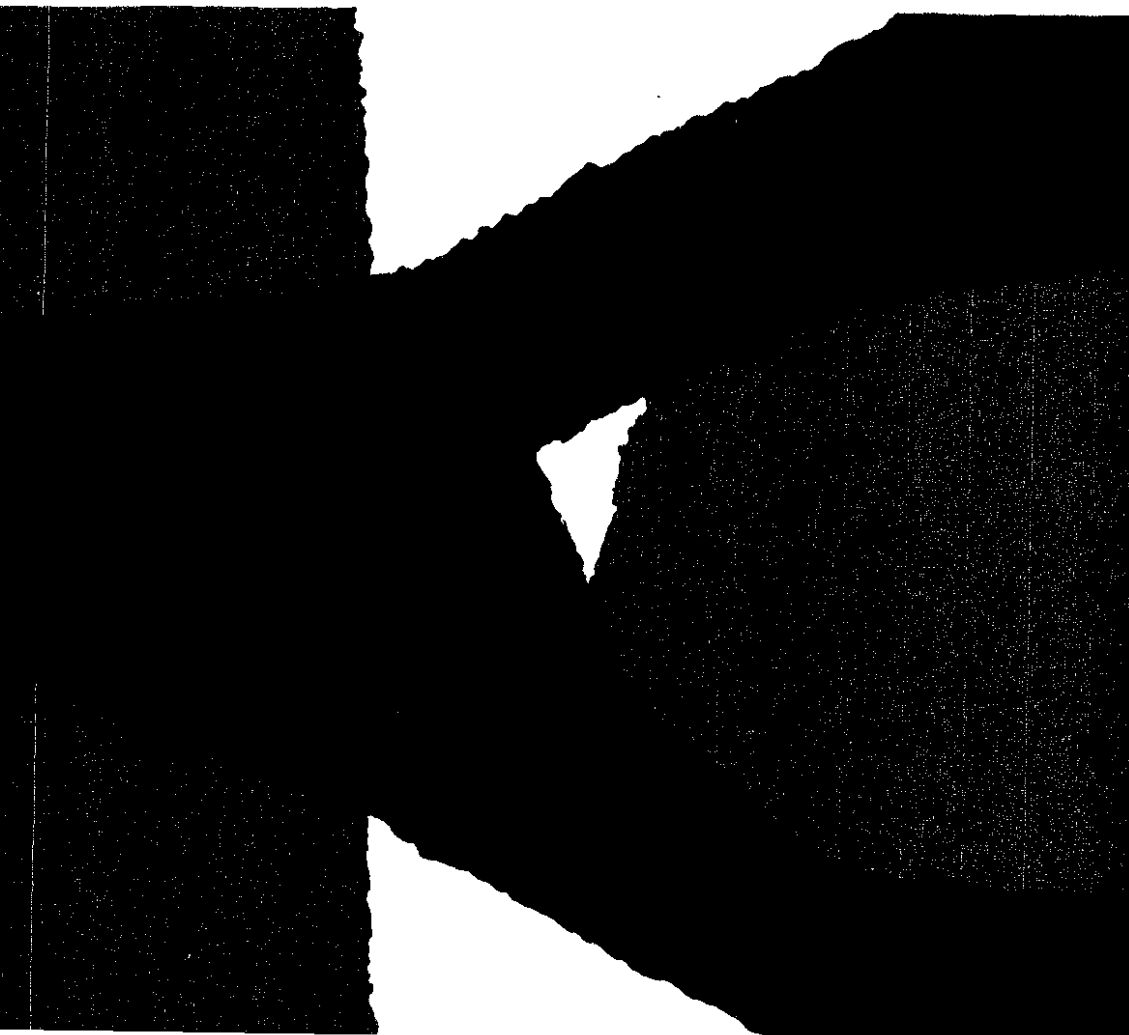


Driemaandelijks Bericht
nummer 68, mei 1974

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 15,- per jaar
of f 4,- per nummer

Het rapport van de commissie Oosterschelde 377

Landschapsecologisch onderzoek op de Slikken van Flakkee II 379

A. De werken van het Deltaplan

Dichtheidsonderzoek in de Oosterschelde 386

Basis- en ontwerppeilen in het beneden-rivierengebied 396

Duiken voor de Deltawerken 400

De waterbeweging in het noordelijk Delta-gebied sinds de afsluiting van het Haringvliet 406

Fotogrammetrische kusthoogtemetingen langs de Nederlandse Noordzeekust 413

Het gemaal 'Witte Brug' te Goedereede 415

D. De werken tot afsluiting van de Lauwerszee

De ontzilting van het Lauwersmeer 418

Vorderingen 425

Het rapport van de Commissie Oosterschelde

In Bericht 65 (augustus 1973) werd mededeling gedaan van de voorgenomen instelling van een commissie, die – kort geformuleerd – aan de Minister van Verkeer en Waterstaat zou rapporteren en adviseren omtrent de mogelijkheden om de veiligheids- en milieuaspecten die bij de Oosterscheldewerken in het geding zijn, beide op optimale wijze tot hun recht te doen komen door een alternatief voor de in het Deltaplan voorziene afsluiting van de Oosterscheldemonnd.

Tot voorzitter van de Commissie Oosterschelde, die op 15 augustus 1973 door de Minister werd geïnstalleerd, werd benoemd mr. J. Klaasesz, oud-commissaris der Koningin in de provincie Zuid-Holland;

tot lid:

prof. dr. P. G. Fohr, hoogleraar in de watervoorziening te Wageningen;

prof. ir. J. L. Klein, oud-buitengewoon hoogleraar in de waterbouwkunde te Delft;

prof. dr. P. Korringa, directeur van het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek;

prof. dr. D. J. Kuenen, directeur van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer;

ir. F. H. van der Linde van Sprankhuizen, directeur van de Provinciale Planologische Dienst van Gelderland;

prof. P. de Wolff, hoogleraar in de wiskundige economie te Amsterdam, en
tot secretaris

G. Terluin, oud-directeur van de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland.

In het instellingsbesluit werd vastgelegd, dat de commissie uiterlijk 6 maanden later, dat wil zeggen medio februari 1974 haar rapport zou uitbrengen.

Inderdaad is het de commissie gelukt haar rapport tijdig gereed te hebben; de officiële aanbieding ervan kon op 1 maart plaatsvinden.

Blijkens het rapport heeft de Commissie Oosterschelde tal van alternatieven en varianten tegen elkaar afgewogen. Voor het merendeel betroffen deze varianten combinaties van zoete en zoute bekkens, de laatste al dan niet met getijbeweging.

Een duidelijke voorkeur is door de commissie uitgesproken voor een plan dat – zonder onderbreking van de getijbeweging in de eigenlijke Oosterschelde – zou resulteren in een dam met afsluitbare stormvloedkering in de Oosterscheldemonnd, bij voorkeur aangevuld door twee secundaire dammen met schutsluizen: een in het Keeten en een in het oostelijk deel van de Oosterschelde tussen de oesterbanken bij Yerseke en de *nieuwe Schelde-Rijnverbinding*.

Het plan zou zodanig moeten worden uitgevoerd dat het getij weliswaar zou blijven bestaan, maar toch zou worden afgedempt tot een gemiddeld tijverschil van 1,8 m ter hoogte van de mosselverwaterplaatsen bij Yerseke, terwijl de stormvloedstanden achterin het Oosterscheldebekken met ongeveer 70 cm zouden worden verlaagd.

Als voornaamste voordelen van dit plan ziet de commissie: dat de vermindering van de verticale getijbeweging de veiligheid van de door de Oosterschelde bespoelde gebieden voldoende zal verzekeren zonder verhoging van de bestaande dijken;

dat het bestaande bijzonder waardevol geachte getijdemilieu in het grootste gedeelte van de Oosterschelde gehandhaafd zal blijven; dat de oester- en de mosseltoelt in stand

zullen kunnen worden gehouden en dat de sportvisserij onder optimaal gunstige omstandigheden voortgang zal kunnen vinden. Hiertegenover staat onder andere dat de voltooiing van een dergelijk plan aanzienlijk meer tijd en geld zou vragen dan de afsluiting van de Oosterscheldemonnd op de wijze die in het Deltaplan is voorzien. De commissie heeft geraamd dat de bouw van de stormvloedkering, die men zich voorstelt als bestaande uit een groot aantal beneden het laagwaterpeil aangebrachte afsluitbare kokers, een tijdsduur zou vergen van tien à vijftien jaar. De meerdere uitgaven ten opzichte van het oude plan raamt men op 1,6 miljard gulden. Voorts zou een dam door het Keeten een belemmering voor de scheepvaart betekenen omdat deze een sluis meer zou moeten passeren.

Hoewel de commissie een duidelijke voorkeur heeft uitgesproken voor de door haar aanbevolen variantoplossing, wijst zij er in haar rapport op dat aanvullend onderzoek door anderen niet zal kunnen worden ontbeerd, gezien de korte tijd die haar voor studie ter beschikking stond.

Ze ontkent ook niet dat de technische verwerkelijking van het plan bepaald moeilijker zal zijn dan het oorspronkelijke afsluitingsplan en dat het de waterbouwkundigen voor grote problemen zal stellen. Hoewel een dergelijk project voor hen een uitdaging kan betekenen, zou een grondige studie aan een definitief ontwerp vooraf moeten gaan opdat

thans mogelijk nog onvoorziene problemen tijdig kunnen worden onderkend. Omdat, volgens de commissie, de aanvaarding van het plan waarschijnlijk niet inhoudt dat de Deltawet moet worden gewijzigd, zal een langdurige procedure die als regel aan een wetswijziging voorafgaat achterwege kunnen blijven, en dus geen verdragende factor vormen bij het nemen van een definitieve beslissing omtrent de wijze waarop aan het Deltaplan zijn afronding zal worden gegeven. Met een voorbereidende studie is door de aannemer van het afsluitingswerk in samenwerking met het Waterbouwkundig Laboratorium reeds een aanvang gemaakt, terwijl uiteraard ook de Rijkswaterstaat zich over de nieuwe problemen heeft gebogen.

Intmiddels is het rapport van de Commissie Oosterschelde door de Minister voorgelegd aan de Raad van de Waterstaat en aan de provinciale besturen van Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Brabant en aan enkele nauw betrokken waterschappen.

Hun is verzocht binnen drie maanden hun oordeel te geven over het door de commissie aanbevolen plan. Nadat vervolgens het kabinet zijn standpunt zal hebben bepaald, zal de volksvertegenwoordiging daarvan zeer spoedig kennis kunnen nemen.

Het valt te verwachten dat we te zijner tijd in deze Berichten op het verdere verloop en op nadere details van de te kiezen oplossing terug zullen komen.

Dit is het tweede en laatste deel van een samenvattend overzicht over het landschapsecologisch onderzoek op de Slikken van Flakkee, waarvan het eerste deel verscheen in Bericht 86 (november 1973).

Het beschreven onderzoek, dat wordt uitgevoerd vanwege de Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders gezamenlijk, vindt natuurlijk nog steeds voortgang. De mededelingen die we er hierover doen berusten voornamelijk op een medio 1973 verschenen interimrapport aangaande de uitgevoerde werkzaamheden. Er zijn bovendien nog enkele gegevens verwerkt die sedertdien uit het onderzoek naar voren zijn gekomen. In dit tweede deel komen naast de flora en fauna van het gebied tevens de integratie en de evaluatie aan de orde.

Vegetatiekundig kan men, afgaande op de toestand in 1972, de Slikken van Flakkee in enkele hoofdgebieden verdelen, namelijk in voormalige slikken, voormalige schorren, de overgangszone tussen die beide, en de omkade schorren die inmiddels tot weiland of tot cultuurland zijn geworden.

Vóór het wegvallen van het getij door de afdamming van het Brouwershavense Gat kwam op het periodiek overspoelde deel van de voormalige slikken voornamelijk Zeekraal (*Salicornia Europea*) voor, terwijl zich op hier en daar voorkomende kleine verhogingen Schorrekruid (*Suaeda maritima*) had gevestigd. De bedekkingsgraad van beide soorten was doorgaans zeer gering. Op de niet overspoelde gedeelten van de Slikken werd daarnaast ook Engels slijkgras (*Spartina x townsendii*) aangetroffen.

Om verstuving te voorkomen werd een deel van de slikken sedert de vorming van het Grevelingenmeer geëgd en ingezaaid met een mengsel van gras- en graanzaden. Daarbij zijn in deze terreinen naast de ingezaaide granen en grassen ook verscheidene onopzettelijk van elders aangevoerde zaden tot ontkieming gekomen. Het moet nog afgewacht worden of de nieuw aangetroffen soorten hier of elders in het terrein een geschikt milieu zullen vinden, en er zich zullen kunnen handhaven. Dat geldt ook voor plantensoorten die in opgestoven zand zijn ingevangen en daar vervolgens ontkiemden. Mogelijk zullen ze geschikte standplaatsen vinden in het veranderde basismilieu. De overgangszone tussen voormalige slikken en schorren wordt vooral gekenmerkt door zogenaamde spartina-duintjes, poelen Engels slijkgras waaruit door intuïtief zand kleine duintjes zijn ontstaan.

Landschapsecologisch onderzoek op de slikken van Flakkee

Op en tussen deze duintjes bleken bij de tellingen van 1972 ongeveer 60 plantensoorten ontkiemd te zijn, voornamelijk Zulte of Zee-aster (*Aster tripolium*), Stomp kweldergras (*Puccinellia distans*), Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*), Klein kruiskruid (*Senecio vulgaris*) en Engels slijkgras.

In 1973 veranderde de soortensamenstelling in deze zone, zoals ook verwacht werd; er waren nu 25 soorten verdwenen, en 20 andere soorten bijgekomen. De meest voorkomende planten waren in aantal sedert 1972 weinig veranderd. Slechts een aantal grassoorten en voornamelijk aangeplante helm en biestarwegras zijn grotere oppervlakten gaan innemen dan voorheen.

Een andere vegetatiegroep met duidelijk verschillende samenstelling vindt men in dit gebied op het primaire schor. De belangrijkste soorten zijn echter ook hier Gewoon kweldergras, Zeeaster en Engels slijkgras; ook komt er algemeen Zeekraal voor.

De voormalige schorren waren voor de afsluiting kenbaar aan hun rijke variatie aan vegetatietypen; de noordelijke schorren vertoonden daarbij een nog dichtere mengeling dan de zuidelijke.

Vele voor dit gebied nieuwe soorten, die overigens nog bijna nergens overheersen, zijn hier in het jaar na de afsluiting ontkiemd en tot wasdom gekomen. Ook in 1972 droeg de vegetatie nog de kenmerkende trekken van een schorrenflora.

Enkele soorten zijn op een geleidelijke terugtocht, onder andere Engels slijkgras. Andere soorten zoals Zulte, Schorrekruid en Strandkweek, breidden zich in 1972 nog uit. Het schorrenkarakter van de vegetatie was dan ook in 1973 nog duidelijk her-

kenbaar. Door de veranderde milieu-omstandigheden, zoals ontziltiging van de bodem, verschenen er nieuwe soorten: Bergbasterdwederik (*Epilobium montanum*), Kleine klis (*Arctium minus*), Riet (*Phragmites australis*), Boswilg (*Salix caprea*) en Lijsterbes (*Sorbus Spec.*) Naarmate deze veranderingen zich voortzetten, zal ook de successie – dat is de verandering van de ene vegetatiesoort in de andere – voortgaan.

De vegetatieverschillen vóór de afsluiting werden niet alleen veroorzaakt door de getij-omstandigheden, maar ook door andere verschillen, zoals variaties in bodemsamenstelling. Dit rechtvaardigt de verwachting dat, waar de bodem ongelijksoortig blijft, ook een behoorlijke variatie zal blijven bestaan in de plantengemeenschappen.

De oorspronkelijke vegetatie wordt echter benadeeld door egalisatie en landbouwkundige werkzaamheden als eggen en ploegen. Soorten als Fioringras (*Agrostes Stolonifera*), Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Engels raaigras (*Lolium perenne*) die hier worden ingezaaid, of Akkerdistel (*Cirsium arvense*) en Brandnetel (*Urtica dioica*), die zich hier goed thuisvoelen, verdringen dan de aanvankelijke flora. Het gevaar is niet denkbeeldig dat door bovengenoemde groundbewerking, bespuiting en bemesting, aanzienlijke vegetatieve waardeverliezen zullen optreden. De Zulte heeft zich in dit gebied al dan niet kunnen uitbreiden, afhankelijk van de mate van beweiding. Op een onbeweid deel van de zuidelijke schorren heeft de Zeeaster zich aanzienlijk uitgebreid.

Daar waar door aanleg van kaden *zomer-poldertjes* zijn gevormd, is slechts weinig van de oorspronkelijke vegetatie overgebleven. Het Halsgors en het Stellegors zijn veranderd in bouwland, voornamelijk voor bietenteelt in gebruik. In de Polder van Struyck zijn nog interessante grasland-vegetaties aanwezig, waarin de wisselwerking tussen de natuurlijke variatie van het gebied en het kleinschalig en gedifferentieerd ingrijpen van de mens op aantrekkelijke wijze tot uiting komt. Plantensoorten die hier opvallen: Engels raaigras, Fioringras, Zilte rus (*Juncus gerardii*), Katte-doorn (*Ononis Spinosa*), Gewoon en Stomp kweldergras. Veranderingen die optreden als gevolg van de afsluiting zullen in dit soort gebieden waarschijnlijk langzamer verlopen dan in de niet-bekade schorren. Werden in 1972 op het gehele gebied van de Slikken van Flakkee 140 soorten aangetroffen – waarbij de representanten van het zilte slikken- en schorrenmilieu de grootste oppervlakte besloegen –, in 1973 bedroeg het aantal soorten



Op de achtergrond Wilgenroosje, op de oeverwal Obione en Engelwortel

Fig 1 Vegetatie-eenheden op de voormalige schorren en slikken. De vegetatie-eenheden zijn genoemd naar de soorten die er domineren (abundantie-cijfer 4 of 5)



Salicornia europaea
zeekraal



Suaeda maritima
schorrekruid met of zonder
Salicornia europaea (1) en/of



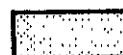
Spartina townsendii (engels
slijkgras), met of zonder
Suaeda maritima (2)



Mozaïek van Suaeda maritima
en Spartina townsendii



Aster tripolium (zeeaster),
met of zonder Halimione
portulacoides (6) of Suaeda
maritima (2)



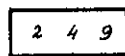
Puccinellia maritima (gewoon townsendii (3), Aster tripolium
kweldergras), met of zonder (4), Halimione portulacoides
Salicornia europaea (1), (6), Atriplex hastata (9), of
Suaeda maritima (2), Spartina Spargularia media (15)



Mozaïek van Aster tripolium
en Puccinellia maritima



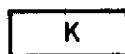
Halimione portulacoides
(oblonge of zoutmelde)



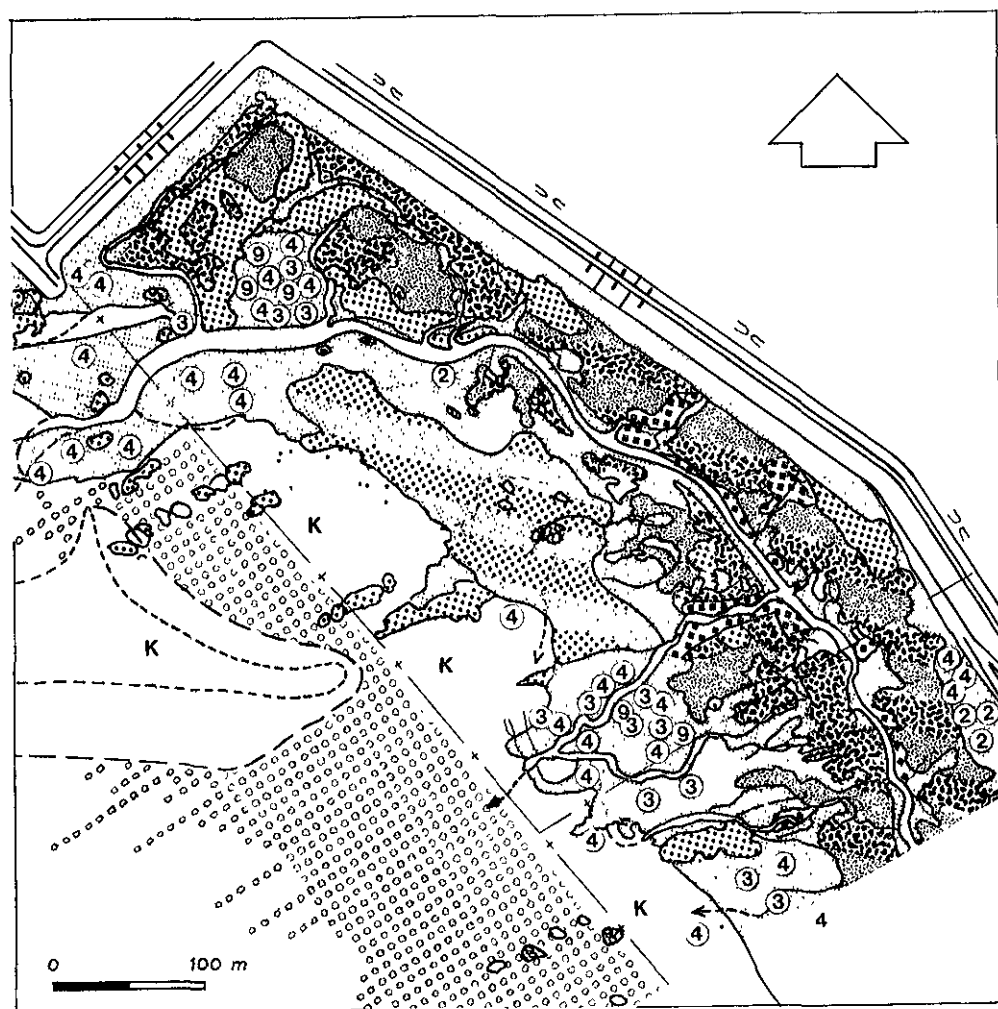
Gedeeltelijk begroeid met
Suaeda maritima (2)
Aster tripolium (4), of Atriplex
hastata (9)



Vrij algemeen begroeid
echter bedekking < 1%
Salicornia europaea (zeekraal)
en Suaeda maritima (klein
schorrekruid)



Kaal





al bijna 180. Achteruitgang moest worden geconstateerd voor sommige halofyten, als Schorrekruid en Kweldergras. Verschillende zoutmijdende soorten, waaronder houtige gewassen en riet, en ook storingsplanten als Brandnetel en Akkerdistel zijn sterk in opkomst.

Vogels

Uit evaluatie van de voor het gebied verzamelde ornithologische gegevens blijkt dat de oevergebieden in het algemeen, en het oevergebied bij het zanddepot in het bijzonder, van zeer grote betekenis zijn als pleisterplaats voor steltlopers, eenden en Rotganzen. De voormalige slikken hebben in de afgelopen winter veel betekend voor zwemende die er fourageren in de zeekraalvelden, en voor de Brandganzen die fourageerden niet alleen op met Zeekraal begroeide terreinen, maar ook op ingezaaide stukken. Het overgangsgebied, met zijn vele Spartinaduintjes, is als broedbiotoop van belang voor onder meer Strandplevier en Kluut. Op de voormalige schorren treft men geheel verschillende vogelbevolkingen aan in de beweide en de niet-beweide gedeelten. De beweide gebieden zijn aantrekkelijk voor weidevogels als Grutto, Tureluur, Scholekster, Kievit en Kluut. De onbeweide delen zitten vol muizen: daar treft men veel jagende roofvogels, waaronder uilen. Verwacht mag worden dat de oevergebieden ornithologisch van grote betekenis zullen blijven zolang de oeverzone tussen land en water maar voldoende breed is, en geheel onafhankelijk van de vraag of het Grevelingenmeer zout blijft, dan wel op de lange duur zal verzoeten.

De slikken en schorren kunnen bij beweiding

van betekenis blijven voor weidevogels, en tegelijk dienen als pleister- en fourageerplaats van eenden en ganzen in de winter. Bij spontane of gestimuleerde ontwikkeling van de vegetatie kunnen ze door hun uitgestrektheid en rust tevens van betekenis zijn voor uilen en dagroofvogels. Een drassige bodem zal voor meer vogels aantrekkelijker zijn dan een droge.

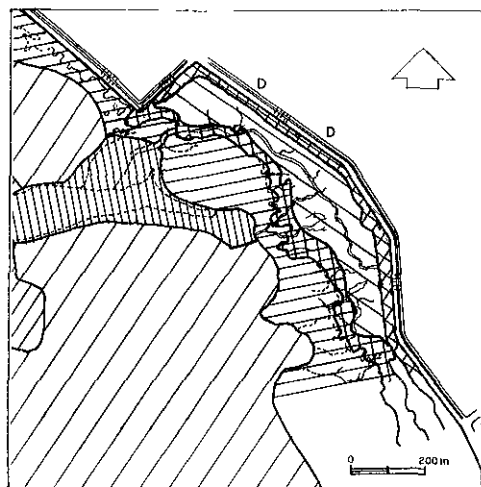
Insecten

De aandacht van de entomologen in het onderzoeksgebied heeft zich vooral gericht op het onderzoek naar de verspreiding van loopkevers. Enerzijds werd de loopkever gekozen omdat over deze insectensoort vrij veel bekend is, en aan de andere kant omdat het voorkomen van deze dieren iets zegt over de stabiliteit van de ecologie.

Uit de eerste gegevens is gebleken dat met vangschermen te weinig exemplaren werden onderschept om er conclusies aan te kunnen verbinden. Met trechters vallen bereikt men betere resultaten.

De loopkevers (Carabidae) vormen enkele oecologische groepen, namelijk oever-, akker-, heide- en bosloopkevers. Oever- en akkerkevers horen van nature thuis in relatief onstabiele milieus, bos- en heidekevers vindt men in stabielere omgevingen.

Uit de vangsten is gebleken dat de meerderheid van de individuen behoort tot de oever- en akkergroep. Bij een indeling in ongevleugelde soorten, gevleugelde soorten en dimorfe soorten – waarbij dan zowel ongevleugelde als gevleugelde exemplaren voorkomen – valt op dat de vangsten vooral bestaan uit representanten van gevleugelde of dimorfe soorten. Met andere woorden:



- Voormalig schor**
- Oud hoog voormalig schor.
 - Middenschor, het gebied met kommen, krekken en oeverwallen.
 - Schorrand.

