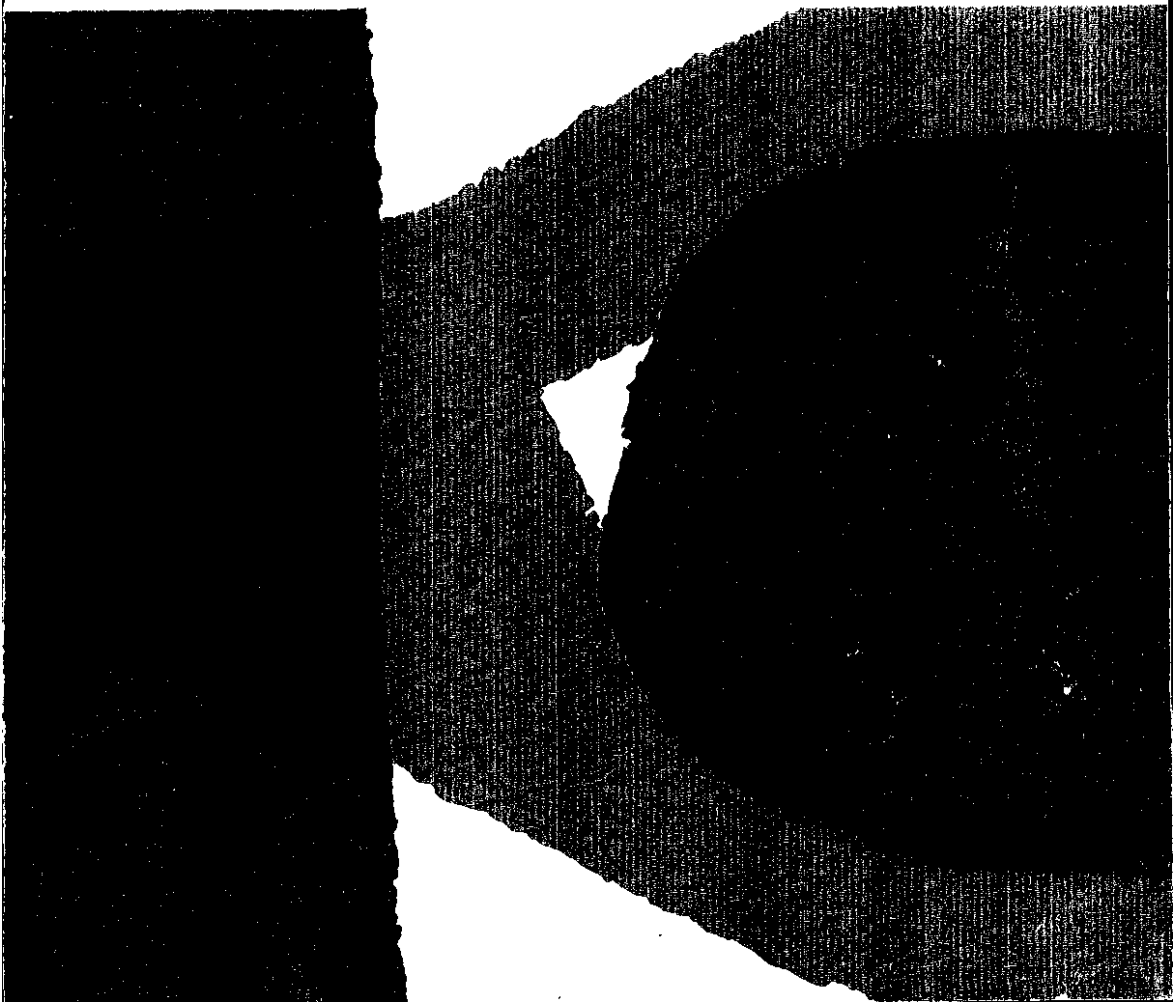


deltawerken

augustus 1965 nummer 33



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

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

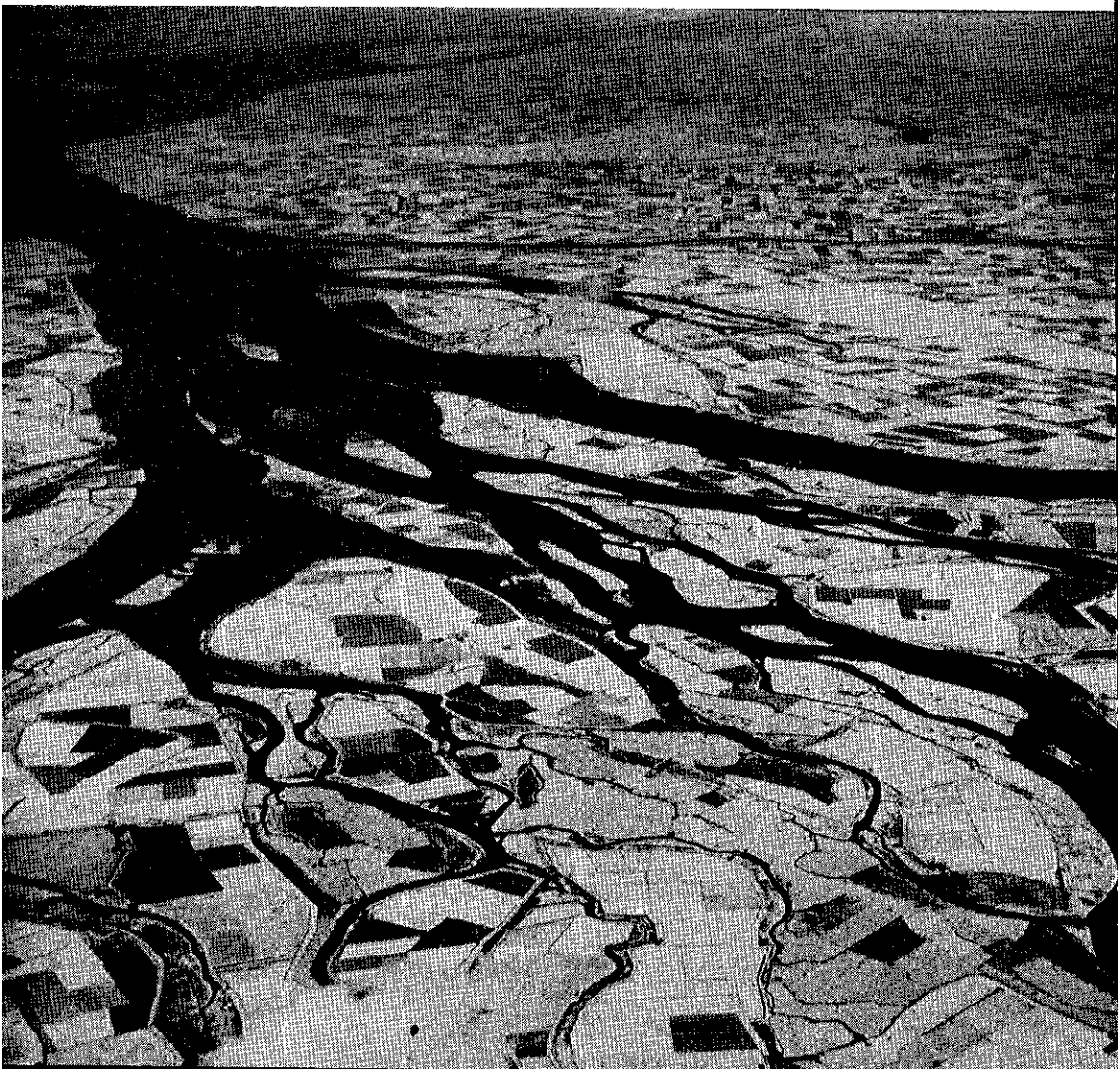
De prijs bedraagt f 6,- per jaar of f 2,- per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 115 De Brabantse Biesbosch
- 124 De slibbeweging in het Deltagebied
voor en na de uitvoering van de
Deltawerken
- 129 De ontzilting en bebossing van bui-
tendijkse gronden in het Veerse Meer
- 134 De gevolgen van bui-oscillaties in ha-
vens langs de kust
- 145 De stortebedden voor de schutsluizen
in het Volkerak
- 153 Verhoging van de zeedijk van de pol-
der Oud-Herkingen op Goeree-Over-
flakkee
- 157 Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

De Brabantse Biesbosch, gezien van oost naar west



Karakterisering en geschiedenis

Toekomstige veranderingen in het getijdenregime van de Deltawerken zullen veel aanpassingswerken noodzakelijk maken, ook en vooral in het in vele opzichten unieke gebied van de Brabantse Biesbosch. Als inleiding van een overzicht der aanpassingsproblemen worden in dit artikel – het eerste van een reeks – het gebied en zijn geschiedenis beschreven.

Reeds een enkele blik op de topografische kaart doet zien dat het landschap van de Brabantse Biesbosch een geheel eigen, bijzonder karakter heeft. Brede geulen en grillig kronkelende killen omspoelen kleinere en grotere eilanden, die – al naar gelang de ontwikkeling is voortgeschreden – bestaan uit zandplaten, slikken, ruigten en biezengorzen, rietgorzen, al dan niet omkade grienden, en bedijkte landbouwpolders. Hoewel het water onder invloed staat van het getij, is het zoet: de Biesbosch heeft het karakter van een zoetwatergetijdendelta.

De landbouwpolders beslaan 6150 ha van het in totaal 10 300 ha grote gebied. In het oosten en noorden, waar nog slechts enkele met riet en griendhout omzoomde killen het landschap doorsnijden, beslaan ze vrijwel de gehele oppervlakte; daar zijn vele kleinere polders tot grotere complexen samengevoegd, hoewel de tussenliggende dijken meestal nog niet zijn opgegruimd. *In het zuidwesten vormen de landbouwpolders, alleen of tezamen met enkele andere, eilanden; het water neemt er, met zandplaten en slikken, nog een belangrijke plaats in; men vindt er grote complexen rietgorzen en grienden.*

De dijken van de landbouwpolders hebben een kerende hoogte die voor het merendeel varieert van N.A.P. + 2,60 m tot N.A.P. + 3,20 m. Deze hoogte is zodanig dat de polders bij sterk verhoogde buitenwaterstanden, bijvoorbeeld als gevolg van stormvloed, inlopen. Onder de tegenwoordige omstandigheden komt dit van gemiddeld eenmaal per twee jaar tot gemiddeld eenmaal per twintig jaar voor, afhankelijk van de ligging. De schade en het ongemak die hiervan het gevolg zijn, kan men zich gemakkelijk voorstellen. Vooral als de kaden bij het overlopen doorbreken kan de schade zeer groot zijn.

De dijken van de Biesbosch omvatten merendeels gronden die voor de landbouw zeer geschikt zijn. Over het algemeen zijn de kavels groot en de meeste bedrijven beslaan een grote oppervlakte. Het landbouwbedrijf wordt in de Biesbosch in het algemeen op een moderne, rationele wijze uitgeoefend, waarbij de mechanisatie ver is doorgevoerd. Het



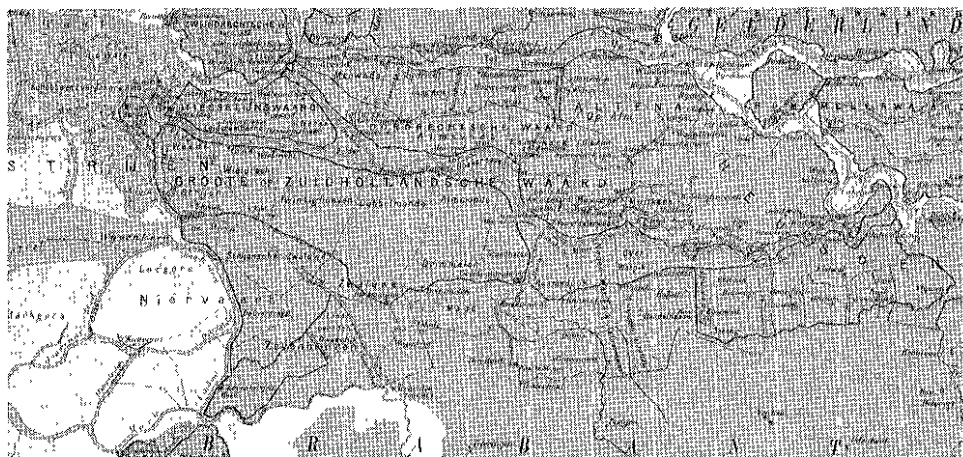
teeltplan heeft als regel een extensief karakter, in verband met de moeilijke arbeidsvoorziening in een zo geïsoleerd gelegen gebied. Vanwege het overstromingsgevaar worden er voornamelijk zomergewassen geteeld. De bedrijfsgebouwen en woningen zijn, eveneens met het oog op het overstromingsgevaar, vaak op vloedvrije heuvels gebouwd. In de laagst gelegen polders en daar waar de opslibbing van de killen het verst is voortgeschreden, is de natuurlijke lozing nauwelijks meer voldoende om op bevredigende wijze in de ontwatering te voorzien. De ontsluiting laat vooral in het oosten en zuidwesten veel te wensen over. Grote delen van de landbouwpolders en vele bedrijven en woningen zijn slechts over water bereikbaar; alleen in het noorden is het merendeel van de boerderijen aan redelijke wegen gelegen. Behalve voor de arbeidsvoorziening vormt het isolement ook voor andere aspecten van de landbouwkundige bedrijfsvoering een groot probleem. Tenslotte wordt het isolement ook in sociaal opzicht als in hoge mate hinderlijk gevoeld.

Een groot deel van het buitendijkse gebied is, evenals het bedijkte polderland, cultuurlandschap. Zo vindt men in de grienden: griendketen, kaden, duikers, greppels en beknotte stobben; in de rietgorzen: greppels en gesneden stoppels; en overigens: verbindingsdammen, oeververdedigingen, strekdammen, enz. De buitendijkse cultuur van griendhout en riet is echter in sterke mate aan de natuurlijke omstandigheden aangepast.

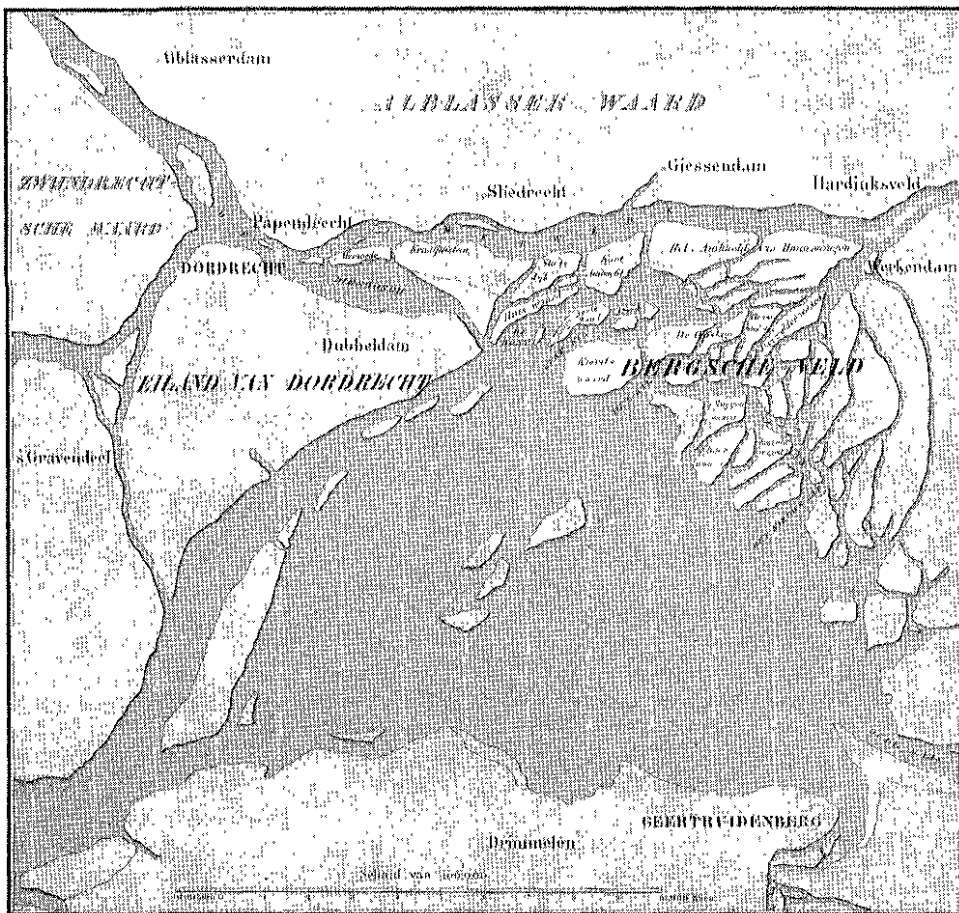
Dat van het buitendijkse land in de Biesbosch eenzelfde bekoring uitgaat als van een natuurlandschap is juist te danken aan dit natuurlijke aspect van de buitendijkse cultures. Vooral bij wie de Biesbosch in de zomer bezoekt wekken de grienden en rietgorzen de schijn van ongerepteheid. Het riet wordt immers in het winterseizoen gesneden en in de zomer liggen de rietvelden geheel verlaten. Van de nog geëxploiteerde grienden wordt ruim een vierde van het hout in de winter en het vroege voorjaar gekapt, terwijl in de zomer de dichtbebladerde griend met zijn ondergroei van allerlei kruiden de indruk maakt van maagdelijk terrein. Verschillende aspecten van de griend-, riet- en biezencultuur werden reeds in nr. 29 van deze Berichten belicht. In verband met de moeilijkheden die zich bij de griendcultuur voordoen worden thans op meer dan één plaats in de Brabantse Biesbosch, maar vooral in het centrum van het zuidwestelijke deel, verwaarloosde grienden aangetroffen die steeds meer het karakter van een vloedbos in oervorm aannemen; een belangrijk deel van deze grienden wordt momenteel door het Staatsbosbeheer als natuurreservaat beheerd.

De landschappelijke schoonheid van de Biesbosch wordt in sterke mate bepaald door het samenspel van het water en de begroeiing van de oevers, waarbij het gebied als geheel

1



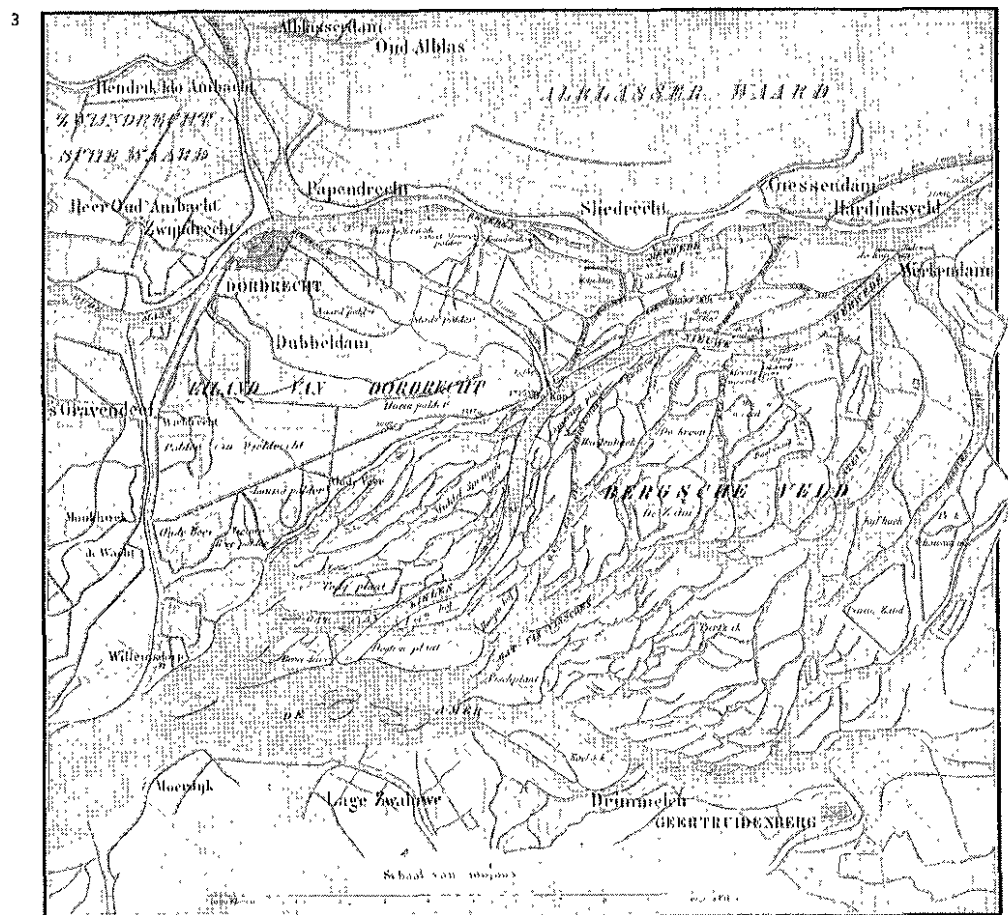
2



1 De Groote of Zuidhollandsche Waard in de 13de eeuw, ontleend aan de geschiedkundige Atlas van Nederland

2 De Brabantse Biesbosch in 1699

3 De Brabantse Biesbosch in 1825



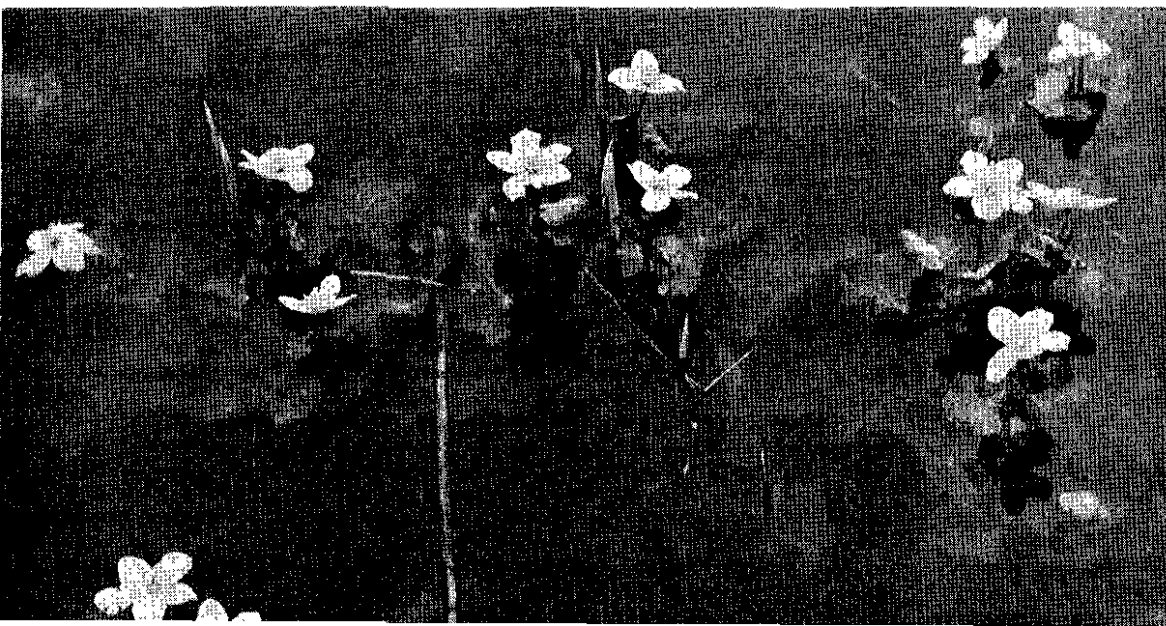


Kreek door het griendland

Dotterbloemen in gesneden rietgors bij vloed

een indruk van grote ruimte en van ongereptheid geeft. Het natuurlijk gebeuren in het buitendijkse gebied heeft een boeiend, sterk dynamisch karakter; niet alleen het door het getij heen en weer gestuwde water, maar ook de sterke wisseling van het beeld in de verschillende seizoenen dragen daartoe bij. De landbouwpolders, die deels zijn omzoomd door rietkragen en griend en daardoor vanaf het water gezien één geheel schijnen te vormen met het buitendijkse gebied, dragen in sterke mate bij tot het gevoel van ruimte; het feit, dat hoog opgaand geboomte in de Biesbosch praktisch niet wordt aangetroffen versterkt dit laatste nog.

