

# deltawerken

februari 1965 nummer 31



# deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST  
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,  
'S-GRAVENHAGE

---

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

De prijs bedraagt f 6,- per jaar of f 2,- per nummer

**A. De werken van het Deltaplan**

- 3 Het tijdschema voor de uitvoering van het Deltaplan
- 6 Het kabelbaanbedrijf bij de sluiting van de Grevelingen
- 14 Verandering in de getijden en stroomsnelheden gedurende de opbouw van de drempel in de Grevelingen
- 20 Het damvak op de Middelplaat in het Brouwershavensche Gat
- 25 De vormgeving en toepassing van geleidewerken bij duwvaart
- 33 De Haringvlietsluizen bij ijstoestand
- 28 Verwerking van asfaltbeton op dijk-taluds met de verdeelafwerkmachine

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

- 44 Versterking van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke van het waterschap 'de Brede Watering van Zuid-Beveland'
- 47 Vorderingen

## Het tijdschema voor de uitvoering van het deltaplan

In het Driemaandelijks Bericht no. 2 van november 1957 werd een voorlopig tijdschema voor de uitvoering van de delta-afsluitingen gegeven.

In dat jaar waren enkele van de werken reeds in gang. Zo was de stormvloedkering in de Hollandsche IJssel in een vergevorderd stadium en de voorbereidende werken voor de afsluitingen van Veersche Gat en Zandkreek, zoals de werkhaven te Vrouwenpolder en de bouwput voor de schutsluis in de Zandkreek, waren in uitvoering.

Tevens was dit het jaar waarin de grote bouwput in het Haringvliet tot stand werd gebracht en waarin met de bouw van de werkhaven van Willemstad werd begonnen.

In de sindsdien verlopen 7 jaren is er ernstig naar gestreefd de verschillende werkonderdelen in een zodanig tempo voor te bereiden en uit te voeren dat de afsluitingen zouden kunnen worden voltooid op de daarvoor in het schema aangegeven tijdstippen. Dit geldt in het bijzonder voor de primaire afsluitdammen.

Wat de Hollandsche IJssel en het Veersche Gat betreft kon de voltooiing inderdaad worden verwezenlijkt in de daarvoor vastgestelde streefjaren.

De eerste vertraging werd zichbaar bij de aanleg van de Grevelingendam. Het tijdstip waarop deze secundaire dam gereed komt is echter niet van invloed op dat van de hoofd-afsluitingen en derhalve ook niet op het moment waarop de grotere veiligheid, die de verwezenlijking van het deltaplan zal geven, zal zijn bereikt. Overigens was dit ook de reden waarom, zonder dat daarvan ernstige repercussies behoeften te worden gevreesd, juist bij de afsluiting van de Grevelingen het experiment met de kabelbaan en met andere nieuwe werkmethoden plaats vond.

Ten opzichte van het tijdschema is in dit werk een vertraging van ongeveer drie kwart jaar ontstaan als gevolg waarvan de aanleg van een weg over deze dam tussen Schouwen-Duiveland en Flakkee eerst in het voorjaar van 1965 zal kunnen gereedkomen in plaats van in juli 1964, zoals oorspronkelijk was verwacht.

Van wezenlijk belang voor de veiligheid zijn de tijdstippen waarop de afsluiting van het Haringvliet en die van de Oosterschelde zullen gereedkomen. Na voltooiing van de Haringvlietwerken, waaraan in ieder geval de afsluiting van het Volkerak moet vooraf gaan, zal het noordelijk deel van het deltagebied met de provincie Zuid-Holland en het noordwestelijk deel van Noord-Brabant beschermd zijn. Bovendien zal dan een belangrijke verbetering in de zoetwaterhuishouding tot stand zijn gebracht hetgeen onder meer een gunstige uitwerking zal kunnen hebben op de kwaliteit van het Rotterdamse drinkwater

en de zoetwatervoorziening van de tuinderijen in het Westland. Bovendien zal daardoor de mogelijkheid zijn geschapen tot het volledig in werking stellen van de Rijnkanalisatie welke weer verbeteringen van de vaardiepte op de Geldersche IJssel en de zoetwatertoevoer naar het noorden van ons land mogelijk zal maken.

Met de afsluiting van de Oosterschelde tenslotte zal een groot deel van Zeeland en Noord-Brabant veilig zijn gesteld en zal het Zeeuwse Meer als zoetwaterbassin en gedeeltelijk als massarecreatiegebied zijn gevormd. Als jaar van afsluiting van deze grootste van onze zeearmen is in het tijdschema 1978 gesteld. Het ziet er naar uit dat dit tijdstip wat de technische mogelijkheden betreft inderdaad nog steeds zal kunnen worden aangehouden. Wat het Haringvliet betreft was het streefjaar van de afsluiting op 1968 bepaald.

De bouwtijd van dit werk wordt in sterke mate beheerst door de aanleg van de grote uitwateringssluizen. Het betonwerk hiervan kon geheel in het vereiste tempo worden uitgevoerd. De constructie van de stalen schuiven evenwel ondervond reeds in den beginne een belangrijke vertraging.

Hiervan werd reeds mededeling gedaan in het 'Jaarverslag Deltawerken', behorende bij de Rijksbegroting 1963, waar werd gesteld:

'Het is daarom te betreuren dat reeds van de aanvang af in de constructie der stalen schuiven, waarvan de vervaardiging bij verschillende constructiewerkplaatsen in Nederland is ondergebracht, een belangrijke vertraging is ontstaan wegens het niet tijdig voorhanden zijn van het nodige materiaal, dat gedeeltelijk uit het buitenland wordt betrokken. Het laat zich thans aanzien dat met de montage van de schuiven eerst in de loop van 1963 zal kunnen worden begonnen en dat eerst in het begin van 1966 alle 34 schuiven kunnen zijn aangebracht.

Omdat de montage van de schuiven in de droge bouwput moet plaatsvinden, zal ook pas in de loop van 1966 de ringdijk kunnen worden doorgebaggerd.

Bij handhaving van de oorspronkelijk gedachte constructie van de stortebedden, waarbij de bodem ter weerszijden van de sluis tot grote diepte in den natte zou worden uitgebaggerd en met zinkstukken verdedigd, zou deze ontwikkeling aanleiding geven tot een opschuiving van de voltooiing der Haringvlietafsluiting van 1968 naar 1969 of 1970.

De resultaten van voortgezette modelonderzoekingen naar de vorm van de stortebedden in samenhang met het grondmechanisch onderzoek hebben evenwel geleid tot een gewijzigd plan voor de constructie van de stortebedden, waarbij deze op geringere diepte, nl. circa 15 m onder N.A.P. zullen worden gelegd. Deze omstandigheid maakt uitvoering der stortebedden in den droge mogelijk, waardoor een betere constructie kan worden bereikt.

Een en ander is aanleiding geweest tot een wijziging in het werkschema, zodanig, dat reeds in 1963 met de aanleg van deze stortebedden zal worden aangevangen in de nog droge bouwput.

Op deze wijze blijft het mogelijk het oorspronkelijk gefixeerde tijdstip van voltooiing der Haringvlietafsluiting in 1968 aan te houden'.

Door tegenslag bij het op gang komen van het vrij ingewikkelde samenspel der verschillende meewerkende constructiewerkplaatsen waardoor dit wat minder vlot verliep dan werd verwacht zal het vooruitzicht zoals dat in de passage uit het Jaarverslag Deltawerken werd getoond, niet kunnen worden verwezenlijkt. Het ziet er thans naar uit dat alle 34 schuiven niet in het begin van 1966, maar eerst aan het eind van dat jaar zullen kunnen zijn aangebracht. En gezien het vele werk dat daarna nog moet gebeuren, zoals het wegbaggeren van de ringdijk van de bouwput en het verlengen van de in den droge aangebrachte storte-

bedden, alvorens met de sluiting der hoofdgeulen kan worden begonnen, zal de afsluiting van het Haringvliet eerst in 1969 kunnen worden tegemoetgezien.

Omdat het minder wenselijk is het tijdstip van de Volkerakafsluiting meer dan één jaar te doen voorafgaan aan die van het Haringvliet, zal ook het tijdschema voor het Volkerak met één jaar worden uitgerekt.

Het tijdschema der Deltawerken ziet er thans als volgt uit:

|                       | Sluiting | Voltooïing |
|-----------------------|----------|------------|
| Volkerak              | 1968     | 1969       |
| Haringvliet           | 1969     | 1970       |
| Brouwershavensche Gat | 1971     | 1972       |
| Oosterschelde         | 1977     | 1978       |

## Het kabelbaanbedrijf bij de sluiting van de Grevelingen

Het is thans nog niet mogelijk in een nabeschuiving van het werken met de kabelbaan reeds een complete analyse te geven van het gehele bedrijf. Daarom zal er ditmaal mee worden volstaan de hoofdzaken van de kabelbaansluiting aan een beschouwing te onderwerpen.

### Verloop van de sluiting

In de eerste plaats lijkt het interessant na te gaan hoe de sluiting is verlopen ten opzichte van het in nummer 29 van deze Berichten beschreven sluitingsprogramma. Daarin werden de volgende fasen onderscheiden:

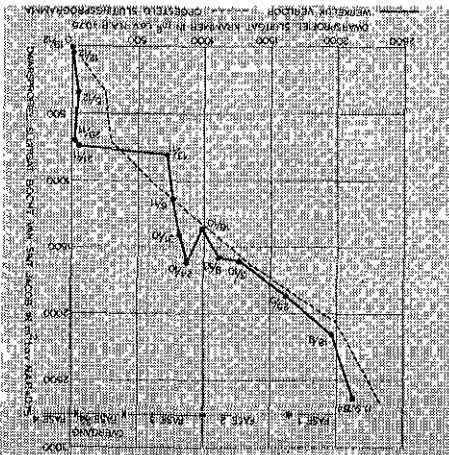
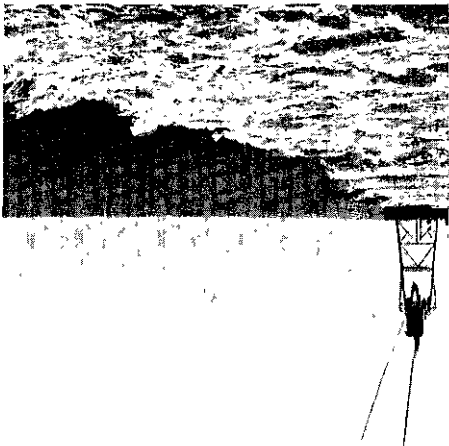
1. Opstorten van de sluitdammen in de Krammer en de Bocht van Sint-Jacob tot N.A.P. - 3.00 m.
2. Dichtzetten van de Krammerplaat.
3. Opstorten van de dammen in de Krammer en de Bocht van Sint-Jacob tot N.A.P.
4. Voltooiing van de sluitdammen tot het peil van N.A.P. + 2,50 m.

In een grafiek is de afneming weergegeven van de doorstroomprofielen van de beide sluitgaten Krammer en Bocht van Sint-Jacob. Deze grafiek kan als uitgangspunt dienen voor een toelichting op het verloop van de sluiting.

Het bleek goed mogelijk de sluiting te laten verlopen volgens het opgestelde plan. Waar van het plan werd afgeweken, gebeurde dit met opzet, hetzij om het werkelijke verloop aan te passen aan de gewijzigde omstandigheden, hetzij als gevolg van teleurstelling in de eigenschappen van de gestorte materialen.

### Stortcapaciteiten

Bij het beoordelen van de resultaten die met de kabelbaan werden bereikt, is de stortcapaciteit een belangrijk aspect. De stortcapaciteit immers bepaalt het tempo waarmee de sluiting zich voltrekt en speciaal in de kritieke fase, waarin de stroomsnelheden grote waarden kunnen bereiken, is dit tempo van belang, o.a. met het oog op het gevaar van bodemaantasting. Uit de grafiek blijkt dat de capaciteit aan sterke schommelingen onderhevig is geweest, deels als gevolg van stagnatie door defecten of beschadigingen



Verloop van de doorstroomprofielen van de Kram-  
mer en de Bocht van St. Jacob in de opeenvolgende  
fasen van de sluiting

van de kabelbaan of door weersomstandigheden en deels doordat een langere of kortere

werkwEEK werd gemaakt dan normaal.

De weekcapaciteit en de daaruit afgeleide gemiddelde bruto uurcapaciteit over de be-

treffende week op basis van het totaal aantal theoretische werkuren geeft wel een beeld

van de voortgang van de sluiting, maar niet van de resultaten van het bedrijf voor wat

betreft de belading, het transport en het storten van de materialen.

Een beter inzicht in het verloop van het bedrijf geeft de netto capaciteit per uur, dat is de

er is een voorbeeld van een succesvolle samenwerking met een andere organisatie. Het is een voorbeeld van een succesvolle samenwerking met een andere organisatie.

Copyright © 2004 by John Wiley & Sons, Inc.

OK THE KITCHEN

[illegible]

in bedrúft en van af te wijzen; in: *circuits van wet en leer* op een doorgang

[illegible]

Een andere grafiek toont het verloop van de capaciteit per gondeluur; ze is in beperkte

mate afhankelijk van het aantal in bedrijf zijnde gondels. Duidelijk blijkt de verhoging van

Het meer gelijkmatige karakter van dit werk levert een regelmatig verloop op van de cyclus der gondels. Bij dit regelmatige werk reageerden de machinisten beter op de verkeerssignalen en lieten ze de opeenvolgende bewegingen met grotere nauwgezetheid op elkaar aansluiten.

### Stortmaterialen en opbouw van de dam

Volgens de plannen zou de sluitdam worden opgebouwd uit verschillende materialen. Het programma zag er als volgt uit:

|          | Krammer    | Krammerplaat | Bocht van Sint-Jacob                                   |
|----------|------------|--------------|--------------------------------------------------------|
| fase 1   | grind      | —            | zandzakken                                             |
| fase 2   | —          | stortsteen   | —                                                      |
| fase 3/4 | stortsteen | —            | zandzakken<br>gestab. zandzakken<br>zand-asfaltkluiten |

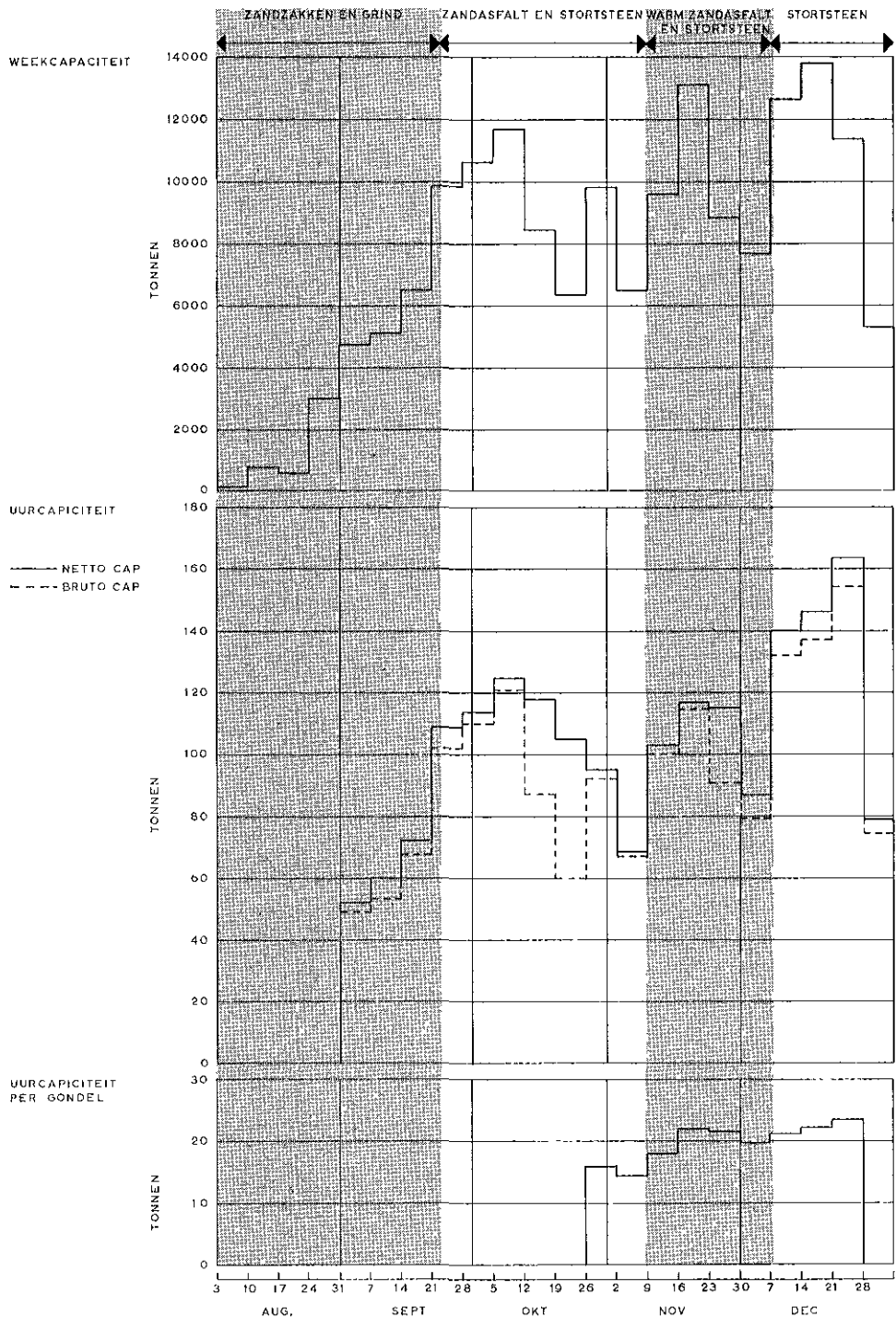
In de eerste en tweede fase werd dit stortplan nagenoeg aangehouden, met dit verschil, dat ook in de Bocht van Sint-Jacob een aanzienlijke hoeveelheid grind werd verwerkt, omdat de silo en bijbehorende transportkubels voor het zakkenbedrijf nog niet geheel bedrijfsklaar waren.

In de derde fase namen de stroomsnelheden geleidelijk toe. In de Krammer, waar de dam met stortsteen werd opgebouwd, deden zich met het stortmateriaal geen moeilijkheden voor. Hier waren het vooral de aantastingen van de bodembescherming, die noopten tot een wat vluigere uitvoering van de sluiting.

In de Bocht van Sint-Jacob deden zich door de toename van de stroomsnelheden eveneens moeilijkheden voor, die echter van geheel andere aard waren en betrekking hadden op de keuze van zandzakken als stortmateriaal.

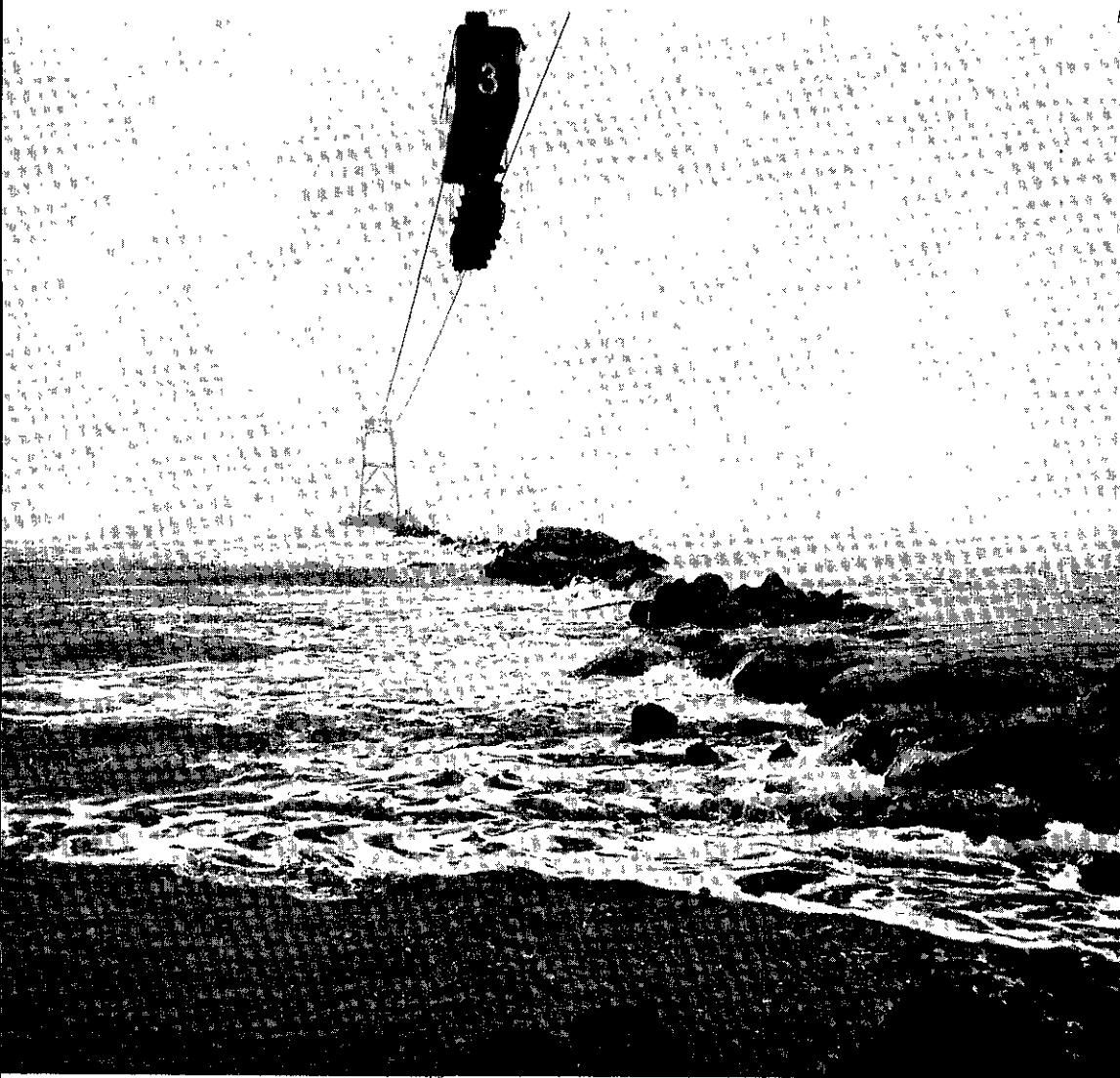
Uit laboratoriumproeven was gebleken, dat gewone zandzakken hun stabiliteit behouden tot stroomsnelheden van ongeveer 2,5 m/sec; dit komt vrijwel overeen met de stabiliteit van grof grind. De praktijk bevestigde dit resultaat van de schaalproeven.

