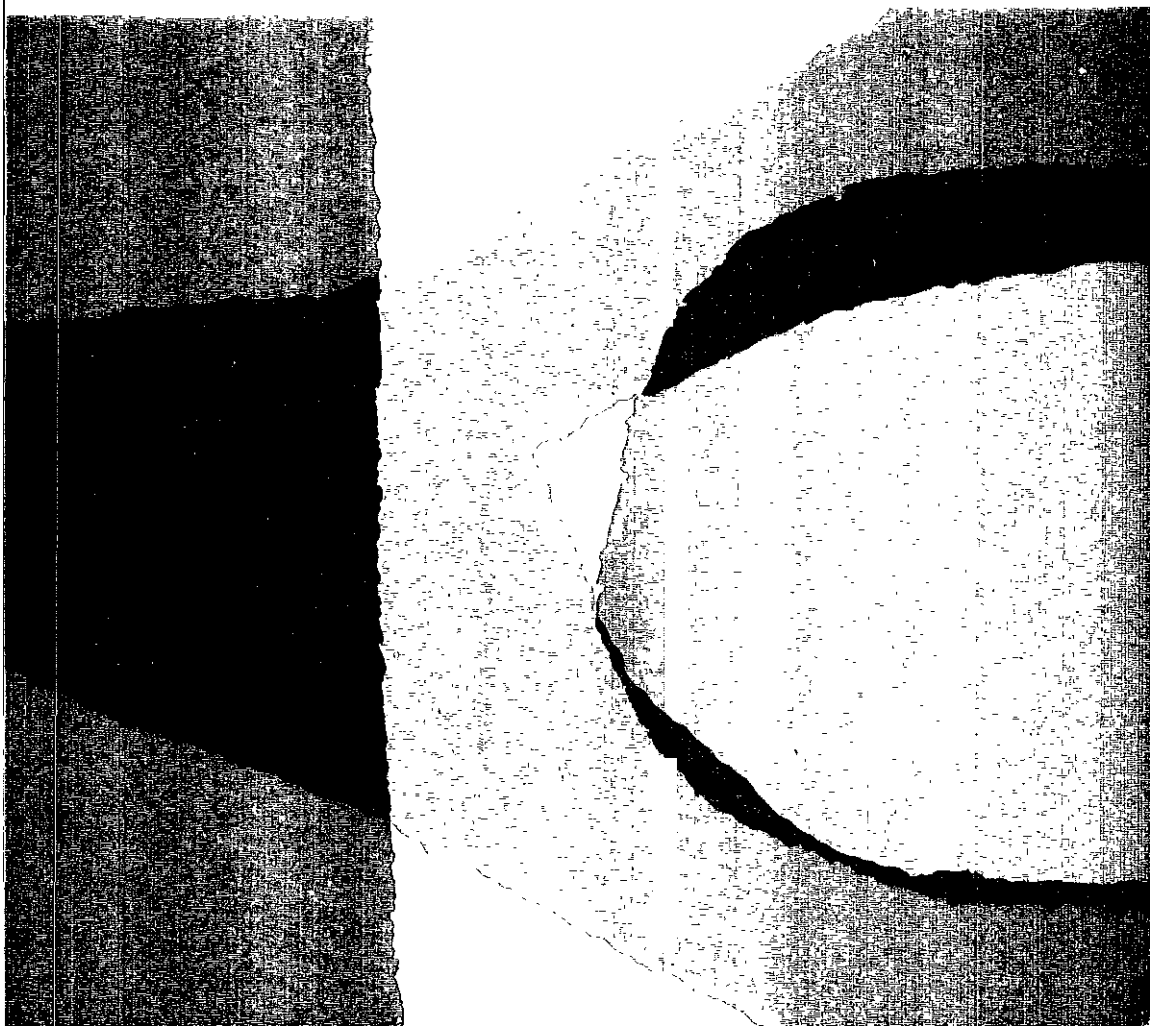


Driemaandelijks Bericht
nummer 80, mei 1977

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 20,- per jaar
of f 5,50 per nummer

Inhoud

De ontwikkeling van de recreatie in het
Grevelingenmeer 523

Oeververdedigingen in het Veerse Meer
en het Grevelingenmeer 533

De verdere inrichting van het Veerse
Meer 540

De waterhuishouding van het Zoommeer 549

Onderzoek naar de bestrijding van
eutrofie 554

Een getijcentrale in de Oosterschelde? 563

Vorderingen van studies en werken in verband
met de afsluiting van de Oosterschelde 572





De ontwikkeling van de recreatie in het Grevelingenmeer

Bijdrage verzorgd door de
Rijksdienst voor de IJsselmeer-
polders.

Om de recreatie in het Grevelingenmeer in goede banen te leiden, wildgroei en waardevermindering te voorkomen, is ruimtelijke ordening noodzakelijk van de verschillende functies die het gebied kan vervullen. Dit wordt ook onderkend in de structuurschets voor de Ruimtelijke Ontwikkeling van de Openluchtrecreatie die in 1966 door de regering als algemene achtergrond van het te voeren beleid werd aanvaard.

Het Grevelingenmeer wordt in dit stuk aangeduid als een park- en watersportgebied van nationale betekenis, dat ontwikkeld dient te worden voor de dag-, weekend- en vakantie-recreatie. Hoe deze functies mogelijk zouden kunnen worden ontwikkeld is reeds eerder uitgewerkt in de Inrichtingsschets voor het Grevelingenbekken van 1967 (Bericht 45, augustus 1968) en de mede op deze schets gebaseerde streekplannen.

Sinds het opstellen van deze plannen echter, en vooral de laatste jaren, is er sprake van gewijzigde inzichten ten aanzien van de recreatie en het natuurbehoud. In de ruimtelijke ordening heeft men het accent verlegd naar natuurlijke ontwikkelingen en het gebruik van de natuurlijke potenties van gebieden bij de inrichtingen ervan. In het beleid ten aanzien van de openluchtrecreatie wordt tegenwoordig prioriteit gegeven aan het ontwikkelen van mogelijkheden voor de openluchtrecreatie in de directe nabijheid van de bevolkingsconcentraties. Bij zo sterk gewijzigde uitgangspunten van het gehele beleid werd in 1972 ook voor het Grevelingenmeer een nieuwe afweging van de belangen van enerzijds de openluchtrecreatie en anderzijds de natuurwetenschappelijke waarden noodzakelijk geacht.

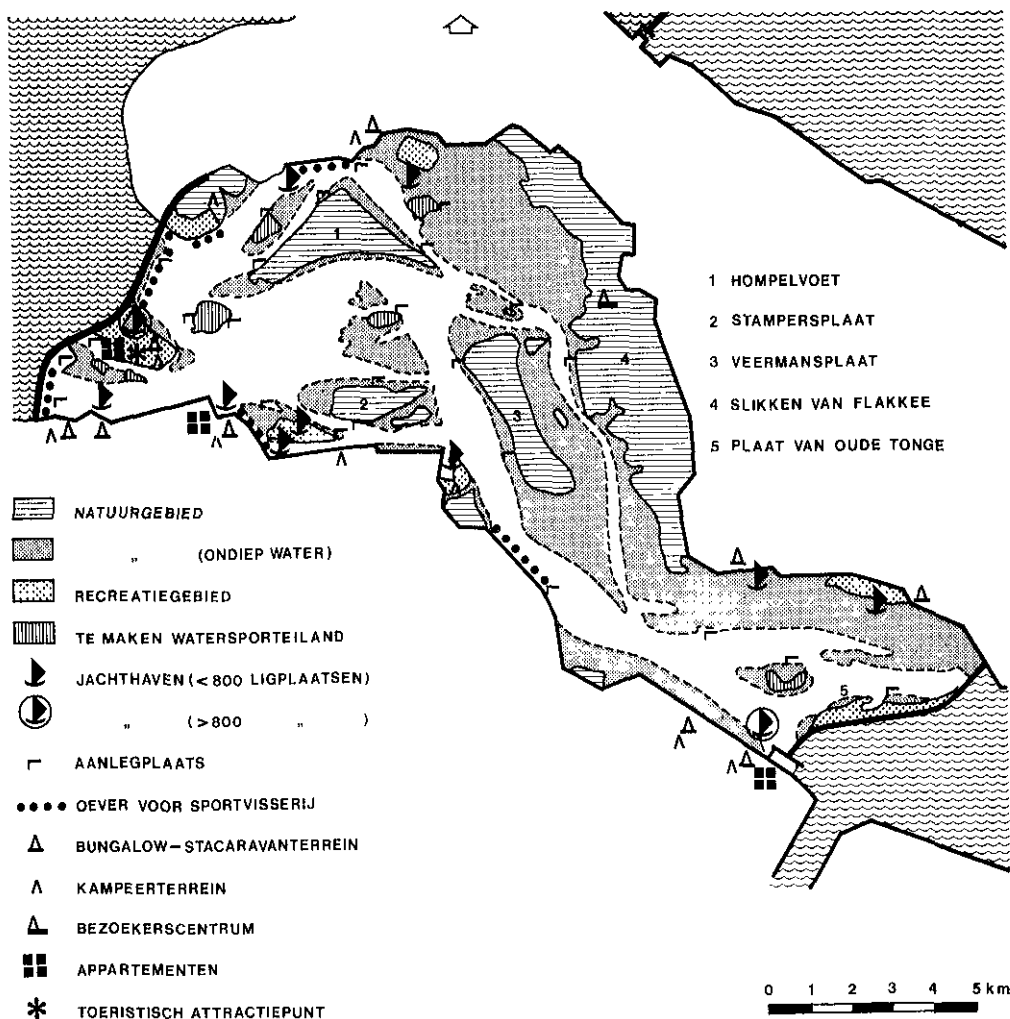
De Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders heeft, bijgestaan door deskundigen van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de Deltadienst, onder auspiciën van de interdepartementale Werkgroep Herziening Inrichtingsschets Grevelingenbekken in 1975 een Nieuwe Inrichtingsschets voor de ontwikkeling van het Grevelingenbekken opgesteld. De nieuwe schets richt zich uitsluitend op de eerste fase van de ontwikkeling tot 1985; dit in tegenstelling met de vorige schets, die de periode tot het jaar 2000 in beschouwing nam. In overeenstemming met de prioriteit die thans wordt gegeven aan de ontwikkeling van recreatieprojecten in de Randstad, is de omvang van de voorzieningen voor overrecreatie, watersport en verblijfsrecreatie in het Grevelingenmeer, en dan vooral op de Slikken van Flakkee en de aangrenzende diepte, sterk teruggebracht, zulks ten gunste van de natuurlijke ontwikkelingen. Hiermee houdt ook verband, dat men een voorzichtiger beleid is gaan voeren ten aanzien van de verruiming van de capaciteit van de beide wegen die de zuidelijke vleugel van de Randstad via de Haringvlietdam en de Haringvlietbrug met het Deltagebied verbinden.

