

deltawerken

augustus 1967 nummer 41



deltawerken

REDACTIE: DELTADIENST
VAN HOGENHOUCKLAAN 60,
'S-GRAVENHAGE

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

De prijs bedraagt f7,- per jaar of f2,- per nummer

A. De werken van het Deltaplan

- 3 Veranderingen in bodem en vegetatie van de voormalige slikken en schorren langs het Veerse Meer
- 10 Dichtheidsonderzoek van de grond ten behoeve van de Deltawerken
- 19 De werkhaven 'Schelphoek'
- 23 De bodemopbouw onder de oevers van de eilanden Voorne en Goeree
- 28 De ontwikkeling van constructies en aanbrengmethoden van bodembeschermingen

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

- 38 De blokkering van het sluitgat in de afsluitdijk van de Lauwerszee
- 47 **Vorderingen**

A. De werken van het Deltaplan

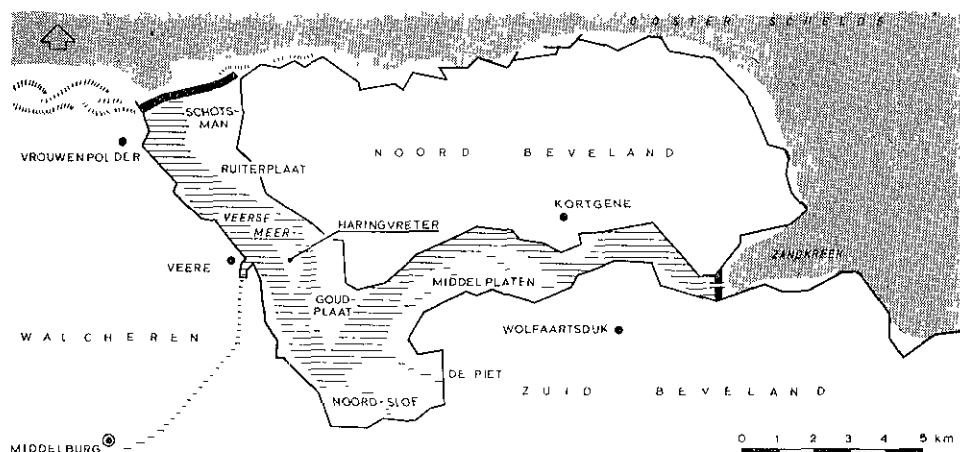


Veranderingen in bodem en vegetatie van de voormalige slikken en schorren langs het Veerse Meer

Sinds het vaststond dat de zeegaten in het zuidwesten van ons land zouden worden afgesloten, hebben de Nederlandse biologen de studie van de flora en fauna in het Delta-gebied met groter kracht ter hand genomen dan tevoren geschied was. Dit had onder meer de oprichting tot gevolg van de Afdeling Delta-Onderzoek van het Hydrobiologisch Instituut te Yerseke, die tot taak kreeg de veranderingen in de buiten- en binnendijkse flora en fauna en hun milieu te onderzoeken. Eerder werd in het *Driemaandelijks Bericht* over deze materie geschreven in februari 1962 (nr. 19) en februari 1963 (nr. 23).

Tot de wateren die reeds vroeg in de belangstelling van de onderzoekers van het laboratorium in Yerseke stonden, behoorden het Veersche Gat en de Zandkreek. Door de afsluiting ervan in 1961 ontstond het Veerse Meer, het eerste grote onderzoeksgebied waarin het ingewikkelde complex van biologische veranderingen in zijn verschillende aspecten kon worden benaderd: het plankton en de visstand in het water, de fauna op de bodem van de geulen en in de vroegere getijzone, de wierbegroeiing langs de dijk-glooiingen en de vegetatie van de hogere planten op de voormalige slikken en schorren. Op dit laatste aspect zal in deze bijdrage worden ingegaan.

Op de slikken en schorren van de Zandkreek en het Veersche Gat kwam vóór de afsluiting een fraaie zoutvegetatie voor, die in gevarieerdheid en soortenrijkdom, vooral ook wat de wieren betreft, de meeste andere terreinen van het Deltagebied overtrof. Dit hing samen met het geringe slijbgehalte van het water en de beperkte mate waarin Engels slijkgras (*Spartina townsendii*) zich nog van de terreinen had meester gemaakt. Alleen in het Noord-Sloe en, in mindere mate, langs de westkust van N.-Beveland had deze soort uitgestrekte velden gevormd. Daardoor vertoonden de lage en hoge slikken, die normaliter bij elke vloed overstroomden, nog op verscheidene plaatsen een begroeiing van achtereenvolgens zeegrassen (*Zostera marina* en *Z. nana*), inlands slijkgras (*Spartina maritima*), tezamen met een bruinwier (*Fucus vesiculosus* var. *lutarius*), en zeekraal (*Salicornia europaea*). De schorren, boven de gemiddelde hoogwaterlijn gelegen en veelal door een afslagrand van de slikken gescheiden, waren doorsneden met een meestal wijdvertakt krekensstelsel, waarop een bodemreliëf aansloot, bestaande uit oeverwallen langs de krekens, en kommen. In de lage kommen domineerde Engels slijkgras. De kommen van de oude schorren waren voornamelijk begroeid met kweldergras (*Puccinellia maritima*), strandzoutgras (*Triglochin maritima*), zeeaster (*Aster tripolium*), lamsoor (*Limonium vulgare*), zeeweegebree (*Plantago maritima*) en vele wiersoorten, o.a. het roodwier *Bostrychia scorpioides*. Op de lage oeverwallen hadden klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) en vooral zeemelde (*Halimione portulacoides*) de overhand, op de hoge oeverwallen rood zwenkgras (*Festuca rubra*), zeealsem (*Artemisia maritima*) en strandkweek (*Elytrigia pungens*). Op het vloedmerk, waar men losgeslagen plantendelen aangespoeld vindt, groeiden soorten die op een hoog stikstofniveau zijn aangewezen,



Overzicht van het Veerse Meer

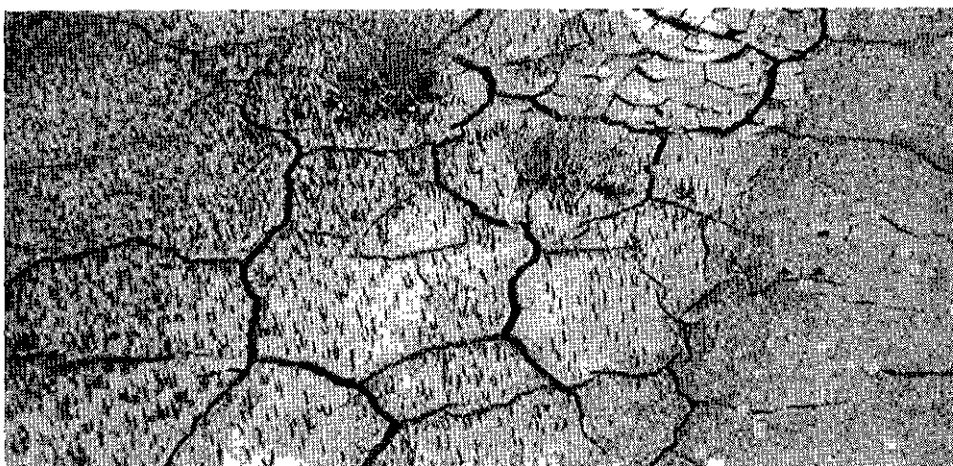
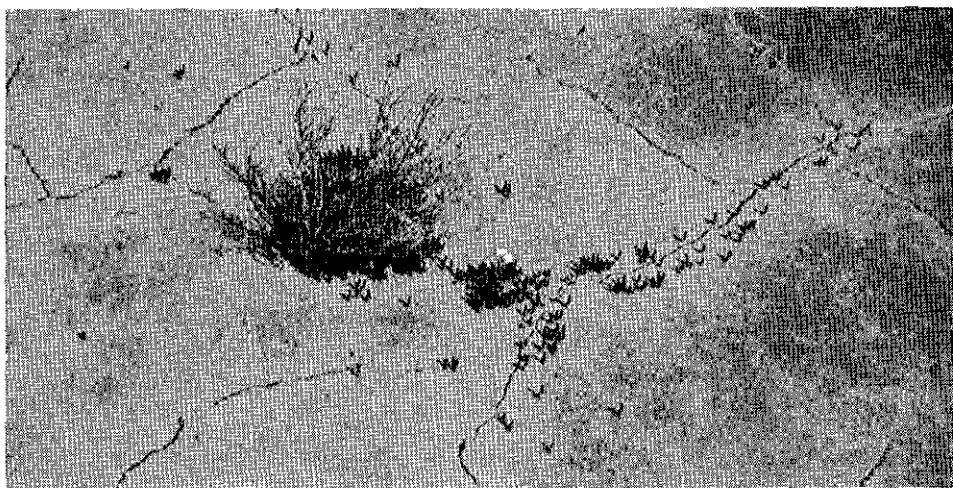
zoals klein schorrenkruid, spiesbladige melde (*Atriplex hastata*) en strandmelde (*A. littoralis*).

Met de afsluiting van het Veerse Gat op 27 april 1961 kwam een abrupt einde aan de periodieke doordrenking van deze terreinen met zout water. Nauw daarmee verbonden begonnen zich tegelijkertijd in de bodem processen te voltrekken die grote veranderingen in de fysische en chemische toestand met zich zouden brengen. Het duidelijkst manifesteerden deze processen zich in de slibhoudende tot slibrijke gronden, waarop door het getij de atmosferische invloeden niet of slechts weinig hadden kunnen inwerken. Daar deden zich in grote trekken achtereenvolgens – soms ook gelijktijdig – en het eerst aan de oppervlakte de volgende veranderingen voor: waterverlies door verdamping en wateropname van de planten, horizontale krimp met vorming van scheuren, toetreding van lucht – aëratie –, omzettingen in de organische stof – mineralisatie –, waardoor ammoniumzouten en nitraten vrijkwamen, oxydatie van zwavelverbindingen, uitspoelingen van zouten, verticale krimp – klink –, en zo meer. De krimpscheuren, die varieerden van uiterst kleine barsten in zandige gronden tot scheuren van 10 cm breed en 1 m diep in de slibrijkste sedimenten, waren de eerste jaren de voornaamste toegangspoorten waardoor lucht en neerslag de bodem konden binnendringen, vooral omdat het bodemoppervlak tussen deze scheuren dikwijls neiging tot verdichting of dichtslempen vertoonde. Het zal daardoor duidelijk zijn, dat bij deze gronden de veranderingen in de fysische en chemische toestand zich via dit patroon van krimpscheuren het eerst en het sterkst voltrokken. Twee categorieën gronden vertoonden het uiteenvallen in polygonen door vorming van krimpscheuren niet. Dat waren in de eerste plaats de hoogst opgeslibde schorgedeelten. Deze hadden, toen de getijbeweging er nog was, door hun ligging periodiek reeds zo dikwijls aan uitdroging blootgestaan, dat zij geen of slechts weinig krimpverschijnselen meer vertoonden. De andere categorie omvatte de echte zandplaten. In deze afzettingen komen – in tegenstelling tot de ongeaëreerde slibhoudende gronden – tussen de zandpartikels vrij grote holten voor, waardoor een relatief snelle waterverplaatsing mogelijk is. Reeds onder getijomstandigheden kunnen zandplaten bij laagwater oppervlakkig zo ver uitdrogen, dat zij van verre door hun droge witte kleur opvallen; vandaar de

Zeeuwse aanduiding 'blikken' voor zandplaten. Na de afsluiting paste de grondwaterstand zich daarom gemakkelijk aan de nieuwe hydrologische toestand aan. In 1961 en 1962 – dus voor zich enige vegetatie van betekenis kon vestigen – was tijdens neerslagloze perioden de uitdroging zo intens, dat op grote schaal zandstormen optraden. Op de Schotman, Haringvreter, Goudplaat en Middelpaten was daardoor een verlies van enige decimeters bovengrond geen zeldzaamheid. Het resultaat was echter tevens ver-

1 Vestigingspatroon van klein schorrenkruid met moederplant van vorig jaar. Concentraties van kiemplanten langs de krimpseuren

2 Vestigingspatroon van zeekraal met twee planten van vorig jaar. Het kiemingspatroon vertoont geen relatie tot het krimpseurpatroon



lies van de in dergelijke gronden toch al schaarse voedingsstoffen, met name de verbindingen die vrijkwamen uit het afsterven van de talloze in de bovengrond aanwezige mariene dierlijke organismen. Tot nu toe zijn deze afgestorven terreinen nog duidelijk te herkennen, zowel aan de grote massa's op de grond liggende schelpen als aan de zeer schrale begroeiing.

In de zandplaten blijkt de grondwaterstand behalve gemakkelijk te zakken ook snel te kunnen stijgen. Dit hangt samen met het verschijnsel, dat het porievolume in verhouding tot het totale volume betrekkelijk gering is. Na regenperioden staat het grondwater dan ook niet zelden gelijk met het bodemoppervlak en kunnen zich zelfs plassen vormen. Met deze sterke wisseling in vochtgehalte en daardoor aanvankelijk ook in zoutgehalte van de bovengrond hangt de vorming van het zogenaamde zore korstje samen, een verschijnsel dat een soortgelijk verdichtend effect heeft als het dichtslempen van slibrijke gronden. Dit dunne laagje van aaneengekitte grondpartikels komt onder soortgelijke, doch natuurlijke omstandigheden ook bij andere humusarme mariene zandgronden voor. Op de zandplaten van het Veerse Meer was het enige jaren eveneens een zeer algemeen voorkomend verschijnsel. Weliswaar bood dit laagje enige bescherming tegen het stuiven, maar een geringe plaatselijke aantasting, bijvoorbeeld door betreding, was reeds voldoende om winderosie op grote schaal mogelijk te maken.

We komen nu tot de vraag, hoe de vegetatie op dit samenspel van milieuveranderingen heeft gereageerd. Het meest spectaculair komt deze reactie natuurlijk tot uiting in de vestiging en afsterving van soorten. Afhankelijk van de oecologie van de soorten kunnen we onderscheid maken tussen:

Vestiging van de vanouds op de slikken en schorren groeiende zoutplanten op terrein gedeelten die onder getij-omstandigheden geen levenskansen voor hen zouden opleveren; in het algemeen dus migratie naar lager gelegen terreinen;

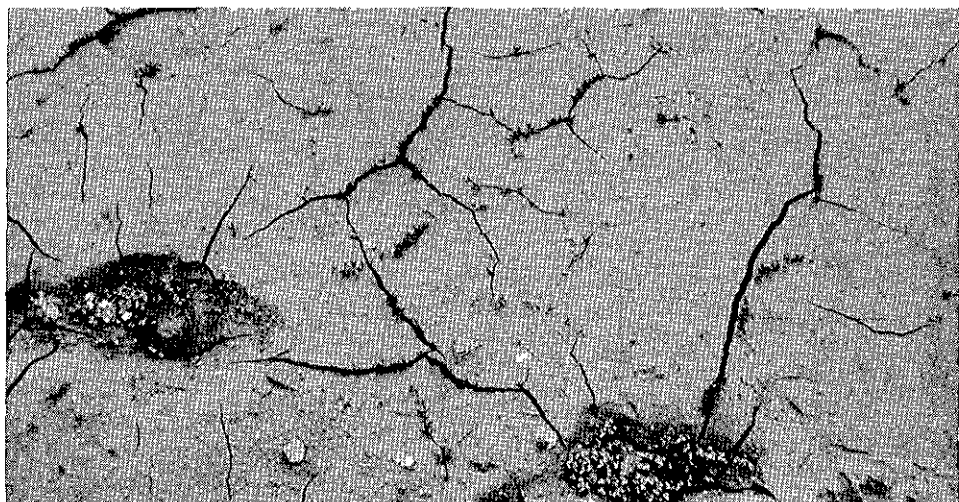
Immigratie, vestiging van zoutmijdende soorten die onder getij-omstandigheden in het gehele gebied geen levenskansen zouden hebben en waarvan het zaad van buiten het Veerse-Meergebied moet zijn aangevoerd;

Afsterving van zoutplanten die zich vóór de afsluiting in het gebied hadden gevestigd; Afsterving van planten die zich – hetzij door migratie, hetzij door immigratie – na de afsluiting hadden gevestigd.

Daarnaast trad ook een groot aantal subtielere reacties op, zich uitend in variaties in de wijze en intensiteit van de groei en in de mate van vruchtbaarheid.

Er is een zeker systeem te ontdekken in de wijze van vestiging en afsterving van de soorten in het gebied. De plantensoorten bleken zich niet willekeurig over het terrein te vestigen of – wanneer zij er reeds stonden – af te sterven, maar overal waar vestiging en afsterving plaats had kon samenhang met veranderingen in de fysische en chemische toestand van het milieu worden geconstateerd. Anders uitgedrukt: de patronen waarin de plantensoorten zich vestigden en afstierven hingen ten nauwste samen met de patronen waarin het milieu veranderde.

Zo vestigden soorten die op stikstofrijk substraat zijn aangewezen, zich uitsluitend bij milieupatronen waarin voedingsstoffen werden vrijgemaakt. Deze milieupatronen werden niet alleen gevormd door krekens, afslagranden, kripscheuren, rijsporen en voetafdrukken, maar ook door al of niet ondergestoven gestorven planten en dieren en door concentraties van vogeluitwerpselen. De gevarieerdheid van deze omstandigheden in bijvoorbeeld de hoeveelheid ter beschikking komende stikstofverbindingen en in het zoutgehalte kwam tot uiting in de soort die zich vestigde: klein schorrenkruid (*Suaeda maritima*) bij hoog zoutgehalte, melde (*Atriplex hastata* en *A. littoralis*), zeeaster (*Aster tripolium*), kamille (*Matricaria inodora* en *M. chamomilla*), melkdistel (*Sonchus* spp.), akkerdistel



In de voetafdrukken kiemplanten van zeekraal, in de huidige en langs voormalige krimscheuren klein schorrenkruid

(*Cirsium arvense*), basterdwederik (*Epilobium spp.*), brandnetel (*Urtica dioica*), rode ganzevoet (*Chenopodium rubrum*), vlier (*Sambucus nigra*) en vele andere bij lagere zoutgehaltes; moerasandijvie (*Senecio tubicaulis*) uitsluitend daar waar zeer veel stikstofverbindingen in een reeds goeddeels ontzilte grond vrijkwamen, zoals op de hoogst opgeslibde afstervende Spartinavelden.

Zeer spectaculair waren ook de veranderingen in de zoutvegetatie van de schorren. Omdat de krekken de natuurlijke media voor afwatering zijn, droogden na het wegvallen van de getijbeweging eerst de oeverwallen uit, later ook de eraan grenzende gedeelten van de kommen. Via aëratie van de bodem en omzettingen in de aldaar opgeslagen organische stof resulteerde deze uitdroging in een rijkelijk beschikbaar komen van voedingsstoffen. De op de oeverwallen groeiende soorten als zeemelde, rood zwenkgras en strandkweek reageerden in 1961 en 1962 dan ook met een krachtige, welige groei, die veel sterker was dan men normaliter op de schorren waarneemt. Bij zeemelde en rood zwenkgras evenwel liep dit proces in zijn extreme vorm uit op afsterving door watergebrek, het eerst onmiddellijk langs de kreekranden.

Een dergelijk afstervingsproces, maar op grotere schaal, had ook plaats bij Engels slijkgras. Deze soort, die veel gevoeliger is voor verdroging, vertoonde langs de krekken markante afstervingspatronen en droeg daardoor in niet geringe mate bij tot de levering van gemineraliseerde stikstofverbindingen. Dit afstervingsproces werd dan ook begeleid door massale vestiging van klein schorrenkruid, een van de weinige zoutplanten, die op een hoog stikstofniveau van de grond is aangewezen. Deze beide aan elkaar gekoppelde verschijnselen van afsterving en vestiging zetten zich in de daaropvolgende jaren – overeenkomstig de voortgang van het uitdrogingsproces van de bodem – voort in de richting van de kommen.

Evenals in de drooggevalen IJsselmeerpolders is geconstateerd, raakte de voorraad gemineraliseerde stikstof echter spoedig uitgeput. In de voormalige Spartinabegroeiingen moet hij reeds na het eerste jaar van massale vestiging van klein schorrenkruid aanmerkelijk zijn geslonken. De afnemende vitaliteit van klein schorrenkruid in de tweede en volgende generatie illustreerde dit verloop. Hierbij zij evenwel opgemerkt, dat niet alleen

de consumptie van minerale stikstof door deze soort, maar ook uitspoeling door neerslag en – waarschijnlijk in geringe mate – ontsnapping in de atmosfeer voor de vermindering verantwoordelijk is.

Tot nu toe hebben we ons tot het meest spectaculaire beperkt, namelijk de vestiging en afsterving van soorten op plaatsen waar de bodem door de aanwezigheid van kreken, krimpscheuren en andere niveauverschillen een verticaal aspect had. Dit verticale aspect bevordert, zoals we zagen, ontsluiting van het milieu en daardoor het ter beschikking komen, respectievelijk verlies van voedingsstoffen. Naast een verticaal heeft het milieu echter ook een horizontaal aspect, dat in tegenstelling tot het eerste de afsluitende en daardoor conserverende component vormt. Dit horizontale aspect is vertegenwoordigd in de bodemverdichtingsprocessen die zijn omschreven als dichtslempen van de bovengrond en vorming van het zore korstje. Dit 'dichte' milieutype – dat dus in vele opzichten de tegenpool van het vorige is, doch eveneens een tijdelijk karakter heeft – bleek de vestigingsplaats voor een geheel andere groep soorten, zoals – gerangschikt naar afnemend zoutgehalte – zeekraal, strandzoutgras, kweldergrassen (*Puccinellia distans* en *P. fasciculata*), zilte schijnspruie (*Spergularia salina*), greppelrus (*Juncus bufonius*) en riet (*Phragmites communis*). Het egale karakter, dat wil zeggen het geringe verschil in de bodemtoestand van plaats tot plaats, kwam tot uiting in de veel geringere, althans minder duidelijke structuur van de patronen waarin de individuen van deze soorten zich hadden gevestigd. Met andere woorden de toevallige aanwezigheid van kiemkrachtig zaad bepaalt hier de vorm van het vestigingspatroon in veel grotere mate dan bij het vorige milieutype.

