

Driemaandelijks Bericht
nummer 61, augustus 1972

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadelaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 12,- per jaar
of f 3,25 per nummer

Inhoud

Beroeps- en sportvisserij in de Delta-
wateren 3

A. De werken van het Deltaplan

Vastlegging van drooggevalle staatsgronden
in het Grevelingenmeer 9

Het gebruik van automatische analyse-
apparatuur bij het onderzoek naar de water-
kwaliteit in het Deltagebied 15

Eén jaar onderzoek van de waterkwaliteit
in het Grevelingenmeer 19

De waterkwaliteit van het Brielse Meer 24

Een geforceerde afschuiving in de Auvergne-
polder 33

Het damvak 'Geul' in de Oosterschelde en
de damaanzet tegen Noord-Beveland 45

D. De werken tot afsluiting van de Lauwerszee

De recreatieve functie van de afgesloten
Lauwerszee 48

Vorderingen 54



Het grootste deel van de beroepsvisserij op de Deltawateren moet ten gevolge van de afsluitingen worden beëindigd; slechts een klein aantal bedrijven zal er in de toekomst nog een bestaan kunnen vinden. De sportvisserij in het Deltagebied daarentegen lijkt een grote toekomst tegemoet te gaan.

De visserij op de brakke Deltawateren wordt door de Visserijwet onderworpen aan minder strenge bepalingen dan de binnenvisserij; kennelijk heeft de wetgever het vertrouwen gehad dat de natuur hier zelf voor behoud van het evenwicht zou zorgen, en dat de beheers-taak van de overheid in dit gebied niet zeer ver hoefde te gaan. Men krijgt ook niet de indruk dat deze wateren de laatste tijd druk, laat staan marginaal bevist zijn. Als men even afziet van de ansjovis-visserij en de schelpdier-cultures, kan men stellen dat de grootste concentratie van beroepsbevolking die leefde van de visserij op de genoemde wateren, vanouds te vinden was aan de Moerdijk en op de Hoekse Waard. De echte zeevissers, zoals die van Ouddorp, wilden bij slecht weer wel eens een trekje binnen doen; maar in het algemeen zag men ze toch niet op deze

Een palingvisser licht zijn fuiken

Beroeps- en sportvisserij in de Deltawateren

Deltawateren. De Moerdijkers waren meest kubbe- en ankerkuilvisser. Een kubbe lijkt op het achterste deel van een fuik, maar heeft twee inzwemopeningen. Heeft een reeks van deze kubben aan een hoofdlijn gedurende een getij uitgestaan, dan worden zij opgehaald en geleegd. De ankerkuilvisserij heeft in vergelijking daarmee wel iets meer spectaculairs. De ankerkuil, een net dat uitgespannen is in een verankerd vierkant raam van palen, wordt door de stroom als een zak naar achteren getrokken, en dan kan de vis erin komen: paling, sardine, spiering en bot. Het schip waar de ankerkuil mee verbonden is, moet zelf ook stevig verankerd zijn: er komen op het hoogtepunt van het getij enorme krachten op de verbindingskabel, die dan als een snaar gespannen is. Pas bij de kentering kan men de ankerkuil lichten.

De betekenis van deze visserij is in economisch opzicht al lang dalende geweest. Waren er omstreeks 1945 nog ongeveer 20 families in West-Brabant en op de Hoekse Waard die ervan leefden, vlak voor de sluiting van het Haringvliet was dat aantal al tot elf teruggelopen, dus bijna gehalveerd. De vervuiling van de wateren had de kwaliteit en de kwantiteit van de vangsten aan aal en spiering inmiddels flink doen afnemen; daarenboven werd de consument kieskeuriger. Met de afsluiting van het Haringvliet en in mindere mate door de vorming van het Grevelingenmeer is het merendeel van de nog resterende visserij tot verdwijnen gedoemd. De door de sluiting benadeelde vissers zijn dikwijls tot liquidatie van hun bedrijf gedwongen, en kunnen de geleden schade van het Rijk uitgekeerd krijgen volgens de bepalingen van de Deltaschadewet (zie Bericht 57, augustus

1971). Op het Hollands Diep blijven zes bedrijven over die vergunning hebben gekregen voor het uitoefenen van de palingvisserij met fuiken. Ook op het Veerse Meer kunnen zes bedrijven worden voortgezet. Op het Grevelingenmeer kunnen in het vervolg tien vissers zich beroepshalve met de palingvangst bezighouden. De toewijzing van deze tien vergunningen – op een aanzienlijk groter aantal aanvragen – is verricht op advies van een commissie, waarin de beroepsverenigingen gelijkelijk vertegenwoordigd waren, met ambtenaren van het ministerie van Landbouw en Visserij en van Financiën als adviseurs. De commissie stelde een aantal criteria op, waardoor met name de keus viel op diegenen, die van ouds hadden gevist of de mosselcultuur hadden bedreven op het water waar ze nu weer een vergunning op vroegen. Zo bleef, bij vermindering van aantallen, toch de visserstraditie gehandhaafd.

Het is thans nog niet goed mogelijk te zeggen wat op langere termijn de ecologische ontwikkeling in de afgesloten Deltawateren inhoudt voor het voortbestaan van de belangrijkste vissoorten. Wel wordt deze ontwikkeling met aandacht gevolgd. Het onderzoek naar de fysisch-chemische eigenschappen van het Deltawater wordt voornamelijk verricht door de Rijkswaterstaat. De micro-organismen aan het begin van de voedselketen waar de grote vissen uiteindelijk van afhankelijk zijn, vormen een object van voortdurend onderzoek van het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke. Het ministerie van Landbouw en Visserij neemt directe steekproeven ten aanzien van groei, gezondheid, voortplanting en migratie van de verschillende vissoorten. Wetenschappelijk personeel van het ministerie kan bijvoorbeeld uit de ontwikkeling van jaarringen op schubben of gehoorsteentjes de groeifasen van een vis aflezen, en uit de gemiddelde groei over een steekproef algemene tendenties afleiden ten aanzien van de hele populatie.

Tot op heden vertoont met name de paling een voortreffelijke reactie op de veranderde omstandigheden.

Het Grevelingenmeer heeft aanvankelijk een ernstige verstoring van het milieu gekend, onder meer tot uitdrukking komend in een verminderd zuurstofgehalte in de diepere lagen. Als gevolg daarvan trad soms massale sterfte van vissen op. Ook leidden de verslechterende omstandigheden tot een trek van vissen door de enige uitweg naar open water die was overgebleven: de sluis bij Bruinisse. Zo nu en dan heeft het daar in de sluisolk gekrioeld van vluchtende vissen,

waaronder ook harders, die door de afsluiting in de Grevelingen opgesloten waren geraakt.

Na enige maanden werd het zuurstofgehalte op het meer echter al weer veel stabiel, en de zuurstoftekorten raakten weer aangevuld. Terwijl nog steeds dode mosselen van de bodem worden opgehaald, is het al levende bot en schol wat de kor bovenbrengt. De groei van de paling is in het nieuw gevormde milieu bepaald niet slecht te noemen. Te verwachten is dat waar het water brak wordt, het aantal vissoorten zal afnemen; maar tegelijk is toeneming mogelijk van de groei van die vissoorten, die overblijven. Het Veerse Meer, dat in veel opzichten de proeftuin van het natte Deltagebied mag heten, liet zien dat paling onder gunstige omstandigheden in een brak milieu tot 6 cm per jaar kan groeien. Het



overeenkomstige groeicijfer voor het IJsselmeer is drie en een half.

Groei van de visserij als bedrijfstak op de Zeeuwse en Zuidhollandse wateren is echter in het geheel niet meer te verwachten.

Sportvisserij

De Deltawateren verliezen door de afsluitingen veel van hun beweeglijkheid en ruwheid, en worden daardoor beter bruikbaar als recreatiegebied. Hoe men zich het gebruik van de mogelijkheden precies voor moet stellen, is nu nog niet met scherpe contour aan te geven (zie Bericht 59, februari 1972). Men kan aannemen dat er onder meer op grote schaal watersport zal worden bedreven: er zal worden gezwommen, gevaren en gevist. Van jaar tot jaar neemt de belangstelling voor deze sporten toe. Voor wat betreft de sportvisserij

kan men de groei het gemakkelijkst aflezen uit de toenemende verstrekking van kleine visaktes en bijdrage-bewijzen, documenten die een sportvisser nodig heeft om zijn sport legaal te kunnen bedrijven. Het aantal van deze documenten dat in het gehele land werd uitgegeven, bedroeg in 1945 160 000, groeide in 1965 tot 553 000, en was in 1970 opgelopen tot 724 000. Niet alleen de belangstelling voor de sportvisserij nam sterk toe, ook het aanzien ervan in het oog van de Nederlander. Voor de oorlog was 'hengelen' bij uitstek het vermaak van de kleine man. Er zou, heel anders dan bijvoorbeeld in Engeland, niet aan te denken geweest zijn, bekwaamheid in de hengelsport als een deel van de opvoeding te beschouwen. Na de oorlog heeft de hengelsport in Nederland gaandeweg het stigma van sociale minderwaardigheid verloren. Uit alle

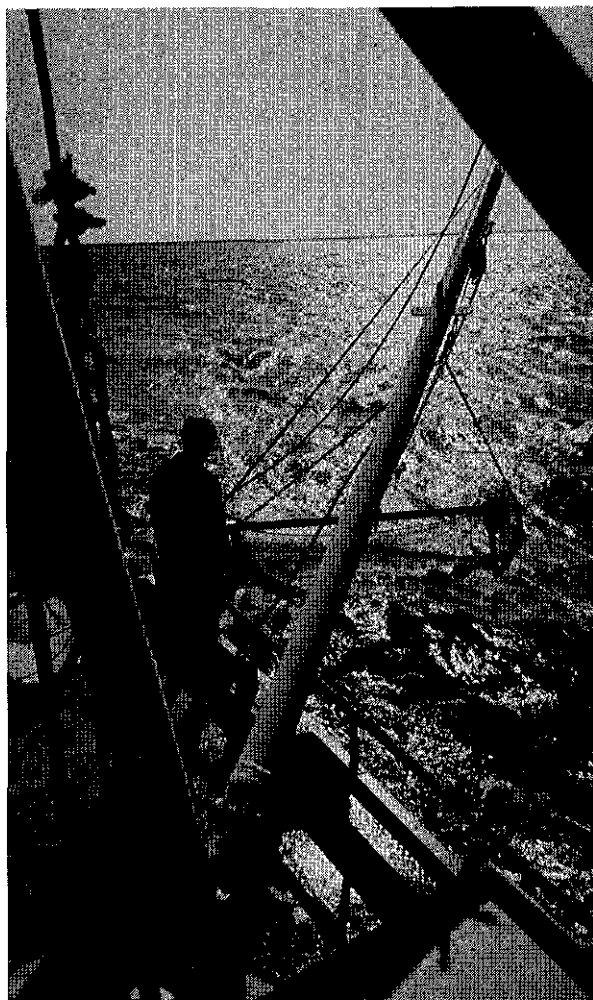
lands Hengelaarsverbond –, maar vooral: krachtens dit plaatselijk lidmaatschap nemen ze deel in de pacht van het visrecht op een water van lokaal belang. Gaat het om water van meer dan lokaal belang, dan vormen een aantal plaatselijke verenigingen een federatie. Die krijgt dan van de beheerder van dat water het visrecht in pacht, onder de voorwaarde dat de federatie desgevraagd ook aan buitenstaanders een vergunning afgeeft. In het westen des lands vindt men onder meer een Maasfederatie – die bijvoorbeeld de Biesbos pacht –, een Beheerseenheid Brielse Maas, en een Deltafederatie. Deze laatste organisatie berust op nadere federatie van de vroegere Oosterschelde-federatie, de Westbrabantse federatie en de Veerse-Meer-federatie, terwijl later nog de federatie Zuidhollandse Eilanden toetrad. De Delta-federatie kan derhalve als

De sportvisser is graag alleen met de natuur

Met de boomkor worden inspectiebevissingen verricht om de welstand van de vis op de afgesloten wateren te blijven volgen

klassen van de bevolking zoeken velen thans ontspanning in de sportvisserij. Dikwijls zal de rust die er noodzakelijk bij te pas komt, het recht om niet gestoord te worden, de eerste aantrekkelijkheid ervan vormen voor maatschappelijk druk bezette mensen. Maar naarmate men het vissen leert kennen, moet de bekoring van de sport zelf ook gaan spreken. Met het toenemen van de welvaart is trouwens een rijker assortiment aan vistuig binnen ieders bereik gekomen, zodat het hengelen steeds meer uitgroeide tot een vorm van actieve recreatie, waar heel wat kennis en kunde aan te pas komt.

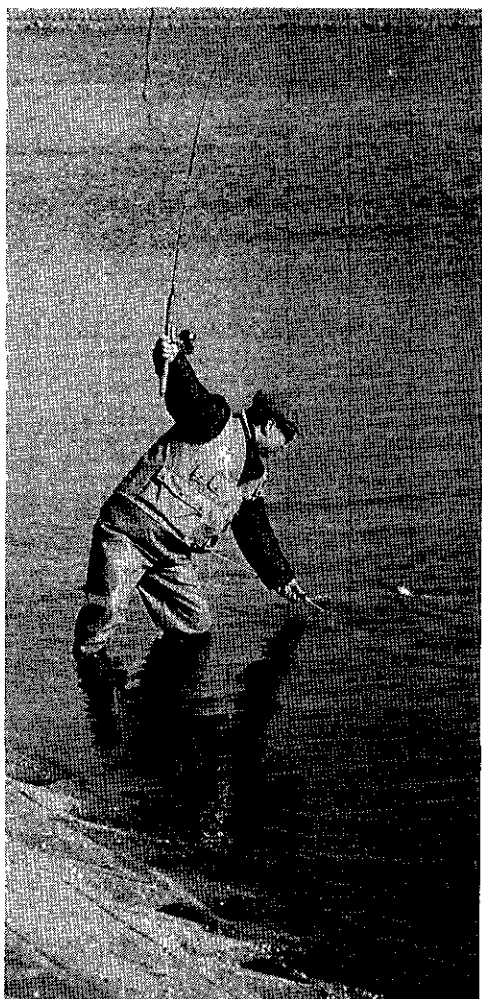
Sportvissers zijn gewoonlijk lid van een plaatselijke hengelsportvereniging; via die vereniging kunnen ze aangesloten zijn bij een landelijke belangenvereniging – de Algemene Hengelaarsbond of het Centraal Neder-



representatief voor de sportvisserij in de Delta worden beschouwd. Een nog grotere eenheid is tot stand gekomen door de samenwerking van de Delta-federatie met de Beheerseenheid Brielse Maas en de Maas-federatie.

Het ledental van de drie federaties begint de 100 000 te benaderen. Elk van deze leden is krachtens zijn lidmaatschap in het bezit van een vergunning die hem in staat stelt te vissen in al het door de drie federaties gepachte viswater. Behalve leden kunnen zoals gezegd ook anderen toegang krijgen tot het water, door een week-, maand- of jaarvergunning aan te vragen. Ook dan blijft het verkrijgen van het visrecht op zoveel binnenwater als het Deltagebied omvat, opvallend goedkoop: voor minder dan 20 gulden per jaar kan men het gehele Deltagebied bevissen. Daarbij komen dan nog de kosten van de kleine visakte (f 4,- retributie aan het Rijk, f 6,75 bijdrage aan de Organisatie voor de Verbetering van de Binnenvisserij en 50 cent tot f 1,- plaatselijke leges) of van het bijdragebewijs (f 4,- bijdrage aan de Organisatie voor de Verbetering van de Binnenvisserij en maximaal f 1,- leges). De bedragen die men voor zijn visgenoegeen moet neertellen zijn niet gerelateerd aan het inkomen dat de visser geniet; evenmin wordt er onderscheid gemaakt naar nationaliteit. De visserij op het Veerse Meer is mede daardoor bijzonder aantrekkelijk voor Belgen, die trouwens ook voor de andere watersporten intensief gebruik maken van de Nederlandse Delta. De kosten zijn laag, maar niettemin bestaat er in sportvisseryskringen enige twijfel aan het goed recht van de staat om viswater tegen meer dan een symbolisch bedrag te verpachten, en de inkomsten uit de kleine visakte voor een deel te storten in de algemene middelen. Op andere watersporten wordt toch ook geen belasting geheven? Misschien zou men het meer waarden als aan de kleine visakte naast of in plaats van een belasting-aspect, een eis van vissersbekwaamheid werd verbonden, zodat het document een volksopvoedende waarde kreeg.

In het belang van de sportvisserij houdt het ministerie van Landbouw en Visserij zich bezig met de kwaliteitsbeoordeling van het viswater, de inventarisatie van de visstand, en het geven van bezettingsadviezen. De sportvissersorganisaties wordt hulp en begeleiding geboden wanneer ze daarom vragen. Een goed voorbeeld van dit beleid zien we bij een enkele jaren geleden opgezet project ter verrijking van de visstand in de afgesloten Deltawateren. In samenwerking tussen de Deltafederatie, het ministerie en de Organisatie voor de Verbetering van de Binnenvisserij is in 1968 een



plan gerealiseerd om in het viswater een geduchte en uit sportief oogpunt aantrekkelijke roofvis te introduceren: de forel. Het is een misvatting te menen dat forellen snel stromend en zeer zuurstofrijk water nodig hebben. Dat geldt slechts voor de voortplanting. De vissen zelf kunnen heel goed gedijen in stilstaand water, mits de kwaliteit goed is en de temperatuur niet te hoog. De forel aast op kleine prooivissen in zijn omgeving, maar is ook, vooral als hij nog jong is, nieuwsgierig en weinig wantrouwend tegenover aas, en hapt geredelijk toe zowel op een natte kunstvlieg als op een pier. In 1968 werd in het Veerse Meer een hoeveelheid van 40 000 één- en tweejarige Nederlandse en Deense forellen uitgezet, met een lengte van gemiddeld 25 cm. Sindsdien hebben de forellen niet weinig bijgedragen tot het visge-

noegen op het Veerse Meer. In het brakke milieue groeide de forel goed, maar tot voortplanting kwam het niet. Vandaar dat het meer langzaam leeggevisst wordt, en jaarlijks een aanvulling met jonge vis noodzakelijk is. Snel gaat het leegvissen niet, want er geldt een vangstbeperking: meer dan vier exemplaren mag een sportvisser niet meenemen; wat hij meer vangt moet hij terugzetten. De beroepsvissers mogen helemaal geen forel houden. Toen na een aantal jaren bleek hoe gunstig de forel reageerde op het brakke milieu, is getracht hem ook in te voeren in het Grevelingenmeer. Een eerste poging, in september 1971, mislukte; de toestand was nog te ongunstig vanwege de verstoring van het milieu en de zuurstoftekorten. Later in het najaar bleek een tweede proefuitzet wel aan te slaan, en toen kon men overgaan tot het uitzetten van

De vis ontmoet zijn visser

100 000 jonge forellen, kostprijs f 1,20 per stuk, uit Nederlandse kwekerijen. Omdat vaststond dat de Deltafederatie deze eerste uitzet niet volledig zou kunnen bekostigen heeft het ministerie van Landbouw en Visserij dit begin van de forellenstand in het Grevelingenmeer door een subsidie van f 100 000 mogelijk gemaakt. Het ligt in de bedoeling dat de federatie de kosten zal gaan dragen van het op peil houden van de forellenbevolking. Enigszins een tegenslag was het in dit verband dat er nogal wat forellen door de sluis bij Bruinisse naar buiten trokken. Het verlies bedraagt veel meer dan van de Veerse-Meerpopulatie ooit is weggezwommen, en dat ondanks het feit dat de sluis bij Kats veel vaker opengaat dan die bij Bruinisse. Op de Krammer wordt laatstelijk dan ook vrij wat forel gevangen, vooral door beroepsvissers. In

januari 1972 trad sterfte op onder de vis in het Grevelingenmeer. De deskundigen stonden voor een raadsel. Was het een plotse-ling invallende periode van kou geweest, die de vissen verraste?

In elk geval bleken de slachtoffers in meerderheid gevallen te zijn in de ondiepe gedeelten van het meer. Sedert januari is er verder evenwel geen tegenslag meer geweest, en naar alle waarschijnlijkheid hoeft voor het lot van de forel niet meer gevreesd te worden – tot op de dag dat hij zijn visser ontmoet. Reeds nu zijn er exemplaren van een kilogram en meer gevangen.

Het aantrekkelijke van de forellenvisserij in zandige gebieden met een goede harde ondergrond is dat de visser nu ook eens van de wallekant kan komen en in de plas kan gaan staan, zoals hij zijn buitenlandse collega's altijd heeft zien doen. Deze wijze van vissen levert hem een heel nieuw contact op met zijn jachtgebied.

Er bestaat tussen de verschillende gebruikers van eenzelfde recreatiegebied van nature een zekere rivaliteit. Ieder is geneigd het gebied vanuit zijn eigen belang te zien, en er zijn wereld in te projecteren. Sportvissers en beroepsvissers die vanuit een verankerd bootje vissen, kunnen zeilers in het vaarwater zitten, vooral in de buurt van een haven. Zeilers kunnen ergernis verwekken bij vissers door hun tuig niet te ontzien. In veel gevallen kan een mogelijk belangenconflict tot oplossing worden gebracht door een zoneverdeling tot stand te brengen, niet alleen naar plaats, maar ook naar tijd. Zonering in de tijd is in veel gevallen makkelijker. De forellenvangst bijvoorbeeld kan het best beoefend worden vóór negen uur 's morgens en na vier uur 's middags; het ideale seizoen ervoor is niet de zomer, maar de herfst. Deze voorkeurstijden geven een gunstig perspectief op een mogelijke tijdsverdeling met de zeilers. Plaatselijke zone-indeling is moeilijker, omdat men maar moet afwachten of de vis zich aan de gemaakte afspraken zal houden. En waar de vis zit, zit ook de visser.

De wensen die de sportvissers hebben ten aanzien van de inrichting der Deltameren zijn over het algemeen eenvoudig van aard. Dikwijls zijn het wensen om iets niet te doen: geen intensieve recreatieve ontsluiting, geen verdieping van het water. De visser aan de wallekant vindt één andere visser binnen gehoorsafstand al gezelschap genoeg, en op het water heeft hij met zijn bootje van maximaal 60 cm diepgang niet gauw last van ondiepten, terwijl zulke plekken voor de vis vaak interessant zijn.

De Delta-federatie heeft een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van de accommodatie die voor de sportvisserij in het Delta-gebied tot stand zou moeten worden gebracht. Uitgaande van een behoefte van 2700 bootjes in de nabij toekomst en van 8000 bootjes op langere termijn, heeft men de behoefte aan ligplaatsen vastgesteld, op basis van 3.50 m steigerlengte voor vier boten. Aangezien er op het moment maar drie Deltahavens volledig voor de sportvisserij zijn ingericht, – Wolphaertsdijk, Nieuw Vossemeer en recentelijk de Piet in het Veerse Meer – bestaat er een vrij grote behoefte aan nieuwe visbootaccommodatie. Combinatie met jachthavens lijkt niet altijd aan te bevelen: de verschillende waarde van zeil- en vissersboten maakt de accommodatie of voor de een te duur of voor de ander te primitief. Het levensritme van vissers en zeilers is ook te verschillend. Wel zou men zich kunnen voorstellen dat beide groepen waar hun havens dicht bij elkaar liggen, een groot deel van de landfaciliteiten delen.

Een nieuwe sportvissershaven kan men zich voorstellen als een rechthoekig, tegen windgolven beschermd bassin, met een vaardiepte van tenminste 90 cm bij de laagste waterstand. De steigerlengte binnen zo'n haven zou men zo groot mogelijk moeten maken met behulp van een aantal dwars op de hoofsteiger drijvende steigers. Er moet voorts een eenvoudige berggelegenheid zijn, een sanitaire voorziening, een parkeerplaats annex open botenberging en een trailerboothelling. Additioneel kan aan de haven nog de eis worden gesteld dat het voorste gedeelte ervan diep genoeg moet zijn om als vluchthaven te kunnen dienen voor kleine jachten. De federatie heeft voorts geïnventariseerd welke bestaande havens in het Deltagebied nu reeds of straks wanneer het getij er wegvalt, mogelijkheden bieden om geheel of gedeeltelijk als sportvissershaven te worden gebruikt, en harerzijds ook al getracht, gemeenten voor haar denkbeelden te interesseren. Zonder tezeer op de ontwikkelingen vooruit te lopen, kunnen we stellen dat er in principe voldoende mogelijkheden zijn op te sommen om bestaande havens aan te passen en nieuwe havens in te richten, in elk geval zo, dat in overeenstemming met het te verwachten gebruik voldoende accommodatie ontstaat om de sportvissers aan hun trekken te laten komen.

A. De werken van het Deltaplan

Als gevolg van het verdwijnen van eb en vloed zijn de schorren en een gedeelte van de slikken en zandplaten in het Grevelingenmeer permanent drooggevalen. Ruim 90% van deze oppervlakte is staatsdomein. Het zijn voornamelijk kleiarme zandige gronden, die na het uitzakken van het water ongetwijfeld zouden gaan stulven. Het was derhalve voor de Dienst der Domeinen als beheerder van de staatsgronden noodzakelijk conserverende maatregelen te treffen tot behoud van de drooggevalen gronden en ter voorkoming van overlast aan derden. De uitvoering is in opdracht van de Dienst der Domeinen geschied door de Rijksdienst voor de IJssel-meerpolders.

