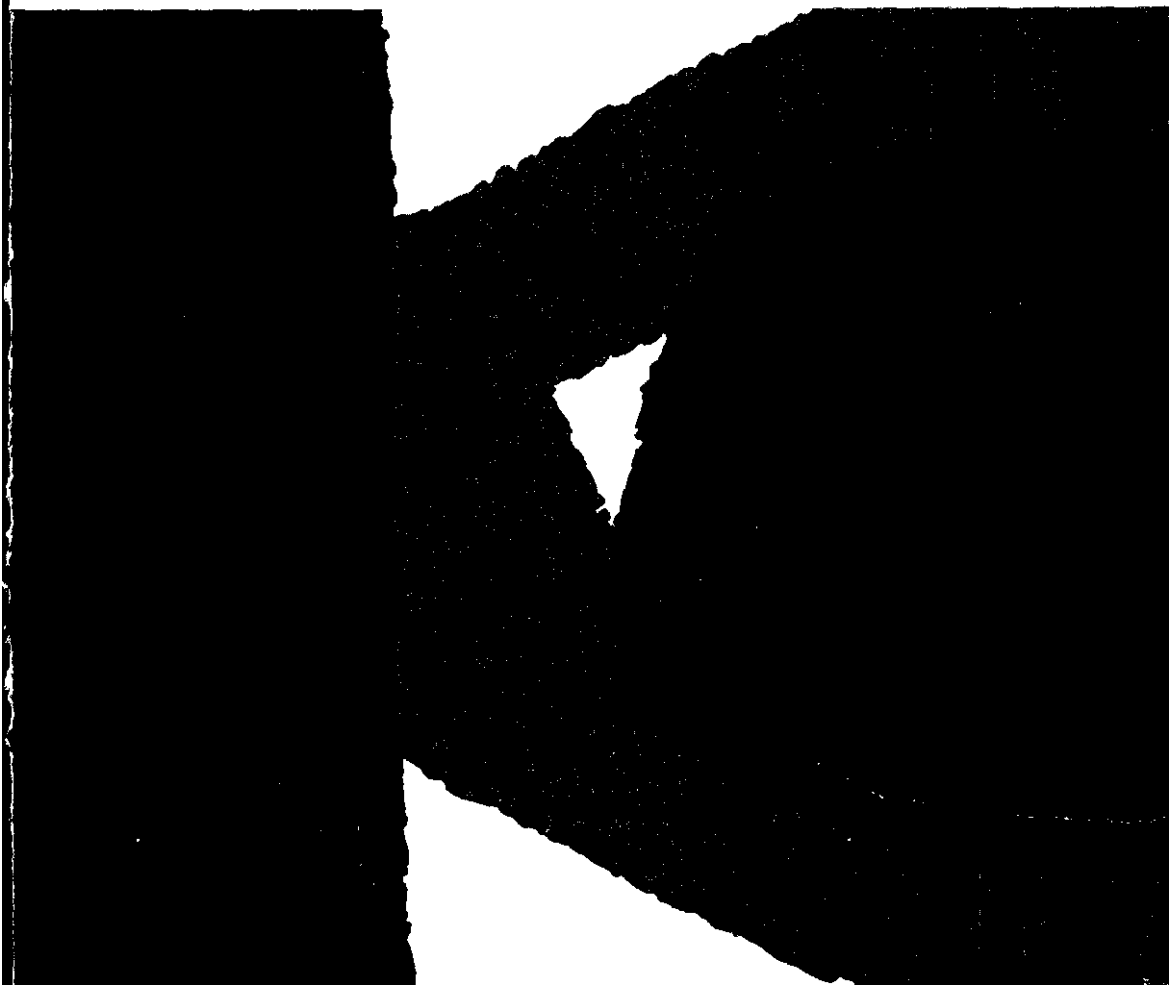


deltawerken

mei 1969 nummer 48



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

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

De prijs bedraagt f 8,- per jaar of f 2,25 per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 394 De afsluiting van het Volkerak
- 397 Modelonderzoek en schaalregels
- 404 Het damvak Springersdiep
- 407 De toepassing van betonblokken bij geleidelijke sluitingen
- 416 Het aanbrengen van een bodembescherming van asfalt in het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat
- 422 Koninklijk Besluit inzake de afsluiting van de Oosterschelde
- 424 Het verdichten van zand door middel van ontploffingen. Proeven aan de Noordbevelandse oever

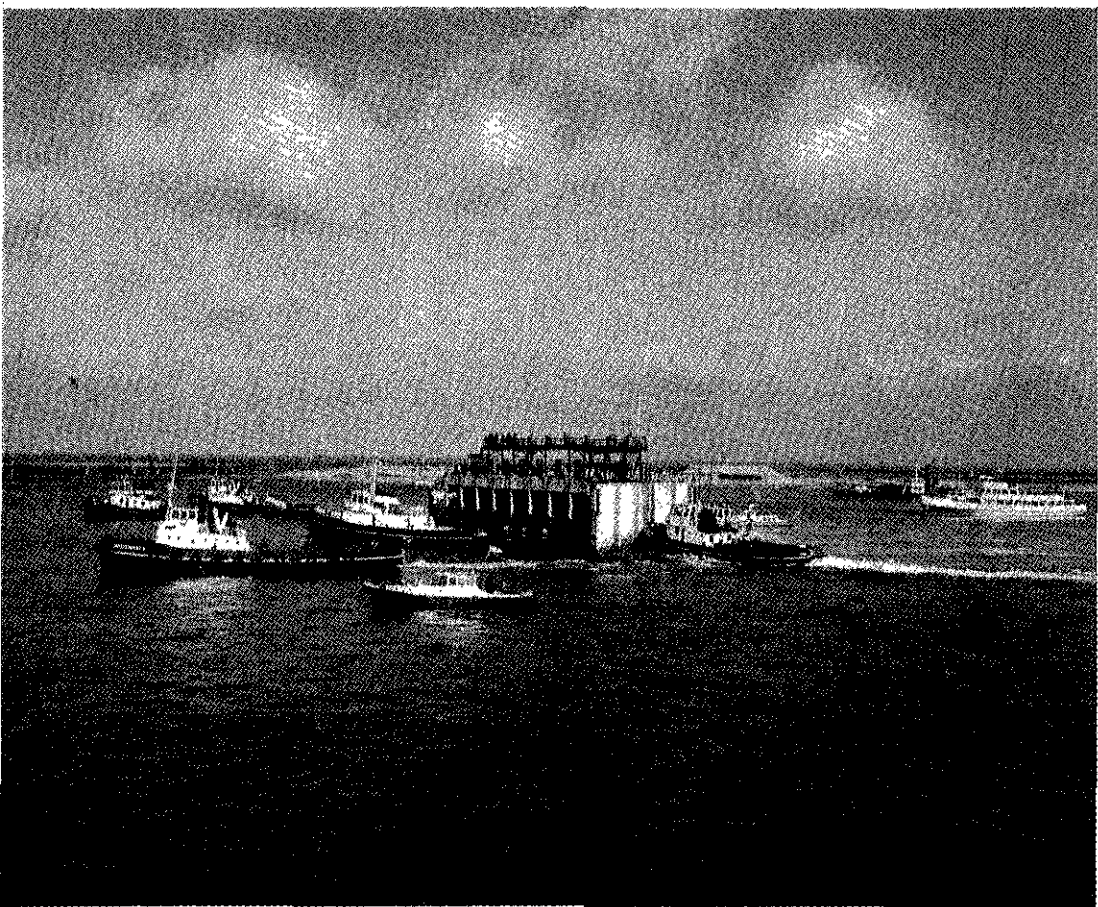
C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

- 434 Verbetering van de hoogwaterkeringen van Delfland
- 437 **Vorderingen**





Bij het ter perse gaan van dit nummer is de afsluiting van het Volkerak een feit geworden. Op 25 april werd de laatste caisson op zijn plaats gebracht, zoals tevoren was voorzien. Op 28 april werden de schuiven gesloten, waarmee de scheiding tussen een noordelijk en een zuidelijke bekken tot stand werd gebracht. In het volgende nummer van dit tijdschrift zal een uitvoerig verslag worden opgenomen van deze afsluitingswerkzaamheden.

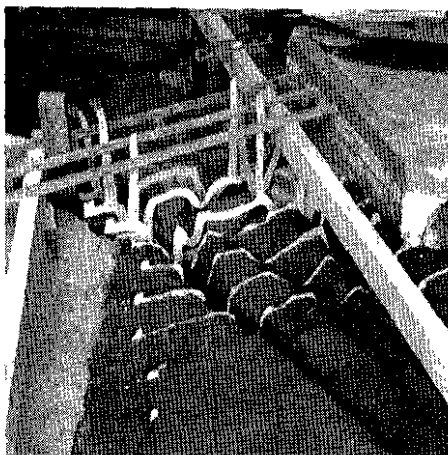


Modelonderzoek en schaalregels

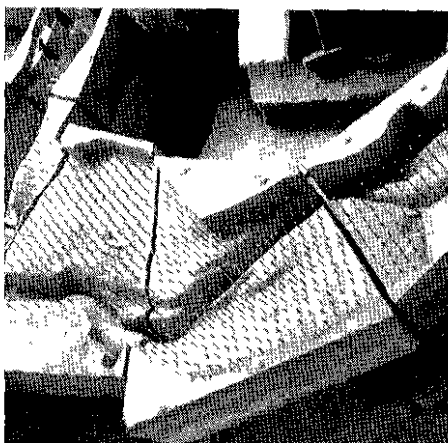
Bij de voorbereiding van de Deltawerken en andere grote waterbouwkundige constructies moet men er reeds lang voor met de uitvoering wordt begonnen rekening mee houden dat deze werken veranderingen in de waterbeweging teweeg zullen brengen, niet alleen na hun voltooiing, maar ook al tijdens hun bouw.

De verwachte wijzigingen en de daaruit voortkomende aanval door stroom en golf bepalen op hun beurt voor een belangrijk deel het ontwerp en de opeenvolging der bouwstadia van een werk. Vanwege de ongekende omvang van sommige werken en de hoge kosten die ermee gemoeid zijn, is het niet mogelijk bij het ontwerp alleen gebruik te maken van de ervaring die in het verleden bij vorige werken is verkregen, of erop te vertrouwen dat men tijdens het werk zelf voldoende ervaring zal opdoen. Men tracht daarom met behulp van theoretisch onderzoek, gericht op de praktijk, voorspellingen te doen over de wijzigingen die de stromen en waterstanden zullen ondergaan en over de aanval die de constructies zullen ondervinden. Een algemeen inzicht in de veranderingen van de stromingen in de rivieren en zeearmen kan worden verkregen aan de hand van berekeningen of uitgebreide hydraulische getijmodellen. Verschillende methoden van getijberekening maken het mogelijk de toekomstige waterbeweging bij de opeenvolgende bouwstadia van een werk te berekenen. Door de toepassing van elektronische rekenmachines en een elektrisch analoon is het thans mogelijk deze berekeningen binnen de daarvoor beschikbare tijd meer te verfijnen, en meer variaties naast elkaar te bestuderen. In de onmiddellijke omgeving van de bouwwerken moeten de wijzigingen in de waterbeweging echter meer gedetailleerd bepaald worden dan elders. Het gecompliceerde stroombeeld in de nabijheid van de bouwwerken is nog vaak niet in een wiskundige formulering te vatten, en dan schieten berekeningen tekort. In deze gevallen worden experimentele onderzoekingen uitgevoerd in schaalmodellen, waarbij de werkelijkheid in het klein wordt nagebootst. Men tracht een proef zo in te richten dat het te bestuderen verschijnsel zo veel mogelijk gelijkvormig is met het verschijnsel in de werkelijkheid. Gelukt het dit te bereiken en is het mogelijk de grootheden die van belang zijn in het model voldoende nauwkeurig te meten, dan behoeft men meestal de gemeten grootheden slechts met constante schaalfactoren te vermenigvuldigen om de corresponderende waarden voor de werkelijkheid te vinden. Grootheden die in een model kunnen worden voorgesteld zijn bijvoorbeeld het verticale getij, de stroomsnelheid, de golfkrachten op constructieonderdelen, het zoutgehalte en de ontgrondingen. De schalen die de verhouding

De bouw van een model



De ruwheid van de bodem wordt nagebootst met metalen staafjes



tussen de verschijnselen in de werkelijkheid en in het model bepalen zijn de oppervlakte-schaal, de diepteschaal en de tijdschaal. Verder moet in het model eventueel ook nog de schaal van het al of niet zwevend bodemmateriaal worden vastgesteld. Het vaststellen der schaalfactoren heeft zekere voor de hand liggende, doch verstrekkende consequenties. Wanneer alle afmetingen met een zelfde schaalfactor n worden vermenigvuldigd, dan is de schaalfactor van alle oppervlakken het kwadraat van die factor, n^2 , en die van alle volumina de derde macht ervan, n^3 . Een ander voorbeeld: wanneer als schaalfactor van de afmetingen n_1 en als schaalfactor voor de tijd n_t is gekozen, dan is de factor voor de snelheid (afgelegde weg per tijdseenheid) het quotiënt van beide vorige:

$n_v = \frac{n_1}{n_t}$; terwijl die voor de versnelling (verandering van snelheid per tijdseenheid)

dan is bepaald door $n_a = \frac{n_1}{n_t^2}$

Om in een model de waterbeweging op schaal te kunnen nabootsen, is de voorwaarde van geometrische gelijkvormigheid, dat wil zeggen dat diepte-, lengte- en breedteschaal van het model dezelfde zijn, niet voldoende.

Ook de krachten die de waterbeweging veroorzaken moeten *gelijkvormig* zijn. Zo moet de bewegingswet van Newton, die het verband legt tussen kracht, massa en versnelling ($k = ma$), op schaal zijn en voorts de wrijvingskrachten, die voortvloeien uit de taaiheid van de vloeistof en de ruwheid van de wanden. Van principieel belang blijkt nu dat deze laatste eis: gelijkvormigheid van het verloop van de waterbeweging in het model en in de werkelijkheid, in het algemeen met zich meebrengt dat de voornoemde *schaalfactoren* n_1 en n_1 niet onafhankelijk van elkaar kunnen worden vastgesteld. Er moeten bepaalde betrekkingen bestaan tussen de diverse schaaufactoren, zogenaamde *modelregels*. Indien niet aan deze regels wordt voldaan, treden er verschillen op tussen het verloop van het verschijnsel in het model en in de werkelijkheid.

Wij kiezen een voorbeeld: in waterloopkundige modellen komt meestal een vrije waterspiegel voor die onder een helling staat. De snelheden die als gevolg van die helling optreden worden mede bepaald door de versnelling van de zwaartekracht. Nu geeft de zwaartekracht aanleiding tot de zgn. *traagheidskrachten* volgens de genoemde wet van Newton. De versnelling van de zwaartekracht is echter in het model even groot als in



Wervelstraat

de werkelijkheid, nl. $9,8 \text{ m/sec.}^2$. De versnellingsschaalfactor moet dus gelijk zijn aan één: dus $n_a = 1 = \frac{n_1}{n_t^2}$. Wanneer als schaal voor de afmetingen n_l is gekozen ligt derhalve de tijdschaal ook vast: $n_t = n_l^2$. Uit deze betrekking volgt de modelregel van Froude: $n_v = n_l^{\frac{1}{2}}$. De afmetingsschaal en de tijdschaal zijn dus afhankelijk van elkaar geworden, doordat de eis is gesteld dat de krachten uitgeoefend door de zwaartekracht in het model en in de werkelijkheid op schaal moeten zijn. Indien de tijdschaal van het model voldoet aan de regel van Froude zullen de traagheidskrachten in het model als gevolg van de zwaartekracht ten opzichte van de werkelijkheid op schaal worden gerepresenteerd.

Ook de wrijvingskrachten moeten op schaal worden gerepresenteerd. Deze krachten veroorzaken ongelijkheid van snelheid over de verticaal in een punt van de rivier; immers, door wrijving langs de bodem of wand hebben de daar onmiddellijk aangrenzende waterlagen een kleinere snelheid dan de lagen erboven, of ernaast. Door de ongelijkheid van snelheid ontstaat er tussen twee opeenvolgende lagen een schuifkracht, in grootte afhankelijk van de viscositeit of taaiheid van de vloeistof. De vorm van de snelheidsverticaal zal in het model gelijkvormig moeten zijn met die in de werkelijkheid. Bovendien komt in de natuur doorgaans een turbulente stromingstoestand voor waarbij wervelbewegingen in het water optreden. Die turbulentie zal ook in het model moeten worden opgewekt. Bij deze stromingstoestand geldt de kwadratische weerstandswet van Chézy.

Wil men de wrijvingskrachten mechanisch gelijkvormig op schaal weergeven, dan moet het zogenaamde getal van Reynolds, dat de verhouding van de traagheidskrachten tot de wrijvingskrachten aangeeft, in het model hetzelfde zijn als in de werkelijkheid. Dit getal van Reynolds is gelijk aan het produkt van snelheid en lengteschaal gedeeld door de zgn. kinematische taaiheidscoëfficiënt. Nu blijkt dat turbulente stromen voorkomen bij grote getallen van Reynolds; om de gedachten te bepalen: groter dan 1000.

Uit de modelregel van Reynolds volgt ook een snelheidsschaal en dus een tijdschaal, evenals uit de voornoemde modelregel van Froude. Beide tijdschalen zijn echter niet dezelfde en dus moet er een compromis gezocht worden.

Het is een gelukkige omstandigheid dat volgens de ervaring bij grote waarden van het getal van Reynolds de weerstandcoëfficiënt C , uit de formule van Chézy, min of meer onafhankelijk wordt van het getal van Reynolds.

Als dus de bodemruwheid en daardoor de turbulentie in het model voldoende groot is, zijn de weerstandskrachten min of meer onafhankelijk van het getal van Reynolds, zodat de moeilijkheid van een verschillende tijdschaal komt te vervallen. Deze kan dan bepaald worden uit de modelregel van Froude, hetgeen noodzakelijk is omdat de zwaartekracht in de waterbeweging een hoofdrol speelt.

Bij modellen waarin grote gebieden moeten worden weergegeven, zoals zeegaten of rivieren, is men meestal gebonden aan een vrij kleine schaal om het model binnen redelijke grenzen te houden. Dan zou de waterdiepte echter vaak zo gering worden dat de beschikbare meetinstrumenten er niet meer in kunnen functioneren. In zo'n geval zal moeten worden afgezien van de geometrische gelijkvormigheid en worden verschillende schalen van hoogte en lengte toegepast, d.w.z. de diepte wordt op een grotere (t.o.v. een horizontale schaal overdreven) schaal weergegeven. In de zgn. samengetrokken modellen verkrijgt men dus toch een voldoende waterdiepte voor het uitvoeren van snelheidsmetingen. Daar de snelheidsschaal evenredig is met de diepteschaal (volgens de modelregel van Froude) zijn in zulke modellen de snelheden relatief eveneens groter en dus nauwkeuriger te meten.

Vanzelfsprekend dient bijzondere aandacht te worden besteed aan de bodemruwheid. De ruwheidsschaal, dat is de schaal voor de weerstandscoefficiënt C , moet als de modelregel van Froude geldt namelijk gelijk zijn aan de wortel uit het quotiënt van de schalen

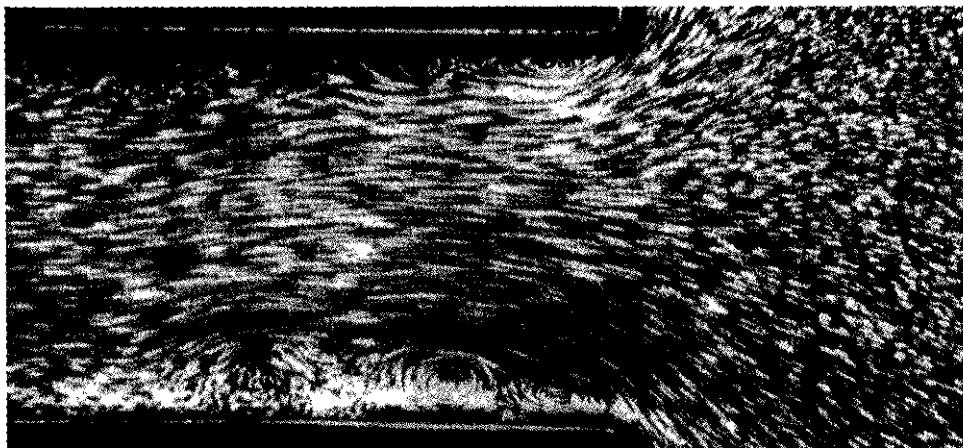
$$\text{van de horizontale en verticale afmetingen: } n_c = \sqrt{\frac{n_p}{n_h}}$$

Bij een gelijke schaal van de horizontale en verticale afmetingen zou dus $n_c = 1$ moeten zijn, dat wil zeggen dat de bodemoneffenheden in een niet-samengetrokken model op ware grootte moeten zijn. In een samengetrokken model moet derhalve de bodem extra ruw worden gemaakt. Daartoe legt men betonblokjes of metalen staafjes op de modelbodem. De stroomverdeling in verticale zin wordt dan echter niet meer op juiste wijze in het model weergegeven. Het model is nu niet langer een zuivere geometrische verkleining van de werkelijkheid, immers de horizontale en verticale schalen verschillen en er zijn concessies gedaan betreffende de volkomen juiste weergave van de stroming ter wille van model-technische overwegingen.