Met de voortzetting van de bodemveranderingen verdween evenwel in de loop der jaren het extreme karakter van deze beide, in eigenschappen tegenover elkaar staande milieutypen. Op de platen ontwikkelde zich een grotendeels ontzilt, voedselarm, en vooral wat de vochttoestand betreft instabiel milieu, waarin met name soorten als weegbree (*Plantago coronopus* en *P. major*), beemdgras (*Poa annua*, *P. pratensis* en *P. trivialis*), duinriet (*Calamagrostis epigeios*), russen (*Juncus gerardii* en *J. articulatus*), valse voszegge (*Carex otrubae*), groen streepzaad (*Crepis capillaris*), fraai duizendguldenkruid (*Centaurea pulchellum*), liggende vetmuur (*Sagina procumbens*) en witte klaver (*Trifolium repens*) zich vestigden. Tegelijkertijd gingen de meeste soorten van de oorspronkelijke milieutypen steeds meer in vitaliteit – en veelal ook in aantal – achteruit. Alleen langs de randen van de platen bleef door het brakke omringende water het zilte karakter van de bodem bewaard.

Intussen blijven er voor een juiste beoordeling van deze verschijnselen nog tal van vragen over. Zo zou men graag nader geïnformeerd raken over het verband tussen de reeds bestaande of gevormde ontsluitingspatronen en het verloop van de processen van aëratie, stikstofmineralisatie en ontziltiging, alsmede omtrent de invloed die verdamping en water-onttrekking door de vegetatie op deze processen hebben. Ook de mate, waarin concurrentie om ruimte, voedsel en/of water de vitaliteitsgraad van de planten mede bepaalt, is onvoldoende bekend.

Daarnaast zou onderzoek gewenst zijn naar de invloed van de pioniers – soort, structuur en dichtheid van de populatie, vitaliteit – op de verdere ontwikkeling van de vegetatie, met name op de vestiging en uitbreiding van nieuwe soorten.

De ontginningswerkzaamheden op de schorren maakten het echter onmogelijk deze problemen nader te bestuderen. Dit is zeer te betreuren, temeer omdat hierbij ook vraagstukken ter sprake komen die van fundamentele betekenis zijn voor de interpretatie van biologische verschijnselen in ruimte en tijd welke samenhangen met menselijke ingrepen zoals de onderhavige afdamming

We raken hier de vraag, die zich bij alle wetenschappelijk onderzoek opdringt en die wij tot slot nog willen behandelen: welke betekenis heeft dit onderzoek nu voor de veldbiologie en, in wijder verband, voor de mens en zijn omgeving? Het is maar al te bekend, dat de mens de laatste eeuw in steeds sterkere mate zijn stempel op de aarde drukt. De sterke bevolkingsgroei en de explosieve ontwikkeling van techniek en communicatie zijn de voornaamste factoren waardoor en waarmee hij – direct of indirect – steeds dieper ingrijpt in de natuurlijke omstandigheden van de hem omringende wereld. De veldbioloog ziet deze ontwikkeling als een toenemende verstoring van de door de tijden heen ontstane harmonische betrekkingen binnen de levensgemeenschappen en tussen deze gemeenschappen en hun omgeving. Deze verstoring is in feite een aantasting van het ingewikkelde web van interne en externe betrekkingen van de levensgemeenschappen, waardoor tal van organismen zich niet meer kunnen handhaven. Plaatselijke en in ernstige gevallen algehele uitsterving van soorten en mitsdien verarming van de flora en fauna is daarvan het gevolg. De daarbij ontstane 'lege plaatsen' worden dan meestal explosiegevijs opgevuld door organismen van soorten, die het juist van – plaatselijk ook in de vrije natuur voorkomende – storingen moeten hebben. Bij dergelijke explosies moeten we niet alleen aan de muggenplagen denken, die na de afdamming van de Zuiderzee optraden. Ook de besproken invasies van plantensoorten op de drooggevalen gronden van het Veerse Meer behoren daartoe. Bovendien geven deze storingen aanleiding tot uitbarstingen van parasitaire aard. De achtergronden voor het ontstaan van deze epidemieën kunnen zowel bestaan in met de storing samenhangende en daardoor niet eerder opgetreden contacten tussen parasiet en gastheer, alsook in door de storing veroorzaakte veranderingen in de voeding of in de genetische constellatie van de gastheer, of ook wel in uit de storing voortvloeiende, als 'spanningen' gekwalificeerde toestanden van de gastheerpopulatie.

Het Veerse Meer leverde ook in dit opzicht een aantal voorbeelden in de vorm van massale schimmelaantastingen, voornamelijk op zoutplanten. Van deze schimmels was het grootste deel vóór de afsluiting doorgaans slechts in geringe mate aanwezig; van enkele andere was het voorkomen in Nederland tot nu toe onbekend. Eén van deze laatste, een brandzwam op klein schorrenkruid, bleek bij nader onderzoek in het Delta-gebied zelfs geheel tot het Veerse Meer beperkt te zijn.

Het afgesloten Veerse Meer levert ons dus een voorbeeld van een door de mens gestoord stuk natuur, waarin deze wezenskenmerken van storing in allerlei vorm duidelijk tot uiting komen. Deze wezenskenmerken worden geformuleerd als concentratie – zowel in ruimte als in tijd – van uitersten, in dit geval het eerst in het milieu, direct daarna en onlosmakelijk daarmee verbonden ook in de wereld van de organismen. Dat dergelijke convergente toestanden voor de betrokken organismen, waartoe niet zelden ook de mens moet worden gerekend, tot fatale gevolgen kunnen leiden, heeft de ervaring ons reeds duidelijk geleerd. Er is dus reden voor de toekomst met zorg tegemoet te zien, wanneer de mens in zijn streven naar vergroting van zijn bestaansmiddelen en -mogelijkheden zich niet intensiever op deze keerzijde van de vooruitgang bezint. Alleen door deze keerzijde volledig in het vooruitgangsstreven te betrekken, kan van echte vooruitgang worden gesproken. Het zoeken naar mogelijkheden om de dreigende ontwrichting van de natuur met doelmatige middelen af te zwakken vraagt van de veldbiologie in de eerste plaats een analyse van de mechanismen die in de natuur zelf daarvoor zijn ingebouwd. Het Veerse Meer en meer nog de andere af te sluiten rivier- en zeearmen van het Deltagebied bieden daarvoor een werkterrein, dat door zijn omvang in Nederland zijn weerga niet heeft.

Dichtheidsonderzoek van de grond ten behoeve van de Deltawerken

Een dijkvak, een sluitgat, een werkhaven – welk waterstaatkundig werk men ook wil maken, vrijwel steeds zal het ontwerp, en soms in belangrijke mate, worden beïnvloed door de bodemgesteldheid. De stabiliteit van het werk kan zonder kennis van de ondergrond niet worden verzekerd, en de te verwachten zettingen niet worden berekend. Tot voor enige tijd werden de gegevens over de bodemgesteldheid alleen verkregen door boringen en sonderingen. Uit boring krijgt men een indruk van de geologische samenstelling der grondsoorten op verschillende diepten. Daarnaast neemt men ook nagenoeg ongeroerde grondmonsters mee naar het laboratorium. Bij een sondering wordt de kracht vastgesteld die moet worden uitgeoefend om een conus van een bepaalde maat de grond in te drukken. Daarmee wordt een maat verkregen voor de schuifweerstand op verschillende diepten. Geen van beide systemen echter geeft voldoende informatie over het verschijnsel zettingsvloeiing, zoals dat in met water verzadigd zand kan voorkomen. Daarom heeft het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft naast deze onderzoeksmethoden als *nieuwe methode* de zogenaamde 'dichtheidsmeting' ontwikkeld, waarbij men in een bepaald punt het verloop met de diepte vaststelt van het poriëngehalte in de grond. Deze parameter staat wel in een zeker verband met de sondeerweerstand, maar is ook nog afhankelijk van vele andere, tot op heden onberekenbare factoren. De dichtheidsmeting draagt dus voor het grondmechanisch onderzoek dat in het Deltagebied wordt uitgevoerd, gegevens aan die op geen andere wijze verkregen kunnen worden. Op deze methode heeft het Laboratorium voor Grondmechanica in Nederland en in verscheidene andere landen octrooi aangevraagd en verkregen.

De grond in de omgeving van de sluitgaten en in de gebieden waar de Deltadammen zullen aansluiten op de eilanden, bestaat overwegend uit zand. Dat zand komt plaatselijk in losse pakking voor. Het risico van zettingsvloeiing is daar zeker niet denkbeeldig, en bij de ontwerpen van de grote afsluitingen moet hiermee dan ook terdege rekening worden gehouden

Zettingsvloeiing

Wanneer, bijvoorbeeld door plaatsing van een caisson, belasting wordt aangebracht op de ondergrond, of wanneer die grond ontlast wordt, laat ons zeggen door ontgroningen aan weerszijden van een sluitgat, dan gaat dit in beide gevallen gepaard met

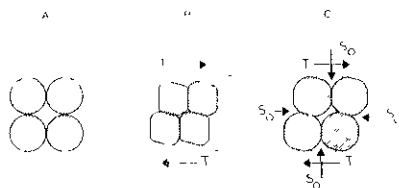
volumeverandering. Volumeveranderingen kunnen, en dikwijls in veel grotere mate, in zand echter ook worden veroorzaakt door een heel andere factor, namelijk wanneer bij ont- of belasting veranderingen in richting en grootte optreden in de schuifspanningen en daardoor in de korrelstapeling van het bodemmateriaal. *Dan treedt bij losgepakt zand volumeverkleining op, en bij vastgepakt zand volumevergroting.* De schuifspanningen kunnen uitsluitend door het korrelskelet worden opgenomen, en niet door het water in de poriën tussen de korrels, dat echter wel de gevolgen van de volumeverandering ondervindt. Omdat het zeer weinig *samendrukbaar is, zal het water zich tegen de wijziging van het poriënvolume verzetten; daardoor ontstaat er een vergroting van de waterdruk.* Bij losgepakt zand doet deze wateroverdruk de onderlinge korrelwrijving verminderen; de schuifweerstand van de grond neemt dan af, en het is mogelijk dat hij zich over een bepaald gebied gaat gedragen als een vloeistof. Nu is er zettingsvloeiing opgetreden. Bij vastgepakt zand het omgekeerde. Het volume van de bodem neemt toe, en de ondergrond wordt steviger. Hier bestaat dus geen gevaar voor zettingsvloeiing. Natuurlijk is het van het grootste belang om vast te stellen of zand los- dan wel vastgepakt is. Dit hangt af van het poriëngehalte dat het zand in het terrein heeft. Het poriëngehalte waarbij toeneming van de schuifspanning nog juist geen volumeverkleining ten gevolge heeft, en waarbij een losse pakking overgaat in een vaste, wordt de kritieke dichtheid genoemd. Vergelijking van een in het terrein gemeten poriëngehalte met de vastgestelde kritieke dichtheid van dat soort zand leidt tot het antwoord op de vraag of het zand los- dan wel vastgepakt is.

Bepaling van de kritieke dichtheid

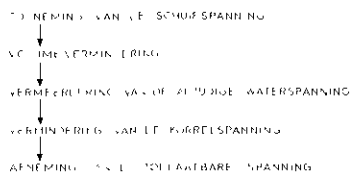
In het laboratorium bestudeert men het gedrag van een zandmonster onder invloed van een verandering van de schuifspanning, om vast te stellen waar de kritieke dichtheid van dat monster ligt.

Een zandmonster, dat door middel van een boring is verkregen, wordt ontzout en gedroogd, en daarna in het beproevingsapparaat aangebracht. Hierbij wordt het korrelmateriaal gestort in een rubberzak die tijdens het storten gesteund wordt door een ommanteling. Is de zak voldoende gevuld, dan wordt het monster afgesloten met een plastic kop. Vervolgens wordt zoveel lucht uit de poriën tussen het zand gezogen, dat het monster voldoende stijfheid krijgt om los te staan, en de steunende ommanteling kan worden weggehaald. Aangezien het soortelijk gewicht van zand bekend is, kan door weging en volumemeting het poriëngehalte van het droge zand aan het begin van de proef bepaald worden. De alzijdsige onderdruk in het droge monster wordt hierbij gebracht op $0,5 \text{ kg/cm}^2$. De proef bestaat nu hierin, dat op de kop van het monster een verticale, vanaf nul langzaam toenemende belasting wordt uitgeoefend, en gelijktijdig de onderdruk in de poriën verminderd, en wel zodanig dat de som van de spanningen gelijk blijft. Tijdens het gehele belastingverloop wordt de volumeverandering van het monster gemeten door middel van een vloeistof die het monster buiten de zak omhult. *Er van uitgaande dat volumewijzigingen bij deze wijze van belasten uitsluitend door verandering in de schuifspanningen worden veroorzaakt,* bepaalt men een verband tussen de gemeten volumeverandering en de schuifspanningen. Door deze proef te herhalen bij verschillende initiële poriëngehaltes, kan de invloed van dat gehalte worden nagegaan. Men begint met een monster met een groot initieel poriëngehalte, en wordt er een volumeverkleining gevonden – het zand is dan blijkbaar losgepakt – dan wordt het initiële poriëngehalte daarna in stappen verkleind door bij het begin van de proef het monster te trillen of aan te stampen. Men verkleint het poriëngehalte net zo lang totdat

1 Volumeverandering in losgepakt zand



2 Schematische voorstelling van de dichtheidsproef



3 De apparatuur voor de dichtheidsproef

een monster is verkregen dat tijdens het gehele verloop van de proef juist geen volumeverkleining meer vertoont, waarmee de kritieke dichtheid van dat monster is bereikt. Doorgaans zal hiervoor een serie van drie of vier proeven nodig zijn.

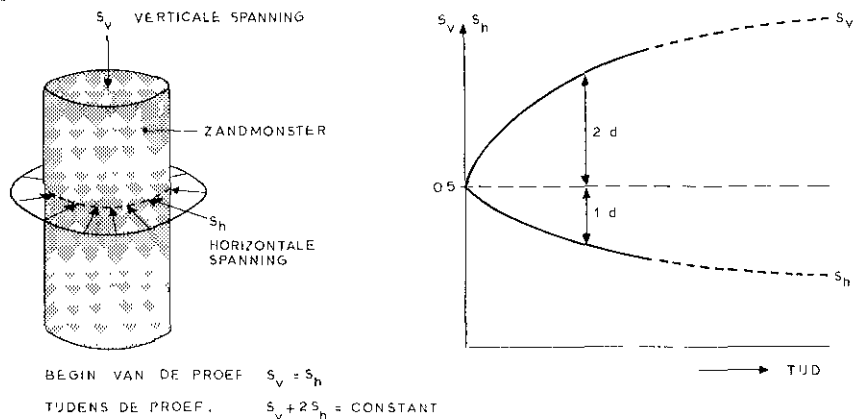
De bepaling van de kritieke dichtheid van een zandmonster is tijdrovend en arbeidsintensief, terwijl ze slechts informatie oplevert over het zand in één punt in de bodem. Om een duidelijk beeld te krijgen van de situatie in een heel gebied zullen vele proeven nodig zijn; derhalve tracht men een verband te vinden tussen de kritieke dichtheid en andere, eenvoudiger te bepalen grootheden van een zandsoort, zoals de grootte, de spreiding en de vorm van de korrels. Een volkomen bevredigend resultaat is echter nog niet verkregen.

Metingen in het terrein

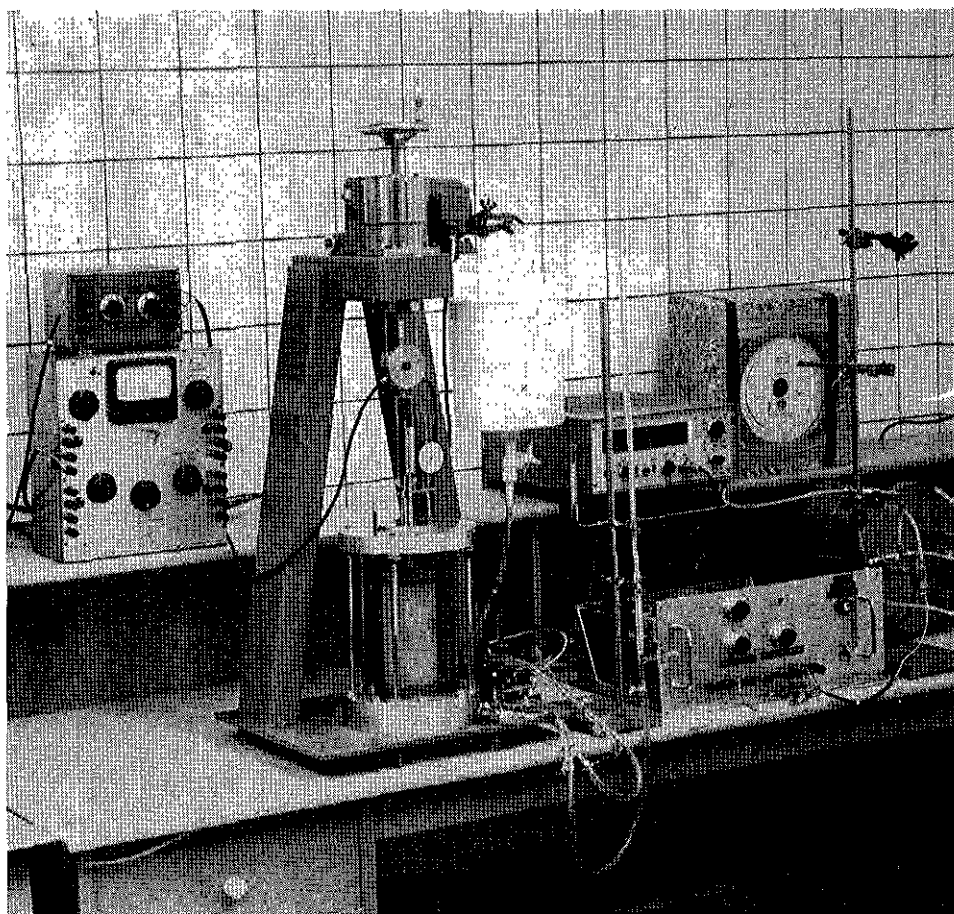
Het Laboratorium voor Grondmechanica heeft een elektrische meetmethode ontwikkeld voor de bepaling van het poriëngehalte in het terrein. In de grond wordt een elektrisch veld opgewekt, en de weerstand die de stroom ondervindt wordt gemeten. Nu bestaat de grond uit zandkorrels met een zeer hoge elektrische weerstand, waartussen poriën, doorgaans gevuld met goed geleidend zout water. De weerstand in het grondmassief zal dan ook in hoofdzaak bepaald worden door het geleidend vermogen van het water en door de hoeveelheid water, dus de hoeveelheid poriën. Dit poriëngehalte moet dus een functie zijn van de elektrische weerstand van de grond, dus korrels en water samen, in een bepaald punt, en van de weerstand van het water alleen. Deze beide weerstanden moeten in het terrein gemeten worden.

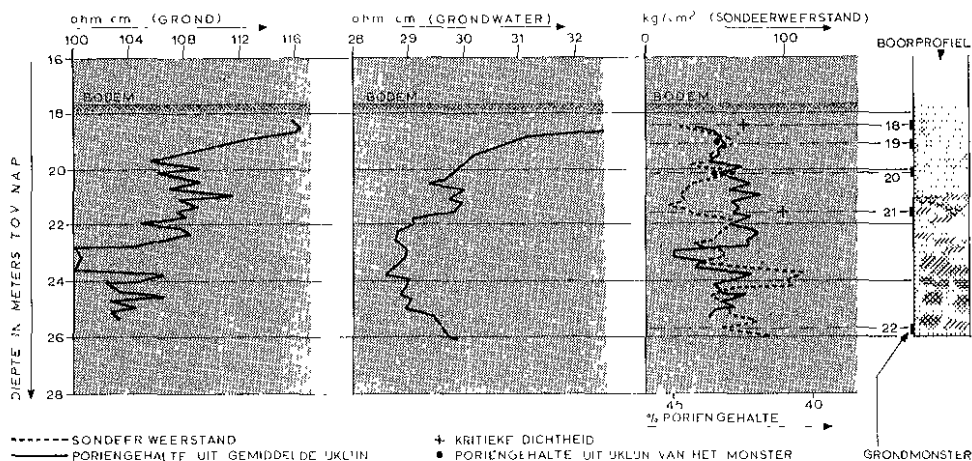
Daar toe worden om een sondebuis vier elektroden aangebracht. De buiswand tussen de elektroden wordt voorzien van een isolerende bekleding van araldit, dat voldoende hard is om de schurende werking van het zand tijdens het omlaag drukken van de sondebuis te weerstaan. Op de twee buitenste elektroden wordt een wisselstroom van 1000 Hz gedrukt, waardoor een elektrisch veld rond de sondebuis wordt opgewekt. Het spanningsverschil tussen de twee binnenste elektroden wordt zonder verstoring van het elektrisch veld gemeten. Het gemeten spanningsverschil wordt tenslotte met behulp van een omrekeningsfactor, die uitsluitend bepaald wordt door de geometrie van de meetopstelling, herleid tot de specifieke elektrische weerstand van de grond. Deze geldt dan

2

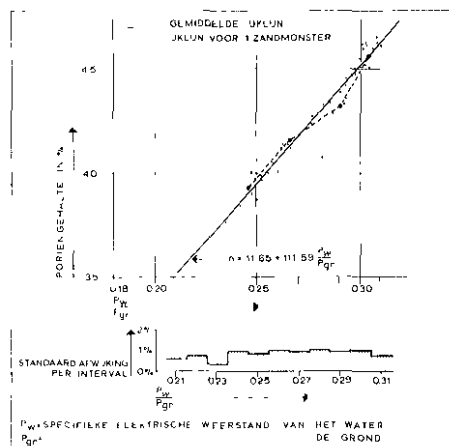


3

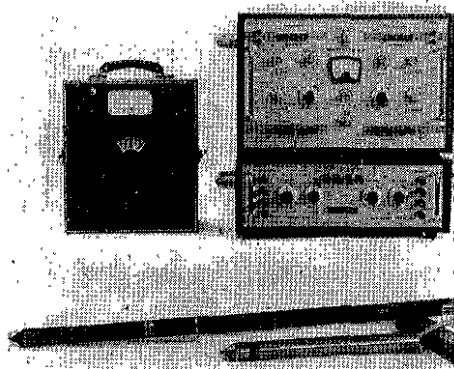




Resultaat van een terreinmeting



Wiskundige bepaling van de gemiddelde ijklijn van een gebied uit de gemeten ijklijnen van een aantal monsters

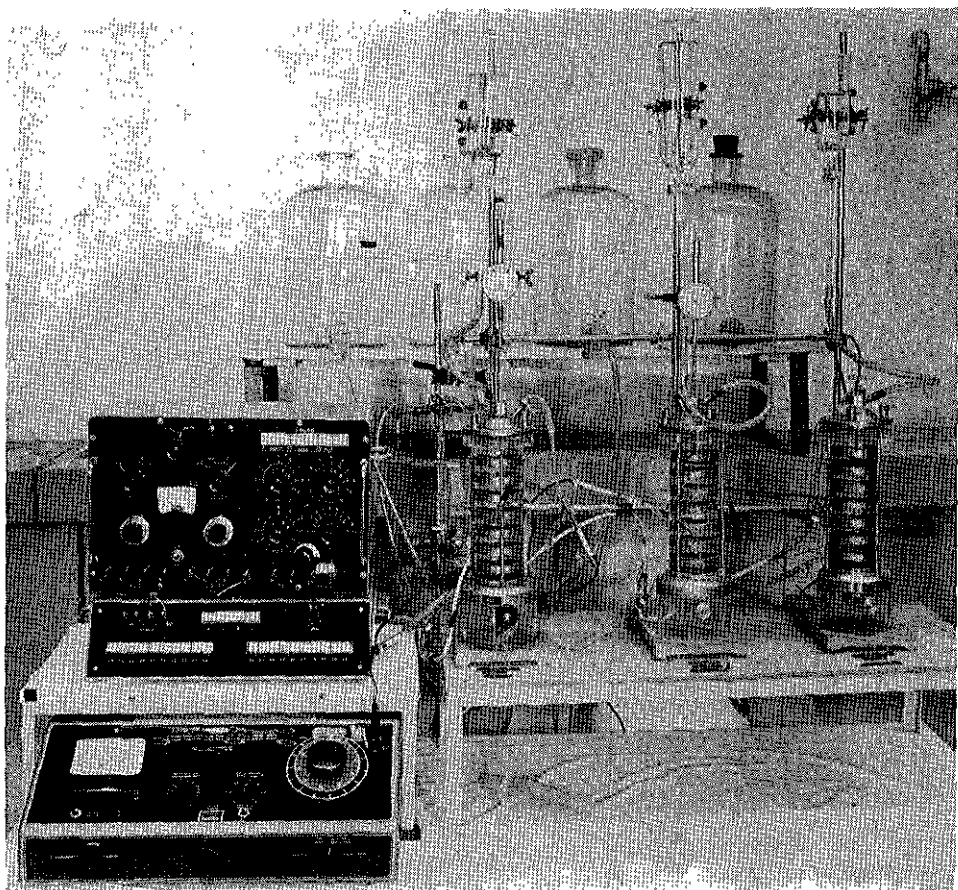


Apparatuur voor sondering en dichtheidsmeting in het terrein

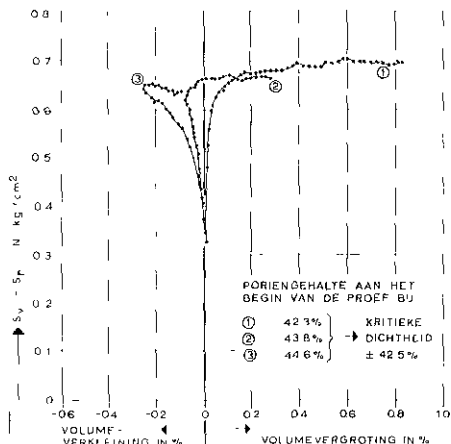
voor een beperkt gebied rond de sondeerbuis, waarvan de omvang afhangt van de gekozen elektrodenafstand. Op sommige van deze zogenaamde dichtheidssondes zijn meer dan vier elektroden aangebracht, zodat verschillende meetafstanden kunnen worden gekozen. Hiermee kan de omvang van het gebied waarin de specifieke weerstand wordt bepaald, worden vergroot en verkleind. Onder andere gaat men zo de invloed na van de verdichte zone rond de sondeerbuis, die steeds zal ontstaan, omdat deze buis in de grond wordt gedrukt en het zand in de onmiddellijke omgeving samenperst.