- Voormalig slik**
- Gebied met spartinaaduintjes en primair schor (overgangsg gebied).
 - Vlak (flauw hellend) slik, verder van het water af, relatief hoog.
 - Vlak (flauw hellend) slik, dicht bij het water, relatief laag.
 - Geulen en prieden.
- Dijklichaam**

Fig. 2 Integratiekaart van het gebied volgens grote landschapseenheden

Links. Begroeiing van een duintje voor de schorrand, bestaande uit Akkerdistel, Canadese fijnstraal, Wilgenroosje. Op de voorgrond Zeekraal

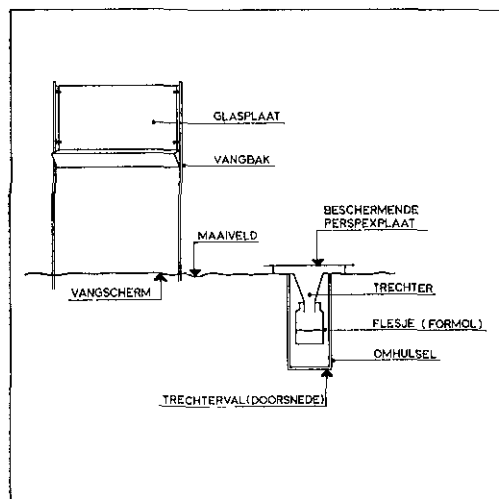
soorten die zich uitsluitend lopend verspreiden zijn het gebied nog niet of nauwelijks binnengedrongen. Bij de meeste dimorfe soorten zijn de gevleugelde exemplaren in de meerderheid.

Over het algemeen is het aantal gevangen kevers echter gering. Dat komt gedeeltelijk doordat de bemonsteringsperiode nog maar kort is geweest, gedeeltelijk door het geringe aantal vangtrechters. Dit bemoeilijkt een goede vergelijking tussen de vangsten op verschillende plaatsen. De uitkomsten kunnen dan ook voorlopig nog alleen globale indrukken geven van de stand van zaken.

Zoogdieren

Het zoogdierenbestand op de Slikken van Flakkee wordt voornamelijk geschat op grond van de inhoud van uitgezette klapvallen en van het onderzoek van schedels en schedelresten die worden aangetroffen in de systematisch verzamelde braakballen van uilen en dagroofvogels. Voor en kort na de afsluiting van het Brouwershavense Gat was de Noordse woelmuis buiten de omkade delen van de schorren waarschijnlijk het enige zoogdier. Na de afsluiting heeft deze soort zich sterk uitgebreid. Het is echter te verwachten dat de Noordse muis, die men in onze streken eigenlijk beschouwt als een relict uit de IJstijd, verdrongen zal worden door de Veldmuis, zoals dat ook elders in Nederland is geconstateerd. Alleen op enkele zeer vochtige en met halofyten begroeide delen zal deze soort zich misschien kunnen handhaven. Andere soorten waarvan het voorkomen op de Slikken van Flakkee is vastgesteld zijn: Aardmuis, Huis- muis, Bosmuis, Dwergmuis, Huisspitsmuis, Bosspitsmuis en Dwergspitsmuis. Te ver-

Fig. 3. Schema van de opstelling voor de vangst van loopkevers



Obione op de oeverwal en verspreid *Aster tripolium*. In de kreek Zeekraal

wachten is dat al deze soorten zich meer of minder sterk zullen uitbreiden, afhankelijk van voor hen geschikte biotopen en de intensiteit van predatie. In de braakballen werden ook af en toe schedels aangetroffen van Zwarte rat, Woelrat en Wezel. Wezels werden ook herhaaldelijk in het veld waargenomen, evenals konijnen en hazen. Voorts is de aanwezigheid gemeld van reeën.

Integratie van de landschapscomponenten

Na verzameling en bewerking van de gegevens per landschapscomponent – geomorfologie, bodemgesteldheid, hydrologie, zouthuishouding, vegetatie en fauna -- is een poging gedaan tot integratie van deze aspecten en landschapseenheden. Met die integratie wordt nog geëxperimenteerd, en er is nog geen afdoende oplossing gevonden voor de manier waarop ze moet verlopen.

Om wat meer greep te krijgen op de problemen die zich hierbij voordoen en om aan te geven in welke richting het onderzoek verloopt, zijn voor de voormalige schorren en de voormalige slikken enigszins verschillende integratiemethodes toegepast, zodat twee integratiekaarten ontstonden; een voor de slikken, schaal 1 : 10 000, en een voor de schorren, schaal 1 : 5000. Pas in een later stadium zijn deze twee kaarten weer samengebracht op één kaart, schaal 1 : 10 000. Waar in verschillen nu de twee gevolgde integratietechnieken?

Voor de schorren is een meer theoretische weg gevolgd, waarbij de kleinste aanwezige eenheden trapsgewijs tot grotere eenheden werden samengevoegd die op de kaart konden worden ingetekend. De kaart van de slikken is langs meer pragmatische wegen verkregen, namelijk door de verschillende basiskaarten op elkaar te leggen en ze dan met behulp van de veldkennis die men had, met elkaar te laten versmelten. Er is nog veel onderzoek nodig, voordat een goed bruikbare integratiemethode voor dit soort gebieden zal zijn gevonden.

Evaluatie

Tenslotte werden de beschikbare gegevens zo bewerkt en beschouwd dat er volgens bepaalde normen waarderingen konden worden toegekend aan het gebied als geheel, aan deelgebieden afzonderlijk, aan relaties tussen de delen en aan processen die zich er afspelen, waaronder mee begrepen het menselijk handelen.

Al vaker is in Nederland getracht te komen tot een kwantitatieve waardering van natuurgebieden en natuurfacetten. De elders ontwikkelde technieken bieken toch geen van



alle zonder meer binnen de doelstellingen van het onderzoek in het Grevelingengebied toepasbaar te zijn. Evenmin als de gebruikte integratiemethoden zijn de op het gebied toegepaste evaluatietechnieken bevredigend doordacht. Ze dienen derhalve te worden beschouwd als voorbeelden, die een indruk geven van de wijze waarop dit onderzoek verloopt en waarop het zich richt. Er zijn twee verschillende evaluatieprocedures toegepast: een biologische evaluatie, en een algemene landschapsecologische.

De biologische methode is een poging tot kwantitatieve evaluatie. Ze komt neer op de biologische waardering van een aantal fysische factoren. Het onderzoeksgebied is daartoe volgens een vierkantennet in een groot aantal deelgebieden onderverdeeld. Binnen deze vakken zijn volgens een bepaald rangordesysteem aan de abiotische factoren bodem, hydrologie en zouthuishouding waarden toegekend die iets zeggen omtrent hun biologische relevantie. De rangordecijfers worden daarna per vak opgeteld.

De algemeen landschapsecologische waardering kent nog geen kwantitatieve methode. Ze baseert zich in laatste instantie op het totaal-oordeel van de onderzoeker in een zeker stadium van zijn onderzoek.

Wat nu het onderhavige gebied betreft, er is een evaluatie gemaakt van de patronen die voor de afsluiting zijn ontstaan en van de biotische en abiotische processen die na de afsluiting vooral bepalend bleken voor de ontwikkeling van het landschap. Ook is het menselijk handelen langs deze weg gewaardeerd, en heeft men getracht de relatieve aantrekkelijkheid van het gebied mede te hanteren als parameter van de waardering. De waarde van de patronen die voor de afsluiting zijn ontstaan, is afgemeten naar drie maatstaven: allereerst in hoeverre ze een uitgangspunt vormen voor nieuwe landschappelijke ontwikkelingen. Daarbij is van grote betekenis dat het geheel van geomorfologische patronen, in combinatie met de bodemsamenstelling en de flora en fauna een gevarieerd milieu heeft opgeleverd, op basis waarvan zich een scala van nieuwe levensgemeenschappen zal kunnen ontwikkelen. Voorts wordt bezien welke natuurhistorische waarde ze vertegenwoordigen. De patronen weerspiegelen namelijk de wordingsgeschiedenis van het landschap. Tenslotte worden ze gewaardeerd volgens hun waarde als studie-object, onder meer omdat daar nieuwe ontwikkelingsmethoden op kunnen worden getoetst.

Wat de processen betreft kan worden gesteld

dat zij hoger worden gewaardeerd naarmate zij de variatie binnen het landschap verhogen. Dit maakt het wenselijk dat binnen het onderzoeksgebied terreinen voorkomen waarvan in het ene geval de variatie in de ruimte groot mag, en die in de tijd groot moet zijn – dynamische systemen dus –, terwijl in het andere geval de variatie in de ruimte groot moet zijn en die in de tijd gering: stabiele systemen. Deze combinatie leidt tot vergroting van het aantal gradiëntsituaties.

Menselijke ingrepen dienen, willen ze hoog gewaardeerd worden, de variatie binnen het gebied te waarborgen of te verhogen. Volgens deze maatstaf bestaat er een hoge waardering voor inactiviteit van de kant van de mens, omdat dat nogal zeldzaam is, en op lange termijn de beste kans biedt voor de ontwikkeling van geheel aan het milieu aangepaste levensgemeenschappen. Recreatief aantrekkelijk zijn vooral terreinen van grote uitgestrektheid, omdat die van belang zijn voor actieve vormen van recreatie en de nu reeds aanwezige landschappelijke afwisseling in ruimtelijke zin het beste kunnen waarborgen. Landschappelijke variatie is van betekenis voor allerlei vormen van natuurbeleving en natuurstudie.

Een eerste stap is dus gezet op weg naar landschapsecologische kennis en waardering, beide voorwaarden voor verantwoorde inrichting en goed beheer. Veel vragen zijn echter nog onbeantwoord gebleven en de leemtes in kennis zijn nog groot. In deze eerste fase zijn het duidelijkst vorderingen gemaakt in de inventarisatie der landschapspatronen. De processen en ontwikkelingen in de ecosystemen zullen nog veel onderzoek vereisen, evenals het zoeken naar goed bruikbare integratie- en evaluatiemethoden. Mede daarom is het raadzaam bij de ontwikkeling van het gebied de weg der voorzichtigheid en der geleidelijkheid te bewandelen, stelt men zich althans ten doel, de integratie van de mens in de natuur harmonisch te laten verlopen, de actuele en potentiële waarde van het gebied te waarborgen en de natuurlijke recreatie optimale kansen te bieden.

Een voortdurende dialoog is nodig tussen inrichter en onderzoeker om de wenselijkheden en de mogelijkheden op elkaar af te stemmen, zodat op tijd maatregelen genomen kunnen worden die de optimale ontwikkeling van het milieu mogelijk maken.

Het doel van het dichtheidsonderzoek dat in de Oosterschelde wordt uitgevoerd, is onder meer een antwoord te vinden op de vraag op welke plaatsen in de omgeving van de afsluitingswerken het bodemzand een losse pakking heeft en het risico van een zettingsvloeiing bestaat. In feite worden hier twee vragen gesteld, ten eerste: Waar komt losse pakking voor? en ten tweede: Als er losse pakking voorkomt, hoe groot is dan de kans dat er een zettingsvloeiing optreedt?

Men kan zeggen dat de eerste vraag pas echt belangrijk wordt, als de tweede bevredigend is beantwoord. De praktijk heeft dat wel uitgegeven. Waar het optreden van zettingsvloeiingen kon leiden tot schade aan de afsluitingswerken of aan nabijgelegen oevers, en waar het leggen van uitgebreide bodembeschermingen mogelijk was, wordt zonder meer rekening gehouden met het optreden van zettingsvloeiingen; daarbij wordt dan het zogenaamde 1 : 15-criterium gehanteerd (zie Bericht 56, mei 1971). Toch blijven er vele situaties over waar zulke bezinkingen niet praktisch zijn, en waar duurdere maatregelen moeten worden genomen. In die gevallen is het van groot belang, de voor zettingsvloeiing gevoelige zones zo exact mogelijk te lokaliseren.

Daarom wordt in het eerste deel van dit artikel ingegaan op de tweede vraag, en pas in het vervolg op de eerste. Uit de gestelde vraag vloeien meteen al een aantal andere voort, zoals: Wat is een zettingsvloeiing eigenlijk; en in samenhang daarmee: Wat is het verschil tussen een zettingsvloeiing en een afkalvingsproces van schollen zand, zoals bij het spuiten en zuigen van zand wordt waargenomen in zowel los als vast gepakt zand? Wat is de maximale scholdikte die ooit bij een zettingsvloeiing is waargenomen? Welke andere factoren hebben behalve losse pakking invloed op het verschijnsel zettingsvloeiing?

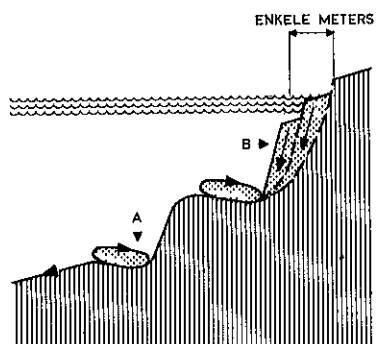
Het is in dit verband van belang, te komen tot een ruimere begripsvorming aangaande het begrip 'losse pakking'. Er zijn twee scholen: de Amerikaanse school, die het begrip losse pakking alleen verbindt aan zand dat vloeibaar blijft nadat de korrelstructuur

Dichtheidsonderzoek in de Oosterschelde

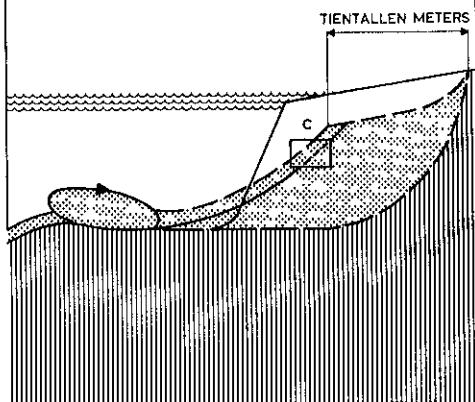
verbroken is; en een Nederlandse school, die iedere pakking als los beschouwt waarbij zand vloeibaar kan worden, ook al herwint dit zand weer stijfheid na enige beweging. Hoe conservatief dat criterium kan zijn kan men zich voorstellen als men bedenkt dat ook een vat met vastgepakt zand door trilling tijdelijk vloeibaar kan worden. Ook de Amerikaanse school heeft overigens wel vloeiingen geconstateerd in zand dat volgens haar eigen definitie een vaste pakking vertoonde. Dat de waarheid in het midden ligt, blijkt uit het feit dat vallen niet in alle zanden voorkomen. Bestond het dichtheidsonderzoek aanvankelijk alleen uit dichtheidsmetingen in het terrein en kritieke dichtheidsproeven op kleine grondmonsters in het laboratorium, sinds enige jaren worden bovendien pogingen gedaan de zettingsvloeiingsverschijnselen met

Fig. 1 Schematische voorstelling van het mechanisme van vloeiingsverschijnselen A stelt een zandregen voor, B een afkalvingsvloeiing, C een zettingsvloeiing

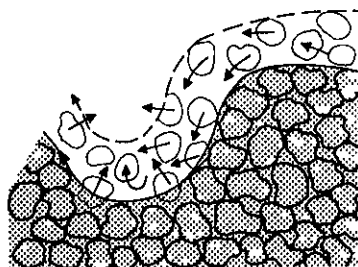
AFKALVINGSVLOEIING



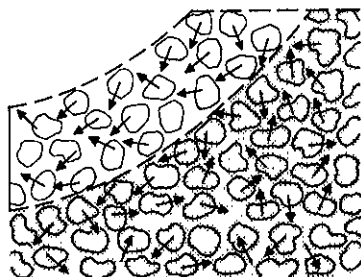
ZETTINGSVLOEIING



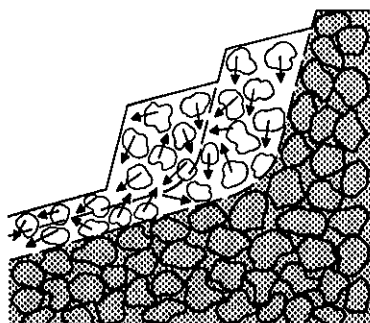
DETAIL A



DETAIL C



DETAIL B



ZAND IN EVENWICHT



VERWEKT ZAND NA
STRUCTUURVERBREKING



VLOEIEND ZAND NA
WATERAANZUIGING

behulp van modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium na te bootsen, en er nieuwe berekeningsmethoden, zoals het CONSOL-programma, op toe te passen (zie Bericht 61, augustus 1972).

Dit jaar heeft men ook geprobeerd een zettingsvloeiing op ware grootte uit te lokken, en daar een dijkval uit te laten voortkomen. De proef werd ondernomen in de bouwput voor de uitwateringssluis in het werkeiland Noordland. Er was dus geen echte waterkering mee gemoeid. Dat we nog steeds niet voldoende inzicht hebben in deze materie bleek wel daaruit, dat de zettingsvloeiingen in de modelproeven en de uitgelokte dijkval in de bouwput achterwege bleven, terwijl anderzijds met grote frequentie dijk-, oever- en plaatvallen blijven optreden in het Delta-gebied, zonder dat we in staat zijn, ze te voorspellen. Hetzelfde geldt ten aanzien van onvoorziene vloeiingen bij baggerwerk, zoals te constateren viel in de bouwput op Noordland, in de werkhaven Sophiapolder, bij de bodembescherming in het Brouwershavense Gat, langs de werkeilanden en bij de aanzet van de Oosterscheldedam op Noord-Beveland.

Zettingsvloeiing

In het woord zettingsvloeiing zit al opgesloten dat er ook andere soorten vloeiing bestaan. En inderdaad, bij het zuigen van zand, wanneer er van zetting dus geen sprake is komt er te midden van het vastgepakte zand ook vloeibaar zand te voorschijn. Figuur 1 laat zien hoe het zand aan de oppervlakte van een te steil talud van vastgepakt zand water kan opzuigen en vervolgens als een vloeibaar mengsel naar beneden stromen; daarbij ziet men ook mengselsprongen optreden.

Boven water kan men daarbij scholvormige afschuivingen waarnemen van enkele meters breedte. Zo'n vloeiing in vastgepakt zand zou men een 'oppervlaktevloeiing' of 'zandregen' kunnen noemen, om hem te onderscheiden van een zettingsvloeiing in losgepakt zand. Het tweede deel van fig. 1 laat zien hoe een zettingsvloeiing zich voordoet en zich onderscheidt van een oppervlaktevloeiing. Het is eenzelfde vloeiingspatroon, maar met een dikker uitgezakte schol. Het verschil ligt in het feit dat in de dikkere schol zand een zogenaamde 'vloeistruktuur' aanwezig is, zonder dat het water opgezogen heeft. De dikke schol kan daardoor als een pudding in elkaar zakken en na al dan niet extra water te hebben opgezogen, langs het talud naar beneden stromen.

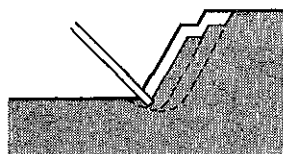
Deze voorstelling van het vloeiingsproces is afgeleid uit een serie modelproeven schaal

1 : 20, waarbij geprobeerd werd vloeiingen te forceren door zand weg te zuigen. De taluds waren daarbij steeds steiler dan het natuurlijk talud. Er is inmiddels een nieuwe proeven-serie begonnen, schaal 1 : 5 ditmaal, waarbij men zettingsvloeiingen tracht uit te lokken in zand dat in losse pakking is gebracht. Een schuif die aan het einde van het zandlichaam staat onder een helling van 2 : 1 wordt omhooggetrokken, met de bedoeling dat de schuifspanning zo snel zal toenemen, dat een zettingsvloeiing volgt met een evenwichtshelling flauwer dan 1 : 2, dat is het natuurlijk talud. Ondanks de volgens het dichtheids-onderzoek aanwezige losse pakking van het materiaal ontstond tot nu toe slechts een oppervlaktevloeiing met een evenwichtshelling gelijk aan het natuurlijk talud.

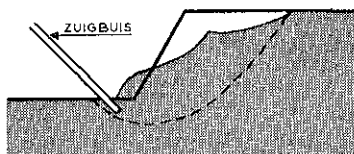
De wateroverspanningen waren kort na het lichten van de schuif plaatselijk gelijk aan de bovenbelasting. Op grond daarvan mocht verwacht worden dat een groot verweekt gebied zou afschuiven. Voordat er echter beweging zichtbaar werd liepen de wateroverspanningen alweer terug, en veranderden op sommige plaatsen zelfs in onderspanningen. Het talud bleef dan ook aanvankelijk staan. Pas toen er water was binnengezogen in het talud ontstond er een oppervlaktevloeiing, maar niet zo'n sterke dat een eindtalud werd bereikt met een flauwere helling dan 1 : 2. De valproef die in de zomer van 1973 werd gedaan op het werkeiland Noordland, verliep al met niet meer succes. Aan het binnentalud van de bouwput voor de ontwateringssluis wilde men een natuurlijke helling baggeren van 1 : 2 tot 12 m beneden N.A.P., en daarna een zettingsvloeiing inleiden, die dan zou overgaan in een 'dijkval'. Zoals fig. 2 laat zien ontstond er al een vloeiing op een veel te vroeg tijdstip bij een talud van 1 : 4 tot N.A.P. - 7 m. Hoewel de vloeibaarheid van het zand zich volgens de waterspanningsmeters niet verder uitbreidde dan een schol van hooguit enkele meters, kwam er bij de oppervlaktevloeiing zoveel zand los, dat de zandstroom tot ver achter de cuttermond doorvloeide, met een evenwichtshelling van 1 : 10. Ook ontstond er aan de voorkant een flinke bres in de dijk, echter niet voldoende groot om de dijk verder te doen afschuiven.

Oever-, dijk- en plaatvallen

Op grond van het boven opgemerkte zou men de vraag kunnen stellen of plaat-, oever- en dijkvallen soms ook door oppervlaktevloeiingen worden veroorzaakt. Dat ze niet worden ingeleid door een baggerwerktuig, maar door een plaatselijke afschuiving met voldoende



LOSGEPAKT ZAND



AANVANGSPROFIEL

PROFIEL TUDENS VLOEIING

EINDPROFIEL

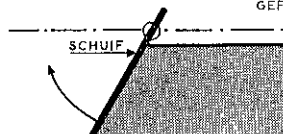
• • • • •

GEPLANDE PROFIEL

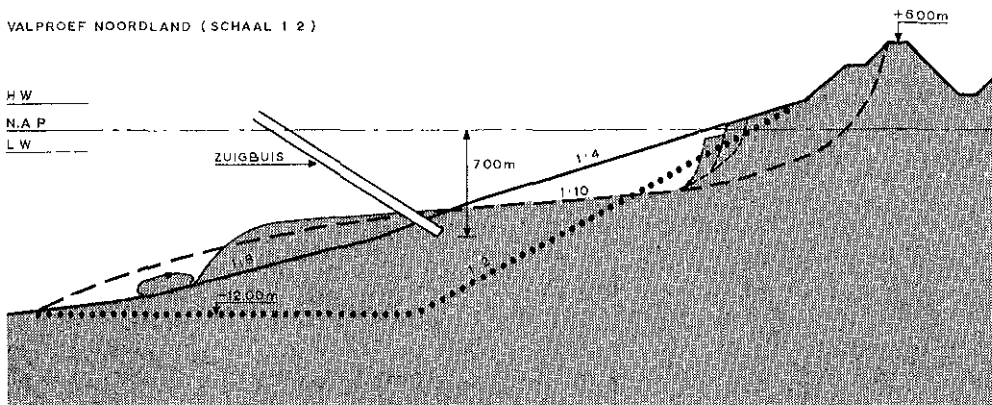
SCHUIFVLAK

ZETTINGSVLOEIINGSPROEVEN W L V (SCHAAL 15)

GEFLUIDISEERD ZAND



VALPROEF NOORDLAND (SCHAAL 1 2)



Treden er alleen maar oppervlaktevloeiingen op, dan kan dat betekenen dat een eenmaal aangebrachte oeverbezinking beter dan men tot nu toe dacht in staat is om een eventuele val tegen te houden. Immers, slechts de inleidende afschuiving hoeft dan tegengehouden te worden, en niet een of ander uitgestrekt verweekt gebied. Een dijkval zou volgens deze redenering het resultaat zijn van een langdurig afkalvingsproces. Bij voldoende bewaking zou er dus altijd tijd genoeg gevonden moeten kunnen worden voor herstel. Hoe staat het nu met de waarneming van

Fig. 2. Waargenomen vloelingsverschijnselen bij recente proefnemingen

oever- en dijkvallen? Om het effect van andere factoren dan de losse pakking te kunnen nagaan is in het verleden een 'vallenboek' geopend, en werd er een begin gemaakt met het opstellen van een vallen-statistiek. Goede statistische interpretatie zou voorlopig al tot betere criteria voor de oever- en dijkbewaking kunnen leiden. Grondmechanische overwegingen zouden in een later stadium tot verdere verfijning kunnen bijdragen.

Slechts in een enkel geval is er in het vallenboek iets vastgelegd over valverschijnselen boven het waterniveau. Zo werd in de vorige eeuw bij een oeverval in de Vlietpolder een opeenvolging van schollen geconstateerd, met een maximale dikte van 1 m en een voortschrijding van de val van ongeveer 50 meter per uur.