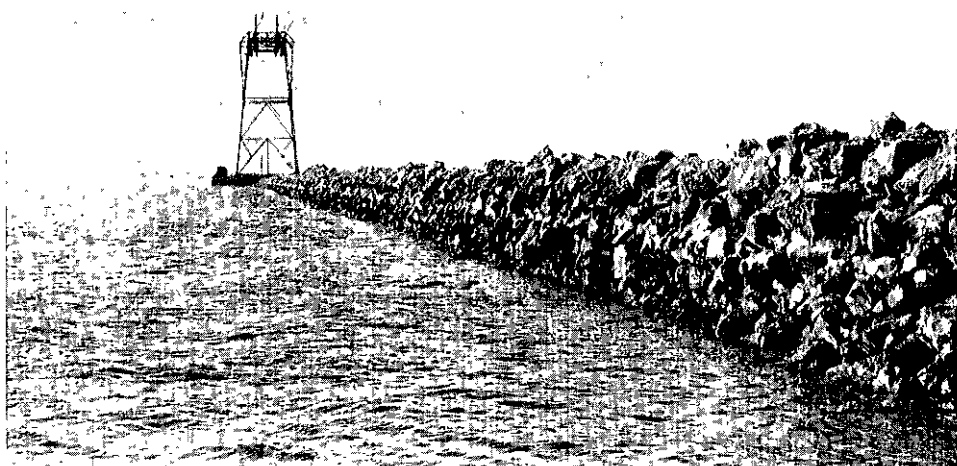
Toen door de voortgaande opbouw van de dam stroomsnelheden in deze orde van grootte gingen optreden en de zandzakken niet langer stabiel waren, moest men de stabiliteit ervan opvoeren door ze vormvast te maken. Dit gebeurde door aan het zand asfaltbitumen toe te voegen. Het asfalt werd in de vorm van een emulsie toegevoegd aan het zandwater-



De dam boven water vormde zich hier en daar met  
een zeer steil talud

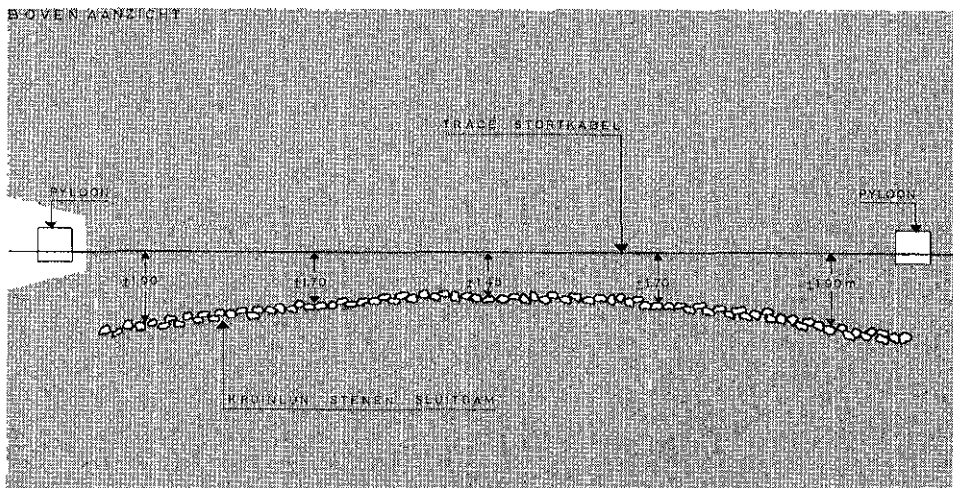
Ongelijkmatig komt de damkruin boven water. De zandzakken hebben onder invloed van de stroom een  
minimaal profiel aangenomen





mengsel, dat uit de voorraadsilo van de vulinstallatie in de zakken stroomde. De vulinstallatie bestond uit een stalen bak, waarin door een transportband zand werd gestort. Door pijpen in de bodem van de bak werd water naar binnen gepompt, waardoor een vloeibaar water-zand-mengsel werd verkregen. Door een viertal beweegbare uitstroombuizen kon dit mengsel in de zakken stromen, waarbij al dan niet emulsie kon worden toegevoegd. Bij de voor dit doel ontwikkelde installatie traden herhaaldelijk storingen op, waardoor nogal eens stagnaties in het bedrijf ontstonden, die een aanzienlijke capaciteitsvermindering veroorzaakten. Daarom werd in de loop van oktober en november het stortvak voor de zakken steeds verder ingekort. Daarenboven bleek, dat het zand-asfaltprodukt van sterk wisselende kwaliteit was, o.a. doordat de zand-water-verhouding niet constant was. Door de wisselvallige samenstelling van het produkt werd een aanzienlijk deel van de zakken gevuld met een ondeugdelijk mengsel, hetgeen de stabiliteit nadelig beïnvloedde. Tenslotte bleek het weefsel van de zakken bij grote stroomsnelheden niet zanddicht te zijn, waardoor de met zand gevulde zakken leegspoelden. Dit verschijnsel trad ook op bij de slechte stabilisatiemengsels. Door bovengenoemde oorzaken verminderde de hoogte van de opgestorte dam herhaaldelijk, vooral in perioden van grote stroomsnelheden, tijdens springtij of in het weekeinde, wanneer gedurende enkele dagen niet werd bijgestort. Overigens dient hierbij vermeld te worden, dat tevoren een regelmatig optredende – tijdelijke – kruinverlaging was voorzien, omdat erop gerekend werd dat de zeer steil opgebouwde zakkenwand gedeeltelijk zou omvallen. Van uit de transportkubels vallen de zakken immers als grote eenheden steeds in precies hetzelfde tracé en bouwen zodoende een zeer steile dam op. Indien door het telkens omvallen van de kruin de basis van de dam zich regelmatig zou verbreden, was dit een te accepteren opbouwmethode; in feite echter bleken de van de kruin verdwenen zakken niet aan de voet terug te vinden. Er kwamen kruinverlagingen voor van 1 à 1,5 m en zelfs van 2 m per weekeinde. Nadat het vak, waarin zakken met zandasfalt werd gestort, geleidelijk was ingekort, werd tenslotte eind november besloten, ook de Bocht van Sint-Jacob verder geheel met steen te sluiten.

De zogenaamde zandasfaltkluiten – met asfaltemulsie gestabiliseerd onverpakt zand – zijn vanwege de teleurstellende resultaten met de zakken niet meer beproefd. Wel is, zij het op kleine schaal, nog een proef genomen met warm zandasfalt als stortmateriaal.



Geschematiseerde voorstelling van de afwijking van de kruinlijn t.o.v. het tracé van de kabel

Indien dit zandafsalt te warm werd gestort, viel het uit elkaar, maar als men het mensel in een depot tot circa  $80^{\circ}\text{C}$ . liet afkoelen, konden samenhangende kluiten worden gestort; een kort damvak werd met zulke kluiten opgestort. In feite is deze proef niet goed tot zijn recht gekomen, daar dit vak naast het zakkenvak lag. Door de regelmatige kruinverlaging vormde dit zakkengedeelte in het gehele beeld van de overstromende dam eigenlijk een apart sluitgaatje. Hierin traden zeer grote snelheden op, waardoor ook het naastliggende warme zandafsalt een extra stroomaanval moest verduren, zodat het gedeeltelijk door de stroom werd meegevoerd.

Met het stortmateriaal steen werden geen moeilijkheden ondervonden.

In de kritieke fase, waarin grote stroomsnelheden – groter dan  $3\text{ m/sec}$  – optraden, werden hellingen gemeten van  $1:1\frac{3}{4}$  à  $1:2$ .

In de laatste fase, waarin de dam verder werd opgebouwd zonder dat nog water over de kruin kon stromen, werd het talud veel steiler en bedroegen de hellingshoeken  $1:1$  à  $1:1,2$ ; plaatselijk vormden zich zelfs nog steilere hellingen tot  $1:0,8$ .

Ten aanzien van de stenen dam kan nog worden opgemerkt, dat door het 'leegschenken' van de steennetten de steen iets zijdelings neervalt van de kabel, van waaraf gestort wordt. De afwijking tussen het tracé van de kabel en de kruinlijn van de opgestorte dam is afhankelijk van de storthoogte. Nabij de pylons, waar de storthoogte groter is, bedraagt deze afwijking meer dan in het midden van een overspanning.

### De kabelbaan als transportapparaat

Nast het optreden van gebreken in de mechaniek van de gondels was het ook de kabelbaaninstallatie zelf, die, vooral in de beginperiode van de sluiting, oorzaak is geweest van stagnaties.

Door het ontijdig leegstorten van een net met stenen, waardoor deze in een pyloon terecht kwamen, werd het windverband van die pyloon zodanig beschadigd, dat de reparatie ervan noopte tot stopzetting van het werk gedurende enkele dagen. Een andere keer trad schade op doordat een kubel zijn inhoud van zandzakken in de pyloon verloor. Door het vastraken van de scharnierende bevestigingspunten van de kabels aan de contragewichten werd eveneens stagnatie ondervonden. Met het verhelpen van het euvel was

ongeveer een week gemoeid en in deze periode kon niet in circuit worden gereden maar moest over één enkele kabel heen en weer worden gereden.

Ook door defecten aan de gondels, vooral in de eerste periode van de sluiting, was het nogal eens nodig heen en weer te rijden over één of soms beide kabels.

Het garagespoor aan het eind van de baan bleek vooral in het begin te kort te zijn om alle gondels met mankementen een plaats te bieden. Soms moesten daarom ook defecte gondels op de werkbaan blijven, waardoor het circuit geblokkeerd werd. In de latere periode van het werk was dit veel minder het geval.

De moeilijkheden met de gondels waren van verschillende aard. Zo bleek het dat het systeem waarmee de aangedreven draagwielen waren geborgd op hun assen, niet voldeed. Daarom werden bij alle gondels nieuwe assen aangebracht met een gewijzigd borgsysteem.

Ook deden zich moeilijkheden en defecten voor die niet bij alle gondels optraden en ook niet steeds in dezelfde mate. Enkele worden hieronder genoemd.

In het begin vooral trad er nogal eens lekkage op in het systeem van hydraulische leidingen.

Een aantal tandwielkasten en ook een paar versnellingsbakken liepen ernstige schade op, zodanig zelfs dat ze moesten worden vervangen.

Het mechanisme voor het leegstorten van het net wordt aangedreven door een hydraulische motor (oliemotor). Van een aantal van deze oliemotoren moesten enkele onderdelen worden vervangen.

Omdat een maximale transportcapaciteit reeds werd bereikt bij het in bedrijf zijn van 7 of 8 gondels, werden deze twee voertuigen niet gerepareerd, maar aan de grond gezet. Zij hebben daarna verschillende onderdelen geleverd, noodzakelijk voor het herstellen van de in bedrijf zijnde gondels, en zijn dan ook niet meer op de baan teruggebracht.

Op de bijgaande grafiek is het aantal stortingen aangegeven dat door iedere gondel is verricht. Duidelijk is te zien dat hier grote verschillen optraden.

Eind december was het sluitingsprogramma overigens zover gevorderd dat vrijwel over de hele lengte van de stortdam de kruinlijn op N.A.P. + 2,50 m à 3,00 m lag. Het dag-en-nachtbedrijf werd daarom op 31 december beëindigd. Daarna is nog uitsluitend overdag gestort met slechts twee of drie gondels.

## Conclusie

Na een aanvankelijk scepticisme, nog versterkt door de vele tegenslagen in de beginperiode, is het vertrouwen in de kabelbaan als werktuig tijdens de afgelopen maanden zeer bepaald gestegen. Het experiment heeft zeer waardevolle gegevens opgeleverd en de kabelbaan blijkt, zeker indien met stortsteen wordt gewerkt, een betrouwbaar en volwaardig hulpmiddel te zijn. Vooral dank zij het automatische bloksysteem, dat de baan in blokken verdeelt en door middel van verkeerslichten, kon ook bij duisternis en bij mist normaal worden doorgewerkt. Voor wind bleek de kabelbaan *minder gevoelig te zijn dan was verwacht*. Bij een windkracht 7 à 8 dwars op de baan kon nog worden gewerkt. Zelfs werd nog gereden bij windkracht 8 à 9, mits de wind stond in de lengterichting van de baan.

Het ligt in het voornemen met verdere ontwikkeling van de kabelbaan voort te gaan. Bij de sluiting van de  $\pm 1000$  meter brede stroomgeul tussen de uitwateringssluizen in het Haringvliet en de oever van Voorne – het Rak van Scheelhoek – zal waarschijnlijk wederom gebruik worden gemaakt van deze baan.

Binnen afzienbare tijd zal dan een beslissing kunnen en moeten worden genomen of en in hoeverre een kabelbaan bij de afsluitingen van Brouwershavensche Gat en Ooster Schelde zal worden toegepast.

## **Verandering in de getijden en stroomsnelheden gedurende de opbouw van de drempel in de Grevelingen**

In het vorige nummer is een overzicht gegeven van de metingen die in het noordelijk sluitgat van de Grevelingendam ten behoeve van de afsluiting werden verricht. Er werden enkele resultaten gepubliceerd betreffende getijden en snelheden.

De laatste toen vermelde gegevens dateerden van 2 en 3 oktober 1964. Nadien is de sluiting met kracht voortgezet en bijgevolg zijn de verticale getijden ter weerszijden van het damtracé en de stroomsnelheden in de voortdurend kleiner wordende openingen aan veranderingen onderhevig geweest. Eind december was de afsluiting zover voltooid, dat de getijden aan weerskanten hun voorlopige eindvorm hadden gekregen. Daar de geulen ter weerszijden van de dam zich in de toekomst verder aan de nieuwe hydraulische situatie zullen aanpassen, zal wellicht ook de verticale getijbeweging ter plaatse nog enige verdere veranderingen ondergaan.

In de volgende nummers zullen meer gedetailleerde mededelingen worden gedaan over de waterloopkundige aspecten van de afsluiting van de Grevelingen. In dit nummer worden de geïnteresseerde lezer echter reeds enkele grafieken getoond, waaruit blijkt welke gevolgen de afsluiting van de Grevelingen op de getijbeweging heeft gehad. Ter inleiding zij nog het volgende opgemerkt. In verband met de geleidelijke opbouw van de dam is het logisch, dat het getij en de snelheden aanvankelijk het sterkst veranderden omstreeks het tijdstip van laagwater.

Bij de verdere opbouw van de dam, waarbij de drempel in de Krammer, de zuidelijke geul in het traject van afsluiting, steeds hoger lag dan die in de Bocht van St. Jacob, namen ook de snelheden vóór en na HW steeds meer toe. Hierbij waren dan de maximale vloed-snelheden – ongeveer  $\frac{3}{4}$  uur voor HW – altijd lager dan de maximale ebsnelheden – ongeveer  $\frac{3}{4}$  uur voor LW. Tenslotte, toen de dam hoger werd dan LW, kwamen alleen nog grote snelheden voor omstreeks HW.

Dit verloop stemde overeen met de verwachtingen, gebaseerd op berekeningen en modelmetingen. De maximale ebsnelheden, die gedurende de beginfase van de sluiting bij LW optraden, waren echter hoger dan was voorzien. Ter verklaring van dit verschijnsel wordt een nader onderzoek ingesteld.

Opgemerkt moet nog worden, dat afgezien van de hogere drempel in de Krammer, de ebsnelheden daar steeds ongeveer 20% kleiner waren dan die in de Bocht van St. Jacob. De verschillen bij vloed waren geringer.

Zoals in het vorige nummer reeds vermeld, verliep de kruinhoogte gedurende de opbouw van de drempel vrij onregelmatig, wat een onregelmatig snelheidsverloop langs de drempel ten gevolge had. De grootste snelheden kwamen voor op de diepste plaatsen en daar zijn dan ook de meeste snelheidsmetingen uitgevoerd.



Situatie van de peilschalen in het sluitgat van de Grevelingen

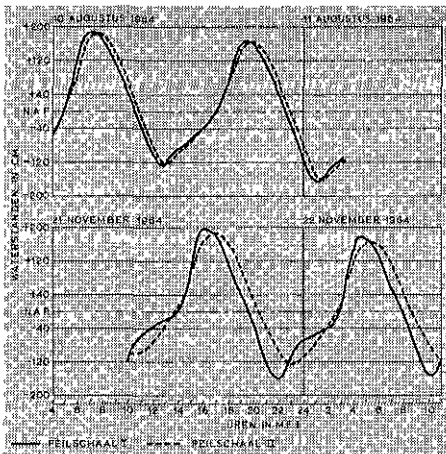
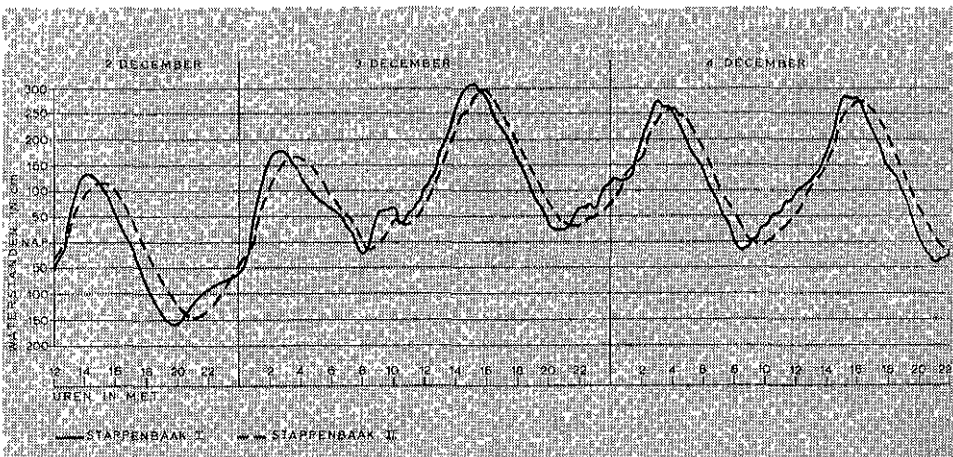


Fig 1. Getijlijnen voor de Bocht van St. Jacob op resp. 10 augustus en 21 november 1964

Fig. 2. Verloop van de verticale getijden ter weerszijden van de dam op 2, 3 en 4 december 1964



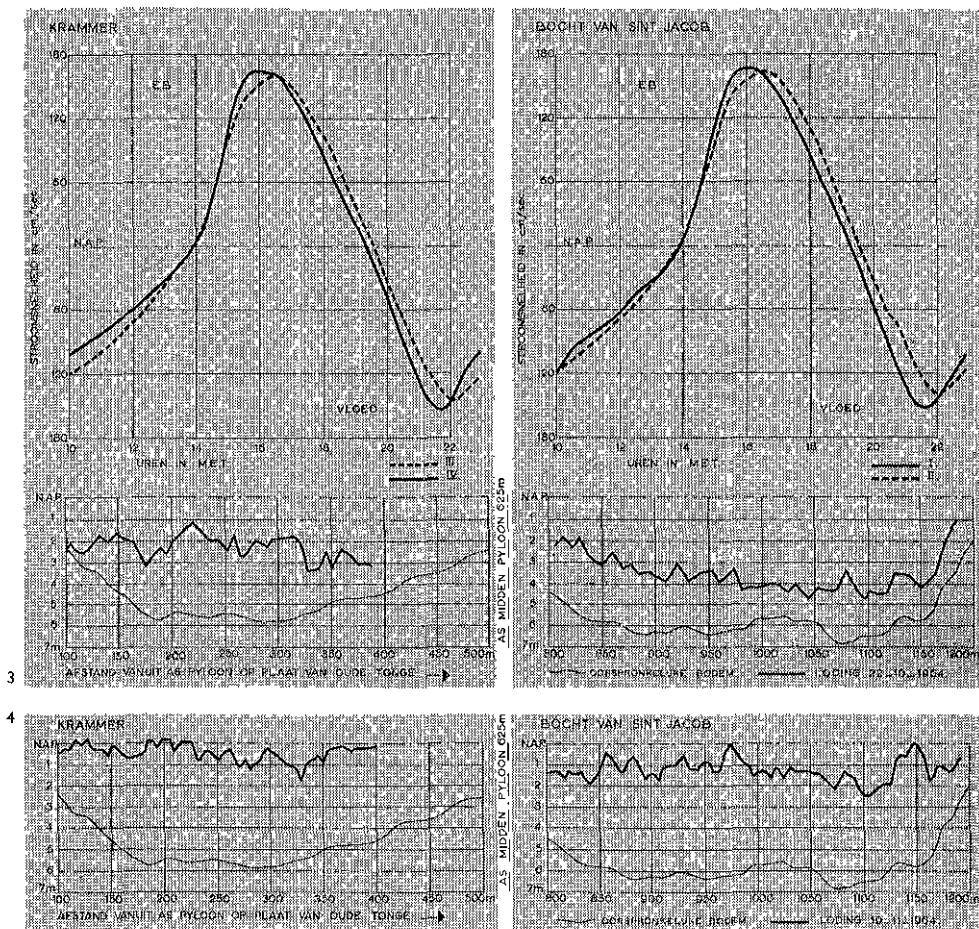


Fig 3. Stroomsnelheidsmetingen in de Krammer en de Bocht van St. Jacob op 22 oktober 1964. Daar- onder het verloop van het lengteprofiel der dammen

Fig 4. Lengteprofiel van de dam door de Krammer en de Bocht van St. Jacob op 19 november 1964. Voor de Bocht van St. Jacob is ook de stroommeting weergegeven

Op zaterdagen, als er niet gestort werd, zijn voorzover mogelijk simultane snelheidsmetingen verricht op verschillende plaatsen boven de drempel. Na november was dit in de Krammer niet meer mogelijk en werden nog alleen snelheidsmetingen boven de drempel verricht in de Bocht van St. Jacob, waar, zoals gezegd, de grootste snelheden voorkwamen. Hier werd vaak dagelijks, met behulp van een vlot waaraan een stroommeter was bevestigd, het verloop van de snelheid bepaald op 1 m beneden het wateroppervlak. Gedurende de gehele sluitingsperiode werden de waterstanden ter weerszijden van het sluitgat automatisch opgenomen, zoals beschreven is in nummer 30 van de Driemaandelijke Berichten. Daar de vervallen over de drempel van zuid naar noord toenamen – in de Krammer waren ze dus kleiner dan in de Bocht van St. Jacob – zijn er twee peilschalen geplaatst ter weerszijden van het werkeiland en twee bij de Goereese oever. Uit de waargenomen getijlijnen kon dus het verloop van het verval zowel voor de Krammer als voor de Bocht van St. Jacob afzonderlijk worden bepaald en gecorreleerd met de waargenomen snelheden. Op deze correlatie wordt in een volgend artikel nader teruggekomen.