Hiermede rekening houdende wordt de specifieke elektrische weerstand van de grond, dus van korrels en water, bepaald. Tijdens het inbrengen van de sondeerbuis wordt bijvoorbeeld om de 20 cm een meting gedaan, zodat het verloop van de weerstand in een verticaal wordt verkregen. Deze verkenning wordt gecombineerd met een 'gewone' sondering, waarbij langs elektrische weg de mechanische weerstand wordt gemeten die de punt van de sondeerbuis ondervindt bij het indringen in de grond.

Apparatuur voor de ijking van zandmonsters



Resultaat van een serie kritieke-dichtheidsproeven



Dan moet de elektrische weerstand van het water nog gemeten worden. Hiertoe is, eveneens in een sondeerbuis, een filter aangebracht waardoor water op een bepaalde diepte in de grond kan worden aangezogen. Het water komt in een glazen cilindertje, waarin ook al elektroden zijn aangebracht, die de specifieke elektrische weerstand van het water registreren. Alvorens deze meting op een dieper gelegen punt te herhalen, perst men het water uit de cilinder. De sondeerbuis wordt verder de grond ingedrukt; opnieuw wordt water aangezogen en een meting uitgevoerd. Aldus stelt men het verloop met de diepte vast van de specifieke elektrische weerstand van het water.

Beide metingen, die voor de grond en die voor het water alleen, dienen in hetzelfde punt in het terrein te worden uitgevoerd. Soms wordt hiervoor een gecombineerde sonde gebruikt, zodat de metingen gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd. Het meetlichaam wordt dan echter zeer ingewikkeld, zodat men de metingen meestal maar afzonderlijk laat plaatsvinden.

Als de twee elektrische grootheden in het terrein bepaald zijn, moet het verband gelegd worden tussen deze grootheden en het poriëngehalte. Dit geschiedt in het laboratorium door middel van de zogenaamde ijking.

De ijking

De specifieke weerstand van de grond is recht evenredig met die van het water en omgekeerd evenredig met het poriëngehalte. Immers, hoe meer poriën er zijn, des te meer goed geleidend water is er, en dus zal de elektrische weerstand geringer zijn. Het poriëngehalte is dus een functie van het quotiënt van de specifieke weerstand van het water en van die van de grond. De aard van deze functie zal mogelijk afhankelijk zijn van de korrelvorm van het zand, zodat deze in het laboratorium bepaald moet worden middels de zogenaamde ijking.

Een gedroogd zandmonster waarvan de pakkingsdichtheid door weging en volumemeting bekend is en dat verkregen is uit een boring die ter plaatse van de dichtheidsmeting in het terrein is uitgevoerd, wordt in een glazen cilinder gestort. In de wand van de cilinder zijn elektroden aangebracht, zodat de specifieke elektrische weerstand van het zandmonster, waarvan de poriën gevuld worden met water, bepaald kan worden. Ook de specifieke weerstand van het water wordt gemeten. Door deze proef te herhalen bij

verschillende poriëngehaltes – men kan het zand verdichten door trillen – vindt men het gezochte verband. Dit geldt dan voor één zandmonster, waarvoor dus een ijklijn wordt gevonden. Onderzoekt men een groot aantal zandmonsters uit een bepaald gebied, bijvoorbeeld uit het Brouwershavensche Gat ter plaatse van de toekomstige sluitgaten, dan blijkt dat de ijklijnen van alle zandmonsters maar weinig uiteenlopen. Daarom worden alle waarnemingen van ijklingen uit een bepaald gebied samengevoegd, en wordt een gemiddelde ijklijn bepaald. De spreiding in de waarnemingen blijkt gering; ze bedraagt nooit meer dan 1%. Dit is gunstig, want nu kan men de terreinmeting waaruit het quotiënt van de specifieke elektrische weerstand van de grond en van die van water volgt, door middel van de gemiddelde ijklijn direct omzetten in een poriëngehalte, zonder dat steeds weer die tijdrovende ijklingen moeten worden uitgevoerd. Slechts in enkele gevallen, wanneer de uitkomst der terreinmeting hiertoe aanleiding geeft, zal nog een verificatie plaatsvinden. Voor verschillende gebieden kunnen de ijklijnen enigszins uiteenlopen.

Vergelijking van het gemeten poriëngehalte in een punt met de kritieke dichtheid voor het betreffende zandmonster geeft nu uitsluitsel over de mogelijke losse pakkings. Is het poriëngehalte ergens kleiner dan de kritieke dichtheid, dan is het zand vastgepakt, zo niet, dan is het losgepakt. In dit laatste geval bestaat er kans op zettingsvloeiing. Hoe groot die kans is, valt overigens moeilijk te zeggen; berekeningen zullen hieromtrent nader inzicht moeten geven.

Theoretische beschouwingen

In het voorgaande is uiteengezet, welke rol de schuifspanningsveranderingen bij het verschijnsel zettingsvloeiing spelen. Voordat er echter sprake kan zijn van veranderingen, dient men de oorspronkelijk reeds in het terrein aanwezige spanningen te kennen. Hier nu krijgen we met een ernstige moeilijkheid te kampen; er zijn namelijk geen methoden voorhanden waarmee de terreinspanningstoestand te bepalen is. Men kan hier alleen maar deskundig gissen. De spanningstoestand in een grondmassief waar bijvoorbeeld ontgroningen zijn opgetreden of waarop een caisson is geplaatst, moet berekend worden. Deze berekeningen kunnen echter slechts uitgevoerd worden voor sterk geschematiseerde gevallen. Aangenomen wordt dat de grond elastisch en homogeen is, waarmee de werkelijkheid slechts in beperkte mate wordt benaderd. De spanningsveranderingen zullen omgerekend moeten worden in een waterspanning. Hiervoor is het nodig waarden voor de samendrukbaarheid van het water en het korrelskelet in het terrein te kennen. Deze zullen in het algemeen niet bekend zijn, zodat ook hieromtrent slechts veronderstellingen kunnen worden gedaan. Tenslotte moet ook nog de factor tijd in de beschouwingen worden betrokken. De wateroverspanningen zullen namelijk een afstroming van het water tot gevolg hebben, waardoor de door de schuifspanningen opgeroepen volumeverkleining kan worden gerealiseerd. De waterspanningen zullen afnemen; het risico voor een zettingsvloeiing wordt kleiner. Het is duidelijk, dat vooral de snelheid waarmee belastingveranderingen optreden, van zeer groot belang is. Plotselinge veranderingen, bijvoorbeeld door plaatselijke afschuiving in het talud van een ontgrondingskuil, zullen bij losgepakt zand een groot risico met zich brengen. Steile taluds moeten dan ook bij ontgroningen zoveel mogelijk worden voorkomen.

Ondanks het feit, dat vele gissingen moeten worden gedaan en daarmee even zovele onzekerheden worden geïntroduceerd, wordt toch getracht de verschijnselen die een rol spelen bij het verschijnsel zettingsvloeiing, en de factoren die hierbij van belang zijn, door middel van berekeningen vast te stellen.

Dichtheidsonderzoek in het Deltagebied

Op verschillende plaatsen in het Deltagebied zijn op het ogenblik dichtheidsonderzoeken aan de gang. In het Haringvliet zijn dichtheidsmetingen uitgevoerd aan weerszijden van de uitwateringssluizen om de stabiliteit van die constructie bij de te verwachten ontgroningen te kunnen voorspellen.

In het noordelijk en zuidelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat is een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de pakkingsdichtheid. Zeer gedetailleerd is de Schouwense oever verkend in de omgeving waar de dam er in de toekomst op zal aansluiten.

Aan de Noordbevelandse oever is een uitgebreid onderzoek verricht om de omvang van het gebied met losgepakt zand vast te stellen aangezien hier in het verleden zo vele zettingsvloeiingen hebben geleid tot oevervallen.

Een oriënterend onderzoek is gaande in verband met de tracé-keuze van de dam door de Oosterschelde. Een aantal mogelijke aansluitpunten aan de oevers van Schouwen en Noord-Beveland is verkend.

In het Volkerak worden de gebieden waar tijdens de sluiting de grootste ontgroningen zijn te verwachten, nader onderzocht door middel van dichtheidsmetingen. Verder is er nog een onderzoek ingesteld naar de pakkingsdichtheid van het zand dat door middel van onderlossers in water van 20 m diepte werd geklapt.

Van alle hiergenoemde onderzoeken is het terreinwerk voltooid of nagenoeg voltooid. Het laboratoriumwerk moet in vele gevallen nog worden uitgevoerd. Zodra de onderzoeken zijn afgerond, zal over verschillende ervan nader mededeling worden gedaan in de Driemaandelijke Berichten. Voor de komende jaren staan nog vele metingen op het programma, onder andere in het Rak van Scheelhoek, waar de kabelbaansluiting van het Haringvliet wordt voorbereid, in het Brouwershavensche Gat, waar een nadere detaillering der dichtheidsmetingen in de sluitgaten nodig is, en in de Oosterschelde, zodra het tracé van de dam zal zijn vastgesteld.

De werkhaven 'Schelphoek'

Voor met de aanleg van de afsluitdam in de mond van de Oosterschelde kan worden begonnen, moeten aan beide oevers van de Oosterschelde werkhavens worden aangelegd. Deze werkhavens zullen vooral dienen voor de ontsluiting van het toekomstige werkgebied te water, de overslag van diverse materialen in rustig water en de aanleg van buffervoorraden. Ze zullen ook de noodzakelijke veilige ligplaats verschaffen aan het drijvend materieel dat bij de dambouw wordt ingeschakeld.

Aan de rechteroever van de Oosterschelde is bij de ramp van 1953 een stroomgat ontstaan dat 'Schelphoek' wordt genoemd. Dit is een zeer geschikte plaats gebleken voor de aanleg van een werkhaven. De Schelphoekkom, ten zuiden van het dorp Serooskerke op Schouwen gelegen, wordt door de nog aanwezige restanten van de vroegere, doorbroken zeedijk goed afgeschermd tegen golven uit westelijke richtingen. Bovendien ligt de kom geheel buiten de invloed van de getijstromen in de Hammen, een geul die ten zuiden van Schouwen loopt.

De werkhaven zal worden omsloten door een drietal dammen, namelijk een westelijke en een oostelijke havendam, en een schermdam aan de zuidzijde van de haven, die ongeveer evenwijdig aan de ringdijk zal komen te liggen. Deze schermdam, uit stortsteen op te bouwen, zal de golven uit zuidelijke richtingen uit de havenkom weren.

De havenkom zal een oppervlakte krijgen van 300×400 meter en worden uitgebaggerd tot een diepte van N.A.P. — 6 m. In het midden van de havenkom en ten zuiden van de schermdam zullen putten gebaggerd worden tot een diepte van N.A.P. — 10 m, bestemd voor de opslag van mijnsteen en grof grind onder water.

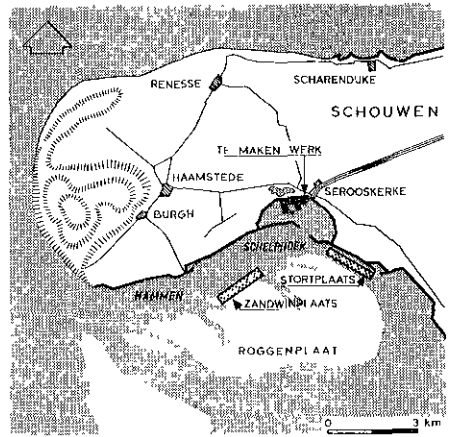
De toegangsheul naar de haven krijgt een diepte van N.A.P. — 6,50 m; de havenmond zal op dit peil 135 m breed zijn. Rondom de havenkom zal een aantal werkterreinen worden aangelegd. Langs de noordzijde van de haven wordt op N.A.P. + 3 m een terrein aangelegd dat aansluit tegen de ringdijk. Aan de havenzijde van dit terrein zullen twee loswallen uit eenheidscaissons worden opgebouwd. Het terrein is nodig voor alle handelingen met en verplaatsingen van te lossen materialen; het zal worden voorzien van een afdekking met hoogovenslakken.

Het noordwestelijk gedeelte van dit terrein zal verhoogd worden tot N.A.P. + 5 m; daar komen de directie- en aannemersketen.

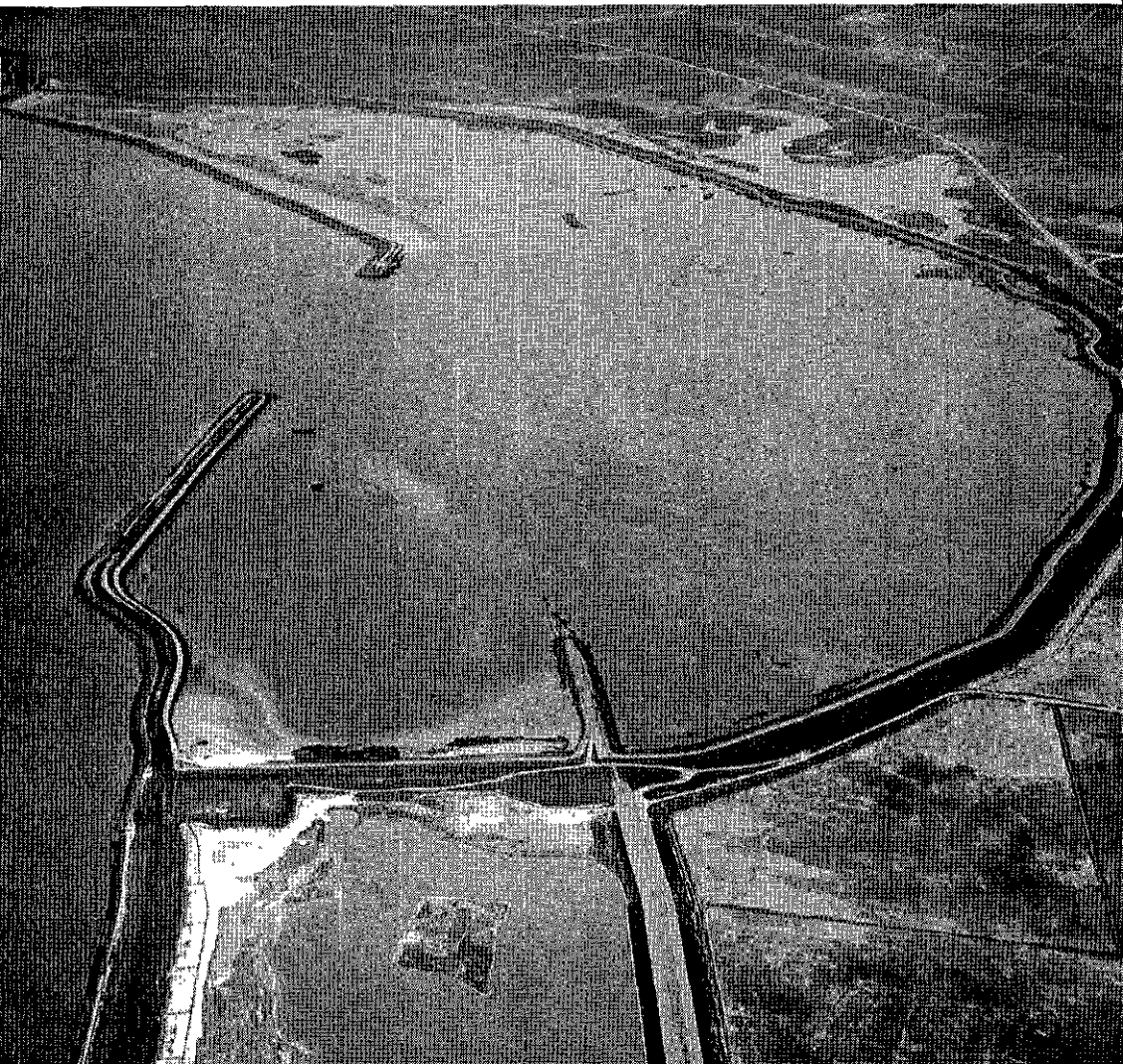
Een tweede werkterrein kan op de westelijke havendam worden aangelegd. Deze havendam wordt zo gesitueerd, dat aan de westzijde ervan voldoende ruimte overblijft in de Schelphoekkom voor het maken van een *bouwdok* waarin *doorlaatcaissons* gebouwd kunnen worden voor de toekomstige afsluiting van de Oosterschelde. Om deze bouwput tegen overstroming te beveiligen zal aan de westzijde van het werkterrein een tuimelkade

1 en 3. Situatie en overzicht van het te maken werk

1

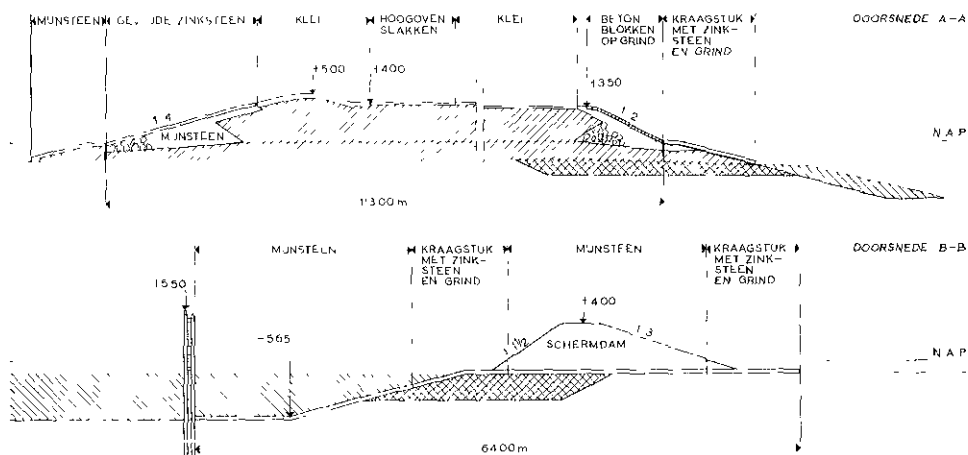


2 De Schelphoekom



3





Dwarsdoorsneden A en B

aanleg van de haven maakt het nodig dat deze recreatiemogelijkheid verdwijnt; ten oosten van de zate zal echter nieuw strandje worden opgespoten.

Op het havenplateau zal een wegstelsel worden aangebracht, dat alle bovengenoemde werkterreinen goed bereikbaar maakt voor vrachtauto's; ter plaatse van de Delingsdijk zal het op de provinciale weg Zierikzee-Haamstede aansluiten. De aansluiting zal pas een definitieve vorm krijgen bij de uitvoering van een baanverdubbeling over een gedeelte van de provinciale weg. Bij de toegangsweg naar de werkhaven zal ter plaatse van het strandje een eenvoudige parkeerplaats voor een vijftientigtal auto's worden gemaakt. Uit grondmechanisch onderzoek bleek voor de stabiliteit van de ontworpen taluds aan de binnenzijde van de westelijke havendam, onder de schermdam en het opslagterrein bij de zate een grondverbetering noodzakelijk. In totaal dient ca. 675 000 m³ grond te worden afgevoerd. Voor de afvoer van deze specie waren twee oplossingen denkbaar: vervoer van de specie met onderlossers naar een diep gedeelte van de Hammen en berging in een gronddepot in de oosthoek van de Schelphoekkom.