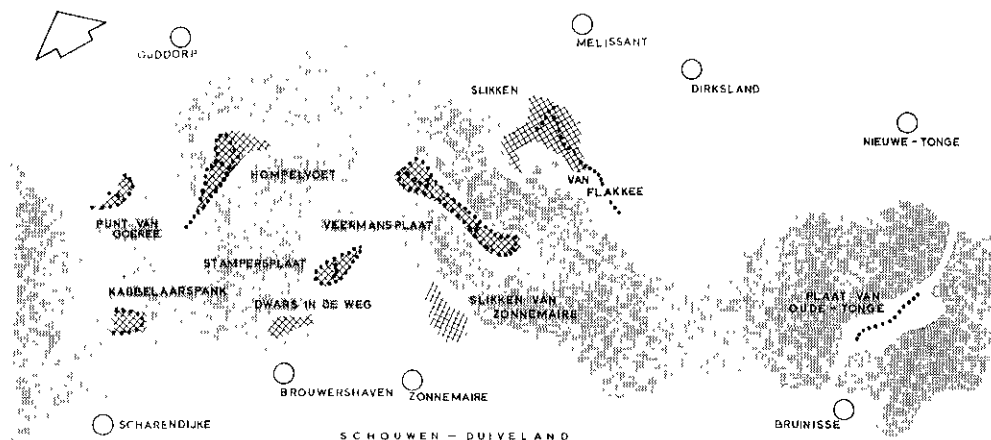
De buitendijkse gronden in het Grevelingenbekken waren vóór de afsluiting onderhevig aan de getijbeweging, waardoor gemiddeld een hoogste waterstand optrad van N.A.P. + 1,25 m. Sedert de afsluiting is er een vaste waterstand ingesteld van N.A.P. — 20 cm, zodat een aanzienlijke oppervlakte permanent is drooggevalen. Lager gelegen gronden die alleen bij eb droogvielen, liggen nu echter definitief onder water. Gaande van west naar oost ontmoet men in het meer drooggevalen gronden van verschillend type: grofzandige stranden, zoals de Punt van Goeree; voormalige zand- en schelpenbanken als de Kabbelaarsbank, de Hompelvoet, de Veermansplaat, de Stampersplaat en de Dwars-in-de-weg; en fijnzandige voorlanden en platen: de Slikken van Flakkee, de Slikken van Zonnemaire en de Plaat van Oude Tonge. Slechts hier en daar langs de kust van Goeree-Overflakkee en op de Hompelvoet komen met schorvegetatie begroeide gebieden voor; voor de kust van Schouwen-Duiveland liggen nog een paar laaggelegen lutumrijke slikken van enige betekenis; overigens is alles kaal. Van de drooggevalen gronden is ruim 2700 ha, bijna 90%, eigendom van de Staat. De overige 10% behoren toe aan een twintigtal particuliere eigenaren.

Het wegvallen van eb en vloed heeft vooral de drooggevalen zandgronden blootgesteld aan de eroderende werking van wind en water. De eroderende werking van de wind komt tot uiting in zandverstuiving; die van wind en water gezamenlijk manifesteert zich in afslag van de oevers. In dit artikel wordt alleen ingegaan op de zandverstuiving en de maatregelen om die zo effectief en economisch mogelijk tegen te gaan. De afslag van

Vastlegging van drooggevalen staatsgronden in het Grevelingenmeer

de oevers en de daartegen noodzakelijke conserveringsmaatregelen zijn weer een hoofdstuk apart.

In het algemeen hangt de stuifgevoeligheid van zandgronden af van de grofheid en de vochttoestand van het zand. Binnen zekere grenzen kan worden gesteld dat zand stuifgevoeliger is naarmate het grover is. De vochttoestand en daarmee de capillaire bindingskrachten tussen zandkorrels hangen vooral af van de grondwaterstand: hoe dieper het grondwater, hoe geringer de capillaire krachten, dus hoe stuifgevoeliger het zand. Op grond van reeds vóór de afsluiting uitgevoerde bodemkarteringen werd verwacht dat alle drooggevalen zandgronden in het Grevelingenmeer min of meer stuifgevoelig zouden zijn. Het afstuiven zal beginnen ter plaats van de hogere, drogere gedeelten van de platen, temeer omdat het zand daar in het algemeen iets grover is dan aan de randen. Zandverstuiving leidt dan ook in eerste instantie tot een afvlakking van de platen. Wanneer er obstakels op het maaiveld voorkomen, bijvoorbeeld in de vorm van levende of dode begroeiing, waarachter het zand wordt opgevangen, kan verstuiving van zand evenwel ook reliëfverrijkend werken. Ontbreken zulke obstakels, of zijn ze uiterst schaars, dan moet worden aangenomen dat vrijwel al het verstuivende zand in het water terecht komt en daarmee verloren is, ofwel dat een deel er van op aangrenzende terreinen terecht komt, en door overstuiving schade berokkent aan de begroeiing aldaar. Op het moment van drooggevalen was het streven er in eerste instantie op gericht de oorspronkelijke toestand zo goed mogelijk te behouden en in ieder geval te



Stand van zaken van de conserveringswerken per medio juni 1972

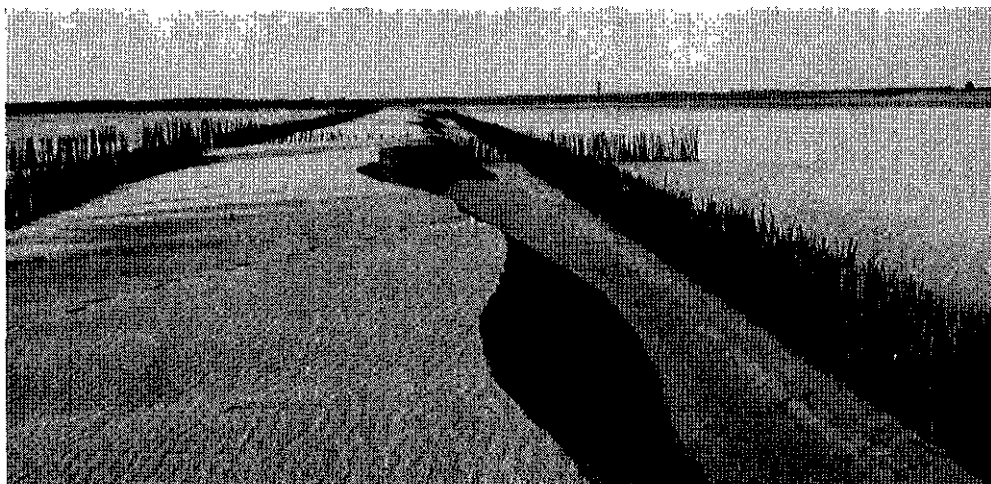
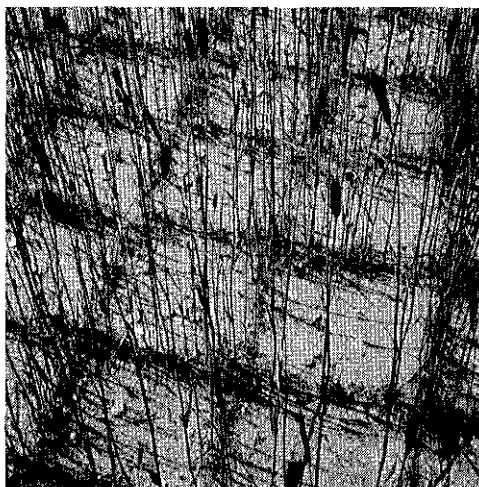
Graan-grasmengsel enkele weken na de inzaai. Kabbelaarsbank juli 1971

verhinderen dat wegstuivend zand in het water verloren zou gaan. Dit hield in dat het stuifgevoelige zand in hoofdzaak ter plaatse moest worden vastgelegd. Langs de randen van het oude land zou daarmee bovendien worden voorkomen dat stuivend zand schade zou berokkenen aan derden. Langs de met schorvegetatie begroeide gronden en de schelpenbanken is vooral veel aandacht besteed aan de bescherming tegen onderstuiven. Voor de uitvoering van de conserveringswerkzaamheden waren een opzichter en vier arbeiders permanent in het Grevelingengebied gestationeerd. Zwaar materieel voor het inzaaien van grote oppervlakten en voor het plaatsen van stuifschermen stond hun ter beschikking. Waar nodig werden particuliere loonwerkers ingeschakeld. Als maatregel om de drooggevallen gronden

zo spoedig mogelijk vast te leggen, zodat de oorspronkelijke toestand bewaard zou blijven, leek het aanbrengen van een bodemdekkende en bodemvastleggende vegetatie het meest geschikt. Om voor enige tijd verzekerd te zijn van voldoende vastlegging van het zand is besloten tot het inzaaien van een mengsel van zouttolerante grassen onder graan als dekvrucht. Zo'n gras-graamengsel heeft zowel het voordeel van de snelle kieming en jeugdgroei van het graan, dus van een snelle werking, als van het feit dat de langzaam kiemende en groeiende meerjarige grassen na afloop van de zomer de vastleggende functie van het graan overnemen. Op grond van ervaringen in het Veerse Meer en in de Lauwerszee kwam een mengsel van rood zwenkgras, Engels raaigras en veldbeemdgras het meest in aanmerking. Onder de granen

Graan-grasmengsel een maand voor de rogge-oogst; Dwars-in-de-weg, juni 1972

In de luwte achter de stuifschermen vormen zich zandruggen; Punt van Goeree, augustus 1971



verdiende gerst als dekvrucht de voorkeur vanwege zijn hoge zouttolerantie en omdat dit graan weinig massa vormt en daarmee de ontwikkeling van het gras zo weinig mogelijk in de weg staat.

Afhankelijk van het seizoen pleegt men zomergerst of wintergerst te zaaien. Aan gezien de verbouw van wintergerst in Zuid-Holland en Zeeland niet is toegestaan, kon men in het Grevelingenmeer alleen met zomergerst werken; in het najaar moest een andere dekvrucht worden gekozen. Op zandgronden komt winterrogge dan het meest in aanmerking.

Doordat er verschillen optreden in de snelheid van ontzilting, is het niet mogelijk alle zandgronden tegelijk in te zaaien. Als norm geldt dat het zoutgehalte van het bodemvocht in de bovenste 20 cm van de grond gedaald

moet zijn beneden 15 à 12 gram NaCl per liter, alvorens tot inzaai kan worden overgegaan. Met het oog op de te verwachten neerslag kan de norm in het najaar iets soepeler gehanteerd worden dan bij de voorjaars- en zomerinzaai. Nu doet zich echter de gelukkige omstandigheid voor, dat de meest stuifgevoelige zanden, die dus grover zijn en hoger liggen, het snelst ontzilt raken, en derhalve het eerst kunnen worden ingezaaid.

Reeds eind juni 1971 waren de eerste gedeelten van de Punt van Goeree en van de Kabbelaarsbank voldoende ontzilt, zodat tot inzaai van de eerste 65 ha kon worden overgegaan. De inzaai geschiedde met behulp van zaaimachines met 30 cm afstand tussen de rijen. Om uitstuiving tussen de rijen zoveel mogelijk te voorkomen is er gezaaid in vierkantsverband: na het zaaien in de lengte-

richting wordt het terrein dan nog een keer ingezaaid loodrecht daarop, in de breedterichting. Zo ingezaaide oppervlakken worden ook wel aangeduid als 'ganzeborden'. Dank zij de regen had de gerst een vlotte kieming en jeugdgroei, en stonden de plantjes na een week boven de grond. Daarmee begon hun taak als zandvastlegger en als dekvrucht. Echter, slechts met moeite trotseerden zij het zandstralen van de in die periode nog voorkomende verstuiwingen. Het door de gerst beschermde gras kwam na enkele weken boven de grond.

Het grondwater daalde aanvankelijk maar langzaam beneden het maaiveld, want door de geleidelijke sluiting van het Brouwershavense Gat werd de getijbeweging op het bekken slechts geleidelijk minder. De ontzilting en de stuifgevoeligheid beperkten zich aanvankelijk dan ook tot de hoogste en meest grofzandige gebieden. Later in het jaar is het peil op het Grevelingenmeer ten behoeve van werkzaamheden aan de Brouwersdam gedurende een lange periode aanzienlijk lager geweest dan het tegenwoordige definitieve peil van N.A.P. - 20 cm. Aan de ene kant bracht deze verlaging van het peil een vergroting teweeg van de oppervlakte aan stuifgevoelige gronden. Anderzijds bood ze bij de vastleggingswerkzaamheden ook voordelen: de extra lage stand van het water veroorzaakte ook een lagere waterstand in de drooggevallen gronden, waardoor een groter oppervlak van grofzandige en matig grofzandige gronden kon ontzilten. Bovendien verliep de ontzilting sneller dan was verwacht. Ondanks het feit dat de zomer van 1971 droog was, kon een groot areaal worden ingezaaid. Tot juni 1972 is nu in totaal 850 ha vastgelegd door inzaai met een graan-grasmengsel. De stand van het gewas is in het algemeen alleszins bevredigend. Alleen op de Slikken van Flakkee heeft het in het voorjaar van 1972 ingezaaide gewas plaatselijk ernstig te lijden gehad van het zoute water waarmee de Slikken bij westerstorm worden overspoeld. Het stuifgraan bleek in het algemeen goed in staat het zand ter plaatse vast te leggen. Na het doorschieten van de rogge was het gewas tevens in staat om van elders aangevoerd zand op te vangen; dat ging echter wel ten koste van het nog korte gras, dat onder dit aangevoerde zand verstikt raakte. Slechts hier en daar is het voorgekomen dat het gewas door zandverstuiwing geheel verloren is gegaan. De uitstuiwingen die daar het gevolg van waren, bleven naar omvang zo beperkt, dat verdere maatregelen achterwege konden blijven.

Op de lage strandvlakte nabij het bestaande schor van de Hompelvoet is bij de keuze van het gewas zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de natuurlijke begroeiing. Op kleine schaal is daar biestarwegras uitgeplant, een pioniergewas dat zich weet te handhaven op dergelijke lage gronden met wisselend zout en zoet milieu. Langs de Noordzeestranden is deze plant de voorloper van helm. De resultaten met biestarwegras op de Hompelvoet zijn van dien aard, dat herhaling van deze aanplant op het lage gedeelte van de Slikken van Flakkee wordt overwogen. Er is echter gebrek aan voldoende plantmateriaal, waardoor toepassing op grote schaal vooralsnog uitgesloten lijkt. Doordat biestarwegras zich in de jeugdfase traag ontwikkelt, is het niet geschikt als enige vastlegger.

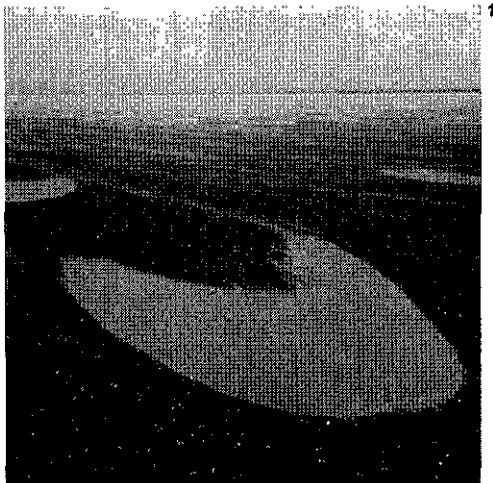
Strobanen

Bij de vastlegging van zand door inzaai met een graan-grasmengsel bestaat er eigenlijk alleen in de eerste weken ernstige kans op mislukking. De bedekking van de bodem is dan nog onvoldoende, terwijl door het zaaien de iets verdichte oppervlaktelaag van de bodem is verbroken, zodat de stuifgevoeligheid toeneemt. Het risico kan worden beperkt door het maaiveld onmiddellijk na het zaaien extra ruw te maken, of door de bovenste laag kunstmatig weer te verdichten. Gebruikelijke methoden daartoe zijn besteken met stro en bespuiten met een kitmiddel. Beide maatregelen kan men beschouwen als een risicopremie. Omdat machinaal besteken met stro aanmerkelijk goedkoper is dan toepassing van een kitmiddel, is gekozen voor de eerstgenoemde maatregel. Maar vanwege gebrek aan voldoende geschikt gerstestro ten tijde van de eerste inzaai en uit een streven om de risicopremie te beperken is naar een tussenoplossing gezocht: het inschijven van stro in banen. Uit enkele ter plekke genomen proeven bleek dat één meter brede strobanen met een onderlinge afstand van 10 à 12 meter bij korte en niet te hevige stuifperiodes voldoende bescherming bieden. Bij de inzaai in alle seizoenen is deze beschermingsmethode dan ook met succes toegepast. De plaats van de strobanen is nu nog in het terrein waar te nemen als een kleine verheffing, waarop het graan iets beter groeit, en waarop iets meer grasplantjes voorkomen. Waarschijnlijk is in de strobanen stuifzand opgevangen dat mogelijk nog maar ten dele gemineraliseerd organisch materiaal bevatte uit de naastliggende vakken. Ook is het mogelijk dat lichtere graszaadjes zijn meegevoerd naar de strobanen.

In het voorjaar van 1972 is gebleken dat de strobanen onder extreem ongunstige omstandigheden onvoldoende bescherming bieden. Juist na de inzaai volgde toen een periode met harde oostenwind. Daarbij werden de strobanen overstoven en kwam veel zand en zaad pas tot rust achter een nabijgelegen hoogwaterkering. Er trad enige schade op aan dijktafud en openbare weg, en bovendien moest 12 ha opnieuw worden ingezaaid en van strobanen voorzien. Ook het inschijven werd in vierkantsverband uitgevoerd.

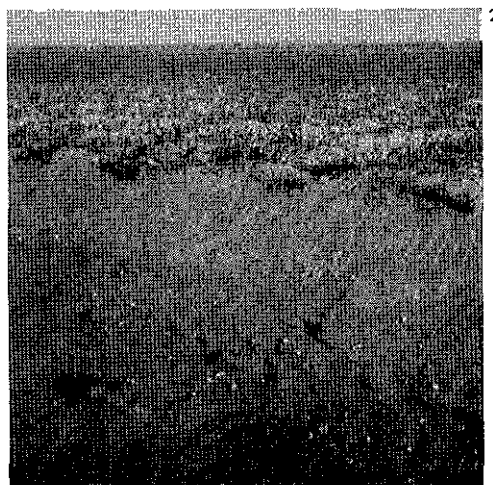
Stuifschermen

Door de geleidelijke demping van het getij begon het stuiven van de grofzandige gronden pas enkele weken na de voltooide sluiting. Prachtige mini-sikkelduintjes van ongeveer

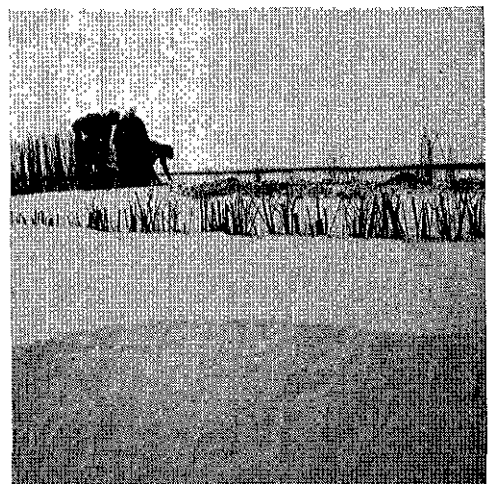


1. Sikkelduintje van droog stuifzand op de vochtige Veermansplaat; juni 1971

2. Plaatselijke uitstuiving van met graan-grasmengsel ingezaaid terrein; Punt van Goeree, maart 1972



3. Plaatsing van een derde stuifscherm boven op een zandrug; mei 1972



15 cm hoog waren het eerste resultaat; helaas verdwenen ze bij draaiing van de wind even snel als ze gekomen waren. Aangezien de bodem nog onvoldoende ontzilt was, kon er nog geen beschermende vegetatie worden ingezaaid. Om te voorkomen dat inmiddels veel zand verloren zou gaan, is men meteen overgegaan tot het plaatsen van stuifschermen. Het zand wordt daarmee weliswaar niet ter plaatse vastgelegd, maar wel wordt ermee voorkomen dat het 'de perken te buiten gaat'. De schermen zijn voornamelijk geplaatst rondom de platen, op de stuifgevoelige grens. Ze hebben zowel de overstuiving van bestaande begroeiing als het verlies van zand in redelijke mate beperkt; in een later stadium beschermden ze het ingezaaide stuifgraan tegen uitwaaiing.

In de luwte achter de schermen vormde het



opgevangen zand geleidelijk ruggen. Afhankelijk van de verdere aanvoer van zand vanaf de voorliggende vlakte bleven deze ruggen beperkt tot kleine terreinoneffenheden of groeiden ze in de loop van het jaar uit tot een begin van stuifduinen. Door de zandrug met een tweede stuifscherm te begrenzen kon worden voorkomen dat het zand bij draaiing van de wind terugstoot. Daar waar een zandrug een volume bereikte van een tiental kubieke meters per strekkende meter, werd een derde scherm bovenop de rug geplaatst. De op deze wijze beschermde zandruggen hebben tot nu toe een gezamenlijke lengte van 45 km. Als materiaal voor de windschermen is rijshout gebruikt, nylongas bevestigd aan afrasteringspalen, en riet. Op de Hompelvoet is een proefruimte ingericht. Daar wordt rondom een open stuifvlakte het effect van de verschillende materialen nagegaan. Voorlopig leveren rijshout en riet de beste resultaten. Om te voorkomen dat de gevormde stuifduinen weer uitstuiven kan men er het beste helm op planten; dat is namelijk een gewas dat zich onder natuurlijke omstandigheden ook vestigt op jong opgestoven strandzand. Gedurende de wintermaanden is 10 km zandrug met helm ingeplant. Zandaanvoer stimuleert in principe de groei van de helmplant, maar in het onderhavige gebied is plaatselijk zoveel zand aangevoerd dat een aantal planten overstoven werd voor er van enige groei sprake kon zijn. Verandering van windrichting brengt soms wel weer uitstuiving teweeg, zodat de helm weer een kans krijgt. Voorts zijn nu spartinaduintjes met helm ingeplant. Met succes is ook helm gezaaid. Door de trage groei en de dunne stand leveren de zaailingen gedurende het eerste

jaar nog nauwelijks een bijdrage tot de vastlegging. Was bij het inzaaien van het grasgraanmengsel het zoutgehalte van de bovengrond de beperkende factor, bij het planten van helm was dat het vochtgebrek. Pas laat in het najaar was er voldoende neerslag gevallen om met het planten op de uit kurkdroog stuifzand opgebouwde zandruggen te kunnen beginnen.

De vastleggingswerkzaamheden zijn thans zo goed als voltooid. Begunstigd door uitermate goede weersomstandigheden gedurende het afgelopen jaar is het werk vlot verlopen. Overlast aan derden kon door de maatregelen vrijwel geheel worden voorkomen; de platen en eilanden zijn niet egaal afgestoven tot het freatisch niveau; integendeel, de terreinvariatie is vergroot. De drooggevallen gronden zijn, nagenoeg nog in de oorspronkelijke vorm, beschikbaar gebleven voor verdere ontwikkeling en inrichting. Thans dienen verdere, meer op de toekomst gerichte beheersmaatregelen op de vastleggingswerkzaamheden aan te sluiten.

Bijdrage verzorgd door de Dienst der Domeinen

Het gebruik van automatische analyse-apparatuur bij het onderzoek naar de water-kwaliteit in het Deltagebied

Om het verloop van de fysische en chemische kwaliteitsindicatoren van de buiten- en binnenwateren in het Deltagebied na te gaan, beschikt de afdeling Milieu-onderzoek van de Deltadienst sinds augustus 1970 over een eigen bescheiden laboratorium te Goes. In dit laboratorium worden de volgende chemische parameters, vanwege hun belang voor de waterkwaliteit, bepaald: ammonium, stikstof (volgens Kjeldahl), nitraat en nitriet, orthofosfaat, totaal-fosfaat en binnenkort ook de hoeveelheid organische stof. Daarnaast worden nog enkele fysische parameters bepaald: het gehalte aan zwevende stof en de gloeirest daarvan. De taak van het laboratorium wordt verlicht doordat de bemonsteraars zelf ter plekke het zuurstofverzadigingspercentage, de zuurgraad en het chloridegehalte van een monster kunnen meten.

Het laboratorium is uitgerust met automatische analyse-apparatuur, die het voordeel bezit welnu ruimte in te nemen en verscheidene bepalingen tegelijkertijd te kunnen verrichten op 20 tot 60 monsters per uur. Door gebruik van deze apparatuur is het mogelijk in de kleine laboratoriumruimte met een minimale personeelsbezetting 20 tot 40 watermonsters per dag geheel te analyseren, en reeds één dag na de bemonstering alle analyse-resultaten ter beschikking te stellen.

Om de werkwijze van deze automatische analyse-apparatuur te kunnen beschrijven en de voordelen ervan in het juiste licht te kunnen stellen, is het noodzakelijk dat we eerst even aandacht besteden aan de wijze waarop analyses volgens de conventionele, manuele technieken worden verricht.

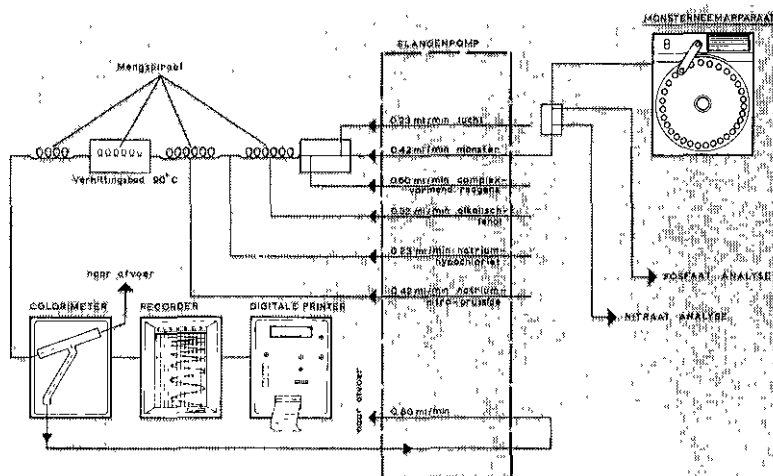
De chemische parameters die van belang zijn voor de waterkwaliteit, worden in het alge-

meen colorimetrisch bepaald; de gehalten van de stoffen die men zoekt aan te tonen zijn namelijk meestal te laag voor een analyse door weging of volumebepaling. Voor een colorimetrische bepaling laat men de stof die men bepalen wil reageren met andere stoffen, waarmee hij een gekleurde verbinding aangaat. De kleurvormende reactie moet selectief zijn voor de te bepalen parameter en geen storende gekleurde verbinding opleveren met andere aanwezige stoffen. De intensiteit van de kleur vertoont een vaste relatie tot het gehalte van de gezochte parameter. De kleurmeting geschiedt in een colorimeter. Het gekleurde monster wordt in een cuvet gedaan – dat is een vaatje met nauwkeurig bekende afmetingen –, en op de cuvet werpt men een bundel monochromatisch licht, dat door de vloeistof gedeeltelijk wordt geabsorbeerd, en gedeeltelijk doorgelaten. Het doorgelaten gedeelte valt op een achter de cuvet geplaatste fotobuis en wordt omgezet in een elektrisch signaal; de sterkte daarvan geeft de concentratie weer van de te bepalen parameter.

