfabriek 'Dordt' te Dordrecht
f 18 791,—	N.V. Telemecanique te 's-Gravenhage
f 11 580,—	N.V. Weco te Hoogezand
f 493 300,—	De Groote Zwindrecht N.V. te Zwindrecht
f 30 745,—	N.V. Machinefabriek Figoe te Haarlem
f 280 319,—	N.V. Machinefabriek en IJzergieterij 'Holland-Bergen op Zoom' te Bergen op Zoom
f 52 000,—	Boele's Scheepswervon en Machinefabriek N.V. te Bolnes
f 10 540,—	Van Gelder Compagnie N.V. te Rotterdam
f 32 200,—	Machinefabriek Aug. Bierens & Zonen N.V. te Tilburg

gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
f 40 500,—	N.V. v-h fa. B. M. van Noordenne en Zoon te Hardinxveld-Giessendam
f 266 565,—	Stork en Co. N.V., Hengelo
f 82 715,—	N.V. Betondak, Arkel
f 147 400,—	Combinatie Havens, Terneuzen

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED 1078	8 oktober 1968	Het verrichten van werkzaamheden voor een ontwerp dambouwschip
DED 1080	1 november 1968	Aanbrengen van een bodembescherming van gietasfalt in het Brouwershavensche Gat
DED 1081	13 januari 1969	Het leveren van grof grind ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
DED 1086	9 oktober 1968	Vervaardigen en leveren van tangdrijverbuizen en grendelliertjes
DED 1089	17 oktober 1968	Maken van grondverbeteringen door middel van de diepteverdichtingsmethode nabij de spuilsuis in het Haringvliet en het maken van zandpalen in de oprit door het voormalige Zuiderdiep
DED 1093	11 oktober 1968	Maken van opstaande randen op en van een zoom in filterdoek
DED 1110	31 oktober 1968	Het verrichten van werkzaamheden voor het onderzoek van grondmonsters
DED 1111	20 december 1968	Het verrichten van onderhouds- en reparatiewerkzaamheden aan de technische installatie van de Rijksbok 'Ursus'
DED 1122	3 december 1968	Leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 1123	5 december 1968	Idem
DED 1124	5 december 1968	Idem
DED 1125	10 december 1968	Idem
DED 1126	5 december 1968	Idem
DED 1131	31 december 1968	Leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
DED 1132	31 december 1968	Idem
DED 1133	6 januari 1969	Idem
DED 1134	3 januari 1969	Idem
DED 1135	31 december 1968	Idem
BR 4423	1 maart 1968	Het vervaardigen en leveren van elf stuks aandrijving hydraulische pompen ten behoeve van de revisie van de kabelbaan
BR 4584	30 september 1968	Het leveren van afsluiters met bijbehorende losse handwielen ten behoeve van eenheidscaissons voor de afsluitingswerken-zuid van de Deltadienst
BR 4640	27 december 1968	Vervaardigen en leveren van nodular gietijzoren onderdelen ten behoeve van de werkhaven in de voormalige Sophiapolder
BR 4670	15 oktober 1968	Vervaardigen en leveren van ankers, gordingen enz. voor de loswal en voor de drooggevalen gronden in de omgeving van de Middelplaten in de gemeente Wolphaartsdijk

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

Nummer van het bestek	Dienst	Omschrijving
DED 1059	1968-1969	Het bouwen van twee dienstwoningen met een dubbele schuur nabij de schutsluis in het Haringvliet te Stellendam
DED 1095	1969	Maken van de onderbouw van de landgedeelten voor de kabelbaan over het Brouwershavensche Gat, alsmede van een verkeerstunnel met bijkomende werken in de gemeenten Goedereede, Middenschouwen en Brouwershaven
DED 1099	1969-1970	Maken van een weg, watergangen, duikers en bijkomende werken op en nabij de drooggevalen gronden in de omgeving van de Middelplaten in de gemeente Wolphaartsdijk

Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingsom	Aannemer(s)
verrekenprijzen	Bureau voor Scheepsbouw ir. P. H. de Groot N.V. te Bloemendaal
f 1 768 143,—	'Bitumarin' N.V. te Zaltbommel
eenheidsprijzen	Rheinisches Lavakontor G.m.b.H. Tochtergesellschaft der Firma Horst und Jüssen O.H.G. te Sinzig/Rhein
f 75 000,—	Scheepswerf 'De Rijn' v/h Hoebé N.V. te Dordrecht
f 327 550,—	Deltacombinatie v o f te Hellevoetsluis
f 11 690,—	N.V. Zakkencentrale te Schiedam
eenheidsprijzen	Bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasonderzoek te Oosterbeek
f 31 489,47	N.V. Arie Rijsdijk-Boss en Zonen te Hendrik Ido Ambacht
eenheidsprijzen	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter C.V. te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Dubbeldam Bzn. te Lage Zwaluwe (N.Br.)
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter C.V. te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. Adr. Volker Lzn te Rotterdam
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Hakkers te Werkendam
f 14 580,—	Motorfabriek Smit en Bolnes N.V. te Zierikzee
f 17 670,—	N.V. Econosto te Rotterdam
24 927,60	Nederlandsche IJzorgieterij 'Vulcanus' N.V. te Vaassen
f 36 200,—	Lubbers Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' N.V. te Krimpen a/d IJssel

gegunde werken

Aannemingsom	Aannemer
f 128 500,—	Fa. C. Goeter & Zn. te Sommelsdijk
f 1 709 000,—	Beton- en Aannemingsmaatschappij J. H. Laeven te Heerlen
f 1 488 200,—	N.V. Aannemings- en Wegenbouwbedrijf P.H. Offringa te Vught

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 1071	dienst 1968-1969	Het maken en leveren van gewapend betonnen eenheidscaissons met bijbehorende opzetstukken
DED 1094	dienst 1968-1969	Het aanleggen van terreinen en het maken van een steiger c.a. met bijkomende werken in de haven van Burghsluis onder de gemeente Westerschouwen (Schouwen-Duiveland)
SS 487	dienst 1967-1968	Het maken van een fundering voor een deurenbergplaats, een remmingwerk en een meerstoel met bijkomende werken, gelegen nabij de schutsluis Haringvliet in de gemeente Stellendam
Z 1148	dienst 1967-1968	Het maken van twee kribben op de rechteroever van de Eendracht in de gemeente St. Philipsland

Opgave van de door andere beheerders dan het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken

Provincie e.q. gebied	Nummer en dienstjaar	Omschrijving van het werk
Zeeland (waterschap 'Het Vrije van Sluis')	6/1967	Het graven, verruimen en opschonen van leidingen, lang $\pm$ 33 km, het leggen van duikers en het verwerken van de vrijkomende grond
Zeeland (waterschap 'Hulster Ambacht')	—	Verhogen en verzwaren van de zeedijk langs de Westerschelde van het voormalig waterschap 'Stoppeldijk c a'
Zeeland (gem. Terneuzen)	Tnz. 3.1/1967	Aanpassingswerken van de riolering ten gevolge van de afsluiting van de Oost- en Middensluis
Zeeland (waterschap 'Het Vrije van Sluis')	67/677/B3/1 sept. 1967	Het bouwen van een poldergemaal met persleidingen en uitstroomwerk en het slopen van de bestaande uitwateringssluis in de gemeente Breskens (Nieuwe-Sluis)
Zeeland (waterschap 'Het Vrije van Sluis')	4281-mrt. 1967	Het graven en verruimen van leidingen, lang $\pm$ 10 km, het vervoeren en verwerken van de uitkomende grond en het maken van zestien kunstwerken in het Hoofdafwateringsgebied Nieuwe-Sluis
Zeeland (waterkering van de cal. polders Hoofdplaat en Thomaes)	67/677/C1/1 juni 1967	Het bouwen van een uitwateringssluis, voornamelijk in gewapend beton met stortebedden aan in- en uitstroomzijde, nabij dijkpaal 84 van de cal. Hoofdplaatpolder (Sluis bij Nol Zeven)

werken

Aannemingssom	Aannemer(s)
f 888 500,—	Combinatie Brug Oosterschelde te Beverwijk
f 275 800,—	Aannemersbedrijf 'Schouwen-Duiveland' N.V. te Zierikzee
382 420,—	N.V. Aannemersmaatschappij W. C. van Dijk te Hardinxveld-Giessendam
f 61 700,—	N.V. Gebr. van Oord te Werkendam

tegende openbaar aanbestede bestelken

Aannemingssom	Aannemer(s)
f 661 650,—	Aannemingsbedrijf S. Zijlstra te Andel (N.Br.)
f 2 959 000,—	Van Hattum en Blankevoort N.V., Beverwijk
f 685 130,—	Aannemingsbedrijf W. J. de Bruyn, Terneuzen
f 924 000,—	Leenhouts Aannemingsbedrijf N.V. Sluis
1 447 000,—	Aannemersbedrijf fa. M. Uil te Middelburg
f 889 900,—	N.V. Aannemersbedrijf Ph. de Koning Jr., Papendrecht