Na dit algemene overzicht worden hieronder in het kort enkele karakteristieke meetgegevens weergegeven.

Deze gegevens hebben met uitzondering van die in fig. 3 betrekking op de Bocht van St. Jacob. Zoals reeds gezegd waren de vervallen in de Krammer aanmerkelijk kleiner. De belangrijkste verschillen kwamen voor omstreeks LW; dan trad aan de Volkerakzijde van de dam een zo belangrijk dwarsverval op – gericht vanaf de Bocht van St. Jacob via de Krammer naar Bruinisse – dat langs de dam snelheden voorkwamen van 1,2 m/sec. De LW stonden te Bruinisse en bij de Bocht van St. Jacob aan de Volkerakzijde, een afstand van slechts 4 km, schilden bij springtij wel ongeveer 40 cm. In de toekomst zullen in dit gebied vermoedelijk belangrijke veranderingen in de ligging der geulen en platen plaats grijpen die de verschillen zullen nivelleren.

Uit fig. 1 blijken de veranderingen in de verticale getijden gedurende de sluitingsperiode. Op 10 augustus 1964 was de hoogte van de drempel nog zeer gering. Op 22 november bedroeg de gemiddelde drempelhoogte in de Krammer ongeveer N.A.P. – 0,5 m en in de Bocht van St. Jacob N.A.P. – 1,25 m; deze geulen waren dus reeds voor een belangrijk deel afgesloten. In de omgeving van LW was reeds de eindtoestand bereikt, omdat de gemiddelde drempelhoogte hoger was dan LW. Nadien zijn nog kleine wijzigingen opgetreden in de vorm van de getijlijnen nabij en boven N.A.P.; deze waren echter niet belangrijk. Dit blijkt ook uit fig. 2, waarop het verloop van de verticale getijden ter weerszijden van de dam op 2, 3 en 4 december 1964 is weergegeven. Deze laatste gegevens zijn interessant, omdat op 3 en 4 december een storm is voorgekomen, waarbij weliswaar geen bijzonder hoge waterstanden voorkwamen, maar die wel lang aanhield, nl. gedurende drie opeenvolgende getijden. Daar de opzet van de dam aan de zeezijde uiteraard iets sterker was dan aan de andere kant, zijn de maximale vervallen kleiner geweest dan normaal bij een springtij het geval zou zijn geweest; de hoogste gemeten ebsnelheid bedroeg 3,6 m/sec.

De stroomaanval op de dam is dus gedurende de storm zeer beperkt gebleven. Verder hebben, zoals uit het onregelmatige verloop van de getijlijnen blijkt, de buistoten aan de westelijke kant van de dam veel meer effect gehad dan die aan de oostzijde, waar ze zich over een veel grotere afstand via Oosterschelde, Keeten, Mastgat en Zijpe moesten voortplanten. Voor de storm begon reikte de dam in de Krammer tot N.A.P. + 1,5 m en in de Bocht van St. Jacob tot N.A.P.

In de figuren 3 en 4 zijn de resultaten van snelheidsmetingen en de respectievelijke getijlijnen op de dam, zowel in een punt van de Krammer als van de Bocht van St. Jacob weergegeven. In figuur 3 zijn de gegevens van 22 oktober 1964 – nabij springtij – getekend

en in figuur 4 die op 19 november 1964, ook nabij springtij. Op deze laatste datum is alleen in de Bocht van St. Jacob gemeten. Het nogal onregelmatige verloop van de damhoogten op beide data is in de figuren weergegeven.

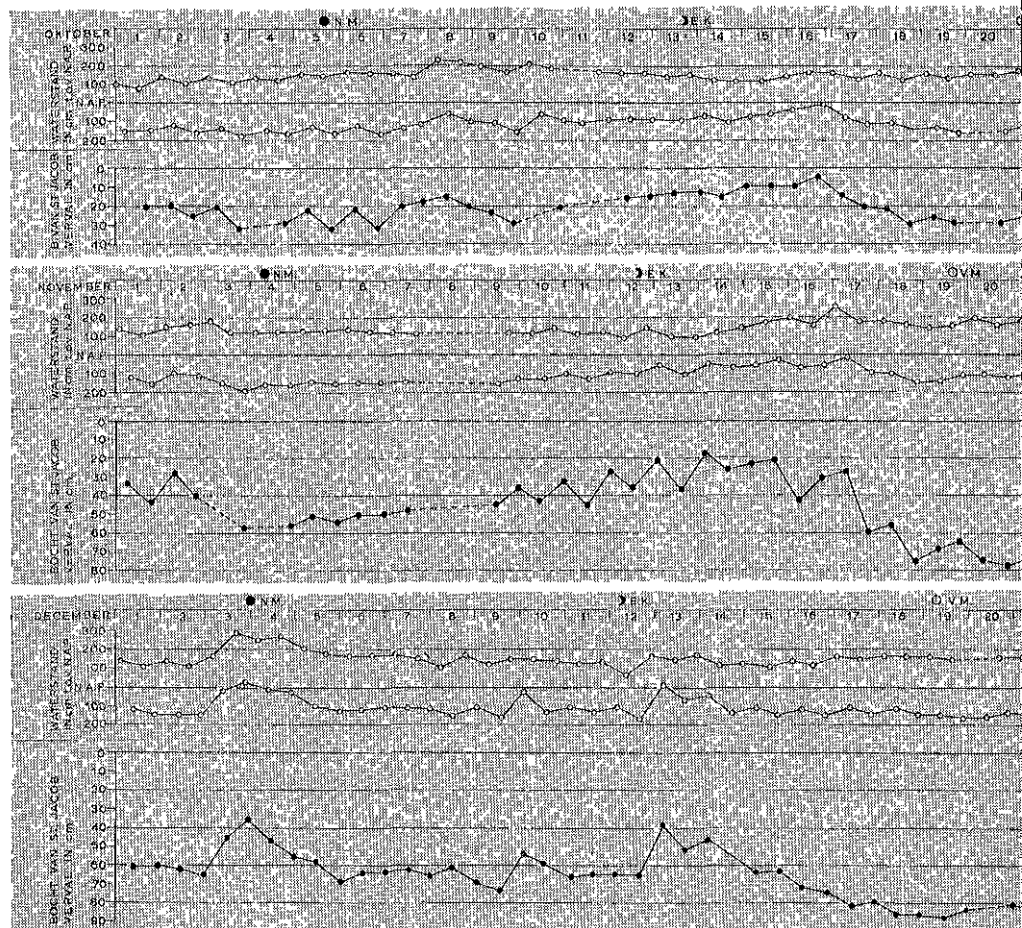
Op deze data waren de gemiddelde hoogten van de dam als volgt:

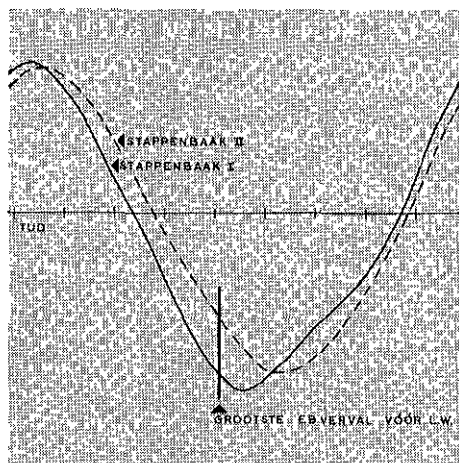
|             |                      |   |                 |
|-------------|----------------------|---|-----------------|
| 22 oktober  | Krammer              | : | N.A.P. - 2,75 m |
|             | Bocht van St. Jacob: | : | N.A.P. - 4 m    |
| 19 november | Krammer              | : | N.A.P. - 0,5 m  |
|             | Bocht van St. Jacob: | : | N.A.P. - 1,5 m. |

De snelheidsmetingen zijn steeds uitgevoerd op 1 m beneden het wateroppervlak ter plaatse van een dieper gedeelte van de dam.

De volgende maximale waarden werden gemeten:

|             |                      |   |                                                |
|-------------|----------------------|---|------------------------------------------------|
| 22 oktober  | Krammer              | : | ebsnelheid: 2,6 m/sec; vloodsnelheid 2,1 m/sec |
|             | Bocht van St. Jacob: | : | ebsnelheid: 3,4 m/sec; vloodsnelheid 2,5 m/sec |
| 19 november | Bocht van St. Jacob: | : | ebsnelheid: 4 m/sec; vloodsnelheid 3,3 m/sec.  |





Gemeten getijlijnen van het sluitgat

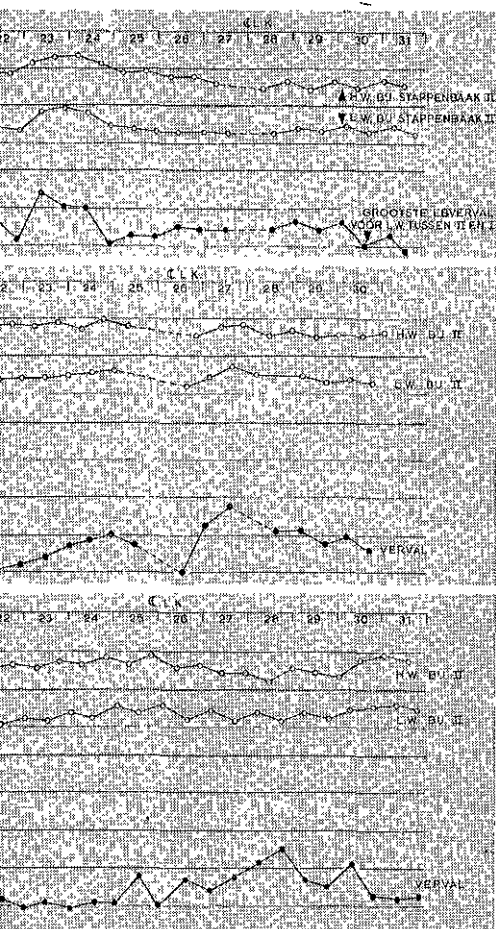


Fig. 5 Verloop van de grootste vervallen vlak voor laagwater over de periode 1 oktober-31 december 1964

Op deze laatste datum kon de ebsnelheid, die nabij laagwater voorkwam, niet meer gemeten worden vanwege de te hoge ligging van de dam.

Voor zover bekend zijn gedurende de gehele sluitingsperiode snelheden groter dan 4 m/sec nagenoeg niet voorgekomen.

Tenslotte is in figuur 5 het verloop getekend van de grootste vervallen, die per getij vlak vóór laagwater voorkwamen gedurende de sluitingsperiode van 1 oktober tot half december.

Gesuperponeerd op de variaties van deze vervallen van doortij naar springtij, geeft deze figuur een regelmatige toename te zien, die belangrijk sterker werd na 17 november 1964.

Tenslotte hebben deze vervallen waarden bereikt van ongeveer 80 cm gedurende een hoog springtij.

## Het damvak op de Middelpaat in het Brouwershavensche Gat

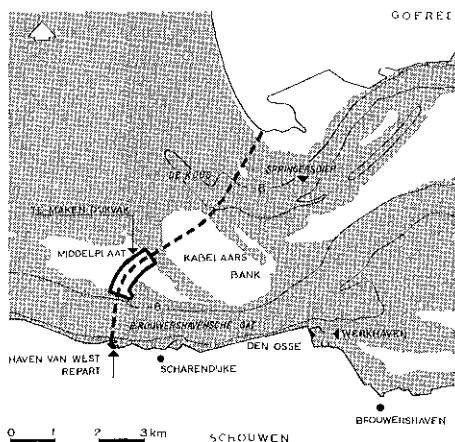
In nummer 24 (mei 1963) van deze Berichten is de keuze van het tracé van de dam door het Brouwershavensche Gat gemotiveerd. Tevens werd het tracé van de dam nader beschreven. Uit de beschrijving blijkt dat de dam twee hoofdgeulen kruist:

het eigenlijke Brouwershavensche Gat in het zuiden en de Kous in het noorden van de zeearm, alsmede het tussen deze geulen gelegen zandplatengebied, de Middelpaat en de Kabbelaarsbank. Tussen deze twee platen stroomt een ondiep geultje. Het ligt voor de hand de aanleg van de afsluitdam bij de ondiepe gedeelten van de zeearm te beginnen. Eerst zullen daarom de damvlakken op het zandplatengebied worden aangelegd. Tevens zal dan het ondiepe geultje worden afgedamd.

De uiterste grenzen van deze damvakken werden vastgesteld aan de hand van modelproeven, waarbij is uitgegaan van de eis dat het stroombeeld in de naastliggende hoofdgeulen niet noemenswaard veranderd mag worden. Door deze bepaling wordt voorkomen dat in een te vroeg stadium voorzieningen moeten worden getroffen om de geulbodems tegen uitschuring te beschermen.

De aanleg van het damvak op het platengebied is dermate omvangrijk, dat de werkzaamheden over twee jaren zullen moeten worden gespreid. In het eerste jaar zal het damvak op de Middelpaat worden gemaakt, in het tweede jaar dat op de Kabbelaarsbank, bij welke laatste gelegenheid het tussen beide platen gelegen geultje zal worden gesloten.

In de sluitgaten moeten zeer grote hoeveelheden materiaal worden verwerkt. In verband met de beperkte transport- en produktiemogelijkheden en ter voorkoming van stagnaties tijdens de uitvoering, zal de aanvoer van steen en mijnsteen over een zo groot mogelijk aantal jaren moeten worden verdeeld; er zal dus zo vroeg mogelijk mee moeten worden begonnen. Daar de inmiddels reeds aangelegde, en voor overslag in het algemeen bestemde werkhaven 'Den Osse' (zie Driemaandelijks Bericht, nummer 18, november 1961 blz. 28 e.v.), niet voldoende opslagruimte biedt, zullen verscheidene havens nodig zijn. Deze zullen zo dicht mogelijk bij de sluitgaten moeten worden aangelegd, opdat de afstand tussen haven en sluitgat zo klein mogelijk zij. De platengebieden naast de damvakken lenen zich daartoe uitstekend. Bovendien kan het uit de havenkommen vrijkomende zand rechtstreeks in de damvakken worden verwerkt, waardoor de uitvoeringsmogelijkheden en de bouwkosten gunstig zullen worden beïnvloed. Het feit dat de werkhaven in de Middelpaat als eerste in aanmerking komt voor de opslag van de materialen welke moeten worden ver-



Situatie van het dijkvak op de Middelplaat in het Brouwershavensche Gat

werkt in de zuidelijke hoofdgeul (de diepste en omvangrijkste) heeft ertoe geleid dat het dijkvak op deze plaat voorrang krijgt.

Algemene beschouwingen betreffende het ontwerp van een damprofiel kan men vinden in het artikel 'Het dwarsprofiel van de afsluitdam in de Lauwerszee' van het Driemaandelijks Bericht nummer 25, augustus 1963, blz. 256 e.v. Om het meest verantwoorde dwarsprofiel te bepalen zijn verschillende onderdelen van dit profiel nader bestudeerd en vele mogelijkheden met elkaar vergeleken. Zo is voor het buitenbeloop een onderscheid gemaakt tussen het gedeelte in het tijgebied (het tijbeloop) en het gedeelte van het beloop boven het tijgebied. De grens tussen beide gedeelten wordt enerzijds bepaald door uitvoeringstechnische redenen (bescherming van het zandlichaam tegen golfaanval tijdens de opbouw) en anderzijds door de onder de gesloten talud-bekleding optredende wateroverdrukken. De wateroverdrukken onder de bekleding zijn gemeten in een elektrisch model. Een scheiding op N.A.P. + 2,50 m bleek gunstig. Bij deze onderzoeken werden verschillende taludhellingen en dichtheden van het in de teenkade te verwerken materiaal in beschouwing genomen. Voor de helling van het beloop bleek een talud van 1 : 4 het gunstigst. Wat de dichtheid van het tot perskade verwerkte materiaal betreft, de doorlatendheid van normale mijnsteen – die in het deltagebied voor de bouw van perskaden het meest in aanmerking komt – bleek een vrij dikke bekleding te vereisen. Proeven wezen uit dat een aanmerkelijke besparing kan worden verkregen indien het materiaal van de perskade geen hogere doorlatendheid heeft dan zand. Onderzocht wordt of een materiaal met lage permeabiliteit en gunstige verwerkingseigenschappen kan worden verkregen door menging van mijnsteen met zand. Tot nu toe zijn echter geen gunstige resultaten bereikt. In het gedeelte in het tijgebied zal de bekleding bestaan uit met asfalt ingegoten stortsteen. Met dit type bekleding zijn gunstige ervaringen opgedaan; het voldoet n.l. het meest aan de specifieke eisen en omstandigheden van de tijzone.

Een andere faktor die de dikte van de taludbekleding in de tijzone moet bepalen is het soortelijk gewicht van het bekledingsmateriaal. Om de dikte te verminderen onderzocht men de toepassingsmogelijkheden van steensoorten met een hoog soortelijk gewicht; een groot probleem blijkt daarbij het vinden van een materiaal met de juiste gradering.

Boven de tijzone zijn de wateroverdrukken niet meer maatgevend voor de dikte van de taludbekleding. Tot een hoogte van N.A.P. + 5 m moet de dikte van de bekledingslaag

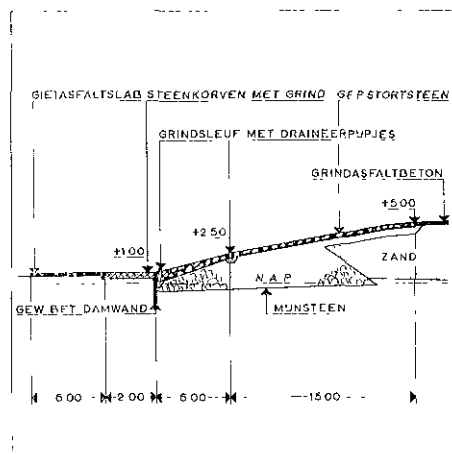


35 cm bedragen in verband met de zwaarte van de golfaanval; boven dit peil zal een dikte van 20 cm voldoende zijn. Overwogen is, het gehele talud boven het peil van N.A.P. + 2,5 m uit te voeren in asfaltbeton. Daar betwijfeld wordt of een in één laag van 35 cm dikte aangebrachte asfaltbetonbekleding wel voldoende kan worden verdicht en men bezwaar heeft tegen een aantal dunne lagen, is besloten over het gedeelte van het talud tussen N.A.P. + 2,50 m en N.A.P. + 5 m geen asfaltbeton te gebruiken, maar het te vervangen door een bekleding van gepenetreerde stortsteen.

De kruinhoogte van de dam hangt af van het stormvloedpeil en van de te verwachten golfploop. De golfploop is afhankelijk van de helling van het talud en van het al of niet aanwezig zijn van een buitenberm op stormvloedhoogte; men heeft een aantal gelijkwaardige dijkprofielen met zowel verschillende hellingen van het buitentalud boven de tijzone, als met en zonder berm onderling vergeleken. De voordeligste oplossing wat kosten en uitvoering betreft, wordt gevonden bij een helling van het buitentalud van 1 : 6, welke op stormvloedhoogte wordt onderbroken door een 25 m brede berm. Uitgaande van het door de Deltacommissie vastgestelde ontwerp-peil van N.A.P. + 5,35 m bij de aansluiting van de afsluitdam op Schouwen en van N.A.P. + 5,15 m bij de aansluiting op Goeree, behoort bij dit profiel van het buitenbeloop een kruinhoogte van N.A.P. + 11 m. Het gekozen profiel met de brede berm heeft bovendien het voordeel dat de berm dienstbaar kan worden gemaakt aan de recreatie.