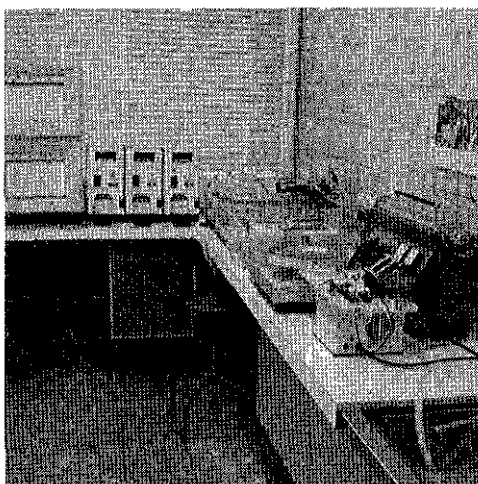
Om de kleurvormende reactie op gang te brengen moet een analist een bepaalde hoeveelheid van het monster in bewerking nemen, en er verscheidene reagentia aan toevoegen, waarbij hij de reactie-omstandigheden, zoals temperatuur en zuurgraad, zorgvuldig in acht moet nemen. Hij zal moeten wachten tot de reactie is afgelopen en de optimale kleuring is verkregen. De bepaling is dus tijdrovend, en er bestaat altijd kans op fouten.

De automatische analyse-apparatuur die nu bij de afdeling Milieu-onderzoek in gebruik is, kan al deze analysehandelingen automatisch

1



2



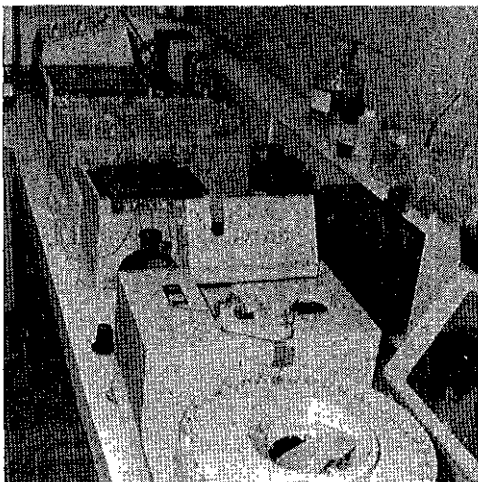
1. Schema van de ammonium-analyse met de automatische analyse-apparatuur

2. Overzichtsbeeld van de apparatuur

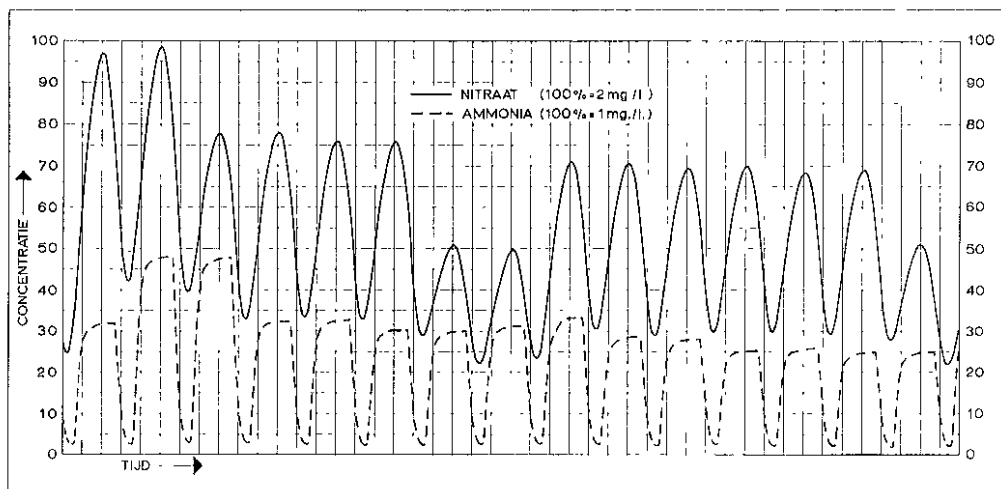
3. Detail van de apparatuur; van voor naar achter: monsterneem-apparaat, slangenpomp, analyse-gedeelte en colorimeter

4. Weergave van de analyse-resultaten op de recorder; parameters nitraat en ammonium

3



verrichten, sneller, nauwkeuriger en met gebruik van minder materiaal. Het volumetrisch afmeten van zowel de monsters als de reagentia geschiedt in een slangenpomp, die ze aanzuigt door slangen met verschillende inwendige doorsnee, en wel zo dat de verhouding tussen de hoeveelheden voldoet aan de analysevoorschriften. Men kan de diameters zo kiezen dat bijvoorbeeld 0,32 ml van het monster in bewerking wordt genomen. Bij manuele bepalingen is dat veelal 10 tot 50 ml, en aangezien de toe te voegen hoeveelheid reagentia proportioneel is aan de hoeveelheid in bewerking genomen monster, heeft de automatische analyse-apparatuur een veel lager chemisch verbruik. Onder meer om de verschillende analyses gescheiden te kunnen houden, is de slangenpomp voorzien van een luchtsluis die er voor



zorgt dat iedere twee seconden een luchtbelletje wordt meegepompt naar het analytische gedeelte van de apparatuur.

Het monsterneemapparaat bestaat uit een roterende schotel met openingen waarin men vaatjes met monsterwater kan plaatsen. Er is plaats voor 40 monstervaatjes. Een holle naald, die verbonden is met een slang op de slangenpomp, zuigt gedurende een bepaalde tijd, meestal 1 minuut, een hoeveelheid monsterwater – voor 3 simultane bepalingen is dat meestal 0,96 ml – uit een vaatje aan, en verspringt, alvorens uit het volgende vaatje te gaan aanzuigen, naar een voorraad gedestilleerd water, en brengt zo een scheiding aan tussen twee monsters, zodat geen contaminatie kan optreden. De wasperiode met gedestilleerd water duurt een halve minuut, zodat het in totaal anderhalve minuut duurt om een monster te nemen.

Het analyse-gedeelte van de apparatuur bestaat uit een systeem van glazen buisjes, glazen spiraaltjes en verhittingsbadjes. Op verschillende plaatsen in het systeem bevinden zich injectiepunten, waarop de doseslangen zijn aangesloten die het monster, de verschillende reagentia en de luchtbelletjes aanvoeren. De dosering van de luchtbelletjes is uitermate belangrijk voor de analyse. De luchtbelletjes zorgen voor scheiding van de monsters, en houden tegelijk het analyse-gedeelte schoon. Voor een goede meting in de colorimeter is het van essentieel belang dat de luchtballen even groot en gelijk van vorm zijn, terwijl ook hun onderlinge afstand, dus de lengte van de vloeistofcompartimenten, telkens even groot moet zijn.

In het analyse-gedeelte vindt menging plaats van monster en reagens. De nog niet ge-

mengde vloeistofstroom wordt daar namelijk door een horizontaal spiraaltje geleid, waarin door de rondgaande bewegingen het verschil in soortelijk gewicht van monster en reagens intensieve menging optreedt. De aldus gemengde vloeistofstroom, waarin zich nog steeds op onderling gelijke afstanden luchtbelletjes bevinden, kan vervolgens door een verhittingsbadje geleid worden, dat op een voor de kleurontwikkeling optimale temperatuur gehouden wordt.

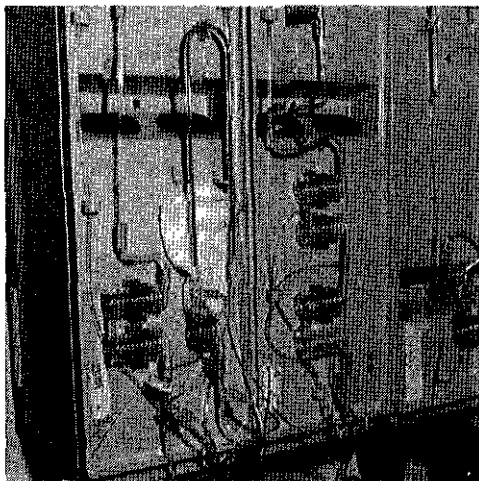
Na het doorlopen van het analyse-gedeelte is de kleurreactie geheel of gedeeltelijk voltooid, en kan de colorimetrische gehaltebepaling plaatsvinden. De colorimeter van het apparaat is voorzien van drie kanalen, zodat bij aansluiting van drie analyse-gedeeltes, ook drie verschillende parameters tegelijk bepaald kunnen worden. Bij een aanzuigingsnelheid van 40 monsters per uur, kunnen dus 120 analyses worden uitgevoerd, een werk waaraan een analist bij de manuele analyse-techniek zeker een hele dag kwijt zou zijn. De cuvetten van de colorimeter zijn van het zogenaamde doorstroomtype; ze zijn voorzien van een installatie die de luchtbelletjes afzuigt, aangezien die in geen geval in de lichtweg mogen raken. Het elektrisch signaal dat in de colorimeter wordt opgewekt, wordt versterkt en overgebracht naar een recorder, die de gehalten visueel weergeeft als pieken.

Om de administratieve verwerking van de gegevens zo gemakkelijk mogelijk te laten verlopen, kan men ook automatische registratie-apparatuur op de analyse-apparatuur koppelen.

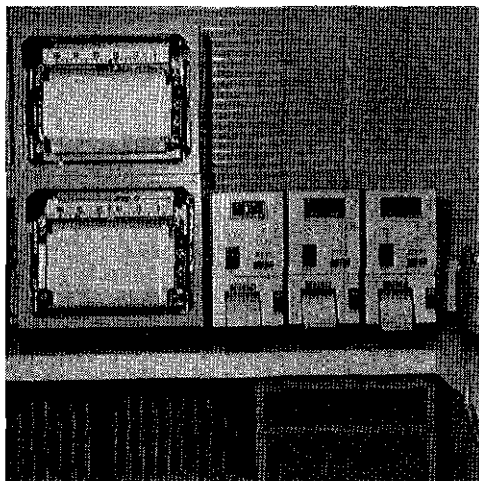
Automatische analyse-apparatuur is kostbaar; maar door de personeelsbesparing, het mindere materiaalverbruik en de snelheid van

1. Detail van het analyse-ge-
deelte van de nitraat-, ammo-
nium- en fosfaatbepaling

2. De registratie van de analyse-
resultaten geschiedt met behulp
van 2 recorders en 3 digitale
printers



de analyse, komen de kosten per analyse in de automatische apparatuur toch lager uit dan bij overeenkomstige manuele analyse. Het automatische procédé heeft ook nadelen. Het systeem is weinig flexibel. Zitten er bijvoorbeeld in een monster voor de analyse storende ionen, dan zou in het analyse-ge-deelte een neerslag kunnen ontstaan waardoor de automatische bepaling onuitvoerbaar wordt, tenzij men het monster een manuele voorbehandeling geeft of in het analyse-ge-deelte zodanige veranderingen aanbrengt dat deze storingen worden teniet gedaan. Maar voor de grote meerderheid der gevallen gelden deze bezwaren niet, en dan heeft men in de automatische-analyse-apparatuur, wanneer de analyse-methodieken zo zijn gekozen dat de resultaten volkomen correleren met die van de manuele analyse, een bijzonder snel en betrouwbaar analytisch instrument.



In Bericht 59 (februari 1972) is gewezen op de wenselijkheid, de gevolgen van de afsluiting van het Brouwershavense Gat voor het milieu nauwlettend te onderzoeken; niet alleen in het belang van het achter de dam gelegen Grevelingenmeer, maar ook als onderdeel van de voorbereiding op de Oosterschelde-afsluiting. In hetzelfde artikel werd ook al een voorlopig verslag gegeven van de eerste ervaringen na de afsluiting van het Grevelingenbekken. Nu de gegevens van één jaar onderzoek ter beschikking staan, lijkt het zinvol de afgelopen periode in zijn geheel nogmaals te overzien.

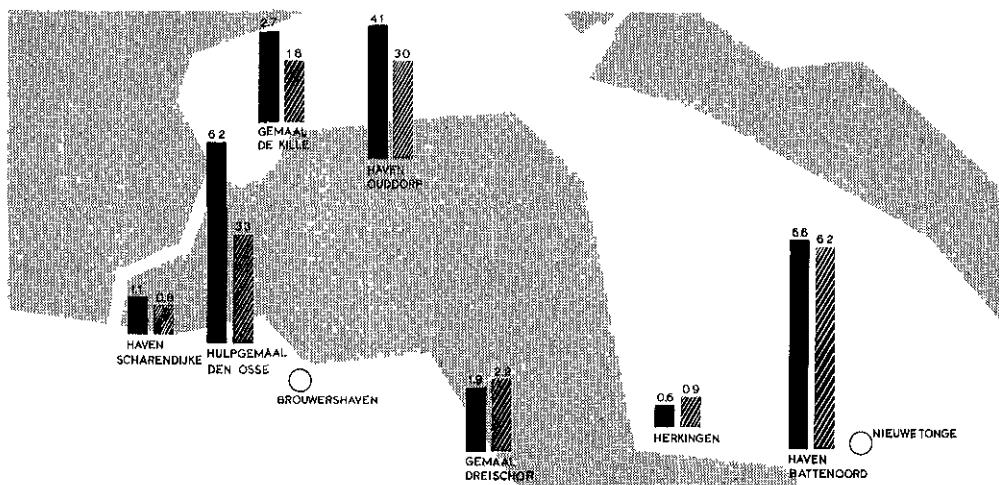
We zullen ons in dit artikel beperken tot de a-biotische factoren van de waterkwaliteit, en slechts zijdelings verwijzen naar de biologische aspecten. Het bacteriologisch onderzoek is pas in een later stadium op gang gekomen, en er zijn nog te weinig resultaten van voorhanden om er mededelingen over te kunnen doen. Wellicht zal het mogelijk zijn, in een van de volgende Berichten de biologische processen in het centrum van de aandacht te plaatsen. Overigens is de feitenverzameling ook ten aanzien van de a-biotische factoren nog onvolledig, en kan de interpretatie ervan nog maar voorlopig en voorzichtig zijn.

De kwaliteit van het open water hangt in hoge mate af van complexe omzettingsprocessen, die op hun beurt weer worden beïnvloed door uitwendige factoren zoals meteorologische omstandigheden en lozingen van polder- of afvalwater. Vooral aan de laatstgenoemde invloed zal hier aandacht worden besteed, terwijl voorts het verloop van de waterkwaliteit als functie van de tijd in ogenschouw zal worden genomen.

In vergelijking met andere zijn vooral vier belastende bronnen aan de rand van het Grevelingenmeer van belang voor de waterkwaliteit; het zijn de lozingen van Battenoord, Ouddorp, het hulpgemeentje Den Osse en Scharendijke. De kwaliteit van het met afvalwater van Herkingen en Nieuwe Tonge vervuilde polderwater dat via de haven van Battenoord wordt geloosd, is bijzonder slecht. Vooral de recreanten hebben daar last van. Nu het Grevelingenmeer een afgesloten water is geworden zal accumulatie van verontreinigende stoffen moeten worden vermeden. Het is zeker gewenst om op korte termijn

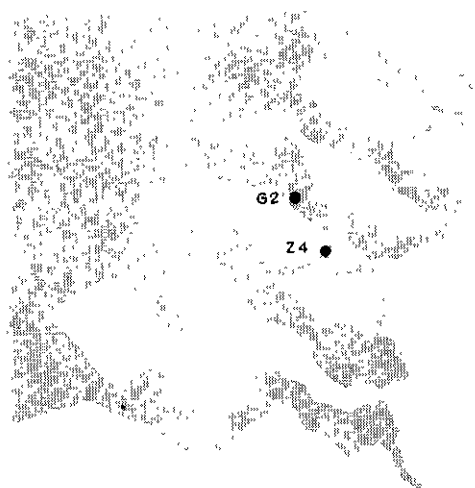
Eén jaar onderzoek van de waterkwaliteit in het Grevelingenmeer

voorzieningen te treffen die verbetering brengen in de bestaande situatie. Overwogen wordt om het afvalwater van Nieuwe Tonge en het daar gelegen recreatiegebied met een persleiding af te voeren naar een centrale zuiveringsinstallatie nabij Middelharnis. Ouddorp, dat thans nog ongezuiverd afvalwater loost op het Grevelingenmeer, zal in de nabije toekomst gaan lozen in de mond van het Haringvliet. Hoewel het afvalwater van Brouwershaven biologisch gezuiverd op het polderwater wordt geloosd, slaat het hulpgemeentje 'Den Osse' relatief grote hoeveelheden fosfaat, ammonium en zwevende stof uit op het Grevelingenmeer. Ook Scharendijke loost zijn afvalwater nog op het Grevelingenmeer. In de nabije toekomst zal deze kern evenwel worden aangesloten op het persleidingstelsel van de gemeente Westerschouwen. De overige lozingspunten, waaronder het poldergemeentje van Dreischor, dragen slechts in geringe mate bij tot de gehele belasting van het Grevelingenmeer met verontreinigende stoffen. De belasting van het gehele meer met opgelost orthofosfaat bedraagt per eenheid van wateroppervlak niet meer dan een honderdste van die van het Brielse Meer, en een tiende van die van het Veerse Meer. In het afgelopen jaar zijn veel grotere hoeveelheden fosfaat op de bodem gefixeerd dan er zijn ingelaten. Het gehalte steeg in het najaar van 1971 echter tot hoge waarden – ongeveer 1,2 mg per liter –, hoofdzakelijk ten gevolge van na de afsluitingsperiode optredende processen, aangezien de lokale belasting met verontreinigende stoffen (zoals fosfaten) in het meer gering is. Toen zich in maart 1972 een bloei van tot het genus *Chaetoceros* behorende diatomeensoorten ontwikkelde, nam het



anorganisch orthofosfaatgehalte snel af, tot lage waarden als 0,15 mg per liter. Ook tijdens de daaropvolgende groei van de diatomee *Skeletonema costatum* in april en begin mei, bleef het gehalte aan orthofosfaat tamelijk laag, ongeveer 0,4 mg per liter. Als oorzaak van het lage fosfaatgehalte kan men de lage mineralisatiesnelheid van de afgestorven diatomeeën aanwijzen. Deze organismen worden namelijk omgeven door een kiezelzuur skelet, dat maar zeer langzaam mineraliseert, zodat het orthofosfaat slechts zeer geleidelijk vanuit de bodem in het water wordt gebracht.

In tegenstelling tot wat er gebeurde met het orthofosfaat, nam de hoeveelheid ammonium, een andere belangrijke voedingsstof, direct na de afsluiting af, vermoedelijk doordat de mineralisatie zich in eerste instantie onder aërobe omstandigheden afspeelde, zodat veel nitraat werd gevormd, en er in de diepere waterlagen zuurstofloosheid optrad; het nitraat werd vervolgens gereduceerd tot gasvormige stikstof, die naar de atmosfeer ontweek. In juli 1971 werden de mineralisatieproducten tengevolge van zoöplanktonbloei bovendien voor een belangrijk deel omgezet in organisch celmateriaal, hetgeen tot uiting kwam in een snelle toeneming van het totaal aan organische stikstof tot ongeveer 3 mg per liter. Na het afsterven van dit zoöplankton kwam een massaal mineralisatieproces op gang, wat resulteerde in plaatselijk zeer lage zuurstofgehaltes en zelfs zuurstofloosheid, met name in perioden van windstil weer. Vermoedelijk tengevolge daarvan kwam de mineralisatie in de periode augustus-september niet tot uiting in hoge gehalten aan ammonium, nitraat en nitriet, maar ontweek



een deel van de stikstof naar de atmosfeer. In oktober, toen de zuurstofhuishouding zich begon te herstellen, nam ook het gehalte aan ammonium toe, zelfs in sterke mate. In mindere mate begon toen ook het gehalte aan nitriet op te lopen. Deze stijging hangt waarschijnlijk samen met de zeer lage watertemperatuur, waarbij het nitrificatieproces langzaam verliep, en waarbij vrijwel geen ammonium werd gebruikt voor de opbouw van celmateriaal. In februari namen de gehalten aan ammonium, nitraat en nitriet weer af, en tijdens de voorjaarsbloei in maart was er nog maar heel weinig ammonium over, namelijk ongeveer 0,03 mg per liter; nitraat en nitriet ontbraken geheel. Na de periode van voorjaarsbloei stegen de gehalten aan ammonium, nitraat en nitriet – evenals dat aan orthofosfaat – slechts geleidelijk.

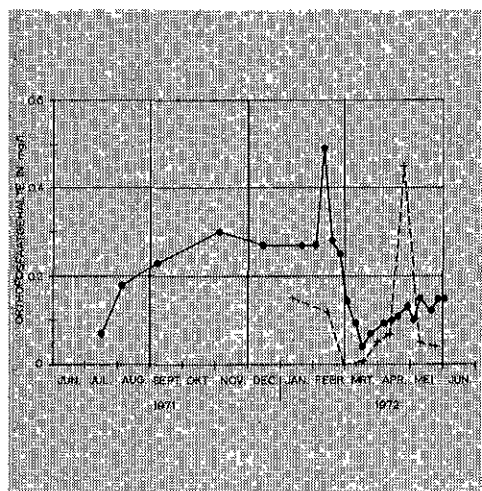
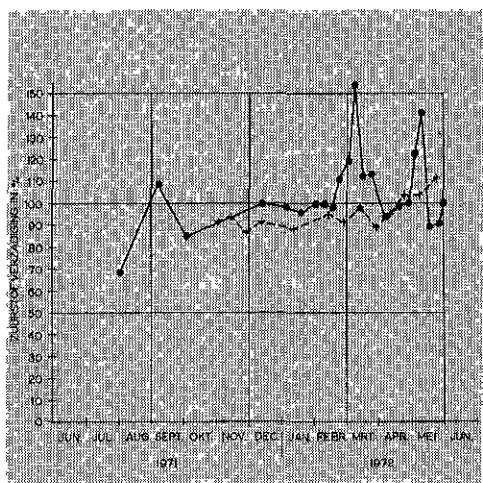
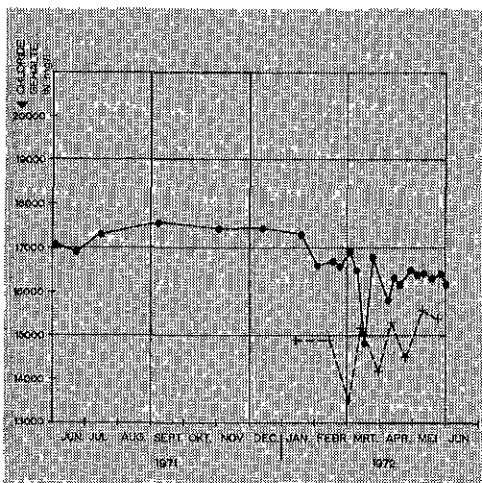
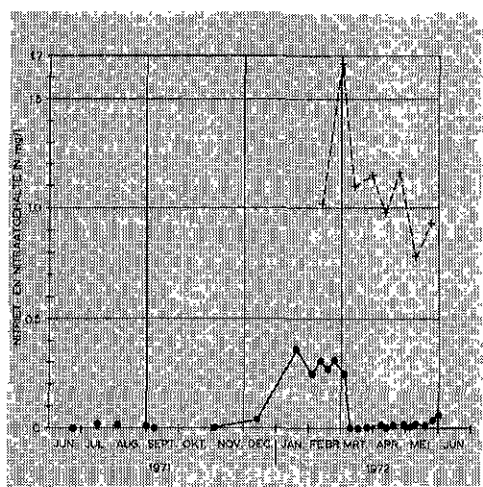
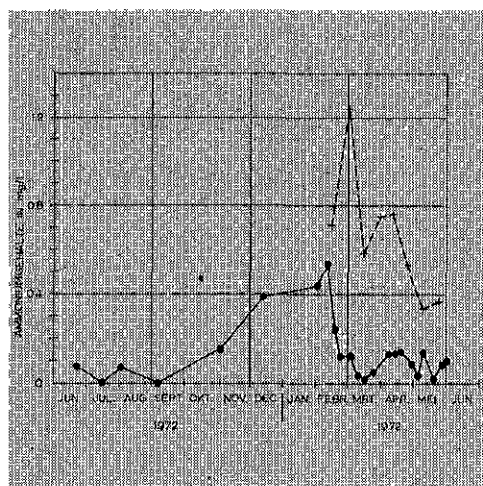
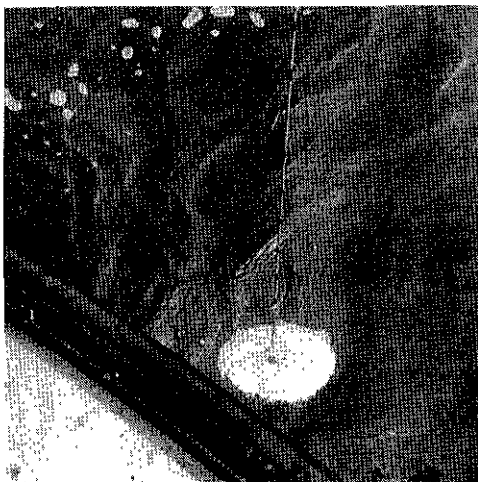


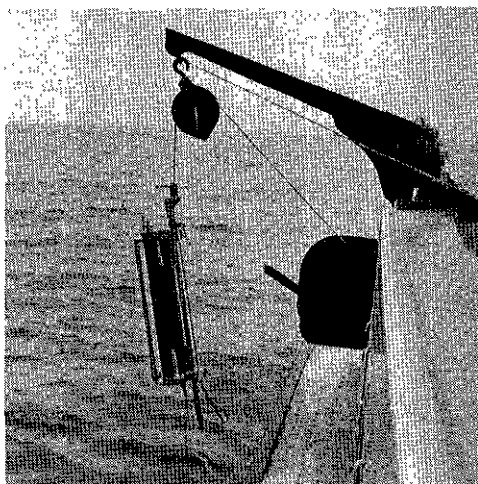
Fig. 1. Belasting met orthofosfaat (zwart) en ammonium (gearcceerd) op het Grevelingenmeer ten gevolge van de uitslag van polderwater en huishoudelijk afvalwater; augustus 1971- maart 1972 (hoeveelheden in tonnen)

Fig. 2. Verloop van een aantal voor de waterkwaliteit relevante gehalten, gemeten in de bemonsteringspunten G 2 (getrokken lijn) en Z 4 (gebroken lijn)

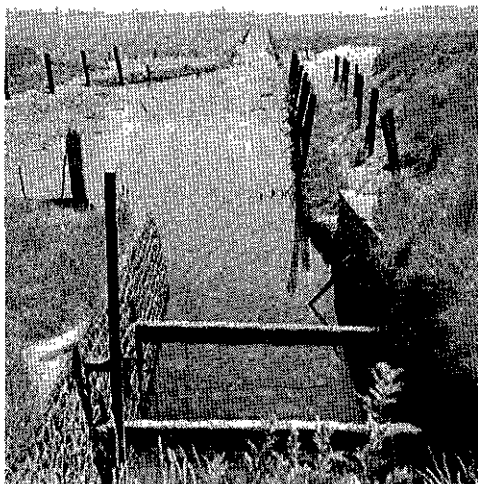




De Secchi schijf voor het meten van de doorzichtigdiepte verdwijnt juist onder water



Een monsterneemapparaat wordt vanaf het meetvaartuig te water gelaten



Uitwateringsgeultje bij het gemeen De Kille

Tengevolge van het wegvallen van de tijstroom kwam er behalve veel zwaarbeschaalde diatomeeën ook zand en slib tot sedimentatie. Onmiddellijk na de afsluiting daalde het gehalte aan zwevende stof van 30 mg tot 10 mg per liter; sedertdien varieert het van 0 tot 15 mg per liter. Het water werd dan ook veel helderder. Het doorzicht, gemeten met behulp van de Secchischijf, nam in februari toe van 2 tot 7 m. Vanzelfsprekend worden ook het gehalte aan zwevende stof en het doorzicht in hoge mate beïnvloed door de opbloei van plantaardige organismen. Tijdens perioden van opbloei bereikt de gloeirest, het anorganisch deel van de zwevende stof, de lage waarden van 10 of 20%. Er is dan dus veel organisch materiaal in het water gesuspenseerd. In perioden zonder opbloei heeft de gloeirest aanzienlijk hogere waarden. Uit de

verzamelde gegevens blijkt dat op het Grevelingenmeer wat dit betreft na een jaar nog geen evenwichtstoestand is bereikt. Een milieu met een zekere diversiteit en stabiliteit heeft naast een geringe voedselrijkdom ook een niet te sterk fluctuerend chloridegehalte nodig. Op het Grevelingenmeer is het chloridegehalte het afgelopen jaar tamelijk stabiel geweest; over het geheel vertoont het echter wel de neiging, te dalen. Getracht moet worden te voorkomen dat het gehalte zou dalen beneden 14 000 mg per liter, omdat het aquatisch milieu in het Grevelingenmeer als belangrijk onderzoeksobject geruime tijd in de huidige toestand dient te worden gehouden; alleen dan kunnen de resultaten van het onderzoek voldoende betrouwbaar worden geacht om mede betrokken te worden bij de studies naar de meest gewenste wijze van inrichting en beheer van het Zeeuwse Meer.

