

deltawerken

augustus 1968 nummer 45



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

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

De prijs bedraagt f8,- per jaar of f2,25 per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 227 Versiering van de Deltawerken
- 234 Experimenteel verziltingsonderzoek
- 244 De inrichting van het Grevelingen-
bekken
- 252 De invloed van de afsluiting van het
Volkerak op de getijbeweging in het
Deltagebied tot aan de afsluiting van
het Haringvliet
- 259 Onderbouw van de kabelbaan over
het Brouwershavensche Gat

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

- 266 Het dijkvak op de Zuidwal
- 274 **Vorderingen**



'Wind en Water' van Carel Kneulman

A. De werken van het Deltaplan

Versiering van de Deltawerken

De Deltawerken zullen hun eigen monument zijn. Geen gedenktekens zullen ons en latere generaties een overtuigender indruk kunnen geven van de grote nationale inspanning die de afsluiting van de zuidwestelijke zeegaten geweest is, dan de dammen, bruggen en sluizen zelf. Hun omvang, hun ligging in de brede rivierlandschappen en hun functionele vormen maken op de beschouwer een bij uitstek monumentale indruk; niet alleen bij mooi zomers weer, maar op een verhevigde manier bij stormachtige lucht en een aangaande zee. Een goed kunstwerk – de betekenis van het woord wordt hier al dubbelzinnig – moet kunnen worden aangeraakt en beklommen. Aan deze eis voldoen de Deltawerken in het bijzonder. Over de dammen worden snelwegen aangelegd, naast wegen voor langzaam verkeer, zodat men er in een voertuig in een tempo naar keuze overheen kan rijden. Grote in de dam opgenomen kunstwerken, zoals de uitwateringsluizen in het Haringvliet, zullen wellicht blijvend aantrekkelijk blijken als doel van een excursie.

Hier en daar wordt in de onmiddellijke omgeving van de dammen de gelegenheid geopend om te spelen en uit te rusten. Halverwege de dam door de Grevelingen vindt men een restaurant, en over de snelweg op de binnenberm van de dam door het Brouwershavensche Gat komt een ongelijkvloerse kruising, met behulp waarvan men vanaf de grote weg en vanaf de brede parkeerberm aan de buitenzijde van de dam de aan de binnenzijde naast de dam gelegen camping en speelweide op de Middelpaat, midden in het Brouwershavensche Gat, kan bereiken.

Het is in het algemeen toegestaan voor rekening van het Rijk uitgevoerde bouwwerken esthetisch te verfraaien, indien het daarvoor door het Rijk ten koste te leggen bedrag niet hoger wordt dan in de orde van grootte van $\frac{1}{2}$ à 1% van de bouwsom. Voor de verfraaiing van de Deltawerken heeft men in dit opzicht nog niet veel gedaan; wat men gedaan heeft is tot nu toe voornamelijk beperkt gebleven tot het aanleggen van levendigende grasperken of enig plantsoen en tot het incidenteel opspuiten van een strandje, bij voorkeur door het gebruik van overtollige specie, dus door het maken van 'werk met werk', zodat de nieuwe werken waar nodig een meer speels en menselijk aanzicht kregen.

Natuurlijk blijft de wens bestaan, nog eens een groot Delta-monument op te richten. De



Op 4 juli jl. werd het beeld 'Wind en Water' op de Veersche Gatdam nabij Vrouwepolder onthuld

monumentaliteit van de Deltawerken nijgt lichtelijk naar de monotonie, de lijnen zijn allemaal wel erg horizontaal, er is in al deze monumentaliteit zeker nog wel plaats voor een monument. De Afsluitdijk levert daarvan een sprekend voorbeeld. Daarbij komt, dat de bouw van een monument de mens de indruk geeft dat hij zichzelf, zoals dat heet, *vereeuwigd* – een dubieuze term in het licht van de relatieve bodemdaling. De wens om een gedenkteken achter te laten, leeft zeker ook bij de aannemers. Er zijn echter enorme moeilijkheden te overwinnen als het gaat om het plaatsen van een monument binnen de geweldige dimensies van de Deltawerken. Zo is een aanbod, door de aannemers gedaan, om in het Haringvliet een monument te stichten en over te dragen aan het Rijk, vast-

gelopen op artistieke moeilijkheden. De aanvankelijke opzet was, een monument van niet al te grote omvang te plaatsen nabij de uitwateringssluizen. De sluizen zelf, en het bedieningsgebouw, domineren echter reeds zodanig in de wijde vlakte, dat een monument van de voorgestelde grootte eenvoudig niet zou worden opgemerkt. Een groot monument in of op het dijklichaam zou een kostbare fundering en aanzienlijk meer geld vragen en grotere technische consequenties hebben dan men bereid was te aanvaarden. Een voor-
aanstaand kunstenaar, voor dit project benaderd, zag na lang beraad ook geen mogelijkheid om te gaan ontwerpen en te realiseren op een zo grote schaal als hier nodig zou zijn, zodat dit project voorlopig werd opgegeven.

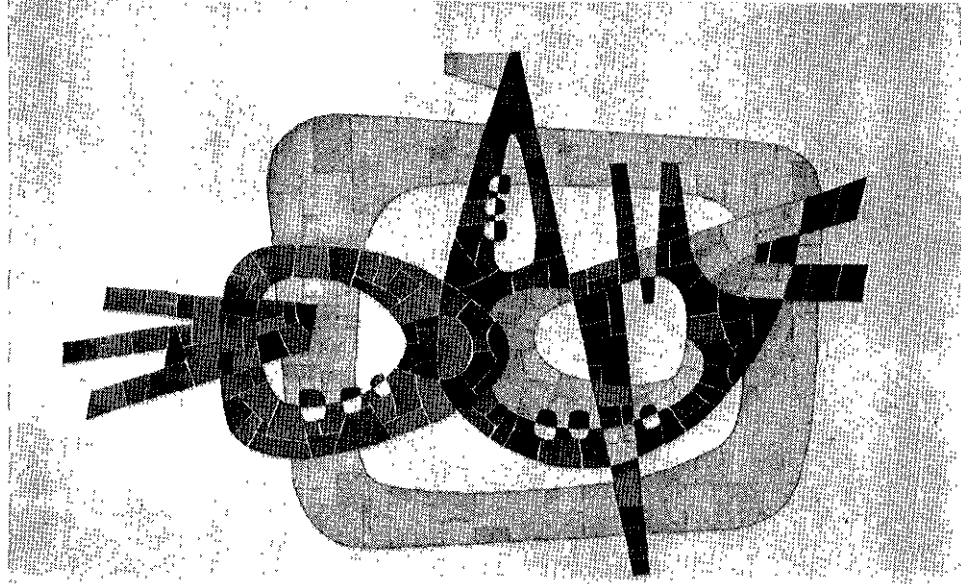
'Wind en Water'

Sedert de afsluiting met caissons van het Veersche Gat in 1961 leefde de wens om de dam met een plastiek te verfraaien. Opdracht tot het ontwerpen van zulk een plastiek werd gegeven aan de Amsterdamse beeldhouwer Carel Kneulman. In nauwe samenwerking met de Rijksadviescommissie Monumentale Kunsten van het Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk, heeft de heer Kneulman in totaal 5 proefontwerpen gemaakt, waarvan uiteindelijk het ontwerp 'Wind en Water' in uitvoering werd genomen. Op donderdag 4 juli 1968 kon het beeld worden onthuld in aanwezigheid van een beperkt aantal genodigden, waaronder de heer en mevrouw Kneulman.

Voorafgaand aan de onthulling werd het woord gevoerd door het hoofd van de Deltadienst, een vertegenwoordiger van het Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk en een lid van de Raad van Bestuur van de N.V. Dijkbouw. De onthulling zelf werd verricht door mevrouw M. A. Dibbits-Colenbrander, echtgenote van ir. H. A. M. Dibbits, die tijdens de bouw van de dam door het Veersche Gat hoofd was van de directie Zuid van de Deltadienst. Het onthulde beeld is door de kunstenaar 'Wind en Water' genoemd. De sculptuur, op een zo hoge rechthoekige sokkel op het binnentalud van de dijk geplaatst dat ze van vrijwel alle kanten gezien vrijstaat tegen de lucht, heeft aan de zeezijde ronde vormen, terwijl er naar het land gericht felle bekken aanzitten, die de agressie verbeelden waarmee de wind het water tegen het land opjaagt, en als het kan er overheen. Het beeld is uitgevoerd in brons, en zal in de eerstkomende jaren verzwarten, en daarna wellicht groen worden, al moet men afwachten welke uitwerking precies de zoute zeewind op de patina zal hebben. Opvallend is, hoe goed het beeld het uithoudt tegen de dijk. De goedmoedig-rande vorm van de asfaltdijk levert een paar mooie zachte lijnen als fond voor de onrustige, vliegende plastiek. Het is de bedoeling dat op de sokkel nog een gedenkplaat zal worden aangebracht waarop te lezen zal zijn dat het beeld werd gemaakt voor de aannemingsmaatschappij Dijkbouw N.V., die de dam bouwde in opdracht van de Rijksoverheid.

Van Carel Kneulman staan in ons land en in het buitenland verschillende werken. Wij noemen onder andere het dubbelbeeld 'Europeanen' tegenover het Concertgebouw te Amsterdam, het grote brons op de ingangsluifel van het Hoofdcommissariaat van Politie te Den Haag en het Lieverdje in Amsterdam. In de Versöhnungskirche in het voormalige kamp Dachau bij München is een vier meter hoog beeld van Kneulman geplaatst, dat zich uitsprekt over het hier geleden leed: Drie mannen in de vurige oven.

Het centraal machinegebouw van de schutsluizen in het Volkerak is zo zwaar ontworpen dat het behalve bij een directe voltrefter ook tijdens en na een nucleaire oorlog kan blijven functioneren. Het behoeft misschien geen betoog, dat deze additionele eis het machinegebouw esthetisch niet ten goede gekomen is; het ziet er dreigend en massief



De versiering op het centraal machinegebouw van de schutsluizen in het Volkerak



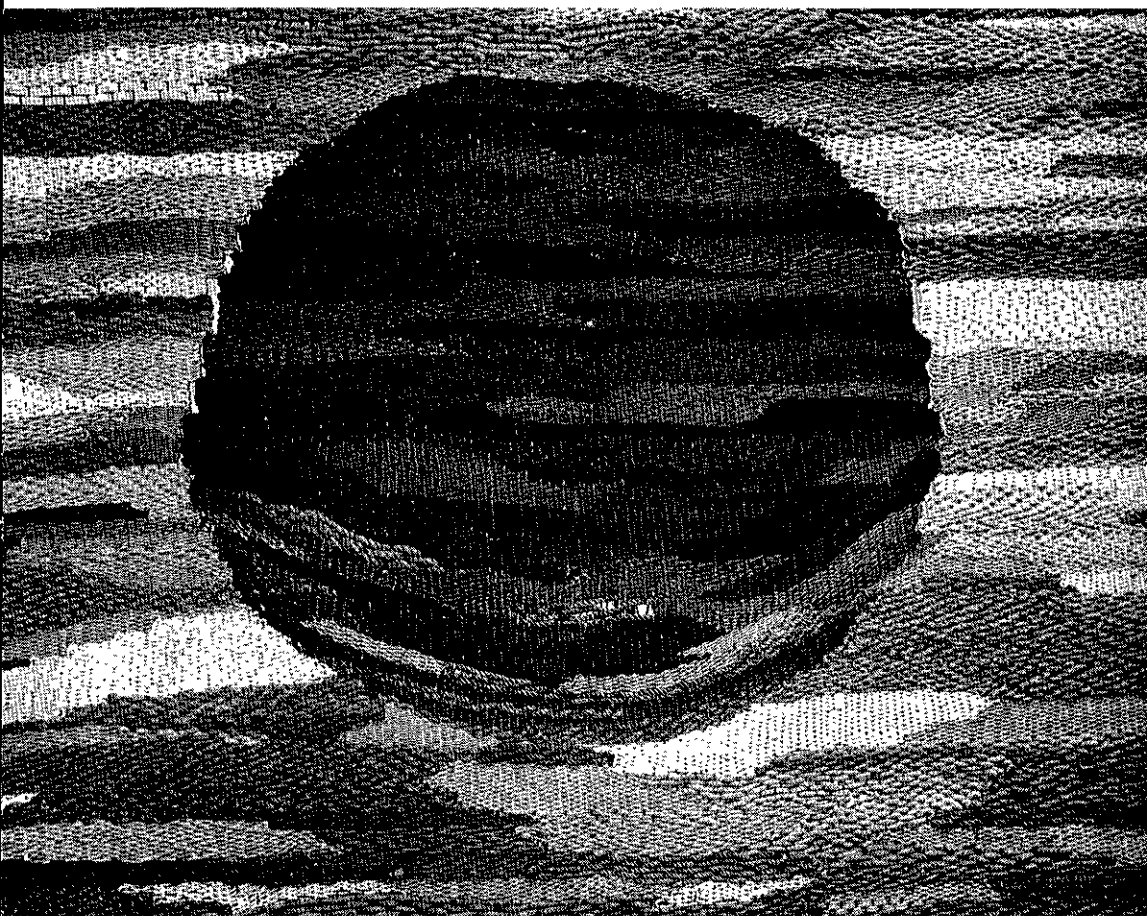
uit en het aanbod van de aannemer om een der gevels van dit gebouw met een plastiek te laten versieren, werd door de Deltadienst dankbaar aanvaard.

Een vrije opdracht werd verstrekt aan de kunstenaar Jan van den Brink te Etten (N.B.), die een relief in keramische tegels ontwierp met als belangrijkste figuur een vogel. De kunstenaar koos de noordgevel van het gebouw uit als plaats voor zijn plastiek. Omdat daar weinig scherp licht komt, had het geen zin een plastische vorm te ontwerpen. Om het grote grijze betonvlak zo veel mogelijk te verlevendigen, heeft de kunstenaar het grove materiaal bouwkeramiek gekozen, een van de weinige grondstoffen die tegen zoveel beton niet verielen. Het gebouw staat nogal geïsoleerd en de plastiek zal dan ook meestal van vrij grote afstand worden gezien. De vormen zijn daarom eenvoudig gehouden, mede om de harmonie met de betonkubus niet te verstoren. Een rand van kwartsiet zorgt voor de overgang van keramiek naar beton. De plaats op de gevel werd bepaald door een viertal uitlaatpijpen die links in de muur zitten verwerkt. Om een zeker kleurevenwicht te bereiken, zal onder de uitlaatpijpen een opgaande beplanting worden aangebracht. Het ontwerp van Van den Brink is aanvaard, en zal binnen afzienbare tijd aan het machinegebouw worden aangebracht.

Aan de uitwendige versiering van het bedieningsgebouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet is nog niets gedaan. Voor het interieur van dit gebouw daarentegen is in

1967 een belangrijke aankoop verricht, in de vorm van een wandkleed van touw, gemaakt door mevrouw Will Fruytier te Ouderkerk aan de Amstel. Het wandkleed, dat een plaats heeft gekregen in de kantine op de eerste verdieping van het bedieningsgebouw, is vervaardigd in het atelier. Grotere wandkleden, zoals dat in de hall van het nieuwe gebouw van de Nedlloyd te Amsterdam. maakt mevrouw Fruytier wel 'in situ': de ketting wordt dan gespannen aan de wand waar het kleed moet komen te hangen, en het werk wordt ter plaatse vervaardigd. Het doek dat thans eigendom is van de Rijkswaterstaat, werd gemaakt voor de Biennale de Tapisserie 1965 in Lausanne. Zoals alle kleden van mevrouw Fruytier, bevat het uitsluitend natuurlijke tinten: kleurstof komt er nooit aan te pas. De kunstenaar koopt touw, zo mogelijk gebruikt, anders nieuw. De donkere tinten worden geleverd door geteerd of getaand – door koken in taan verduurzaamd – touw. Dit doek werd op touw gezet als een experiment in rond weven. Probeert men dit kunstje met een gewoon gobelinweefsel, dan zal het bol gaan staan en scheef trekken;

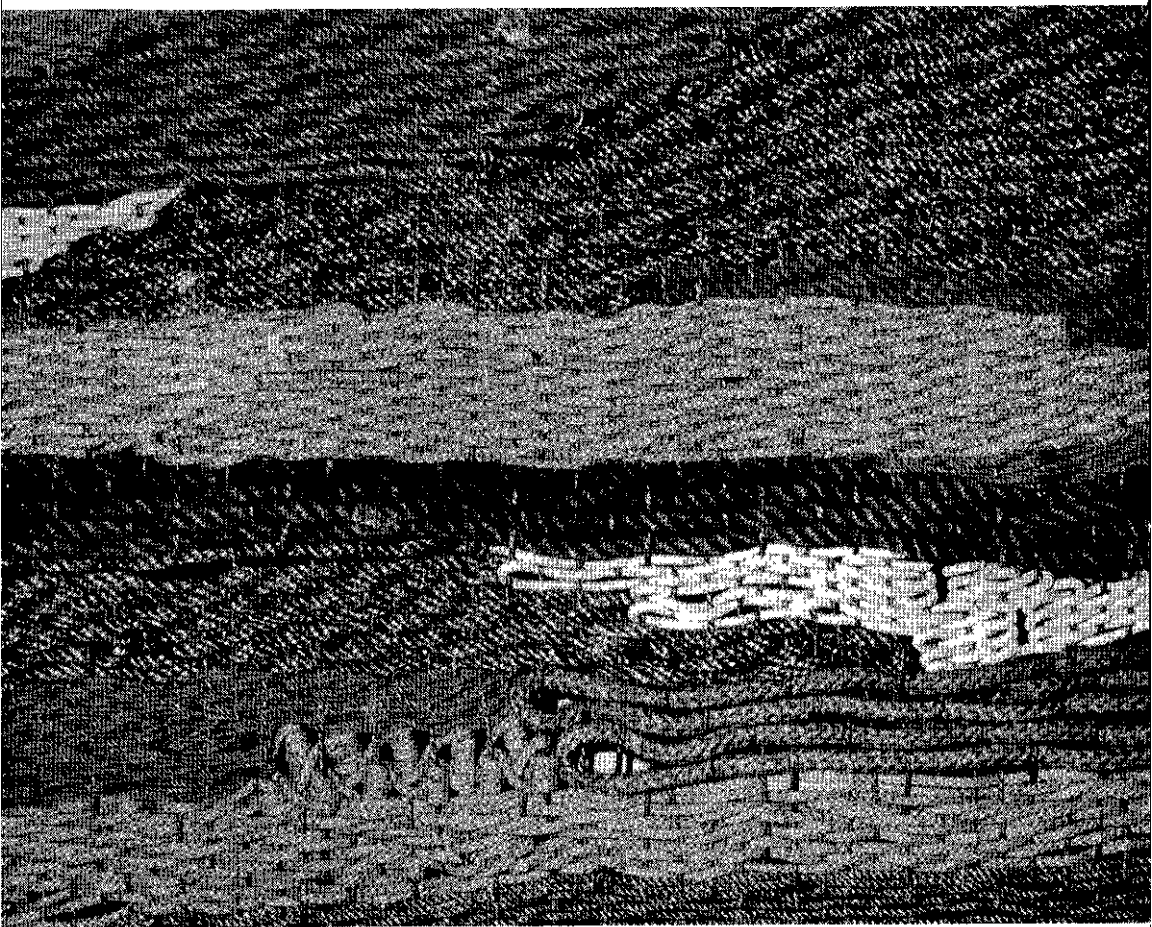
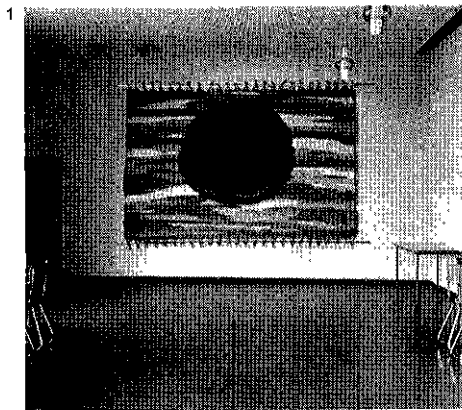
Het wandkleed van Will Fruytier

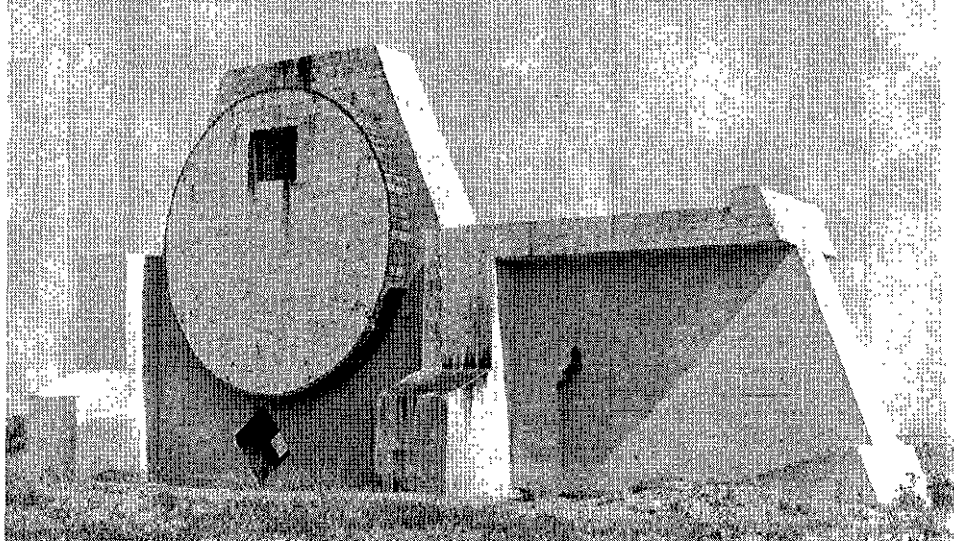


1 Het wandkleed in de cantine van het centraal be-
dieningsgebouw in het Haringvliet

2 Detail van het wandkleed

3 Het ankerblok op de dam door de Grevelingen





3

maar het door mevrouw Fruytier zelf gebouwde weeftoestel maakte het mogelijk deze Koptische techniek opnieuw toe te passen.