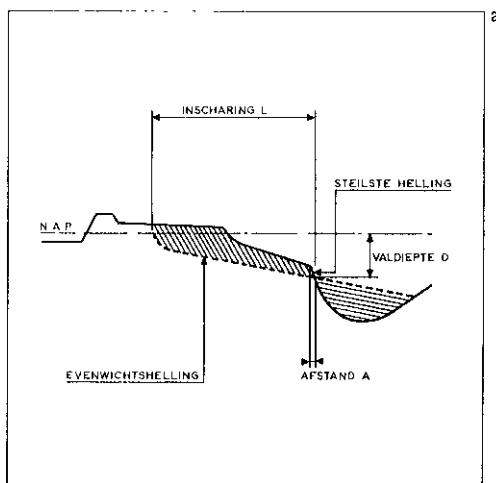
De dijkval van 1943 in de Wilhelminapolder op Zuid-Beveland moet ongeveer met dezelfde snelheid zijn verlopen, als men bedenkt dat ze 12 uur na een extreem laag water op 500 m van de geul pas zichtbaar werd. De dijk zelf schoof bij die gelegenheid ook scholsgewijs de diepte in, alleen bleef de voortgang daar beperkt tot ongeveer 10 m per uur, vanwege de grotere weerstand van de grond. Een inderhaast achter de dijk opgeworpen grondlichaam verdween op dezelfde manier in de diepte. Beter ware het geweest de dijk nog te trachten te redden door grof materiaal te storten, zoals enige maanden geleden bij de dijkval in de Weversinlaag op Schouwen met succes is gedaan. Schollen van tientallen meters breedte of complete dijkafschuivingen zijn voor zover bekend nergens beschreven.

Er bestaan slechts geruchten over. Kenmerkend is in dit verband het geval met de dijk van de Leendert Abraham-polder, die in 1966 's nachts zonder dat iemand iets gezien had, over grote lengte verdwenen bleek. De grootste werkelijk waargenomen schol was die van de geforceerde afschuiving in de Auvergne-polder, november 1971 (Bericht 61, augustus 1972).

Wél veel informatie is er over de evenwichtshellingen na het optreden van een val. Voor de beoordeling van de standzekerheid van zeeweringen wordt meer en meer het zogenaamd 1 : 15-criterium gehanteerd, zijnde de onderbegrenzing van de mogelijke evenwichtshelling bij vallen in jong zeezand of jong holoceen zand (zie Bericht 43, februari 1968). Statistische interpretatie van waarnemingen in het verleden heeft namelijk uitgewezen dat de eindhelling bij 90 % van deze vallen 1 : 15 of steeper was. Bleek bij oevermetingen dat de geuldiepte en de lengte van het voorland zodanig waren dat de hoogwaterkering

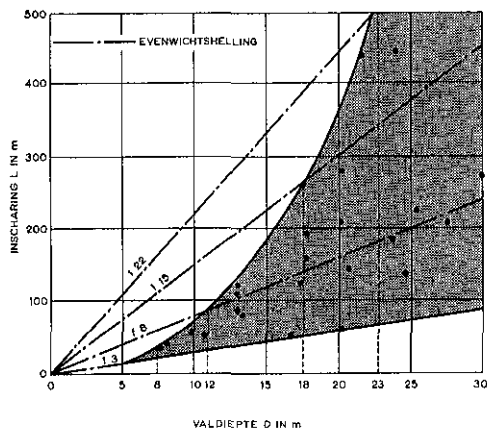
bij het optreden van een oeverval met eindhelling 1 : 15 gevaar zou gaan lopen, dan concludeerde men daaruit dat de oever uit voorzorg beschermd moest worden. Daarbij gold geen verdere beperking dan de voorwaarde dat de val zou moeten plaatsvinden in jong zeezand. Sedert de afsluiting van het Brouwershavense Gat wordt dit criterium ook toegepast op de stabiliteit van bodembeschermingen (zie Berichten 56 en 58, februari en november 1971).

In een van de vorige Berichten werd er reeds op gewezen dat de flauwst waargenomen helling afhankelijk was van de valdiepte, en daarmee van de geuldiepte. Figuur 36 laat zien dat de eindhelling in de Leendert Abraham-polder toenam van 1 : 5 bij 8 m valdiepte, via 1 : 10 bij 15 m en 1 : 15 bij 18 tot 1 : 22 bij 23 meter valdiepte. Een lagere valdiepte kwam

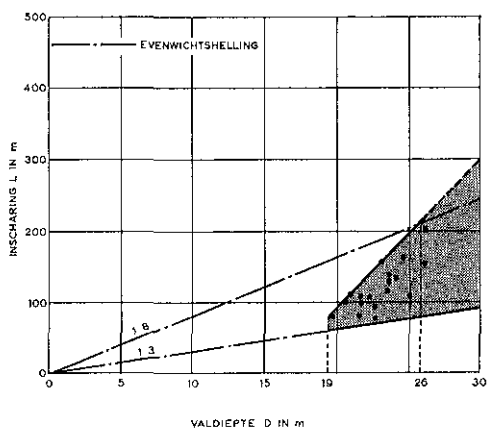


daar niet voor. Men zou hieruit kunnen afleiden dat het proces vooral beheerst wordt door hydraulische wetmatigheden, namelijk door de massaïgheid van het vloeiende zandwater. Grotere valdiepte kan daarbij aanleiding geven tot grotere vloeiende massa's en daarmee tot flauwere evenwichtshellingen.

Toch toont fig. 3 ons ook dat de eindhelling nadat de val eenmaal is ingeleid in één vallen-gebied bij dezelfde valdiepte nog aanzienlijk kan verschillen. In de Leendert Abraham-polder werd bij 18 m valdiepte een flauwste helling van 1 : 15 en een steilste helling van 1 : 3 gemeten. Grote verschillen zijn er ook tussen de onderscheidene vallen-gebieden. Bij de val van Oud Kemperhofstede op Tholen zijn geen flauwere hellingen waargenomen dan 1 : 8, ondanks het feit dat de valdiepte



b

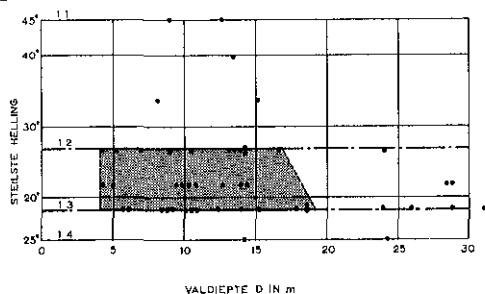


c

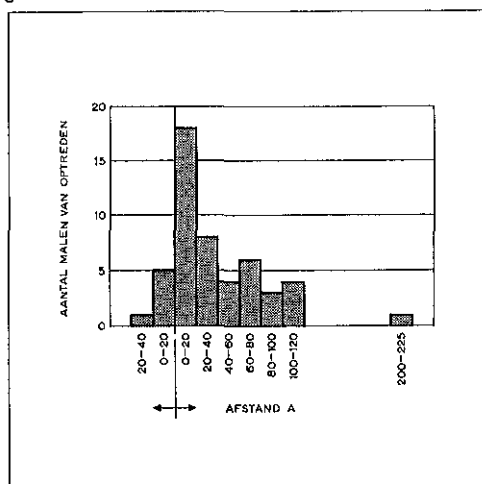
Fig. 3. Vallenstatistiek in het Deltagebied:

- verklaring der termen
- hellingen na vallen langs de Leendert Abraham-polder
- hellingen na vallen langs de Oud Kemperhofstede-polder
- hellingen van het steilste talud voor de val
- lokatie van het steilste talud voor de val
- vergelijking van de frequentie van optreden van stormen, oostenwinden en vallen in de verschillende maanden van het jaar

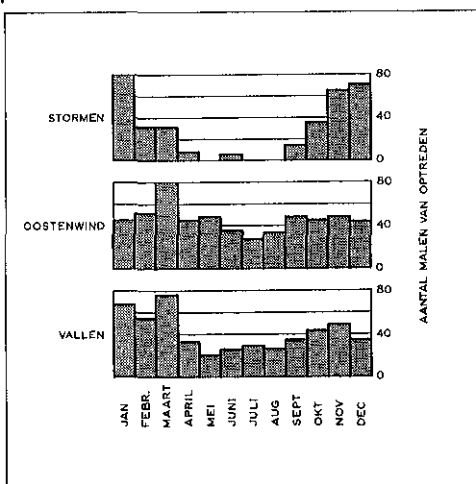
d



e



f



daar nog iets groter was. Moet hier de invloed van de grondsoort waarin de val plaatsvindt, in rekening gebracht worden?

Het enige wat dienaangaande op het ogenblik met zekerheid gezegd kan worden is dat een val vrijwel altijd optreedt in jong zeezand, veelal doorspekt met kleilagen en soms bij schorren afgedekt met een laag jonge zeeklei. Licht achter het vallengebied een gebied met ondiepe holocene veen- en kleilagen, dan kan dat een afremmende werking op de val uitoefenen en een steilere evenwichtshelling doen ontstaan. Of de val-afremmende werking veroorzaakt wordt door de samenhang van het veen of door vastere pakking van de oude wadzanden daaronder, valt nog te bezien. Tot nu toe zijn er weinig dichtheidsgegevens bekend die hier een verklaring voor zouden kunnen geven. Sinds enige jaren wordt daarom bij iedere nieuwe val van enige betekenis dichtheidsonderzoek verricht, in de hoop dat hier later meer over kan worden gezegd. Bij de waarneming dat vallen niet optreden waar de oever helemaal uit wadzand met een oud-holocene bovenlaag is opgebouwd, kan worden aangetekend dat in zo'n geval weliswaar een begin van een val kan ontstaan onder in de geul, maar dat die gesmoord wordt zodra de aantasting de klei- of veenlaag bereikt.

Het feit dat het 1 : 15-criterium wordt toegepast ongeacht de helling van de oever voorafgaand aan het optreden van een val en ongeacht de hydrologie van de oever getuigt ervan dat men onzeker is aangaande de invloed die de taludhelling en de hydrologie uitoefenen op de inleidende afschuiving. Afbeelding 3d geeft een overzicht van de steilste gemeten hellingen in de laatste peiling voorafgaand aan het optreden van verschillende vallen langs de Noordbevelandse oever. Daaruit blijkt dat de grootste kans op vallen bestaat bij hellingen van 1 : 2 à 1 : 3. Soms komen ze ook voor bij flauwere hellingen, soms bij steilere.

In de oud-holocene zandafzettingen, die zijn afgedekt met veen en klei, zijn hellingen van 1 : 1½ nog stabiel bevonden; hoogstens gaven ze aanleiding tot geleidelijke afbrokkeling van de oever. Omdat de veenlaag ondoorlatend was kon er bovendien geen water-uitwisseling plaatsvinden; schadelijke uitwaarts gerichte grondwaterverhangen bleven daardoor achterwege. De flauwere hellingen treden voornamelijk op bij jong-holocene afzettingen. Hellingen flauwer dan het natuurlijk talud (1 : 2) kunnen niet afschuiven zonder de hulp van uitwaarts gerichte grondwaterverhangen ten gevolge van kwelstromen. Hier moet de

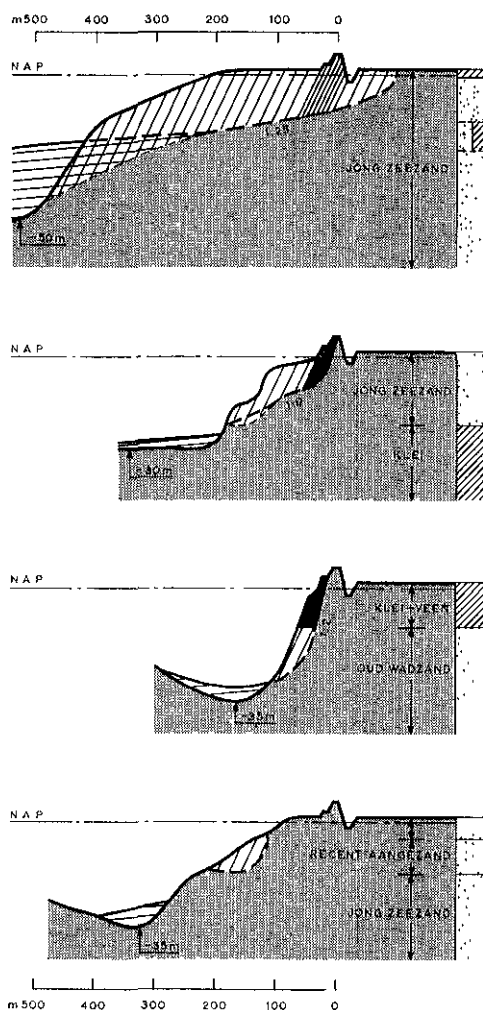


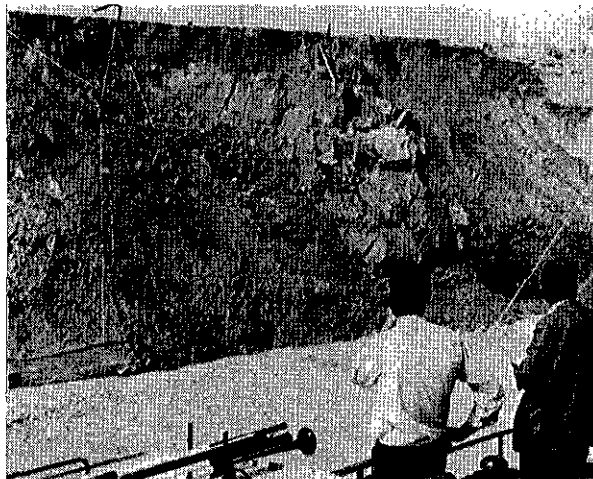
Fig. 4. Invloed van de grondsoort op de hellingen na een val

hydrologie van de oever dus een beslissende factor zijn. Afbeelding 3f geeft bovendien aan dat de meeste vallen optreden bij oostenwind en bij stormen, dat wil zeggen bij extreme getijstanden en versterkte kwel.

Over de invloed van de hydrologie van de oever op de inleidende afschuiving of op het verdere verloop van de val bestaan vele theorieën. Reeds lang voordat de oorzaak van een vloeïing werd gezocht in een combinatie van taludsteilheid en pakking van het zand – dat gebeurde voor het eerst in 1938 – werd ze toegeschreven aan steile taluds en uitwaarts gerichte grondwaterverhangen. De naam 'kwelafschuivingen' herinnert daar nog aan. Afb. 5a brengt er een in beeld. Het bezwaar van de theorie der kwelafschuiving is echter dat ze veronderstelt dat de afschuiving zal plaatsgrijpen in het ondiepe gedeelte

van de geul omtrent de laagwaterlijn. Dit zijn vaak niet de plaatsen waar de steilste hellingen worden aangetroffen (zie fig. 3e). De inleidende afschuivingen schijnen echter in de eerste plaats te worden veroorzaakt door taludversteiling en pas in de tweede plaats door de hydrologie. Wat betreft de recente vallen moet dan verondersteld worden dat de stormen van januari en februari eerst hebben geleid tot schadelijke taludversteilingen en dat de extreme laagwaters ten gevolge van de oostenwinden in maart gezorgd hebben voor het laatste duwtjes in de rug. Of dit laatste duwtje een extra taludversteiling was of een groot grondwaterverhang, blijft echter een onderwerp voor nadere studie. Dat een afsluitende laag jonge zeelei bovenop het jonge zeezand een zettingsvloeïing minder waarschijnlijk maakte, moest volgens die

Afkalving van het dijkvak bij de valproef op Noordland

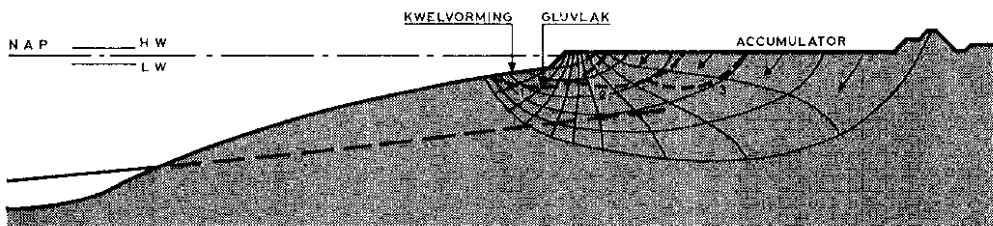


theorie daardoor verklaard worden, dat de zeelei de vorming van een steil uitwaarts gericht verhang onmogelijk maakte. In de opvulling van oude vallen vindt men vaak zulke kleilagen. Een volgende val zou dus eerder naast dan in de oude val kunnen optreden, 'geen val in de val', luidt dan ook het gezegde.

De voorbeelden waarbij de oude val een nieuwe veroorzaakt, zijn echter even talrijk. In welke gevallen de samenstelling en de dichtheid van het bodemmateriaal daarvoor verantwoordelijk is en in welke gevallen de groter geworden geuldiepte en taludsteilheid, dient nader te worden bestudeerd. Dichtheidsmetingen hebben reeds uitgewezen dat de pakking van deze recente opvullingen veel losser is dan die van de bodem in de onmiddellijke omgeving. Waar geen klei aan-

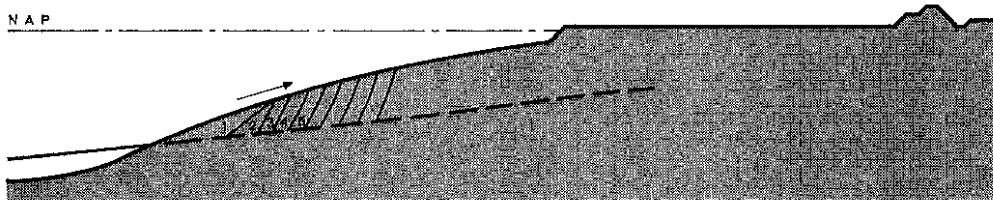
Fig. 5 Vergelijking van theorieën over de inleiding tot het optreden van zettingsvloeiingen Van boven naar beneden. Kwelafschuivingen boven in het geultalud, inleidende afschuivingen halverwege het geultalud; inleidende afschuivingen onder in het geultalud.

VOLGENS BARENSSEN (OTAR APRIL 1943)



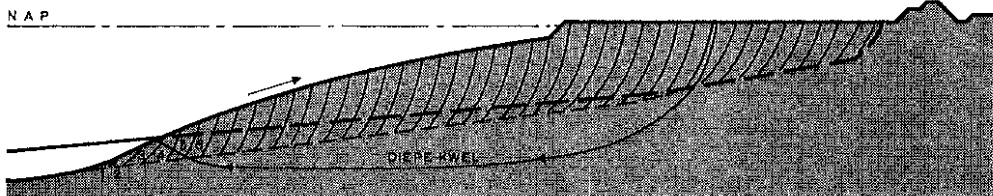
INLEIDENDE AFSCHUIVINGEN T G V KWEL

VOLGENS v d LINDE (OTAR JUNI 1943)



INLEIDENDE AFSCHUIVINGEN T G V VERMINDERDE SCHUIFWEERSTAND

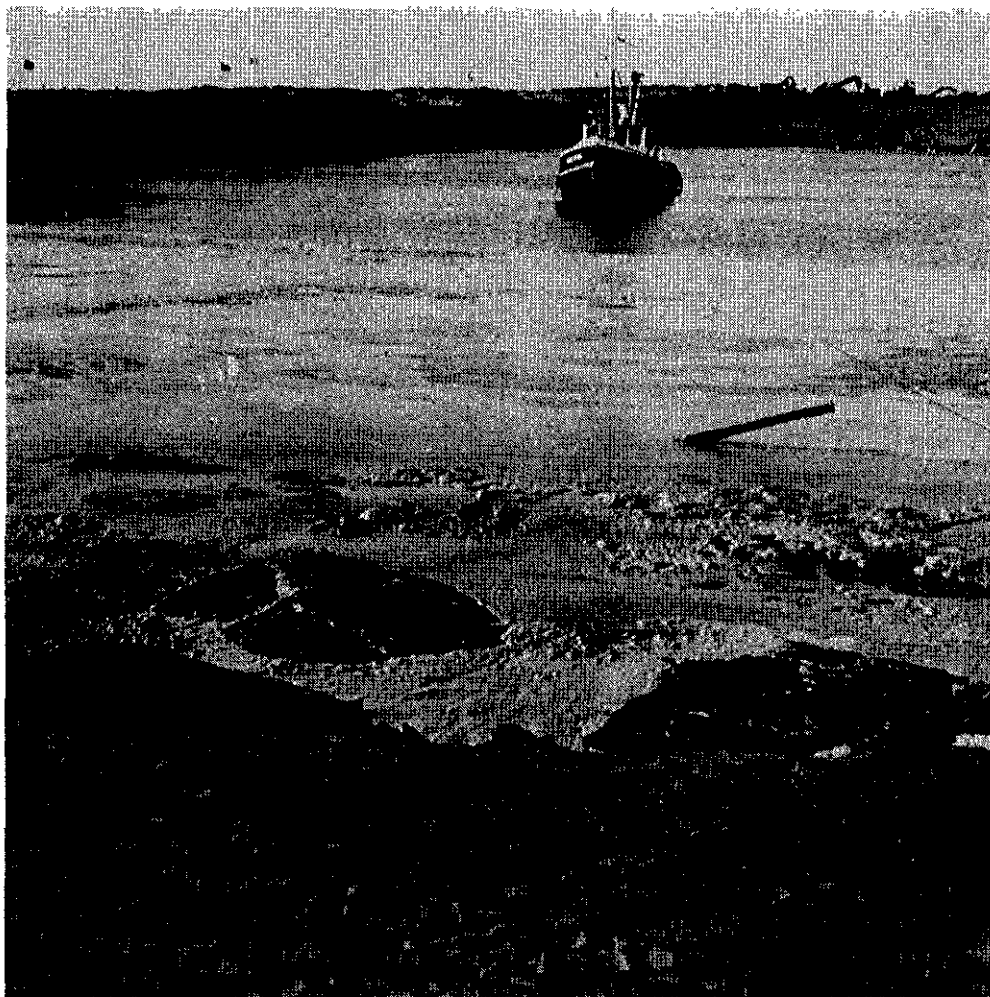
VOLGENS KOPPEJAN (1948)



TALUDVERSTEILING ONDER IN DE GEUL

INLEIDENDE AFKALVINGEN T G V DIEPE KWEL EN LOKALE VLOEIING

DOORGAANDE AFKALVINGEN



Atkalvingsvloeijing in het zijtalud
van de bouwput in Noordland

wezig is, blijken de kritieke taludhellingen voor de nieuwe val kleiner te zijn. Er is dan een geringere toeneming van de schuifspanningen vereist om een nieuwe val in te leiden. Onderzoeken langs de aanzet van de Oosterscheldedam op Noord-Beveland duiden erop dat recente aanzandingen om dezelfde reden extra gevoelig kunnen zijn voor het optreden van vallen zonder daarbij het onderliggende voorbelaste jonge zeezand mee te nemen. Nadere onderzoeken in

deze richting zouden kunnen leiden tot een betere becijfering van de benodigde hoeveelheid bodembescherming in zo'n gebied. Ook de uitwerking van het opspuiten en klappen van zand zou wat dit betreft nader moeten worden onderzocht. Zulk zand zou jong jong zeezand genoemd kunnen worden ter onderscheiding van het oudere voorbelaste jonge zeezand.

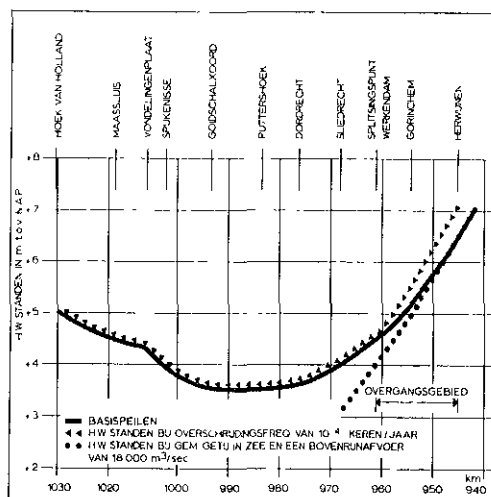
Behalve losse pakking van het bodemmateriaal blijken er dus wel degelijk andere factoren van invloed te zijn op het ontstaan en het verloop van (zettings)vloeijingen. Het is daarom gewenst bij de bespreking van de invloed van losse pakking – en daarover handelt het tweede deel van dit artikel, in het volgende Bericht – steeds de samenhang te blijven zien met de factoren die genoemd zijn in dit eerste deel.

Alvorens plannen tot verbetering van de hoofdwatkeringen kunnen worden opgesteld, aldus het Eindverslag van de Delta-commissie, is het nodig de stormvloedstanden vast te stellen, die als uitgangspunt moeten dienen voor de bepaling van de hoofdafmetingen van die waterkeringen.

Basis- en ontwerppeilen in het benedenrivierengebied

De commissie heeft verschillende onderzoeken doen uitvoeren naar de kans van optreden van stormvloeden van verschillende hoogten langs de kust en de zeegaten. Op grond van deze onderzoeken meende zij de overschrijdingsfrequentie van de waterstand te Hoek van Holland van N.A.P. + 5 m te mogen stellen op ongeveer 1% per eeuw, of een tienduizendste per jaar. Een stormvloedstand met een zo geringe overschrijdingsfrequentie leek de commissie een voldoende veilig uitgangspunt voor haar verdere beschouwingen. Sindsdien worden dan ook het peil van N.A.P. + 5 m te Hoek van Holland en de daarmee gelijkwaardige peilen op andere punten – dat zijn dus de peilen met een gelijke overschrijdingsfrequentie – basispeilen genoemd.

Voor een groot aantal plaatsen langs de kust en de zeegaten werden deze peilen vastgesteld. Zij zijn echter niet meer dan algemene normen en mogen op zichzelf nog niet als enig uitgangspunt worden genomen voor de uit te voeren versterkingen. De door de hoofdwatkeringen beschermde belangen lopen namelijk in betekenis zeer uiteen. Het maakt groot verschil, wat de omvang en het karakter is, in het bijzonder welke de hoogteligging is, van het achter enige hoofdwatkering gelegen gebied. Daarom is de commissie ertoe overgegaan, uit de basispeilen zogenaamde ontwerppeilen af te leiden, die als uitgangspunt zullen moeten dienen voor de verbetering van de hoofdwatkeringen. Voor hoofdwatkeringen die zeer vitale belangen beschermen zou kunnen worden overwogen, met het ontwerppeil nog iets boven het basispeil uit te gaan. Zijn de belangen beperkt, dan zal het verantwoord zijn een



iets minder grote veiligheid te aanvaarden, en voor het ontwerppeil een hoogte beneden het basispeil aan te houden.