Dit alles noopte tot bijstelling van de indertijd opgestelde prognose voor het recreatiebezoek aan het Grevelingenmeer. Wordt bij de vorige inrichtingsschets nog gerekend op 250 000 bezoekers op een normale zomerse zondag in het jaar 2000, thans gaat men niet verder dan te becijferen dat omstreeks het jaar 1985 een aantal van 15 000 dagrecreanten in het Grevelingenbekken kan worden verwacht en dat dan in het 'Grevelingenbekken en directe omgeving' 35 000 weekend- en vakantie recreanten zullen verblijven, die voor een belangrijk deel hun recreatiedag in het Grevelingenbekken zullen doorbrengen. Een specificatie van deze prognose geeft tabel 1.

In 1975 is het ontwerp voor de Nieuwe Inrichtingsschets door de staatssecretaris van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk aangeboden aan de bij de ontwikkeling van het Grevelingenbekken betrokken departementen, provincies en gemeenten met het verzoek hun visie kenbaar te maken. Inmiddels worden door het Projectbureau Inrichting Grevelingenbekken plannen voorbereid voor de inrichting van deelobjecten. In Brouwershaven en Bruinisse zijn reeds nieuwe jachthavens gerealiseerd, en langs de Greve-

Tabel 1
Dagbezoek en momentbezoek op een maatgevende dag omstreeks 1985 verdeeld naar recreatiesoort

	dagbezoek		momentbezoek		momentcapaciteit openluchtrecreatie- voorzieningen in Grevelingenbekken
	dag- recreanten	verblijfs- recreanten	dag- recreanten	verblijfs- recreanten	
recreatie op oevers, ligweiden	9 000	8 575	6000	5700	11 700 recreanten
sportvisserij	1 500	735	1000	500	1 500 recreanten
diversen (wandelen, bezoek steden enz.)	1 500	2 940	1000	2000	—
dagbesteding op verblijfsterrein		9 800			
watersport — varend	1 500	2 450	liggend: buiten havens	975 boten	
watersport — bemand in haven	750	10 500	varend:	1950 boten	6 510 ligplaatsen in jacht- havens
watersport — boot op trailer	750		liggend: in haven (bemand of onbemand)	3585 boten	
	15 000	35 000			



lingendam is al een deel van het strand met een momentcapaciteit van 3000 bezoekers ingericht voor de intensieve oeverrecreatie. De ontwikkeling van het Grevelingenbekken als geheel kan echter niet in de gewenste richting worden geleid, en evenmin kunnen plannen voor de inrichting van deelgebieden en voor de fasering van de inrichting worden opgesteld zonder dat men inzicht heeft in de aard en de omvang van het gebruik van het gebied door recreanten. De Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders heeft in de afgelopen jaren dan ook onderzoek verricht naar deze uitgangsgeschiedenis.

Het recreatiebezoek aan het Grevelingen-bekken

Om een indruk te krijgen van de omvang van

Fig. 1. De nieuwe inrichtings-schets voor het Grevelingen-bekken



Punt van Goeree, recreatie langs de oever

de recreatie langs de dammen en dijken en op de buitendijkse gronden zijn de land- en oeverrecreanten sinds de afsluiting jaarlijks op een aantal dagen visueel geteld. De tellingen werden verricht op weekdays en vakantiedagen met gunstig recreatiweer. In tabel 2 zijn de resultaten van de vier drukste teldagen vermeld. Dit sluit natuurlijk niet uit dat op dagen dat er geen tellingen werden verricht gelijke of grotere aantallen recreanten rond het Grevelingenmeer aanwezig kunnen zijn geweest. Voor de planning van de inrichting van recreatieterreinen is echter niet het bezoek op de drukste dag maatgevend, maar het bezoek op een gemiddelde zomerse (zon)dag.

Op basis van een nadere analyse kan worden gesteld dat de in tabel 2 vermelde bezoekcijfers op de vier drukste teldagen met een redelijke mate van betrouwbaarheid kunnen worden opgevat als een indicatie van het momentbezoek aan het Grevelingenbekken op de voor de inrichting maatgevende dag. Uit de tellingen blijkt dat er jaarlijks meer mensen naar het Grevelingenmeer komen om zich in de openlucht te ontspannen. Dat de belangstelling voor het gebied zo snel toeneemt wordt mede veroorzaakt door het feit dat het hier een nieuw recreatiegebied betreft, dat nog door de recreanten wordt ontdekt. Extrapolatie van de ontwikkelingen in de afgelopen vijf jaar is dan ook alleen mogelijk op basis van een analyse van het complex van factoren dat de recreatietrek naar en het recreatiegebruik van het Grevelingenmeer beïnvloedt. Het grootste aantal sportvissers vanaf de oever dat bij 94 middag tellingen over de jaren 1972 t/m 1976 werd geteld bedroeg ca. 600. Het moment-

bezoek liep op dagen met goed recreatiweer uiteen van 400 tot 500 sportvissers.

Het recreatiebezoek per deelgebied

De aantallen land- en oeverrecreanten zijn geregistreerd per deelgebied. Zo kan een indruk worden verkregen van de spreiding van de bezoekers over het Grevelingenmeer, de veranderingen die in de verdeling optreden gedurende het seizoen en in de loop der jaren. Tevens kan uit deze cijfers de ontwikkeling binnen een bepaald gebied worden afgeleid. Om een indruk te geven van het recreatiebezoek aan de belangrijkste deelgebieden vermeldt tabel 3 het grootste aantal bezoekers dat in een reeks jaren op een van de teldagen in deze deelgebieden werd aangetroffen.

Voor alle deelgebieden geldt dat het recrea-

tiebezoek jaarlijks toeneemt. Bij het interpreteren van de tellingen dient de grootte van elk gebied en de beschikbare oeverlengte in beschouwing te worden genomen, wil men er de relatieve gebruiksintensiteit uit kunnen afleiden.

Het strand bij de Grevelingendam en De Punt van Goeree blijken dan de drukst bezochte gebieden. Het recreatiebezoek aan de Slikken van Flakkee is het sterkst toegenomen.

Het bezoekersaantal per deelgebied kan in de loop van het seizoen sterk variëren. Het zou te ver voeren hierover per deelgebied gedetailleerde gegevens te verstrekken. We zullen alleen nog enkele resultaten vermelden van het in 1976 verrichte onderzoek op het strand bij de Grevelingendam.

Het bezoek aan het strand langs de Grevelingendam

Toen het Grevelingenbekken in 1971 van de zee werd afgesloten, kwam aan de noordzijde van de Grevelingendam, die al was voltooid

in 1965, een oppervlakte van 70 ha permanent boven water te liggen. De ligging langs de hoofdverkeersweg vanuit de Randstad naar de Centrale Delta en de recreatieve aantrekkingskracht van het Grevelingenmeer maakten dat al vanaf het eerste begin veel mensen hier voor korte of langere tijd hun verpozing zochten, voordat er nog sprake was van een op de recreatie afgestemde inrichting. Om het terrein meer geschikt te maken voor intensieve recreatie en te zorgen voor de noodzakelijke voorzieningen voor de opvang van het recreatiebezoek, zoals parkeerterreinen en sanitaire voorzieningen, werd eind 1973 een begin gemaakt met de inrichting van het recreatieterrein 'Strand Grevelingendam'. In Bericht 66 (november 1973) zijn daarover al eerder mededelingen gedaan.

De inrichting is afgestemd op een dagbezoek van 4500 personen en een maximum momentbezoek van 3000 personen op de maatgevende dag.

