

Driemaandelijks Bericht
nummer 56, mei 1971

deltawerken



Deltawerken

Redaktie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 10,50 per jaar
of f 3,- per nummer

Inhoud

De afsluiting van het Brouwershavense Gat
274

Klimatologisch onderzoek in het Deltagebied
277

Duinbemestingsproeven 283

Het biologisch station 'Weevers' Duin'
te Oostvoorne 289

Contacten van het Delta Instituut voor Hydro-
logisch Onderzoek met de Rijkswaterstaat
294

Waterwinning in de Biesbosch 297

Waterkwaliteit 307

A. De werken van het Deltaplan

Grondmechanische aspecten van de afslui-
ting van het Brouwershavense Gat 312

Vorderingen 317

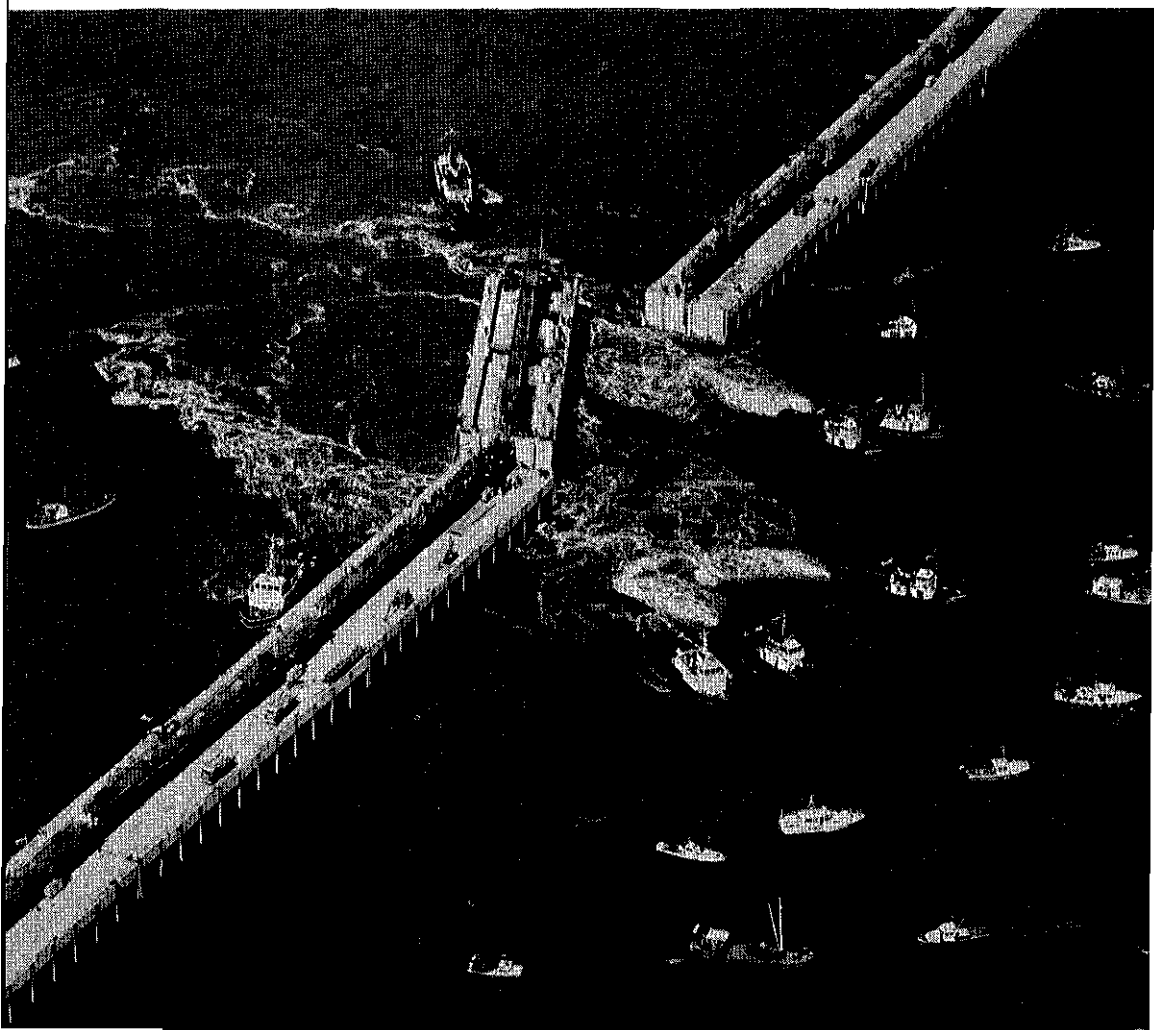




Dit jaar wordt de afsluiting voltrokken van het Brouwershavense Gat, het middelste van de drie grote getijwateren die ingevolge het Deltaplan van de zee worden afgesneden. Niet alleen in letterlijke zin ligt het Brouwershavense Gat in tussen het Haringvliet en de Oosterschelde, ook naar grootte van het getijvolume is het zo: het vermogen van het Haringvliet bedroeg 260 miljoen m³, en dat van de Oosterschelde is 1100 miljoen m³; het Brouwershavense Gat houdt daartussen het midden met een getijvolume van 360 miljoen m³.

Vanaf voorjaar 1965 zijn de afsluitingswerkzaamheden in het Brouwershavense Gat aan de gang. Eerst werden dijkvakken aangelegd op twee zandplaten middenin het zeegat; daarna werden die twee dijkvakken met elkaar

verbonden. Men hield toen twee sluitgaten over, waarvan het noordelijke nu met caissons is dichtgezet, en het zuidelijke geleidelijk gesloten met behulp van een kabelbaan. Beide sluitingen verkeerden op het moment dat dit Bericht ter perse ging, in een vergevorderd stadium. Op 1 mei werd de laatste caisson in het noordelijk sluitgat geplaatst. Op die datum waren in het zuidelijk sluitgat 91 000 blokken gestort, en was de beteugeldam gekomen op N.A.P. — 1 m.



De uitvoering der Deltawerken zal een zekere invloed hebben op het klimaat in Zuidwest-Nederland. Om de problemen die daarmee in verband staan nader te bestuderen hebben de Rijkswaterstaat, het K.N.M.I. en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding in 1957 gezamenlijk een werkgroep gevormd voor klimatologisch onderzoek in het Deltagebied.

Klimatologisch onderzoek in het Deltagebied

Het waren aanvankelijk vooral de belangen van de scheepvaart en de landbouw in het Deltagebied, die het wenselijk maakten bijtijds te kunnen beschikken over een redelijk gefundeerde verwachting omtrent de aard en de grootte van de eventuele klimatologische veranderingen. Voor wat de scheepvaart betreft, die vooral in het oostelijk deel van de Deltawateren belangrijk is, werd vooral gedacht aan een mogelijk grotere kans op mistvorming en op ijs hinder; ten aanzien van de land- en tuinbouw was het voornamelijk de nachtvorst waarnaar de belangstelling uitging. Het voor haar taakvervulling onontbeerlijke materiaal verkrijgt de commissie zowel uit de waarnemingsgegevens van de in Zuidwest-Nederland oude en nieuw opgerichte meteorostations als uit de resultaten van kortlopende meetcampagnes met een plaatselijk sterk verdicht net van registrerende instrumenten. In deze bijdrage wordt een overzicht gegeven van verschillende waarnemingen en onderzoekingen op klimatologisch gebied in de zuidwestelijke Delta, alsmede van de conclusies die de commissie daar tot op heden aan heeft kunnen verbinden.

De watertemperatuur

Als gevolg van de aanleg van de primaire Deltadammen worden de grote watermassa's der zeearmen van de zee afgesneden; ze ondergaan daardoor fysische veranderingen. Door het wegvallen van de warmte-uitwisseling met de Noordzee zullen de watertemperaturen in de winter en in het voorjaar lager worden en in de zomer en de herfst hoger. Het verloop van de watertemperatuur van een afgesloten watermassa kan met behulp van een aantal meteorologische grootheden een-

voudig worden berekend, waarbij er ter wille van de schematisering van wordt uitgegaan dat er in de watermassa zelf geen verticale of horizontale temperatuurverschillen voorkomen en er zijdelings geen water wordt onttrokken of toegevoegd. Met behulp van een door Penman opgesteld model voor de energiehuishouding van een waterlaag is het temperatuurverloop in het Grevelingenbekken berekend voor de situatie na de afsluiting van dit bekken aan de zeezijde. Door het berekende verloop te vergelijken met het gemeten temperatuurverloop te Ouddorp nu het bekken nog open is, werd een inzicht verkregen in de temperatuurveranderingen als gevolg van de afsluiting van het bekken. De uit deze studie voortvloeiende prognose zegt dat de watertemperaturen in het bekken gedurende de winter en in het voorjaar gemiddeld $0,8^{\circ}\text{C}$ lager en in de zomer en het najaar gemiddeld $0,2^{\circ}\text{C}$ hoger zullen zijn dan vóór de afsluiting.

Op dezelfde wijze is getracht een warmtebalans op te stellen voor het Haringvliet vóór en na de afdamming, waarbij de betekenis blijkt van het advectieve warmtetransport als gevolg van het getij. Het noodzakelijke waarnemingsmateriaal werd ontleend aan temperatuurmetingen van enige jaren geleden in een tweetal dwarsraaien, één nabij de toenmalige bouwput van de Haringvlietsluizen en één nabij de oostpunt van Tiengemeten. Op grond van de verrichte temperatuur- en stroommetingen vóór de afsluiting zijn de warmtestromen gedurende de zomer en de winter berekend en weergegeven in de volgende tabel, waarbij de warmtestroom naar het vak tussen de twee raaien toe als positief is aangemerkt.

Tabel I

Warmtestroom in 10^6 Mcal/getijde	Zomer	Winter
Warmtestroom (getij) door de raai bij de bouwput	-65	+45
Warmtestroom (getij) door de raai bij Tiengemeten	- 5	+ 5
Warmtestroom als gevolg van de doorvoer met rivierwater	+90	+10
Warmte-uitwisseling met de atmosfeer	-20	-60

Tabel II

Warmtestroom in 10^6 Mcal/getijde	Zomer	Winter
Warmtestroom als gevolg van de doorvoer met rivierwater	+25	+50
Warmte-uitwisseling met de atmosfeer	-25	-50

Zou de rivierafvoerverdeling na de afsluiting van het Haringvliet dezelfde zijn als vóór de afsluiting, dan zouden de warmtestromen door het wegvallen van de getij-invloed een geheel ander beeld vertonen, en wel volgens tabel II. De watertemperatuur zal bij deze afvoerverdeling nabij de dam 's zomers $1,4^{\circ}\text{C}$ hoger zijn dan voorheen en 's winters $0,7^{\circ}\text{C}$ lager. Op enige afstand van de dam zullen de veranderingen belangrijk kleiner zijn. Ter hoogte van Hellevoetsluis zal de zomerse temperatuurverhoging slechts $0,4^{\circ}\text{C}$ bedragen en de verlaging in de winter slechts $0,2^{\circ}\text{C}$. Wordt de afvoer van rivierwater door het Haringvliet geheel stopgezet, dan zal volgens de berekeningen de temperatuur nabij de dam 's zomers $0,9^{\circ}\text{C}$ hoger zijn dan voorheen en 's winters 2°C lager. In het gedeelte tussen Hellevoetsluis en Numansdorp zal de temperatuur 's zomers $0,6-0,8^{\circ}\text{C}$ en 's winters zelfs $2,3$ à $2,4^{\circ}\text{C}$ lager zijn dan vóór de afsluiting.

De absolute waarden van deze uitkomsten moeten thans aan de resultaten van metingen gedurende het eerste seizoen na de afsluiting worden getoetst. Nogmaals zij opgemerkt dat de gevolgde methode de fysische processen op sterk vereenvoudigde wijze weergeeft. De overgang tussen de rivier en de zee, de open verbinding met het Spui en de verbinding met het Volkerak vóór de afsluiting van die zeearm vormden bij de bestudering van het open Haringvliet even zovele complicaties, die echter niet in de berekening werden betrokken. Toetsing aan de resultaten van metingen die na de afsluiting van het Haringvliet worden verricht, zal leren in hoeverre de voorspellingen overeenkomen met deze metingen en op welke wijze de gevolgde

methode eventueel kan worden verbeterd. Dit is van belang, in het bijzonder omdat de veranderingen van het klimaat als gevolg van de afsluitingswerken nauw samenhangen met de wijzigingen van de watertemperaturen.

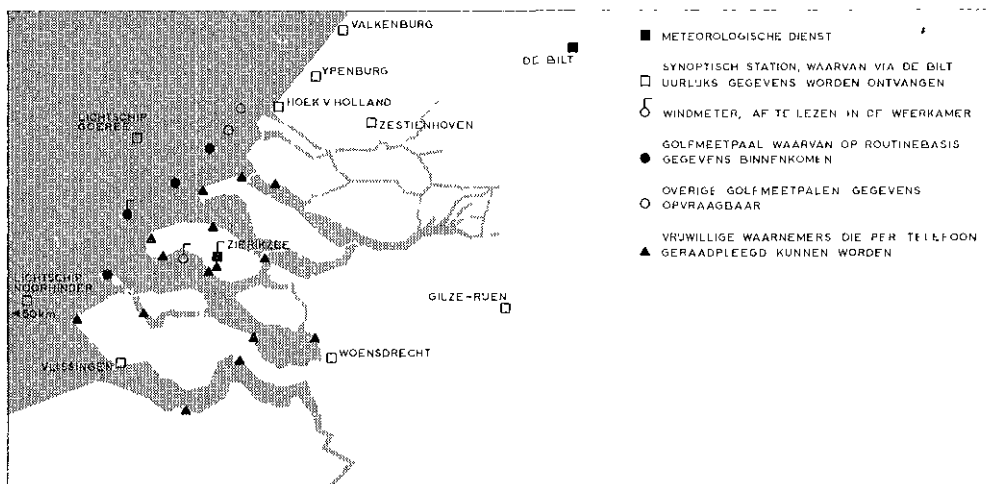
Samenhang tussen lucht- en watertemperaturen

Het temperatuurklimaat boven het wateroppervlak in het Deltagebied vertoont een duidelijk verschil met dat boven het land. Zo kan het 's zomers op een hoogte van $1,5$ m boven land 3° , soms 4°C warmer zijn dan boven het water, terwijl het in koude nachten boven land 5° tot soms 7°C kouder kan zijn dan boven water. Vergelijkt men de resultaten van metingen op een hoogte van $1,5$ m boven land of water met die op een hoogte van 5 m, dan blijkt de amplitude van de dagelijkse gang van de luchttemperatuur boven water op 5 m hoogte ongeveer 3% groter te zijn, terwijl de amplitude boven het land met de hoogte afneemt. Metingen boven enkele zandplaten die met laagwater droogvallen maar bij hoogwater onderlopen, tonen aan dat het temperatuurklimaat op een hoogte van $1,5$ m boven de plaat praktisch overeenkomt met dat boven open water. Boven een plaat die bij hoogwater maar zelden onderloopt, is de amplitude van de dagelijkse gang van de luchttemperatuur duidelijk groter dan boven water. Is de plaat bovendien nog begroeid, dan wordt het verschil met de toestand boven open water nog groter. Het verschil der dagextremen van de luchttemperatuur verandert in al deze gevallen evenredig met de amplitude van de dagelijkse gang.

Het verschil der dagextremen is in het gehele Deltagebied duidelijk afhankelijk van mari-tieme invloeden. De geografische verdeling van deze grootheid is bijgevolg eenvoudig. Boven land, op enige afstand van de kusten, bereikt het verschil der dagextremen van dag op dag een hogere waarde dan boven de zeearmen. De uitersten worden gescheiden door een overgangszone van slechts enkele kilometers breed. Het hangt van de wind-richting af of deze smalle overgangszone meer in de richting van het land of van het water ligt. Bepaalde empirisch gevonden wet-matigheden in het gedrag van de dagextremen zijn van groot belang, zowel voor het be-schrijven van het klimaat in het Deltagebied als voor het opstellen van verwachtingen voor de veranderingen in het klimaat als gevolg van bepaalde ingrepen.

In de eerste plaats blijkt de onderlinge ver-houding van het verschil der dagextremen midden boven een zeearm en dat midden boven een eiland betrekkelijk constant. Ge-combineerd met het gemak waarmee men deze grootheid meten kan, is de geografische verdeling ervan snel en eenvoudig te ver-kennen.

In de tweede plaats blijkt deze geografische verdeling typerend te zijn voor die van vele andere grootheden. Kent men dus eenmaal genoeg details van de geografische verdeling van het verschil der dagextremen, dan kan men op grond van geschikte langjarige klima-tologische gegevens voor een slechts gering aantal punten ook gedetailleerde kaartjes tekenen voor het verloop van die andere grootheden voor ieder gewenst tijdvak of weertype.



Weerwaarnemingsstations in het Deltagebied

In de derde plaats, de gevonden vaste ver-houding blijkt eveneens te gelden voor de verhouding van het verschil van de lucht- en watertemperatuur op een boven water ge-legen meetplaats tot het op dezelfde tijd waargenomen verschil van de luchttempe-ratuur boven land en de watertemperatuur bij de meetplaats boven water. Daar dit verband in alle jaargetijden en onder alle weersituaties lijkt op te gaan, volgt hier rechtstreeks uit dat men, uitgaande van een isothermenkaartje voor het verschil der dagextremen, invloeds-lijnen af kan leiden voor de verwachte ver-andering van de luchttemperatuur als gevolg van een verandering van de watertemperatuur van bij voorbeeld 1° C.

In de afgelopen jaren zijn een aantal grote Deltawerken voltooid, hetgeen de gelegen-hed gaf tot het meten van de klimatologische



veranderingen die er het gevolg van waren. Met name hebben wij hier de afsluitingen op het oog van het Veerse Meer en de Lauwerszee.

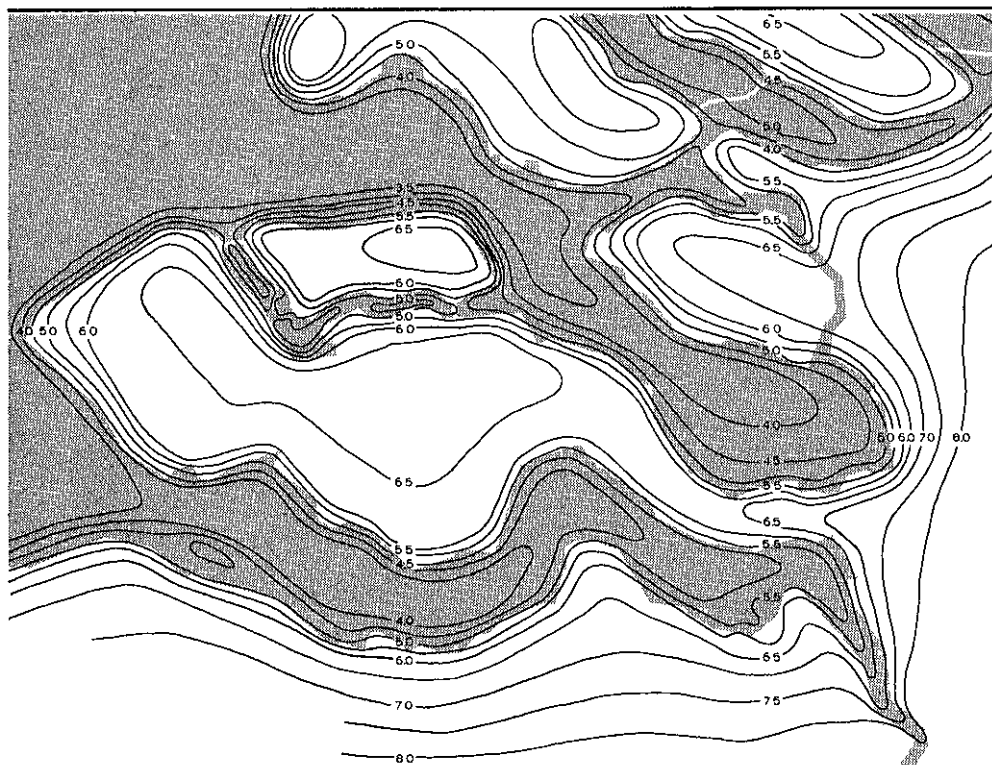
Als gevolg van de afdamming van het Veerse Meer nam de amplitude van de jaarlijkse gang van de watertemperatuur duidelijk toe: voor de zomer werd een stijging van 0,5 à 1° C gemeten, naast een even grote daling in de winter. De verandering van de gemiddelde luchttemperatuur ter plaatse van de te Veere en te Wolphaartsdijkseveer opgerichte waarnemingsstations veranderde in dezelfde richting als die van de watertemperatuur, maar slechts in geringe mate: 0,1 à 0,2 C. De amplitude van de dagelijkse gang van de luchttemperatuur te Veere is in lente, zomer en herfst toegenomen met enkele tienden van een graad Celsius.

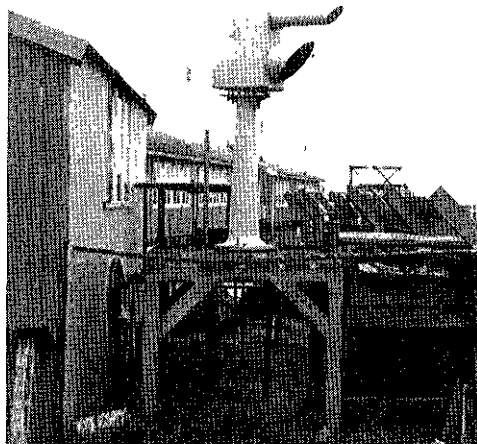
Men zou aan deze veranderingen van de luchttemperatuur direct de praktische vraag kunnen koppelen in hoeverre hierdoor de nachtvorst in de betreffende streek zal toenemen. Zoals algemeen bekend is, verkeert met name de fruitteelt op de Zeeuwse eilanden in een relatief gunstige positie door de geringe mate waarin tot dusverre nachtvorstschade optrad. Wat dit betreft is het nu een gunstige omstandigheid dat de veranderingen in luchttemperatuur klein zijn, terwijl bovendien de periode waarin de fruitteelt en de tuinbouw gevoelig zijn voor nachtvorst, valt in de tijd waarin de overgang van temperatuurverlaging naar temperatuurverhoging plaatsvindt; van een nadelige beïnvloeding zal dan ook nauwelijks sprake zijn.

Sedert 1969, het jaar van de afsluiting van de Lauwerszee, worden bij het in detail uit-

Gemiddeld dagverschil in oppervlaktetemperaturen in de periode
29 augustus-27 september 1967

werken van de plannen voor op handen zijnde metingen ook prognosen opgesteld voor de uitkomsten daarvan. Het sindsdien uitgevoerde onderzoek is hier zeer meegedienend geweest. Blijkt na de meting dat de verwachting niet is bevestigd, dan zet dit in ieder geval een duidelijk vraagteken achter de prognose; lukt de prognose wel, dan put men daar een veel sprekender bevestiging uit dan zonder die, en kan men op de ingeslagen weg voortgaan. Op grond van ervaringen in het Deltagebied en Zuid-Flevoland werd verwacht dat het verschil der dagextremen in het midden van de Lauwerszee ongeveer 40% zou zijn van dat te Eelde en dat deze verhouding direct na de afsluiting zou toenemen tot rond 65%. Bij open Lauwerszee bleek de verhouding echter reeds ongeveer 15% hoger te liggen dan verwacht





was, zodat de vergroting ervan als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee zeer beneden de verwachting bleef. Blijkbaar wordt de correlatie behalve door de verdeling land–water mede door andere factoren bepaald; welke factoren dat zijn, vormt thans een onderwerp van nadere studie.

Mistverschijnselen

Met behulp van zichtwaarnemingen op negen K.N.M.I.-stations en zes stations van het Loodswezen is voor de winters 1959/60 en 1960/61 een statistische vergelijking gemaakt tussen de zichtafstanden in het kustgebied en in het binnenland. Voor zichtafstanden beneden 1000 m blijken er geen significante verschillen te bestaan tussen de kust en het binnenland. Bij zichtafstanden boven 1000 m

is de kuststrook belangrijk helderder dan het binnenland. De conclusie uit dit onderzoek is dat de zichtafstanden beneden 1000 m ten gevolge van de afsluitingen van de zeearmen weinig zullen veranderen.

Met het doel meer gedetailleerde gegevens van de invloed van de mist in het Deltagebied te verzamelen, staat thans langs het Zijpe, de drukst bevaren scheepvaartweg in het af te sluiten Deltagebied, een registrerende zichtmeter opgesteld. Het onderzoek naar het zicht in het Deltagebied moet met kracht worden voortgezet, aangezien verwacht wordt dat verdere kunstmatige verandering van de watertemperaturen, die zou kunnen ontstaan als gevolg van de vestiging van elektrische centrales, mede van invloed zal kunnen zijn op het optreden van mistverschijnselen.