Dergelijke beschouwingen hebben de commissie er tenslotte toe gebracht, een lijst op te stellen van ontwerppeilen voor het gehele kustgebied. Voor het zuidwesten des lands, dat in kleine, elk afzonderlijk door hoofdwatkeringen beschermde gebieden is verdeeld, zijn ontwerppeilen vastgesteld die een ongeveer 2,5 maal zo grote kans op overschrijding hebben als de ter plaatse geldende basispeilen. Hun overschrijdingskans is dus ongeveer 1/4000. Het verschil met de basispeilen bedraagt ongeveer 30 cm. Deze af trek staat bekend als de 'economische reductie'. Tenslotte is er dan nog een correctie aangebracht om de onder invloed van de afsluitingswerken iets verhoogde stormvloedstan-

den in de omgeving der Deltadammen te compenseren.

Na de voltooiing der afsluitwerken zullen hoge stormvloed en in het achter de dammen gelegen gebied tot het verleden behoren. De wateren benoorden de Volkerakdam zullen echter via de Rotterdamse Waterweg met de zee in open verbinding blijven.

De vloedgolf die bij westelijke storm de Waterweg binnenloopt, zal evenwel naar binnen toe snel in hoogte afnemen als gevolg van de sterke afzuigende werking van het Haringvlietbekken, waaronder te verstaan zijn het Haringvliet en het Hollands Diep, met aansluitende wateren. Welke hoogste waterstanden er in zo'n geval op het Haringvlietbekken worden bereikt, hangt in sterke mate af van het verloop van de stormvloed en van de grootte van de rivierafvoer. De duur en het

karakter van de stormvloed zijn van invloed op de tijd waarin de lozing van het oppervlaktewater wordt opgehouden. Voor de waterberging op het Haringvlietbekken is niet alleen de oppervlakte van het bekken van belang, maar ook het peil dat bij de aanvang van de stormvloed en de stremming van de oppervlaktewaterafvoer op het Haringvliet aanwezig was. Dit peil zal samenhangen met de hoogte van het peil op zee, in het bijzonder het laagwaterpeil, voorafgaand aan de storm, van het daarbij gevolgde lozingsprogramma van de Haringvlietstuizen, en van de wijze waarop het afdalen van water via het Volkerak naar het Zeeuwse Meer wordt geregeld.

Bij haar beschouwingen is de Deltacommissie er destijds van uitgegaan dat de Hollandse en Brabantse Biesbos en het gebied van Dongemond en Oude Maasje stormvloedvrij

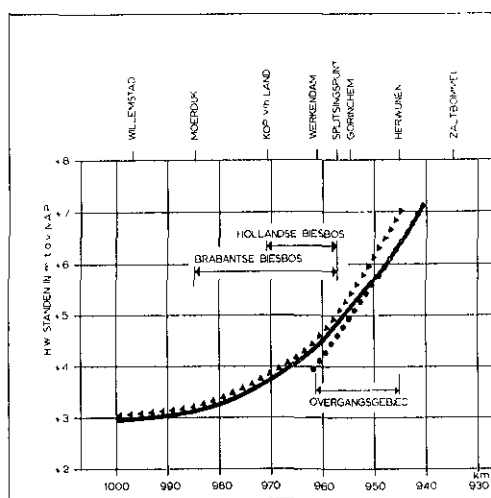
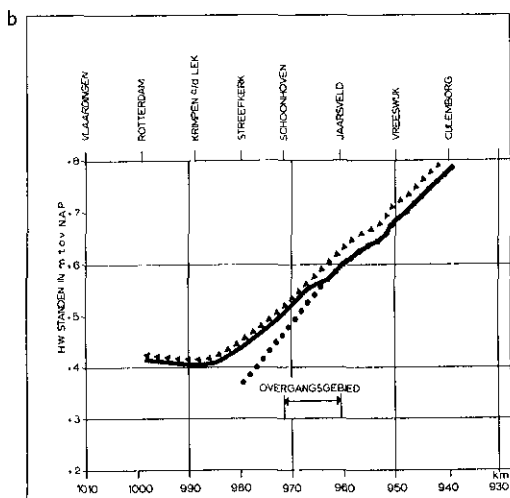


Fig. 1. Basispeilen in het benedenrivierengebied

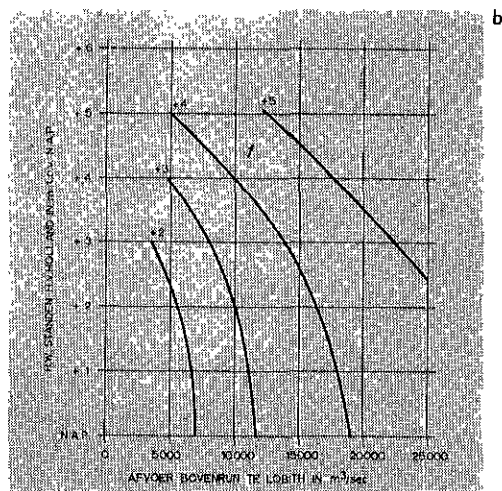
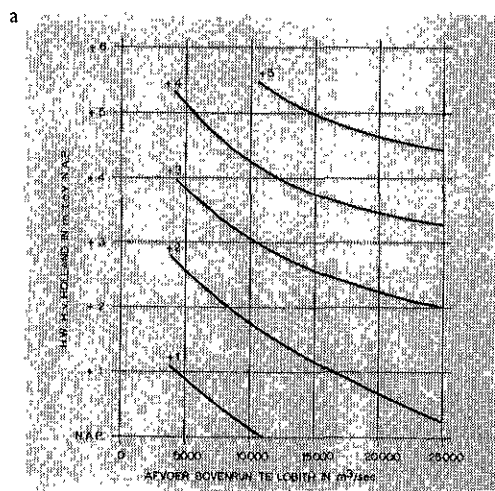
- langs Nieuwe Waterweg—Oude Maas—Beneden Merwede—Boven Merwede
- langs Nieuwe Maas—Lek
- langs Haringvliet—Hollands Diep—Nieuwe Merwede—Boven Merwede

zouden zijn. Ten aanzien van de bediening der Haringvlietstuizen is ervan uitgegaan dat ze bij het opkomen van de vloedstroom zouden worden of zijn gesloten gedurende het aan het eigenlijke stormvloedgetij voorafgaande getijde en dat ze tot aan het einde van de stormvloed gesloten zouden blijven. Verder is slechts in beperkte mate rekening gehouden met het karakter van de stormvloed. Uit de verrichte berekeningen bleek dat een bepaalde hoge waterstand kan ontstaan als gevolg van verschillende combinaties van stormvloeden en oppervlaktewaterafvoeren. Wenst men te weten hoe groot de kans is dat een bepaalde waterstand wordt bereikt of overschreden, dan zal men alle mogelijke combinaties die tot die toestand kunnen leiden dienen te beschouwen, en de kansen van voorkomen van alle combinaties moeten

optellen. De resultaten van de door de Delta-commissie uitgevoerde berekeningen zijn, voorzover ze het benedenrivierengebied betreffen, eenvoudshalve in tabellen samengevat. Toen de Deltacommissie haar onderzoeken uitvoerde, bestond er nog onzekerheid inzake de maximale afvoer die de Bovenrijn zou kunnen bereiken. Pas in 1968 is, op grond van een hernieuwd onderzoek naar de maatgevende waterstanden op de Rijn en zijn vertakkingen en het aansluitende benedenrivierengebied, gebleken dat de maximale afvoer van de Bovenrijn aanzienlijk groter kan zijn dan de tot dan toe aangenomen $17.500 \text{ m}^3/\text{sec}$. Tengevolge daarvan moesten de basispeilen voor Schoonhoven en Werkendam worden herzien.

onderzoek naar de basispeilen op de Maas en het aangrenzende benedenrivierengebied is nog gaande.

Uit het voorgaande blijkt wel, dat voor het bepalen van basispeilen in het benedenrivierengebied en het bovenrivierengebied uitgegaan wordt van verschillende frequentiebegrippen. In het benedenrivierengebied overheerst de getijbeweging, waarin tweemaal per dag een hoogwaterstand voorkomt. In het bovenrivierengebied treden afvoergolven op die in het algemeen van veel langere duur zijn dan een getijcyclus. De overschrijdingsfrequentie wordt in het benedenrivierengebied dan ook uitgedrukt in het aantal keren per jaar dat een bepaalde H.W.-stand wordt overschreden; in het bovenrivierengebied wordt de overschrijdingsfrequentie van een bepaalde afvoer, die dagelijks gemeten



Basispeilen in het overgangsgebied

De bepaling van de basispeilen in het bovenrivierengebied geschiedt op een andere wijze dan hiervoor beschreven werd voor het benedenrivierengebied. Er wordt voor het bovenrivierengebied uitgegaan van maatgevende rivierafvoeren, dat zijn rivierafvoeren met een overschrijdingskans van $1/3000$ dagen per jaar. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat voor de Rijn bij Lobith een afvoer van $18.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij die overschrijdingsfrequentie behoort. Er zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd naar het peilverloop langs de Rijn en zijn vertakkingen bij deze maatgevende Rijnafvoer. Voor het aan de benedenrivieren grenzende gedeelte van de bovenrivieren zijn de resultaten van deze berekeningen weergegeven in fig. 1. Een

wordt, uitgedrukt in aantallen dagen per jaar. In dat geval ontbreekt echter informatie omtrent de duur van overschrijding van deze afvoer. Daarom wordt tevens een frequentieverdeling opgesteld van de topafvoeren

Fig. 2. Correlatie van hoogwaterstanden met bovenrijn-afvoer en H.W.-stand te Hoek van Holland voor

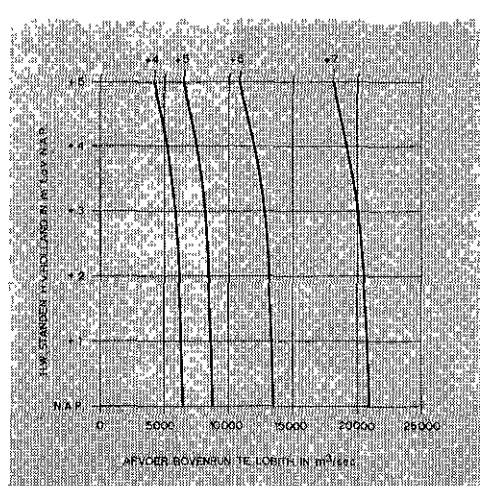
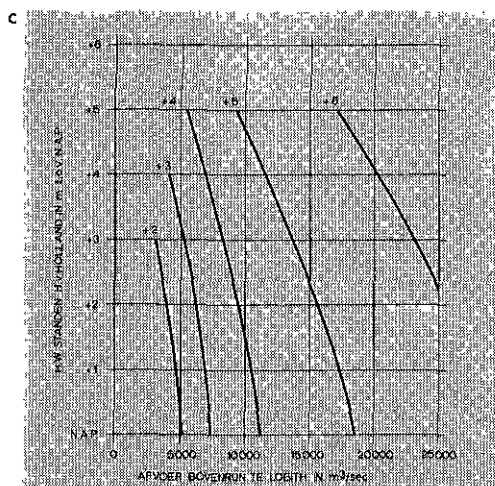
- a Dordrecht
- b Werkendam
- c Gorinchem
- d Herwijnen

tijdens de afvoergolven. Deelt men de dagoverschrijdingsfrequentie door de topoverschrijdingsfrequentie, dan heeft men de gemiddelde duur in dagen van de overschrijding van een bepaalde afvoer. Voor de Rijn te Lobith blijkt bij een afvoer van $18.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ de gemiddelde overschrijdingsduur één dag te zijn, hetgeen betekent dat de top- en de dagoverschrijdingsfrequentie aan elkaar gelijk zijn. Uitgaande van deze gegevens kan gesteld worden dat de bijbehorende H.W.-stand op de bovenrivier, wanneer bij de maatgevende afvoer een geringe getijbeweging aanwezig zou zijn, 1 keer per 1666 jaar overschreden zou worden.

De consequentie hiervan is, dat tussen het benedenrivierengebied en het bovenrivierengebied een overgangsgebied moet worden ingelast, om de verschillen in uitgangspunt

Hoek van Holland en de grootte van de Rijnafvoer te Lobith. Deze berekeningsresultaten hebben er mede toe geleid dat het overgangsgebied op de Boven Merwede is gesitueerd tussen het splitsingspunt bij Werkendam (km 961.000) en de peilschaal te Herwijnen (km 945.325). Op de Lek ligt het overgangsgebied tussen de peilschaal te Schoonhoven (km 971.610) en de peilschaal te Jaarsveld (km 961.615).

Uit de betrekkinglijnen zijn de overschrijdingsfrequenties van de H.W.-standen op verschillende stations volgens de eerder aangegeven methode berekend. Deze gegevens hebben, in combinatie met de uitgevoerde stroombaanberekeningen op de Rijn en zijn vertakkingen, geleid tot de in fig. 1 aangegeven basispeilen langs verschillende riviertrajecten.



met betrekking tot de basispeilen te overbruggen. De grens van het overgangsgebied zal aan de zijde van het benedenrivierengebied moeten liggen op een punt waar de stormvloeden het basispeil in overwegende mate bepalen. Aan de bovenrivierzijde zal de grens zich op een punt moeten bevinden waar de bovenrivier vrijwel uitsluitend het basispeil bepaalt. Gebruik makend van de nieuwste inzichten met betrekking tot het afvoerregime van de Rijn heeft men de optredende hoogwaterstanden in het benedenrivierensysteem opnieuw berekend voor verschillende combinaties van stormvloeden en rivierafvoeren. Enige resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in fig. 2, waarin betrekkinglijnen te zien zijn voor de hoogwaterstanden te Dordrecht, Werkendam, Gorinchem en Herwijnen, de hoogte van de stormvloed te

Op grond van het voorgaande zijn in augustus 1971 de ontwerppeilen vastgesteld langs de Bovenrijn en zijn takken, inclusief de overgangsgebieden. In de toelichting wordt vermeld dat in het benedenstroomse gedeelte van de overgangsgebieden overeenkomstig het advies van de Deltacommissie ten aanzien van de beveiliging van de gebieden buiten centraal Holland, een economische reductie van 30 cm op de basispeilen is aangebracht.

In de overgangsgebieden wordt de economische reductie geleidelijk tot nul vermindert, zodat de ontwerppeilen op de bovenrivieren gelijk worden aan de basispeilen. Daarmee wordt tevens bereikt dat de ontwerppeilen in het overgangsgebied en in het bovenrivierengebied vrijwel een gelijke overschrijdingsfrequentie hebben.

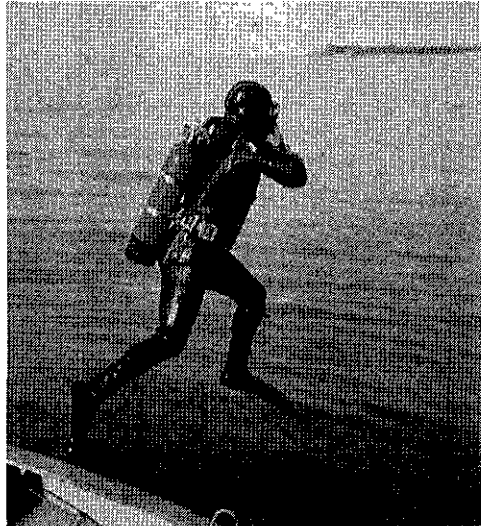
Bij de uitvoering van de afsluitingswerken, maar ook bij het langzamerhand omvangrijke milieu-onderzoek in het Deltagebied, wordt nogal dikwijls een beroep gedaan op duikers. Een belangrijk deel van de kustwaterbouw speelt zich immers onder water af, en in veel gevallen bestaat er behoefte om na te gaan, wat er van het werk geworden is. Dit klemmt temeer, naarmate men er toe overgaat nieuwe werkmethoden en nieuwe materialen toe te passen, die het experimentele stadium nog maar nauwelijks te boven zijn. En het is bekend dat de ongekeerde schaal van de Deltawerken meermalen noodzaakt tot het gebruik van nieuwe methoden.

Bij verscheidene werkonderdelen, zoals bodembeschermingen is het bovendien van vitaal belang, dat de uitvoerenden *snel* onderzocht worden over het resultaat van hun werk. In het algemeen zal voor het verzamelen van gegevens betreffende constructies onder water, bodemdiepten en dergelijke meer gebruik gemaakt worden van echoloodmetingen vanaf speciaal daarvoor ingerichte peilschepen waarmee men de waterdiepte van plaats tot plaats of in brede banen kan opmeten. Niet altijd echter zijn de op deze manier verzamelde gegevens voldoende om de gestelde vragen te beantwoorden. Zo blijkt bijvoorbeeld niet of op een bepaald bodemdeelte stenen van een bestorting liggen of alleen maar zand; evenmin blijkt duidelijk in welke toestand een bestorting zich bevindt. Dit kan alleen worden vastgesteld met behulp van onmiddellijke, optische waarneming door een ter zake kundige. Vandaar de behoefte om bij de bouw van de dammen naast het gebruikelijke toezichthoudende personeel, ook personeel aan te stellen voor inspectie onder

water. Een dubbele bekwaamheid wordt dus van dit personeel gevraagd: enerzijds moeten het geoefende duikers zijn, van een optimale lichamelijke en psychische conditie, en gehard tegen de weinig comfortabele omstandigheden van temperatuur en druk die het duiken meebrengt, anderzijds echter ook in de waterbouw zoal niet geschoolde, dan toch enigszins wegwijis geworden technici, die gebreken aan een constructie kunnen vaststellen, of apparatuur voor grondmechanische en hydraulische studie kunnen plaatsen en afstellen.

Reeds in de beginjaren van de uitvoering der afsluitingswerken werd een waterbouwtechnisch ervaren duiker in dienst genomen, aan wie naar behoefte particuliere duikers werden toegevoegd. Wanneer bepaalde technieken eenmaal ingang gevonden hebben, blijken er echter toepassingsmogelijkheden ook voor andere dan de oorspronkelijke doeleinden. De taken van de duikers worden gemakkelijk uitgebreid met toevallige karweitjes: het verwijderen van een draad uit een scheepsschroef, het ophalen van een overboord gevallen stuk gereedschap.

Dat het duikwerk zich meer en meer uitgebreide, is echter niet alleen te danken aan deze losse werkzaamheden. De behoefte aan de inspectie van gemaakt werk nam toe met het in uitvoering komen van verscheidene Deltawerken tegelijkertijd, en zo breidde de duikersploeg haar activiteiten in het midden van de jaren zestig uit over het gehele Deltagebied. Nu het aantal tegelijk uitgevoerde afsluitingswerken weer sterk terugloopt, blijft evenwel de behoefte aan duikers onverminderd bestaan: het onderzoek naar de kwaliteit van bodem en water in de afgesloten bekkens,

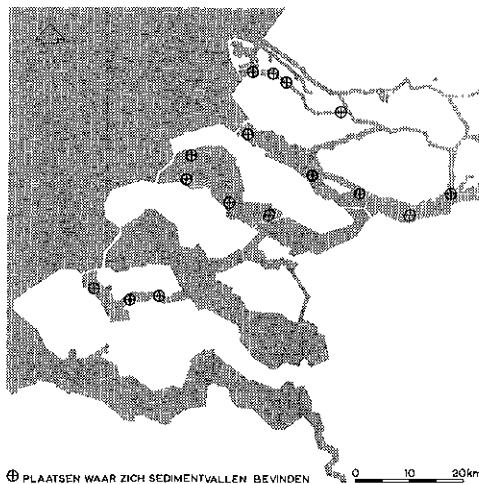


Duiker gaat te water in nat kikkerpak

dat inmiddels op gang gekomen is, vereist herhaaldelijk de hulp van duikers, mede om het wel en wee van de planten- en dieren-gemeenschappen in de Deltawateren in ogenschouw te nemen. En ook in de verdere toekomst, wanneer de afsluitingswerken zullen zijn voltooid, blijft inspectie onder water gewenst voor het onderhoud van de gereedgekomen dammen en sluisen, evenzeer als voor de studie der geomorfologische ontwikkelingen, met name de bestudering van het zandtransport langs de verkorte Noordzeekust. Duikeronderzoek blijft ook nodig voor het milieu-onderzoek, dat ervoor zal moeten blijven zorgen dat het waterbeheer in het Deltagebied op verantwoorde wijze wordt uitgeoefend, zich aanpassend aan steeds wisselende omstandigheden.

Het valt niet moeilijk in de tot nu toe verschenen driemaandelijks Berichten beschrijvingen te vinden van werkzaamheden waaraan duikers een belangrijk aandeel hebben gehad.

Bij de ontwikkeling en beproeving van nieuwe bodembeschermingsconstructies zijn de duikers vanaf een vroeg stadium betrokken geweest. De totstandkoming van semi-klasieke zinkstukken van polypropeendoek en hout en van moderne constructies zoals beschermingen van asfaltmastiek en steen-asfalt-, grindworsten- en betonblokmatten, het is alles mede dankzij duikwerk gerealiseerd. Bij de proeven op ware grootte heeft inspectie onder water steeds onmisbare inlichtingen verschaft over het gedrag van de beschermingsconstructies onder water, over de wijze waarop de proefstukken zich zouden aanpassen aan de bodem, en over de vraag of ze door overdrukken werden opgetild of ver-

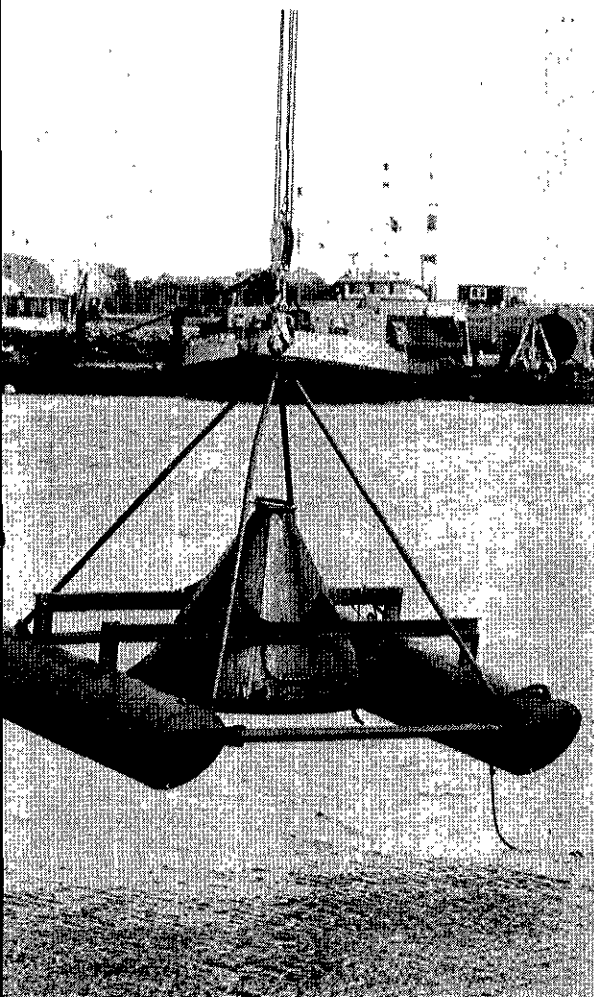
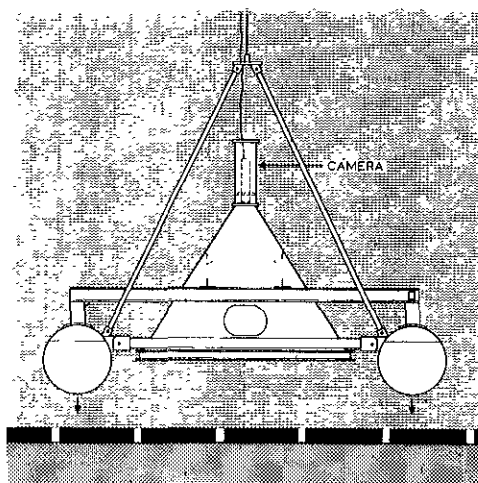


nield. Daarbij kwam nog het onderzoek onder water naar het gedrag van de beproefde bestortingsmaterialen, zoals zeegrind, fosfor-, staal- en loodslakken.

Onderwatertoezicht in het experimentele stadium is echter niet het omvangrijkste onderdeel van het werk dat de duikers hebben aan de bodembeschermingen in het Deltagebied. Zeer dikwijls moeten ze naar beneden voor het onderzoek van de bezinkvelden in de omgeving van de sluitgaten der afsluitingswerken. Daarbij geldt het onderzoek vooral de randen van zo'n bezinkveld, het ontstaan van ontgrondingskuilen, en de wijze waarop de randen zich aanpassen aan de zich wijzigende bodemfiguratie. Een andere controlerende taak die veelal ten dele aan de duikers wordt opgedragen, is het nagaan van de juiste ligging van zinkstukken; de duikers

Fig 2 Onderwatercamera voor de inspectie van bodembeschermingen

Op de foto: tewaterlating van de slede. De camera zelf ontbreekt nog



dienen zich er dan mede van te vergewissen dat de stukken elkaar voldoende overlappen en dat de bestortingsmaterialen op een juiste manier over de beschermingsmatten zijn verdeeld. Ook bij de opbouw van dammen en sluitkaden wil de uitvoerende dienst van de duikers vernemen welke profielen met name nieuwe dambouwmaterialen onder water aannemen. Hun wordt dan gevraagd, een onderzoek in te stellen naar de vorm van en de eventuele beschadigingen aan dammen van zandasfalt en betonblokken, maar ook wel van mijnsteen of grind. Bij een caisson-sluiting laat men op soortgelijke manier wel de werking van de afsluiters controleren. Ten behoeve van grondmechanische en hydraulische studies moeten de duikers grondmonsters nemen, meetapparatuur onder water plaatsen en onderhoudswerkzaamheden verrichten aan eenmaal geplaatste drukdozen, waterspanningsmeters en instrumenten voor de registratie van getij- en golfbewegingen. Na dijk-, plaat- en oevervallen is het soms nodig de gegevens uit peilingen aan te vullen met een onderwaterschouw van de grondverplaatsingen.

Het milieu-onderzoek voegde aan dit toch al omvangrijke takenpakket nog het een en ander toe. Op de bodem van de afgesloten Deltabekkens moeten periodiek sedimentvangers worden geplaatst en gelicht. In deze monsterbussen, aangeschaft op voorbeeld van het milieu-onderzoek in de grote meren van Noord-Amerika, worden gedurende 1 à 2 maanden achtereen in het water bezinkbare stoffen opgevangen. Na afloop van de bezinkperiode worden de opgevangen hoeveelheden stoffen gemeten en geanalyseerd. Uit deze gegevens kan men, in combinatie met de

resultaten van grondmonsters en foto's van de bodem een beeld opbouwen van de mate waarin en de snelheid waarmee ter plaatse sedimentering optreedt. Soortgelijke werkzaamheden verrichten de duikers bij het onderzoek naar de gelaagdheid van het water in diepe gedeelten van de Deltameren en bij het bestrijden van deze ongewenste stratificatie.