Tabel 2
Aantal oever- en landrecreanten in het Grevelingenbekken (drukste teldagen, middag-momentopname)

	1972	1973	1974	1975	1976
aantal teldagen	32	23	19	12	8
drukste teldag	1235	4351	4021	6288	10 704
op een na drukste teldag	1222	3237	3638	6266	7 700
op twee na drukste teldag	1158	3165	2640	5857	7 580
op drie na drukste teldag	1128	3021	2599	5692	7 132
gemiddelde ca.	1200	3450	3225	6025	8 280

Tabel 3
Hoogst getelde aantal bezoekers per deelgebied (momentbezoek)

deelgebied	1972	1973	1974 ¹⁾	1975	1976
De Punt	583	930	1081	1090	1805
meerzijde Brouwersdam	—	757	911	—	601
Kabbelaarsbank	158	305	247	300	711
Strand West Repart	359	559	202	670	755
Slikken van Bommedede	56	—	136	320	440
Strand Grevelingendam	229	1334	663 ²⁾	3140	4480
Slikken van Flakkee	20	80	120	800	1416

— geen gegevens bekend

¹⁾ betreft gegevens van drukste teldag in 1974

²⁾ tijdens uitvoering werkzaamheden op Strand Grevelingendam.

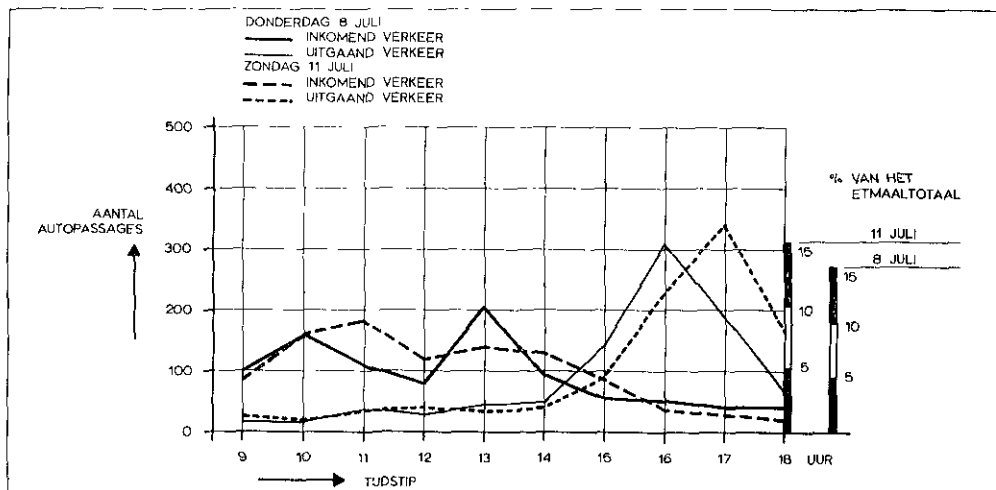


Fig. 2. Verdeling van Inkomend en uitgaand verkeer op het strand langs de Grevelingendam

In 1975 beleefde het strand aan de Grevelingendam dan zijn eerste recreatie seizoen. In 1976 is onderzoek verricht naar de intensiteit van het gebruik.

Bij toegang is het aantal voertuigpassages in de periode mei tot september automatisch geregistreerd. (Zie tabel 4.)

De grootste etmaalintensiteit werd geregistreerd op weekenddagen in de maand juni en juli. Op de op vier na drukste dag bedroeg het aantal passages 2/3 van het totaal op de drukste dag. Op de op negen na drukste dag is dit gedaald tot ongeveer de helft. Uit een analyse van de resultaten van de verkeerstellingen over de maand juni, juli en augustus blijkt dat de etmaalintensiteit op de topdag van de maand uiteenliep

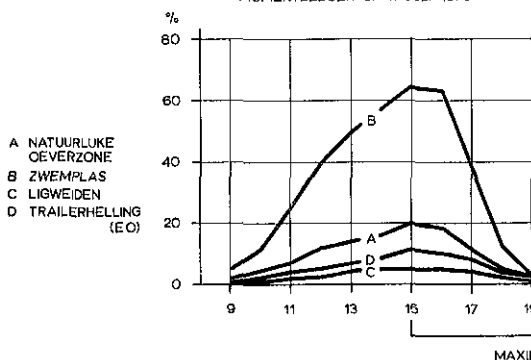
Fig. 3. Spreiding van bezoekers over de deelgebieden van het strand langs de Grevelingendam

Tabel 4

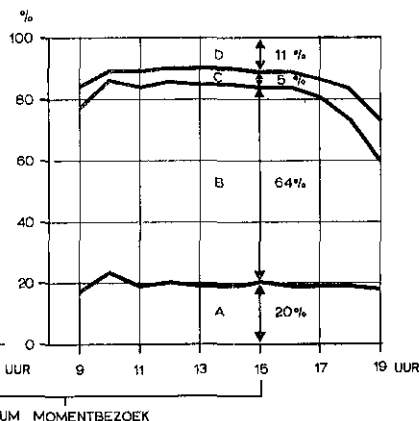
Strand Grevelingendam, tien drukste dagen 1976.

	1	2	3
	auto's etm.	personen dag	maximaal momentbezoek personen
1. zondag 4/7	4698	8225	
2. zondag 27/6	4534	7934	
3. zaterdag 26/6	3766	6590	4480
4. zaterdag 3/7	3182	5568	
5. zondag 11/7	3100	5425	2730
6. zaterdag 10/7	2900	5075	
7. zondag 13/6	2873	5027	
8. zondag 6/7	2860	5005	
9. 2e Pinksterdag 7/6	2827	4947	3569
10. maandag 5/7	2571	4499	

VERLOOP VAN HET BEZOEK PER
DEELGEBIED PROCENTUEEL TEN
OPZICHT VAN HET MAXIMUM
MOMENTBEZOEK OP 11 JULI 1976



SPREIDING VAN DE BEZOEKERS OVER DE
DEELGEBIEDEN OP 11 JULI 1976



van 7 tot 15% van het maandtotaal, en dat de intensiteit op de drukste dag van het jaar 5% bedroeg van het totaal aantal passages over de maanden juni t/m augustus. Uit de etmaalintensiteiten en de gemiddelde bezetting van de gepasseerde auto's - 3,5 personen/auto - kan worden afgeleid dat het strand langs de Grevelingendam op de tien drukste dagen van het seizoen per dag door 4000 tot 8000 personen werd bezocht. Verder is berekend dat dit strand in de maanden juni, juli en augustus door respectievelijk 45 500, 65 000 en 15 000 personen werd bezocht. Om te bepalen hoeveel personen er op het drukste moment van de dag gelijktijdig aanwezig waren is het aantal strandbezoekers op enkele dagen visueel geteld, en wel tussen 14 en 16 uur, de periode waarin de maximale dagdrukke verwacht mocht worden. De resultaten zijn vermeld in tabel 5, met ter vergelijking de overeenkomende cijfers voor 1975.

Drie van de vier drukste teldagen in 1976 blijken voor te komen in de reeks van tien dagen met de hoogste etmaalintensiteiten

Tabel 5
Maximum momentbezoek Strand Grevelingen-
dam (personen)

	1975	1976
aantal tellingen	12	8
drukste teldag	3145	4480
op een na drukste teldag	2842	3569
op twee na drukste teldag	2802	2730
op drie na drukste teldag	2602	2570

(tabel 4, kolom 3). Het bezoek op het drukste moment van de dag bedroeg 50 à 70% van het totale dagbezoek.

Figuur 2 toont hoe het inkomend en vertrek-
kend verkeer was verdeeld op een zomerse
doordeweekse dag (donderdag 8 juli) en een
zondag (11 juli). Op de doordeweekse dag
lag de ochtendpiek van het inkomend verkeer
vlak na 10 uur; rond het middaguur nam de
inkomende bezoekersstroom af. De piek
na 13 uur geeft aan dat er toen recreanten
aankwamen die alleen 's middags bleven.
Na twee uur 's middags begon men weer weg
te gaan; de hoogste vertrekintensiteit ligt
na 16 uur. Op de zondag nam de inko-
mende bezoekersstroom toe tot na 11 uur,
en ontbrak een duidelijke nieuwe bezoekers-
groep in de namiddag. Op zondag werd de
hoogste vertrekintensiteit rond 17 uur gere-
gistreerd, later dan op de doordeweekse dag.
De tellingen op het strand langs de Greve-
lingendam zijn uitgesplitst naar deelgebieden.
Onderscheiden werden vier stukken van het
terrein (zie fig. 3):

het natuurlijke oevergebied bij de ingang,
de zwemplas met ligweiden,
de ligweiden tussen de kunstmatige duintjes
in het middengebied en
de trailerhelling in het zuidelijk deel.

De inkomende bezoekers bleken zich over
deze deelgebieden te verspreiden in de ver-
houding van 20%, 65%, 5% en 10%. De
terreinen het dichtst bij de toegang trokken
het meeste bezoek. Uit het verloop van de
bezoekersaantallen per deelgebied is af te
leiden dat de bezoekers die later op de dag,
arriveerden, relatief vaker doorreden naar
het zuidelijke, minder drukke deel van het
object.



De watersport

Gelijktijdig met de oever- en landrecreanten zijn in de jaren 1972 t/m 1976 de recreatievaartuigen in het Grevelingenbekken geteld (tabel 6).

Het aantal boten werd bepaald door een zogenaamde middag-momentopname. De telling omvat behalve de boten die in de jachthavens van het Grevelingenbekken een permanente ligplaats hadden en op het moment van telling niet buiten het Grevelingenmeer verbleven, ook een aantal boten dat buiten het Grevelingenbekken zijn thuishaven had, maar via de sluis te Bruinisse voor een of meer dagen een bezoek bracht aan het Grevelingenmeer en tenslotte ook een aantal boten dat door dagrecreanten werd meegebracht.