Ander werk van Will Fruytier: een groot, in opdracht vervaardigd wandkleed in de *Doelen te Rotterdam*, en een wandkleed in het Havenziekenhuis aldaar. Op een voorjaarstentoonstelling in Haarlem confronteerde mevrouw Fruytier het publiek dit jaar met haar nieuwste experimenten: doeken van geheel egale kleur – alles is uitgevoerd in dik wit katoen –, waarvan alleen nog de structuur spreekt.

De natuur is een groot kunstenaar; maar de techniek kan, bij haar driftig zoeken naar optimale functies, toch opeens niet minder verrassende vormen voortbrengen. Voor de vaste verankering van de kabelbaan waarmee in 1964 de noordelijke geul van de Grevelingen werd gesloten, was op het noordelijke landhoofd van het sluitgat een ankerblok van beton gebouwd, dat de kabelkrachten op de grond moest overbrengen. Het meest opmerkelijke onderdeel van dit blok is een ronde haspel, waar de kabel vijf keer omheen geslagen werd, alvorens te worden vastgemaakt aan het blok. Het blok is met in twee richtingen schoor geheide palen ondersteund.

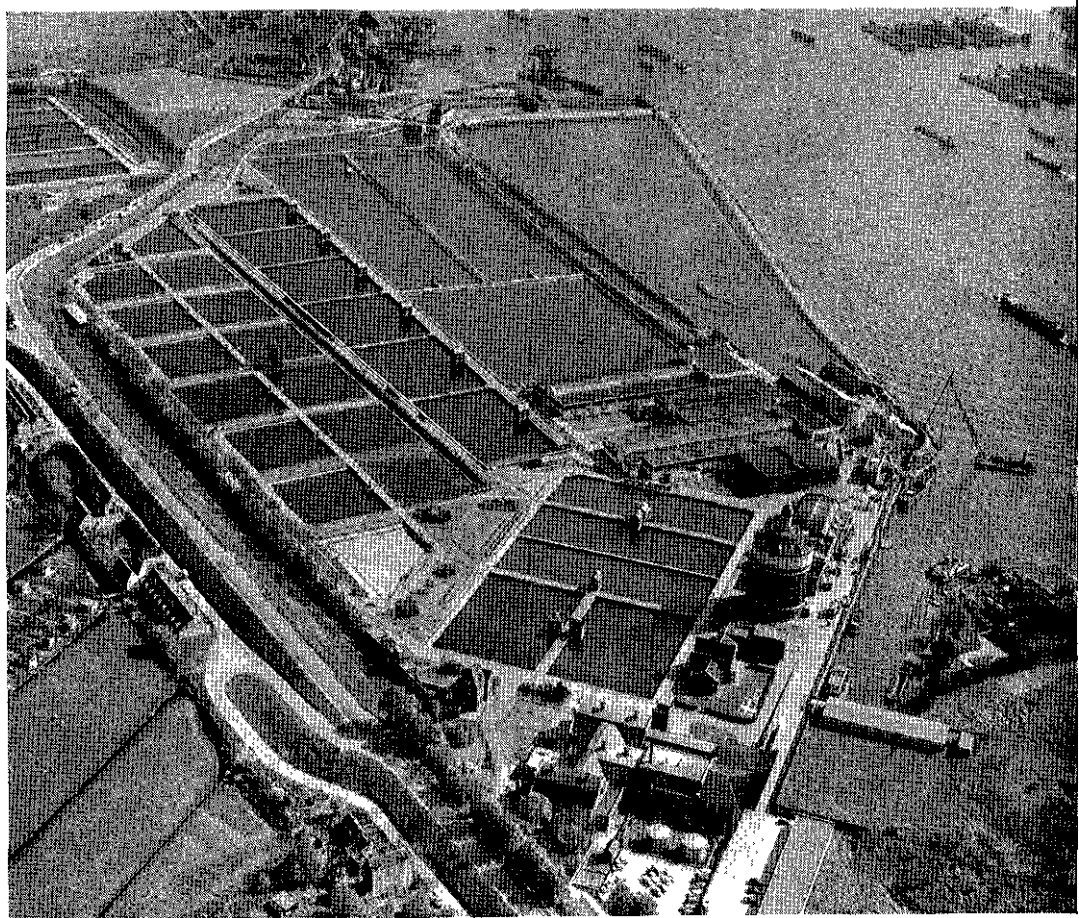
Het zou een kostbaar karwei zijn, dit ankerblok op te ruimen. Wie het op een tocht over de Grevelingendam opeens aan de kant van de weg ziet staan, voelt dat het niet alleen duur, maar ook jammer zou zijn, dit – niet als zodanig bedoelde – technische monument te doen verdwijnen. De bevolking van de omliggende gemeenten ervaart dit blijkbaar net zo, want in het voorjaar van 1968 kwam in de plaatselijke pers een actie op gang, om het ankerblok, dat ook wel haspel, of op z'n Frans tambour, of zelfs Deltaklok genoemd wordt, voor de toekomst te sparen. Een meer authentiek aandenken aan de verbinding van twee voorheen geïsoleerde eilanden is niet denkbaar. De wensen van de bevolking, door de burgemeesters van de gemeenten Oostflakkee en Middelharnis aan de Deltadienst overgebracht, sloten op gelukkige wijze aan op voorstellen die binnen die Dienst al waren gedaan. De bedoeling is nu dat een plaatselijk comité geld bijeenbrengt voor een eenvoudige gedenkplaat met de tekst: 'Dit ankerblok herinnert aan de kabelbaan die de verbinding tot stand bracht tussen Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland.'

De grote rivieren zijn van veel belang voor de waterhuishouding van ons land. Dit geldt vooral voor de laaggelegen poldergebieden, die voortdurend met verzilting vanuit zee worden bedreigd. Het zeewater kan zich over grote afstanden landinwaarts verspreiden door de open riviermonden en door kanalen, die door sluizen van de zee zijn afgesloten. Wanneer zoet water aan de benedenlopen van de rivieren of aan de kanalen moet worden onttrokken voor de voorziening in de behoefte van land- en tuinbouw of van bevolking en industrie, zullen zich moeilijkheden voordoen, zodra de onttrekkingspunten binnen de invloedssfeer van de verzilting geraken.

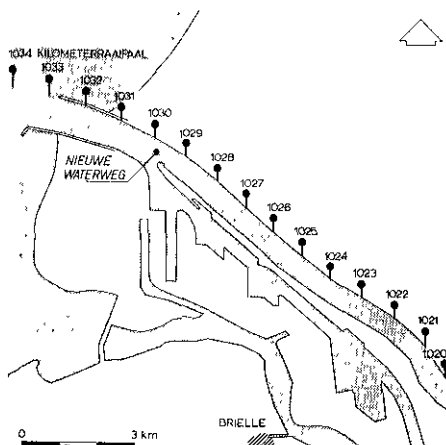
Reeds in het begin van deze eeuw rees de vraag of op die plaatsen waar rivierwater voor de drinkwatervoorziening aan de benedenrivieren werd onttrokken, in de toekomst wel steeds over voldoende zout water zou kunnen worden beschikt. Aanleiding tot die vraag was de verzilting van de Nieuwe Waterweg, die voortschreed naarmate de werken tot verbetering van deze nieuwe scheepvaartweg een grotere omvang aannamen. Reeds in 1892 en 1905 werden uitvoerige metingen verricht om de mate van verzilting nabij de mond van de Nieuwe Waterweg vast te stellen. In de zomers van 1907 en 1908 werden in de Nieuwe Waterweg, de Brielsche Maas, het Haringvliet, het Volkerak en de Krammer opnieuw zoutmetingen verricht, ditmaal in het raam van een van rijkswege verricht onderzoek naar de eventuele bedreiging der wateronttrekkingspunten, de zogenaamde 'prises d'eau'. De toelichting op de nota inzake dit onderzoek concludeert echter: 'dat de verrichte metingen geen voldoende uitsluitsel geven omtrent de beoordeling van de vraag of een prise d'eau op een bepaalde plaats steeds over voldoende zoet water kan beschikken. De verrichte metingen zijn slechts op enkele dagen in het goede seizoen verricht. Dit onderzoek was reeds zo kostbaar dat er met de beschikbare geldmiddelen geen sprake kon zijn van een langduriger onderzoek gedurende andere seizoenen.'

In het verdere verloop van deze eeuw werd die twijfel weggenomen: de verzilting van de Nieuwe Waterweg is steeds meer toegenomen als gevolg van de aanleg van havens en de voortdurende verruiming van de rivier voor de scheepvaart. Vooral zomers met kleine Rijnafoeren geven aanleiding tot klachten betreffende de verzilting. De in de jaren 1920 en 1921 geconstateerde voortschrijding van de verzilting is voor Dijkgraaf en Hoogheemraden van Delfland aanleiding geweest een commissie in te stellen om het verschijnsel van de verzilting van Delflands boezemwater te onderzoeken en de eventuele schadelijke invloed ervan op de land- en tuinbouw te bepalen. Deze commissie

Het waterleidingbedrijf aan de Honingerdijk te Rotterdam



Figuur 1



wees het binnendringen van rivierwater door de Oranjesluis nabij km 1025,5 tussen Maassluis en Hoek van Holland en de sluisen te Maassluis nabij km 1018 aan als oorzaak van de verzilting van het boezemwater. Als voornaamste middel ter voorkoming van de verzilting suggereerde ze het inlaten van zoveel mogelijk zoet water bij verder stroomopwaarts gelegen sluisen en het lozen van het water door die sluisen waardoor het verzilte water tot dan toe was binnengedrongen. De Parksluisen te Rotterdam werden daarmee toen reeds het belangrijkste inlaatpunt van zoet water, aangezien het zilte water in 1922 bij vloed zelfs bij middelbare rivierafvoer al tot voorbij Vijfsluisen nabij km 1009 tussen Schiedam en Vlaardingse reikte.

De jaren 1933 en 1934 met relatief kleine rivierafvoeren hebben geen al te grote moeilijkheden veroorzaakt. Welk een ernstige bedreiging voor de omliggende polders het water van de Nieuwe Waterweg kon inhouden, bleek in 1947, toen de rivierafvoeren tot zeer lager waarden daalden. De zoutinvloed vanuit zee reikte toen al tot voorbij de Parkhaven, zodat voor het op peil houden van de boezemkanalen brak water op de boezem moest worden ingelaten. In aller ijf werden noodmaatregelen getroffen om het inlaten van water vanuit Rijnland en Schieland mogelijk te maken. Tevens werden plannen gemaakt voor het stichten van een semi-permanent gemaal te Leidschendam en het aanbrengen van beweegbare pompen voor de inlaatopeningen van de duikersluis onder het gemaal te Gouda. Toen al deze maatregelen in 1953 waren uitgevoerd was de zone waarin de verzilting op de Nieuwe Maas bij lage rivierafvoeren gevaarlijk wordt voor de omliggende polders verlegd van de Parksluisen naar de mond van de Hollandsche IJssel. Op de Oude Maas werd intussen het inlaatpunt van de Brielsche-Maasboezem te Spijkenisse steeds meer door de opdringende verzilting bedreigd.

Het onderzoek naar de verziltingstoestand op de benedenrivieren is geruime tijd beperkt gebleven tot het waarnemen van het zoutgehalte op enkele vaste plaatsen en tot het vaststellen van de uiterste grenzen, waartoe de verzilting bij bepaalde rivierafvoeren in stroomopwaartse richting reikte. Simultane metingen van het verloop van het zoutgehalte gedurende een getij in het mondingsgebied van de Nieuwe Waterweg zijn hierbij niet verricht.

Gedurende de vijftiger jaren is het onderzoek naar het verziltingsproces weer intensiever geworden, mede met het oog op de noodzaak om de gevolgen van het Deltaplan op de verziltingstoestand van de Nieuwe Maas en de Oude Maas te kunnen voorspellen. Daar-

toe zijn in 1956 enkele reeksen simultane metingen uitgevoerd, waarbij op verschillende dagen het verloop van het zoutgehalte gedurende een volledig getij werd waargenomen. De Deltacommissie heeft in bijdrage IV-4 van haar eindadvies belangrijke beschouwingen aan het verziltingsmechanisme gewijd. De daarin opgenomen voorspellingen betreffende de verziltingstoestand na de uitvoering van het Deltaplan zijn voornamelijk gebaseerd op de gegevens van het zoutonderzoek in de vijftiger jaren, en gelden slechts zo lang de waterstaatkundige toestand van het benedenrivierengebied, afgezien van de gevolgen van het Deltaplan, geen belangrijke wijzigingen ondergaat.

Sedert ongeveer 1960 heeft zich echter op het gebied van de scheepvaart een stormachtige ontwikkeling voorgedaan. Vooral de afmetingen van olietankers zijn in korte tijd vele malen groter geworden. De haven van Rotterdam heeft zich hierbij aangepast door het havenareaal in zeewaartse richting, dus in de richting van diep vaarwater uit te breiden. Uit waarnemingen in de laatste jaren blijkt dat de invloed van de verzilting als gevolg van de aanleg van Europoort en de verbredingswerkzaamheden aan de rivier opnieuw is toegenomen, en dat zelfs de mond van de Hollandsche IJssel bij kleine rivierafvoeren gevaar loopt te verzilten. Gedurende de laatste jaren zijn verschillende simultane metingen verricht, waarbij het verloop van het zoutgehalte gedurende een getij op verschillende plaatsen is waargenomen. Tevens zijn op verschillende plaatsen registrerende zoutmeters opgesteld.

Verwacht moet worden dat door het aanleggen van nieuwe havens en het verder aanpassen van de vaargeul aan de toenemende diepgang van de schepen de verzilting nog zal voortschrijden, tenzij adequate middelen worden toegepast om aan het verziltingsgevaar te ontkomen. In het navolgende zal worden nagegaan welke deze middelen zijn en wat ermee kan worden bereikt.

Het verziltingsverschijnsel in de mond van de Nieuwe Waterweg

De Nieuwe Waterweg is een vrij smalle benedenrivier met betrekkelijk gering getijverschil, waarin een vermogende bovenrivier uitmondt. Bij elk getijde trekt gedurende de vloed een hoeveelheid zeewater naar binnen en bij eb een hoeveelheid brak water naar buiten, daar behalve het binnengekomen zeewater tevens het van boven aangevoerde zoete water moet worden afgevoerd.

Door menging met het zoete water blijft een deel van het zeewater achter; ware dat niet zo, dan zou het water op het laatst van de eb tot de mond toe overal zoet moeten zijn, hetgeen niet het geval is. Uit de waarnemingen nabij de mond blijkt dat er vooral gedurende de ebperiode opvallende verschillen bestaan tussen de zoutgehalten in de bovenste en onderste waterlagen. Korte tijd nadat de laagste waterstand is bereikt neemt het zoutgehalte van het water nabij de bodem sterk toe als gevolg van het omkeren van de stroomrichting van het water.

Dit verschijnsel treedt in de geulen eerder op dan in de ondiepere delen. Het duurt betrekkelijk lang voordat de vloedstroom en de daarmee gepaard gaande verhoging van het zoutgehalte op grotere hoogte boven de bodem merkbaar wordt. De kentering nabij de oppervlakte valt doorgaans pas enkele uren na de kentering bij de bodem. Het waterpeil op de rivier heeft dan reeds bijna zijn hoogste stand bereikt. Op de kentering neemt het zoutgehalte van de bovenste lagen in korte tijd toe tot ongeveer dezelfde waarde als nabij de bodem.

Bij niet al te grote rivierafvoeren blijft de sterke menging gehandhaafd tot enkele uren nadat de hoogste waterstand is bereikt. Gedurende het resterende deel van de ebperiode vindt dan weer een verzoeting plaats waarbij het zoutgehalte van de bovenste

lagen door de grotere snelheid van de ebstroom sterker afneemt dan dat van de onderste lagen.

Bij het analyseren van de meetgegevens is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de waarnemingen in de diepste gedeelten van de vaargeul, aangezien deze geul een belangrijke rol vervult bij het verziltingsverschijnsel.

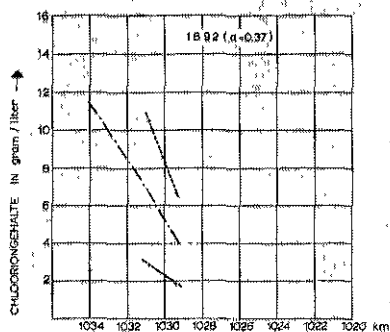
Er is voornamelijk gelet op de laagste en hoogste waarden van het zoutgehalte, die als gemiddelden over de diepte worden bereikt. Het laagste gemiddelde wordt bereikt op het moment van de kentering van de ebstroom nabij de bodem. De gehalten nabij het oppervlak nemen dan weliswaar nog verder af, maar dit weegt niet op tegen de tegelijkertijd optredende sterke toeneming van het gehalte nabij de bodem. Het laagste gemiddelde is eenvoudigheidshalve bepaald als het gemiddelde van het gehalte aan de oppervlakte en dat bij de bodem. Uit het onderzoek blijkt dat dit goed overeenkomt met het werkelijke gemiddelde over de gehele diepte.

De stromingstoestand is gekarakteriseerd met een parameter a , die de verhouding weergeeft tussen de hoeveelheid rivierwater die per getij naar zee afstroomt en het volume water dat gedurende de vloedperiode nabij de mond vanuit zee wordt aangevoerd. Beide hoeveelheden kunnen van getij tot getij belangrijke verschillen vertonen als gevolg van afwijkingen van de normale getijbeweging en van variaties in de rivierafvoer.

Historische ontwikkeling

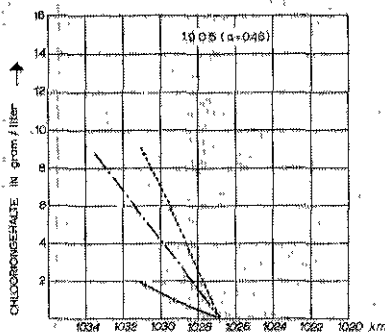
In 1864 werd met het werk aan de Nieuwe Waterweg begonnen; in 1868 kwam de doorgraving aan de zeezijde tot stand. De doorgraving van de duinen had toen een diepte bereikt van 2 meter onder L.W. over een bodembreedte van 10 meter. De berekeningen van Caland deden verwachten dat de vaargeul zich door de getijbeweging verder vanzelf zou verdiepen. In juli 1871 werden twee loggers door de geul naar zee gesleept, terwijl in november van dat jaar de eerste logger met een diepgang van 2,80 meter bij een waterstand van A.P. + 0,60 m zonder hulp van een sleepboot naar binnen zeilde. Na de teleurstellende ontdekking dat het natuurlijke uitschuringsproces van de getijstromen niet aan de verwachtingen beantwoordde, werden na 1872 de hoofden verlengd tot 2000 en 2300 meter. Toen het van deze verlenging verwachte effect opnieuw tegenviel, werd besloten 15 kapitale baggermolens aan het werk te zetten om de geul te verdiepen tot 5,50 meter onder L.W. Ook werd een Staatscommissie ingesteld om te onderzoeken op welke wijze de verbetering van de Nieuwe Waterweg diende te worden voortgezet. Eind 1878 bracht deze Commissie verslag uit, waarbij ze zich ten stelligste verklaarde tegen het denkbeeld om de Nieuwe Waterweg door sluizen van zee te scheiden. Ze raamde het nog te verrichten baggerwerk op 33 miljoen m³, en deed een aanbeveling tot normalisering van de rivier van Krimpen tot in zee, afsluiting van de Botlek en de Oude Maas, beperking van de breedte in de mond en aanleg van een schutsluis door de westpunt van Rozenburg. De regering heeft de adviezen van de commissie grotendeels aanvaard.