Hoezeer duikers in de Deltawateren van alle markten thuis moeten zijn blijkt wel daaruit dat van hen ook de vervaardiging van kleurenfoto's en -films onder water wordt verlangd. Van de levensomstandigheden op de vooroevers van dijken en in sommige diepe geulen en putten tracht men zich uit deze dia's en films, uit grondmonsters en uit de ooggetuigenverslagen van de duikers zelf een beeld te vormen. Worden deze verkenningen regelmatig uitgevoerd, dan kan op den duur een goed inzicht verkregen worden in de wijzigingen die de leefgemeenschappen ondergaan als gevolg van veranderingen in het aquatisch milieu.

De duikers wordt tenslotte ook nog gevraagd hun duikuitrusting periodiek op betrouwbaarheid te beproeven en nieuwe vindingen op het gebied van het onderwatervverblijf in de praktijk te testen. Onlangs heeft men bijvoorbeeld een onderwaterscooter beproefd en een onderwatercamera voor televisie, die men wellicht nodig zal hebben om de enorme overlappenden van de bezinkingsvelden in de Oosterschelde effectief te controleren. De totale naadlengte zal daar namelijk 120 km bedragen, en al die naden moeten onder water lopend of zwemmend worden gecontroleerd. Ook hebben de duikers een observatietank voor het visueel registreren van zandtransporten in het water op zijn bruikbaarheid onderzocht.

In het Deltagebied opereren thans twee Rijks-duikers, de een vanaf het duik-werkschip 'Zuidvliet', de ander van het duik-werkschip 'Hillechien'. De 'Zuidvliet' is de in 1962 voor de duikerij omgebouwde voormalige voetveerboot tussen Noord-Beveland en Walcheren.

De 'Hillechien' is een in 1943 gebouwde zogenaamde 'Monopolbot' van het Duitse Wasserbauamt, die als sleepboot heeft dienst gedaan op de Duitse binnenwateren. Het schip kwam naar Nederland over in het bezit van de aannemer die met de 'Jan Heymans' bodembeschermingen maakt van asfaltmastiek. In 1970 werd het omgebouwd tot overslagschip voor vulstof en als hulpboot voor sleepdiensten en personenvervoer. Ten behoeve

van de ontwikkeling van steenasfaltmatten is deze boot nogmaals omgebouwd, nu tot duik-werkschip met voorzieningen om reparaties te verrichten aan de 'Jan Heymans', aan welk fabrieksschip de 'Hillechien' in voorkomende gevallen ook elektrische energie kan leveren.

De uitrusting van beide schepen verschilt over het geheel genomen niet zoveel: zowel de 'Zuidvliet' als de 'Hillechien' zijn uitgerust met apparatuur voor radiocommunicatie en echolodgingen. Er zijn aan boord verhaallieren, een bergingspomp, een giek voor het overslaan van materialen, een generator voor het opwekken van elektriciteit en een compressor. De compressor voedt de duikeruitrustingen en de recompressietank.

Op beide schepen zijn drie verschillende typen duikeruitrusting aanwezig. Allereerst het standaard-luchtpak met koperen helm, en loden schoenen. Dit pak wordt gebruikt bij zwaar werk, en wanneer vooral een goede communicatie met het schip noodzakelijk is. Dan heeft men er kikvors-uitrustingen. Deze duikerpakken kunnen gevoed worden met lucht vanaf het schip, of vanuit cilinders die de duiker op zijn rug draagt. Men gebruikt ze bij redelijk hoge watertemperaturen en voor onderzoek dat een grote actieradius vereist. De constant-volume-uitrusting tenslotte, is een 'droog' kikkerpak, waarin de duiker wollen onderkleding draagt. Met zo'n pak kan men het enige tijd uithouden in koud water, en dus in het algemeen op wat grotere diepte.

De 'Zuidvliet' en de 'Hillechien' beschikken ook allebei over een recompressiekamer, zij het van verschillende grootte. Men kan er onaangename decompressieverschijnselen mee bestrijden. Onder water wordt een meer dan normale druk uitgeoefend op het lichaam van een duiker. Ten gevolge daarvan neemt zijn lichaam verhoudingsgewijs veel stikstof op. Heeft hij zich enige tijd op een bepaalde diepte bevonden, en komt hij vervolgens te snel op, dan heeft de extra opgenomen stikstof niet de gelegenheid om het lichaam te verlaten; in de bloedbaan blijven dan stikstofbellen achter. Dit verschijnsel heet decompressieziekte en het kan in een ernstig geval blijvende invaliditeit tot gevolg hebben. Om de stikstof voldoende gelegenheid te geven om het lichaam te verlaten, is het noodzakelijk de duikers na bepaalde duiken – afhankelijk van diepte en tijdsduur van de duik – in etappes omhoog te halen. Doen er zich desondanks symptomen voor van decompressieziekte, die gelukkig meteen herkenbaar zijn aan een soort duizeligheid en misselijkheid, dan wordt de 'zieke' duiker

in de recompressiekamer weer onder druk gezet, en daarna in etappes weer teruggevoerd naar de normale druk boven water. Deze recompressiekamers heeft men natuurlijk ook nodig wanneer ongelukken onder water zouden optreden. Ook wordt het ophalen in etappes wel eens bewust achterwege gelaten, bijvoorbeeld bij duiken op grote diepte, bij een lage watertemperatuur, of bij hoge stroomsnelheden. Men heeft dan meer vertrouwen in oppervlaktedecompressie die, mits onmiddellijk toegepast, volledig gelijkwaardig kan worden geacht aan het etappegewijs boven komen.

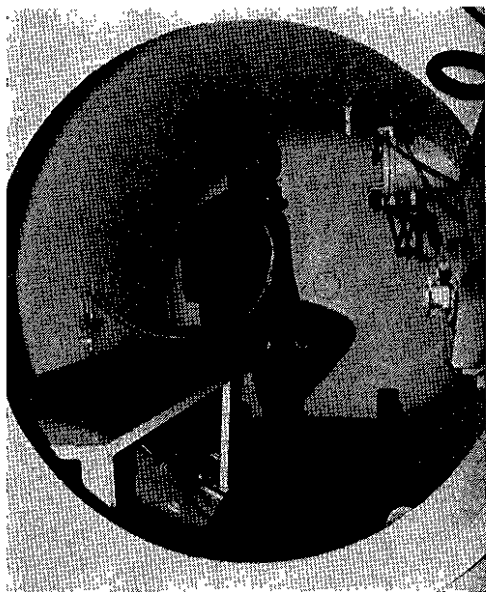
De recompressietank van de 'Zuidvliet' kan vier tot zes mensen bevatten, die van de 'Hillechien' maar één. De tank van de 'Zuidvliet' bevat ook een druksluis, zodat

interieur van recompressietank met zuurstofmasker

Rechtsonder, de duik-werk-schepen 'Zuidvliet' en 'Hillechien'

Verschillende duikeruitrustingen. Van links naar rechts: standaardpak (tweemaal), constant-volumepak en nat kikkerpak





daar bijvoorbeeld een dokter in en uit kan gaan.

De duikerruistelingen op de schepen worden verder gecompleteerd met duikertelefoon, polskompas, dieptemeter, horloge, reddingvest, duikermes, onderwaterverlichting en de nodige voorschriften.

Behalve van de genoemde vast aangestelde duikers en de apparatuur in eigen bezit, maakt men ook nog gebruik van de diensten van duikbedrijven. Voor het milieu-onderzoek werkt men samen met het Duikgenootschap Nederland. Dit duikgenootschap maakt film- en foto-opnamen van de leefgemeenschappen op de bodem en langs de dijkgoelingen. De Rijksduikers zijn opgeleid bij de Koninklijke Marine of op de Vaar- en Duikerschool van de Genie. Hun waterbouwkundige, waterloopkundige, werktuigkundige en nautische

kennis hebben ze door zelfstudie en door ervaring verkregen. De afdeling milieu-onderzoek te 's Heer-Arendskerke brengt aan de sportduikers de nodige biologische scholing bij voor het onderscheiden van organismen en soorten in flora en fauna.

De werkomstandigheden van de Deltaduikers wisselen sterk. De duikers hebben te maken met zout, brak en zoet water, getijgebieden met verschillende getijamplitudes en met wateren van een nagenoeg constant peil. Zij ontmoeten deining en golfslag, van tijd en plaats afhankelijke stroomrichtingen en stroomsnelheden, hogere en lagere temperaturen, helder en troebel water. Ze moeten, afhankelijk van de kenteringstijden, nu eens 's nachts, dan weer overdag werken. De duikers moeten opereren in diepe geulen, op door krekken doorsneden minder diepe plaatsen, op vooroevers van dijken, en op slikken. De bodem waarlangs ze zich moeten voortbewegen kan zeer verschillend van samenstelling zijn: losgepakt zand, slib, veen of vaste klei.

Op de bodem van het uitgestrekte watergebied is oriëntatie slechts mogelijk op het duikerkompas.

In tegenstelling tot hun collega's boven water kunnen de onderwater-opzichters hun werksituatie of het geheel van een waterbouwkundige constructie niet globaal overzien. Ze moeten altijd oordelen en werken vanuit details. Een systeem van trapsgewijs toezicht bestaat onder water niet. De duikers dragen individueel een grote verantwoordelijkheid, voor het werk, en voor de veiligheid van henzelf en hun collega's.



De eerste ervaringen die zijn opgedaan met het waterbeheersingssysteem dat door de ingebruikstelling van de Haringvlietsluizen in het noordelijk Deltagebied werd mogelijk gemaakt, vindt men beschreven in Bericht 57 (augustus 1971). Doel en werking van dit systeem van waterbeheersing werden daarvoor al beschreven, in Bericht 52 en 53 (mei en augustus 1970).

De waterbeweging in het noordelijk Deltagebied sinds de afsluiting van het Haringvliet

Inmiddels is het inzicht in de mate waarin de waterbeweging voldoet aan de voorspellingen belangrijk gegroeid doordat op uitgebreide schaal natuurmetingen zijn verricht, zowel van af vaartuigen als met continu registrerende meetopstellingen. In hoeverre de voorspellingen kunnen worden getoetst, hangt in sterke mate af van de opgetreden variatie in de randvoorwaarden van getij in zee en afvoer van de grote rivieren Rijn en Maas. In de periode sinds de afsluiting van het Haringvliet heeft de getijbeweging sterke schommelingen ondergaan, onder meer door frequent optredende stormen.

De rivierafvoer daarentegen heeft gedurende deze periode relatief weinig gevarieerd; er zijn slechts enkele perioden met hoge – en dan nog niet eens zeer hoge – afvoeren voorgekomen. Het gevolg hiervan is dat er nog steeds maar een beperkt inzicht bestaat in de mate van overeenstemming tussen meting en berekening bij hogere Rijnafvoeren dan de middelbare waarde.

Voorts is getracht de mogelijkheden te verruimen om op operationele basis in het systeem in te grijpen. Met dit doel zijn relaties ontwikkeld tussen een hydraulische parameter en in het noordelijk Deltagebied optredende waterloopkundige verschijnselen. De in de Dordtsche Kil optredende hoge stroomsnelheden, die de veerdienst tussen 's-Gravendeel en Wieldrecht in moeilijkheden brachten, zijn een belangrijke stimulans voor deze ontwikkeling geweest.

Zoals in eerder genoemde Berichten reeds vermeld is, wordt de waterbeweging in het noordelijk Deltagebied in sterke mate beïnvloed door het aan de grootte van de rivier-

afvoer gekoppelde lozingsprogramma voor de Haringvlietsluizen.

Bij Rijnafvoeren tot 1700 m³/sec blijven de sluizen vrijwel gesloten, terwijl ze eerst bij een Rijnafvoer van 6000 m³/sec volledig geopend worden tijdens de L.W.-periode in zee. Naarmate de afvoeren oplopen tussen 1700 en 6000 m³/sec worden de sluizen geleidelijk steeds verder geopend.

De verticale getijbeweging in het noordelijk deltabekken wordt zoals gezegd door dit spul-regime beïnvloed; daarnaast spelen de sterkte van de via de Rotterdamse Waterweg binnendringende getijgolf en de mate waarin water op het Haringvlietbekken geborgen wordt een belangrijke rol.

De mate waarin de verticale getijbeweging door de drie genoemde factoren beïnvloed wordt is afhankelijk van de plaats; zo zal nabij de mond van de Rotterdamse Waterweg de getijbeweging in zee een overheersende rol spelen terwijl op het Haringvlietbekken het spul-regime de getijbeweging voornamelijk bepaalt (zie fig. 1). Uit de figuur blijkt dat de H.W.- en L.W.-standen te Spijkenisse direct samenhangen met de getijbeweging in zee, terwijl de andere factoren in mindere mate een rol spelen. Te Moerdijk bepaalt het spul-regime de H.W.- en L.W.-standen; maar ook de vulling en lediging van het Haringvlietbekken, bijvoorbeeld tijdens en na stormen, heeft hier een belangrijke invloed. Een gevolg hiervan is dat er een vrij zwakke correlatie bestaat met de H.W.- en L.W.-standen te Hoek van Holland. De genoemde invloeden kunnen dus, dat blijkt wel uit de figuur, afhankelijk van de plaats sterker of zwakker zijn.

Om toetsing mogelijk te maken van de voor gemiddeld getij in zee bepaalde voorspel-

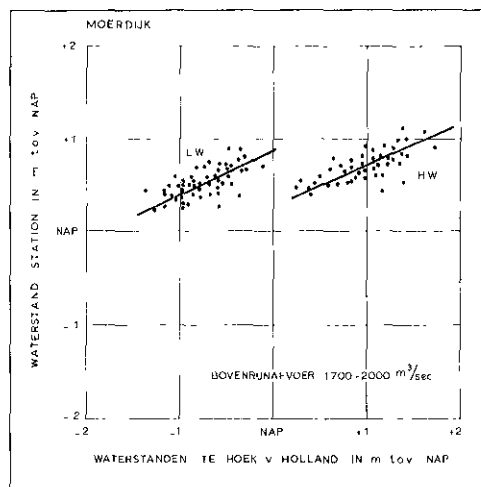
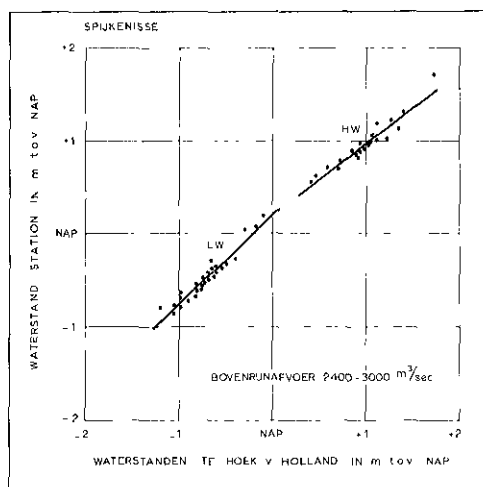
lingen zijn voor een groot aantal plaatsen dergelijke correlaties van H.W.- en L.W.-standen vastgesteld. Uit deze correlaties is het verloop van de H.W.- en L.W.-standen op een bepaalde plaats bij gemiddeld getij in zee als functie van de Bovenrijnafvoer bepaald. In fig. 2 wordt voor een aantal meetstations een vergelijking getrokken tussen het aldus bepaalde verloop in werkelijkheid en volgens de voorspellingen. Het blijkt dat er een redelijke overeenstemming bestaat tussen voorspelling en werkelijkheid.

Voorts zijn uit de verrichte natuurwaarnemingen frequentieverdelingen samengesteld van de H.W.-standen in het noordelijk Deltagebied. Wanneer de natuurwaarnemingen sinds de afsluiting van het Haringvliet hiertoe direct worden toegepast, dient bedacht te worden dat we statistisch gezien met betrekkelijk weinig

Het onderzoek naar de oorzaken van de systematische veranderingen in de verticale getijbeweging te Hoek van Holland duurt nog voort. Daarbij zal ook een mogelijke rijzing van de gemiddelde zeespiegel in de beschouwingen betrokken moeten worden. Uit een vergelijking van beide frequentieverdelingen van de Bovenrijnafvoer blijkt dat de Rijnafvoer sinds de afsluiting van het Haringvliet aanzienlijk lager is geweest dan statistisch gezien mocht worden verwacht.

Beide verschijnselen doen zich gevoelen in de voor de H.W.-standen samengestelde frequentieverdelingen (zie fig. 4).

Die stations die onder directe invloed staan van de situatie bij het station Hoek van Holland, vertonen ook dezelfde systematische afwijkingen. Stations die directer beïnvloed worden door de Rijnafvoer, vertonen afwij-



waarnemingen te maken hebben. De vraag dient zelfs gesteld te worden in hoeverre een steekproef van 2 à 3 jaar waarnemingen representatief is. Om hier een indruk van te krijgen zijn tevens frequentieverdelingen getekend van de H.W.- en L.W.-standen te Hoek van Holland en van de Bovenrijnafvoer te Lobith voor de genoemde periode. Deze frequentieverdeling kan dan vergeleken worden met die over een veel langere periode (zie fig. 3). Dan blijkt dat de H.W.-standen te Hoek van Holland een systematische verandering hebben ondergaan, die wellicht kan worden toegeschreven aan de uitvoering van de Europoortwerken. Hiernaast is het echter niet uitgesloten dat de door de afsluiting van het Haringvliet veroorzaakte verhoging van de opperwaterafvoer langs de Rotterdamse Waterweg in dit verschijnsel een rol speelt.

Fig. 1. Correlaties tussen de H.W.- en L.W.-standen Spijkenisse en Moerdijk en de H.W.- en L.W.-standen te Hoek van Holland

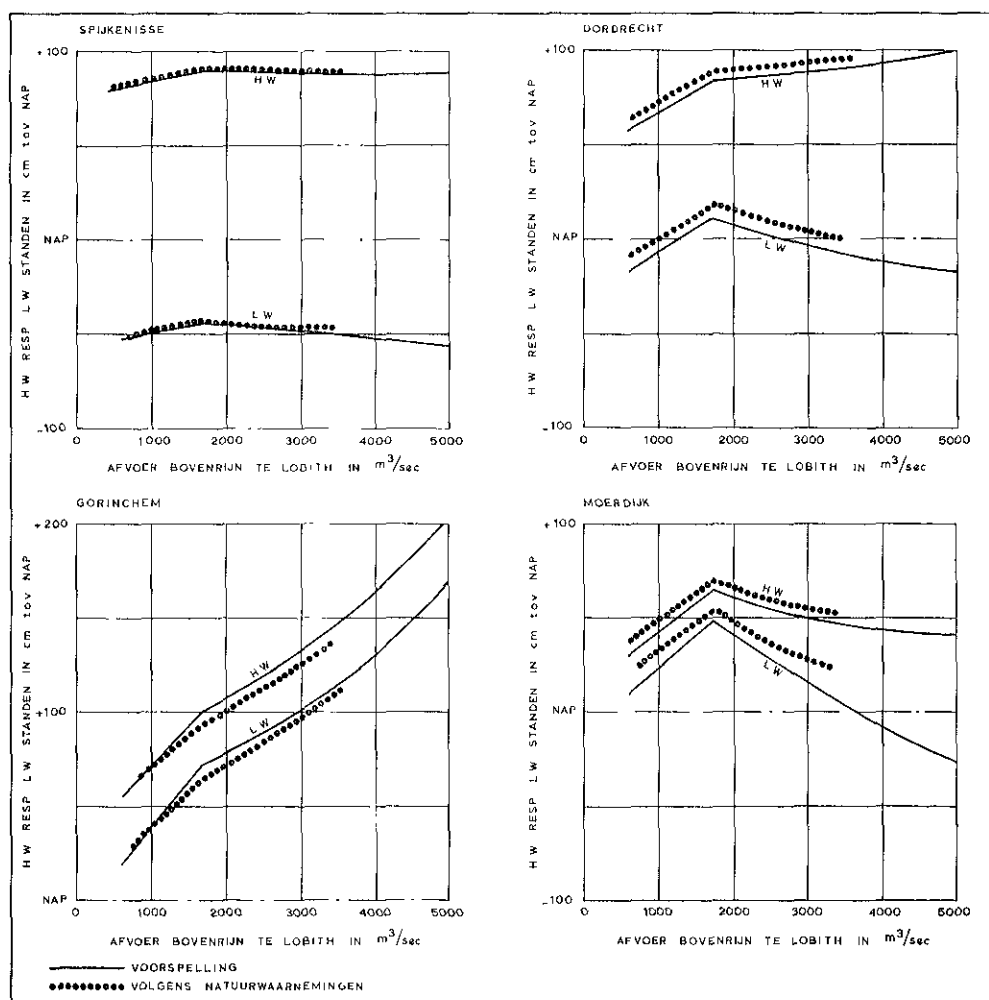
kingen doordat de afvoeren overwegend laag geweest zijn. Een en ander betekent dat het nog niet mogelijk is om met de thans beschikbare natuurwaarnemingen betrouwbare frequentieverdelingen samen te stellen.

De horizontale getijbeweging

Sedert de afsluiting van het Haringvliet zijn in het noordelijk Deltagebied een aantal stroom- en getijmetingen uitgevoerd op splitsingspunten van rivieren. De resultaten van deze metingen dienen vergeleken te worden met de voorspellingen, teneinde te kunnen nagaan in welke mate de nagestreefde verdeling van het aangevoerde rivierwater in de praktijk gerealiseerd wordt. In fig. 5 wordt zo'n vergelijking voor een splitsingspuntmeting bij de Berenplaat gegeven. Het blijkt dat er in het algemeen een goede over-

eenstemming tussen meting en voorspelling bestaat; wel moet bedacht worden dat de voorspellingen betrekking hebben op een gemiddelde getijbeweging in zee. In werkelijkheid zal de getijbeweging van het gemiddelde afwijken, en daaruit zijn de verschillen tussen voorspelling en meting voor een belangrijk deel te verklaren.

In de afgelopen jaren zijn ook metingen verricht met continu registrerende meetopstellingen voor de stroomsnelheid bij Spijkenisse in de Oude Maas, bij Alblasterdam in de Noord en bij 's-Gravendeel in de Dordtse Kil. Bij al deze meetopstellingen zijn ijkingsmetingen verricht om een relatie te kunnen vaststellen tussen de gemeten snelheidswaarden en de gemiddelde snelheden in het doorstroomprofiel. Voor de Noord en de Dordtse Kil bleek de ijkfactor vrijwel gelijk aan



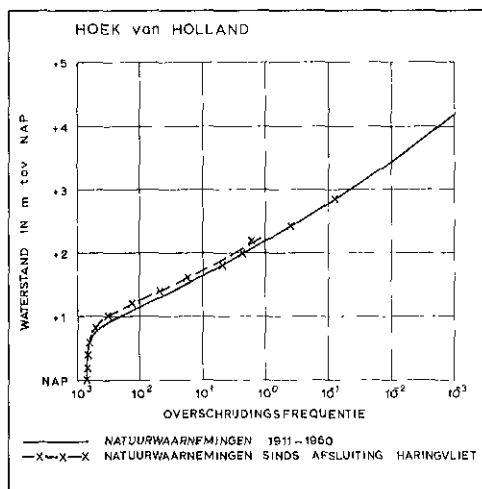


Fig. 3. Frequentieverdelingen van de H.W.-standen te Hoek van Holland en de Bovenrijn-afvoer te Lobith

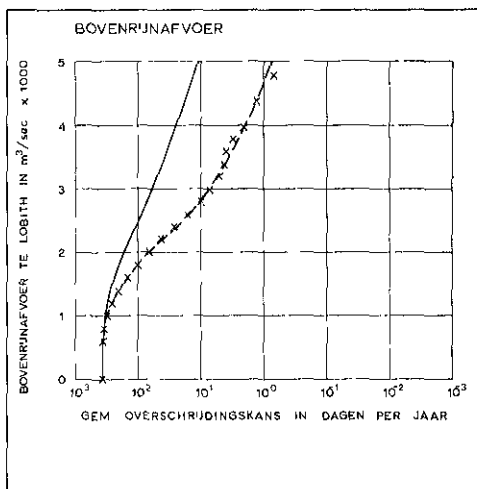
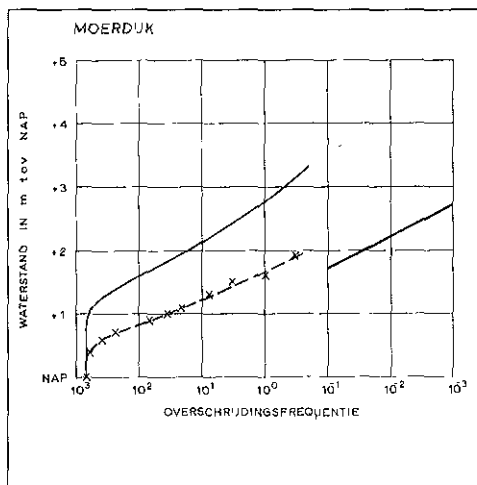
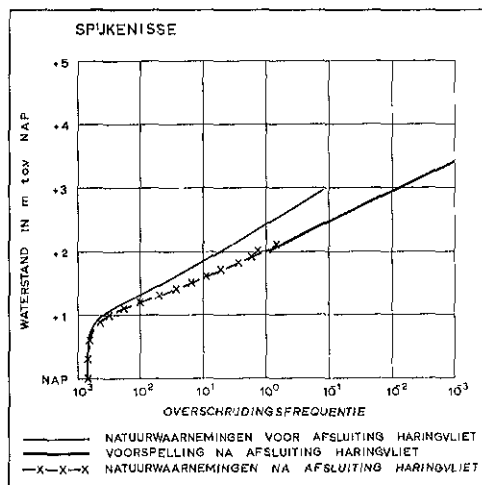


Fig. 2. H.W.- en L.W.-standen bij gemiddeld getij in zee als functie van de Bovenrijn-afvoer

Fig. 4. Frequentieverdelingen van de H.W.-standen te Spijkenisse en Moerdijk



één, zodat de metingen direct met de voorspellingen vergeleken kunnen worden. Voor de Oude Maas is het nog niet gelukt om een betrouwbare factor vast te stellen. Uit het verrichte onderzoek is gebleken dat ook de stroomsnelheden in het rivierstelsel in principe bepaald worden door de bij de beschrijving van de verticale getijbeweging genoemde factoren: getijbeweging in zee, rivierafvoer en stand van het Haringvlietbekken. Deze laatste factor wordt mede bepaald door beide eerstgenoemde factoren en het spui-regime van de Haringvlietsluizen. Getracht is een parameter te ontwikkelen waarin de genoemde factoren verzameld zijn, en waaraan relevante stromingsverschijnselen gecorreleerd kunnen worden. Het onderzoek heeft tenslotte geresulteerd in de in figuur 6 gedefinieerde vervalparameters.