De problemen betreffende de schaalkeuze worden nog meer gecompliceerd als de bewegingen van het bodemmateriaal, veelal zand, in verband bijvoorbeeld met het optreden van ontgrondingen in sluitgaten, in het onderzoek worden betrokken. Modellen waarin deze onderzoeken worden gedaan, worden modellen met beweeglijke bodem genoemd. Bij het vaststellen van de schaalwaarden voor een dergelijk model spelen niet alleen de wetten der hydrodynamica een rol, doch moet ook rekening gehouden worden met de aard van het bodemmateriaal dat in het model wordt toegepast. De moeilijkheid is, dat de wijze waarop bodemmateriaal door stromen en golven wordt verplaatst slechts in zeer beperkte mate theoretisch toegankelijk is, en dat dus sterk empirisch te werk gegaan moet worden. Opnieuw stuit men hier op de moeilijkheid, dat de eisen, die aan de schaalwanden gesteld worden, en dus de schaalregels, met elkaar in tegenspraak kunnen zijn, zodat compromis-oplossingen gekozen moeten worden. Soms zijn de tijdschalen van de zandbeweging pas definitief te bepalen, als het model reeds enige tijd in gebruik is. Verder zijn er technische moeilijkheden. Indien de afmeting van de deeltjes te klein wordt bestaat de kans dat de korrels geheel worden opgenomen in de grenslaag tussen bodem en volledig stromend water. In het model wordt die verhoudingsgewijs altijd te dik weergegeven. Het karakter van de stroom in deze overgangslaag is geheel anders dan in de volle stroom; de stroom transporteert hier het bodemmateriaal ook op andere wijze. Bovendien heeft zeer fijn materiaal niet meer hetzelfde karakter als zand. De korrels plakken aan elkaar, en zoals bij slib komt het materiaal dat zich op de bodem heeft vastgezet moeilijker in beweging. In verband hiermee wordt meestal niet de afmeting van de korrels verkleind, doch hun soortelijk gewicht. Men past dan bijvoorbeeld bakeliet of plastic toe.

Daar het wisselend karakter van getijstromen in dit soort modellen een ongewenste complicatie oplevert, worden de ontgrondingsmodellen vaak om praktische redenen als zogenaamde permanentiemodellen uitgevoerd, waarbij de variatie van de stroomsnelheid en -richting niet wordt gereproduceerd. Hier is het bepalen van de tijdschaal van het bodemtransport of de ontgroning een grote moeilijkheid. Door middel van vergelijking met situaties uit de werkelijkheid en toepassing van de geldende schaalregels is het wel mogelijk een inzicht te verkrijgen in de ontgrondingsschaal.

Samenvattend kan worden gesteld dat de keuze van de schaal voor een model een probleem is dat gezien moet worden tegen de achtergrond van het doel van het onderzoek, waarbij wordt nagegaan welke krachten een ondergeschikte betekenis hebben bij het probleem en welke belangrijk zijn en dus op juiste wijze moeten worden gereprodu-



ceerd. Bovendien moet de absolute grootte van het model zodanig zijn dat het betrokken verschijnsel met de beschikbare apparatuur in het model gemeten kan worden. Dit bepaalt onder meer de schalen van de verticale en horizontale afmeting. Het accepteren van onvolkomenheden betekent echter dat waar zulks mogelijk is hoge eisen gesteld moeten worden aan de ijking van het model. Ter ijking van een model wordt in de uitgangssituatie de weergave van de belangrijke verschijnselen in het model vergeleken met de werkelijkheid, zoals die met behulp van natuurmetingen is waargenomen.

Tenslotte volgt een opgave van de schaalmodellen die momenteel in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en in de Noordoostpolder ten behoeve van de Deltawerken in bedrijf zijn, en het doel dat met de onderzoeken in deze modellen wordt beoogd. Tot voor kort bestond een waterloopkundig model, waarin de getijbeweging in het gehele Deltagebied kon worden gerealiseerd. De taak van dit model is nu overgenomen door de Deltar; dit analogon-model is beschreven in Driemaandelijks Bericht nr. 18 (november 1961). Voor het zuidelijk Deltagebied zijn overzichtsmodellen gebouwd in het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst'. Door de afsluiting van het Volkerak worden immers noordelijk en zuidelijk Deltagebied volledig gescheiden.

Het overzichtsmodel voor het Brouwershavensche Gat heeft een horizontale schaal van 1 : 300 en een verticale schaal van 1 : 100. In dit model wordt de getijbeweging nabootst. De plaats van de afsluiting is met behulp van de resultaten van dit model vastgesteld. Het model levert ook de randvoorwaarden voor de detailmodellen van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat, terwijl er tevens in onderzocht wordt op welke wijze de twee sluitgaten, in verband met de getijbeweging, elkaar zullen beïnvloeden. Van het zuidelijk sluitgat in het Brouwershavensche Gat bestaat een permanentiemodel, dus zonder getijbeweging, met een horizontale en verticale schaal van 1 : 60. De details van de waterbeweging in het sluitgat en de bodembescherming worden erin bestudeerd. In het detailmodel van het noordelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat wordt ook de plaatsingsvolgorde van de caissons bestudeerd.

De Oosterscheldeproblematiek wordt voorlopig onderzocht in een overzichtsmodel met getijbeweging van een gedeelte van de Oosterschelde. De horizontale schaal hiervan is 1 : 300 en de verticale schaal 1 : 100. Dit model wordt binnenkort vervangen door een

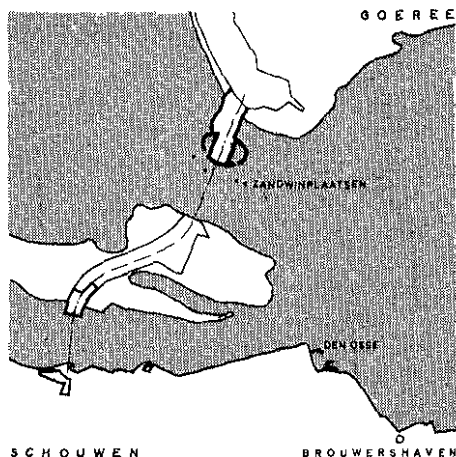
uitgebreider getijmodel voor het gehele Oosterscheldegebied tot aan de dam in het Volkerak, met een horizontale schaal van 1 : 400 en een verticale schaal van 1 : 100. In een detailmodel voor het gehele tracé van de toekomstige dam, met permanente stroming en een horizontale en verticale schaal van 1 : 80, zullen alle sluitgaten van de Oosterschelde worden voorgesteld, zodat de sluitmethoden voor de verschillende gaten in hun samenhang kunnen worden bepaald.

Voor het Volkerak bestaat een groot permanentiemodel. De horizontale schaal is 1 : 150 en de verticale schaal 1 : 50. In dat model werden de randvoorwaarden gevonden voor het detailmodel van het tracé van de Volkerakdam en werd het tracé van de sluiting onderzocht. Het detailmodel van de Volkerakafsluiting heeft een horizontale en verticale schaal van 1 : 50. De vormgeving van de bodembescherming en van de landhoofden van het sluitgat werd erin onderzocht, alsook de stabiliteit van de drempel en de volgorde waarin de caissons geplaatst moesten worden. Bij het verschijnen van dit artikel is het Volkerak inmiddels afgesloten, zodat de resultaten van de studies in dit model aan de werkelijkheid kunnen worden getoetst.

Het overzichtsmodel voor de Haringvlietsluizen is ook een permanentiemodel, met een horizontale schaal van 1 : 150 en een verticale schaal van 1 : 50. Dit model levert de randvoorwaarden voor de detailmodellen, is een hulpmiddel bij de bepaling van de sluitingstracés en heeft ook gediend bij de vormgeving van de bouwput voor de uitwateringsluizen in aanbouw. In dit model worden de snelheden bepaald die in de verschillende fasen van de afsluiting in de onderscheiden geulen van het Haringvliet zullen optreden. In een ander permanentiemodel, met een horizontale en verticale schaal van 1 : 60, worden de vormgeving van de bodembescherming, de te verwachten ontgrondingen en de meest wenselijke opbouw van de drempel en de beteugelingsdam in het Rak van Scheelhoek vastgesteld.

Tenslotte is er een aantal modellen, waarin niet een of ander bijzonder zeegat of riviergedeelte wordt afgebeeld, maar waarin men algemeen geldige condities kan schep- pen voor het verrichten van proeven ten aanzien van de stroombestendigheid van bodembeschermingen, de stabiliteit van dammen bij verschillende opbouw, om maar enkele voorbeelden te noemen. De schaal van deze modellen ligt tussen 1 : 1 en 1 : 30.

Het damvak Springersdiep



In het jaar 1971 zal de noordelijke geul van het Brouwershavensche Gat, de 'Kous', met caissons worden afgesloten. De overwegingen die er toe geleid hebben een sluitgat van één km midden tussen de punt van Goeree en het damvak op de Kabbelaarsbank te situeren, vindt u beschreven in Driemaandelijks Bericht nr. 38 (november 1966). De juiste ligging van dit sluitgat is nader bepaald op grond van onderzoeken in het Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst'.

Tussen het sluitgat en de noordelijk ervan gelegen duinen van Goeree-Overflakkee ligt nog een geul: 'het Springersdiep'; door dat water zal een damvak aangelegd worden van 1250 m lengte. In het jaar 1969 zal met de aanleg ervan worden begonnen; in het jaar daarop zal in het noordelijk sluitgat de bodembescherming worden aangebracht en een drempel voor de doorlaatcaissons worden opgebouwd.

Uit metingen en berekeningen blijkt, dat nabij de aansluiting van dit damvak op Goeree aanzanding is te verwachten door stroom, golven en wind. Dit is aanleiding geweest te besluiten het noordelijk gedeelte van het damvak uit te voeren als een duindam, dat wil zeggen een dam waarvan het zandlichaam niet wordt afgedekt met klei of asfalt, maar slechts met zand, beplant met struiken en helm, waarvan men verwacht dat ze in de jaren na de aanleg van de dam het door stroom, golven en wind aangevoerde zand zullen vasthouden. Op deze wijze zal een natuurlijk evenwicht ontstaan, zoals dat in grote delen van onze duinenkust bestaat. De duindam zal dan een verantwoorde overgang vormen tussen de strakke, beklede dam en het natuurlijke duinlandschap van Goeree-Overflakkee.

Het dwarsprofiel van de inmiddels reeds aangelegde damvakken op de Middelpaalt en de Kabbelaarsbank is beschreven in de Driemaandelijks Berichten nrs. 31 (februari 1965), 35 (februari 1966) en 40 (mei 1967). In dit profiel zijn binnentalud, damkruin, buitentalud en buitenberm met asfaltbeton bekleed. Omdat bij de duindam deze bekledingslagen worden weggelaten moet het dwarsprofiel van de duindam aanmerkelijk zwaarder worden dan dat van een beklede dam; er moet immers rekening mee worden gehouden dat bij storm een deel van het duindamlichaam wegslaat.

Uit metingen langs de kusten van het Deltagebied is gebleken dat de strandhelling beneden N.A.P. + 3 m in het algemeen 1 : 30 à 1 : 50 bedraagt en de duinhelling boven dit peil ca. 1 : 3. Wanneer het duin tijdens een zeer zware storm ten dele is weggeslagen loopt de strandhelling tot grotere hoogte door. De ervaring leert dat het voor het ver-

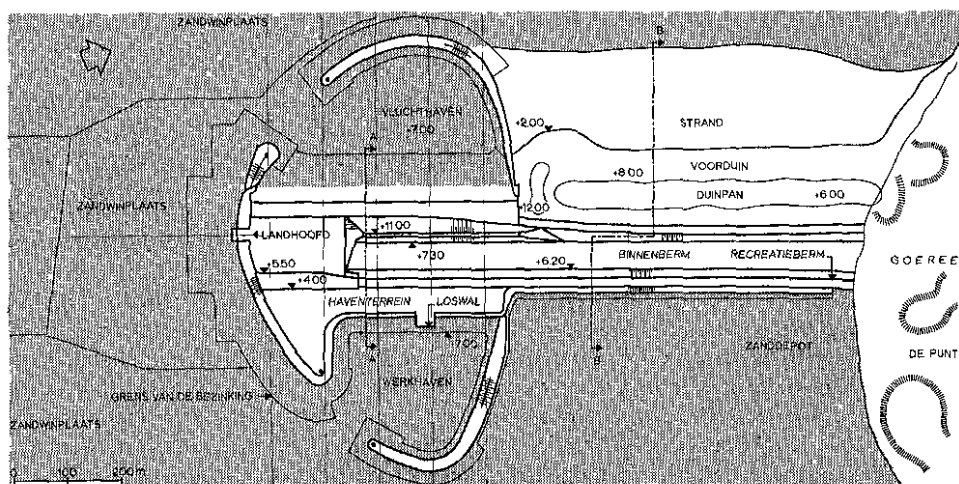
krijgen van voldoende veiligheid volstaat, de helling van 1 : 50 tot N.A.P. + 5,50 m *doorgetrokken* te denken. Het dwarsprofiel van de duindam moet daarom zo ruim worden genomen, dat ook bij ernstige aantasting nog een voldoende zwaar zandlichaam overblijft.

In de praktijk is het onder laagwater spuiten van zand onder een helling van 1 : 50 zonder bijzondere voorzieningen *moelijk* te *verwezenlijken*, reden waarom bij de duindam voor dit laaggelegen gedeelte een beloop is aangenomen van ca. 1 : 15. De zee zal naar men mag aannemen, dan de rest van het werk doen. Na de sluiting van het Brouwershavensche Gat zal blijken in hoeverre de natuur het kunstmatig gevormde strand reeds heeft aangepast en in hoeverre daar nog correcties op nodig zijn. In overleg met een werkgroep die zich speciaal met het stimuleren van duinvorming bezighoudt zijn een dwarsprofiel en een daarbij behorend beplantingsschema vastgesteld. Figuur 3 geeft er een voorstelling van. De hoge duinregel aan de zeezijde, waarvan de top ligt op N.A.P. + 8,50 m, heeft tot taak het over het strand aanstuivende zand zoveel mogelijk op te vangen. De achter het voorduin gevormde duinvallei is van voldoende diepte om een luwtegebied te vormen waar zich een begroeiing van duinstruiken kan ontwikkelen. Voor de landschappelijke aankleding van de duindam is het advies ingewonnen van Staatsbosbeheer. Langs de binnen- of meerzijde van het duin is een brede berm ontworpen waarop een autosnelweg, een daaraan parallel lopende weg voor langzaam verkeer en een recreatieberm kunnen worden aangelegd. De binnenberm is, wat vorm en opbouw betreft, gelijk aan die van de damvakken op de Middelplaat en de Kabbelaarsbank.

Het zuidelijk gedeelte van het damvak heeft hetzelfde profiel en dezelfde opbouw als de damvakken over de Middelplaat en de Kabbelaarsbank, met uitzondering van de teenbescherming langs de buitenzijde van de dam, die met het oog op de lagere ligging van de *grondslag* anders moet worden geconstrueerd.

Tegen het zuidelijk kopeinde van het damvak wordt een landhoofd geplaatst, dat wordt opgebouwd uit drie eenheidscaissons op een bed van grind. Rondom dit landhoofd wordt een aanzet gemaakt waarop de in 1970 in het noordelijk sluitgat te maken bodembescherming en drempelconstructie kunnen worden aangesloten.

Fig. 2. Overzicht van het damvak door het Spingersdiep



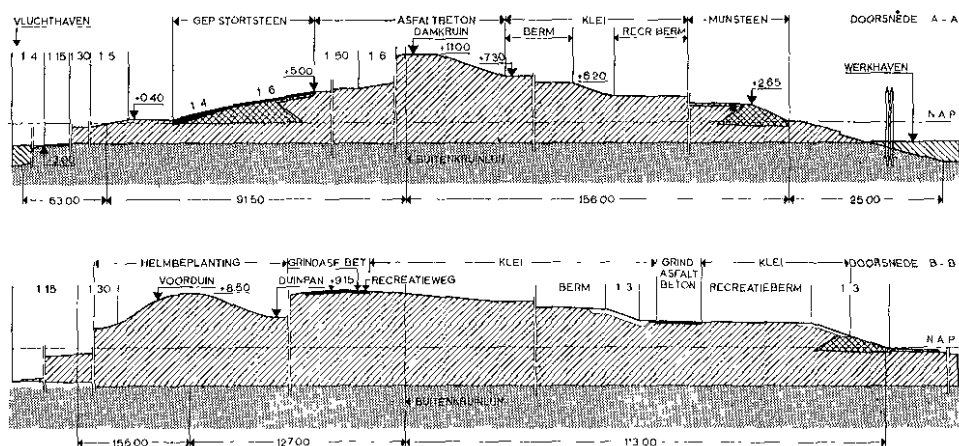


Fig 3. Doorsnede volgens de lijn A-A en B-B

Uit voorafgaand waterloopkundig onderzoek is gebleken, dat aan de kop van het damvak een bijzondere, stroomgeleidende vorm moet worden gegeven, wil men langs deze kop een goed stroombeeld krijgen. De gekozen vorm leent zich bijzonder goed voor het maken van twee havens, een werkhaven aan de binnenkant en een vluchthaven aan de buitenkant van het damvak. Elk van de havens zal worden omgeven door havendammen welke tevens ten dele als stroomgeleiding fungeren. De havendam van de werkhaven wordt opgebouwd uit een kern van mijnsteen, afgedekt met stortsteen 10/300 kg; deze dam kan tevens beschouwd worden als een mijnsteen- en stortsteendepot voor werkzaamheden die na de sluiting nog moeten plaatsvinden. De havendam van de vluchthaven, die rechtstreeks is blootgesteld aan golfaanval uit zee, moet zwaarder worden geconstrueerd en wordt daarom opgebouwd uit een kern van stortsteen 10/300 kg, afgedekt met stortsteen 300/1000 kg. Beide havendammen worden aangelegd op kraag- en zinkstukken.

Het zand dat voor het opbouwen van het damvak nodig is wordt ten dele ontleend aan de ondiepten voor de kop van het damvak die opgeruimd moeten zijn voordat in het sluitgat met de aanleg van de bodembescherming en de opbouw van de drempel begonnen kan worden. Ook aan weerszijden van de bodembescherming zal het geulprofiel aanzienlijk verruimd moeten worden om een zo goed mogelijke aanstroming van het sluitgat te verkrijgen; het daar gewonnen zand zal eveneens voor het opbouwen van de dam gebruikt worden.

Bij de uitvoering zal begonnen worden met de bouw van het uit eenheidscaissons samen te stellen landhoofd. Daarachter zal dan een zandplateau opgespoten worden vanwaaruit met grote capaciteit verder gewerkt kan worden. Aldus zal van zuid naar noord een zandkade door het Springersdiep gelegd worden. Tijdens de aanleg van deze in het stromend water uit te bouwen zandkade zullen de eb- en vloedstromen veel zand meevoeren. Om nog zoveel mogelijk van dit meegevoerde zand binnen het uiteindelijke damprofiel te laten neerslaan, zal de zandkade ongeveer in het midden van het damvak gesitueerd moeten worden. Een grote zandverwerkingscapaciteit – men moet denken aan zo'n 300 000 m³ per week – is nodig om de geul snel te kunnen sluiten, waardoor de blijvende zandverliezen zo klein mogelijk zullen worden gehouden.

De toepassing van betonblokken bij geleidelijke sluitingen

In het Driemaandelijks Bericht nr. 42 (november 1967) komt een artikel voor getiteld: 'Waterloopkundige aspecten van betonblokken als stortmateriaal bij een geleidelijke sluiting'. Aan het slot ervan wordt vermeld, dat op grond van het in dit artikel beschreven modelonderzoek werd besloten zowel bij de geleidelijke sluiting van het Haringvliet - Rak van Scheelhoek - als die van het Brouwershavensche Gat - zuidelijk sluitgat - gebruik te maken van betonblokken met een stukgewicht van twee en een halve ton. Daarbij werd tevens medegedeeld, dat over de uit hydraulisch en praktisch oogpunt meest geschikte vorm van die blokken nog geen definitieve uitspraak was gedaan, omdat het daarover lopende modelonderzoek toen nog niet was afgesloten. Thans echter zijn vorm en afmetingen van de blokken bepaald, het voor de in 1970 uit te voeren sluiten van het Haringvliet benodigd aantal blokken is vastgesteld, en met de aanmaak ervan is al een begin gemaakt.

In dit artikel wordt aandacht geschonken aan een aantal facetten van het gebruik van betonblokken voor geleidelijke sluitingen die tot nu toe in het geheel niet of slechts terloops werden vermeld. Daarbij zal, voorzover het niet gaat om zaken van algemene strekking, in het bijzonder de situatie bij de in het nabije verschiet liggende geleidelijke sluiting van het Haringvliet worden besproken.