Het binnentalud verkrijgt een helling van 1 : 3, de bekleding zal bestaan uit een laag asfaltbeton van 15 cm. Aan deze kant van de dam wordt eveneens een brede berm aangelegd. De berm ligt voor de afsluiting zo goed als stormvloedvrij en kan tijdens de uitvoering dienst doen als werkterrein en opslagplaats. Deze berm wordt zeer breed en biedt ruime mogelijkheden voor de aanleg van wegen en het opvangen van eventueel stuifzand. Het ligt in de bedoeling het snel- en het langzame verkeer van elkaar te scheiden door voor elk een gedeelte van de binnenberm te reserveren en daarbij de langzaam-verkeersweg op een ca. 3 m lager niveau te leggen dan de snelverkeerswegen. Om berijders van de snelverkeerswegen een onbelemmerd uitzicht op het Grevelingenbekken te geven, zal dit gedeelte van de binnenberm bovendien onder een dwarshelling worden aangelegd.

Het onderwaterbeloop aan de meerzijde en rond de koppen van het damvak wordt vanwege de lage ligging van de dijkteen (N.A.P. - 0,25 m) verdedigd met kraagstukken. Langs de hoger liggende buitenteen kan in verband met de houdbaarheid geen rijshout worden



1 Het dijkvak met de werkhaven

2 Dwarsprofiel van het dijkvak en de werkhaven

3 Detail van het dijkprofiel, de teen met de daarin verwerkte materialen

gebruikt; bovendien zou de op deze stukken aangebrachte bestorting vastgelegd moeten worden, om te voorkomen dat de losse stenen door golven over de asfaltbekleding van het talud rollen en schade veroorzaken. In dat geval zal de stortsteen wellicht moeten worden ingegoten met asfalt en zal vanwege de wateroverdrukken onder deze dichte constructie een bekleding van grote dikte nodig zijn. Indien het echter lukt een gedeeltelijke waterdoorlatende constructie te ontwerpen, dan zou de dikte van de gehele taludbekleding aanzienlijk geringer kunnen worden. Onderzoek naar deze mogelijkheid is gaande.

Het damvak op de Middelplaat wordt ca. 1100 m lang. Het ligt in de bedoeling het zuidelijk gedeelte van het damvak over ca. 350 m lengte voorlopig niet hoger op te trekken dan tot N.A.P. + 7,30 m, waardoor op die hoogte een ruim plateau wordt verkregen dat met het oog op de verdere afsluitingswerkzaamheden voor vele doeleinden bruikbaar zal zijn.

Aan het zuidelijk kopeinde van de dam wordt een verbreding gemaakt, bedoeld als werkterrein voor het asfaltbedrijf en het opstellen van de asfaltinstallaties; deze verbreding geeft bovendien bescherming aan de haveningang.

Het terrein tussen de haven en de binnenberm van de dam komt te liggen op een hoogte van N.A.P. + 3 m, krijgt een breedte van ongeveer 50 m en zal vanuit de haven bereikbaar zijn via twee uit eenheidscaissons samengestelde loswallen.

De haven is in hoofdzaak bestemd voor de op- en overslag van steenachtige materialen; een groot gedeelte van het materiaal zal in onderwaterdepots worden opgeslagen.

Aan de oost-, zuidoost- en noordzijde zal de haven worden begrensd door dammen van stortsteen; deze doen tevens dienst als reservedepots. De steen van deze dammen zal uiteindelijk in de damvakken van de sluitgaten worden verwerkt.

De bodem van de haven zal op een diepte van N.A.P. - 6 m komen te liggen; in het midden zal hij over een bepaalde oppervlakte worden uitgediept tot N.A.P. - 10 m. In dit verdiepte gedeelte zal te zijner tijd mijnsteen in depot worden opgeslagen.

### Inleiding

In het algemeen wordt het passeren van een schutsluis door de scheepvaart als hinderlijk ondervonden, daar het meestal enig oponthoud meebrengt.

Het totale tijdverlies dat bij het schutten van schepen optreedt, kan in de volgende onderdelen worden gesplitst:

*wachttijd*, dat is de tijd, die verloopt tussen de aankomst van het schip in de voorhaven bij de sluis en het moment waarop de schepen kunnen gaan invaren;

*invaartijd*;

*sluitingsduur* van de sluisdeuren;

*vul- en ledigingstijd* van de kolk;

*openingsduur* van de sluisdeuren;

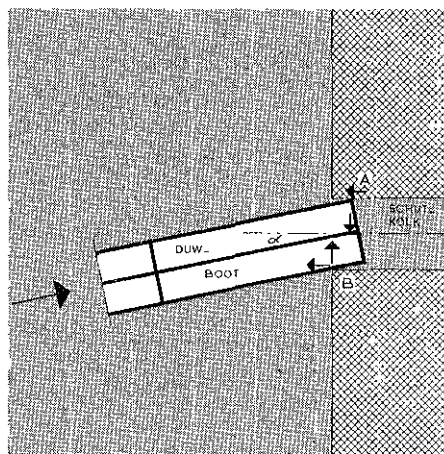
*uitvaartijd*.

Bij moderne sluizen duurt het omzetten van de kolk — het vullen of ledigen — tussen de 5 en 8 minuten. Op deze tijd kan nauwelijks enige winst meer behaald worden. Ook het openen en sluiten van de deuren met behulp van elektrische bewegingsmechanismen gaat snel. Alleen de tijd voor het invaren en uitvaren kan nog worden bekort en wel door een *goede situering van de voorhavens met wachtplaatsen en geleidewerken*. Geleidewerken kunnen, mits goed opgesteld, ook schadevaring aanzienlijk beperken.

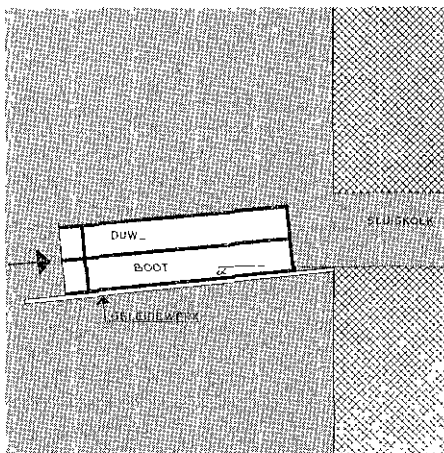
Voor de conventionele binnenvaart is de keuze van vorm en constructie van de geleidewerken vaak een kwestie van ervaring en persoonlijk inzicht. Bij het bestuderen van een aantal sluizen in West-Europa ontmoet men dan ook een groot aantal verschillende oplossingen. Nu eens werden de geleidewerken over een *grote lengte*, dan weer over een kleine afstand aangebracht. Soms bestaan ze uit een verende constructie, terwijl men op andere plaatsen daarentegen zware, starre bouwsels aantreft. De tangent van de hoek die het geleidewerk maakt met de sluisas, varieert hierbij van 1 : 4 tot 1 : 8.

Enkele jaren geleden heeft de duwvaart in Europa haar intrede gedaan. Tot dan werd de duwvaart alleen in de Verenigde Staten uitgeoefend. De ontwikkeling in West-Europa verkeert nog in het beginstadium en het aantal duwbotten is gering. Voor de toekomst wordt echter verwacht, dat de duwvaart een belangrijk percentage, misschien wel het grootste gedeelte van de binnenvaartvloot zal gaan uitmaken.

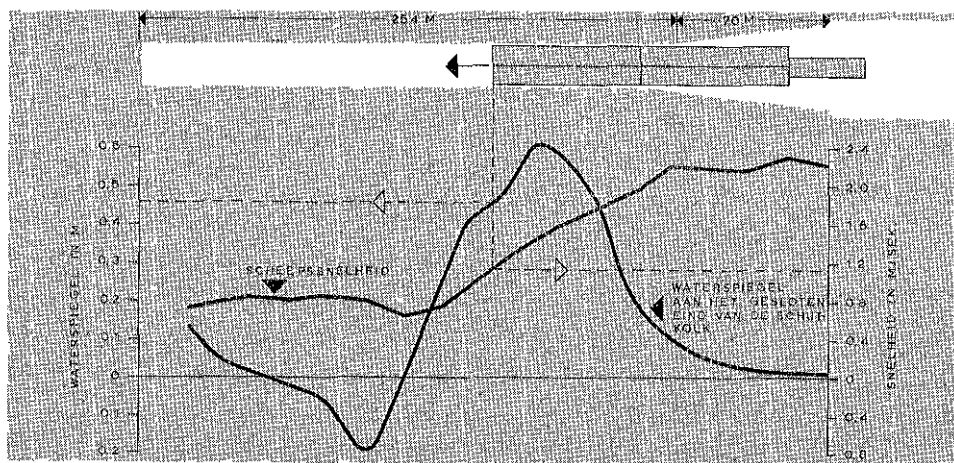
Geschematiseerde voorstelling van scheve en mislukkende invaart in een schutkolk zonder geleidewerken



Een enkelvoudig geleidewerk als hulpmiddel bij het invaren



Verband tussen snelheid en plaats van een invarend duwconvoi en de hoogte van de waterstand voor de gesloten sluisdeur



De totale waterverplaatsing van een duwvaartconvooi bedraagt 10 000 à 12 000 ton, hetgeen veel meer is dan die van het grootste conventionele binnenvaartschip. Het is dus duidelijk dat de duwvaart aan nieuw te bouwen sluizen en aan de geleidewerken geheel andere eisen zal stellen dan de conventionele vaart.

Ook bij de thans in aanbouw zijnde sluizen in het Volkerak dient dus met deze eisen rekening te worden gehouden.

Daar men in Nederland nog niet over ervaring beschikt en de ervaring in de Verenigde Staten met het schutten van duwvaartconvooien opgedaan niet volledig van toepassing is op de Europese omstandigheden, besloot de Deltadienst een uitgebreid modelonderzoek te doen verrichten waaruit onder andere ontwerpgegevens voor de vormgeving van de geleidewerken bij de Volkeraksluizen zouden moeten volgen.

In het navolgende zullen de resultaten en de conclusies van dit onderzoek worden besproken.

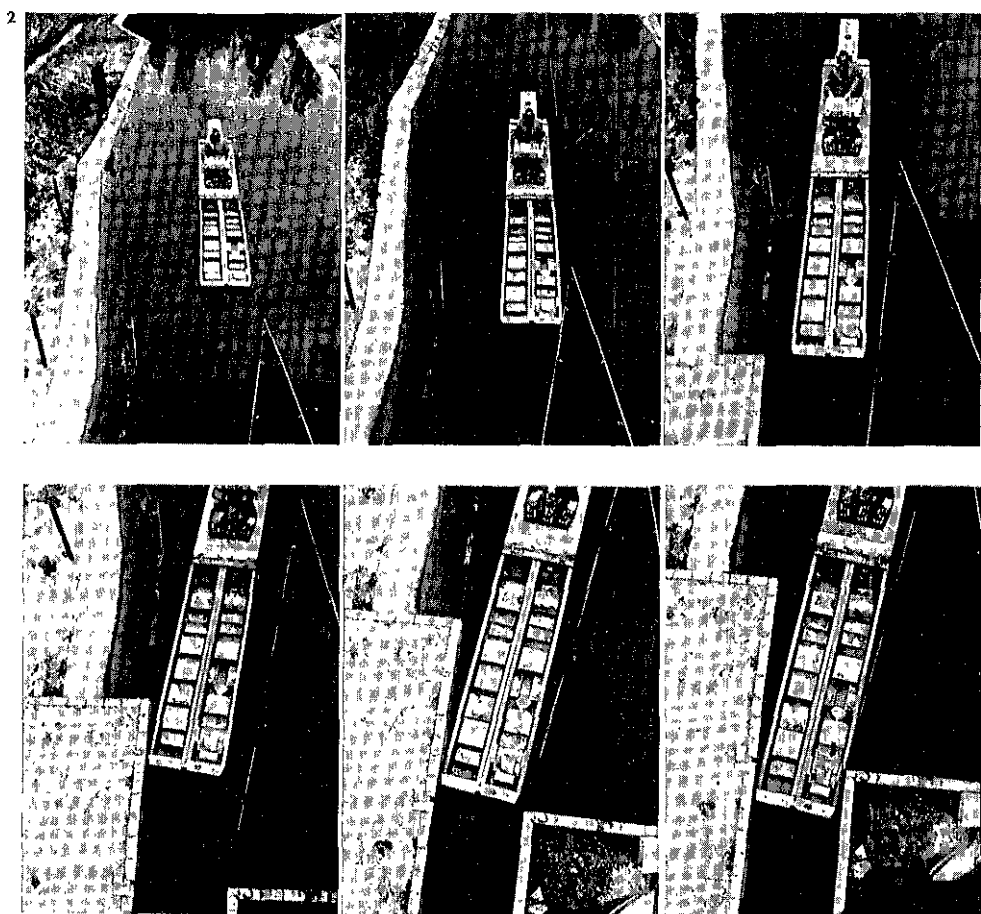
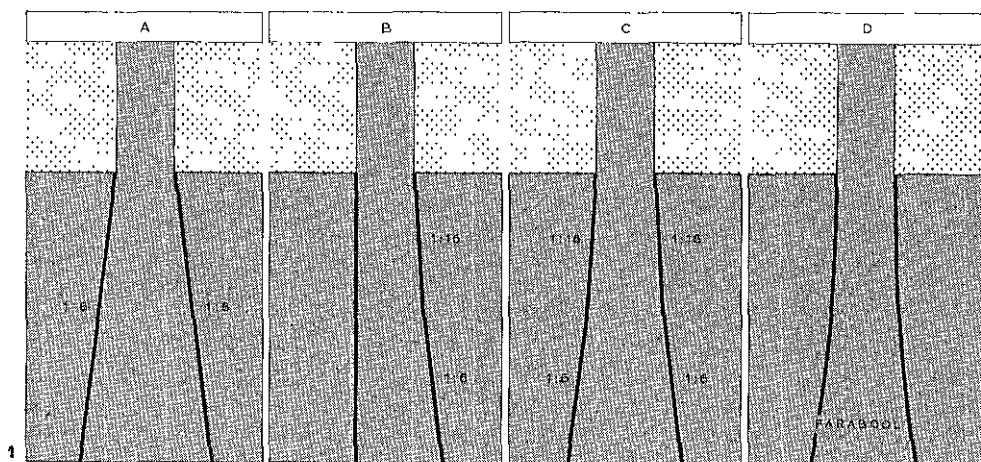
### **Het gedrag van een schip bij het invaren van een sluiskolk**

Op het moment, dat bij het invaren de boeg van een schip het sluisfront passeert, veranderen de condities voor de retourstroom, die tegenovergesteld aan de vaarrichting onder en langs het schip loopt. Het natte profiel van de sluiskolk, dat kleiner is dan het natte profiel vóór de sluis, wordt plotseling nog eens verkleind met de doorsnede van het schip onder de waterspiegel. Het gevolg hiervan is dat een translatiegolf voor het schip uit de sluiskolk inloopt. Door deze verhoging van de waterspiegel voor het schip en door de vergrote retourstroom zal de snelheid van het schip afnemen. Aan het eind van de kolk wordt de translatiegolf door de gesloten sluisdeuren teruggekaatst en ontmoet het inmiddels verder de kolk ingevaren schip; de snelheid van het schip neemt hierdoor nog meer af. In de figuur is een en ander grafisch weergegeven voor een duwboot met 4 duwbakken met een diepgang van 2,85 m.

Het groot spantoppervlak onder water van conventionele binnenvaartschepen is in verhouding met het natte dwarsprofiel van de sluiskolk meestal klein, zodat retourstroom en translatiegolf de scheepvaart weinig hinder zullen veroorzaken. Onder normale omstandigheden met weinig dwarswind zal de schipper zo spoedig mogelijk voor het invoeren zijn vaarrichting met de sluisas laten samenvallen en trachten het schip geheel vrij, zonder de sluiswanden te raken, de kolk in te varen. De geleidewerken dienen er dan voor om onverhoopte foute manoeuvres op te vangen en te corrigeren teneinde schadevaring te voorkomen.

Bij de duwvaart liggen de problemen anders. Door de grote breedte van het convooi, bijvoorbeeld 22,4 m – 2 bakken, ieder 11,2 m breed – en, zoals bij de Volkeraksluizen, een sluisbreedte van 24 meter, zal de retourstroom sterker zijn en grotendeels onder het schip door de kolk uitstromen; de translatiegolf kan daarbij, afhankelijk van de scheepssnelheid, enkele decimeters hoog worden. Als dan ook nog de waterstand bijzonder laag is, gaat het invaren van een duwconvooi veel lijken op de beweging van een zuiger in een cylinder. Het kan dan voorkomen, dat het schip geheel wordt afgeremd en zelfs achteruitgezet. Bovendien zal, gezien de kleine speling tussen schip en sluiswand, reeds een kleine fout bij het invaren een botsing met de sluiswand ten gevolge kunnen hebben. Door de grote massa van het schip zal de schade aan schip en sluiswand in een dergelijk geval aanzienlijk zijn.

In de bovenste figuur is schematisch aangegeven, welke krachten op het schip en de sluiswand worden uitgeoefend bij scheve invaart van een duwconvooi. Stel dat de boeg bij A de sluiswand raakt en het schip bij B tegen de hoek aangedrukt wordt, terwijl het schip nog een voorwaartse beweging heeft. De wrijvingskrachten zullen het schip afremmen,



1 Geleidewerken van verschillende vorm en met verschillende aansluithoek

2 Invaartproeven met het model van een duwconvooi

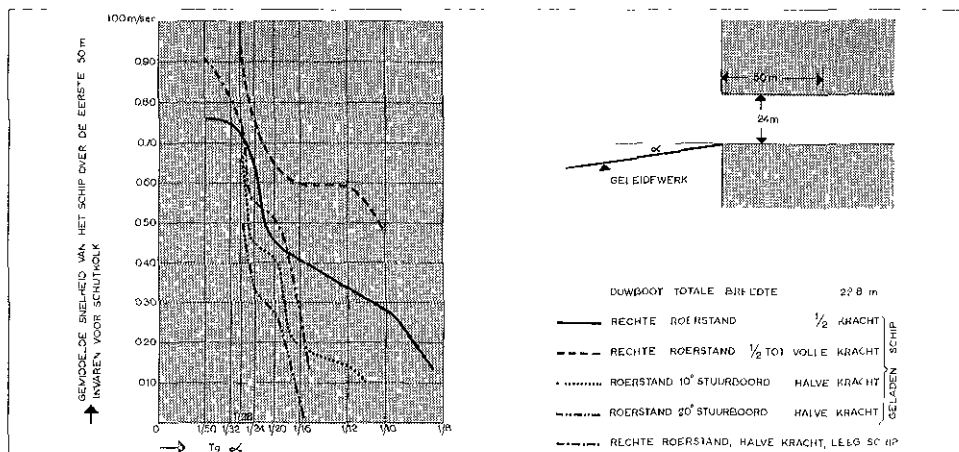
terwijl de loodrecht op de muur gerichte krachten tezamen een koppel vormen, dat het schip draait en rechter voor de sluiskolk brengt. Door de grote breedte van het schip is de arm van dit koppel klein en door de grote traagheid van het schip zal recht invaren niet lukken; het schip loopt volkomen klem.

Bij het invaren van een duwconvooi, waarvan de totale lengte 200 m kan bedragen, dient men erop te rekenen, dat scheve invaart regel zal zijn, al zal de schipper trachten de hoek tussen vaarrichting en sluisas zo klein mogelijk te houden. Vrij invaren volgens de sluisas zal een uitzondering zijn, vooral als de wind dwars op het schip staat. Door middel van geleidewerken kan men de hoek tussen scheepsas en sluisas binnen bepaalde grenzen houden.

### Vormgeving van geleidewerken bij duwvaart

In de Verenigde Staten, waar de duwvaart reeds gedurende enige decennia in het binnenscheepvaartverkeer domineert, heeft men de schutsluizen veelal uitgerust met een lange verticale muur in het verlengde van een der schutkolkwanden. Doordat de frequentie van de vaart in de Verenigde Staten geringer is dan in Nederland, behoeft men daar minder rekening te houden met een onderlinge beïnvloeding van opgaande en afgaande vaart. Mochten er al eens twee duwconvooiën tegelijkertijd bij een sluiscomplex aankomen, dan wacht een van beide buiten het sluiscomplex op stroom totdat het andere convooi de sluis is gepasseerd. Een rechte, evenwijdige wand biedt voorts voordelen wanneer men moet overgaan tot 'double locking', het doorschutten van gedeelten van eenzelfde convooi, wanneer de lengte van de schutkolk geringer is dan de totale lengte van de duweenheid. Het convooi wordt dan langs de geleidewand gemeerd, in gedeelten gesplitst, geschut en aan de andere zijde van de sluis weer samengevoegd. De gunstige ervaringen die in Amerika met dit type geleidewerk zijn opgedaan, hebben ertoe geleid, dat het ook in Europa op verschillende plaatsen is toegepast. We noemen slechts de verschillende sluiscomplexen in het kortelings gereedgekomen werk tot bevaarbaarmaking van de Moezel. Ook voor de Volkeraksluizen is toepassing van dit soort geleidewerk ernstig overwogen. In een hydraulisch model op schaal 1 : 25 werd er een aantal vaarproeven mee gedaan.

Naast deze, zogenaamd asymmetrische oplossing werd in een aanvullend, uitgebreid



onderzoek ook een aantal symmetrische oplossingen bekeken, waardoor het inzicht in de problematiek van het in- en uitvaren belangrijk werd verdiept.