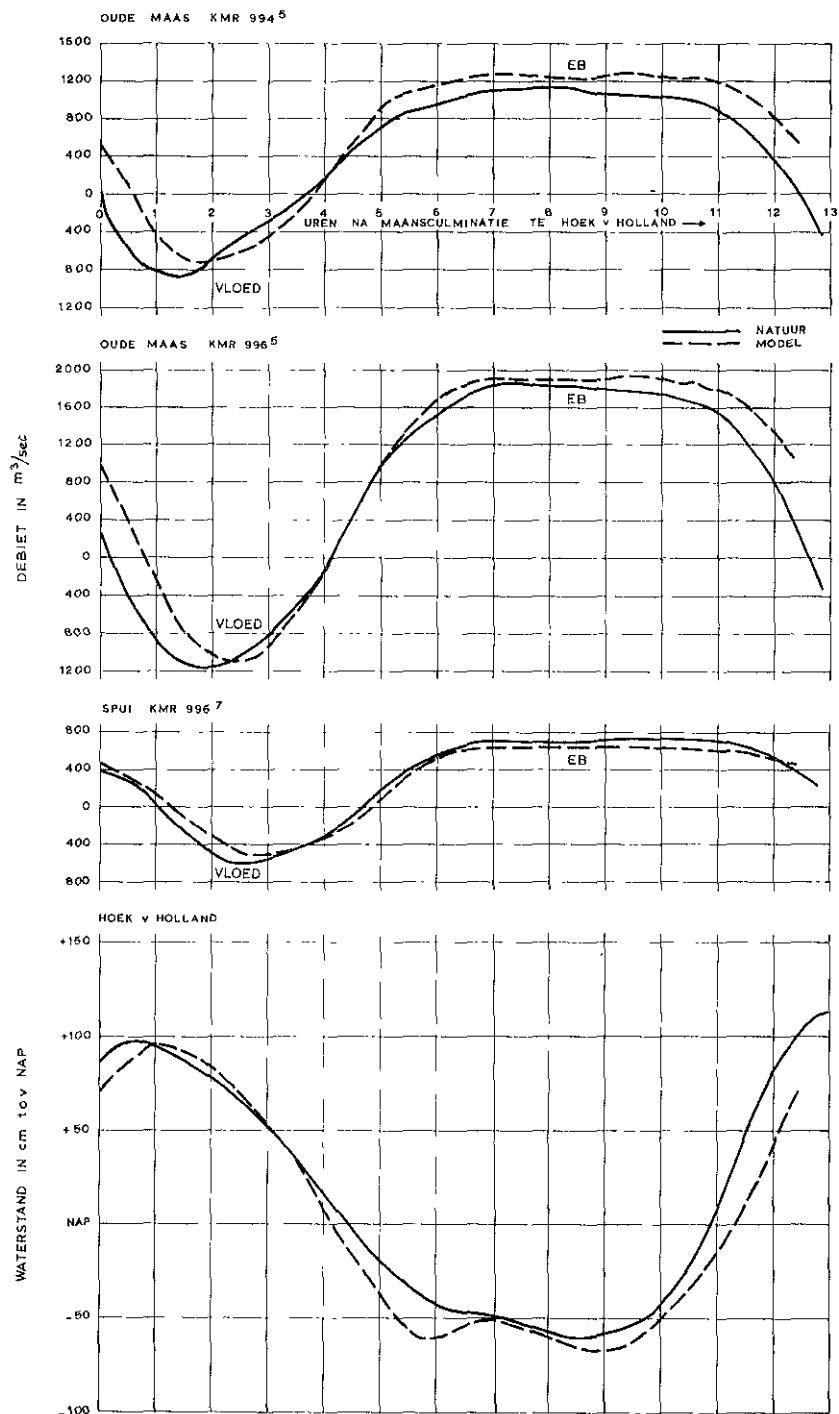
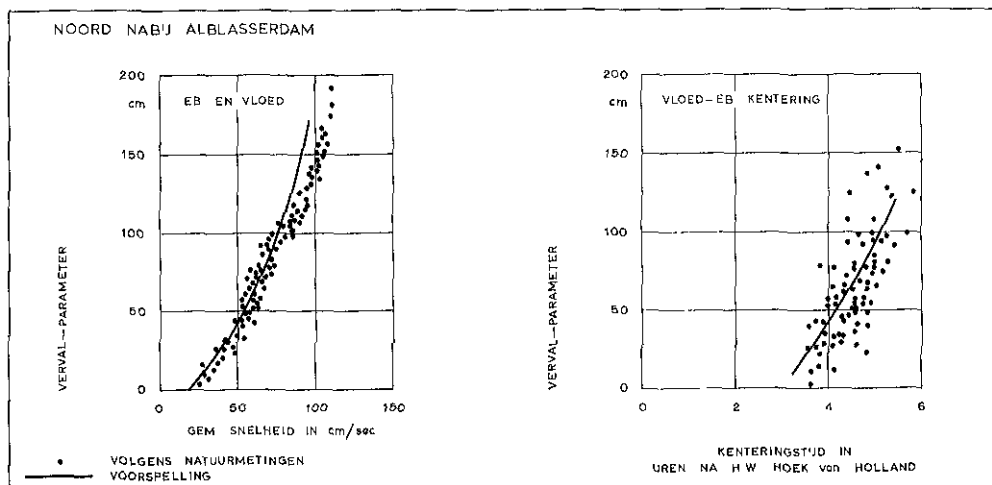
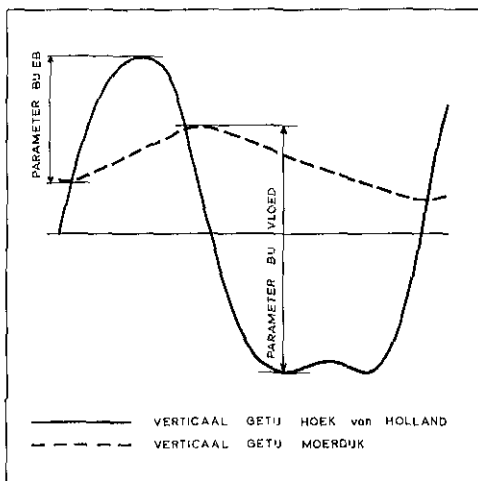


Fig. 5. Vergelijking van de resultaten van de splitsings-puntmeting 'Berenplaat' met de voorspelling bij gemiddeld getij

Fig. 6. Definiëring van de vervalparameters door correlatie met hydraulische verschijnselen

Fig. 7. Correlatie van de vervalparameters met de maximale snelheden en kenteringstijdstippen in de Noord



Aan deze parameters zijn de voorspelde en de gemeten maximale stroomsnelheden gecorreleerd voor die gevallen waarin de Haringvlietsluizen vrijwel gesloten zijn (zie figuur 7 t/m 9). Rekening houdend met de eerder omschreven ijkfactoren kan geconstateerd worden dat een redelijke overeenstemming tussen voorspelling en meting aanwezig is, wanneer althans wat de Oude Maas betreft de ijkfactor 1,3 wordt aangehouden.

De gemeten ebsnelheden in de Dordtsche Kil zijn wat lager dan de voorspelde waarden, terwijl de gemeten vloodsnelheden iets hoger zijn. Het bleek ook mogelijk met behulp van bovengenoemde parameters een correlatie op te stellen voor het tijdsverschil tussen het kenteringstijdstip van vloed naar eb en het tijdstip van H.W. te Hoek van Holland. Vergelijking van gemeten en voorspelde waarden

bij gesloten Haringvlietsluizen doet ook in deze correlaties een redelijke overeenstemming blijken.

De operationele waterbeheersing

De beschreven parameters laten zich goed toepassen in de operationele waterbeheersing wanneer het gaat om de regeling van hydraulische en daaraan gerelateerde verschijnselen, zoals maximale stroomsnelheden, kenteringstijdstippen, tijverschillen, en eb- en vloodvolumina. Om ze te kunnen bepalen dient men de beschikking te hebben over voorspellingen van de verticale getijbeweging in zee en van de getijbeweging op het Haringvlietbekken. De eerstgenoemde voorspellingen worden geleverd door het K.N.M.I. Het bleek daarnaast mogelijk om de H.W.- en L.W.-standen op het Haringvlietbekken te voor-

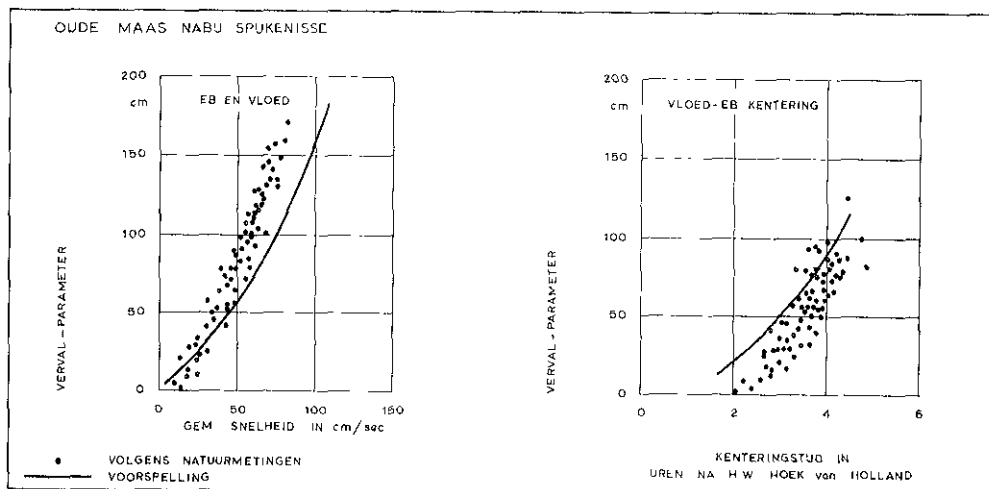
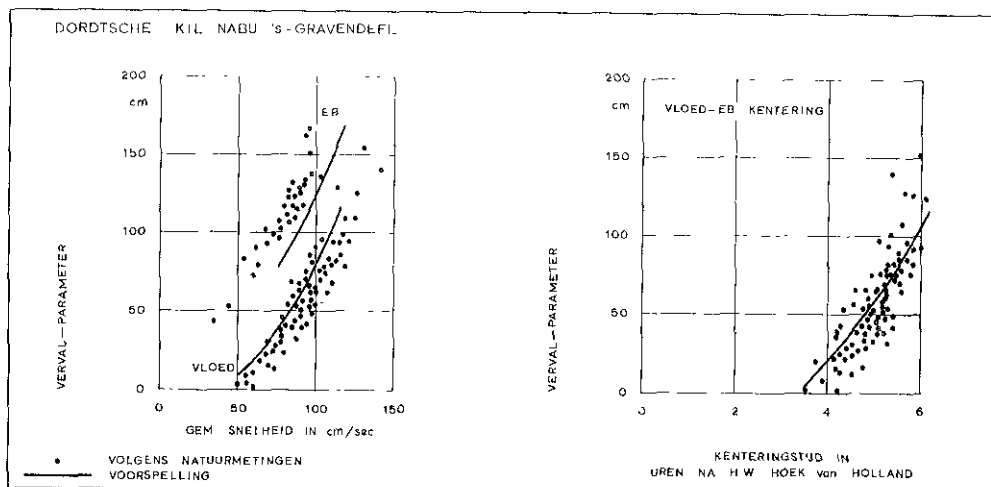


Fig. 8. Correlatie van de vervalparameters met de maximale snelheden en kenteringstijdstippen in de Oude Maas

Fig. 9. Correlatie van de vervalparameters met de maximale snelheden en kenteringstijdstippen in de Dordtse Kil



spellen door de rijzing en daling van de waterstand te correleren aan de eerdergenoemde vervalparameters.

Met behulp van bovenvermelde gegevens wordt het mogelijk de vervalparameters en de daaraan gerelateerde verschijnselen enige tijd vooruit te voorspellen. Thans is het systeem gereed en bruikbaar voor situaties waarin de Haringvlietsluizen gesloten blijven. Het onderzoek naar situaties waarbij met de Haringvlietsluizen gespuid wordt en alle daarbij optredende variaties in de afvoer van de grote rivieren, wordt nog voortgezet. Wanneer ook dit onderzoek gereed is, staat een systeem ter beschikking waarmee het mogelijk wordt op operationele basis in het waterbeheersingssysteem in te grijpen, wanneer dit ingrijpen althans gericht is op eerdergenoemde hydraulische verschijnselen.

Fotogrammetrische kusthoogtemetingen langs de Nederlandse Noordzeekust

Het is dit voorjaar uit dagbladberichten wel gebleken dat de Nederlandse kust geenszins in rust verkeert – grote stukken strand en zelfs duin worden bij storm weggeslagen, en bij rustiger weer treedt vaak weer massale aanzanding op. Ook bij de uitvoering van het Deltaplan komen problemen voor die betrekking hebben op de kustontwikkeling. Het leek daarom op zijn plaats, in deze Berichten kort verslag te doen van de nieuwe ontwikkelingen in de kusthoogtemeting.

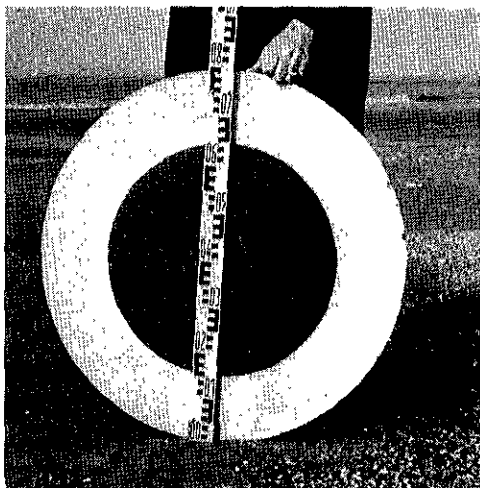
Volgens de 'Instructie kustmetingen Rijkswaterstaat 1963' moet de Nederlandse Noordzeekust jaarlijks worden bemeten in meetraaien op een onderlinge afstand van 200 m; dit geldt alleen voor kustgedeelten die niet door strandhoofden worden verdedigd. Zijn er wel strandhoofden aanwezig, dan geschiedt de vaststelling der raaien afhankelijk van de ligging der strandhoofden: de meetraaien zijn geprojecteerd in het midden tussen twee hoofden en aan beide zijden op 20 m uit de as van een hoofd. De instructie schrijft verder voor dat de hoogtemetingen in een meetraai landwaarts moeten worden verricht vanuit het nulpunt tot 25 m voorbij de top van de voorste duinregel; dit gebied staat bekend als de zeereep. De meetafstanden bedragen op het strandgedeelte 5, 10 of 20 m. In het duinterrein zijn ze beperkt tot 2,5 m. De dieptemetingen strekken zich vanuit het nulpunt 800 m, of bij zeer brede stranden, 600 m zeewaarts uit.

De instructie van 1963 betekende een zeer grote intensivering van de kustbemeting. Gedurende de 80 à 100 jaar voorafgaande aan dat jaar werd slechts de afstand van drie punten tot het nulpunt in de raai bepaald, en wel die van het gemiddeld laagwater, het

gemiddeld hoogwater en de duinvoet. De hoeveelheid meetwerk langs onze 340 km lange Noordzeekust is in vergelijking daarmee enorm toegenomen. Vooral de kusthoogtemetingen, die moesten worden gedaan in 3000 meetraaien, namen zeer veel mankracht en tijd in beslag. Men werkte met een waterpasinstrument en een meetband, of met een zelfreducerende tachymeter, waarin de twee vorige apparaten als het ware gecombineerd zijn. Maar omslachtig en langdurig werk bleef het. Het lag daarom voor de hand, om te zien naar een meetmethode die sneller en efficiënter tot het doel zou leiden, en bovendien de mogelijkheid zou bieden de stortvloed van gegevens in zo'n vorm te krijgen dat hij automatisch zou kunnen worden verwerkt. Een kans daartoe leek de luchtfotogrammetrie te bieden.

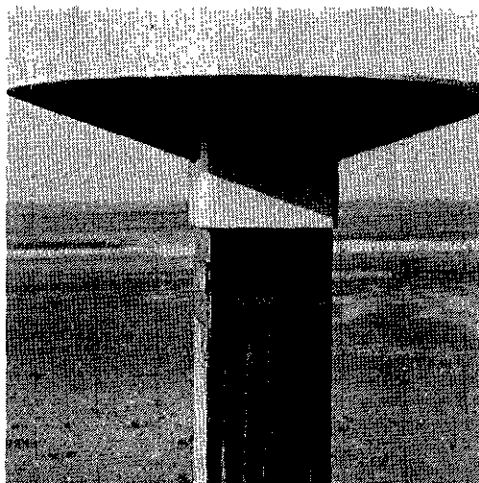
In samenwerking met de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat zijn proefnemingen verricht in vijf meetraaien bij het Wassenaarse Slag. De raaien werden zowel terrestrisch als fotogrammetrisch meermalen bemeten. De vlieghoogte bij de fotovluchten bedroeg ongeveer 600 m; de camera had een brandpuntsafstand van 15 cm. Daarmee werd een opnameschaal verkregen van 1 : 4000. In de vliegrichting overlaptten de fotobeelden elkaar voor 60%. Na zorgvuldige analyse van de meetuitkomsten bleek de luchtfotogrammetrische meting nauwkeuriger te zijn dan de terrestrische meting, vooral in het heuvelachtige duinterrein. Na dit opvallend goede resultaat kon worden besloten tot het massaal gebruik van luchtfotogrammetrie voor de kusthoogtemeting, ter vervanging van de gebruikelijke terrestrische metingen.

Voor een kuststrook 'vlieggklaar' is, moeten er



Kleurverdeling en opstelling van paspunten

een paar permanente paspunten in worden opgesteld, die op de luchtfoto van het terrein gemakkelijk herkenbaar zijn en waarvan hoogte en ligging exact bekend zijn. Op Vlieland zijn in 1967 en 1968 langdurige proeven gedaan met paspunten van verschillende soorten materiaal. Uiteindelijk is gekozen voor een houten paal met een paspuntplaat van slagvast plastic. De plaat, die horizontaal wordt opgesteld, is rond en heeft een doorsnee van 80 cm. Het middenstuk van de plaat is donkergrijs: daaromheen loopt een lichtgrijze rand van 15 cm. Deze lichte rand is noodzakelijk gebleken om te voorkomen dat de apparatuur van de Meetkundige Dienst bij het aanmeten van de hoogte van de plaat van de wijs gebracht zou worden door de kleur van het zand. Na uitvoerige verkenning van de kust werden de plaatsen van de paspunten vastgesteld.



Daarbij moest rekening worden gehouden met de eis dat voor de absolute oriëntering van het ruimtemodel in de apparatuur van de Meetkundige Dienst vier punten per model in hoogte ten opzichte van het N.A.P. en in ligging ten opzichte van het geografisch coördinatenstelsel bekend moeten zijn. Bij een stereoscopische overlapping van 60%, een plaatformaat van 23 x 23 cm en een opnameschaal van 1 : 4000 heeft een ruimtemodel een lengte van 528 m, terwijl de breedte ervan voor het overgrote deel van de kust toereikend is. Alleen bij zeer brede stranden moet op twee of meer vliegstroken worden gerekend. Aangezien de meetafstand tussen de raaien van de terrestrische metingen 200 à 250 m bedroeg, kon gemakkelijk aan de bovengestelde eis worden voldaan door de paspunten te projecteren in het bestaande raaienstelsel.

De kust wordt gefotografeerd bij een lage laagwaterstand, zodat een zo groot mogelijke strandbreedte wordt bemeaten. De dieptemetingen daarentegen worden verricht bij een hoge hoogwaterstand; op die manier sluiten de twee soorten metingen per gebied het beste op elkaar aan.

In 1972 werd een begin gemaakt met fotogrammetrische kusthoogtemeting van Zeeuws-Vlaanderen, Goeree en Voorne. In 1973 werd in aansluiting daarop de kust van Walcheren, Schouwen en Noord-Holland benoorden IJmuiden fotogrammetrisch opgemeten. Dit jaar komt het vak IJmuiden-Hoek van Holland aan de beurt, en volgend jaar tenslotte de Waddeneilanden.

Daarmee zal de fotogrammetrische kusthoogtemeting dan langs de gehele Nederlandse Noordzeekust zijn ingevoerd.

Dit artikel vormt een vervolg op en is een nadere uitwerking van de bijdrage 'Aanpassingswerken in het noordelijk deel van het Deltagebied' in Bericht 65 (augustus 1973). Werd daar in algemene zin gesproken over de noodzaak en de opzet van de aanpassing van waterstaatswerken in het noordelijk Deltabekken, deze keer willen we een van die aanpassingswerken nader bezien. Het betreft hier de aanpassing van het gemaal de 'Witte Brug', in het staatje op pag. 253 van Bericht 65 aangeduid als 'object A 3/14'.

Het gemaal 'Witte Brug' te Goedereede

Dit gemaal is in 1955 gesticht door een aantal polders rondom het oude Hanzestadje Goedereede. In 1963 werden deze polders verenigd in de Goereese Polder. De 'Witte Brug' bezit een pomp met een capaciteit van 100 m³/min. die uitslaat op het Spuikanaal te Goedereede. Het Spuikanaal en het aansluitende Havenkanaal vormen samen het 3,4 km lange afwateringskanaal van het gemaal. Op dit afwateringskanaal, dat als boezem fungeert, wordt een peil aangehouden van N.A.P. - 20 cm, met een maximumstand van N.A.P. + 1 m. Middels een uitwateringssluits staat het in verbinding met de Zuiderdiepboezem. De Zuiderdiepboezem op zijn beurt loost via een uitwateringssluits op de buitenhaven van Stellendam, die in open verbinding staat met het mondingsgebied van het Haringvliet, en dus met de Noordzee.

De scheiding tussen het Spuikanaal en het Havenkanaal wordt gevormd door de Waaiersluits te Goedereede, een sluisje dat tot 1957 deel heeft uitgemaakt van de hoofdwaterring van Goeree. In 1957 werd de hoofdwaterring echter verlegd naar Goedereede-Havenhoofd, waar toen een afsluitdam werd gelegd in het Havenkanaal, met daarin een afwateringssluits. In 1967 veranderde de waterloopkundige situatie opnieuw. Toen werd de Haringvlietdam aangesloten op de kust van Goeree zodat de hoofdwaterring opnieuw zeewaarts werd verlegd; daarachter werd de Zuiderdiepboezem gevormd. In het gedeelte zeedijk dat tevens de zuidwestelijke grens vormt van de Stellendamse buitenhaven, werd een nieuwe uitwateringssluits opgenomen. Krachtens een overeenkomst met de Goereese polder werd het oostelijk deel van de meer westwaarts op Goeree nabij Ouddorp gelegen

polder Het Oude Land van Ouddorp al vanaf 1955 bemalen door het gemaal 'Witte Brug'. Het westelijke deel van Het Oude Land van Ouddorp, 700 ha groot, heeft tot aan de afsluiting van het Brouwershavense Gat vrij kunnen lozen op deze zee-arm, via een suatiesluits nabij de haven van Ouddorp. Na de afsluiting in mei 1971 is de getijbeweging in het afgesloten Brouwershavense Gat echter komen te vervallen. In het nieuw gevormde Grevelingenmeer wordt zoveel mogelijk een vast peil aangehouden, dat hoger ligt dan de voorheen optredende laagwaterstanden en het aangehouden polderpeil. Vrije lozing was daarmee voor het westelijke deel van Het Oude Land van Ouddorp onmogelijk geworden; er moest worden overgegaan tot bemaling van het betreffende poldergebied. Natuurlijk waren deze ontwikkelingen door de verantwoordelijke polderbesturen en de diensten van de Rijks- en Provinciale Waterstaat voorzien. In een vroeg stadium werd dan ook een studiegroep ingesteld om de waterhuishoudkundige situatie op Goeree te bestuderen. Dientengevolge was in 1968 een goed overzicht beschikbaar van de factoren die een aanpassingsplan voor de afwatering van het westelijk deel van Het Oude Land van Ouddorp zouden moeten bepalen. Op grond van deze factoren werden drie mogelijkheden aangegeven voor de aanpassing van het onderhavige polderdeel, namelijk:

- I. Een gemaal aan de haven van Ouddorp, uitslaande op het Grevelingenmeer;
- II. Een gemaal aan de Grevelingen op een punt 830 m ten westen van de haven van Ouddorp;
- III. Een gemaal aan het Spuikanaal te Goedereede, met lozing op de Zuiderdiepboezem.