De voortzetting van het hydraulisch onderzoek naar de meest gewenste vorm van de te gebruiken blokken heeft voornamelijk betrekking gehad op de stabiliteit van de dam in zijn eindfase. Wanneer de dam volledig op hoogte is zal hij namelijk nog enige maanden bloot staan aan een combinatie van vervalddruk en golfaanval, totdat het zand waarin de beteugelingsdam wordt ingepakt, voldoende op hoogte is. Uit het onderzoek is gebleken dat de vorm van de blokken geen waarneembare invloed heeft op de stabiliteit. Dat wil dus zeggen dat de enigszins afgeplatte vorm (al dan niet met afgeschuinde hoeken) en de kubusvorm - de beide hoofdvormen waarmee het onderzoek werd verricht - uit hydraulisch oogpunt vrijwel gelijkwaardig zijn en dat derhalve andere overwegingen de keuze kunnen bepalen. Dan verdient de kubusvorm de voorkeur; allereerst al omdat het bekistingsoppervlak dan bij gelijkblijvende inhoud zo klein mogelijk is. Bovendien levert deze vorm de mogelijkheid op om het vers gestorte beton zowel met naaldtrillers als ook met kisttrillers gelijkmatig te verdichten, terwijl de kubussen ook bij het stapelen in de depots grote voordelen bieden.

Ook naar de invloed van het blokgewicht op de stabiliteit van de dam is een onderzoek

ingesteld. Hierbij werd overigens aan het mogelijke gewicht van één blok een bovengrens gesteld van 5000 kg; meer dan 5 ton tegelijk afwerpen van de kabelbaan werd te riskant geacht. Een uit grote blokken opgebouwde dam vormt een zeer doorlatende constructie, zodat er onder invloed van het waterstandsverschil aan weerszijden een sterke stroming plaatsvindt door de dam heen. Neemt het verval toe, dan kan de stromingsdruk op de blokken op het benedenstroomse talud tenslotte zo groot worden dat deze hun stabiliteit verliezen en worden weggedrukt. De kruin van de dam wordt dan lager en de dam wordt door het water overstroomd, zodat de aantasting verder gaat. Golven hebben, ook wanneer zij niet over de kruin van de dam slaan, een nadelige invloed op de stabiliteit doordat zij een tijdelijke vergroting van het verval en daardoor een sterkere stroming door de dam teweeg brengen. Een golf met een lange periode is in dit verband ongunstiger dan een met een korte periode. Blijkens de proeven heeft een vergroting van het blokgewicht van 2,5 ton tot 5 ton slechts een zeer geringe vergroting van de stabiliteit tot gevolg. Er zijn dus geen redenen om het stukgewicht van de blokken te verhogen.

De samenstelling van het betonmengsel is proefondervindelijk bepaald door het maken en beproeven van een 300-tal blokken op ware grootte. Reeds eerder was een 80-tal blokken van een afwijkende vorm gemaakt en beproefd op valbestendigheid. Aan de hand van de daarbij verkregen resultaten werden de driehonderd kubusvormige proefblokken voor het merendeel samengesteld uit 625 kg betonzand, 525 kg betongrind en 100 kg grofgrind 30/80 mm (tendele ook 30/150 mm), terwijl het cementgehalte varieerde van 75 tot 125 kg per m³. Bij de 80 proefblokken was 125, 150 en 175 kg cement per m³ gebruikt, waarna uit de valproeven bleek dat een hoog cementgehalte geen kwaliteitsverbetering gaf van dien aard dat het de grotere kosten rechtvaardigde. Bij de grote proevenserie bleek 100 kg cement per m³ een nog goed verwerkbaar produkt op te leveren, terwijl de valbestendigheid aan redelijke eisen bleef voldoen. Het hoge gehalte aan grof grind geeft het hoge volumegewicht van 2,38 en verlaagt de benodigde hoeveelheid cement.

Wel stelt de toepassing van dit grind speciale eisen aan de menginstallatie. Om ontmenging te voorkomen is een vrije-valmolen die tijdens het kantelen bij het ledigen in dezelfde richting blijft draaien, het meest geschikt, zoals de ervaring in het buitenland bij het maken van stuwdammen van beton met grove toeslag heeft geleerd. Andere typen van molens, in ons land meer gangbaar, kunnen het mengsel alleen goed verwerken als de cementhoeveelheid wordt verhoogd; bij de benodigde grote hoeveelheid blokken stijgen de kosten daardoor echter onevenredig. Toevoeging van een plastificeerder komt wel de verwerkbaarheid ten goede, maar beïnvloedt de valbestendigheid niet noemenswaard. Toevoeging van meer water dan de 70 l — exclusief het vocht van de toeslagmaterialen — die voor de verwerking nodig is, doet de valbestendigheid sterk achteruit gaan.

Bij de valproeven van 8 meter hoogte werd geconstateerd dat door het afspringen van hoeken $\pm 6\%$ van het materiaal verloren kan gaan, terwijl ruwweg 15% van het aantal blokken in stukken uiteenvalt, die echter grotendeels nog stroombestendig zijn. Bij benadering moet het verlies worden gesteld op 10%.

Een theoretische verklaring van de breukverschillen is tot op heden niet gevonden. Aanvankelijk is verondersteld dat een blok meer valbestendig zou zijn naarmate het materiaal een kleinere elasticiteitsmodulus zou hebben. Metingen op dit gebied hebben echter geen correlaties kunnen aantonen. Verder onderzoek op dit punt blijft nodig. Naast de voordelen die het gebruik van zware eenvormige betonblokken tegenover het gebruik van stortsteen van verschillende stukgrootte uit waterloopkundig oogpunt biedt, staan nog enkele belangrijke voordelen met betrekking tot de verwerking met behulp van een kabel-

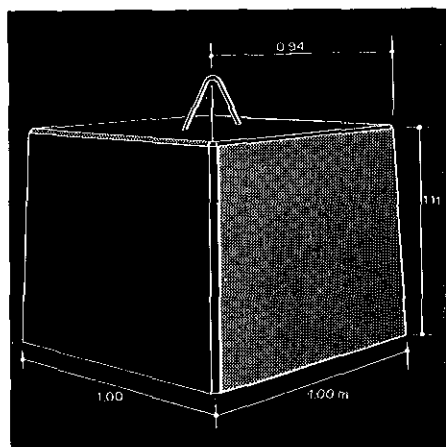


Fig. 1 Het betonblok, zoals het bij de afsluiting van het Haringvliet en het Brouwershavensche Gat zal worden gebruikt

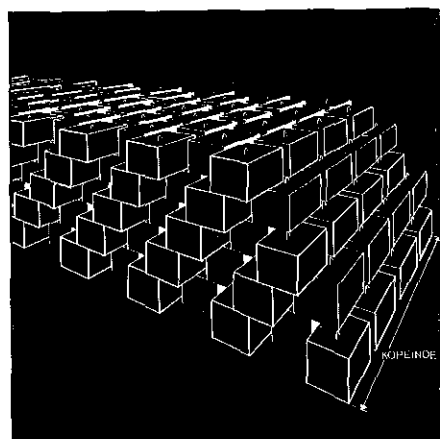


Fig. 2. Opslag van de betonblokken bij het Haringvliet

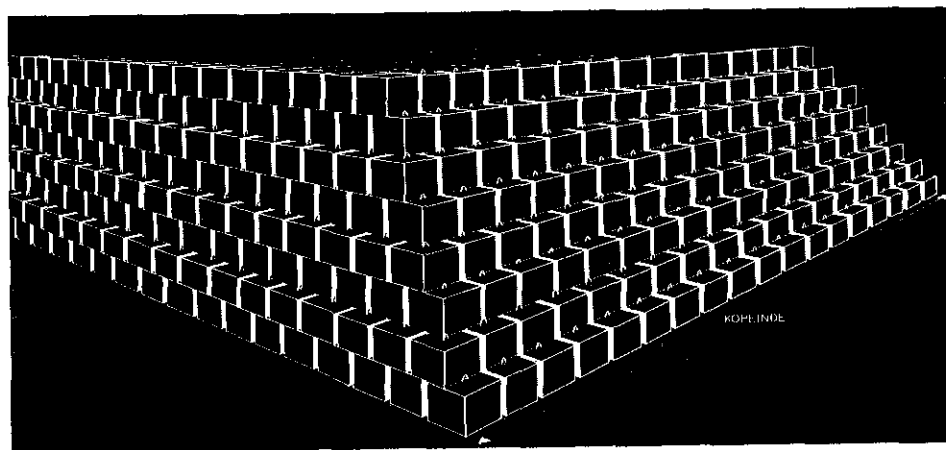
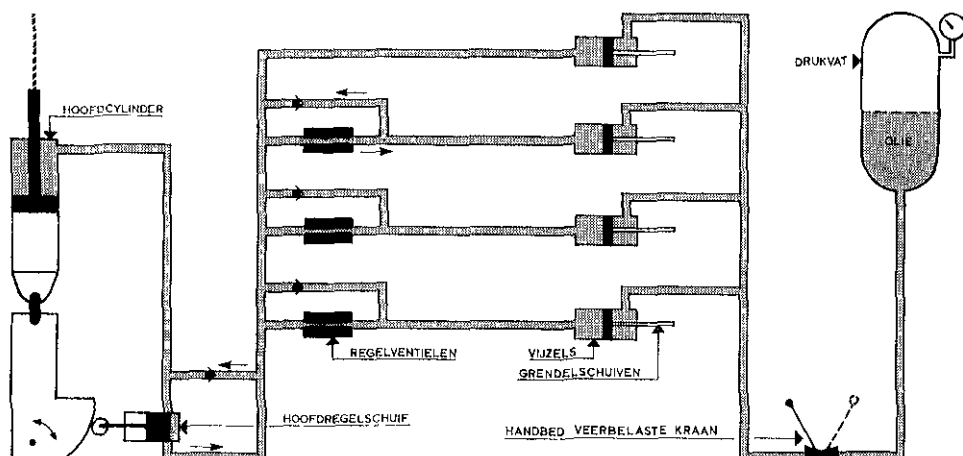


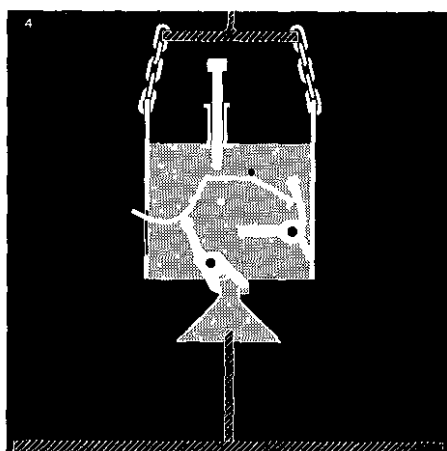
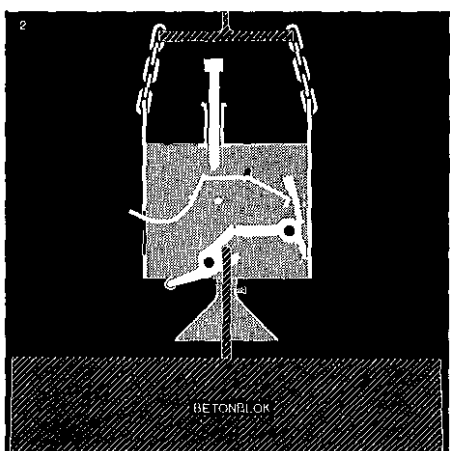
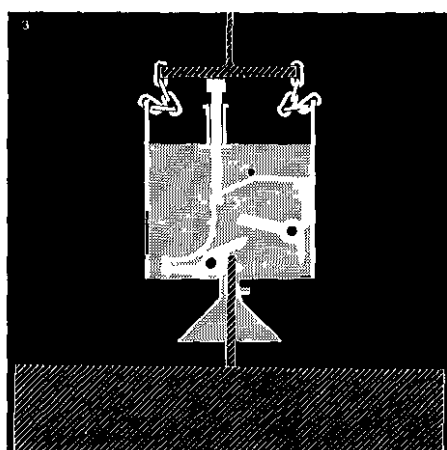
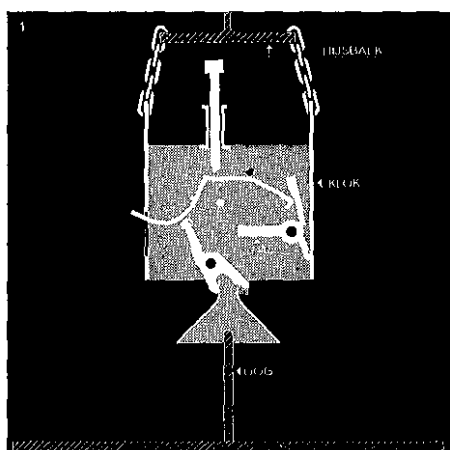
Fig 3. Een andere methode van stapelen wordt toegepast bij het Brouwershavensche Gat



baan. Met name heeft bij de keuze tussen zware stortsteen of betonblokken de wijze van overslagtransport en de mogelijkheid tot het geleidelijk lossen van het stortmateriaal van de automoteurs in het sluitgat een belangrijke rol gespeeld. Het is bekend dat het laten vallen van een te grote last in één keer de kabels van de kabelbaan zodanig doet opslingeren dat de installatie te zwaar kan worden belast, terwijl de bemanning aan zeer onaangename versnellingskrachten wordt blootgesteld, die bij herhaling verschijnselen van zeeziekte kunnen oproepen. Daarom is nagegaan of het bestaande kettingnet geschikt zou zijn om de eventueel te gebruiken zware steen van 1 tot 3 ton stukgewicht te vervoeren en te lossen. Dit bleek niet het geval, de kans was te groot dat het net zich in éénmaal ledigde. Enkele proeven wezen uit dat misschien met een trapeziumvormig kettingnet betere resultaten te bereiken zouden zijn. Maar een ander bezwaar bleef bestaan, nl. dat het moeilijk viel het net met een afgemete hoeveelheid van 10 ton steen te vullen. Men zou de steen steeds op het oog moeten sorteren om te voorkomen dat de installatie te zwaar zou worden belast. Om aan de veilige kant te blijven zouden de automoteurs gemiddeld minder dan 10 ton lading vervoeren, waardoor de capaciteit zou dalen. Een kostenvergelijking heeft, mede ten gevolge van de grotere complicaties die steen oplevert bij overslag en transport – en deze complicaties doen zich te sterker gelden naarmate er hogere capaciteiten moeten worden bereikt – dan ook uitgewezen dat betonblokken ook uit economisch oogpunt de voorkeur verdienen boven stortsteen. Zeer belangrijk voor het bereiken van een hoge produktie is het vinden van een methode waarmee de gondels van de kabelbaan de betonblokken snel en bedrijfszeker kunnen aanhaken en weer loslaten; dit laatste dan bovendien nog slechts met één of twee stuks tegelijk. Voor dit onderdeel is de volgende oplossing gevonden. Om de betonblokken uit de opslag snel en grijpbaar voor de automoteur op de transportmiddelen te zetten, is een hijsbalk ontworpen, waaraan vier blokken tegelijk kunnen worden opgehesen. Ieder blok is voorzien van een ingebetonneerd oog, waaraan het met behulp van een haak kan worden opgepikt. Op de opslagplaats staan de blokken tegen elkaar aan, maar hangende aan de gondels moeten ze voldoende onderlinge afstand hebben om te voorkomen dat ze tijdens het transport langs de kabel – helling op, helling af – tegen elkaar slaan. Daarom worden de hijsbalken uitgerust met vier aan kettingen hangende klokvormige huizen waarin als een klepel een vorkvormige haak kantelbaar ten opzichte van dit huis is gemonteerd. De onderlinge afstand van deze klokken corres-

Fig. 4. Hydraulisch systeem van de vergrendeling aan de stortbalk

Fig. 5. De werkwijze van de hijsbalk: 1. oppakken; 2. vergrendelen; 3. ontgrendelen; 4. neerzetten



pondeert met die op de aan de gondel hangende stortbalk die eveneens met vier van zulke klokken wordt uitgerust. Door hun klokvorm kunnen de hijselamenten binnen een straal van 15 cm t.o.v. het midden van de haken altijd het oog van het blok vinden; dat is, in verband met de toelaatbare speling, ruim voldoende. De ophanging in kettingen maakt verplaatsing van de klokken ten opzichte van de balk en dus ook ten opzichte van elkaar mogelijk. Bij het oppakken stelt de voor het transport met de gondel nodige onderlinge afstand zich vanzelf in. De hijsbalk wordt op zijn beurt weer gehangen aan de hijsdraad van een dragline, waarmee het geheel op en neer kan worden bewogen. De trek- of sleepdraad wordt met een sprenkel eveneens op de balk vastgezet, waardoor de last ook in horizontale zin gestuurd kan worden. Nadat de blokken op het vervoermiddel zijn geplaatst, worden de haken automatisch ontgrendeld door de balk tot op de klokken te laten zakken. De hijsbalk kan nu weer worden geheven met achterlating van de blokkenlast. Bij en door deze beweging worden de haken automatisch weer in de oorspronkelijke stand gebracht en het systeem weer zodanig ingesteld dat opnieuw, zonder enige extra handeling, een nieuwe lading van vier blokken uit de opslag kan worden opgepikt.

Aan de gondels hangen, zoals reeds vermeld, stortbalken voorzien van 4 klokken. De ontgrendeling geschiedt hier evenwel op geheel andere wijze dan bij de hijsbalk. Het ontkoppelen van de hijsbalk vereist namelijk weinig kracht omdat de blokken dan staan en de haken dus onbelast zijn, terwijl bij de stortbalken moet worden ontkoppeld wanneer de blokken met hun volle gewicht in de haken hangen. In plaats van een vergrendelpal vindt men hier dan ook een op kogellagers draaiende en van loopwielen voorziene schuif die hydraulisch wordt bewogen. De olie voor de hydraulische vijzels bevindt zich in een hoofdcilinder die is opgenomen in een der ophangdraden van de hijsbalk en daar het gewicht van de hieraan hangende betonblokken onder druk wordt gezet. Nu zijn de bij de Haringvlietsluiting te gebruiken gondels, die zoals bekend eerder bij de afsluiting van de Grevelingen hebben dienst gedaan, destijds geconstrueerd voor het gebruik van steenstortnetten die waren opgehangen aan vier draden die twee aan twee gelijktijdig en ook ten opzichte van elkaar kunnen worden bewogen. Van deze mogelijkheid tot onderlinge beweging wordt nu gebruik gemaakt om een kraan te openen die de onder druk staande olie toelaat op het tijdstip van het afwerpen der blokken tot de hydraulische vijzeltjes die de grendelschuiven bedienen. In de leidingen naar deze vijzels zijn regelventielen opgenomen waardoor het mogelijk is de vier blokken met de gewenste tussenpozen te laten vallen.

Zowel de hoofdcilinder als de vijzels zijn dubbel werkend. De bij de ontgrendelbeweging weg te dringen olie aan de achterzijde van de zuiger wordt geleid naar een drukvat waarin zich boven de olie een ingesloten hoeveelheid lucht bevindt. Door de terugstromende olie, die slechts één richting uit kan, wordt de druk van deze lucht vergroot. Is de gondel terug op de laadplaats, dan kan de olie door opening van een veerbelaste kraan in een omloopleiding onder invloed van de luchtdruk de vijzels weer in de uitgangspositie teruggedrukken, zodat het proces opnieuw kan beginnen. Deze installatie is oorspronkelijk ontworpen voor en toegepast bij het openen en vergrendelen van de bodemkleppen van de bakken waarmee zandzakken en asfaltkluiten in de Grevelingendam werden gestort. De hiervoor omschreven constructies zijn in prototypen beproefd en onder meer gebruikt om een proefterp van blokken te storten. Aan deze proefterp werden de taludhellingen gemeten teneinde na te gaan of de bij modelproeven gemeten waarden konden worden aangehouden, hetgeen inderdaad het geval bleek te zijn.

Benodigde hoeveelheden in het Haringvliet

Voor het bepalen van de benodigde hoeveelheden betonblokken voor de afsluitdam in het Haringvliet is in het Waterloopkundig Laboratorium een uitgebreid beproevingsprogramma uitgevoerd. Daarbij bleek dat er, wanneer de uitwateringssluizen worden opengezet, geringere vervallen over het profiel van de sluitkade te verwachten zijn, zodat met een geringer profiel kan worden volstaan, dan wanneer de sluisen gesloten zouden zijn. Aangezien de stortebedden van de uitwateringssluizen op heen- en weergaande getijstromen zijn ontworpen kan zonder bezwaar een berekening worden opgezet op basis van de toestand bij open sluisen.

Voor de bepaling van het benodigde profiel van de sluitkade moest voorts nog een keuze worden gedaan ten aanzien van de vereiste ontwerpcriteria, zoals waterstanden en golf-aanval. Hierbij zijn verschillende benaderingen mogelijk. Wanneer men er van uitgaat *dat gedurende de sluitingsfase geen schade van betekenis mag optreden* zullen randvoorwaarden met een lage frequentie van voorkomen moeten worden gekozen. Voor een dergelijke situatie is het gebruikelijk dat dan met extreme omstandigheden gerekend wordt die eens in de 50 à 100 jaar voorkomen. Voor de dam in het Haringvliet leidt dit uitgangspunt tot een zware dam met een brede kruin, 4 m boven N.A.P. Men kan er echter ook van uitgaan dat bij het opbouwen van een dergelijke beteugelingsdam best wat schade mag ontstaan, die dan natuurlijk na afloop van de storm hersteld moet worden. Hiervoor moet men dan een zekere hoeveelheid blokken als reserve aanmaken.

Bij deze benaderingswijze en in aanmerking nemende dat de blokkendam in het daarvoor meest gunstige seizoen wordt opgestort zou men als ontwerpcriterium een waterstand kunnen aanhouden met een overschrijdingsfrequentie van 0,1 per zomerhalfjaar, gekoppeld aan de daarbij te verwachten golfbeweging.