Een enigszins duurzame stratificatie in het water als gevolg van dichtheidsverschillen, door thermische of chemische oorzaken ontstaan, is in het afgelopen jaar in de geulen van het Grevelingenmeer niet voorgekomen. Wel trad meteen na de afsluiting een zuurstofgradiënt op, en er zijn ook wel thermische gradiënten geconstateerd. Een spronglaag was echter niet duidelijk vast te stellen, ten gevolge van de aan wind blootgestelde ligging van de geulen. Sedert augustus 1971 is nabij de bodem dan ook geen lagere zuurstofverzadiging meer waargenomen dan 75%. Een uitzondering vormde een plaats nabij het sluitgat bij Scharendijke, waar na een opbloei van diatomeeën één maal op 50 m diepte een verzadigingsgraad van slechts 40% werd geregistreerd.

Hoewel ten gevolge van de afsluiting van het Brouwershavense Gat veel op de bodem of in de tijzone aan de oevers thuishorende organismen sterk in aantal zijn verminderd of zelfs geheel zijn verdwenen, trad er in het afgelopen jaar duidelijk herstel in. Uit recent onderzoek van het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek is zelfs gebleken dat de soortenrijkdom van het fytoplankton na de afsluiting groter is geworden.

Het aquatisch milieu van het Grevelingenmeer is zich dus in biologisch en milieu-hygiënisch opzicht aan het herstellen van de schok die de afsluiting van het bekken heeft teweeggebracht. Het tamelijk stabiele zoutgehalte en de geringe hoeveelheid bemestende stoffen op het meer hebben daarop een gunstige invloed uitgeoefend.

In de komende jaren zal het door de Rijkswaterstaat en het Delta-Instituut voor Hydro-

biologisch Onderzoek aangevangen onderzoek met kracht voortgezet worden, teneinde de ontwikkelingen op de voet te kunnen volgen en zo nodig te kunnen bijsturen door een optimaal waterbeheer op ecologisch verantwoorde grondslag.

De waterkwaliteit van het Brielse Meer

De reeds geruime tijd bestaande contacten tussen de Rijkswaterstaat, het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek en de Drinkwaterleiding Rotterdam hebben geleid tot het besluit gezamenlijk een studie te verrichten naar de fosfaathuishouding van grote waterbekkens en het daarmee verband houdende eutrofiëringsproces, en methoden te onderzoeken ter verwijdering van fosfaten in het belang van een goede waterkwaliteitsbeheersing. Het Brielse Meer werd uitgekozen als een van de eerste onderzoeksgebieden. Naast onderzoek naar de waterkwaliteit zoals ze in de verschillende delen van het meer is, zou een experiment worden uitgevoerd met de defosfatering van het bij Spijkenisse in te laten rivierwater. Door toevoeging van ijzersulfaten wilde men het fosfaatgehalte van het binnenkomende Rijn- en Maaswater zien te verminderen.

De toekomstige Deltameren en het Brielse Meer zijn, wat de waterkwaliteit betreft, eigenlijk onvergelykbaar. Op het Brielse Meer immers vormen de lokale lozingen een grote belasting voor het water. In het toekomstige Zeeuwse Meer zal die belasting honderd keer zo gering zijn. Niettemin zijn er overeenkomsten tussen de toekomstige Deltameren en het Brielse Meer, die dit laatste gebied tot een alleszins interessant studie-object maken. Zowel het Brielse Meer als de Deltameren worden althans ten dele gevuld met voorbezonden rivierwater. De verblijftijd van het water in de meren zal ook van dezelfde orde van grootte zijn. Ieder jaar treedt in het Brielse Meer een uitbundige groei op van plantaardige en dierlijke organismen, een verschijnsel dat al jaren wordt bestudeerd door het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek.

Deze studies konden nu worden uitgebreid tot een breed onderzoek naar de waterkwaliteit, zodat een goede basis van vergelijking zou bestaan ten opzichte van de resultaten van een defosfateringsproef. Voor een dergelijke proef ligt de inlaatsluis bij Spijkenisse, goed bereikbaar aan het begin van het voedingskanaal, zeer gunstig. Door zijn voldoende turbulentie en regelbaar inlaatdebiet is deze sluis er bijzonder toe geschikt nauwkeurig gedoseerde hoeveelheden chemicaliën snel in het water te verspreiden. Daarbij komt dat de punten waar afval- en polderwater op het Brielse Meer wordt geloosd of waar wateronttrekking plaatsvindt, en die dus een storende invloed op het verloop van de defosfateringsproef zouden kunnen hebben, hoofdzakelijk geconcentreerd zijn in het westelijk deel van het meer, op betrekkelijk grote afstand van de proefinstallatie. Slaagde de defosfateringsproef, dan kon onmiddellijk kwaliteitsverbetering optreden van het water in het Brielse Meer, zulks ten gerieve van de recreatie. Het programma van onderzoek naar de feitelijke waterkwaliteit van het Brielse Meer omvat ook onderzoek naar lokale belastingsbronnen, dat wil zeggen kwantificering van de belasting door polder- en afvalwater; het vindt plaats bij de gemalen Noordsluis, Zwartewaal en De Klomp, en bij het bezinktank die het huishoudelijk afvalwater van Brielle opvangt. Deze belastingsbronnen hebben grote invloed op de waterkwaliteit van het meer door de lozing die er plaats vindt van grotendeels ongezuiverd huishoudelijk afvalwater uit de woonkernen van Brielle, Zwartewaal en Vierpolders, en van vervuild polderwater uit de polders Noordsluis, Nieuwe Gote en Holle Mare.

De waterkwaliteit in het meer zelf, dat wekelijks in zeven stations bemonsterd wordt, zullen wij in dit artikel, dat vooral de a-biotische aspecten beziet, behandelen aan de hand van de parameters opgeloste zouten, zuurstof, zuurgraad, temperatuur, totaal-fosfaat, opgelost anorganisch fosfaat, totaal-ijzer, doorzicht, zwevende stof, gloeirest en chlorofyl. De presentatie en de interpretatie van de verzamelde gegevens is gericht op drie aspecten van de waterkwaliteit: het verloop ervan als functie van de tijd en als functie van de plaats, en het beeld van de totaal-fosfaat-balans. Omdat het er hier vooral om gaat, de uitgangssituatie te schetsen waarmee het resultaat van de defosfateringsproef kan worden vergeleken, wordt een verslag gegeven van de bevindingen in de periode juli-december 1971. De verschillende aspecten

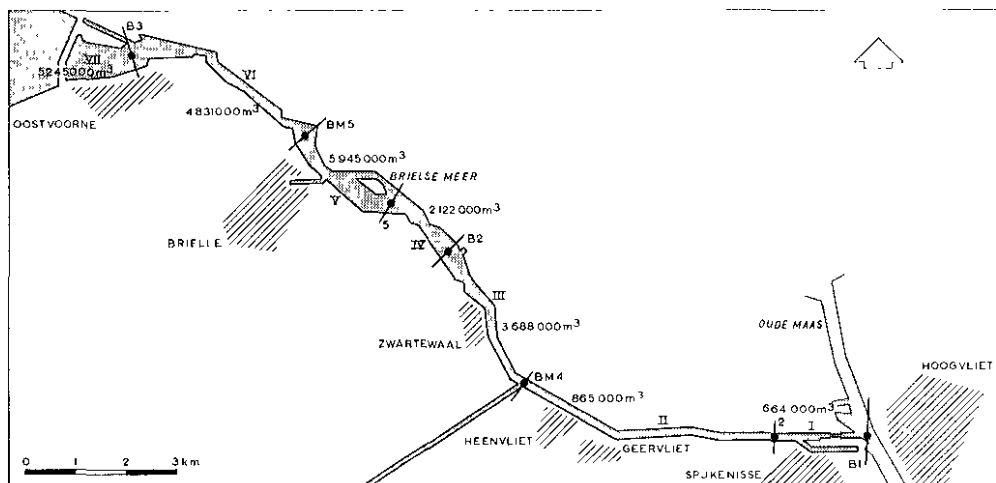
van de waterkwaliteit zijn toen in een weliswaar kortdurend maar intensief waarnemingsprogramma nagegaan.

Zowel in dat deel van het Brielse Meer dat een stromend milieu vertoont als in het semi-stagnante gedeelte vertonen de verkregen onderzoeksresultaten een zeer grillig verloop. Dit op zichzelf al wijst op verstoring van het milieu. In het verloop van de kwaliteit van het ingelaten water, opgenomen in bemonsteringspunt B 1, bij Spijkenisse, is een duidelijke seizoeninvloed waarneembaar. Bij afnemende watertemperatuur, met name in oktober, stijgt het zuurstofverzadigingspercentage hier tot 75%, vermoedelijk als gevolg van de lage mineralisatiesnelheid. Het totaal- en het orthofosfaatgehalte nemen onder diezelfde omstandigheden toe, een verschijnsel dat ook dikwijls in de Rijn en de Maas wordt opgemerkt. Het gehalte aan ijzer en dat aan zwevende stof ondergaan evenmin als de gloeirest een duidelijke seizoeninvloed; het gehalte aan chlorofyl en de zuurgraad zijn 's zomers hoger, tengevolge van de vermeerdering van het fytoplankton.

In het Brielse Meer zelf vertonen alleen de zuurgraad en de elektrische geleidbaarheid een vrij regelmatig verloop. Het orthofosfaatgehalte en het totaal-fosfaatgehalte bereiken 's zomers de laagste waarden, enerzijds doordat veel orthofosfaat wordt opgenomen in organisch celmateriaal, anderzijds doordat het inlaatwater 's zomers vaak minder fosfaten bevat dan in de herfst en in de winter. Bovendien wordt 's zomers aanzienlijk minder water, dus ook minder fosfaat, op het meer uitgeslagen.

Het zuurstofverzadigingspercentage ligt 's zomers ongeveer even hoog als 's winters;

Fig. 1. Bemonsteringspunten en vakindeling van het Brielse Meer met bijbehorende waterinhoud



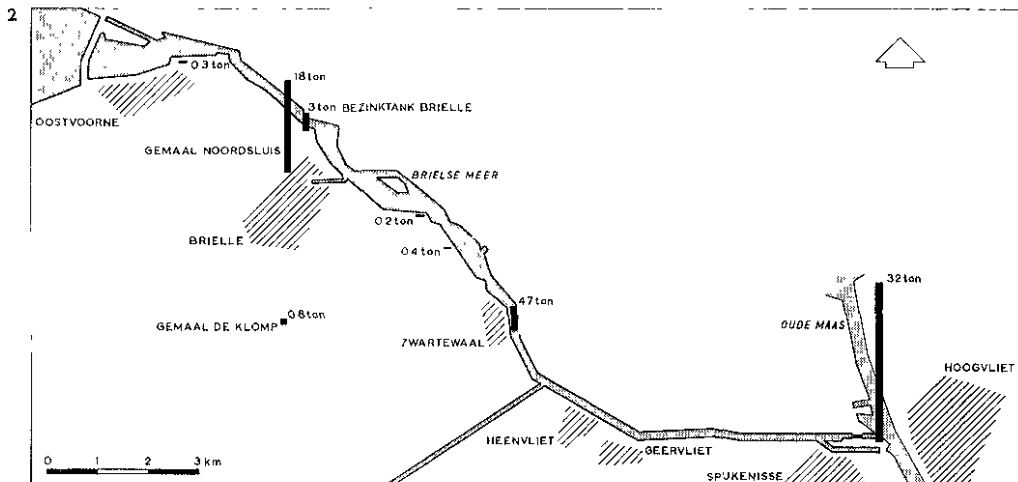


Fig. 2. Totale fosfaatbelasting op het Brielse Meer in de periode juli-december 1971

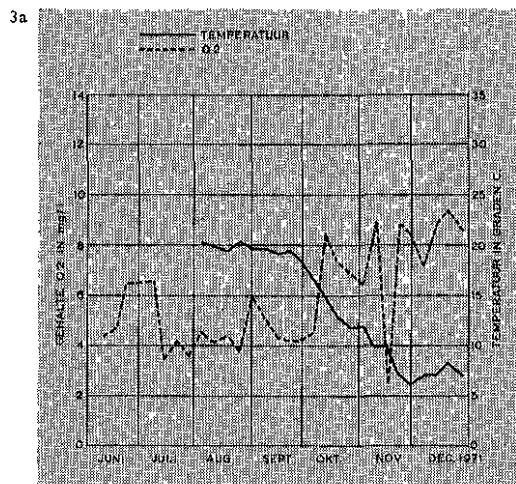


Fig. 3a. Verloop van temperatuur (getrokken lijn) en zuurstofgehalte in bemonsteringspunt B 1; periode juli-december 1971

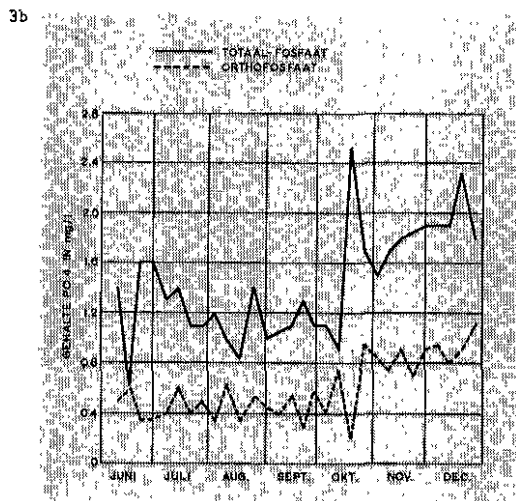
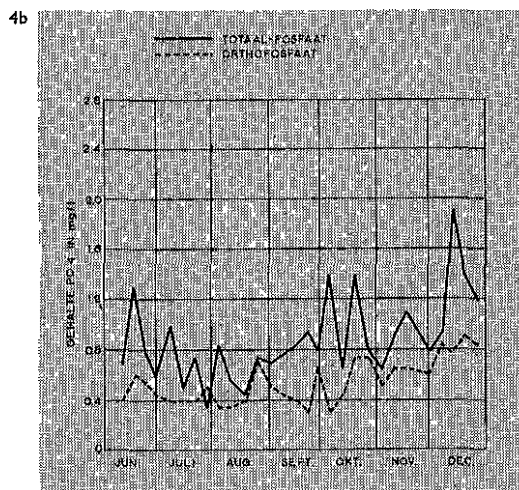
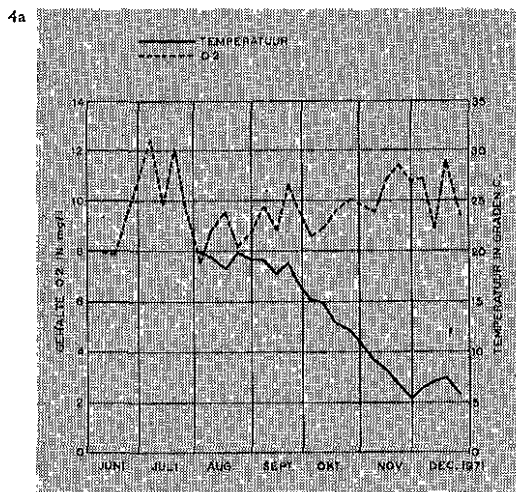


Fig 3b. Verloop van de gehalten aan orthofosfaat (gebroken lijn) en totaalfosfaat in bemonsteringspunt B 1; periode juli-december 1971

Fig. 4a. Verloop van temperatuur (gebroken lijn) en zuurstofgehalte in bemonsteringspunt B 2; periode juli-december 1971

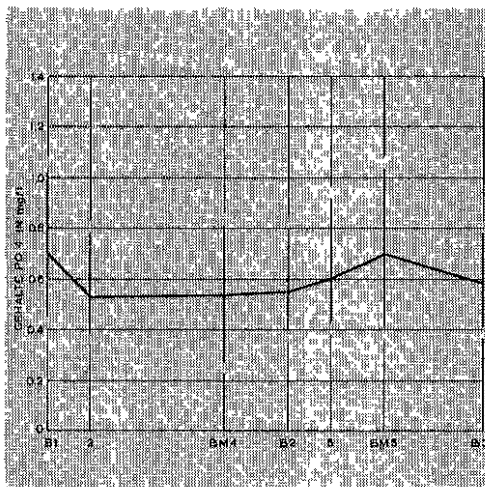
Fig. 4b. Verloop van de gehalten aan orthofosfaat (gebroken lijn) en totaal-fosfaat in bemonsteringspunt B 2; periode juli-december 1971



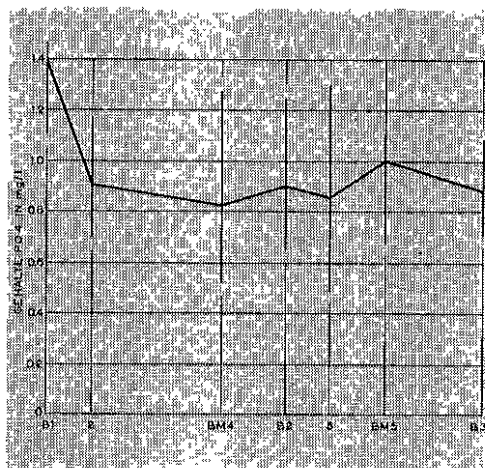
dat is enerzijds een gevolg van de zuurstofproductie door het fytoplankton en anderzijds van zuurstofconsumptie bij de snelle mineralisatie van het afgestorven plankton. Het totaal-ijzergehalte vertoont geen seizoeninvloed, en varieert van praktisch 0 tot 0,8 mg per liter. Ook het zwevende-stofgehalte vertoont geen duidelijke seizoeninvloed. 's Zomers zal veel zwevende stof ontstaan uit organisch materiaal, van dode algen bijvoorbeeld, terwijl 's winters veel zwevende stof wordt aangevoerd uit de polders, die dan weer flink gaan uitslaan. Wel heeft dit tot gevolg, dat de gloeirest, het anorganisch deel van de zwevende stof, in het algemeen 's zomers lager is dan 's winters. Ook het chlorofylgehalte is om begrijpelijke redenen 's zomers hoger, met name in het westelijk deel van het meer, dat het meest algenrijk is. Varieert het chlorofylgehalte in het oostelijk gedeelte tussen 45 microgram per liter in juli en 1 microgram per liter in december, in het westelijk gedeelte loopt dit gehalte van 2 microgram per liter in december tot 145 microgram per liter in augustus. De zuurgraad verloopt zoals gezegd regelmatig; toch is hij 's zomers het hoogst, met name waar opbloei van blauwalgen plaatsvindt.

Het bij Spijkenisse ingelaten water bestaat uit een mengsel dat afkomstig is uit het Spui en de Oude Maas, en dat gedeeltelijk rechtstreeks van de Rijn en de Maas komt, en gedeeltelijk is voorbezonden op het Haringvliet. In het laatste halfjaar van 1971 is gemiddeld 1,5 m³ water per seconde in het Brielse Meer ingelaten. Als er voldoende verval is wordt er ingelaten met behulp van schuiven, anders gebruikt men daarvoor pompen. In beide gevallen gaat de inlaat gepaard met stroomversnellingen en turbulentie. De daardoor tweegebrachte menging van water en lucht blijkt tezamen met het daaropvolgende sedimentatieproces en de daarmee gepaard gaande verblijftijd een aanzienlijke fysisch-chemische en biochemische zelfreiniging te veroorzaken. Het effect is enigszins te vergelijken met dat van een aëratiebassin en een nabezinking. Het gevolg is, dat het zuurstofgehalte toeneemt met ongeveer 2 mg per liter, en dat, vermoedelijk tengevolge van fysische en chemische processen als coagulatie, adsorptie en flocculatie, en het mechanische proces van sedimentatie, een scherpe daling opreedt van het totaal-fosfaatgehalte – met 30 tot 40% –, van het orthofosfaatgehalte – met 25% –, en van het gehalte aan zwevende stof en aan ijzer – elk met 50%. De helderheid van het water blijkt na afloop met 50% te zijn toegenomen. Het

5a



5b



6a

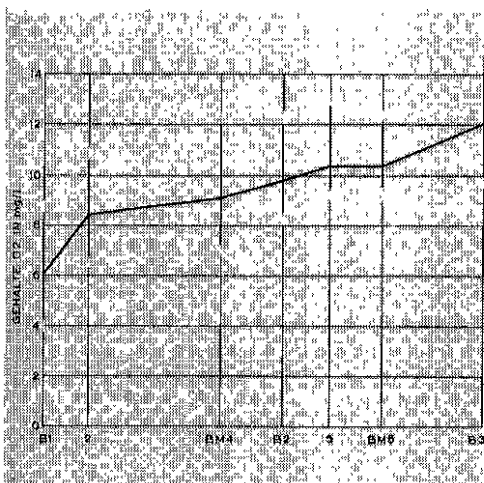
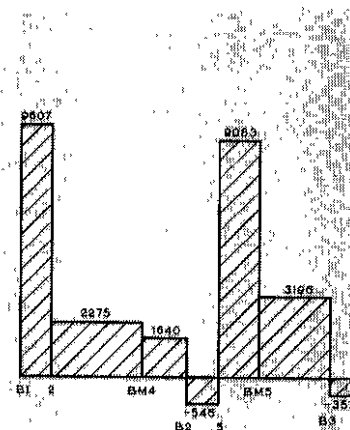
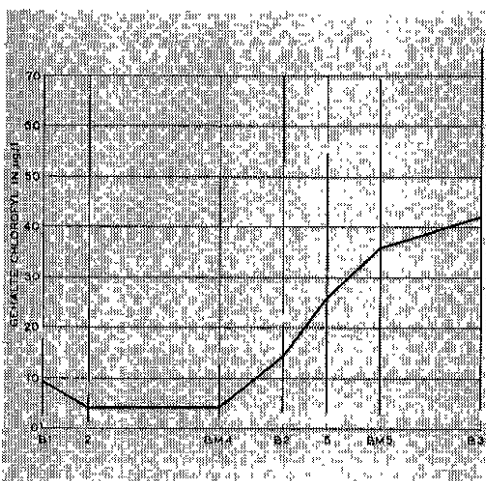


Fig. 5. Gemiddeld gehalte aan orthofosfaat (links) en totaal-fosfaat in traject B 1-B 3; juli-december 1971

Fig. 6. Gemiddeld zuurstofgehalte (boven) en chlorofylgehalte in traject B 1-B 3; juli-december 1971

Fig. 7. Gemiddelde hoeveelheid positief of negatief geaccumuleerd fosfaat, uitgedrukt in kg PO_4 , in traject B 1-B 3; juli-december

6b



7

lijkt van belang, het mechanisme dat de bovenbeschreven resultaten afwerpt, exact te leren kennen. Wat is de invloed erop van calcium, magnesium en ijzer? Welke betekenis heeft het van de ondiepe kanaalbodem opdwinkelende sediment voor het reinigingsproces? De resultaten van de zelfreiniging worden verder naar het westen van het meer ernstig verstoord door lozingen van vervuild polderwater en van afvalwater. Met name bij Zwartewaal worden de gehalten aan fosfaat en aan chlorofyl merkbaar verhoogd. *Het is niet geheel duidelijk in hoeverre deze stijging beïnvloed wordt door stromingen ten gevolge van de wind.* Westelijk van Zwartewaal, waar bemonsteringsstation B 2 is gelegen, neemt de helderheid van het water weer toe. De stroom wordt verderop verlamd, en een gedeelte van de zwevende stof bezinkt. *De resultaten van de zelfreiniging worden nabij Brielle voor de tweede maal ernstig verstoord.* Ook hier ligt de oorzaak in belastingen met polder- en afvalwater.