Vrijwel over de gehele lengte van onze voor het overgrote deel uit beweeglijk zand opgebouwde duinkust wordt van oudsher getracht de natuurlijke zeewering te versterken door daarop plantengroei tot ontwikkeling te brengen. Niet slechts wordt het zand op deze wijze gestabiliseerd maar, doordat het plantenklee als 'zandvang' werkt, wordt ook de groei van de duinen zelf erdoor bevorderd, terwijl de hinder die het stuivende zand teweeg kan brengen, wordt tegengegaan. Ook kunstmatige zeeweringen van zand, zoals de stuifdijk op het eiland Texel of het kunstmatig duin bij Westkapelle op Walcheren, tracht men op deze wijze te beschermen en te doen aangroeien.

In de nabije toekomst zullen in samenhang met de omvangrijke waterbouwkundige werken die in de kuststrook worden uitgevoerd, grote gebieden tegen aan- en overstuivend zand beschermd moeten worden. Het tracé van de Deltadammen kruist op een aantal plaatsen droogvallende zandplaten en kustvlakten, en in deze gebieden kan over de dammen stuivend zand hinder opleveren voor de achter de dammen gelegen verkeerswegen en andere voorzieningen; bij de dam door het Veerse Gat is dat al duidelijk gebleken. Ook kan er ernstig stuifzandbezwaar optreden daar waar de dammen aansluiten op de duingebieden van de eilanden en waar de bestaande duinvegetatie bij de uitvoering van de werken wordt verstoord. Hetzelfde geldt voor die zeewerende duingebieden waar op grond van de Deltawet duinverhogingen en -verzwaringen moeten worden aangebracht. Op een aantal plaatsen in het Deltagebied, bij voorbeeld bij de aanzet van de zuidelijke havendam van Europoort en in het noordelijk deel van de dam door het

Brouwershavense Gat, zijn of worden zanddammen opgeworpen, die eveneens zo goed mogelijk tegen ver- en overstuiving dienen te worden beschermd. Daarnaast kan het uit het oogpunt van kustverdediging of landschapsontwikkeling wenselijk zijn op bepaalde platen stuifzand te doen accumuleren en duinvorming te stimuleren. Tenslotte komt ook in de bestaande duingebieden ongewenste uitstuiving voor, met name daar waar een te arme duinvegetatie aanwezig is, waar jonge aanplant onvoldoende tot ontwikkeling komt, of waar de duintaluds te veel worden belopen. Het uitstuiven van onbegroeide zandlichamen kan worden voorkomen door het inzaaien van grassen met een sterk horizontale wortelstructuur. Deze methode kan echter niet worden toegepast in gebieden met aan- en overstuivend zand, zoals op de zeereep, op de taluds van zanddammen en in duingebieden, aangezien deze grassen reeds bij geringe zandbedekking verstikken. In dergelijke gebieden wordt vaak een beplanting aangebracht van duinvormende planten, die de eigenschap hebben met het geaccumuleerde zand mee in de hoogte te groeien, en die daardoor een min of meer blijvende zandvangende werking hebben. Bovendien houdt het wortelstelsel het zand vast.

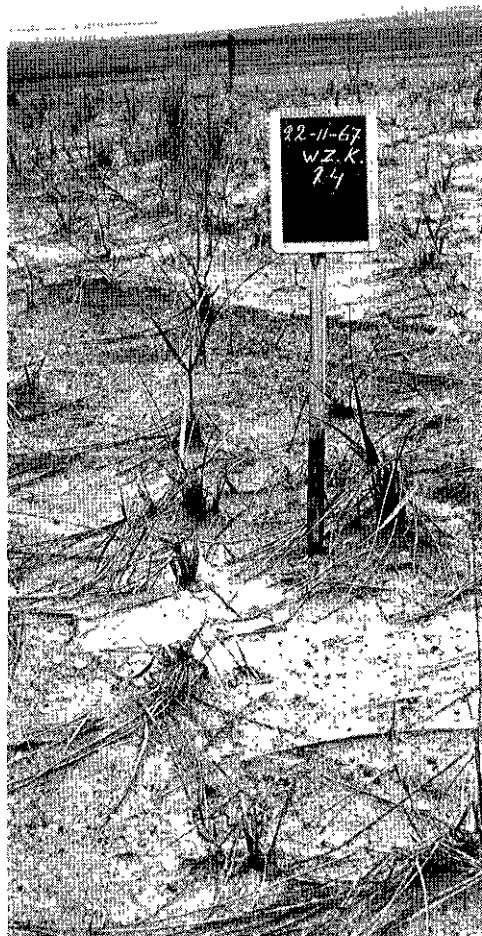
De ontwikkeling van de duinvormende vegetatie verloopt wanneer er geen bodembetering wordt toegepast, slechts langzaam. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door het lage voedselniveau van de bodem en door het blootwaaien van wortels, waardoor de planten vaak afsterven. De meeste duinvormende planten bereiken pas na 3 à 4 jaar hun optimale zandvangcapaciteit. Veelal is het echter gewenst om de zandstabiliteit reeds tijdens of

direct na het gereedkomen van een werk te verzekeren. Er bestaat dan ook behoefte aan een effectieve en goedkope methode om de ontwikkeling van duinvormende planten te versnellen. Hierbij kan gedacht worden aan verhoging van het voedselniveau door toediening van kunstmest en aan vergroting van de samenhang van het bodemmateriaal met kitmiddelen, waardoor het blootwaaien van wortels wordt voorkomen.

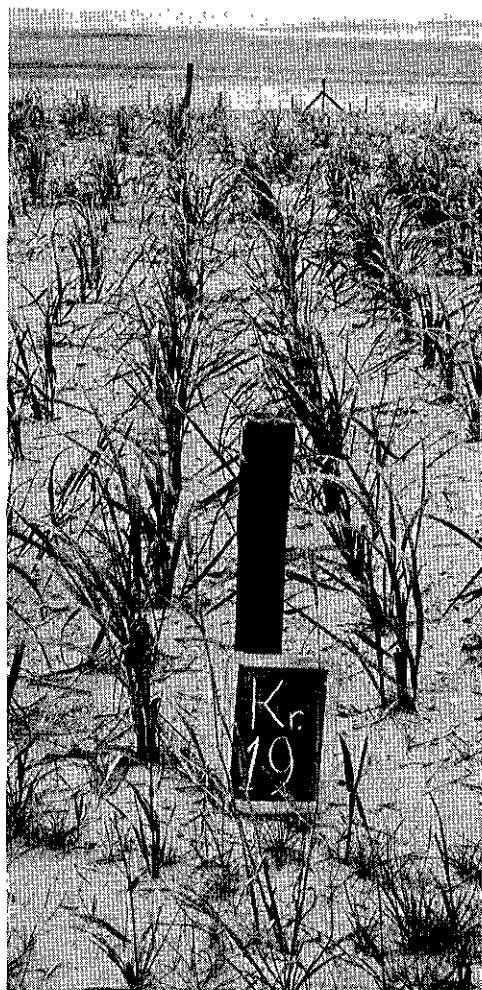
Om een overzicht te krijgen van de invloed van verschillende kunstmeststoffen en kitmiddelen op de duinvormende planten in relatie tot de kosten ervan, is in 1965 een werkgroep samengesteld, bestaande uit medewerkers van het Biologisch station 'Weevers' Duin', het Instituut voor Oecologisch Onderzoek, het Bureau Gemeenschappelijke Diensten van het Ministerie van Landbouw en van

de Rijkswaterstaat. Deze werkgroep heeft een aantal proefvelden doen aanleggen op de zanddam door het Brielse Gat ter plaatse van de Westplaat. Daar werden proeven genomen met de grassen helm, Noorse helm, zandhaver en biestarwegras.

Het was bekend dat reeds een geringe stikstofbemesting de groei van duinplanten sterk stimuleert. Als stikstofmeststof werd kalkammonsalpeter gekozen, omdat dit stikstof bevat in twee vormen: nitraat, dat direct door de wortels kan worden opgenomen, en ammonium, dat over een langere termijn geleidelijk ter beschikking komt. Uit vroegere onderzoekingen was ook bekend, dat de groei van duinplanten soms gestimuleerd kan worden door fosfor en kalium. Daarom werd ook bemest met superfosfaat en kalizout. Ook werden combinaties van de verschillende

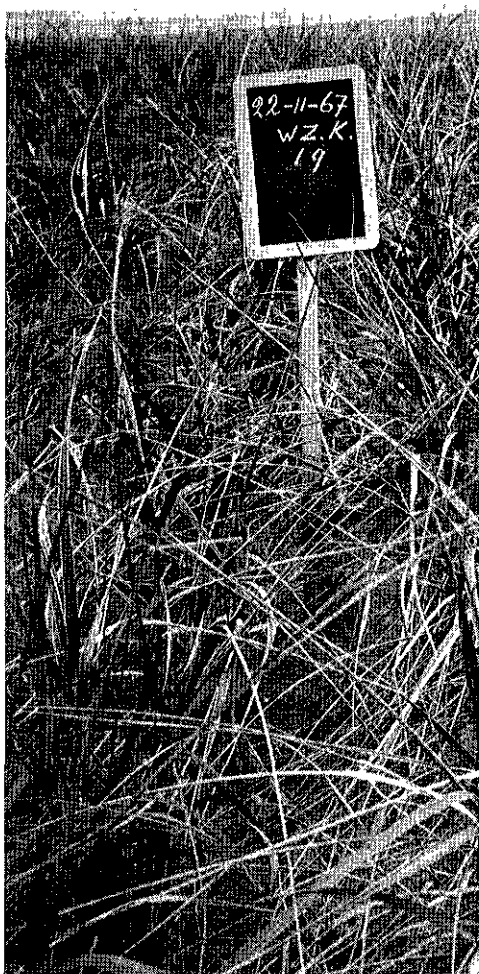


Groei van zandhaver, onbemest (links) en bemest (rechts) respectievelijk in de vroege zomer en de herfst



meststoffen in verschillende verhoudingen geprobeerd.

Als kitmiddelen werden emulsies gebruikt op basis van bitumen, olie of synthetische rubber, die de eigenschap hebben de zandkorrels aan het bodemoppervlak zodanig te binden, dat ze niet meer door de wind worden meegenomen. De emulsies werden zowel toegepast op al dan niet bemeste velden die waren ingeplant met de verschillende duingrassen, alsook op velden die met biestarwegras en helm waren ingezaaid. Tussen de proefvelden werden controlevelden aangelegd, die op gelijke wijze waren beplant of ingezaaid, maar die geen bemesting of kitmiddelen toegediend kregen. De biestarwegrasvelden werden op het strand aangelegd ongeveer tot aan de lijn van gemiddeld H.W. bij springtij. De velden met helm, Noorse helm en zandhaver lagen



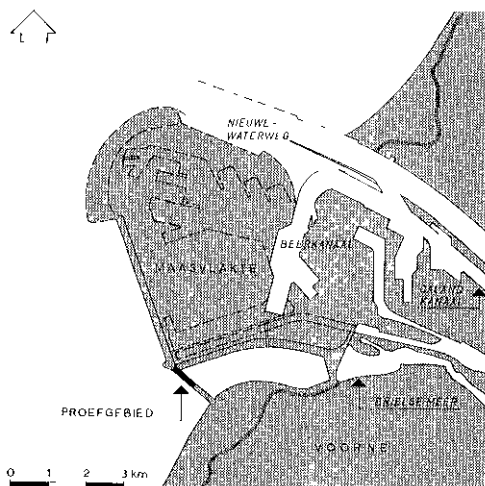
op het talud en gedeeltelijk op de kruin van de zanddam. Het resultaat van de bemesting en van de kitmiddelen werd gemeten in vakken van 4 m², die midden in elk proefveld waren afgepaald. Gemeten werden het gemiddeld aantal bladeren van 16 willekeurige pollen in elk vlak, de bedekkingsgraad ofwel het oppervlak van de projectie van de bladeren op de grond, de hoogte van de vegetatie boven de grond, de diepte van de beworteling in de grond, de gemiddelde bladbreedte, de fertiliteit, ofwel het aantal aren per vak, en de groenkleuring. Bovendien werden de proefvelden regelmatig gewaterpast om de uitwerking van de bemesting op de zandafzetting in de velden te kunnen vaststellen.

De proeven hebben uitgewezen dat de groei van duinplanten in belangrijke mate kan worden bevorderd door een geschikte meststof,

2 Meetresultaten van geplante helm

$\begin{matrix} P \\ 20 \end{matrix}$	FOSFOR
$\begin{matrix} N \\ 20 \end{matrix}$	STIKSTOF
$\begin{matrix} N & P \\ 20 & 20 \end{matrix}$	STIKSTOF + FOSFOR
$\begin{matrix} N & P \\ 80 & 20 \end{matrix}$	STIKSTOF (4x HOGERE CONCENTRATIE) + FOSFOR
$\begin{matrix} N & P & K \\ 80 & 20 & 20 \end{matrix}$	STIKSTOF (4x HOGERE CONCENTRATIE) + FOSFOR + KALIUM

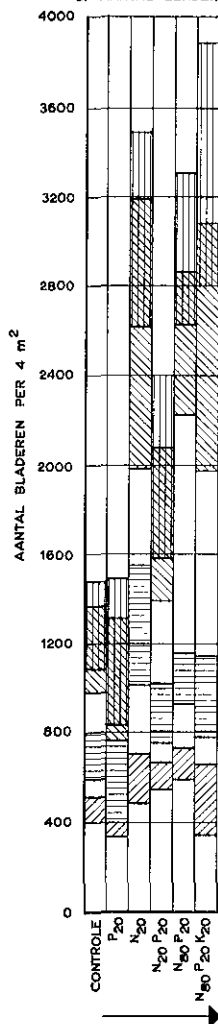
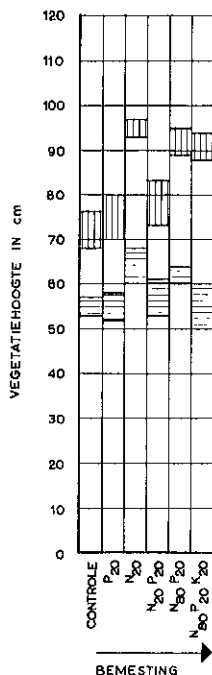
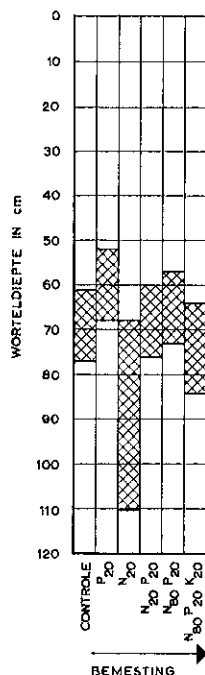
1 Ligging van het proefgebied



toegepast in de juiste dosering. Dit geldt zowel voor geplant als voor gezaaid materiaal. Het is echter van belang niet te veel of te lang achtereen te bemesten omdat de planten dan door excessieve groei kunnen verstikken en verdorren.

Om te kunnen bepalen welke bemesting men moet toepassen is het noodzakelijk vooraf een onderzoek in te stellen naar de geaardheid en het gehalte aan voedingsstoffen in de grond en te weten om welke planten het gaat. Een armeterige duinbegroeiing kan door bemesting belangrijk worden bevorderd, met name op de zeereep bij de overgang van helmbegroeiing naar een duinstruikbegroeiing. Helm en biestarwegras blijken met succes te kunnen worden gezaaid. Bij juiste bemesting kan het zaaigoed in één jaar tijds tot volle wasdom komen. Zonder bemesting duurt dat

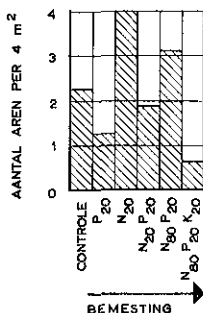
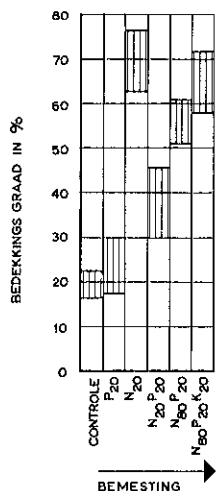
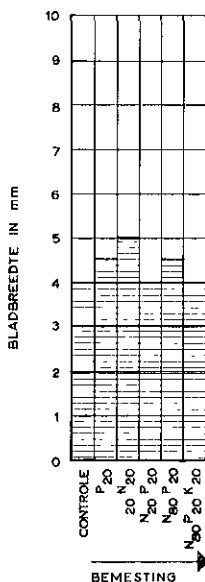
wel 3 tot 4 jaar. Gezien de aard van het zaai-goed kan men biestarwegras alleen uit de hand zaaien. Helm leent zich uitstekend voor machinaal zaaien, mits het terrein geen dwarshellingen vertoont steiler dan 1 : 5. Zaaïen heeft alleen dan succes als er in de eerste zes maanden geen uitstuiving en ook geen aanzanding van enige betekenis optreedt. Men kan de bodem tegen uitstuiving stabiliseren door het aanbrengen van kitmiddelen; door het in-eggen van stro in vlak terrein, of het zetten van stro-, en/of rietpoten in hellend of geaccidenteerd terrein; tenslotte ook door het plaatsen van schermen of door de grond met takken af te dekken. Een bezaaid perceel kan tegen aanzanding worden beschermd door het stuifzand buiten het perceel met schermen of stropoten op te vangen. Behalve door het tegengaan van niveauperanderingen kan men de groei van de kiemplant nog door andere ingrepen in de milieuomstandigheden bevorderen. Men kan de uitdroging van bodem en gewas verminderen door het in-eggen van stro of door het meezaaien van een zogenaamde dekvrucht, dat is een gewas dat sneller en vroeger ontkiemt dan de blijvende plant en die haar in de eerste ontwikkelingsfase beschermt. Helm, Noorse helm, biestarwegras en zandhaver blijken te kunnen worden gekweekt. Uit in het voorjaar geplant materiaal is bij optimale bemesting reeds hetzelfde najaar nieuw materiaal te steken. Hierdoor zijn belangrijke besparingen op de transportkosten mogelijk, als nieuw plantmateriaal uit andere kustgebieden zou moeten worden aangevoerd. Met het planten van zandhaver zijn geen onverdeelde gunstige ervaringen opgedaan, noch tijdens de proeven noch elders. Deze

INVLOED BEMESTING
OP AANTAL BLADERENINVLOED BEMESTING
OP DE VEGETATIEHOOGTEINVLOED BEMESTING
OP DE WORTELDIEPTE

DATUM VAN WAARNEMING

1 JUNI 1 JULI 1 AUG. 1 SEPT. 15 OKT 1967

HOOGTE VAN HET BLOKJE GEEFT DE SPREIDING
IN DE WAARNEMINGSUITKOMSTEN

INVLOED BEMESTING
OP DE FERTILITEITINVLOED BEMESTING
OP DE BEDEKKINGSGRAADINVLOED BEMESTING
OP DE BLADBREDTE

plant verliest 's winters zijn bladeren, waardoor er slechts een geringe bedekkingsgraad overblijft en uitstuiving gemakkelijk kan optreden. Bovendien wordt zandhaver veelal aan-gevreten door konijnen. Wel moet worden opgemerkt dat op sommige plaatsen langs de kust, met name in Zeeuws-Vlaanderen, zandhaver tussen de helmbegroeiing voorkomt en uitstekend gedijt.

Verouderde en deels afgestorven, ook te weelderig opgegroeide en daardoor weer ten dele verstikte duingrassbegroeiing kan ge-maaid worden, al moet gezegd worden dat het een lastig karwei is. Het maaien dient in het voorjaar te geschieden; spruitvorming en -ontwikkeling worden er namelijk door ge-stimuleerd, zodat tegen het stormseizoen weer voldoende opslag aanwezig is om verstuiwing te voorkomen. Bij juiste bemesting kan in een halfjaar tijds weer een verjongde vitale vegetatie van voldoende hoogte verkregen worden.

De beproefde kitmiddelen blijken indien toe-gepast tussen een reeds bestaande vegetatie geen duidelijk positieve maar eerder een negatieve invloed te hebben op de groei van helm en Noorse helm. Bij toepassing op zaai-goed zijn deze negatieve effecten bij bepaalde middelen niet geconstateerd. Bij zanddammen langs de kust kunnen de taluds waar zand kan aanstuiven op dezelfde manier behandeld worden als de zeereep. Ook is het raadzaam *in de overgangszone van de taluds naar de kruin een strook met duingrassen te bezaaien of te beplanten tot op de kruin om eventueel verstuiwend zand op te vangen. De kruin van de dam kan tegen ver- en uitstuiven be-schermd worden door een begroeiing, echter niet eerder dan dat het zoutgehalte van het bodemvocht voldoende verlaagd is. In het algemeen kan gesteld worden dat tenminste 6 cm neerslag op de zanddam moet zijn gevallen. Daarom zal het aanbeveling ver-dienen om direct na het onder profiel brengen van de zanddam het zand vast te leggen door het in-eggen van stro. Nadat het zoutgehalte voldoende gedaald is kunnen dan mengsels van bepaalde zaden worden gezaaid, waarna bemesting kan volgen. Is de begroeiing een-maal aangeslagen en het zoutgehalte nog verder verminderd, dan kunnen ook duin-struiken zoals duindoorn en vlier op daar-voor geschikte plaatsen worden geplant of gezaaid. Het zaaien van duindoorn is namelijk niet aan te raden op plaatsen waar veel stuifzand wordt verwacht, aangezien de kleine plantjes door dit stuifzand sterk worden aangetast. Op zulke plaatsen kan de duindoorn alleen geplant worden, nadat eerst*

een gras- of helmbegroeiing tot ontwikkeling gekomen is ter stabilisatie van de bodem. Op meer beschut terrein met weinig zand-verstuiving zijn op Goeree goede resultaten met zaaien van duindoorn verkregen. Uit de proeven kan geconcludeerd worden, dat de begroeiing op het meest zeewaartse deel van de zeereep met relatief geringe kosten nog belangrijk kan worden gestimu-leerd, voornamelijk door bemesting. Toch dient een dergelijke ingreep in de natuurlijke levensomstandigheden van de vegetatie met de grootste voorzichtigheid te geschieden. Immers de alferwegen optredende vervuiling van ons milieu is voor een gedeelte terug te voeren tot overmatige verrijking van water en bodem met plantenvoedingsstoffen. Uit experimenten blijkt, dat toevoeging van kunst-mest aan de bodem van voedselarme, min of meer stabiele levensgemeenschappen op korte termijn reeds een drastische vermin-dering van soorten ten gevolge heeft, in feite dus een verarming van de levensgemeen-schap, en een vermindering van stabiliteit van de vegetatie. Het gevaar voor bodemerosie neemt daardoor toe, en aldus kan het middel erger zijn dan de kwaal.

Aan het strand en op het voorduin hebben we te maken met een pioniersvegetatie in een instabiel milieu. Hier ligt de tolerantie van bemesting op de natuurlijke begroeiing anders dan in de meer gestabiliseerde levens-gemeenschappen. Immers op het voorduin behoort instabiliteit tot de essentiële ken-merken van het milieu. Verandering van één milieufactor, bij voorbeeld het fosfor- of nitraatgehalte van de bodem binnen de gren-zen van deze instabiliteit, komt daar ook bin-*non de natuurlijke variaties in het milieu voor.* Het is om deze reden dat de werkgroep zich bij haar onderzoek nadrukkelijk beperkte tot pionierplanten van strand en zeereep. De hier verkregen resultaten zijn echter uitdruk-kelijk niet van toepassing op duinterreinen die achter de eigenlijke zeereep liggen.

In het vorige nummer werd onder meer aandacht geschonken aan het milieu-onderzoek in het Deltagebied. In het desbetreffende artikel is gewezen op de contacten die de Rijkswaterstaat daarbij onderhoudt met een aantal instituten, waarvan er aan het slot twee met name werden genoemd, te weten het Biologisch Station 'Weevers' Duin' en het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Deze beide instituten worden in dit nummer middels een korte bijdrage bij de lezers geïntroduceerd.

In 1954 werd door de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen het 'Instituut voor Oecologisch Onderzoek' opgericht, met als taak het onderzoek naar de betrekkingen tussen hetzij levensgemeenschappen hetzij plant- of diersoorten en hun omgeving. Het Instituut kreeg twee vestigingen, een te Arnhem en een te Oostvoorne.