De ontwerpeisen leiden voor het Haringvliet tot een dam met smalle kruin, gelegen op N.A.P. + 4 m, waaraan blijkens de uitgevoerde proeven bij een zeewaterstand van N.A.P. + 2,5 m en een vloedverval van 1 m nog geen belangrijke schade wordt toegebracht. Bij een zwaardere aanval ontstaat dan wel schade van betekenis. Het aanvaarden van de kans op beperkte schade en het aanmaken van reserveblokken om deze schade te herstellen, is bij het Haringvliet ook nog daarom aantrekkelijk omdat de in reserve gehouden blokken in elk geval nog bij de afsluiting van het Brouwershavensche Gat in 1971 een nuttige bestemming kunnen vinden.

Het accepteren van de kans op beperkte schade biedt de mogelijkheid de voor de dam benodigde hoeveelheid blokken nader te preciseren in relatie tot verschillende schade-criteria.

De hieronder beschreven analyse heeft uiteindelijk geleid tot de bepaling van het gewenste aantal blokken.

Een lage dam met de kruin op N.A.P. + 2,50 m zal in eerste aanleg uiteraard goedkoper zijn dan een hoge dam met de kruin op b.v. N.A.P. + 4 m. In het laatste geval zal de bij een zomerstorm optredende schade echter belangrijk minder zijn. Gezocht is nu naar het economisch optimum, waarbij de som van de aanlegkosten van de dam en de kosten van herstel als vergelijkingscriterium kan gelden.

Ter vereenvoudiging is in de eerste plaats aangenomen dat de schade veroorzakende zomerstorm gedurende de sluitingsperiode slechts één keer optreedt, zodat met eenmalig herstel volstaan kan worden. In de tweede plaats is verondersteld, dat de kade in elk der onderzochte gevallen *slechts tot N.A.P. + 2,50 m zal worden hersteld*.

De hierbij veronderstelde waterstanden en vervallen komen overeen met een overschrijdingsfrequentie van respectievelijk 0,1 en 0,01 per zomerhalfjaar, terwijl een golfhoogte

Fig. 6 Benodigd aantal betonblokken voor het opbouwen van de dam en voor herstel van schade bij stormen met een overschrijdingsfrequentie van 0,01 (bovenste twee lijnen) en 0,1 (de twee lijnen daaronder) per zomerhalfjaar

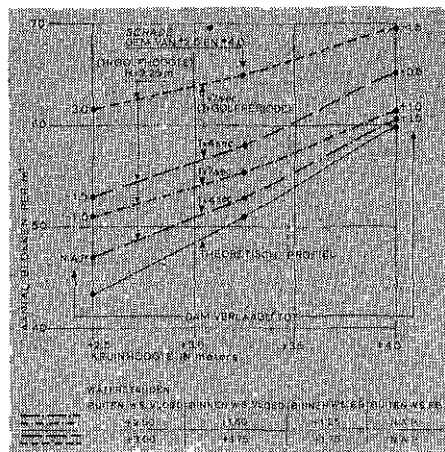
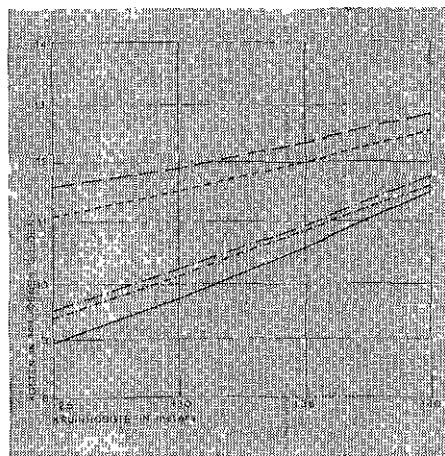


Fig. 7 Kosten van de opbouw en van herstel van schade aan de dam. De lijnen beduiden, van boven naar beneden:

- 1 Kosten van aanleg en herstel bij een storm met frequentie 0,01, inbegrepen de indirecte schade.
- 2 Kosten van aanleg en herstel bij een storm met frequentie 0,01 en golfperiode 7 sec
- 3 Kosten bij niet optreden van schade
- 4 Kosten van aanleg en herstel bij een storm met frequentie 0,1 en golfperiode 4 sec.
- 5 Kosten van de aanmaak der betonblokken



van 2,25 m met golfperiodes van respectievelijk 4 en 7 sec. werd aangenomen. Op deze wijze werd een viertal randvoorwaarden gevonden waarbij de schade kon worden vastgesteld.

Het totaal aantal benodigde blokken bestaat nu uit een hoeveelheid vereist voor het opbouwen van de dam tot het vereiste profiel, en een hoeveelheid benodigd voor het herstel van de eventuele schade. Voor ieder der vier ontwerpcriteria kan in een diagram een lijn worden geconstrueerd, waarbij op de horizontale as de kruinhoogte van de dam en op de verticale as het aantal blokken nodig voor de initiële bouw en voor eventueel herstel kan worden afgelezen. Figuur 6 laat zien tot wat voor diagram men dan komt. Hierbij is de schade aan een dam met kruin op N.A.P. + 3,25 m niet door proeven bepaald, maar is het gemiddelde aangenomen van de schaden aan kaden van 2,5 m en 4 m boven N.A.P.

Op de verticale as kan ook het geldbedrag worden uitgezet dat nodig is voor het maken, transporteren en verwerken van de blokken met de kabelbaan. In figuur 7 is dit gedaan voor een lage zomerstorm met golven van 4 sec. en een hoge storm met golven van 7 sec.

Bij de totale kosten moet nog de grootte worden gerekend van de te verwachten indirecte schade, voornamelijk wel de schade welke ontstaat door stilstand in het zandbedrijf. In het diagram kan ook de lijn nog worden uitgezet die de totale kosten aangeeft, indien de schade niet optreedt. De kans hierop is namelijk veel groter dan de kans op belangrijke schade. Als er geen schade optreedt moeten de kosten van het transport van de reserveblokken van het Haringvliet naar het Brouwershavensche Gat als kostenfactor in beschouwing worden genomen. Uit figuur 7 kan de conclusie worden getrokken, dat het onder de gedane veronderstellingen geen economische voordelen biedt de dam hoger dan 2,5 m boven N.A.P. op te trekken, omdat in alle gevallen de kosten zullen stijgen naarmate men de kruin hoger legt.

Bij een dam met een kruinhoogte van N.A.P. + 2,5 m wordt de hoeveelheid blokken in het theoretisch profiel berekend op 75 000 blokken. Daarbij is uitgegaan van taluds met een helling van 1 : 1 en een holte-ruimtepercentage van 40.

Het werkelijk nodige aantal blokken kan om een aantal redenen hoger liggen dan de hoeveelheid die uit het theoretisch profiel volgt. Men houdt namelijk rekening met de volgende praktische vermeerdering. Voor zetting 5 %, voor breuk 10 %, voor flauwere taluds 12 % en als onvoorzien – bijvoorbeeld een lagere aanlegbasis van de dam in het zuidelijk deel van het sluitgat, of afwijkende halleruimte-percentages – 10 %. Samen verhogen deze vermeerderingen de hoeveelheid van 75 000 blokken voor het theoretische profiel met 37 %, dus tot 105 000 blokken. Stelt men de schade bij een zomerstormvloedstand met een overschrijdingsfrequentie van 0,01 op 25 000 blokken, dan komt men bij een kruin op N.A.P. + 2,5 m tot een benodigde hoeveelheid blokken van 130 000 stuks. Daar de ervaring bij de uitvoering van Deltawerken heeft geleerd dat het werken aan een dam met een kruin op N.A.P. + 2,5 m toch wel moeilijkheden kan geven, bestaat er een zekere voorkeur om de kruin wat hoger op te trekken, b.v. tot N.A.P. + 3 m. Dan moet men rekenen op een benodigde hoeveelheid blokken van 140 000 stuks. Dat aantal vormt dan de definitieve uitkomst van de hoeveelhidsberekeningen voor de afsluiting van het Rak van Scheelhoek.

Het aanbrengen van een bodembescherming van asfalt in het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat

Het onderzoek dat bij de voorbereiding van de sluiting van het Brouwershavensche Gat werd ingesteld ter bepaling van de grootte en de samenstelling van de in het zuidelijke sluitgat aan te brengen bodembescherming, leidde tot de conclusie dat een deel van de bodem aldaar in plaats van met traditionele rijshouten zinkstukken zou kunnen worden beschermd met een laag gietasfalt. Op grond van waterloopkundige studies werd vastgesteld dat een bodemtapijt van gietasfalt hier 30 cm dik zou moeten zijn en zou moeten worden bestort met 300 kg stortsteen 10/60 kg per m². In dit artikel zal het aanbrengen van deze asfaltmastiekverdediging met behulp van het nieuw gebouwde asfaltschip 'Jan Heymans' worden besproken. Over het bovenbedoelde ontwerp alsook over het asfaltschip kan men lezen in de Driemaandelijks Berichten nrs. 39, 40 en 43 (januari en mei 1967 en januari 1968).

Met de bouw van de 'Jan Heymans' was men medio mei 1968 gereed gekomen; op 20 mei werd het schip naar het Haringvliet gebracht. Daar zijn, nadat de apparatuur beproefd was, twee stroken asfalt gelegd; vervolgens werd een proefvlak gelegd in de Westerschelde op de slikken voor de Zimmermanpolder.

De 'Jan Heymans' was uitgerust met een elektronisch plaatsbepalingssysteem zoals beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 41 (augustus 1967). Later werd besloten het schip bovendien te voorzien van tellurometers die de afstand tot een vast punt bepalen door de tijd te meten die verloopt tussen het uitzenden van een signaal en het daarna ontvangen van de door het vaste reflecterende punt teruggekaatste echo.

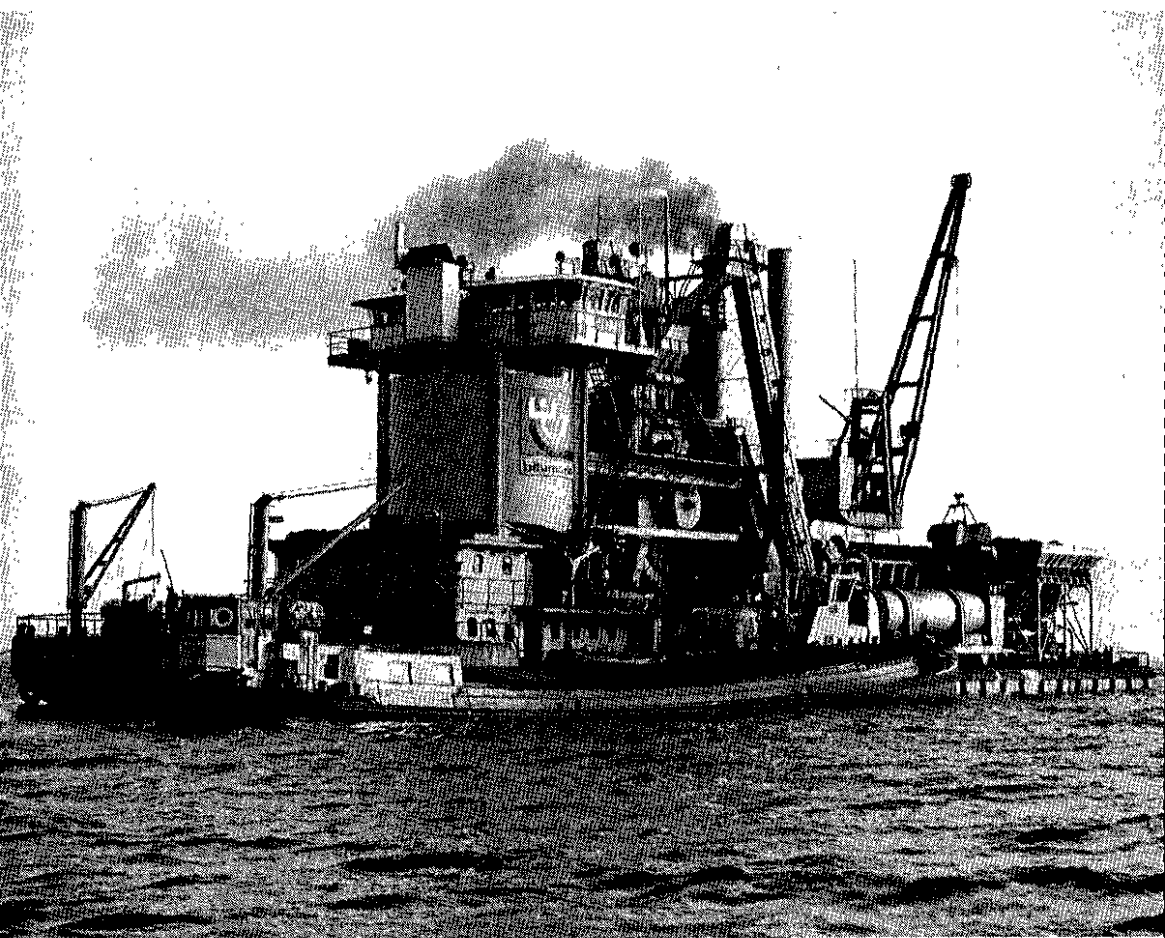
Gedachtig aan de in het Haringvliet opgedane ervaringen verzwaarde men de voor- en achterankers van het asfaltschip. Gedurende de werkzaamheden in het Brouwershavensche Gat bestond de zijverankering uit vier aangepaste klipankers van 2450 kg elk, en de voor- en achterverankering uit Danforth ankers van 4600 kg elk. Toen met het aanbrengen van de asfaltbodembescherming in het Brouwershavensche Gat werd begonnen, was de uit rijshouten zinkstukken bestaande bezinking langs de oevers van het sluitgat, langs de randen van het bezinkingsveld en op de noordelijke helft van de drempel reeds aangebracht. Op het zuidelijk gedeelte van de drempel werden de rijshouten zinkstukken pas aangebracht nadat de asfaltbescherming was gelegd, omdat dit gebied eerst moest worden gebruikt voor het uitzetten van de ankers van het asfaltschip.

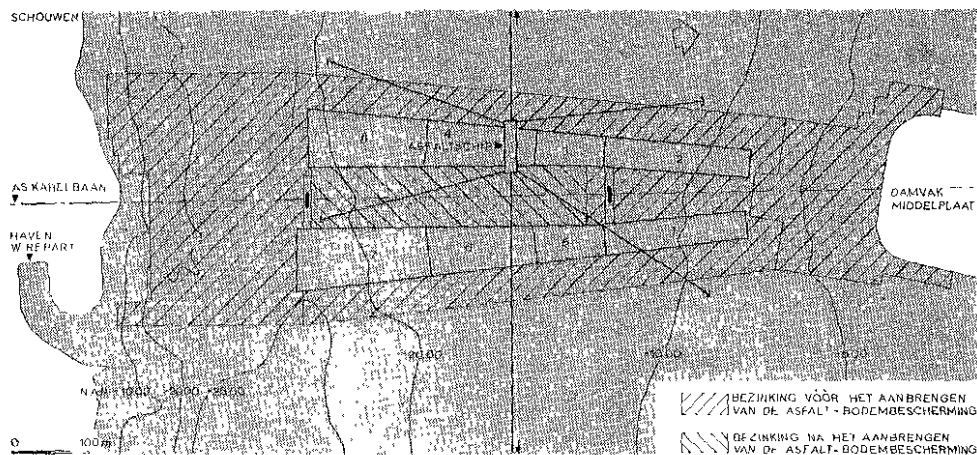
De met een asfaltlaag te beleggen oostelijke en westelijke strook van het bezinkveld werden elk in de lengterichting in vakken verdeeld, zodanig dat elk vak zonder of met

minimale, weinig tijdrovende verplaatsing van de ankers kon worden bewerkt. Het asfalt-tapijt werd gelegd in banen van 5 m breedte en 15 cm dikte. Deze banen overlaptten elkaar dakpansgewijs over 2,50 m, zodat ze uiteindelijk een aaneengesloten 30 cm dikke mat zouden vormen. De banen werden gelegd in de stroomrichting, waarbij het schip zich verplaatste van oost naar west. Wanneer dan de westelijke rand van een baan was bereikt werd het schip terugverhaald naar het oostelijk begin van de volgende baan. De banen in elk vak werden achtereenvolgend van zuid naar noord gelegd. Om een goede aansluiting te verkrijgen tussen de asfaltbescherming en de eraan grenzende zinkstukken werd voor een overlapping van 5 m gezorgd.

Ter vereenvoudiging van de afstandsmetingen met de tellurometer werden de banen gelegd volgens een zeer flauwe boog waarvan het middelpunt lag op het damvak Middelplaat, zodat de afstand tot dat punt in elke baan steeds dezelfde bleef. Het begin en

De 'Jan Heymans' in actie





einde van de banen werden aangegeven door verlichte bakens op de wal. Gezien de verhouding tussen de lengte van het schip – 70 m – en de lengte van de baan – 40 tot 80 m – werden de afstanden in de richting van de banen op het schip zelf gemeten, gebruik makend van de verlichte walbakens.

Om vast te kunnen stellen welk asfaltmengsel men gebruiken zou, werd een systematisch laboratoriumonderzoek ingesteld naar de holle ruimte van zandvulstofmengsels en naar de overvullingsgraad van dit mineraal aggregaat. Met behulp van deze gegevens, en rekening houdend met de ter beperking van de afvloeiing van het mengsel op een hellende bodem gewenste hoge initiële taaiheid, werd de samenstelling van het mengsel wanneer nodig steeds aangepast. Een belangrijk criterium daarbij was de verwerkingsviscositeit; deze moest 700 à 800 poises bedragen om goede doorstroming van de mastiek door het stortapparaat te garanderen.

Bij weinig met asfalt overvulde mengsels bestaat het gevaar dat door een herschikking van de korrels de kleine overvulling omslaat in een ondervulling, waarbij het mengsel zeer taai wordt en niet meer verwerkbaar is. Een ruimschoots overvuld mengsel met bitumen met een penetratiegraad van 180–210 is zeer vloeibaar. Om toch een overvuld mengsel te verkrijgen dat bovendien taai is werd overgegaan op een harder bitumen, nl. met een penetratiegraad van 80–100.

De gemiddelde mengselsamenstelling was: asfaltbitumen 17,2, zeer zwakke vulstof 20,8 en zand 62 gewichtsprocenten. In totaal moest 63 110 m² met asfalt worden bedekt.

Geruime tijd voordat met het aanbrengen van de asfaltmat werd begonnen, werd het voor de samenstelling van de mastiek benodigde zand in depot gespoten op het damvak Middelpaast. Daardoor was het mogelijk een goede ontwatering van het zand te bereiken voor het werd verwerkt in het mengsel.

Tijdens het werk werd het zand uit het depot met laadschoppen in bakken geladen van waaruit het door de op de 'Jan Heijmans' gemonteerde kraan in de zandsilo op het schip werd overgeslagen. De vulstof werd per binnenvaartschip aangevoerd en door een vulstofpompboot in de silo van het asfaltschip gepompt. Het bitumen werd met binnenvaart-tankers aangevoerd en in de bitumentanks van het schip overgepompt.

Het werk is op 12 augustus 1968 begonnen in het zuid-oostelijk vak. De bodem ligt daar tussen 20 en 25 m onder N.A.P. Al spoedig bleken de schuiven van de uitstromingsopeningen en de binnendeckels van de vulopeningen in de stortpijp onvoldoende weer-

stand te bieden aan de hoge waterdruk die op deze diepte heerst. Het schip werd daarom verplaatst naar het noord-oostelijke vak, waar de diepte ca. N.A.P. - 8 m bedraagt, en waar dus minder hoge waterdrukken op de onderdelen van de stortpijp worden uitgeoefend. *Gedurende de werkzaamheden in dit ondiepe gedeelte werden de ontstane defecten hersteld.*

Al snel bleek het niet alleen tijdrovend maar praktisch onmogelijk de draad die nodig is voor de plaatsbepaling met het elektromagnetische aftastapparaat in de mastiek aan te brengen. Door de oneffenheden van de bodem werd de draad, die in verband met de vereiste nauwkeurigheid strak gespannen moet worden aangebracht, namelijk uit de nog warme, min of meer vloeibare asfaltmastiek getrokken. In het vervolg werd daarom alleen met de tellurometer gewerkt. Omdat deze meters niet berekend zijn op een continu gebruik, werden beurtelings twee ontvangers gebruikt. De aflezingen vonden plaats in een afzonderlijke, donker gemaakte ruimte, van waaruit doorlopend de nodige correcties aan de lierganger werden doorgegeven. Dat de lierganger op deze wijze indirect geïnformeerd werd over de plaatsbepaling, kwam de nauwkeurigheid van het werk niet ten goede.

Voor de nauwkeurigheid van het werk bleek het als gevolg van de slingeren van het schip noodzakelijk te zijn geen zand in de silo's van het schip te laden tijdens het leggen van de banen, en dit alleen te doen tijdens het terugvaren. De laadcapaciteit van de kraan was hiervoor voldoende. Om dezelfde reden moesten ook de bitumentanks zo gelijkmatig mogelijk worden geledigd en gevuld.