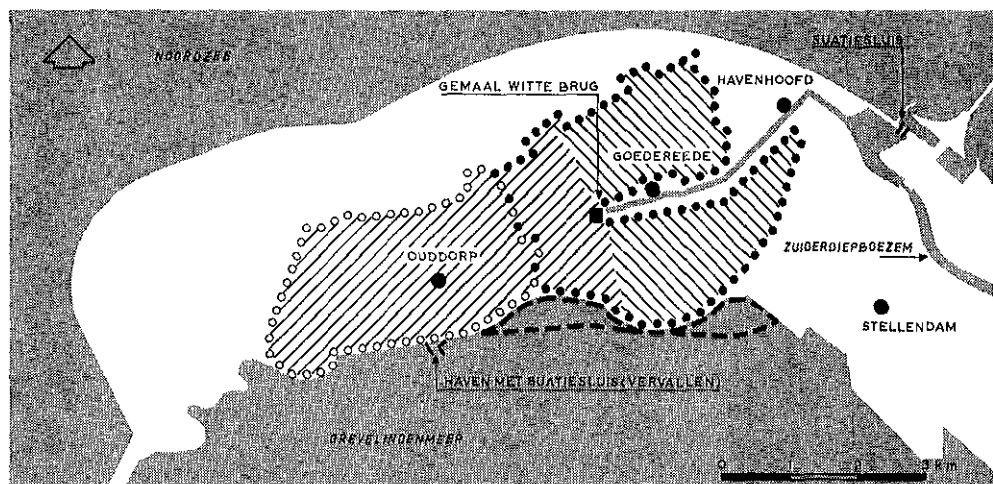


Fig. 1. Bemaling van de poldergebieden in de kop van Goeree

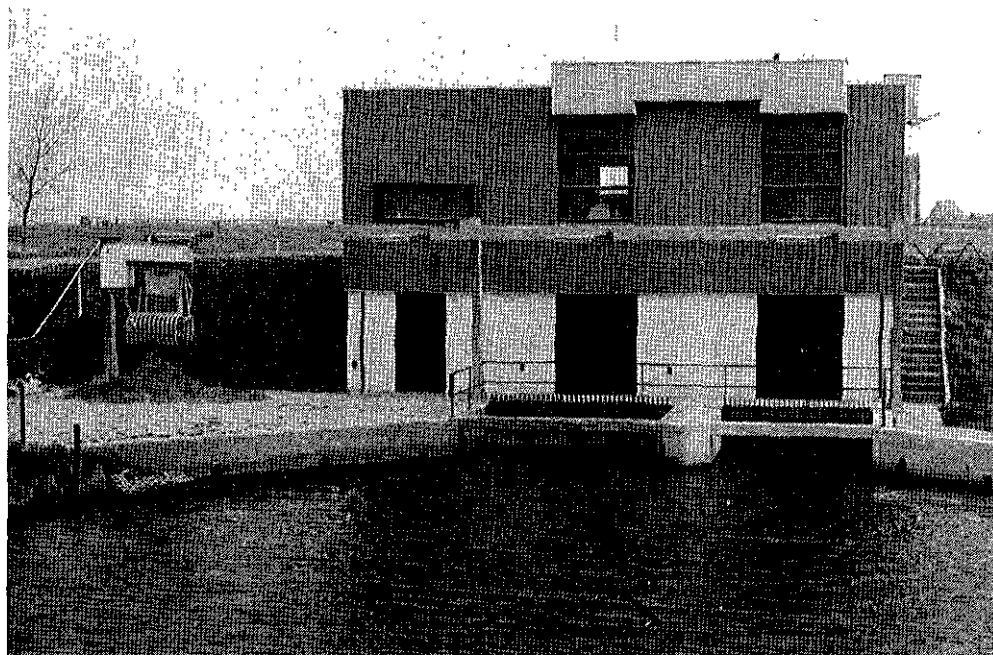
Voor- en nadelen, mede in verband met de aan te leggen Dammenweg werden nauwkeurig tegen elkaar afgewogen, maar de doorslag gaf tenslotte de overtuiging dat het ontoelaatbaar zou zijn, te lozen op het afgesloten Grevelingenmeer. Daarmee vielen mogelijkheden I en II af.

Inmiddels had verdere concentratie plaatsgevonden van de polders op Goeree: op 1 april 1967 waren ze alle opgenomen in één polder, de 'Polder Goeree'. Bij realisering van een aanpassingsplan volgens mogelijkheid III zou het grootste deel van het gebied van Goeree afwateren op de Zuiderdiepboezem en het Haringvliet.

Het inmiddels uitgevoerde aanpassingsplan omvat de volgende werken: allereerst uitbreiding van de capaciteit van het gemaal 'Witte Brug' door het bijplaatsen van een elektrisch aangedreven schroefpomp met een capaciteit van 77 m³/min. Het bemalingsgebouw moest daartoe worden vergroot. Voorts wijziging van het afwateringsstelsel in de polder, waartoe 3300 m hoofdwatgang moest worden gegraven dan wel verrijld, en een paar kunstwerken moesten worden gebouwd. Verder bevat het plan de verlenging van de duiker in de provinciale weg bij het gemaal, de aanleg van een tweede duiker aldaar en het maken van aandrijvingswerken met automatische regeling voor de

bediening op afstand van de schuiven in de uitwateringssluis te Goedereede-Havenhoofd. De capaciteit van de nieuwe bemalingsinstallatie is zo gekozen dat enige gebieden die door de aanleg van de Dammenweg wellicht geïsoleerd zouden komen te liggen, zonder bezwaar bij het bemalingsgebied kunnen worden getrokken. Het bemalingsgebied is thans 1800 ha groot; het polderpeil ligt op N.A.P. - 1,30 m. De kosten van de uitgevoerde werken, ongeveer f 1 900 000,-, zijn op grond van de Deltawet door het Rijk vergoed tot een bedrag van f 1 700 000,-. In januari 1971 werd met de uitvoering begonnen. Ondanks de ingrijpende verbouwing heeft het bestaande gemaal steeds kunnen werken. Het bemalingsgebouw is niet alleen vergroot, maar ook verfraaid. Er is een gevelbekleding van gecorrodeerd-rode aluminiumplaten aangebracht, waardoor het gebouw, dat geheel vrijstaat in het poldergebied van Goeree, en van alle kanten op grote afstand zichtbaar is, thans een esthetische aanblik biedt. De nieuwe bemaling is op 23 juni 1972 in gebruik genomen.

Frontaal aanzicht van het gemaal 'De Witte Brug'



In twee voorgaande artikelen in het Driemaandelijks Bericht werden belicht de ontwikkeling van de vissershaven (mei 1972) en de recreatie (augustus 1972) in het Lauwerszeegebied. Enige facetten van de inrichting en de natuurlijke ontwikkeling van het drooggevalen gebied komen thans aan de beurt.

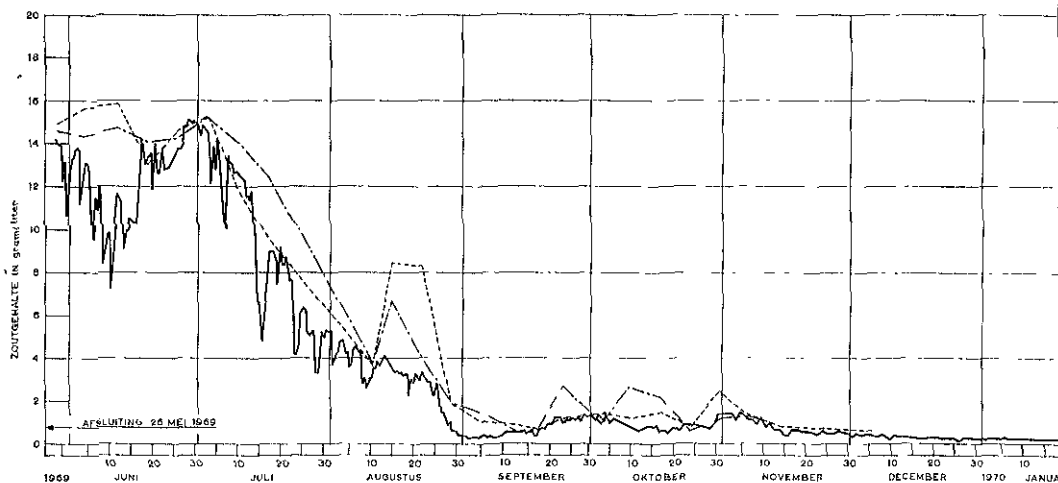
De ontzilting van het Lauwersmeer

Toen de Lauwerszee in 1969 werd afgesloten, bleef er 60 miljoen m³ zeewater in achter. Zeewater bevat hier per liter ongeveer 25 gram keukenzout, overeenkomend met ongeveer 15 gram chloride. De verwachting was dat het meer betrekkelijk snel zou ontzilten, zodat binnen enkele jaren de eindtoestand zou worden bereikt. De werkelijkheid was nog gunstiger: reeds na een half jaar werd een zoutgehalte gemeten dat vrijwel overeenkwam met dat van het op de boezem uitgelaten water.

Gelet op de grote mate van doorstroming van het meer is dat niet verwonderlijk. Via Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp wordt meer dan de helft geloosd van het overtollige water van de Friese boezem. Samen met het overtollige water uit Groningen en Drente en het uit de directe omgeving rechtstreeks op het

meer uitgeslagen water is dat jaarlijks ruim 1 miljard m³ water, dat door de spuisluizen van Lauwersoog naar de Waddenzee wordt afgevoerd. De inhoud van het meer wordt per jaar dus bijna 20 maal 'uitgewisseld'. Sinds de afsluiting is het chloride-gehalte regelmatig op diverse plaatsen van het Lauwersmeer bemonsterd. In deze metingen vormt Oostmahorn een centraal punt; de resultaten van de metingen aldaar zijn in fig. 1 weergegeven voor het gehele eerste jaar na de afsluiting. Het tweemaal daags bepaalde chloride-gehalte van het oppervlaktewater wordt in die grafiek vergeleken met de gegevens van een minder frequente bemonstering op 12 meter diepte en met de bemonstering van 18 meter diepte nabij het sluitgat.

Reeds na ruim 3 maanden blijkt het chloride-



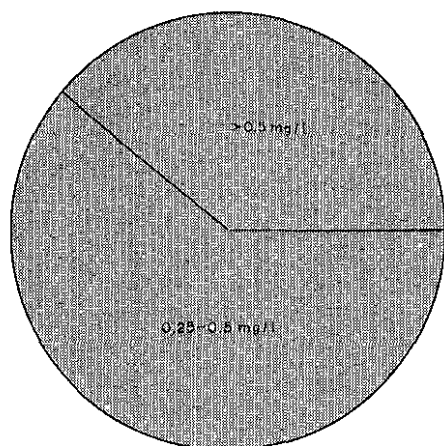


Fig. 2. Waterkwaliteit in het Lauwersmeer (analyse R.I.Z.A. van monsters genomen bij de spuilsluizen)

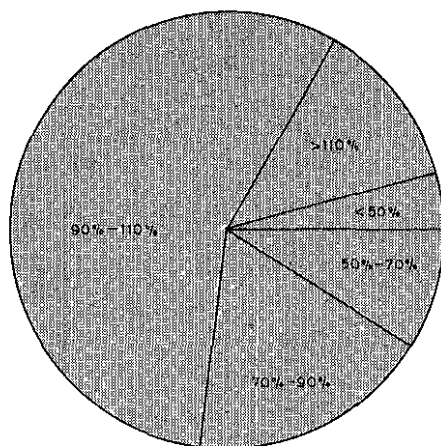
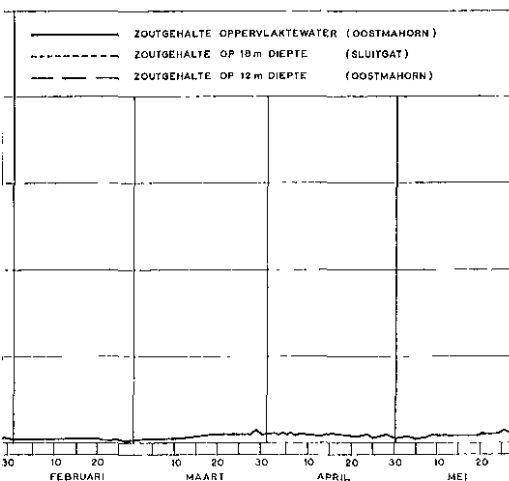


Fig. 1. Verloop van het zoutgehalte op verschillende plaatsen en waterdiepten in het Lauwersmeer sedert de afsluiting



gehalte van 15 g/l gedaald te zijn tot minder dan 1 g/l. In het najaar van 1969 worden waarden bereikt beneden 0,5 g/l en nadert het zoutgehalte dat van het vanaf het oude land gespuide water. In de droge zomer van 1970 kon het reeds worden benut voor suppletie van aangrenzende landbouwgronden. Een zouttong valt ook dicht onder de afsluitdijk bij het sluitgat niet te constateren. Wel komt in de metingen op deze plaats een enkele maal een uitschieter voor (zie vooral augustus 1969). Deze stijgingen van het zoutgehalte moeten zijn veroorzaakt door instroming van zout water via de spuilsluizen. Ze vormen het leergeld voor de eerste bediening van de sluizen, waardoor bij niet tijdig sluiten van de deuren een zoute onderstroom naar binnen kan komen wegens onvoldoende tegendruk van het zoete water. De cijfers van november laten op de verschillende plaatsen vrijwel identieke waarden zien. Hieruit valt af te leiden dat vooral bij winderig weer een welhaast volledige menging optreedt. De wel eens geopperde vrees voor een ongunstige ontwikkeling in de diepere gedeelten lijkt ongegrond. Tijdens droge perioden en bij rustig weer werd op deze plaatsen gedurende de volgende zomers een verhoging van het zoutgehalte vastgesteld tot maximaal 2 g/l.

Het kwaliteitsbeheer van het Lauwersmeer berust sinds 1972 bij de provincies Friesland en Groningen, die al vanaf 1970 hun meetprogramma daarop hebben afgestemd. Daarnaast wordt de waterkwaliteit ten dienste van de landbouw en het recreatieve gebruik van het meer in het oog gehouden door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Het Ministerie van Landbouw en Visserij stelt

jaarlijks een onderzoek in naar de visstand en betreft daarin eveneens de kwaliteit van het water. Tenslotte heeft het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater een meetpunt opgenomen nabij de sluisen van Lauwersoog, als onderdeel van zijn meetprogramma op de Waddenzee. Uit de verkregen meetgegevens valt af te lezen dat het zuurstofgehalte van het meer nogal fluctueert. Naast goede constante waarden in de koudere jaargetijden treden zomers grote schommelingen op. Dit is mede een gevolg van het hoge fosfaatgehalte als surplus afkomstig van huishoudelijk afvalwater (voornamelijk wasmiddelen) en meststoffen uit de landbouw. De mestwaarde ervan is nog zo groot dat vooral bij rustig en warm weer een te sterke algenbloei optreedt, die na een periode van overproductie van zuur-

stof, bij het afsterven veel zuurstof uit het water opneemt, zodat onderverzadiging optreedt. Voor de visstand zijn deze schommelingen niet gunstig. Weliswaar kon de afgelopen jaren een goede visstand worden waargenomen – voorn, brasem, spiering, stekelbaars – maar er zit een ongunstige tendens in de ontwikkeling. Hoewel bij het geleidelijk in gebruik nemen van zuiveringsinstallaties mag worden verwacht dat de kwaliteit van het water in het algemeen zal verbeteren, blijft het hoge fosfaatgehalte aandacht vragen. Het lijkt gewenst dat de grotere zuiveringsinstallaties op niet te lange termijn met een zogenaamde derde trap worden uitgebreid. Maar ook de huidige kwaliteit kan niet anders dan gunstig afsteken bij wat het gevolg zou zijn geweest als de afvoer van het afvalwater van de beide Groninger suikerfabrieken en

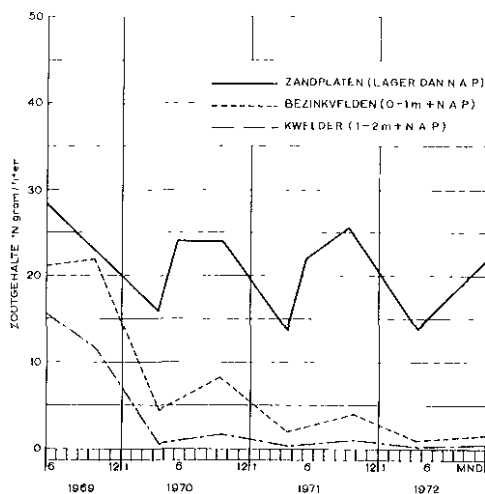
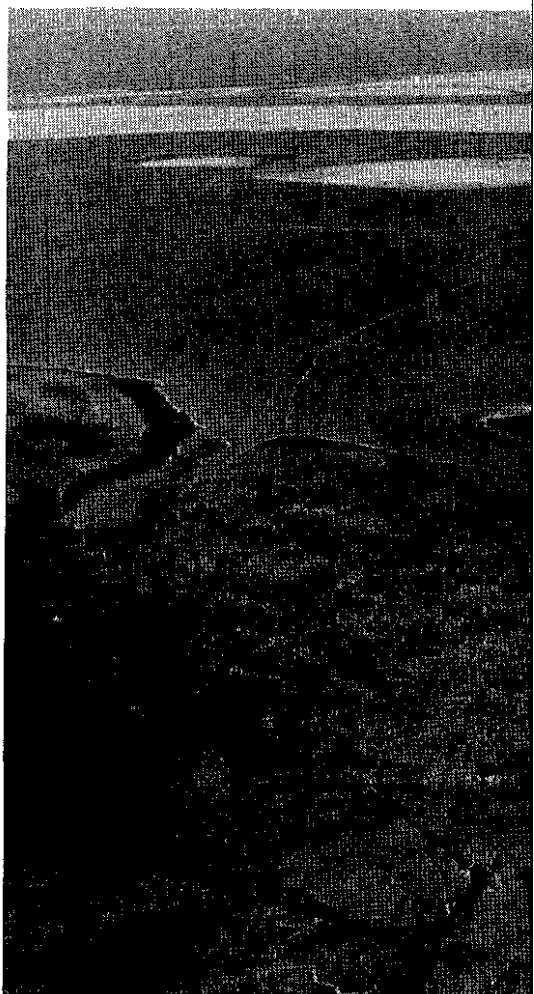


Fig. 3. Verloop van het zoutgehalte van het bodemvocht in de bovenlaag van de drooggevallen platen (5-20 cm onder het maaiveld)



Een zoet Lauwersmeer, met zoute zandvlakten en zoete kwelders

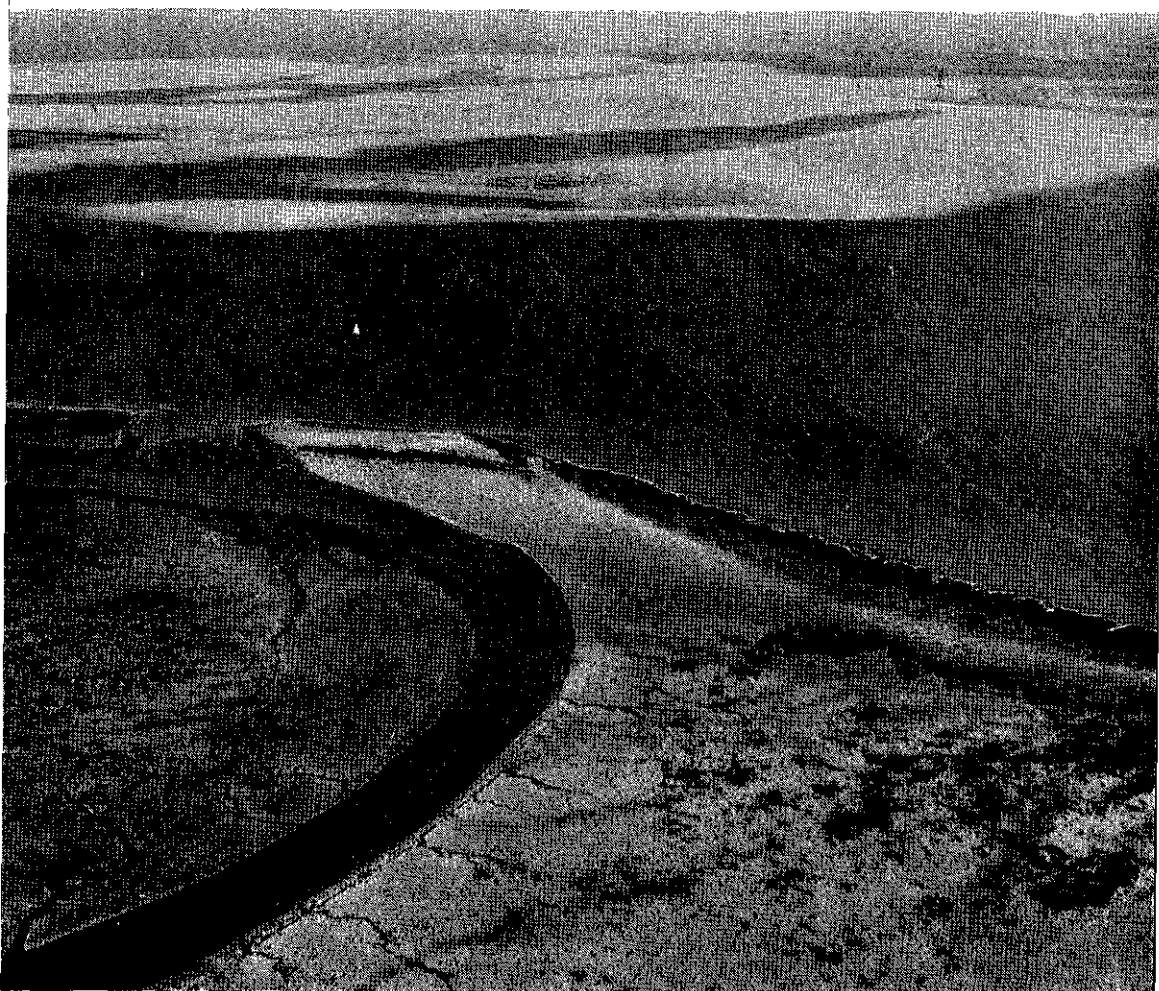
de nabijgelegen strokartonfabriek via de Groninger kanalen op het Lauwersmeer was voortgezet. Dit water, dat thans via de persleiding op het Groninger Wad wordt geloosd, bevat zoveel afbreekbaar organisch materiaal, dat een vergaande uitputting van het zuurstofgehalte van het Lauwersmeer het gevolg zou zijn geweest.

Verloop van de ontzilting der drooggevallen gronden

In tegenstelling met de gunstige ontwikkeling op het meer verloopt de ontzilting van de drooggevallen gronden veel minder snel dan werd verwacht. Er valt hier een markant verschil te constateren met de gang van zaken op de drooggevallen platen van het Veerse Meer, zoals de Haringvreter. Zoals daar was aangetoond mocht ook hier worden verwacht

dat het regenwater – of in het algemeen gezegd de neerslag – door de zandgronden naar beneden percoleert en ondergronds naar prielen en geulen afvloeit. Tegen de verwachtingen in verloopt dat proces in de drooggevallen gronden van de Lauwerszee veel trager. Een cumulatie van geringe verschillen vormt daarvan de verklaring.

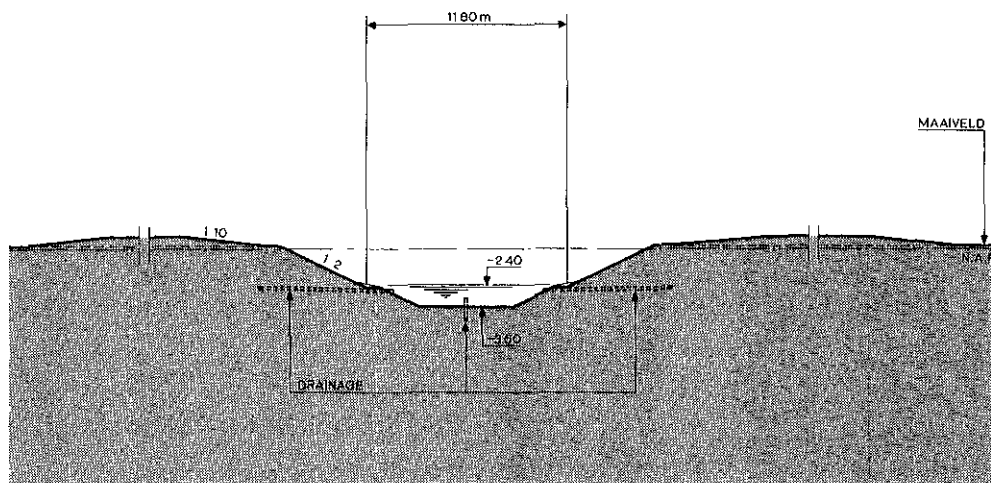
Allereerst zijn de gronden hier fijner van korrel (ca. 100 μ) en iets slijbrijker, en hebben dus een kleiner poriënvolume en een grotere capillaire werking. Bovendien is de onderlinge afstand tussen de afwaterende geulen of prielen hier enkele keren zo groot; ook ligt het maaiveld gemiddeld lager ten opzichte van het peil van het meer. Deze factoren maken samen dat de zandgronden in de Lauwerszee vrijwel geen berging hebben, waardoor de gevallen neerslag grotendeels



bovengronds afvloeit. Verdamping doet het zoute grondwater capillair opstijgen waardoor het zoutgehalte van de bovenste laag (tot 20 cm onder het maaiveld) thans soms hoger ligt dan oorspronkelijk het geval was. Op de hoger gelegen zwaardere gronden is ook zonder menselijke ingreep wel vrij snel ontzilt. Vooral de hoge kwelders, boven N.A.P. + 1,00 m zijn voor wat betreft de bovenlaag reeds binnen een jaar vrijwel maximaal ontzilt. Doordat deze gronden boven de normale vloedstanden lagen en reeds voor de afsluiting begroeid waren, was de aanvangssituatie aanmerkelijk gunstiger. De scheurvorming bevordert in sterke mate de ondergrondse afvoer van in het regenwater opgelost zout. Ook in de lager gelegen bezinkvelden is met behulp van een begreppeling het zout in de bovenlaag groten-

open watergangen. In gedeelten van het geplande militaire oefenterrein waar open watergangen de bewegingsvrijheid ontoelaatbaar zouden belemmeren, monden ze uit op een ondergrondse verzameldrain. De open watergangen bestaan in de bosgebieden uit zogenaamde droge sloten, en overigens uit sloten met een minimale waterdiepte van 80 cm.