In Arnhem werden de centrale directie, het dierkundig oecologisch onderzoek, het vogel-onderzoek en het onderzoek naar de verspreiding van planten en dieren in de IJssel-meerpolders gevestigd. Het Biologisch Station 'Weevers' Duin' te Oostvoorne kreeg als opdracht het verrichten van botanisch-oecologisch onderzoek. Juist met het oog op dat onderzoek had men een situering gezocht in de onmiddellijke nabijheid van de natuurreservaten op Voorne. Deze terreinen hebben namelijk een zeer hoge waarde voor de natuurwetenschap. Sedert 1968 beschikt 'Weevers' Duin' over een modern geoutilleerd laboratorium, waar de verschillende onderdelen van de botanische oecologie tot hun recht kunnen komen. Op het ogenblik wordt 'Weevers' Duin' bemand door 16 personeelsleden, waaronder 6 academici. Volgens het ontwikkelingsplan van het Station zal het personeelsbestand over enkele jaren zijn opgelopen tot 25 man.

De mogelijkheden tot fundamenteel onderzoek zijn door de inrichting en de ligging van 'Weevers' Duin' uitzonderlijk groot. Door de uitvoering van een systematisch onderzoeksprogramma op floristisch, vegetatiekundig en milieukundig gebied ontstond een rijk gedetailleerd overzicht van het oecosysteem van het Voornse duin als geheel, en van de elementen waaruit het is

Het Biologisch Station 'Weevers' Duin' te Oostvoorne

opgebouwd. Het feit dat dit duingebied zones van verschillende ouderdom omvat, maakt het de onderzoekers mogelijk de dynamiek van de vegetatie- en bodemontwikkeling te bestuderen en een inzicht te verkrijgen in het verloop van de rijping van zowel de bodem als de vegetatie. Deze ontwikkeling wordt gekenmerkt enerzijds door toeneming van het aantal diersoorten en plantensoorten dat aan de levensgemeenschappen deelneemt, door groei en toenemende stabilisering van de structuur, anderzijds door veranderingen in de bodem die daarmee samengaan. In de bodem neemt met de ouderdom het gehalte aan organisch materiaal toe, wat tegelijk een toeneming betekent van daaraan gebonden voor de plantengroei belangrijke elementen als kalium, stikstof en fosfor. Daarentegen spoelt kalk uit. Zo ontstaat in de latere stadia een bodem die in lagen is opgebouwd, waarbij die lagen min of meer rijk zijn aan organisch materiaal, terwijl ze bovendien onderling verschillen naar hun scheikundige samenstelling.

Op basis van dit algemeen overzicht kunnen vragen worden geformuleerd voor nader onderzoek. Daarnaast verschaft een terrein als het Voornse duin met zijn grote structurele en oecologische verscheidenheid een unieke mogelijkheid om de toepasbaarheid van theoretische biologische mogelijkheden in de praktijk te toetsen. De reële kansen van een op grond van simulatiemodellen geopperde mogelijkheid hangen immers af van de mate waarin ze past in de reeds bestaande betrekkingen tussen de levensgemeenschappen.

De problemen die zich bij het oecologisch onderzoek voordoen, kan men op uiteen-

lopende wijze benaderen. In de loop der jaren is het onderzoek op 'Weevers' Duin' uitgegroeid tot een vrij groot aantal verschillende, doch samenhangende problemen, waarvan hierna de belangrijkste worden genoemd en omschreven

Het onderzoek en de kartering van flora en vegetatie van het onderzoeksgebied wordt nog steeds voortgezet ten behoeve van het al eerder genoemde totaalbeeld van het oecosysteem dat, gegeven het zeer dynamische karakter van het duinlandschap op Voorne, voortdurend aan wijzigingen onderhevig is. Door de uitvoering van diep in het milieu ingrijpende waterstaatswerken, zoals de aanleg van de Maasvlakte, de afdamming van het Haringvliet, de duinverzwaringen uit een oogpunt van beveiliging, treden bovendien belangrijke veranderingen op die niet

Ten gevolge van de grillige geomorfologische structuur van het Voorne kustgebied wordt het natuurterrein gekenmerkt door een bont patroon van uiteenlopende voor de plantengroei belangrijke bodemfactoren. Verloopt de intensiteit van dergelijke factoren min of meer geleidelijk, dan spreekt men van gradiënten. Voorne is zeer rijk aan gradiënten, van bij voorbeeld kalkrijk naar kalkarm, van alkalisch naar zuur, van hoog naar laag, van droog naar nat, van zout naar zoet, en van klei naar zand. Het samenspel van deze gradiënten, dat natuurlijk van plaats tot plaats verschilt, is in belangrijke mate bepalend voor de vegetatie. Het onderzoek van ecologisch belangrijke bodemeigenschappen draagt bij tot inzicht in de samenhang tussen bodem en vegetatie. Het is opvallend dat de in het onderhavige gebied optredende ver-



liggen in de lijn van de natuurlijke ontwikkeling. Het vegetatiekundig onderzoek zal zich verder vooral richten op de relatie tussen structuur en floristische samenstelling enerzijds en een aantal milieufactoren anderzijds. De ordinatiemethodiek, die momenteel op 'Weevers' Duin' wordt toegepast in aansluiting op de vegetatietypologie, leidt tot aanwijzingen omtrent de eisen die de betrokken soorten aan het milieu stellen. Deze aanwijzingen vragen om een experimentele toetsing.

Helmduin op het eiland Voorne

Er wordt voorts een onderzoek ingesteld naar de invloed van bodemverdichting – die tot stand kan komen door de bodem te beweiden met vee, dan wel door er recreatiegasten op toe te laten – op de samenstelling van de vegetatie. Ook deze vraagstelling kan door experimenten worden verdergeholpen.



Vleeskleurige orchis, een plant van de vochtige valleien

Blauwe zeedistel, een thans op Voorne in aantal achteruitlopende buitenduinplant

Herminium Monorchis, een zeldzame plant van grote gevoeligheid voor verschuivingen van het milieu



meerdering van organisch materiaal, bijvoorbeeld in de vorm van humus, samengaat met verhoging van onder meer de gehalten aan fosfaten en gebonden stikstof. Door parallele fosfaatbepalingen in bodem en plantensoort in de opeenvolgende fasen van ontwikkeling van het duingebied tracht men vast te stellen in hoeverre duinplanten kunnen profiteren van het op hoger niveau geraken van de fosfaatkringloop. Sedert enige jaren wordt ook de stikstofbinding onderzocht, onder meer door onderzoek naar de betekenis van wortelknolletjes bij duindoorn en els.

Het Biologisch Station verricht ook micro-meteorologisch onderzoek, en tracht zo inzicht te krijgen in het milieu van plant en dier voor zover het bepaald wordt door meteorologische factoren, als temperatuur en



vochtigheid van de lucht, windsnelheid, zonnestraling en warmtestraling. In de vegetatie heersen in dit opzicht heel andere, vaak meer extreme omstandigheden dan op grotere hoogte, waar de gewone meteorologische waarnemingen worden gedaan. De vegetatie speelt een grote rol bij het tot stand komen van dit microklimaat. Vooral de structuur van de begroeiing en de waterhuishouding blijken daarbij belangrijke factoren te zijn. Kan het klimaat nabij de grond dus sterk verschillen van dat op grotere hoogte, ook in horizontale zin treden in dit microklimaat grote variaties op, met name in natuurlijke vegetaties. Van decimeter tot decimeter kunnen verrassend grote verschillen optreden tussen plekken met en zonder mos, aan de noord- en zuidzijde van graspollen en op een hellend terrein. Naarmate men subtieler meet

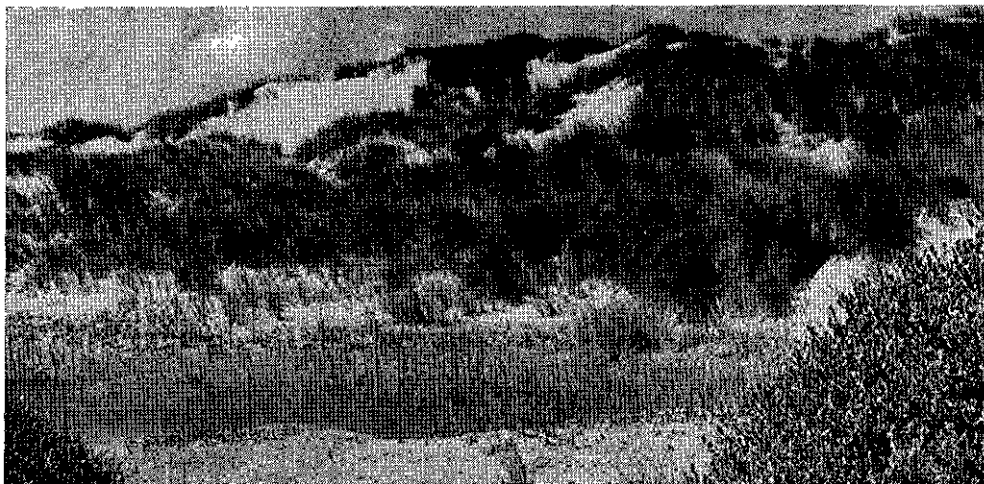
of, anders gezegd, zich interesseert voor het milieu van kleinere planten en dieren, merkt men een grotere diversiteit op in het milieu. Deze metingen stellen bijzondere eisen aan de apparatuur, die daarom dikwijls speciaal voor dit doel ontwikkeld moest worden. Gebleken is dat processen die micro-klimaten doen ontstaan dezelfde zijn als die welke de warmtehuishouding van het aardoppervlak bepalen. *Werkend in het micro-klimaat* komt men zo ook tot vraagstellingen betreffende de invloed van de vegetatie, of van de vernietiging ervan, op het macro-klimaat. In 1969 is op 'Weevers' Duin' een aanvang gemaakt met oeco-fysiologisch onderzoek, waarbij men ontkiemings- en kweekproeven uitvoert met een aantal kustplanten. De relatieve groeisnelheid en de spruit/wortel-verhouding van de gekweekte planten wordt

1 Het Quackjeswater bij Rockanje

2 Jonge duinvallei, die in het voorjaar onder water staat

1





2

gemeten. Ook wordt er chemische analyse verricht op gedroogd plantemateriaal. Voor dit onderzoek is een kas beschikbaar, waarvan de temperatuur in de winter regelbaar is. In de zomermaanden kan de kas gekoeld worden door er lucht van buiten in te blazen. De planten zijn tot nu toe veelal gekweekt in plastic potten, gevuld met duinzand. Het ligt in de bedoeling in de toekomst meer te gaan kweken op voedingsoplossingen. De gehalten van alle belangrijke ionen en van organische stikstof in het planteweefsel kunnen in het laboratorium van 'Weevers' Duin' bepaald worden.

Bij het experimenteel-oecologisch veldonderzoek wordt de invloed op de vegetatie-ontwikkeling nagegaan van afplaggen en van maaien; de invloed van konijnenvraat, die men vaststelt door de vegetatie-ontwikkeling te vergelijken op wel en niet omrasterde gedeelten; de invloed van veranderingen in de bodemstructuur op de vegetatiesamenstelling, alsmede de uitwerking van kunstmest op duingrasland en op duinvalleivegetaties. Veldproeven met duinvormende planten, en een onderzoek naar de invloed van kunstmest en kitmiddelen daarbij, hebben geleid tot een advies inzake vragen die bij het uitvoeren van de Deltawerken rezen omtrent de vastlegging van zanddammen door middel van een natuurlijke begroeiing. Bedoelde proeven worden in dit Bericht nader omschreven in het artikel 'Duinbestedingsproeven'. Het Biologisch Station heeft zijn aandacht ook gericht op de uitzonderlijk rijke insectenfauna van het onderzoeksgebied. De inventarisatie van de entomofauna werd bewerkt met faunistische en oecologische doelstelling. In het bijzonder werden de relaties nagegaan

tussen vlinder- en plantesoorten. Aan de experimentele kant van het onderzoek ligt de simulatie van biologische problemen. Aan de hand van waarnemingen in het veld wordt getracht, mede op basis van experimenten in het laboratorium, een model te bouwen van een bepaald biologisch proces. Experimenteren met dit model geeft de mogelijkheid een beter inzicht te krijgen in de werking van dit proces, in de factoren die er een rol in spelen en in de mate waarin ze bij het proces betrokken zijn.

Vóór de afsluitdammen die in het Delta-gebied gereedkomen, wordt een aanmerkelijke kustaanwas verwacht; er wordt bovendien rekening gehouden met de waarschijnlijkheid dat voor de kust op den duur een aantal zandplaten boven water zullen komen. 'Weevers' Duin' zal, als botanisch-oecologisch instituut dat gespecialiseerd is op duinonderzoek in Zuidwest-Nederland, ook deze terreinen in zijn onderzoek betrekken, en de mogelijkheid aangrijpen om deze eenmalige veranderingen tegemoet te treden met een breed onderzoeksprogramma. De rondom de afgesloten zeearmen gelegen terristische natuurterreinen bieden daarnaast een overvloed van onderzoeksmogelijkheden. Dank zij een zo zorgvuldig mogelijke inbreng in het planologisch overleg betreffende behoud en opbouw van natuurwetenschappelijke waarden bij de inrichting der Deltawerken door het Delta Instituut voor Hydrologisch Onderzoek te Yerseke en door het Biologisch Station 'Weevers' Duin' mag hier gerekend worden op ruime mogelijkheden voor botanisch-oecologisch onderzoek.

Bijdrage verzorgd door het Biologisch Station 'Weevers' Duin'.

Het in 1957 opgerichte Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen heeft tot taak een beschrijving en een analyse te geven van de veranderingen in flora en fauna die zich voordoen en mogelijk zullen voordoen als gevolg van de uitvoering van waterstaatswerken in het Deltagebied. Bij de uitvoering van deze taak werkt het Instituut al jaren samen met verscheidene overheidsdiensten, onder meer met de Deltadienst.

De taken op het gebied van de experimentele en de beschrijvende biologie die het Instituut op zich genomen heeft, worden thans uitgevoerd door 30 personeelsleden, waarvan 9 academici. Het Instituut heeft afzonderlijke afdelingen voor de bestudering van plankton, algen, hogere planten en dieren, gesteund door een chemisch laboratorium. Binnenkort, wanneer de ruimtelijke accommodatie te Yerseke zal zijn uitgebreid, worden nog enkele biologen-academici aangetrokken, onder anderen een experimenteel botanicus en een milieubioloog.

Voor het vormen van inzicht in het leven van waterorganismen in het Deltagebied is elementaire kennis nodig van de huidige en toekomstige waterloopkundige toestand in de getijwateren. Voor het verkrijgen van zulke gegevens heeft het Delta Instituut in een vroeg stadium contact gezocht met de in het Deltagebied opererende Rijkswaterstaatsdiensten, waar het grootste fonds aan kennis dien-aangaande mocht worden verondersteld. De gezochte gegevens werden in ruime mate beschikbaar gesteld, en bovendien werden in het belang van het onderzoek meer dan eens programma's gecoördineerd, veelal in die zin dat de voor de Rijkswaterstaat werkzame meetvaartuigen tijdens het uitvoeren van hun meetprogramma's ook monsters namen ten dienste van het Instituut. Een aantal voorbeelden kunnen de samenwerkingsvormen wellicht nader illustreren.

In 1965 werden, na de afsluiting van de Grevelingen, vanwege de Deltadienst stroommetingen gedaan in de mond van het Brouwershavense Gat; bij die gelegenheid werden voor het Instituut watermonsters getrokken

Contacten van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek met de Rijkswaterstaat

waarin levende cellen bleken voor te komen van het kiezelwier *Asterionella formosa*, hetgeen erop duidde dat zeer onlangs uit de rivieren afkomstig water het Brouwershavense Gat was ingestuwd. In een zout milieu kan dit kiezelwier immers niet lang in leven blijven. Het voorkomen ervan in het Brouwershavense Gat werd verklaard uit de waarneming dat water uit het Haringvliet om de kop van Goeree heen naar het Springersdiep werd gevoerd, waarbij de hoeveelheid van het Haringvlietwater in het Brouwershavense Gat rechtstreeks afhankelijk bleek van de bovenwaterafvoer.

Ook het voorkomen van mariene organismen in een brak milieu kan soms worden verklaard door de hydrografische toestand. Sedert 1965 maakte de dam door de Grevelingen de rechtstreekse afvoer van zoet bovenwater door de Grevelingen naar zee onmogelijk; het rivierwater werd sindsdien, vóór de afsluiting van het Volkerak, gedwongen een zuidelijker weg te nemen, en af te vloeien door de Oosterschelde. Deze zoete afvoer voltrok zich echter vooral in de oppervlakkige waterlagen. Door diepe geulen in de getijwateren vond een stroom plaats in omgekeerde richting, die zout water en daarin levende organismen aanvoerde van de Oosterschelde naar het Haringvliet. Dat verklaart de vondst van mariene kiezelwieren zoals *Biddulphia sinensis* in het Haringvliet. De vondst bevestigde op haar beurt de juistheid van de waarnemingen van tegengesteld gerichte zoute stromen op grote diepte in het tracé Oosterschelde-Haringvliet.

Een intensieve samenwerking met de afdeling Hydrometrie van de Deltadienst werd bereikt bij de bestudering van de veranderende zout-

gehalten in de Oosterschelde. In de winter 1965/66 daalde het zoutgehalte tot een minimale waarde van 9 g Cl/l tegen de tot dan toe normale waarde van 16 g Cl/l. De kreeftenparken en de kweekplaatsen van oesters en mosselen ondervonden van deze scherpe daling onmiddellijk nadeel; de kwekers probeerden de nadelige invloed te verhelpen door zakken zout aan de bewaarbassins toe te voegen. Vanwege hun gemeenschappelijke belangstelling voor het verschijnsel werd door het Delta Instituut en de Deltadienst gezamenlijk een breed meetprogramma opgezet, dat op 10 januari 1966 werd uitgevoerd door een groot aantal waarnemers in dienst van het Instituut, die vanaf de waterkant observaties uitvoerden, en een aantal meetvaartuigen van de Deltadienst. Zo werd een omvattende indruk van het verschijnsel ver-

kregen. Als gevolg van de buitengewoon hoge rivierafvoeren, die in Oost-Nederland en in Duitsland op vele plaatsen tot overstromingen hadden geleid, kwam water met een uitzonderlijk laag zoutgehalte door het Keeten de Oosterschelde binnen. Over grote gebieden trad tot aan de bodem menging op tussen dit vele opperwater en de met de vloed binnentrekkende zoutwatermassa's van de zee. De oostelijke kom van de Oosterschelde werd door de verlaging van het zoutgehalte in mindere mate getroffen dan de rest van die zeearm, maar wel over een langere periode. Pas in juni werd te Yerseke weer 15 g Cl/l gemeten, en in oktober pas 16 g Cl/l. De in het voorjaar gebruikelijke bloei van fytoplankton bleef in 1966 geheel achterwege, omdat het zoutgehalte toen nog niet hoger was dan 12 g Cl/l. Pas in mei en juni kwam



Onderwateropname van mosselen en hun doods-vijanden, zeesterren

het fytoplankton weer op normaal peil. Het onderzoek naar deze grote milieuveranderingen illustreert hoe vruchtbaar en van hoeveel belang voor de deelnemende partijen de samenwerking kan zijn tussen het Instituut en de Rijkswaterstaatsdiensten. Soortgelijke samenwerking als met de Deltadienst kwam naderhand ook tot stand met het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding. Als gevolg van het contact begon men op het chemisch laboratorium van het Delta Instituut analyses te verrichten van in tijwater gesuspenderd slib. Andere contacten groeiden nog met het Arrondissement Rotterdamse Waterweg. Stafleden van het Instituut werden uitgenodigd om zitting te nemen in een commissie ter bestudering van de problemen die rezen bij de uitgraving van het Brielse Gat en in verband met de slibberging in dat gebied. Inzake

de Westerschelde kwam een intensief contact tot stand met de studiedienst Vlissingen. Een Belgisch hydrobioloog kreeg in het raam van deze samenwerking gelegenheid zijn onderzoek naar de chemische, bacteriologische en planktonologische eigenschappen van de Schelde gedurende drie jaar ook over de Nederlandse Schelde uit te strekken. Het gehele onderzoek interesseerde het Hydrobiologisch Instituut in hoge mate, zodat het na afsluiting van het Belgische promotie-onderzoek de maandelijkse bemonsteringen vanuit Yerseke voortzette. De botanische afdeling van het Instituut vervult een adviserende rol in de Commissie Inrichting Delta-wateren, met name ten aanzien van de oecologische aspecten van de inrichting der toekomstige Deltameren en van de dan buitendijks gelegen gebieden. In verband met deze laatste gebieden verdiept de botanische afdeling zich ook in problemen rond de stimulering van duinvormende middelen die kunnen worden aangewend om nieuwgevormde zandlichamen vast te leggen.

Er zijn dus tal van stimulerende en vruchtbare contacten op te sommen met de Rijkswaterstaatsdiensten in het Deltagebied. Toch zou men met recht kunnen stellen dat het tot nu toe vermelde nog maar de inleidende fase is van een samenwerking die in de toekomst veel verder zal kunnen gaan. Een voorbeeld van nauwere samenwerking kan worden gevonden in de proeven met kunstmatige verwijdering van water met een hoog zoutgehalte uit diepe stroomgeulen, verricht in 1966. De hydrobiologen van het Instituut vreesden dat het in de Deltameren praktisch tot stilstand komende slechte Rijn- en Maaswater mogelijk van nog mindere kwaliteit zou kunnen worden door onvoldoende circulatie juist in geulen en troggen, en zij maakten die vrees aan de Deltadienst bekend. Deze dienst had dat probleem reeds onderkend, en naar de mogelijkheden tot verzoeting van diepgelegen watermassa's in het Brielse Gat al een onderzoek laten instellen. Spoedig werd door het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater, het Delta Instituut en de Deltadienst een gezamenlijk project op touw gezet, waarbij op grote diepte - 22,5 m - in het Veerse Meer de bruikbaarheid van een ontziltingsmethode met gecompriëerde lucht zou worden beproefd. De proef, die werd beschreven in Bericht nr. 37 (augustus 1966), leidde tot een zeer positief resultaat. De luchtbelenstroom die men op de geulbodem door geperforeerde buizen liet ontsnappen, zorgde voor voldoende menging; immers, 48 uur na het begin van de proef was 4,5 mil-

joen kg zout uit de diepe geul met meer oppervlakkig water vermengd. Samenwerking in deze nauwere vorm zal ook nodig zijn bij het veel moeilijker probleem van het vervuilde rivierwater. Weliswaar heeft men in Duitsland ingezien dat aan de snel toenemende vervuiling van de Rijn paal en perk moest worden gesteld, maar het gevaar voor Nederland is daarmee nog niet geweken. Het resultaat van de talrijke getroffen maatregelen is geweest dat de vervuiling de afgelopen jaren minder snel is voortgeschreden, maar werkelijke verbetering van de kwaliteit van het Rijnwater, zodat het voor ons geen bezwaar meer oplevert, is nog niet in zicht. Met name het gehalte aan zware metalen, moeilijk afbreekbare organische bestrijdingsmiddelen en fosfaten blijft veel te hoog. Fosfaatrijkdom is de basis voor een grote algenproductie; afgestorven algen consumeren de zuurstof in hun omgeving, en speciaal in diep water kan dat gevaarlijke toestanden in het leven roepen. Er zijn wel methoden bekend om fosfaten uit het water te verwijderen, die ook in drinkwaterbekkens en reinigingsinstallaties voor afvalwater wel met succes zijn toegepast, maar die eigenlijk niet goed bruikbaar zijn op de grote schaal waarop men ze in de Deltabekkens zou moeten toepassen. Ook deze moeilijkheid heeft de Deltadienst volledig erkend en onder ogen gezien. Sinds 1960 is een drietal commissies bezig om deze problemen van verschillende kanten te bekijken. De ene commissie onderzoekt door experimenten in het Brielse Meer het vraagstuk van de directe chemische defosfatering. De tweede gaat na hoe de kwaliteit van praktisch stilstaand water in het Haringvliet zich zal ontwikkelen. De derde commissie onderzoekt in hoeverre compartimentering van de afgesloten Oosterschelde door middel van één of twee secundaire dammen kan bijdragen tot het verbeteren van de waterkwaliteit in het gehele bekken of in gedeelten ervan. In al deze commissies vindt een hechte samenwerking plaats tussen verschillende afdelingen van de Deltadienst, de biologen van het Delta Instituut, en verscheidene andere biologische onderzoeksinstituten.

Bijdrage verzorgd door het Delta Instituut voor Hydrologisch Onderzoek.