Uit een kostenraming blijkt dat het voordeliger is zoveel mogelijk specie in een depot te bergen. Het is daarnaast gemakkelijker uit te voeren, zodat op een bedrijf met minimale stagnatie mag worden gerekend. Bovendien wordt de ringdijk van de Schelphoekkom door het depot beschermd, hetgeen de onderhoudskosten aan die dijk vermindert. Besloten werd, een hoeveelheid van 450 000 m³ door middel van cutteren te verwijderen en rechtstreeks in het gronddepot te persen. Het depot zal een hoogte krijgen van N.A.P. + 3 m en aan de waterzijde aflopen onder een helling van 1 : 50. Gezien deze hoogte- ligging mag worden verwacht dat het terrein begroeid raakt; de afslag door golven zal bij een flauwe helling van 1 : 50 gering zijn.

Na het perswerk zal de oppervlakte van het boven N.A.P. + 2 m gelegen gedeelte, vijf ha groot, door middel van inzaaien met gerst en ineggen met stro stuifvrij worden gemaakt; na voltooiing van het werk zal het depot aan het waterschap worden overgedragen.

Op 14 februari j.l. vond de aanbesteding plaats; laagste inschrijver was het Aannemings- bedrijf Oosterwijk N.V., met een aannemingssom van f 4 296 000,-. Het werk werd in- middels gegund, en de uitvoering der werkzaamheden is op 6 maart begonnen.

De bodemopbouw onder de oevers van de eilanden Voorne en Goeree

Na de afsluiting van het Haringvliet in 1971 zullen er belangrijke veranderingen optreden in de waterbeweging en daardoor in het geulenpatroon in het gebied zeewaarts van de dam. Bij gesloten uitwateringssluizen zullen de stromingen daar ter plaatse sterk afnemen. In perioden waarin veel spuiwater via de sluizen wordt afgevoerd, kunnen de stromen echter weer toenemen.

De mogelijke ligging en vorm van de toekomstige geulen in dit gebied is nog in onderzoek. Zouden de geulen zich plaatselijk dichter naar de oever verleggen, dan kan deze oever geërodeerd worden. De mate en snelheid van deze aantasting hangt enerzijds af van de hydraulische omstandigheden, die veel grotere schommelingen zullen vertonen dan thans, en anderzijds van de weerstand die de bodemlagen onder de oever tegen erosie hebben. De erosiebestendigheid van deze bodemlagen is dus mede van belang voor de eventuele oevertaantasting in de mond van het Haringvliet.

De erosiebestendigheid van een oever wordt bepaald door de aard en de samenhang van de aanwezige bodemlagen. Om hierover geïnformeerd te raken werd in samenwerking met de Geologische Stichting een onderzoek ingesteld naar de bodemopbouw onder de oevers van Voorne en Goeree. Met behulp van oude en nieuwgezette boringen werden profielen samengesteld, die in bijgevoegde figuren zijn weergegeven.

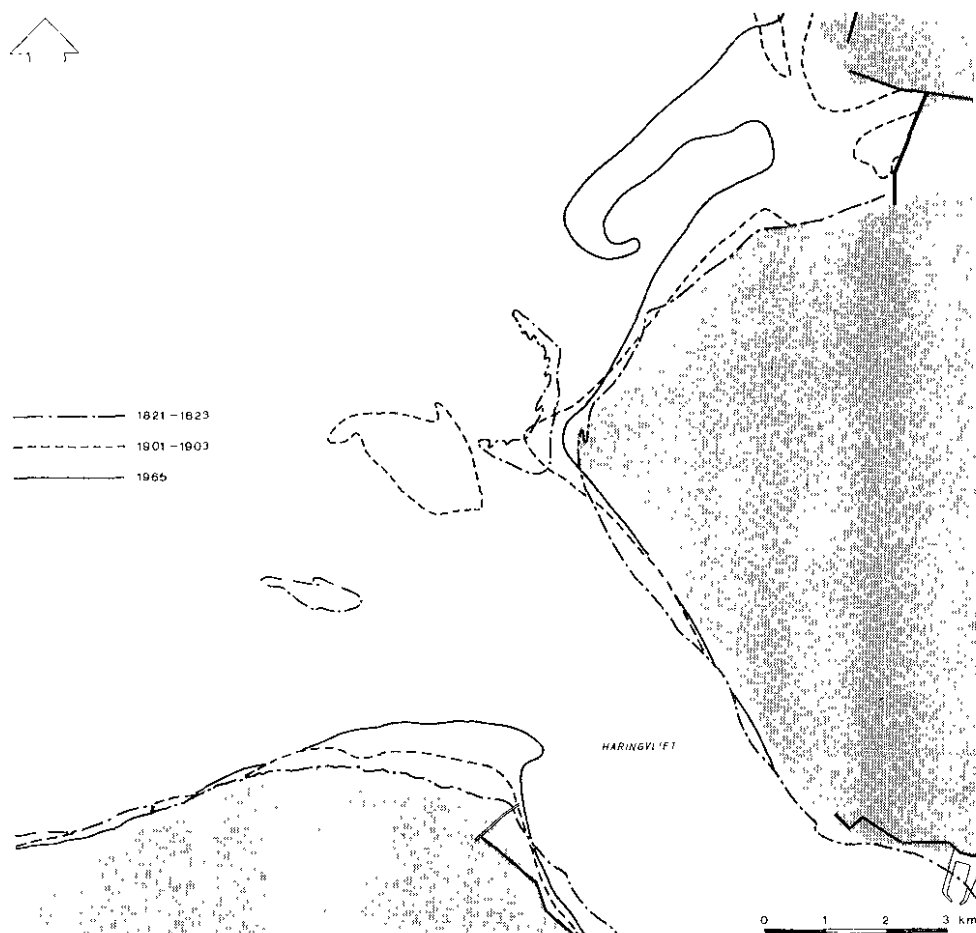
Ter toelichting van de omstandigheden waaronder bedoelde grondsoorten zijn gevormd, eerst iets over de geologische geschiedenis van dit gebied. De kennis daarvan is, voornamelijk door onderzoekingen van de Geologische Stichting, de laatste jaren belangrijk toegenomen.

De afzettingen onder de oevers van beide eilanden tot een diepte van N.A.P. - 20 m hebben plaatsgevonden in het zogenaamde holocene tijdperk, dat ongeveer 10 000 jaar geleden begon. Bij de aanvang van het holoceen stond de zeespiegel 20 tot 25 m lager dan thans. Dit werd veroorzaakt door het feit, dat in de voorgaande zeer koude ijstijd veel water in de vorm van ijs was vastgelegd en de zeeën bijgevolg minder water bevatten. In de holocene periode smolt dit ijs af, waardoor de zeespiegel weer steeg; aanvankelijk snel, naderhand langzamer.

De mond van het huidige Haringvliet was bij de aanvang het holoceen een rivierengebied, waarin een aantal rivierarmen met grofzandige afzettingen voorkwamen. De

schutsluis en de uitwateringssluizen zijn grotendeels in deze grove sedimenten gefundeerd. Tussen de rivierarmen lagen kommen waarin klei werd afgezet en waarin plantengroei mogelijk was. De resten hiervan zijn als veenlagen bewaard. Door de rijzing van de zeespiegel werden de rivierarmen langzaamaan getijgeulen en de kommen getijdebekkens. De overgang zal zich vooral voltrokken hebben door middel van inbraken tijdens stormvloed. De Noordzee immers was nog erg ondiep, en het getij zal wel vrij zwak zijn geweest. Er ontstonden nieuwe getijgeulen naar deze kommen, waardoor plaatselijk de rivierklei- en veenlaagjes werden geërodeerd. Buiten de getijgeulen werden mariene kleien afgezet; de rivier- of fluviale kleien gaan dan ook naar boven toe geleidelijk over in mariene. Deze oudholocene kleilagen worden onder de oever van Voorne op verschillende plaatsen op diepten van 18 à 19 m beneden N.A.P. aangetroffen. Bij het voortschrijden van de zeespiegelrijzing werd de invloed van de zee in dit gebied

Veranderingen van de laagwaterlijn in de mond van het Haringvliet in de periode 1821-1965



steeds sterker. Er ontstond een groot wadgebied, doorsneden door getijgeulen. In dit wadgebied werden overwegend fijne zanden afgezet, soms slibhoudend of afgewisseld met dunne sliblaagjes. Onder de Voornse oever is het zandige pakket 5 tot 15 m dik. Aan de zuidoostzijde van het profiel zijn 5 m dikke zogenaamde spekkeoklagen, afwisselende zand- en kleilaagjes van 0,5 – 2,5 cm dikte, gesedimenteerd.

Ongeveer 1000 jaar v. Chr. neemt de rijzing van de zeespiegel tijdelijk af. De sedimentatiecondities op het wad worden veel rustiger, waardoor dikke kleilagen tot afzetting komen. Na verloop van tijd verlandt het wad; er komt plantengroei tot ontwikkeling, hetgeen leidt tot de vorming van veenlagen.

Tegen 400 jaar v. Chr. echter begint de zeespiegelrijzing weer door te zetten. Het verlande wad wordt weer overstroomd. Tussen de planten wordt steeds meer klei afgezet, totdat er geen plantengroei meer mogelijk is en uitsluitend zeekleipakketten worden gevormd. Het gehele gebied van eilanden en het tussengelegen thans aanwezige Haringvliet wordt met een ongeveer 1 m dikke kleilaag afgedekt.

Bij het begin van onze jaartelling zet de zeespiegelrijzing sterk door. De waterstanden op het wad worden hoger. Er ontstaan grote en diepe getijgeulen, welke niet alleen op vele plaatsen het bovenste klei-veen-kleipakket hebben verwijderd maar vaak zeer diep in de daaronder gelegen fijnzandige pakketten zijn ingesneden. De geulen zijn het diepst en uitgestrektst aan de zeezijde van de eilanden.

Onder de Voornse oever is een aantal van deze diepe geulen aangetroffen. Deze geulen hebben ook een geohydrologische betekenis. Immers het klei-veen-kleipakket is zeer ondoorlatend en fungeert als een soort scheidingsvlak tussen de grondwaterbewegingen in de zanden erboven en erbeneden. Het grondwater in de bovenste zanden is vaak zoeter dan in de dieper gelegen afzettingen. Ter plaatse van de geulinsnijdingen is het klei-veen-kleipakket als het ware geperforeerd; daardoorheen kan er verticale en horizontale uitwisseling van het grondwater optreden. De genoemde geulen hebben onder de N.W.-oever van Goeree de klei-veenlagen plaatselijk geheel weggeërodeerd. Buiten de geulen, in rustiger water, zijn zandige wadsedimenten afgezet van zogenaamd jong zeezand. Deze zanden zijn langs de huidige kusten opgestoven tot duinen.

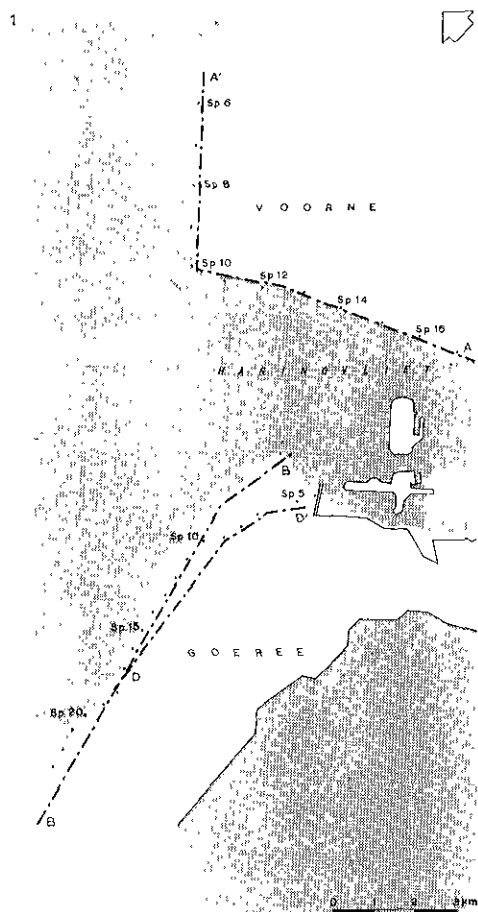
Alhoewel in het gebied van het huidige Haringvliet altijd wel geulen en kreken aanwezig zijn geweest heeft het pas in de Middeleeuwen het karakter van een zeegat verkregen. Enerzijds is dit een gevolg van de toen weer sterkere zeespiegelrijzing, maar anderzijds ook van de bedijking van de hoger gelegen grond, waardoor de geulgebieden gefixeerd werden. Vooral na de storm die de inbraak van de Hollandse Waard tengevolge had, nam het Haringvliet snel in betekenis toe. Het zeegat werd breder en de geulen dieper. De geulen in de mond van het zeegat zijn nogal beweeglijk. De oever van Goeree is in bepaalde perioden door de geulen van het Haringvliet aangetast. Het 'holocene profiel' is daar dan ook weggeërodeerd. In de plaats daarvan zijn jonge estuariumsedimenten tot afzetting gekomen, vooral bestaande uit fijne zanden. Ter plaatse van de haak aan de noordoostelijke punt van Goeree (de Kwade Hoek), lag een eeuw geleden nog de 18 m diepe geul van het Slijkgat. Onder de oude duinen van Goeree is het holocene profiel op bepaalde plaatsen wel bewaard gebleven.

Erosiebestendigheid

De huidige geulen in de mond van het Haringvliet zijn 8 à 12 m diep. Verwacht mag worden, dat na de afsluiting van het Haringvliet de geulen althans niet zullen verdiepen. Om de stabiliteit van de geulwand te bepalen moet men de kwaliteit bezien van de

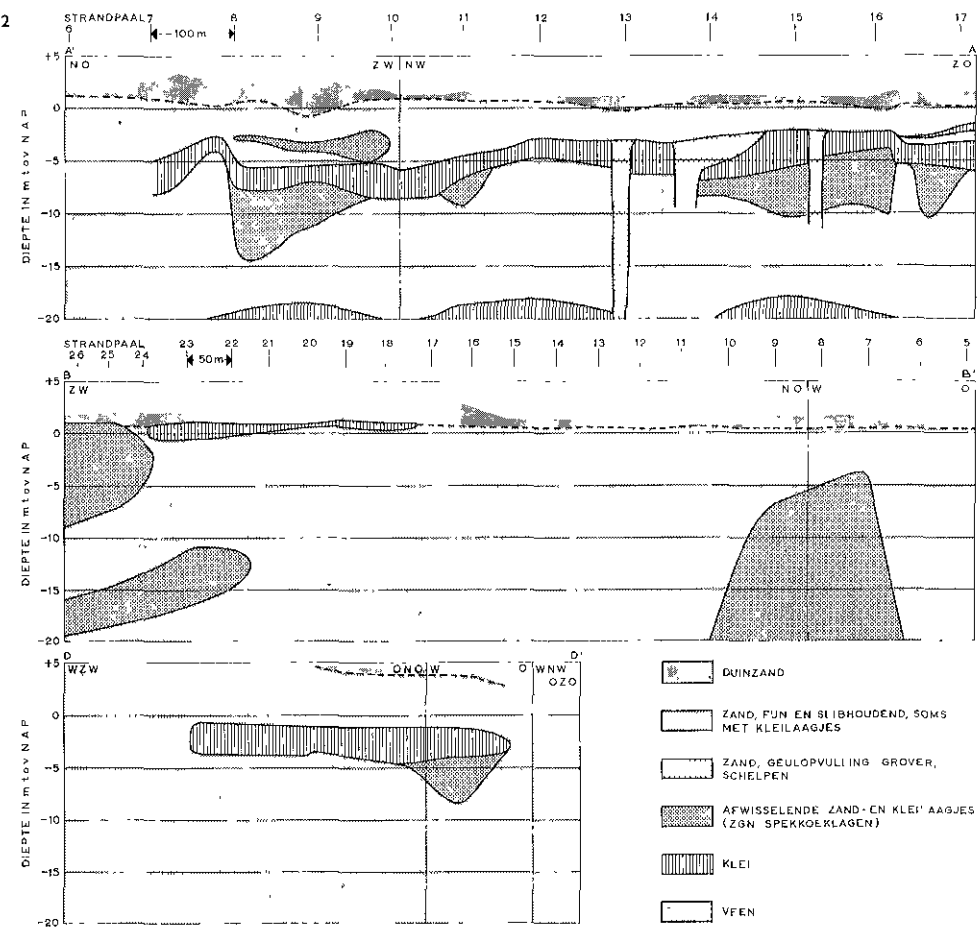
1 Ligging van de bodemprofielen AA', BB' en DD'

2 Bodemprofielen AA' (Voorne), BB' (Goeree), en DD' (Goeree)



bodemlagen onder de oevers van de eilanden tot een diepte van ongeveer N.A.P. - 10 m. De erosiebestendigheid van de kleilagen kan als goed worden gekwalificeerd. De weerstand tegen erosie van de zogenaamde spekkooklagen komt in grote lijnen overeen met die van kleilagen. In het Driemaandelijks Bericht nr. 37 (augustus 1966) werden hierover reeds mededelingen gedaan. Het fijne wad- en estuariumzand is maar weinig erosiebestendig.

Onder het eiland Voorne komt op een diepte variërend van 2 tot 6 m beneden N.A.P. een 2 à 3 m dikke jong holocene kleilaag voor, en daaronder plaatselijk spekkooklagen. Deze situatie heeft een stabiliserende invloed op de oevererosie langs de zuidoostkust van Voorne. Het kustprofiel is daar weliswaar steil, doch in de laatste decennia is er slechts een beperkte oeveraantasting opgetreden. De laatste jaren blijkt deze oeveraantasting enigszins toe te nemen, echter met relatief geringe snelheid. Naar de westpunt van Voorne komt de kleilaag dieper te liggen. Mogelijk kan in de boven-



liggende fijne zanden in de toekomst een vlakker kustprofiel ontstaan, hetgeen tot oevererosie kan leiden. Het blijkt dus, dat de bodemopbouw onder de Voornse oever met betrekking tot de erosiebestendigheid nogal gunstig is.

Onder de oever van Goeree komt, met uitzondering van de zuidwestelijke punt, fijn estuariumzand voor. De erosiebestendigheid van dit materiaal is gering. Onder de huidige zeewering van oude duinen ligt in het middengedeelte van het eiland een 2 à 3 m dikke jong holocene kleilaag op diepten tussen 1 en 5 m beneden N.A.P. Gezien haar beperkte omvang en hoge ligging zal deze kleilaag een eventuele oeveraantasting slechts in geringe mate kunnen beperken. Geconcludeerd kan worden, dat de erosiebestendigheid van de bodemlagen aan de zuidwestzijde van het eiland en bij de Kwade Hoek ongunstig is. Met dit gegeven kan dus rekening worden gehouden bij het nemen van maatregelen die door de hydraulische ontwikkelingen in de mond van het Haringvliet noodzakelijk kunnen worden.

De ontwikkeling van constructies en aanbrengmethoden van bodembeschermingen

Bij analyse van de functie van de bodembescherming in het algemeen komt men tot het opstellen van een reeks eisen waaraan elke bodemverdediging moet voldoen. Een bodembescherming moet, wanneer ze aangebracht wordt, in staat zijn grote krachten op te nemen; het bodemmateriaal dient er door te worden geïsoleerd van de overtrekkende stroom; daarentegen moet de bescherming bij voorkeur doorlatend zijn voor water; de waterbeweging mag haar niet aantasten, noch in haar geheel, noch in onderdelen; daarom moet de bodembescherming, als ze uit verschillende stukken is samengesteld, uiteindelijk toch één geheel vormen; ze moet zich goed tegen de bodem aanvlijen onder druk van de belasting, en veranderingen in het bodemprofiel volgen zonder haar sterkte en samenhang te verliezen; chemische en biologische invloeden mogen de beschermende werking niet voortijdig verminderen. Vooral bij de grote werken gelden voorts als desiderata dat de bescherming goedkoop en niet gemakkelijk te beschadigen is en de vervaardiging ervan niet arbeidsintensief.

Indien een snelle stroom over de bodem trekt zal die stroom onder meer water uit de bodem meezuigen, waardoor een, aanvankelijk verticaal gericht, zandtransport wordt veroorzaakt. In het algemeen zal een bodembescherming daarom een filtrerende werking moeten hebben om het zand te kunnen tegenhouden terwijl ze het water doorlaat. Dit laatste is nodig om te voorkomen dat tegen de onderzijde van de bescherming een druk ontstaat die in bepaalde gevallen zo hoog zou kunnen oplopen dat de stabiliteit van de bescherming in gevaar zou komen.

Vanaf het eerste nummer van het Driemaandelijks Bericht vindt men verslag van de pogingen die zijn gedaan om, met het bovenvermelde eisenprogramma in gedachten, te komen tot een uitbreiding en verbetering van het arsenaal van bodembeschermingsmogelijkheden. Aanvankelijk werd alleen gezocht naar variaties op het klassieke rijs-houten zinkstuk; later verwijdde zich de vraagstelling, en zocht men meer in het algemeen naar zo effectief mogelijke methoden om de bodem te verdedigen, ongeacht welke materialen en welke methodes daarbij toepassing zouden vinden.

Wanneer bij de aanleg van een bodembescherming de mogelijkheid bestaat haar in den droge aan te brengen, zal men die gelegenheid altijd aangrijpen. Dat is vaak het geval bij de aanleg van stortebetten die de bodembescherming vormen aan weerszijden van een sluis die in een bouwput wordt gemaakt. In den droge kan men het filter van stenen van een

steeds toenemende grootte waaruit zo'n stortebed dan bestaat, zeer nauwkeurig bouwen. Als onderlaag gebruikt men meestal een krammat; een betere scheiding van het bodemmateriaal wordt echter verkregen door een filterdoek, waarvan onder meer gebruik werd gemaakt aan weerszijden van de uitwateringssluizen in het Haringvliet. Een beschrijving hiervan vindt men in nr. 24 (mei 1963) van deze Berichten.