De vaarsnelheid van het schip, het bitumenniveau in de stortpijp en de temperatuur in de uitstroomopeningen werden voortdurend gecontroleerd. Ook de samenstelling van de uit de menginstallatie vloeiende asfaltmengsels, alsmede de gradatie van het zand, de temperatuur van het mengsel, de werkelijke viscositeit en de viscositeit op een standaardtemperatuur van 130° werden geregeld bepaald. Aan de hand van de uitkomsten van deze bepalingen werd de samenstelling van het mengsel, wanneer nodig, gecorrigeerd. Vele systematische waarnemingen en bepalingen zijn gedaan teneinde een beter inzicht te verkrijgen in de asfaltbitumentecnologie. Zo is bijvoorbeeld uit analyses van asfaltmonsters gebleken dat zelfs bij stagnaties van 45 minuten geen ontmenging van de mastiek in de stortpijp ontstaat en ook dat de samenstelling van stortlading, alsmede die van een aantal na elkaar volgende stortladingen vrij constant is.

Resultaten

Bij de beoordeling van de ervaring bij het werken met het asfaltchip kan men globaal drie perioden onderscheiden: een aanlooperperiode, waarin verschillende veranderingen aan het apparaat moesten worden aangebracht, zoals versterking van de binnendeksel van de vulopeningen van de stortpijp en verbetering van de schuiven van de uitstroomopeningen, terwijl van het gebruik van het elektromagnetisch plaatsbepalingssysteem werd afgezien; een periode zonder kinderziekten, maar waarin de maximale capaciteit van het asfaltchip nog niet werd bereikt omdat nog gewerkt werd met één droogtrommel; en een laatste periode, waarin gewerkt werd met twee droogtrommels en de maximale capaciteit werd bereikt.

De in de verschillende perioden behaalde prestaties zijn in onderstaande tabel weergegeven.

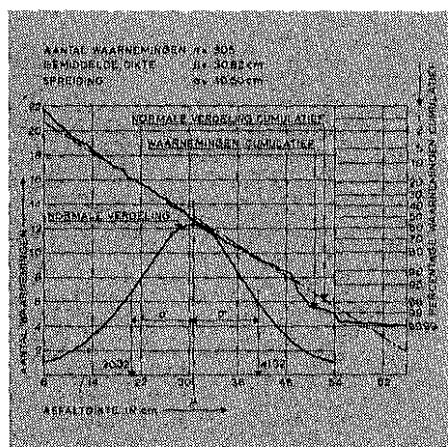
De werkbaarheidsgrens voor het aanbrengen van de asfaltbodembescherming bij ongunstige stroom- en weersomstandigheden bleek te liggen bij een golfhoogte van 80 à 100 cm en een stroomsnelheid van 2 m/sec. De verankering van het schip voldeed goed. Slechts eenmaal is een vooranker en eenmaal een zijanker doorgekomen.

De maximale afwijking in de plaats van de getrokken banen schommelt om een halve meter. De nauwkeurigheid van de tellurometer heeft een grootte-orde van een decimeter. Afhankelijk van de viscositeit en van de werkdiepte vloeide de mastiek ongeveer 25 tot 50 cm uit. Er bleek een verband te bestaan tussen viscositeit en werkdiepte. Dit verschijnsel wordt nog nader bestudeerd.

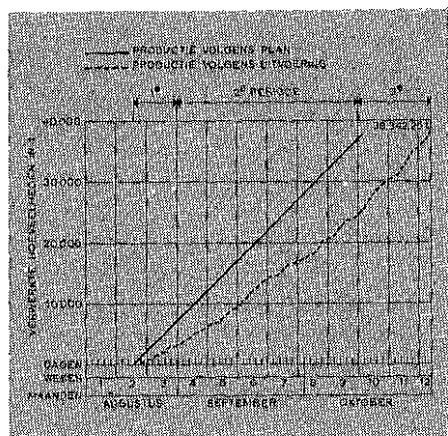
Ter bepaling van de dikte van de op de geulbodem gelegde asfaltlaag is een meetinstrument ontwikkeld dat gebruik maakt van het verschil in de weerstand die een conus ondervindt in asfaltmastiek en in zand. De conus van het meetinstrument wordt met constante kracht in de asfaltlaag gedreven, terwijl daarbij de verandering in snelheid tijdens de voortgang van de conus wordt gemeten. Deze snelheidsverandering is een maat voor het binnendringen in en het uittreden uit de asfaltmastieklag; uit de tijd die de conus

Werk- periode	Duur v. d. periode in werkdagen	Gemiddelde productie per werkdag in tonnen	Netto werktijd — Totale werktijd	Werktijd banen trekken — Totale werktijd	Gemiddelde productie v. d. molen in ton/uur	Gemiddelde werkpro- ductie: totale werk- productie — netto werktijd in ton/uur	Gemiddelde viscositeit (maximale viscositeit tot minimale viscositeit) in poises	Gemiddelde temperatuur in °C
1	8	395	0,48	0,10	145	34,8	740 (1340-450)	134
2	30	742	0,82	0,27	180	75,2	584 (1170-250)	149
3	12	1188	0,90	0,36	235	105,8	579 (1310-310)	161
Gemiddeld op het hele werk	(totale duur van het werk 50 werk- dagen)	793,5	0,66	0,25	197	77,4	608	150

Onder netto werktijd wordt verstaan de tijd die nodig is voor het starten van de molen, het produceren van mastiek, het vullen van de stortpijp, het leggen van de banen, het terugverhalen van het schip, het verplaatsen van de ankers, alsmede het opruimen en schoonmaken van het schip aan het eind van de werkdag.



Resultaten van de diktemetingen van de asfaltlaag



Productiegrafiek

nodig heeft om de asfaltmestieklaag te doorboren is de dikte van die laag af te leiden. In totaal werd de dikte op 466 plaatsen gemeten. Van deze waarnemingen waren er 305 geschikt voor een statistische bewerking. De gemiddelde dikte van de asfaltslab bleek 30,8 cm te bedragen; ongeveer een kwart van de waarnemingen geeft een dikte aan die minder is dan 24 cm. De verschillen in dikte zijn waarschijnlijk te verklaren doordat de asfaltmat niet altijd in twee lagen, maar op sommige plaatsen ook in drie of één laag is aangebracht; dat komt vermoedelijk door het weinig uitvloeien van de mastiek op grotere diepte en door de geconstateerde afwijkingen in plaats bij het leggen van de slab. Noch bij de veelvuldige door een duiker uitgevoerde inspecties, noch bij het meten van de dikte zijn openingen in de mastieklaag geconstateerd. Er is geen verband gevonden tussen de oorspronkelijke helling van de bodem die maximaal 1 : 5 bedroeg, en de dikte van de mastieklaag.

Na voltooiing van het asfaltwerk werd de bedekking afgestort met 300 kg stortsteen 10/60 kg per m².

Uit recente proeven en berekeningen is gebleken dat de waterbel die veroorzaakt wordt door het toestromen van water naar het gedeelte waar de druk van de bovenliggende waterlaag het geringst is, bij het optreden van wateroverdrukken onder de dichte asfaltlaag slechts klein van afmetingen zal zijn en geen enkele ernstige consequentie voor de bodembescherming kan hebben. Wel kan wrijving tussen asfaltmastiek en zandbodem als gevolg van de wateroverdrukken over een bepaald traject opgeheven worden, zij het dan slechts gedurende een zeer korte periode van het getij en bovendien slechts bij getijden met een kans van voorkomen van de orde van 3 à 4 %. De dan optredende 'stroomwrijving' kan tot uitrekking van het tapijt leiden. Uit berekeningen uitgaande van de maximum te verwachten schuifkracht van het water en van de materiaaleigenschappen van asfalt zou blijken dat de grootst denkbare uitrekking voor de omstandigheden van het Brouwershavensche Gat aanvaardbaar is. Dit aspect wordt nog nader door middel van proeven bestudeerd.

Opgemerkt moet nog worden dat in de praktijk van de uitvoering als gevolg van zanden en slabafzetting tussen de opeenvolgend getrokken banen waarschijnlijk naden zijn ontstaan die niet altijd waterdicht zijn. Deze waterdoorlatende naden zullen de overdrukken onder de mat reduceren. Wegens de geringe stroomsnelheid van het hierdoor uitredende water behoeft niet gevreesd te worden dat zand van onder de slab wordt weggespoeld.

Geconcludeerd kan tenslotte worden dat het asfaltchip in het algemeen aan de verwachtingen heeft voldaan. Wat de prestaties betreft is de derde werkperiode goed te noemen.

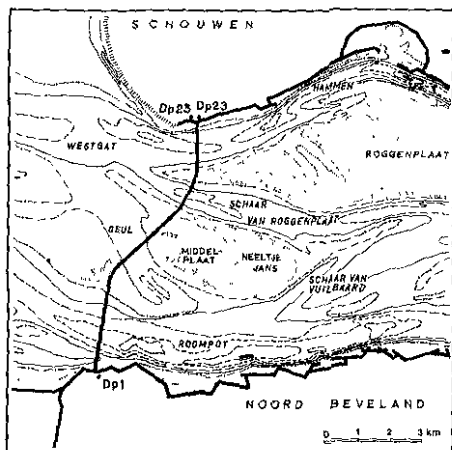
Toch zijn er bij het werken met het schip nog enige punten die om verbetering vragen, zoals het plaatsbepalingssysteem, de nauwkeurigheid waarmee de banen op de juiste plaats kunnen worden gelegd en het geven van de vereiste dikte aan de asfaltbedekking. Verbeteringen zullen al verkregen kunnen worden door het tellurometerscherm direct voor de lierganger zichtbaar te maken, door de ankerdraden hoger te spannen teneinde gewenste plaatsveranderingen sneller te kunnen uitvoeren, en door te werken met verscheidene dunne elkaar overlappende lagen.

Koninklijk Besluit inzake de afsluiting van de Oosterschelde

In het vorige nummer van dit tijdschrift werd de gehele tekst van de 'Oosterschelde-nota' van de Rijkswaterstaat opgenomen. Aan het einde werd meegedeeld dat alle bevoegde instanties het in de nota vervatte plan voor de afsluiting van de Oosterschelde hadden goedgekeurd. Het Koninklijk Besluit waarin het plan definitief werd vastgesteld, verscheen in Staatsblad nr. 96 van 13 maart, als volgt:

BESLUIT van 22 januari 1969, houdende vaststelling van het plan tot sluiting van de Oosterschelde.

WIJ JULIANA, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz., enz., enz.



Tracé van de dam door de Oosterschelde

Op voordracht van Onze Minister van Verkeer en Waterstaat van 20 januari 1969, no. RWW 3376, Hoofddirectie van de Waterstaat, Hoofdafdeling Waterstaatsrecht;

Na overleg met Gedeputeerde Staten van Zeeland;

Gelet op artikel 1 sub 1 en artikel 2, lid 3 van de Deltawet;

Hebben goedgevonden en verstaan:

Artikel 1. 1. Tot afsluiting van de Oosterschelde wordt tussen Schouwen en Noord-Beveland een dam aangelegd ongeveer volgens het tracé dat is aangegeven op de bij dit besluit behorende tekening, welke dam aan de noordzijde aansluit op de hoogwaterkerende dijk van het waterschap Schouwen-Duiveland tussen de dijkpalen 23 en 25 van de zeedijk van de Burgh- en Westlandpolder en aan de zuidzijde op de hoofdwaterkering van het waterschap Noord-Beveland ongeveer op de grens tussen de Onrustpolder en de Jacobpolder.

2. Aan het ontwerp van deze afsluitdam zal een maatgevende stormvloedhoogte ter plaatse van de noordelijke aansluiting van N.A.P. + 5,3 m en ter plaatse van de zuidelijke aansluiting van N.A.P. + 5,45 m ten grondslag worden gelegd.

Artikel 2. Langs de oostzijde van de dam zal een binnenberm worden aangebracht van zodanige afmetingen, dat daarop de nodige verkeersverbindingen kunnen worden aangelegd.

Onze Minister van Verkeer en Waterstaat is belast met de uitvoering van dit besluit, dat in het Staatsblad zal worden geplaatst.

Soestdijk, 22 januari 1969.

JULIANA.

De Minister van Verkeer en Waterstaat,
J. A. BAKKER.

Uitgegeven de dertiende maart 1969.

De Minister van Justitie,
C. H. F. POLAK.

Het verdichten van zand door middel van ontploffingen

Proeven aan de Noordbevelandse oever

In maart 1968 werd in de voormalige Sophia-polder aan de Noordbevelandse oever een begin gemaakt met de aanleg van een werkhaven die ten dienste zal staan aan de afsluitingswerkzaamheden in de Oosterschelde. Aan de aanleg van deze haven is een uitgebreid grondmechanisch onderzoek voorafgegaan, waaruit bleek dat op vele plaatsen in het werkgebied losgepakt zand voorkomt, zodat het risico voor het optreden van een zettingsvloeiing er zeker niet denkbeeldig is. De waarschijnlijkheid van dit gevaar wordt bevestigd door de vele oevervallen die in het verleden aan de Noordbevelandse kust zijn voorgekomen. De inleiding tot een dergelijke vloeiing zou gevormd kunnen worden door zuig- of baggerwerkzaamheden die nodig zijn voor de aanleg van een werkhaven. Er waren dan ook in het bestek een paar beperkende bepalingen opgenomen ten aanzien van de wijze van uitvoering. Tevens was het ontwerp van de haven zo opgezet dat de inbaggering zo ver mogelijk van de zeewering kon beginnen. Het risico van zettingvloeiing zou in belangrijke mate beperkt, zo niet geheel tenietgedaan kunnen worden, indien men er in slaagde de zandbodem te verdichten. Om dit te bereiken wordt in de funderingstechniek veelvuldig gebruik gemaakt van de *diepverdichtingsmethode*. Hierbij wordt de weinig samenhangende grondmassa in trilling gebracht door een in de grond ingebrachte buis waarin een elektromotor met excentrieken zit. Door de werking van de excentrische gewichten worden horizontale trillingen uitgezonden, die het zand in de naaste omgeving van de buis verdichten.

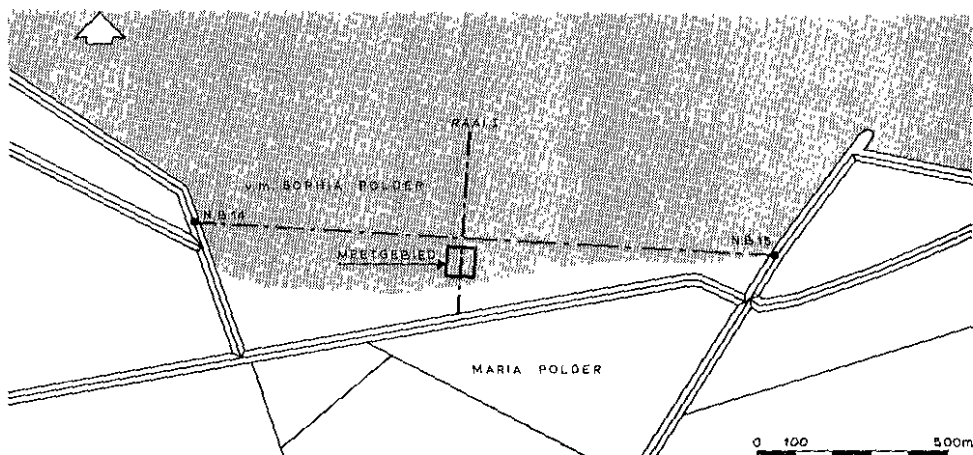
Men kan de grond ook in trilling brengen door er springstoffen in te laten exploderen. De trillingen veroorzaken dan een verweking van de ondergrond, wat het geheel of gedeeltelijk wegvallen van de draagkracht van de bodem tot gevolg heeft. De korrelstructuur van de bodem wordt gedurende een heel korte dynamische periode die volgt op de ontploffing van de ladingen verbroken. Daarna zullen de zandkorrels gedurende een veel langere, quasi-statische fase een nieuwe ligging en stapeling vinden in een mogelijk dichtere pakking. Deze herstabilisering zal gepaard gaan met het uitdrijven van water uit de verweekte zone. Als het lukt het zand op deze wijze in belangrijke mate te verdichten, dan is daarmee een veel goedkoper procédé van verdichting gevonden dan de diepverdichtingsmethode. Met deze methode van verdichten is echter nog zeer weinig ervaring opgedaan. Wel zijn elders in Nederland enkele proeven uitgevoerd waarbij inderdaad verdichtingen zijn geconstateerd, maar dat wil nog niet zeggen dat eenzelfde resultaat bereikt kan worden bij het zand in de voormalige Sophia-polder aan de Noord-

bevelandse oever. Om daaromtrent zekerheid te verkrijgen dienden ook hier proeven uitgevoerd te worden, waartoe het uitgestrekte buitendijkse gebied zich bij uitstek leende. In nauw overleg met diverse instanties werd een proefprogramma opgesteld. De plaats, waar de springstoffen zouden worden aangebracht en de omvang van de ladingen werden zodanig vastgesteld, dat de in de grond opgewekte trillingen ter plaatse van de zee-wering en de steile oever van de Roompot geen evenwichtsverstoringen konden opwekken. De afstand tot de hoogwaterkering bedroeg 120 m en tot het steile talud van de Roompot zelfs 600 m. Het maaiveld ligt in het proefgebied ongeveer op N.A.P., zodat bij het uitvoeren van de metingen rekening moest worden gehouden met de getijbeweging. Aan de metingen werkten mee het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, het Shell Exploratie en Produktie Laboratorium te Rijswijk en de Rijkswaterstaat.

Het meetprogramma

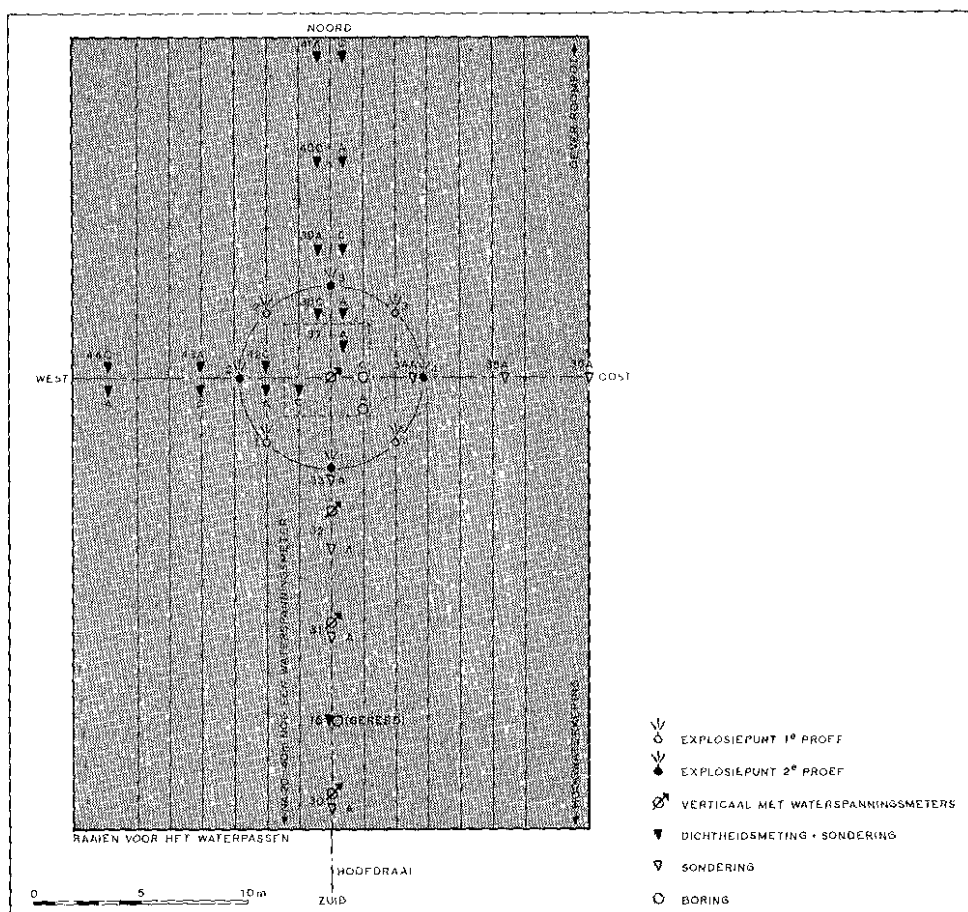
De dynamische verschijnselen die bij een ontploffing optreden spelen zich af in onderdelen van een seconde. De opnemers en de registratie-apparatuur die bij een proefneming als deze worden gebruikt moeten dan ook precies op het juiste ogenblik in werking gesteld worden. Mocht hierbij een enkel onderdeel haperen, dan zou althans voor wat betreft het vastleggen van de dynamische verschijnselen, de proef als mislukt moeten worden beschouwd. Om dit risico zoveel mogelijk te beperken, omvatte het programma twee proeven. De eerste proef werd vastgesteld op 8 november 1967 om ca. één uur 's middags tijdens laagwater. De tweede proef vond plaats op 15 november, een week later dus, eveneens tijdens het laagwater, dat toen omstreeks acht uur 's morgens viel. In de week die tussen de twee proeven verliep, was het mogelijk de resultaten van de eerste proef globaal te interpreteren en aan de hand daarvan de te volgen werkwijze voor de tweede proef vast te stellen. Tevens kan er dan nog een wijziging in de zwaarte van de springlading worden aangebracht, wanneer uit geringe zakking van het maaiveld mocht blijken, dat de lading van de eerste proef slechts een geringe verdichting had veroorzaakt.