In meetpunt BM 5 gaan de gehalten aan totaal-fosfaat, orthofosfaat, chlorofyl, ijzer, zwevende stof en met name het organische aandeel daarin, omhoog. Het zuurstofgehalte neemt hier af, evenals de helderheid. Meetpunt B 3 geeft gemiddeld over de waarnemingsperiode het hoogste zuurstofgehalte te zien. Vermoed moet echter worden dat de hoge gehalten voor een belangrijk deel te danken zijn aan de zuurstofproductie van algen, die alleen overdag plaats vindt; zou men 's nachts meten, wanneer de algen zuurstof consumeren, dan kwamen er lagere waarden te voorschijn.

De uitbundige eutrofiëring in het westelijk deel van het Brielse Meer kan men aflezen uit de lijn die het gemiddeld chlorofyl-gehalte als functie van de plaats weergeeft (fig. 6b). De zuurgraad neemt van oost naar west over het gehele meer slechts zeer geleidelijk toe, van 7,7 tot 8,5. De relatief hoge waarden in de punten 5, BM 5 en B 3 worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de lokale activiteit van plantaardige organismen.

Gedurende de waarnemingsperiode – juli-december 1971 – is ook getracht met behulp van geautomatiseerde apparatuur mogelijke stratificatieverschijnselen in het Brielse Meer op te sporen. Met name in station B 3, waar het water 15 m diep is, is zulks onderzoek verricht. Er werd evenwel geen spronglaag waargenomen. Wel ontwikkelde zich in de maanden augustus en september een duidelijke zuurstofgradiënt. Tot zuurstofloosheid in de diepere lagen is het niet gekomen. Een goed inzicht in de relatieve bijdrage tot

de verontreiniging van het meer van de verschillende belastende bronnen kan verkregen worden door het opstellen van een verontreinigende-stoffen-balans. Zo blijkt uit een balans van de bruto totaal-fosfaat-belasting over de tweede helft van 1971 dat bij Spijkenisse 32 ton fosfaten werd ingelaten, en dat bij Zwartewaal 4,7 en bij Brielle 21,8 ton aan fosfaten op het meer werd uitgeslagen. De fosfaatbelasting door een paar kleine polders is daarnaast te verwaarlozen. *We hebben al gezien dat bij een zelfreinigingsproces zoals optreedt vlak na de inlaat bij Spijkenisse, een deel van de fosfaten naar de bodem verdwijnt.* Van deze hoeveelheid, die wordt bepaald door het netto transport door adsorptie en desorptie nabij de bodem, zeggen we dan dat ze is geaccumuleerd. Op het traject B 1-BM 4 vonden geen lozingen plaats van polder- of afvalwater. Uit de geregistreerde vermindering van het fosfaatgehalte kon worden berekend dat op dat traject ongeveer 12 ton fosfaat wordt geaccumuleerd; 40% van de ingelaten fosfaten wordt dus weer aan het water onttrokken. Daarnaast verdwijnt nog 1 ton fosfaat als gevolg van de onttrekking voor de industriële watervoorziening, en 2,3 ton door negatieve kwel. In het vak BM 4-B 2 wordt 1,6 ton aan fosfaten geaccumuleerd, wordt door negatieve kwel 1 ton afgevoerd, en als gevolg van de agrarische watervoorziening 3,3 ton onttrokken. In dit gedeelte wordt echter nabij Zwartewaal 4,7 ton fosfaten geloosd. Tot aan bemonsteringsstation B 2 treft men een zeer laag gehalte aan chlorofyl aan. Bij punt B 2 begint het echter al behoorlijk te stijgen, zodat dit punt als oostelijke grens kan worden gezien van het gebied waar 's zomers blauwalgen voorkomen. Wanneer men accumulatie, negatieve kwel en onttrekkingen aftrekt, blijkt de netto fosfaatbelasting afkomstig van het inlaatwater niet 32 ton, maar 12 ton te bedragen, nog maar 40% van de bruto belasting. Zo bezien is niet het inlaatwater, maar de lozing van Brielle – 21 ton – de fosfaatbron die de meeste moeilijkheden veroorzaakt. Over het gehele meer is de bruto fosfaatbelasting ongeveer 59 ton, en bedraagt de accumulatie 26 ton, ofwel 44%. De totale bruto belasting aan fosfaten bedraagt over het laatste – droge – half jaar van 1971 gemiddeld 4,2 g per m³. Ter vergelijking diene dat de accumulatie op het IJsselmeer 90% bedraagt, en de bruto fosfaatbelasting per jaar 5,5 à 8 g per m³ bedraagt. Op sommige trajecten van het Brielse Meer treedt 'negatieve accumulatie' op. De vermoedelijk oorzaak ligt in de harde tot storm-

achtige wind van de maanden september en oktober 1971, na de maximale opbloei van blauwalgen.

De hoge gehalten aan orthofosfaat en totaal-fosfaat zouden dan moeten worden verklaard uit het opwarrelen van bodemslib waarin veel fosfaat zat, eventueel ook door een concentratiegradiënt tussen bodem en water, onder meer ten gevolge van de omvangrijke algenbloom.

Na aldus een uitvoerige inventarisatie te hebben gegeven van de waterkwaliteit op het Brielse Meer in de periode juli-december 1971, en met name van de fosfaatgehalten, kunnen we nu overgaan tot beschrijving van de defosfateringsproef, in 1972 uitgevoerd op het bij Spijkenisse ingelaten water. Eind januari van dit jaar is de defosfateringsinstallatie aan de inlaatsluis van het Brielse Meer bij Spijkenisse gereed gekomen. Ze bestaat uit twee roestvrij-stalen opslagtanks met elk een inhoud van 25 000 liter, en een doseringsinstallatie met vijf doseringsplaatsen, verdeeld over de gehele breedte van de sluis. De doseringen kunnen met regelkranen worden aangepast aan de in te laten hoeveelheid water. De toe te voegen chemicaliën worden geleverd door het Rotterdamse Drinkwaterleidingbedrijf, dat dezelfde materialen als coagulans gebruikt bij de bereiding van drinkwater. De primaire doelstelling van de proef, chemische verwijdering van fosfaten uit rivierwater, kan op verschillende manieren worden bereikt, namelijk door de vorming en neerslag van onoplosbare zouten, en door de adsorptie van fosfaten aan colloïdale hydroxyde vlokken die door de toegevoegde chemicaliën in het water worden gevormd. Een andere verwijderingsmogelijkheid is de vorming van een ijzer-hydroxyde complex waarbij verwisseling van hydroxyde-ionen door fosfaat-ionen plaatsvindt. De mate van complexvorming is sterk afhankelijk van de zuurgraad van het water. Dit eerste deel, de coagulatie-fase, wordt gevolgd door een proces van flocculatie. De aanvankelijk gevormde vlokken groeien bij voldoende verblijftijd onder invloed van de waterbeweging door botsing en aanhechtingen aan tot sedimenteerbare grootte. Optimale flocculatie wordt verkregen door langzaam afnemende turbulentie; de gevormde vlokken vallen dan ook niet meer uiteen.

Hoe is de defosfateringsproef in het Brielse Meer nu verlopen? In februari werd nog met de installatie geëxperimenteerd; in maart werd een begin gemaakt met de eigenlijke proef-

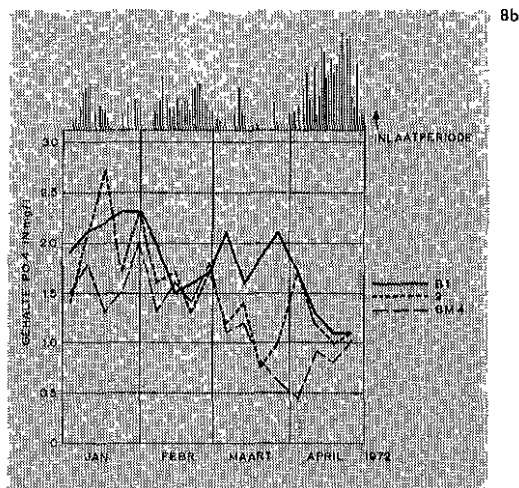
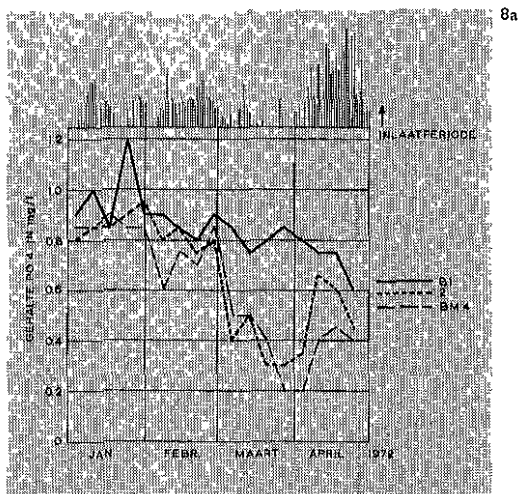


Fig. 8. Verloop in de bemonsteringspunten B 1, 2 en BM 4 van het gehalte aan orthofosfaat (a) en totaal-fosfaat (b) als functie van de tijd

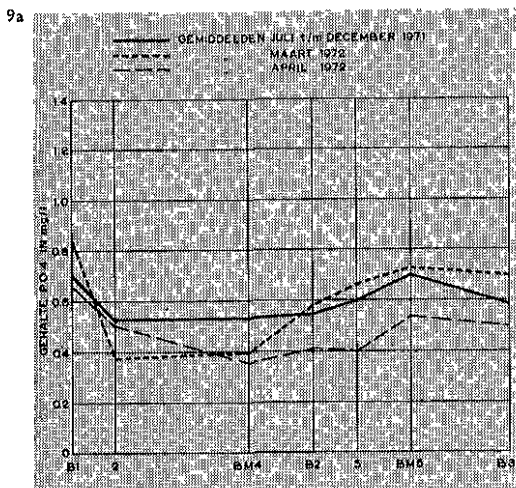
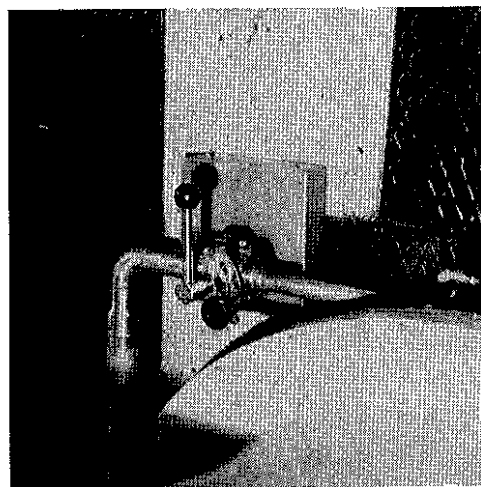
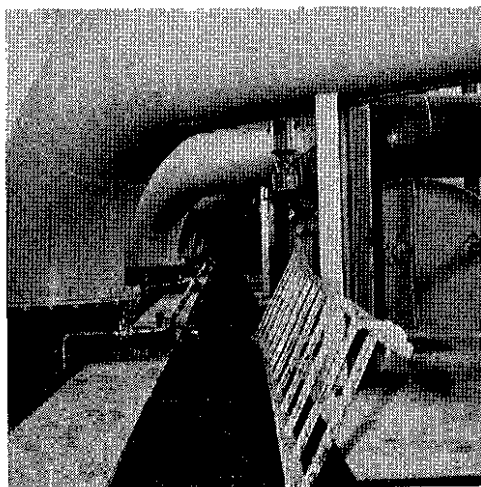
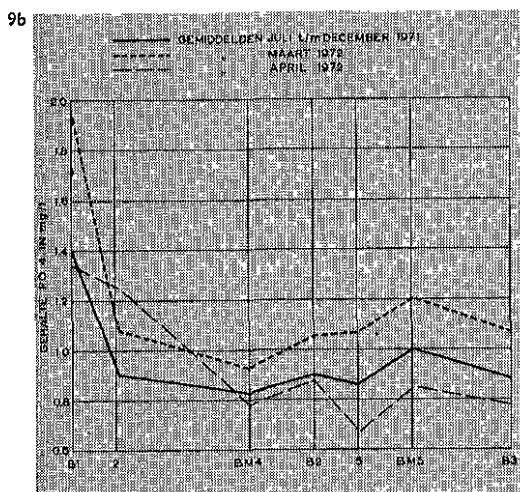


Fig. 9. Verloop in het traject B 1-B 3 van de gehalten aan ortho-fosfaat (a) en totaal-fosfaat (b) in verschillende perioden



In het gemaal te Spijkenisse wordt het ijzersulfaat nabij de uitmonding van de vijf persbuizen gedoseerd met behulp van een roestvrij stalen leiding met doseerkranen

Een doseerkraan

neming. Gedurende de maanden maart en april werd gemiddeld 1,5 mg ijzer per liter inlaatwater toegevoegd. De hoeveelheid ingelaten water bedroeg in maart ongeveer 3,6 miljoen m³ rivierwater. In deze periode werd geconstateerd dat 50 resp. 50-70% van het totaal-fosfaat en het orthofosfaat uit het bewerkte water was verwijderd. Hierdoor werd onder meer bereikt dat het orthofosfaat-gehalte afnam tot de waarden die men meet op de open Oosterschelde, n.l. 0,07 mg per liter.

Het veruit grootste gedeelte van het defosfateringsproces bleek zich af te spelen in de eerste anderhalve kilometer na de inlaatsluis. Monsters die werden getrokken onmiddellijk na de inlaat, toonden nog maar weinig fosfaatverwijdering. Kennelijk was de verblijftijd van het water nog te kort geweest om flocculatie en sedimentatie zich te laten voltrekken. De invloed van de verblijftijd op het resultaat bleek nog sterker in de maand april, toen 19,5 miljoen m³ rivierwater werd ingelaten en de gemiddelde verblijftijd korter was. De verwijderingspercentages namen toen af tot 10-60% voor het totaal-fosfaat en 40-50% voor het orthofosfaat. De coagulatie had wel plaatsgevonden, maar de flocculatie en sedimentatie nog niet in voldoende mate. Onder deze omstandigheden strekte de defosfatering zich ook uit over het gehele oostelijke deel van het Brielse Meer; lokale lozingen van vervuild polderwater en van afvalwater hebben het beeld van de defosfatering toen enigszins verstoord. Met enig voorbehoud kan evenwel worden gesteld dat na 1 uur verblijftijd omstreeks 30-40% van orthofosfaat wordt verwijderd, en na 24 uur 60 tot 70%. Naast de geconstateerde verbetering met betrekking tot de fosfaathuishouding treedt ook een verbetering op in de helderheid van het water.

De eerste ervaringen met de defosfatering van rivierwater lijken gunstig. Behalve meer ervaring met de proeven op praktijkschaal zullen ook de resultaten van begeleidend onderzoek op model- en laboratoriumschaal nodig zijn alvorens meer definitieve conclusies kunnen worden getrokken.

Stabiliteitsverlies van taluds is een van de belangrijkste grondmechanische problemen waarmee men bij de uitvoering van de Delta-werken wordt geconfronteerd. Er wordt hard gewerkt om het theoretisch inzicht in stabiliteitsvraagstukken te vergroten. Onder meer met het doel een nieuwe berekeningsmethode te toetsen, is in november 1971 een talud onder geprogrammeerde omstandigheden kunstmatig tot afschuiving gebracht.

Een geforceerde afschuiving in de Auvergne-polder

Bij de aanleg van de afsluitdammen in het Deltagebied dient er met bijzondere zorg voor te worden gewaakt dat geen evenwichtsverstoringen in de bodem optreden die de standzekerheid van juist aangebrachte constructies of van in de nabijheid gelegen dijken of damgedeelten in gevaar zouden kunnen brengen. In de regel gaat het hier om het tegengaan van stabiliteitsverlies in zandmassa's, omdat niet alleen de bodem van de damtracé's in hoofdzaak uit zand bestaat, maar ook de damlichamen zelf voor een belangrijk deel uit zand worden opgespoten. Met de mogelijkheid van stabiliteitsverlies in grond wordt in het algemeen rekening gehouden indien de grond een combinatie vertoont van slechte wrijvings eigenschappen en hoge wateroverspanningen. In zand ontwikkelen zich onder normale omstandigheden weinig wateroverspanningen. Met de mogelijkheid van stabiliteitsverlies in zandtaluds wordt rekening gehouden zodra taluds in zand plaatselijk over enige hoogte steiler worden dan 1 : 2. Waar de stabiliteitsgrens precies ligt, wordt in hoofdzaak bepaald door de wrijvings eigenschappen van het korrelskelet van zand.

Als het stabiliteitsverlies zelf sterke wateroverspanningen veroorzaakt – wat vooral kan gebeuren in fijn zand met een losse pakking – dan kan het in vele gevallen uitgroeien tot een soort kettingreactie van afschuivingen, een verschijnsel dat bekend staat als een zettingsvloeiing. De grond kan daarbij over grote afstand verplaatst worden. De resulterende evenwichtshellingen zijn soms, bij zeer fijn zand, niet steiler dan 1 : 15. Daar waar geen losse pakking aanwezig is of waar een beschermende constructie het vloeien van

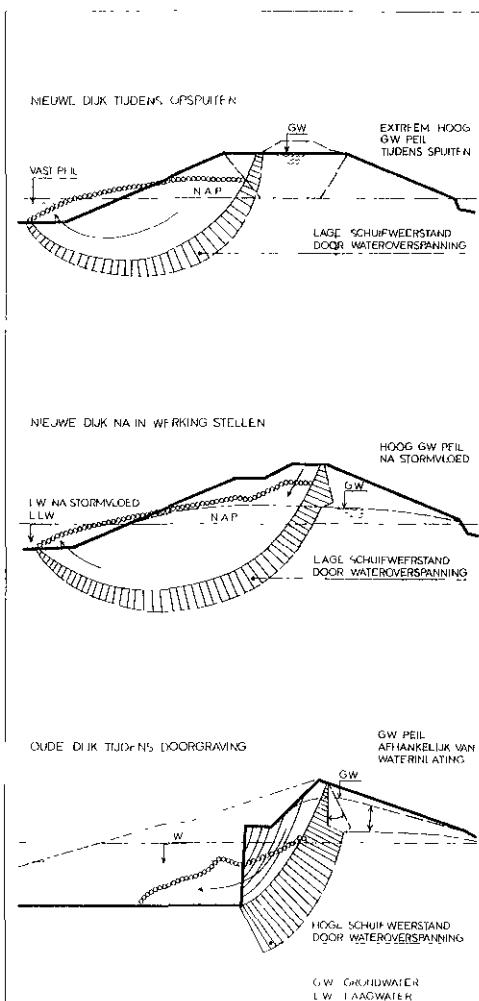
zand tegengaat, kan zo'n zettingsvloeiing eindigen met steil overeind blijvende taluds. Een voorbeeld van zo'n zettingsvloeiing bij de afsluiting van het Brouwershavense Gat is gegeven in Bericht 58 (november 1971). In het oostelijk deel van de estuaria, waar de bodem overwegend uit klei of veen bestaat, zijn de stabiliteitsproblemen van geheel andere aard. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de aanleg van de nieuwe Schelde-Rijnverbinding, waar nieuwe dijken worden aangelegd op een slappe ondergrond van klei en veen, en waar nieuwe kanalen worden gegraven, maar ook bij de verzwaring van dijken langs de Westerschelde, op een soortgelijke slappe ondergrond, en op schorren en slikken waar perskaden worden aangelegd voor slibdepots. Bij de aanleg van nieuwe dijken op zulke ondergrond kunnen stabiliteitsverliezen reeds optreden bij taluds flauwer dan 1 : 2. De grens wordt hier namelijk niet alleen bepaald door de wrijvings eigenschappen van het korrelskelet van klei en veen, die vergelijkbaar zijn met die van het korrelskelet van zand, maar ook door wateroverspanningen in de fundering van een dijk vóór het ontstaan van de afschuiving. Zulke wateroverspanningen kunnen ontstaan tijdens het aanbrengen van de dijk en als de waterstand voor de dijk zakt. In de korte tijd waarin de belasting wordt aangebracht kan het water niet wegstromen en heeft de grond geen gelegenheid om meer schuifweerstand op te bouwen ter compensatie van de aangebrachte belasting. Tijdens het opspuiten van een dijk, of in de laagwaterperiode na een stormvloed, kan er zo'n groot waterstandsverschil in en buiten het dijklichaam optreden, dat de schuifweerstand van de grond daalt tot beneden de

kritieke grens; een afschuiving is dan het gevolg. Het eindresultaat van zo'n afschuiving ziet er heel anders uit dan bij een zettingsvloeiing: het resulterende talud is slechts weinig flauwer dan het aanvankelijke, de afschuiving komt meestal tot stilstand na een geringe draaiende beweging van de afgeschoven moot grond over een vrijwel cirkelvormig glijvlak. Anders dan bij zettingsvloeiingen in zand veranderen de wateroverspanningen bij dit soort afschuivingen weinig. Het evidente verschil tussen de twee beschreven soorten stabiliteitsverlies leidt ertoe, dat ze ook theoretisch verschillend moeten worden benaderd. Afschuivingen worden berekend met zogenaamde glijvlakberekeningen. Daarbij wordt het moment van een langs een cirkelvormig glijvlak afschuivende moot grond (M_1) vergeleken met het moment van de maximale schuifweerstand die de grond kan opbrengen (M_2). Het verhoudingsgetal M_1/M_2 noemt men de stabiliteitsfactor (F). Komt een moot grond tot afschuiving, dan kan men spreken van de kritische stabiliteitsfactor (F_k). In die gevallen waarbij $F_k = 1$, kan de stabiliteitsfactor tevens als veiligheidsfactor ($F.S.$) beschouwd worden. Is de kritische stabiliteitsfactor ongelijk aan 1 dan kan voor de beoordeling van de veiligheid van een bepaalde constructie de verhouding F/F_k gebruikt worden, zijnde de veiligheidsfactor $F.S.$

Een afschuiving is beter te berekenen en te voorspellen dan een zettingsvloeiing. Bij de glijvlakberekeningen kan namelijk worden aangenomen dat de hele afschuivende moot in één keer in beweging komt. De plaats van het glijvlak kan vaak goed worden vastgesteld. Bij zettingsvloeiingen levert juist het kettingreactie-karakter van het verschijnsel moeilijkheden op voor de toepassing van de glijvlakberekening. Sinds kort is echter een nieuwe methode in ontwikkeling, in de vorm van een computerprogramma CONSOL, waarin, binnen zekere begrenzingsen, het progressieve bezwijkkarakter van zettingsvloeiingen, met inbegrip van de waterspanningen, kan worden benaderd. Met dit programma worden de spanningen en vervormingen zo realistisch mogelijk berekend. De grond wordt geacht te bezwijken in zogenaamde 'plastische zones', waar de schuifspanningen groter zijn dan de schuifweerstand. Toenemende vervormingen, waaronder ook plaatselijke afschuivingen mogen worden gerekend, resulteren in een herverdeling van spanningen en van plastische zones. Lopen de waterspanningen daarbij verder op, zoals in losgepakt zand, dan breiden de plastische zones zich uit, en kan een kettingreactie van afschuivingen benaderd

worden. Lopen de waterspanningen niet verder op, zoals in klei en veen, dan komt de moot grond pas tot afschuiving als er een doorgaande plastische zone ontstaat waarlangs een schuifvlak tot ontwikkeling kan komen.

De resultaten van de nieuwe berekeningsmethode zijn sterk afhankelijk van de ingevoerde materiaaleigenschappen, een reden om ook met dit soort berekeningen door middel van proeven ervaringen op te doen alvorens er conclusies op te funderen. De slechte meetbaarheid van zettingsvloeiingen maakte het onmogelijk, het CONSOL-programma aan een zettingsvloeiing te liken. Beter leek het, er eerst proeven mee te doen die verband hielden met afschuivingen in klei en veen. Er is daarom een proef opgesteld waarbij een kunstmatige, dus uitgelokte en



geprogrammeerde afschuiving van een dijk-
talud zo nauwkeurig mogelijk zou worden be-
rekend en waargenomen.