De uitkomsten van deze modelstudies kunnen als volgt worden samengevat.

Het is zeker mogelijk langs asymmetrische geleidewerken goede invaartmanoeuvres te verrichten. Als een schip evenwijdig aan de verlengde schutkolkmuur binnenvaart, worden er slechts geringe wrijvingskrachten opgewekt tussen de duwbakken en de schutkolkmuren, zodat de invaart vloeiend verloopt. Het geleidewerk tegenover de rechte evenwijdige geleidewand moet dan echter wel onder een geringe hoek met de sluisas aansluiten op de schutkolkmuur.

Nog nader onderzocht moet worden welke stromingskrachten dwars op de vaarrichting een duwconvooi ondervindt door de asymmetrische vorm van de beëindiging van het sluiscomplex, en of deze krachten een toelaatbaar maximum niet overschrijden. Hetzelfde geldt voor de invloed van dwarswind.

De proeven met een symmetrische vorm werden uitgevoerd met rechte zowel als met gebogen geleidewerken. Bij de rechte werd de hoek  $\alpha$  tussen de geleidewerken en de sluisas steeds gevarieerd.

Hierbij bleek het volgende:

1. Is  $\text{tg} \alpha = 1/8$  dan loopt het schip bij scheve invaart volledig klem.
2. Is  $\text{tg} \alpha = 1/10 - 1/12$  dan wordt het schip wel sterk afgeremd, maar draait dan bij en vaart vervolgens de kolk in.
3. Is  $\text{tg} \alpha = 1/16$  dan heeft men met een overgangsgeval tussen 2 en 4 te maken.
4. Is  $\text{tg} \alpha = 1/20$  dan vaart de boot al schurend langs de wand de sluis in.

Uit dit onderzoek mag men dus concluderen, dat een geleidewerk met een kleine hoek  $\text{tg} \alpha$  in de orde van grootte van  $1/20$  - het klemlopen van een duwconvooi kan voorkomen. Deze flauwe hoek van het geleidewerk brengt echter met zich dat de wachtplaatsen voor de te schutten schepen verder van de sluis komen te liggen. De invaartijd zal dus groter worden, hetgeen de sluis capaciteit verkleint.

Dit nadeel nu kan ondervangen worden door het geleidewerk een paraboolvorm te geven. Bij het onderzoek van geleidewerken met een parabolische vorm bleek, dat deze vorm ongeveer dezelfde resultaten te zien geeft als een recht geleidewerk met  $\text{tg} \alpha = 1/20$ .

De beweging van het schip is echter veel geleidelijker en verloopt geheel zonder schokken. Als voordelen van deze paraboolvorm kunnen worden genoemd:

1.  $tg\alpha$  is in het kritieke gebied vlakbij de sluis zeer klein;
2. de arm van het koppel is groter, de krachten op het schip bijgevolg kleiner;
3. door de gebogen vorm heeft men, van het sluishoofd af gaande, spoediger een grote breedte ter beschikking dan bij de andere oplossingen; met andere woorden: de wachtplaatsen liggen dichterbij de sluis.

Tijdens het onderzoek kwam de vraag naar voren of de wrijvingskrachten die de sluiswand of het geleidewerk op het schip uitoefenen wel op schaal nagebootst waren. Om de invloed van een eventueel schaaleffect na te gaan werd een aantal proeven herhaald, waarbij de scheepshuid telkens met ander materiaal, zoals staal, koper en polyvinylchloride werd bekleed. Uit de resultaten bleek, dat de gegevens nauwelijks enige wijziging ondergingen; de invloed van het schaaleffect is dus niet noemenswaard. Uit het onderzoek bleek voorts, dat men dezelfde gunstige resultaten als bij de paraboolvorm kan bereiken door deze vorm met een aantal rechte stukken te benaderen.

### **De invloed van zijwind bij het invaren**

In het model werd een windkracht tot 9 Beaufort loodrecht op de sluisas op schaal nagebootst. Onder deze omstandigheden werden bij een parabolisch en bij een recht geleidewerk met  $tg\alpha = 1/20$  invaarproeven genomen.

Bij deze proeven werd van de volgende situaties uitgegaan:

- a. het schip ligt stil aan het geleidewerk vlakbij de sluis en begint van hieruit de invaarmanoeuvre;
- b. het schip vertrekt vanaf een wachtplaats 250 meter vóór de sluis vanuit het sluisfront gemeten;
- c. verschillende combinaties van roerstanden en aantal omwentelingen per minuut van de schroef.

Uit het onderzoek volgde, dat in geval a bij een parabolische geleidewerk het aantal omwentelingen van de schroef 20% kleiner kan zijn dan bij een recht geleidewerk. Zowel

in geval a als b werd de snelheid van het schip tijdens het invaren niet noemenswaardig door de dwarswind beïnvloed. Ook hier bleek dat een parabolisch geleidewerk beter is dan enige andere symmetrische vorm. Het invaren verloopt vloeiend. Door het aanbrengen van windschermen kan de windinvloed op het schip worden gereduceerd.

### **Het onderzoek naar de optische eigenschappen van een geleidewerk**

Naast de mechanische geleiding van het schip door middel van geleidewerken is ook de optische geleiding van belang. Daarom werd in samenwerking met het Instituut voor Zintuigfysiologie van R.V.O.-T.N.O., ook een onderzoek ingesteld naar de visuele geleiding, waarmee een bepaalde vormgeving van de geleidewerken de schipper van een duwconvooi kan helpen.

Bij dit onderzoek werden 4 verschillende typen van geleidewerken onderzocht.

Ieder type werd 3-maal achtereenvolgens beproefd door 8 verschillende personen, die enige ervaring hadden met het besturen van boten.

Tijdens het invaren van de sluiskolk vanuit de voorhaven werden vele waarnemingen verricht en vastgelegd. Zo werden de verschillende posities van het schip bij het invaren gefotografeerd en werden de roeruitslagen doorlopend geregistreerd. Aan iedere invaarmanoeuvre werd een bepaalde waarde toegekend, waarbij het invaren als minder succesvol werd beschouwd naarmate de afstand tussen het midden van de boeg en de sluisas groter was en de hoek tussen de scheepsas en de sluisas groter was. Verder werd aan de plaats van botsing met het geleidewerk een waarde toegekend, waarbij een volledige vrije invaart het hoogste aantal punten kreeg.

De geleiding bleek bij symmetrische vorm van de geleidewerken beter dan bij een a-symmetrische constructie. Uit het optisch onderzoek bleek nog:

- type C en D zijn beter dan type A of B.
- type C is iets, maar niet veel, beter dan type D.

Tenslotte werd duidelijk, dat het aangeven van de sluisas door middel van lampen een goed hulpmiddel kan zijn.

### **Samenvatting**

Uit het onderzoek volgt, dat geleidewerken bij het invaren van sluizen voor de duwvaart onmisbaar zijn. Bijzondere aandacht dient besteed te worden aan de vormgeving van het geleidewerk. Vooral vlakbij de sluis moet het een flauwe hoek maken met de sluisas. Een parabolische vormgeving van het geleidewerk heeft als voordeel, dat de totale lengte waarvoor het dient te worden aangebracht, kleiner is dan bij een recht geleidewerk, zodat de wachtplaatsen dichterbij de sluis liggen.

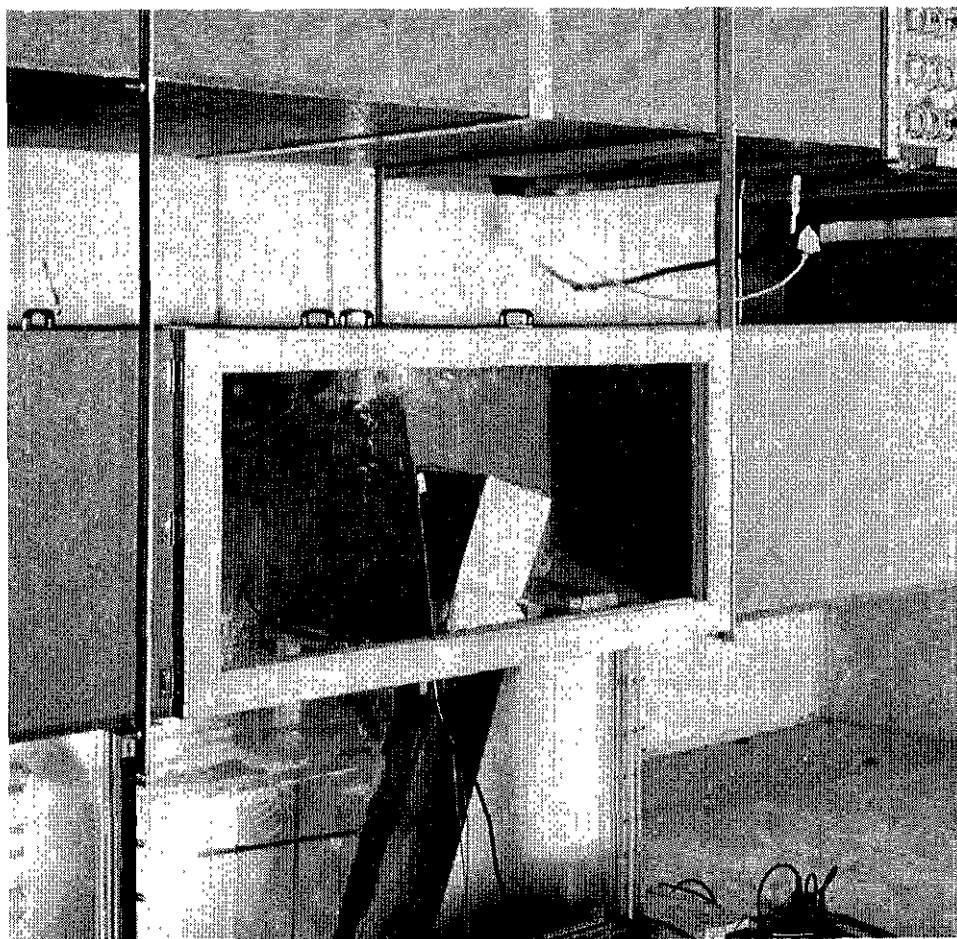
Het onderzoek tot dusverre heeft aangegeven aan welke criteria zowel symmetrische als a-symmetrische geleidewerken moeten voldoen om een goede geleiding voor duwvaart te verschaffen. De vorm die uiteindelijk zal worden gekozen moet zodanig zijn, dat ook aan de eisen van de gewone vaart volledig wordt voldaan.

Met betrekking tot de Volkeraksluizen wordt thans in het Waterloopkundig Laboratorium een gedetailleerd onderzoek verricht, waarbij de voor- en nadelen van de symmetrische en asymmetrische oplossing nauwkeurig tegen elkaar worden afgewogen. In een van de volgende uitgaven van dit Bericht zullen hierover nadere mededelingen worden gedaan. Tevens zal dan de vormgeving van de geleidende constructies worden beschreven.

Na voltooiing van de eerste fase van het Deltaplan, door afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet, zullen voorzieningen moeten worden getroffen voor de afvoer van het ijs dat bij vorst op de benedenrivieren wordt gevormd of door het water van de bovenrivieren wordt aangevoerd. De noodzaak van die voorzieningen is voornamelijk een gevolg van het feit dat het Volkerak zijn functie van afvoerweg voor het drijfijz verliest. Er is dan ook bij het bepalen van de afmetingen van de uitwateringssluizen in het Haringvliet van uitgegaan dat er drijfijz moet worden afgevoerd. In nummer 26 van het Driemaandelijks Bericht (november 1963) worden drie mogelijkheden voor de afvoer van drijfijz door de Haringvlietsluizen genoemd. Twee kwamen er op neer dat regelmatig ijs werd afgevoerd, terwijl de derde bestond in het dichtlaten van alle sluizen tot aan het einde van de vorstperiode; pas dan zou men, bij toenemende waterafvoer van de bovenrivieren, het ijs van de afgelopen winter doorlaten. Hoe het ook zij, in alle drie de gevallen zullen de sluizen onder alle omstandigheden geopend en gesloten moeten kunnen worden. Het is namelijk alleen mogelijk de schuiven gedurende de gehele vorstperiode gesloten te houden, wanneer daarbij de oppervlatafvoer van de bovenrivieren steeds zo laag is, dat de Rotterdamse Waterweg die kan verwerken. Dit is nu wel dikwijls, doch zeker niet altijd het geval, zoals uit een recente studie is gebleken. Het is bijvoorbeeld denkbaar dat in het gebied van de *Boven-Rijn de dooi al intreedt en de waterafvoer dientengevolge toeneemt*, terwijl het in onze streken nog vriest. De sluizen zullen dan nog tijdens de ijsperiode geopend moeten worden om de afvoer van de bovenrivier door te laten. IJsvorming kan de beweegbaarheid van de schuiven der spuisluizen sterk belemmeren. De voorzieningen die men hiertegen denkt te treffen worden in het navolgende behandeld. Daartoe eerst iets over de constructie van de sluis.

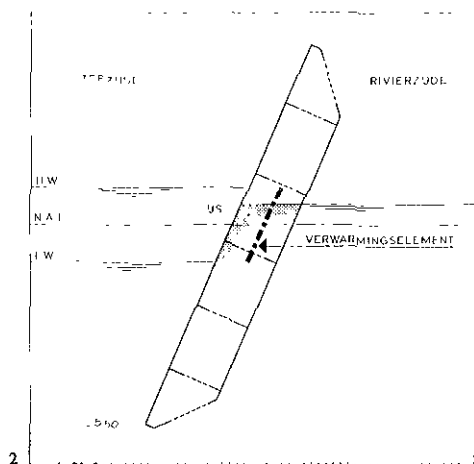
De uitwateringssluis heeft 17 openingen, elk met een breedte van 56,50 m, die afgesloten kunnen worden met twee zogenaamde segmentschuiven, respectievelijk aan de zee- en aan de rivierzijde. De zeeschuiven hebben vooral een golfbrekende functie, terwijl de rivierschuiven ontworpen zijn als de eigenlijke waterkering. De schuiven zijn dubbelwandig. Zijn de rivierschuiven gesloten, dan vormt hun beplating aan de zeezijde de waterkerende wand, omdat de ruimte tussen beide wanden door openingen onderin de schuif in open verbinding staat met het water van het Haringvliet.

In de hoogterichting wordt de schuif door vijf hoofdliggers, die de eigenlijke steunconstructie vormen, in zes delen onderverdeeld. Deze delen staan door middel van openingen



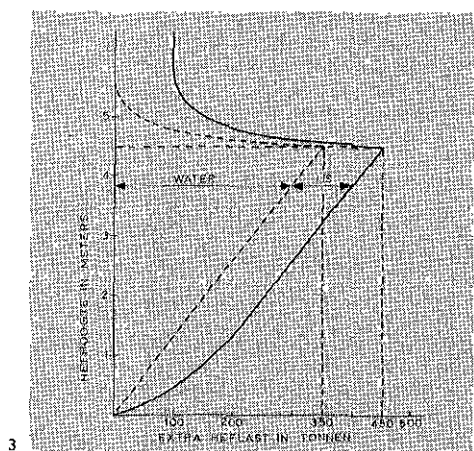
in de hoofdliggers in open verbinding met elkaar. De openingen dienen om het water te doen in- of uitstromen bij het laten zakken en heffen van de schuiven. In de lengterichting zijn de schuiven verdeeld in drie middenstukken en twee eindstukken. Verder is elke schuif ter plaatse van de vier armen waarmee hij aan de nabla-lijger is bevestigd over een lengte van ongeveer 4 meter door schotten waterdicht gemaakt. De aldus gevormde ruimten staan dus niet, zoals de rest van de schuif, in open verbinding met het Haringvliet. Door oppompen van de rubberbanden tenslotte, die aan de schuif zijn bevestigd, wordt een goede afdichting tussen de zijkant van de schuif en de pijler verkregen.

Veronderstellen we nu, dat de oppervlatafvoer een vrij constante lage waarde heeft, dat de rivierschuiven gedurende het gehele getij gesloten zijn, en dat we een vorstperiode ingaan. Aan de rivierzijde is de waterstand dan nagenoeg onveranderlijk, terwijl aan de zeezijde de normale getijbeweging heerst. Het water in de schuif zal nu, evenals dat van het Haringvliet, aan de oppervlakte gaan bevriezen ten gevolge van warmteverlies door straling en overdracht aan de lucht. Onder daarvoor gunstige omstandigheden – geringe waterstandsvariaties op het Haringvliet en strenge vorst – zal zich aldus in de schuif een



1 Opstelling van het model in de vriesruimte

2 Geschematiseerde doorsnede van een rivierschuif met inwendige ijsvorming

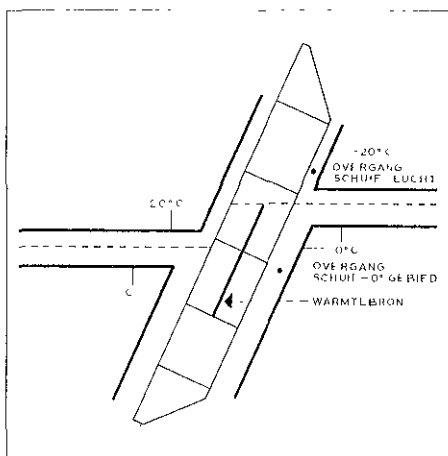


3 Extra heflast van een inwendig door ijs afgesloten schuif

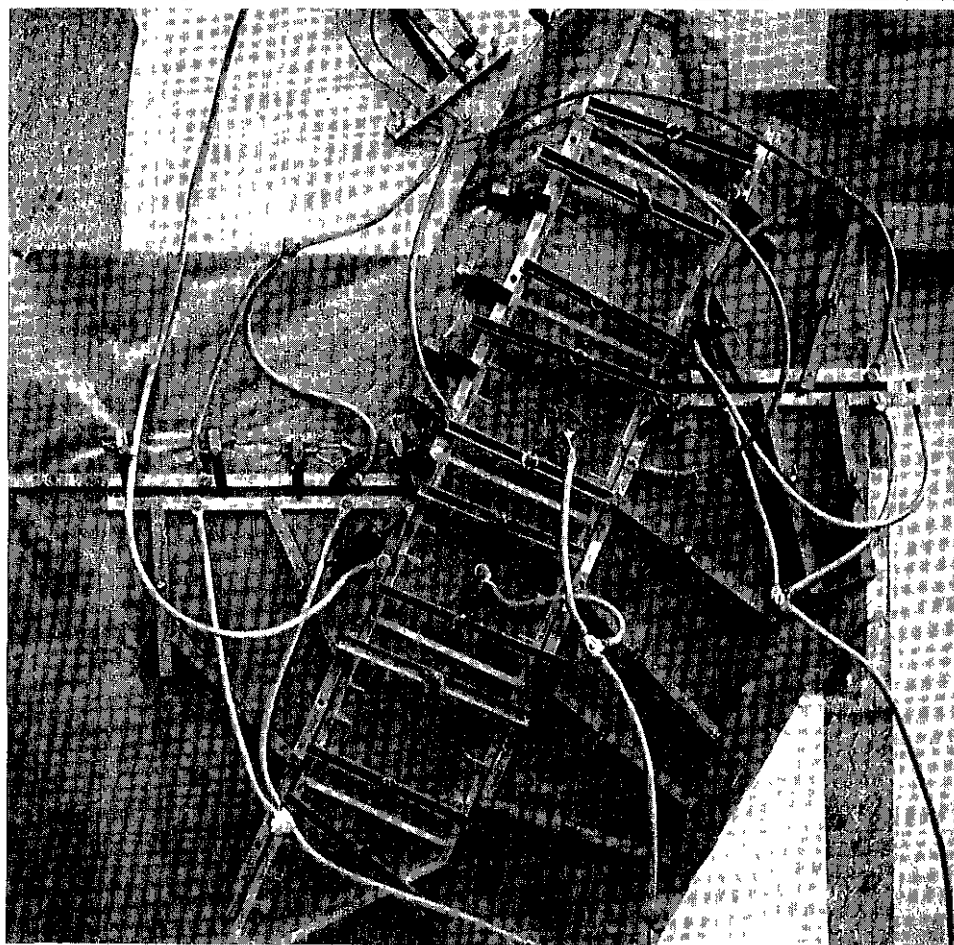
dikke afsluitende ijslaag kunnen vormen. De dikte ervan kan berekend worden als onder meer het verloop van de luchttemperatuur in de schuif bekend is. Dergelijke berekeningen hebben aangetoond dat na een zeer langdurige, strenge vorstperiode de ijsdikte wel 40 tot 50 cm zal kunnen bedragen. De juistheid van deze berekeningen kon worden geverifieerd aan de hand van een onderzoek bij de Technisch Fysische Dienst van het T.N.O. en de Technische Hogeschool te Delft. Dit onderzoek omvatte een serie proeven met een model van een deel van een schuif in een waterbassin dat stond opgesteld in een vriesruimte.

Wordt de schuif met de afsluitende ijslaag geheven, dan kan er onder de ijslaag geen lucht toetreden, het water kan niet uitstromen en moet dus mede geheven worden. Berekeningen hebben uitgewezen, dat de onder het ijs gevormde onderdruk het ijs doet breken voordat de schuif geheel boven water is zolang de ijsdikte minder bedraagt dan ongeveer 20 cm. Bij grotere dikte blijft het ijs heel. In dat geval bedraagt de extra belasting van de hefwerktuigen maximaal 350 ton per schuif. Hierbij komt nog een bedrag van maximaal 100 ton voor op en in de schuif gevormd ijs, zodat de totale extra last per schuif

Schema van het elektrisch analoogia-model



Het elektrisch analoogia-model



450 ton bedraagt. Dit is meer dan toelaatbaar is voor de hefwerktuigen, zodat maatregelen nodig zijn om de extra last te reduceren.

De oplossing kan worden gevonden door in de schuiven ter hoogte van de waterspiegel elektrische elementen te monteren die door warmte-ontwikkeling zorgen voor openingen in de afsluitende ijslaag. Berekeningen hebben uitgewezen dat per sectie van een schuif een opening met een diameter van 5 centimeter ruim voldoende is om de lucht tijdens het heffen te doen toetreden. Aangezien de hoogte, waarop zich de ijslaag zich bevindt, afhankelijk is van de waterstand tijdens de vorming ervan, dient het element staafvormig te zijn, dat het in elk geval door de ijslaag steekt. Een lengte van 2 m is daarvoor voldoende.

Voor het bepalen van het benodigde vermogen van de elementen zijn eveneens door de Technisch Physische Dienst van het T.N.O. proeven en berekeningen uitgevoerd; daaruit bleek dat met 200 Watt per element een voldoende grote opening kan worden verkregen. Brengen we veiligheidshalve per sectie 3 elementen aan, dan betekent dit 15 elementen per schuif, dus voor 17 schuiven 255 stuks, met een totaal vermogen van ruim 50 Kilowatt. Zou men de schuiven inwendig over de gehele lengte nagenoeg ijsvrij willen maken, dan zou dat een vermogen vereisen van ongeveer 1000 Kilowatt voor 17 schuiven. Voor het bepalen van dit vermogen worden door de Technisch Physische Dienst T.N.O. eveneens onderzoeken verricht met behulp van een elektrisch-analogie-model. De bij dit onderzoek gebruikte methode berust op de overeenkomst tussen warmtestromen en elektrische stromen. Warmtedoorgangsweerstanden worden daarbij voorgesteld door elektrische weerstanden, en temperaturen door elektrische potentialen. De uitkomsten van deze proeven werden geverifieerd aan de hand van geschematiseerde berekeningen.

Een ander probleem vormt het vastvriezen van de schuiven aan de pijlers en landhoofden. Losrekken van de vastgevroren schuiven bij het heffen is ongewenst met het oog op de kans van vernieling van de rubberband. Als contactvlak tussen schuif en pijler kan men dan ook het best een aan het pijleroppervlak bevestigde stalen aanslagplaat gebruiken, die langs kunstmatige weg verwarmd wordt. Dit kan geschieden door middel van warme olie, die door buizen aan de achterzijde van de aanslagplaat wordt geleid, of door middel van elektriciteit. Het vermogen per m<sup>2</sup> verwarmd oppervlak dient dan volgens berekeningen en ervaringen in andere landen ca 500 Watt te bedragen. Omtrent de in dit geval meest wenselijke methode worden nog verdere onderzoeken verricht.

Tenslotte is het denkbaar dat een zich vormend gesloten ijsdek op het Haringvliet bij een constant waterpeil vastvriest aan de gesloten schuiven. Wil men daarna de schuiven heffen, dan vormt het ijsdek een extra belasting voor de hefwerktuigen. Berekend is evenwel dat een gesloten ijsdek reeds losbreekt wanneer de schuiven nog maar enkele centimeters zijn geheven; de extra belasting op de hefwerktuigen is dan ook gering. Een ongunstige belastingstoestand ontstaat, wanneer door windinvloed tegen de schuif een opeenstapeling van ijschotsen plaats vindt en deze stapeling geheel of gedeeltelijk aan de schuiven vastvriest. Berekeningen hebben voorts uitgewezen dat er slechts een zeer geringe kans bestaat dat er een ijsdek aan de schuiven zit vastgevroren. Dit kan namelijk alleen als de waterstand op het Haringvliet lange tijd onveranderd blijft, hetgeen vrijwel nooit het geval zal zijn. Schommelingen van enkele centimeters zullen er praktisch altijd zijn, en deze zijn al voldoende om het ijs los te houden van de schuiven. Is het ijsdek vastgevroren aan de schuiven en rijst daarna de waterspiegel, dan oefent het ijs een opwaartse kracht uit op de schuiven. De kracht is gelijk aan de extra kracht die nodig zou zijn om bij het heffen van de schuiven het ijs te breken en is blijkens het voorgaande dus betrekkelijk gering.

Een zeer hoog percentage van de totale kosten der Deltawerken is uitgetrokken voor de bouw van dijken en daarvan is weer een groot deel bestemd voor het aanleggen van taludbekledingen ter bescherming van het grondlichaam. Niet alleen financieel, maar ook bouwtechnisch is de taludbekleding een interessant en belangrijk deel van de werken. De taludbekledingen voor dijken en dammen kunnen in drie soorten worden verdeeld. Ten eerste kent men de bekledingen met grasmatten, vooral in het verleden op grote schaal toegepast, zowel bij zee- als rivierdijken. Dit bekledingstype, veelal aangeduid met de term 'onverdedigd beloop', komt alleen in aanmerking als de golfaanval op de dijk niet groot is. Het zandlichaam wordt afgedekt met een kleilaag en ingezaaid met een speciaal voor dit doel samengesteld graszaadmengsel. Het is een goedkope verdediging, omdat de klei doorgaans in de nabije omgeving kan worden gevonden. Velen geven ook uit esthetische overwegingen de voorkeur aan een 'groene dijk'.

Ook steenbekledingen komen vaak voor, meestal in combinatie met het eerste type. Onder steenbekledingen verstaan we zowel natuursteen- als kunststeenglooingen. Ze zijn krachtig genoeg om felle golfaanvallen te weerstaan, en men kan ze dan ook op zeer veel plaatsen langs onze dijken aantreffen.

Een derde type vormen de bitumineuze bekledingen, die vooral de laatste jaren steeds meer in trek komen.

De keuze van het glooiingstype wordt in de eerste plaats bepaald door de verwachte golfaanval. Voor aan zware golfaanval blootgestelde glooiingen, b.v. die bij de primaire deltadammen, komen alleen steen- en bitumineuze bekledingen in aanmerking. Een kleibeloop met grasmatten kan worden toegepast bij secundaire, meer landinwaarts gelegen werken en dan meestal nog alleen op de niet sterk bedreigde gedeelten, die bovendien in de meeste gevallen boven een bepaald peil liggen en aansluiten op een verdedigd onderbeloop.

Hoewel steenglooingen nog steeds worden aangelegd, winnen de bitumineuze bekledingen toch hoe langer hoe meer terrein. Dit is in belangrijke mate een gevolg van het arbeidsintensief karakter van het zetten van steenglooingen, dat immers alleen door vaklieden kan worden gedaan. Handenarbeid staat slechts een laag werktempo toe. Bovendien ontmoet men bij de natuursteenvoorziening vaak niet geringe moeilijkheden. Zo kan de aanvoer soms maanden achtereen stagneren bijvoorbeeld als gevolg van lage waterstanden op de Rijn. Ook zijn de prijzen van natuursteen, in het bijzonder van basalt, de laatste tijd aanmerkelijk gestegen.

Asfaltglooingen kunnen in tegenstelling met steenglooingen worden uitgevoerd door zo goed als ongeschoolde krachten. Het per man per tijdseenheid te vervaardigen oppervlak is aanzienlijk groter dan dat bij steenbekledingen.

De bitumineuze bekledingen hebben, naast hun voordelen, echter ook enige minder prettige eigenschappen, waarvan allereerst zij genoemd de hogere golfoploop in vergelijking met steenbekledingen. De golven lopen gemakkelijk bij het zeer gladde beloop op, en vergeleken met een steen verdedigd beloop zal bij gelijke waakhoogte een grotere kruinhoogte en een langere taludkleding noodzakelijk blijken. Deze golfoploop kan belangrijk beperkt worden door toepassing van asfaltribbels: op het gereedgekomen beloop worden dan met een machine voor het maken van asfalt-trottoirbanden asfaltribbels gelegd. Een kleeftlaag van asfaltlak zorgt voor goede aanhechting op het beloop.

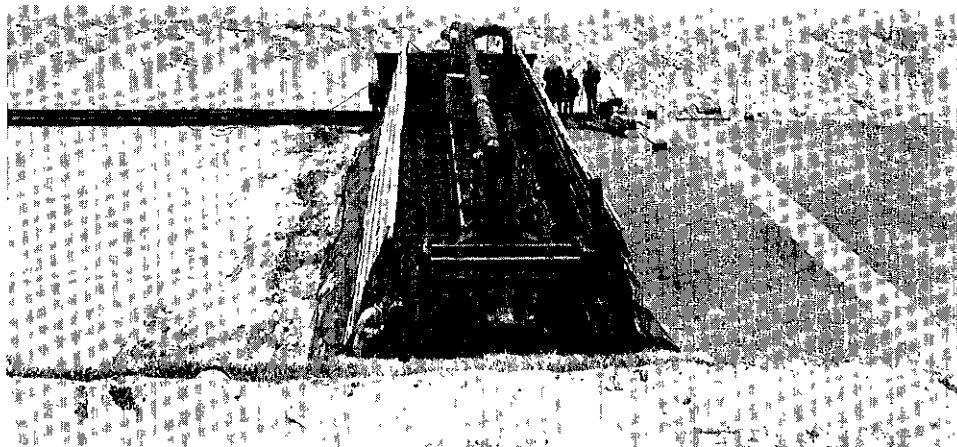
Hetzelfde effect kan worden bereikt door volgens een bepaald patroon tegels op het asfalt te plakken. Het aanbrengen van deze golfoploop remmende voorzieningen is echter zeer arbeidsintensief, en dus kostbaar; bovendien bestaat het gevaar dat op de lange duur de ribbels of tegels wegens aantasting van de kleeftlaag verdwijnen. Een tweede bezwaar is de doorgroei, voornamelijk die van riet en distels. Dit geldt vooral voor asfaltbekledingen op kleihoudende ondergrond. Doorgroei kan worden tegengegaan door het beloop vóór het aanbrengen van de bekleding te bespuiten met chemische stoffen die de wortelresten doden. De doorgroei is natuurlijk sterker bij dunne asfaltlagen. In de praktijk is gebleken dat bekledingsdikten van 15 cm minimaal nodig zijn om de doorgroei tegen te gaan. Niet alleen de doorgroei, ook de aangroei met wieren leidt tot aantasting van de bekleding. Bij wijze van proef is men er toe overgegaan het gereedgekomen oppervlak met teer af te spuiten; het resultaat van de proef was bevredigend.

Een laatste en vooral bij dijkwerken belangrijk uitvoeringstechnisch bezwaar ligt in de ervaring, dat bij koud, regenachtig en winderig weer in de openlucht geen warm asfalt van hoge kwaliteit kan worden geproduceerd. Er bestaan daarom voorschriften van de Rijkswaterstaat, waarin wordt verboden in het tijdvak tussen 1 november en 1 maart asfalt te verwerken. Ook bij regen, of indien de verhouding tussen windsnelheid in graden Beaufort en temperatuur in graden Celsius niet voldoet aan zekere voorwaarden, mag geen asfalt worden verwerkt.

Vanwege omvang en uitvoering der werken bij de deltadammen zal het echter meestal onvermijdelijk zijn, de bekledingen in de herfst en de winter te maken. In de zomer moet namelijk alle aandacht worden geconcentreerd op het aanbrengen van bodembeschermingen, het sluiten van stroomgeulen en oppersen van dijklichamen. Het zandlichaam van een dijk gedurende de winter geheel onbeschermd te laten tegen golfaanval, is echter onaanvaardbaar. Hier doet zich dus een strijdigheid van belangen voor.

Nu heeft onlangs een der asfaltaannemers, de firma J. Heymans te Rosmalen, op grond van eigen research een verdeel- en afwerkmachine voor het aanbrengen van asfaltbeton op belopen ontwikkeld. Nadat deze machine vervolmaakt is, zal hij een uitstekende asfaltbekleding kunnen leggen, ook bij minder gunstige weersomstandigheden, zoals regen, harde wind en vorst. Het is nu mogelijk geworden in het voor asfalt gesloten seizoen bitumineuze bekledingen die aan de hoogste kwaliteitseisen voldoen, op belopen aan te brengen.

Het nieuwe verdeelapparaat heeft, na een aanvankelijke beproeving op de Grevelingendam, zijn eerste werk geleverd aan de westelijke verdediging van het Hellegatsplein in het Volkerak. Het apparaat is opgebouwd uit secties, en was in dit geval aangepast aan



een taludlengte van 16 meter. Aan de teen en op de kruin van het beloop wordt de machine met wielstellen opgelegd op een railbaan.

Hij bestaat uit een door vakwerk dragende dubbelwandige koker, waarin over de volle lengte een transportschroef is gemonteerd. De koker vertoont in de naar het beloop toegekeerde zijde een spleetvormige opening, waarachter een afrijmes is bevestigd, ter verkrijging van het juiste profiel. Bovenaan de machine is een eveneens dubbelwandige ontvangbak gemonteerd, waarin met zijklippers de specie wordt gestort. Hierin zijn, in de lengterichting van de bak, twee open transportschroeven en loodrecht daarop één gesloten transportschroef aangebracht.

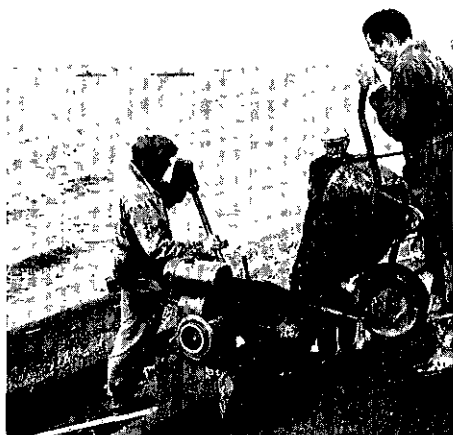
Aan de achterzijde van het vakwerk is een kokervormige trilbak bevestigd.

Op de machine staat een verwarmingsinstallatie, waarmee alle machinedelen die tijdens de verwerking met het asfalt in aanraking komen, zodanig door de tussen de dubbele wanden stromende hete lucht worden verwarmd, dat afkoeling van het materiaal wordt voorkomen; mocht het materiaal al te veel zijn afgekoeld, dan kan het zelfs opnieuw worden warm gemaakt.

Het geheel is aan de voor- en achterzijde voorzien van een scherm, waardoor een stofvrije werkruimte is verkregen en afkoeling van het asfalt ten gevolge van de wind wordt tegengegaan. De aandrijving van de transportschroeven en de voortbeweging van de machine geschiedt met behulp van elektromotoren, aangesloten op een mobiel aggregaat. 's Winters kan het gehele apparaat met een plastic tent worden overspannen.

Voor de aanvoer van specie worden de kippers voorzien van een gesloten dubbelwandige bak. Deze verwerkingsmethode is gebaseerd op het principe, dat de beste kwaliteit asfalt wordt verkregen bij de hoogst toelaatbare temperatuur. Daar bitumen bij ongeveer 200° C oxydeert, wordt gestreefd naar een verwerkingstemperatuur van circa 150° C.

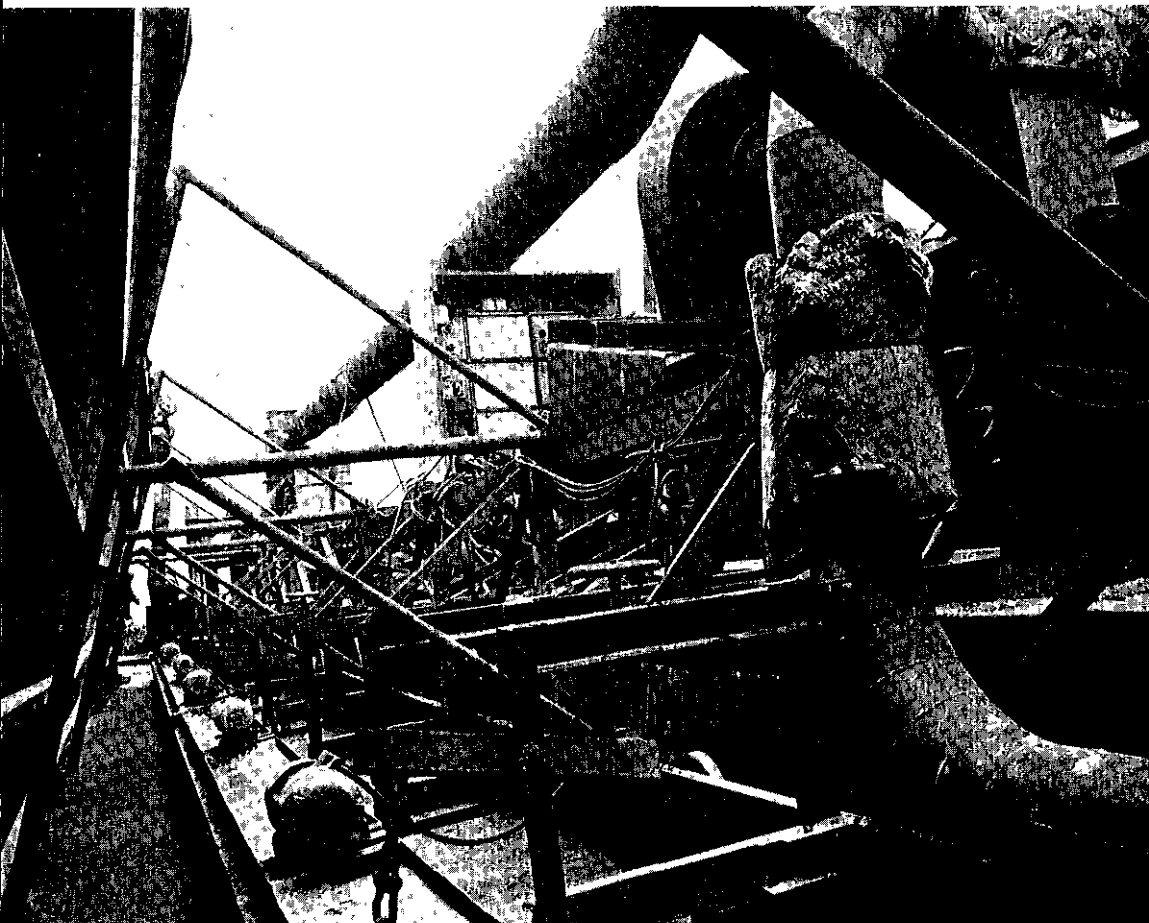
Het beloop waarop de bekleding werd aangebracht, heeft een hellingshoek van 1 : 4. Aan de teen, gelegen op H.W. (= N.A.P. + 1,25 m), wordt de bekleding gesteund door een teenconstructie, bestaande uit een 2 meter lange grenen damwand en een twee meter brede steunberm van stortsteen. Aan de kruin, gelegen op N.A.P. + 5,00 meter, loopt de glooiing nog over een lengte van 1 meter door in een berm, en wordt daar opgesloten door een 1 meter lange azobé damwand. De dikte van de bekleding van het gedeelte, dat boven N.A.P. + 3,00 m is gelegen, bedraagt 20 cm; vanaf dit punt naar de teen neemt de dikte geleidelijk toe, en wel van 20 tot 50 cm. Alleen op het beloop werd het asfaltbeton



1 De nieuwe asfaltverdeel- en afwerkmachine in bedrijf

2 Een trottoirbandmachine legt asfaltribbels op het talud

3 Achter de verdeel- en afwerkmachine hangt een trilbalk voor de verdichting van de asfaltlaag



met de machine bewerkt. De berm werd met de hand aangebracht en verdicht met een trilwals.

De afwerkverdeelmachine kan:

het asfalt op het beloop spreiden;

het onder het vereiste profiel afwerken;

het materiaal verdichten.

Al deze handelingen vinden plaats in een voor asfaltverwerking geschikte ruimte.

Het spreiden van het materiaal op het beloop met de machine gebeurt als volgt. Nadat een charge in de ontvangbak is gebracht, stuwen de twee open transportschroeven het asfaltbeton in de lengte van deze bak over de bodem naar de in het midden en lager gelegen gesloten transportschroef, waarvan toerental en diameter zijn aangepast aan de te verwerken hoeveelheid.

Het materiaal wordt door deze gesloten transportschroef, die loodrecht op de lengteassen van de open schroeven is opgesteld, vervoerd naar de koker, van waaruit het over het beloop wordt verdeeld. Het mengsel verlaat de machine door de spleetvormige opening, te beginnen nabij de kruin.

De transportschroef in de koker brengt het daarna aangevoerde materiaal over het reeds op het beloop gelegen mengsel naar lager gelegen gedeelten, totdat de teen bereikt wordt, waarna de machine wordt voortbewogen zodat het materiaal weer nabij de kruin de machine verlaat en het proces zich herhaalt.

Het onder het vereiste profiel afwerken van het materiaal geschiedt als volgt. Het afrijmen, direkt achter de opening van de koker, geeft bij het voortrijden van de machine de vereiste vorm aan de glooiing. Hierbij is duidelijk gebleken, dat de profilering van dit onderdeel van invloed is op de dichtheid van het oppervlak. Een verticale stalen strip heeft bij voortgaande beweging van de machine een schrapende werking, waardoor een oppervlak wordt verkregen met hoogteverschillen van 1 à 2 cm. Bij toepassing van een strip met een aangelast afrondingsprofiel, waarbij het materiaal wordt afgestrekken, wordt een belangrijk beter gesloten oppervlak bereikt.