De Biesbosch vervult op het gebied van de recreatie thans reeds een belangrijke rol. Daar slechts weinig wegen ter beschikking staan vindt het bezoek meestal over water plaats; zowel dag-, weekend-, als vakantie-recreatie worden op deze wijze beoefend. Bij de weekend- en vakantie-recreatie dient men vooral aan diegenen te denken die beschikken over een eigen of een gehuurde boot, die de nodige accommodatie biedt en waarmee men vanuit de omgeving de Biesbosch intrekt. De aantallen in 1962 door de Biesboschsluis te Werkendam en de Spieringsluis tegenover Kop van het Land geschutte pleziervaartuigen bedroegen 4458 en 7251; de boten die de Biesbosch via de Amer en de Bergsche Maas bereikten en/of verlieten, zijn daarbij niet geteld. De Biesbosch ontleent zijn aantrekkelijkheid voor de watersportbeoefenaars aan zijn landschappelijke schoonheid en de afwisselende vaarmogelijkheden: nu eens vaart men door smalle krekens tussen grienden, dan weer over wijde wateren met fraaie oevers en verrassende vergezichten. Het tamelijk sterk stromende water, zowel in de Biesbosch als op de omringende wateren, de kans om bij afgaand tij droog te vallen en het ontbreken van voldoende jachthavens waar de watersportbeoefenaars hun schepen veilig kunnen achterlaten, zijn factoren die een verdergaande ontwikkeling van de watersport in de Biesbosch tot dusverre hebben geremd. Een andere vorm van dag- en weekendrecreatie in de Biesbosch, waarbij de accommodatie zonnig op de vaste wal wordt gezocht, is de sportvisserij. In het voorjaar van 1962 werden rondom de Biesbosch niet minder dan 450 voor sportvisserij geschikte huurbootjes geteld, waarmee naar schatting tenminste 45 000 personen per jaar een dag in de Biesbosch gaan vissen.



Een vorm van recreatie die vooral de laatste jaren snel opkomt, is het maken van een dagtocht door de Biesbosch met een rondvaartboot.

Het spreekt welhaast vanzelf dat ook voor de natuurbescherming en het natuurwetenschappelijk onderzoek het buitendijkse gebied in de Biesbosch grote waarde heeft. Korthedshalve moge op deze plaats worden verwezen naar het vele dat hierover elders reeds is gepubliceerd.

Een gebeurtenis die in sterke mate bepalend is geweest voor de vorming van de Biesbosch zoals we die thans kennen, is de Sint-Elizabethsvloed van 1421.

In de 13de eeuw bestond in de streek tussen Woudrichem, Puttershoek, Zevenbergen en Heusden de 'Grote of Zuidhollandse Waard' met een voor die tijd goede waterschapsorganisatie. Eerder gevormde partiële bedijkingen werden later binnen een ringdijk gevat. Voor die tijd zeer grote waterbouwkundige werken, zoals de afdamming van de Maas bij het tegenwoordige Maasdam in de Hoekse Waard, kwamen tot stand. Met Hollands twee oudste steden, Dordrecht en Geertruidenberg, was dit gebied het hart van de vroeg-hollandse beschaving.

De zee was in die tijd in de aanval, en herhaaldelijk ontstonden doorbraken in de dijken, die evenwel steeds weer konden worden gedicht. Sinds de bedijking van de waard was de zeespiegelrijzing evenwel voortgegaan, terwijl de waard zelf door de ontwatering was ingeklonken, zonder dat deze verschijnselen door opslibbing konden worden gecompenseerd. Een andere mogelijke oorzaak van het van tijd tot tijd falen van de dijken was de moer- en selnering, dat is het delven van turf als brandstof en ten behoeve van de zoutwinning. Deze praktijk zal de dijken weinig goed hebben gedaan, vooral wanneer de ontgraving te dicht bij de dijken plaatsvond. Het uitbreken van de Hoekse en Kabeljauwse twisten deed de voor de verdediging tegen de zee zo noodzakelijke eenheid verdwijnen; kort voordat de zee wederom krachtig zou toeslaan, werd Geertruidenberg door Dordrecht gebrandschat. In november 1421 ontstonden in het westen van de waard doorbraken en in dit en de daarop volgende jaren werden de waterkeringen zodanig aangetast, niet alleen in het westen, maar ook in het noorden langs de Merwede, dat de schade onder de heersende onzekere omstandigheden al spoedig niet meer hersteld kon worden. Veel land werd weggeslagen en een groot deel van de waard veranderde in een zilte baai, waarbij het rivierwater zich in toenemende mate dwars door de oude waard een weg zocht in westelijke richtingen. In enkele decennia ging zodoende het grootste deel van de waard geheel ten onder.

Daar waar de meeste waterverplaatsing optrad werden geulen in het oude land uitgeschaard, terwijl elders door hernieuwde sedimentatie al spoedig nieuwe op- en aanwassen ontstonden. De landgroei was aanvankelijk het sterkste langs het overgebleven oude land in het oosten, tegen de Strijense opwassen in het westen, en langs restanten land en dijk en slechts weinig onder water geraakte stroomruggen langs de Merwede in het noorden. Tegen het einde van de 17de eeuw waren het westelijke en oostelijke aanwasgebied reeds grotendeels bedijkt.

In 1654 schrijft Jacobus van Oudenhoven over het hiertussen gelegen gebied: 'Aen de West-Noort-Westzijde van de Stadt (St. Geertruydenberge) verspreyt sich nu een groot Vlack Waters, genaemt de Biesbosch, ende is seer Vischrijck, daer op eenen dagh wel 18 000 Steuren, Salmon ende Elft gevangen zijn, daer in de Stadt St. Geertruydenberge den Afslagh van is, hetwelk in dese Stadt niet alleen een groot gerief, maar oock een groote neringe geeft' en ook 'ende wort geseyt, dat de Dienstboden in haer Huys plachten te bedingen, datse maer tweemaal in de Weeck Salm wilden eten'. Ook als dit laatste misschien wat overdreven was moet worden vastgesteld dat de situatie later toch wel sterk

is veranderd! Sinds de dertiger jaren van deze eeuw is de beroepsvisserij op riviertrekvis uit de wateren in en om de Biesbosch vrijwel geheel verdwenen; verschillende oorzaken hebben hiertoe bijgedragen. De huidige beroepsvisserij in de Biesbosch, die van zeer geringe betekenis is, drijft hoofdzakelijk op de vangst van pootvis voor de sportvisserij en de palingvangst.

De vertraging in de stijging van de zeespiegel in de periode van 1600 tot 1800 à 1850 is voor de vorming van het centraal gelegen opwasgebied van veel belang geweest; in deze periode kwam hier een grote hoeveelheid riviersediment tot afzetting. Op het einde van de 18de eeuw werden in het centrale opwasgebied nog slechts enkele bedijkingen aangetroffen; in het begin van de 19de eeuw vindt men er daarentegen reeds vele.

Een tweetal werken heeft in latere jaren in belangrijke mate bijgedragen tot de bepaling van de geografische situatie in het Biesbosch-gebied zoals we die thans kennen, namelijk de vorming van de Nieuwe Merwede en de verlegging van de Maasmond.

De afstroming van het water van de Merwede via de voormalige waard leidde tot een verwildering van deze rivier, ten nadele zowel van de scheepvaart als van een vlotte afvoer van hoog opperwater en ijs. Reeds uit de eerste helft van de 16de eeuw worden pogingen van de stad Dordrecht gemeld om een aantal killen tussen de Merwede en de voormalige waard af te sluiten. De ingelanden van de Alblasserwaard en de hoger langs de rivieren gelegen waarden daarentegen zagen meer heil in het handhaven of zelfs vergroten van de mogelijkheden voor afleiding en berging van water. Tot in de 19de eeuw vormden de uit een oogpunt van scheepvaartbelang en de met het oog op de veiligheid tegen overstroming gewenste maatregelen een twistpunt. In het kader van de toentertijd hoog nodige verbetering van de toestand van de grote rivieren, die vooral na daartoe strekkende besluiten van het Weense Congres van 1815 ook in ons land krachtig ter hand werd genomen, werd tenslotte in 1850 besloten tot verbetering van de Beneden Merwede en tot vorming van de tegenwoordige Nieuwe Merwede, ongeveer volgens de loop van een van de destijds voornaamste Biesboschkillen, de Westkil. Het duurde bijna tot de eeuwwisseling voordat de eerste fase van de werken aan de Beneden en de Nieuwe Merwede geheel was voltooid; in de periode van 1864 tot 1887 werd daarbij tevens een leidam aangelegd van Werkendam tot Anna-Jacominaplaat, met daarin een tweetal sluizen, die de Brabantse Biesbosch voortaan tot op zekere hoogte scheidde van de Merwede. De door deze scheiding veroorzaakte verlaging van de gemiddelde hoog- en laagwaterstanden vergrootte de voor bedijking in aanmerking komende oppervlakte in de Biesbosch in belangrijke mate.

De toestand in het benedendeel van het stroomgebied van de Maas was ook na het totstandkomen van de bovengenoemde werken bij hoog opperwater en bij ijsgang op de grote rivieren verre van bevredigend. Om hierin verbetering te brengen werd in 1883 bij de wet tot verlegging van de Maasmond onder meer besloten tot het graven van de Bergsche Maas en het afsluiten van de (Afgedamde) Maas bij Andel; deze werken kwamen in 1904 grotendeels gereed. Met het oog op de moeilijkheden, die voor de ontwatering zouden kunnen ontstaan door de verhoging van de laagwaterstanden bij grotere Maasafvoeren, werden door het Rijk voor een aantal op de Oostkil afwaterende polders bemalingen gesticht en werden verder langs de Amer en het Spijkerboor enkele kaden aangelegd. Op deze wijze kwam de zuidelijke begrenzing van de huidige Brabantse Biesbosch tot stand.

De studie die door Rijkswaterstaat wordt verricht van de slibhuishouding voor de Nederlandse kust heeft ten doel van de beweging, afzetting en erosie van slib in ons kustgebied op de hoogte te raken en te blijven, juist nu de Deltawerken ingrijpende veranderingen gaan aanbrengen in de stromingen en de waterbeweging voor de kust. In dit artikel zal een – soms voorlopige – bespreking worden gewijd aan de volgende vraagstukken:

Bij welke stromingen en wat voor golfbeweging kan slib bezinken? In welke gebieden kan men deze voorwaarden verwachten nadat de zeegaten zijn afgesloten?

Bij welke stromingen en golfbewegingen wordt afgezet slib weer opgewerveld? Waar zal dit onder de nieuwe omstandigheden gebeuren?

In hoeverre oefenen slib en slib-zandlagen invloed uit op de erosie van geulen, zowel in de diepe als in zijdelingse richting?

Welke relatie bestaat er tussen de slibbeweging langs de Deltakust en die langs de kust ten noorden van Hoek van Holland – de zogenaamde schone kust –, en hoe zal die betrekking onder invloed van de afdamming der zeegaten veranderen?

Slib kan slechts bezinken bij watersnelheden kleiner dan ongeveer 20 cm/sec. Eenmaal bezonken is het slib onderhevig aan allerlei processen die de binding tussen de slibdeeltjes vergroten. Hoe langer slib ongestoord blijft liggen, hoe grotere invloed deze processen uitoefenen. Met het verstrijken van de tijd is dan ook een steeds grotere watersnelheid nodig om het slib opnieuw te eroderen. Blijvende slibafzettingen kunnen alleen daar optreden waar de sedimentatievoorwaarden gunstig zijn, en waar slechts sporadisch erosie van slib plaatsvindt. Het slibonderzoek dient dus om de voorwaarden te bepalen waaronder blijvende slibafzettingen kunnen ontstaan. Uit getijberekeningen en golfstudies kan dan worden afgeleid in welke gebieden aan die voorwaarden wordt voldaan.

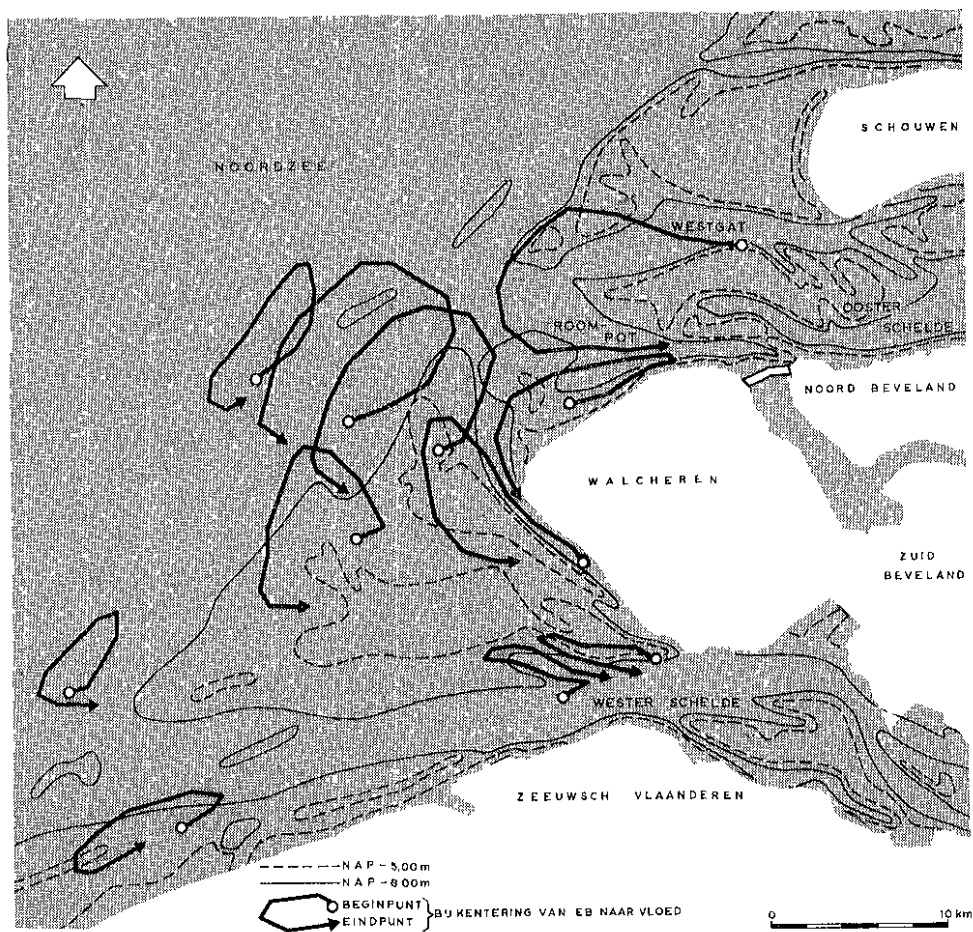
Slib dat in geulen is afgezet en daar lange tijd is blijven liggen heeft een grotere weerstand tegen erosie dan onvermengd zand. Slibafzettingen kunnen dus inderdaad de diepte- en zijdelingse erosie van geulen beperken. Dit is van betekenis voor de voorspelling van de snelheid waarmee en de richting waarin geulen zich zullen verplaatsen.

Het onderzoek naar de mechanismen van slibsedimentatie en sliberosie is nog niet afgesloten. Daarentegen heeft het onderzoek naar de hoeveelheid slib dat zich in het Deltagebied beweegt reeds enige resultaten opgeleverd. Ze zullen in het volgende kort worden besproken.

Uit het voorkomen van uitgestrekte slibgebieden, uit slibgehaltemetingen en uit boringen blijkt dat er in de Deltawateren in de huidige toestand veel slib in beweging is. Boringen

[illegible]

Drift van waterdeeltjes gedurende een getijperiode voor de monden van Ooster- en Westerschelde



geven aan, dat 15 à 20 % van het sediment dat in het Deltagebied wordt afgezet, uit slib bestaat. De rest is zand.

Dit slib is van verschillende oorsprong. Gedeeltelijk wordt het aangevoerd door Rijn, Waal, Maas en Schelde, en door de Noordzee, voor een ander deel ontstaat het in het Deltagebied zelf door erosie van oude sliblagen en ten gevolge van biologische activiteit. In elk zeegat is het slib weer van andere herkomst. Zo voert het Haringvliet voornamelijk slib aan uit Waal en Maas. Het slib in de Oosterschelde daarentegen is bijna uitsluitend afkomstig uit de Noordzee of te danken aan biologische slibvorming. In de Westerscheldemond is het slib voornamelijk afkomstig van geërodeerde kleilagen, die daar over grote uitgestrektheden voorkomen. Het hoge slibgehalte wordt er vooral veroorzaakt door de geringe afvoer van slib naar het zuiden of noorden. Het Brouwershavensche Gat bevat slib dat voor tweederde afkomstig is van Waal en Maas. Het wordt daar gebracht door de Grevelingen, maar ook het Haringvliet, middels een om de kop van Goeree lopende rondgaande stroming.

Het slib van het Deltagebied beweegt zich uiteindelijk langs de schone kust naar het noorden. Dicht onder de kust bestaat namelijk een vloedoverschot, hetgeen wil zeggen dat meer water bij vloed naar het noorden stroomt dan bij eb naar het zuiden. Verder zeewaarts bestaat weliswaar een eboverschot, maar dat is voor het vervoer van slib van geen belang, omdat de slibgehalten van het water daar veel lager zijn dan dicht onder de kust. Een gedeelte van het Haringvlietslib komt dan in de Waterweg terecht; het kan voorts tijdelijk worden afgezet op de Maasvlakte, tot het bij storm weer wordt geërodeerd. De strook waarbinnen het Deltaslib zich noordwaarts verplaatst, is smal. In het Deltagebied zelf reikt hij niet verder dan vier kilometer uit de kust, langs de schone kust zelfs niet meer dan twee kilometer. Binnen de strook neemt het slibgehalte in de richting van de kust sterk toe; erbuiten is het slibgehalte van het water gering. De haven van IJmuiden vangt veel slib op, hetgeen blijkt uit een sterke vermindering van het slibgehalte ten noorden van deze haven. Uit gegevens van Rijkswaterstaat en andere instellingen werden voor de huidige toestand de slibafvoeren en slibgehalten berekend. Men vindt ze in een bijgevoegde figuur.

Onder invloed van de Deltawerken zal de slibbeweging in het Deltagebied en langs de schone kust veranderen.