Toen het noordelijk Deltagebied nog vrij toegankelijk was voor vloedwater uit zee, vervulde de Biesbosch de functie van bergingsgebied voor een deel van het bij storm tot gevaarlijk hoge stand oplopende vloedwater. Door deze 'komberging' werd een belangrijke verlaging van het stormvloedpeil in de aangrenzende wateren verkregen en daarmee een vergroting van de veiligheid tegen verdere overstromingen. Zoals reeds beschreven in Bericht nr. 33 (augustus 1965) was daarom aan de bedijkte gebieden van de Biesbosch, waar de landbouw wordt beoefend, de 'overstromingsplicht' opgelegd; de dijken rond deze polders haalden een kruinhoogte van slechts 2,60 à 3,20 m boven N.A.P.

Nu het Volkerak en het Haringvliet zijn afgesloten is deze kombergende functie van de Biesbosch komen te vervallen, d.w.z. behoeven de landbouwpolders hier niet meer voor noodberging van hoog vloedwater te worden gebruikt. Men is daardoor dus veel vrijer geworden voor wat betreft de bestemming van deze polders.

Over de aanpassing van de Biesbosch aan de nieuwe situatie en de nieuwe milieumomstandigheden is reeds een en ander medegedeeld in Bericht nr. 34 (november 1965). En er werd in dit Bericht ook reeds mededeling gedaan van de ideeën van de gemeente Rotterdam om in het zuidelijk gedeelte van de Biesbosch spaarbeekken aan te leggen. Deze plannen kregen inmiddels vaste vorm en zijn thans ook reeds in uitvoering. Behalve de gemeente Rotterdam is ook de provincie Noord-Brabant bij deze werken ter verbetering van de watervoorziening belanghebbende geworden. De polders van de Zuidwaard

hebben zo opnieuw een bestemming als waterberging gekregen, thans echter met een geheel ander doel.

De drinkwaterleiding der gemeente Rotterdam, die sinds 1874 zorgt voor de drinkwatervoorziening van Rotterdam en omstreken, gebruikt als grondstof water uit de Rijn. Het grondwater in de omgeving is namelijk brak tot zout en als grondstof ongeschikt, terwijl het duinareaal in het Westland en op Voorne slechts zeer beperkt van omvang is en onvoldoende zoet water bevat.

Het rivierwater was aanvankelijk van goede kwaliteit en tevens in overvloed aanwezig. Lang heeft deze gunstige situatie niet geduurd, want reeds omstreeks de eeuwwisseling begon de kwaliteit van het oppervlaktewater achteruit te gaan ten gevolge van de industriële ontwikkeling in het stroomgebied van de Rijn. De vervuiling van de Rijn, die tot de huidige dag voortduurt, heeft de drinkwaterleiding genoopt haar zuivering steeds verder uit te breiden en te verbeteren. In de loop der tijden moest men overgaan van eenvoudige biologische filtratie tot volledige chemische zuivering. Naast de ontwikkeling in het achterland is ook de uitbreiding van Rotterdams havengebied van invloed geweest op de natuurlijke kwaliteiten van het Rijnwater. Nieuwe of uitgediepte havens en de voortdurende verdieping van de Nieuwe Waterweg veroorzaakten dat het zoute zee-water bij vloed steeds verder de rivier kon optrekken, zodat de inlaat van het drinkwaterbedrijf uiteindelijk nog slechts enkele uren per dag gebruikt kon worden. Om in de sterk toenemende behoefte aan drinkwater te kunnen voorzien, werd in 1961 een begin gemaakt met de bouw van een

tweede zuiveringsbedrijf. Als vestigingsplaats werd het eiland Berenplaat gekozen, op het splitsingspunt van Spui en Oude Maas. Hier kon men een spaarbekken aanleggen van voldoende inhoud om een periode met kwalitatief slecht water te overbruggen. Tijdens de bouw van dit bedrijf ondervond de drinkwatervoorziening nogmaals grote moeilijkheden. Door een samenloop van klimatologische omstandigheden moest in januari 1963 vier dagen lang water worden geleverd dat vanwege het veel te hoog zoutgehalte nauwelijks drinkbaar was. Deze gebeurtenis, in het bedrijf bekend als 'de zoutinvasie', was voor B. en W. van Rotterdam aanleiding een commissie in te stellen die tot taak kreeg te adviseren over alle maatregelen die tot verbetering van de drinkwatervoorziening van Rotterdam zouden kunnen leiden.

In het door de commissie in juli 1965 uitgebrachte rapport wordt onder andere gesteld dat de drinkwatervoorziening van Rotterdam en omgeving ook in de toekomst, wanneer het verbruik zal stijgen tot 160 miljoen m³ (1980) en tot 250 miljoen m³ (2000), blijft aangewezen op oppervlaktewater. Deze grote hoeveelheden zullen alleen geleverd kunnen worden door de Rijn en de Maas en gezien de fluctuaties in de afvoer en de verontreiniging van deze rivieren kan aan constante wateronttrekking niet gedacht worden. Er zal derhalve gebruik gemaakt moeten worden van spaarbekkens. Zoekend naar terreinen waar deze bekkens aangelegd zouden kunnen worden, heeft de commissie achtereenvolgens onttrekking van water aan het IJsselmeer, infiltratie en winning op de Veluwe, aanleg van bekkens in de Hoekse Waard en aanleg van spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch als mogelijkheden in beschouwing genomen. Tenslotte kon een duidelijke voorkeur voor aanleg van spaarbekkens in de Zuidwaard van de Biesbosch worden uitgesproken, en wel op grond van deze overwegingen:

In plaats van Rijnwater kan in de Biesbosch het betere Maaswater worden ingenomen; aangezien de Maas niet steeds voldoende water leveren kan, moet overschakeling van onttrekking aan de Maas op onttrekking aan de Rijn mogelijk zijn. In de Biesbosch kan dat via de Nieuwe Merwede ten allen tijde gemakkelijk worden gerealiseerd. Het transport van water uit de Biesbosch naar Rotterdam is economisch aanvaardbaar.

Later bleek bovendien nog dat de geologische situatie uiterst gunstig is; de Zuidwaard van de Biesbosch bevat een nagenoeg water-ondoorlatende laag op een diepte variërend van 12 m tot 28 m beneden N.A.P. Deze

zogenaamde formatie van Kedichem kon voor de spaarbekkens de functie van afsluitende bodem vervullen.

Het spaarbekkenplan

Na het gereedkomen van het eindrapport van de Commissie Drinkwatervoorziening Rotterdam is door de Drinkwaterleiding een begin gemaakt met een nadere bestudering en uitwerking van de in het rapport vermelde conclusies en aanbevelingen. Inmiddels had de Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid aan het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening opdracht gegeven voor geheel Nederland een basisplan op te stellen voor de watervoorziening tot het jaar 2000. Reeds spoedig bleek dat in westelijk Nederland op grote schaal oppervlaktewater zou moeten worden opgeslagen. Onder invloed van dit gegeven evolueerde het oorspronkelijke plan tot een nieuwe opzet, waarbij het leveringsvermogen opgevoerd kon worden tot 500 miljoen m³/jaar. De helft daarvan is bestemd voor Rotterdam en omgeving, de andere helft voor Zeeland, Noordwest-Brabant en mogelijk nog andere gebieden.

Het inpassen van de bekkens in de landschappelijk zeer gevoelige omgeving die de Biesbosch met zijn grote recreatieve mogelijkheden nu eenmaal is, eiste veel zorg. Alle plannen werden daarom getoetst aan de inzichten van een begeleidingsgroep waarin deskundigen op waterstaatkundig, landschappelijk, recreatief, agrarisch en bestuurlijk niveau zitting hadden.

Het definitieve plan omvat drie bekkens in de Zuidwaard, met de namen Zuiderklip, De Gijster en Honderd en Dertig, en in de Noordwaard het bekken Petrusplaat. De kruinhoogte van de ringdijken rond de bekkens bedraagt N.A.P. + 8,50 m, de maximale waterstand in de bekkens is bepaald op N.A.P. + 6,50 m. De bodemdiepte van de bekkens varieert van N.A.P. - 9 m tot N.A.P. - 15 m, afhankelijk van de ligging van de water-ondoorlatende laag in de ondergrond. Ten einde opbarsten van de bodem bij lage waterstanden in de bekkens te voorkomen laat men bij de ontgraving een in dikte variërende zandlaag op de ondoorlatende laag achter. De bekkens worden gevoed door een inlaatpompstation aan het Spijkerboor. Dit pompstation heeft als tweede functie het transport van water uit de Zuiderklip naar de De Gijster, telkens wanneer het peil in de bekkens daalt tot beneden N.A.P. - 8 m. Het pompstation Kerkslot, aan de westzijde van de De Gijster, heeft eveneens twee functies. In de eerste plaats wordt het gebruikt om water uit de





Uitvoering van de spaarbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat (juni 1970).

In de polder Honderd en Dertig is een culterzuiger bezig in een grondsluis zand te winnen en via een drijvende leiding in het dijkprofiel te persen.

Een tweede zuiger is in het Gat van de Kerksluut bezig zand te winnen en dat te spuiten in de onderslag van de zuidelijke dijk. In de polder Petrusplaat is reeds duidelijk de afscheiding te zien tussen spaarbekkens en bedrijfs-terrein, terwijl ook de cunetten voor de ringdijk reeds gegraven zijn. Tussen de beide bekkens is de plaats te zien van de zinkersleuf en de persleiding voor het zandtransport.

De Gijster naar de Honderd en Dertig te pompen. Maar tevens kan dit pompstation direct water aan de rivier onttrekken. De waterlevering kan dank zij deze voorziening reeds beginnen vóór de beide oostelijke bekkens gereed zijn, terwijl deze bekkens ook later geheel of gedeeltelijk buiten bedrijf gesteld kunnen worden zonder de waterlevering te onderbreken. Verder zijn nog twee pompstations geprojecteerd met een enkelvoudige functie, namelijk het pompstation Honderd en Dertig voor watertransport naar het bekken Petrusplaat en het inlaatpompstation op het bedrijfsterrein Petrusplaat voor de voeding van het halfzuiveringsbedrijf. De verbindingskokers tussen de verschillende bekkens worden uitgevoerd als dubbele betonnen leidingen met een diameter van twee meter. Aangezien de bekkens, met uitzondering van de Petrusplaat, niet over land bereikbaar zijn, is bij elk bekken een loskade ontworpen.

Door de bouw van een pompstation aan de Nieuwe Merwede zal het mogelijk zijn Rijnwater in te nemen en naar verkiezing te transporteren naar de Honderd en Dertig, de Petrusplaat of direct naar het halfzuiveringsbedrijf.

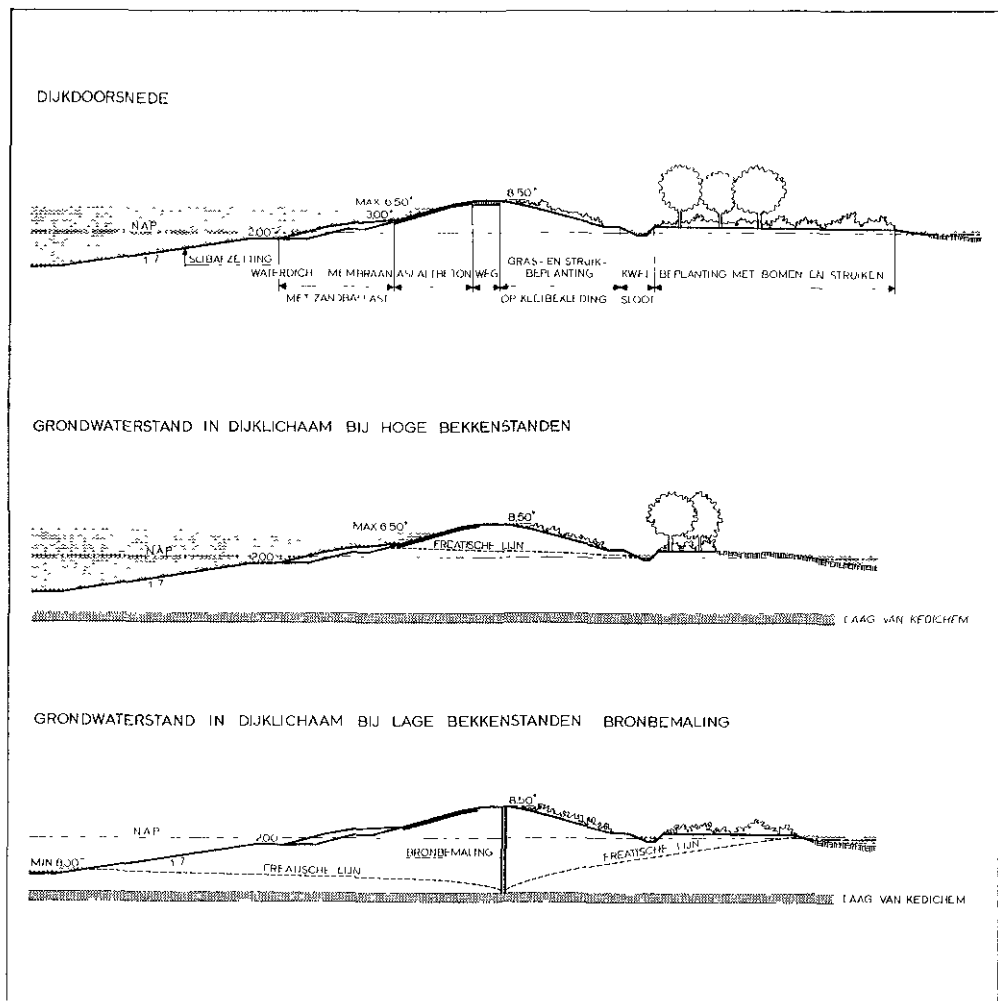
De ringdijken van de spaarbekkens worden opgespoten met het uit de bekkens vrijkomende zand. De taluds krijgen een helling van 1 : 4. Het binnentalud zal van N.A.P. + 3 m tot N.A.P. + 8,50 m bekleed worden met asfaltbeton, van N.A.P. + 3 m tot N.A.P. - 2 m met een waterdicht membraan, afgedekt met zandballast. Beneden N.A.P. - 2 m krijgt het talud een helling van 1 : 7. Dit gedeelte zal niet voorzien worden van een waterdichte bekleding, maar worden afgedekt met een laag

slib, ten einde de kwel te verminderen. De buitentaluds worden ingezaaid met gras en plaatselijk beplant met struiken. Op de voorlanden wordt een hoger opgaande beplanting aangebracht.

Grondwaterstanden en bronbemaling in de ringdijken om de spaarbekkens

Functie en uitvoering van de verschillende bekkens

Naast de voorraadvorming is bij voldoende verblijftijd ook de kwaliteitsverbetering van het rivierwater in deze bekkens gegarandeerd. De verbeteringen zullen vooral bestaan in vermindering van het gehalte aan zwevende en organische stof, vergroting van het zuurstofgehalte, oxidatie van ammoniak en verbetering van de smaak van het water. De Zuiderklip en de De Gijster functioneren vooral als voorraadbekkens. In tijden met



normale rivierafvoeren zullen deze bekkens steeds geheel gevuld zijn. In een droge periode moet de aanwezige watervoorraad worden aangesproken. Onder extreme omstandigheden zullen deze bekkens zo'n laag niveau krijgen dat van verblijfsduur in het bekken geen sprake meer kan zijn. Om het zelfreinigend vermogen in bekkens tot zijn recht te laten komen is evenwel een minimaal verblijf van 3 weken benodigd. Deze verblijftijd wordt gewaarborgd door de Honderd en Dertig en de Petrusplaat. Die bekkens hebben namelijk geen voorraadfunctie; het zijn zogenaamde procesbekkens. Ze zullen vrijwel steeds gevuld zijn om aan het water de verblijftijd te geven die nodig is voor kwaliteitsverbetering.

Doordat de bekkenbekleding niet volledig waterdicht is, zal er in de dijklichamen een grondwaterstroom ontstaan. In de procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat zal die stroom ten gevolge van de permanente hoge bekkenstanden steeds de vorm hebben van een naar buiten gerichte kwel. In de beide andere bekkens zal dit in de meeste gevallen ook het geval zijn. In droge jaren echter zal het waterniveau daar kunnen dalen tot beneden de buitenwaterstand. De stroomrichting zal dan omgekeerd zijn. De slibafdekking op het binnentalud zou daardoor in gevaar kunnen komen omdat de grondwaterstroom de neiging heeft de sliblaag van het talud af te drukken. Om dit gevaar te keren wordt in de dijken van deze bekkens een bronbemaling aangebracht. De bemaling zal in werking worden gesteld zodra het waterniveau in de bekkens daalt beneden de buitenwaterstand. Hierdoor ontstaat een stroming naar het hart van de dijk toe, waardoor het aflichten van de sliblaag voorkomen kan worden. Het opgepompte water kan afhankelijk van de kwaliteit in het bekken worden gebracht of naar het buitenwater worden afgevoerd.

Om per eenheid van oppervlakte een zo groot mogelijke watervoorraad op te kunnen slaan is bij de aanleg van de bekkens gestreefd naar een zo groot mogelijke diepte. Ten gevolge van de grote diepte kan evenwel laagvorming of, zoals men in vakkringen zegt, stratificatie van het water optreden. Het water wordt dan gescheiden in lagen van verschillende temperatuur, dichtheid, viscositeit en chemische en/of biologische eigenschappen. Een dergelijke stratificatie ontstaat in het algemeen tijdens windstille perioden in het voorjaar of de zomer. Het water aan de oppervlakte wordt dan gedurende enkele dagen sterk verwarmd door de zonnestraling, terwijl

door de afwezigheid van wind geen menging optreedt met het water op grotere diepte. Uiteindelijk resulteert dit in een watermassa waarin drie lagen duidelijk kunnen worden onderscheiden: een warme oppervlaktelaag, het epilimnion, een koude onderlaag, het hypolimnion dat nog maar in zeer beperkte mate komt tot uitwisseling met de bovenliggende lagen, en daartussen een laag met een sterk temperatuurverloop, de zogenaamde spronglaag.

Wanneer een dergelijke stabiele stratificatie ontstaan is, heeft de wind alleen nog maar invloed op de circulatie in het epilimnion, terwijl het hypolimnion nauwelijks meer in beweging wordt gebracht. Doordat het diepe water niet meer aan de oppervlakte komt, wordt er geen zuurstof meer aan toegevoerd. Veel dierlijke en plantaardige organismen zoals algen, die aan de oppervlakte gevormd worden en die vervolgens bezinken, sterven juist op deze grotere diepten af, waardoor een groot zuurstofverbruik optreedt; het kan zelfs komen tot reductie van bepaalde bestanddelen in het water en het bodemslib. Het water in dit anaërobe milieu is ongeschikt voor de drinkwaterbereiding.

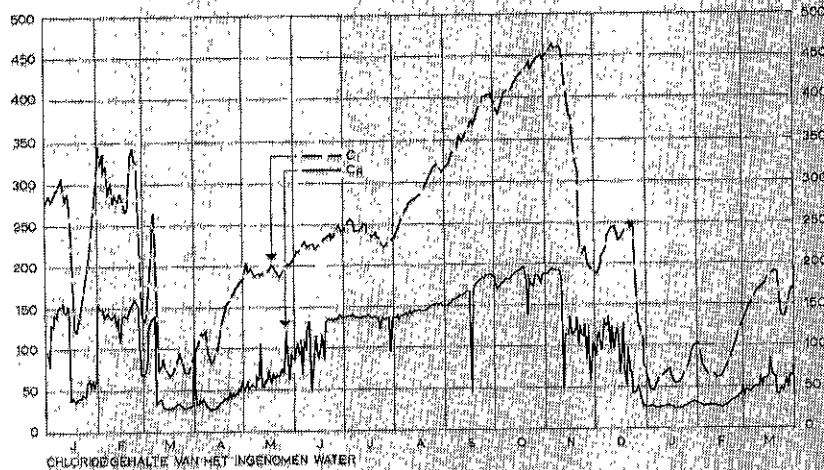
Het is derhalve noodzakelijk een volledige menging van het water in stand te houden gedurende het gehele jaar. Menginstallaties, in de vorm van luchtbellenschermen, zullen ervoor moeten zorgen dat het water goed gemengd blijft en dat voldoende zuurstoftransport tot op de bodem toe gewaarborgd is.

Bepaling van het leveringsvermogen

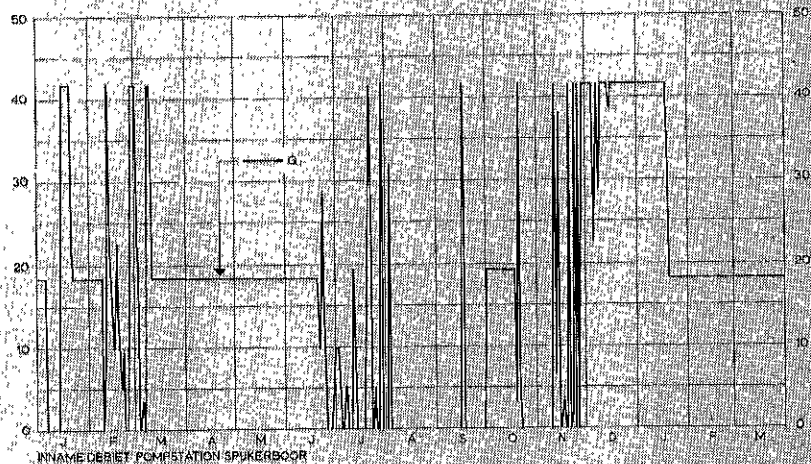
Het leveringsvermogen van de bekkens wordt bepaald door de beschikbaarheid van rivierwater en wel speciaal van Maaswater, en door de kwaliteitseisen die men aan het drinkwater stelt.

Kritisch met betrekking tot de beschikbaarheid van Maaswater zijn uiteraard de droge jaren, wanneer de grootste periode met de inhoud van de bekkens moet worden overbrugd. Aan de hand van de gemeten dagelijkse afvoeren van de Maas gedurende de laatste 60 jaar zijn enige kritische afvoerpatronen gezocht en is de kans van voorkomen ervan statistisch bepaald. Om een nauwkeurig beeld te krijgen zijn in deze afvoergegevens de reeds plaatsvindende en nog te verwachten onttrekkingen en suppleties bovenstrooms van de Biesbosch verwerkt. Voorts is ervan uitgegaan dat bij Maasafvoeren beneden de 25 m³/sec geen water voor de bekkens meer kan worden onttrokken. Bij afvoeren groter dan 25 m³/sec zal

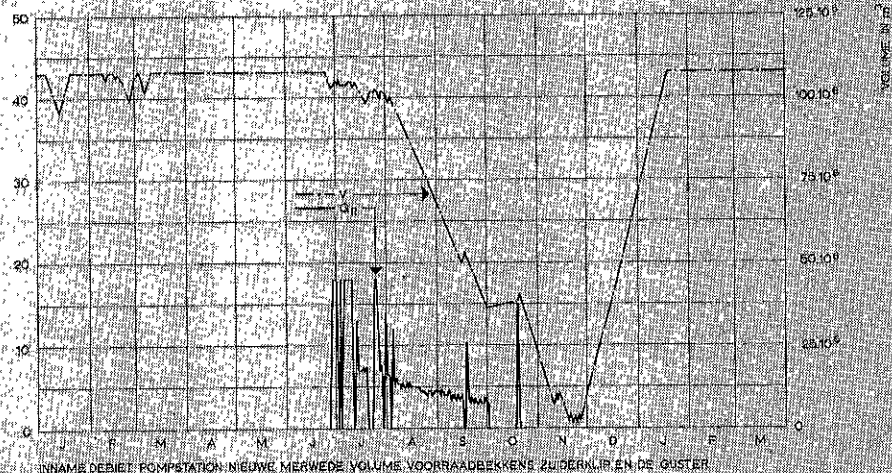
Cl in mg/l



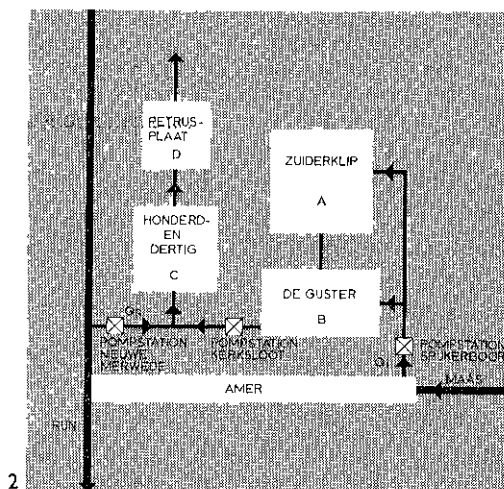
INNAMESDEBIET IN m³/sec



INNAMESDEBIET IN m³/sec



- 1 Capaciteitsberekening voor het ongunstige jaar 1947-1948
- 2 Schema van het zuiveringscircuit



de onttrekking steeds zodanig zijn dat er minstens $25 \text{ m}^3/\text{sec}$ resteert.

Van de eisen die aan het drinkwater moeten worden gesteld is er tot nu toe maar één die zich leent voor een mathematische bewerking, en wel het gehalte aan chloride-ionen. Dit gehalte kan eenvoudig gerelateerd worden aan de afvoer van de rivier. Gebleken is echter dat aan de overige criteria kan worden voldaan, indien aan het chloridegehalte een scherpe grens wordt gesteld. De productie van zuiver drinkwater is afhankelijk van een groot aantal wisselende factoren. Allereerst van het feit dat zowel water uit de Maas als uit de Rijn in de bekken ingenomen kan worden; een volgende onzekere factor is dat het chloridegehalte van deze rivieren sterk verschilt, maar dat ze elkaar via menging in de Amer nog kunnen beïnvloeden; verder

C_R = CHLORIDE GEHALTE RIN

C_L = " " SPUKERBOOR

C_{A+B} = " " BEKKENS ZUIDERKLIP + DE GUSTER

C_C = " " BEKKEN HONDERD EN DERTIG

C_D = " " BEKKEN PETRUSPLAAT

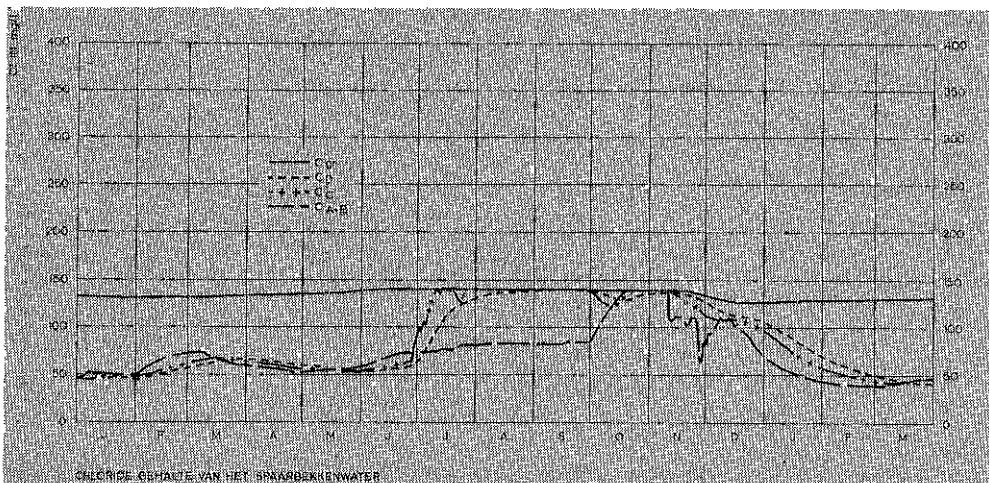
C_{gr} = MAX TOELAATBAAR CHLORIDE GEHALTE BEKKEN PETRUSPLAAT

Q_R = INNAME DEBIET POMPSTATION NIEUWE MERWEDE (MAX $18 \text{ m}^3/\text{sec}$)

Q_L = " " " SPUKERBOOR (MAX $42 \text{ m}^3/\text{sec}$)

V = VOLUME BEKKENS ZUIDERKLIP + DE GUSTER

1



moet er rekening mee gehouden worden dat in het zuiveringsproces een toename van het chloridegehalte plaatsvindt ten gevolge van een chloordosering voor desinfectie en afbraak van resterend organisch materiaal en ammoniak, waarbij de temperatuur van het spaarbekkenwater ook nog een rol speelt. De berekening van het leveringsvermogen is derhalve zeer gecompliceerd; vanwege de veelheid der bepalende factoren wordt dit rekenwerk uitgevoerd op een computer. Een veilig leveringsvermogen van 500 000 m³ per jaar kon worden berekend op grond van de gegevens over het droge jaar 1947. Dit is een verdubbeling van wat men in eerste instantie met het spaarbekkenplan, zoals dat in de Commissie Drinkwatervoorziening Rotterdam in 1965 was vastgesteld, gedacht had te kunnen bereiken. De inhoud van de spaarbekkens is bij de herziening nauwelijks toegenomen en er is ook geen afbreuk gedaan aan de kwaliteitseisen. Voorwaarde is wel dat het ingenomen water direct gemengd wordt met de aanwezige inhoud, waardoor een egalisering van de kwaliteit van het ingenomen water bereikt wordt.

Uitvoering

In december 1969 is een aanvang gemaakt met de aanleg van de bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat met bijbehorende pompstations, loskaden, verbindingsskokers en zuiveringswerken. In 1973 moet dit deel van het werk gereedkomen, waarna met de waterlevering begonnen kan worden. Bij de aanleg van de ringdijken wordt globaal de volgende werkwijze gevolgd. Ter plaatse van de ringdijken wordt de aanwezige klei tot op de zandlaag ontgraven. De vrijkomende specie wordt deels gebruikt als perskade aan de binnenzijde van het toekomstige dijkprofiel, deels buitendijks in depot gebracht. Tussen perskade en bestaande bandijk wordt zand geperst tot N.A.P. + 5 m. Een deel van het opgespoten zand wordt vervolgens in den droge onder profiel gebracht tot de uiteindelijke hoogte bereikt wordt. Op het buitentalud van de dijk wordt in depot opgeslagen klei aangebracht. Op het binnenbeloop van de ringdijken wordt vervolgens een asfaltbekleding aangebracht. Deze werkzaamheden moeten uitgevoerd worden terwijl in de bekkens de zandwinning in volle gang is en het buitenwater in de polders staat. Om deze werken, die in den droge uitgevoerd moeten worden, mogelijk te maken, wordt op een afstand van 55 meter uit de perskade een tweede kade gelegd. Tussen deze hulpkade

en de ringdijk kunnen dan de asfaltbekledingen worden aangebracht. Steeds wanneer de asfaltbekleding over een bepaalde lengte gereedgekomen is, wordt een dwarsdam tussen ringdijk en hulpkade aangebracht en de tijdelijke kade over deze afstand verwijderd. Hierna kan begonnen worden met het cutteren van het onderwatertalud, waarbij er voor gezorgd wordt dat de specie die bij het laden over de bakken stroomt op het onderwatertalud terecht komt, zodat de gewenste sliblaag ontstaat.

Het zand voor de ringdijken van beide bekkens komt van de zandwinning in de Honderd en Dertig. Het zand uit deze polder is namelijk van betere kwaliteit dan het zand uit de Petrusplaat. Voor het zandtransport naar de Petrusplaat is daartoe, naast de zinkersleuf door het Gat van Van Kampen en het Gat van Honderd en Dertig, een steiger gebouwd waarop twee persleidingen zijn aangebracht. In deze leiding zijn twee zinkers aangebracht om de scheepvaart in de geulen niet te belemmeren.

Behalve de hoeveelheden zand die verplaatst moeten worden ten behoeve van de aanleg van de ringdijken moet er nog een hoeveelheid van 23 miljoen m³ afgevoerd worden. Dit zand wordt gebruikt voor het bouwrijp maken van een industrieterrein in de gemeente Moerdijk. Om dit grote transport mogelijk te maken zijn verschillende vaargeulen in de Biesbosch aanzienlijk verbreed en verdiept.

De bouw van de overige bekkens en het pompstation Spijkerboor zal aangepast worden aan de afzet van het bedrijf. Het bekken De Gijster moet worden uitgevoerd in de periode 1973-1976, het bekken Zuiderklip omstreeks de jaren 1978-1982.

Naast de werken in de Biesbosch zelf is ook een begin gemaakt met de aanleg van de watertransportleidingen naar Rotterdam. Uiteindelijk zal dit transport plaatsvinden door drie leidingen: twee met een inwendige diameter van 1,4 m naar het productiebedrijf Kralingen en één met een diameter van 1,8 m naar het bedrijf op de Berenplaat. In eerste instantie zullen slechts twee leidingen aangelegd worden, namelijk één naar Kralingen en één naar de Berenplaat. Op een later tijdstip zal dan de tweede leiding naar Kralingen uitgevoerd worden. Van de grote zinkers in het leidingtracé is de zinker door de Nieuwe Merwede reeds aangebracht.

Bijdrage verzorgd door de Drinkwaterleiding der gemeente Rotterdam.

In ons sterk geïndustrialiseerde en dichtbevolkte land is de behoefte aan water thans zo groot dat de overheid behalve bij de beïnvloeding van de hydrologische kringloop ook een taak op zich moet nemen ten aanzien van de evenwichtige afweging van waterbehoeften in termen van kwaliteit zowel als van kwantiteit. Bij het milieu-onderzoek in het Deltagebied worden kwaliteit en kwantiteit van het water steeds in nauwe samenhang met elkaar onderzocht.

Hoe meer ons oppervlaktewater echter verontreinigd wordt, hoe meer de aandacht valt op de kwalitatieve aspecten.

Waterkwaliteit

Het begrip waterkwaliteit is eigenlijk te sub-jectief om in de praktijk te kunnen worden gebruikt voor de beoordeling van water, tenzij er meteen bij gezegd wordt welke bestemming voor het water men op het oog heeft, en tenzij men de term door middel van normen of richtlijnen nader vastlegt.

Naast richtlijnen die afhankelijk zijn van de beoogde bestemming kunnen dan ook nog een aantal algemene normen voor 'gezond' oppervlaktewater worden vastgesteld. De memorie van toelichting bij de Wet inzake de verontreiniging van oppervlaktewateren zegt in dit verband: water moet geschikt zijn als grondstof voor de bereiding van drinkwater dat tegen redelijke kosten kan worden gedistribueerd; water moet als zodanig bruikbaar zijn voor industriële doeleinden; water moet geschikt zijn als grondstof voor de be-

reiding van industriewater waaraan niet zulke strenge eisen worden gesteld als aan leidingwater; het moet als zodanig geschikt zijn als drinkwater voor vee en als begietingswater voor land- en tuinbouw, zodanig van aanzien en samenstelling zijn dat recreatie erop mogelijk is zonder gevaar voor de volksgezondheid, en er moet een behoorlijke visstand in mogelijk zijn.

Deze normen zijn wel zeer algemeen, en de invloed van een specifieke verontreiniging op de opgesomde bestemmingen – drinkwatervoorziening, industriële watervoorziening, agrarische watervoorziening, recreatie en visserij – kan dan ook zeer uiteenlopen. De hierna volgende tabel geeft, bij wijze van voorbeeld, een verdeling van de bijzondere gevoeligheden.

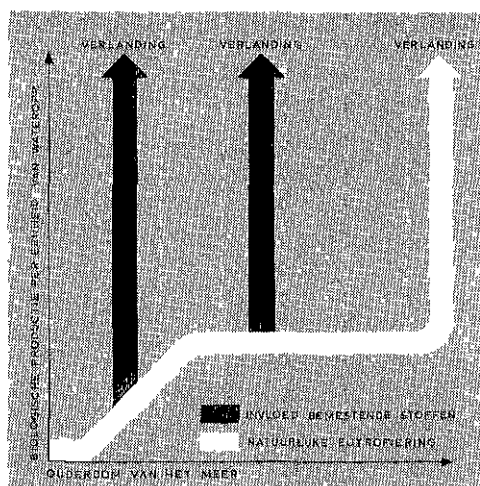
In een inleidend artikel over milieu-onderzoek

Bijzondere gevoeligheid

Kwaliteitsindicator	Drinkwater- voorziening	Industriële watervoor- ziening	Agrarische watervoor- ziening	Recreatie	Visserij
Voedingsstoffen	X	X		X	X
Zuurstofgebrek					X
Opgeloste stoffen (Cl ⁻)	X	X	X		
Temperatuur		X		X	X
Troebelheid	X	X		X	X
Reuk/Smaak	X			X	X
Radioactieve stoffen	X	X	X	X	X
Toxische stoffen (pesticiden, zware metalen)	X	X	X	X	X
Bacteriën	X			X	

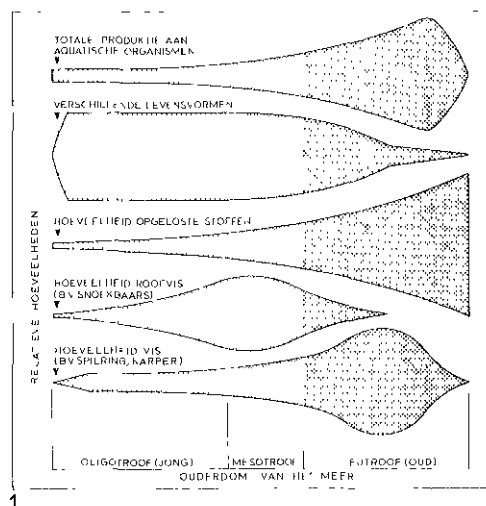
in het Deltagebied in het vorige Bericht werd reeds melding gemaakt van een der grootste gevaren die ons zoete water bedreigt: de eutrofiering, een zodanige verrijking van het water met minerale voedingsstoffen, dat er een sterke vermeerdering in optreedt van plantaardige en dierlijke organismen, gepaard gaande met een vermindering van de soortenrijkdom.

Het natuurlijke eutrofiëringsproces kan duizenden jaren voortduren voordat als gevolg van bezinking der afgestorven organismen de bodem zover is opgeslibd dat uiteindelijk verlanding optreedt. Onder invloed van menselijke activiteiten kan de eutrofiëring zowel versneld als vertraagd worden; in het algemeen treedt een versnelling op, waarbij het tempo van de versnelling grotendeels bepaald wordt door de economische ontwikke-



2

- 1 Indicatoren van het eutrofiëringsproces in een meer
- 2 Invloed van bemestende stoffen op het eutrofiëringsproces



ling. Bij een eenvoudige agrarische economie wordt de belasting aan minerale voedingsstoffen hoofdzakelijk veroorzaakt door uitspoeling van natuurlijke meststoffen. Treedt daarentegen een zekere urbanisatie op, dan wordt het grootste deel van deze voedingsstoffen via een centraal rioleringsstelsel aan de normale kringloop op het land onttrokken en aan die in het water toegevoegd. Het daardoor ontstane tekort aan meststoffen wordt dan weer door de toepassing van kunstmest aangevuld. Door de explosieve bevolkingsgroei, de industrialisatie en de toepassing van synthetische wasmiddelen, waarin onder meer polyfosfaten voorkomen, is thans een derde fase ingetreden: enorme hoeveelheden minerale voedingsstoffen worden nu op kunstmatige wijze door lozing aan de kringloop toegevoegd. De beschreven ont-

wikkeling verklaart tevens waarom het gevaar van kunstmatig versnelde eutrofiëring pas in een zo laat stadium onderkend is. Reeds enkele jaren vormt dit probleem met betrekking tot het Deltagebied onderwerp van studie.

De gevolgen van de eutrofiëring, die zich voornamelijk in langzaam stromende of stilstaande wateren voordoen, zullen zich zeker aandienen in het zuidelijk Deltagebied, waar een aantal kunstmatige meren wordt gevormd, en wellicht in andere mate in het Haringvliet, waar het regime het midden gaat houden tussen een rivier en een meer.

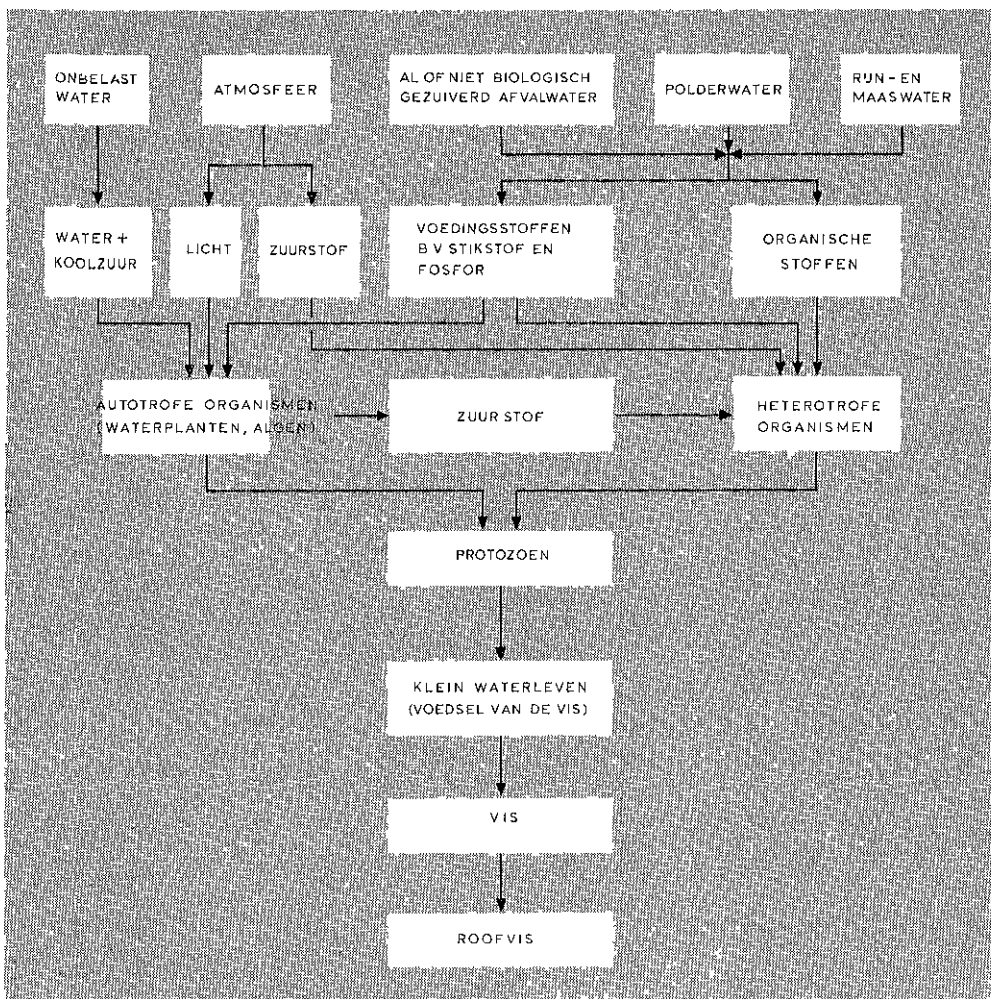
De voedingsstoffen kunnen in beginsel op vier manieren in de Deltawateren worden gebracht, en wel via grond- en regenwater, beide diffuse bronnen, of via oppervlaktewater. In dit laatste geval kan gedacht wor-

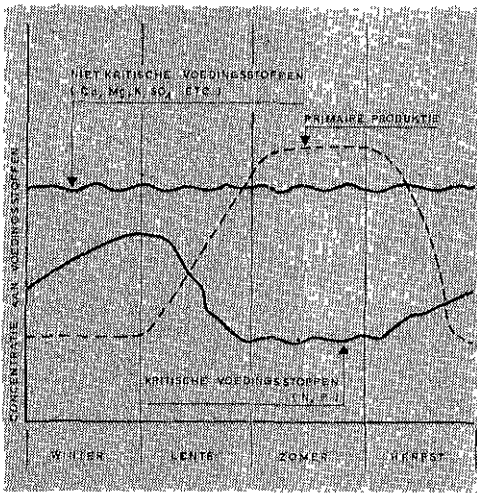
Schematisch overzicht van
aquatisch leven in een Delta-
meer

den aan lokaal uitgeslagen of afstromend
water, dat is beïnvloed door de uitspoeling
van landbouwgronden – al naar het geval een
puntbron dan wel een diffuse bron – aan de
aanvoer van Rijn- en Maaswater, en aan de
lozing van al of niet biologisch gezuiverd
afvalwater; de beide laatstgenoemde zijn
altijd puntbronnen.

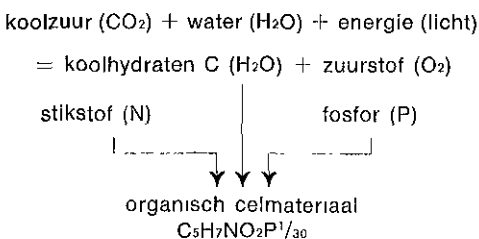
In vergelijking met de aanvoer van minerale
voedingsstoffen door het oppervlaktewater
valt die via neerslag en grondwater te ver-
waarlozen. De gelukkige omstandigheid doet
zich dus voor, dat de belangrijkste bronnen
van voedingsstoffen puntbronnen zijn, die
veel effectiever bestreden kunnen worden dan
diffuse bronnen.

Het verband tussen bronnen, voedingsstoffen
en de groei van autotrofe organismen als
algen en waterplanten kan worden verduide-





lijkt aan de hand van een geschematiseerd biologisch-procesverloop, zoals dat bij voorbeeld in de Deltawateren optreedt. Uit dit overzicht blijkt dat de groei van plant-aardige autotrofe aquatische organismen direct afhankelijk is van de lichtintensiteit, van koolzuur en van de beschikbare voedingsstoffen. Met name de macrovoedingsstoffen zuurstof (O), koolstof (C), waterstof (H), maar ook stikstof (N), kalium (K), natrium (Na), calcium (Ca), zwavel (S), magnesium (Mg) en fosfor (P) zijn onontbeerlijk voor de celopbouw, terwijl daarnaast ook de aanwezigheid van een aantal microvoedingsstoffen, onder meer ijzer, koper en mangaan, is vereist. Van de macrovoedingsstoffen vormen stikstof en fosfor de zogenaamde kritische, want groeibepalende voedingsstoffen, aangezien de overige genoemde stoffen ook onder natuurlijke omstandigheden reeds in overmaat aanwezig zijn. Bij de bestrijding van eutrofiering is het dus zinvol om juist één van deze kritische voedingsstoffen zoveel mogelijk te beperken. In het algemeen gaat de voorkeur uit naar de fosfaatbeperking. Voor de elementen C, O, H, N en P ziet een schematisch overzicht van de celopbouw van de alg er als volgt uit:



De opbouw van een algecel – de zogeheten primaire productie – vindt plaats door middel van fotosynthese; het proces speelt zich dan ook per definitie af in de lichtdoorlatende bovenste waterlaag. Vermindering van de lichtintensiteit gaat gepaard met afremming van de fotosynthese. Bij afwezigheid van licht gaat de alg meer zuurstof verbruiken dan produceren; dat leidt tot het optreden van lagere zuurstofgehalten in water gedurende de nachtelijke uren.

Na een paar uren, dagen of weken geleefd te hebben sterft een alg af en zinkt naar de bodem. Tijdens het afsterven komt het fosfaat, voor zover het niet als organisch gebonden fosfaat bezinkt, onmiddellijk vrij. Het wordt door ander fytoplankton opgenomen of blijft opgelost in het water aanwezig, wanneer door uitwendige oorzaken de planktongroei afgeremd wordt. Bij massaal afsterven van het fytoplankton komen grote hoeveelheden organische afbraakprodukten vrij, die ook weer grote hoeveelheden zuurstof nodig hebben voor hun mineralisatie. Het gevolg is, dat een zuurstofarm of zelfs zuurstofloos milieu kan ontstaan.

Door het afsterven van organismen en het bezinken van gebonden fosfaten treedt geleidelijk een fosfaataccumulatie in de bodem op, waarvan onder bepaalde omstandigheden weer een deel kan vrijkomen. Gaat deze accumulatie enige jaren door, dan kan alleen al deze interne belasting voldoende zijn om een uitbundige algengroei in te leiden. Een dergelijke situatie wordt vermoedelijk thans aangetroffen in de randmeren van de IJssel-meerpolders. Defosfatering van de externe belastingsbronnen geeft in een dergelijke situatie op korte termijn geen verbetering,

zodat het eutrofiëringsproces ondanks de geringe aanvoer van fosfaten een aanzienlijke invloed op de hoedanigheid van het water blijft uitoefenen. Deze invloed kan zich op velerlei wijzen manifesteren. Algen kunnen onder meer een zeer onaangename reuk en smaak aan het water meegeven. Ook leidt eutrofiëring ertoe dat het water kleur aanneemt en minder doorzichtig wordt. Bovendien zullen bij een overmatige algengroei binnen het tijdsbestek van één etmaal grote schommelingen in het zuurstofgehalte kunnen optreden, hetgeen de biologische gesteldheid van het water in ongunstige zin kan beïnvloeden. Tijdens het afsterfingsproces van de algen, waarbij aanzienlijke hoeveelheden organisch materiaal vrijkomen, kan het zuurstofgehalte vooral in de diepere lagen sterk dalen, zodat zelfs vissterfte optreedt, *namelijk wanneer het zuurstofgehalte daalt beneden 3 mg/l.* Is er sprake van zuurstofloosheid of anaërobie, dan zal het mineralisatieproces zich in een gereduceerd milieu afspelen, wat gepaard kan gaan met stank en rotting.

Het zal na deze algemene beschrijving van het eutrofiëringsproces duidelijk zijn dat kunstmatig versnelde eutrofiëring met het oog op een optimaal gebruik van het oppervlaktewater voor verschillende doeleinden zoveel mogelijk dient te worden voorkomen. Bij de bestrijding en bestudering van dit verschijnsel kan nuttig gebruik worden gemaakt van de ervaringen met natuurlijke, en kunstmatige meren en spaarbekkens in binnen- en buitenland, hoewel het een feit blijft dat de verhoudingen elders soms geheel anders liggen wat betreft de factoren die het proces direct of indirect beïnvloeden. Met name de fysisch-chemische gesteldheid van het water alsmede de schaal waarop en het klimaat waarin de eutrofiëring in de Deltawateren optreedt, maken het noodzakelijk dat in sommige opzichten voor de bestrijding van het eutrofiëringsproces in onze Delta eigen wegen worden gezocht. Het tempo van de processen is hier veel gematigder dan in warme en zonnige gebieden, terwijl de relatief grote diepte van de Deltawateren in vergelijking met andere meren in Nederland een gunstige factor vormt bij het voorkomen van eutrofiëring.

Ter bestrijding van het eutrofiëringsproces komen verschillende methoden in aanmerking. Allereerst mechanische methoden, waarbij de algen op mechanische wijze uit het water worden verwijderd. Dan zijn er fysische methoden: met samengeperste lucht kan destratificatie tot stand gebracht worden, een

middel waarmee de algengroei in diepe bekens en meren aanzienlijk beperkt kan worden. Er zijn voorts chemische methoden, bestaande in toevoeging aan het water van chemicaliën die een toxische invloed uitoefenen op de algen. Men kan ook biologische methoden gebruiken, door bijvoorbeeld organismen aan het water toe te voegen die de celinhoud van algen voor hun stofwisseling gebruiken. Er is tenslotte ook een ecologische methode van bestrijding mogelijk; men beperkt dan één of meer factoren die de groeisnelheid van de algen bepalen.

Daar de resultaten van onderzoeken elders niet rechtstreeks overgebracht kunnen worden in het Deltagebied, moet met behulp van de beschikbare ervaringen worden onderzocht of en in welke mate eutrofiëringsverschijnselen in de toekomstige Deltameren zijn te verwachten en welke hier de meest doelmatige bestrijdingsmethoden zijn. Vooral de ecologische methode lijkt gunstige perspectieven te bieden voor toepassing op grote schaal in het Deltagebied. Deze methode is gericht op fosfaatverwijdering door toevoeging van chemicaliën – aluminiumzouten, ijzerzouten of kalkverbindingen – aan het in te laten water. Gedurende het jaar 1971 zal aan het in het Brielse Meer in te laten water een oplossing van ijzerzouten worden toegevoegd. Het effect van deze maatregel zal nauwkeurig worden nagegaan, en te zijner tijd in deze Berichten worden besproken.

A. De werken van het Deltaplan

Als belangrijkste criterium voor de keuze van de afsluïtmethode voor de zuidelijke geul van het Brouwershavense Gat heeft steeds gegolden de geringe stabiliteitsreserve van de Schouwense oever. Onder meer om het risico van zettingsvloelingen in dit gebied tot het uiterste te beperken, werd besloten tot geleidelijke sluiting van deze geul, waarbij de ontgrondingen van het oeverprofiel zo klein mogelijk kunnen worden gehouden. Het was daarbij van groot belang zoveel mogelijk inzicht in het grondmechanische gedrag van de oever, van de randen langs de bodembescherming en van ontgrondingskuilen te verkrijgen.

Men kan de grondmechanische problemen in drie groepen indelen: grondwaterstromingsproblemen, zettingsproblemen en stabiliteitsproblemen.

Als zuivere grondwaterstromingsproblemen worden alleen kwel- of lekkageproblemen bij dijken en stuwdammen aangemerkt. Het gaat er bij deze problemen om, een filterlaag te ontwerpen van geschikte samenstelling en die zo te plaatsen dat de kwel of lekkage door de damconstructie er effectief door wordt tegengegaan. De dichting van de blokkendam in het zuidelijk sluitgat kan beschouwd worden als zo'n probleem. De samenstelling van het filter van de blokkendam is van bijzondere aard, omdat relatief fijne materialen tussen een reeds aanwezige grove stapeling van blokken aangebracht moeten worden, terwijl bij normale filters vooraf beter gesorteerde materialen worden samengevoegd voordat het filter als onderdeel van de dam wordt aangebracht. De best mogelijke samenstelling en de procedure van aanbrengen van het filtermateriaal in de blokkendam zijn in het Waterloopkundig Laboratorium onderzocht. De invloed van de plaats van het dichtingsmateriaal op de stabiliteit van de blokkendam is een grondmechanisch probleem dat de aandacht vraagt.

De tweede groep grondmechanische problemen is die der zakkings en verzakkingen, in de grondmechanica vaak aangeduid als zettingen en zettingsverschillen. Bij het bepalen van de hoogte der dammen dient men rekening te houden met zettingen zowel van de bodem als in de dammen zelf. Bij de dam door het Brouwershavense Gat kunnen de zettingen oplopen tot één meter, en wel in het diepste punt van de zuidelijke geul.

Grondmechanische aspecten van de afsluiting van het Brouwershavense Gat

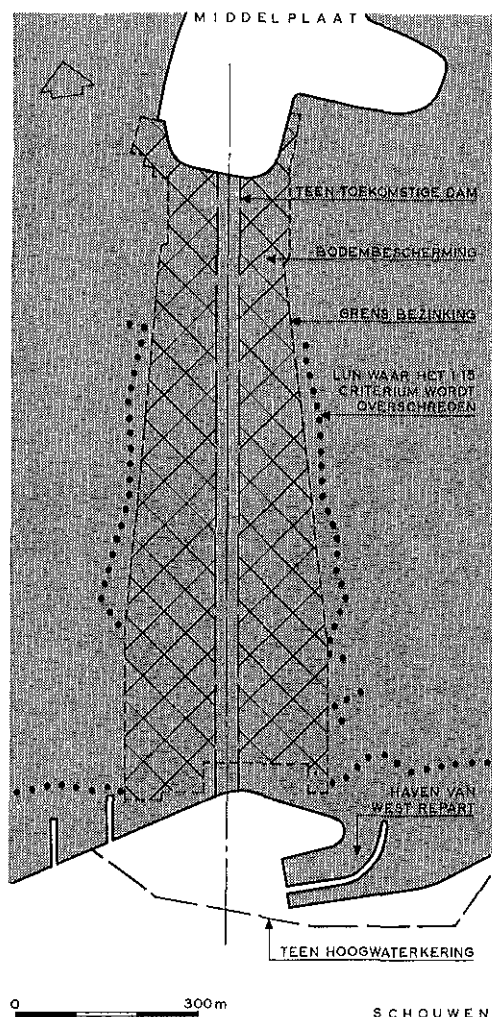
Verwacht wordt dat de zettingen van de ondergrond en de inklinking der dammen vrijwel geheel tijdens de constructie van de dam bereikt zullen worden. De resterende zettingen die na voltooiing der constructie nog tot omstreeks het jaar 2000 verwacht kunnen worden, moeten als overhoogte vooraf worden aangebracht om aan de door de Deltawet gestelde eisen te voldoen.

Het probleem der zettingsverschillen of verzakkingen speelde een rol bij de fundering van de kabelbaansteunpunten en bij de fundering van de blokkenopslagplaats op de Schouwense oever. Gelijmatige zettingen van de palen of putten in de fundering der steunpunten en van de blokken in de opslag leveren geen grote moeilijkheden op. Zettingsverschillen zijn echter ontoelaatbaar, omdat die ertoe kunnen leiden dat de kabelbaansteunpunten scheef komen te staan of dat de blokkenstapeling haar regelmatige vorm verliest, hetgeen de gemechaniseerde verwerking zou belemmeren en daardoor de voortgang van het werk zou schaden. Bij de kabelbaansteunpunten worden zowel zettingen als zettingsverschillen tegengegaan door de putten op een zo diep mogelijk gelegen harde zandlaag te funderen. Bij de blokkenopslag werden alleen de zettingsverschillen tegengegaan door het opspuiten van een laag zand of door grondverbetering, doel was in beide gevallen het bereiken van een betere belastingspreiding. Zettingsverschillen in de fundering zelf, die kunnen optreden door stabiliteitsverlies langs de randen van de blokkenopslag, trachtte men te voorkomen door de bovenste zandlaag met cement te verstevigen.

Onder de derde groep van grondmechanische problemen, de stabiliteitsproblemen, zijn o.a. begrepen de zettingsvloeiingen die in de oevers en in de afsluitdammen kunnen optreden.

Met de zettingsvloeiingsproblematiek wordt men in het buitenland vooral geconfronteerd in aardbevingsgebieden. Men vermijdt daar angstvallig de bouw van constructies met opgespoten zand waarin zettingsvloeiingsgevaar aanwezig is, met name sinds de jaren vijftig, toen enkele zettingsvloeiingen zijn opgetreden in stuwdammen die gedeeltelijk met opgespoten zand waren opgebouwd. Bij de afsluitingswerken en bij de bouw van dijken in Zeeland is het echter niet mogelijk de constructies zo in te richten dat het gevaar voor zettingsvloeiingen geheel wordt vermeden. Dit gevaar is bij de afslui-

Overschrijding van het 1 : 15-criterium langs de bodembescherming van het zuidelijk sluisgat en langs de Schouwense oever



tingswerken slechts van tijdelijke aard; bij de dijkconstructies echter is het permanent aanwezig, zoals de vele oevervallen in de laatste eeuwen hebben uitgewezen. Tenslotte kunnen ook de vraagstukken van plaatselijke stabiliteit van belang zijn. Bij de afsluitingswerken kan lokaal stabiliteitsverlies optreden ter plaatse van de steile gedeelten der oevers, langs de ontgrondingskuilen, ter plaatse van de blokkendam en van de caissons. Plaatselijke stabiliteitsproblemen zijn vooral belangrijk als zij zettingsvloeiingen kunnen inleiden.

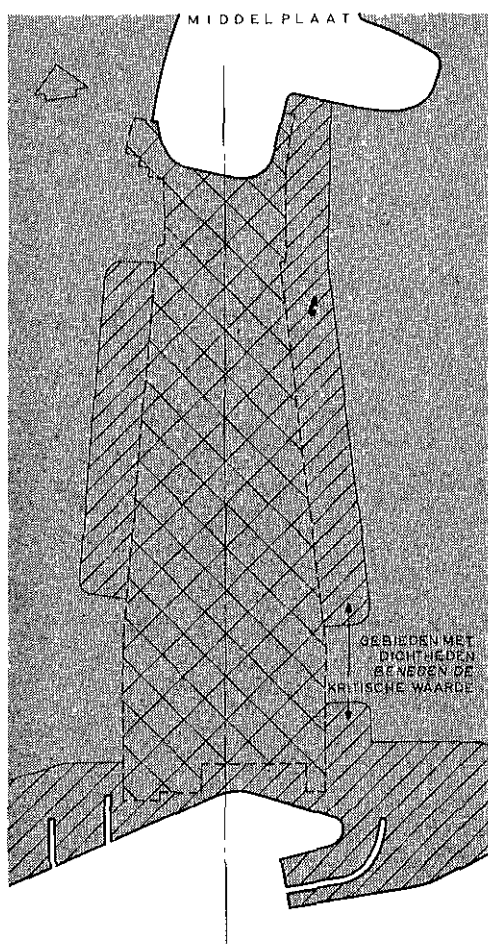
De grondmechanische inzichten in de aard van zettingsvloeiingen en onze kennis van de grenzen waarbinnen zettingsvloeiingen kunnen optreden, zijn tot op heden slechts gebaseerd op ondervinding. Drie van deze inzichten verdienen nadere toelichting. Het eerste van deze inzichten is beschreven in Bericht nr. 43 (februari 1968). Daar wordt aan de hand van een inventarisatie van opgemeten hellingen na het optreden van oevervallen langs de Noordbevelandse oever in de Oosterschelde geconcludeerd dat een hoogwaterkering in dat gebied een zeer grote mate van zekerheid heeft tegen aantasting door een zettingsvloeiing, als de teen van die hoogwaterkering ligt onder de lijn met een helling van 1 : 15, getrokken als raaklijn aan het geultalud in de richting van de hoogwaterkering. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het bergend vermogen van de geul, ofwel met de verondieping van de geul na het optreden van de zettingsvloeiing. Voorts worden de hoogwaterkeringen die deze veiligheid niet bezitten toch veilig geacht als plaatselijke hellingen steiler dan 1 : 5

door bestortingen tegen verdere uitschuringen worden beschermd.

Een tweede inzicht is eerder uitvoerig beschreven in Bericht nr. 41 (augustus 1967). Daar wordt uiteengezet hoe het gevaar voor zettingsvloeiing kan worden gekoppeld aan de grootte van het poriënvolume of de mate van dichtheid van de bodem. Zettingsvloeiingen worden geacht op te kunnen treden indien het in het terrein gemeten poriënvolume van de bodem groter is dan een in het laboratorium vastgestelde kritieke waarde. Het zettingsvloeiingsgevaar kan worden geëlimineerd door het poriënvolume te verkleinen, hetgeen bereikt kan worden door de grond langs mechanische weg in trilling te brengen. Een en ander is beschreven in Bericht nr. 50 (november 1969); voor toepassing op zo grote schaal als in de sluitgaten vereist zou zijn is

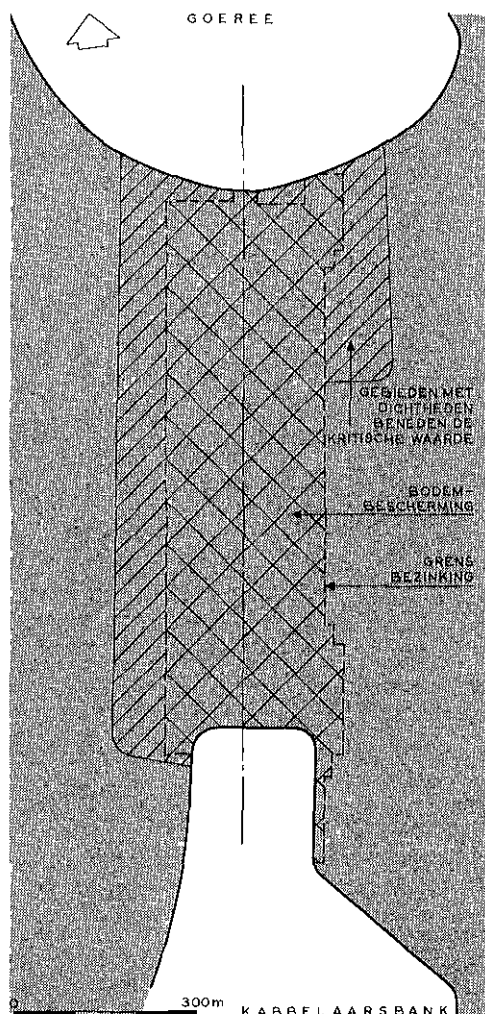
Gebieden met dichtheden beneden de kritieke waarde in het zuidelijk sluitgat

Gebieden met dichtheden beneden de kritieke waarde in het noordelijk sluitgat



0 300m

SCHOUWEN



0 300m

KABELLAARS BANK

deze methode echter nog niet geschikt. Het derde inzicht is in deze Berichten nog niet beschreven. Dit inzicht koppelt het zettingsvloeiingsgevaar direct aan het gevaar voor het optreden van een plaatselijk stabiliteitsverlies, en gaat ervan uit dat een zettingsvloeiing in vele gevallen zal optreden wanneer ze wordt ingeleid door een plaatselijk in het talud optredend stabiliteitsverlies. Naast eerder genoemd hellingscriterium van 1 : 15 kan dan tevens in beschouwing genomen worden een hellingscriterium voor plaatselijk stabiliteitsverlies van 1 : 5 of minder. Dit laatste hellingscriterium voor een begin van beweging kan veel beter op berekeningen gebaseerd worden dan het criterium voor de helling na het optreden van een zettingsvloeiing. Bij de afsluiting van het Brouwershavense Gat is er naar gestreefd om de ontgrondingen nabij de Schouwense oever zo klein mogelijk te houden door de hydraulische aanval op de oever zoveel mogelijk te beperken. De lengte van de bodembescherming is eveneens op hydraulische en ontgrondingsoverwegingen vastgesteld. De vraag is nu in hoeverre deze constructie veilig is tegen het optreden van zettingsvloeiingen, uitgaande van de genoemde inzichten, en, zo niet, of tijdens de sluiting maatregelen genomen kunnen worden.

Past men het 1 : 15-hellingscriterium toe op de Schouwense oever, dan blijkt er in de omgeving van het sluitgat niet overal aan voldaan te worden. Past men het toe op de afsluitdammen, aannemende dat de helling genomen wordt vanuit de teen van de sluitkade, dan blijkt het bodemprofiel na het optreden van de maximaal verwachte ontgronding ook in het zuidelijk sluitgat niet overal aan het criterium 1 : 15 te voldoen; alleen in het noordelijk sluitgat is dat wel het geval. Op vele plaatsen is het poriënvolume bovendien groter dan het kritieke poriënvolume, zowel langs de Schouwense oever als langs de randen der bodembeschermingen. Voor gebieden waar volgens beide criteria onvoldoende grondmechanische veiligheid heerst, kan gesteld worden dat de veiligheid tegen het optreden van zettingsvloeiingen bij plaatselijk stabiliteitsverlies te klein is. Doordat echter een blokkendam wordt opgebouwd, kan bij eventueel stabiliteitsverlies extra storting van blokken op dat punt plaatsvinden. Hierdoor kon wat meer risico genomen worden.

Het verschijnsel van lokaal of inleidend stabiliteitsverlies biedt meer mogelijkheden voor een kwantitatieve benadering dan de zettingsvloeiingsproblematiek, en daarmee

meer mogelijkheden voor het toepassen van grondmechanische verbeteringen.

De twee belangrijkste factoren die de lokale stabiliteit bepalen, zijn de wrijvings eigenschappen van het korrelskelet van de grond en de waterspanningen in de grond.

De wrijvings eigenschappen van het korrelskelet van klei, van losgepakt en van dichtgepakt zand lopen weinig uiteen. Zolang zand met een slechte dichtheid niet in beweging is, worden de wrijvings eigenschappen ervan weinig minder geacht dan die van zand met goede dichtheid. Taluds van losgepakt zand kunnen onder een helling van 1 : 2 blijven staan zolang geen wateroverspanning of een ongunstige krachtenverdeling nabij het talud ontstaat. Veel minder steil kunnen taluds blijven staan wanneer er wateroverspanningen in het talud aanwezig zijn of wanneer de wrijvings eigenschappen bij voorbeeld ten gevolge van het uittreden van grondwater verslechteren, zoals vaak gebeurt bij afschuivingen in losgepakt zand. Is de stabiliteit ten gevolge van een der genoemde ongunstige factoren in gevaar, dan komen twee maatregelen ter verbetering in aanmerking: vermindering der wateroverspanningen en/of verbetering der wrijvings eigenschappen. Dergelijke maatregelen kunnen echter bij het Brouwershavense Gat niet worden toegepast. Slechts kan door het aanbrengen van een bovenbelasting van steen of zinkstukken worden getracht te boletten dat de grond in beweging komt.

Om het optreden van plaatselijk stabiliteitsverlies in de aangegeven gebieden te voorkomen en daarmee een eventuele voortzetting ervan in een zettingsvloeiing, is tijdens de sluiting een taludbewaking ingesteld. Daartoe wordt langs de randen van de bodembeschermingen en langs de Schouwense oever intensiever dan normaal gepeild. Hellingen die steeper zijn dan 1 : 15 worden op de peilkaarten ingekleurd, en speciaal in de gebieden waar ook de dichtheden kritiek zijn, extra bewaakt. Zodra een helling steeper komt te staan dan 1 : 4 wordt aan de hand van de plaatselijke omstandigheden een nog stabiele evenwichtshelling vastgesteld. Wordt deze overschreden, dan wordt, afhankelijk van de dan nog aanwezige mogelijkheid tot grondberging, van de ontwikkeling van het talud gedurende de sluiting en van de stand van het werk, besloten of en waar een bestorting aangebracht dient te worden. De bewaking van de Schouwense oever omvat behalve de regelmatige pelling der taluds, het meten van de waterspanningen in het talud. Afhankelijk van de wijze waarop het grondwater uit het

talud stroomt wordt de overschrijding van *taludhellingen van 1 : 2 à 1 : 4* kritiek geacht en worden maatregelen overwogen. Taluds die al jarenlang steiler staan dan 1 : 2 worden niet kritiek geacht zolang ze niet steiler worden. *Zou men overgaan tot bestortingsmaatregelen, dan dient er bovendien rekening gehouden te worden met het feit dat langs de randen van de bestortingsvelden erosie kan optreden. Men dient de nieuwe bescherming dan ook zoveel mogelijk aan bestaande oeverbestortingen te doen aansluiten en de geul tot voldoende diepte te beschermen. Bij de bewaking van de taluds der ontgrondingskuilen moet om praktische redenen van het meten van wateroverspanningen afgezien worden. De ervaring in het Veerse Gat en bij de afsluiting van de Grevelingen heeft geleerd dat lokaal stabiliteitsverlies zich uit in een terugschrijdende erosie. De snelheid daarvan is afhankelijk van het gedrag van het materiaal van de bodembescherming. Het aanbrengen van extra zinkstukken met bestorting moet hier overwogen worden zodra de helling 1 : 2 à 1 : 4 overschreden wordt of zodra terugschrijdende erosie wordt waargenomen. Ook bij het plaatsen van de caissons moet tegen lokaal stabiliteitsverlies worden gewaakt. De stabiliteit van caissons kan het meest in gevaar gebracht worden tijdens het zich met water vullen van de caisson vanaf het moment dat hij de bodem raakt. De snel toenemende belasting die hierbij optreedt, kan hoge wateroverspanningen veroorzaken indien de bodem slecht doorlatend is. De hoge wateroverspanningen kunnen de korrelspanningen in het korrelskelet van de funderingsgrondslag en dus de stijfheid van de fundering zodanig verminderen dat gevaar ontstaat voor stabiliteitsverlies van de caisson-drempel, hetgeen in een verzakking van de caisson tot uiting kan komen. Een der caissons is daarom in het bouwdok te Zonnemaire bij wijze van proef vooraf afgezonden op een bodem welke ongeveer dezelfde eigenschappen heeft als die in het sluitgat. Daarbij bleken de wateroverspanningen binnen toelaatbare grenzen te blijven. In een later Bericht zal op de uitkomsten en het verloop van deze proeven nog nader worden ingegaan. In het sluitgat zelf zijn waterspanningsmeters geplaatst met het doel de invloed van het verschil in grondeigenschappen tussen het bouwdok en het sluitgat vast te stellen. Bovendien zou men waterspanningen willen meten wanneer een reeds geplaatste en gesloten caisson een storm te verduren krijgt, waarbij ook snelle belastingvariaties door golfaanval optreden.*

De stabiliteit van de blokkendam kan in gevaar gebracht worden doordat de verhangkrachten van het water in de blokkendam te groot worden of doordat de beweging in de bodem onder of in de dam zelf zo groot wordt, dat ze niet meer door wrijvingseigenschappen opgenomen kunnen worden. Bij het grondmechanisch onderzoek naar de stabiliteit van de dichtingsconstructie van de dam is onder meer gebruik gemaakt van een elektrisch analogiemodel om de verhangkrachten in de dichtingsfase te bepalen. De wrijvingseigenschappen van de blokkenstapelning zijn ook daarom interessant omdat ze analogie vertonen met de wrijvingseigenschappen van een zeer kleine stapeling van zandkorrels, een moeilijk te onderzoeken zaak, waar men nu in zeker opzicht een vergroot model van heeft. Het inzicht in de stabiliteit van de constructie als geheel is beoordeeld aan de hand van modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium. De proeven wezen uit dat pas rekening gehouden dient te worden met stabiliteitsverlies bij vervallen van meer dan drie meter. *De meest actuele vraag tijdens de sluiting van het Brouwershavense Gat blijft natuurlijk in hoeverre de zoëven genoemde inzichten met betrekking tot het optreden van zettingsvloeiingen juist zijn. Geldt het 1 : 15-criterium, dat gebaseerd is op oevervallen in de Oosterschelde, ook voor de Schouwense oever of kan men het daar scherper stellen? Moet men achter de bodembescherming werkelijk rekening houden met een omvangrijke zettingsvloeiing, of wordt dit gevaar geëlimineerd doordat terugschrijdende erosie de aanzethelling van de ontgrondingskuilen voldoende flauw maakt? Zal een eventueel optredende zettingsvloeiing inderdaad in een gebied met een kritiek poriëgehalte liggen? Kan met de ingestelde taludbewaking een eventuele plaatselijke afschuiving van te voren voorspeld en voorkomen worden? Kunnen de antwoorden op deze vragen het risico van een zettingsvloeiing in de slotfase van een geleidelijke sluiting klein maken? Of moet men wel met zettingsvloeiingen rekening houden en de sluiting zo inrichten dat het meeste zettingsvloeiingsgevaar optreedt vóór de slotfase van de eigenlijke sluiting, als herstel nog mogelijk is? Vragen die met het oog op de voor de Oosterschelde te kiezen sluitingsmethoden van bijzonder belang zijn.*

Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Haringvliet

Sluiting van het Rak van Scheelhoek

De zandzuiger 'Gouda' heeft tot eind maart verder gewerkt aan de opbouw met zand van het damlichaam en van de aansluiting op strand en duin. Thans is dit werkonderdeel gereed. Achter het noordelijk landhoofd van de uitwateringssluizen durfde men het risico van ongewenste zettingen niet te nemen; daarom werd het zand hier niet opgespoten, maar over een lengte van 150 m droog aangevuld en verdicht. De 160 000 m³ zand die hiervoor nodig waren, werden met scrapers in het werk gebracht. De baileybrug die aan deze kant van de sluisen was aangelegd voor het transport van betonblokken ten behoeve van de kabelbaan-sluiting, kon weer worden afgebroken en afgevoerd. De duinregel op de Voornse oever werd aansluitend aan het werk over een lengte van 500 m verzwaaard. Ook deze verzwaring, die aan de landzijde werd uitgevoerd, geschiedde met behulp van scrapers en bulldozers. In het begin van januari ving men aan het damlichaam te profileren. Op een op N.A.P. + 4 m gelegen terrein aan de rivierzijde werd een asfalt-installatie gebouwd, die vanaf

begin februari het materiaal leverde voor de asfaltbekleding van de dam aan de zeezijde. Tot aan 1 april werd al 17 000 ton asfalt verwerkt. De glooiing aan de zeezijde is zo goed als gereed. Ook aan de rivierzijde is men doende een glooiing en een talusbekleding op te bouwen. Daartoe verwerkte men tot nu toe 14 000 ton grind, 8000 ton stortsteen en 2000 m³ klei.

Bijkomende werken

De terreinen tussen het sluizen-complex in het Haringvliet en het voormalig Zuiderdiep zijn thans geheel ingericht. Ook de duinverzwaring op Goeree heeft haar beslag gekregen, zodat de werken op 1 april voor de eerste keer konden worden opgeleverd. De secundaire wegen, de afritten en wegaansluitingen zijn in hoofdzaak voltooid. Enkele kleinere werken worden nog uitgevoerd. Van de verkeerskoker tussen de uitwateringssluizen en de schutsluis onder de Dammenweg door is het beton eind maart gestort. In een later stadium zal in deze koker een wegverharding worden aangebracht. Op Voorne wordt ten behoeve van de recreanten een voetgangerstunnel gemaakt onder de Dammenweg, zoals reeds in het vorige Bericht gemeld. De bouwput voor deze tunnel is inmiddels ontgraven; hij is door middel van een vacuumbemaling drooggemaakt. De tunnel wordt in moten gemaakt; voor de eerste

moten zijn de betonnen vloeren gestort. Een bij Dirksland te bouwen inlaatsluis voor zoet water in de Zuiderdiepboezem is in de verslagperiode tot de vereiste diepte ontgraven en met bronbemaling drooggemaakt. De paalfundering voor de sluisvloer is geheid.

Volkerak

De afsluitdam door het Volkerak

De afsluitdam door het Volkerak en de uitbreiding van het Helle-gatsplein met een aantal bijkomende werken worden op 5 april 1971 voor de tweede maal opgeleverd.

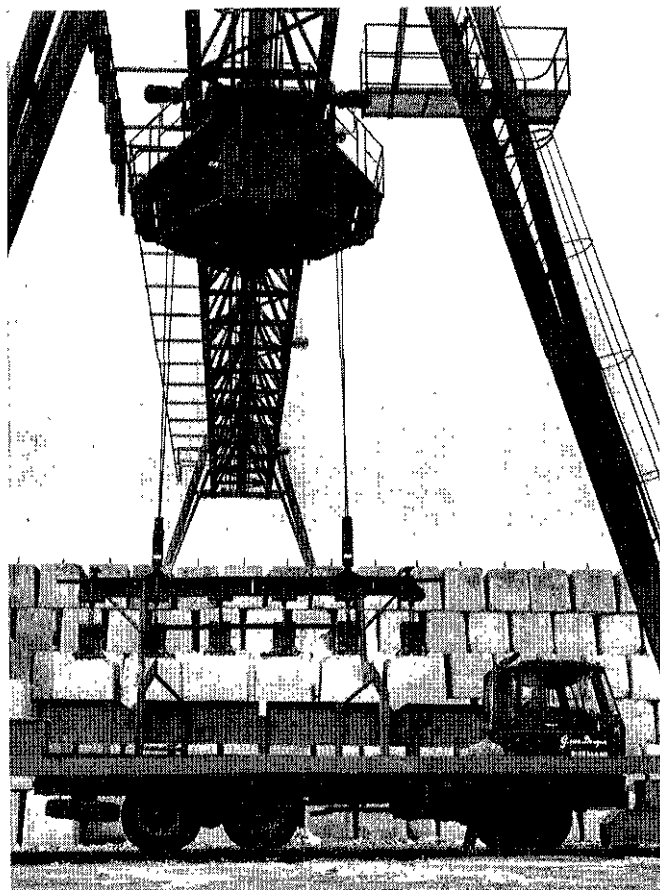
Bouwput voor een spui- en een jachtensluis in de Volkerakdam

Nadat perskaden waren aangebracht op het gronddepot is men begonnen de bouwput uit te baggeren. Het grondverzet bedroeg in deze periode 200 000 m³. De verdediging van het binnenbeloop werd ontmanteld en afgevoerd, en een binnen de toekomstige bouwput gelegen lossteiger opgeruimd. Voor de aanleg van een werkterrein langs de voormalige uitvaartgeul van de caissons is men begonnen perskaden op te bouwen.

Brouwershavense Gat

Portaalkranen

Ook de laatste van de vier portaalkranen is nu in gebruik



Het kabelbaanbedrijf in het Brouwershavense Gat

1 Zes betonblokken tegelijk worden door een portaalkraan uit de stapeling getild; geleidepoten zorgen in één richting voor de juiste stand van de hijsbalk

2 Op de vrachtauto's zijn frames gemonteerd die de zes blokken tijdens de rit op de eenmaal ingestelde onderlinge afstand houden. De gondels nemen de last over met behulp van hun stortbalk

3 De stortbalk heeft aan beide einden twee geleidepoten, en voorts zes klokken, waarvan de haken zich automatisch sluiten om de ogen van de betonblokken

4 De last van 15 ton wordt boven het stortvak gebracht

5 Op een lichtsignaal van de commandopost worden de blokken de een na de ander gelost. Waterfonteinen spatten tot aan de gondel op

1

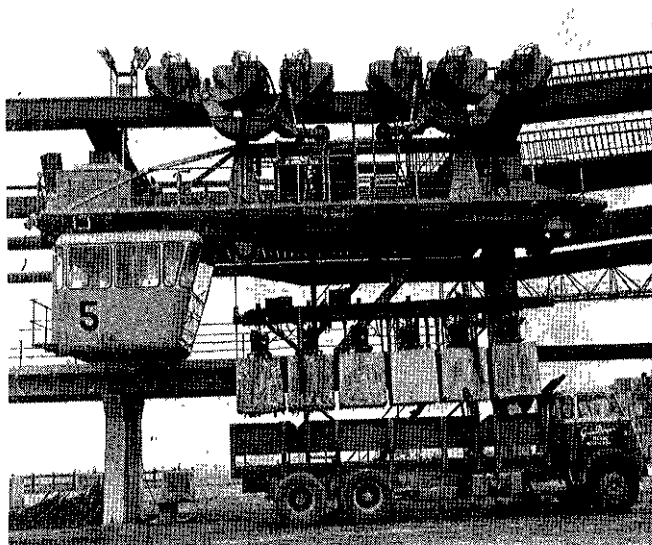
genomen. Alle laadbalken werden aangevoerd en aan de kranen bevestigd. Elke laadbalk kan zes blokken tegelijk uit depot tillen en op een vrachtauto zetten. Op de auto's werden frames gemonteerd waar de zes blokken in passen. De kraanmachinisten werden in deze periode met hun werk vertrouwd gemaakt.

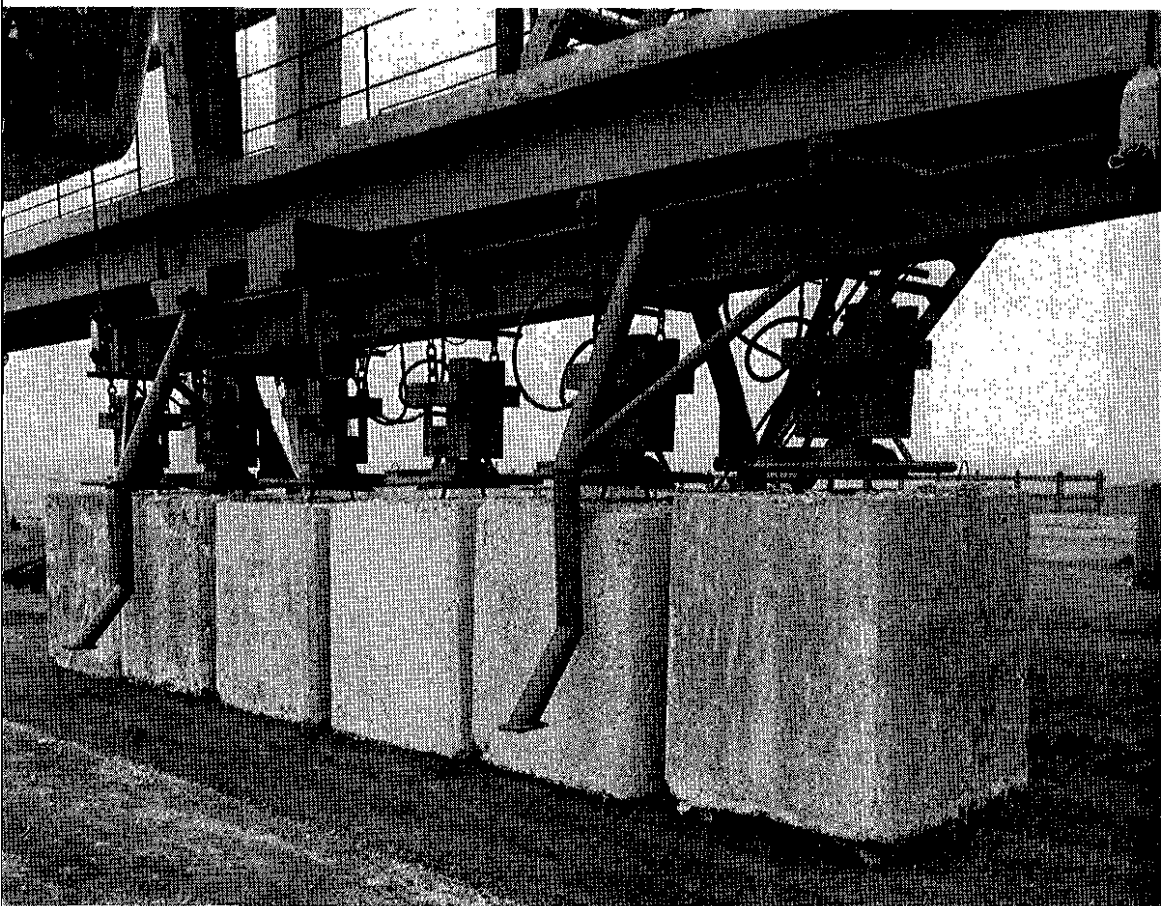
De kabelbaan

De kabels werden op hun normale spanning van ongeveer 350 ton gebracht. De montage van het vaste railgedeelte van de kabelbaan en de installatie van de draaischijven op beide oevers werd voltooid. Alle zestien gondels werden aangevoerd.

Vanaf januari werden de in dienst genomen gondeliers op-

2





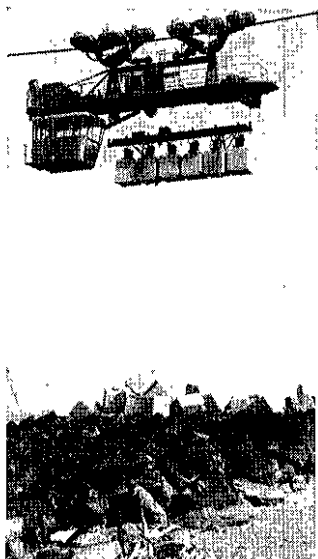
3

geleid. Medio maart begon de proeffase van het eigenlijke kabelbaanbedrijf.

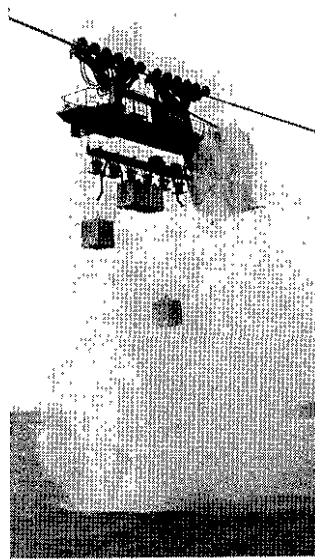
De vervaardiging van betonblokken

In Dintelmond kwam de aannemer begin februari gereed met de fabricage van betonblokken. Medio februari waren alle blokken aangevoerd en in depot gestapeld. Op Schouwen lagen toen 119 000 blokken en op de Middelpaat, aan de noordzijde van de kabelbaan, 83 000 stuks. Naar Schouwen werden de blokken gedeeltelijk per schip getransporteerd, namelijk tot aan de werkhaven Schelphoek. Daar vond overlading plaats in vrachtauto's, die de blokken naar het depot reden. De andere blokken werden per schip rechtstreeks aan-

4



5



gevoerd naar de werkhaven op de Middelpaalt.

Verlenging van het damvak Kabbelaarsbank

De verlenging van het damvak Kabbelaarsbank is voltooid. Het werk werd op 18 maart voor de eerste maal opgeleverd.

Noordelijk sluitgat

Op de bodembescherming en op de caissondrempel van het noordelijk sluitgat werd in deze periode het laatste gedeelte van de steenbestorting aangebracht. De bestorting van de drempel werd met een baggermolen vlak afgemaakt op de eerste diepte van N.A.P. - 10 m. In de drempel werd totaal 24 000 ton fijn en grof grind verwerkt en 140 000 ton stortsteen. Tegelijk met de verlenging van het damvak Kabbelaarsbank werd het werk voor de eerste maal opgeleverd. Inmiddels is ook de Hompelgeul gereedgekomen. Uit de geul werd 200 000 m³ zand gezogen, dat in depot blijft opgeslagen tot de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland het gebruiken zal voor wegenaanslag.

De werkhaven Springersdiep is uitgebaggerd tot een diepte van N.A.P. - 9 m. Deze haven zal dienen als vluchthaven voor caissons wanneer er wegens slecht weer halverwege de operatie afgezien wordt van een caissonplaatsing.

Zuidelijk sluitgat

Op 29 maart namen de eigenlijke sluitingswerkzaamheden met de kabelbaan een aanvang. *In de proeffase werden al 15 000 betonblokken vanaf de kabelbaan gestort.*

Caissons

Nadat de drijfschotten van de doorlaatcaissons waren bekled met buthyleen rubber, werd de bouwput opnieuw geïnundeerd. Alle twaalf caissons werden drijvend gemaakt en op lekken gecontroleerd. De afdichting werd in orde bevonden, zodat de caissons weer aan de grond konden worden gezet. Eind januari werd begonnen met de doorbaggering van de noordelijke ringdijk om de bouwput.

Met één van de caissons werden afzinkproeven genomen, om er achter te komen hoe de caissons zich gedragen bij het zinken, en om de meest gewenste volgorde en het tijdstip te bepalen voor het opendraaien van de afsluiters. Gemeten werden ook de zinktijd en de tijd die verloopt tussen het aan de grond zetten van een caisson en de nivellering van de waterstand binnen en buiten. Uit overwegingen van oefening liet men deze werkzaamheden verrichten door dezelfde mensen die straks de werkelijke caissonplaatsingen in het sluitgat moeten uitvoeren.

Op 1 april werden de caissons voor de eerste maal opgeleverd; de eindoplevering vindt plaats op 30 april.

De opnieuw in gereedheid gebrachte gesloten reservecaisson is van het Verbreed Kanaal te Vlissingen overgebracht naar de vluchthaven te Zijpe, daar werd hij aan de grond gezet op een vooraf op diepte gebaggerde zate. Als de omstandigheden dat vereisen kan deze caisson binnen enkele dagen drijvend worden gemaakt en worden versleept naar het sluitgat

Oosterschelde

Werkhaven Sophla-polder

Ten behoeve van de aanleg van het werkeiland Noordland werden in de verslagperiode 85 000 ton mijnsteen en 85 000 ton stortsteen aangevoerd.

Werkhaven Schelphoek

In deze periode werden in de haven hoofdzakelijk de onderdelen aangevoerd van de kabelbaan over het voormalige Rak van Scheelhoek. Voorts diende de haven voor de overslag van betonblokken, die werden vervoerd van Dintelmond naar Schouwen. Ook de gondels voor de kabelbaan over het Brouwershavense Gat werden in deze haven aangevoerd.

Werkeiland Neeltje Jans

Het werk kwam in de achter ons liggende periode bijna geheel gereed. Een gedeelte van het zand moet nog worden geëgaliseerd en afgedekt met een kleilaag van 5 cm dik; daarin

zal vervolgens gras worden gezaaid. Het heuwerk in de haven moet nog worden afgetimmerd.

Werkeland Noordland

Het werkeiland Noordland is uitvoerig beschreven in Bericht 55, februari 1971. De aanleg van dit derde steunpunt voor de afsluiting van de Oosterschelde is op 9 maart aanbesteed. De laagste inschrijver was de aannemerscombinatie Bos-Kalis en Dirk Verstoep-Nederland, met een aannemingssom van f 9 971 000.

Oeververdedigingswerken langs de Grevelingendam

De oeververdediging langs de Grevelingendam vordert volgens schema. De grindbestortingen aansluitend tegen de reeds uitgevoerde bezinkingen zijn nu ook gereedgekomen. De geprojecteerde grinddam van 25 m breed, 50 cm dik en 800 m lang, aansluitend tegen de Grevelingendam, is bijna klaar. Het grind voor dit werk wordt in de haven van Bruinisse overgeslagen in vrachtauto's, die het materiaal naar de grinddam rijden.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en Fiemel

De provinciale zeedijk tussen Termunterzijl en Fiemel werd geheel voltooid opgeleverd, evenals de onderhoudsweg op de binnenberm.

De bouw van een nieuwe keersluis met aansluitende dijkvakken te Termunterzijl wordt voortgezet. Het werk, dat wordt uitgevoerd in opdracht van het waterschap Oldambt, is thans voor 50% gereed.

Zeedijk tussen Fiemel en Nieuwe Statenzijl

Op de landpunt Reide wordt, als buitendijks werk in het raam van de uitvoering van het Dollardplan, een sluisencomplex gebouwd. Het bestek werd in juli 1970 aanbesteed, en men heeft thans een achtste deel

Zie verder op pag. 328

Opgave van bestede en gegunde bestekken en gesloten onderhandse overeenkomsten

Door het Rijk voor de uitvoering van de Lauwerszeewerken gesloten overeenkomsten en gegunde bestekken

ZW 3633 (LZW nr. 12) 12 juli 1966

Bouwen van zesentwintig doorlaatcaissons ten behoeve van de afsluiting van de Lauwerszee, met bijkomende werken
Aannemingssom: f 10 800 000,—
Aannemer: Combinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage

ZW 3675 (LZW nr. 14) 16 september 1966

Het vervaardigen en leveren van stalen onderdelen voor de caissons ten behoeve van de afsluiting van de Lauwerszee
Aannemingssom: f 232 375,—
Aannemer: Machinefabriek en constructiewerkplaats Nassette en Zn, Amsterdam

ZW 3686 (LZW nr. 15) 12 december 1966

Het vervaardigen en leveren van stalen onderdelen voor de schutsluis in de uitmonding van het Dokkumerdiep, nabij Nieuwe Zijlen (Lauwerszee)
Aannemingssom: f 57 500,—
Aannemer: n.v. Metaalindustrie 'Stertil', Kloostertille

ZW 3698 (LZW nr. 16) 14 maart 1967

Het vervaardigen en inhangen van twee stalen waaierdeuren

voor de schutsluis in de uitmonding van het Dokkumer grootdiep nabij Nieuwe Zijlen (Lauwerszee)
Aannemingssom: f 75 200,—
Aannemer: n.v. Metaalindustrie 'Stertil', Kloostertille

ZW 3713 (LZW nr. 17) 6 februari 1967

Het vervaardigen en opstellen van een stalen ophaalbrug met bewegingsinrichting over de schutsluis in de afsluitdijk van de Lauwerszee
Aannemingssom: f 377 000,—
Aannemer: n.v. Havenbedrijf Vlaardingen-Oost, Vlaardingen

ZW 3730 (LZW nr. 18) 4 oktober 1967

Het vervaardigen en bedrijfsklaar opleveren van de elektrische installatie van de schutsluis en brug te Nieuwe Zijlen
Aannemingssom: f 126 450,—
Aannemer: n.v. Installatiebouw, Amsterdam

ZW 3746 (LZW nr. 19) 12 juni 1967

Het leveren en bedrijfsklaar opstellen van 6 stalen elektrisch bewogen rioolschuiven met schuiframen en bewegingswerken, 3 noodstuiven en 2 bewegingswerktuigen voor de waaierdeuren met pennenkransen
Aannemingssom: f 97 645,—
Aannemer: n.v. Landindustrie te Sneek

ZW 3771 (LZW nr. 20) 28 december 1967

Het bouwen van een bedieningsgebouw op het werkeiland in de Lauwerszee
Aannemingssom: f 676 000,—
Aannemer: Combinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage

ZW 3772 (LZW nr. 21) 1 november 1967

Het bouwen van vier gebouwtjes op en nabij de schutsluis op het werkeiland in de Lauwerszee
Aannemingssom: f 68 500,—
Aannemer: Combinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage

ZW 3773 (LZW nr. 22) 1 november 1967

Het afwerken van de uitwateringssluizen in de afsluitdijk van de Lauwerszee
Aannemingssom: f 719 000,—
Aannemer: Combinatie Lauwerszee, 's-Gravenhage

ZW 3794 (LZW nr. 23) 28 november 1967

Het vervaardigen en leveren van een dieseldraaistroomaggregaat voor het sluisencomplex in de afsluitdijk van de Lauwerszee
Aannemingssom: f 27 620,—
Aannemer: n.v. Dynaf te Alkmaar

ZW 3821 (LZW nr. 25) 9 februari 1968

Het vervaardigen, leveren en bedrijfsklaar opstellen van een warmwaterverwarmingsinstallatie met olieestookinrichting, een ventilatieinrichting, alsmede de bijbehorende elektrische rege-

lingsinstallaties ten behoeve van het centraal dienstgebouw Lauwerszee
Aannemingssom: f 56 245,-
Aannemer: n.v. Installatiebouw te Amsterdam

ZW 3834 (LZW nr. 26) 8 maart 1988

Het vervaardigen en opstellen van de stalen bovenbouw van een ophaalbrug met bewegingsinrichting over de schutsluis in de uitmonding van het Dokkumerdiep nabij Nieuwe Zijlen (Lauwerszee)
Aannemingssom: f 338 300,-
Aannemer: n.v. Nederlandse Staalindustrie te Rotterdam

Opgave van de door andere beheerders dan het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken gesloten overeenkomsten

Zeeland (waterkering cal.wp. Bruinisse) 148/1969

Maken van een dijksverhoging door een kistdam op de zeedijk van het calamiteuze waterschap Bruinisse
Aannemingssom: f 159 000,-
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' N.V. te Gorinchem

Zeeland (wp. Schouwen-Duiveland) 2007/1969

Maken van een dijksverhoging door een kistdam op de zeedijk van de voormalige polder Oosterland
Aannemingssom: f 99 900,-
Aannemer: Fa. P. van Dongen & Zn. te Haamstede

Zeeland (wp. Tholen) 4/1969

Aanbrengen van 1530 m lengte kistdam op de zeedijk van de Anna Jacobapolder (St. Philipsland) in twee vakken van dp 28 + 60 m tot 37 + 30 m en van dp 58 tot dp 64 + 60 m
Aannemingssom: f 92 580,-

Aannemer: Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' N.V. te Gorinchem

Zeeland/Noord Brabant (Interprov. wp. de Prins Hendrikpolder) 1/1969

Maken kruisverhoging op de zeedijk van de Prins Hendrikpolder ter lengte van 4630 m

Opgave van de door andere beheerders dan het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken gegunde openbaar aan bestede werken

Zeeland (wp. Tholen) 4/1969

Maken dijksverhoging met kistdammen op de zeedijken van de polders Anna Jacoba en Kramers op Sint Philipsland ter lengte van 3795 m
Aannemingssom: f 258 000,-
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' N.V. te Gorinchem

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

DED-1194 1969-1970

Het maken van het eiland 'Arneplaat' met bijkomende werken in het Veerse Meer in de gemeente Veere
Aannemingssom: f 199 744,-
Aannemer: N.V. Aannemings Maatschappij v/h J. Prins van Wijngaarden te Hattum

DED-1221 1970

Het maken van oeververdedingen langs de oevers van het Veerse Meer, met bijkomende werken, in de gemeente Veere, Wolfaartsdijk en Wissenkerke
Aannemingssom: f 777 700,-
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' N.V. te Gorinchem

Opgave van de door het Rijk voor de uitvoering van de Deltawerken gesloten onderhandse overeenkomsten

DED-1138 13 februari 1970

Het aanleggen van wegen nabij het zuidelijke uiteinde van de afsluitdam door het Haringvliet onder de gemeente Goedereede
Aannemingssom: f 860 770,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1159 20 mei 1969

Overeenkomst wegens huur van de motorvliet 'Merwede' ten behoeve van de afdamming van het Haringvliet
Aannemingssom: verrekenprijs
Aannemer: W. de Ruyter te Hellevoetsluis

DED-1186 24 september 1969

Wegens het ter beschikking stellen van terreinen ten behoeve van de werken tot de inrichting van de haven Burghsluis tot personenhaven, met bijkomende werken, in het kader van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: geen verrekening
Aannemer: Dijkgraaf van het Waterschap 'Schouwen-Duiveland' te Zierikzee

DED-1187 24 september 1969

Overeenkomst tussen het Rijk en de gemeente Westerschouwen betreffende de inrichting van de haven Burghsluis tot personenhaven ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: geen verrekening
Aannemer: Burgemeester van de gemeente Westerschouwen

DED-1193 5 maart 1970

Het maken van een proefbodembescherming in het Noord-Pampus en in de Westerschelde
Aannemingssom: f 220 000,-
Aannemer: 'Bitumarin' N.V. te Zaltbommel

DED-1226 29 mei 1970

Het leveren van basaltstortsteen ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Rheinisch-Lava-kontor Tochtergesellschaft G.m.b.H. der Firma Horst und Jüssen O.H.G. te Sinzig/Rhein

DED-1229 19 juni 1970

Het afsluiten van de haven van Dirksland, het maken van een dijk op de Westplaat en het in verbinding brengen van de Zuiderdiepboezem met de haven van Dirksland, gelegen in de gemeente Dirksland en Middelharnis
Aannemingssom: f 992 000,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1233 10 december 1969

Overeenkomst voor het huren van de motorsleepboot 'Zuidvliet' mede ten behoeve van de uitvoering van duikwerk
Aannemingssom: verrekenprijzen
Aannemer: C. P. Noordhoek te Kortgene

DED-1240 29 mei 1970

Overeenkomst voor het afsluiten van het Rak van Scheelhoek
Aannemingssom: f 34 490 000,-
hierin begrepen een bedrag van f 462 740,- voor DED-1277
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1244 2 maart 1970

Het verrichten van cultuur-technische werken ten behoeve van aan te brengen windsingels en overige beplantingen op de terreinen in de polder Malthea, gelegen ten oosten van de Volkeraksluizen en ten noorden van de oprit van de overbrugging van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
Aannemingssom: f 59 500,-
Aannemer: P. C. Klein te Willemstad

DED-1250 29 mei 1970

Het onderhouden van beplantingen en grasgwas en het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, steigers en meergelegenheden op en langs terreinen behorende tot de afdeling Afsluitingswerken van de Deltadienst, in de gemeenten Hellevoetsluis, Goedereede en Dirksland, in het jaar 1970
Aannemingssom: f 195 500,-
Aannemer: S. L. Kranenburg te Oudendoorn

DED-1253 7 september 1970

Voor het lossen c.q. laden van stortsteen in de werkhaven te Hellevoetsluis of in de binnenhaven of buitenhaven te Steldam
Aannemingssom: f 1 053 500,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1255 13 februari 1970

Voor het maken van de aardebaan met bijkomende werken voor rijksweg 57 in de gemeente Goedereede
Aannemingssom: f 702 694,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1271 14 augustus 1970

Voor het plaatsen van vangrails met toebehoren en het verrichten van bijkomende werken op het wegdek van de spuisluizen in het Haringvliet onder de gemeenten Goedereede en Hellevoetsluis
Aannemingssom: f 99 000,-
Aannemer: A. van der Hoek Jr. te Oostvoorne

DED-1272 18 mei 1970

Het leveren van betonartikelen ten behoeve van het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde en ten behoeve van de verlenging van het damvak Kabbelaarsbank in het Brouwershavense Gat
Aannemingssom: verrekenprijzen
Aannemer: N.V. Betonfabriek Haringman te Goes

DED-1273 5 juni 1970

Het leveren van koperslaktegels ten behoeve van het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: 'Mavotrans' N.V. te 's-Gravenhage

DED-1274 9 juli 1970

Het aanbrengen, ter beschikking stellen, onderhouden en opbreken van kraanbanen met bijkomende werken ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavense Gat onder de gemeenten Middelshouwen en Goedereede
Aannemingssom: f 296 000,-
Aannemer: Railbouw N.V. te Leerdam

DED-1275 20 juli 1970

Het verplaatsen van 2 Romneyloodsen van de Grevelingendam in de gemeente Bruinisse resp. naar werkhaven Schelphoek en naar kabelbaanplateau te Scharendijke
Aannemingssom: f 77 300,-
Aannemer: Aannemingsbedrijf 'Schouwen-Duiveland' N.V. te Zierikzee

DED-1276 20 augustus 1970

Het maken van een gewapend-betonnen fundering met bijkomende werken voor een door derden te plaatsen houten magazijn op een terrein van de Waterlooplekundige afdeling van de Deltadienst te Schiedam
Aannemingssom: f 18 562,-
Aannemer: C. Aleman te Schiedam

DED-1278 12 juni 1970

Het leveren en voor een gedeelte lossen van grind ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: 'Utroma' N.V. te Arnhem

DED-1280 7 september 1970

Voor de levering van mijnsteen ten behoeve van de uitvoering van de Deltawerken
Aannemingssom: vrachtverrekening
Aannemer: N.V. Nederlandse Staatsmijnen te Heerlen

DED-1281 19 augustus 1970

Voor het maken van een proefvak van asfaltmastiekbodembescherming nabij de Grevelingendam
Aannemingssom: f 44 287,45
Aannemer: 'Bitumarin' N.V. te Zaltbommel

DED-1282 14 juli 1970

Het leveren van koperslakblokken ten behoeve van de verlenging van het damvak Kabbelaarsbank
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: 'Mavotrans' N.V. te Den Haag

DED-1283 26 augustus 1970

Het leveren van grind ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavense Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer 'Utroma' N.V. te Arnhem

DED-1285 20 juli 1970

Het leveren van steenkorven en binddraad ten behoeve van de verlenging van het damvak Kabbelaarsbank
 Aannemingssom: verrekenprijzen
 Aannemer: N.V. Basalt Rotterdam te Rotterdam

DED-1286 4 augustus 1970

Het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: P. C. Klein te Willemstad

DED-1290 25 augustus 1970

Voor het leveren en plaatsen van een houten magazijn op een door derden te maken fundering, op een terrein van de Waterlooplekundige afdeling van de Deltadienst te Schiedam
 Aannemingssom: f 14 050,-
 Aannemer: van 't Verlaats Houtbouw te Hardinxveld

DED-1291 14 augustus 1970

Het vervaardigen en leveren van polypropreenbandweefsel met rietmatten ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer N.V. Rietindustrie 'Gouderak' te Gouderak

DED-1292 7 augustus 1970

Het vervaardigen en leveren van polypropreenmatten ten behoeve van de afsluiting van het Haringvliet
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. Zakkencentrale te Schiedam

DED-1296 24 juni 1970

Voor het leveren van zink- en stortsteen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwers-

havense Gat en de Oosterschelde
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. Handelsmaatschappij Arnold Maassen te Maastricht en S. A. Orie te Luik

DED-1298 12 augustus 1970

Voor de aan- en verkoop van een houten keet met inventaris staande op het werkeiland Roggenplaat in de Oosterschelde
 Aannemingssom: f 30 000,-
 Aannemer: N.V. Aanneming Maatschappij 'Dijksbouw' te Rijswijk (Z.H.)

DED-1303 25 augustus 1970

Het vervaardigen en leveren van polypropreenmatten ten behoeve van de bezinking in de stroomgeul 'Kous'
 Aannemingssom: verrekenprijzen
 Aannemer: N.V. Zakkencentrale te Schiedam

DED-1304 20 mei 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. Gebr. van Noordenne Hardinxveld-Giessendam

DED-1305 20 mei 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: G. J. Versluis te Lexmond

DED-1306 20 mei 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. W. van Wijn-gaarden te Sliedrecht

DED-1307 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessen-dam

DED-1308 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: N.V. W. van Wijn-gaarden te Sliedrecht

DED-1309 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: Fa. Gebr. Hakkers te Werkendam

DED-1310 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: Fa. A. J. van Loon te Drimmelen

DED-1311 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: Fa. J. A. de Ruiter c.v. te Hardinxveld-Giessendam

DED-1312 5 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershaven-
 se Gat
 Aannemingssom: eenheids-prijzen
 Aannemer: Fa. T. den Otter en Zn. te Meerkerk

DED-1315 18 augustus 1970

Voor het verbeteren van de Groeneweg in de Mariapolder op Noord-Beveland
 Aannemingssom: f 28 330,-
 Aannemer: Koninklijke Maatschappij Wegenbouw N.V. te Utrecht

DED-1318 10 juni 1970

Voor het leveren van rijsmaterialen ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde

Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. Kraayeveld's Aannemings- en Handelsovername te Barendrecht

DED-1319 10 juni 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: N.V. Jan de Jong Bzn. te Sliedrecht

DED-1320 10 juni 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: P. C. Klein te Willemstad

DED-1323 10 juli 1970

Overeenkomst tot huur en verhuur van een garage te Zierikzee ten behoeve van de opslag van materiaal en materieel voor de Deltawerken

Aannemingssom: f 60,- per maand

Aannemer: D. Legemaate te Zierikzee

DED-1324 19 juni 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Firma v/h F. W. Volker en Zn. te Sliedrecht

DED-1325 19 juni 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavense Gat

Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. A. J. van Loon te Drimmelen

DED-1332 23 juli 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: N.V. T. en P. de Klerk te Werkendam

DED-1333 23 juli 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. J. A. de Ruiter c.v. te Hardinxveld-Giessendam

DED-1341 7 september 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: N.V. Gebr. van Noordenne te Hardinxveld-Giessendam

DED-1342 7 september 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. G. van Weverwijk en Zn. te Zijlderveld

DED-1343 7 september 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: N.V. W. van Wijn-gaarden te Sliedrecht

DED-1344 7 september 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. J. A. de Ruiter c.v. te Hardinxveld-Giessendam

DED-1345 7 september 1970

Voor het leveren van rijmateriaal ten behoeve van de afsluiting van het Brouwershavense Gat

Aannemingssom: eenheids-prijzen

Aannemer: Fa. T. den Otter en Zn. te Meerkerk

BR 4975 23 januari 1970

Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van twee elektro-mechanische transportrichtingen c.a. ten behoeve van de puntdeuren van de slui-

zen in het Volkerak

Aannemingssom: f 54 000,-

Aannemer: Koninklijke Fabrieken Penn & Bauduin N.V. te Dordrecht

BR 5104 3 maart 1970

Het vervaardigen en leveren van stalen onderdelen ten behoeve van de caissons Brouwershavense Gat, sluitgat Kous
Aannemingssom: f 24 500,-
Aannemer: Machinefabriek en Constructiewerkplaats Nassette en Zoon te Amsterdam

BR 5111 3 maart 1970

Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een complete compressor- en leidingsinstallatie c.a. met bijkomende werkzaamheden ten behoeve van de schutsluis in het Haringvliet
Aannemingssom: f 88 875,-
Aannemer: Atlas Copco Holland N.V. te Rotterdam

BR 5112 23 juni 1970

Het vervaardigen en leveren van bordessen en rij-overgangen c.a. ten behoeve van de doorlaatcaissons Brouwershavense Gat
Aannemingssom: f 220 050,-
Aannemer: Swarttouw's Constructiewerkplaatsen en Machinefabriek N.V. te Schiedam

BR 5113 23 juni 1970

Het vervaardigen en leveren van 20 stuks elektrisch bewogen lierwerken c.a. ten behoeve van de doorlaatcaissons Brouwershavense Gat
Aannemingssom: f 266 077,-
Aannemer: Boele's Scheepswerken en Machinefabriek N.V. te Bolnes

BR 5115 12 juni 1970

Het vervaardigen, leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een luchtinstallatie c.a. voor luchtbellenschermen ten behoeve van de sluisen in het Volkerak
Aannemingssom: f 267 835,-
Aannemer: Atlas Copco Holland N.V. te Rotterdam

BR 5181 23 juni 1970

Het vervaardigen en leveren van vangrails op Nabla-liggers ten behoeve van spuisluis Haringvliet

Aannemingssom. f 22 595,-
Aannemer: Machinefabriek en
Konstruktiewerkplaats de Jong
en Snooy N.V. te Goes

BR 5253 13 juli 1970

Het leveren van een verlichtingsinstallatie voor de kabelbaan over het Haringvliet
Aannemingssom: f 23 971,-
Aannemer: Heemaf N.V. te Hengelo

BR 5259 24 maart 1970

Het leveren van afsluiters ten behoeve van eenheidscaissons voor de afsluitingswerken Zuid van de Deltadienst
Aannemingssom: f 17 168,-
Aannemer: Econosto N.V. te Rotterdam

BR 5348 13 juli 1970

Het vervaardigen en leveren van nodulair gietijzeren onderdelen ten behoeve van
a. Spuisluis Haringvliet
b. Holland-Twentteroute-Brug over het Apeldoorns Kanaal, Kunstwerk 30

Aannemingssom:
B. frs. 1 005 970,-
Aannemer: Fondries de la Campine S.A. te Hérentals (België)

BR 5350 13 juli 1970

Het vervaardigen en leveren van bewerkte gietstalen tandwielen ten behoeve van de lieren voor doorlaatcaissons Brouwershavense Gat
Aannemingssom:
B. frs. 1 576 720,-
Aannemer: Usines et Aciéries Léonard Giott S.A. te Marchienne au Pont (België)

BR 5356 26 mei 1970

Het aanbrengen van houten aanvaringsbalken op de puntdeuren van de schutsluis in het Volkerak
Aannemingssom: f 46 570,-
Aannemer: 'De Groot Zwijsdrecht' N.V. te Zwijsdrecht

BR 5369 26 mei 1970

Het vervaardigen en leveren van 20 motoren ten behoeve van de lieren-caissons Brouwershavense Gat
Aannemingssom: f 19 234,-
Aannemer: N.V. Elektromotorenfabriek 'Dordt' te Dordrecht

BR 5389 21 juli 1970

Het vervaardigen en leveren van een ponton met loopbruggen c.a. ten behoeve van de werkhaven Neeltje Jans (Afsluiting Oosterschelde)
Aannemingssom: f 36 600,-
Aannemer: Constructiebedrijf M. J. Stekelenburg te Middelharnis

Zeeland 4/1969

(waterschap 'De brede watering van Zuid-Beveland' en de cal. Zimmermanpolder)
Verhogen en verzwaren van de zeedijk van de calamiteuze Zimmermanpolder vanaf c.a. dp. 44, de Emmanuelpolder en de polder Waarde tot c.a. dp. 19 en het optrekken van het waterbeloop tussen dp. 18-20 m en dp. 22 + 72 m van de polder Waarde, gelegen aan de Westerschelde met bijbehorende werken
Aannemingssom: f 2 791 500,-
Aannemer: Aannemingsmaatschappij Jac. G. van Oord N.V. te Utrecht

Zeeland 9/1967

(Gem. Terneuzen)
Aanleg overstortriool in exploitatieplan Noord (aanpassingswerk)
Aannemingssom: f 651 000,-
Aannemer: N.V. Gebr. Geldof te Serooskerke

DED-1195 1970-1971

gewijzigd bij overeenkomst nr. DED-1195 a-b
Het vervaardigen en in depot opslaan van 260 000 stuks betonblokken, met een inhoud van 1,04 m³ per stuk, t.b.v. de afsluiting van het Brouwershavense Gat, onder de gemeenten Goedereede en Middenschouwen, in twee percelen of in massa
Aannemingssom: f 13 742 000,-
Aannemer: Dirk Verstoep Nederland N.V. en van Hattum en Blankevoort N.V. te Beverwijk

DED-1251 1970

Voor het onderhouden van beplantingen en grasgewas alsmede het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan wegen, sloten, bermen, steigers

en meergelegenheden op en langs de terreinen van de werkhaven, de toegangswegen tot het sluisencomplex en de in eigendom van het Rijk zijnde terreinen van de voormalige buitenpolder Maltha; in de gemeenten Willemstad en Fijnaart en Hoijningen
Aannemingssom: f 100 125,-
Aannemer: Aannemersbedrijf M. Kook te Werkendam

DED-1254 1970

Voor het maken en leveren van gewapend betonnen eenheidscaissons met bijbehorende opzetstukken
Aannemingssom: f 905 000,-
Aannemer: Amsterdamsche Bal-last Beton en Waterbouw N.V. en Van Hattum en Blankevoort N.V. te Beverwijk

DED-1257 1970-1971

Het maken van het werkeiland Neeltje Jans met bijkomende werken in de Oosterschelde onder de gemeente Veere
Aannemingssom: f 13 140 000,-
Aannemer: Aannemerscombinatie N.V. C. J. v. d. Hoeven en Dirk Verstoep Nederland N.V. te 's-Gravenhage

DED-870a 29 mei 1968

Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED-870 voor het opruimen van de bouwput en het verlengen van de stortebedden en het baggeren van toeleidingsgeulen van de spuisluis in het Haringvliet
Aannemingssom: gewijzigd van f 41 770 350,- in f 45 873 106,58
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-870c 21 oktober 1970

Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED-870a-b voor opruimen van de bouwput enz. in het Haringvliet
Aannemingssom: verhoogd met f 280 692,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1092a 21 oktober 1970

Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED-1092 voor het afsluiten van Noord-Pampus, het maken van een buitenhaven bij de schutsluis in het Haringvliet en het maken van grond-

lichamen voor de wegen tussen de spuisluis en de schutsluis
Aannemingssom: verhoogd met f 788 934,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

DED-1120a 13 november 1970

Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED-1120 voor het maken van een afsluitdam in het Volkerak en het uitbreiden van het Hellegatsplein c.a. met bijkomende werken in de gemeente Willemstad
Aannemingssom: verhoogd met f 1 071 380,-
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld

DED-1191a 18 september 1970

Overeenkomst tot wijziging van overeenkomst nr. DED-1191 voor het vervaardigen en leveren van stortbalken en hijshaken t.b.v. de kabelbaan Haringvliet en Brouwershavense Gat
Aannemingssom: verhoogd met f 19 750,-
Aannemer: Machinefabriek W. Busscher te 's-Gravenhage

DED-1231 2 november 1970

Het maken van toefeldingswerken en een aanlegsteiger met loopbrug in de buitenhaven naar de schutsluis in het Haringvliet in de gemeente Goedereede
Aannemingssom: f 609 600,-
Aannemer: Mannesmann (Nederland) n.v. te Rotterdam

DED-1243 8 januari 1971

Het leveren van basaltsteen t.b.v. de Volkerakwerken
Aannemingssom: f 23 865,48
Aannemer: n.v. Basalt Rotterdam te Rotterdam

DED-1258 1 februari 1971

Het huren van de motorvlet 'Jumbo' t.b.v. de Waterlooplekundige Afdeling van de Delta-dienst
Aannemingssom: f 630,- per week

Aannemer: n.v. Handels- en Scheepvaartbedrijf W. van Laar & Zonen te Soest

DED-1269 13 oktober 1970

Het maken van oeververdedigingswerken op de zuidelijke rand van de Plaat van Oude Tonge onder de gemeente Bruinisse
Aannemingssom: f 1 157 000,-
Aannemer: Aannemerscombinatie Zinkwerken te Gorinchem

DED-1277 21 oktober 1970

Het maken van een aanstorming van zandasfalt tegen de in het Rak van Scheelhoek aangelegde blokkendam
Aannemingssom: f 462 740,- (begrepen in aann.som DED-1240)
Aannemer: n.v. Bitumarin te Zaltbommel

DED-1279 5 november 1970

Het verlengen van het damvak op de Kabbelaarsbank en het aanbrengen van een bodembescherming in de stroomgeul 'Kous' met bijkomende werken onder de gemeenten Goedereede, Middenschouwen en Brouwershaven
Aannemingssom: f 12 007 448,- (hierin begrepen een bedrag van f 2 244 582,- voor DED-1313)
Aannemer: n.v. Aanneming Maatschappij 'Dijksbouw' te Rijswijk (Z.H.)

DED-1287 22 oktober 1970

Het maken van een glooiing langs de noordelijke voorhaven van de Volkeraksluizen in de gemeente Willemstad
Aannemingssom: f 86 870,-
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Willemstad' te Hardinxveld

DED-1289 1 oktober 1970

Het vervaardigen en leveren van polypropreenmatten ten behoeve van bezinkingen voor het werk-eiland Neeltje Jans in de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Tapijfabriek Robusta v.o.f. te Genemuiden

DED-1294 10 november 1970

Het maken van een verbindingsgeul tussen de Grevelingen en het Springersdiep in de gemeenten Goedereede en Brouwershaven
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: Provinciale Waterstaat Zuid-Holland te 's-Gravenhage

DED-1297 1 oktober 1970

Het maken en leveren van een stalen motorvlet met toebehoren ten behoeve van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat
Aannemingssom: f 15 430,-
Aannemer: Jachtwerf D. v. Dui-vendijk te Bruinisse

DED-1302 30 september 1970

Het vervaardigen en leveren van polypropreenmatten ten behoeve van de afsluiting van de Oosterschelde
Aannemingssom: eenheidsprijzen
Aannemer: n.v. Zakkencentrale te Schiedam

DED-1314 2 oktober 1970

Het lossen en opschelven van rijksmaterialen
Aannemingssom: eenheidsprijs
Aannemer: Aannemerscombinatie 'Zinkwerken' n.v. te Gorinchem

DED-1317 22 december 1970

Het vervaardigen en leveren van een onderstel voor een getij-meetpaal
Aannemingssom: f 18 520,-
Aannemer: Havehast Fabrieken n.v. te Stadskanaal

DED-1322 27 oktober 1970

Het maken van een duinver-zwaring, wegen en afritten en het inrichten van terreinen tussen het spuissluizencomplex in het Haringvliet en het voormalige Zuiderdiep
Aannemingssom: f 2 443 170,-
Aannemer: Deltacombinatie v.o.f. te Hellevoetsluis

van het werk uitgevoerd. Langs de Dollard wordt voorts, tussen Fiemel en Nieuwe Statenzijl, een nieuwe zeedijk gelegd. Deze onderdelen van het plan, die kunnen worden aangemerkt als Deltawerk, zijn geraamd op 36 miljoen gulden.

Verhoging van de zeedijk tussen Delfzijl en de Emmapolder

Ook in het Eemshavenproject zitten onderdelen die kunnen worden aangemerkt als Deltawerk. Aangezien de uitvoering van het project de verhoging overbodig maakt van de 7 km zeedijk, wordt een Deltabijdrage verleend van f 10,5 miljoen. Deze werken, die in april 1970 werden aanbested, zijn thans voor een zesde gereed

Verantwoording van de foto's

Aero Camera	300			
Anefo	295			
Van der Laan	290	291	292	293
Oorthuys	280			
Rijkswaterstaat	282	318	319	