In 1891 had de Nieuwe Waterweg een diepte bereikt van 6,80–7,80 meter onder L.W. Het havenareaal langs de rivier was toen nog nauwelijks van betekenis. In de zomer van 1892 werden de eerste grootscheepse zoutwaarnemingen gedurende een getij verricht en wel op drie achtereenvolgende dagen telkens op een andere plaats, waarbij de waarnemingen van het zoutgehalte nabij de bodem en de oppervlakte telkens op drie verschillende plaatsen in de betreffende raai werden verricht. Het verticale getij week op deze dagen weinig af van de normale getijbeweging, zodat de resultaten van de metingen onderling in voldoende mate vergelijkbaar zijn. Op grond van de in de periode



Figuur 2

— oppervlakte
 --- bodem
 - - - gemiddelde

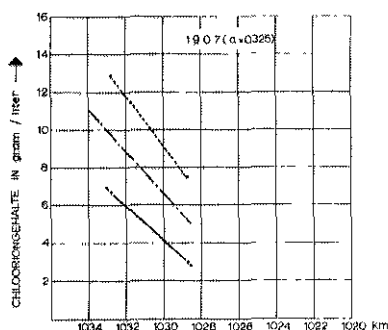


Figuur 3

van 1885 tot 1897 verrichte afvoermetingen werd het vermogen van de rivier nabij de mond – dat is vloedvolume plus ebvolume – bepaald op 86 miljoen m³. De afvoer van de Nieuwe Waterweg bedroeg bij een waterstand te Keulen van 38,40 m ongeveer 14 miljoen m³, zodat de factor die de verhouding van de rivierafvoer tot het vloedvolume weergeeft, gesteld kan worden op $a = 14 : 38 = 0,37$. De met behulp van areometers bepaalde waarden van het soortelijk gewicht van het water nabij de oppervlakte en de bodem zijn omgerekend tot zoutgehaltes bij een watertemperatuur van 17,5° C. In fig. 2 zijn de bewerkte resultaten weergegeven voor de kilometerraaien 1030,8 en 1029,35 resp. ten westen en ten oosten van de Berghaven te Hoek van Holland, en voor raai 1026,9, enkele kilometers verder stroomopwaarts.

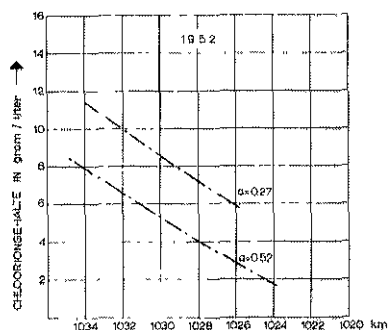
In 1902 bedroeg de diepte van de vaargeul reeds 9 meter beneden L.W. en was de bruto inhoud van de schepen die jaarlijks de Nieuwe Waterweg in- en uitvoeren, 37 miljoen m³. Tot dit ogenblik leverde de verzilting van de rivier nog geen problemen op. In juli 1905 werd in dezelfde raaien als in 1892 een uitvoerig onderzoek verricht naar de verziltings-toestand in de mond van de Nieuwe Waterweg. Op verschillende dagen werd een volledig getij doorgemeten. Op een van de meetdagen is het zoutgehalte in de drie raaien simultaan gemeten, terwijl tevens nog het gehalte gemeten is in een verder stroomopwaarts gelegen raai. Op enkele meetdagen week het verticale getij iets af van het normale, wat afwijkingen veroorzaakte van het gemiddelde verloop van het zoutgehalte met de tijd. De afvoer van de Bovenrijn nam gedurende de meetperiode af van 1800 tot ongeveer 1700 m³ per seconde. Het getij-vermogen van de rivier nabij de mond kan voor 1905 worden gesteld op 115 miljoen m³. De afvoer van de Nieuwe Waterweg bedroeg bij deze rivierafvoer 22 miljoen m³, zodat a kan worden gesteld op $22,5 : 49 = 0,46$. Het resultaat van de zoutwaarnemingen is voor de laagwaterstroomkentering weergegeven in fig. 3.

In de drie opeenvolgende jaren na 1905 had de Rijn gedurende de herfstperioden een kleine afvoer. Hierdoor rees voor het eerst twijfel aan de blijvende waarde van langs de rivier gelegen onttrekkingspunten van drinkwater. In de zomers van 1907 en 1908 werden metingen verricht om de gerezen vragen te kunnen beantwoorden. In de mond



Figuur 4

— oppervlakte
 --- bodem
 - - - gemiddelde

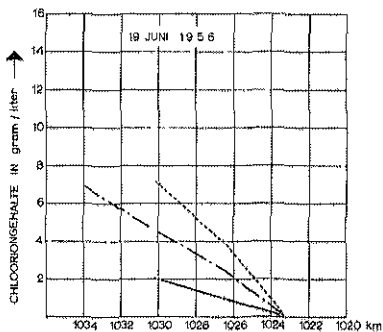


Figuur 5

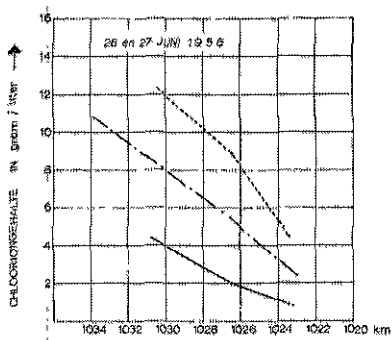
van de Waterweg zijn simultane metingen verricht op 24 september 1907 en op 22 juli 1908 in raai 1032,75 tussen de hoofden en op onderlinge afstanden van 4 kilometer in rivierwaartse richting.

Het getijvermogen van de rivier is sinds 1905 nauwelijks veranderd. De afvoer van de Rijn te Lobith bedroeg bij de eerste serie metingen 1240 m³/sec en bij de laatste serie in 1908 1500 m³/sec. De factor a bedraagt voor deze series resp. $a = 17 : 52 = 0,325$ in 1907 en $a = 19 : 51 = 0,37$ in 1908. In de inleiding is reeds vermeld dat op grond van deze metingen geen duidelijk beeld kon worden verkregen van de verziltingstoestand. Bij de analysering van de gegevens blijkt dat omstreeks de laagwaterstroombekering in 1907 het zoutgehalte nabij de bodem in km 1024,75 een plotselinge verhoging onderging. Aangezien hetzelfde verschijnsel 2 uur tevoren in de stroomopwaarts gelegen raai 1020,75 was opgetreden, hebben we hier te doen met een toevallige, storende invloed, waarschijnlijk veroorzaakt door zijdelingse lozing van zout water. De overige raaien zijn niet door dit verschijnsel beïnvloed, zodat de betreffende gegevens in fig. 4 slechts voor deze raaien zijn vermeld. De metingen in juli 1908 zijn eerst na de laagwaterbekering begonnen en voordat de volgende laagwaterbekering voorbij was, beëindigd, zodat ze geen volledig beeld geven van de situatie bij de laagwaterbekering. Bij het begin van de metingen was het water bij raai 1020,75 en 1024,75 over de gehele diepte zoet, maar aan het einde was deze toestand nog niet weer bereikt. Het verkregen beeld wijkt overigens niet merkbaar af van dat der metingen van 1905 en 1907.

De volgende perioden met kleine rivierafvoeren traden op in 1920 en 1921. Inmiddels was bij de wet van 1917 bepaald dat de Nieuwe Waterweg voorlopig op een diepte van 10 meter beneden L.W. en later op een diepte van 11 meter beneden L.W. zou worden gebracht. De moeilijkheden die de tuinbouw in Delfland van de verzilting ondervond namen tengevolge van die maatregelen steeds meer toe; van de maatregelen die ter bestrijding van de verzilting werden genomen is in de inleiding reeds melding gemaakt. Het havenareaal langs de rivieren, dat in 1908 nog slechts 180 ha bedroeg, had in 1917 een oppervlakte van 300 ha bereikt; in 1934 was het uitgegroeid tot 700 ha. Het getijvermogen van de rivier – gerekend van de zee tot de betreffende havens – nam door



Figuur 6



Figuur 7

de met de havenaanleg gepaard gaande toeneming van de komberging toe. Door de sterkere getijstromen ontstond een profielverruiming zodat de gemiddelde snelheden van het water weer afnamen.

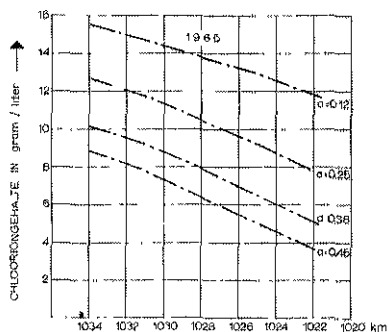
Tot 1950 is voor het beoordelen van de zouttoestand vooral gebruik gemaakt van de periodieke bemonsteringen die op verschillende plaatsen aan de oevers van de beneden-rivieren werden verricht. In 1947 zijn gedurende de periode met kleine rivierafvoeren verschillende metingen verricht gedurende een geheel getij, doch deze zijn op de Nieuwe Waterweg slechts verricht in kilometerraai 1030 nabij Hoek van Holland. Tevens is een uitgebreid onderzoek ingesteld naar de begrenzing van de zoutinvloed vanuit zee in stroomopwaartse richting.

Het resultaat van de analyse van de tot 1952 beschikbare zoutgegevens is weergegeven in fig. 5, en wel als de gemiddelde waarden van het zoutgehalte van oppervlakte en bodem bij de laagwaterkentering voor een gemiddelde rivierafvoer te Lobith van $2300 \text{ m}^3/\text{sec}$ en een lagere-rivierafvoer van $1150 \text{ m}^3/\text{sec}$. Het getijvermogen van de Nieuwe Waterweg bedroeg toen bij de mond 175 miljoen m^3 . De a -waarden behorende bij de bovenvermelde afvoeren bedragen resp. $37 : 71 = 0,52$ en $20,5 : 76 = 0,27$.

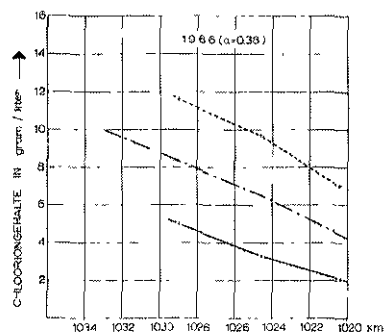
In 1956 is opnieuw een uitgebreide serie afvoer- en zoutmetingen verricht op de Nieuwe Waterweg, de Nieuwe Maas en de Oude Maas. De metingen in het mondingsgedeelte van de Nieuwe Waterweg zijn verricht in de raaien 1030, 1026,9 en 1023,4. Gedurende de waarnemingsperiode van 19 tot 27 juni nam de Rijnafvoer te Lobith af van 2550 tot $2270 \text{ m}^3/\text{sec}$. De waarde van a daalde hierdoor van $a = 44 : 70 = 0,63$ tot $a = 38 : 72 = 0,53$. Er is een opmerkelijk verschil tussen de waargenomen zoutgehalten gedurende de eerste dagen en die van de laatste dagen van het onderzoek. De figuren 6 en 7 geven de resultaten van deze series weer. Het is niet bekend, waardoor het grote verschil van de zouttoestand volgens fig. 7 ten opzichte van die volgens fig. 6 en fig. 5 is veroorzaakt. Omstreeks deze tijd was de Nieuwe Waterweg bij half tij bevaarbaar voor schepen met een diepgang van 37 tot 38 voet. De petroleumhavens langs de Nieuwe Maas waren bereikbaar voor schepen met 37 voet diepgang en de Waalhavens voor schepen met 36 voet diepgang. Het daarna uitgevoerde verbeteringsprogramma heeft de Botlekhavens bereik-

— oppervlakte
 - - - bodem
 — — — gemiddelde

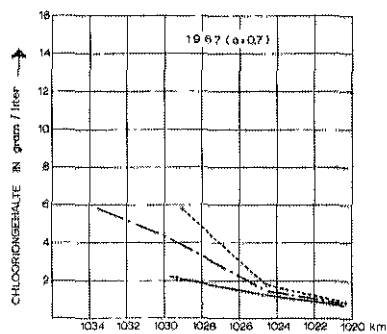
Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



baar gemaakt voor schepen met een diepgang van 43 voet en de petroleumhavens voor schepen van 39 voet diepgang. De Europoort is na de aanleg aangepast aan schepen met steeds grotere diepgang. Door het baggeren van een geul in zeewaartse richting zal deze haven toegankelijk worden voor schepen met een diepgang van 62 voet, dat is bijna 19 meter.

Uit de waarnemingen blijkt dat de verzilting van de benedenrivieren als gevolg van de uitbreiding van de havens en de verbeteringswerkzaamheden op de rivieren sterk is toegenomen. Het inlaten van zoet water door de Parksluizen is nog slechts in uitzonderingsgevallen mogelijk, evenals het inlaten van grote hoeveelheden water te Spijkenisse ten behoeve van de verversing van de Brielsche-Maasboezem.

In januari 1963 drong de invloed van het zeewater verder stroomopwaarts door dan ooit te voren. Hierbij is de omgeving van de mond van de Hollandsche IJssel in ernstige mate verzilt. Na ampele overwegingen is toen besloten de stormvloedkering nabij de mond van de Hollandsche IJssel te sluiten, teneinde het ongerief voor het drinkwaterleidingbedrijf aan de Honingerdijk te Rotterdam zoveel mogelijk te beperken. Deze maatregel is echter weinig zinvol. Weliswaar wordt het vloedvolume van de rivier ter plaatse verminderd met de kombergingsinhoud van de Hollandsche IJssel, doch daar staat tegenover dat het ebvolume eveneens kleiner wordt, zodat de omgeving van de mond van de Hollandsche IJssel tijdens de ebperiode minder wordt ververst.

Gedurende de laatste jaren zijn veel simultane waarnemingen van het zoutgehalte uitgevoerd in de raaien 1031 en 1015 op de Nieuwe Waterweg en in raai 1005 op de Nieuwe Maas. Fig. 8 geeft de resultaten van de analyse van deze resultaten weer voor verschillende rivierafvoeren. De betreffende a -waarden zijn in de figuur vermeld. Voor de zestiger jaren zijn tenslotte nog beschikbaar de resultaten van simultane metingen op 24 september 1966 en 22 april 1967 in de raaien 1029, 1024,6, 1020,4 en 1015,6 op de Nieuwe Waterweg. De Rijnafvoer te Lobith bedroeg bij deze metingen resp. 1814 m³/sec en 2553 m³/sec. Bij het bepalen van de a -waarden doen zich bij deze metingen moeilijkheden voor, daar de verticale getijbeweging in beide gevallen afweek van de normale. Op 24 september 1966 was de getijbeweging gedempt. De H.W.-stand bedroeg slechts + 0,79 m en de L.W.-stand slechts — 0,50 m, terwijl H.W. normaal + 0,90 m bedraagt en L.W. normaal — 0,68 m. De opvolgende H.W.-stand bedroeg slechts + 0,49 m. Onder normale omstandigheden zou de waarde van $a = 32 : 91 = 0,35$ hebben bedragen. Door de beschreven afwijkingen zal a echter iets hoger zijn geweest. Op 22 april 1967 was de L.W.-stand vrij normaal, maar de voorafgaande H.W.-stand 0,22 m hoger dan normaal, als gevolg van een voorafgaande periode met door windinvloed sterk verhoogde middenstand. Deze samenloop van omstandigheden bemoeilijkt het bepalen van een waarde voor a . In de figuren 9 en 10 zijn waarden van a vermeld door zoveel mogelijk aan te sluiten bij de resultaten van de analyse volgens fig. 8, omdat deze resultaten steunen op veel waarnemingsmateriaal.

Een belangrijke verdieping van het inzicht kan worden verkregen met behulp van de resultaten van registrerende zoutmeters, die op verschillende plaatsen langs de benedenrivieren zijn opgesteld. Voor het verziltingsonderzoek in de diepere delen van de vaargeulen opent deze methode echter geen mogelijkheden, aangezien het niet mogelijk is de meetcellen op die plaatsen aan te brengen.

De inrichting van het Grevelingenbekken

Het Grevelingenbekken komt te liggen tussen de eilanden Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland. De oostelijke begrenzing wordt gevormd door de Grevelingendam, de westelijke door de dam door het Brouwershavensche Gat, die naar verwachting in 1971 zal kunnen worden gesloten. Momenteel is het een gebied van water, platen, slikgronden en schorren.

Het Grevelingenbekken zal in de toekomst twee belangrijke functies hebben te vervullen, te weten: als instrument voor de waterhuishouding en als recreatie- en natuurgebied.

Het bekken ontvangt het overtollige water van de erop lozende polders, en zal onder de nieuwe omstandigheden een onderdeel vormen van de aanvoerweg van zoet water voor de wateraanvulling ten behoeve van de land- en tuinbouw en voor de drinkwatervoorziening. Dit brengt met zich mee dat bepaalde eisen moeten worden gesteld aan de mogelijkheden van peil- en waterkwaliteitsbeheersing. Daarnaast is de beheersing van de waterkwaliteit ook in milieu-hygiënisch opzicht van belang.

Ten aanzien van de functie van het Grevelingenbekken als recreatie- en natuurgebied geldt het volgende. Het bekken maakt deel uit van het nog weinig verstedelijkte Delta-gebied, dat een centrale ligging heeft aan de kust van het meest verstedelijkte deel van West-Europa met een vele miljoenen tellende bevolking. Voor deze bevolking zal het nog open Deltagebied, naast andere belangrijke functies, tevens een zeer belangrijke functie kunnen vervullen op het gebied van de openluchtrecreatie, vooral ook omdat het mogelijk zal blijken daarvoor geheel nieuwe gelegenheden te scheppen.

Eén van de knelpunten bij de openluchtrecreatie wordt gevormd door het gebrek aan ruimte voor de dagrecreatie op betrekkelijk korte afstand van de grote steden. Onmiskenbaar groeit ook de behoefte om het gehele weekend elders door te brengen. Het is dus van belang dat het grootste deel van het Deltagebied binnen afzienbare tijd zal vallen binnen de sfeer van de dag- en weekendrecreatie vanuit de randen van het Delta-gebied, die worden gekenmerkt door een voortschrijdende verstedelijking. Voorts zal de betekenis van het Deltagebied voor de vakantierecreatie nog aanmerkelijk kunnen groeien. Het Deltagebied biedt veel bezienswaardigs aan landschaps- en stedenschoon. Het strand en de duinen, de Deltawerken en droogvallende gronden met nog te ontwikkelen nieuwe mogelijkheden voor de openluchtrecreatie, de zandgronden in westelijk Noord-Brabant, het polderland, de oude stadjes en de grote waterbouwkundige werken, zullen tezamen een grote attractie vormen voor de recreatie-zoekende mens. Het Deltagebied is tevens

een belangrijk natuurgebied, dat een grote biologische rijkdom vertoont. Door de afsluiting van de zeegaten worden de nu nog aan het getij onderhevige gebieden het sterkst beïnvloed; onvermijdelijk zullen bepaalde plant- en diersoorten verdwijnen. Daar staat tegenover dat uitgestrekte binnenwateren met droogvallende gronden zullen ontstaan waarvan bepaalde delen zich tot belangwekkende natuurgebieden zullen ontwikkelen.

In dit Deltagebied is het Grevelingenbekken centraal gelegen.

Uit de beide vorengenoemde functies van het Grevelingenbekken vloeien beperkingen voort ten aanzien van andere functies. Zo zal het bekken slechts een kleine bijdrage kunnen leveren tot de zandwinning. Verder is de landbouwkundige waarde van de droogvallende gronden over het algemeen gering, zodat de bestemming tot recreatie- en natuurgebied geen ontwikkelingsmogelijkheden ontnemt aan de land- en tuinbouw.

Waterhuishoudkundige betekenis

Het Grevelingenbekken beslaat een oppervlakte van ongeveer 14 000 ha.: van deze oppervlakte zal ongeveer drievierde gedeelte uit water bestaan. Op het Grevelingenbekken wateren thans ongeveer 15 000 ha op het oude land gelegen gronden af; ongeveer 10 000 ha hiervan kunnen tevens afwateren op de Oosterschelde. Na voltooiing van het Deltaplan zal het Grevelingenbekken tevens fungeren als een potentiële aanvoerweg van zoet water naar ongeveer 29 000 ha rond dat bekken gelegen gronden. Voor de verwachte ontwikkeling van de tuinbouwgrond op Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland moet dit van grote betekenis worden geacht.

Ten behoeve van de waterkwaliteitsbeheersing zal het water in het bekken regelmatig moeten worden verversd. Daartoe zal water moeten worden ingelaten via een in de Grevelingendam te bouwen inlaatwerk en water moeten worden geloosd via een in de Brouwersdam op te nemen lozingsmiddel. Deze lozing zal in de toekomst in een wat onzekere positie komen te verkeren als gevolg van de kustontwikkeling voor de dam. Het is dan ook mogelijk dat te zijner tijd mede zal moeten worden overgeschakeld op een andere wijze van lozing, bijvoorbeeld naar de mond van het Haringvliet via een doorgraving van de Hals van Goeree.

De watervoorziening van de bevolking en de industrie begint in het zuidwesten van ons land moeilijkheden op te leveren, en deze moeilijkheden zullen in de toekomst nog toenemen. Een groot deel van de behoefte aan water zal in de toekomst uit oppervlaktewater moeten worden gedekt. Uit een oogpunt van waterkwaliteit komen van de deltabekkens alleen de meer noodostelijk gelegen delen als bronnen van water in aanmerking. Het meest zuidwestelijk gelegen punt dat in dit opzicht nog goede mogelijkheden biedt, ligt nabij de Grevelingendam. Ten opzichte van mogelijke zwaartepunten van waterbehoefte ligt dit punt niet ongunstig. Met het oog op de noodzaak tot het overbruggen van perioden met onvoldoende waterkwaliteit dient de waterproductie te geschieden met tussenschakeling van een spaarbekken.