Situatie van het meetgebied



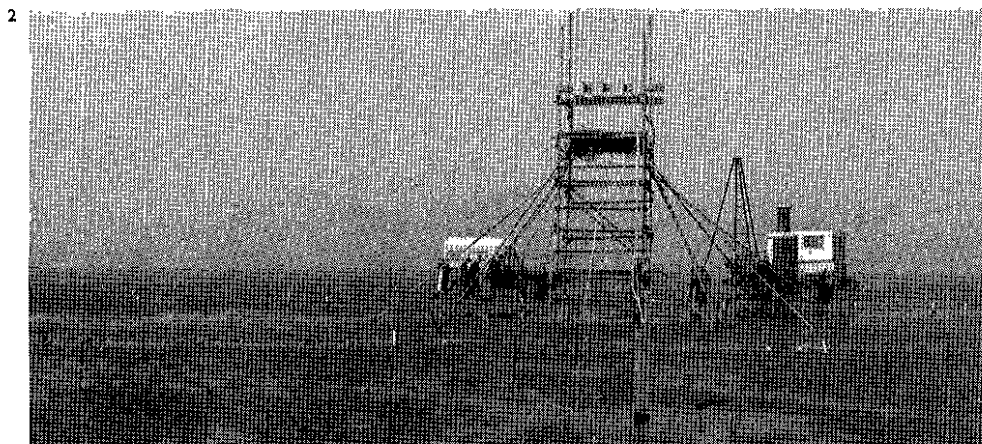
Voordat met de eigenlijke proeven kon worden begonnen, moest de toestand waarin het terrein en ondergrond zich bevonden, nauwkeurig worden opgenomen. In een tweetal raaien over het centrum van het meetgebied, de een van noord naar zuid en de ander van oost naar west, zijn daartoe een groot aantal sonderingen uitgevoerd. Vanuit het centrum van de proefnemingen in noordelijke en in westelijke richting werden de sonderingen gecombineerd met dichtheidsmetingen volgens de methode die men beschreven vindt in Driemaandelijks Bericht nr. 41 (augustus 1967). Tenslotte werd er in het centrum ook nog een boring uitgevoerd. Zo snel mogelijk na afloop van de tweede proef werden de sonderingen en dichtheidsmetingen herhaald op nagenoeg dezelfde plaatsen als vóór de proevenseries. Ook werd opnieuw een boring uitgevoerd. Op de situatietekening waarop alle onderzoekpunten staan ingetekend, zijn de aan de proeven voorafgaande grondmechanische verkenningen aangegeven met een letter A, en die na afloop van de proeven met een letter C.

De explosie- en onderzoekpunten van het meetgebied



1 Opstelling van de auto's met meetapparatuur nabij de duinvoet

2 Het gereedmaken van de laatste waterspanningsmeters

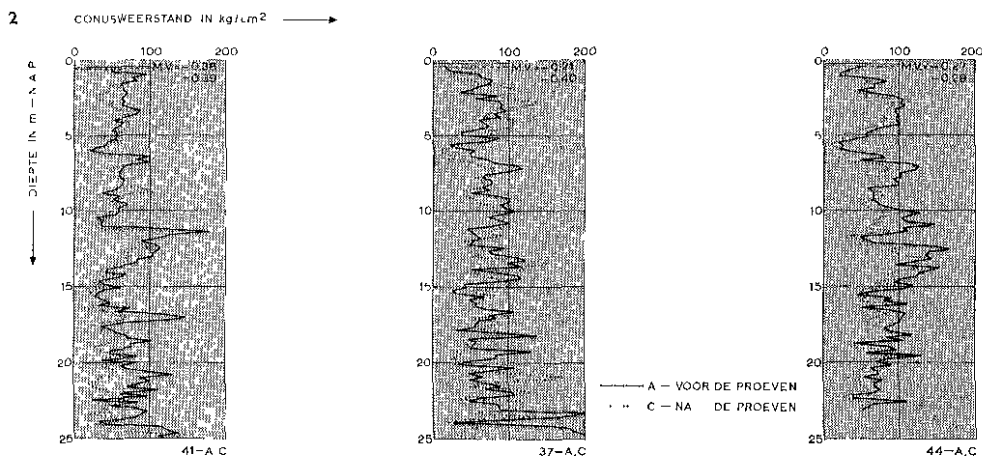
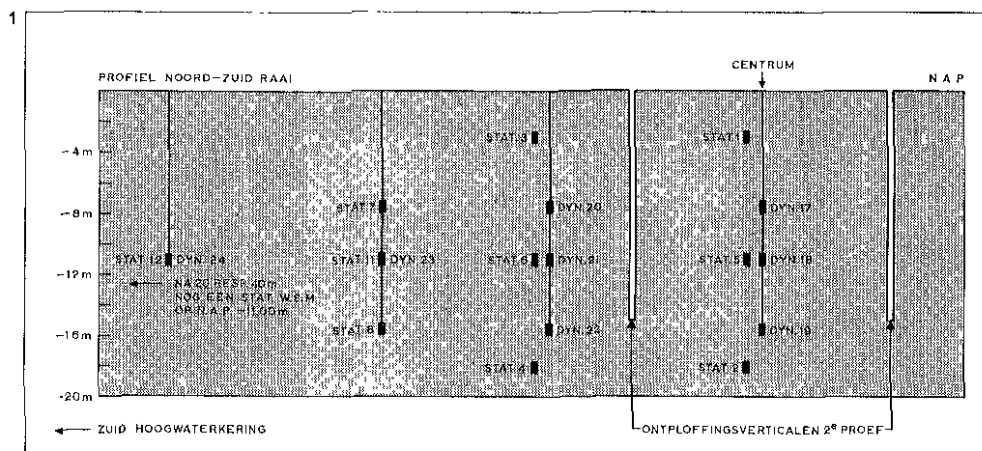


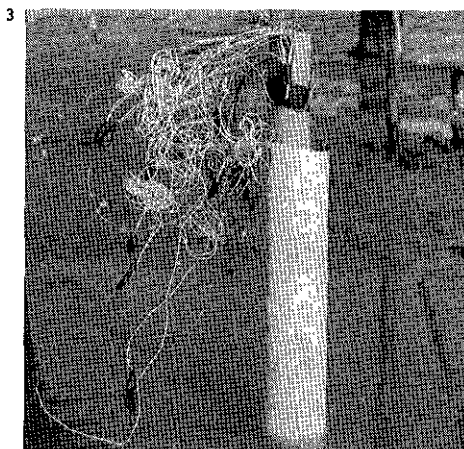
Het meetprogramma voorzag verder in een zeer uitgebreide waterpassing van het meetgebied. Dit diende zeer nauwkeurig te geschieden, daar de verdichting van de grond naar men aannam vooral zou blijken uit zakking van het maaiveld. Voor en meteen na afloop van iedere proef werd deze waterpassing met enige meetploegen uitgevoerd langs een groot aantal raaien, die met piketten waren aangegeven nog voordat het opkomend tij het terrein kon overspoelen.

In de grond werden in een aantal verticalen op verschillende diepte waterspanningsmeters aangebracht. De verticalen lagen in een raai die vanuit het centrum van de proefnemingen in zuidelijke richting naar de hoogwaterkering liep. Een aantal meters was voorzien van meetlichamen, die in staat waren de zeer snelle en grote drukfluctuaties die zich bij een ontploffing in de grond voordoen, op te nemen. Daarmee werd dus het

1 Plaatsing van de waterspanningsmeters

2 Verloop van de conusweerstand met de diepte in een aantal verticalen, vóór en na de proeven

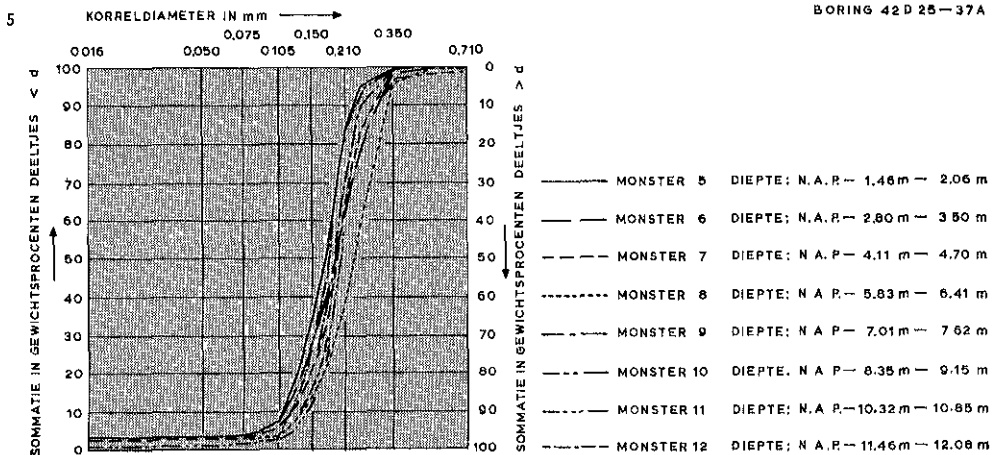
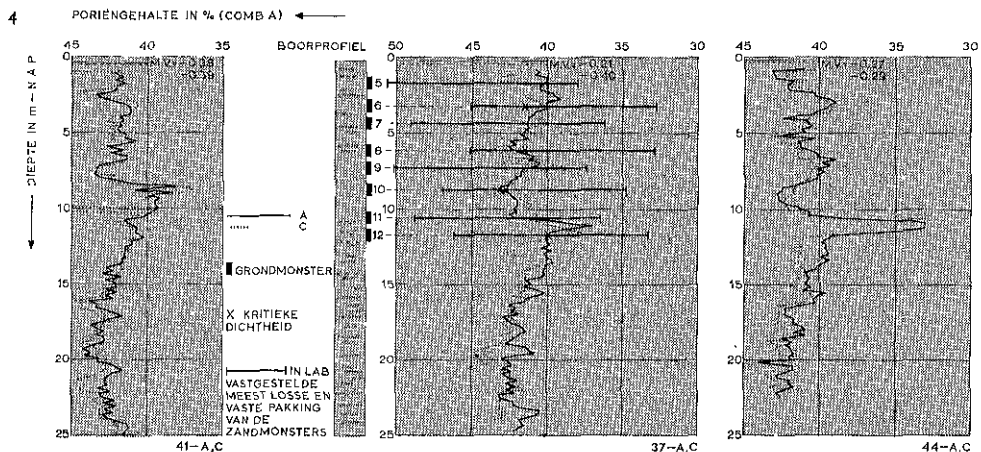


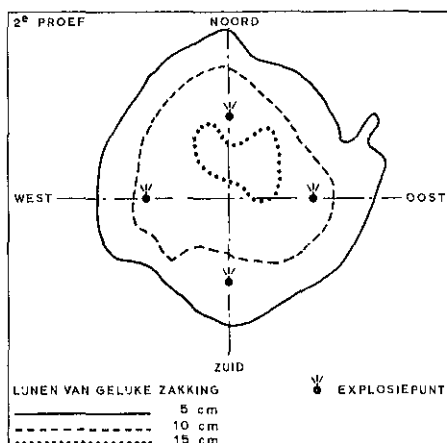
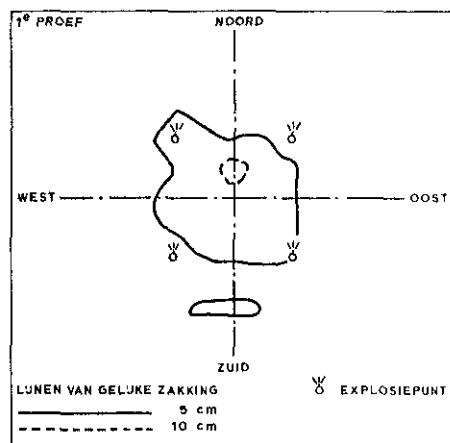


3 Een explosiepunt met erin aangebrachte lading

4 Poriëngehaltes en boorprofielen in een aantal verticalen

5 Korrelverdelingsdiagrammen





dynamische aspect van het verschijnsel waargenomen. Andere waterspanningsmeters registreerden de langzaam veranderende waterspanningen en legden daarmee de grootte van het gebied vast en de mate waarin de verweking zich voordeed.

Het grondonderzoek en de plaatsing van de meetinstrumenten kon alleen maar gedurende de laagwaterperiode worden uitgevoerd. Om alle onderdelen van het programma, die vóór het tijdstip van de eerste proef afgewerkt moesten zijn, tijdig gereed te krijgen, was het dikwijls nodig de werkzaamheden te verrichten gedurende een laagwater dat in de avond of nacht viel.

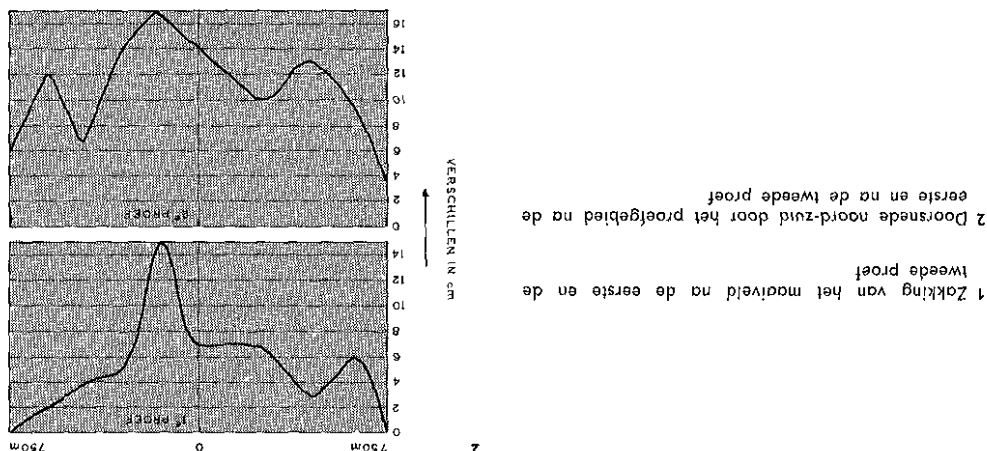
Het aanbrengen van de ladingen

De zwaarte van de ladingen voor de proeven werd vastgesteld in overleg met het Adviesbureau der Genie. Daar de werkhaven in de Sophiapolder plaatselijk een diepte krijgt tot N.A.P. - 10 m, is er bij de proeven van uitgegaan dat de verdichtende werking van de springstoffen in ieder geval tot enige meters onder dit niveau zou moeten reiken. De ladingen zijn dan ook aangebracht in een verticaal tussen één meter beneden het maaiveld en een diepte van N.A.P. - 14 m. In elke verticaal nam het ladinggewicht van boven naar beneden toe. In de eerste proef werd per verticaal in totaal 1250 gr. gelatine dynamiet aangebracht. Toen bleek, dat dit slechts een zeer geringe zakking van de bodem tot gevolg had, is het ladinggewicht voor de tweede proef vergroot tot 3600 gr. per verticaal. Bij iedere proef zijn in vier verticalen ontploffingen teweeg gebracht met een onderling zeer gering tijdsverschil van 20 milliseconde. Hiermee werd bereikt, dat de grond viermaal kort achtereenvolgend in trilling werd gebracht.

In het terrein werden voor iedere proef vier boorgaten gemaakt tot een diepte van N.A.P. - 15 m in de hoekpunten van een vierkant met een zijde van 6 meter. De boorgaten werden verbuisd met een plastic pijp met een diameter van 6 cm. Kort voor de aanvang van de proef werd in deze buis een dunnere plastic buis neergelaten, waarin de springladingen en ontstekers waren aangebracht. Deze werkwijze is zeer arbeidsintensief en tijdrovend; wil men op grotere schaal in de praktijk gaan verdichten door middel van explosieven, dan zal men werkmethoden moeten ontwikkelen, waarbij de ladingen door spuiten op gewenste diepte worden gebracht.

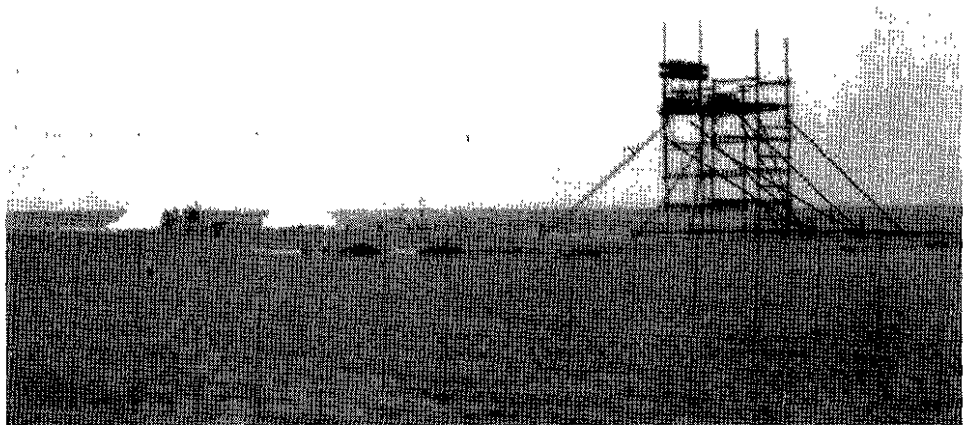
Uit het grondonderzoek dat vooraf was gegaan aan de eerste proef, was komen vast te staan dat de ondergrond over het gehele gebied zeer uniform van samenstelling was. De weerstand die de conus tijdens het indringen in de grond ondervond, bereikte nergens over de gehele verkende diepte tot N.A.P. - 25 m een hoge waarde. Het porïengehalte varieerde met de diepte weinig; het lag overwegend tussen de 39 en 42%. Vlak boven N.A.P. - 10 m kwam echter een laag met hogere porïengehaltes voor, terwijl onder dit niveau een vaster gepakte laag aanwezig was. De boring in het meetcentrum liet zien, dat de ondergrond uit zand bestaat, waarin plaatselijk enkele silt- of kleilaagjes voorkomen. Van een aantal monsters uit deze boring zijn korrelverdelingsdiagrammen gemaakt. De korrelgrootte van de verschillende monsters varieert zeer weinig, en het siltgehalte is gering. Ook zijn er een aantal laboratoriumproeven op deze monsters uitgevoerd, waarbij de kritieke dichtheid en de meest losse en vaste pakking van het zand werden vastgesteld. De meest vaste pakking wordt gevonden door middel van een proef waarbij het zand volgens een standaardmethode door trillen wordt verdicht. Vergelijk men het hierbij behorende porïengehalte met de in het terrein gevonden waarden, dan was duidelijk dat het zand in situ nog zeer belangrijk verdicht kon worden. Welk resultaat hebben de trillingen die opgewekt werden door de ontploffingen nu gehad? Een onderlinge vergelijking van de porïengehaltes, die voor en na aftoef van de proeven zijn gemeten, laat zien, dat de verschillen gering zijn. Om uit die waarnemingen conclusies te kunnen trekken werden de resultaten der diepte-sonderingen en dichtheidsmetingen statistisch bewerkt. Deze bewerking bestond uit het bepalen van de verschillen die voor en na de explosies tussen de conusweerstand en het porïengehalte in bij elkaar behorende verticale en op overeenkomstige diepten werden gemeten. Van deze verschillen werden zowel de gemiddelde waarde als de spreiding vastgesteld, met behulp waarvan kon worden nagegaan of de genoemde grootte verschillen met een grote mate van waarschijnlijkheid aan de explosies waren toe te schrijven. De lagen tot N.A.P. - 14 m, waar in de springladingen waren aangebracht, en de daaropvolgende lagen werden hierbij afzonderlijk beschouwd. Ten aanzien van de conusweerstand werd geconstateerd dat deze in de bovenlagen, waarin de springladingen waren aangebracht, dus tot N.A.P. -

De verdichtingsresultaten



Het aanbrengen van de springlading

De ontploffing



14 m, was afgenomen en dat deze vermindering voor het merendeel van de onderzochte verticalen significant was. Voor de ondergelegen lagen was de verandering statistisch niet van betekenis. Uit de bewerking van de verschillen in poriëngehalte volgde, dat in de onderscheiden lagen het poriëngehalte significant was toegenomen in het gehele meetgebied. Uit deze metingen moet dan ook geconcludeerd worden, dat de explosies in dit geval eerder een lossen maken van de korrelstapelings tot gevolg hadden dan een verdichting.

Niettemin werd enige zakking van het maaiveld gemeten. Na afloop van de eerste proef bedroeg de zakking voor een gebied met een straal van 3 m rond het centrum gemiddeld 7,5 cm. Neemt men aan, dat deze zakking in de ondergrond van dit gebied over de hoogte waar springladingen zijn aangebracht, dus tot N.A.P. - 14 m, tot een gelijkmatig verdeelde verkleining van het poriëngehalte heeft geleid, dan komt dit neer op een afneming van het poriëngehalte van 0,3%. Na de tweede proef - het ladinggewicht was toen driemaal zo groot - werd een gemiddelde zakking van 14 cm over hetzelfde gebied gevonden. Volgens dezelfde redenering leidt dit tot een veranderde verdichting van 0,6% in het poriëngehalte. Hieruit zou volgen dat het poriëngehalte in het centrum zelf bij beide proeven zou zijn afgenomen met ca. 1 %. Vanuit dit punt naar buiten gaande zou de vermindering overeenkomstig het totale zakkingspatroon snel geringer worden.

De zakking van het maaiveld en de verschillen in de voor en na de proeven gemeten poriëngehaltes lijken met elkaar in tegenspraak. Een verklaring wordt evenwel gevonden in de opgetreden verweking van het grondmassief rond de springladingen. De verweking wordt namelijk veroorzaakt door het hoog oplopen van de waterspanningen. Deze spanningen, tijdens de proeven waargenomen met behulp van de in diverse verticalen op verschillende diepte aangebrachte meters, oefenen vanuit het verweekte gebied in horizontale zin een druk uit op de omgeving. Dit leidt tot verplaatsingen in radiale richting, dus volgens de straal vanuit het middelpunt van het gebied waar de proefnemingen hebben plaatsgevonden. De verplaatsingen geven dan ruimte in het verweekte gebied, waardoor de grond zakt zonder dat dit afneming van het poriëngehalte impliceert.

Zelfs kan het zand in dit gebied in een lossere pakking geraken, wanneer de verplaatsingen dit toelaten. Kennelijk heeft dit verschijnsel zich hier voorgedaan. Men moet dan ook concluderen, dat het beoogde doel, namelijk een verdichting van de grond met door springstoffen opgewekte trillingen, niet is bereikt. Een toepassing op grote schaal in de praktijk is voor dit gebied dan ook niet verder in overweging genomen. Op andere plaatsen kan de besproken verdichtingsmethode echter wel gunstige resultaten opleveren. De grond dient op zulke plaatsen een zodanige samenstelling of laagopbouw te bezitten dat de hiervoor genoemde verplaatsingen worden verhinderd. Waarschijnlijk zal van geval tot geval door middel van proeven moeten worden vastgesteld of de grond in een zeker gebied aan deze voorwaarde voldoet, want er zijn geen onderzoeksmethoden bekend die de hier geconstateerde verschijnselen kunnen voorspellen.

Reeds in het begin van dit artikel is een andere werkwijze genoemd, het zogenaamde diepverdichten, waarmee weinig samenhangende grond als zand verdicht kan worden. Ook met deze verdichtingsmethode zijn een aantal proeven in de voormalige Sophiapolder aan de Noordbevelandse oever uitgevoerd. Hierbij werd onder andere de onderlinge afstand van de punten waarin de verdichter al trillend werd neergelaten en weer opgetrokken, telkens veranderd. Ook tijdens deze proeven werden op verschillende diepten waterspanningen gemeten. In een volgend artikel in het Driemaandelijks Bericht zal op deze proeven nader worden ingegaan.

Verbetering van de hoogwaterkeringen van Delfland

De hoogwaterkering van Delfland langs de Noordzee is enkele eeuwen lang een punt van grote zorg geweest; de kust week, ondanks uitgebreide kustverdedigingswerken, langzaam maar zeker terug. In onze eeuw moest op verscheidene plaatsen de duinvoet met een basalt- of asfaltglooing worden verdedigd. Tussen Hoek van Holland en Kijkduin was het waterkerend vermogen van het duinprofiel in geval van hoge stormvloedstanden ontoereikend. In de rampnacht van 1953 kwamen in dit magere kustgedeelte waterstanden voor van N.A.P. + 3,85 m, bij Hoek van Holland, en N.A.P. + 3,97 m bij Scheveningen. De hoogste golfoploop bedroeg toen 2,55 m en er werden duinafslagen geconstateerd tot 32 m.

Onder de ongunstigste omstandigheden – bijvoorbeeld wanneer twee zware stormen vlak na elkaar optreden zonder dat er intussen gelegenheid is geweest om de schade te herstellen – zullen de golven in deze streek bij een stormvloedpeil van N.A.P. + 5 m op den duur aanlopen tegen een doorgaande helling van 1 : 20, dat is de natuurlijke helling van het droge strand, en daar een hoogte bereiken van 3 m boven de zeestand. Op basis van dit gegeven kon een plan worden opgesteld voor de verbetering van de zeewering van Delfland, dat in 1960 de goedkeuring verwierf van de Minister van Verkeer en Waterstaat. Er zou over het gehele gebied een deels verborgen stormhelling van 1 : 20 worden aangelegd over een breedte van 100 m, tussen de duinvoet op N.A.P. + 3,20 m en een kruin op N.A.P. + 8,20 m. De binnenberm zou een beloop krijgen van 1 : 3. Bij het dorp Ter Heyde, dat zeer dicht achter de duinregel ligt, zouden de beveiligingsmaatregelen aan de plaatselijke situatie worden aangepast, aangezien anders een groot deel van de huizen zou moeten worden afgebroken.

Tevens werden plannen gemaakt voor verbetering van de hoogwaterkering van Delfland langs de Rotterdamse Waterweg. Tussen de Westerhaven en de Spuihaven te Schiedam werd het verbeteringswerk wegens de onmiddellijke urgentie ervan reeds in 1955 tot 1958 uitgevoerd door de gemeente Schiedam, op wier verzoek het later als Deltawerk werd aanvaard. De overige delen van de verbetering zouden worden uitgevoerd volgens door het Hoogheemraadschap Delfland opgestelde plannen.

Voor een en ander wordt verwezen naar de beschrijving in Driemaandelijks Bericht nr. 19 (februari 1962).

Op een enkel onderdeel na zijn de werken voor verbetering van de zeewering in 1968 voltooid. Tussen Den Haag en Hoek van Holland is een verzwarende van het duinlichaam aangebracht, waardoor overal tenminste een profiel is verkregen met een buitentalud van 1 : 20 en een kruin op N.A.P. + 8,20 m met een breedte van 10 of 25 m, afhankelijk van de situatie ter plaatse.

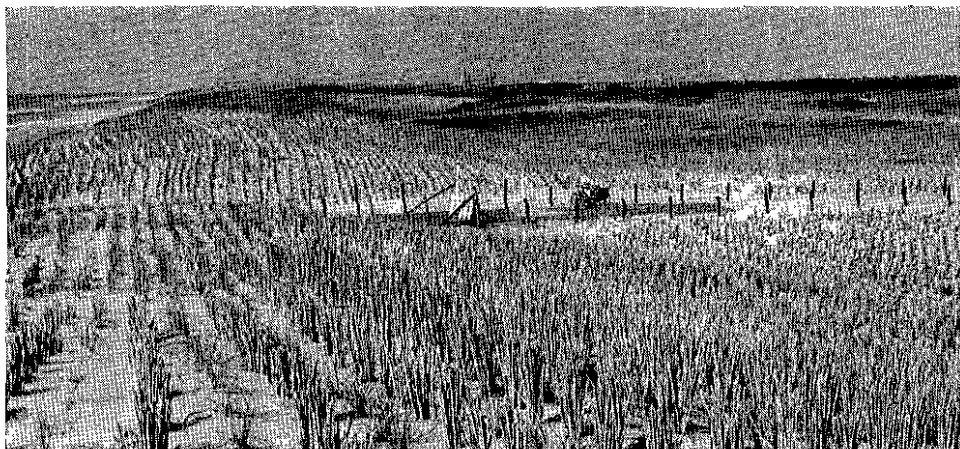
Het benodigde zand voor de duinverbetering tussen Kijkduin en Monster is gedeeltelijk verkregen door het binnenwaarts afschuiven van de hoog gelegen smalle voorste zee-reep, gedeeltelijk door afgraving van ongeveer 14 ha geestgrond. Door verlaging is dit terrein na aanvullende cultuurtechnische werken geschikt geworden voor tuinbouw, zodat er zich enkele tuinders konden vestigen die door de duinverzwaring bij Monster verdreven waren.

De specie voor de duinverbreding tussen Monster en Hoek van Holland is ontleend aan bestaande baggerbergplaatsen langs de noordoever van de Nieuwe Waterweg, die vooraf nog met 4 m zand uit de rivier waren opgespoten. De grond werd vervoerd door de N.V. Nederlandsche Spoorwegen over een daarvoor aangelegde spoorbaan van 20 km lengte, en met behulp van 50 voor dit transport gebouwde wagens, die elk vier kiepbakken hadden met een inhoud van 5 m³. De bakken waren zo geconstrueerd, dat de inhoud bij het lossen geheel naast het spoor terecht kwam. Er reden twee treinen, die elk per rit 500 m³ konden vervoeren. De ene trein werd beladen terwijl de andere reed en gelost werd. Op deze wijze werd in 2 jaar tijd 1 425 000 m³ specie vervoerd. Deze vorm van transport werd gekozen omdat over grote lengte een betrekkelijk smalle strook moest worden opgehoogd. Opspuiten van deze strook was bezwaarlijk omdat hij grensde aan een intensief gebruikt tuinbouwgebied, waarvan de waterhuishouding door opspuitwerkzaamheden vlakbij nadelen had kunnen ondervinden. Transport per vrachtauto zou een zeer intensief verkeer vereist hebben, waarop het bestaande wegennet niet berekend was, terwijl in de duinen rijstroken gemaakt hadden moeten worden. Tot in de bezettingstijd heeft in de duinen echter een spoor gelegen ten behoeve van het onderhoud van de zeewering. Een nieuwe spoorbaan kon grotendeels op de voormalige spoorbaan worden aangelegd. De sporen moesten voortdurend enigszins worden verlegd; daarbij kwamen ze op de laadplaats soms te liggen op kort te voren opgespoten terrein, en bij de stortplaats op de gestorte specie. Dat vereiste voortdurende aandacht voor de ligging van de sporen die uiteraard niet op een ballastbed werden gelegd en werden bereden door zwaar belaste treinen. In natte perioden moest het transport op gedeelten met veel slibhoudende specie dan ook wel eens tijdelijk worden stopgezet; dit heeft niet tot ernstige vertraging geleid omdat dan meestal op andere plaatsen verder kon worden gewerkt.

Bij de duinverzwaring is ernaar gestreefd het te maken dwarsprofiel niet strak uit te voeren, maar het in harmonie te brengen met het bestaande duinlandschap. De verzwaring werd tegen verstuuving bepoet met riet en beplant met helm.

Bij Ter Heyde, dat zeer dicht onder de kust ligt, was duinverbreding niet mogelijk zonder afbraak van een groot deel van de bebouwing. Hier is dan ook een andere techniek toegepast bij het verbeteren van de zeewering. De basaltglooiing die al aanwezig was is hoger doorgetrokken en naar het zuiden uitgebreid. Aan weerszijden van de bebouwing is de glooiing door schenkeldijken verbonden met de landwaarts van Ter Heyde gelegen slaperdijk. Het in de kuststrook ten noorden van Ter Heyde gebruikte opslagterrein van basalt, puin en klei is afgewerkt tot een 7 ha groot parkeerterrein ten behoeve van de recreatie.

In de kuststrook bij Den Haag waren voorzieningen nodig ter plaatse van de Keizerstraat te Scheveningen en bij de uitmonding van het Verversingskanaal in zee. Bij het uitvoeren van het zeeleidingsproject door de gemeente 's-Gravenhage, waarbij via het Verversingskanaal een nieuwe rioolpersleiding in zee is getrokken, is het Verversingskanaal tegelijkertijd bij de mond afgedamd; de afdamming werd van een basaltglooiing voorzien. Ter vervanging van de vroeger in het kanaal aanwezige spuisluis is de schutsluis naar de



De duinverzwaring tussen Monster en Kijkduin

Vissershaven voorzien van een hefdeur, waarmee gespuid kan worden en die tevens als stormvloedkering dient.

Voor de versterking van de zeewering langs de laaggelegen Keizerstraat, die nog moet worden uitgevoerd, zal één rijbaan van de boulevard ter plaatse omhoog worden gebracht, en aan de zeezijde worden afgeschermd door een tot N.A.P. + 9 m reikende keermuur. De bestrating zal waterdicht worden gemaakt.

De rivierwaterkering

Van de nieuw ontworpen waterkering langs de Rotterdamse Waterweg tussen Hoek van Holland en de Westerhaven te Schiedam is in 1967 het gedeelte in Schiedam over een lengte van 2 km van de Westerhaven tot aan de Zoomweg bij de Beneluxtunnel gereedgekomen. Zoals uit de luchtfoto blijkt, ligt de dijk tussen het industriegebied langs de rivier en de stedelijke bebouwing. Over grote lengte was daar reeds een groenstrook aanwezig. Als gevolg van de uitvoering van de werken hier moesten enkele wegen worden opgehoogd, en werden vele kabels en leidingen verlegd.

De Zoomweg passeert de hoogwaterkering boven kruinhoogte. De maatgevende waterstand is te Schiedam N.A.P. + 4,20 m; de kruin van de dijk ligt hier op N.A.P. + 5,50 m. De dijk bestaat uit een zandkern, afgedekt met 1 m klei aan de buitenzijde en 80 cm op het binnentalud. De klei is aangevoerd uit Lith, waar Delfland 400 000 m³ klei heeft aangekocht, die vrijkomt bij een zand- en grindwinning langs de Maas.

Binnenkort zal een aanvang worden gemaakt met de aanleg van een dijkvak te Hoek van Holland, aansluitend aan de zeewering. Ten behoeve van dit werk is in 1964 een depot van 300 000 m³ zand in het tracé van de dijk gespoten, waarvan de specie is gewonnen bij het Oranjekanaal bij de aanleg van een baggerdepot door de gemeente Rotterdam.

Met de gemeenten Maassluis en Vlaardingen vindt nog overleg plaats over de waterkeringen door deze gemeenten. Het bestek van een tweetal in Maassluis te maken keersluizen, in de haven en in de voorboezem van Delflandsgemaal aan de Boonervliet, wordt thans voorbereid.

A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

Opruiming van de bouwput

Het wegbaggeren van de kwadranten, waarmee in het vorige kwartaal een aanvang werd gemaakt, werd voortgezet. Nadat het noordoostelijk kwadrant was opgeruimd werden de taluds daar onder profiel gebracht. Het gebaggerde zand werd in het Rak van Scheelhoek geklapt ter plaatse van de daar te vormen drempeel.

Vervolgens werd het zinkwerk voortgezet en voor wat het noordoostelijk kwadrant betreft voltooid.

Er werd 307 000 m³ zand gebaggerd en geklapt, 20 000 m² zinkstuk gezonken en ongeveer 15 500 ton grind en 32 000 ton stortsteen verwerkt.

Afsluiting van het Noord-Pampus; aanleg van de buitenhaven

Verdergegaan werd met het opspuiten van het damlichaam en de twee plateau's, een aan de oost- en een aan de westzijde. Het zand, dat met de profielzuiger 'Bergambacht' uit de rivier en met de baggermolen 'Rocker' uit de toeleidingsgeulen van de spuisluis werd gewonnen,

werd door de bakkenzuiger 'Ammerstol' in het werk geperst. Ook met de cutterzuiger 'Demer' werd zand gezogen uit de toeleidingsgeul aan de zeezijde van de uitwateringssluizen en in het westelijk plateau geperst.

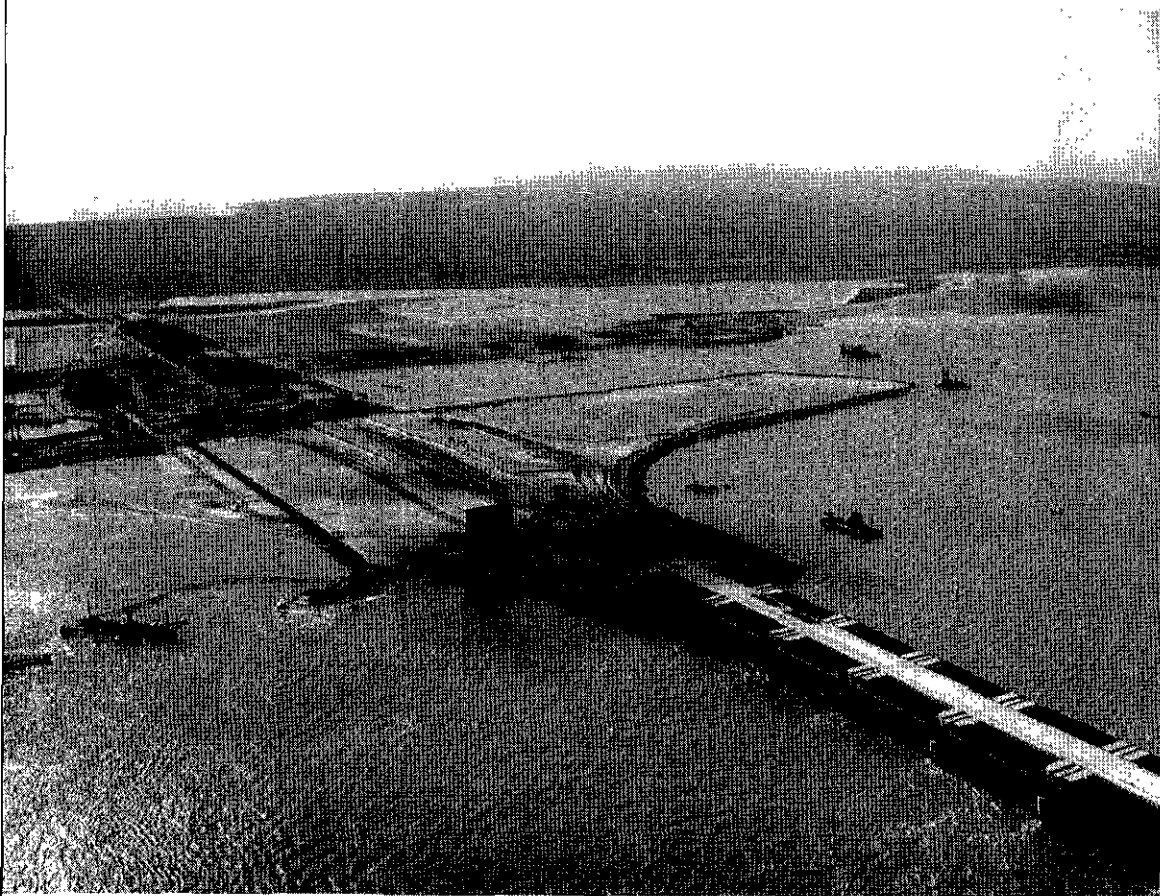
Voortgegaan werd met het ontgraven van de buitenhaven door de cutterzuiger 'Linge' en de baggermolen 's-Gravenhage'; de cutterspecie werd in een stort ten zuiden van de vissershaven geperst terwijl de baggerspecie in het Haringvliet werd geklapt.

Nadat een gedeelte van de toegangsgeul tot de buitenhaven was gemaakt, werd het cunet voor de grondverbetering onder de te maken havendam gecutterd. Vervolgens werd dit cunet gedeeltelijk met goed zand volgeklapt en werd de eerste slag van de mijnsteenkade deels door middel van klappen en deels met behulp van een drijvende kraan aangebracht.

Ook het uitbouwen van de mijnsteenkade rondom het te maken westelijk plateau werd voortgezet; op 12 maart werd deze kade gesloten zodat het zand in een gesloten stort kon worden gespoten. Aan de noordzijde van dit plateau werd de mijnsteenkade geprofileerd en met kraagstukken verdedigd. Boven deze kraagstukken werd de glooiing, bestaande uit

Het afgesloten Noord-Pampus, waarin het dijk-
lichaam verder wordt opgespoten; op de voorgrond
de uitwateringssluizen

stortsteen 10/60 kg en stortsteen 1000/
2000 kg aangebracht tot N.A.P. + 2,60 m.
Het opbreken en afvoeren van de asfalt-
bekleding en de teenconstructies van de
ringdijk rond de schutsluis en van de wa-
terkering ter plaatse van de aansluiting
van de havendam vond verdere voort-
gang. Eveneens het aanbrengen van de
teenconstructie van de azobé-damwand
van de waterkering op het haventerrein
ten zuiden van de buitenhaven en het
maken van de aanvulling tegen het zui-
delijk landhoofd van de uitwateringssluis.
In de verslagperiode werd 1 680 000 m³
zand in het werk geperst. Uit de grond-
verbetering werd 41 000 m³ gecuterd ter-



wijl uit de buitenhaven en toegangsgeul 525 000 m³ werd gebaggerd en gecutterd. Verwerkt werden voorts 126 800 ton mijnsteen, 52 900 ton grind, 16 000 m² kraagstuk, 48 500 ton steen en 10 000 m² kunststofweefsel en azobémat.

Uitbreiding van de binnenhaven

Ten behoeve van de uitbreiding van de haven is een hoeveelheid specie met behulp van een cutterzuiger ontgraven en in depot geperst. Voorts werd $\pm$ 450 m³ glooiing van betonblokken gemaakt en is 1700 ton grof grind en 800 ton grind 3/8 mm verwerkt.

Bodembescherming in het Rak van Scheelhoek

Het opklappen van de drempel in het zuidelijk deel werd voortgezet. Tot half januari werd hiervoor zand gebruikt uit de te baggeren toeleidingsgeul van de spuisluis. Dit zand bleek echter minder geschikt en daarom werd besloten grover zand uit de rivier te winnen waarvoor werden aangevoerd de sleepzuiger 'Vlaanderen XIV' en de profielzuiger 'M.C. Vaarwater'. Half februari was het werk zover gevorderd dat kon worden begonnen met het opklappen van de drempel tot N.A.P. - 8 m. Begin maart kon het zinkwerk worden aangevangen.

Op de reeds bestaande bezinking in het noordelijk deel werd een beschermingslaag van steen gestort.

In deze periode werd in totaal 1 296 000 m³ zand geklapt. Voorts werden verwerkt ongeveer 38 600 m² zinkstuk, 5200 ton zinksteen en ruim 30 000 ton stortsteen.

Terreinen en aanvoerwegen voor betonblokken

Ten zuiden van de vissershaven in Stellendam en op het plateau van Voorne werden terreinen verhard door middel van een zand-cement-stabilisatie van 17 cm dikte. Genoemde terreinen dienen

voor de opslag van de betonblokken, die naderhand met behulp van de kabelbaan in het sluitgat gestort zullen worden.

De fundering van de aan- en afvoerwegen werd eveneens in een zand-cement-stabilisatie uitgevoerd en daarna afgewerkt met een 3,5 cm dikke open asfalt-betonlaag. In totaal werd 63 000 m² gestabiliseerd.

Vervaardiging van betonblokken voor de sluiting van het 'Rak van Scheelhoek'

Op 7 februari werd het vervaardigen en in depot afleveren van de 140 000 betonblokken, bestemd voor het sluitgat in het Rak van Scheelhoek, opgedragen aan Lodewikus Bouw Maatschappij N.V. te Raamsdonksveer voor een bedrag van f 7 250 000,-. 48 000 van deze betonblokken zullen worden vervaardigd op een werkkerrein aan de werkhaven in Hellevoetsluis en 70 000 op een werkkerrein nabij de vissershaven in Stellendam.

In Oosterhout is inmiddels een begin gemaakt met het vervaardigen van de eerste blokken, terwijl in Stellendam is aangevangen met het inrichten van het werkkerrein, het maken van een tijdelijke loswal en het opbouwen van een betonweeginstallatie.

Montage van de kabelbaan

Begonnen is met het monteren van het laadstation van de kabelbaan op het plateau aan de Voornese oever. Gebruikt worden hiervoor de geconserveerde delen van de kabelbaan die destijds bij de afsluiting van de Grevelingen dienst deed. Ten dienste van een vlotte verbinding tussen de noordelijke en de zuidelijke oever van het sluitgat tijdens de montage van de kabelbaan is nabij het plateau van Voorne een loopsteiger gemaakt. De totale lengte hiervan bedraagt 141,5 m bij een breedte van 1,5 m. In totaal werden hiervoor 60 dennepalen en 20 hardhouten palen geslagen.

Brouwershavensche Gat

Bodembescherming in de zuidelijke stroomgeul

De afgelopen winter werd voortgegaan met het nabestorten van zinkstukken. De asfaltbodembescherming werd geheel met steen 10/60 kg bestort. In januari werd een begin gemaakt met de laatste fase in de bouw van de drempel, bestaande in het storten van 47 000 ton fijn grind. Deze werkzaamheden waren 1 april gereed. Rest nu nog het bezinken en afstorten van dit drempelgedeelte met 38 000 m³ zinkstuk en 32 000 ton steen.

Werk- en opslagterrein bij West-Report

Medio maart kwam het werk aan het opslagterrein in de laatste fase. Na de winterperiode werd allereerst het profileren van het terreinoppervlak ter hand geno-

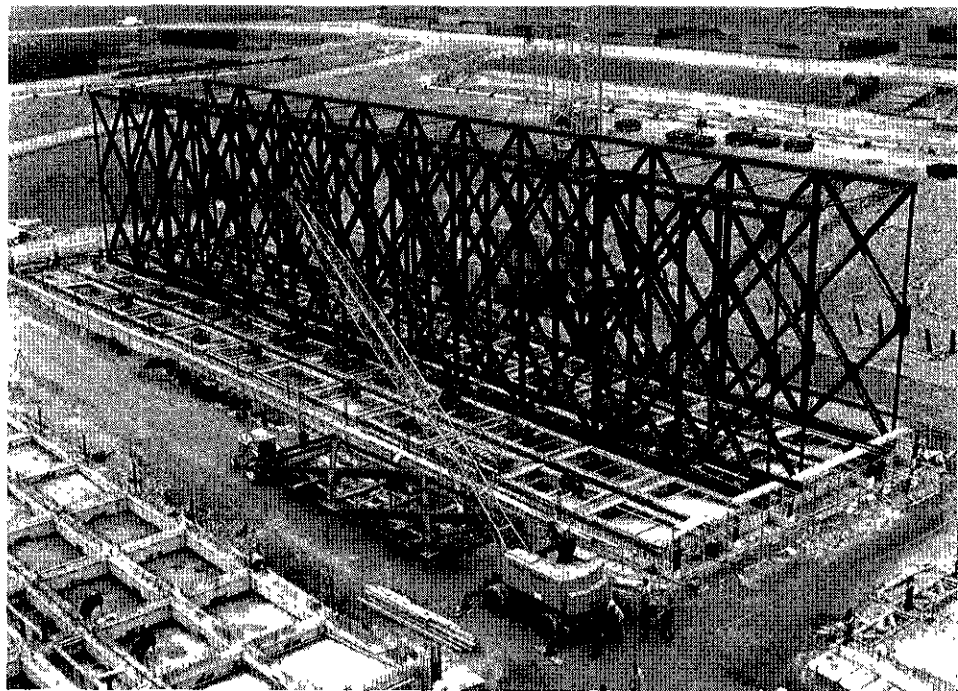
men. Begin april zal men dan beginnen het terreinoppervlak met cement te stabiliseren.

Fundering van de kabelbaan

Half december begon de aannemer met de funderingen voor de kabelbaan. Aan de Schouwense zijde van het zuidelijk sluitgat zijn de ontgraving voor de tunnel onder het werkterrein en die voor de funderingsplaat van de oeverpyloon inmiddels voltooid. De funderingsplaats is reeds onderheid en gestort. Ook zijn de drie moten van de tunnelvloer van wapening voorzien; twee delen van de vloer zijn gestort.

Aan de Middelpaltzijde zijn de ontgravingen voor de funderingen van de kabelbaanjukken, van de draaischijf, van het verankeringsblok en van de oeverpyloon gereed. De 24 palen voor de oeverpyloon zijn reeds geheid. Een begin is gemaakt

Opbouw van een caisson in het bouwdok te Nieuw-Bommenede



met het stellen van de wapening. Ook het prefabriceren van de gewapend betonnen jukken voor het vaste-railgedeelte is op gang gekomen.

Oosterschelde

Werkhaven 'Schelphoek'

Ten behoeve van de komende werkzaamheden werden de volgende materialen aangevoerd en in depot opgeslagen: 85 000 ton Nederlandse mijnsteen, 60 000 ton Belgische mijnsteen, 85 000 ton Duitse mijnsteen en 80 000 ton stortsteen.

De totale voorraad in de werkhaven 'Schelphoek' is thans: 340 000 ton zink- en stortsteen, 310 000 ton mijnsteen en 60 000 bossen rijshout.

Oeververdediging van Noord-Beveland

In april 1969 zullen de werkzaamheden ten behoeve van de oeververdediging van Noord-Beveland worden voortgezet. In totaal zal nog 190 000 ton grof grind en fosforslakken vanuit de werkhaven 'Sophia-polder' verwerkt worden. In de verslagperiode werd in deze werkhaven een depot van 50 000 ton grof grind aangelegd. De resterende hoeveelheid stortmateriaal zal rechtstreeks op het werk worden aangevoerd.

Werkhaven 'Sophia-polder'

In de verslagperiode kwam het zandbedrijf gereed en werden de zuigers afgevoerd. Ook de werkzaamheden aan de glooiing en de loswallen werden voltooid; het heiwerk kwam eveneens klaar. Een groot gedeelte van de terreinen werd met een 5 cm dikke kleilaag afgedekt. Begonnen werd met het aanbrengen van het grindasfaltbeton voor de wegverharding.

Inrichting van haven en terreinen te Burghuis

De werkzaamheden kwamen in de verslagperiode gereed. Het werk werd op 13

maart 1969 voor de eerste maal opgeleverd.

Werkeiland 'Roggenplaat' in de mond van de Oosterschelde

Dit werk werd in het vorige Driemaandelijke Bericht beschreven. Op 18 maart 1969 vond de aanbesteding plaats. De laagste inschrijver was de N.V. Aanneming Maatschappij 'Dijksbouw' voor de somma van f 10 474 000,-. Het werk werd nog niet opgedragen.

Bouw van de doorlaatcaissons

Men kwam gereed met de aanleg van de drainagebedden, zowel voor de twaalf doorlaatcaissons als voor de twee landhoofdcaissons. Van zes caissons werden in de verslagperiode de vloeren gestort, zodat nu totaal negen vloeren gereed zijn. Voor twee caissons kwam men gereed met het stellen van de tralieramen en de schuifgeleidingen. De bekisting voor het tweede stort, van 1,45 m tot 3,50 m boven het grondvlak, werd gereedgemaakt, terwijl begonnen werd met het vlechten van de wapening.

Voortgegaan werd met het aanbrengen van een grindbestorting op de taluds van het bouwdoek. Door moeilijkheden bij de aanvoer van het benodigde grind ondervonden deze werkzaamheden nogal wat stagnatie.

Eenheidscissons voor de afsluitingswerkzaamheden in het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde

Eind augustus 1968 werd het maken van 28 gewapend-betonnen eenheidscissons met bijbehorende opzetstukken opgedragen aan de Combinatie Brug Oosterschelde, voor de somma van f 888 500,-. De elementen werden gemaakt op het werkterrein bij de voormalige veerhaven nabij Kats op Noord-Beveland, waar in 1965-1966 soortgelijke elementen werden gemaakt. Tijdens de uitvoering werden nog twee extra eenheidscissons bijgemaakt.

Door de vrij gunstige weersomstandigheden gedurende de winterperiode kon een hoog tempo worden volgehouden, zodat het laatste betonstort al begin maart plaats vond. Er werden reeds 24 caissons vanaf het werkterrein naar de opslagplaats in het Veerse Meer gebracht.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en Fiemel

De verhoging van de zeedijk tussen Heveskes en Oterdum, een lengte van 2200 m, werd voltooid. In verband met de te verwachten zettingen van de ondergrond zal het dijkvak pas over enige jaren op definitieve hoogte worden gebracht.

De werken voor de verbouwing en de verhoging van de sluis en van de aansluitende dijkvakken van het waterschap Duurswold te Farmsum kwamen gereed.

De aanleg van de onderhoudsweg op de binnenberm van de zeedijk tussen Farmsum en Heveskesvalge is gereed gekomen en opgeleverd. Besteksgereed is de tweede fase van de verzwaring van de zeedijk en de aanleg van een onderhoudsweg op de binnenberm tussen Termunterzijl en Fiemel. Hetzelfde geldt ten aanzien van de voorgenomen bouw van een nieuwe keersluis met aansluitende dijkvakken buitendijks te Termunterzijl.

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en de Oostpolder

De eerste fase van de verzwaring van het dijkgedeelte tussen Delfzijl en Nansum werd voltooid. De gemeente Groningen heeft het dijkgedeelte ter plaatse van het persriool ten noorden van Delfzijl aangepast. In uitvoering kwam de verzwaring van de zeedijk tussen Nansum en de Oostpolder.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De werkzaamheden aan het dijkvak op

de Zuidwal werden voltooid. De hoogteligging van de drempel in het sluitgat werd, als aanvulling op de vele reeds verrichte ladingen, gecontroleerd met het peilvaartuig 'Krabbe' van de Deltadienst. De vlakheid van het caissonbed bleek zeer bevredigend te zijn. Aan de Groninger zijde van het sluitgat is een gedeelte van de drempel niet geheel op hoogte gekomen. Daar zal nog enige bazaltstortsteen worden bijgebracht.

De aanpassing van een achttal caissons om het zinken bij hoogwaterkentering mogelijk te maken is nagenoeg voltooid. De laatste voorbereidende maatregelen voor de sluitingsoperatie worden thans getroffen.

Een gedeelte van de stenen dammen die straks de verbinding moeten vormen tussen de beide dijkkoppen en de landhoofdcaissons, werd aangebracht. Hierop werden de peilers voor de overbruggingen tussen de dijkkoppen en landhoofdcaissons gesteld.

Het Nieuwe Robbengat, de geul die aan de zuidzijde evenwijdig aan de afsluitdijk loopt en die als vaarweg voor de caissons dienst zal moeten doen, werd met een cutterzuiger plaatselijk verbreed en verdiept. De geul heeft thans een minimale diepte van 5 m beneden N.A.P. bij een bodembreedte van 80 tot 120 meter. De cutterzuiger ligt thans gereed om een doorvaartopening in de bouwput van de caissons te maken.

Enkele eenvoudige voorzieningen zijn getroffen om ook het publiek de sluiting te kunnen laten gadeslaan. Een gedeelte van het centrale bedieningsgebouw is tijdelijk ingericht als ontvangstcentrum voor de vele te verwachten bezoekers en de pers.

De schutsluis te Dokkumer Nieuwe Zijlen is geheel voltooid.

Het sluitgat in de Lauwerszeedijk gezien van noord naar zuid. Het is hoogwater. De banen van de ebstroom tekenen zich duidelijk af.



Opgave van de door het Rijk ten behoeve van de Lauwerszeewerken gesloten onderhandse

Nummer van de/het overeenkomst/bestek	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 614	18 oktober 1966	Vervangen van de motor in het rijksvaartuig 'Babbelaar' met bijkomende werken
LAW 620	6 oktober 1966	Leveren van betonklinkerkeien ten behoeve van de bouw van een nieuwe schutsluis nabij Dokkumer Nieuwe Zijlen
LAW 621	19 mei 1967	Maken van een verzwarende van de zeedijk van de Anjumer- en Ljoessenserpolder met bijkomende werken, het uitvoeren van zinkwerken in het sluitgat en het maken van werken op het werkeiland van de Lauwerszoo
LAW 622	29 november 1966	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 623	14 oktober 1966	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 624	14 oktober 1966	Leveren van rijsmaterialen
LAW 625	18 oktober 1966	Leveren van rijsmaterialen
LAW 626	5 januari 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 627	13 januari 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 628	11 april 1967	Leveren van koperslablokken
LAW 629	5 april 1967	Leveren van stortsteen
LAW 630	25 april 1967	Leveren van basaltstortsteen
LAW 631	6 april 1967	Leveren van grof grind
LAW 632	6 april 1967	Leveren van betonklinkerkeien en groenstenen
LAW 633	25 januari 1967	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 634	26 januari 1967	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 635	26 januari 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 636	3 februari 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 637	14 september 1967	Verrekening van kosten voor het verharding van de Kleine Weg onder Paesens
LAW 638	5 juni 1967	Huur van een onbemand motorvaartuig
LAW 639	18 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 640	18 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 641	18 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 642	25 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 643	18 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 644	25 april 1967	Leveren van gorsriet
LAW 645	2 mei 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 646	25 april 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 647	12 juni 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 648	11 december 1967	Maken van een dijkvak in de Lauwerszoo en werken op het werkeiland en in het sluitgat met bijkomende werken
LAW 649	9 juni 1967	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 650	6 juni 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 651	19 juni 1967	Leveren van gorsriet
LAW 652	16 juni 1967	Leveren van rijsmaterialen

overeenkomsten en gegunde bestekken

Aannemingssom	Aannemer
f 23 960,03	Scheepswerf en Machinefabriek Tj. Barkmeyer te Stroobos
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton te Kampen
f 6 731 730,—	Kombinatie Lauwerszee te 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter c.v., Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn, Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Hakkers, Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
eenheidsprijzen	G. J. Versluis, Lexmond
eenheidsprijzen	Fa. P. de Koning, Papendrecht
eenheidsprijs	Mavotrans N.V., 's-Gravenhage
eenheidsprijs	de Smidt en Weynen N.V., Terneuzen
eenheidsprijzen	N.V. Basalt Rotterdam, Rotterdam
eenheidsprijs	N.V. 'Utroma' te Arnhem
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton te Kampen
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. v/h T. W. Volker en Zn, Sliedrecht
eenheidsprijs	Fa. T. den Otter, Meerkerk
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
bijdrage regeling	Eastergoa's Sédiken Dokkum Gemeente Oostdongeradeel te Metslawier
f 245,—/week	G. Postma te Kollumerpomp
eenheidsprijs	Fa. T. den Otter, Meerkerk
eenheidsprijs	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijs	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
eenheidsprijs	G. J. Versluis, Lexmond
eenheidsprijs	Fa. T. den Otter, Meerkerk
eenheidsprijs	Fa. v/h T. W. Volker en Zn, Sliedrecht
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
eenheidsprijzen	Fa. T. den Otter, Meerkerk
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
f 17 968 850,—	Kombinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn, Sliedrecht
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijs	C. H. Schuller, Drimmelen
eenheidsprijs	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam

Nummer van de/het overeenkomst/bestek	Datum	Omschrijving van het werk
LAW 654 (bestek)	dienst 1968-1969	Aanleg van weg nr 3 van het provinciaal wegenplan Friesland 1965, Dokkum-Metslawier-Anjum-de Bant-Lauwerszeesluizen, gedeelte Anjum-Banthuis, met verbetering van de toegangsweg naar Anjum met bijkomende werken in de gemeente Oostdongeradeel
LAW 655	14 september 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 656	12 september 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 657	14 september 1967	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 658	18 september 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 659	12 september 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 660	18 september 1967	Leveren van rijsmaterialen
LAW 661	22 april 1968	Leveren van mijnsteen
LAW 662	4 april 1968	Leveren van stortsteen
LAW 663	22 april 1968	Leveren van basaltstortsteen
LAW 664	12 februari 1968	Leveren van loodslakken
LAW 665	18 december 1967	Leveren van koperslablokken
LAW 666	22 april 1968	Leveren van grof grind
LAW 667	6 december 1967	Leveren van koperslablokken ten behoeve van de schutsluis te Dokkum-Nieuwe Zijlen
LAW 669	25 januari 1968	Leveren van rijsmaterialen en riet
LAW 670	14 maart 1968	Maken van een gedeelte van de geleide- en remmingwerken voor de schutsluis in de afsluitdijk van de Lauwerszee, met bijkomende werken
LAW 671	22 april 1968	Tot aanvulling en wijziging van bestek nr. ZW 3605 (LZW nr. 9) dienst 1966-1968, voor het bouwen van een schutsluis in de uitmonding van het Dokkumerdiep nabij Nieuwe Zijlen (Lauwerszee) met bijkomende werken
LAW 672	8 mei 1968	Leveren van graskieken en betonklinkerkeien ten behoeve van de bouw van een schutsluis in de uitmonding van het Dokkumerdiep nabij Nieuwe Zijlen (Lauwerszee)
LAW 673	29 juli 1968	Beschikbaar stellen van arbeiders ten behoeve van het verrichten van onderhoudswerkzaamheden aan de installaties van het sluisencomplex in de Lauwerszee en de nieuwe sluis te Dokkum-Nieuwe Zijlen
LAW 674	4 juli 1968	Leveren van Nicolon zinkstukkenweefsel
LAW 675	22 april 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 676	6 mei 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 677	6 mei 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 678	6 mei 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 679	6 mei 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 680	1 mei 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 681	6 mei 1968	Leveren van riet
LAW 683	23 september 1968	Bouwen van twee bedieningsgebouwtjes op de schutsluis te Nieuwe Zijlen
LAW 687	9 juli 1968	Leveren van rijsmaterialen
LAW 689	10 september 1968	Leveren van fijn gelders griendhout
LAW 690	10 september 1968	Leveren van gelders griendhout
ZW 3608 (LZW nr 10)	4 juli 1966	Maken van de betonspanen van de bovenbouw van de uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee met bijbehorende werken.

Aannemingssom	Aannemer
	Kombinatie Lauwerzee, 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
eenheidsprijs	Fa. Gebr. Hakkers, Werkendam
eenheidsprijzen	Fa. Adr. Volker Lzn, Rotterdam-6
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter c.v., Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn, Sliedrecht
laadkosten f 0,70/ton	N.V. Nederlandse Staatsmijnen, Heerlen
eenheidsprijzen	de Smidt en Weynen N.V., Terneuzen
eenheidsprijs	N.V. Basalt Rotterdam te Rotterdam
eenheidsprijs	Handel Maatschappij Arnold-Maassen N.V., Maastricht
eenheidsprijs	Mavotrans N.V., 's-Gravenhage
eenheidsprijs	N.V. Utroma te Arnhem
eenheidsprijs	Mavotrans N.V., 's-Gravenhage
eenheidsprijzen	N.V. T. en P. de Klerk, Werkendam
f 147 700,—	Kombinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage
f 128 000,—	N.V. Aannemingsmaatschappij v/h Hillen en Roosen te Amsterdam
eenheidsprijzen	N.V. Schokbeton te Kampen
f 8,70/manuur	Kombinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage
f 3,88/m ²	Nicolon N.V., Enschede
eenheidsprijs	Fa. T. den Otter en Zn, Meerkerk
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiter, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijs	N.V. J. de Jong Bzn, Sliedrecht
eenheidsprijs	N.V. Gebr. van Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	Fa. T. den Otter en Zn, Meerkerk
eenheidsprijs	Fa. Adr. Volker, Lzn, Rotterdam-6
eenheidsprijs	Fa. C. H. Schuller, Drimmelen
f 46 443,—	N.V. Aannemingsmaatschappij v/h Hillen en Roosen te Amsterdam
eenheidsprijzen	Fa. Gebr. Dubbeldam Bzn., Lage Zwaluwe
eenheidsprijs	N.V. Gebr. v Noordenne, Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijs	Fa. T. den Otter en Zn, Meerkerk
f 765 400,—	Kombinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage