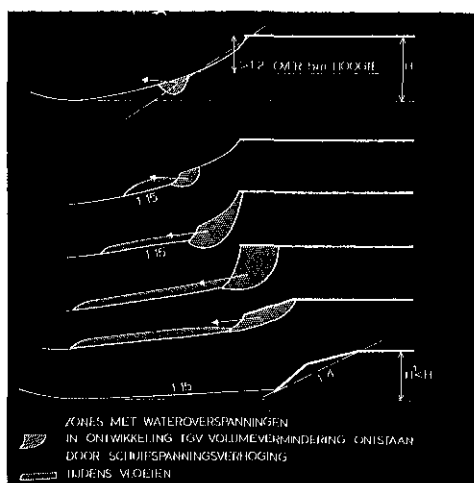
Het proefvak voor de te forceren afschuiving
werd gekozen in een bochtafsnijding van de
Eendracht ter plaatse van de Auvergne-polder
tegenover het stadje Tholen. In die polder
moest de oude dijk op twee plaatsen worden
doorgegraven, hetgeen de mogelijkheid bood,
de proef goedkoop uit te voeren. Teneinde
de kans op een afschuiving zo groot mogelijk
te maken, koos men het proefvak op een
plaats waar de fundering het zwakst was.
Verreweg de goedkoopste methode was
die waarbij de dijk tijdens het doorbaggeren
ongunstig werd belast. Omdat bij de ontgra-
ving belasting weggenomen wordt ontstaan
tijdelijk wateronderspanningen in de fun-
dering. Daardoor wordt de aanwezige schuif-

weerstand relatief groter en treedt de af-
schuiving pas op als een vrij steil talud
over grote hoogte gebaggerd wordt.
Behalve ijking van de CONSOL-berekeningen
heeft de geforceerde afschuiving een tweede
doel gediend, namelijk de bepaling van de
kritische stabiliteitsfactor van de glijvlak-
berekening voor de nieuwe hoogwaterkering
die langs het kanaal werd aangelegd. Tijdens
het opspuiten van de dijk was er al een kleine
afschuiving opgetreden doordat de waterover-
spanningen in het dijklichaam te hoog op-
liepen. Deze gebeurtenis bevestigde het ver-
moeden dat de veiligheidsmarges klein waren,
zoals glijvlakberekeningen reeds hadden voor-
speld. Bovendien bleek na de aanleg dat het
grondwaterniveau in de dijk en de waterover-
spanningen in de ondergrond minder snel
daalden dan gewenst was. Het was zaak de

Fig. 1. Mechanismen van af-
schuivingen in dijken onder ver-
schillende omstandigheden

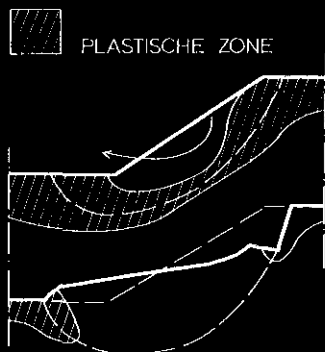
Fig. 2. Mogelijk mechanisme
van een zettingsvloeiing

Fig. 3 Schematische weergave
van een glijvlakberekening

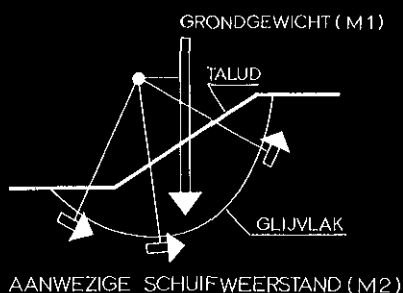


2

(1) GESCHEMATISEERD MET PLASTISCHE
ZONES EN GESCHAT GLIJVLAK



(2) GESCHEMATISEERD VOLGENS
GLIJVLAKBEREKENING



3

kritische stabiliteitsfactor van de nieuwe dijk zo nauwkeurig mogelijk te kennen, voordat hij ging fungeren als waterkering.

Tabel I. Kritische veiligheidsfactoren (Fk) voor afschuivingen tijdens of direct na het opspuiten van een zandlichaam op een slappe ondergrond zoals berekend door Bishop en Bjerrum in 1960.

Plaats waar de afschuiving optrad	kritische veiligheids- factor
Chingford	1,05
Gosport	0,93
Panama 2	0,93
Panama 3	0,98
Newport	1,08
Bromma II	1,03
Bocksjön	1,10
Huntington	0,98

Tabel II. Kritische veiligheidsfactoren (Fk) voor afschuivingen tijdens of direct na het ontgraven van grond in een slappe bodem, zoals berekend door Bishop en Bjerrum in 1960.

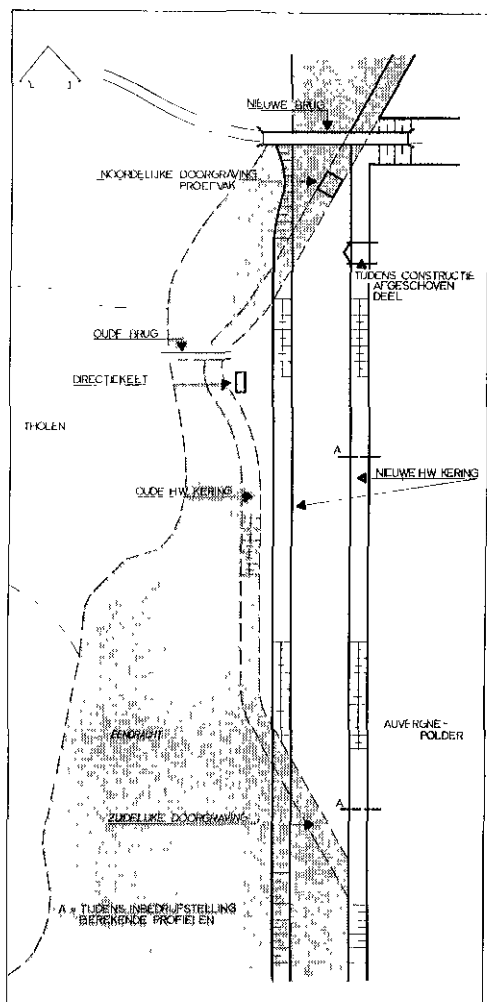
Plaats waar de afschuiving optrad	kritische veiligheids- factor
Huntspill, Engeland	0,90
Congress Street, Chigaco	1,10
Skattsmanso, Zweden	1,06
Skattsmanso, Zweden	1,03

De tabellen I en II geven een voorbeeld van de variaties die in de kritische stabiliteitsfactor kunnen optreden; de gegevens ervoor zijn ontleend aan reeds opgetreden afschuivingen, waarop steeds dezelfde glijvlakberekening werd toegepast. De variatie blijkt te liggen tussen 0,9 en 1,1. Kiest men 1,1 – de bovengrens dus – als kritische stabiliteitsfactor en eist men daarenboven een veiligheidsmarge van 20%, dan zou een stabiliteitsfactor van 1,3 vereist zijn. Kiest men een kritieke factor 0,9 en 20% veiligheid, dan is een stabiliteitsfactor van 1,1 voldoende; past men ook in dat geval een factor toe van 1,3, dan betekent dat een veiligheid van 40%. Dat de kritieke factoren ondanks het gebruik van dezelfde berekeningen, dezelfde laboratoriumproeven en dezelfde interpretatie variëren tussen 0,9 en 1,1, wordt voor een groot deel veroorzaakt door verschillen in tijd en vervormingssnelheid.

Verschillen in vervormingssnelheid vormen wellicht de belangrijkste reden waarom het moeilijk was, de kritieke stabiliteitsfactor van de afschuiving in de bouwfase van de – in den droge gebouwde – dijk te vergelijken met de afschuiving van een aan open

Dijkwerkers bezig op het proefvak

Fig. 4. Het proefvak in de bocht-afsnijding van de Eendracht nabij Tholen





water gelegen dijk bij extreem laag water. In het eerste geval duurde de ongunstige toestand meer dan 60 uur; in het tweede niet meer dan 6 uur. Een factor 10 in de vervormingssnelheid, zoals hier aanwezig, kan 2 tot 5% verschil in wrijvings eigenschappen, en dus in de kritieke stabiliteitsfactor opleveren. De kritieke factor die uit de afschuiving van het proefvak naar voren kwam, mag daarom representatiever worden geacht voor de nieuwe hoogwaterkering in gebruik dan de kritieke factor die volgde uit de afschuiving tijdens de opbouw van de dijk.

De beslissing om de dijk door afgraving tot afschuiving te brengen, werd niet onverdeeld gunstig ontvangen. Ophoging zou namelijk om theoretische redenen aantrekkelijker zijn: een ophoging kan in kleine hoeveelheden worden aangebracht, zodat nauwkeurige voorspelling van de afschuiving vooraf niet nodig is. Ophoging zou bovendien een afschuiving van een meer gelijkvormig profiel opleveren, met minder grote grondverplaatsingen. Afgraving was echter uit praktisch oogpunt aantrekkelijker, zoals gezegd omdat de dijk toch moest worden doorgraven, en de kosten van de proef bij afgraving het laagst zouden zijn. Wel gold bij de afgraving als dwingende eis dat ze gereed moest komen bij H.W., en daarbij stabiel blijven, om vervolgens bij L.W. onstabiel te worden. Aan deze eis kleefden een aantal nadelen. De mogelijkheid bestond dat de zuiger die het werk deed, een geheel getij over – en dat zijn vele kostbare uren – zou moeten blijven wachten. Zou onverhoopt het profiel te vroeg onstabiel worden dan zou de zuigpijp onder de afschuiving bedolven kunnen worden. Bleek het afgravingsprofiel te stabiel gekozen, dan zou de afschuiving niet

plaats vinden bij het eerstvolgende L.W., en bestond de kans dat de dijk daarna alleen ondiepe afschuivingen of schollen te zien zou geven. Een ander nadeel van de keuze voor ontgraving is dat bij sommige glijvlakberekeningstechnieken de kritieke stabiliteitsfactoren van een afgegraven profiel belangrijk kunnen afwijken van die bij een opgehoogd profiel. Dit nadeel kon echter worden opgevangen door gebruik te maken van de glijvlakberekening volgens de methode van Bishop, die betrekkelijk ongevoelig is gebleken voor deze verschillen. Vergelijking van de kritieke stabiliteitsfactor voor ophoging in tabel I met die voor afgraving in tabel II geven bij deze methode nauwelijks enig verschil te zien in gemiddelde waarden (0,1). Juiste voorspelling van de kritieke stabiliteitsfactoren bij H.W. en L.W. was voor de keuze van het profiel en het afgravingsprogramma dus een eerste vereiste. In nauwe samenwerking met het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft en met studenten van de Technische Hogeschool aldaar is een groot aantal glijvlakberekeningen uitgevoerd. Om zo nauwkeurig mogelijk te werken zijn de berekeningen vergezeld gegaan van uitvoerig grondonderzoek en langdurige meting van de waterspanningen in het terrein. De belangrijkste resultaten voor een aantal onderzochte profielen zijn samengevat in tabel III.

Profiel I genoot aanvankelijk de voorkeur, omdat het op eenvoudige wijze kon worden gebaggerd. Minder aantrekkelijk was dat dit profiel een hoge stabiliteitsfactor bezat, en dus een geringe kans op afschuiving bood, terwijl een eventuele afschuiving zou verlopen langs een ondiep glijvlak. Dat was ook de ervaring bij vroegere afgravingen, en de reden

Tabel III. Kritische stabiliteitsfactoren voorspeld aan de hand van oriënterende glijvakberekeningen (buitenwaterstand N.A.P. - 2 m)

Profiel	Celproeven		Triaxiaal proeven (C U)		Plaatselijke kleefmeting	Vane testmeting	Opmerkingen
	A = 0%	A = 100%	A = 0%	A = 100%			
I	1.004						ondiep glijvak
II	1.007	0.64	1.26	0.65			ondiep glijvak
III	1.27	0.65			1.72	2.25	diep glijvak
IV	1.22	0.53	1.33		1.68	2.14	diep glijvak
V	1.00						diep glijvak
VI	0.80	0.48	1.06	0.60			diep glijvak

A = 0% betekent geen aanpassing van wateroverspanningen.

A = 100% betekent: volledige aanpassing van wateroverspanningen

Celproeven en triaxiaal proeven zijn laboratoriumproeven en plaatselijke kleef- en Vane testmeting zijn metingen in het terrein voor het bepalen van de wrijvings-eigenschappen van de grond.

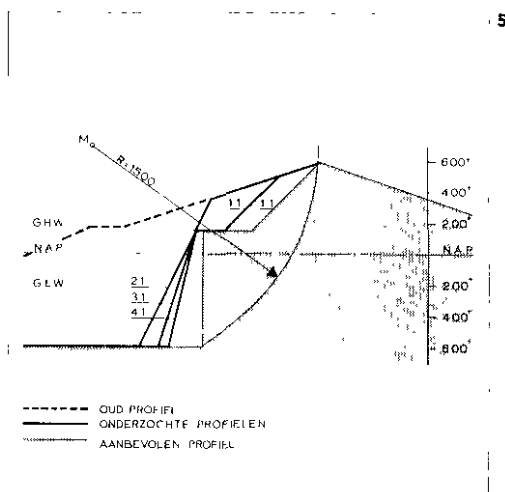
dat de proef door velen met enige scepsis tegemoet werd gezien.

Profiel III laat zien dat ontgraving vooraf van het gedeelte boven de H.W.-lijn de vorming van een diep doorlopend glijvlak bevordert, maar dat het schuine talud beneden H.W. nog steeds een te hoge stabiliteitsfactor oplevert. Een verticaal front zoals in profiel VI levert de gewenste verlaging van de kritieke stabiliteitsfactor op, namelijk tot 0,87.

De onberekenbaarheid van baggerprogramma's was er de oorzaak van dat de begindatum van de proef pas twee weken tevoren kon worden vastgesteld. Op maandagochtend 23 november 1971 zou met het baggeren worden begonnen. Hoewel de duur van het baggeren kon variëren tussen 24 en 48 uur, werd de afschuiving gepland op het eerste laagwater na de 48-uursperiode, 's woensdagsmiddag 25 november om half twee. Besloten werd niettemin verlichting aan te brengen, voor het geval dat de afschuiving al dinsdagnacht zou plaatsvinden.

Voor er gebaggerd kon worden moest het profiel boven de hoogwaterlijn worden aangepast, om de kans op ondiepe afschuivingen te verkleinen. Ook werden op 20 m aan weerszijden van de as van het proefvak sleuven gegraven, om randeffecten zoveel mogelijk te elimineren. Onmiddellijk daarna moest begonnen worden met de plaatsing van 12 definitieve waterspanningsmeters, van glijvlakmeters - plastic buizen die ter plaatse van het glijvlak zouden moeten breken -, van piketten met behulp waarvan de vordering van het baggerwerk op afstand kon worden gevolgd, en van rekmeters, die de verplaatsing van de voorkant van het dijkprofiel moesten meten.

Fig. 5 Profielen waarvoor oriënterende glijvakberekeningen zijn uitgevoerd

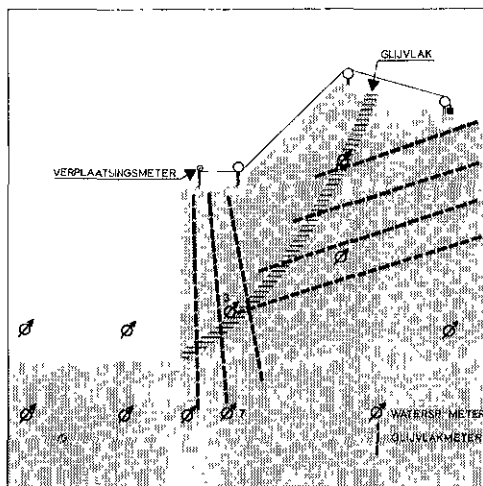
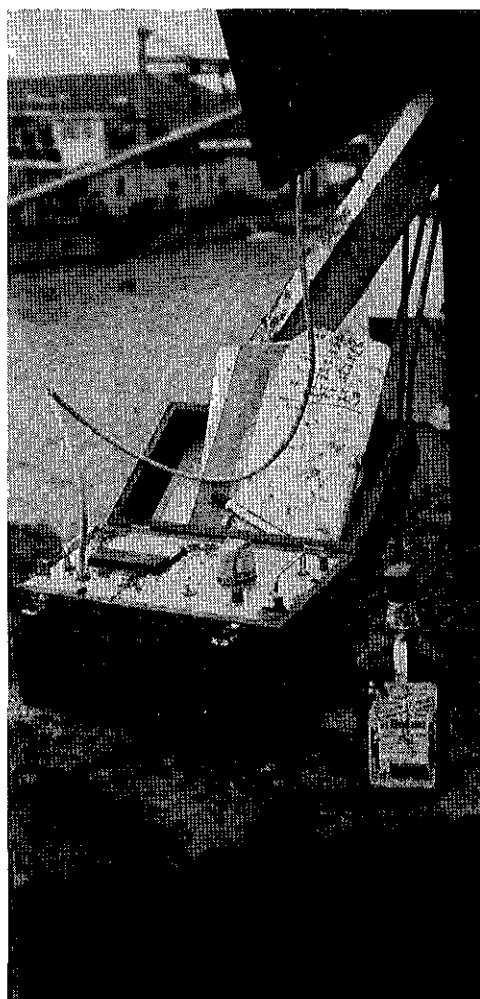


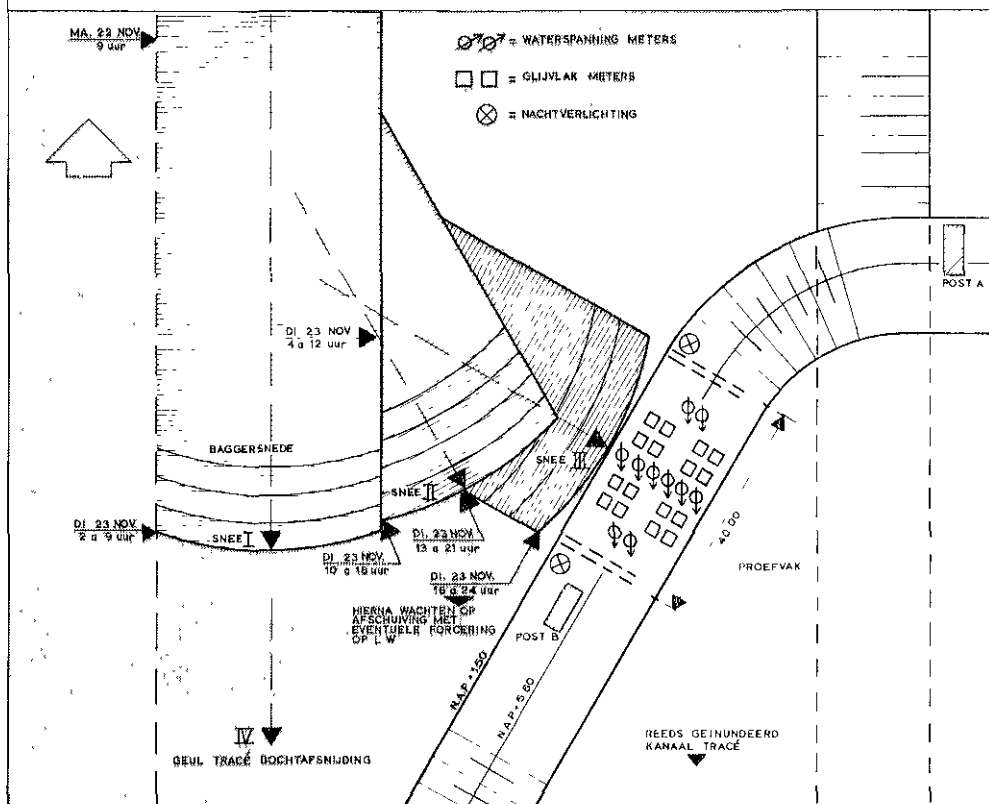
Rechts: meetpunt voor vloeistof-
overspanning

Fig. 6. In het dijkprofiel aangebrachte instrumentatie ten behoeve van de proefneming

Met al deze aanpassingen en voorzieningen mocht pas een week van te voren worden begonnen, om de kans op schade door storm te voorkomen. Desondanks kwamen de weergoden tussenbeide. Op 21 en 22 november zorgde een storm voor een opwaaiing van 1,5 meter, zodat het talud boven normaal H.W. volledig werd overspoeld. Het was alleen aan de kleibekleding te danken dat niet opnieuw aanpassingen behoeften te worden aangebracht. Wind en regen hielden nog tot 24 november aan. Toch moest, onder moeilijke omstandigheden, het meetprogramma worden afgewerkt, en moesten de laatste voorbereidingen worden getroffen. De hulp van studenten is daarbij wederom onmisbaar gebleken.

Intussen vorderde de zuiger sneller dan het programma toeliet, zo snel zelfs, dat hij maandagnacht al met de laatste van de drie geplande sneden begon. In de glooiing achtergebleven stenen veroorzaakten daarbij echter zoveel moeilijkheden, dat de zuiger uiteindelijk pas woensdagmorgen, precies op het moment van H.W., zijn werk voltooide. Toen het L.W. intrad om 13.15 uur – dat was eerder dan voorspeld, – was er nog geen enkel teken dat wees op de vorming van een diepe afschuiving. Wel waren veel schollen van het verticale talud afgegleden. De vrees groeide dat de afschuiving nog een getij op zich zou laten wachten, erger nog, dat er dan inmiddels zoveel schollen zouden zijn gevallen, dat het voortalud te flauw zou zijn geworden voor een diepe afschuiving. De waarneming van 13.30 uur toonde echter plotseling een flinke vervorming. Nauwelijks had men zich dat gerealiseerd, of de gigantische moot grond stortte met veel geraas de





diepte in, slechts 20 minuten na het vervroegde laagwater. Tijdens en na de afschuiving bleek de aardmassa zo onsamenvhangend te zijn, dat de plastic buizen en enige kabels van waterspanningsmeters niet braken. Door de grote verzakking kon het glijvlak boven water gelukkig toch goed opgemeten worden. Geconstateerd kon worden dat het werkelijke glijvlak redelijk met de voorspelling overeenkwam. De stabiliteitsfactor is na een aantal correcties vastgesteld op 0,9. Vergeleken met de ervaringen in het laboratorium is dit getal laag, dat wil zeggen dat de veiligheids-marge van de nieuwe hoogwaterkering toch groter bleek dan was verwacht. Om ruimschoots voldoende veiligheid in de nieuwe hoogwaterkering te verkrijgen kon hierdoor worden volstaan met het aanbrengen van een eenvoudige drainage. In het algemeen ge-

sproken zal meervoudige bevestiging van dit resultaat nodig zijn, en zal ook de veiligheid bij meer frequente en minder extreme waterstanden in vergelijking tot hogere stabiliteitsfactoren bezien moeten worden.

De CONSOL-berekeningen die bij deze proef werden uitgevoerd, moesten aangeven of het gekozen ontgravingsprofiel op de plaats van het glijvlak een doorgaande plastische zone bevatte. In fig. 10 ziet men, van boven naar beneden, het profiel na een voorbereidende ontgraving boven de H.W.-lijn en aan de oppervlakte gedurende het baggeren in fasen veranderen. Het laatste profiel komt overeen met het definitieve profiel van de glijvlakberekeningen. In de eerste berekening is de plastische zone al van het begin af achter in het dijklichaam aanwezig; ze breidt zich vervolgens langzaam uit, maar loopt bij vol-

Fig. 7. Overzicht van de snedes die de zuiger maakte ten behoeve van de proef

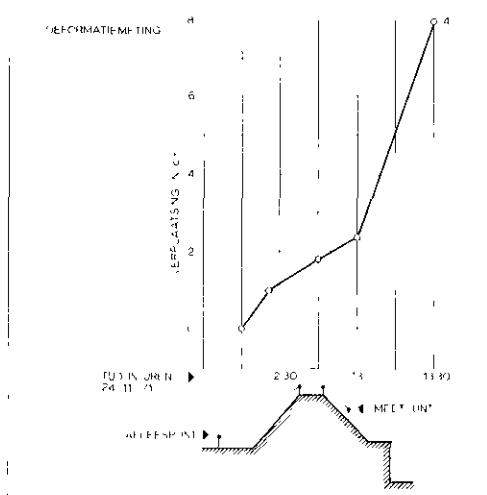
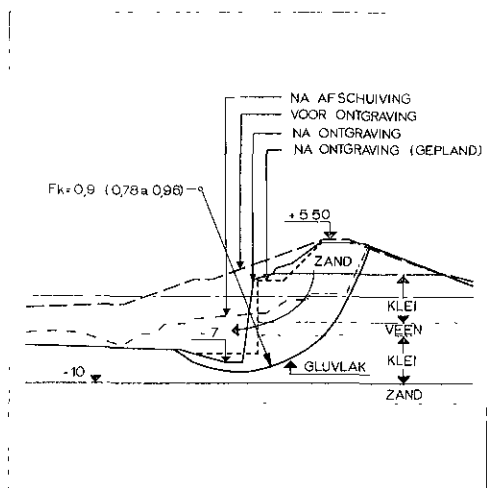


Fig. 8. In het dijkprofiel gemeten vervormingen

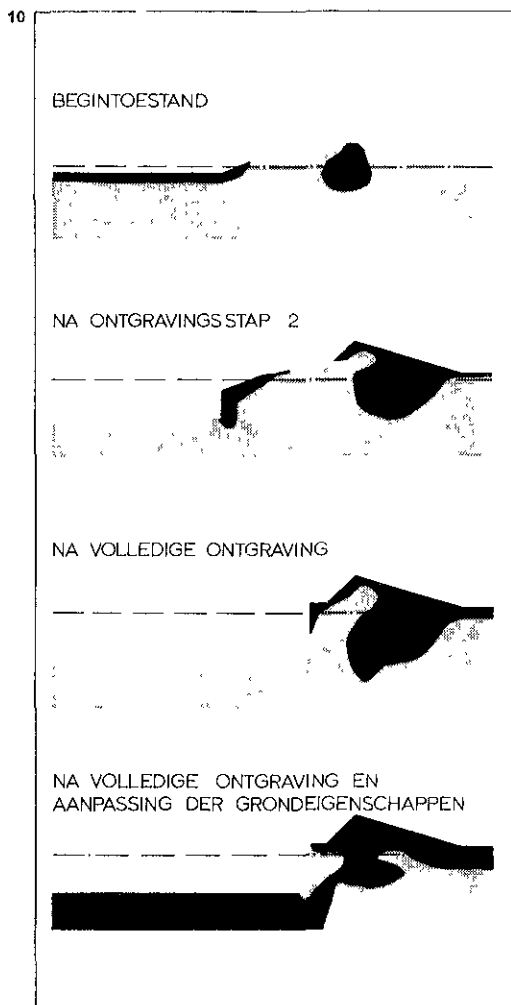
Het proefvak en de zuiger, met op de achtergrond het stadje Tholen

Fig. 9. Kort vóór en kort na de afschuiving gemeten profielen met bijbehorende meest kritieke glijvlakken en kritische veiligheidsfactoren



De afschuiving voltrekt zich. Eerst vallen er schollen; dan breekt een moot grond af die lijkt naar voren te komen, maar tenslotte onderuitzakt

Fig. 10. Ontwikkeling van plastische zones tijdens de ontgraving van het profiel



ledige ontgraving toch niet geheel door. Of de afschuiving werkelijk zou optreden, bleef vanuit dit oogpunt dus een open vraag.

De plastische zones helemaal vooraan in het talud wezen reeds op de mogelijkheid dat er schollen zouden vallen. De eigenschappen van het materiaal waarop de CONSOL-programma's werkten, een poreus soort met water verzadigd rubber, leken echter niet voldoende op die van grond om dienaangaande iets te kunnen concluderen. Grond gedraagt zich bepaald anders wanneer hij aan trek onderhevig is, zoals aan de bovenrand van een dijk, en ook wanneer de schuifspanningen ten opzichte van de normale spanningen hoog zijn opgelopen. De verzwakking die dan optreedt, is in de tweede berekening – definitief profiel – in beeld gebracht. Duidelijk ziet men daar de omvang van de plastische zone veranderen. De dijk leunt nu zwaar op de bodem voor het steile talud. Dat is dan ook de belangrijkste reden dat de plastische zone hier wel doorloopt en vrijwel het gehele voorspelde glijvlak omvat.

Figuur 11 geeft wat meer inzicht in de vervormingen en spanningen van het grondskelet en van het grondwater. Opvallend zijn daarbij de spanningsconcentraties bij de teen, vooral volgens de tweede berekening. Ook dient gewezen te worden op het vooroverhellen van het ontgraven profiel onmiddellijk na de ontgraving. Uit sommige opnamen van de afschuiving ontstaat de indruk dat de afgeschoven moot grond eerst wat voorover is gekomen alvorens te glijden. Het meest opvallend is echter de grote vermindering in waterspanning als gevolg van het wegnemen van belasting. De gemeten verminderingen bleken achteraf veel geringer te zijn. De vraag

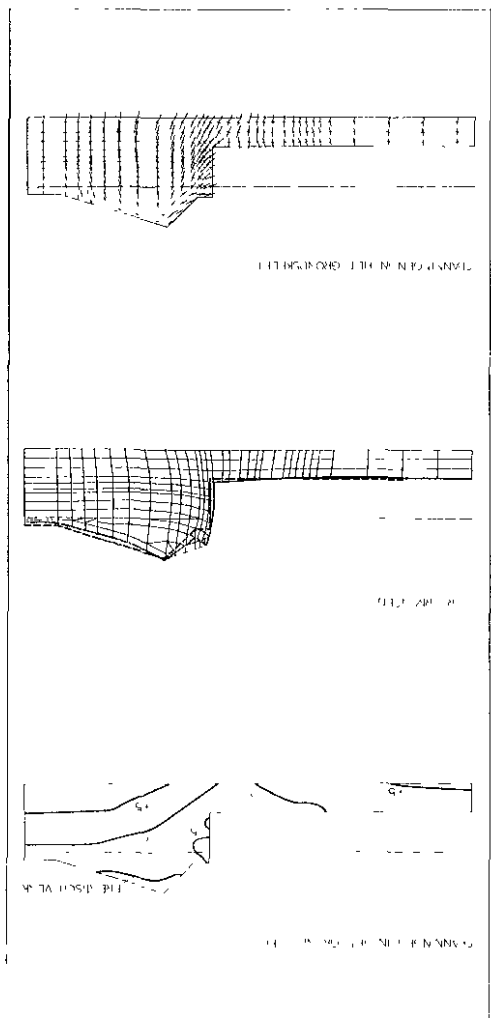
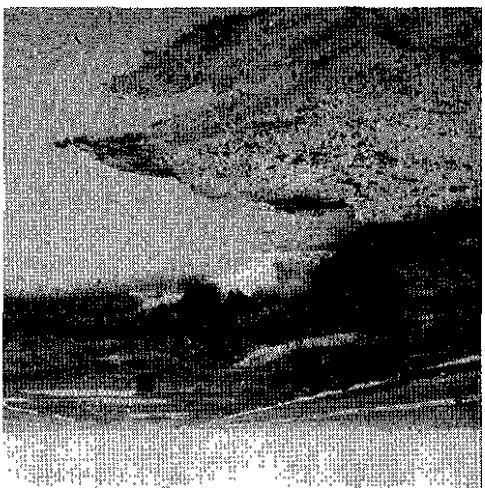


Fig. 11. Ontwikkeling van de waterspanningen, spanningen en vervormingen tijdens de CONSOL-borekeringen

rees of de waterspanningsmeters de snelle vermindering wel snel genoeg konden volgen en of er mechanismen zijn die het achterblijven van de gemeten waarden ten opzichte van de berekende waarden kunnen verklaren. De belangrijkste verschillen tussen de glijvlakberekeningen en de CONSOL-berekeningen vloeiden hieruit voort. Indien de glijvlakberekeningen niet op de gemeten maar op de berekende waterspanningen worden gebaseerd, komen de kritische stabiliteitsfactoren meer dan 10% hoger te liggen (0,9 à 1,1 in plaats van 0,78 à 0,96).

Het rendement van de proef in algemene zin, naast de onmiddellijke betekenis ervan voor de hoogwaterkeringen in kwestie, kan ongeveer als volgt worden samengevat:



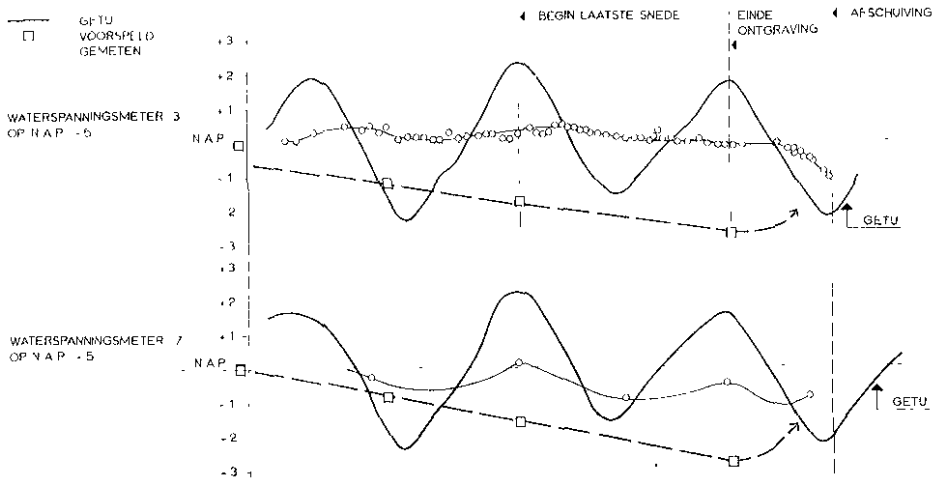


Fig. 12. Voorspelde waterspanningen in vergelijking met de meting in het veen (boven) en de kleilaag dicht bij het zand (beneden)

PLASTISCHE ZONES BIJ ONTGRAVING

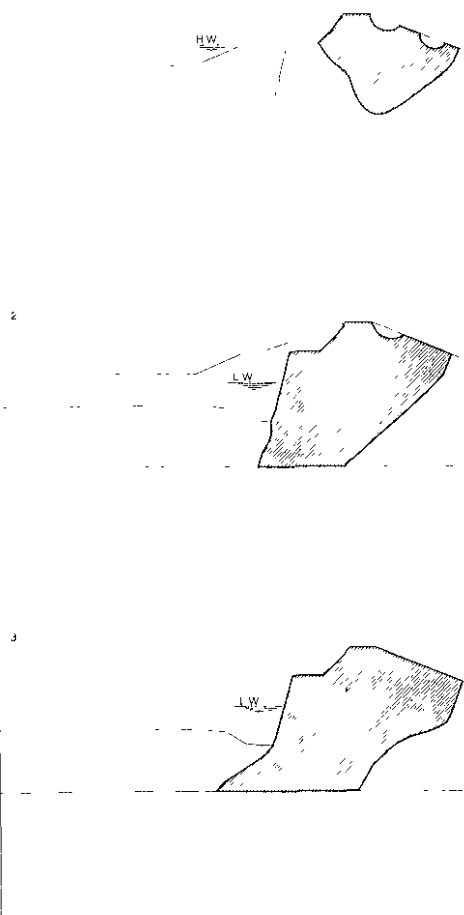


Fig 13. Omvang van de plastische zones voor het gezogen profiel onder verschillende omstandigheden:

1. onmiddellijk na het baggeren, bij hoog water
2. 6 uur na het baggeren, bij laag water
3. na het baggeren en na het volledig verdwijnen van wateroverspanningen

Glijvlakberekeningen kunnen afschuivingen bij het doorgraven van dijken goed voorspellen. De berekeningsmethode volgens het CONSOL-computerprogramma kan het mechanisme van zo'n afschuiving goed reproduceren, beter eigenlijk dan de glijvlakberekeningen. Om met het CONSOL-programma een even nauwkeurige voorspelling van een afschuiving te kunnen geven als met een glijvlakberekening is echter nog meer ervaring nodig, met name voor wat betreft het meten van waterspanningen in klei en veen. De benadering met behulp van de CONSOL-berekeningen van een progressief afschuivingsproces zoals dat optreedt bij zettingsvloeiingen door een opeenvolging van plastische zones, wordt in het licht van het voorgaande zo snel mogelijk voortgezet.

Als vervolg op de in de afgelopen vijf jaar achtereenvolgens aangelegde werkhavens Schelphoek en Sophiapolder en de werkeilanden Roggenplaat, Neeltje Jans en Noordland, worden dit jaar in de Oosterschelde twee werken uitgevoerd die daarvan sterk in karakter verschillen. Beide passen ze wel in de bekende en bij de grote afsluitdammen gebruikelijke strategie, waarbij eerst op de hooggelegen platengebieden damvakken worden aangelegd die de hoofdgeulen begrenzen. Vervolgens worden dan in de hoofdgeulen drempels en bodembeschermingen aangebracht, waarna de eigenlijke sluiting volgt.

Het damvak 'Geul' in de Oosterschelde en de dam-aanzet tegen Noord-Beveland

Zo verbindt het damvak 'Geul' de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland, waardoor tussen de hoofdgeulen Schaar van Roggenplaat en Roompot een aaneengesloten damvak ter lengte van 3800 m ontstaat. Aan de zuidzijde van de Roompot gaat de damaanzet tegen Noord-Beveland de begrenzing van deze hoofdgeul vormen. Nadat beide werken zullen zijn voltooid is van de totale lengte van de afsluiting, welke 9 km bedraagt, ongeveer 5 km gereed, terwijl circa 4 km, verdeeld over drie sluitgaten, nog te maken overblijft.

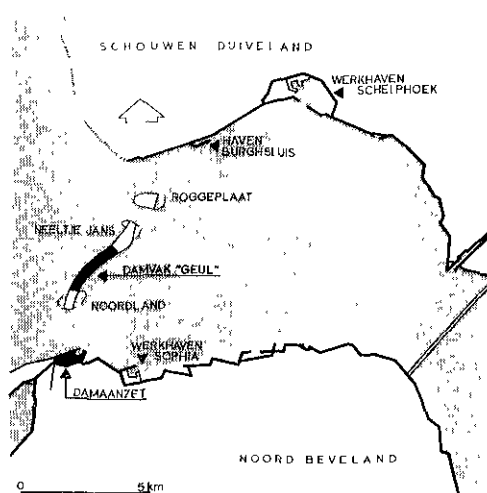
Beschouwen we echter het doorstroomprofiel beneden N.A.P., dan blijkt dat door de gezamenlijk 5 km lange damgedeelten slechts 15% van het profiel wordt afgesloten. Het door deze damgedeelten geblokkeerde debiet wordt vrijwel volledig afgeleid naar de hoofdgeulen, zodat ondanks de aanleg van meer dan de helft van de totale damlengte nog steeds evenveel water de Oosterschelde in- en uitstroomt als voorheen.

Het 1800 m lange damvak 'Geul' is genoemd naar de te blokkeren Geul, tussen de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland. Iedere vloed- en ebperiode stroomt ongeveer 70 miljoen m³ water door de Geul de Oosterschelde in en uit. Het volume van deze ene Oosterscheldegeul is al even groot als dat van het hele voormalige Veerse Gat. Een belangrijk verschil tussen beide sluitingen is dat na afsluiting van het Veerse Gat het verval over de dam gemiddeld 1,5 m bedroeg, terwijl het bij de Geulsluiting slechts 20 cm zal bedragen; het water kan hier immers nog zijn weg door de hoofdgeulen vinden. Toch moet bij het ontwerp en de uitvoering

van het damvak rekening worden gehouden met de specifiek bij een sluiting behorende vraagstukken. Op basis van modelonderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium en aan de hand van berekeningen is gekozen voor een zogenaamde zandsluiting. Hierbij wordt de dam vooruitgebouwd door met grote capaciteit zand te spuiten. Naarmate de uitbouw vordert zullen de stroomsnelheden toenemen, waardoor een toenemend deel van het aangebrachte zand wegstroomt. Theoretisch geldt derhalve dat om vooruit te komen de spuitcapaciteit groter moet zijn dan de zandtransportcapaciteit van de stroom.

In de praktijk moeten echter, om economisch verantwoord te kunnen werken, de zandverliezen relatief klein blijven; de spuitcapaciteit moet dus niet alleen maar groter, doch *aanmerkelijk* groter zijn dan de zandtransportcapaciteit van de stroom. Zowel bij de Deltawerken in de zuidwestelijke zeegaten als bij de afsluiting van de Lauwerszee is de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met deze methode van sluiten. Daardoor kunnen met name de berekeningen van de zandverliezen thans met grotere nauwkeurigheid worden uitgevoerd. De methode van werken is van grote invloed gebleken op de te verwachten zandverliezen. Om deze redenen is in het bestek voor dit werk enerzijds een minimum spuitcapaciteit van 500 000 m³ per kalenderweek voorgeschreven om een veilige afsluiting te garanderen, terwijl anderzijds ten behoeve van de aannemers de gunstigste werkwijze is aangegeven. Nadat de dichting met zand, die naar verwachting ongeveer 7 weken in beslag zal nemen, zal zijn voltooid, moet de sluitkade

1

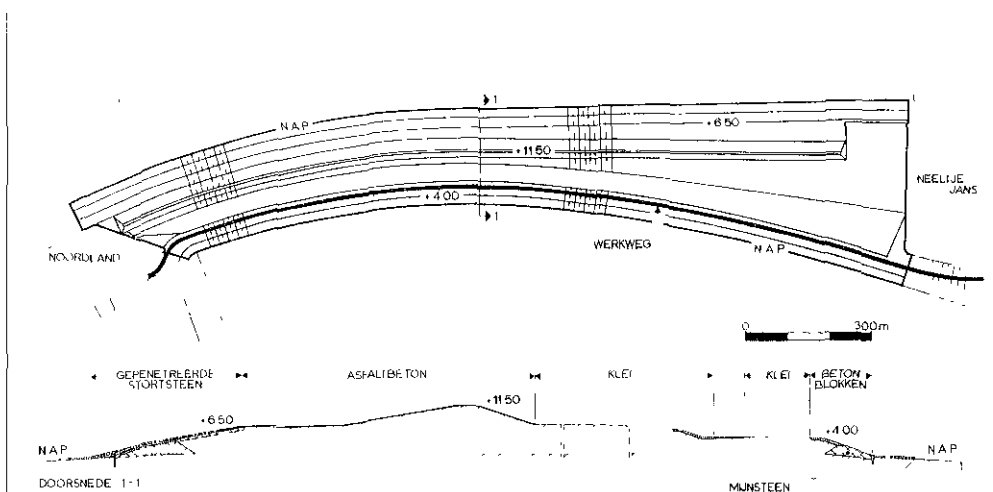


1. Situatie van het damvak 'Geul' en van de damaanzet op Noord-Beveland

2. Plattegrond en profiel van het damvak 'Geul'

3. Damaanzet op Noord-Beveland met haven; overzicht en profiel

2



worden uitgebouwd tot de definitieve afmetingen.

Het voor de sluiting en de verdere afwerking van de dam benodigde zand wordt gewonnen ten oosten van het te maken werk, op een tweetal plaatsen zo dicht mogelijk bij de uiteinden van het werk.

Het profiel en de bekleding van de dam komen overeen met die van de eerder uitgevoerde werkeilanden. Het hoog gelegen gedeelte van de brede binnenberm is bestemd voor het opslaan van betonblokken voor de kabelaan-sluiting en zal daarom nog niet direct in zijn definitieve vorm worden afgewerkt.

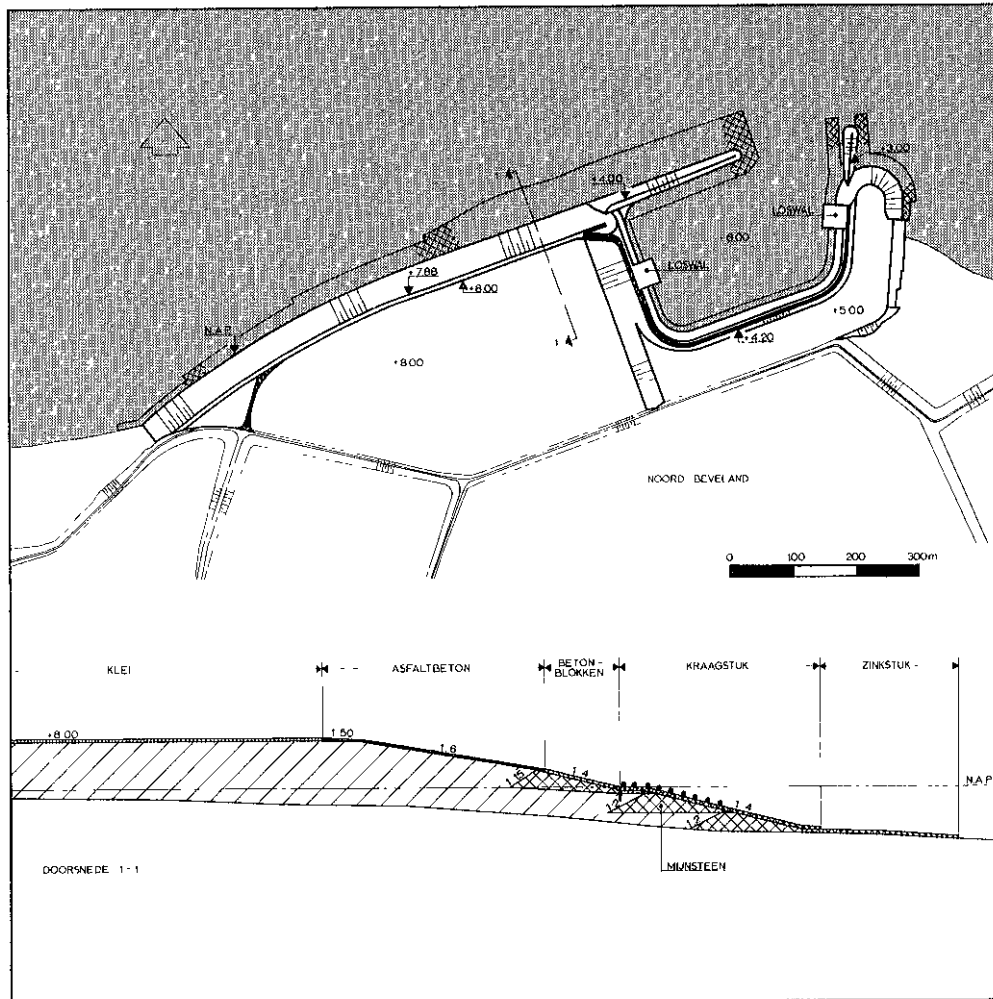
Wekelijks worden fotovluchten uitgevoerd welke de stand van het werk vastleggen. Aan de hand van deze foto's, aangevuld met de resultaten van lodingen voor zoveel het betreft de onder water gelegen gedeelten van het

werk, worden dwarsprofielen getekend. Uit deze dwarsprofielen wordt de inhoud van de dam berekend.

Deze gegevens zijn belangrijk voor de na de sluiting uit te voeren controleberekeningen naar de opgetreden zandverliezen.

Damaanzet tegen Noord-Beveland

Bij het ontwerp van de damaanzet tegen Noord-Beveland is uitgegaan van een geleidelijke sluiting van de Roompot, met behulp van een kabelbaan. Belangrijke eisen waaraan de aanzet moet voldoen betreffen in verband hiermee de opstelruimte voor het vaste rail-gedeelte van de kabelbaan en de opslagruimte voor de blokkendepots. Voorts is in de damaanzet een haven met loswallen opgenomen voor de aanvoer van materiaal en materieel. In verband met de ongunstige grondmecha-



nische toestand van de oever ter plaatse is veel aandacht geschonken aan de vormgeving. Verschillende uitbouw lengten zijn onderzocht in het Waterloopkundig Laboratorium. Uit dit onderzoek is gebleken dat een uitbouw door de uitloper van de Schaar van Onrust tot aan de hoofdgeul ontoelaatbaar is in verband met de stroomconcentratie, die diepe uitschuringen tot gevolg zou hebben. Gekozen is voor een zo beperkt mogelijke uitbouw waarbij toch voldoende werkterrein en havenoppervlak ter beschikking komt. Het ontwerp van de bekleding van de buitenbelopen is erop gericht dat ze na het blokkeren van de Roompot weer kunnen worden opgenomen, om het zandlichaam in de Roompot te kunnen doen aansluiten tegen de nu gemaakte damaanzet. De constructie bestaat uit kraagstukken met daarop aansluitend

mijnsteenkaden welke worden afgedekt met betonblokken ter dikte van 30 cm. Deze constructie reikt tot N.A.P. + 3 m. Het achter de mijnsteenkade aan te brengen zand wordt opgespoten tot N.A.P. + 8 m, wat overeenkomt met de hoogte van het werkterrein. De bekleding boven N.A.P. + 3 m bestaat uit asfaltbeton van 20 cm dik. Voor dit werkonderdeel is 1,5 miljoen m³ zand nodig, dat zal worden gewonnen uit een zandwinput nabij het werkeiland Noordland. Voor het transport van het zand wordt een bakkenbedrijf ingezet. Via een bakkenzuiger wordt het zand in het werk geperst. De hiervoor beschreven werken zijn op 9 mei 1972 aanbesteed en vervolgens opgedragen aan de aannemerscombinatie Dijkbouw Oosterschelde, die op 1 juni met de uitvoering is begonnen.

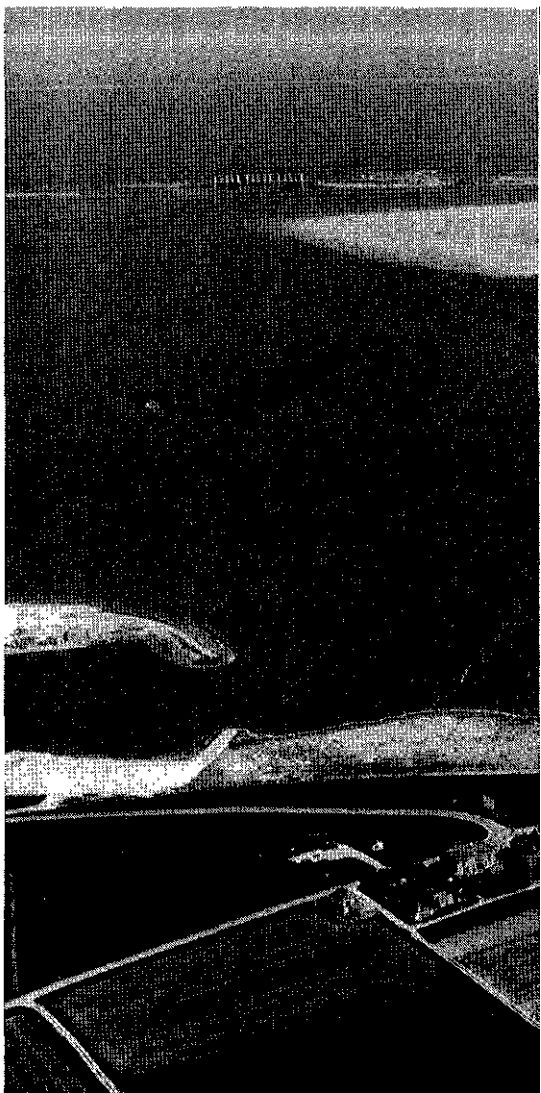
D. De werken tot afsluiting van de Lauwerszee

De Lauwerszee is nu drie jaar afgesloten. Hoewel de inrichting van het gebied nog slechts in het beginstadium verkeert, kan nu al een duidelijke verandering van het recreatiepatroon in de aangrenzende regio worden vastgesteld. Ook hier lijken – evenals werd vastgesteld ten aanzien van de vissershaven Lauwersoog in het vorige Bericht –, prognose en werkelijkheid gescheiden wegen te gaan: de belangstelling voor de dagrecreatie is veel groter dan werd verwacht; daarentegen valt de ontwikkeling van de watersport enigszins tegen.

Binnen de afgesloten Lauwerszee biedt de natuur vele mogelijkheden tot recreatie. Soortgelijke mogelijkheden ontbreken binnen redelijke afstand op het oude land, zodat het Lauwersmeer met de aangrenzende droogvallende gronden een belangrijke lacune in het recreatiepatroon kan opvullen. De Tweede Nota voor de Ruimtelijke Ordening in Nederland (1966) noemt het dan ook noodzakelijk het Lauwerszeegebied te ontwikkelen tot een recreatiegebied van regionale betekenis.