Op grond van het vorenstaande is in het oostelijk deel van het Grevelingenbekken ruimte gereserveerd voor de aanleg van een spaarbekken met een oppervlakte van 1000 ha, waarin door het toelaten van een zekere peilvariatie drinkwater kan worden opgeslagen. Hoewel het onderzoek naar de technische aspecten van dit spaarbekken nog niet geheel is afgesloten moet het zeker mogelijk worden geacht om ter plaatse jaarlijks 100 miljoen m³ drinkwater te produceren met een zoutgehalte van normaal niet meer dan 200 mg Cl/l. Alleen in zeer droge jaren zal dit zoutgehalte kunnen toenemen tot 250 mg Cl/l.

Ongunstige beïnvloeding van het oude land door vergroting van de zoute kwel en verdrogingsverschijnselen kan worden voorkomen door het spaarbekken van het oude land te scheiden door randmeren, die minstens bepaalde afmetingen moeten hebben. Voor de recreatie vormen de randmeren een uitgangspunt voor het scheppen van nieuwe mogelijkheden. Wat betreft de rand van het spaarbekken moet daarbij de primaire doelstelling van dit bekken niet uit het oog worden verloren en dient te worden gewaakt tegen het scheppen van mogelijkheden voor conflictsituaties tussen de belangen van de openluchtrecreatie en die van een hygiënisch betrouwbare drinkwaterproductie.

Recreatie en natuurbescherming

Door zijn ligging, aard en uitgestrektheid opent het Grevelingenbekken wijde perspectieven voor de realisering van een rijke verscheidenheid aan gelegenheden voor de openluchtrecreatie. Reeds in een vroeg stadium is zowel van rijks- als van provinciale zijde gewezen op de betekenis die het Grevelingenbekken in dit opzicht kan hebben. Ook in de *Tweede Nota over de Ruimtelijke Ordening in Nederland* vindt men dit terug; daarin wordt het Grevelingenbekken aangeduid als een park- en watersportgebied van nationale betekenis *dat ontwikkeld dient te worden voor de dag-, weekend- en vakantie-recreatie*. Voor de inrichting van het Grevelingengebied als recreatie- en natuurgebied zijn de volgende hoofdlijnen van belang.

In de eerste plaats zal voor de te treffen voorzieningen een etappengewijze ontwikkeling moeten worden gekozen. De beschikbare financiële middelen zullen dit zonder meer nodig maken. De natuurlijke ontwikkeling van het nieuwe landschap vergt bovendien tijd, evenals de realisering van de nodige infrastructurele voorzieningen in het gebied zelf en in de omgeving daarvan. Ook kan de omvang en aard van de toekomstige recreatie-activiteiten in het Grevelingengebied niet als een reeds nu volledig bekend en onveranderlijk gegeven worden beschouwd. De mogelijkheid tot aanpassing aan nieuwe omstandigheden dient dan ook in ruime mate te worden opgehouden. Anderzijds moet evenwel in bepaalde delen van het gebied – en met name in het oostelijk en het westelijk deel – reeds van de aanvang af een zó grote recreatieve druk worden verwacht dat de daarvoor te treffen voorzieningen in een vroeg stadium moeten zijn gerealiseerd.

In de tweede plaats zal het rijk geschakeerde recreatie- en natuurgebied, dat in het Grevelingenbekken kan ontstaan, zodanig tot ontwikkeling moeten worden gebracht, dat de verschillende categorieën bezoekers elkaar zo weinig mogelijk zullen hinderen. Het bieden van een grote mate van diversiteit mag evenwel niet leiden tot versnippering. Verder dient het gehele gebied in principe te worden beschouwd als toegankelijk recreatie- en natuurgebied, waarin niet meer dan strikt nodige toegangsbeperkingen en verboden zullen gelden. Plaatselijke en grotendeels tijdelijke toegangsbeperkingen kunnen voortvloeien b.v. uit de belangen van de natuurbescherming.

Er zal zich een gradiënt van bezoekersintensiteit instellen van de goed bereikbare, drukker bezochte periferie naar het meer geïsoleerde, stillere centrum. De recreatieve voorzieningen zullen daarom voornamelijk gesitueerd moeten worden langs de randen van het bekken. Het stil natuurgebied bevindt zich meer in het centrum.

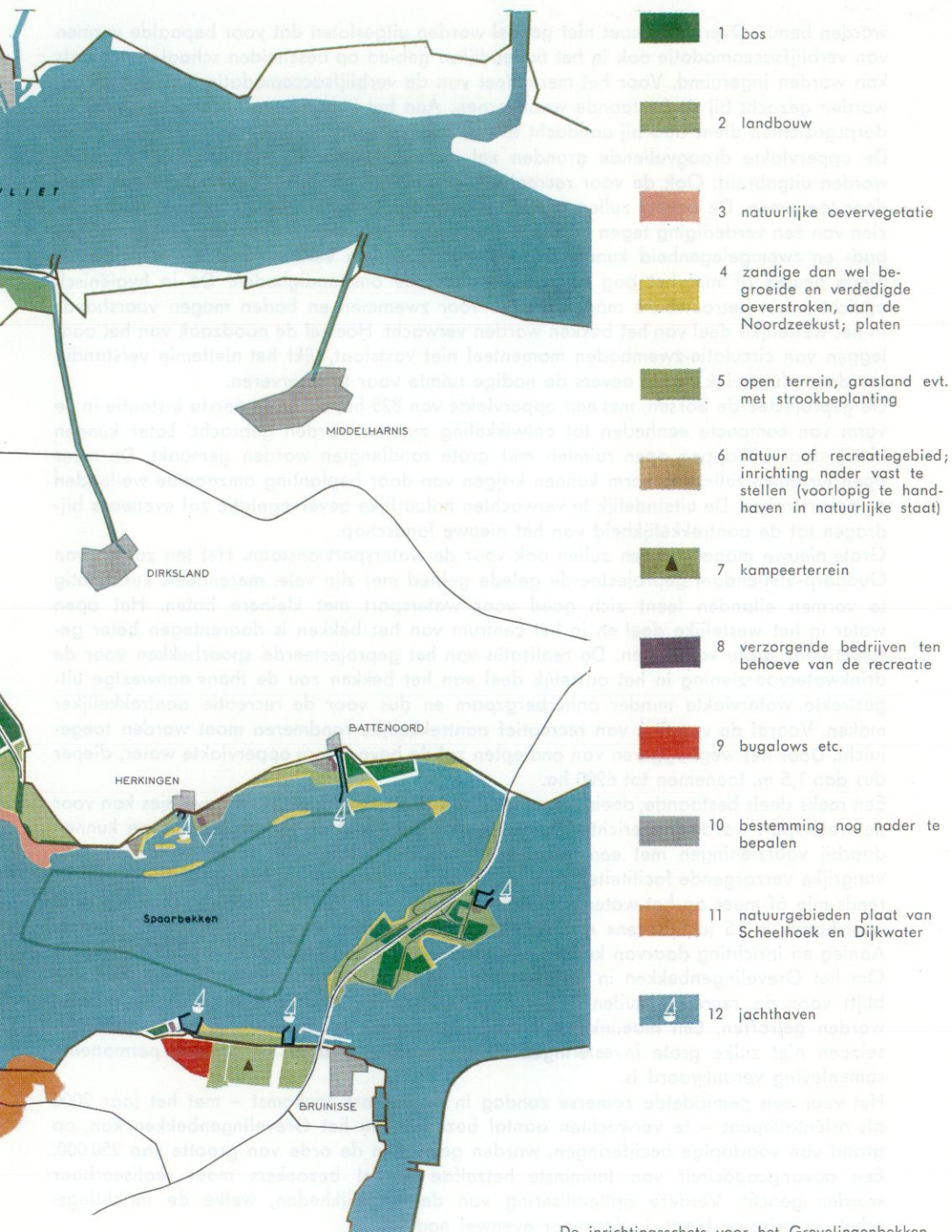
Zoals opgemerkt kunnen langs de randen van het Grevelingenbekken in eerste instantie twee zwaartepunten van de behoefte aan recreatieve voorzieningen worden onderkend. Het eerste ligt in het westen, waar de nabijheid van zee, stranden en duinen in sterke mate bijdraagt tot de aantrekkingskracht van een gebied, dat door de Dammenweg reeds in de beginfase goed zal worden ontsloten; voorts zal het Halskanaal hier mogelijk in de toekomst een toegangsweg vormen voor de watersport. Het tweede ligt in het

oosten, waar de Zeeuwse weg zorgt voor een goede primaire ontsluiting en de schutsluis te Bruinisse reeds beschikbaar is als invalspoort voor de watersport. In de randzones van het Grevelingenbekken kan een grote opvangcapaciteit worden geschapen door de aanleg van oeverstroken met beschuttende beplantingen, lig- en speelweiden, visgelegenheden, eenvoudige hellingen voor het te water laten van per auto aangevoerde boten, consumptiepaviljoens, etc. Dit alles dan bereikbaar via zorgvuldig ontworpen toeristische wegen met voldoende parkeerplaatsen. Fiets-, wandel-, en ruiterpaden zullen de ontsluiting completeren.

In deze randzones is ook plaats voor enige kampeerterreinen. Voor het overige zullen dergelijke terreinen op het oude land moeten worden gesitueerd. De benodigde ruimte voor de gebouwde verblijfsaccommodatie zal primair op het oude land moeten worden gevonden, opdat het recreatie- en natuurgebied zelf zoveel mogelijk als zodanig kan







De inrichtingsschets voor het Grevelingenbekken

worden benut. Overigens moet niet geheel worden uitgesloten dat voor bepaalde vormen van verblijfsaccommodatie ook in het buitendijkse gebied op bescheiden schaal een plaats kan worden ingeruimd. Voor het merendeel van de verblijfsaccommodatie kan aansluiting worden gezocht bij de bestaande woonkernen. Aan het behoud van historische stads- en dorpsgezichten dient daarbij aandacht te worden besteed.

De oppervlakte droogvallende gronden zal door opspuiten of bekaden nog enigszins worden uitgebreid. Ook de voor recreatieve doeleinden geschikte oeverlengte zal daardoor toenemen. De oevers zullen overigens over een grote lengte moeten worden voorzien van een verdediging tegen afslag. Bepaalde oevers zullen wel, andere niet een goede bad- en zwemgelegenheid kunnen bieden; dit laatste in verband met dichtbij gelegen diepe geulen of met het oog op milieuhygiënische omstandigheden. De in hygiënisch opzicht meest betrouwbare mogelijkheden voor zwemmen en baden mogen voorshands in het westelijke deel van het bekken worden verwacht. Hoewel de noodzaak van het aanleggen van circulatie-zwembaden momenteel niet vaststaat, lijkt het niettemin verstandig om daar plaatselijk op de oevers de nodige ruimte voor te reserveren.

De geprojecteerde bossen, met een oppervlakte van 825 ha, zullen in eerste instantie in de vorm van compacte eenheden tot ontwikkeling moeten worden gebracht. Later kunnen hierin door uitkappen open ruimten met grote randlengten worden gemaakt. De meer open terreinen zullen de vorm kunnen krijgen van door beplanting omzoomde weilanden en oeverstroken. De uiteindelijk te verwachten natuurlijke oevervegetatie zal eveneens bijdragen tot de aantrekkelijkheid van het nieuwe landschap.

Grote nieuwe mogelijkheden zullen ook voor de watersport ontstaan. Het ten zuiden van Ouddorp-Stellendam geprojecteerde gelede gebied met zijn vele, merendeels kunstmatig te vormen eilanden leent zich goed voor watersport met kleinere boten. Het open water in het westelijke deel en in het centrum van het bekken is daarentegen beter geschikt voor grote vaartuigen. De realisatie van het geprojecteerde spaarbekken voor de drinkwatervoorziening in het oostelijk deel van het bekken zou de thans aanwezige uitgestrekte watervlakte minder onherbergzaam en dus voor de recreatie aantrekkelijker maken. Vooral de vorming van recreatief aantrekkelijke randmeren moet worden toegejuicht. Door het wegbaggeren van ondiepten zal de bevaarbare oppervlakte water, dieper dus dan 1,5 m, toenemen tot 6900 ha.

Een reeks deels bestaande, deels nieuw tot stand te brengen havens en haventjes kan voor de watersport worden ingericht. Afhankelijk van het karakter van de jachthaven kunnen daarbij voorzieningen met een verzorgend karakter nodig zijn. Jachthavens met omvangrijke verzorgende faciliteiten zijn vooral op hun plaats nabij bestaande, thans veelal reeds min of meer op het water georiënteerde woonkernen. De inrichtingsschets voorziet voorshands in 15 jachthavens met ligplaatsaccommodatie voor 10 000 tot 13 000 boten. Aanleg en inrichting daarvan kunnen zich richten naar de gebleken behoeften.

Om het Grevelingenbekken in een zodanige toestand te houden dat het aantrekkelijk blijft voor de recreatie zullen tamelijk vergaande hygiënische voorzieningen moeten worden getroffen. Een moeilijkheid hierbij is dat voor het betrekkelijk korte recreatie-seizoen niet zulke grote investeringen kunnen worden gedaan als in een permanente samenleving verantwoord is.

Het voor een gemiddelde zomerse zondag in de verdere toekomst – met het jaar 2000 als oriëntatiepunt – te verwachten aantal bezoekers in het Grevelingenbekken kan, op grond van voorlopige begijferingen, worden gesteld in de orde van grootte van 250 000. Een opvangcapaciteit van tenminste hetzelfde aantal bezoekers moet realiseerbaar worden geacht. Verdere optimalisering van de mogelijkheden, welke de inrichtingsschets in principe biedt, is daarvoor evenwel nodig.

Het Grevelingenbekken is als onderdeel van het Deltagebied van nature een contactzone van land en water en als zodanig tevens een belangwekkend natuurgebied. Kenmerkend zijn de grote schaal en de mogelijkheden voor het ontstaan van een gedifferentieerd natuurlijk milieu.

In de nabijheid, op Goeree-Overflakkee en op Schouwen-Duiveland, treft men duincomplexen aan met aan de binnenzijde daarvan woest land. De binnendijkse kreken, de inlagen en de vogelrijke vochtige weilanden dragen eveneens bij tot de verrijking van het natuurlijk milieu.

In het thans nog buitendijks gelegen gebied zal, na het wegvallen van de getijbeweging, eerst een minder aantrekkelijke overgangstoestand optreden die gevolgd zal worden door een etappengewijze ontwikkeling van nieuwe vegetatie-typen. Mede afhankelijk van het zoutgehalte van het boezemwater en de bodemgesteldheid kunnen aan de waterkant riet, biez en zeggengezelschappen worden verwacht, op de hoger gelegen en opgestoven plaatsen wilgen, bramen, duindoorn, meidoorn en tussen de uitersten van nat en droog voorshands een natuurlijk type grasland.

Deze open graslanden zullen als broedplaats en/of pleisterplaats van grote aantallen vogels van velerlei soort van belang zijn. Het deltagebied is een belangrijke schakel in de keten van pleisterplaatsen op de routes van de vogeltrek langs de west-europese kusten. Gebleken is bijvoorbeeld dat in geen ander land van Europa zo grote aantallen ganzen doortrekken en overwinteren. De meer geïsoleerd gelegen delen van het droogvallende gebied in het Grevelingenbekken zullen gelegenheid bieden voor de instelling van refugia, o.a. voor ganzen. De hiervoor te bestemmen open graslanden kunnen in het winterhalfjaar pleisterplaats voor watervogels en in het voorjaar broedterrein voor tal van andere vogelsoorten zijn. Excursies onder deskundige leiding door broedkolonies, het bespieden van voedselzoekende steltlopers en ganzen, kunnen tot het natuurgenoet van velen bijdragen. Na het broedseizoen, dat in het voorjaar en de voorzomer valt, zal de mens op en langs de randen van deze terreinen rust en stilte kunnen genieten.

Teneinde de bovengenoemde mogelijkheden te realiseren dient aan een complex van voorwaarden te worden voldaan.

Zo is de levensvatbaarheid van een gebied als natuurterrein aan een bepaald minimum areaal gebonden. De aanwezigheid in de omgeving van terreinen die min of meer als bufferzones tegen te sterke verstoringen kunnen fungeren, moet bovendien van belang worden geacht. Voorts mogen de natuurgebieden niet worden beschouwd als een vacuüm, waar elke ontwikkeling nog mogelijk is. Een slagvaardig beheer volgens een duidelijk beheersplan door een terzake kundig apparaat zal nodig zijn. Eventuele ingrepen zullen bij voorkeur voor niet te grote gebieden tegelijk dienen te geschieden. Stabiliteit bij de beheersmethodiek is verder van groot belang.

Tenslotte zal naast het onbelemmerd toelaten van natuurlijke processen ongetwijfeld ook met technische maatregelen moeten worden ingegrepen die gericht zijn op de in stand houding van de natuurterreinen als zodanig en de bevordering van het ontstaan van natuurlijke gradiënten. Tot deze maatregelen kan men rekenen: voorzieningen om te grote afslag van de oevers te voorkomen, maatregelen tegen het afschuiven van zandplaten, resp. ter bevordering van duinvorming en beweiding ter bewaring van het open karakter van de graslanden.

De invloed van de afsluiting van het Volkerak op de getijbeweging in het Deltagebied tot aan de afsluiting van het Haringvliet

Door de afsluiting van het Volkerak zal in het Deltagebied een scheiding tot stand worden gebracht tussen het noordelijk en het zuidelijk Deltagebied. Deze twee afzonderlijke gebieden zullen hun definitieve vorm krijgen na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 en de Oosterschelde omstreeks 1978. Het toekomstige Grevelingenbekken, dat na de afsluiting van het Brouwershavensche Gat tot stand zal komen, is reeds van de beide genoemde bekkens gescheiden als gevolg van de aanleg van de Grevelingendam.

De aanleg van een dam door het Volkerak, met name ter plaatse van het Hellegat, is uitvoerig gemotiveerd in deel 5 van het eindrapport van de Deltacommissie. In datzelfde deel van het rapport vindt men ook getijgegevens voor de toestand die in het noordelijk gebied zal optreden na de afsluiting van zowel het Volkerak als het Haringvliet. Naar het zich thans laat aanzien zal het Volkerak echter een jaar eerder worden afgesloten dan het Haringvliet en voor de tussenliggende fase biedt het Deltarapport geen getijgegevens. Het is noodzakelijk gebleken deze lacune aan te vullen en op grond van het daartoe verrichte onderzoek kunnen in dit artikel gegevens worden verschaft over de berekende getijbeweging in de overgangsfase tot aan de afsluiting van het Haringvliet. Om de veranderingen in de getijbeweging ten gevolge van de afsluiting van het Volkerak te doen uitkomen, zal steeds een vergelijking worden gemaakt tussen het gemiddeld getij in de overgangsfase en dat bij de huidige toestand met afgesloten Grevelingen en een gemiddelde boven-Rijnafvoer van $2200 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Voor de huidige toestand zijn de waarden van het gemiddelde getij uit de natuur bekend. Voor de bepaling van het gemiddelde getij in de overgangsfase is gebruik gemaakt van het hydraulisch getijmodel van de benedenrivieren in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en het elektrisch analogon 'Deltar'. Behalve de invloed van de afsluiting van het Volkerak op de gemiddelde getijbeweging in het noordelijk Deltagebied zullen ook enkele gegevens worden vermeld over de gevolgen van de afsluiting op het zuidelijk Deltagebied. Alle resultaten zijn vermeld in de bijgevoegde tabel, waarin ter vergelijking de overeenkomstige waarden voor de huidige toestand zijn opgenomen. De stations waar de vermelde waarnemingen werden gedaan staan aangegeven in figuur 1.