Als de zeegaten zijn afgesloten zal er geen Noordzeeslib meer kunnen binnendringen in de Deltawateren, met uitzondering van de Nieuwe Waterweg. Er wordt dan door het Deltagebied geen slib meer aan de slibbeweging langs de kust onttrokken, terwijl, zoals wij zullen zien, wellicht toch een groot gedeelte van het rivierslib op zee geloosd zal worden. Een en ander zal waarschijnlijk leiden tot een geringe verhoging van het gemiddelde slibgehalte van het kustwater.

De allerbelangrijkste ingreep in de slibbeweging langs de kust zal echter tot stand komen door de afsluiting van de Oosterschelde. Onder de huidige omstandigheden wordt er namelijk zeer weinig slib vanuit de Westerschelde noordwaarts gevoerd. Dit is een gevolg van een bijzondere samenloop van omstandigheden in de stromingen van Wester- en Oosterschelde. Een slibdeeltje dat zich bij de kentering van eb naar vloed in de mond van de Westerschelde bevindt en met de vloedstroom naar het noorden gevoerd wordt, bereikt de mond van de Roompot juist als daar ebstroom gaat lopen. Het wordt door die ebstroom zeewaarts verplaatst, en met de ebstroom op de Noordzee weer naar het Westerscheldegebied vervoerd. Het beschrijft dus een cirkelgang. Wordt de Oosterschelde afgesloten, dan verdwijnt deze bijzondere stromingstoestand. Het slib uit de Westerschelde kan zich dan langs de kust verder noordwaarts bewegen. Aangezien het slibgehalte van

de Westerschelde nogal hoog is, zal ook door de zojuist genoemde stroomverandering het slibgehalte van het water langs de kust toenemen.

Van belang is nu of deze toeneming ook een verhoging van het slibgehalte voor de schone kust tengevolge zal hebben. Een definitieve uitspraak hierover is thans nog niet te geven. Wel kan worden opgemerkt dat, als het slibgehalte van het water voor de schone kust onder invloed van de Deltawerken toeneemt, deze toeneming in de loop der tijd geringer zal worden. Na afsluiting van de zeegaten zal de bodemfiguratie in de monden veranderen. Na enige tijd kan zich in een der monden bijvoorbeeld een zandbank vormen die het achtergelegen gebied tegen sterke golfaanval beschermt, zodat definitieve afzetting van slib mogelijk wordt. Deze slibsedimentatie zou dan slib aan de slibbeweging langs de kust gaan onttrekken en daardoor zou het slibgehalte van het kustwater ten noorden van het zeegat afnemen. Zeker is dat er na de afsluiting van de Oosterschelde veel slib uit de mond van de Westerschelde voorgoed naar het noorden zal worden afgevoerd. Na verloop van tijd zal de hoeveelheid slib in de mond van de Westerschelde verminderen en daarmee het slibgehalte van het water langs de Deltakust.

In de figuur zijn ook de slibafvoeren aangegeven die na de uitvoering van het Deltaplan en de Rijnkanalisatie in de benedenrivieren verwacht worden. Vergelikt men de cijfers met die bij de huidige toestand, dan blijken de veranderingen in de slibafvoeren in de benedenrivieren onder invloed van de Deltawerken niet zeer ingrijpend te zijn, behalve voor de Noord en de Oude Maas. De slibafvoeren in deze beide rivieren en ook die in de Nieuwe Maas zijn sterk afhankelijk van het al dan niet openblijven van de Oude Maas. Over de toekomstige slibafvoer door de Haringvlietsluizen is nog niets met zekerheid te zeggen. Wel is uit studies gebleken dat het Haringvliet gedurende een groot gedeelte van het jaar als slibvanger zal gaan fungeren. De stroomsnelheden op dit bekken zullen dan zo gering zijn dat het slib gemakkelijk kan bezinken. Is de binding tussen de slibdeeltjes zo sterk dat het de grote stroomsnelheden die bij hoge rivierafvoeren op het bekken zullen voorkomen, kan weerstaan, dan kan er blijvend slib in het Haringvliet worden afgezet. Hierdoor zal dan de hoeveelheid slib dat het Haringvliet door de sluizen verlaat, worden beperkt. Is de binding tussen de slibdeeltjes nog niet sterk genoeg, dan wordt het grootste deel van het afgezette slib bij hoge afvoeren geërodeerd en door de sluizen afgevoerd. Nader onderzoek naar de erosiegevoeligheid van het hier afgezette slib is dus nodig om te komen tot prognoses ten aanzien van de toekomstige slibbeweging in dit gebied.

Het is te verwachten, dat de slibbeweging langs de kust na de uitvoering van het Deltaplan 's zomers veel geringer zal zijn dan 's winters. In de winter kunnen stormen eerder afgezette sliblagen weer doen opwervelen. Bovendien kan men in de winter en het voorjaar hoge spuidebieten door de Haringvlietsluizen verwachten; er zal dan mogelijk veel slib naar zee worden gevoerd. Door beide oorzaken zal er 's winters dus veel slib langs de kust trekken. In de zomer daarentegen is de golfwerking veel minder, en kan plaatselijk veel slib worden afgezet. Bovendien zijn dan de spuidebieten door de Haringvlietsluizen klein, en wordt er weinig slib vanuit het Haringvlietbekken naar zee gebracht. Er zal zich dan dus veel minder slib langs de kust bewegen.

Het slibonderzoek heeft tot nu toe een aantal verwachtingen opgeleverd ten aanzien van de toekomstige slibafvoer langs de Deltakust. Er is echter nog veel onderzoek nodig, vooral van de mechanismen van sedimentatie en erosie en de processen welke na afzetting van het slib optreden, vooraleer meer definitieve antwoorden op de in de aanhef gestelde problemen gegeven kunnen worden.

De ontzilting en bebossing van buitendijkse gronden in het Veerse Meer

Door de afsluiting der zeearmen zal het getij in de Deltawateren wegvallen; op de Deltameren zullen dan ook nog slechts geringe schommelingen in de waterstand voorkomen. Dientengevolge zal een aantal buitendijkse gronden die thans nog regelmatig door de vloed worden overspoeld, voorgoed droogvallen. Gronden van verschillende aard: zandplaten, slik- en plaatgronden en schorren. Schorren liggen reeds gedeeltelijk boven de hoogwaterlijn, zandplaten en plaatgronden lopen nog met ieder getij onder. Zandplaten bestaan geheel uit zand, terwijl plaatgronden een dunne, en schorren een dikke kleilaag bezitten als afdekking van een zandige ondergrond.

Voor het behouden en het gebruik van al deze gronden is het van belang dat zij na hun droogvallen niet ontaarden in zandverstuivingen. De bezwering van dat gevaar moet vooral verwacht worden van begroeiing of beplanting. De mogelijkheden tot vestiging van vegetatie worden voornamelijk bepaald door het grondwaterregime, dat op zijn beurt weer afhankelijk is van het peil en het zoutgehalte der Deltameren, van de neerslag en van cultuurtechnische ingrepen zoals drainage of infiltratie.

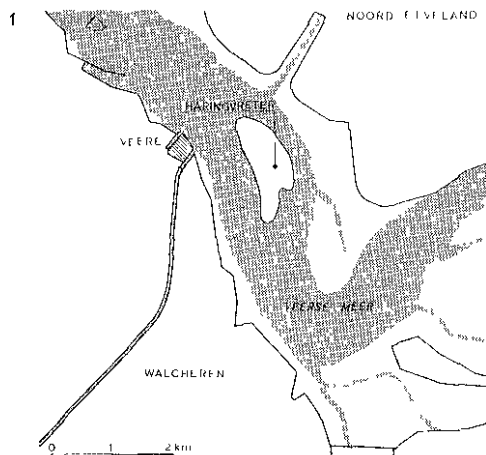
Om een beter inzicht te krijgen in de samenhang van deze factoren is een onderzoek ingesteld naar de ontzilting van enkele gronden in het Veerse Meer.

Er zijn verscheidene methodes ontwikkeld voor de bepaling van het zoutgehalte van grondwater, en wel:

1. Analyse van gestoken grondmonsters. Men bepaalt het watergehalte en het zoutgehalte en deelt ze op elkaar.
2. Analyse van watermonsters die onttrokken worden aan op bepaalde plaatsen in de ondergrond aangebrachte filterbuizen.
3. Directe meting van de elektrische weerstand van de bodem met behulp van een elektrische sonde. Het geleidend vermogen van de bodem wordt namelijk in hoge mate bepaald door het zoutgehalte van het grondwater.
4. Geo-elektrische metingen. Aan de oppervlakte wordt de weerstand van een tussen twee in de grond gestoken elektroden gelegen grondlichaam gemeten. Hoe verder men de elektroden uit elkaar plaatst, hoe groter grondlichaam doorgemeten wordt en hoe dieper ook de ondergrond wordt verkend.

1 Ligging van de zandplaat Haringvreter in het Veerse Meer

2 Voortschrijdende ontziltting van de Haringvreter tussen oktober 1963 en oktober 1964



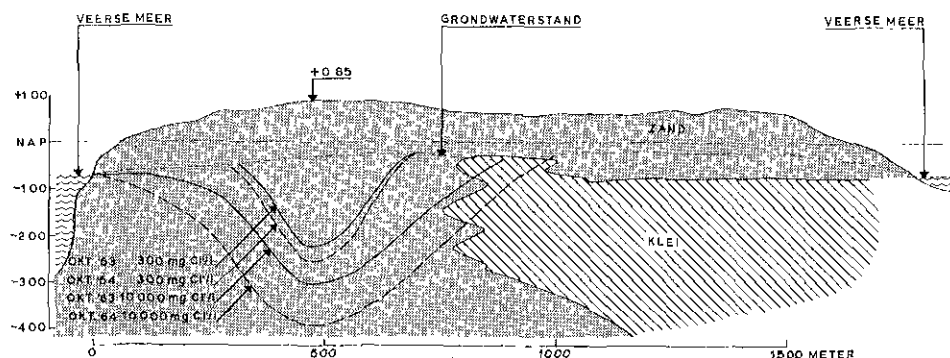
5. Metingen met behulp van de neutronen-sonde. De sonde bevat een radio-actieve kern. Ze wordt in een van te voren geplaatste droge metalen buis naar beneden gelaten. Zout en zoet water reageren verschillend op de uitgezonden straling, zodat het aantal door een telbuis opgevangen impulsen een aanwijzing is voor het zoutgehalte van het grondwater.

Al deze methodes zijn beproefd en toegepast in het gebied van het Veerse Meer. Het Veerse Meer zelf blijkt nog steeds een zeer groot zoutgehalte te hebben, vrijwel overeenkomend met dat van zeewater. Op de gronden echter kon een voortgaande ontziltting worden vastgesteld.

Een goede studiemogelijkheid bood in dit verband de Haringvreter, eertijds een plaat in het Veersche Gat tegenover de stad Veere, doch thans een eiland in het Veerse Meer.

De Haringvreter bestaat hoofdzakelijk uit zand; het zuidelijk deel echter is opgebouwd als plaatgrond: op meer dan een meter beneden het maaiveld is daar een enkele meters dikke kleilaag aangeboord. Dit eiland nu heeft sinds de afsluiting van het Veersche Gat in april 1961 reeds een aanzienlijke hoeveelheid regenwater opgevangen, waardoor de bovenste grondlagen geheel zijn verzoet. Er heeft zich hier een proces voorgedaan dat vergelijkbaar is met de voorraadvorming van zoet water in de duinen langs de Nederlandse kust: in de zand- en plaatgronden heeft zich een zoetwaterlens gevormd die drijft op het zoute water in de ondergrond. De naam 'lens' geeft reeds aan dat de dikte ervan in het midden van het eiland het grootst is. Aan de rand van het eiland vindt voortdurend afstroming naar het Veerse Meer plaats, waardoor een verhang ontstaat van het midden van het eiland naar de rand. Omdat zandige gronden het water veel beter doorlaten dan meer kleihoudende is de ontziltting in het zuidelijk deel van het eiland aanzienlijk minder ver gevorderd.

Het zoutgehalte van water wordt meestal uitgedrukt in milligrammen chloorion per liter (mg cl'/l). Algemeen wordt een zoutconcentratie groter dan 300 mg cl'/l ongunstig geacht voor begroeiing. Die grens van 300 mg cl'/l ligt thans in het midden van het eiland op ongeveer 3,5 m beneden het maaiveld; de 10 000 mg cl'/l-grens zelfs op 4,5 m beneden het maaiveld. Het gedeelte boven de kleilaag in het zuidelijk deel is enigermate ontzilt, de kleilaag zelf echter nog in het geheel niet.



Bebossing

Het grondwaterregime in de zandplaten en plaatgronden van het Veerse Meer maakt ze reeds spoedig na het droogvallen geschikt voor bebossing. Doordat ze in het algemeen goed waterdoorlatend zijn, hoeven voor de ontwatering meestal geen bijzondere voorzieningen te worden getroffen; te minder, omdat loofhoutbeplantingen betrekkelijk ongevoelig zijn voor hoge grondwaterstanden van korte duur. Zouden er niettemin ten gevolge van een slechte ontwatering minder goed groeiende of open plekken in het bos ontstaan, dan hoeft het effect daarvan op de totale aanblik van het landschap helemaal niet ongunstig te zijn. Op de zandplaten en plaatgronden kan veelal worden afgezien van de aanleg van een stelsel van waterlopen met hun onvermijdelijke rechthoekige doorbraken door het houtbestand.

Bij het ontwerpen van bebossingen als deze stelt men zich ten doel snel en efficiënt een duurzaam landschappelijk element tot stand te brengen dat vooral de ontspanning in de vrije natuur ten goede komt. Het beginsel van het meervoudig nut en gebruik van het bos wordt ook hier toegepast, maar de houtproductie komt niet op de eerste plaats. Dan zouden namelijk eensoortige cultures moeten worden aangelegd, ten koste van de recreatieve waarde van het gebied. De ervaringen met eensoortige cultures zijn trouwens in de noordelijk gelegen kustgebieden teleurstellend geweest: monocultures van dennen op arme gronden en van populieren op rijkere bleken van verschillende aantastingen te lijden te hebben.

Om esthetische, recreatieve en technische redenen koos men hier dus een beplanting op vegetatiekundige grondslag. Ze zal een geheel vormen met de begroeiing van de omliggende gebieden, een grote verscheidenheid vertonen in soort en ontwikkeling, en de extreme omstandigheden van het klimaat het best verdragen. Het natuurlijke patroon van de beplanting en het rijke milieu dat ze biedt aan de dierenwereld zullen de toekomstige bezoeker in de waan kunnen brengen dat hij in de ongerepte natuur verkeert. Toch wordt bij de bebossing niet strikt de verhouding der soorten gevolgd die natuurlijke gezelschappen in optimale ontwikkeling vertonen. Liever bereikt men zo snel mogelijk het gestelde doel met betrekkelijk lage kosten, terwijl het wezenlijke van het natuurlijk assortiment behouden blijft. Er zal bijvoorbeeld plaatselijk en tijdelijk gebruik worden gemaakt van vulhoutsoorten – waaronder een exotisch gewas als de olijfwilg – die in het blijvend bestand niet meer voor zullen komen.

Bebossing in de Braakman. Voorbeeld van gemengde bebossing op een drooggevalen gebied. Het bos is hier ongeveer zeven jaar oud





Bosinplant met behulp van een vijfrijige plant-machine

De belangrijkste houtsoorten in het uiteindelijk bos zullen zijn, genoemd in volgorde van belangrijkheid: inlandse eik, iep, es, populier, wilg, berk, abeel, en in veel geringere mate: beuk, esdoorn, noot, linde en tamme kastanje. De boscomplexen op de zandplaten worden aan de westzijde omzoomd door een 20 m brede singel van duinstruweel, in hoofdzaak duindoorn, meidoorn en veldiep.

De beplantingen worden opgezet in gesloten verband, dus zonder lanen, coulissen of groepen. Het zeekustklimaat staat het niet anders toe: slechts in een zekere massiviteit kunnen hier binnen redelijke tijd bomen opgroeien en bossen ontstaan. Ook het landschap van de omgeving vraagt trouwens om complexen van allure. Later kunnen de scherpe begrenzingen altijd nog worden verzacht door het aanbrengen van bomen en struiken op de royale graszomen tussen het bos en het water.

Van de drooggevalle Staatsgronden in het Veerse Meer is tot nu toe een oppervlakte van 180 ha bebost. De beboste gebieden – voornamelijk zandplaten en voorts plaatgronden – zijn: de Schotsman en de Ruitersplaat, gelegen tegen de Veersche-Gatdam (oppervlakte 135 ha), de Haringvreter, tegenover Veere, (oppervlakte 25 ha) en een gedeelte van het Noordsloe ten noordoosten van de Sloedam (oppervlakte 20 ha). Het ligt in het voornemen in de komende jaren nog ongeveer 90 ha Staatsgrond te bebossen. De bosinplant wordt uitgevoerd met behulp van een vijfrijige plantmachine. Tot dusver zijn per ha ongeveer 16 000 stuks jonge bomen ingeplant. Dit dichte plantverband is toegepast omdat vanwege de zilte en sterke wind zoveel mogelijk moet worden voorkomen dat er gaten in de beplanting vallen; bovendien is een spoedige sluiting gewenst, ter vermijding van hoge onderhoudskosten. Men bevordert het aanslaan en in sluiting komen van de beplanting door de jonge bomen voor het planten in te korten tot ongeveer vijftien cm. Dit vergemakkelijkt bovendien het machinaal planten, terwijl toch niet gevreesd hoeft te worden voor een nadelige invloed op de latere stamontwikkeling.

Het onkruid wordt voornamelijk met chemische middelen bestreden. Op deze jonge mariene gronden kan worden volstaan met 1 kg Simazin per ha per jaar.

Hoewel men de dag niet mag prijzen voor het avond is, doet het aanslaan van de beplantingen het beste verwachten voor de toekomst. Na een tiental jaren zal deze bebossing schaal en kleur verlenen aan het landschap, het gezochte randeffect aanbrengen van bos, land en water, en op de aan te leggen paden en kampeerterrainen beslotenheid en beschutting bieden.

De gevolgen van bui-oscillaties in havens langs de kust

Zolang door de Rijkswaterstaat doorlopende getijwaarnemingen worden verricht, zijn – vooral langs onze kust – veelvuldig storingen in de normale getijbeweging geconstateerd. Deze storingen, die door meteorologische omstandigheden worden veroorzaakt, zijn van tweeërlei aard, nl.:

1. langzaam verlopende storingen die veroorzaakt worden door opstuwing door wind, en
2. storingen die veroorzaakt worden door snelle veranderingen in de meteorologische omstandigheden, zogenaamde buien. De daardoor optredende variaties in de waterstanden worden bui-oscillaties genoemd. Bui-oscillaties zijn reeksen van verstoringen, die soms zeer onregelmatig, maar dikwijls ook opvallend regelmatig verlopen. Men spreekt wel van buistoten in het geval van min of meer solitaire verstoringen van de waterspiegel. Ook dergelijke verstoringen worden gevolgd door een reeks van onregelmatige in grootte afnemende bewegingen van de waterspiegel. Een duidelijk onderscheid tussen buistoten en bui-oscillaties is dan ook vaak nauwelijks aan te geven.

Bij het bepalen van de ontwerphoogte van zeewaterkerende dammen en dijken wordt tegenwoordig met het optreden van bui-oscillaties en buistoten rekening gehouden. Zie het rapport van de Deltacommissie, deel 4, bijlage III.5. Ook in het artikel 'Enkele beschouwingen over de bepaling van de hoogte van zeedijken', verschenen in het voorgaande nummer (32) van het Driemaandelijks Bericht van de Deltawerken, worden bui-oscillaties en buistoten vermeld. In plaats van de term bui-oscillaties wordt ook wel het woord 'seiches' gebruikt, dat aanvankelijk diende ter aanduiding van door meteorologische omstandigheden veroorzaakte schommelingen in het Zwitserse merengebied.

In het vervolg zullen storingen in de meer of minder regelmatige beweging van de waterspiegel in havens die door bui-oscillaties op zee worden veroorzaakt, seiches genoemd worden.

Seiches kunnen in havenbekkens, vooral in havens aan zee zoals IJmuiden en Scheveningen, aanmerkelijk grotere amplitudes hebben dan de bui-oscillaties op zee waarvan ze afhankelijk zijn; hoeveel groter wordt in belangrijke mate bepaald door de afmetingen van deze havens, zoals in dit artikel zal worden aangetoond.