In de vele in de loop der jaren ontwikkelde inrichtingsplannen is aan de recreatie steeds een belangrijke plaats toegedacht. De omvang van de voor dit doel te bestemmen terreinen was echter mede afhankelijk van het belang dat in de verschillende plannen aan andere bestemmingen werd toegedacht. Oorspronkelijk zou het grootste deel van de droogvallende gronden een bestemming krijgen als landbouwgebied. Maar toen in overeenstemming met de prijsontwikkeling op de landbouwmarkt de belangstelling van agrarische zijde voor het Lauwerszeegebied daalde, begon men een vrijwel volledige bestemming tot natuur- en recreatiegebied te overwegen. In 1967 werd de wens geuit, 2500 ha in te richten als militair oefenterrein. Daarvoor zouden dan de meer binnenwaarts gelegen terreinen in aanmerking komen, zodat de uit een oogpunt van natuurbescherming en recreatie meest belangwekkende grond en nabij het boezemmeer voor dat doel beschikbaar bleven. Bovendien zou een groot deel vooral bosachtig oefenterrein als natuurgebied interessant blijven en voor recreanten toegankelijk worden gesteld. Zo werd de bewegingsvrijheid voor de recreant nog groter dan bij de oor-

De recreatieve functie van de afgesloten Lauwerszee



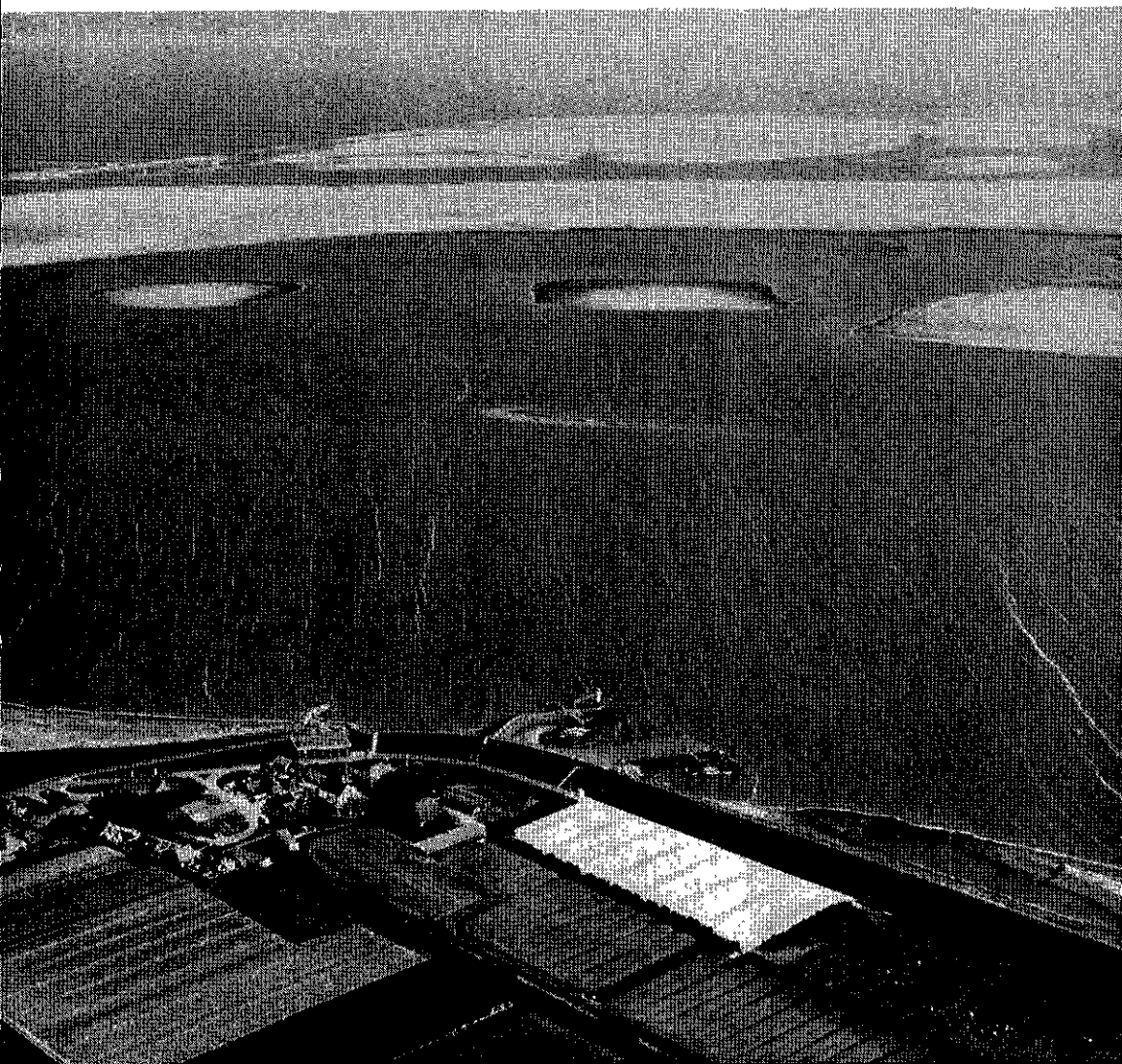
spronkelijke, op een landbouwkundige bestemming gerichte plannen.

De vorenstaande overwegingen hebben ten grondslag gelegen aan het gezamenlijk streekplan 1969 van de provincies Groningen en Friesland. Sindsdien is het overleg tussen de belanghebbenden voortgezet. Daarbij zijn een aantal nieuwe wensen naar voren gekomen, en zijn sommige onderdelen van het plan nader uitgewerkt. De neerslag daarvan vindt men in het zogenaamde 'inrichtingsplan 1980'.

Dag-recreatief verkeer

Sedert maart 1970 wordt het aantal voertuigen geregistreerd dat het gebied via de weg langs de afsluitdijk van de Lauwerszee binnenkomt en verlaat. Het onderzoek werd ingesteld om enig inzicht te verkrijgen in de

Oostmahorn (voorgond) is stil geworden na het vertrek van de veerdienst. Geheel links een deel van de nieuwe jachthaven



variabelen die het recreatieverkeer beïnvloeden, en ook om een toetsing te verkrijgen van de reeds jaren aangehouden prognose van 60 000 dag- en verblijfs-recreanten in het Lauwerszeegebied op een gemiddelde zomerzondag in 1980. De resultaten werden verkregen met behulp van mechanische tellers, en aangevuld met de antwoorden op enkele enquêtes, waarop onder meer werd gevraagd naar herkomst en reisdoel, reden en frequentie van het bezoek. Er kwamen een paar markante cijfers naar voren.

Per jaar passeren bijna 1 miljoen personen de weg langs de afsluitdijk naar Lauwersoog. Dit zijn voornamelijk recreanten; een kleiner deel van de passages betreft wegverkeer, doorgaand verkeer over land en verkeer naar of van de veerdienst op Schiermonnikoog. De grootste drukte valt op zon- en feestdagen, met toppen van 17 000 bezoekers. De grootste voertuigintensiteit bedroeg omstreeks 1000 auto's per uur in beide richtingen. Ten gevolge daarvan ontstonden lange files, een in dit deel van Nederland vrij onbekend fenomeen.

Wat deze cijfers verrassend maakt, is het feit dat recreatieve voorzieningen in het bezochte gebied nog vrijwel ontbreken. De ontsluiting is nog nauwelijks op gang gekomen; de jaren na de afsluiting zijn merendeels besteed aan het voltooien van de bedijkingswerken en het inrichten van de vissershaven. Tijdens de uitvoering van een groot waterstaatswerk kan belangstelling van deze omvang normaal genoemd worden. Dat de bezoekersaantallen na het voltooien van de afsluiting niet sterk zijn teruggefallen, bewijst de aantrekkingskracht van het gebied.

De recreant moet zich overigens tevreden

stellen met een vooral beschouwelijke toer, en een zit op het talud van de dijk, of – iets geriefelijker – in het café-restaurant op Lauwersoog. Er wordt voorts dankbaar gebruik gemaakt van de beperkte mogelijkheden voor sportvisserij, terwijl een redelijk bereikbaar gedeelte van de oever aan de noordzijde van het Nieuwe Robbengat op warme dagen enkele duizenden baders en zwemmers trekt. Stellig zal mogen worden verwacht dat met het op gang komen van de inrichting van het Lauwerszeegebied en de uitbreiding van de recreatiemogelijkheden, ook de belangstelling verder zal stijgen.

Watersport

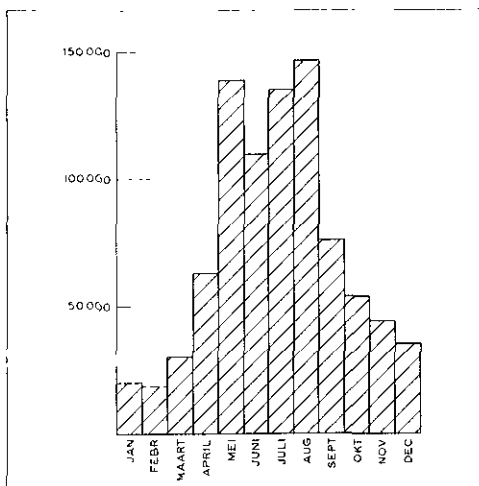
Binnen de voormalige Lauwerszee liggen thans drie jachthavens. Als eerste werd, in 1970, de jachthaven 'Bootsgat' te Oostma-

De flauwe oevers van het Lauwersmeer staan oeverrecreatie toe over een grote breedte



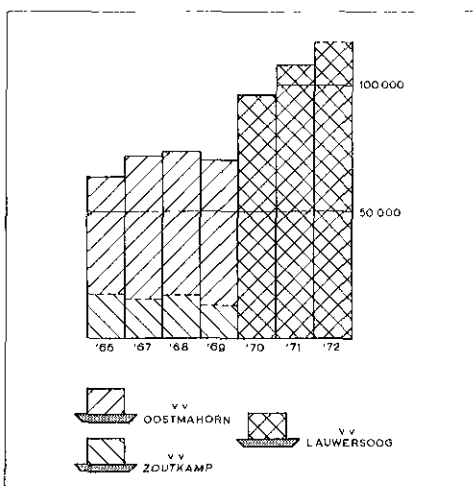
1. Aantallen bezoekers van het Lauwerszeegebied in de maanden van 1970

2. Aantallen veerbootpassagiers van en naar Schiermonnikoog



horn gerealiseerd; deze haven, met een uiteindelijke capaciteit van ongeveer 600 boten, ligt in de voor pleziervaart omgebouwde werkhaven. Daarna volgde het Noordergat – capaciteit uiteindelijk 400 boten – op Lauwersoog, waar destijds bij de bouw van de caissonhaven al met de nieuwe bestemming rekening was gehouden. Dit jaar kon de kleinste jachthaven van de drie worden geopend, het 'Lunegat' te Dokkumer Nieuwe Zijlen, gesitueerd in een voormalige winput van bekledingsklei, met een capaciteit van ruim 300 boten. Naar verwachting zal volgend jaar de inrichting ter hand genomen worden van een jachthaven te Zoutkamp, die plaats biedt aan 400 boten.

Het rijk heeft alleen de infrastructurele werken uitgevoerd, dat wil zeggen de haven-kommen op diepte gebracht en gezorgd voor oevervoorzieningen, voor de inzaai- en inplant van terreinen en voor de aanleg van ontsluitingswegen met aansluitende parkeerplaatsen. De benodigde fondsen werden beschikbaar gesteld door de Rijkswaterstaat en het ministerie van Economische Zaken. Daarna zijn de havens in pacht uitgegeven aan stichtingen die de verdere inrichting verzorgen en het beheer uitoefenen. Van Rijkswaterstaatszijde waren de besturen van de aangrenzende gemeenten reeds in een vroeg stadium uitgenodigd om initiatieven te ontwikkelen waardoor ze de jachthavens mettertijd zouden kunnen overnemen. Dit had tot gevolg dat al voor de uitvoering van de werken stichtingen in oprichting waren waarin naast de bestaande watersportverenigingen ook de gemeenten participeerden. Deskundigheid en maatschappelijke controle werden in deze vorm gebundeld, zodat goede waarborgen



werden geschapen voor een gezonde ontwikkeling. Voor het Rijk ontstond bovendien de zekerheid dat de jachthavens na de uitvoering der infrastructurele werken onmiddellijk konden worden afgestoten. Binnen de drie jachthavens zijn nu door de bouw van steigers in totaal 500 ligplaatsen beschikbaar gekomen. Daarvan zijn er 300 vast bezet, terwijl een ander deel in het hoogseizoen wordt ingenomen door passanten. De belangstelling voor de watersport op het nabijgelegen Waddengebied is groeiende, zeker ook onder invloed van het gereedkomen van een jachthaven op Schiermonnikoog. Over de Lauwerszee loopt bovendien een internationale route voor de recreatievaart tussen het Oostzeegebied, Denemarken en Duitsland enerzijds en de Nederlandse watersportgebieden en Groot-Britannië

anderzijds. Door jachten met een vaste mast wordt deze route meestal gekozen, vanwege het ontbreken van bruggen met een beperkte doorvaarthoogte.

De interesse die de beoefenaars van de watersport tot nu toe aan de dag leggen voor het Lauwersgebied blijft ondanks het hiervoor genoemde niettemin belangrijk achter bij de prognose

Nog slechts enkele jaren geleden werden door de Provinciaal Planologische Dienst van Groningen voor dit jaar bijna 2000 boten verwacht, en een prognose van de interprovinciale werkgroep die in 1969 een rapport uitbracht omtrent het te voeren jachthavenbeleid, becijferde voor dit jaar een minimaal aantal van 900 en een maximaal aantal van ruim 1700 boten. In feite zijn het er nog geen 300, doordat de aanlooperperiode die het gebied

Embarkeren in de nieuwe veerhaven te Lauwersoog



doormaakt, meer tijd vraagt dan blijkbaar aanvankelijk werd verwacht. Een bijkomende handicap voor de watersport wordt gevormd door de soms zeer flauwe oevers, die de boten ertoe nopen op grote afstand uit de wal te ankeren. Door verspreid over het gebied een behoorlijke lengte aan eenvoudige steigers aan te brengen, kan hiern worden voorzien. De bouw van zulke steigers is trouwens toch nodig, met het oog op de nog van rijkswege uit te voeren werken ten behoeve van de inrichting en het onderhoud.

Het Wad over

Hoewel dit niet tot de recreatieve ontwikkeling behoort van het Lauwerszeegebied zelf, willen we toch aandacht wijden aan de sterke toename van het aantal passagiers op de veerdienst naar Schiermonnikoog. Er is

namelijk reden, dit verschijnsel te zien als een bijkomend gevolg van de afsluitingswerken.

Tot eind 1969 werd het rijksveer op Schiermonnikoog onderhouden vanaf Oostmahorn. In het hoogseizoen werd het bijgestaan door een particulier veer vanaf Zoutkamp. Thans heeft alle vervoer naar en van Schiermonnikoog plaats vanuit Lauwersoog. Onafhankelijk van het getij worden per dag 3 tot 5 diensten uitgevoerd. De duur van de overtocht bedraagt 40 minuten.

Het volledig vervoersaanbod over enkele jaren voor en na de verplaatsing van het veer is weergegeven in een staafdiagram. Af te lezen valt, dat het aanbod zich gedurende de periode 1966-1969 stabiliseerde op 70 000 retourreizen, blijkbaar een marginaal getal onder die omstandigheden Het vertrek vanaf

Lauwersoog deed het aantal passagiers snel toenemen tot meer dan 100 000; mede gelet op de eerste resultaten van dit jaar mag worden verwacht dat de groei zich nog zal voortzetten. Ook bij vergelijking met het vervoer naar andere Waddeneilanden blijkt de relatieve groei opvallend groot.

De oorzaak van de toeneming moet worden gezocht in de verkorting die de reisduur heeft ondergaan, met name voor mensen uit Groningen. Mede door de openstelling van een secundaire weg vanaf Winsum tot aan de Lauwerszee is het huidige vertrekpunt van het veer, in tegenstelling tot Oostmahorn vroeger, snel bereikbaar. Schiermonnikoog is gaan behoren tot het dag-recreatiepakket van de Groningers. Grottere bekendheid van deze mogelijkheid en de uitvoering van de in Friesland geplande secundaire wegen zullen de loop naar het veer verder doen toenemen. De veerhaven is ondergebracht in het meest westelijke deel van het havencomplex op Lauwersoog. De meeste ruimte wordt in beslag genomen door een buitendijks en een binnendijks parkeerterrein met een gezamenlijke capaciteit van 1000 auto's. Op Schiermonnikoog worden in het algemeen geen auto's toegelaten, dus iedereen moet zijn auto hier achterlaten. Reeds thans kunnen op dagen van grote drukte niet alle auto's op deze parkeerterreinen een plaats vinden; uitbreiding kan met-
tertijd zonodig gevonden worden op het huidige opslagterrein van de Rijkswaterstaat. De drie veerboten die de verbinding met het eiland onderhouden kunnen gelijktijdig ligplaats kiezen aan een drijvend ponton. Het ponton meet 10 bij 30 meter, en is opgebouwd uit weinig onderhoud vragende materialen als azobé en polystyreen.

Op het ponton kunnen kleine vrachtauto's tot 5 ton laadvermogen worden toegelaten; voor zwaardere wagens staat een vaste laadstoep ter beschikking met 3 niveaus. In de veerhaven zowel als in de vissershaven zijn de gebruikers zeer tevreden over de drijvende pontons.

Vraag naar informatie

Reeds gedurende een tiental jaren wordt de dienst Lauwerszeewerken bijna dagelijks benaderd met verzoeken om informatie. Met name op scholen blijkt het onderwerp geliefd te zijn, waarschijnlijk omdat er tegelijkertijd verschillende facetten van 'onze strijd tegen het water' aan kunnen worden gedemonstreerd: de afsluiting met moderne middelen van een randzee, een afwateringssysteem met een boezemmeer, een eigen polderbemaltings-systeem en de terugdringing van het zout.

Behalve met daartoe samengestelde literatuur wordt de gevraagde voorlichting gegeven aan de hand van een in 1963 opgezette expositie waarin een aantal facetten van de afsluitingswerken wordt behandeld. In de periode 1965-1968 bedroeg het aantal betalende bezoekers jaarlijks ongeveer 60 000; in het afsluitingsjaar 1969 nog meer. Ook daarna bleef de belangstelling groot; men is echter opgehouden, de aantallen bezoekers te registreren. De expositie was tot voor kort ondergebracht in het kantinegebouw op Lauwersoog, en ze is dan ook tengevolge van de inrichting van het veerhaventerrein met de kantine mee verhuisd naar een plaats nabij de overige barakken van de dienst Lauwerszeewerken. Zo lang er duidelijke interesse blijft bestaan van de zijde van het publiek zullen de Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders gezamenlijk informatie blijven verschaffen over verleden en toekomst van het Lauwerszeegebied.

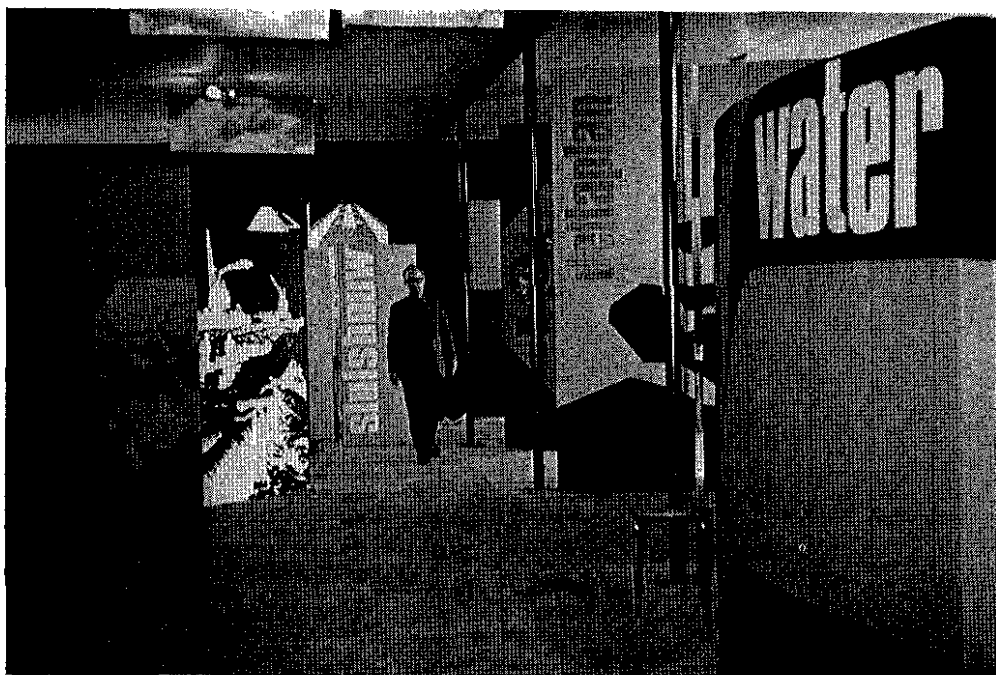
Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

De bouw van een derde sluis met overbrugging, het aanpassen van de voorhavens en de bouw van een inlaat- en jachtensluis in de Volkerakdam zijn op 4 april 1972 aanbesteed. Voor deze aanbesteding met voorafgaande selectie waren 6 aannemers uitgenodigd. In totaal zijn 4 inschrijvingen ontvangen. Het laagst werd ingeschreven door de combinatie Dirk Ver-

In de nabijheid van de Haringvlietsluizen is op 1 juli een nieuwe expositie geopend over de Deltawerken. Deze Delta Expo, georganiseerd in samenwerking tussen het Nationaal Bureau voor Tourisme en de Rijkswaterstaat, blijft voorlopig tot 15 november. Foto beneden: aanblik bij het binnenkomen



stoep Nederland N.V. te 's-Gravenhage, Hollandsche Beton Maatschappij N.V. te Rijswijk en Amsterdamsche Ballast Beton- en Waterbouw N.V. te Amsterdam, voor een bedrag van f 59 890 000,-.

Het werk is inmiddels aan deze combinatie opgedragen. Begin mei is met de uitvoering begonnen.

Het bestaande directiekantoor werd uitgebreid, en er werden keten bijgeplaatst. Een bronbemaling voor de sluisbouw werd aangebracht, en een tijdelijke wegomlegging gerealiseerd ten behoeve van de bouw van de overbrugging van de derde schutsluis.

Brouwershavense Gat

Nog juist voor het begin van de bouwvakvakantie is het laatste asfaltbeton in het werk aangebracht. Na de bouwvakvakantie kan de asfaltmolen, die op een terrein nabij de werkhaven Kabelaarsbank staat opgesteld, worden afgebroken en van het werk afgevoerd. Daarna kan dit terrein onder profiel worden afgewerkt en kunnen de nodige bedelingen worden aangebracht. Nadat op 30 maart de oostelijke parallelweg voor het verkeer was opengesteld is op 30 juni ook de hoofdrijbaan aan het verkeer in gebruik gegeven. Vanaf die datum beschikken het snel- en het langzaam verkeer over de Brouwersdam over afzonderlijke rijbanen. Het snelverkeer gaat over de hoofdrijbaan die als autoweg is aangegeven; het langzaam verkeer gaat over de oostelijk parallelweg. De westelijke parallelweg, die op de buitenberm van de Brouwersdam is aangelegd, kan nog niet voor het verkeer worden opengesteld. Op Goeree en Schouwen zijn door de provinciale directies verschillende werken uitgevoerd die een vlotte afwikkeling van het verkeer over de Dammenweg bevorderen. Op Schouwen is in het tracé van de oostelijke parallelweg een viaduct over de Rampweg gereed gekomen en is de smalle noodbrug over een watergang van het waterschap vervangen door een brede betonbrug.

Op Goeree is de verbindingsweg van 1700 m tussen de oostelijke parallelweg op de Brouwersdam en de zogenaamde spruitweg gereed gekomen. Nabij de aansluitingen van de Brouwersdam op de Goereese en Schouwenkse kust zijn parkeerplaatsen aangelegd. Elk van beide parkeerplaatsen biedt plaats aan 500 personenauto's. Vanaf deze parkeerplaatsen kan men met gebruikmaking van voetgangers-tunnels op een veilige manier de wegen op de Brouwersdam kruisen.

De aanpassing van de werkhavens Springersdiep, Kabelaarsbank en Middelplaat aan de nieuwe situatie is voltooid. De bestrating van de haven terreinen met groenstenen en betonklinkerkolen is aangebracht. Bij harde wind vanuit zee stuift nog wat zand over de dam heen. Door het plaatsen van rijschuttings aan de zeezijde van de dam wordt getracht dit euvel te bestrijden.

Oosterschelde

Noordland

Op 10 april 1972 werd het werkeiland Noordland voor de eerste maal opgeleverd.

Damaanzet tegen Noord-Beveland en damvak tussen de werkeilanden Noordland en Neeltje Jans.

Op 9 mei 1972 werd bovengenoemd werk aanbesteed, en op 10 mei 1972 gegund aan de Combinatie Dijkbouw Oosterschelde.

Inmiddels zijn de werkzaamheden aangevangen. Voor het dichten van de geul met zand tussen de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland zijn de zuigers 'Beverwijk 37', 'Slie-drecht 22' en 'Brabant' ingezet. Een asfaltmolen werd op het eiland Noordland geplaatst. Voor de damaanzet tegen Noord-Beveland zijn de winzuiger 'Slie-drecht 10' en de bakkenzuiger 'Scaldis' ingezet. Bij de damaanzet werden zool- en kraagstukken gelegd, en er werden mijnsteenakaden aangebracht; ook werd met behulp

van spuitlansen een damwand geplaatst en werd een betonblokkenglooiing gelegd

C. De werken ten Noorden van Hoek van Holland

Werkhaven en zeewaterbassin op Texel

De werkhaven wordt, mede onder invloed van de nog steeds gunstige weersomstandigheden, in een vlot tempo in den droge ontgraven. Het zandlichaam van de hoofdwaterkering langs de werkhaven is op hoogte gebracht en het wordt nu met klei en teelaarde afgedekt. De asfaltbetonfunderingen van wegen en opritten zijn aangebracht. De werken aan de steenlostkade en de dukdalven zijn grotendeels voltooid; men is begonnen met het verbeteren van de haven-toegang

Ook de tweede olie-opslagtank van 1000 m³ inhoud is thans drijvend verplaatst (zie Bericht 59, februari 1972). Daar deze verplaatsing destijds door omstandigheden niet kon worden uitgevoerd toen ze bouwtechnisch gezien aan de beurt was, moest het drijvende transport het aanmerkelijke hoogteverschil van 2,5 m overwinnen. Het opbrengen naar deze hoogte geschiedde in twee etappes, evenals het terugvoeren naar maai-veldhoogte. Het transport vond echter zonder moeilijkheden plaats.

Inlaatsluis en uitlaatconstructie in de zeedijk van het waterschap Texel

De gewapend betonnen bodemconstructie van de uitlaat is klaargekomen. Een aanvang werd gemaakt met de betonwerken voor de inlaatsluis. De heuwerken van stalen damwand in zee zijn grotendeels voltooid. Met het ontmantelen van de zeedijk en het maken van de nieuwe bezinkingen heeft men een begin gemaakt. De geleideschermen in het zeewaterbassin zijn grotendeels afgewerkt.