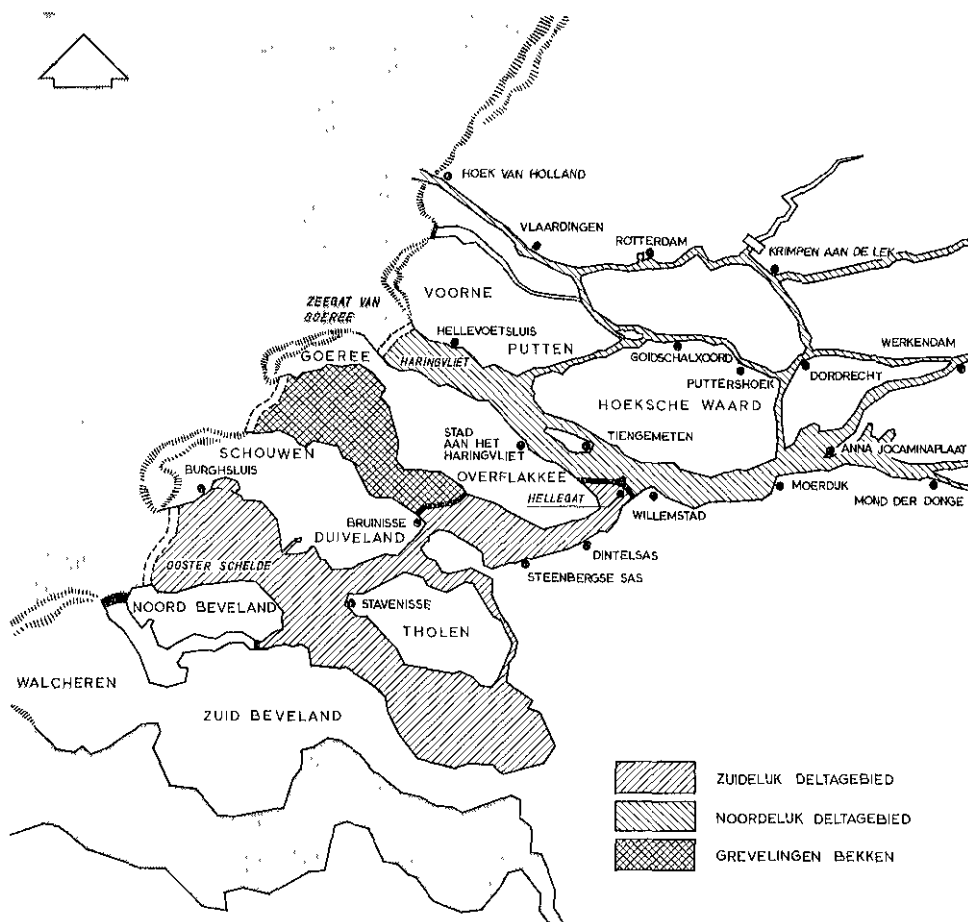
Invloed op de verticale getijbeweging in het noordelijk Deltagebied

Uit de modelproeven blijkt dat de afsluiting van het Volkerak verzwakking ten gevolge zal hebben van het verticale getij in het noordelijk Deltagebied. De tijverschillen worden geringer bij ongeveer gelijkblijvende middenstand. De vermindering van het tij-

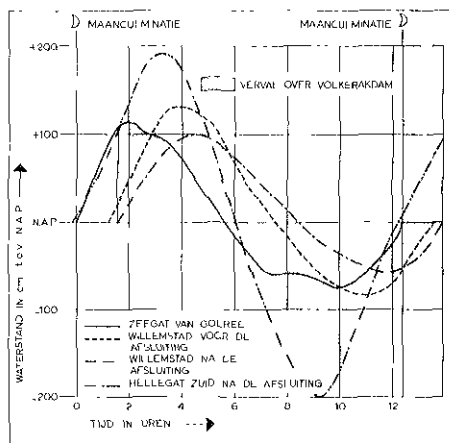
verschil zal het sterkst zijn in de onmiddellijke nabijheid van de dam door het Volkerak en vandaar zowel in zeewaartse als in landwaartse richting geringer worden. Het verloop van het gemiddeld hoog- en laagwater voor en na de afsluiting van het Volkerak benevens de verandering van het tijverschil is aangegeven in figuur 3 voor het traject Hoek van Holland, Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas, Noord, Kil, Hollandsch Diep en Haringvliet. Dat de sterkste verandering van het tijverschil, ter grootte van ongeveer 60 cm, zal plaats grijpen bij de dam ziet men op figuur 2, waar de krommen van het gemiddeld getij te Willemstad voor en na de afsluiting van het Hellegat zijn weergegeven. Het hoogwater wordt ongeveer 35 cm lager en het laagwater 25 cm hoger. Te Dordrecht zullen deze verschillen 25 en 20 cm bedragen.

Uit de figuur en uit de tabel blijkt dat ten gevolge van het afsluiten van het Volkerak ook de havengetallen in het noordelijk Deltagebied zullen toenemen. Onder het havengetal moet de tijdsperiode worden verstaan die verloopt tussen een maanculminatie en het daaraanvolgend optreden van hoog- of laagwater. De verandering van het haven-

Figuur 1



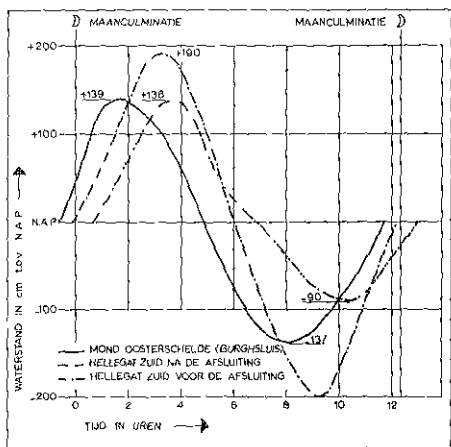
Figuur 2



Waterstanden in cm t.o.v. NAP bij Boven-Rijn afvoer van 2200 m³/sec

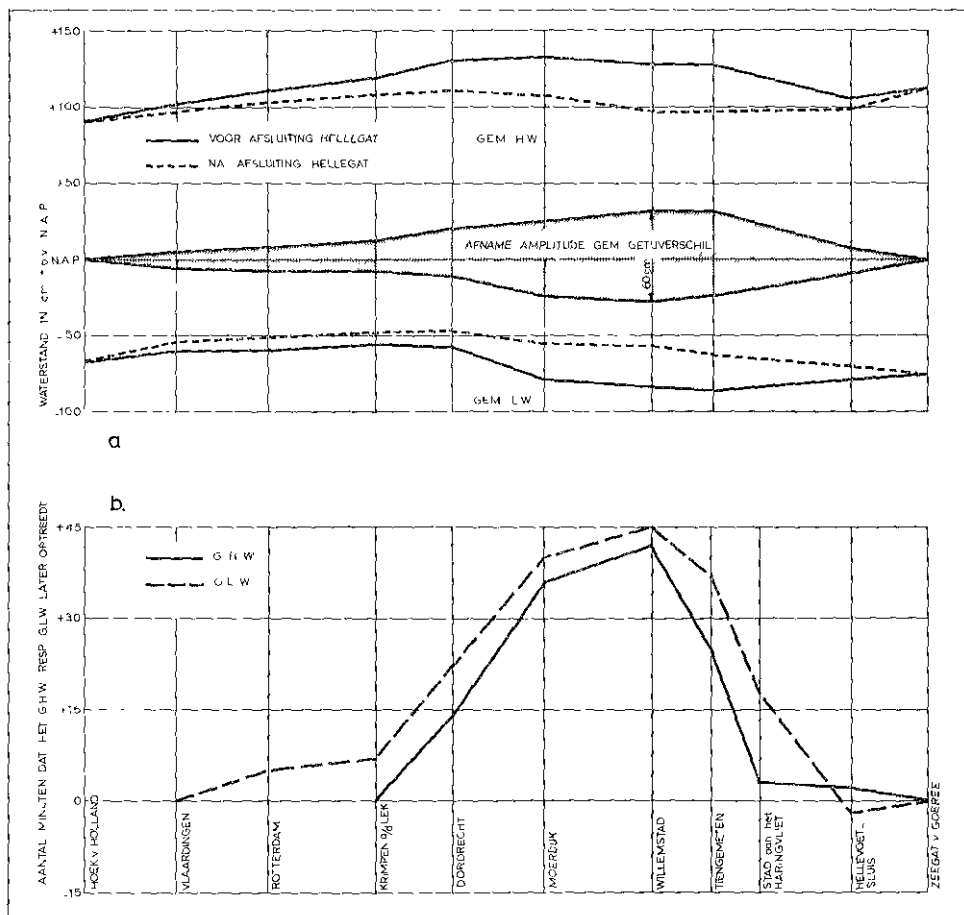
Station	Gem. HW en LW-standen en havengetallen bestaande toestand				Gem. HW en LW-standen en havengetallen na afsluiting Hellegat			
	HW		LW		HW		LW	
	hoogte in cm t.o.v. NAP	gem. haven- getal	hoogte in cm t.o.v. NAP	gem. haven- getal	hoogte in cm t.o.v. NAP	gem. haven- getal	hoogte in cm t.o.v. NAP	gem. haven- getal
	h. min.		h. min.		h. min.		h. min.	
Hoek van Holland	90	1 55	— 68	9 45	90	1 55	— 68	9 45
Vlaardingen	102	3 30	— 60	10 50	97	3 30	— 55	10 50
Rotterdam	111	4 00	— 59	11 20	103	4 00	— 52	11 25
Krimpen a/d Lek	120	4 35	— 55	11 50	108	4 35	— 48	11 60
Goidschalxoord	117	4 00	— 63	11 10	106	4 05	— 53	11 25
Puttershoek	126	4 15	— 64	11 30	106	4 25	— 52	11 50
Dordrecht	131	4 30	— 57	12 00	111	4 45	— 47	12 20
Werkendam (buiten)	159	5 00	+ 1	13 20	134	5 15	+ 5	13 55
Zeegeat van Goeree	—	—	—	—	—	—	—	—
Hellevoetsluis	106	2 35	— 79	9 60	99	2 35	— 70	9 55
Scad a/h Haringvliet	118	3 05	— 86	10 10	97	3 05	— 67	10 30
Tiengemeten	129	3 15	— 86	10 25	97	3 40	— 63	10 60
Willemstad	129	3 40	— 83	10 55	97	4 20	— 56	11 40
Moerdijk	133	4 10	— 79	11 20	108	4 45	— 55	12 00
Anna Jacobinastraat	—	—	—	—	—	—	—	—
Mond der Donge	135	5 25	— 56	12 35	112	5 50	— 42	13 15
Werkendam (binnen)	139	6 10	— 66	13 35	115	6 35	— 46	14 15
Hellegat zuid	136	3 35	— 90	10 45	190	3 10	— 200	9 25
Dintelsas	140	3 25	— 101	10 00	185	3 00	— 195	9 05
Steenbergse Sas	145	3 30	— 120	9 45	180	3 10	— 185	9 20
Bruinisse	142	2 55	— 145	8 30	165	2 50	— 170	8 25
Scavenisse	154	2 45	— 151	8 20	156	2 45	— 160	8 20

getal zal eveneens het sterkst zijn in de onmiddellijke nabijheid van de dam door het Volkerak, terwijl de verandering in zeewaartse richting geringer zal worden. Na de afsluiting van het Volkerak zullen het gemiddeld hoog- en laagwater te Willemstad ± 45 minuten later blijken op te treden dan op het ogenblik. Te Dordrecht zal de vertraging van het gemiddeld hoogwater ± 15 minuten bedragen en die van het gemiddeld laagwater ± 20 minuten. De verandering van het havengetal voor het gemiddeld hoog- en laagwater is voor het reeds genoemde traject in figuur 4 aangegeven.

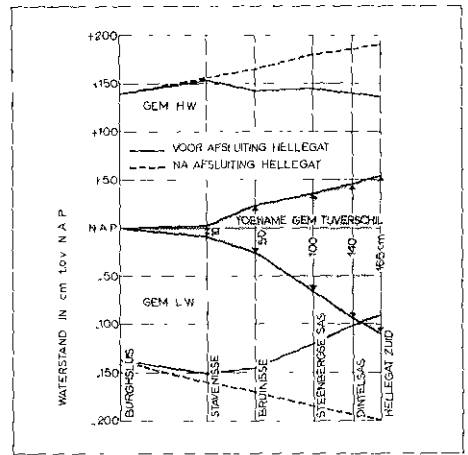


Figuur 4

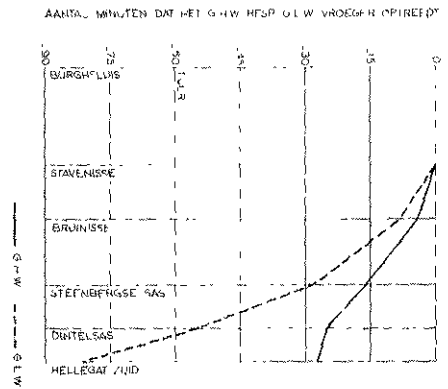
Figuur 3



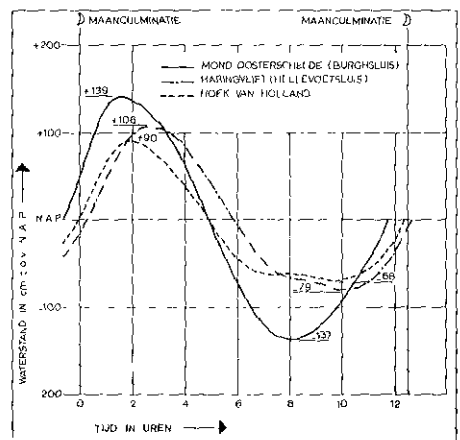
Figuur 5



Figuur 6



Figuur 7



Verandering van de horizontale getijbeweging in het noordelijk Deltagebied

Als gevolg van het zwakker wordende verticale getij in het noordelijk Deltagebied zullen in het algemeen ook de eb- en vloeddebieten veranderen. Op de Nieuwe Waterweg veranderen de maximale eb- en vloeddebieten slechts weinig. De maximale ebdebieten zullen enigszins afnemen, hetgeen gunstig kan zijn voor de beperking van de erosie op de Nieuwe Waterweg. De verandering van de eb- en vloeddebieten bij gemiddelde getijomstandigheden en normale boven-Rijnaafvoer als gevolg van het afsluiten van het Volkerak zijn het grootst in het Hollandsch Diep, de Dordtsche Kil en de Noord. In het Hollandsch Diep zullen de maximale stromen met ongeveer 30% afnemen. In het Haringvliet direct ten westen van het Volkerak zullen de maximale ebdebieten met 30 à 40 % en de maximale vloeddebieten met ongeveer 50% toenemen. Te Hellevaetsluis is er sprake van een geringe afname van de maximale eb- en vloeddebieten met ongeveer 10%. In de Dordtsche Kil zullen de ebstromen belangrijk afnemen en het maximale vloeddebiët zal ook kleiner worden en zelfs bij voldoende grote oppervlatafvoer geheel verdwijnen. In de Noord zullen de veranderingen belangrijk geringer zijn dan in de Dordtsche Kil. Ook in het tijdstip van optreden van de maximale gemiddelde debieten ten opzichte van de maanculminatie zullen uiteraard veranderingen optreden.

Als gevolg van de relatief grote veranderingen in het gemiddelde tijverschil en havengetal in het Hollandsch Diep, de Kil en de Noord zal de oppervlatafverdeling zich na de afsluiting van het Volkerak wijzigen. Een groter gedeelte van het oppervlatafvoer zal via het Haringvliet naar zee stromen. Deze vergroting van de oppervlatafvoer van het Haringvliet zal gaan ten koste van de oppervlatafvoer van de Nieuwe Waterweg. Na de afsluiting van het Volkerak zal de Waterweg bij gemiddelde getijomstandigheden en normale oppervlatafvoer 10 à 15% minder oppervlatafvoeren dan tot dusver. Na de afsluiting van het Haringvliet in het voorjaar van 1970 zal men met behulp van de uitwateringssluizen in de mond van het Haringvliet een zo gunstig mogelijke verdeling kunnen verkrijgen van de oppervlatafvoer over het stelsel der benedenrivieren. In de tussenliggende fase zal men echter rekening moeten houden met een situatie die voor de verdeling van het oppervlatafvoer over de benedenrivieren minder gunstig is dan nu. Daar de Rijnafvoeren voor een groot deel afhankelijk zijn van de klimatologische omstandigheden in de winterperiode, en de verdeling van de boven-Rijnaafvoer over het jaar een statistisch proces volgt, bestaat de mogelijkheid dat de ongunstiger afvoerverdeling in de loop van het jaar gecompenseerd wordt. De verkleining van het getij op het Haringvliet zal echter reeds een gunstig effect op de stormvloedstanden in dit gebied en in de onmiddellijke omgeving hebben.

Invloed op de gemiddelde verticale getijbeweging in het zuidelijk Deltagebied

In het zuidelijk Deltagebied zal de verticale getijbeweging – in tegenstelling tot het noordelijk gebied – als gevolg van de afsluiting van het Volkerak sterker worden. De hoogwaterstanden zullen hoger en de laagwaterstanden lager worden. Deze veranderingen zullen wederom het grootst zijn bij de dam en in zeewaartse richting afnemen. Onmiddellijk ten zuiden van de dam door het Volkerak zal het gemiddelde tijverschil na de afsluiting van het Volkerak van 225 cm toenemen tot 390 cm: een verhoging van 165 cm! In figuur 5 is dit verschijnsel geïllustreerd met behulp van de in het hydraulisch model bepaalde krommen voor gemiddeld getij van het station Hellegat Zuid onmiddellijk ten zuiden van de dam door het Volkerak voor en na de afsluiting van het Volkerak. Te Stavenisse bedragen de veranderingen in het gemiddelde verticale getij als gevolg

van de afsluiting van het Volkerak daarentegen nog slechts enkele centimeters. Het verloop van het gemiddelde hoog- en laagwater voor en na de afsluiting van het Volkerak, benevens de verandering van het tijverschil ten gevolge van die afsluiting, is in figuur 6 getekend voor het traject Oosterschelde-Keten-Mastgat-Zijpe.

Na de afsluiting van het Hellegat worden de gemiddelde havengetallen in het zuidelijk Deltagebied kleiner, hetgeen impliceert dat in vergelijking met de huidige toestand het gemiddeld hoog- en laagwater vroeger op zullen treden ten opzichte van de maanculminatie. Ook de verandering van het havengetal wordt in zeewaartse richting geringer. Direct ten zuiden van de dam zal het gemiddeld hoogwater ± 30 minuten en het gemiddeld laagwater ± 80 minuten vroeger optreden. Te Stavenisse zullen voor en na de afsluiting van het Volkerak vrijwel dezelfde havengetallen gelden. Het verloop van de verandering van het havengetal langs het reeds genoemde traject is aangegeven in figuur 7. De min of meer tegengesteld gerichte verandering van het tijverschil en het havengetal ten noorden en ten zuiden van de dam door het Volkerak zijn er de oorzaak van dat een vrij groot verval over de dam zal komen te staan. Het verloop van het verval bij gemiddelde getijomstandigheden is aangegeven in figuur 2. Uit deze figuur blijkt dat het maximale verval van het Haringvliet naar het Volkerak ± 180 cm zal worden.

Een algemene beschouwing over de optredende veranderingen

De oorzaak van de verlagende invloed van de Hellegatdam op de waterstanden in het noordelijk Deltagebied moet gezocht worden in de ongelijke tijverschillen der zeegaten in combinatie met het feit dat het Haringvliet na de afsluiting van het Hellegat buiten de invloedssfeer van de Oosterschelde komt te liggen. Het gemiddelde tijverschil in de mond van de Oosterschelde, te Burghsluis, in het zeegat van Goeree en te Hoek van Holland bedraagt respectievelijk 276, 185 en 158 centimeter (zie figuur 8). Ten gevolge van het relatief grote tijverschil in de Oosterschelde beïnvloedt bij de huidige toestand het getij vanuit het zuidelijk Deltagebied via het Volkerak het getij in het noordelijk Deltagebied. Onder deze invloed wordt de verticale getijbeweging in het noordelijk Deltagebied versterkt. Zodra het Volkerak afgesloten wordt houdt deze penetratie van de zuidelijke getijgolf in het noordelijk Deltagebied op. De getijbeweging in het noordelijk Deltagebied wordt dan alleen beïnvloed door het getij in het Haringvliet en de mond van de Nieuwe Waterweg, waar relatief kleinere tijverschillen voorkomen t.o.v. de Oosterschelde. De verticale getijbeweging in het noordelijk Deltagebied wordt derhalve na de afsluiting van het Volkerak zwakker. Omgekeerd verlaagt bij de bestaande toestand het lagere getij in het Haringvliet het getij in het Volkerak. Het afsluiten van het Volkerak zal dus een versterking van het getij in deze stroom ten gevolge hebben. Dit effect wordt nog versterkt door terugkaatsingsverschijnselen tegen het afgesloten einde van het Volkerak, die zich vooral in het traject Bruinisse-Hellegatdam doen gevoelen. Dit verschijnsel treedt steeds op in getijwateren, die aan één zijde zijn afgesloten. De mate waarin het geschiedt hangt af van de afmetingen van het getijgebied.

Bij de bepaling van de veranderingen van horizontale getijbeweging in het noordelijk bekken is gebleken, dat de oppervlatafvoer voor een deel een meer zuidelijke route gaat volgen. Dit vindt hoofdzakelijk zijn oorzaak in het feit dat de getijstromen in Dordtsche Kil en Hollandsch Diep relatief sterker gaan afnemen dan in de Nieuwe Waterweg. Indien de weerstand die de waterbeweging ondervindt lineair afhankelijk zou zijn van de snelheid, zouden de veranderingen van de getijstromen geen invloed hebben op de verdeling van de oppervlatafvoer. Doordat echter de weerstand kwadratisch afhankelijk is van de snelheid, is deze invloed nu wel aanwezig met het bovenomschreven gevolg.

Onderbouw van de kabelbaan over het Brouwershavensche Gat

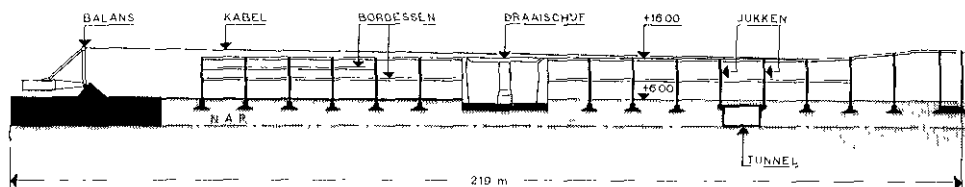
Zoals in het Driemaandelijks Bericht nr. 42 (november 1967) reeds is vermeld, zal het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat met behulp van een kabelbaan voorzien van twee kabels worden afgesloten, waarbij de vrije overspanning van deze draagkabels in verband met de vereiste capaciteit van de baan beperkt dient te blijven tot ongeveer 400 m, en de hoogteligging van de kabels zodanig moet worden gekozen dat per overspanning twee automoteurs of motorgondels kunnen worden toegelaten. Gezien de lengte van het sluitgat zijn drie hoofdoverspanningen noodzakelijk, respectievelijk met een lengte van 380, 395 en 380 m, terwijl de zij-overspanningen 130 en 150 m lang worden. Totaal moeten dus voor de ondersteuning van de kabels vier pylonen worden gebouwd, twee rivierpylonen waar de kabels langs lopen op N.A.P. + 30 m en twee landpylonen met de kabels op N.A.P. + 28 m.

Het ontwerp van de baan wijkt in opzet verder weinig af van die welke bij de Grevelingen is toegepast; wel zijn verschillende details verbeterd of veranderd. Voor wat de kabels aangaat is wederom uitgegaan van een evenwichtssysteem waarbij de spanning in de kabels steeds gelijk blijft en waarbij gebruik wordt gemaakt van een vaste verankering aan de ene zijde en een balans of contragewicht aan de andere zijde van elk der kabels. Ook zullen weer op beide oevers vaste railgedeelten komen, waarin een draaischijf is opgenomen die de automoteurs van de ene op de andere kabel overbrengt. In het hierna volgende zal hoofdzakelijk de betonnen onderbouw worden beschreven. Te zijner tijd zal nog nader worden ingegaan op de stalen bovenbouw.

Pylonen

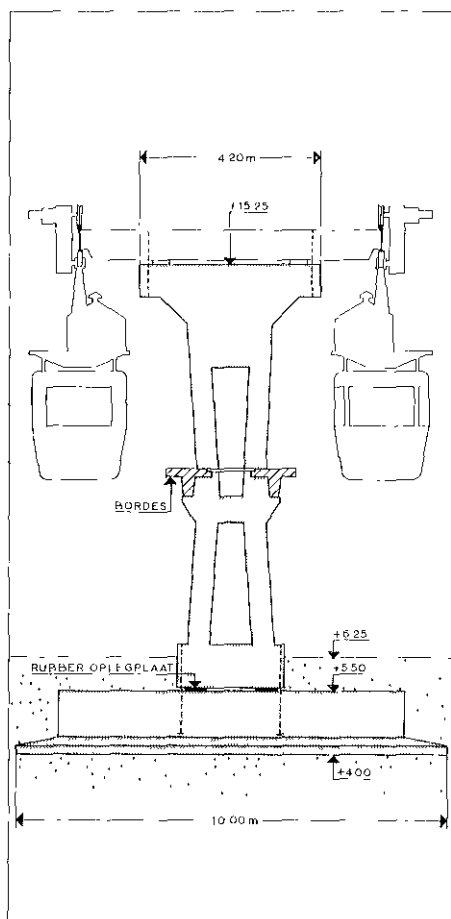
Bij het ontwerp van de pylonen is uitgegaan van een enkelvoudige centrale betonnen toren waarop een stalen kopconstructie zal worden aangebracht. De beide kabels komen aan weerszijden van de torens te hangen. De meer gecompliceerde portaalconstructie, toegepast bij de Grevelingenbaan en opnieuw te gebruiken bij het Haringvliet, wordt bij het Brouwershavensche Gat niet herhaald.

Speciale aandacht is besteed aan de stijfheid van de constructie tegen wringen. Een wringbelasting treedt op als beide kabels in tegengestelde richting over de pyloonkop schuiven. Indien de wringstijfheid onvoldoende is, bestaat het gevaar dat een pyloonkop zodanig roteert dat de kabels uit hun opleggingen kunnen schieten. In verband hiermede

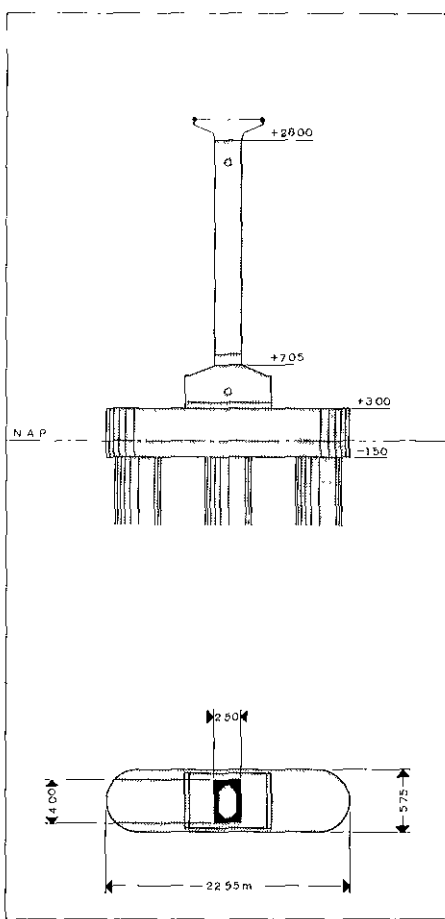


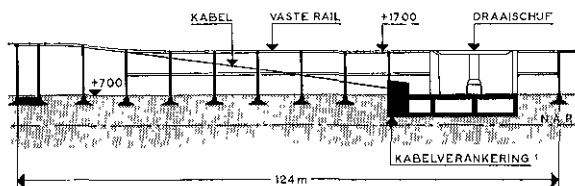
Zijaanzicht van de vaste railgedeelten op Schouwen en op het damvak over de Middelplaat

Juk voor de ondersteuning van de vaste railgedeelten



Voor- en bovenaanzicht van een rivierpyloon





is nagegaan of als ondersteuning van de draagkabels stalen dan wel betonnen pylonen de voorkeur verdienen. Daarbij is gebleken dat pylonen van beton een stijvere constructie opleveren en bovendien goedkoper zijn dan pylonen van staal.

Voor wat de twee rivierpylonen betreft is vervaardiging ter plaatse, dus op open water, vermeden en is een geprefabriceerde constructie in voorgespannen beton ontworpen. Elke toren bestaat uit een voetconstructie en een opgaande schacht met uitwendige afmetingen van 4,00 bij 2,50 m en een wanddikte van 0,40 m. De totale hoogte is 25 m en het gewicht per stuk bedraagt 460 ton. De beide torens zijn de afgelopen winter op een werkterrein van de Oosterschelde Combinatie te Kats vervaardigd en begin mei met een speciale bak naar het Brouwershavensche Gat vervoerd. Deze bak, die ook is gebruikt voor het transport van de putten voor de Zeelandbrug – thans de officiële naam van de brug over de Oosterschelde – bestaat uit twee gekoppelde pontons waar een toren tussen kan liggen. Met behulp van de drijvende bok Ir. J. G. Snip zijn de torens gekanteld. Om dit mogelijk te maken zijn zij aan de boven- en onderzijde voorzien van draaipunten. Na het kantelen werd de palenbak weggevoerd en de toren neergelaten op 8 vijzels, die opgesteld stonden op de reeds in 1967 vervaardigde onderbouw. Door middel van de vijzels konden kleine correcties in de stand worden aangebracht. Vervolgens werden de speciaal hiervoor aanwezige ruimten in de voetconstructie voorzien van spanstaven en nadat de voet met beton was gevuld kon de toren op de onderbouw worden vastgespannen.

De beide landpylonen, die aan weerszijden van het sluitgat op de oevers komen te staan, zijn nog niet in uitvoering. De pyloon aan de noordzijde, op het damvak Middelpaalt, zal zo dicht mogelijk bij de oever worden geplaatst; de landpyloon aan de zuidzijde, aan de kant van Schouwen, komt ongeveer op 130 m afstand van de oever te staan. De grote waterdiepten aan deze zijde en het daarmee samenhangende gevaar van instabiliteit van de oever maakten plaatsing op enige afstand van de onderzeese oever noodzakelijk.

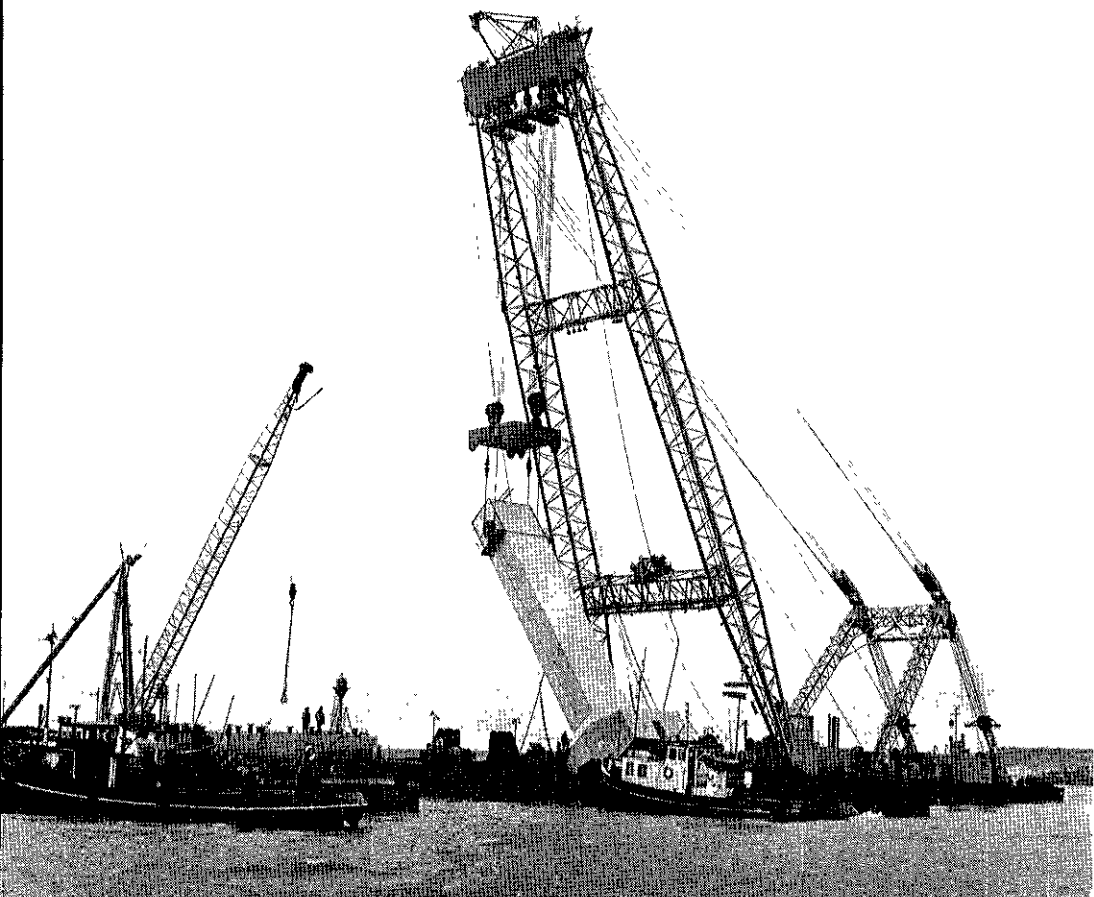
De ontworpen landpylonen zijn voor het opgaande deel van dezelfde vorm en afmetingen als de rivierpylonen. Aangezien de opgaande schacht ter plaats kan worden vervaardigd, is uitgegaan van een normale gewapend-betonnen constructie. De fundering van een landpyloon bestaat uit een gewapend-betonnen plaat ondersteund door 24 betonnen palen. Deze palen zijn zodanig ruimtelijk opgesteld dat de stabiliteit van de

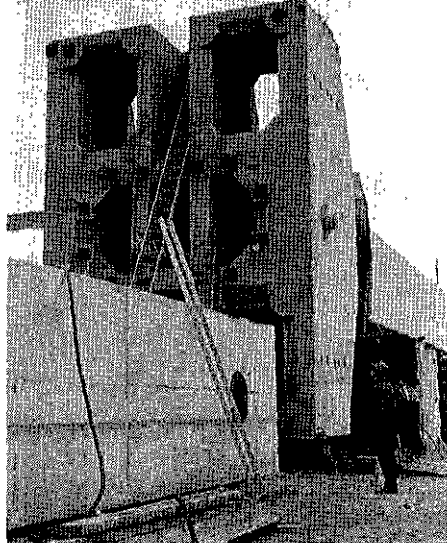
constructie in alle richtingen is verzekerd. Het onderheien met betonpalen is noodzakelijk, omdat bij een rechtstreeks funderen op de ondergrond de pyloonkop reeds bij een geringe ongelijke zetting van de bodem ontoelaatbare horizontale verplaatsingen zou ondergaan.

Onderbouw van de vaste railbanen

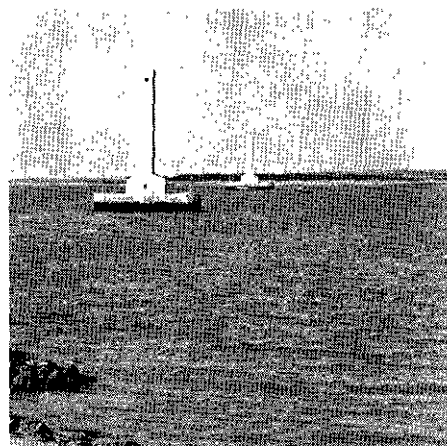
De ondersteuning van de vaste railbanen zal bestaan uit geprefabriceerde jukken van gewapend beton, waarop te zijner tijd een stalen railconstructie zal worden gemonteerd. Ten einde deze stalen bovenbouw zo eenvoudig mogelijk te houden is een onderlinge

Met behulp van een bak wordt een rivierpyloon gekanteld



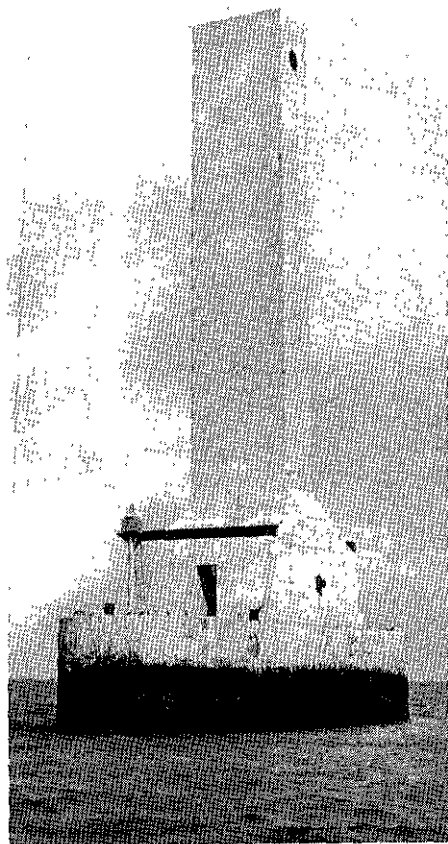


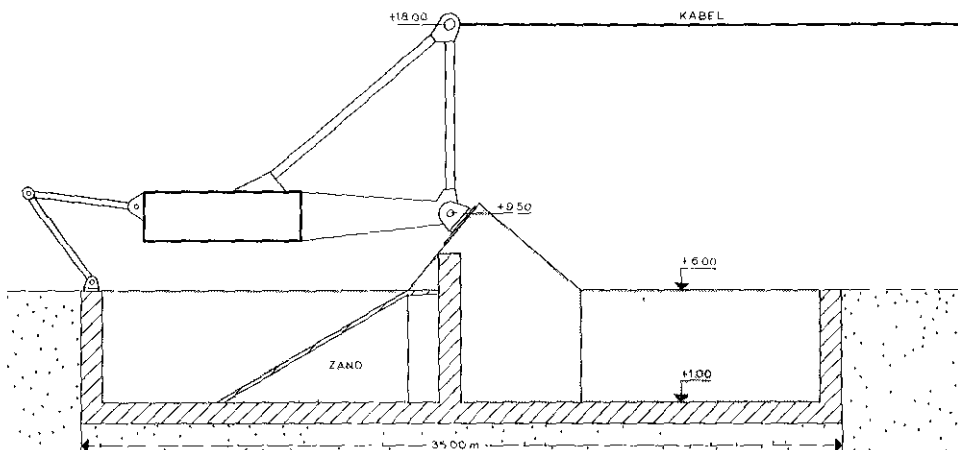
Onderzijde van de voetconstructie van de pyloon



De beide rivierpylonen geplaatst

De voetconstructie van een pyloon gevuld met beton en op de onderbouw vastgespannen





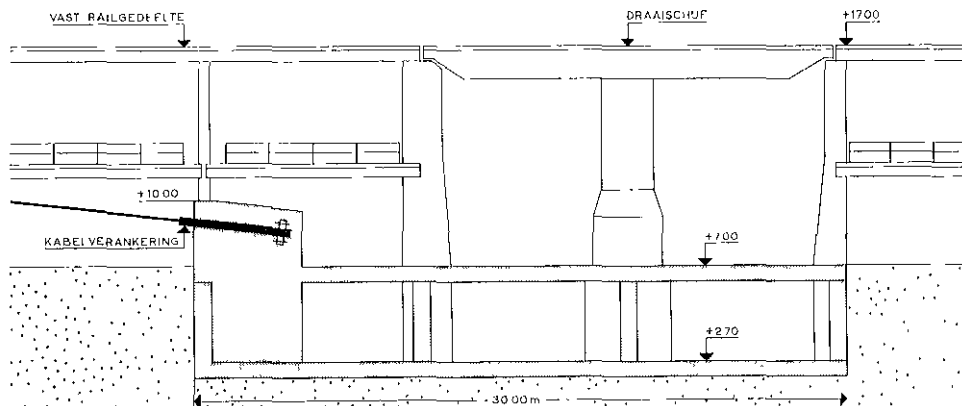
Doorsnede van de fundering van de contragewichten op Schouwen

jukafstand van 10 m gekozen in plaats van 20 m zoals bij de Grevelingen. Ongeveer ter halver hoogte van de jukken komen bordessen, die tevens als montageverband dienst zullen doen. Door middel van voorspanstaven zullen de jukken verankerd worden op betonnen funderingsvloeren. Aangezien de belading zal plaats vinden aan beide zijden van het sluitgat, zijn de vaste baangedeelten die zich voor de draaischijven bevinden van een zelfde lengte. Aan de kant van Schouwen zal in het verlengde van de baan een garagespoor komen.

De verankering voor de twee kabels maakt deel uit van de fundering van het vaste baangedeelte op het damvak over de Middelpaalt. Het verankeringsblok is ontworpen in de vorm van een zware I-vormige constructie van gewapend beton, voorzien van zijsteunen en een verzwaaard gedeelte waarin de bevestigingsconstructie voor de kabels is opgenomen. Het verankeringsblok is tevens fundering voor de draaischijf. Het blok rust rechtstreeks op de ondergrond en komt voor een belangrijk deel onder het terrein te liggen. Het gewicht van het blok, tezamen met het gewicht van de grond die er op aangebracht wordt, is zodanig gekozen, dat de horizontale krachten die de kabels op het blok uitoefenen ruimschoots door de wrijving tussen de onderzijde van het blok en de ondergrond kunnen worden opgenomen. De tegenkrachten die het blok eventueel aan de voorzijde door de grond kan ondervinden zijn als een extra reserve te beschouwen. Deze tegenkrachten komen echter pas in werking als het blok enigszins zou gaan verschuiven, iets wat beter vermeden kan worden.

De kabels zullen aan het verankeringsblok worden bevestigd door middel van een aan de kabel vastgegoten oog en een daarop aansluitende bevestigingsconstructie die zich aan het blok bevindt. Deze constructie wijkt dus af van die bij de Grevelingenbaan. Bij deze baan werd namelijk gebruik gemaakt van een met hout beklede betoncylinder waar de kabel met een aantal slagen omheen werd gelegd en waarbij de krachten door middel van wrijving werden overgedragen (Driemaandelijks Bericht nr. 24, mei 1963). De nu ontworpen constructie is eenvoudiger van vorm.

Gelijktijdig met de onderbouw van het vaste baangedeelte op Schouwen zal een tunnel



De vaste verankering op de Middelplaat

worden aangelegd. Deze tunnel, welke dient voor plaatselijk verkeer, zal onder de vaste baan doorlopen en tevens dienen als fundering voor twee jukken. Het ontwerp bestaat uit een eenvoudige rechthoekige koker van gewapend beton en heeft een totale lengte van ongeveer 80 m. In verband met de vrij grote lengte is speciaal aandacht besteed aan de dagverlichting. Door de tunnel in drie afzonderlijke stukken te verdelen is het mogelijk om op 1/3 en 2/3 van de lengte een 5 m brede lichtschacht aan te brengen, waardoor een kostbare kunstverlichting voor overdag kan worden vermeden.

Fundering van de contragewichten

Aan de zuidzijde, op Schouwen, zullen de kabels worden bevestigd aan een tweetal draaibare contragewichten van hetzelfde type als bij de Grevelingen. Wel zal een verbeterde uitvoeringsvorm worden gekozen, waardoor compensatieslingers of hulpcontragewichten, die bij de Grevelingenbaan noodzakelijk waren, achterwege kunnen blijven. Bovendien is de verankering bij het Brouwershavensche Gat geheel afzonderlijk aan het einde van de baan opgesteld, zodat een eenvoudige zware betonnen bak met de nodige verstijvingsribben als fundering voor de naast elkaar gelegen contragewichten kon worden ontworpen.

De opstelling aan het einde van de baan heeft tevens het voordeel dat de contragewichten niet in de vaste railbaan behoeven te worden opgenomen en met een korter vast railgedeelte kan worden volstaan. De contragewichten worden evenals het verankeringsblok rechtstreeks op de ondergrond gefundeerd en de overdracht van horizontale krachten vindt op analoge wijze plaats. Bij de baan over het Rak van Scheelhoek is een andere constructie toegepast, waarbij de contragewichten in schachten op en neer bewegen (Driemaandelijks Bericht nr. 36, mei 1966). De voor de baan over het Brouwershavensche Gat ontworpen betonnen funderingsbak is in vergelijking met de puttenfundering echter constructief eenvoudiger.

Het dijkvak op de Zuidwal

Bij de voorbereiding en de uitvoering van de bouw van het dijkvak op de Zuidwal, de noordelijke rand van de Ballastplaat, vormden de stromingen over de zuidelijk gelegen zandplaat een groot punt van zorg en onzekerheid. Dankzij uitvoerige metingen, waarbij ook Wattdauerstrohmesser, van Duitse collega's geleend, werden gebruikt, is het gedrag van deze stromen thans redelijk goed bekend. Gebleken is dat het grootste deel van de Ballastplaat afwaterende naar het Oort, en slechts een klein gedeelte zuidwaarts naar het Nieuwe Robbengat. Toen ten oosten van het werkeiland een dijkvak van 1500 m lengte en vanuit de Groninger kust een vak van 3000 m werden gemaakt, ontwikkelden zich voor de koppen van deze beide dijkvakken in korte tijd geulen die zich tot ver over de Ballastplaat uitstrekten. Normaliter stroomt er evenveel water door het tracé van de toekomstige dijk in noordelijke als in zuidelijke richting, maar bij enige wind uit westelijke richting is er een duidelijk vloedoverschot te constateren, waardoor het totaal der stromen nog wordt versterkt.

Voor de aanleg van het dijkvak op de Zuidwal zijn verschillende methoden overwogen: men kon het aanleggen door het van het westen uit vooruit te bouwen in oostelijke richting, of omgekeerd, vanuit een oostelijk aanvangspunt in westelijke richting; men kon het dijkvak ook vooruit bouwen van beide zijden tegelijk.

Bij de eerstgenoemde werkwijzen moest als eerste een geul worden afgesloten, waarna de dijk verder zou worden vooruit gebouwd over de zandplaat. In het laatste stadium zou dan de andere geul nabij de tegenoverliggende dijkkop geblokkeerd worden. Deze methode heeft het onmiskenbare voordeel, dat de afsluiting van de eerste geul geschiedt terwijl aan de stroom nog weinig belemmeringen in de weg worden gelegd. Tijdens het vooruit bouwen van de dijk over de zandplaat wordt de stroom als het ware door het werk weggedrukt in de richting van de laatste geul. Deze geul, die al belangrijke verbindingen in noordelijke en zuidelijke richting heeft, zou door het eb- en vloedwater, dat door een steeds kleinere opening moet vloeien, aanzienlijk worden verdiept en verbreed. De blokkering zou dus moeilijker worden wegens de grote toevloed van water, anderszids gemakkelijker omdat het in dieper water mogelijk is met allerlei vaartuigen te opereren zodat een bezinking op de bodem zou kunnen worden aangebracht en met grind of stortsteen vastgelegd op de aldus gevormde drempel zou men een sluitkade van mijnsteen of keileem kunnen bouwen.

Misschien zou deze laatste geul zelfs met een overmaat aan zand kunnen worden dichtgeperst. Hiervoor zou de geulbodem aan weerskanten van het sluitgat enigszins moeten worden geblokkeerd, een werk waarbij zeer grote hoeveelheden zand buiten het eigenlijke profiel van de dijk terecht zouden komen.

Werken van beide kanten tegelijk is in zoverre moeilijk, dat reeds in een vroeg stadium van het werk een vrij belangrijk deel van het doorstroomprofiel, namelijk de beide belangrijkste geulen, wordt geblokkeerd. De stroomsnelheden zullen reeds in het begin vrij snel stijgen waardoor er grote hoeveelheden zand zowel van de oorspronkelijke wad-

bodem als van de beide koppen van het in aanbouw zijnde zandlichaam worden meegesleurd.

Naarmate het werk echter vordert, komen de koppen van het werk steeds meer midden op een vrij hoge zandplaat te liggen. De stromingen in de onmiddellijke nabijheid zullen daarbij zonder twijfel nog fel zijn, maar er is een veel minder gemakkelijke toe- en afvoer van water over de zandplaat.

De wrijvingsweerstand van de plaat op de vrij dunne schijf erover heen stromend water is in verhouding veel groter dan de bodemwrijving in een vrij diepe geul. Hierdoor blijft de stroming in de laatste fase van de sluiting verhoudingsgewijs beperkt, zeker wanneer men let op de totale hoeveelheid water die bij eb en vloed door de laatste opening heen en weer vloeit.

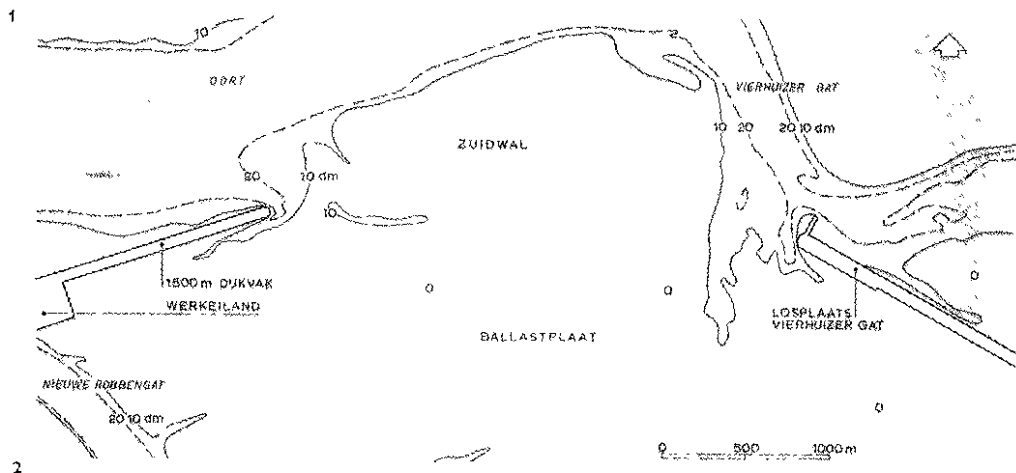
Uitvoeringstechnisch biedt het werken van twee kanten ook enige voordelen. Het werkseizoen ongeveer van april-oktobert is beperkt van duur, terwijl het niet mogelijk is de capaciteit bij het spuiten van zand, het transport over het gemaakte werk en de inzet van arbeidskrachten aan het werkfront onbeperkt op te voeren, omdat de ruimte op de dijk nu eenmaal beperkt is. Het werken 'aan twee fronten' biedt de mogelijkheid het ingezette potentieel zo nodig aanzienlijk te versterken, zonder daardoor de regelmatige voortgang van het werk in gevaar te brengen.

Men heeft dan ook besloten de dijk zowel van het werkeiland als van de losplaats aan het Vierhuizer Gat naar voren te bouwen. Het bezwaar, dat hierdoor vele materialen extra naar de losplaats moesten worden getransporteerd en dat er arbeidsuren verloren gingen tengevolge van het varen van en naar het werkeiland en de losplaats is hierbij op de koop toe genomen. Deze bezwaren golden overigens alleen voor de tijd, dat er nog geen doorgaande verbinding over het nieuwe werk tot stand was gebracht.

In de laatste dagen van februari werd begonnen met zandsputten van de westzijde. Nabij het eind van het 1500 m lange dijkvak beoosten het werkeiland werd een zanddrijver met een drijvende leiding gestationeerd, die het zand rechtstreeks van de zandplaat benoorden dit dijkvak in de nieuwe dijk spoof. Enkele dagen later werd aan de Groninger zijde begonnen met zandpersen. Berekeningen hadden uitgewezen, dat bij de gekozen uitvoeringswijze in elke vloed- en ebperiode zekere hoeveelheden zand door de stroom zouden worden meegesleurd. Dit zand zou zowel van de oorspronkelijke wadbodem, dus nog voor het werk uit, worden afgeschuurd alsook van de geheel uit zand bestaande en onbeschermde koppen van het werk. Naarmate het werk verder zou vorderen, zouden de zandverliezen per getij groter worden, tot een zeker punt, waarbij de koppen van het werk de geulen zouden zijn gepasseerd en zich op de zandplaat zouden bevinden. Ondanks verdere vernauwing zouden volgens de berekeningen de zandverliezen afnemen. Omdat de zandverliezen bij elk tij optreden was het zaak om de gehele blokkering van de dwarsstroom te doen plaatsvinden in een zo klein mogelijk aantal getijden. Om dat te bereiken werd een derde zandzuiger ingezet, en werd de werktijd per week voor het gehele bedrijf opgevoerd; de laatste tien weken werd zelfs dag en nacht doorgewerkt. Om de voortgang in horizontale zin zo groot mogelijk te doen zijn, werd het dijklichaam voorlopig opgebouwd tot een hoogte van ten hoogste ongeveer N.A.P. + 2 m. Ook werden werkmethoden gekozen waarbij de stortverliezen zo gering mogelijk zouden zijn.

Tevens is overwogen om in het werk aan de Waddenzeezijde een mijnsteenkade op te nemen, die zover vooruit zou worden gebouwd, dat er geen dwarsstromingen meer over het pas aangevoerde zand zouden kunnen optreden, zodat het zich in de beschutting van deze kade zou kunnen afzetten.

De aanleg van een dergelijke kade over het wad bleek echter een vrijwel onuitvoerbare zaak te zijn. De wadbodem was te week en stond te langdurig onder water om de

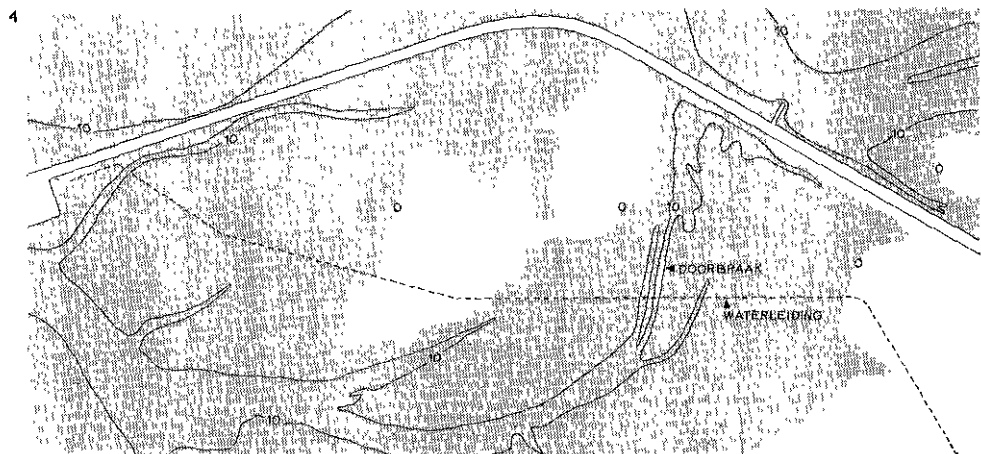


1 Het geulensysteem op de Ballastplaat en de Zuidwal
eind 1967

2 Het dijkvak op de Zuidwal in opbouw

3 De geulontwikkeling tijdens de uitvoering van het
damvak op de Zuidwal

4 Het geulensysteem op de Ballastplaat en de Zuidwal
zeven weken na de voltooiing van het dijkvak



materialen voor de kade met vrachtauto's te kunnen vervoeren; voor schepen lag het toch ook weer te hoog. De wadbodem tussen de beide uiteinden van deze mijnsteenkaden zou bovendien toch niet worden beschermd en de voortgang van het gehele werk zou door deze extra activiteit in gevaar kunnen komen, zodat de uitwerking averechts zou zijn.

Ook is overwogen om ter voorkoming van uitschuring in het allerlaatste gedeelte, bijvoorbeeld over een lengte van 300 m, de wadbodem over een beperkte breedte te beschermen met een eenvoudige bodemafdekking. Het bleek echter moeilijk voorspelbaar waar uiteindelijk het sluitgat zou komen te liggen, omdat de bouw van de beide werkfronten niet gelijkmatig vorderde. Een dergelijke bodemafdekking zou trouwens de inleiding kunnen zijn tot vrij grote ontgrondingskuilen aan weerszijden, tengevolge van de heftige beweging van het over de afgedekte bodem stromende water. Dan zouden er nog veel grotere hoeveelheden zand in zwevende toestand kunnen geraken en door overtrekkende eb- en vloedstromen worden meegenomen. Om deze redenen is ook afgezien van de toepassing van een eenvoudige bodemafdekking.

Met dat al stond het slagen van de onderneming nog geenszins vast. Het op de wadbodem aanwezige zand was bijzonder fijn, evenals het door de zandzuigers aangevoerde. Een storm uit westelijke richtingen met een extra grote overtrek van water zou de toch al als aanzienlijk voorspelde zandverliezen nog aanmerkelijk kunnen vergroten. Berekeningen van de Waterloopkundige afdeling van de Deltadienst wezen echter uit dat het met een productie van zand van 180 000 m³ per week mogelijk zou moeten zijn de zanddijk tot stand te brengen. Al spoedig bleken de weekeinden door de daarin

De laatste geul in het dijkvak op 13 mei tijdens vallend water op de middag voor de sluiting



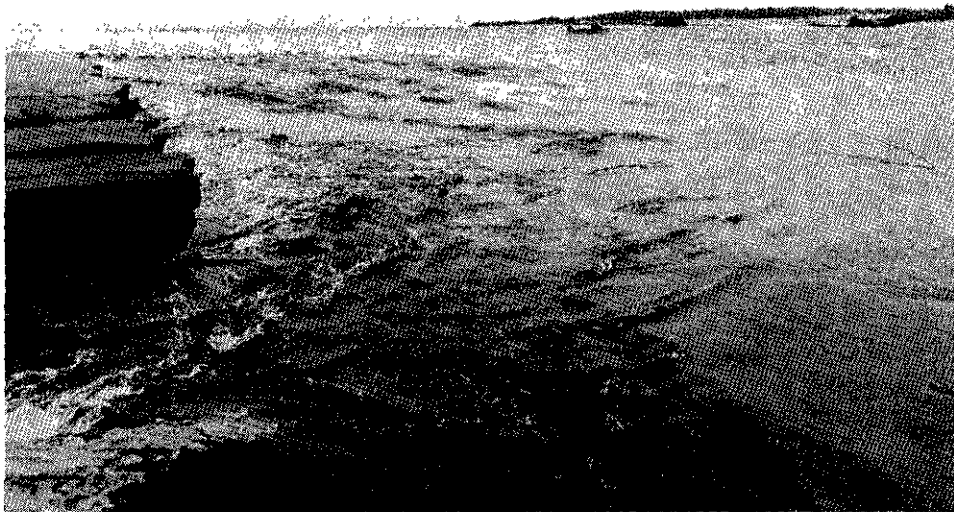
onvermijdelijk optredende onderbrekingen van het werk schadelijk te zijn voor de voortgang. In deze dagen ontstonden namelijk voor de kop van het gemaakte werk verdiepingen, die zich aan weerskanten zover uitbreidden dat doorlopende geulen ontstonden. Deze geulen werden tijdens het vooruit bouwen van de dijk niet dichtgeperst, maar bleven als het ware met het werk meelopen.

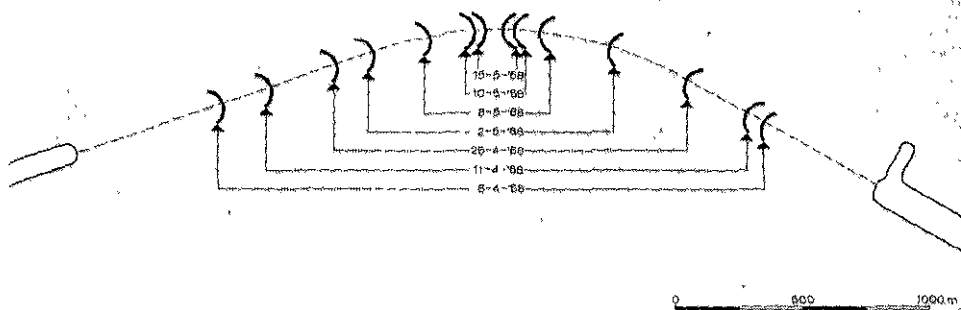
Door de achterwaartse verbinding met de bestaande geulen kon een zeer felle stroom in deze geulen optreden. Er trad een groot zandverlies op zowel van het start als van de oorspronkelijke wadbodem, die ter plaatse over een diepte van 2 m werd geërodeerd en dus telkens weer met zand moest worden aangevuld. Doordat de westelijke geul steeds verder naar het oosten werd weggedrukt werd de lengte ervan steeds groter en daardoor het verhang te klein dan dat de geul in stand kon blijven.

Enkele weken later, op de 24e april, werd de geul nabij de losplaats aan het Vierhuizer Gat op dezelfde wijze bedwongen. Het grote zandverlies uit de ondergrond was hiermee tevens achter de rug; van de totale lengte van 3 400 m was inmiddels 1 800 m dijk gesloten.

Aan de oostzijde vorderde men hierna bijzonder snel, mede tengevolge van het langzaam naar het westen dalende maaiveld waardoor tenslotte helemaal geen geulen meer rondom de koppen van het werk werden gevormd. De westelijke dijk moest nog een lichte inzinking van het maaiveld passeren, waar opnieuw een geul ontstond. Niettemin vorderde ook dit werkfront snel, tot zelfs 300 m per week. Op 15 mei liep 's middags tijdens de eb nog een felle stroom (tot 3 m/sec.) met een breedte van ongeveer 60 m en een diepte van N.A.P. — 2,5 m tussen de beide zandstorten. Naarmate de ebkentering

De stroom en de afkalvende oever in de laatste geul, 15 mei





naderde werd de stroom in deze laatste geul steeds minder sterk. Door met behulp van bulldozers de voortdurende zandstroom uit de zandzuigers zoveel mogelijk bovenstrooms, dus aan de Lauwerszeezijde van de dijk tegen de geul te laten lopen, werd de geul langzamerhand versmald en bovenstrooms opgehoogd. Hierdoor werd de toevoer van water uit het bassin op de zandplaten van de Lauwerszee steeds meer verzwakt, totdat op een gegeven ogenblik de ebstroom was geblokkeerd nog voor de vloedstroom weer kwam opzetten. In de nog resterende tijd lukte het de dijk tot N.A.P. + 0,50 m te verhogen. Gedurende de vloedperiode in de nacht van 15 op 16 mei overstroomde weliswaar het pasgevormde zandlichaam, maar door onophoudelijk doorpersen gelukte het tijdens laagwater in de ochtend van 16 mei ten tweede male de dijk te sluiten, en nu definitief. De waterloopkundige toestand van de Ballastplaat veranderde volslagen toen de Zuidwal eenmaal was afgesloten. Doordat het gebied grotendeels afloopt in de richting van het Oort, bleef aanvankelijk een grote hoeveelheid water staan in het noordelijk deel tegen de bocht van het nieuwe dijkvak. Een vrij hoge zandplaat scheidt deze watervlakte in een oostelijk en een westelijk deel. Langzamerhand begonnen uitschuringen in de richting van het Nieuwe Robbengat op te treden, die vooral tijdens de eb snel in afmetingen toenamen door de voortdurende toevoer van water uit de genoemde watervlakten. Met onstuimig geweld braken op een tweetal plaatsen nieuwe uitlopers van het Nieuwe Robbengat zich door het hogere deel van de zandplaat, waarbij één de bedding volgde van een reeds bestaand geultje bezuiden de bouwput voor de caissons en het daarop aansluitende dijkvak; het tweede geultje koos positie in het verlengde van een van de meest oostelijke uitlopers van het Nieuwe Robbengat. Dit was wel ongeveer overeenkomstig de verwachtingen.