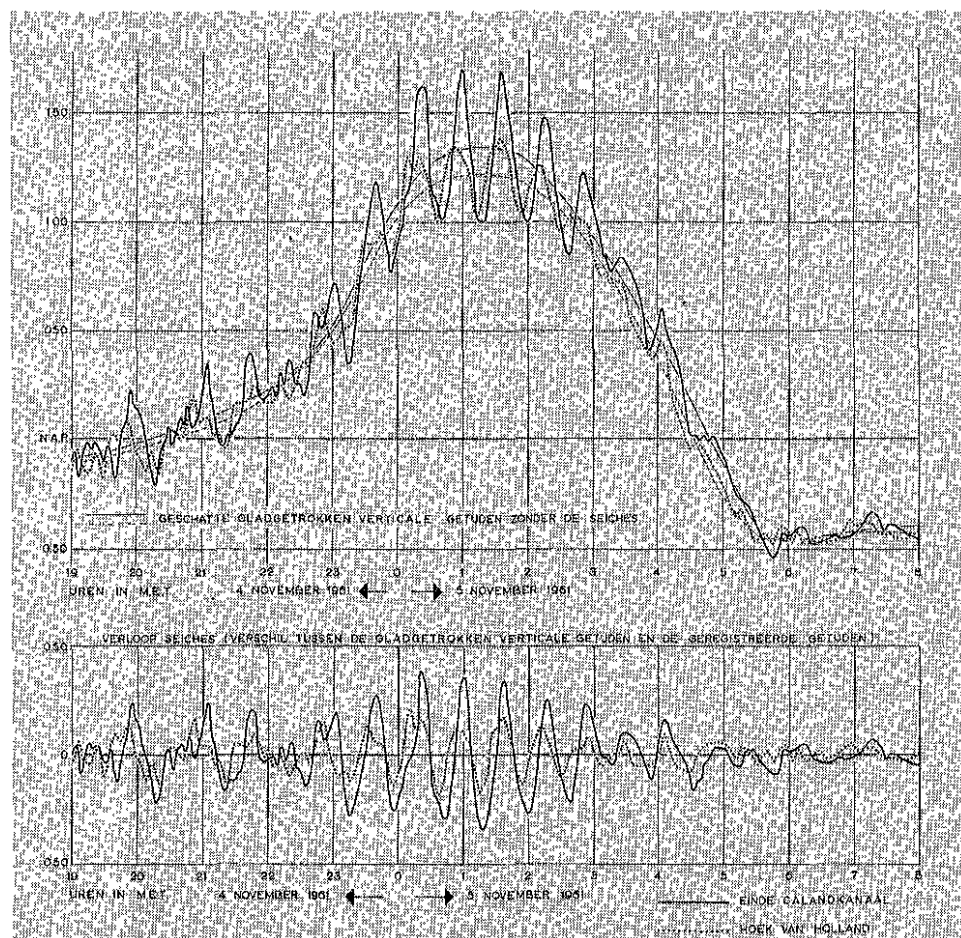
Ieder bekken dat aan één zijde in open verbinding staat met de zee of een rivier zal in zijn mond optredende verstoringen van de getijbeweging in min of meerdere mate versterken. Als voorbeeld is de invloed van bui-oscillaties op het verticaal getij te Hoek van Holland in de nacht van 4 op 5 november 1961 weergegeven.

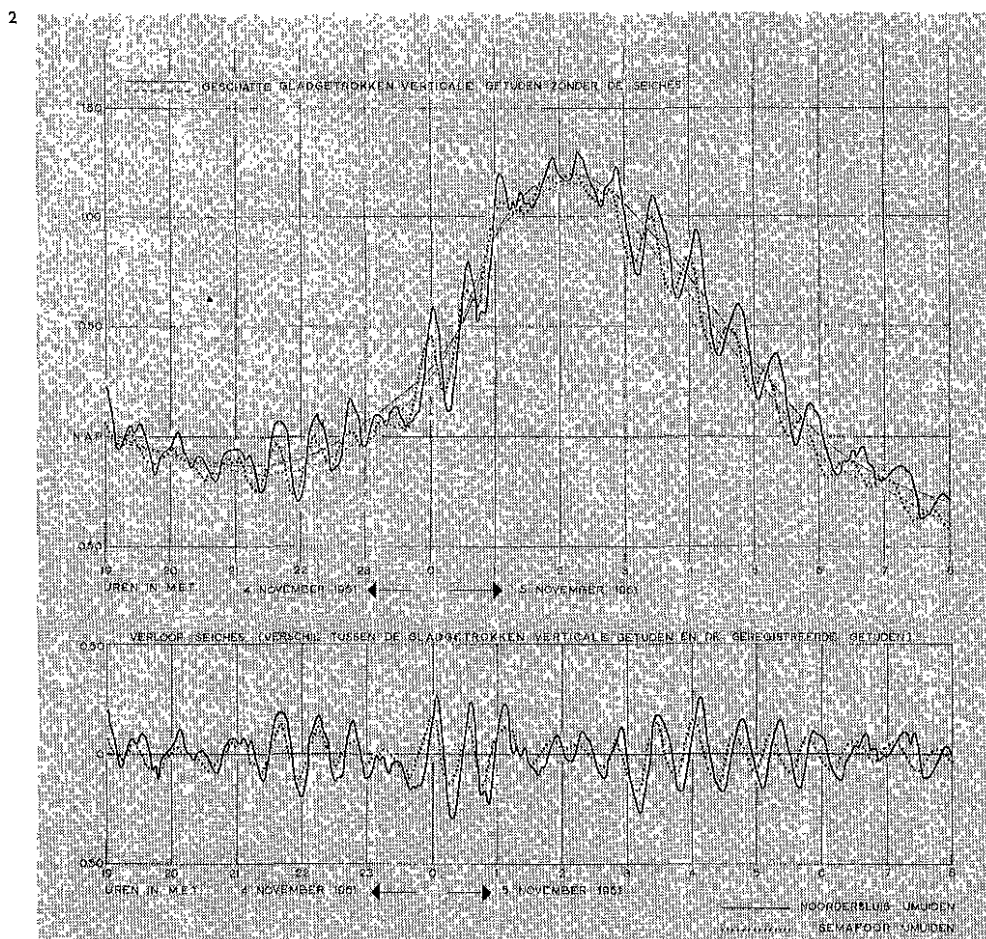
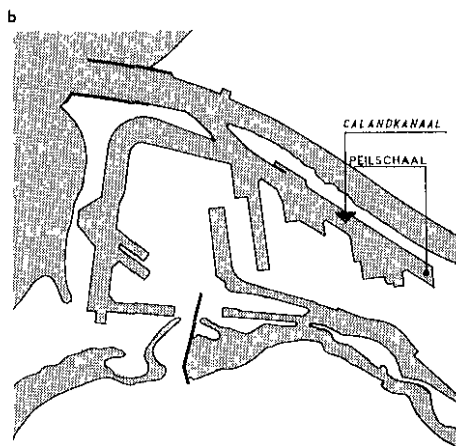
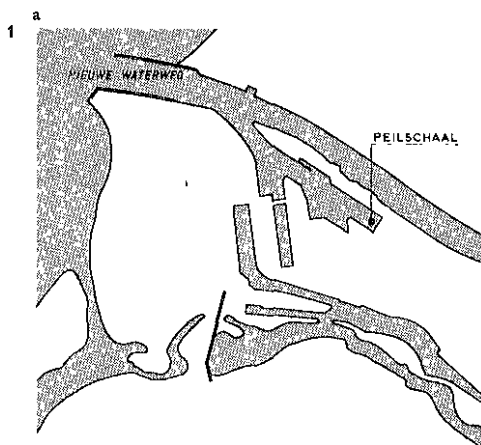
In het Calandkanaal (Europoortgebied) deed zich toen een karakteristiek geval van seicheversterking voor. De periode van deze nogal regelmatig verloopende seiches bedroeg globaal 40 minuten. Na ongeveer drie perioden bereikten de seiches een hoogte van 7 à 8 dm van dal tot top, daarna dempten ze geleidelijk uit. Acht uur nadat de seiches hun grootste hoogte hadden bereikt was de verstoring nog merkbaar. Te Hoek van Holland bedroeg de grootste hoogte van top tot dal 3 à 4 dm.

Seiches kunnen in havens waterbewegingen veroorzaken die voor de scheepvaart hinderlijk zijn. Bij een periode van veertig minuten, zoals in het aangegeven geval, zal de stroming in de haveningang bijvoorbeeld iedere twintig minuten van richting veranderen.

Vergelijkt men de in 1961 aan het einde van het Calandkanaal geregistreerde seiches met de terzelfdertijd in de Noordersluis te IJmuiden gemetene, dan valt op dat ze van dezelfde orde van grootte zijn. Ook te Scheveningen zijn op 4 en 5 november 1961 seiches geregis-

Verticale getijkrommen en seiches geregistreerd aan het einde van het Calandkanaal en te Hoek van Holland in de nacht van 4 op 5 november 1961



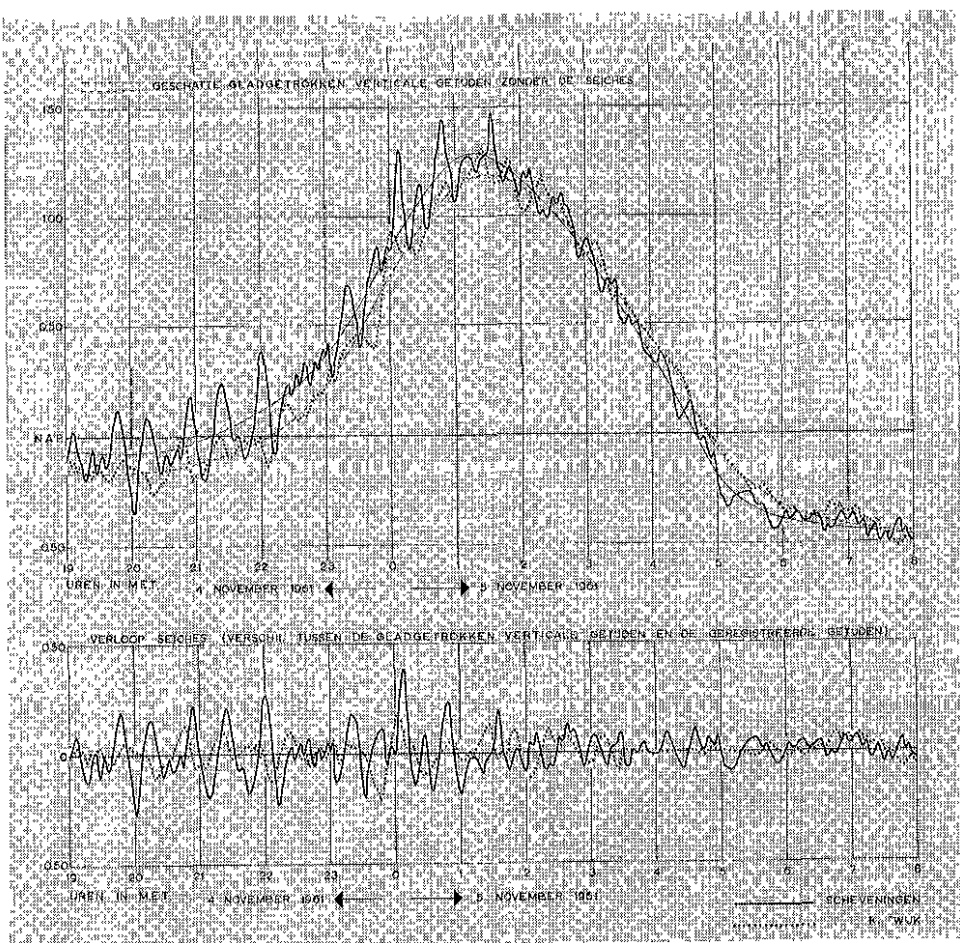


1 Het Zeekanaal, later Calandkanaal genoemd, in 1961 (a) en in 1964 (b)

2 Verticale getijkrommen en seiches, geregistreerd aan de Noordersluis en bij de semafoor te IJmuiden in de nacht van 4 op 5 november 1961

3 Verticale getijkrommen en seiches, geregistreerd in de haven van Scheveningen en aan de meetpaal te Katwijk, in de nacht van 4 op 5 november 1961

3



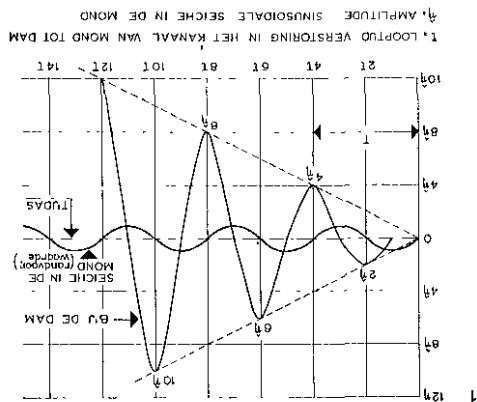
De teruggekaatste golf wordt dan gesuperponeerd op de golfbeweging die nog voortdurend vanaf de mond naar het einde blijft doorlopen, zolang de seiches zich in de havenmond blijven herhalen, en er dus sprake is van oscillatie. Wanneer verder verondersteld wordt dat de weerstand die de waterbeweging in het kanaal ondervindt zo gering is dat ze kan worden verwaarloosd, beïnvloeden deze heen- en weergaande golven elkaar niet in hun voortplanting, en kunnen ze theoretisch afzonderlijk worden beschouwd. De amplitudes zijn echter niet onafhankelijk van elkaar, daar in de mond van het kanaal de gesommeerde amplitudes van de heengaande en terugkerende golven op ieder moment gelijk moeten zijn aan de waterstanden aldair. Deze waterstanden worden immers volledig bepaald door het verloop van de bui-oscillaties op zee en kunnen dus geen invloed ondergaan van de golfbeweging in het kanaal. Verder zijn de amplitudes ook nog afhankelijk van de lengte van het kanaal. De onderlinge beïnvloeding van deze factoren

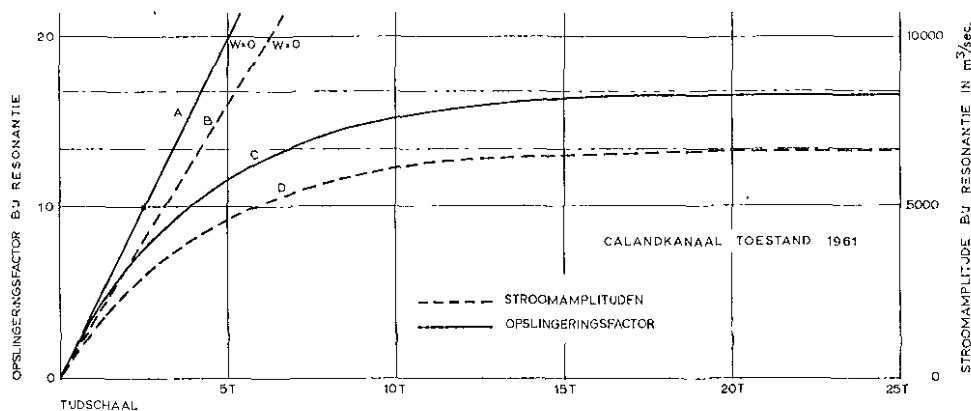
Als de golf aan het eind van het kanaal gekomen is zal hij teruggekaatst worden. stroomvoorend oppervlak en de bergende breedte. van de zwaartekracht en de diepte die gedefinieerd wordt als het quotient van het eenvoudig te bepalen; ze is nl. gelijk aan de wortel van het produkt van de versnelling tijd veranderende snelheden verkrijgen. De snelheid waarmee zo'n golf zich voortplant is waterstanden in het kanaal geleidelijk veranderen en waarbij ook de waterdeeltjes met de rust is, dan zal de golf zich normaal naar het afgesloten einde voortplanten, waarbij de Gaat men ervan uit dat bij het begin van het optreden van een serie seiches de haven in de golf bij het afgesloten einde.

nogal complex verloopend verschijnsel; dit wordt veroorzaakt door de terugkaatsingen van De voortplanting van seiches in een aan de binnenzijde afgesloten haven of kanaal is een

tijsd geval van reflectie van seiches in een afgesloten bekken worden beschreven. verklaard van dat verschijnsel zal in het vervolg van dit artikel een eenvoudig, geschema- dat in de havens een belangrijke verstoring van de verstoringen is opgetreden. Ter nadere te lumen, in de haven van Scheveningen en in het Calandkanaal vergeleidend, ziet men hoogten van de bui-oscillaties aan de kust bij Katwijk met de seiches in de Noordersluis staat, bedragen de ritzingen en dalingen van de seiches nauwelijks meer dan 3 dm. De getij voor. Ter plaatse van de meetpaal, die enkele kilometers uit de kust voor Katwijk dagen te Scheveningen weergeeft, komt ook het te Katwijk aan de meetpaal geregistreerde teerd met een hoogte van 5 à 6 dm. In de figuur die de verticale getijbeweging op die

- 1 Toename van de opslingeringsfactor in geval van resonantie bij een sinusoidale seiche in de mond van het kanaal
- 2 Toename van de opslingeringsfactor en van de stroomamplitude in de mond van het Calandkanaal van 1961. De lijnen A en B gelden wanneer de weerstand verwaarloosd wordt





maken het proces van de voortplanting van een seiche in een haven of zee-kanaal in de loop van de tijd tot een gecompliceerd proces.

In het begin van de voortplanting van de seiche is het verschijnsel nog gemakkelijk te overzien. De naar binnen lopende seiche zal verhoging van de waterstanden veroorzaken. De watersnelheden zijn daarbij naar het afgesloten einde gericht. Als ze bij de dam is aangekomen wordt de golf gereflecteerd en keert ze terug met een even grote verheffing van de waterspiegel, daar bij het afgesloten einde de watersnelheid van de heen- en de teruggaande golf tezamen nul bedraagt. De superpositie van de heengaande en de terugkerende golf resulteert dus in een dubbele verhoging respectievelijk verlaging van de waterstand bij de dam. Dit verschijnsel wordt totale reflectie genoemd.

In de volgende periodes van de heengaande golf behoeft de reflectie echter niet meer volledig te zijn, daar de snelheden die naar het afgesloten einde zijn gericht verzwakt kunnen worden door die van de terugkerende golven.

Als gevolg van de voortdurende terugkaatsingen tegen het afgesloten einde zullen de opvolgende hoog- en laagwaterstanden in ieder punt van het kanaal steeds wijzigingen ondergaan. Deze wijzigingen zijn afhankelijk van de periode en de amplitude van de golf aan het begin van de haven of het kanaal en van de lengte van het kanaal. De mate van beïnvloeding moet door berekening worden bepaald. Voor de praktijk zijn vanzelfsprekend de hoogste en laagste waterstanden die door seiches worden veroorzaakt, het meest van belang.

Zij treden op wanneer de periode van de seiche zodanig is, dat de gereflecteerde golven bij het einde van het kanaal steeds maximaal worden versterkt en er dus volledige terugkaatsing plaats heeft. Men zegt dan dat de waterbeweging in het kanaal 'resoneert'. Dit verschijnsel doet zich voor wanneer de periode van de storingsgolf in zee gelijk is aan 4 maal de looptijd van de storing van de mond naar de dam; $\frac{4}{3}$ maal de looptijd,

$\frac{4}{5}$ maal de looptijd; in het algemeen: $\frac{4}{2n-1}$ maal de looptijd, waarbij $n = 1, 2, 3$, enzovoort.

Deze waarden corresponderen met een lengte van het kanaal gelijk aan $\frac{1}{4}$ van de golflengte, $\frac{3}{4}$ van de golflengte, $\frac{5}{4}$ van de golflengte, enzovoort. De golflengte is per definitie bepaald als het produkt van de periode en de voortplantingssnelheid van de golf. Gezien de belangrijke gevolgen die de resonantie van seiches kan hebben, zullen we een

Verloop van de opslingeringsfactor als functie van de verhouding van de resonantieperiode (T_r) en de beschouwde periode (T) bij verschillende waarden van de weerstandsfactor (K)

geval van resonantie van seiches nader bezien. We kiezen daartoe een sinusoidaal verloopende seiche met een golflengte van vier maal de lengte van het kanaal waarin ze optreedt.

Een verstoring bereikt in dit geval na een kwart periode vanaf de mond het einde van het kanaal. Als de top van de eerste seiche zich bevindt in de mond van het kanaal is de waterspiegel bij de dam dus nog net in rust.

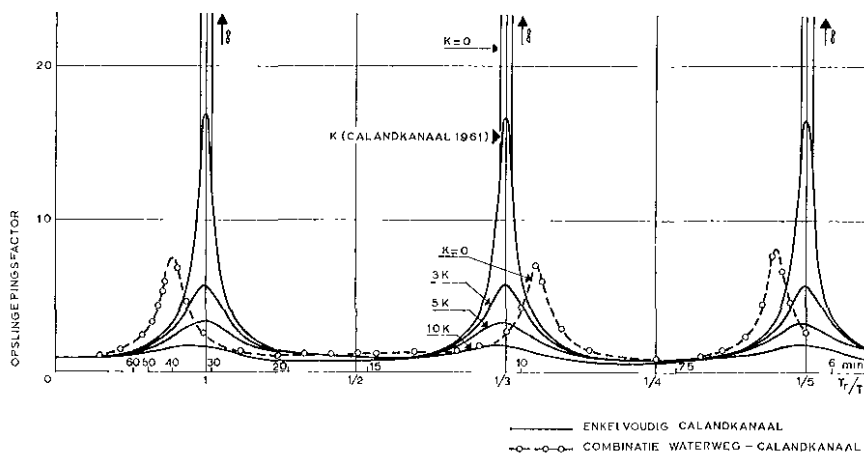
Na de volgende kwart periode bereikt de eerste top het einde van het kanaal. De golf wordt daar volledig gereflecteerd, zodat haar top tweemaal zo hoog wordt. Deze teruggekaatste golf, waarvan de hoogte gelijk is aan die van de seiche in de mond, loopt daarna weer naar de mond, en haar top bereikt de mond juist op het tijdstip van het dal van de eerste seiche, nl. een halve periode nadat de eerste top zich in de mond bevond.

Daar de zeestand door de aflopende golf niet wordt beïnvloed, heeft ook hier reflectie plaats, maar dan in tegenovergestelde richting als aan het einde van het kanaal; zodanig dus, dat de top gereflecteerd wordt in een dal. Deze gereflecteerde golf heeft dan een dal dat even laag is als het dal van de golf aan het begin van het kanaal, die in de zee is opgewekt.

Het dal van de aan de mond teruggekaatste golf beweegt zich, tezamen met het dal van de nieuwe seiche, weer naar het afgesloten einde. Het dal, dat hierdoor tweemaal zo diep is geworden, wordt bij het einde volledig teruggekaatst. Het gevolg is dat het dal van de gecombineerde golf, nl. dat van de het kanaal oplopende en de teruggekaatste golf tezamen, bij de dam vier keer zo laag wordt als dat van de seiche bij de mond. Daarna loopt de teruggaande golf, die tweemaal de dalhoogte van de seiche heeft, weer naar de mond en wordt daar in een golf waarvan de top tweemaal de hoogte van de seiche zelf heeft, bij de dam teruggekaatst.

Tezamen met de top van de daar optredende seiche loopt deze golf het kanaal weer op en wordt aan het einde ervan opnieuw volledig teruggekaatst. De top bij de dam van de totale golf wordt dan zes keer zo hoog als die van de seiche bij de mond. Immers, het gecombineerde hoogwater van de bestaande seiche en van de het kanaal oplopende bij de mond teruggekaatste golf is driemaal zo hoog als dat van de seiche zelf. Tezamen met de daar veroorzaakte teruggekaatste golf is de totale hoogte zesmaal zo groot.

Door de opvolgende terugkaatsingen wordt de golftop bij de dam steeds hoger, en dus achtereenvolgens tweemaal, zesmaal, tienmaal, veertienmaal, enzovoort. Het golfdal



wordt viermaal, achtmaal verlaagd, enzovoort. De hoogste en laagste waterstanden langs het kanaal zelf verlopen regelmatig vanaf het begin tot aan het afgesloten einde, echter niet lineair. Op deze kwestie wordt hier niet verder ingegaan.

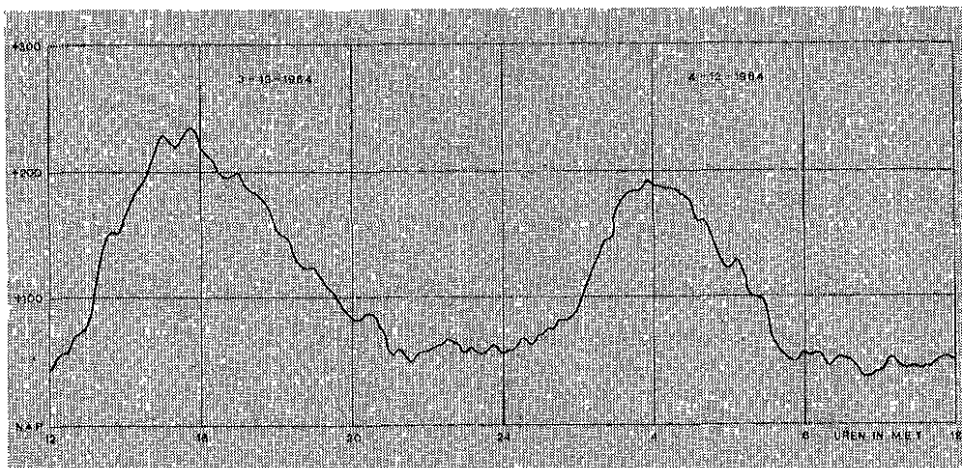
Een belangrijke grootheid die het effect van seiches in havens bepaalt is de zogenaamde opslingeringsfactor, dat is het quotient van de getijamplitude aan het eind en die aan het begin van de haven of het kanaal. In het onderhavige geval bedraagt de opslingeringsfactor van de top bij de dam na $1/2$ periode 2, na $1 1/2$ periode 6.

In een bijgevoegde figuur is het verloop van de opslingeringsfactor grafisch weergegeven als functie van een reeks storingsgolven op zee met constante amplituden en een resonantieperiode van 31 minuten. Bij dergelijke schommelingen om de gemiddelde waterstand in een haven zullen de daarbij behorende maximale stromen zo krachtig worden dat de weerstand die het stromende water van de bodem en de wanden ondervindt niet langer verwaarloosd mag worden, zoals in deze beschouwing tot dusverre is aangenomen. Daar de weerstandskracht evenredig is met het kwadraat van de watersnelheid zal de opslingering bij het afgesloten einde van de haven beperkt worden en bij een voortgezette lange reeks van storingsgolven op zee asymptotisch naderen tot een bepaalde eindige waarde. De daarbij behorende stroomamplituden in de mond zullen ook kleiner worden.

Opgemerkt dient te worden dat de grafieken zijn bepaald voor het theoretische geval dat het Calandkanaal zou uitmonden in zee in plaats van op de Nieuwe Waterweg. In werkelijkheid mondt het kanaal uit op de Waterweg, zodat de voortplanting van de seiches in het kanaal niet geheel in overeenstemming zal zijn met die van de figuur. De opslingering bij de dam in het Calandkanaal wordt nu namelijk verder beperkt, terwijl omgekeerd ook de seiches te Hoek van Holland door het Calandkanaal worden beïnvloed. Onder invloed van de weerstand in een kanaal zal geen totale resonantie bij het einde van het kanaal voorkomen, zoals het geval zou zijn zonder weerstand. Toch blijven opslingeringsverschijnselen aan het einde van het kanaal bestaan.

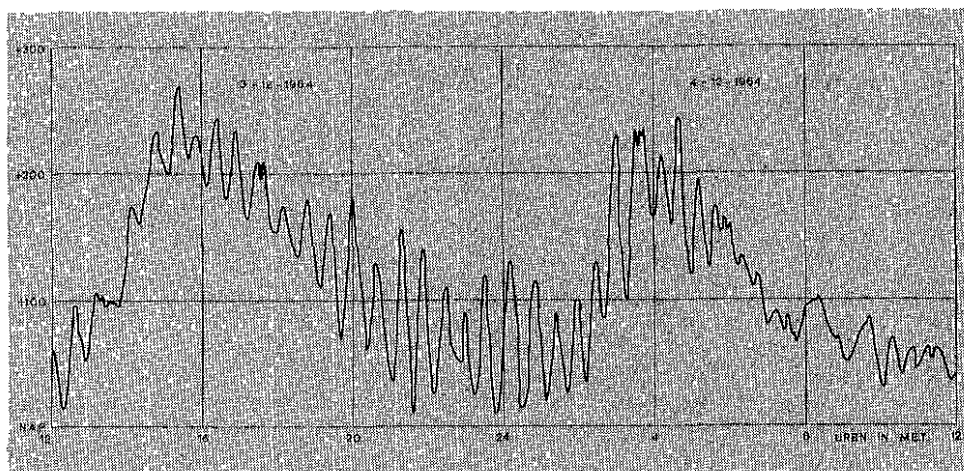
Men spreekt toch van resonantie, vooropgesteld dat de verhoging aan het eind maximaal is. Dit zal geschieden bij een bepaalde frequentie of periode van de seiche, die de resonantiefrequentie wordt genoemd. De resonantieperiode is dan niet meer gelijk aan viermaal de looptijd in het kanaal, maar langer. Om inzicht te verkrijgen in de opslingeringsfactoren en de daarbij behorende stroomsnelheden in de Europoorthavens werd

a

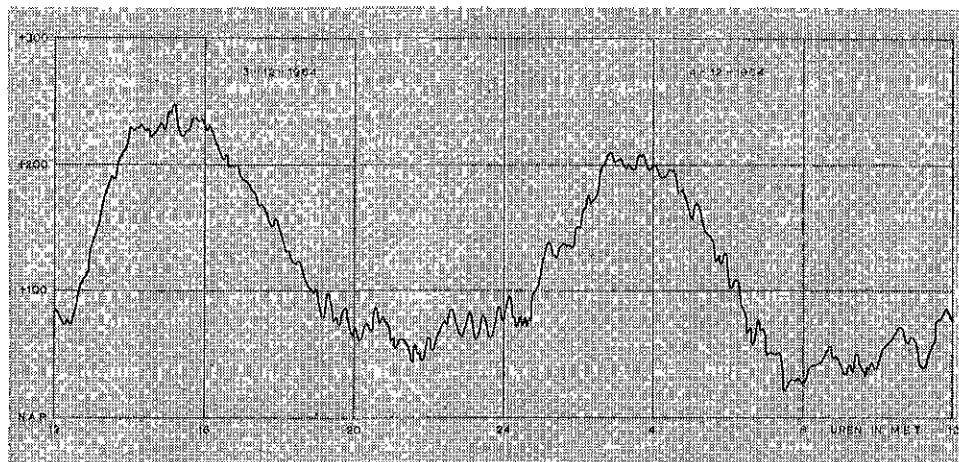


Op 3 en 4 december 1964 geregistreerde waterstanden te Katwijk (a), IJmuiden (b), Hoek van Holland (c), Calandkanaal (d) en in Brouwershavensche Gat en Grevelingen (e)

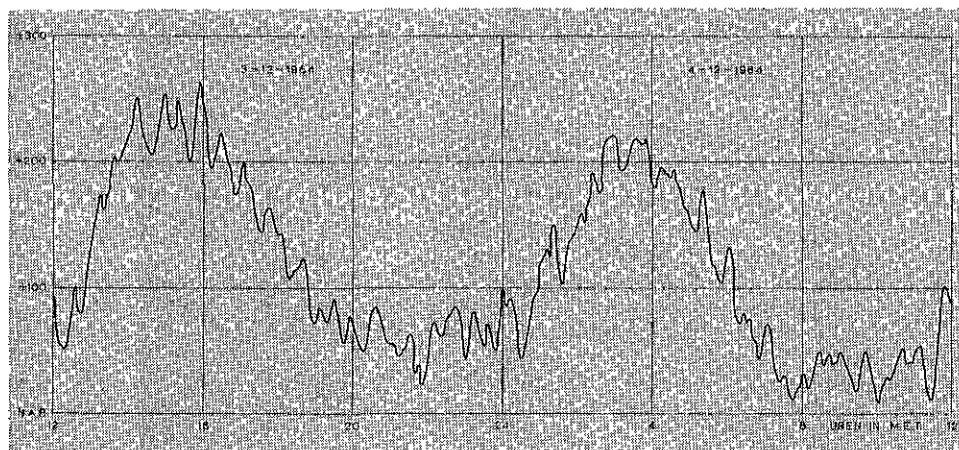
b



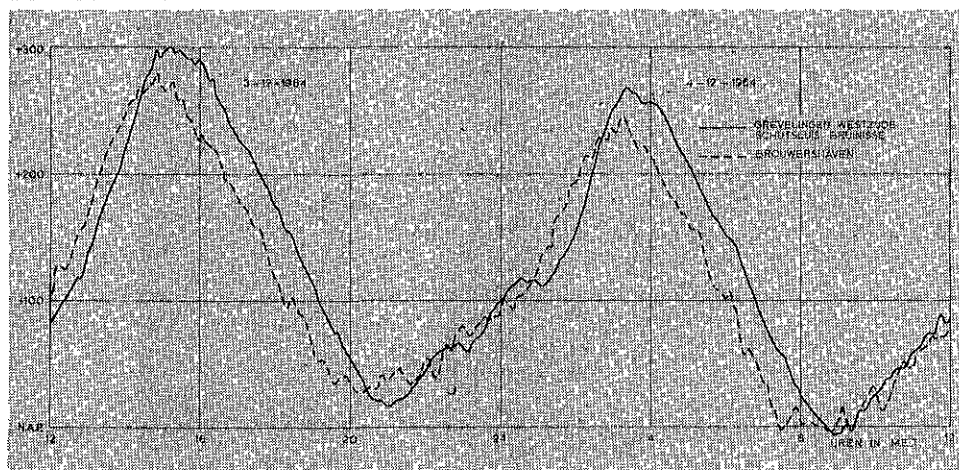
c



d



e



gebruik gemaakt van een elektrisch analoon, waarvan de principes overeenkomen met die van het getijanalogonmodel 'Deltar'.

Tenslotte wordt aan de hand van een voorbeeld van recente datum de belangrĳkheid van de opslingering van de seiches in havens gedemonstreerd.

Gedurende de storm van 3 op 4 december 1964 zijn op zee talrijke bui-oscillaties voorgekomen; ze hadden veelal een onregelmatig karakter. Volgens gegevens van de meetpaal te Katwijk is het gemiddelde van de aanwijsbare perioden der oscillaties 35 à 40 minuten, de perioden varieerden van enkele tot tachtig minuten. In een zo uitgebreid spectrum van periodes moesten wel enkele seiches voorkomen die in de aan de kust liggende havens gaan resoneren. Op zee, bij de mond der havens, was de hoogte der seiches nauwelĳks groter dan 2 dm.

1. IJmuiden, Noordersluis. De periode der seiches varieerde van enkele minuten tot 60 minuten, met een gemiddelde van omstreeks 35 minuten. Stelt men schematiserend de lengte van de haven van de mond tot de Noordersluis op 3500 m, de stroomvoerende breedte op 330 m, de bergende breedte op 750 m en de diepte op N.A.P. - 12 m, dan vindt men voor de eerste resonantieperiode 35 minuten. Deze periodeduur ligt in de buurt van de gemiddelde perioden der bui-oscillaties te Katwijk. Er is derhalve alle reden om een grote opslingering te verwachten. Die is dan ook inderdaad opgetreden. De maximale verheffing van de waterspiegel bij de seiches in de Noordersluis bedraagt volgens de waarnemingen 14,5 dm, zodat de opslingeringsfactor, uitgaande van een rĳzing der seiches te Katwijk op datzelfde moment van 2 dm, gesteld moet worden op 7 à 8.

2. Calandkanaal. Voor de gemiddelde periode der aanwijsbare seiches wordt ca. 28 minuten gevonden. Ze variëren van enkele minuten tot 55 à 60 minuten. De afmetingen van het tegenwoordige Calandkanaal zijn: lengte 6280 m, stroomvoerende breedte 370 m, bergende breedte 525 m en diepte N.A.P. - 13,75 m. Hieruit volgt dat de eerste resonantieperiode 43 minuten bedraagt. Rekening houdend met de verschuiving van de resonantieperiode ten gevolge van de uitmonding in de Nieuwe Waterweg, moet men de resonantieperiode stellen op ca. 50 minuten. Blijkens de registraties bedraagt de rĳzing, dus de golfhoogte van dal tot top, maximaal 9 dm, de daarbij behorende periode is 45 à 50 minuten. Deze periode stemt goed overeen met de hierboven berekende resonantieperiode waarbij de grootste schommelingen in het waterniveau zijn te verwachten.

3. Brouwershaven, Grevelingendam (Westzijde). De afmetingen van de zeearm tussen Brouwershaven en de Grevelingen zijn: lengte 22 400 m, stroomvoerende breedte 1640 m, bergende breedte 4200 m bij N.A.P. en gemiddelde diepte N.A.P. - 9,5 m. Houdt men rekening met de variatie der waterstanden ten gevolge van de getĳbewegingen - de bergende breedte is namelijk in sterke mate afhankelijk van de waterstand - dan vindt men voor de eerste resonantieperiode een waarde van 180 à 240 minuten, dus 3 à 4 uur. Deze eerste resonantieperiode ligt ver buiten de perioden der seiches op zee, maar benadert de perioden der ondiepwatergetĳden. Deze ondiepwatergetĳden worden daardoor mede versterkt, zodat een vrij sterke vervorming van de getĳkromme te verwachten valt aan de westzijde van de Grevelingendam. Door de recente getĳregistratie aan de westzijde van de Grevelingendam is die verwachting bevestigd.

Bij de Grevelingendam zal aanzienlijke opslingering alleen optreden wanneer de reeksen van aaneengesloten seiches drie-, respectievelĳk vijfmaal zo lang zijn als de eerste resonantieperiode. Daar dit vrijwel nooit voorkomt hebben de seiches bij de Grevelingendam een geringe amplitude. Daar komt bij, dat op 3 en 4 december 1964 de Grevelingendam nog niet voltoid was: hij was poreus, en nog niet overal op hoogte, zodat totale positieve reflectie niet kon optreden.

Inleiding

Onder een stortebed verstaat men de verdediging van de meestal uit fijn en loskorrelig materiaal bestaande kanaal- of rivierbodem grenzend aan een sluis, ter voorkoming van ontgrondingen die het kunstwerk in gevaar zouden kunnen brengen. De zwaarte van de verdediging moet beantwoorden aan de ter plaatse optredende stroomaanval. Bij een inlaat- of uitwateringssluys, waar veelvuldig en langdurig grote stroomsnelheden optreden, zal dan ook in het algemeen een zwaardere en uitgebreidere bodembescherming aangebracht worden dan bij een schutsluis.

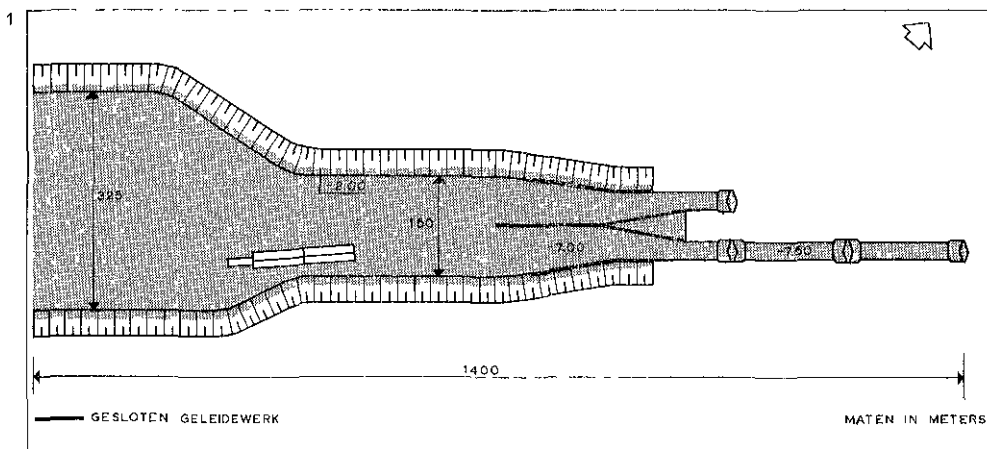
Bij een schutsluis kan aantasting van de bodem worden veroorzaakt door de vul- en ledigingsstroom van de schutkolk, door de retourstroom van een varend schip, en door de stroom die door de schepsschroeven wordt opgewekt, de zogenaamde schroefstroom. In nummer 31 (februari 1965) van deze Berichten werd, in het artikel over vormgeving en constructie van geleidewerken bij duwvaart, het verschijnsel van de retourstroom reeds besproken.

Het zal duidelijk zijn dat de retour- en de schroefstroom bij grote schepen, bijvoorbeeld duwvaartconvooien, het grootst zijn. Ook de waterstand speelt een rol: hoe kleiner de vaardiepte, des te groter de retour- en schroefstroom, en des te heviger ook de aanval op het bodemmateriaal. Om een indruk te krijgen van de vereiste zwaarte en uitgebreidheid van het stortebed voor de schutsluizen in het Volkerak werd besloten dit onderwerp als programmapunt bij het waterloopkundig onderzoek voor de sluizen op te nemen.

Het modelonderzoek

Aangezien na de afsluiting van het Volkerak de laagste L.W.-standen zullen voorkomen aan de zuidzijde van de afsluiting, werd in het model, schaal 1 : 25, het gedeelte van de zuidelijke voorhaven dat aansluit op de beide schutkolken in detail gereproduceerd. De vorm van het in het model opgestelde geleide- en remmingswerk beantwoordt weliswaar niet meer geheel aan de werkelijkheid — hij werd op grond van een later ingesteld onderzoek gewijzigd — maar voor de grootte van de retour- en schroefstromen is dit van geen betekenis. De bodem van de zuidelijke voorhaven komt op een diepte van N.A.P. — 7 m, en loopt in de richting van de sluis onder een flauwe hellingshoek af naar het peil van de kolkvloer, N.A.P. — 7,5 m.

Bij de in het model verrichte vaarproeven was de oostelijk gelegen sluis geopend, en de westelijk gelegen sluis gesloten.



Daar de stroomsnelheden die worden opgewekt door een duweenheid maatgevend zijn voor de aan de constructie te stellen eisen, werden de proeven alleen met dit scheepstype uitgevoerd. De duweenheid waarmee de modelproeven werden gedaan bestond uit een duwboot met tweemaal twee duwbakken van het grote, 'Franse' type.

de afmetingen zijn:

	lengte	breedte	diepte	waterverplaatsing
duwboot	38 m	10 m	1,8 m	468 m ³
duwbak	76,5 m	11,4 m	3 m	2 443 m ³
duweenheid	191 m	22,8 m	3 m	10 240 m ³

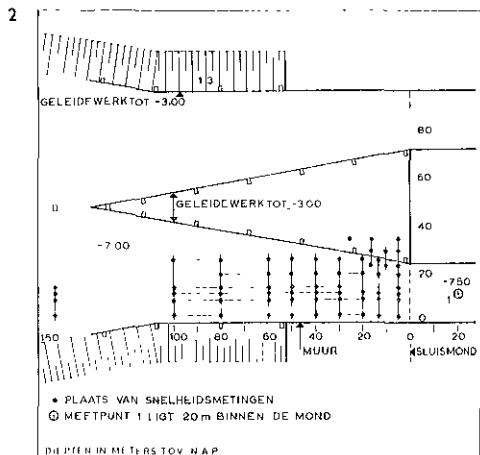
De duwboot wordt voortgeduwd door twee schroeven in tunnels, elk aangedreven door een motor van 750 pk.