Omdat de ontwatering binnen de Lauwerszee over grote oppervlakten moet worden toegepast en het ontwerpen van een optimaal systeem geen eenvoudige zaak was, werd in 1970 de 200 ha grote proefpolder Zuidwal ingericht. Daarin zijn verschillende constructies voor zowel de hoofd- als de detailontwatering toegepast. Onderzocht zijn vele typen drains met bijbehorende omhullingsmaterialen. Gekozen werd tenslotte voor de geribbelde



deels verdwenen. In de laagst gelegen delen daarvan, waar nog kans bestaat op zoutschade aan landbouwgewassen, moet deze ontwikkeling door een kunstmatige verlaging van de grondwaterstand worden versneld. Voor het versnellen ofwel bereiken van ontzilt is het dus nodig dat de betreffende gronden worden ontwaterd. Begreppeling is daarvoor meestal niet toereikend. Bovendien raken greppels in de stuifgevoelige zandgronden gauw vol. De detailontwatering vindt dan ook veelal plaats door ondergrondse drainage. Met het water voeren de drains grote hoeveelheden metallisch zwavel af, dat vrijkomt bij de reductie van de in de grond aanwezige sulfaten. Het zwavel lost vrijwel niet meer op en tast de betonconstructie van duikers en andere kunstwerkjes nogal aan. De drains monden in het algemeen uit op

Fig. 4. Dwarsprofiel van een hoofdwatgang

p.v.c.-drain met een vooraf aangebrachte omhulling van kunststofkrammat of turfvezel en thans ook cocos.

De open watergangen zijn van een betrekkelijk groot profiel. De reden daarvan ligt vooral in de diepe ontwatering die de geplande militaire oefenterreinen vragen. Om de voertuigen in hun bewegingsvrijheid niet te belemmeren en 'keren op de plaats' toe te staan, moest rekening worden gehouden met een insporingsdiepte van 50 cm. De grondwaterstand moet daar ruim 50 cm beneden blijven om plasvorming te voorkomen. Rekening houdend met de opbolling van de grondwaterstand tussen en het verhang in de drains betekent dit dat het slootpeil op ca. 2,00 m beneden het maaiveld moet liggen. Voor de open watergangen zijn een aantal constructietypen onderling vergeleken. Aan de ene kant solide profielen met verdedigingen in de teen en/of op de tussenbermen, waaraan naderhand weinig onderhoud valt te verrichten; aan de andere kant in aanleg eenvoudige profielen, die naar verhouding meer onderhoud zullen vragen. Veelal is gekozen voor een eenvoudig profiel dat in aanleg voordelig is, en dat in de afgelopen jaren toch een redelijke standzekerheid heeft bewezen. Bij de keuze werd overwogen dat de met het oog op stuifgevaar benodigde overmaat van 1 à 2 m³ nat profiel tijdelijk tevens kan dienen als reserve in geval van een taludval.

Bovendien worden de werken vooreerst niet aan derden overgedragen, zodat iets meer onderhoud kan worden geaccepteerd. Mettertijd zal de stabiliteit van het profiel sterk toenemen door begroeiing. Een goedkope oplossing had ook daarom de voorkeur, omdat van een mager budget binnen enkele jaren 200 km watergang moet worden aangelegd. Uitvoering van deze profielen bleek alleen mogelijk in den droge, met behulp van een bemaling, waarbij hier gekozen is voor een systeem met horizontale bronbemalingsleidingen. Deze worden ongeveer 75 cm beneden de toekomstige slootbodem gelegd. Door het pompn van deze drains kan de terreinwaterstand tijdens de uitvoering sterk worden verlaagd. Bij de grotere profielen worden tevens aan weerszijden taluddrains aangebracht, die door uitmonding binnen het profiel blijvend een hoeveelheid drangwater van het talud afleiden.

Begroeiing en aanplant

Als de zandige gronden niet worden ontwaterd blijkt een gevarieerde natuurlijke begroeiing slechts zeer langzaam op gang te



200 km watergang

komen. De zoutminnende zeekraal, hoewel enigszins gedegenereerd, bedekt nog steeds grote oppervlakten binnen de afgesloten Lauwerszee. Met de ontwikkeling van de 2000 ha drooggevalen oevergebieden maakt de natuur geen haast. Verwacht moet worden dat het tempo van ontzilting in de loop der jaren nog verder zal afnemen. Door extrapolatie van de ontwikkeling in de afgelopen jaren na de afsluiting van de Lauwerszee kan een prognose voor het zoutgehalte van de buitenkaadse zandgronden in de toekomst worden gemaakt. In 1970 – 10 jaar na de afsluiting – wordt in de bovenlaag een keukenzoutgehalte van het bodemvocht in de bovenlaag verwacht van 15 g/l. Door de exponentiële afname in deze ontwikkeling is voor 1994 – 25 jaar na de afsluiting – nog een zoutgehalte van 10 mg/l te verwachten. De gegeven



De oevers zijn over een grote lengte ingeplant met riet en biezen

juist in de snelheid van ontziltling. Over vele decennia zal ook hier wel een opgaande beplanting, een soort moerasbos ontstaan. Maar om ook de huidige generatie nog enig opgaand gewas te bieden pleiten sommigen voor een kunstmatige versnelling van dit proces. Voor veel waterrecreanten vormen de kale zandplaten geen aantrekkelijke omgeving. Een versnelde natuurlijke successie, waarbij kleinere gedeelten van het gebied worden ontzilt en ingeplant zou in het hart van het Lauwerszeegebied een aantal welkome verticale elementen opleveren. Anderen zijn tegenstanders van een dergelijke menselijke ingreep en zijn meer geïnteresseerd in de spontaneïteit van de natuur zelf. Voorlopig is de keuze nog niet bepaald.

waarden zijn globale gemiddelden en sterk afhankelijk van de hoogteligging van de platen. Alleen zouttolerante plantensoorten kunnen hierbij gedijen, en meer opgaande plantensoorten kunnen in dit milieu niet bestaan.

De geschatte ontwikkeling blijft ver achter bij de visie van het streekplan dat in 1969 door de provincies Friesland en Groningen in samenwerking met de dienst Lauwerszeewerken werd opgesteld. Men voorzag de ontwikkeling van 'een rijk gevarieerde begroeiing, een gevarieerd landschap dat zich bij uitstek voor vestiging en verblijf van een rijke fauna leent'. Hoewel een tijdsbestek daarbij niet werd genoemd, mag worden aangenomen dat deze ontwikkeling binnen een redelijke termijn werd verwacht. Het verschil tussen theorie en werkelijkheid ligt echter

De verder van het Lauwersmeer gelegen gronden worden overeenkomstig de inrichtingsplannen thans bekaaid en ontwaterd. Daarvan is thans 2000 ha gereed, waarvan 400 ha werd ingeplant. Ten opzichte van het geringe bosareaal van de provincies Groningen en het noordelijk deel van Friesland betekent deze toeneming reeds een grote verruiming van de recreatieve mogelijkheden

Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

Het *heikwerk* voor de pijlers van de overbrugging van de derde sluis en de jachtensluis is voltooid. Het landhoofd aan de Brabantse zijde en een gedeelte van de pijlers zijn gestort. Begonnen is met het aanbrengen van voorgespannen liggers. De stortebedden en de vleugelwanden aan de Hollands-Diep-zijde van de inlaatsluis werden verder opgebouwd. Begonnen werd met het aanbrengen van de staalconstructie voor de schuifgeleiding.

De wanden van de kolkmoet in de jachtensluis zijn nu helemaal gestort. Men is begonnen aan de opbouw van de sluishoofdwanden. Een paar vleugelwandvloeren werden al gestort. Het betonwerk van het benedenhoofd van de derde schutsluis is geheel gereed. Aan beide zijden van de sluis ging men verder met het maken van keerwanden. Er werden voorts stalen en betonnen palen geheel voor de fuikmoten. Het *heikwerk* voor het bedieningsgebouw is voltooid. Voor het zogenaamde gebouw 'G' is de bekisting gesteld.

In februari 1974 is begonnen met een nieuw werk, het maken van geleidedammen, voorhavens, toeleidingsgeulen en stortebedden voor de inlaatsluis en de jachtensluis. Aan het

eind van de verslagperiode was reeds 250 000 m³ zand uit de winplaats in de havendammen verwerkt, waarop 6000 m² zinkstuk werd neergelegd. Begonnen is met het baggeren van een talud in de toeleidingsgeul aan de zuidzijde van de inlaatsluis. Een aanvang is gemaakt met de aanvoer van de door het rijk aan de aanemer ter beschikking gestelde stortsteen, rijsmaterialen en riet.

Oosterschelde

In de haven bij het werkeiland Noordland werden, na een stille periode, opnieuw staalslakken aangevoerd en in depot opgeslagen. In de werkhaven Sophia-polder werd de aanvoer van stortsteen en de opslag ervan gewoon voortgezet. Op het werktein bij de haven Schelp-hoek werd filterdoek en wapeningsnet aangevoerd voor de vervaardiging van steenasfaltmatten.

De afwerking van de bermen en van de taluds van het werktein Schouwen en van de toegangswegen naar dit terrein, kwam in de verslagperiode gereed.

Het asfaltchip 'Jan Heyman' werd geheel afgebouwd. Een begin werd gemaakt met het maken en leggen van steenasfaltmatten. In de fabriek op het terrein van de haven Schelp-

hoek worden de wapeningsnetten samengesteld; met het filterdoek en de benodigde zand- en steenslag, worden ze daarna afgevoerd naar het schip.

Na het leggen van enkele proef-zinkstukken met vaste betonballast, werd op 29 januari de eerste betonblokkenmat in de Roompot neergelegd.

De bouwput in het werkeiland Noordland kwam op 16 januari wat het cutteren betreft gereed. Daarna werd de oostelijke ringdijk opengegraven om de cutterzuiger doorgang te verlenen naar buiten. Onmiddellijk daarna werd de dijk weer gesloten. De werkzaamheden aan de bouwput werden nog in deze verslagperiode voor de eerste keer opgeleverd.

In de Hammen werden de twee nog ontbrekende palen voor de kabelbaan geheel. In de Schaar van Roggenplaat werden drie palen ingeheid. Al deze palen werden afgebouwd.

Op 21 maart werd begonnen met het inheien van de eerste paal in de Roompot. Deze paal is 57 m lang, weegt 320 ton, en heeft een middellijn van 4,80 m. De waterdiepte bedraagt ter plaatse ruim dertig meter. Alle onderdelen voor de verdere opbouw van deze en de resterende palen zijn aangevoerd in Dintmond.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Eems

In 1973 werd de vernieuwing van de uitwatering van het waterschap Fivelingo te Delfzijl voortgezet. Dit werk bestond uit de bouw van een gemaal en de verzwarende van de zeedijk aan de mond van het Damsterdiep te Delfzijl. Voor bijna tweederde, ofwel een bedrag van ruim negen miljoen gulden, is het een Deltawerk.

De dijkverzwaring tussen Hevekesvalge en Oterdum is het afgelopen jaar vrijwel gereedgekomen. Het werk wordt uitgevoerd in het kader van de werkverruiming. Ter vervanging van het oude dijkemaal te Oterdum werd de bouw ter

hand genomen van twee binnengemalen, één aan het Verlengde Oosterhoornkanaal en een aan het Termunterzijldiep. Voor 95% geldt dit werk als Deltawerk. Te zijner tijd zal het oude dijkemaal worden opgeruimd; daarmee zal dan ook weer een gedeelte dijkverzwaring gepaard gaan.

De verzwaringswerken aan de provinciale zeedijk tussen Oterdum en Termunterzijl, met inbegrip van een onderhoudsweg op de binnenberm, zijn gereedgekomen.

Dollard

Op de landpunt van Reide wordt een sluizencomplex gebouwd, als onderdeel van de uitvoering van het Dollardplan. Het werk is bijna klaar.

Eems en Wadden

De werken tot verzwarende en verhoging van de provinciale zeedijk tussen Delfzijl en Vansum zijn voor driekwart

gereed. Dit werk wordt uitgevoerd in het kader van de werkverruiming.

In 1970 werd een begin gemaakt met de aanleg van de Eemshaven. Op 1 februari 1974 werd het werk voltooid opgeleverd. In de uitvoering van de eerste fase van dit project is een Deltabijdrage verleend van f 10,65 miljoen, omdat de verzwarende van 7,1 km dijk erdoor overbodig werd gemaakt. Het grondonderzoek voor de verhoging van de dijk tussen het Lauwersmeer en de Emmapolder, in beheer bij het waterschap Ommelandedijk, is afgelopen. Gedeeltelijk zijn de resultaten al uitgewerkt. Binnenkort zal worden begonnen met de aanleg van een paar toegangswegen, die de toekomstige onderhoudsweg moeten verbinden met het achterliggende gebied. Deze wegen lopen langs het Noordpolderkanaal, noordelijk van Kloosterburen en door de L. Homanpolder.

Opgave van bestede en gegunde bestekken en gesloten onderhandse overeenkomsten

DED-1432 2 mei 1972

Het ter beschikking stellen van bergingsvaartuigen t.b.v. het verrichten van metingen in de wateren van Z.W.-Nederland en in het aangrenzende kustgebied
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Smit Tak Internationaal Bergingsbedrijf N.V. te Rotterdam

DED-1433 7 maart 1972

Het bedrijfsvaardig opstellen van een brandstofopslaginstallatie c.a. en het leveren van heli-copterbrandstof op het terrein van de werkhaven Schelphoek onder de gemeente Westerschouwen
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Esso Nederland N.V. te 's-Gravenhage

DED-1435 23 februari 1972

Het vervaardigen en leveren van polypropeenmatten t.b.v. bezinkingen voor de Oosterscheldewerken
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Produktie en Handelsmaatschappij Goudarak N.V. te Goudarak

DED-1439 12 januari 1972

Leveren van rijsmaterialen t.b.v. werkeland Noordland
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: N.V. W. van Wijn-gaarden te Slidrecht

DED-1347a 28 april 1972

Wijziging van overeenkomst DED-1347, huur en verhuur v.e.

ingericht directiekantoor te Burghsluis
Aannemer: N.V. Aannemingsmaatschappij 'Dijksbouw' te Rijswijk (Z.-H.)

DED-1440 21 januari 1972

Leveren van rijsmaterialen t.b.v. werkeland Noordland
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: N.V. Gebr. v. Noor-denne te Hardinxveld-Giessendam

DED-1441 25 mei 1972

Leveren van betonartikelen t.b.v. de damaanzet tegen de noordkant van N.-Beveland en het damvak tussen de werkeilanden Noordland en Neeltje Jans in de Oosterschelde
Aannemingssom: f 1 461 131,50
Aannemer: N.V. Betonfabriek Haringman te Goes

DED-1443 22 juni 1972

Het opruimen van de werkweg over de buitendijkse gronden tussen de Haringvlietdam en de werkhaven te Hellevoetsluis
Aannemingssom: f 191 356,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1444 20 september 1972

Aanbrengen en onderhouden van een beplanting op de Brouwersdam onder de gemeenten Middenschouwen en Goedereede
Aannemingssom: f 42 000,-
Aannemer: Walcherse Aannemingsmaatschappij N.V. te Middelburg

DED-489a 30 maart 1972

Wijziging van overeenkomst DED-489 voor het maken en leveren van eenheidscissons en opzetstukken
Aannemer: N.V. van Hattum en Blankevoort te Beverwijk

DED-1426a 31 maart 1972

Wijziging van overeenkomst DED-1426 voor het verrichten van schoonmaakwerkzaamheden in het gebouw van Alkemadelaan 400 te 's-Gravenhage
Aannemingssom: f 9747,28
f 316,67

Aannemer: N.V. w/h Sentt en Co. te 's-Gravenhage

DED-1446 6 november 1972

Het verrichten van moderniseringswerkzaamheden aan de motorvlet 'Vosvliet' van de Deltadienst
Aannemingssom: f 63 500,-
Aannemer: Scheepswerf en Machinefabriek v/h H. J. Koopman N.V. te Dordrecht

DED-1447 18 oktober 1972

Huur en verhuur van de motorsleepboot 'Zuidvliet', mede t.b.v. de uitvoering van duikwerk.
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. C. P. Noordhoek en Zoon te Kortgene

DED-1448 4 december 1972

Het verrichten van aanpassingswerkzaamheden aan de motorvlet 'Ventjager' van de Deltadienst

Aannemingssom: f 57 020,-
Aannemer: B.V. Scheepswerf en
Machinefabriek v/h H. J. Koop-
man te Dordrecht

DED-1441a 18 december 1972

Wijziging van overeenkomst
DED-1441, leveren betonartikelen
t.b.v. de damaanzet tegen de
noordkant van N.-Beveland en
het damvak tussen de werk-
eïlanden Noordland en Neeltje
Jans in de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: N.V. Betonfabriek
Haringman te Goes

DED-1452 24 april 1973

Raamovereenkomst betreffende
de uitvoering van de werken ter
voltooiing van de afsluitdam
in de mond van de Ooster-
schelde tussen de eïlanden
Schouwen-Duiveland en
N.-Beveland
Aannemer: Combinatie Dijks-
bouw Oosterschelde te
Rijswijk (Z.-H.)

DED-1453 24 november 1972

Leveren en aanbrengen van
geleideconstructies op de
Brouwersdam onder de ge-
meenten Midden-Schouwen en
Goedereede
Aannemingssom: f 82 500,-
Aannemer: N.V. Handelsmaat-
schappij H. A. J. M. Vermolen
te 's-Gravenhage

DED-1454 17 augustus 1972

Leveren rijsmaterialen t.b.v.
damaanzet N.-Beveland en dam-
vak Geul
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: N.V. Gebr. v. Noor-
denne te Hardinxveld-Giessen-
dam

DED-1455 18 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: N. V. W. van Wijn-
gaarden te Slidrecht

DED-1456 13 september 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. G. van Wevers-
dijk en Zn. te Zijlerveld

DED-1457 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. J. A. Ruiter C.V.

te Hardinxveld-Giessendam

DED-1458 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. G. J. Versluis te
Lexmond

DED-1459 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: M. E. Steenbakkers
te Schijndel (N.-B.)

DED-1460 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. T. den Otter en
Zn. te Meerkerk

DED-1461 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: P. C. Klein te
Willemstad (N.-B.)

DED-1462 24 augustus 1972

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Gebr. H. en J. van
Esch te Schijndel

DED-1426b 11 september 1972

Wijziging van overeenkomst
DED-1426 en 1426a, het ver-
richten van schoonmaakwerk-
zaamheden in het gebouw van
Alkemadelaan 400 te 's-Graven-
hage

Aannemingssom: f 10 332,10
f 335,67

Aannemer: N.V. v/h Senft en Co.
te 's-Gravenhage

DED-1463 12 mei 1973

Samenbouwen van acht drijvers
tot een boorponton.
Aannemingssom: f 62 000,-
Aannemer: Havehast fabrieken
N.V. te Stadskanaal

DED-1464 22 juni 1973

Aanpassen van twee boven-
stukken voor getijmeetpalen
Aannemingssom: f 29 600,-
Aannemer: Konstruktiebedrijf
'Hellevoet' B.V. te Hellevoet-
sluis

DED-1465 21 mei 1973

Vervaardigen en leveren van
twee onderstellen voor getij-
meetpalen
Aannemingssom: f 40 000,-
Aannemer: Havehast fabrieken
N.V. te Stadskanaal

DED-1468 6 december 1972

Lossen en opschelven van rijls-
materialen t.b.v. afsluiting
Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Combinatie Dijks-
bouw Oosterschelde te
Rijswijk (Z.-H.)

DED-1469 16 maart 1972

Aan- en verkoop van een houten
directiekantoor met inventaris
staande bij West-Repart onder
de gemeente Midden-Schouwen
Aannemingssom: f 46 625,-
Aannemer: N. V. Aann. Mij.
'Dijksbouw' te Rijswijk (Z.-H.)

DED-1470 6 juni 1973

Huren van een scheepsvlet t.b.v.
de Waterloopkundige afdeling
van de Deltadienst
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Scheepswerf Damen
te Hardinxveld-Giessendam

DED-1471 19 juli 1973

Beschikbaar stellen van een
vrachtauto met chauffeur en
extra personeel t.b.v. de glad-
heidsbestrijding en het sneeuw-
ruimen op gedeelten van de
Volkerakwerken in de gemeente
Willemstad
Aannemer: A. Hordijk, Transport-
bedrijf te Willemstad

DED-1472 12 maart 1973

Aan- en verkoop van twee
houten directiekantoren met
inventaris, op het haven terrein
van de werkhaven Sophia en op
het werkeiland Noordland in de
Oosterschelde
Aannemingssom: f 72 000,-
Aannemer: Combinatie N.V.
Baggermij. Bos en Kalis; Aann.
bedr. Oosterwijk N.V. - Dirk
Verstoep Nederland N.V. te
Papendrecht

DED-1474 27 juni 1973

Ter beschikking stellen van ber-
gingsvaartuigen t.b.v. het ver-
richten van metingen in de
wateren van Z.W.-Nederland en
in het aangrenzende kustgebied
Aannemer: Smit Tak Internatio-
naal Bergingsbedrijf B.V. te
Rotterdam

DED-1452-1 12 september 1973

Maken v.e. werkterrein met toe-
gangswegen en werkweg op
Schouwen-Duiveland en het

uitbreiden van het werkterrein op het werkeiland Roggenplaat, met bijkomende werken in de gemeente Westerschouwen
Aannemingssom: f 4 300 000
Aannemer: Combinatie Dijksbouw Oosterschelde te Rijnswijk (Z.-H.)

DED-1476 23 januari 1973

Leveren van rijsmaterialen t.b.v. afsluiting Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Gebr. v. Noordenne te Hardinxveld-Giessendam

DED-1477 23 januari 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: B.V. W. van Wijn-gaarden te Slidrecht

DED-1478 23 januari 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. G. van Wevers-wijk en Zn. te Zijlderveld

DED-1479 23 januari 1973

Leveren van rijsmaterialen t.b.v. afsluiting Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. T. den Otter en Zn. te Meerkerk

DED-1480 17 mei 1973

Huur en verhuur v.s. pand te Zierikzee t.b.v. de opslag van materieel van de afd. Water-huishouding van de Deltadienst
Aannemer: L. J. van der Houten te Zierikzee

DED-1484 8 juni 1973

Vervaardigen en leveren van een Fahrenheit-Flächenpeltsysteem
Aannemingssom: DM. 539 600,-
Aannemer: Dr. Fahrenheit te Kiel (Dld.)

DED-1490 26 juni 1973

Leveren van fosforslakken t.b.v. de afsluitingswerken in de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Pelt en Hooykaas-Vlissingen B.V. te Rotterdam

DED-1491-1 31 mei 1973

Vervaardigen en leveren van polypropreenmatten t.b.v. bezinkingen voor de afsluitingswerken in de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. Robusta te Genemuiden

DED-1491-2 31 mei 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Gouderak B.V. te Gouderak

DED-1491-3 31 mei 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Zakkencentrale N.V. te Schiedam

DED-1493 22 juni 1973

Verrichten van onderhouds-werken en leveringen aan en t.b.v. de drijvende bok 'Ursus' van de Deltadienst
Aannemingssom: f 59 455,-
Aannemer: Boele's Scheeps-werven en Machinefabriek B.V. te Bolnes

DED-1452-2 12 september 1973

Aanbrengen v.e. bodembe-scherming in de sluitgaten van de Oosterschelde met bijkomende werken in de gemeenten Westerschouwen, Veere en Wissenkerke
Aannemingssom: f 9 112 500,-
Aannemer: Combinatie Dijksbouw Oosterschelde te Rijnswijk (Z.-H.)

DED-1452-4 21 september 1973

Maken van de bouwput met ringdijken en bijkomende werken op het werkeiland Noordland in de Oosterschelde onder de gemeenten Veere en Wissenkerke
Aannemingssom: f 6 900 000,-
Aannemer: Combinatie Dijksbouw Oosterschelde te Rijnswijk (Z.-H.)

DED-1497 4 juli 1973

Vervaardigen en leveren van polypropreenmatten voor rand-verzwaring aan bezinkingen voor de afsluitingswerken in de Oosterschelde
Aannemingssom: f 131 920,-
Aannemer: Fa. Robusta te Genemuiden

DED-1452-3 12 september 1973

Vervoeren en verwerken van ter beschikking gestelde fosfor-slakken naar en in de afslui-tingswerken in de Oosterschelde
Aannemingssom: f 10 450 000,-
Aannemer: Combinatie Dijksbouw Oosterschelde te Rijnswijk (Z.-H.)

DED-1426c 8 mei 1973

Wijziging van overeenkomst DED-1426, het verrichten van schoonmaakwerkzaamheden in het gebouw van Alkemadelaan 400 te 's-Gravenhage
Aannemer: Senft en Co. B.V. te 's-Gravenhage

DED-1499 23 juli 1973

Leveren en verwerken van grof grind en palen t.b.v. de vast-legging van de oevers van de Hompelvoet en andere platen in het Grevelingenbekken
Aannemingssom: f 1 394 900
Aannemer: N.V. Utroma te Arnhem

DED-1500 23 mei 1973

Leveren rijsmaterialen t.b.v. de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Gebr. H. en J. van Esch

DED-1501 15 mei 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: B.V. Gebr. van Noor-denno te Hardinxveld-Giessen-dam

DED-1508 2 juli 1973

Leveren rijsmaterialen t.b.v. afsluiting Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: B.V. W. van Wijn-gaarden te Slidrecht

DED-1509 2 juli 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. T. den Otter en Zn. te Meerkerk

DED-1510 2 juli 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. J. A. de Ruiter C.V. te Hardinxveld-Giessendam

DED-1511 4 juli 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: M. E. Steenbakkers te Schijndel

DED-1512 10 juli 1973

Idem
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Fa. G. van Wever-wijk en Zn. te Zijlderveld

DED-1518 23 augustus 1973

Idem

Aannemingssom: eenheidsprijzen

Aannemer: C. van Schrik te

Langbroek

DED-1519 23 augustus 1973

Idem

Aannemingssom: eenheidsprijzen

Aannemer: E. H. van Hoff te

Woerden

DED-1520 23 augustus 1973

Idem

Aannemingssom: eenheidsprijzen

Aannemer: Fa. Versluis te

Lexmond

DED-1521 31 augustus 1973

Leveren rijsmaterialen en riet

te Willemstad

Aannemingssom: eenheidsprijzen

Aannemer: B.V. Gebr. v. Noor-

denne te Hardinxveld-Giessen-

dam

Verantwoording van de foto's

Rijkswaterstaat	380	382	384	393	394
	402	404	405	414	417
Berger Haamstede	401				
Bart Hofmeester	420				
Han de Vries	423	424			