De waterleiding die sinds 1963 over het tot dusver hoogste gedeelte van de Ballastplaat van de Groninger kust naar het werkeiland liep, werd ter plaatse van de beide nieuwe geulen weer bloot gespoeld, en er ontstonden breuken in de 12½ cm dikke plastic buis. Naar verwachting zal het nieuwe geulensysteem dat door de waterleiding moet worden gekruist, in korte tijd een stabiel karakter krijgen. Het herstel van de waterleiding is inmiddels ter hand genomen. Noodgedwongen geschiedt de tijdelijke watervoorziening van het werkeiland, evenals in het begin van de werken, met behulp van een waterboot. In het werkplan voor de uitvoering van de Lauwerszeewerken is de aanleg van het dijk-



1 Vorderingen van het dijkvak tussen 8 april en 15 mei 1968

2 Nabij de oostzijde van het werkeiland ontstond een flinke geul als gevolg van de afsluiting van de zuidgeul

vak op de Zuidwal gesteld in het jaar voorafgaand aan de definitieve sluiting. In de beschouwing over dit werkplan in het *Driemaandelijks Bericht* nr. 34 (november 1965) wordt betoogd dat deze volgorde van werken vooral gekozen is om de stromingen in het sluitgat zo lang mogelijk beperkt te houden. Inmiddels zijn de voordelen van deze keuze al duidelijk gebleken. De aanleg van de drempel in het sluitgat en het aanbrengen van uitgebreide bezinkingen heeft in de afgelopen jaren zonder veel problemen kunnen plaatsvinden, ondanks de vrij felle stroom in het sluitgat.

In het bijzonder treedt een felle vloedstroom op rondom de kop van het Groninger landhoofd, dus aan de oostzijde van het sluitgat. Deze stroom draait met een vrij scherpe boog om het Groninger landhoofd en passeert daarna het sluitgat in westelijke richting gaande. De vrij turbulente stroming die hier over enkele honderden meters benedenstrooms het gevolg van is, heeft de neiging de bodem tot op grote afstand van het sluitgat los te woelen en te verdiepen.

Ten gevolge van de afsluiting van het dijkvak op de Zuidwal hebben zich vooral hier, aan de oostzijde van het sluitgat, wijzigingen voorgedaan in het stroombeeld. Reeds in de eerste zes weken na de sluiting begon zich tengevolge van de versterkte ebstroom een duidelijke verdieping af te tekenen in de mond van het Nieuwe Robbengat, zoals in de vorige aflevering van deze Berichten al werd voorspeld. Het laat zich aanzien dat de invloed van de versterking van de vloedstroom minder groot zal zijn, en dit ligt enigszins voor de hand: met name de ebstroom, door de lager waterstanden meer geconcentreerd in de geulen, blijft langdurig en met vrij grote kracht doorlopen, omdat het water grote vertraging ondervindt bij het stromen over de Ballastplaat.

De afsluiting van het dijkvak op de Zuidwal met zijn waterloopkundige gevolgen voor het regiem van de geulen in de nabijheid is een bijzonder leerzaam voorbeeld geweest van het maken van een zanddijk dwars door een gebied met een sterke eb- en vloedstroming. Tijdens de uitvoering van dit werk hebben zeer uitvoerige metingen plaats gevonden, waaruit wellicht met de inmiddels door de Waterloopkundige afdeling van de Deltadienst ontwikkelde rekenmethoden regels kunnen worden afgeleid die het in volgende voorkomende gevallen mogelijk maken nog beter vooraf te bepalen, welke verschijnselen zullen optreden en op welke wijze daar tijdens de uitvoering tegen kan worden opgetreden.

A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

De stortebedden van de uitwaterings-sluizen

Voortgegaan werd met het maken van het stortebed aan de rivierzijde. Met een baggermolen werd de grondslag onder profiel gebracht, waarna het grind met behulp van onderlossers en een drijvende kraan in de grindkoffer werd aangebracht, en later met een baggermolen geprofileerd.

Na het zinken en afstorten van de zinkstukken werden op het eind van het stortebed tetraëders geplaatst.

De opruiming van de ringdijk

Het damwandscherm en de bronbemaling op de buitenberm van de ringdijk aan de zeezijde werden verwijderd. De steen die op de kraagstukken lag werd opgenomen en verwerkt in het stortebed. Met een drijvende kraan werden kraagstukken en opgebroken asfaltbekleding in onderlossers geladen en tegen de Voornse oever geklapt.

Begonnen werd met het wegbaggeren van het restant van de ringdijk. Aan de noord- en zuidzijde, waar het stortebed breder uitloopt, werd de dijk doorgraven.

De toeleidingsgeulen naar de uitwateringssluizen

Het baggeren van de toeleidingsgeul aan de rivierzijde werd verder voortgezet. Het uitkomende zand werd geklapt in het Haringvliet.

Begonnen werd met het baggeren van de toeleidingsgeul aan de zeezijde. Hiervoor werd de zuiger 's-Gravenhage', met een emmerinhoud van 800 liter, van de rivier- naar de zeezijde versleept; het baggeren aan de rivierzijde werd voortgezet door twee molens van respectievelijk 400 en 500 liter emmerinhoud.

Later in deze periode werd aan de zeezijde nog een tweede molen ingezet. Een perszuiger perste het zand van de zeezijde in een depot ten zuiden van de Vissershaven. Om al de specie te kunnen bergen werd ten zuiden van het buitenhaventerrein een nieuw stort aangelegd. Met de cutterzuiger Nassau-Bay werd zand uit de toeleidingsgeul aan de zeezijde gecutted en in de duinaansluiting geperst. Deze duinaansluiting werd voor een deel geprofileerd en stuifvrij gemaakt.

In deze periode werd uit bouwput en ringdijk 605 000 m³ gebaggerd; 41 000 m³ zinkstuk werd gezonken; 51 000 ton stortsteen verwerkt; 25 210 ton grind werd op de zinkstukken gestort; 44 300 ton grind ging in de grindkoffer, alsook 17 225 ton grind 2-5 mm.

Uit de toeleidingsgeulen werd 346 000 m³ gebaggerd en geklapt, 480 000 m³ gebaggerd en geperst en 650 000 m³ gecutted.

Rak van Scheelhoek

Nadat het steile talud aan de Voornse oever door het klappen van zand was verflauwd tot een helling van 1 : 5, kon het met zinkstukken worden afgedekt. Dit deel werd op klassieke wijze uitgevoerd.

Voor het zinken met behulp van de spudpontons werden 19 vaste ankerpunten ge-

plaatst. De spudpontons 'Drukker' en 'Strekker' maakten een begin met het zinken van zoolstukken.

In deze periode werd 25 750 m² aan klasieke stukken gezonken, en 19 850 m² zoolstukken. Verwerkt werd 19 319 ton steen 60/300 kg, 5 314 ton grof grind en 4 200 ton grind 2,5 mm.

Fundering kabelbaan

Met de werkzaamheden op het plateau op het strand van Voorne werd voortgegaan met de fundering der contragewichten, waarvan de verwachting is dat ze in augustus gereedkomen.

Het overige betonwerk, bestaande uit sloven en een draaischijf, is gereedgekomen.

In totaal is 1 750 m³ beton verwerkt.

De kunstwerken in het Zuiderdiep

De uitwateringssluis, de overbrugging van het Zuiderdiep en het viadukt zijn geheel gereedgekomen en werden op 1 mei voor het eerst opgeleverd.

Deurenbergplaats en geleidewerk

In deze periode is men gereedgekomen met het heien van betonpalen voor de betonfundering.

Het geleidewerk is op het plaatsen van de drijfrahmen na voltooid.

Tevens werd een begin gemaakt met het storten van beton voor de betonfundering voor railbaan en deurenbergplaats.

Volkerak

Caissonbouw

De bouw en de afwerking van de dertien doorlaatcaissons en de twee landhoofdcaissons kwamen eind mei geheel gereed. Tussentijds werd al begonnen met de de-

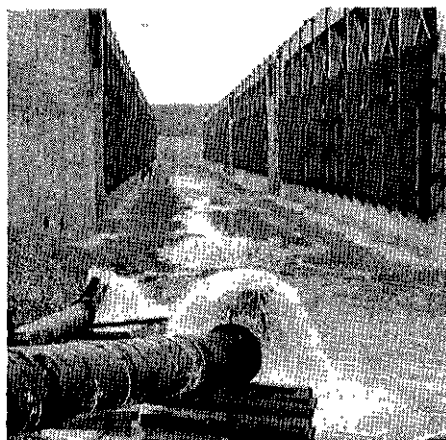
montage van de bouwkransen, de verwijdering van de hulpwegen en de opruiming van de bij de bouw gebruikte elektrische installaties. Op 14 juni werd een aanvang gemaakt met het inunderen van de bouwput tot circa N.A.P. + 0,25 m, waarna de caissons een voor een drijvend gemaakt en beproefd kunnen worden. Dank zij het hoge tempo waarin werd gewerkt, hoopt de aannemer op 15 augustus, dus circa 5 maanden eerder dan aanvankelijk was voorzien, het werk voor de eerste maal op te leveren. In totaal werd in de caissons globaal verwerkt: 16 000 m³ beton, 2 000 ton wapeningsstaal, 2 000 ton stalen onderdelen en 2 000 m³ vurenhout voor drijfschotten. De elektrische uitrusting voor de lierwerken en de verlichting werden reeds bijna geheel geplaatst.

Het damvak over de Plaat van Maltha; de stortsteendrempel in het sluitgat

De zandwinning voor de oprit van de overbrugging der Volkeraksluizen en voor de opbouw van de dam over de Plaat van Maltha tot N.A.P. + 2 m kon reeds in mei worden beëindigd, evenals het cutterwerk in het havenbassin binnen het dijkvak. Het uit het bassin afkomstige zand werd boven N.A.P. + 2 m in het damvak geperst; daarnaast werd nog een depot gevormd van ongeveer 40 000 m³. Zowel bij de zandwinning als bij het cutterwerk werden de geraamde hoeveelheden ruim overschreden tengevolge van de verplaatsing van een groot gedeelte van de Plaat van Maltha naar het te cutteren havenbassin, als gevolg van stroomschuring tijdens de uitvoering van het werk.

De afwerking van de zandbelopen en het aanbrengen van mijnsteen, grind en steenbekledingen werd voortgezet. Binnenkort kan ook de bekleding met klei en de bestrating met betonklinkers een aanvang nemen.

Het aanbrengen van zand met onderlos-



De bouwput van de caissons voor het Volkerak loopt vol, 14 juni 1968

sers in het diepe gedeelte van het sluitgat is vlot verlopen, zodat de bezinking van de drempel en de extra bezinking tegen de oever van de Hellegatdam grotendeels nog vóór de bouwvakvakantie zullen zijn aangebracht. De nabestorting met zware steen kan dan na de vakantie worden aangepakt.

De opbouw van de drempelconstructie met fijn en grof grind en met zware steen tot het peil van N.A.P. — 7 m wordt voortgezet. De voltooiing van de drempel kan in augustus worden verwacht. Inmiddels zijn voor het westelijk landhoofd drie eenheidscissons geplaatst op een vooraf gereedgemaakt grindbed. Het baggerwerk langs de oever van Maltha kwam gereed; de baggermolen 'Port Said' is momenteel bezig aan de toegangsgeul tot het havenbassin. De asfaltdam in de Geul van Maltha werd voltooid, bij dit werk werd 29 710 ton zand-asfalt verwerkt, terwijl voor de noodzakelijke bodembescherming onder water 995 ton gietasfalt werd gestort. De asfaltdam vertoont verzakkingen en afschuivingen, verschijnselen waarnaar een onderzoek gaande is.

Over enkele weken komt de grote los- en laadsteiger binnen het damvak ge-

reed. In de komende maanden zullen via deze steiger depotvoorraden van loodslakken en steen worden gelost. Deze depots zijn bestemd voor de sluiting van het Volkerak in het voorjaar van 1969.

Oosterschelde

Werkhaven 'Schelphoek'

De werkhaven 'Schelphoek' werd op 6 mei voor de eerste maal opgeleverd. Op het plateau nabij de personensteiger wordt thans een kantoor geplaatst en ingericht ten behoeve van het personeel dat met de scheepsmetingen en de administratie van aan- en afgevoerde materialen is belast.

Het aanvoeren en lossen van stortsteen in de werkhaven 'Schelphoek'

Het lossen en opslaan van stortsteen in depots heeft een normaal verloop. In de verslagperiode werd 25 000 ton lichte en 50 000 ton zware stortsteen aangevoerd.

De oeeververdediging van Noord-Beveland

Op 6 april werd door de aannemer met het storten van grof grind langs de noordelijke oever van Noord-Beveland begonnen. De belading van de onderlossers, elk met een beuninhoud van 300 m³, vindt plaats in de werkhaven 'Schelphoek' uit depot of uit schip. Het van te voren gevormde depot van grof grind was 100 000 ton groot en ten behoeve van de werkzaamheden van dit jaar wordt nog eens 100 000 ton aangevoerd. De werkzaamheden hebben een vlot verloop; de gemiddelde weekproductie is 12 000 ton. Het ziet er dan ook naar uit dat eind juli het stortwerk voor 1968 voltooid zal zijn. Voor het opvullen van de steile taludgedeelten onder water werd in de verslagperiode met sleepzuigers 80 000 ton Engels zeegrind aangevoerd en gestort.

Werkhaven 'Sophia-polder'

Om zo snel mogelijk beschutting te kunnen bieden aan het in te zetten materieel tegen golven uit noord-westelijke richting, is de aannemer begonnen met de aanleg van de 700 m lange noordelijke havendam. De zandwinning geschiedt in de te maken havenkom door twee kleine cutterzuigers, die het zand rechtstreeks in het damlichaam persen. Tegelijkertijd werd 50 000 ton mijnsteen per schip naar de haven van Kamperland aangevoerd en vandaar per auto naar het werk gereden en gelost ter plaatse van de met dit materiaal op te bouwen perskaden. Na het aanbrengen van de damwand en de kraagstukken werd het buitentalud met betonblokken van 50 x 50 x 20 cm bekleed, deze glooiing is thans tot een hoogte van N.A.P. + 2 m opgetrokken. Inmiddels werden ook de stalen damwandplanken voor de loswallen aangevoerd.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Op 5 juni brachten H.H.K.H.H. Prins Claus en Prinses Beatrix een werkbezoek aan de Lauwerszeewerken. Helaas werd de bezichtiging van de werken bemoeilijkt door vrijwel onophoudelijke stortregens. Het dijkvak op de Zuidwal is in de nacht van 15 op 16 mei gesloten. Elders in dit nummer wordt uiteengezet, welke problemen aan deze sluiting verbonden waren.

Inmiddels is het zandlichaam van de dijk over de gehele lengte op voldoende hoogte gekomen. De glooiingen aan buiten- en binnenzijde zijn vrijwel voltooid. Ook de weg over de binnenberm is voor het grootste deel gereed, zodat binnenkort een doorgaande wegverbinding tussen de Groninger kust en het werkeiland tot stand zal zijn gekomen. De bouwput-

dijken rond de uitwateringssluizen en die aan de Lauwerszeezijde van de schutsluis zijn geheel verwijderd. Een deel van de ontvang- en stortbedden is reeds gemaakt. Ook de ophaalbrug over de schutsluis is aangebracht, zodat ook de bouwputdijk aan de waddenzijde van de schutsluis kan worden doorgraven.

Het centrale dienstgebouw is, wat het buitenwerk betreft, vrijwel voltooid. Thans worden de technische installaties in het gebouw aangebracht.

Alle 26 doorlaatcaissons zijn gereed gekomen; hier en daar wordt nog de laatste hand gelegd aan voorzieningen met het oog op het drijven, het verslepen en het tot zinken brengen van deze caissons en het neerlaten van de kleppen.

Ook de zes eenheidscaissons, die bestemd zijn als reserve, zijn vrijwel gereed. In het sluitgat wordt de filterconstructie van zwaar basalt aangebracht waarop de caissons komen te rusten. Een klein deel van deze constructie aan de Groninger zijde van het sluitgat is thans gereed. Veel zorg levert het vlak maken van de onderslag voor de filterconstructie. In het bijzonder de controle van de vlakheid is een tijdrovende en gecompliceerde bezigheid.

Van het wegvak Anjum-Banthuis zijn de grondwerken vrijwel gereed. Nabij Anjum zijn de nodige wegverhardingen aangebracht ten behoeve van het plaatselijke verkeer. Ook de tunnel voor het plaatselijke verkeer ongeveer halverwege het wegvak is in gebruik genomen.

De nieuwe sluis te Dokkumer Nieuwe Zijen wordt afgewerkt. In afwachting van de komst van de definitieve ophaalbrug over deze sluis worden grondwerken en verhardingen voor de aansluitende wegen gemaakt, terwijl een hulpbrug het verkeer over de sluis leidt.

De buitenringdijk van de bouwput met de daarover lopende omleidingsweg is inmiddels weggebaggerd, zodat ook de geleidewerken en de ontvangbedden kunnen worden voltooid.

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED 943	29 januari 1968	Het leveren van zink- en stortsteen ten behoeve van de Volkerakwerken
DED 948	8 december 1967	Het maken van een gedeelte van een binnenhaven nabij de schutsluis in de afsluiting van het Haringvliet, in de gemeente Goedereede
DED 964	1 november 1967	Bouw en exploitatie van een asfaltchip en het daarmee maken van bitumineuze bodembescherming en eventuele andere bitumineuze waterbouwkundige constructies
DED 988	13 december 1967	Het vervaardigen en leveren van een aanlegpontoon en loopbrug
DED 922	15 januari 1968	Het maken en plaatsen van een pyloon van voorgespannen beton op elk der twee bestaande rivierpijlers, ten behoeve van een kabelbaan over het Brouwershavensche Gat in de gemeente Middenschouwen
DED 994	16 april 1968	Het onderhouden van beplantingen en het grasgewas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden op en langs terreinen behorende tot de afdeling Afsluitingswerken Noord van de Deltadienst, in de gemeenten Hellevoetsluis, Goedereede en Dirksland, in het jaar 1968
DED 998	30 januari 1968	Het uitvoeren van baggerwerk in de scheepvaartgeul nabij de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 999	11 januari 1968	Levering van mijnsteen ten behoeve van de Deltawerken
DED 1000	7 februari 1968	Het maken en leveren van een stalen boorpontoon met toebehoren ten behoeve van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat
DED 1001	8 februari 1968	Aankoop van een ijzeren pontoon
DED 1002	22 januari 1968	Het leveren van stortsteen te Kats
DED 1004	24 januari 1968	Het demonteren van het kantoorgebouw met bijbehorende opstallen van de Deltadienst te Bruinisse en het vervoer ervan naar en de opbouw ervan op een terrein bij het bouwdoek voor caissons in de Nieuw-Bommenede-polder te Zonnemaire
DED 1005	19 februari 1968	Het lossen, opschelven, laden en vervoeren van rijsmaterialen in de omgeving van Willemstad
DED 1006	18 april 1968	Het leveren van polypropreen weefsel ten behoeve van de stortebedden in het Haringvliet
DED 1007	8 januari 1968	Het lossen en opslaan van steen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
DED 1009	11 december 1967	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 1010	12 december 1967	idem
DED 1011	1 december 1967	idem
DED 1012	1 december 1967	idem
DED 1013	7 december 1967	idem
DED 1014	30 november 1967	idem
DED 1015	5 december 1967	idem
DED 1016	10 april 1968	Het leveren van basaltstortsteen ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
DED 1017	5 maart 1968	Het vervaardigen van betonblokken
DED 1019	28 maart 1968	Het verzagen van groenharthouten palen
DED 1020	16 april 1968	Huur van een hijsbok en twee sleepboten voor het plaatsen van een meetpaal
DED 1022	28 december 1967	Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat

Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingsom	Aannemer(s)
f 66 000,—	N.V. Brugverbinding Haringvliet te Middelharnis
f 1 870 600,—	Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis
—	N.V. Maatschappij tot ontwikkeling en toepassing van bitumineuze constructies onder water 'Bitumarin' te Zaltbommel N.V. Aannemers- en wegenbouwmaatschappij v/h Firma J. Heijmans te Rosmalen Koninklijke Maatschappij Wegenbouw N.V. te Utrecht
f 33 950,—	'Hellevoet' Apparatenbouw, Constructie en Scheepsreparatiebedrijf N.V. te Hellevoetsluis
f 470 000,—	'Combinatie Oosterschelde' te Beverwijk
f 88 004,—	Firma S. L. Kranenburg te Oudenhorn
f 771 000,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
eenheidsprijzen	N.V. Nederlandse Staatsmijnen te Hoensbroek
f 180 760,—	Paans N.V. Scheepsbouwwerf te Moerdijk
f 18 500,—	J. v. d. Velde te Amsterdam
f 18 522,26	N.V. Handelmaatschappij Arnold Maassen te Maastricht
f 15 879,—	J. den Herder te Bruinisse
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	Nicolon N.V. te Enschede
eenheidsprijzen	Aannemingsbedrijf Oosterwijk N.V. te Rotterdam
eenheidsprijzen	Fa. A. J. van Loon te Drimmelen (N.Br.)
eenheidsprijzen	Fa. J. A. de Ruiters c.v. te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	Fa. T. den Otter en Zoon te Meerkerk
eenheidsprijzen	G. van Weverwijk te Zijderveld
eenheidsprijzen	N.V. J. de Jong Bzn. te Sliedrecht
eenheidsprijzen	C. v. Schaik te Langbroek (Utr.)
eenheidsprijzen	Rheinisches Lavakontor G.M.B.H. Tochtergesellschaft der Firma Horst und Jüssen O.H.G. te Sinzig/Rhein
eenheidsprijzen	N.V. Betonfabriek Haringman te Goes
f 13 340,75	Firma Gebr. van Gaans te Nieuw-Vossemeer
f 22 821,94	N.V. Bergings- en Transportbedrijf van den Akker te Vlissingen
eenheidsprijzen	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht