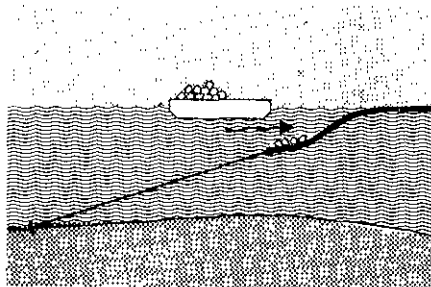
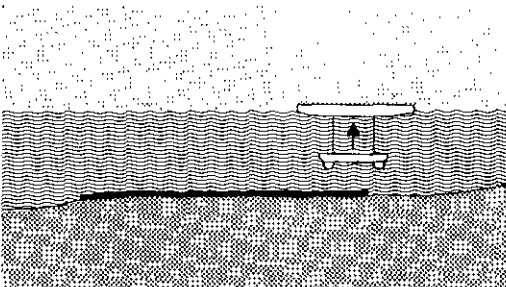
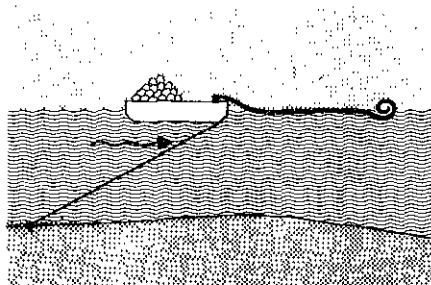
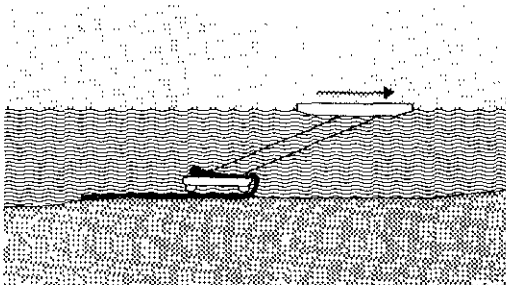
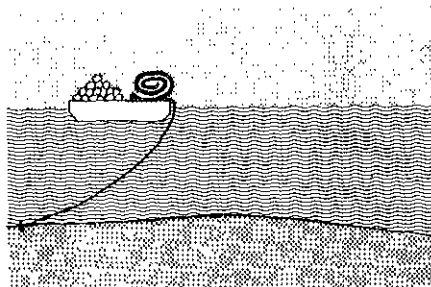
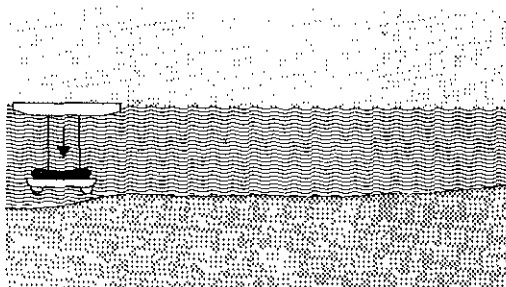
In de meeste gevallen echter zal de bodemverdediging in den natte moeten worden aangebracht. De meest gevolgde werkwijze is dan dat men het beschermende filter in zijn geheel op een zate vervaardigt, en daarna drijvend afvoert naar de plaats van bestemming, waar men het met ballast op de bodem brengt en houdt. Zo'n filter werd vroeger vrijwel steeds en wordt thans nog wel opgebouwd in de vorm van een klassiek rijshouten zinkstuk. De boven- en onderlaag van dit stuk worden gevormd door een roosterwerk van wiepen, dat zijn ineengedraaide lange strengen van rijshout. Tussen die twee roosters ligt een losgevoegd rijshoutpakket, dat het eigenlijke filter vormt, en het bodemmateriaal moet isoleren van de *overtrekkende stroom*. Uit laboratoriumproeven, maar ook uit de praktijk, is gebleken dat dit filterpakket in veel gevallen onvoldoende zand-dicht is. Het bodemzand, dat tussen de wiepen van het onderroosterwerk ruimte vindt om op te warrelen, dringt soms door de gehele rijshoutlaag heen. Om daar verbetering in te brengen kan men het stuk met meer steen dan gebruikelijk afstorten, of bijvoorbeeld door middel van een rietlaag tussen het rijshout de uitspoeling van het bodemmateriaal trachten te verhinderen. Toepassing van een zeer dikke steenlaag maakt de bodemverdediging duur, terwijl riet nog geen afdoende uitwerking bleek te hebben. Toch ging men voort de oplossing te zoeken in verdikking van de rietlaag, of in toepassing van riet in andere vorm, bijvoorbeeld van geperste rietplaten. De ontwikkeling in deze richting werd een tijd lang begunstigd doordat algemeen voor de komende jaren schaarste aan rijshout werd verwacht, terwijl riet overvloedig voorradig zou zijn.

Kunststofstukken

Het waren in de eerste plaats de kunststoffen die het speurwerk een andere richting deden nemen, omdat vrij plotseling een rijkdom aan materialen ter beschikking kwam met begeerlijke eigenschappen: grote mechanische sterkte, soepelheid en ongevoeligheid voor rotting; de mogelijkheden voor prefabricage namen toe.

De eerste proefnemingen werden gedaan met een enkele gesloten folie die in één richting verstijfd werd met ingekleefde gasbuizen, bij wijze van baleinen. De eis van waterdoorlatendheid werd hierbij veronachtzaamd. Na het uitleggen op de bodem werd de folie met stenen verzwaard. Noch deze enkelvoudige folies, noch dubbele folielagen, die er door hun met zand gevulde compartimenten uitzagen als gewatteerde dekens, voldeden aan de verwachtingen. De eerste kunststofstukken die in de praktijk werden toegepast waren een nyloncellenmat, beschreven in nr. 15 (februari 1961), en een opgerold stuk folie, voor de beschrijving waarvan wordt verwezen naar nr. 8 (mei 1959) van het Driemaandelijks Bericht. Het folierolstuk verloor zijn geslotenheid doordat het ten behoeve van de bevestiging der wiepen werd doorboord, en zo, zonder geheel tot een filter te worden, toch een gedeeltelijke waterdoorlatendheid verkreeg.

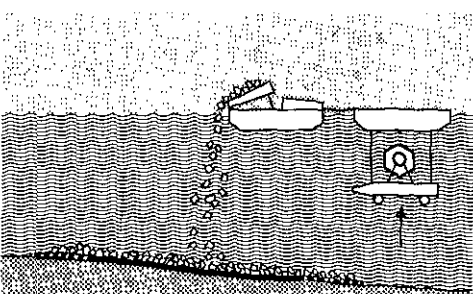
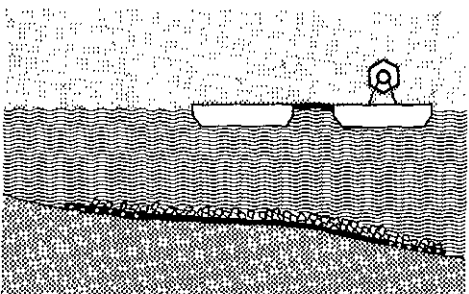
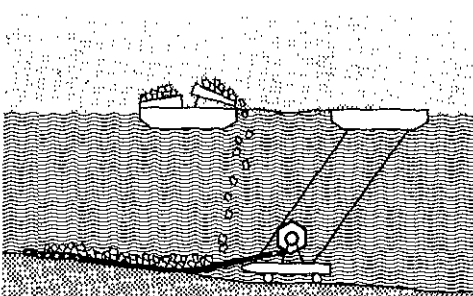
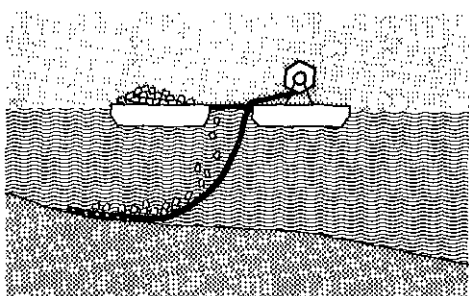
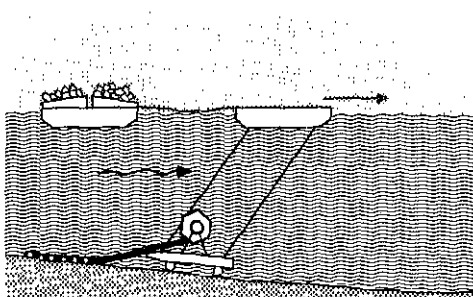
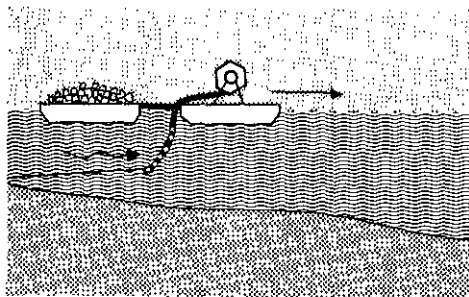
Aanvankelijk bracht men zo'n rolstuk op zijn plaats door het drijvend op het water uit te rollen, het dan te doen zinken met behulp van de stroom, en er vervolgens steen op te storten. Later werd dit procédé aanzienlijk verbeterd door invoering van een haspel die, op een bak geplaatst, de folie gelijkmatig van zich liet afwikkelen. Tegelijkertijd bestortte men het stuk, eerst met een laag grind, om het stuk aan de grond te hou-



1 Apparatuur voor het neerleggen van nylonmatten

2 Oorspronkelijke uitlegmethode van een folierolstuk

den, en vervolgens met een laag stortsteen, in grootte en gewicht afhankelijk van de te verwachten stroomsnelheid. De uiteinden van elke baan werden vooraf verzwaard, zodat het gevaar van opkrullen onder invloed van de stroom bezworen werd. Het Drie-maandelijks Bericht nr. 35 (februari 1966) bevat het verslag van de afsluiting van het Zuiderdiep, waarbij de haspel werd gebruikt voor het neerleggen van een foliestuk. Mede op grond van de opgedane ervaring voert men deze manoeuvre liever niet uit op waterdiepten van meer dan 5 tot 7 meter. Wil men een dergelijke mat in dieper water aan de grond brengen, dan is een andere werkwijze mogelijk. Men monteert de haspel dan op een ponton als destijds werd ontworpen voor het uitleggen van een nylonmat, en als dit samenstel op de bodem is neergelaten, kan met het uitrollen worden begonnen door de ponton te verhalen, zoals beschreven in nr. 15 van deze Berichten. Rolstukken kunnen op een eenvoudige zate worden vervaardigd. Slechts is de aanwezig-

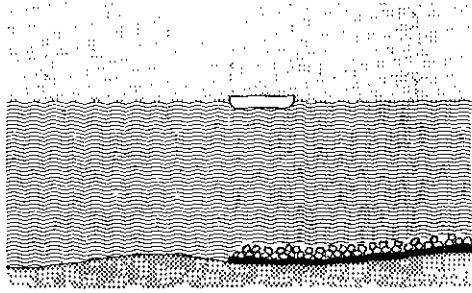
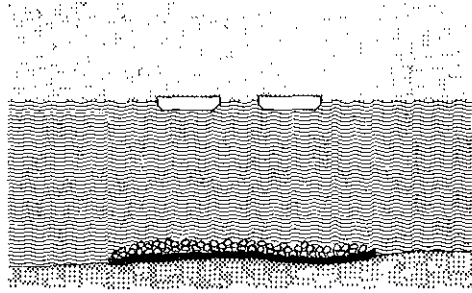
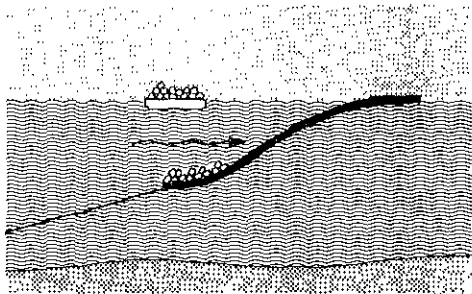
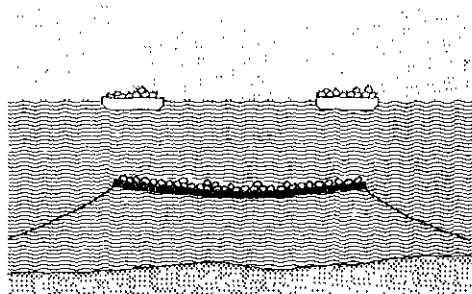
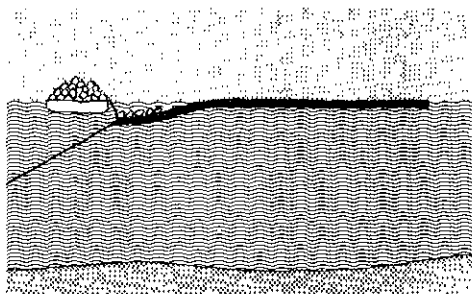
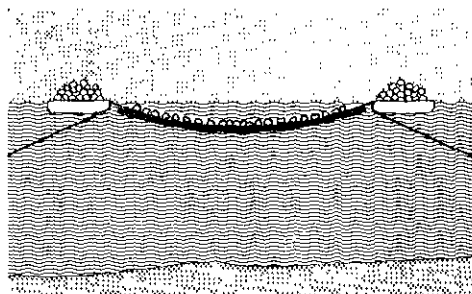


3 Verbeterde methode

4 Voorgestelde werkwijze in diep water

heid vereist van een voldoende sterk hijstuig om de gevulde haspel op een bak te plaatsen voor vervoer naar de plaats van bestemming.

Kunststof wordt pas sterk door verstrekking; vandaar dat weefsels van gerekte draad of band aanzienlijk sterker zijn dan folies. De folie heeft in de bodembescherming dan ook plaats moeten maken voor kunststofweefsels, waarbij een weefsel van minuscule platte bandjes misschien een betere zanddichtheid waarborgt dan een van draden met een ronde doorsnee. Duizenden vierkante meters van een dun bandweefsel, versterkt met kippegaas en riet, zijn als taludbescherming neergelegd in de nieuwe Rotterdamse havengebieden. De combinatie van weefsel, kippegaas en riet is laatstelijk vervangen door één zwaar, samengesteld kunststofweefsel, dat er uitziet als een kokosmat. Aan deze mat hoeven verder geen verstevigingen te worden toegevoegd, zodat hij op zichzelf als filter kan dienst doen. De breeksterkte van deze nieuwe kunststofstructuur bedraagt

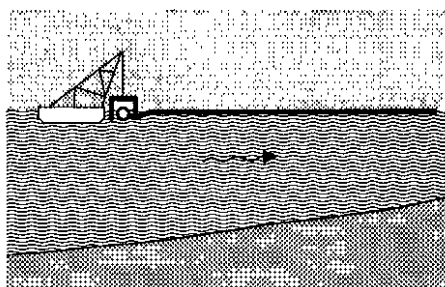


1

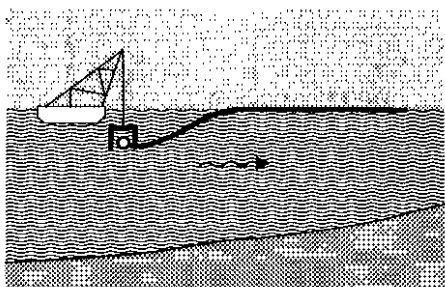
2

30 ton/m¹ breedte, tegen 2 ton/m¹ bij het klassieke zinkstuk. Het materiaal is, als alle kunststoffen, langdurig houdbaar, terwijl de fabricage en de plaatsing kunnen worden uitgevoerd door betrekkelijk ongeschoolden onder leiding van een enkele technicus. De directe kosten aan materiaal en bewerking bedragen thans f 11,- per m².

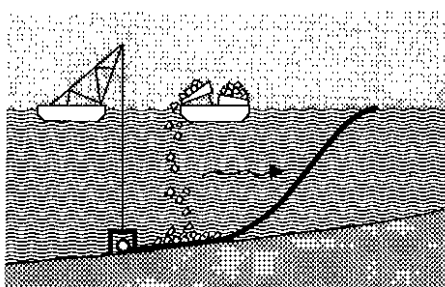
In april 1966 is bij de doorgraving die werd gemaakt om de bouwput van de uitwateringssluizen in het Haringvliet in verbinding te brengen met open water, bij wijze van proef een aantal van deze dikke matten aangebracht als kraagstuk. De verdediging is hier van tijdelijke aard, zodat bij het opruimen van de stukken tevens kan worden vastgesteld hoe het materiaal zich gehouden heeft. In plaats van wiepen werden kunststofdrainagebuizen gebruikt, die op de mat werden gebonden. De matten werden geleverd in banen van vier meter breed, die men eenvoudig aan elkaar niette. Op het uiteinde van elke mat werden betonbanden gelijmd, bij wijze van voorballast. Bij het leggen bleek het stuk zeer handelbaar. Alleen de kunststofwiepen stelden teleur; boven de waterlijn moest met grote voorzichtigheid worden afgestort, omdat de drainagebuizen gemakkelijk werden beschadigd of van de mat afgerukt.



1 Zinken bij kentering



2 Zinken op stroom



3 Zinken met zinkgewicht

3

Vorderingen met het rijshouten zinkstuk

Bij het klassieke zinkstuk hebben de verbeteringen zich niet beperkt tot de invoering van kunststof touw, waardoor de samenhang van het stuk langer gewaarborgd bleef, en de mechanische vervaardiging van wiepen. Ook de zanddichtheid en de mechanische sterkte zijn verbeterd, door toepassing van een 'zool' onder de zinkstukken.

De laatste jaren is bovendien grote vooruitgang geboekt met de afzinkmethodes. Voorheen zank men altijd met de kentering, omdat zo rustig mogelijk water in de getijgebieden gunstig leek voor de nauwkeurigheid van het werk. Later heeft men de stroom een deel van het zinkwerk laten doen, en tegenwoordig is de methode van het 'zinken op stroom' algemeen gebruikelijk. Men vindt de methode uitvoerig beschreven in nr. 15 van het Driemaandelijks Bericht. Bij het zinken op stroom verzwaart men de eerste tien meter van het stuk, zodat het begint te zinken. Tegenwoordig kiest men hiervoor het moment waarop het tij juist weer begint te lopen. Door de bestorting duikt de kop van het stuk onder water, en onder druk van de stroom neemt

Het grootste voordeel van een methode waarbij het zinkgewicht de kopbuis van het stuk grijpt, bestaat echter in de aanzienlijk grotere bestuurbaarheid van het stuk. Tot vlak boven de bodem kan het worden vastgehouden en zo nodig verhaald, totdat het nauwkeurig op de gewenste plaats aan de grond komt. De kop van het zinkstuk wordt daar-

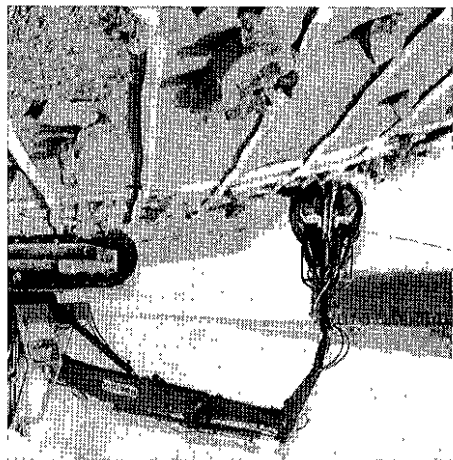
heel wat arbeidskrachten uitspaart. De bestorting geheel mechanisch, met behulp van steensorters geschieden, zodat men opgewekte krachten tot een minimum beperkt. Nu de kopballast achterwege blijft kan het stuk telkens tijd krijgt een evenwichtsstand in te nemen die de door de stroomdruk men het stuk geheel in zijn macht. De kop kan zo langzaam omlaag gedrukt worden dat dat met enige draden de start van het stuk bestuurt en in bedwang houdt, dan heeft naar beneden drukt. Legt men nu aan de andere zijde van het stuk ook een schip neer, aan de onderkant in doorneer uit als een vork, die de kopbuis van het stuk omvat en werkschip, daardoor de kopbuis onder het zinkgewicht brengen. Dit gewicht ziet er Twee vlieten verslepen het stuk naar de zinkplaats en varen links en rechts langs het worden geborgen om opnieuw te worden gebruikt.

langs hydraulische weg losmaken. De buizen komen dan weer bovendrijven, en kunnen deeld. De verbindingen tussen de buizen en het stuk kan men na afloop van het zinken bij het slepen optredende krachten regelmatig over de breedte van het stuk worden verspreiden. Het zinkstuk wordt op de zate voorzien van een drijf-buis aan kop- en staartzijde, waaraan het ook naar de zinkplaats wordt versleept. Deze buis wordt zo bevestigd, dat de Het zinkstuk wordt op de zate voorzien van een drijf-buis aan kop- en staartzijde, waaraan het ook naar de zinkplaats wordt versleept. Deze buis wordt zo bevestigd, dat de

te halen. Aan het zinkgewicht kunnen ook de ankerdraden bevestigd worden. Zijn van een voldoende sterke hijsinstallatie om het 'zinkgewicht' weer binnen boord zinken benodigde werktuig, meestal een verankerd schip, moet in dit geval voorzien- vervangen door een gewicht dat na het zinken wordt teruggehaald. Het voor stroom- De kopballast, die vroeger met het stuk meeging naar de diepte, wordt tegenwoordig dat men een deel van het vroegere werk weer vernield.

neergelegde zinkstukken. Bij het terughalen van de ankers kwam het niet zelden voor het geval was, dan moesten er onvermijdelijk een paar ankers vallen in de reeds eerder zijden worden verankerd, zoals bij de oude methode van het zinken tijdens kentering richt, het aantal noodzakelijke ankers te beperken. Moet een af te zinken stuk aan alle geleidelijk verder af te storten. Verdere verrijning van de methode is er vooral op gehet stuk dan een helling aan, zodat men er met een schip boven kan komen om het

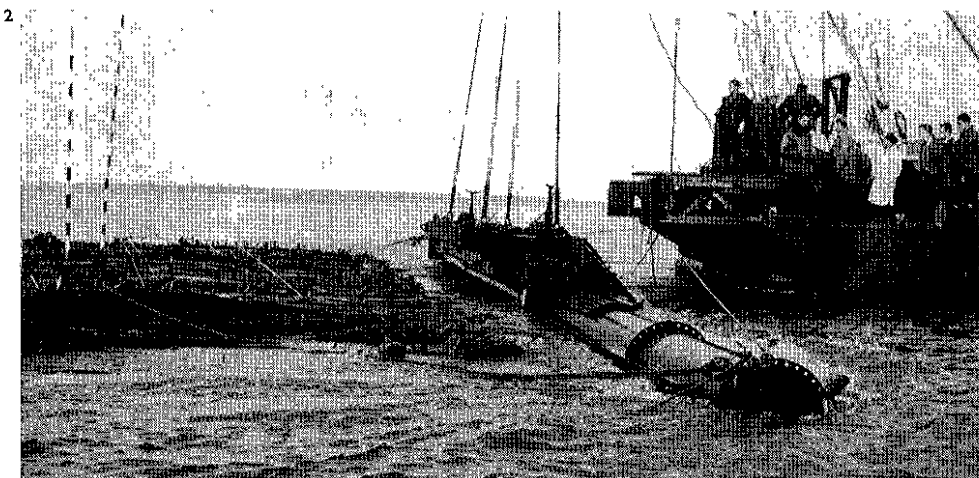
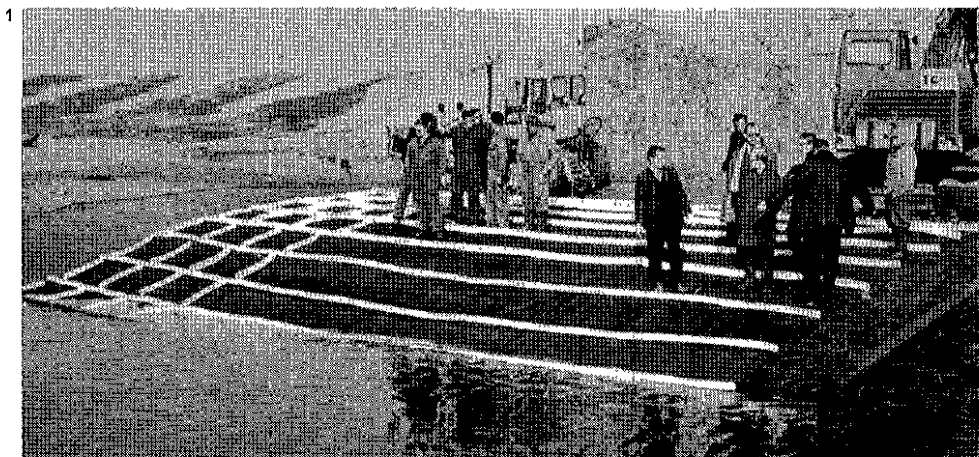
Aanbrengen van de bestorting op een kaaagstuk van samengesteld kunststofweefsel

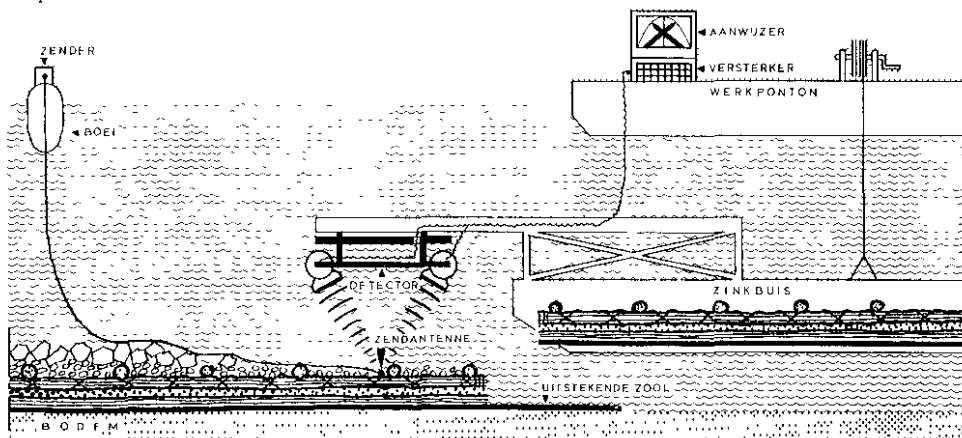


toe in dwarsrichting verhaalbaar verbonden met het werkschip, en de ankerdraden naar behoefte verlengd of ingekort.

De plaats waar het stuk zich bevindt, kan nauwkeurig worden nagegaan door een systeem van elektronische indicatie. In het eerste stuk van een bezinkveld wordt een metalen draad verwerkt die dient als zendantenne voor de elektromagnetische golven die uitgaan van een kleine zender op een boei in de nabijheid. De uitgezonden golven worden opgevangen door een aan het zinkgewicht vastgemaakte detector, die de stroom doorgeeft aan een aan boord van het werkschip opgestelde meetkast. De detector bevat twee onder een hoek van 90° ten opzichte van elkaar opgestelde spoelen, die ieder zijn verbonden met een ampèremeter in de meetkast. Bevindt de detector zich recht boven de zenddraad, dan is de uitslag van beide meters gelijk. Bij een afwijking naar rechts zal de rechter meter meer, de linker meter minder uitslag vertonen, en omgekeerd, als dus een aanwijzing vor-

1. Een kraagstuk van samengesteld kunststofweefsel als proef in het Haringvliet aangebracht
2. Zinkstuk met kopbuis en opgelegd zinkgewicht



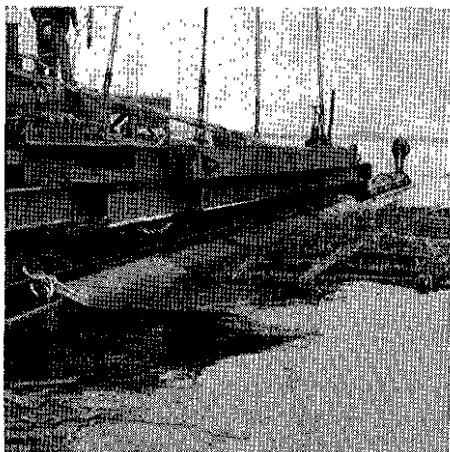


mend in welke richting verhaald moet worden. Plaatst men een aantal zenddraden en ontvangers, en gebruikt men die afwisselend, dan kan zowel in de breedte als in de lengte worden gemeten. De plaatsing van het stuk kan op deze wijze tot op 20 centimeter nauwkeurig worden gecorrigeerd.

Een zwak punt in de meeste bodemverdedigingen vormen de naden. Open naden zijn in elk geval ongewenst, omdat het bodemmateriaal dan toch onder het bereik van de overtrekkende stroom komt. Het is daarom beter, dat de stukken elkaar overlappen; twee dikke rijshouten stukken die gedeeltelijk over elkaar heenliggen veroorzaken echter een richel in de bodemverdeling, met alle hydraulische bezwaren van dien. Daarom maakt men thans aan de afzonderlijke stukken dunner uitlopende randen, die over elkaar kunnen vallen zonder dat er een richel ontstaat. Op die manier kan een egaal afgestorte, als naadloos gevoegde mat worden verkregen.

De treksterkte van het klassieke rijshouten zinkstuk moet voornamelijk worden geleverd door de wiepen. Men is afgestapt van de aanvankelijk gebruikelijke bevestiging van de kopbuis aan de voorste proppen van het stuk, en is een constructie gaan toepassen waarbij de langwiepen van zowel het onder- als het bovenroosterwerk gelijkmatig worden belast.

Behalve met het klassieke zinkstuk zijn er proeven genomen met wat men is gaan aanduiden als een 'semi-klassiek' stuk, namelijk een bodembeschermingsmat van rijshout die wordt vastgemaakt op een 'zool' van polypropeen bandweefsel, steenwol en een rietmat. In de eerste plaats fungeert deze zool als filter. Het samenstel heeft een treksterkte van 3 ton/m² breedte, en is daarmee sterk genoeg om de maximaal voorkomende trekkrachten tijdens het zinken op te nemen. Door in een zoom aan het uiteinde twee meter lange buizen van metaal te verwerken, en het midden van die buizen telkens te verbinden met de kopbuis, spreidt men de optredende krachten regelmatig over de gehele voorzijde van de zool. Mocht er toch een ongelijkmatigheid optreden in de belasting, dan kan die worden verwerkt door een strook met dubbel doek. Deze zool wordt in de fabriek gemaakt. Op de gewenste wiepafstand worden aan de onder- en de bovenkant door schietkrammen verbonden azobelatten aangebracht; op de bovenste lat zitten sjorringtouwen, waarmee op de zate het klassieke rijshouten rooster op de zool kan worden vastgemaakt. Tussen zool en rooster komt een dubbele laag rijshout, of soms



1 Schematische voorstelling van de elektronische plaatsbepaling

2 Verbinding van een zinkstuk met zool aan de zinkbuis; er is een overstekend zoolgedeelte voor de overlap

ook wel boshout. Door in de buitenste baan behalve op de gewone wiepafstanden nog een stel extra azobelatten aan te brengen geeft men het stuk een stijfheid die voldoende is om de zool zonder meer twee meter onder de rijshoutconstructie te laten uitsteken. Op zo'n dunner gedeelte kan het volgende stuk worden neergelegd zodat er wel een overlapping ontstaat maar geen hinderlijke richel. De op deze wijze gevormde bodemat voldoet aan alle in de aanvang van dit artikel genoemde eisen. De opdrijving is veel geringer dan de 40 tot 50 kg/m² van het klassieke stuk en kan al door een ballast van 10 à 15 kg/m² worden gecompenseerd. De krachten die bij het zinken optreden zijn bijgevolg aanmerkelijk kleiner dan bij het klassieke stuk.

Als men voorziet dat een stuk met kunststofzool na het afzinken aan bijzonder grote trekkrachten zal worden blootgesteld, bijvoorbeeld doordat het op een helling komt te liggen, dan kan men het eerder genoemde zware polypropeen weefsel van het kokosmatttype in de zool verwerken. De kosten stijgen daardoor ongeveer met f 5,- per vierkante meter; en daarmee zou deze mat ook juist vijf gulden duurder worden dan een klassiek stuk. Eigenlijk heeft men dan te doen met een rolstuk van het kokosmatttype dat ditmaal door een rijshoutlaag wordt vlakgehouden en, in plaats van afgerold, plat gezonken wordt. In al die gevallen waarin om enigerlei reden moet worden afgezien van het gebruik van een afrolponton, kan een bodembescherming van het kokosmatttype dus op de bovenbeschreven wijze, met behulp van een rijshouten bovenlaag, worden gelegd. Onder de mogelijk te gebruiken kunststoffen tekenen polypropeen bandweefsels zich meer en meer gunstig af. Deze weefsels zijn sterk, goedkoop te verwerken, en goed bestand tegen mechanische beschadigingen. Polypropeen bandjes hebben een grotere treksterkte dan ronde polyetheendraden van hetzelfde gewicht; het rekpercentage ligt met 8% tamelijk laag, terwijl de rektijd uitermate lang is. De hoge breeksterkte van het materiaal kan als het nat wordt nog met 25% toenemen. Inmiddels zijn er ook weefsels van ronde monofilamenten van polypropeen met dezelfde materiaaleigenschappen beschikbaar gekomen. De zool van een semi-klassiek stuk hoeft overigens niet noodzakelijkerwijs uit dit materiaal te bestaan. Andere materialen met goede filterwerking en een soortelijk gewicht zo mogelijk groter dan dat van water zouden eveneens bruikbaar zijn. Men denkt aan vlechtwerk van azobéhout of aluminiumstroken. Het onderzoek naar de bruikbaarheid van deze materialen is nog in gang.

De blokkering van het sluitgat in de afsluitdijk van de Lauwerszee

In aflevering nr. 37 (augustus 1966) van het Driemaandelijks Bericht is het ontwerp van het sluitgat van de Lauwerszee behandeld en uiteengezet waarom gekozen is voor een sluitingsmethode met behulp van doorlaatcaissons. In nr. 39 is het ontwerp van de caissons besproken, waarbij aandacht werd besteed aan een aantal details die in het ontwerp zijn opgenomen met het oog op de uitvoeringsproblemen van de sluiting. Opgemerkt werd, dat het moeilijkste vraagstuk bij de caissonsluiting wordt gesteld door de korte tijd waarin het grote aantal van vijfentwintig caissons moet worden geplaatst. Wat dit inhield voor het ontwerp van de caissons is reeds uiteengezet, maar het bleek ook nodig reeds in een vroeg stadium aandacht te schenken aan de organisatorische kwesties die met de blokkering van het sluitgat samenhangen. Wanneer wij dit keer willen stilstaan bij het programma van de sluiting en de daarbij optredende organisatorische vraagstukken, gaan we vanzelfsprekend uit van de huidige stand van de plannen.

Het tijdschema van het sluitingsjaar.

In het jaar van sluiting – volgens de plannen zal dat 1969 zijn – moet achtereenvolgens een groot aantal werkzaamheden worden uitgevoerd. Allereerst moet de ringdijk van de bouwput waarin de caissons zijn gemaakt, worden doorgebaggerd. Tevens moet men de drempel in het sluitgat, waarop de caissons geplaatst worden, controleren en zo nodig bijwerken. Als dit gebeurd is worden de caissons geplaatst en geballast. Telkens wordt steen gestort tussen de caissons en tegen de bodembakken van de caissons om onderlooptheid tegen te gaan; al eerder moeten de ruimten opgevuld worden die tussen de reeks caissons en de beide dijkkoppen overblijven. Tenslotte wordt er een grondlichaam over de caissons aangebracht, en dan wordt het dijkvak door het sluitgat aan de binnen- en buitenzijde bekleed tot zodanige hoogte, dat het tegen stormweer is beveiligd.

De voorbereidende werkzaamheden voor de eigenlijke blokkering van het sluitgat kunnen niet eerder beginnen dan half februari. Er mag daarom niet op gerekend worden dat de eerste caissons voor 1 april in het sluitgat kunnen worden gevaren. Anderzijds wordt de voor het plaatsen van de caissons beschikbare tijd beperkt door de periode die na het plaatsen nog nodig is om voldoende zand over en naast de caissons te spuiten voor het dijkvak, en voor de bekleding van dit zandlichaam tot een voldoende hoogte.

Die werkzaamheden mogen niet later dan half juni beginnen. De tijd, beschikbaar voor de eigenlijke blokkering, dat wil zeggen het plaatsen van de caissons en het afwerken daarvan, alsmede de aansluiting van de landhoofden op de eerste caissons, bedraagt dus ongeveer twee maanden. Pas daarna kunnen de kleppen van de caissons gesloten worden.

In het algemeen zal men bij de blokkering van een sluitgat de werkzaamheden zo proberen te verdelen, dat de laatste fase van de sluiting zich afspeelt in een periode tussen springtij en doodtij. Daarmee wordt bereikt dat naarmate de stroomsnelheden groter worden ten gevolge van het geringere doorstromingsprofiel, de snelheden weer wat worden gereduceerd ten gevolge van de geringere tijverschillen. Deze omstandigheid is bijvoorbeeld bij de blokkering van het sluitgat van het Veersche Gat in 1961 ten volle uitgebuit. Door het grote aantal te plaatsen caissons zal het in de Lauwerszee niet mogelijk zijn evenzo van de zonne- en maanstand te profiteren.

Onderstaande tabel geeft het berekende verschil in maximale stroomsnelheid in het sluitgat bij springtij en doodtij tijdens verschillende stadia van de blokkering.

Grootste gemiddelde stroomsnelheid tijdens eb in het profiel van het sluitgat in m/sec.

Aantal geplaatste caissons	gemiddeld springtij	gemiddeld getij	gemiddeld doodtij
0	2,0	1,8	1,6
10	2,4	2,2	1,9
15	2,6	2,4	2,1
20	3,0	2,6	2,4
25	3,4	3,1	2,7

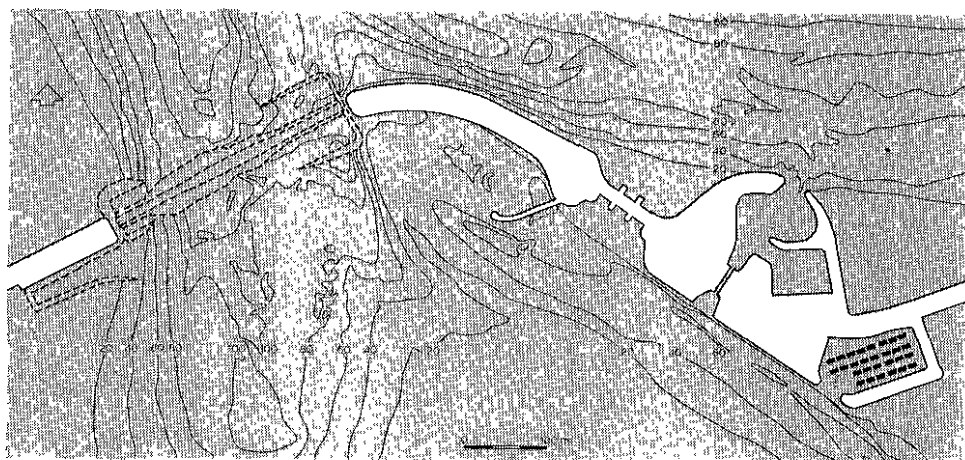
In de periode tussen 1 april en half juni van het jaar 1969 treden er vijf dode tijen en vijf springtijden op.

Hoeveel dagen zijn er nu werkelijk in deze periode voor het plaatsen van caissons beschikbaar? Om deze vraag te kunnen beantwoorden is het nodig de gang van zaken tijdens het plaatsen van de caissons enigermate te kennen.

Bij het ontwerp van de caissons is erop gerekend, dat zij bij de laagwaterkentering, dus de overgang van eb naar vloed, zullen worden geplaatst. Dit betekent, dat zij zich op dat tijdstip aan de waddenzeezijde van het sluitgat moeten bevinden om in de laatste fase van de eb tegen de dan nog maar geringe stroom in het sluitgat te worden binnengevaren. Om nu te zorgen, dat een convooi van caissons tijdig aan de waddenzeezijde aanwezig is, moet men het gedurende de voorafgaande hoogwaterkentering, dat wil zeggen zes uur voor de plaatsing, uit het bouwdok naar buiten varen.

Na de plaatsing moeten de caissons worden geballast met zand en aangestort met steen; pas daarna kan aansluitend een nieuwe serie worden neergezet. Hoe groter aantal caissons men in één keer neerzet, des te langer duurt de afwerking. De afwerking van één caisson duurt ongeveer acht uur. Voor een convooi van vijf caissons dat in één keer wordt geplaatst, is ongeveer 30 uur afwerkingstijd nodig.

Het behoeft wel geen betoog, dat er naar wordt gestreefd, de manoeuvres met de caissons zoveel mogelijk bij daglicht te doen geschieden. Dat wil zeggen, dat slechts



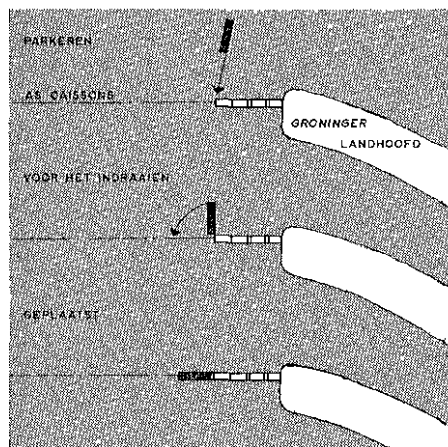
die dagen optimaal werkbaar zijn, waarop een periode van hoogwater tot en met het volgende laagwater tussen zonsopgang en zonsondergang valt.

Een ander uitgangspunt bij deze planning is geweest dat er in het stadium van de voorbereiding niet zonder meer van mag worden uitgegaan, dat er in het jaar 1969 gedurende het weekeinde zal worden gewerkt. Dat wil niet zeggen, dat die mogelijkheid dan volledig is uitgesloten, maar alleen dat de weekeinden slechts in uiterste noodzak zullen worden gebruikt en dat het werken tijdens de weekeinden niet als uitgangspunt van de planning mag dienen. Doordat vele arbeiders van elders in het algemeen pas maandagmiddag op het werk zijn en vrijdagmiddag weer vertrekken, geldt dit ook ten aanzien van de maandagen en de vrijdagen.

De genoemde beperkingen leiden tot de volgende rekensom:

– aantal kalenderdagen in de periode van 15 april tot 10 juni	57
– niet geschikte dagen, omdat er geen periode van H.W. tot L.W. tijdens het daglicht valt	11
– zaterdagen, zondagen en feestdagen	16
– dagen aansluitend aan het weekeinde of aan feestdagen	12
	39
Bruikbare werkdagen:	
	18

Uit deze berekening blijkt wel dat het zonder bijzondere maatregelen niet mogelijk is, de vijftientig caissons één voor één te plaatsen en toch binnen de gestelde tijd gereed te komen met de volledige blokkering van het sluitgat. Twee oplossingen zijn nu mogelijk: men zou telkens tegelijk twee caissons kunnen plaatsen, één aan elke zijde van het sluitgat, daarmee het tempo verdubbeld, maar men zou ook sneller kunnen werken door de caissons tot grotere eenheden aan elkaar te koppelen en aan elkaar gekoppeld te plaatsen.



1 Situatie van het sluitgat, het werkeiland en de bouwput voor de caissons

2 Opeenvolgende manoeuvres voor het plaatsen van de caissons in het sluitgat

Bij het onderzoek van de vele varianten, die op deze wijze mogelijk zijn, bleek de eerstgenoemde *tempoverhoging* *ontoeikend*. Alle *beschouwde varianten* van het plaatsingsprogramma gaan derhalve uit van de gedachte een aantal caissons te koppelen. Men stelt zich in alle gevallen voor omstreeks half april de beide landhoofdcaissons te plaatsen en daarna gedurende ongeveer twee weken geen nieuwe caissons neer te zetten. Zodoende geeft men zichzelf voldoende tijd om met de operatie van het afzinken van een caisson ervaring op te doen; wanneer er nog fouten of onvermoede moeilijkheden worden opgemerkt, is er nog voldoende tijd beschikbaar om daar oplossingen voor te vinden; tevens kan die tijd worden gebruikt om de openingen tussen de dijkkoppen en de landhoofdcaissons te dichten.

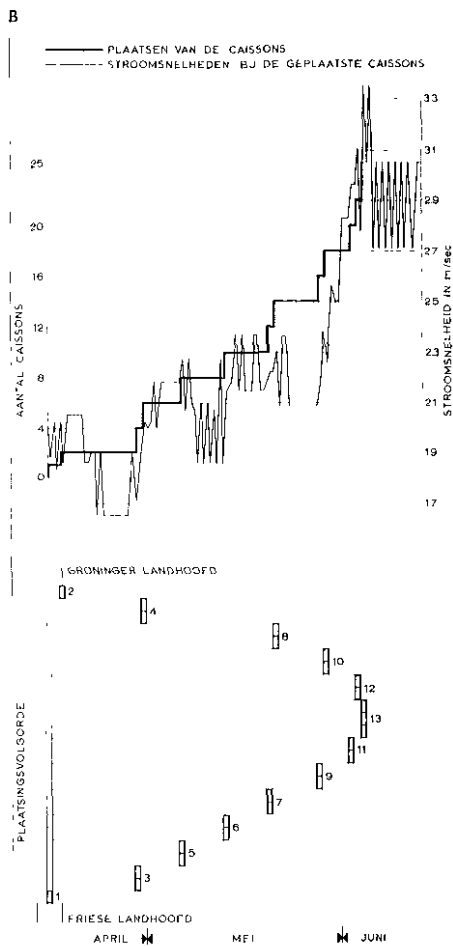
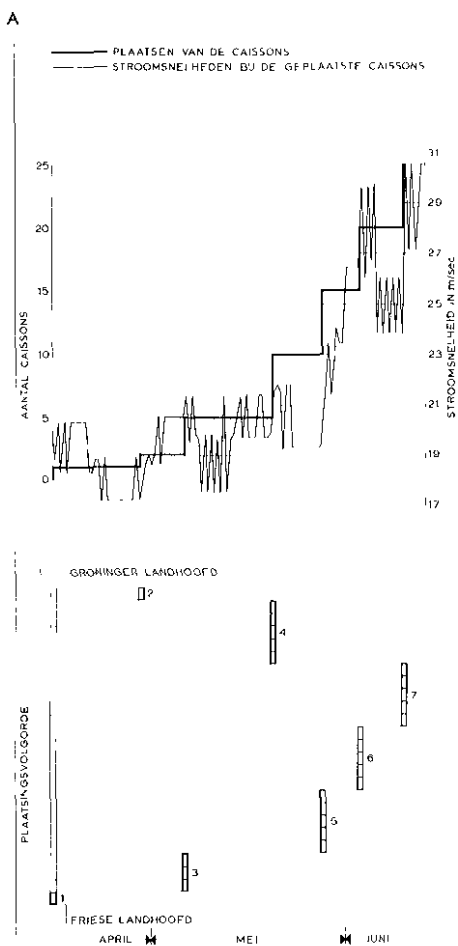
De eigenlijke blokkering bestaat uit het plaatsen van de overige drieëntwintig caissons. Naarmate meer caissons worden geplaatst en dus een groter deel van het doorstroomprofiel van het sluitgat wordt geblokkeerd, nemen de stroomsnelheden in het sluitgat toe, zoals uit de opgenomen tabel bleek. Om de ontgrondingen die aan weerszijden van het sluitgat zullen optreden zoveel mogelijk te beperken, dient de periode van vernauwing van het sluitgat zo kort mogelijk te zijn. Bij het geschetste programma bedraagt die tijd ongeveer vijf weken. In die vijf weken zijn volgens de bovengenoemde criteria twaalf geschikte dagen. Het is wel duidelijk, dat ook wanneer steeds tegelijk één caisson aan beide zijden van het sluitgat wordt geplaatst, alle dagen die geschikt zijn zullen moeten worden gebruikt, zodat er geen enkele reserve aanwezig is voor tegenslagen of onwerkbaar weer. Dagen met een windkracht groter dan 6 Beaufort moeten als onwerkbaar worden aangemerkt.

Trouwens, ook wanneer er zoveel mogelijk steeds één caisson of aan beide zijden één caisson wordt geplaatst, zal er aan het eind van de blokkeringsperiode een gekoppelde eenheid moeten worden gebruikt. De redenen hiervoor zijn van *waterloopkundige aard* en zullen verderop worden besproken.

De mogelijkheid tot het koppelen van de caissons werd reeds in een vroeg stadium van de plannen onderzocht, zoals ook in nummer 39 van het Driemaandelijks Bericht werd medegedeeld. Proeven die in het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen met modellen van de caissons zijn uitgevoerd, toonden aan dat het zelfs mogelijk was tot een convooi van vijf aaneengekoppelde caissons te gaan.

De stroomsnelheden nemen toe, naarmate het doorstromingsprofiel kleiner wordt. Wanneer er telkens 5 caissons tegelijk worden geplaatst (A), gebeurt dat sprongsgewijs.

Wanneer er telkens 2 caissons tegelijk worden geplaatst (B), komen de veranderingen geleidelijker tot stand.



Het gebruik van deze grote convooien heeft zowel voor- als nadelen. Laten wij eerst de nadelen noemen. Voor het manoeuvreren met een eenheid van dergelijke grootte is, gezien de optredende stroomsnelheden, een groot aantal sleepboten van aanzienlijk vermogen nodig. Meer in het algemeen: hoe groter het aantal caissons dat tegelijkertijd wordt geplaatst, hoe omvangrijker en ingewikkelder het werk. Onder geen enkele omstandigheid mag het verlies van een convooi van vijf caissons worden geriskeerd, zodat de planning en de organisatie volkomen waterdicht moeten zijn. Het op de juiste plaats in het sluitgat brengen van een eenheid van 165 m lengte, die bovendien niet volkomen star is, vereist vrij veel tijd, terwijl de beschikbare periode, dus de tijd waarin de stroomsnelheden tijdens de stroomkentering klein genoeg zijn, met het vorderen van de blokkering van het sluitgat steeds kleiner wordt. De omstandigheden in het sluitgat veranderen naarmate de blokkering verder voortgang vindt. Bij gebruik van zulke grote eenheden vinden deze veranderingen sprongsgewijze plaats, in plaats van geleidelijk zoals bij toepassing van kleinere eenheden. De kans op onaangename verrassingen is dus groter.

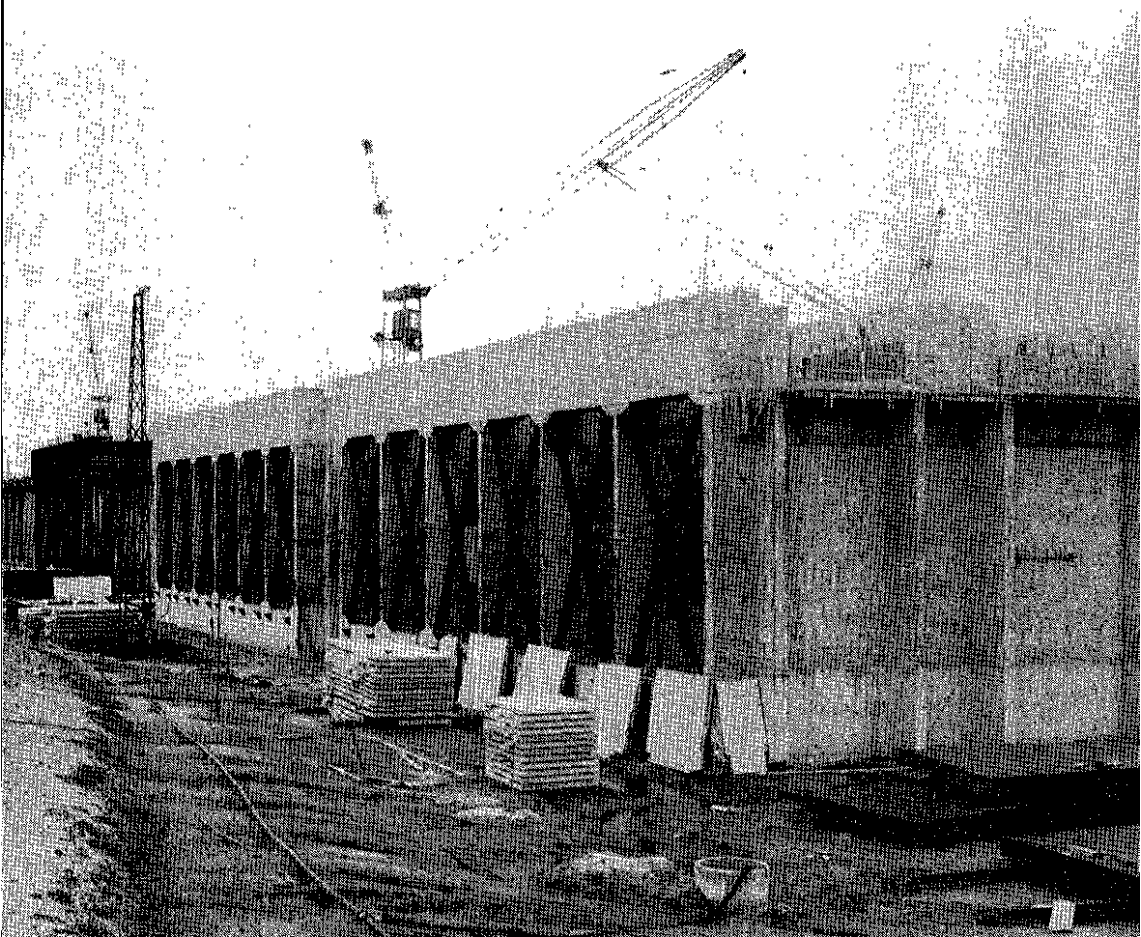
Echter: bij de procedure van een blokkering is het eigenlijke afzinken van de caissons ongetwijfeld de werkzaamheid die de meeste risico's in zich bergt. Bij het afzinken van vijf caissons tegelijk is het aantal keren dat caissons moeten worden geplaatst 7, tegenover 21 keer wanneer zo vaak mogelijk één caisson tegelijk zou worden geplaatst. Als het aantal dagen waarop caissons moeten worden geplaatst geringer is, wordt ook het risico kleiner dat naar ongeschikte dagen moet worden uitgeweken ten gevolge van tegenslag of slecht weer. Wordt er minder dikwijls afgezonken, dan behoeven de overige werkzaamheden aan de caissons, zoals het vullen van de naden tussen de caissons en het maken van aanstoringen tegen onderloopsheden, niet zo vaak te worden onderbroken. Een definitieve keuze van het te volgen programma is nog niet gemaakt.

De volgorde van plaatsing van de caissons in het sluitgat

Zoals in nr. 37 van deze Berichten is medegedeeld zijn de plaats en de afmetingen van het sluitgat zo gekozen, dat de beide stromingen, die afkomstig zijn uit het Nieuwe Robbengat en het Vaarwater naar Oostmahorn, zich zo gunstig mogelijk over het sluitgat kunnen verdelen.

In het model in het Waterloopkundig Laboratorium te De Voorst is onderzocht in hoeverre de verdeling van de stromingen over het sluitgat van invloed is op de volgorde waarin de caissons het beste kunnen worden geplaatst. Uit deze proeven bleek dat er geen voorkeur bestaat voor enig punt in het sluitgat waar de blokkering moet worden aangevangen, maar om in het laatst van de sluitingsperiode een zo regelmatig mogelijk stroombeeld te verkrijgen moet de laatst te sluiten opening iets ten oosten van het midden van het sluitgat liggen, en bij voorkeur niet kleiner zijn dan de lengte van drie caissons. Het bleek namelijk dat de stroomsnelheid tegen het einde van de sluitingsperiode in het dan nog overblijvende gat groter was dan de gemiddelde snelheid door de reeds geplaatste caissons. In een opening ter grootte van één of twee caissons, dus met een breedte van 35 resp. 70 m, zouden de stroomsnelheden tot 4,5 à 5,5 m/sec. oplopen. Bij zo hoge stroomsnelheden treden bij de koppen van de geplaatste caissons zulke krachtige stroomwervels op, dat de steenlaag op de drempel van het sluitgat ernstige schade kan oplopen. Is de breedte van de laatste opening ongeveer 100 m, dus gelijk aan de lengte van drie caissons, dan zal volgens modelproeven de stroomsnelheid maximaal 3,5 m/sec bedragen, hetgeen aanvaardbaar is.

De eerste caissons zijn in rijbouw gereed



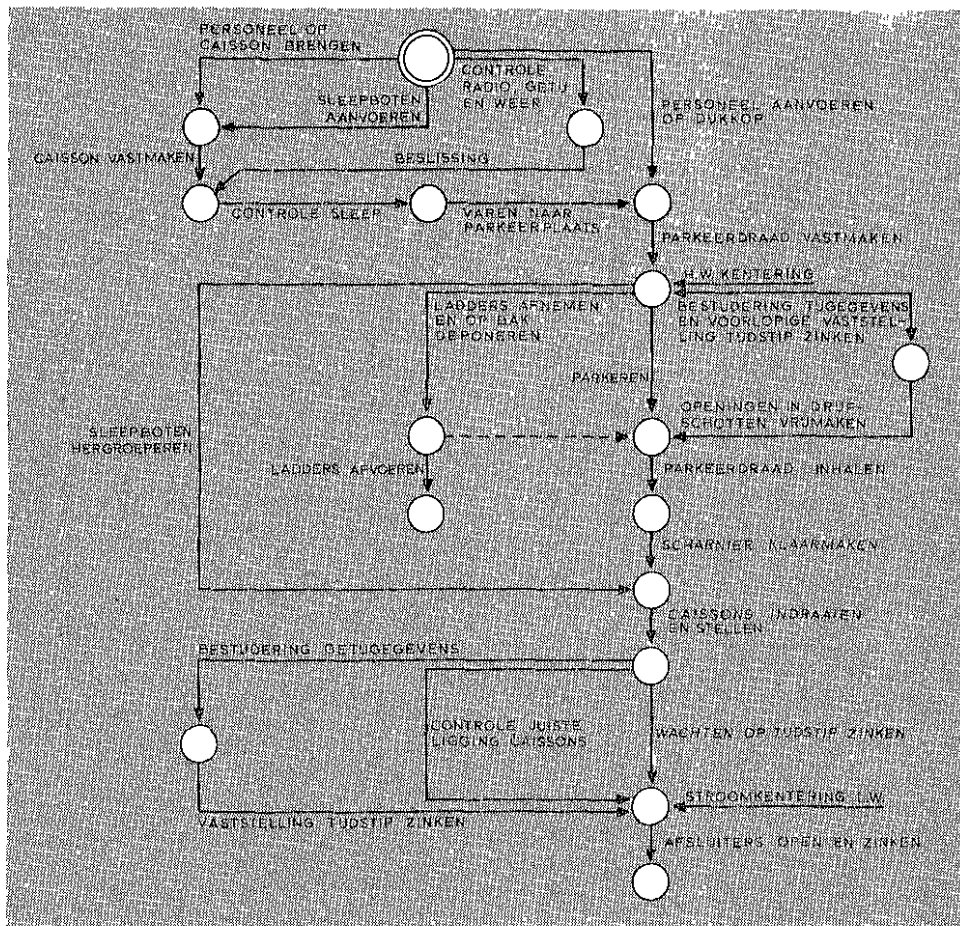
Netwerkplanning

De plaatsing van een caisson in het sluitgat en dus zeker het plaatsen van een eenheid van een aantal gekoppelde caissons is een zo ingewikkelde operatie, dat hierbij niet op improvisatietalent, in hoe ruime mate ook voorradig, mag worden vertrouwd. Een goede planning is een eerste vereiste. Een operatie als de onderhavige leent zich bijzonder voor toepassing van de techniek van netwerkplanning, die de laatste jaren op allerlei gebied steeds meer ingang vindt.

Het uitgangspunt bij deze planningstechniek is, dat er bij de uitvoering van een werk een uit de aard van dit werk noodzakelijke volgorde en samenhang bestaat tussen verschillende onderdelen van de uitvoering. De kap van een woonhuis kan niet eerder worden geplaatst dan nadat de fundering en de muren zijn voltooid. Het netwerk brengt deze samenhang op duidelijke wijze in beeld.

Om het netwerk op te kunnen stellen moet men zich van alle fasen van het werk een

Netwerkplanning toont de samenhang van de verschillende handelingen



helder inzicht verschaffen, waardoor het risico wordt verkleind dat men iets over het hoofd ziet. Wanneer nu de benodigde tijd van alle handelingen bekend is, blijkt uit het netwerk tevens welke opeenvolgende handelingen bepalend zijn voor de duur van het gehele werk. De keten van die handelingen, het zogenaamde 'kritieke pad', moet dus in het oog worden gehouden. Voor de handelingen die niet op het kritieke pad liggen, dus een zekere reserve aan tijd bezitten, kan enige uitloop worden toegestaan.

Wanneer, zoals tijdens een sluiting, vele dingen tegelijkertijd moeten gebeuren, is het netwerk een uitstekend hulpmiddel om de gang van zaken goed voor te bereiden, zodat onder meer van te voren bekend is waar de knelpunten in de organisatie liggen. Dit houdt tevens in, dat men zich er van te voren rekenschap van moet geven welke organisatie nodig is om de planning goed te doen verlopen. Niet alleen moet op de juiste plaats en de juiste tijd voldoende geschikt materiaal en materieel aanwezig zijn, maar ook moet rekening worden gehouden met mogelijke tegenslagen.

Naast alle direct met de plaatsing en afwerking van de caissons samenhangende werkzaamheden zijn er nog een groot aantal andere taken en werkzaamheden die de aandacht vragen. Deze werkzaamheden kunnen worden gesplitst in een aantal groepen. Allereerst worden er tijdens de gehele duur van het werk gegevens verzameld over de omstandigheden waaronder moet worden gewerkt, gegevens over de bodem, waarvoor regelmatig peilingen worden verricht, over waterstanden en stroomsnelheden en meteorologische gegevens over wind, temperatuur en zicht. Op basis van de verzamelde gegevens worden getijberekeningen uitgevoerd en voorspellingen opgemaakt over de loop van het getij waarin caissons worden geplaatst. Een geheel andere taak bestaat in het bijhouden van de planning, wat neerkomt op voortdurende controle van de gang van zaken met het oog op de mogelijke afwijking van de geplande wijze van werken. Uit geconstateerde afwijkingen kan de noodzaak blijken om de wijze van werken aan de mogelijkheden aan te passen. Speciale zorg dient besteed aan het onderhouden van verbindingen. Gezien de afstanden, die tijdens het werk tussen verschillende medewerkers kunnen bestaan, is het nodig gebruik te maken van radioverbindingen.

Onder het hoofd huishoudelijke- en hulpdiensten kunnen worden samengevat al die werkzaamheden die moeten worden verricht om het mogelijk te maken, dat er wordt gewerkt. Daaronder zijn onder meer te verstaan de zorg voor voeding en onderdak van al diegenen die bij het werk betrokken zijn, het ontvangen en rondleiden van belangstellenden en het zorgen voor vervoer zowel te land als te water.

Nauwkeurige taakomschrijving is voor ieder van de betrokkenen noodzakelijk. Om mogelijke verwarring te voorkomen moet het van te voren duidelijk zijn, welke verantwoordelijkheden ieder der betrokkenen draagt wanneer zich bepaalde problemen voordoen. Uitgangspunt van de organisatieschema's zoals die in grote lijn reeds in dit stadium van voorbereiding zijn opgesteld is, dat er tussen de aannemer en de directie van de werken op elk niveau een overlegmogelijkheid bestaat. Dit wordt bereikt door de organisatie bij de aannemer en bij de directie dezelfde vorm te geven. De feitelijke leiding van de uitvoering zal in handen moeten worden gesteld van een uitvoerend toporgaan, dat over alle gegevens beschikt en op grond daarvan zonodig beslissingen kan nemen, die afwijken van de vooraf opgestelde planning. De leden van deze groep zullen bij voorkeur niet door enige taak die onmiddellijk verband houdt met de uitvoering, dienen te worden belast. Zij moeten voortdurend met elkaar in verbinding staan, zodat zij in staat zijn om steeds tijdig het nodige overleg te plegen.

Men bereidt thans verdere uitbouw van de organisatie voor.

A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

Opruiming van de bouwput

In de noordwestelijke hoek van de bouwput is, nadat de asfaltbekleding was opgebroken en een keileemkade was weggegraven, met een cutterzuiger een door-gang gemaakt in de ringdijk. Nadat ze geprofileerd waren zijn de taluds van deze opening beneden N.A.P. verdedigd met kraagstukken, terwijl boven N.A.P. een bekleding van gepetreeerde stortsteen werd aangebracht. De bodem, op N.A.P. - 5 m, is voorzien van een laag grind.

Begonnen is met het wegcutteren van de kruin van de ringdijk.

Voor de cutterzuiger uit wordt het zand boven N.A.P. + 4 m met bulldozers naar binnen geschoven om het bressen gelijkmatiger te laten verlopen. Een hoeveelheid van $\pm 450\,000\text{ m}^3$ zand werd naar de duinaansluiting bij Goedereede geperst.

Met poliepkransen is de bekleding van zandasfalt van de kruin opgebroken en in een depot ten zuiden van de bouwput gebracht. De bescherming tegen golfoploop op de buitenberm, die bestaat uit een stalen damwandscherm met daarvoor een dubbele rij betonnen tetraëders, is verder uitgebouwd.

De beteugelingsdam van hardere mate-

rialen, die destijds tijdens het opspuiten van het terrein was aangelegd om een zich ontwikkelend geultje te bedwingen, en zich nog steeds in de Noordwesthoek van de ringdijk bevond, is met een baggermolen weggebaggerd. De uitkomende materialen, een hoeveelheid van $70\,000\text{ m}^3$, zijn tegen de Voornse oever gestort.

Begonnen is met het uitbaggeren van de bouwhaven en de aanleg van haventaluds. Met een cutterzuiger is het haven-terrein ten zuiden van de bouwhaven weggecutterd tot N.A.P. - 6 m. $100\,000\text{ m}^3$ van het uitkomende zand is naar een stort ten zuiden van de vissershaven geperst, en van de overige $150\,000\text{ m}^3$ werd een zandlichaam voor de overbrugging van het Zuiderdiep gespoten.

Plateau en werkweg op het strand van Voorne

De werken zijn op 1 mei opgeleverd. In de verslagperiode werden voor de strandbezoekers drie bruggen over de weg gebouwd.

Baggerwerk en oevervoorzieningen in de Zuiderdiepboezem

De werken werden, behoudens de doorgraving van de bouwput voor de overbrugging van het Zuiderdiep, op 1 mei opgeleverd.

De kunstwerken in het Zuiderdiep

Van de overbrugging over het Zuiderdiep kwamen het betonwerk van de kleine en grote brug vrijwel gereed. Begonnen werd met het plaatsen van leuningen en vangrails op beide brugdekken.

Van de toekomstige onderwatertaluds moet de bekleding nog enkele meters worden verlengd; de bovenwatertaluds moeten nog onder profiel worden gebracht en met keien bestraat. Daarna kan worden begonnen met de verdere afwerking van het betonwerk en het opruimen van de bouwput.

Bij het viaduct is een aanvang gemaakt met de opbouw van de ondersteuningsconstructie voor het maken van het rijdek. De werkzaamheden aan de uitwateringsluis vorderen gestadig. Van de acht sluismoten zijn er vijf gereed. Van de drie overige moten zijn de vloeren gestort.

Van de ruim 10 000 m³ in de bruggen, het viaduct en de sluis te verwerken beton werd tot nu toe ca. 8 000 m³ gestort.

Volkerak

De schutsluizen

De bewegingswerktuigen voor de sluisdeuren in de buitenhoofden zijn gemoniteerd en van hun elektrische installatie voorzien. In de middenhoofden zullen deze voorzieningen pas later worden aangebracht. De basculebruggen zijn van bewegingswerken voorzien. Er werd een aanvang gemaakt met het aanbrengen van de nautische beseining en de verdere inrichting van de voorhavens.

Geleidewerken en wachtplaatsen

In beide voorhavens kwamen de vaste en de drijvende geleidewerken geheel gereed. Nu moeten alleen aan de zijde van het Volkerak de dukdalven voor de duwvaart en voor de conventionele vaart

nog worden geheid. In beide voorhavens zullen ligplaatsen worden gemaakt voor schepen met ontplofbare of licht ontvlambare lading, en drijvende aanlegplaatsen voor de pleziervaart.

Caissonbouw

Van dertien caissons kwamen in de verslagperiode de vloeren van de onderbakken gereed. Op vijf van die vloeren zijn de twee meter hoge balken van het roosterwerk gestort. Voortgegaan werd met het stellen van de tien meter hoge diagonaalverbanden en schuifgeleidingen. Van één caisson werden de portalen gestort die de verbinding vormen tussen de onder- en de bovenbak. Deze zogenaamde derde storten zijn zeer bewerkelijk omdat ze zo hoog moeten worden uitgevoerd. Om niet achter te raken op het tijdschema heeft de aannemer een vierde bouwkraan in gebruik genomen. De levering van 2000 ton stalen onderdelen verloopt naar wens. Een begin werd gemaakt met de vervaardiging van de aan de zijanten van de caissons te plaatsen waterdichte drijfschotten van vurenhout.