Het verdichten van asfaltbeton op belopen geschiedde tot voor kort met betrekkelijk lichte stalen rollen, die over het talud op en neer werden gerold. De hiermede te bereiken verdichting van de asfaltbetonlaag was echter voor verbetering vatbaar. De geheel op de wegenbouw afgestemde zware walsen konden op de taluds, waarvan de hellingshoeken variëren van 1 : 3 tot 1 : 6, niet worden gebruikt. In 1958 werd een lichte tandem-trilwals op de markt gebracht. Deze 500 kilo wegende trilwals had voldoende motorvermogen om bij de relatief steile belopen omhoog te klimmen. Door het trileffect kwam de verdichtingscapaciteit overeen met die van een 10-tons wegebouwwal.

Hoewel dit een belangrijke stap vooruit betekende, stuitte ook deze verdichtingsmethode op bezwaren. Nadat het 120° tot 150° C warme materiaal in handenarbeid zuiver onder profiel was gebracht, moest met het walsen worden gewacht tot het tijdstip waarop door afkoeling een voldoende draagkrachtige bovenlaag werd verkregen, waarover de wals kon rijden. Voorwaarde hierbij was, dat de afkoeling langzaam en gelijkmatig plaats zou vinden, zulks ter verkrijging van een glad oppervlak. Bij snelle afkoeling immers heeft het bovenlaagje reeds bij het begin van het walsen een te lage temperatuur, en kan dan niet meer worden gewalst. Vooral bij een verdichting van lagen van meer dan 30 cm dik, waarbij de onderlaag zeer lang warm blijft, veroorzaakte sterke afkoeling tengevolge van wind vaak grote moeilijkheden bij het walsen, en kon men eigenlijk geen dicht oppervlak bereiken. Deze methoden van verdichten konden daarom uitsluitend worden toegepast bij goed weer. Beperking in de toepassing vormt een groot bezwaar bij dijkbouw.

Bij het construeren van de afwerkmachine is uitgegaan van de gedachte, dat zowel het aanbrengen en afwerken als het verdichten van het materiaal in een tegen weersinvloeden beschutte en verwarmde ruimte moet geschieden. Alleen dan kan men bij elk weer asfalt van duurzame kwaliteit vervaardigen. Daar verdichten van asfalt van hoge temperatuur met walsen uitgesloten is, is een verdichtingssysteem ontwikkeld, waarbij gebruik gemaakt wordt van trilplaten. Een verwarmde, geïsoleerde kokervormige trilbalk is op verschillende punten met kettingen achter de verdeelmachine bevestigd. Het belangrijkste voordeel van deze verdichtingsmethode is, dat men niet hoeft te wachten tot de laag voldoende is afgekoeld en vast genoeg is geworden om een wals te kunnen dragen. Reeds op een afstand van twee meter achter de machine kan worden verdicht. Het asfalt had dan, zelfs bij een temperatuur van  $-5^{\circ}\text{C}$  nog een temperatuur variërend van  $130^{\circ}$  tot  $150^{\circ}$ . Bij deze temperaturen is asfalt nog vloeibaar en laat het zich goed verdichten. Indien onder een overkapping wordt gewerkt, kan worden verdicht vóórdat het asfalt met de buitenlucht in aanraking komt. Daar regen en wind op een verdicht oppervlak geen schade aanrichten, is het bezwaar tegen asfaltverwerking bij slecht weer voorgoed vervallen.

De lengte van de trilbalk is gelijk aan de lengte van het beloop. Bij de werkzaamheden met de verdeelmachine op het Hellegatsplein waren op de balk vier trillers bevestigd, waarbij de mogelijkheid bestond de centrifugaalkracht, dat wil zeggen de verdichtingsenergie, te variëren. Verdichting van asfaltbeton met een trilbalk uit één stuk is alleen mogelijk gebleken als bij gelijke laagdikte over het hele talud eenzelfde gewicht aan materiaal wordt aangebracht. Daar bij dijkbelopen de dikte van de asfaltlaag nabij de teen toeneemt, verdient het aanbeveling de balk in scharnierend met elkaar verbonden secties uit te voeren.

De capaciteit van het verdeelapparaat bedraagt 125 ton per uur. De ontvangbak was afgestemd op een capaciteit van 40 ton per uur. Dit was juist de produktie van de asfaltmenginstallatie die op dit onderdeel van de Volkerakwerken wordt gebruikt. In verband met de verwachte kinderziekten was de ontvangbak minimaal gedimensioneerd. Het systeem heeft echter voortreffelijk gewerkt, en kan zonder meer bij de capaciteit van het verdeelapparaat worden aangepast.

Een van de grootste voordelen van dit verdeelsysteem bleek tijdens het werk, dat werkvoegen – bij bitumineuze bekledingen steevast de zwakste plek; ze ontstaan aan het einde van iedere werkdag, soms zelfs na stagnatie van de asfaltmenginstallatie – geheel kunnen worden vermeden. Met behulp van de verwarmingsinstallatie is het mogelijk gebleken door de spleet waardoor het asfalt het verdeelapparaat verlaat, zoveel warmte aan de asfaltbeëindiging toe te voegen, dat ze vloeibaar blijft.

Het benedeneinde van de machine reikt tot H.W. en kan dus bij hoge vloed onder water komen te staan. Met het oog daarop is aan de laaggelegen zijde een bevestigingsmogelijkheid geschapen voor twee spudpalen, waarlangs de machine op eenvoudige wijze kan worden omhoog getrokken.

De nieuwe verdeel- en afwerkmachine betekent een belangrijke stap op weg naar mechanisering van de asfaltverwerking op belopen.

### Versterking van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke

Van de ingevolge de Deltawet uit te voeren werken tot versterking van de hoogwaterkeringen langs de Westerschelde, is in oktober 1960 de uitvoering ter hand genomen van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke, in beheer bij het waterschap 'De Brede Watering van Zuid-Beveland'.

Dit dijkvak had een zeer steil binnenbeloop, n.l. 1 : 1½, en een tot N.A.P. + 5,10 m reikende smalle kruin, die was voorzien van een uit 1927 daterende gewapend betonnen Muraltmuur, waarvan de bovenkant aangelegd was op gemiddeld N.A.P. + 5,70 m.

Het werd dan ook noodzakelijk geacht zo spoedig mogelijk tot versterking van dit dijkvak over te gaan.

Gezien de beschutte ligging van het naar het zuid-oosten gekeerde dijkvak werd een kruinhoogte van N.A.P. + 7,50 m voldoende geacht bij een door de Deltacommissie voor dit gebied aangegeven ontwerp-peil van N.A.P. + 5,85 m.

In verband met de door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft voorspelde zettingen van de ondergrond tijdens en na de uitvoering van het werk werd de kruin, waarvan de breedte 2,50 m bedraagt, aangelegd op N.A.P. + 8,00 m. De wederzijdse belopen kregen een helling van 1 : 3. De bestaande steenglooing werd opgetrokken tot N.A.P. + 3,50 m.

De breedte van de buitenberm, welke is aangelegd tussen N.A.P. + 5,27 m en N.A.P. + 5,50 m, bedraagt 5,00 m.

Op de 7,50 m brede binnenberm is een 3 m brede onderhouds- en inspectieweg aangelegd. Het ligt in de bedoeling langs alle versterkte dijken in de provincie Zeeland een dergelijke onderhouds- en inspectieweg aan te leggen, zodat te zijner tijd een doorgaande weg op de binnenberm van de zeedijken langs de Westerschelde aanwezig zal zijn, hetgeen vooral bij calamiteiten van groot belang kan zijn.

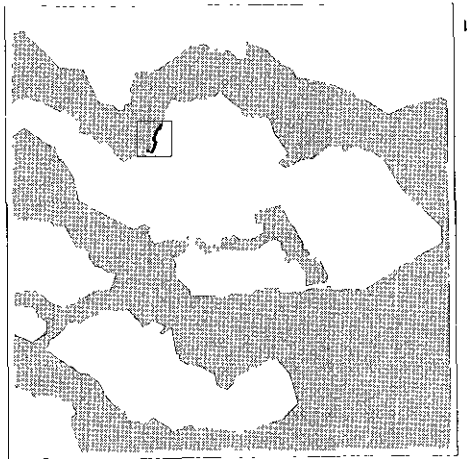
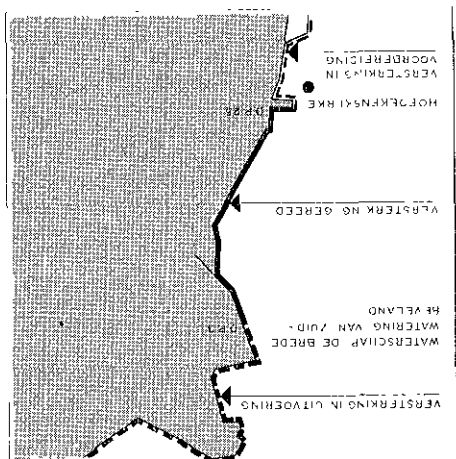
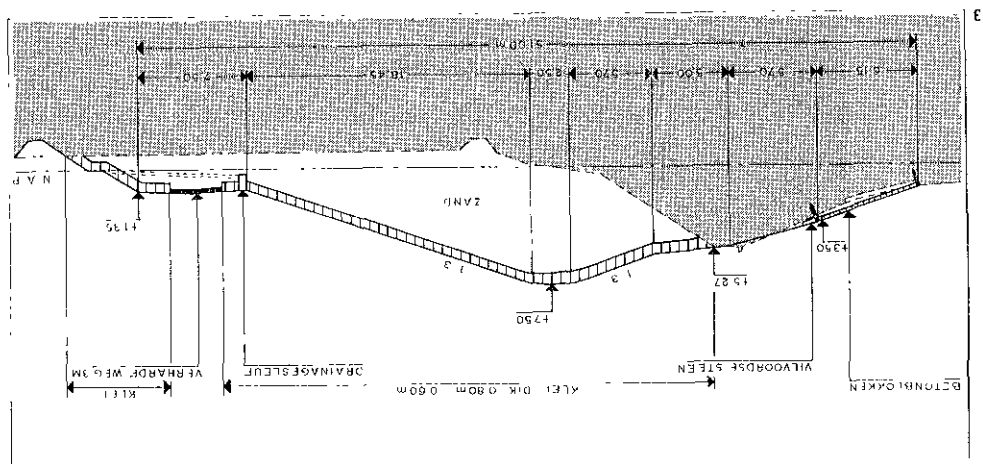
Zoals uit het dwarsprofiel blijkt, bestaat de verzwarende, die geheel aan de landzijde werd uitgevoerd, uit een zandlichaam, afgedekt met een kleibekleding. Het benodigde zand werd in de Westerschelde gewonnen.

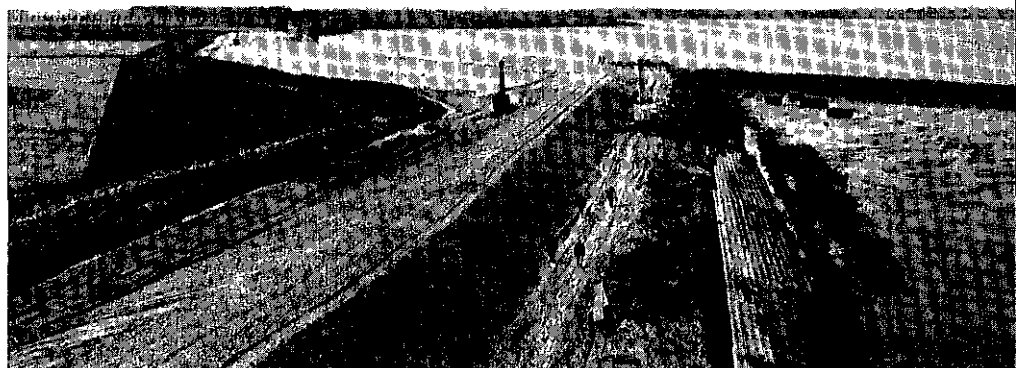
De voor de uitvoering van het werk benodigde gronden, werden in het kader van de herverkaveling van de 'zak van Zuid-Beveland' aan het waterschap ter beschikking gesteld. De plannen voor de versterking zijn destijds op verzoek van het toenmalige bestuur van

Op 22 augustus 1960 werd het werk door het waterschap aanbesteed en gegund aan de laagste inschrijver, de C.V. Gebroeders Van 't Verlaat te Hardinxveld, voor f 1.759.000,-. In de aanbestedingsom was onder meer begrepen het leveren en verwerken van 550.000 m<sup>3</sup> gewerkt.

het waterschap Hoedekenskerke opgemaakt door het bureau Bijzondere Werken van de Provinciale Waterstaat van Zeeland. Na de concentratie van de waterschappen op Zuid-Beverland, die op 1 januari 1959 haar beslag kreeg, zijn deze plannen door de Technische Dienst van het waterschap 'De Brede Watering van Zuid-Beverland' in overleg met de directe Zeeland van de Rijkswaterstaat en met de Provinciale Waterstaat verder uit-

Situatie van de zeedijk van de polder Hoedekenskerke  
Ligging en vorderingen van de dijkversterkingen  
Dwarsdoorsnede van de dijkverzwaring





De zeedijk in de oude toestand

De versterkte zeedijk wordt afgewerkt

zand en 43 000 m<sup>3</sup> klei; bovendien moest een hoeveelheid van 19 000 m<sup>3</sup> klei aan een gedeelte van de bestaande zeedijk worden ontleend en opnieuw worden verwerkt. Het aanbrengen van 7600 m<sup>2</sup> betonnen glooiingsblokken voor de uitbreiding van de bestaande steenglooiing behoorde mede tot de verplichtingen van de aannemer. De glooiingsblokken werden door het waterschap aan de aannemer ter beschikking gesteld.

Het werk, dat is uitgevoerd onder directie van de technische dienst van het waterschap, is op 14 september 1962 geheel voltooid opgeleverd.

De versterking van een  $\pm 2\frac{1}{2}$  km lang dijkvak, dat aan de noordzijde op het beschreven dijkvak aansluit, is momenteel in uitvoering. Hierop zal in een volgend nummer worden teruggekomen.

Als voorschot op de te zijner tijd krachtens de nog tot stand te komen Bijdragewet Delta-werken te verlenen Rijksbijdrage, werd 75% van de kosten van uitvoering aan het waterschap vergoed.

## **A. De werken van het Deltaplan De bouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet**

Het invallen van de vorst is er de oorzaak van geweest, dat het laatste grote betonstort niet meer in 1964 kon worden uitgevoerd. Dit laatste stort van het noordelijk landhoofd zal dus eerst in de volgende verslagperiode kunnen plaats vinden.

Het wegdek is nagenoeg gereed; slechts één ligger en het noordelijk landhoofd dient nog van een wegdek te worden voorzien. Op 10 liggers zijn de leuningën aangebracht.

Voor de stortebedden van gewapend beton zijn in totaal 6874 palen ingeheld met een gezamenlijke lengte van 101 025 m'. Aan het einde van de verslagperiode blijven nog 5 stortebedvloeren te maken over. In totaal werd 15 722 m<sup>3</sup> beton gestort, waarvan 11 986 m<sup>3</sup> voor de stortebedden en 1492 m<sup>3</sup> voor het wegdek.

### **De ontgravingen voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Haring- vliet**

De ontgravingen in de bouwput voor de uitwateringssluizen waren begin december zover gevorderd, dat besloten kon worden de werkzaamheden alleen overdag voort te zetten.

Aan het einde van de verslagperiode was een hoeveelheid van 1 900 000 m<sup>3</sup> ontgraven en in hoofdzaak buiten de bouwput in depot gereden.

Het zuigen en persen uit dit depot naar storten ten zuiden van de schutsluis en

op de Plaat van Scheelhoek door de zuiger 'MC Vaarwater' werd beëindigd. In totaal werd door deze zuiger 950 000 m<sup>3</sup> specie afgevoerd.

De 'MC Vaarwater' werd hierna ingezet als bakkenzuiger voor het oppersen van zand in de dijk ten westen van de haven van Dirksland, waarna de zuiger 'Groningen' werd afgevoerd. De ontgraving van de voor deze dijk benodigde specie uit het depot buiten de bouwput geschiedde door de baggermolen 'Afrika', die later werd vervangen door de baggermolen 'Marokko' en tijdelijk werd geassisteerd door een drijvende kraan.

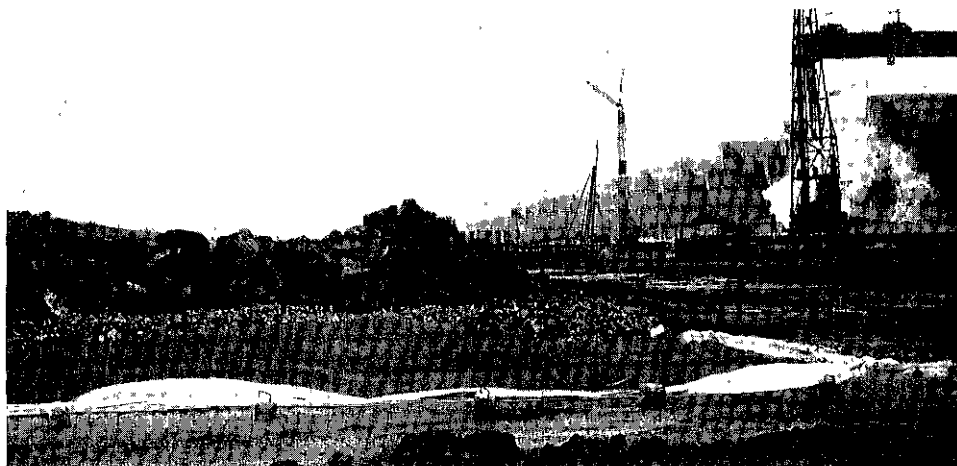
Aan het einde van de periode is rond 700 000 m<sup>3</sup> specie naar de dijk bij de haven van Dirksland afgevoerd.

De aanleg van een filterconstructie voor het stortebed vond goede voortgang. De aanvoer van stortsteen bleef dit jaar door de lage waterstanden op de Rijn achter bij de verwachtingen.

### **De bouw van de schutsluis in het Haring- vliet**

Met het maken van de dekken op de basculekelders aan het buitenhoofd, evenals met het aanbrengen van de slijtlagen op de rijdekken bij binnen- en buitenhoofd is men klaargekomen. Rest nu nog het verfwerk te voltooien en het bedieningsgebouw en de bedieningsruimten af te werken.

Met deze werkzaamheden hoopt men over enkele weken klaar te komen, waarmee dan het gehele werk zal zijn voltooid.



### **Het maken van een aanlegsteiger in de binnenhaven van de schutsluis in het Haringvliet**

Op 24 november werd aangevangen met het heien van de tropisch hardhouten palen ten behoeve van de aanlegsteiger. Het in hout uit te voeren gedeelte wordt 115,50 m' lang en krijgt een rijdekbreedte van 3 m.

Het heiwerk is inmiddels voltooid. Hierna werd aangevangen met het aanbrengen van azobéliggers, gordingen enz.

Een dezer dagen zal een begin worden gemaakt met het heien van de voorgespannen betonpalen ten behoeve van het in beton te maken deel van de aanlegsteiger. Dit heeft een lengte van 73,60 m, het rijdek heeft een breedte van 5 m.

### **Vismijngebouw en magazijn ten zuiden van de binnenhaven van de schutsluis in het Haringvliet**

Op 17 november 1964 is aangevangen met het bouwen van een tijdelijke vismijn en een magazijn. Beide gebouwen zijn op staal gefundeerd. De vismijn heeft een lengte van 17,04 m; de breedte bedraagt 11,98 m. De afmetingen van het magazijn zijn 36,18 m bij 12,75 m.

De fundering van beide gebouwen, uitgevoerd in balken van gewapend beton, zijn inmiddels gestort. Ook de riolering, bestaande uit granieten grèsbuizen, is gelegd. Aangevangen werd met het maken van het opgaande metselwerk.

### **Het ontgraven van de noordelijke voorhaven en aanleg van de oostelijke oprit van de Volkeraksluizen te Willemstad**

De ontgraving van de noordelijke voorhaven tot het scheidingsvlak van de zandmet de daaronder liggende klei- en veenlagen op ca N.A.P. - 4,50 m is thans zover gevorderd, dat mag worden verwacht dat dit onderdeel van het werk geheel voltooid zal zijn in het begin van februari 1965.

Het stort van de oostelijke oprit, gelegen tussen het sluizencomplex en het in de polder te bouwen viaduct, nadert hierdoor ook zijn voltooiing. Met het profileerwerk op de belopen werd reeds een begin gemaakt, hoewel de bekleding met klei nog niet volledig kon worden aangepakt. Het stort van de oostelijke oprit, gelegen tussen het reeds vermelde viaduct en de banddijk is thans op hoogte geperst, met uitzondering van de doorpersing van de Oude Heiningsche Haven, waarmede medio december werd begonnen. Overi-

De beide zuigers trekken in een baan de voorhaven binnen en zullen eerst het gedeelte gelegen tegen de bouwput van de schutsluizen op diepte brengen in verband met de in een vroeg stadium in de voorhaven te maken geleidewerken voor de sluisen. De door de zuigers opgebrachte specie wordt ten dele geprest in de ring-dijk van het grondstort waarvan in het vorige Bericht melding werd gemaakt, en ten dele in een terrein oostelijk van de voorhaven gelegen ten zuiden en oosten van de beschreven bouwsluizen voor de filterterglozingen zijn draglines in bedrijf om perskaden te forceren voor het maken van de afsluitdijk tussen de bandijk van het

naar het werk getransporteerd. Een gedeelte van de aanvoer moest in depot worden opgeslagen, omdat de aanvoer de afname overtrof. Een klein gedeelte is aangevoerd en op de wal opgeslagen langs de geul van Malthea om van daaruit naar het werk te worden getransporteerd. Alle stenen 5-40 kg voor de filtersystemen stelde het Rijk beschikbaar op de wal langs de geul van Malthea. Daartoe is ter plaatse een losbedrijf ingericht. Inmiddels is de aanname eind oktober met twee kleine cutterzuigers, de 'Holland XVIII' en de 'Amsterdam I', begonnen aan de ontgraving van de voorhaven.