In verband met het feit dat in het model in de scheepsweerstand een schaafeffect voorkomt, moest in het model een relatief groter toerental van de schroeven worden ingevoerd. Bijgevolg is in het model de snelheid van de schroefstroom iets te hoog. De invloed van de schroefstroom op de maximale retourstroom en omgekeerd is echter klein. De proeven werden uitgevoerd bij een waterstand van N.A.P. - 2 m, dat is de gemiddelde L.W.-stand na de afsluiting van het Volkerak. Door afwaaiing kunnen lagere waterstanden voorkomen, en ter bredere oriëntatie werden daarom enkele proeven gedaan bij een waterstand van N.A.P. - 3 m.

De invaarproeven kunnen worden verdeeld in twee groepen, naar gelang de voorwaarden waarvan zij uitgaan, namelijk:

Randvoorwaarde A: scheepssnelheid op 250 meter van de sluismond 1,55 m/sec. Aangenomen wordt dat een ter plaatse bekende schipper onder gunstige omstandigheden met deze snelheid zal kunnen invaren.

Randvoorwaarde B: scheepssnelheid op 250 meter van de sluismond 1,85 m/sec. Op het moment dat de boeg van de duweenheid de sluismond passeert, wordt het toerental verhoogd tot het in de werkelijkheid voorkomend maximum. De snelheid van de schroefstroom is dan op schaal. Het doel van deze proef is het binnenvaren onder extreme omstandigheden na te bootsen en daarbij de invloed van de hoogst mogelijke schroefstroomsnelheden op het stortebed na te gaan. Een gedeelte van de sluisinvaart en de sluis-



1 Plattegrond van het model in het Waterloopekundig laboratorium

2 Situatie der meetpunten

mond, met de plaats van de meetpunten voor de stroomsnelheden, is in een der figuren afgebeeld. Het verloop van de stroomsnelheden werd bepaald door op 75 cm boven de bodem simultaan te meten met behulp van vier cup-molens. Elke meting werd tenminste tweemaal herhaald.

Meetresultaten bij het invaren

Bij het onderzoek werd ervan uitgegaan dat een duweenheid de sluis invaart zonder de geleidewerken of de sluiswand te raken. Een 50 meter lange muur in het verlengde van de stuurboord sluismuur maakt het dwarsprofiel waar het schip in binnenvaart sterk asymmetrisch. Tengevolge hiervan wordt de eenheid door de retourstroom naar deze wand toegezogen. De zuiging is echter zwak, en bij juist manoeuvreren hoeft de eenheid de muur niet te raken. Komt de boeg van de eenheid in de sluismond, dan wordt de eenheid sterk afgeremd: gedurende korte tijd treden dan hoge retoursnelheden op, die het karakter hebben van een stroomstoot. Het uit de kolk stromende water ontwijkt voornamelijk onder de duweenheid door, en kan door de aanwezigheid van de muur aan stuurboordzijde alleen naar bakboord uitwaaien. De door deze stroom op het schip uitgeoefende wrijving drukt de boeg van het schip tegen de bakboord sluismuur. Dit laatste verschijnsel kan niet door manoeuvreren met roer en/of schroeven worden opgeheven. Wel kan men deze moeilijkheid bij de constructie enigszins ondervangen door een rooster aan te brengen in de opening tussen de bodem en de onderkant van de schort van het geleidewerk; aldus is het mogelijk het uitwaaien van de stroom te beperken en over enige afstand te verdelen. Het rooster zal de dwars op het schip werkende krachten in belangrijke mate kunnen verkleinen.

In meetpunt 1, dat als referentiepunt van de snelheidsmetingen dienst deed, werd tevens het verloop van de waterstand tijdens het invaren gemeten. Het bleek dat de totale spiegelddaling bij het invaren volgens randvoorwaarde A 47 cm, en bij randvoorwaarde B 57 cm bedroeg.

Snelheidsmetingen in het model

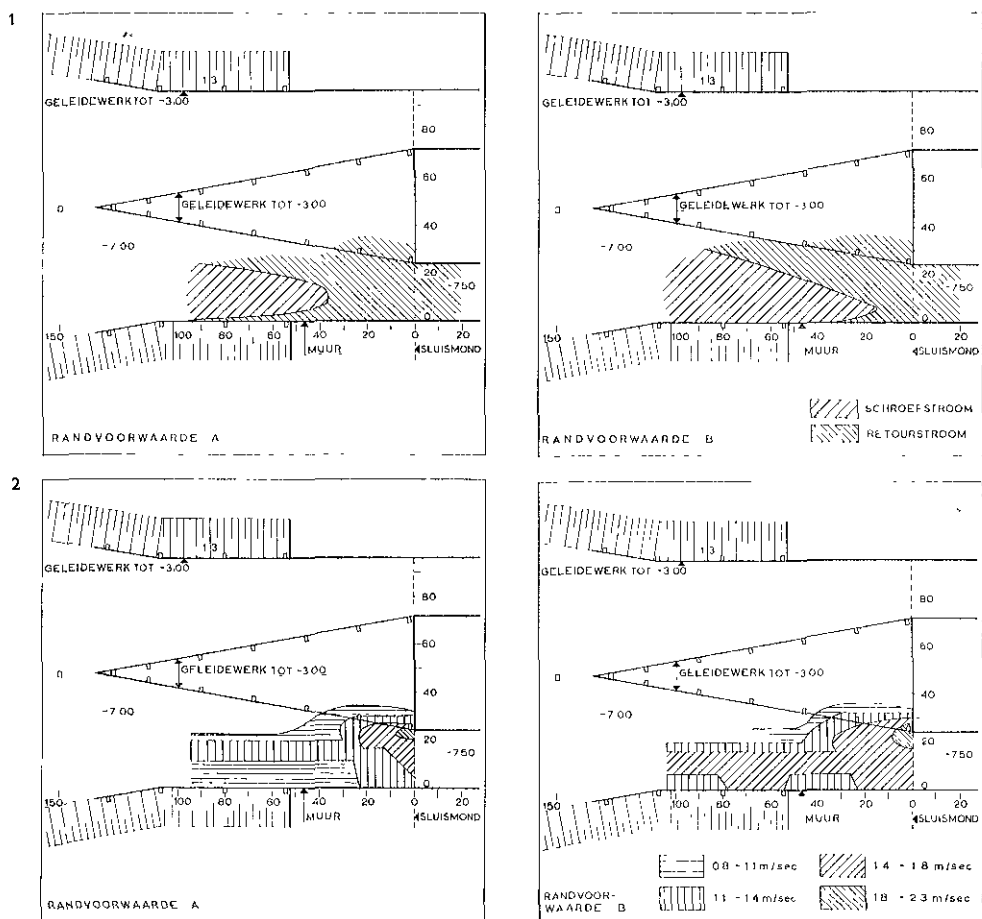
Uit de geregistreerde snelheden werd per meetpunt de maximale waarde bepaald, en tevens van welke aard dit maximum was, aangezien het zowel een gevolg van de retour-

stroom als van de schroefstroom kon zijn. De aard van het maximum kon worden vastgesteld doordat met de snelheidsregistratie de positie van het schip tijdens het invaren was vastgelegd. Daar de snelheden slechts in vier punten simultaan konden worden gemeten, moesten, om een goed beeld van de snelheden te krijgen, de proeven vele malen worden herhaald, waarbij de meetinstrumenten telkens in andere punten werden opgesteld. De bij deze methode onvermijdelijke spreiding in de meetresultaten kon met behulp van de in het referentiepunt, meetpunt 1, gemeten snelheden worden herleid tot gemiddelde waarden.

In de volgende figuur is een overzicht gegeven van het gebied waarin de retourstroom maximaal is en van het gebied met maximale schroefstroom, zowel voor randvoorwaarde A als voor B.

1 Aard van de maximale snelheden bij randvoorwaarde A en B

2 Snelheidsverdeling langs de bodem bij randvoorwaarde A en B



Daaronder is de grootte van de stroomsnelheid langs de bodem in het meetgebied weer-gegeven.

Ter verklaring van de figuren kan het volgende worden opgemerkt:

De retourstroom is overheersend in het gebied vlak bij de sluismond. Vooral langs de hoek met het sluseiland treden grote retour snelheden op. De maximale retourstroom waaiert *sterk naar bakboordzijde uit en zwakt betrekkelijk snel af. In het verlengde van de sluisas treden hoge schroefstroomsnelheden op in een strook ongeveer ter breedte van een duwboot.*

Verband tussen stroomsnelheid en korrelafmeting van het bodembeschermingsmateriaal

Uit beschouwingen over de stabiliteit van losse materialen in stromend water werd de verhouding afgeleid tussen de afmeting en het gewicht van de in het stortebed te verwerken steen of grindkorrel enerzijds en de *gemiddelde kritieke snelheid* anderzijds. Onder de kritieke snelheid wordt verstaan de snelheid waarbij het materiaal nog net in rust blijft. Wordt deze snelheid overschreden, dan komt het materiaal in beweging. In onderstaande tabel worden enige bij elkaar behorende waarden van kritieke snelheid en korreldiameter genoemd.

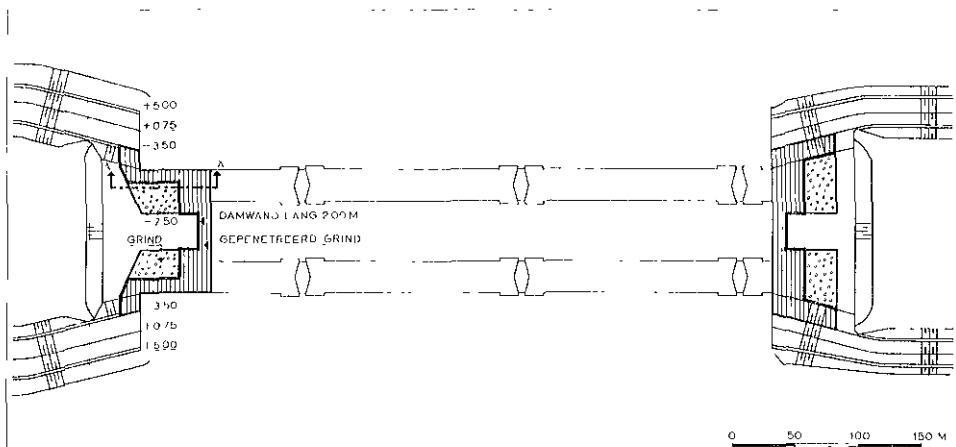
kritieke snelheid	gemiddelde korreldiameter
0,8 m/sec	0,3 cm
1,1 m/sec	0,5 cm
1,4 m/sec	0,9 cm
1,8 m/sec	1,8 cm
2,3 m/sec	4,0 cm

Men moet wel bedenken dat deze waarden slechts gelden voor de hierboven genoemde omstandigheden en voor materialen met een soortelijke dichtheid van 2650 kg/m^3 .

Met behulp van de verkregen modeluitkomsten kon nu het materiaal voor het stortebed worden gekozen en kon men de uitgebreidheid van het stortebed bepalen. Ter toetsing werden in het model nog enkele proeven verricht met losse materialen als stortebed. De uitkomsten bevestigden de juistheid van de tabel.

Nadere bepalingen

1. *Aangezien er ook duweenheden ter breedte van één duwbak voorkomen, waarbij de duwboot dichter langs de wanden kan varen, was het raadzaam de zone die hoge schroefstroomsnelheden toelaat te verbreden en de bestorting aan de randen net zo zwaar te maken als in het middengedeelte. Ook om uitvoeringstechnische redenen maakt men een stortebed bij voorkeur geheel uit hetzelfde materiaal.*
2. In verband met de stabiliteit van de muren aan de Volkerakzijde diende het stortebed aan de teen van de muur ook voldoende zwaar te zijn, ter voorkoming van grote ontgrondingen.
3. Op enige afstand van het kunstwerk kan men het stortebed beëindigen, aangezien hier zonder gevaar enige ontgronding door de schroefstroom kan worden geduld.



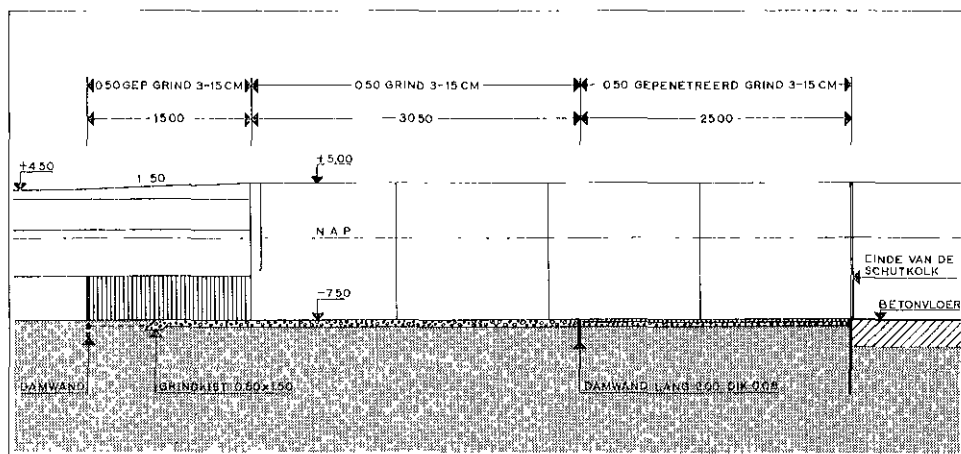
Ligging van de stortebedden in het schutsluizencomplex

4. Ter bredere oriëntatie werden ook nog enkele proeven genomen bij een lagere waterstand, namelijk N.A.P. -3 m. Bij deze proeven, uitgevoerd met dezelfde duweenheden, bleek dat het invaren onder deze omstandigheden veel moeilijker is en dat de duweenheden zeer traag de sluis binnenloopt. De snelheden over het stortebed worden belangrijk groter. Een stortebed bestaande uit basaltblokken met een stukgewicht van 40 kg bleek plaatselijk niet meer stabiel. Hoewel deze omstandigheden slechts nu en dan voorkomen, moet er toch rekening mee worden gehouden. Wellicht zou men moeten overwegen het schutten van een diepgeladen duwconvooi uit te stellen tot het moment waarop de waterstand het peil van N.A.P. -2 m weer bereikt heeft; ofwel, men zou zekere beperkingen aan de invaarsnelheid moeten stellen. Overigens heeft het stortebed in zijn uiteindelijke vorm zoveel stabiliteit, dat ook onder ongunstige omstandigheden door diepliggende convoien kan worden ingevaren.

5. Doordat aan de Hollandsch-Diepzijde een muur in het verlengde van de sluiswand zoals aan de Volkerakzijde ontbreekt, is het dwarsprofiel er minder asymmetrisch, en kan de retourstroom er naar beide zijden uitwaaiëren. Toch blijkt dat ook hier de retourstroom meer naar bakboord uitwaaiert en de boeg bijgevolg naar bakboord wordt weggezet. Het verschijnsel is echter veel minder sterk dan aan de Volkerakzijde, zodat het niet nodig werd geacht hier een roosterwerk te plaatsen.

Praktische uitvoering van de stortebedden

Toen de uitslagen van alle proeven bekend geworden waren kon met het ontwerp van de stortebedden worden begonnen. Uit de proefresultaten volgde dat bij een gemiddelde laagwaterstand zou kunnen worden volstaan met een gemiddelde diameter van 4 cm. Men heeft echter met het oog op het optreden van bijzonder lage waterstanden en de daarbij behorende stroomsnelheden besloten een grotere grinddiameter, namelijk 3 à 15 cm toe te passen. Om te voorkomen dat de zeer turbulente stroom het onder het stortebed liggende zand zou gaan 'uitsuigen' moet de grindlaag een zekere dikte hebben. Verder is het voor de uitvoering het gemakkelijkst, als het gehele stortebed uit eenzelfde materiaal gemaakt



Longteprofiel A-A van het stortebed aan de Volkerakzijde

kan worden. Daar vooral in het gebied van de sluismond en in het bijzonder aan de kant van het sluseiland grote snelheden kunnen optreden, werd het bovenste gedeelte van de grindlaag bovendien met cementmortel vastgelegd. De keuze van deze werkwijze werd vooral gerechtvaardigd door de goede resultaten die met een soortgelijke constructie zijn bereikt bij de boordvoorziening van het Hartelkanaal.

Het op deze wijze uitgevoerde stortebed heeft een zeer grote stroombestendigheid, zodat ook het schutten van grote duweenheden bij lage waterstanden mogelijk wordt. Het met cementmortel *gepenetreerde* grind omvat een lengte van 25 m, gemeten vanuit de sluismond. Aan beide zijden van de sluis wordt bovendien een gedeelte van de taluds van de aansluitende dijken op deze wijze vastgelegd, alsook het gedeelte langs de teen van de muur aan de Volkerakzijde. In totaal moet ca. 7400 m² met cementmortel worden *gepenetreerd*. Het *gepenetreerde* grindgedeelte wordt door middel van een houten damwand opgesloten. Hierachter wordt het stortebed voortgezet met ongepenetreerd grof grind, aan de Volkerakzijde over 35 m, aan de Hollandsch-Diepzijde over 25 m. De beëindiging van het grind wordt gevormd door een grindkist van 1,5 m lang, ter dikte van 80 cm.

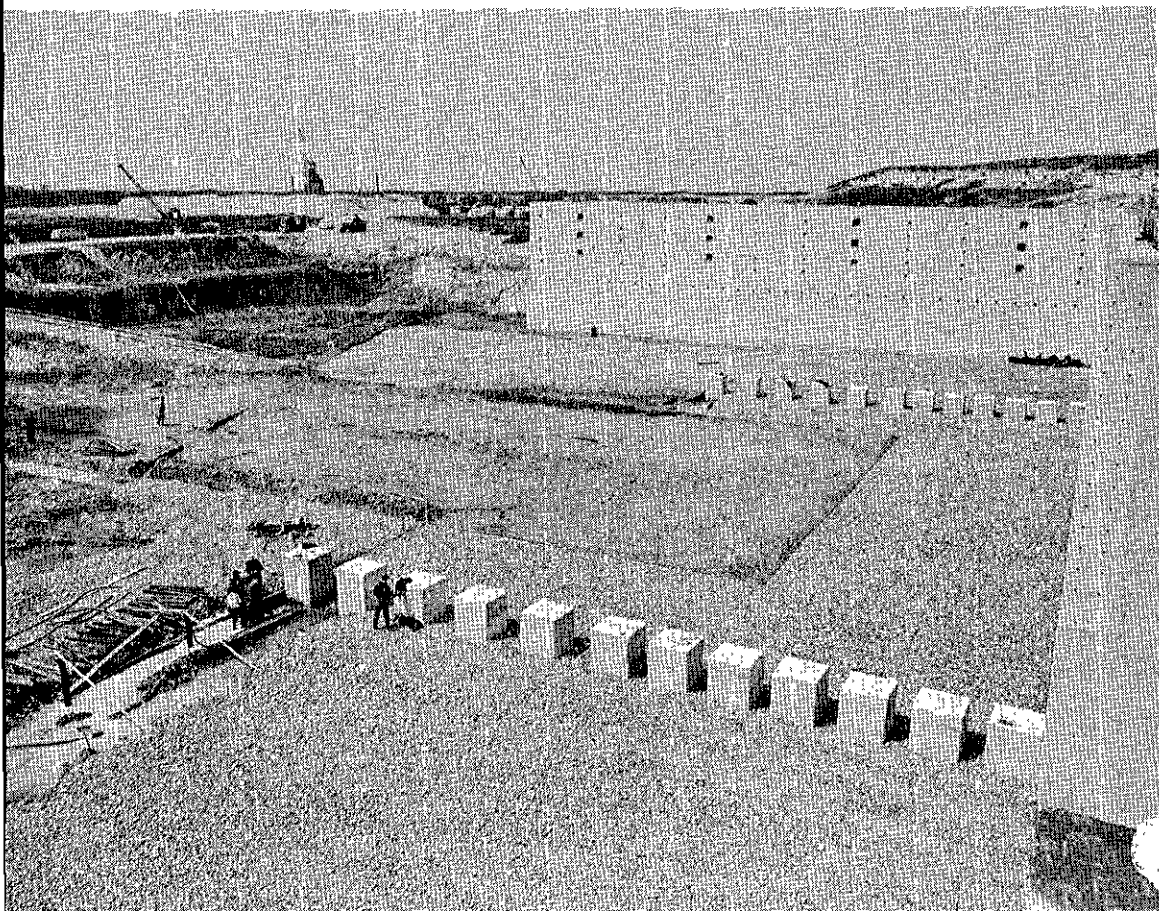
Voor het vaststellen van de juiste mortelsamenstelling werden op het werkteerein van de bouwput voor de schutsluizen enkele proeven verricht. Een grindlaag van 50 cm werd gestort in een houten bekisting met een oppervlakte van 2 bij 2 m. Verschillende mortelsamenstellingen werden aangemaakt en beproefd. Het probleem hierbij is, dat de mortel voldoende vloeibaar moet zijn om naar het werk te kunnen worden verpompt, en toch voldoende taai om niet dieper dan 25 cm in de bovenste laag van het grind weg te zakken. Na enkele weken verhardingstijd werden de proefvakken ontlast en kon de mate van indringing en poreusheid worden gecontroleerd. Het bleek dat de beste resultaten worden bereikt met de volgende samenstelling: 50 kg portland cement, 90 à 105 kg grof zand, 25 l water en 0,5 kg 'intrusion-aid'.

Behalve een vergroting van de stroombestendigheid biedt het *penetrenen* nog een voordeel: de grindlaag blijft poreus, zodat van wateroverdruk, indien ze zou optreden, geen gevaar te duchten valt.

Het roosterwerk dat aan de Volkerakzijde nodig is om de retourstroom meer in de langs-richting van het schip te doen verlopen, om daardoor omzetting van de boeg van een duweheid bij het binnenvaren te beperken, wordt gemaakt van grote betonblokken. Ze zijn 1,75 meter hoog; de onderkant bevindt zich 50 cm onder de bovenzijde van de grindlaag. De horizontale dwarsdoorsnede is 1,25 bij 1,25 m. Om de stabiliteit van deze blokken te vergroten is het grind rondom de voet gepenetreerd. Dit roosterwerk vereist geen onderhoud. Doordat rooster en geleidewerk geheel los van elkaar staan kunnen de houten schorten van het geleidewerk in geval van schadevaring gemakkelijk worden vervangen.

De stortebedden worden in den droge gemaakt. Het werk, waarin ook begrepen het maken van de aansluitende dijkvakken, is volgens overeenkomst DED-714 voor een aannemings-som van f 860 900,- opgedragen aan de Combinatie Schutsluizen Volkerak.

Aanleg van het stortebed aan de Volkerakzijde, met rooster van betonblokken



In de eerste maanden van dit jaar werd de dam door de Grevelingen voltooid en op 1 april werd het verkeer erover toegelaten. Het zal evenwel nog ongeveer zeven jaar duren voordat de zeearm tussen Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee ook aan de mond wordt afgesloten, door de dam door het Brouwershavensche Gat. Gedurende die zevenjarige periode zullen als gevolg van de aanleg van de Grevelingendam in de zeearm ten westen ervan hogere stormvloedstanden kunnen voorkomen dan tot nu toe. Deze stormvloedverhoging zal nabij de dam ongeveer 30 cm bedragen, en naar het westen afnemen tot ongeveer 5 cm nabij de monding. Op grond van deze gegevens heeft men nagegaan welke van de bestaande zeedijken langs de zeearm verhoogd moesten worden om een voldoende grote veiligheid te garanderen tussen de afsluiting van de Grevelingen en die van het Brouwershavensche Gat. Toen een stormvloedstand met een – voor zo korte termijn – aanvaardbare overschrijdingsfrequentie was vastgesteld, de verhoging ervan als gevolg van de Grevelingendam erbij was opgeteld, en de te verwachten golfoploop per dijkgedeelte was berekend, bleek het noodzakelijk, de zeedijk langs de polder Oud-Herkingen te verhogen. De grootte van de golfoploop, die uiteraard sterk afhankelijk is van de ligging van het dijkvak ten opzichte van de stormstreek, kan worden afgeleid uit de ter plaatse verrichte waarnemingen en verzamelde vloedmerkgegevens. Voor de onderhavige zeedijk bleken de golfoplopen te variëren van 2,8 m voor het westelijk gedeelte tot 2 m en 0,9 m voor het zuidelijk en oostelijk gedeelte van de dijk.

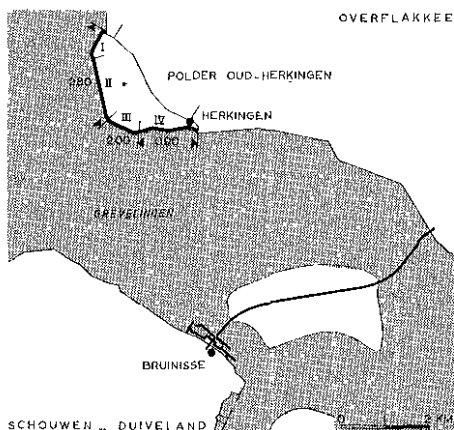
De berekeningen leidden voor de vier dijkvakken waarin men de zeedijk langs de polder Oud-Herkingen had verdeeld, tot de volgende conclusies:

noodzakelijke verhoging voor

dijkvak I	ongeveer 20 cm
dijkvak II	ongeveer 60 cm, tot N.A.P. + 7,25 m
dijkvak III	ongeveer 30 cm, tot N.A.P. + 6,5 m;
dijkvak IV	geen verhoging noodzakelijk.

Het is praktisch onmogelijk een betrekkelijk geringe verhoging, zoals benodigd voor dijkvak I, door het aanbrengen van een grondophoging uit te voeren. Daarom werd besloten in plaats daarvan op de kruin een muurtje te plaatsen, en de bovenkant daarvan, in verband met het verticale voorvlak, te brengen op N.A.P. + 7,35 m, enkele decimeters

Situatie van de te versterken zeedijk voor de polder Oud-Herkingen. De golfoplopen der dijkvakken is in meters aangegeven



hoger dan wanneer een kleikap zou worden aangebracht. Dijkvak II en III konden zonder bezwaar met grond worden opgehoogd.

Daar het waterkerende vermogen van een dijklichaam achteruitgaat indien het gezette en goed met gras begroeide buitenloop wordt vergraven en het enige jaren duurt eer na zo'n ingreep hetzelfde waterkerend vermogen weer wordt bereikt, is er, in verband met de korte periode waarin de verhoging praktisch nut heeft, van uitgegaan dat het buitenbeloop van de te versterken zeedijk onaangeroerd moest blijven. De noodzakelijke verzwaring diende dus voor de dijkvakken II en III aan de landzijde van het dijklichaam te worden aangebracht.

Het Waterschap 'De Dijkkring Flakkee' heeft, in nauw overleg met de Provinciale- en Rijks-waterstaatsdiensten, een plan opgesteld tot versterking van 3100 m van de ruim 4000 m lange zeedijk langs de polder Oud-Herkingen, en wel als volgt:

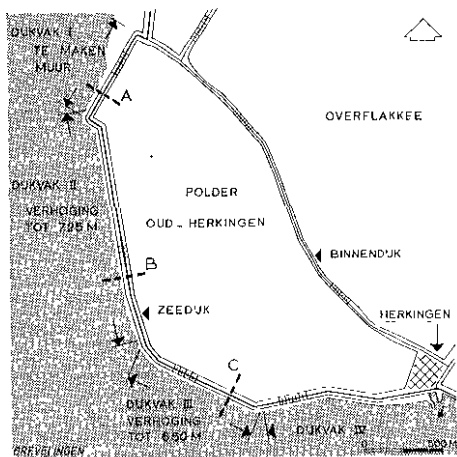
aanbrengen van een kleikap op de dijk kruin en landinwaarts verzwaren van de dijk over ongeveer 2400 m;

plaatsing op en gedeeltelijke ingraving in de dijk kruin van vooraf vervaardigde perronwanden over ongeveer 700 m.

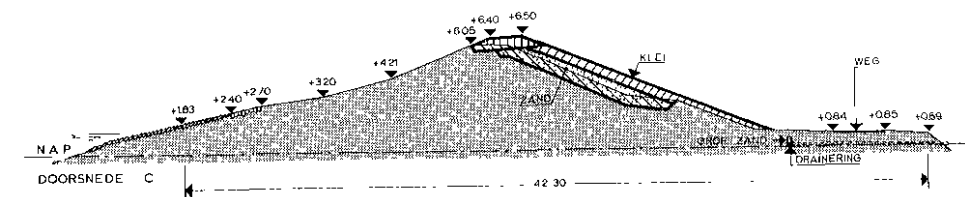
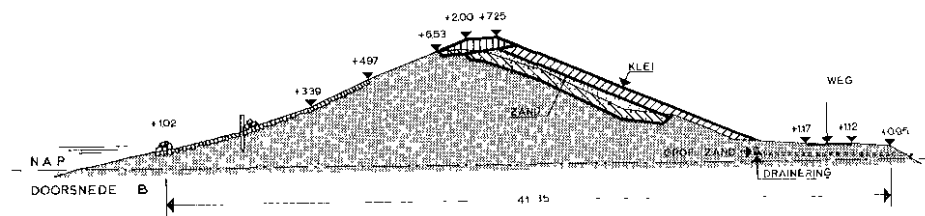
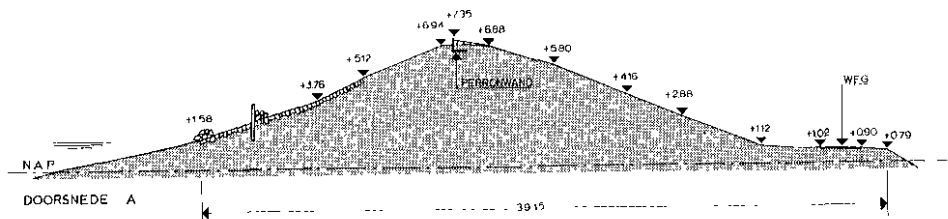
De uitvoering van het werk werd voor f 633 500,- opgedragen aan de firma G. van Herk Tzn. te Nieuwerkerk a/d IJssel, terwijl de levering van de perronwanden werd gegund aan de firma P. L. van den Ban te Rotterdam voor een bedrag van f 24 404,-. Met de versterking van de zeedijk zal dus in totaal ongeveer f 658 000,- zijn gemoeid.

Met de uitvoering van het werk is op 1 februari 1965 een begin gemaakt en, naar het zich laat aanzien, zal op of omstreeks 1 augustus de oplevering kunnen plaatsvinden.

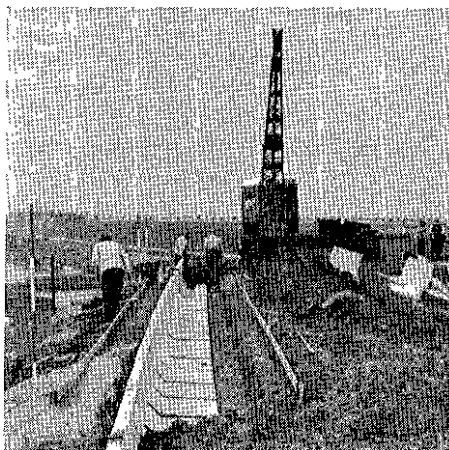
De bekledingsgrond van het binnentalud en de binnenberm wordt afgegraven en voorlopig in depot opgeslagen, de ontstane ontgravingen worden daarna met zand aangevuld, en daarop wordt dan de oude bekledingsgrond weer aangebracht. Het voor de aanvulling benodigde zand wordt weggegraven uit de kernen van oude binnendijken, en per as naar het werk vervoerd. De kap die op de oorspronkelijke kruin wordt gezet bestaat uit zgn. zoete klei, die per auto uit de polder Oostplaat-Flakkee in de gemeente Middelharnis wordt gehaald. Het stukje nieuw buitenbeloop en de nieuwe kruin van de dijk worden bezood met tevoren uit het oude binnenbeloop en de oude kruin gesneden zoden. Het nieuwe binnenbeloop wordt met graszaad ingezaaid. De langs de binnentoe van de oude dijk gelegen drainageleiding wordt landinwaarts verlegd. In de kruin van dijk-



De vier dijkvakken en hun gewenste verhoging. De plaats van de doorsneden A, B en C is aangegeven



Het plaatsen van de perronstukken in dijkvak I



gedeelte I wordt een cunet gegraven, waarin, op een dun zandbed, de perronstukken goed aaneensluitend en op de juiste hoogte worden geplaatst. De stukken sluiten met hol en dol in elkaar; voor de bochten zijn speciale bochtstukken gemaakt. Na plaatsing van de perronstukken wordt het cunet weer met de uitgekomen grond aangevuld. Het transport van zand, klei, perronstukken en andere benodigdheden geschiedt langs de binnenbermweg, die over de gehele lengte van de dijk aanwezig is; vanaf de binnenbermweg zijn op enkele punten opritten tegen het binnenbeloop gemaakt, zodat de vrachtauto's op de kruin kunnen komen.

De voornaamste te verwerken hoeveelheden zijn:

40 000 m³ zand, 9000 m³ zoete klei, 20 000 m³ bekledingsgrond, 700 m perronwand, 2700 m draineerleiding, 15 000 m² graszode.

De uitvoering van het werk geschiedt onder directie van het Waterschap 'de Dijkkring Flakkee', waarvan de Technische Dienst het plan en de tekeningen heeft gemaakt, en het bestek heeft opgesteld. Na de goedkeuring door Provincie en Rijk is tot aanbesteding en uitvoering overgegaan.

Blijkens het gestelde in de Memorie van Antwoord bij de Deltawet is deze dijkverhoging ten westen van de Grevelingendam te beschouwen als een werk dat noodzakelijkerwijze met de aanleg van die dam is verbonden. Volgens de Deltawet zullen de kosten dan ook door het Rijk worden gedragen; op grond daarvan wordt aan het Waterschap een Rijks-subsidie van 100% verleend.

A. De werken van het Deltaplan

De ontgravingen voor de stortbedden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

Er kwam een einde aan het baggeren, vervoeren en oppersen van specie uit het bij de bouwput gemaakte depot naar de dijk tussen de Plaat van Scheelhoek en de haven van Dirksland. In totaal werd een hoeveelheid van 984 000 m³ in deze dijk gespoten. Het thans in het depot nog aanwezige zand is met de nog te ontgraven grond bestemd voor de afsluiting van het Zuiderdiep, waarmee zeer binnenkort een aanvang zal worden gemaakt. De aanleg van de filterconstructie voor de stortbedden vorderde goed.

Profileren en bekleden van een zandlichaam tussen de Plaat van Scheelhoek en de haven van Dirksland

Op 18 maart 1965 werd het profileren en bekleden van het zandlichaam tussen de Plaat van Scheelhoek en de haven van Dirksland bij onderhandse overeenkomst nr. DED-733 voor een bedrag van f 3 098 000,— opgedragen aan de Delta-combinatie.

Dit zandlichaam, met zand uit de bouwput voor de uitwateringssluizen opgespoten,

wordt aan de Haringvlietzijde bekleed met asfaltbeton en aan de Zuiderdiepzijde met klei. Voor het aanbrengen van het asfaltbeton wordt gebruik gemaakt van de verdeelafwerkmachine beschreven in het Driemaandelijks Bericht nr. 31 (februari 1965). De machine is geschikt gemaakt voor een talud van 20 m lengte. Bovendien is achter de trilbalk een rol gemonteerd die op en neer wordt bewogen, waardoor het oppervlak onmiddellijk wordt dichtgewalst, hetgeen een belangrijke verbetering betekent.

De schutsluizen in het Volkerak

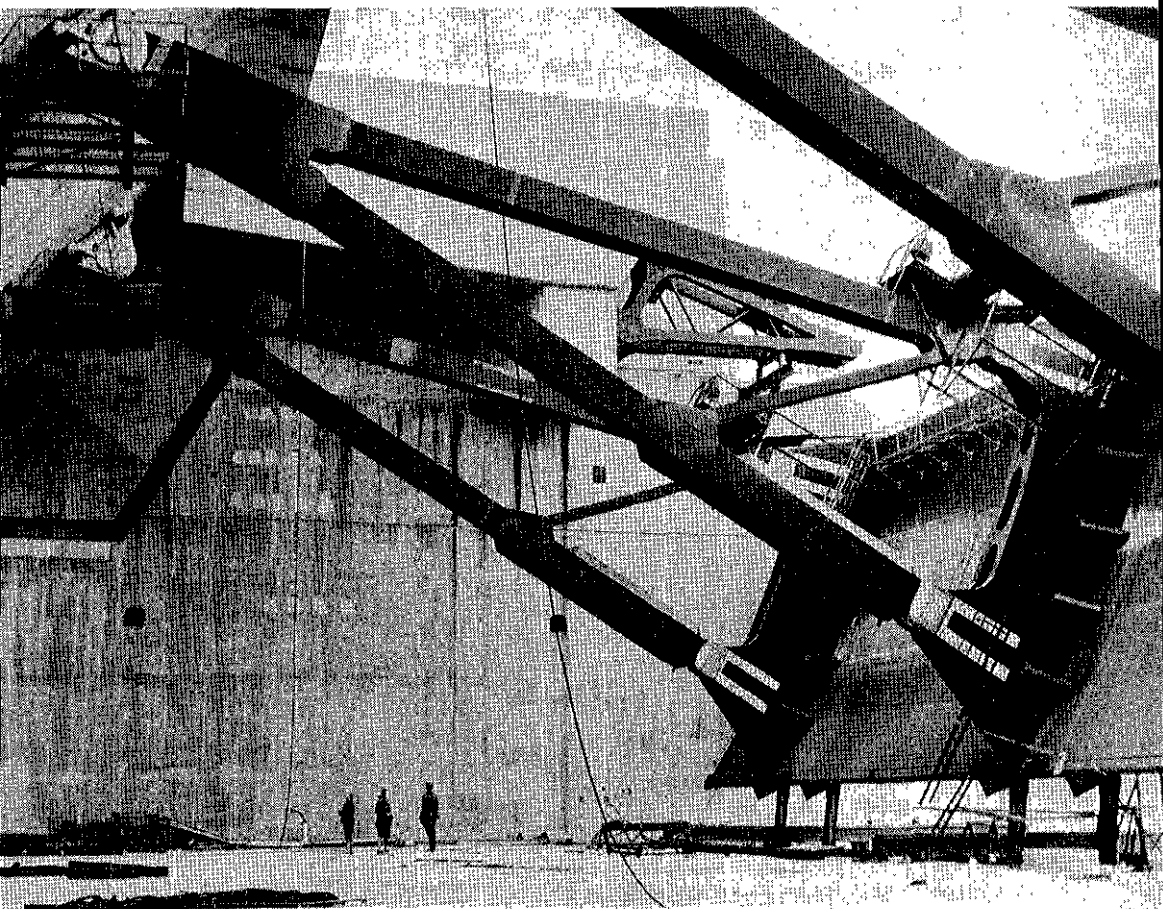
In het afgelopen kwartaal werden de werkzaamheden aan de beide 450 m lange sluizen in een zeer hoog tempo voortgezet. De eindfase is nu ingetreden, en medio juli wordt het laatste beton in de sluizen verwerkt.

Totaal is dan 150 000 m³ beton gestort, waarin 13 000 ton wapeningsstaal is verwerkt.

De werkzaamheden aan het viaduct vorderen gestaag. Twee velden kwamen gereed en werden voorgespannen, terwijl men het derde en tevens laatste veld voor de bouwvakantie hoopt te storten.

De wanden van de basculekelder zijn nu gestort tot N.A.P. + 12,65 m. Alles wordt nu gereed gemaakt voor het leggen van

Een van de vierendertig stalen schuiven in de uitwateringssluizen in het Haringvliet



de 24 m lange voorgespannen balken voor de aanbrug, en het inhangen – in september – van de basculebruggen.

Op het sluiseland werd voortgegaan met het compressorengedebouw, het centraal bedieningsgebouw en de gebouwtjes op de hoofden.

De grondaanvullingen ten behoeve van beide sluisen werden voortgezet terwijl achter de fuikwanden grinddrainages werden aangebracht.

Het maken van de stortebedden en aansluitende dijken aan beide zijden van de sluisen werd in een geforceerd tempo ter hand genomen. Het gedeelte beneden N.A.P. + 0,75 m kwam aan de Volkerakzijde nagenoeg gereed.

Het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluisen

Aan het einde van de verslagperiode zijn de langs de voorhaven te maken filterglooiingen nagenoeg voltooid.

Met de boven N.A.P. + 0,75 m gelegen glooiingen van granietblokken op een grindbed werden goede vorderingen gemaakt.

De in het vorige Bericht vermelde moeilijkheden met het zuigbedrijf zijn opgelost. De zuiger 'Amsterdam I' werd afgevoerd. Tot de bouwvakantie zal met de zuiger 'Holland XVIII' in dag- en nachtproductie worden gewerkt, terwijl de cutterzuiger 'Rupel' zal worden ingezet zodra deze gereed zal zijn gekomen met het op diepte brengen van de noordelijke voorhaven.

Na de afsluiting van de Oude Heyningse Haven is een begin gemaakt met de afwerking van het oostelijk van de voorhaven gelegen dijkgedeelte met aansluitend terrein.

Ook de uitbreiding van de terreinen ten westen van het sluisencomplex en de noordelijke voorhaven en het maken van de daartoe benodigde oeververdedigingen verlopen nu in het gewenste tempo.

Het klappen van zand tot een hoogte van N.A.P. – 1,5 m en het aanbrengen van de bezinkingen kwam gereed. De mijnsteen voor de oeverbekleding kon vanuit de Malthageul rechtstreeks door een kraan uit de voorgelegde schepen in het werk worden gebracht. Thans wordt de mijnsteen geprofileerd en voorzien van een grindbekleding waarop een steenschil van 500 kg/m² steen 10/60 kg zal worden aangebracht.

Meer naar het zuiden werd het zinkwerk ten behoeve van de uit te bouwen haven-dam voltooid. Het zinkwerk hier is nu geheel geëindigd. Het mijnsteenbedrijf is met een weekproductie van circa 7000 ton nu in volle gang om de havendam verder af te kunnen bouwen. In de voorhaven gaat de zuiger 'Rupel' beginnen met de verwijdering van circa 766 000 m³ slechte grond (veen en slappe klei) uit het havenbassin tussen N.A.P. – 4 m en N.A.P. – 7 m. Deze voor het werk onbruikbare specie wordt geperst in het gronddepot ten oosten van de Volkeraksluisen.

De noordelijke voorhaven en de oostelijke oprit van de Volkeraksluisen

Op 1 mei 1965 werd het werk voor de eerste maal opgeleverd. De aanvangsdatum was 1 januari 1964, zodat het werk in 16 maanden werd voltooid. Op 1 februari 1965 had men de opleveringstermijn met 3 maanden moeten verlengen in verband met onteigeningsprocedures die verhinderden dat de nodige gronden tijdig ter beschikking kwamen. Het uit te voeren werk omvatte:

a. het ontgraven van de noordelijke voorhaven tot het scheidingsvlak van zand en veen-kleipakket, gelegen op een diepte van N.A.P. – 4,5 m;

b. het maken van een oprit in de buitenpolder Maltha ter lengte van ongeveer 1300 m;

c. het maken van bijkomende werken, waaronder het graven van sloten, omleg-

gen van een weg voor landbouwverkeer en het leggen van enige duikers in afvoerleidingen.

De ontgraving van de noordelijke voorhaven is geheel geschied door de cutter-zuiger 'Rupel', met een zuigleiding van 70 cm diameter en een vermogen van 1600 pk.

Via een drijvende leiding en een persleiding op de vaste wal met een diameter van 65 cm werd de specie naar de oprit geperst. Het perswater werd afgevoerd via een slibbassin met kaden tot een hoogte van N.A.P. + 4 m en een kruinbreedte van 2 m. De lozing van het slibbassin geschiedde op de Oude Heyningse Haven, die in het Volkerak uitmondt. Bij de ontgraving hebben zich geen bijzondere moeilijkheden voorgedaan. Ook het oppersen van de oprit waarvan het bovenste stort zelfs op N.A.P. + 16 m kwam te liggen leverde geen ernstige moeilijkheden op. Bij het maken van nieuwe perskaden bleek het noodzakelijk te zijn het zand vooraf met draglines te ontwateren alvorens tot verwerking in de kaden kon worden overgegaan. Het zeer fijne zand, dat ondanks de tijdens het persen genomen voorzorgsmaatregelen nog veel slib bleek te bezitten, houdt het water lang vast en heeft daardoor weinig stabiliteit.

Het werken met bulldozers op het natte stort bleek vrijwel onmogelijk. In het slibbassin werd 100 000 m³ slib verzameld. Nog fijnere bestanddelen zijn via de lozing naar buiten afgevoerd.

De stabiliteit van het opgeperste zandlichaam werd voortdurend gecontroleerd met behulp van waterspanningsmeters, maar er bleek geen gevaar aanwezig. Wel zijn de belopen ter weerszijden van de oprit in ernstige mate uitgezakt, omdat het zich in het zandlichaam bevindende water lang wordt vastgehouden in het fijne slibhoudende zand; bovendien bevindt zich in de ondergrond een hermetisch gesloten slappe-kleipakket dat

geen verticale drainage toelaat. Als gevolg hiervan werd besloten om het afwerken van de onderbelopen uit te doen voeren in augustus 1965, tijdens de onderhoudsperiode.

Aan de hand van zakbakens werd de zetting van de ondergrond nagegaan.

De ontgraving van klei in het daartoe aangewezen gedeelte van de polder Maltha verliep goed en leverde 169 516 m³ op in plaats van de in het bestek omschreven 58 000 + 26 500 m³.

De aanvankelijk als minder goed aangemerkte lagen bleken namelijk bij ontgraving toch wel geschikt te zijn. Alle klei werd in twee depots opgeslagen. Verwerking van de klei was niet direct mogelijk. Bij een staat van meer werk werd de aannemer, de aannemerscombinatie 'Willemstad' te Willemstad, opgedragen over te gaan tot de verwijdering van het veenkleipakket in de noordelijke voorhaven tot een diepte van N.A.P. - 6 m. Het betreft hier de verwijdering van $\pm$ 400 000 m³ specie, die geperst moest worden in een gronddepot.

Deze werkzaamheden zijn inmiddels voltooid.

De dam door de noordelijke geul van de Grevelingen

Het leggen van kraagstukken ter weerszijden van het damvak werd beëindigd. Inmiddels werd een begin gemaakt met het aanvoeren en op het zandlichaam werken van bekledingsklei; deze werkzaamheden zullen binnenkort zijn voltooid. Op het oostelijk beloop is de glooiing van betonblokken tot een hoogte van N.A.P. + 2,5 m opgetrokken; dit werk wordt voortgezet tot een hoogte van N.A.P. + 4 m zal zijn bereikt. Aan de westzijde werd het buitenbeloop van de met behulp van de kabelbaan gestorte stenen sluitdam onder profiel gebracht en op de bestaande glooiingen aangesloten. Op de brede buitenberm kwam de daarop geprojecteerde bermweg, op het aan-

brengen van de slijtlaag na, gereed. Voor het aanbrengen van de taludbekleding van asfaltbeton werd een asfaltspreidmachine aangevoerd en opgesteld. Het betreft een nieuw type machine dat speciaal voor dat doel werd ontwikkeld en dat op dit werk in de praktijk zal worden beproefd.

Rijksweg naar en op de Grevelingendam

De werkzaamheden werden in een vlot tempo voortgezet. Zoals eerder gemeld waren zij op 1 april 1965 zover gevorderd dat het wegvak ten zuiden van de inmiddels afgesloten noordelijke geul van de Grevelingen tot aan de aansluiting op rijksweg 18 (Zijpe-Zierikzee) geheel gereed kwam en op die datum voor het verkeer kon worden opengesteld.

Met de aanleg van het daarop noordwaarts aansluitend wegvak, op de dam door de noordelijke geul van de Grevelingen, werd in de verslagperiode een begin gemaakt. Van dit uit twee gescheiden rijbanen bestaande weggedeelte is de oostelijke rijbaan thans nagenoeg gereed. Bij de aansluiting van de nieuwe weg op rijksweg 18 wordt de hierop gemaakte baanverdubbeling in westelijke richting over ca. 1300 m doorgetrokken. Deze werkzaamheden zijn thans bijna voltooid.

Het dijkvak op de Middelpaats in het Brouwershavensche Gat

De aanleg van het ca. 1100 m lange damvak op de Middelpaats – het eerste onderdeel van de afsluitdam in het Brouwershavensche Gat – werd opgedragen aan de N.V. Dijkbouw te 's-Gravenhage voor de somma van f 8 750 000,-.

Begin mei 1965 werd een begin gemaakt met het cutteren van een werkhaven in de zuidelijke rand van de paats en het persen van het daarbij vrijkomende zand naar de paats van het toekomstige damlichaam en het aangrenzende werkkerrein. Kort daarna werd begonnen met het

opstorten van de mijnsteenakden die als blijvend onderdeel in de teen van de dam zullen worden opgenomen en bij het omhoogkomen van het zandstort als perskade dienst doen.

In de tweede helft van juni was een gedeelte van het werkkerrein zover opgespoten dat met de aanvoer en opbouw van een asfaltinstallatie kon worden begonnen.

Voorts werd begonnen met het maken van de teenconstructie en het aanbrengen van de kraagstukken rondom het zuidelijk kopeinde van de dam, en met het zetten van de taludbekleding van Portugees graniet op het beloop van de damkop. Langs de buitenteen van de dam wordt een betonnen damwand aangebracht. Langs de rand van de in aanleg zijnde werkhaven in de Middelpaats worden voorbereidingen getroffen voor het plaatsen van beton-elementen voor de loswallen.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

Met de uitvoering van het dijkvak aan de Friese kust, waarover in het vorige nummer uitvoerig is bericht, is op 22 maart aangevangen. Het baggerwerk voor de havenkom langs de lospaats op de Hoek van de Bant is vrijwel geheel voltooid. Het persen van zand vordert goed. De inbaggering voor de kop van dit dijkvak is meteen de eerste werkzaamheid aan het *eigenlijke sluitgat*.

Het dek van de oostelijke kokergroep van de uitwateringssluizen werd gestort. De opbouw van de schachten boven de westelijke en middelste kokergroepen vordert. Op 24 mei is begonnen met de ontgraving van de bouwput voor de schutsluis en het plaatsen van de bemalingsinstallatie.

In de werkhaven in het Bootsgat nabij Oostmahorn is een grote houten rolzate gereedgekomen, met behulp waarvan de vele zinkstukken die in de komende jaren nodig zullen zijn, in een vlot tempo kunnen worden gemaakt en te water gelaten.

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
DED 548b	13 januari 1965	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 548 eerder gewijzigd bij overeenkomst DED 548a voor het huren van het motorschip 'Zuidvliet' t.b.v. de uitvoering van duikwerk
DED 693	22 december 1964	Het maken van het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 703	25 januari 1965	Het maken van een steiger t.b.v. de visserij, in de binnenhaven nabij de schutsluis in de Haringvlietdam met bijkomende werken onder de gemeente Scellendam
DED 720	20 januari 1965	Het leveren van betonglooiingsblokken, dik 20 cm met bijbehorende onder- en bovenbanden van beton en betonopsluitbanden, t.b.v. de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 721	15 december 1964	Het laden, vervoeren en lossen van zand voor aanvulling en verdere afwerking van het grondlichaam aansluitend aan het zuidelijke landhoofd van de brug over het Haringvliet nabij Numansdorp
DED 724	14 december 1964	Het leveren en lossen van grof grind t.b.v. de afsluiting van het Haringvliet
DED 725	7 december 1964	Het leveren van zetsteen t.b.v. het maken van het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de schutsluizen in het Volkerak te Willemstad
DED 726	15 december 1964	Het vrijmaken, laden, vervoeren en opslaan van 7 betonnen opzetstukken
DED 727	15 december 1964	Het lichten, vervoeren en opslaan van eenheidscaissons en opzetstukken
DED 728	5 februari 1965	Het aanleggen van een werkterrein c.a. voor het maken van zink- en kraagstukken nabij de Rijkswerkhaven 'den Osse'
DED 729	15 februari 1965	Het onderhoud van beplantingen en het grasgewas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, steigers en meergelegenheden op en langs de terreinen behorende tot de directie Afsluitingswerken van de Deltadienst
DED 730	21 januari 1965	Het leveren van zinksteen t.b.v. de afsluiting van de Grevelingen
DED 731	21 januari 1965	Het leveren en opslaan van zink- en stortsteen t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 734	24 februari 1965	Het leveren van zink- en stortsteen t.b.v. het maken van het eerste gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 736	23 december 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 737	23 december 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 738	23 december 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 739	23 december 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 740	23 december 1964	Het leveren van rijsmaterialen te Willemstad
DED 741	11 maart 1965	Het verrichten van werkzaamheden voor het onderzoek van doorlaatcaissons idem
DED 742	9 maart 1965	
BR 2720a	22 oktober 1964	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een elektrische installatie voor de uitwateringssluizen en de schutsluis in het Haringvliet
BR 3266a	2 december 1964	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. BR 3266 voor het samenbouwen en conserveren van de staalconstructies van 17 stuks segmentschuiven zeezijde voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3430	19 augustus 1964	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 72 stuks elektro mechanische deurschuifbewegingsinrichtingen t.b.v. de sluisen in het Volkerak
BR 3535	8 januari 1965	Het vervaardigen en leveren van ijzerwerk c.a. t.b.v. de Volkeraksluizen
BR 3541	8 januari 1965	Het vervaardigen en leveren van divers o verven t.b.v. de sluisdeuren in het Volkerak
SS 316a	5 mei 1964	Overeenkomst tot aanvulling van de overeenkomst nr. SS 316, dd. 28 mei 1962, voor het maken van het betonskelet, boxen 14,85 m $\pm$ N.A.P. en de afbouw van het gehele centrale bedieningsgebouw van de uitwateringssluizen in het Haringvliet

werken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingssom	Aannemer
—	G. P. Noordhoek te Goes.
f 8 000 045,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
f 168 710,—	A. v.d. Hoek jr. te Heenvliet
eenheidsprijzen	PIT-beton N.V. te Middelburg
f 18 392,60	Koninklijke Nederlandsche Heerdemaatschappij te Arnhem
eenheidsprijzen	'Utroma' N.V. te Arnhem
eenheidsprijzen	fa. Jan B. Petit en Zn. te Breda
f 14 570,—	Stoof N.V. te Breda
eenheidsprijzen	N.V. van den Akker te Vlissingen
329 900,—	Combinatie Zinkwerken te Gorinchem
f 52 989,—	fa. S. L. Kranenburg te Oudendoorn
eenheidsprijzen	N.V. Handelsmij 'De Keerkring' te Utrecht
eenheidsprijzen	N.V. Handelsmij 'De Keerkring' te Utrecht
eenheidsprijzen	N.V. Handelsmij Arn. Maassen te Maastricht
eenheidsprijzen	fa. Gebr. Hakkers te Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	H. Korporaal te Sliedrecht
eenheidsprijzen	fa. J. A. de Ruiters C.V. te Hardinxveld
—	Ned. Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen
—	Instituut T.N.O. voor bouwmaterialen en bouwconstructies te Rijswijk Z.H.
f 3 920 000,—	Heemaf N.V. Hengelo
aann. gewijzigd van f 8 500 000,— in f 12 716 300,—	Werkspoor N.V. te Utrecht
f 406 500,—	N.V. Machinefabriek Stork-Jaffa te Utrecht
f 21 350,—	Machinefabriek en Constructiewerkplaats B. Zwijnenburg te Krimpen a/d IJssel
eenheidsprijzen	N.V. v/h H. Vettewinkel en Zonen te Amsterdam
—	N.V. Nostum te Amsterdam

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving van het werk
SS 361	1 december 1963	Het beschikbaarstellen van tekenaar-constructeurs t.b.v. de voorbereiding van diverse werken voor het Deltaplan
SS 362	31 oktober 1963	Het maken en leveren van rubber oplegblokken voor de schutsluizen in het Volkerak te Willemstad
DED 574a	15 april 1965	Overeenkomst tot wijziging van de overeenkomst DED 574 voor het huren van de motorvlet 'Jumbo' ten behoeve van de Waterloopkundige afdeling.
DED 601a	6 april 1965	Overeenkomst tot wijziging en aanvulling van de overeenkomst DED 601, voor het leveren van basaltstortsteen ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet.
DED 618a	18 maart 1965	Overeenkomst tot wijziging van de overeenkomst DED 618, voor het leveren van genaaide en gevlochten Azobé-matten en schotten, alsmede van bezaagd Azobé-hout ten behoeve van de oeververdedigingen langs in het Veerse Meer drooggevalen gronden
DED 714	15 maart 1965	Het maken van stortbedden en dijken met oevervoorzieningen ter weerszijden aansluitend op het schutsluiscomplex in de gemeente Willemstad
DED 733	18 maart 1965	Het profileren en bekleden van een zandlichaam gelegen tussen de Plaat van Scheelhoek en de haven van Dirksland.
DED 735	6 april 1965	Het verrichten van onderhoudswerkzaamheden aan het Delta-Decca zonder-complex en bijbehorende Decca navigatie apparatuur.
DED 743	6 april 1965	Huur van het motorschip 'Eabarre' voor het verrichten van metingen.
DED 745	22 maart 1965	Het voltooiën van de bouw van drie blokken, elk van twee dienstwoningen, nabij de schutsluizen te Willemstad
DED 746	31 maart 1965	Ontbinding van de overeenkomst DED 592a voor het bouwen van dienstwoningen nabij de schutsluizen te Willemstad.
DED 747	22 januari 1965	Overeenkomst terzake van een te verlenen schadevergoeding wegens schade aan gronden en gewassen ten gevolge van het niet in de oorspronkelijke staat en toestand leveren van percelen en perceelsgedeelten bij hem in eigendom en/of gebruik na de terbeschikkingstelling aan het Rijk van deze percelen en perceelgedeelten ten behoeve van het maken van een bouwput voor de doorlaatcaissons nabij Veere.
DED 748	6 april 1965	Het verrichten van onderhouds- en herstellingswerkzaamheden, leveringen en vernieuwingen aan de motorvlet 'Trekvogel'.
DED 749	6 april 1965	Huur van de motorboot 'Mea Vota' voor het verrichten van grondboringen.
DED 751	6 april 1965	Overeenkomst wegens het door het Rijk in gebruik nemen van een perceelsgedeelte ten behoeve van de aanleg van een verbindingskanaal tussen de Zuiderdiepboezem en de haven van Goedereede.
DED 752	15 april 1965	Het leveren van zink- en stortsteen ten behoeve van de Volkerakwerken.
BR 3564	19 maart 1965	Het vervaardigen en leveren van ladders, handgrepen en inspectiebordessen voor de hoofddraaipunten van de spuiscuis Haringvliet.
BR 3566	24 februari 1965	Het opmaken van kostprijsbegrotingen ten behoeve van diverse werken.
BR 3567	24 februari 1965	Het opmaken van kostprijsbegrotingen ten behoeve van diverse werken.
BR 3579	23 maart 1965	Het vervaardigen en leveren van dakspanten voor magazijn en vismijn te Stellendam.
BR 3588	26 april 1965	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van 12 vis- en 10 zoutrioolschuiven met bijbehorende bewegingswerken c.a. en 6 noodschuiven ten behoeve van de spuiscuis in het Haringvliet.
BR 3589	26 april 1965	Het vervaardigen en leveren van rubberafdichtingen voor de vis- en zoutrioolschuiven in de spuiscuis in het Haringvliet.

Aannemingsom	Aannemer
f 55 000,—	N.V. Aannemingsbedrijf v/h J. F. van Acker te Halfweg N.H.
f 18 424,—	Rubberfabriek Vredestein N.V. te Loosduinen
—	W. van Laar te Soest.
eenheidsprijs	Rheinisches Lava Kontor G.m.b.H. Tochtgesellschaft Horst und Jüssen O. H. G. Sinzig/Rhein.
f 56 370,—	N.V. Houthandel v/h T. C. Groot te Amsterdam.
f 860 900,—	Combinatie Schutsluizen Volkerak te Amsterdam.
f 3 098 000,—	Deltacombinatie te 's-Gravenhage.
f 45 500,—	Internationale Navigatie Apparaten N.V. te Rotterdam.
—	H. van Bon te Schiermonnikoog.
f 147 000,—	Fa G. Sjerp en Zoon te Willemstad.
—	Mr. A. Ph. van Gelder te Rotterdam.
f 18 000,—	A. de Visser te Goes.
f 10 189,61	Gebr. Osterholt's, Motoren- en Machinefabriek N.V. te Schiedam.
—	J. Hoogendoorn te Hardinxveld Giessendam.
—	D. Goedkoop te Goedereede.
eenheidsprijzen	De Koerkring N.V. te Utrecht.
f 154 500,—	'Vlaardingen-Oost' N.V. te Vlissingen.
f 27 922,96	N.V. Pletterij v/h L. I. Enthoven Cie te Delft.
f 56 200,—	N.V. Werkspoor te Utrecht
f 10 800,—	N.V. Middeburgsche IJzergieterij en Machinefabriek v/h Boddaert en Co te Middelburg.
f 310 300,—	Machinefabriek Thole N.V. te Enschede.
f 36 094,—	Rubberfabriek Vredestein Loosduinen N.V. te Loosduinen.

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

Nummer van het bestek	Dienstjaar	Omschrijving van het werk
DED 699	1964—1965	Het bouwen van een vismijngebouw en een magazijn met 20 boxen in de gemeente Stellendam, gelegen op een terrein nabij de vissershaven in het Haringvliet
DED 706	1964—1965	Het leveren van betonblokken en betonbanden voor de Grevelingendam
F. 216	1964	Het maken van een zanddijk aan de zuidwestkust van Schiermonnikoog en verhogen van laaggelegen gebieden in de zeeverende duinregel.
DED 744	1965	Het leveren van beton-damplanken, betonbanden en betonblokken voor de Brouwershavense gatdam.

Opgave van door andere beheerders dan het Rijk openbaar bestede en gegunde werken

Gebied	nr. en dienstjaar van het bestek	Omschrijving van het werk
Friesland	nr. 438 dienstjaar 1962 Provinciale Waterstaat Friesland	Het verhogen van de zeedijk tussen Zurich en Dijksterburen
Friesland	nr. 2 dienst 1964—1966 Waterschap „De Terschellingerpolder“	Het verhogen van het gedeelte zeedijk Strijp-Kanneweg, met bijkomende werken

geegunde werken

Aannemingssom	Aannemer
f 164 900,—	Fa. S. L. Kranenburg te Oudenhorn
eenheidsprijzen	Pit-beton N.V. te Middelburg
f 1 044 000,—	N.V. Gebr. C. en Th. Wijnands te Werkendam
eenheidsprijzen	N.V. Betonfabriek Haringman te Goes

Aannemingssom	Aannemer
f 3 444 000,—	Aannemers en Handelsbedrijf van Oord N.V. te Werkendam
f 2 596 000,—	N.V. v/h Hillen en Roosen te Amsterdam