Het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhaven

De schermдам is geheel gereedgekomen. Aan de havendam dient alleen nog enig basalt gezet te worden rond de kop; verder moet daar nog grondwerk worden verricht voor de kleibelopen en voor de afdekking met teelaarde van de toekomstige windsingel. Aan de oostzijde nadert de opbouw van de havenol met aansluitende glooiingen zijn voltooiing. Ook hier moet nog basalt worden gezet. De stortlaag van maassteenslag is er aangebracht.

Het haventerrein zelf dient nog gedeeltelijk geprofileerd en met teelaarde te wor-

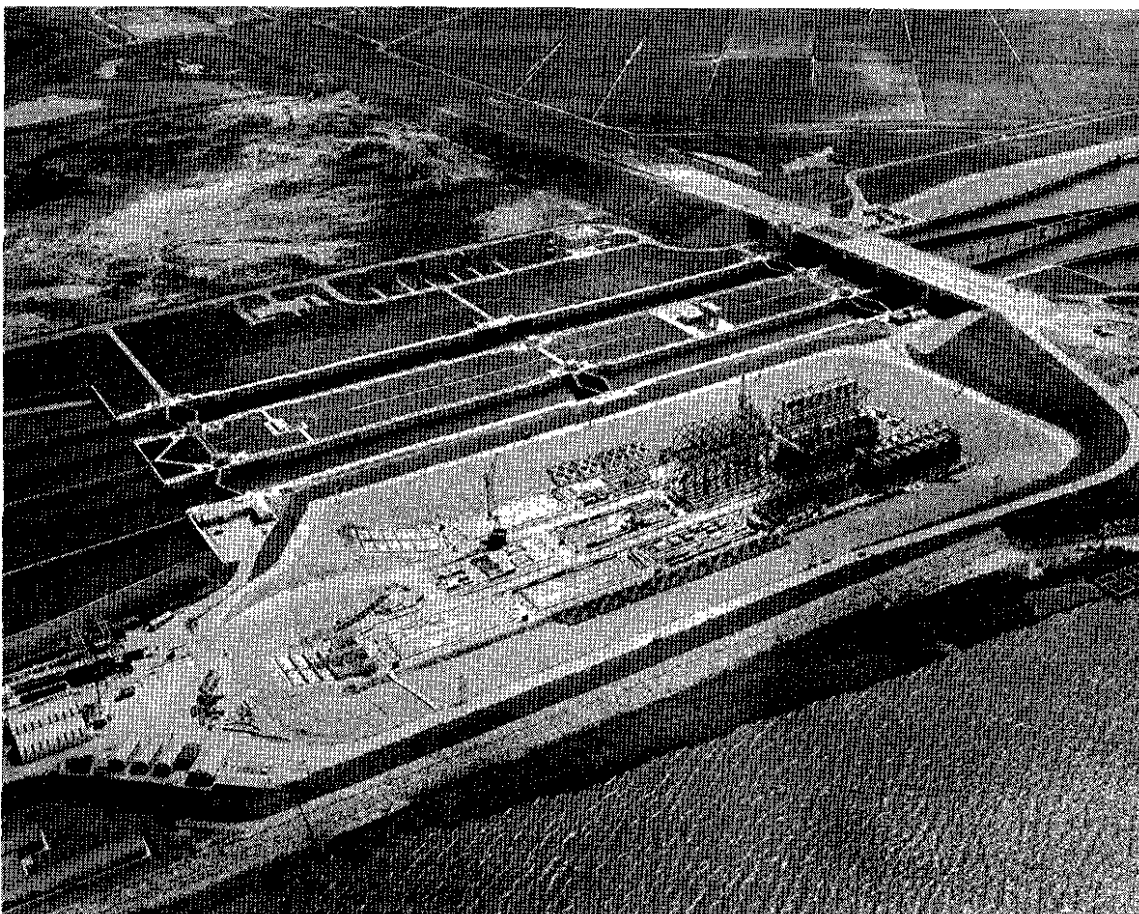
den afgedekt. Het werk zou wel binnen de gestelde termijn opgeleverd kunnen worden, ware het niet dat het baggerwerk voor de scheepvaart niet klaarkomt: de hoeveelheden zijn veel groter geworden doordat er belangrijke aanzandingen zijn opgetreden. Er moet nu nog 150 000 m³ specie worden gebaggerd in de mond van de geul bij Dintelsas, en dan moet er nog 150 000 m³ aangezande specie worden verwijderd.

In het zuidelijk havenbekken is nog 120 000 m³ baggerwerk te verrichten, waarmee men verwacht op 1 september gereed te komen. De aannemer heeft uitsstel van oplevering gevraagd tot 1 december 1967.

Wegen in de buitenpolder Maltha

Het werk is op 1 juni 1967 voor de eerste maal opgeleverd en goedgekeurd, nadat

Overzicht van de bouw van de doorlaatcaissons in het bouwdok bij het schutsluizencomplex in het Volkerak



de aannemer in verband met de minder gunstige weersomstandigheden nogmaals uitstel van oplevering was verleend tot 3 juni 1967.

Brouwershavensche Gat

Het damvak op de Kabbelaarsbank

Afgezien van de oppervlaktebehandeling van de asfaltbekleding en van het inzaaien van een deel van de kleibekleding, is het damvak voltooid; de overblijvende werkzaamheden worden nu uitgevoerd. Langs de oost- en zuidzijde van de werkhaven wordt nog steeds gewerkt aan de aanleg van een stenen dam, die tevens dienst doet als depot van stortsteen 10/300 kg.

In de verslagperiode werden in en bij de haven geleidewerken voor de scheepvaart gemaakt. Dit onderdeel werd door de firma A. van der Straaten te Hansweert uitgevoerd voor een bedrag van f 98 500,-

Verlenging van het damvak op de Middelpaalt

In mei werd een begin gemaakt met de verlenging van het damvak op de Middelpaalt in zuidelijke richting over een lengte van 160 m. Om een goede aansluiting van het nieuwe op het reeds gemaakte werk te verkrijgen werden de taludbekleding en de teenvoorzieningen van en langs de zuidelijke dijkop van het damvak op de Middelpaalt opgebroken.

Door de profielzuiger 'Sliedrecht XV', met een zuigbuisdiameter van 70 cm, werd zand gewonnen in de ingang van de haven op de Middelpaalt. Al het benodigde zand is reeds opgespoten. Ook de mijnsteenperskaden en de damwand van de teen aan de zeezijde zijn klaar.

Bodembescherming in de zuidelijke geul van het Brouwershavensche Gat

In mei werd begonnen met het aanbrengen van de bodembescherming. Aansluitend aan de kop van het verlengde damvak op de Middelpaalt en tegen de Schouwense oever werd reeds een gedeelte van de kraagstukken aangebracht. Na de bouwvakvakantie zal met het aanbrengen van de in de stroomrichting liggende stukken worden begonnen.

In de maand juni werden de funderingen van de pijlers van de kabelbaan aangebracht. Het werk werd door de Combinatie Brug Oosterschelde te Kats voor een bedrag van f 1 665 000,- uitgevoerd.

De constructie is gelijk aan die welke werd toegepast bij de bouw van de Oosterscheldebrug. Elke pijler bestaat uit drie putten met daarop een koppelstuk of caisson; alles is uitgevoerd in voorgespannen beton.

De putten hebben een diameter van 4,25 m. De bovenkant van de funderingen ligt op N.A.P. + 3 m, de onderkant van de meest zuidelijke pijler op N.A.P. - 45,50 m; de bodem ligt ter plaatse van deze pijler op N.A.P. - 21 m; de onderkant van de meest noordelijke pijler is op N.A.P. - 43,30 m gelegen, terwijl de bodem ter plaatse op N.A.P. - 13 m ligt.

Dok voor de bouw van doorlaatcaissons bij Nieuw Bommenede

In april werd met het aanleggen van het dok begonnen. Het werk werd aan de N.V. 'Dijksbouw' opgedragen voor de somma van f 2 910 745,-. Begonnen werd met het baggeren van de haveningang; vervolgens werd een caisson geplaatst die gebruikt zal worden als loswal. Er werd een hoeveelheid schorklei ontgraven, en de zinkstukken en de mijnsteen voor de te maken perskaden werden aangevoerd.

Een ter plaatse van de noordelijke ringdijk van de bouwput lopende geul werd

afgesloten. Zand werd gewonnen in de te ontgraven put en in de haventoeegang door middel van de cutterzuiger 'Linquenda II' met een zuigbuisdiameter van 65 cm.

Oosterschelde

De werkhaven Schelphoek

De aanleg van de werkhaven begon met een grote hoeveelheid baggerwerk. Voor dat werk werden twee baggermolens aangevoerd, de 'Holland VII', met een emmerinhoud van 300 liter, en de 'De Kil', met een emmerinhoud van 235 liter. De 'Holland VII' begon met baggeren voor de grondverbetering ter plaatse van de westelijke havendam, en de 'De Kil' met het opruimen van funderingsresten van een boerderij bij de oostelijke havendam. Nadat deze funderingsresten waren opgeruimd, werd ook de 'De Kil' ingezet voor het baggeren ten behoeve van de grondverbetering ter plaatse van de westelijke havendam, en later ter plaatse van de schermdam. Half april begon de 'Holland VII' de grondslag voor de westelijke loswal op diepte te baggeren. De opgebaggerde specie werd of in de oosthoek van de Schelphoek of in de Hammen geklapt. Inmiddels werd met de begin april aangevoerde bakkenzuiger 'Nieuwpoort V' zand geperst in de oostelijke havendam. Begin mei werd de zuiger verplaatst en begon hij met zand te persen voor de westelijke havendam. Nadat de geklapte mijnsteenlaag door de baggermolen 'Holland VII' was vlakgebaggerd, werd medio mei de uit zes eenheidscaissons bestaande loswal geplaatst. Door een drijvende kraan werden de caissons met zand gevuld, en begin juni werden de opzetstukken op de caissons geplaatst. Op 20 juni was het baggerwerk voor de grondverbeteringen gereed, en kon met het opschonen van de haven nabij de schermdam worden begonnen. De mijn-

steen ter plaatse van de oostelijke teen van de westelijke havendam werd met behulp van de drijvende kraan aangebracht. Aan de westelijke teen van deze dam wordt de mijnsteen met vrachtauto's uitgereden. Op twee van de drie daarvoor aangewezen plaatsen werd een aantal elektrische waterspanningsmeters geplaatst.

D. De werken tot indijking van de Lauwerszee

De versterking van de zeedijk van de Anjumer- en Liessenserpolder vorderde snel in de verslagperiode. Het persen van zand zal binnenkort voltooid zijn. Met het aanbrengen van de asfaltbekleding is een aanvang gemaakt.

Bij de uitwateringssluizen is het betonwerk gereed en zijn de hefdeuren geplaatst. Begonnen werd met de montage van de bewegingswerken voor de deuren. Ook de bouw van de schutsluis is zover gevorderd, dat de bewegingswerken van de puntdeuren geplaatst kunnen worden.

De caissonbouw blijft volgens het voorgenomen schema voortgaan. Van alle zesentwintig caissons is de onderbak gereed. Van zes caissons behoeven alleen de bovenvloeren nog te worden aangebracht.

De vorm en de afmetingen van de nieuwe sluis te Dokkumer Nieuwe Zijlen tekenen zich reeds nu duidelijk af. De vloer is volledig gestort; van het brughoofd zijn ook de wanden gereed.

Voor het aanbrengen van de zinkstukken van de bodembescherming aan weerszijden van het sluitgat is een methode ontwikkeld, waarbij voor het aanbrengen van de stortsteen die het zinkstuk naar de bodem moet brengen, gebruik wordt gemaakt van de steenstorter 'Lauwerszee'. Deze methode is zeer doeltreffend gebleken, zodat het zinkprogramma van dit jaar snel en zonder moeilijkheden voortgang kan vinden.

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

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
DED 850	25 oktober 1966	Het maken van wegen in de buitenpolder Maltha met bijkomende werken in de gemeenten Willemstad, Fijnaart en Heyningen
DED 852	17 augustus 1966	Het leveren van stortsteen ten behoeve van het maken van het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
DED 854	22 augustus 1966	Het vervaardigen en leveren van een bovenbouw op zes plaatstalen drijvers voor een boorvlot
DED 855	15 juli 1966	Het vervaardigen en leveren van Enkalondoeck ten behoeve van het dijkvak op de Kabbelaarsbank
DED 856	10 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 857	5 september 1966	Het verrichten van werkzaamheden voor het onderzoek van doorlaatcaissons
DED 859	25 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen voor de afsluiting van het Brouwershavensche Gat
DED 860	25 mei 1966	
DED 861	31 mei 1966	Het leveren van rijsmaterialen t.b.v. het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad
DED 862	2 juni 1966	
DED 863	2 juni 1966	
DED 864	2 juni 1966	
DED 865	2 juni 1966	
DED 866	2 juni 1966	
DED 869	25 oktober 1966	Huur van een pand te Zierikzee ten behoeve van de opslag van materiaal van de afdeling Waterhuishouding van de Deltadienst
DED 874	21 juli 1966	Leveren van rijsmaterialen ten behoeve van het tweede gedeelte van de zuidelijke voorhaven van de Volkeraksluizen te Willemstad
DED 877	5 september 1966	Het verrichten van werkzaamheden voor het onderzoek van grondmonsters
BR 2720b	6 juli 1966	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen voor de elektrische installatie t.b.v. de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 2891b	16 september 1966	Aanvulling van overeenkomst BR 2891 voor het vervaardigen en leveren van 68 gieken c.a. ten behoeve van de bewegingswerken voor de segmentschuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 2892b	16 september 1966	Aanvulling van overeenkomst BR 2892 voor het vervaardigen en leveren van 68 trekstangen c.a. giek-segmentschuif en 68 trekstangen c.a. giek-hydraulisch bewegingswerk ten behoeve van de bewegingswerken voor de segmentschuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 3040c	24 december 1965	Het vervaardigen en leveren van staalconstructies ten behoeve van 34 stuks segmentschuiven voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3040d	2 september 1966	idem
BR 3087a	12 augustus 1966	Aanvulling van overeenkomst BR 3087 voor het vervaardigen en leveren van smeedstalen assen en het bewerken van diverse onderdelen voor de draaipunten van de schuiven aan de zeezijde van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 3266b	30 september 1966	Het assembleren en conserveren van de staalconstructies van 17 stuks segment-schuiven zeezijde voor de afsluiting van het Haringvliet
BR 3757	10 mei 1966	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van verwarmingsselementen c.a. t.b.v. de verwarming van de 17 schuiven (rivierzijde) van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 3818	21 april 1966	Het vervaardigen en leveren van klembouten compleet met één moer en twee volgringen per bout t.b.v. de versterking van spanten V voor de zee- en rivierzijde van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 3834	2 mei 1966	Het leveren van afsluiters met bijbehorende losse handwielen t.b.v. eenheidscaissons
BR 3884	5 juli 1966	Het gedeeltelijk demonteren c.a. van de kabelbaan aan de Grevelingendam

eltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

Aannemingsom	Aannemer
f 702 100,—	Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld
eenheidsprijzen	N.V. Handelsmij. Arnold Maassen te Maastricht
f 14 454,25	Havehast Fabrieken N.V. te Stadskanaal
eenheidsprijzen	Nico ter Kuile en Zonen N.V. te Neede
eenheidsprijzen	N.V. Aannemersbedrijf Jac. v. d. Vlies te Sliedrecht
—	Instituut T.N.O. voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies te Rijswijk Z.H.
eenheidsprijzen	fa. A. J. van Loon te Drimmelen
eenheidsprijzen	fa. Gebr. Dubbeldam te Lage Zwaluwe
eenheidsprijzen	N.V. W. van Wijngaarden te Sliedrecht
eenheidsprijzen	fa. A. J. van Loon te Drimmelen
eenheidsprijzen	C. T. den Breejen te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam
eenheidsprijzen	P. C. Klein te Willemstad
eenheidsprijzen	C. J. Versluis te Lexmond
—	L. J. van Houten te Zierikzee
eenheidsprijzen	E. H. van Hoff te Woerden
eenheidsprijzen	Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek
f 8 440 395,—	Heemaf N.V. te Hengelo
f 102 000,—	Nederlandsche Dok- en Scheepsbouw Mij te Amsterdam
f 34 000,—	Nederlandsche Dok- en Scheepsbouw Mij te Amsterdam
f 356 856,—	Werkspoor N.V. Bedrijf te Utrecht
Gewijzigd van f 33 886 466,— in f 37 669 786,—	Werkspoor N.V. Bedrijf te Utrecht
f 348 365,—	N.V. Werkspoor Amsterdam
Gewijzigd van f 12 716 300,— in f 13 672 068,—	Werkspoor N.V. Bedrijf te Utrecht
f 449 000,—	Lubbers' Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' N.V. te Krimpen a/d IJssel
f 10 720,50	Everts en van der Weyden N.V. te Helmond
f 15 580,—	N.V. Econosto te Rotterdam
f 496 460,—	F. Kloos en Zonen's Werkplaatsen N.V. te Kinderdijk

Nummer van de overeenkomst	Datum	Omschrijving
BR 3769a	20 december 1965	Het schilderen c.q. conserveren van diverse onderdelen van de schutsluis en de uitwateringssluizen in het Haringvliet nabij Hellevoetsluis
BR 3903	17 augustus 1966	Het schilderen van de dubbello basculebrug en enige nader te beschrijven onderdelen van het sluiscomplex in het Volkerak nabij Willemstad
DED-819	11 november 1966	Het maken van een plateau op het strand van Voorne en het maken van een verbindingsweg tussen het plateau en de werkhaven van Hellevoetsluis in de gemeente Hellevoetsluis
DED-875	5 december 1966	Het maken en leveren van een aluminium motorvlet met toebehoren
BR 3039a	21 november 1966	Wijziging van de overeenkomst BR 3039 voor het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een ophaalbrug met elektro-mechanische bewegingsinrichting over de schutsluis in het Haringvliet
BR 3388b	19 december 1966	Wijziging van overeenkomst BR 3388, voor het vervaardigen en leveren van aanvullende onderdelen en het opstellen van de bewegingswerken voor de segmentschuiven van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 3939	12 oktober 1966	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren diagonaalverbanden en pijpen voor afsluiters c.a. ten behoeve van de doorlaatcaissons voor het Volkerak
BR 3940	13 oktober 1966	Het vervaardigen en leveren van in te betonneren schuifgeleidingen c.a. ten behoeve van de doorlaatcaissons voor het Volkerak
BR 3985	30 november 1966	Het vervaardigen en leveren van stalen bolders en roestvrijstalen bouten en ringen ten behoeve van pijlers C, D en E van de kunstwerken in het Zuiderdiep
BR 3994	19 december 1966	Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een roestvrijstalen smeeroletank ten behoeve van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 4002	13 december 1966	Het wijzigen c.q. vervangen van onderdelen voor de stalen deuren en kozijnen c.a. voor pijlers en landhoofden ten behoeve van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 4012	8 december 1966	Het vervaardigen en leveren van 34 buffers (zeezijde) ten behoeve van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
BR 4024	21 november 1966	Het ter beschikking stellen van personeel en materieel voor het bewerken van ca. 3 270 m ³ azobéhout ten behoeve van de toeleidingswerken voor de schutsluizen in het Volkerak
SS 414 SS 414a	24 september 1966	Het schoonmaken, vullen en afdichten van voegen in de pijlervooten en bodemvoegen van de uitwateringssluizen in het Haringvliet
SS 454	10 oktober 1966	Het maken van doorlaatcaissons en landhoofdcassons in gewapend beton, met bijkomende werken in een bouwput, gelegen in de gemeente Willemstad
DED 423a	20 januari 1967	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 423 voor het verhuren en huren van een perceelgedeelte te Schiedam
DED 781a	17 april 1967	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 781 voor het huren van de motorsleepboot 'Zuidvliet' mede ten behoeve van de uitvoering van duikwerk
DED 832a	13 april 1967	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 832 voor het ontwerpen van een boladingsinrichting voor een dambouwschip
DED 848	11 januari 1967	Huur van een dieselpomp ten behoeve van de uitwatering van een gedeelte van het grondgebied van de Vereniging van Aanwassen onder Fijnnaart in de gemeente Willemstad
DED 849a	15 maart 1967	Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst DED 849 voor de levering van mijnsteen ten behoeve van de Volkerakwerken te Willemstad
DED 853	15 juni 1966	Overeenkomst tussen de Staat der Nederlanden en Spido, inzake het verzorgen van voorlichting met betrekking tot de uitvoering van de Deltawerken en het vervoer van bezoekers naar de afsluitingswerken in het Haringvliet
DED 858	30 september 1966	Het in gebruiknemen gedurende het tijdvak van 1 december 1958 tot 1 december 1966 van een terrein ten behoeve van de uitbreiding van het arbeiderskamp 'Het Groote Weergors'
DED 879	16 januari 1967	Levering van mijnsteen ten behoeve van de uitvoering van de Deltawerken

Aannomingsom	Aannemer
f 361 250,—	N.V. Schildersbedrijf J. Th. Mansveld en Zonen te Utrecht
f 68 400,—	Schilderswerken Otjens en Zn. te Terheyden (N.Br.)
f 2 360 000,—	Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis
f 36 200,—	Verhoef Aluminium Scheepsbouwindustrie en Metaalwarenfabriek N.V. te Aalsmeer
—	Boele's Schoepswerven en Machinefabriek N.V. te Bolnes
—	Gusto Staalbouw N.V. Werf Gusto v/h firma A. F. Smulders te Schiedam
f 561 900,—	Lubbers' Constructiewerkplaats en Machinefabriek 'Hollandia' N.V. te Krimpen a/d IJ.
f 437 200,—	Koninklijke Fabrieken Penn en Bauduin N.V. te Dordrecht
f 11 415,—	Constructiebedrijf M. J. Stekelenburg te Middelharnis
f 10 375,—	Gusto Staalbouw N.V. Werf Gusto v/h firma A. F. Smulders te Schiedam
f 48 283,—	N.V. Eland-Brandt te Amsterdam
f 27 750,—	Koninklijke Fabrieken Penn en Bauduin te Dordrecht
f 62 400,—	Van Splunder's Aanneming Mij. N.V. te Ridderkerk
f 47 553,—	Imbema-Holland N.V. te Haarlem
f 7 922 000,—	N.V. Nederlandsche Betonmaatschappij Bato te 's-Gravenhag
—	Burgemeester der Gemeente Schiedam
verrekenprijzen	C. P. Noordhoek te Goes
verrekenprijzen	Werktuigkundig Adviesbureau Kubbe N.V. te Amsterdam
verrekenprijzen	P. C. Klein te Willemstsd
eenheidsprijzen	Utroma N.V. te Arnhem
—	Nederlandsche Stoomsleepdienst v/h P. Smit jr., afd. Havendienst Spido te Rotterdam
—	Waterschap 'De Brielse Dijkkring' te Brielle
eenheidsprijs	Staatsmijnen in Limburg te Heerlen