Ten behoeve van de in de voorhaven aan te leggen filterglozingen zijn in het terrein twee bouwsluizen gemaakt, waartoe in totaal 90 000 m<sup>3</sup> grond moest worden ontgraven en terzijde worden gedeponeerd. In de beide bouwsluizen wordt tot N.A.P. + 0,75 m een filterglozing gemaakt onder een helling van 1 : 4. Het systeem bestaat uit een laag grindzand 0,5-5 mm, dik 0,15 m en een laag grind 3-8 cm, dik 0,35 m, welke werd afgedekt door 400 kg/m<sup>2</sup> storteisen 5-40 kg. De materialen hietoe zijn gedeeltelijk aangevoerd en op auto's overgeslagen in de werkhaven te Willemstad en van daaruit

## Het maken van het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad

gens moet worden opgemerkt, dat de werkzaamheden vertaging hebben ondervonden door het regenachtige en stormachtige weer van de laatste maanden; de polder Malthea werd bovendien nog tweemaal door hoge vloedstanden geïnundueerd. Hierbij zijn diverse door de aanname in verband met de uitvoering getroffen voorzieningen, onder meer het lozen van perswater, door het hoge water in het ongereede geraakt, met alle gevolgen van dien.

1 Opbouw van het filter voor de stortebedden van de uitwateringssluizen in het Harlingvliet

2 Het schikken van stenen voor het stortebed



Hoogheemraadschap 'de Brabantse Bandijk' en de ringdijk van de bouwput voor de schutsluizen.

Bij dit werk zal in het vroege voorjaar van 1965 de Oude Heiningsche Haven aan de monding worden afgesloten, waarna de buitenpolder Maltha geheel binnendijs zal zijn gelegen.

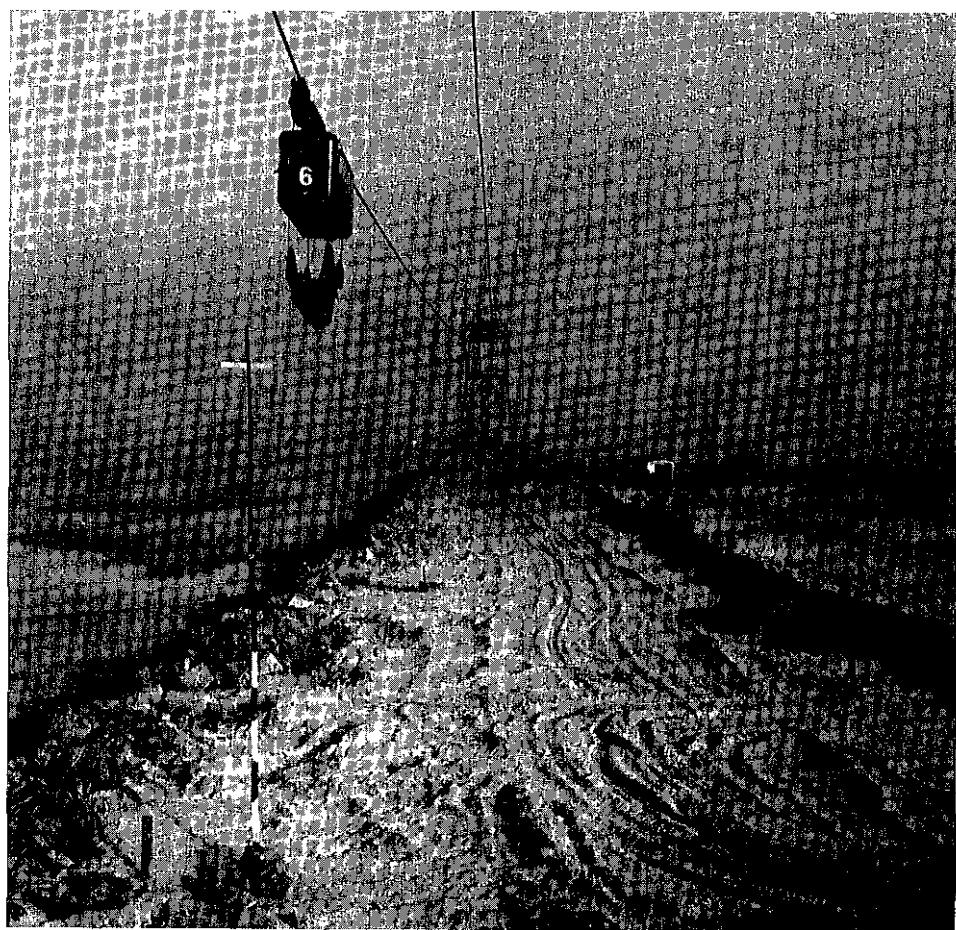
De werkzaamheden hebben stagnatie ondervonden door slecht weer, door het tot tweemaal toe onder lopen van de buitenpolder Maltha, maar ook doordat de aangevoerde cutterzuigers niet de voorge-

schreven produkties haalden; ook moeilijkheden op de storten speelden een rol.

### De schutsluizen in het Volkerak

De beneden-, tussen- en bovenhoofden bevinden zich in verschillende fasen van afbouw. Tevens wordt gewerkt aan de erop aansluitende wanden, waarin de deurkassen zijn uitgespaard. De benedenhoofden met aangrenzende wanden zijn *zo goed als gereed*.

Opspuiten van het dijklichaam van de dam door de Noordelijke Geul van de Grevelingen



Van de 8 fuikwanden die aan de zuidzijde aansluiten op het sluizencomplex, werden er 4 gestort.

De 38 m' lange voorgespannen liggers voor het viaduct kwamen gereed en werden op pijlers geplaatst. De afbouw van het eerste veld werd ter hand genomen. Begonnen werd met het maken van 24 m' lange voorgespannen liggers voor de aanbrug.

Men is voorts bezig de wanden van de basculekelder tot N.A.P. + 12,65 m op te trekken en de vloer van het centraal bedieningsgebouw te leggen.

Aan de zuidzijde van de sluizen werden stalen vleugelwanden geheild.

Aan de noordzijde kwam een gedeelte gereed.

Grondaanvullingen ten behoeve van het sluizencomplex werden voortgezet.

### **Werkzaamheden ten behoeve van de afsluiting van de noordelijke geulen van de Grevelingen**

Nadat in de vorige periode de beide geulen Krammer en Bocht van St. Jacob tot ca N.A.P. - 3 m waren opgestort met grof grind, (waarvoor ca 25 000 ton grind was gebruikt) werd het opbouwen van de *sluitdam* voortgezet.

Op de plaat tussen beide geulen werd de dam met stortsteen tot boven hoog water opgestort. In dit gedeelte van de sluitdam werd een hoeveelheid van ca 27 000 ton steen verwerkt.

Hierna werd begonnen de beide geulen *af te sluiten door opstorting vanaf N.A.P. - 3 m*. In de Krammer geschiedde dit met stortsteen, terwijl in de Bocht van St. Jacob aanvankelijk gebruik werd gemaakt van nieuwe stortmaterialen, zoals zakken met zand, zakken met gestabiliseerd zand, kluiten warm zandasfalt met en zonder een omhulling van kippegaas. Kluiten koud zandasfalt werden in tegenstelling tot het aanvankelijk voornemen niet meer gebruikt. Vanwege de teleurstellende re-

sultaten met de experimentele materialen werd ook de Bocht van St. Jacob tenslotte toch met stortsteen afgesloten.

Op 31 december 1964 was de kruin van de stenen dam over de gehele lengte tot boven gemiddeld hoog water opgestort, waarbij in de Krammer een hoogte van N.A.P. + 3 m werd bereikt. Het werd daarom niet nodig geacht nog langer dag en nacht te werken.

Nog slechts een geringe hoeveelheid steen zal moeten worden gestort om oneffenheden in de kruin weg te werken. Hiervoor zullen slechts enkele gondels worden gebruikt, heen en weer rijdend op een der kabels en alleen overdag.

In totaal werd ca 167 000 ton materiaal in de sluitdam gestort.

Op 1 december 1964 kon worden begonnen met het persen van zand tegen de sluitdam. Eind december was ongeveer  $\frac{3}{4}$  miljoen m<sup>3</sup> zand opgespoten.

In het komende kwartaal zal het zandpersen worden voortgezet en naar verwachting zal eind februari over de volle lengte van het sluitgat het zand een hoogte van N.A.P. + 3 m hebben bereikt. Daarna kon dan begonnen worden met het opspuiten en afwerken van de dijkkap en het maken van een voorlopige verkeersweg voor de verbinding van Schouwen-Duiveland met Flakkee.

### **D. De werken tot indijking van de Lauwerszee**

De toegangsweg door de Westpolder naar het bijna voltooide dijkvak aan de Groeninger kust is gereed gekomen.

De bouw van de drie uitwateringssluizen verloopt tot dusverre geheel volgens het werkplan. De westelijke sluis is zover gevorderd, dat het kokerdek is gestort. Van de middelste sluis zijn de pijlers tot aan de hoogte van het dek gereed. Van de oostelijke sluis is de wapening van de pijlers gesteld. Hier werd begonnen met het bekisten. De sluizen zijn tot vloerhoogte aangevaard.

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

| Provincie c.q. gebied           | Nummer en dienstjaar                                    | Omschrijving van het werk                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zuid-Holland                    | X-1963                                                  | Maken van zanddepots ten behoeve van rivierwaterkering te Hoek van Holland                                  |
| Zuid-Holland                    | XII-1963                                                | Maken van kleidepots langs Waverseinde (verbetering waterkering te Puttershoek)                             |
| Zuid-Holland                    | XIII-1963                                               | Maken van een waterkering langs de Havendijk te Schiodam                                                    |
| Zuid-Holland                    | XI-1962                                                 | Verbetering van de waterkering te Bolnes tussen hm 4,10 en 8,85                                             |
| Zuid-Holland                    | XVI-1962                                                | Verzware van de zeewering en maken van een basaltglooiing voor Ter Heide tussen RS. 111,200 en 112,250      |
| Zuid-Holland                    | XX-1962                                                 | Verbetering Molendijk tussen hmp. 76+75 en 86+50                                                            |
| Zuid-Holland                    | VIII-1963                                               | Maken van een zandberm aan de binnenzijde van Schielands Hoge Zeedijk tussen hmp. 7,60 en 34,40             |
| Zuid-Holland                    | XI-1963                                                 | Verbetering van de Lekdijk te Krimpen a/d Lek tussen hm 194,25 en 197,20                                    |
| Zuid-Holland                    | III-1964                                                | Bepanting van een torrestrook langs de rijksweg Monster-Loosduinen i.v.m. afgraving 'Geestje'               |
| Zuid-Holland                    | XI-1964                                                 | Verbetering Lekdijk tussen hmp. 122,75 en 127,75 te Lekkerkerk                                              |
| Gemeente Hellevoetsluis         | I-1961                                                  | Aanleggen van een riolering binnen de wallen                                                                |
| Zeeland                         | 169-1962                                                | Uitbaggeren van een rioolwatergang van Middelburg naar Veere                                                |
| Groningen Zeedijk langs de Eems | 9/1963, dienst 1963/1964                                | Maken van een nieuw buitenhoofd voor de oude provinciale zeelsuis te Delfzijl met bijkomende werken         |
| Groningen                       | 4/1962, opgedragen bij overeenkomst 7/1962, dienst 1962 | Grond- en baggerwerken ten behoeve van een uitbreiding van de binnenhaven te Delfzijl met bijkomende werken |

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

| Provincie-c.q. gebied | Nummer en dienstjaar | Omschrijving van het werk                                                                                                              |
|-----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zeeland               | 1964                 | Verzwaren van de zeedijk tussen dp. 32+66 m van de calamiteuze Willem-Annapolder en dp. 3 en 27 m van de polder Hoedekenskerke         |
|                       |                      | Levering van betonartikelen voor idem                                                                                                  |
|                       |                      | Slopen van een woonhuis ten behoeve van idem                                                                                           |
|                       |                      | koopsom afkomende materialen f 760,—                                                                                                   |
|                       |                      | koopsom sloopwerk f 300,—                                                                                                              |
|                       | 1960-1963            | Verhogen en verzwaren van de zeedijk voor het Waterschap de Vereenigde Polders van Ossensisse en het calamiteuze Waterschap Walzoorden |
|                       | 13-9-1963            | Staat van meer werk nr. 5                                                                                                              |
|                       |                      | Maken van uitwegen, drainage, onkruidbestrijding, levering van split                                                                   |
|                       | 29-6-1963            | Staat van meer werk nr. 6                                                                                                              |
|                       |                      | Verdiepen en vorruimen van een suatriegeul                                                                                             |
|                       | 13-9-1963            | Staat van meer werk nr. 7                                                                                                              |
|                       |                      | Herprofilieren en graven van een sloot                                                                                                 |
|                       |                      | Staat van meer werk nr. 8                                                                                                              |
|                       |                      | Leveren en plaatsen van een afrastoring                                                                                                |
|                       | 10-4-1964            | Staat van meer werk nr. 1 (gewijzigde staat) zandverschuiving tussen dp 10-11.50                                                       |

# openbaar bestede en gegunde werken

| Aannemingssom                                                       | Aannemer                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| f 864 000,—                                                         | N.V. Baggermij. 'Holland' te Hardinxveld                                                          |
| f 128 725,—                                                         | N.V. Aann.Mij. v/h Timmer te Dordrecht                                                            |
| f 264 000,—                                                         | Fa. Gebr. v. d. Geest te Hillegom                                                                 |
| f 1 272 499,—                                                       | Aann. comb. Joh. Boele Fzn's Zand- en Grint-Handels- en Transportbedrijf en P. Paans te Rotterdam |
| f 1 492 000,—                                                       | Fa. Gebr. Hakkers en Fa. G. Schermers en Zn. te Werkendam                                         |
| f 1 280 993,—                                                       | Comb. Gebr. Mol te Hendrik Ido Ambacht                                                            |
| Eenhedsprijzen                                                      | Aann. bedrijf Oosterwijk N.V. te Rotterdam                                                        |
| f 168 000,—                                                         | D. Gouwens en Zn's Aann. bedrijf te Krimpen a/d IJssel                                            |
| f 11 803,—                                                          | J. Boon te 's-Gravenzande                                                                         |
| f 391 500,—                                                         | Aann. bedrijf J. H. de Vos te Krimpen a/d Lek                                                     |
| f 288 100,—                                                         | Fa. Kraayveld te Barendrecht                                                                      |
| f 39 840,—                                                          | Fa. W. van Vossen & Zn. te St. Annaland                                                           |
| f 1 695 000,—<br>(geheel ten laste van de<br>dijkverzwaring)        | Amsterdamse Aannemings Maatschappij N.V. te 's-Gravenhage                                         |
| f 2 850 000,—<br>(ten laste van de dijkver-<br>zwaring f 809 600,—) | N.V. Aannemingsmaatschappij v/h Hillen en Roosen te Amsterdam                                     |

| Aannemingssom                                                  | Aannemer                                    |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| f 2 126 000,—                                                  | C.V. Gebr. van 't Verlaat te Hardinxveld    |
| f 173 608,50                                                   | N.V. Betonfabriek Haringman te Goes         |
| te vorderen f 460,—                                            | Fa. C. Westdorp & Zn. te Goes               |
|                                                                | Aann. Mij. Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht |
| f 16 242,68                                                    |                                             |
| f 12 000,—                                                     |                                             |
| f 6 150,—                                                      |                                             |
| f 9 950,—                                                      |                                             |
| f 42 151,94                                                    |                                             |
| In de Rijksbijdrage wordt<br>een voorschot van 97%<br>verleend |                                             |

# Deltadienst    Opgave van de door het Rijk ten behoeve van de uitvoering van de Delta

| Nummer van de overeenkomst | Datum             | Omschrijving van het werk                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DED 506a                   | 5 oktober 1964    | Overeenkomst tot wijziging van de overeenkomst nr. DED 506, betreffende het leveren en monteren van een kabelbaan voor de sluiting van de Grevelingen.                                                                                                       |
| DED 568a                   | 7 september 1964  | Overeenkomst tot wijziging van de overeenkomst nr. DED 568 voor het maken van een grondlichaam met glooiing op de Hellegatplaten                                                                                                                             |
| DED 590a                   | 11 september 1964 | Overeenkomst tot wijziging van de overeenkomst nr. DED 590 voor het maken van een havendam en oevervoorzieningen van de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad                                                               |
| DED 621a                   | 14 oktober 1964   | Overeenkomst tot wijziging van bestek nr. DED 621, dienst 1963—1964, voor het verruimen van een suatiegeul, het maken van zanddepots, een haven met loswal en bijkomende werken onder de gemeenten Arnhemuiden, 's-Heer Arendskerke, Veere en Wolfaartsdijk. |
| DED 624a                   | 28 augustus 1964  | Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED 624, voor het maken van laadstations, verhardingen en afrasteringen ten behoeve van de kabelbaan over de Grevelingen.                                                                                    |
| DED 638                    | 27 november 1964  | Het ter beschikking stellen en onderhouden van een ingericht directiekantoor bij West Repart onder de gemeente Middenschouwen                                                                                                                                |
| DED 691                    | 1 december 1964   | Maken en leveren van twee stalen meetinrichtingen voor debietmeting.                                                                                                                                                                                         |
| DED 695                    | 11 november 1964  | Het vervaardigen en leveren en op de Grevelingendam opstellen van een installatie met toebehoren voor het verladen van nat zand, alsmede voor het vervaardigen en leveren van zes transportbakken.                                                           |
| DED 704                    | 6 november 1964   | Het afsluiten van de noordelijke geul van de Grevelingen, het aanleggen van het dijkvak door die geul, met bijkomende werken, onder de gemeenten Bruinisse, Oude Tonge en Nieuwe Tonge.                                                                      |
| DED 705                    | 11 september 1964 | Het vervoeren, lossen en opschelven van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat.                                                                                                                                          |
| DED 707                    | 27 oktober 1964   | Leveren van betonblokken voor de Grevelingendam                                                                                                                                                                                                              |
| DED 708                    | 4 november 1964   | Het maken van twee stellingen voor debietmeting in de Noord nabij de Verkeersbrug te Alblasserdam                                                                                                                                                            |
| DED 709                    | 28 september 1964 | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat.                                                                                                                                                                  |
| DED 710                    | 28 september 1964 | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat.                                                                                                                                                                  |
| DED 711                    | 28 september 1964 | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat.                                                                                                                                                                  |
| DED 712                    | 28 september 1964 | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat                                                                                                                                                                   |
| DED 713                    | 28 september 1964 | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat                                                                                                                                                                   |
| DED 715                    | 29 oktober 1964   | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat                                                                                                                                                                   |
| DED 716                    | 29 oktober 1964   | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat                                                                                                                                                                   |
| DED 717                    | 29 oktober 1964   | Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat                                                                                                                                                                   |
| DED 718                    | 27 oktober 1964   | Het vervangen van de stoomketel en een stoomlier en het verrichten van reparatie- en andere werkzaamheden aan de Rijksbok „Ursus”                                                                                                                            |
| DED 719                    | 18 november 1964  | Het verrichten van redactionele werkzaamheden ten behoeve van „Het Driemaandelijks Bericht Deltawerken”.                                                                                                                                                     |
| DED 723                    | 27 oktober 1964   | Het verrichten van waterwaarnemingen in het waterschap „De Beneden Donge”                                                                                                                                                                                    |

# werken gesloten onderhandse overeenkomsten

| Aannemingsom                                                    | Aannemer                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Aann. som gewijzigd van<br>NF. 5 857 500,—<br>in NF 8 261.000,— | Etablissement Neyrpic te Grenoble (Frankrijk)                 |
| —                                                               | Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld               |
| Aann.som gewijzigd<br>van f 3 598 200,—<br>in f 3 548 585,35    | Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld               |
| —                                                               | Aannemingsmaatschappij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht       |
| —                                                               | Combinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld                       |
| —                                                               | N.V. Dijkbouw te 's-Gravenhage                                |
| f 35 920,—                                                      | Constructie- en reparatiewerkplaats 'Walcheria' te Vlissingen |
| f 232 000,—                                                     | Combinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld                       |
| f 9 515 500,—                                                   | Combinatie 'Grevelingen' te Hardinxveld                       |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. v/h T. W. Volker en Zn te Sliedrecht                      |
| eenheidsprijzen                                                 | N.V. Betonfabriek Haringman te Goes                           |
| f 16 140,—                                                      | A. v.d. Hoek jr. te Heenvliet                                 |
| eenheidsprijzen                                                 | N.V. Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld                        |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. Gebr. Hakkers te Werkendam                                |
| eenheidsprijzen                                                 | P. C. Klein te Willemstad                                     |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. T. den Otter te Meerkerk                                  |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. J. en P. van Wijngaarden te Sliedrecht                    |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. v/h T. W. Volker en Zn. te Sliedrecht                     |
| eenheidsprijzen                                                 | J. A. de Ruiter c.v. te Hardinxveld                           |
| eenheidsprijzen                                                 | Fa. Gebr. Hakkers te Werkendam                                |
| f 109 000,—                                                     | N.V. Rijdsijk-Boss te Hendrik Ido Ambacht                     |
| —                                                               | W. F. G. Breekveldt te Amsterdam                              |
| —                                                               | A. Drepstraten te 's-Gravenmoer                               |