Van het tijdens de telling aanwezige botenbestand was 5 à 10% diezelfde dag per trailer aangevoerd door dagrecreanten. De samenstelling van de recreatievloot was in 1975: zeilboten 46%, motorboten 30%, visboten 24%. In 1976 lag gemiddeld 66% van de boten op het moment van telling in een

De trailerhelling bij het strand langs de Grevelingendam

Recreanten aan de oevers van het Grevelingenmeer, pioniers in een nog weinig gestructureerde ruimte

jachthaven (bemand en onbemand) en werd door 20% van de boten op het meer gevaren. Op de drukste teldag van 1976 werden 700 boten varende op het meer aangetroffen, hetgeen neerkomt op één varende boot per 10 ha bevaarbaar water. De meest bevaren zones van het Grevelingenmeer waren die langs de zuidelijke oever, waar ook de grote jachthavens liggen. De vaardichtheid was hier op een gemiddelde dag één boot per 4 ha bevaarbaar water. De enige toegang over water tot het Grevelingenmeer is de sluis te Bruinisse. Alle watersporters die op een dag-, weekend- of vakantietocht een bezoek van één of meer dagen aan het Grevelingenmeer brengen en ook zij die in jachthavens langs het Grevelingenmeer hun thuishaven hebben en naar buiten willen, passeren deze sluis. Sinds de afsluiting van het Grevelingenbekken is het aantal passages in de periode mei tot en met september dan ook verviervoudigd tot ruim 17 000. Met name in de vakantiemaand juli is er sprake

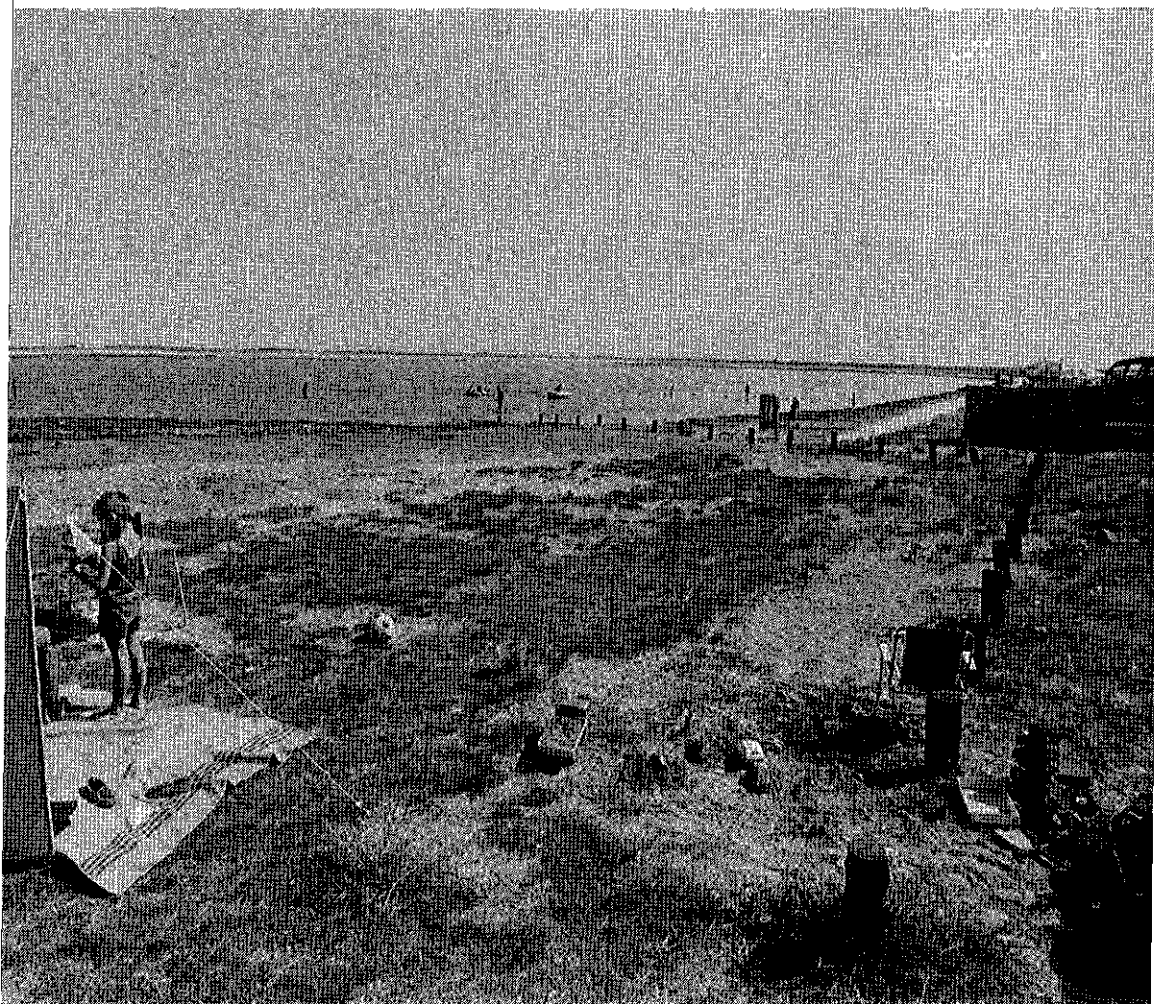
Tabel 6

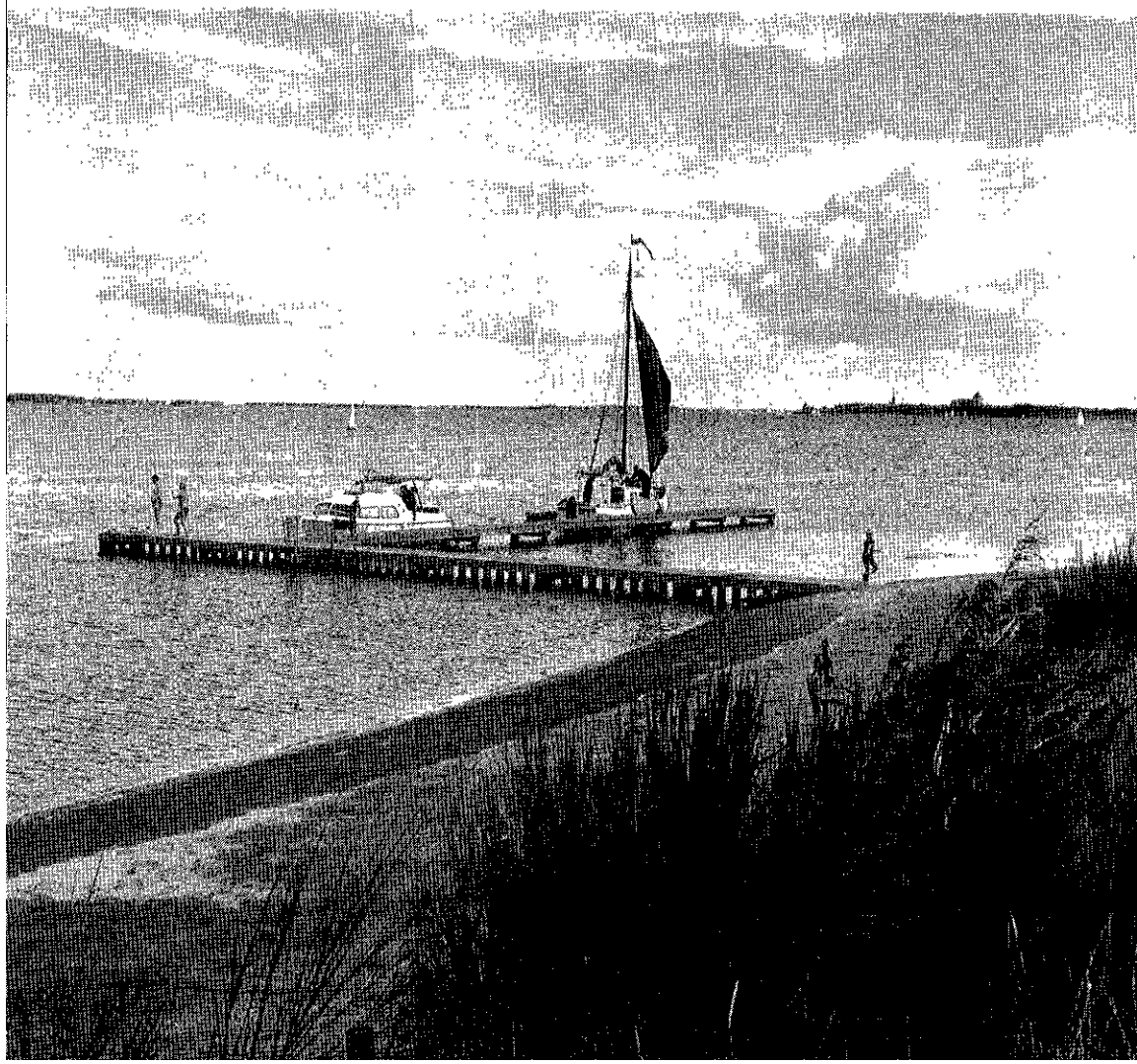
Aantal boten in Grevelingenbekken (middag-momentopname)

	1973	1974	1975	1976
aantal teldagen	23	19	12	8
drukste teldag	1094	1370	1886	2129
gemiddelde van 4 drukste teldagen	1078	1259	1773	1964

van een sterk toenemend verkeer tussen het Grevelingenmeer en de overige Deltawateren. Uit een enquête die in 1976 onder de sluispassanten werd gehouden, bleek dat slechts een beperkt aantal boten, 5 à 15%, de sluis passeerde om nog diezelfde dag weer terug te varen. De boten die het meer via de sluis binnenvoeren waren bijna allemaal bezig aan een weekend- of vakantietocht. Na een verblijf van gemiddeld 3,5 dag verliet men het Grevelingenmeer weer. Ongeveer 80% van de watersporters die de sluis op de onderzoeksdagen in juli passeerden had een thuishaven buiten het Grevelingenbekken, waarvan een kwart in de Biesbos. Het watersportgebeuren op het Grevelingenmeer wordt in de maand juli dus voor een belangrijk deel bepaald door het weekend- en vakantiebezoek uit aangrenzende watersportgebieden. Dit

roept tijdelijk een sterk verhoogde vraag op naar overnachtingsmogelijkheden in jachthavens. Daar kan alleen aan worden voldaan als de jachthavens voldoende ligplaatsen voor passanten beschikbaar hebben. De watersporters die van elders een bezoek aan het Grevelingenmeer brengen, varen voornamelijk langs de zuidelijke oever van het Grevelingenmeer naar het gebied van de Centrale Platen en het Brouwershavense Gat. Voor overnachting wordt doorgaans gebruik gemaakt van de faciliteiten in de jachthavens. In juli 1976 werd gedurende enkele weken het aantal beschikbare ligplaatsen in jachthavens – ca. 1500 – overschreden, waardoor ook buiten de jachthavens overnacht moest worden, voornamelijk in werkhavens langs de Brouwersdam en – zij het in beperkte mate – langs de oevers van voorlanden en platen.





Oeververdedigingen in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer

Ter bescherming van oevers en vooroevers tegen aantasting door golven en stroom zijn in de loop der jaren in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer op tal van plaatsen oeververdedigingen aangelegd. Het laatste artikel daarover verscheen in Bericht 62 (november 1972).

In de nu volgende bijdrage gaan we in op enkele ontwikkelingen die zich sindsdien hebben voorgedaan. Tevens wordt een overzicht gegeven van de oeververdedigingen die tot dusver zijn aangelegd.

In het Veerse Meer zijn tot nu toe oeververdedigingen aangelegd met een gezamenlijke lengte van ruim 26 km. Daaronder is begrepen een oeververdedigingsproject dat thans in uitvoering is en dat in dit artikel wordt beschreven. In hoofdzaak geschiedde de aanleg als onderdeel van een der projecten voor openluchtrecreatie, waaraan een afzonderlijke beschouwing is gewijd in het volgende artikel.

In het Grevelingenmeer werd in 1973 een begin gemaakt met de bescherming van de oevers van de drooggevalen gronden en platen. Daar zijn in hoofdzaak vooroeververdedigingen aangelegd, bestaande uit door openingen onderbroken dammen van grof grind op de dieptelijn van N.A.P. - 1,0 m. Men vindt zulke oeververdedigingen langs de oever van de Punt, de noordwestelijke, de zuidelijke en een klein gedeelte van de noord-oostelijke oever van de Hompelvoet, de noordelijke oever van de Veermansplaat en langs grote delen van de Dwars in de Weg, de Stampersplaat en de noordelijk daarvan gelegen ondiepten. Ook langs de Kabbelaarsbank, de Slikken van Flakkee en de Slikken van Bommenede werden oevergedeelten van

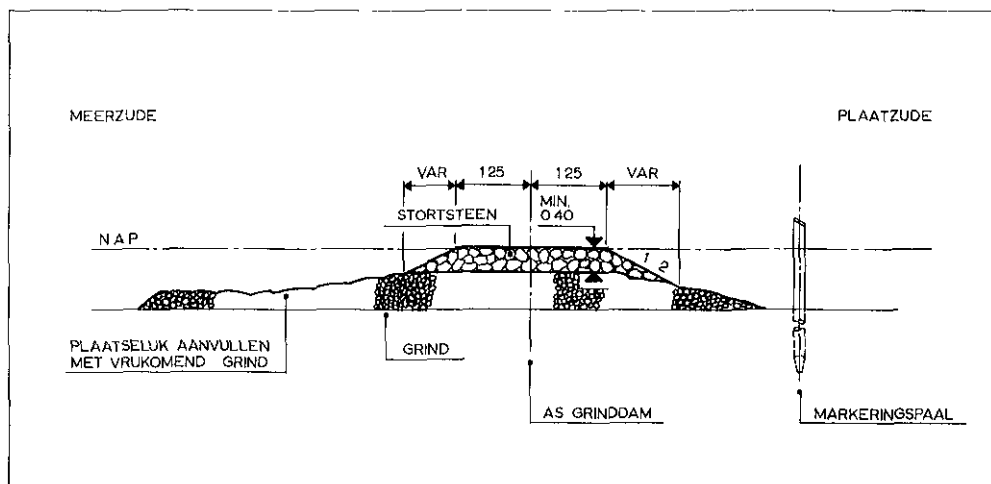
een verdediging voorzien. Ruim 40 km oeverlengte werd zo in het Grevelingenmeer van een verdediging voorzien, de verdedigingen langs het recreatiegebied 'Strand Grevelingendam' op de Plaat van Oude Tonge daarbij inbegrepen.

In november 1976 werd in het Veerse Meer begonnen met de verdediging van enkele oevergedeelten langs het natuurgebied 'Middelplaten', de Kattepolder en de Oosternieuwlandpolder. De constructie van de oeververdediging is zoveel mogelijk aangepast aan de functies die het gebied heeft voor de recreatie en de natuurbescherming. Waar een ondiepe vooroever van voldoende breedte aanwezig is, wordt een grinddam aangelegd op de lijn van N.A.P. - 1,0 m. De oeverlijn wordt niet van een verdediging voorzien, behalve in die gedeelten waar de oeverstrook zo smal is dat zelfs een geringe achteruitgang niet toelaatbaar wordt geacht.

In dat geval voorziet men de oeverlijn van een *summiere verdediging*, bestaande uit een grindbestorting, ingewassen met slibhoudend zand en afgedekt met een laag schelpen. Waar de breedte van de ondiepe vooroever gering is, wordt de verdediging langs de oeverlijn aangebracht. Langs het natuurgebied 'Middelplaten' legt men, om althans een deel van de ondiepe vooroever te behouden en om ingrijpen ter plaatse van de oeverlijn te vermijden, zoveel mogelijk een door openingen onderbroken grinddam van het type dat reeds veelvuldig in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer is toegepast. In overleg met de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland is echter aan de westpunt van het gebied in plaats van de gebruikelijke grinddam een brede zanddam

aangebracht, afgedekt met schelpen en aan de zijde van het open water voorzien van een grindbestorting. Deze zanddam wordt gezien als een proef om na te gaan of op deze wijze broedgebieden kunnen worden gecreëerd voor sterns en andere watervogels. De te verdedigen oevergedeelten langs de Kattepolder en de Oosternieuwpolder vervullen reeds een functie als verpozingsgebied voor de overrecreatie. Waar een vooroever van voldoende breedte aanwezig is, worden hier grinddammen aangebracht, zodat er zones met rustig water ontstaan. Kinderen en ongeëfende zwimmers kunnen daar dan zonder gevaar te water gaan. Voor de meer geëfende zwimmers worden over de grinddammen enkele steigers gebouwd naar het diepere water. Op enkele plaatsen waar nu al wel eens wordt gezwommen, zal in

Fig. 1. Voorbeeld van een met stortsteen verzwaarde golfkering in het Grevelingenmeer



verband met de geringe breedte van de vooroever een verdediging langs de oeverlijn worden aangelegd. Waar zwemmen ook in de toekomst geen bezwaar oplevert, bouwt men ook over deze verdediging enkele steigers uit.

Oeververdediging van het Aardbeieneiland

Waar nu het Aardbeieneiland ligt in het Veerse Meer, bevond zich ten tijde van de afsluiting van het Veerse Gat in 1961 een zandplaat. Na het wegvallen van het getij is een deel van deze plaat voorgoed boven water komen te liggen. Sindsdien is het eiland geheel aan zichzelf overgelaten en hebben er spontane ontwikkelingen plaats gevonden waardoor het thans uit natuurwetenschappelijk en landschappelijk oogpunt als zeer waardevol moet worden beschouwd.

Als onderdeel van de oeverpeilingen die

periodiek in het Veerse Meer worden verricht, werden in de jaren 1967, 1971, 1973 en sindsdien jaarlijks, onder meer ook pellingen uitgevoerd rond het Aardbeieneiland. Zowel ter plaatse van de oever als ter plaatse van de niveaus van de vooroever werd een geleidelijke achteruitgang van het eiland geconstateerd. Wel bestaat de indruk dat de teruggang thans in een wat minder snel tempo verloopt dan aanvankelijk. Om het Aardbeieneiland met de ondiepe vooroever voor verder verlies te behoeden is een plan opgemaakt voor de verdediging van het eiland. Alvorens met het maken van het eigenlijke ontwerp werd begonnen, heeft men enkele uitgangspunten geformuleerd, die in hoofdzaak te maken hebben met het natuurwetenschappelijk en landschappelijk waardevolle karakter van oever en vooroever. Uitgangs-

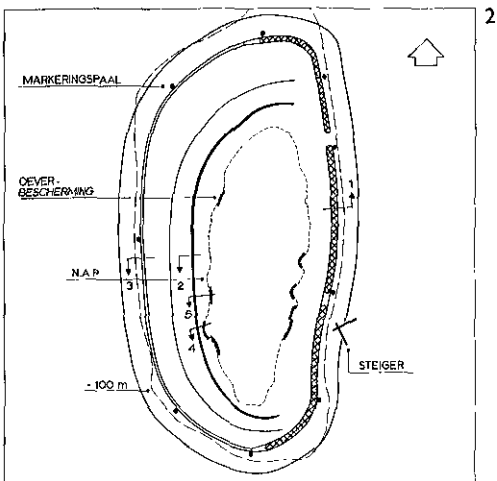
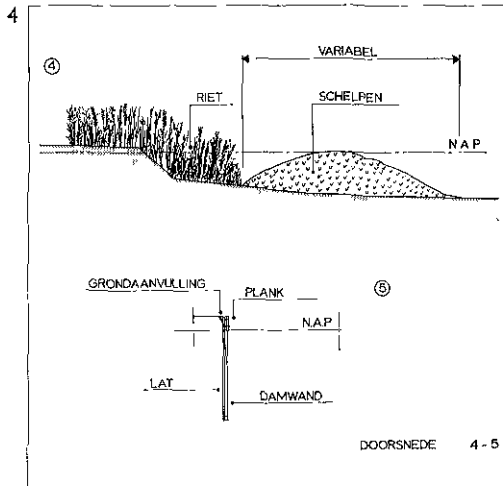
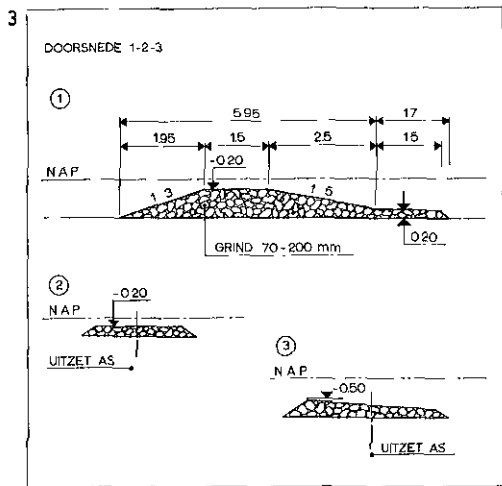


Fig. 2. Overzicht van de oeververdedigingen rondom het Aardbeieneiland in het Voerse Meer

Fig. 3. Doorsneden van de vooroeververdediging rondom het Aardbeieneiland

Fig. 4. Oeververdediging van het Aardbeieneiland met experimentele constructies



punt nummer één was dat de vooroever zoveel mogelijk in de huidige vorm dient te worden gehandhaafd; het is daarbij van groot belang dat de geleidelijke overgang naar dieper water behouden blijft. Ook de zogenaamde spatzone, de zone waarin brak water overslaat over de steile rand van de oever, dient behouden te blijven terwille van de karakteristieke vegetatie die ze herbergt; de terugstroming van het spatwater mag niet worden verhinderd. Doorsnijding van de in het eiland aanwezige zoetwaterbel, bijvoorbeeld door een oeververdedigingsconstructie in de vorm van een beschoeiing, dient te worden voorkomen, aangezien de plaatselijk buiten de oeverlijn groeiende rietgordel zoetwater aan deze bel onttrekt. De verdedigingsconstructie moet een grote flexibiliteit bezitten, en de grillige oeverlijn zo goed moge-

lijk intact laten. Aan de landschappelijke aspecten van de constructie dient ruime aandacht te worden gegeven. De constructie moet tenslotte zo worden opgezet dat het milieu tijdens de uitvoering zo weinig mogelijk schade ondervindt.

Aan de hand van deze uitgangspunten is een plan opgezet in twee gedeelten. Rondom het hele eiland wordt een vooroeververdediging aangebracht; bij wijze van proef zullen bovendien enkele gedeelten van de oeverlijn met verschillende vrij summier oeververdedigingsconstructies worden beschermd. Aan de westkant van het eiland zijn twee grindzones geprojecteerd langs de dieptelijnen van N.A.P. - 0,90 en - 0,40 m, respectievelijk 3 en 2 m breed. Deze grindzones zijn zo ontworpen dat ze geen al te sterke discontinuïteit vormen in de vooroevers, maar

Grinddammen in het Grevelingenmeer

In Bericht 62 (november 1972) werd, vooruitlopend op de toepassing van grinddammen in het Grevelingenmeer, reeds ingegaan op de constructie van de dammen waarmee in het Veerse Meer ervaring was opgedaan. Er werd toen onder meer gewezen op de verschillen in omstandigheden tussen het Veerse Meer en het Grevelingenmeer die voornamelijk daarin liggen dat op het Grevelingenmeer een sterke golfslag heerst en men op het Veerse Meer moet rekenen met een laag winterpeil. De mogelijkheid werd geopperd dat op sommige plaatsen in het Grevelingenmeer na een aantal jaren zou kunnen blijken dat de kruin van de grinddammen niet tegen de sterker wordende golfslag bestand zou zijn. Op grond van een aantal overwegingen werd evenwel toch besloten ook in het Grevelingenmeer door openingen onderbroken dammen van grind 7-20 cm toe te passen, zij het met een enigszins aan de omstandigheden aangepast dwarsprofiel. Grinddammen hebben namelijk betrekkelijk weinig invloed op de toekomstige bestemming van de drooggevallen gronden en platen. Ze passen zowel in een recreatie- als in een natuurgebied. Verdedigingen langs de oeverlijn werden zowel uit natuurwetenschappelijk oogpunt als voor de recreatie ongewenst geacht. Daartoe dient slechts in uiterste noodzaak te worden overgegaan.

Uit metingen en visuele waarnemingen ter plaatse van de sterkst aangevallen gedeelten van de grinddammen is gebleken dat sedert de aanleg enig transport van grind in landwaartse richting is opgetreden. Hierdoor is de kruin van de dam afhankelijk van de optredende golfcondities minder of meer verlaagd. Ook heeft plaatselijk landwaartse verschuiving van het profiel plaatsgevonden, doordat het verplaatste materiaal achter de oorspronkelijke kruin is terechtgekomen. Deze verschijnselen, die ook bij modelonderzoek zijn gebleken, worden veroorzaakt door een combinatie van golfoploop, golfoverslag en infiltratie van water op de kruin. Langs het talud is vrijwel geen retourstroom aanwezig, zodat het dwarstransport nagenoeg uitsluitend in landwaartse richting plaatsvindt. Uiteraard speelt bij de vervorming van het dwarsprofiel ook het langstransport, dat wordt veroorzaakt door scheve golfaanval, een rol.

Tengevolge van deze verschijnselen zijn de grinddammen aan de zuidzijde van de Hompelvoet plaatselijk 15 tot 25 cm afgevlakt. Aan de noordwestzijde vond eveneens af-

vlakking plaats; over het algemeen echter in mindere mate. In de opening tussen de grinddammen vond plaatselijk een vrij sterke uitschuring plaats, omdat het water dat bij storm en harde wind over de dammen slaat, op die plaatsen geconcentreerd terugstroomt. Afvlakkingen werden eveneens geconstateerd langs de oeververdedigingen aan de oostzijde van de Stampersplaat, de noordwestzijde van de Veermansplaat en plaatselijk langs de Slikken van Flakkee en het eiland Dwars in de Weg. Op grond van onder meer modelproeven leek het raadzaam een relatief smalle rug van zwaardere materiaal aan te brengen op die plaatsen waar de grinddammen door verlaging hun functie voor een deel hadden verloren. Aan de zuidzijde van de Hompelvoet werden bij wijze van proef enkele gedeelten van een grinddam op verschillende wijze gereconstrueerd met behulp van lichte stortsteen en met grind. Uit periodieke metingen is sindsdien gebleken dat met name het met lichte stortsteen opgehoogde gedeelte van de grinddam goed bestand is tegen de golfslag. De afvlakking was ter plaatse van het met grind opgehoogde gedeelte van de grinddam aanmerkelijk minder geworden, waarschijnlijk ten gevolge van de deformatie van de grinddam en de daardoor toegenomen kruinbreedte. De stabiliteit van de met stortsteen of grind verzwaaarde grinddammen wordt nog vergroot doordat het materiaal van de grinddam zich voorafgaand aan de verzwaring door zettingen heeft kunnen consolideren. Tevens hebben zich na verloop van tijd talloze schelpdieren tussen de grinddeeltjes vastgezet, waardoor de samenhang tussen de deeltjes onderling sterk is toegenomen. Aangezien deze beide de stabiliteit van de grinddammen verhogende invloeden zich pas na enige tijd doen gelden, wordt er de voorkeur aan gegeven de nog aan te leggen grinddammen in eerste instantie het tot dusver gebruikelijke profiel te geven. Wanneer later een zekere consolidatie is opgetreden kan bij gebleken noodzaak alsnog een verzwaring door middel van lichte stortsteen of grind worden uitgevoerd.

Een aantal noodzakelijk gebleken verzwaringen in het Grevelingenmeer wordt thans uitgevoerd. Afhankelijk van de mate waarin ze worden aangevallen, worden de grinddammen voorzien van een grindverzwaring of van een verzwaring door middel van lichte stortsteen. Wat de wijze van uitvoering betreft kan worden vermeld dat het grind gedeeltelijk door middel van een lopende band rechtstreeks uit het schip waarmee het werd aangevoerd, in het werk wordt gebracht.

Waar de schepen de oever niet voldoende dicht kunnen naderen, wordt het grind in ondiep stekende zolderbakken geladen en vervolgens gelost op de plaats van verwerking en met behulp van een hydraulische kraan onder profiel gebracht. Met de lichte stortsteen wordt in hoofdzaak dezelfde werkwijze gevolgd. Een van de voordelen van deze werkwijze is dat op de landwaarts van de oeverlijn gelegen delen van de platen niet met voertuigen behoeft te worden gereden, zodat de natuurlijke ontwikkeling daar niet wordt verstoord.

De grinddammen vormen de primaire verdediging. Ze houden de golven echter niet geheel tegen mede vanwege de openingen ertussen. Ook is de vooroever soms zeer breed, tot wel 250 m toe, zodat in de zone achter de grinddam weer windgolven kunnen worden opgewekt. Op vele plaatsen bijvoorbeeld langs de zuidzijde van de Hompelvoet is daarom nog een summiere aanvullende verdediging nodig van de oeverlijn.

Drijvende oeververdediging

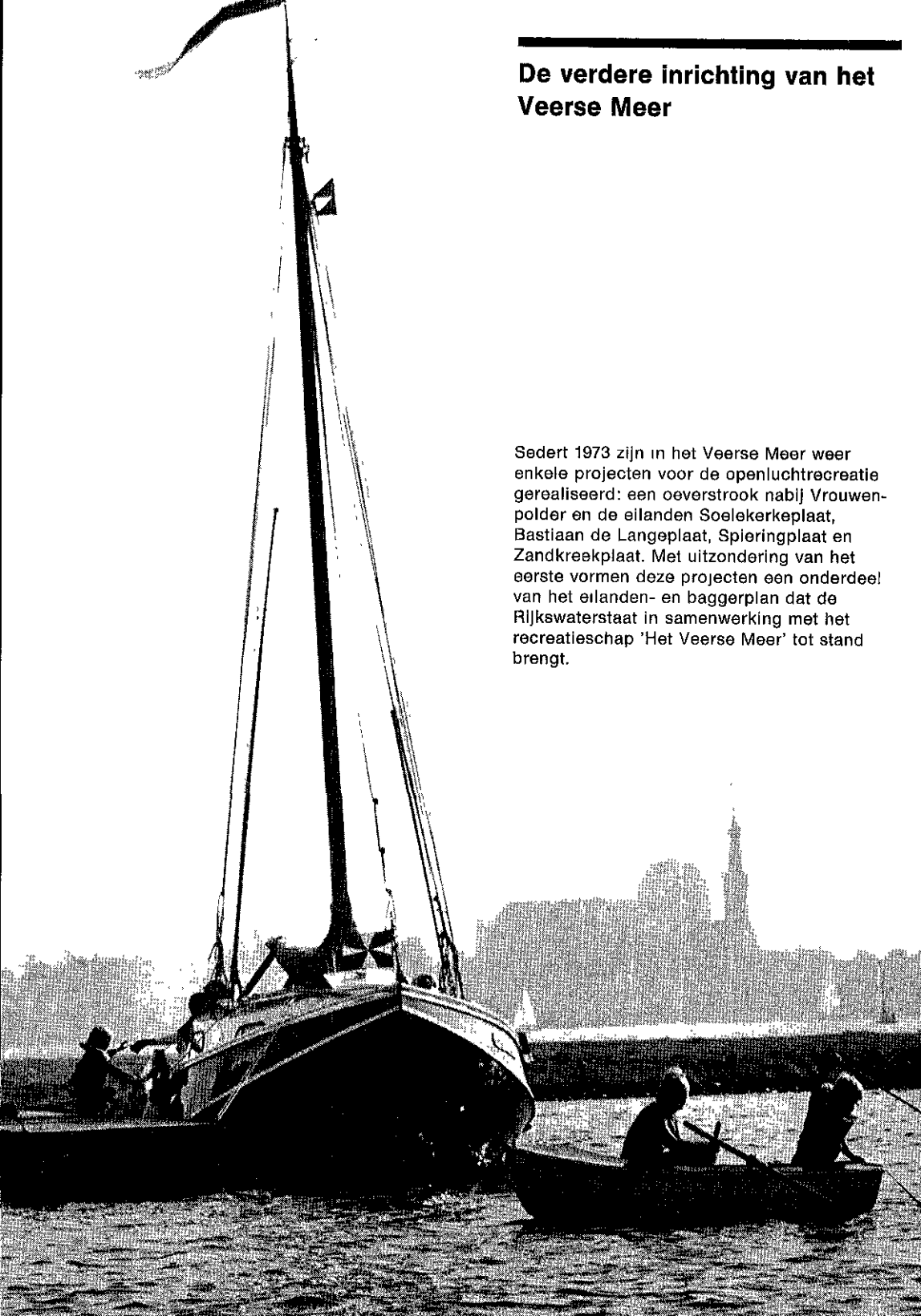
Wat men tot dusver heeft bereikt met voor-oeververdedigingen in de vorm van grinddammen, al of niet voorzien van een verzwaring door middel van stortsteen, is zeer bevredigend. De toegepaste constructie vormt echter in de overgang van het ondiepe water van de vooroever naar het diepere water een discontinuïteit die uit natuurwetenschappelijk oogpunt gezien minder gewenst wordt geacht. In verband daarmee is de gedachte ontstaan om een onderzoek in te stellen naar de mogelijkheid om drijvende oeververdedigingen toe te passen. Een drijvende constructie biedt een aantal in het oog lopende voordelen. Drijvende oeverbeschermingen verhinderen niet dat de bodem onbelemmerd doorloopt en ze maken ook een betere uitwisseling mogelijk van water aan weerszijden van de constructie. Ze zijn ook voor grotere diepten geschikt en hoeven niet noodzakelijk een bepaalde dieptelijn te volgen, ze zijn verplaatsbaar en kunnen goed worden toegepast in gebieden met getij of met peilvariaties. Daartegenover staan evenwel nadelen, zoals de kwetsbaarheid, de naar verwachting vrij hoge aanleg- en onderhoudskosten en de minder fraaie aanblik. In ieder geval leek een proefneming met deze soort constructies wel gerechtvaardigd. Aanvankelijk gingen de gedachten uit naar de toepassing van een constructie, opgebouwd uit oude autobanden. Met dergelijke constructies wordt in de Verenigde Staten veelvuldig geëxperimenteerd. Toch werd van de proef met een drijvende

oeververdediging van oude autobanden afgezien, omdat met dergelijke constructies nog vrij weinig ervaring is opgedaan en ze ook wel erg lelijk zijn. Van de mogelijkheden die verder nog zijn bezien, zijn er uiteindelijk twee nader uitgewerkt (fig. 5). Allereerst een constructie bestaande uit 10 m lange, onderling gekoppelde glasfiberpijpen, voorzien van een mantel van poly-urethaanschuim; de doorsnede van de ingepakte buis bedraagt 70 cm. De buizen zijn geballast met water. Daarnaast is een constructie ontworpen die bestaat uit onderling gekoppelde schotten van $3,0 \times 5,25$ m. Men wil deze beide constructies nog voor de zomer van 1977 bij wijze van proef aanbrengen aan de noordwest zijde van de Veermansplaat, aansluitend op de bestaande grinddammen. Beide trajecten krijgen een lengte van 200 m. Onderzocht wordt nog op welke wijze de onderlinge koppeling van buizen en schotten moet worden gerealiseerd en op welke wijze de constructie moet worden verankerd.



De verdere inrichting van het Veerse Meer

Sedert 1973 zijn in het Veerse Meer weer enkele projecten voor de openluchtrecreatie gerealiseerd: een oeverstrook nabij Vrouwenpolder en de eilanden Soelekerkeplaat, Bastlaan de Langeplaat, Spleringplaat en Zandkreekplaat. Met uitzondering van het eerste vormen deze projecten een onderdeel van het eilanden- en baggerplan dat de Rijkswaterstaat in samenwerking met het recreatieschap 'Het Veerse Meer' tot stand brengt.



Al in Bericht 50 (november 1969) en 53 (augustus 1970) werden mededelingen gedaan over het eiland- en baggerplan voor het Veerse Meer als deel van het in 1967 door het recreatieschap 'Het Veerse Meer' gepubliceerde basisplan.

Los van dat plan werd in de jaren 1973 en 1974 de reconstructie uitgevoerd van de oever van het Veerse Meer bij Vrouwenpolder. Deze oever strekt zich vanaf het strand aan de binnenzijde van de Veerse dam in zuidelijke richting uit over een afstand van 700 m. Hier lag een smal strand dat aan de waterzijde werd begrensd door een diepe geul en aan de landzijde door een duingebied, waarvan het door een afrastering was gescheiden.

De oever was zeer in trek voor de strandrecreatie en werd daarnaast ook gebruikt als aanleggelegenheid voor de watersport. Maar tengevolge van oeverafslag nam het strandje voortdurend in omvang af, en na verloop van tijd verdween het vrijwel geheel: zelfs kwam de afrastering van het duingebied in het water te staan. Het gebied was daarmee onbruikbaar geworden voor de recreatie.

De reconstructie had de bedoeling om verdere oeverafslag door het aanleggen van een oeververdediging te voorkomen, en de oorspronkelijke functies ten behoeve van de recreatie weer te herstellen. Er zou voor de oeverrecreatie een nieuwe oeverstrook worden aangelegd met voor kinderen en ongeofende zwimmers gelegenheid om veilig te water te gaan, terwijl er ook toegangen naar dieper water zouden komen voor de meer geofende zwimmers. Voor de watersport moesten nieuwe aanleggelegenheden tot stand worden gebracht. Gezien de geringe breedte van de ondiepe zone tussen de diepe geul en het steile afgeslagen duin kon aan de gestelde eisen alleen worden tegemoet gekomen door langs de oever afwisselend spartelplassen en aanleg- en ankergelegenheden voor de watersport te maken.

De oeverstrook werd gemaakt door het duin plaatselijk af te graven en het uitkomende zand langs de duinvoet te spreiden. De nieuwe oeverstrook heeft een breedte gekregen tussen minimaal 5 en maximaal 21 m. Ter plaatse van een gedeelte van de ontgraving werd meer binnenwaarts over een afstand van 70 m in aansluiting op de bestaande duinfiguratie een nieuwe duinregel aangelegd. De nieuwe duinregel en de hier en daar opnieuw geprofileerde taluds van de bestaande duinregel werden met helm ingeplant. De oeverstrook werd voorzien van een grasmat. Op twee plaatsen langs de

oeverstrook zijn voor kinderen en ongeofende zwimmers spartelplassen aangelegd met een diepte die, bij het huidige zomerpeil van omstreeks N.A.P., verloopt van 20 cm bij de oever naar een meter aan de zijde van het open water. Aan deze zijde worden de spartelplassen begrensd door grinddammen met de kruin op N.A.P. - 0,20 m. Voor de meer geofende zwimmers is het diepere water vanuit de spartelplassen bereikbaar via twee loopsteigers over de grinddammen. De spartelplassen worden aan weerszijden begrensd door steigers met een open golf-schot, waardoor de golfbeweging wordt gedempt, terwijl de noodzakelijke verversing van het water toch gewaarborgd blijft. Langs het diepere water zijn enkele steigers gebouwd die kunnen fungeren als aanleg-, zwem- of vissteigers. Voorts zijn langs de oever, behalve bij de spartelplassen, meerpalen aangebracht, ongeveer op de lijn van N.A.P. - 2 m.

De oeverstrook wordt tegen afslag beschermd door een verdediging van grindasfaltbeton. Aansluitend op deze verdediging is buiten de spartelplassen onder water nog een bestorting van grof grind op een kunststofweefsel aangebracht. Aangezien de beloopbaarheid van asfaltglooiingen op den duur door aangroeiing slechter wordt, zijn in de asfaltverdediging bij elke spartelplas twee trappen van betonblokken opgenomen. Aansluitend aan de zuidelijke beëindiging van de oeververdediging is een wandelpad gemaakt, waarover het aangrenzende terrein bereikbaar is. Het pad heeft een verharding verkregen van grindasfaltbeton. De langs het pad gelegen oever is voorzien van een summiere grindbestorting. Voor de ontsluiting van de oeverstrook is gedeeltelijk gebruik gemaakt van een bestaand voetpad, dat opnieuw werd geprofileerd. Nabij de zuidelijke spartelplas is de bestaande duinovergang komen te vervallen en is een overgang gemaakt over de nieuwe duinregel, voorzien van een verharding van grindasfaltbeton. Thans, ongeveer drie jaar na de voltooiing van de reconstructie, kan worden vastgesteld dat de oever bij Vrouwenpolder wederom zeer in trek is, zowel bij de oeverrecreanten als bij de watersporters. Van een wederzijdse verstorning van de beide recreatievormen is tot dusver niets gebleken.

Soelekerkeplaat

Eén van de onderdelen van het eiland- en baggerplan behelsde het opruimen van enkele ondiepten tussen de Haringvreter en het Aardbeieneiland om de vaarmogelijkheden

voor de watersport te vergroten. Toen bij een bodemonderzoek bleek dat de uitbaggeringen zodanig konden worden gesitueerd dat althans een deel van de te verwijderen specie uit goed bruikbaar zand zou bestaan, kwam de gedachte op om met dit zand een verdedigingsgordel te maken in de vorm van een smal eiland op de grens van de ondiepe zuidelijke uitloper van de Haringvreter met het diepere water. Deze verdedigingsgordel zou de resterende ondiepte en de hier nog niet verdedigde oever van de Haringvreter dan kunnen beschermen tegen verdere verdieping en afslag.

Het aangrenzende gedeelte van de Haringvreter is bedoeld als een extensief te gebruiken recreatiegebied; het heeft zich in de loop der jaren echter ontwikkeld tot een natuurgebied. In overeenstemming met deze

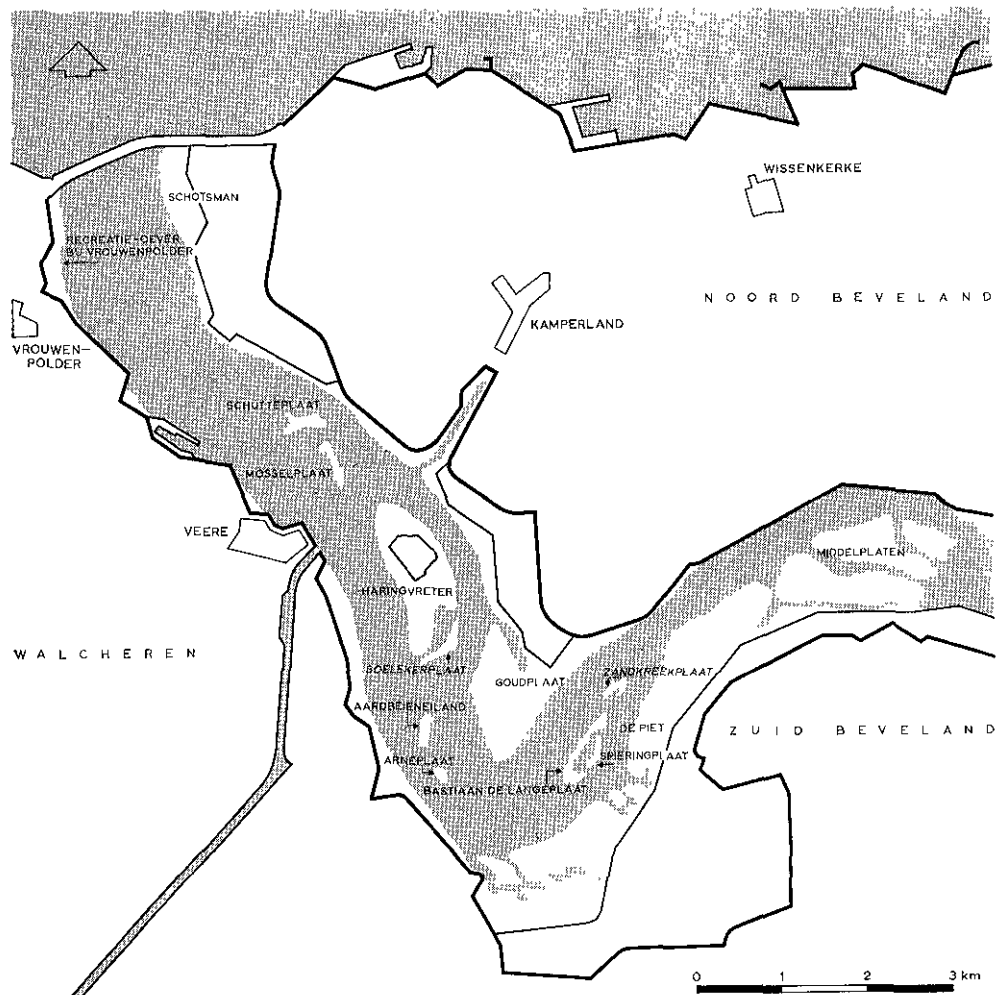
ontwikkeling is men van plan het nieuwe eilandje zoveel mogelijk aan zichzelf over te laten. Samen met de ondiepte die het van de Haringvreter scheidt, kan het gaan deelnemen aan de natuurlijke ontwikkeling die zich op en nabij de zuidelijke uitloper van de Haringvreter voltrekt. Om deze ontwikkeling zo min mogelijk te storen werd het eilandje, dat Soelekerkeplaat werd gedoopt, niet ontworpen als een bezoekers trekkend verpozingseiland voor de watersport. Niet van het eiland zelf, alleen van de beschutting die het biedt is gebruik gemaakt door op twee plaatsen aanleg- en meergelegenheden te maken zonder verbinding met de oever. Dit plan is in de jaren 1973 en 1974 tot uitvoering gekomen. De doorbaggering van de ondiepte tussen het Aardbeieneiland en de Haringvreter werd zo ontworpen dat de voor-



Het Veerse Meer. Op de voor-
grond de haven De Piet

oever van het nog niet van een verdediging
voorzien Aardbeienland zo min mogelijk
werd aangetast. Over een lengte van 240 m
en een bodembreedte van 100 m, is de bodem
uitgediept tot N.A.P. - 2,50 m. Ten oosten en
ten westen van dit gedeelte is de verdieping
waaiervormig aangesloten op aangrenzende
gebieden met een grotere waterdiepte.
De vorm van het eiland staat in nauw verband
met de vorm van de ondiepte waarop het is
aangelegd. De naar het open water gekeerde
zijde valt nagenoeg samen met de dieptelijn
van N.A.P. - 1 m ten tijde van de uitvoering.
Langs deze oever is een verdediging aange-
bracht van grof grind op een kunststofweefsel.
De oever die beschut ligt langs de ondiepe
plas, behoefde niet te worden voorzien van
een verdediging. Het wel verdedigde oever-
gedeelte is zo beëindigd dat de ondiepe plas

Fig. 1. Overzicht van recreatie-
eilanden en -oevers in het
Veerse Meer

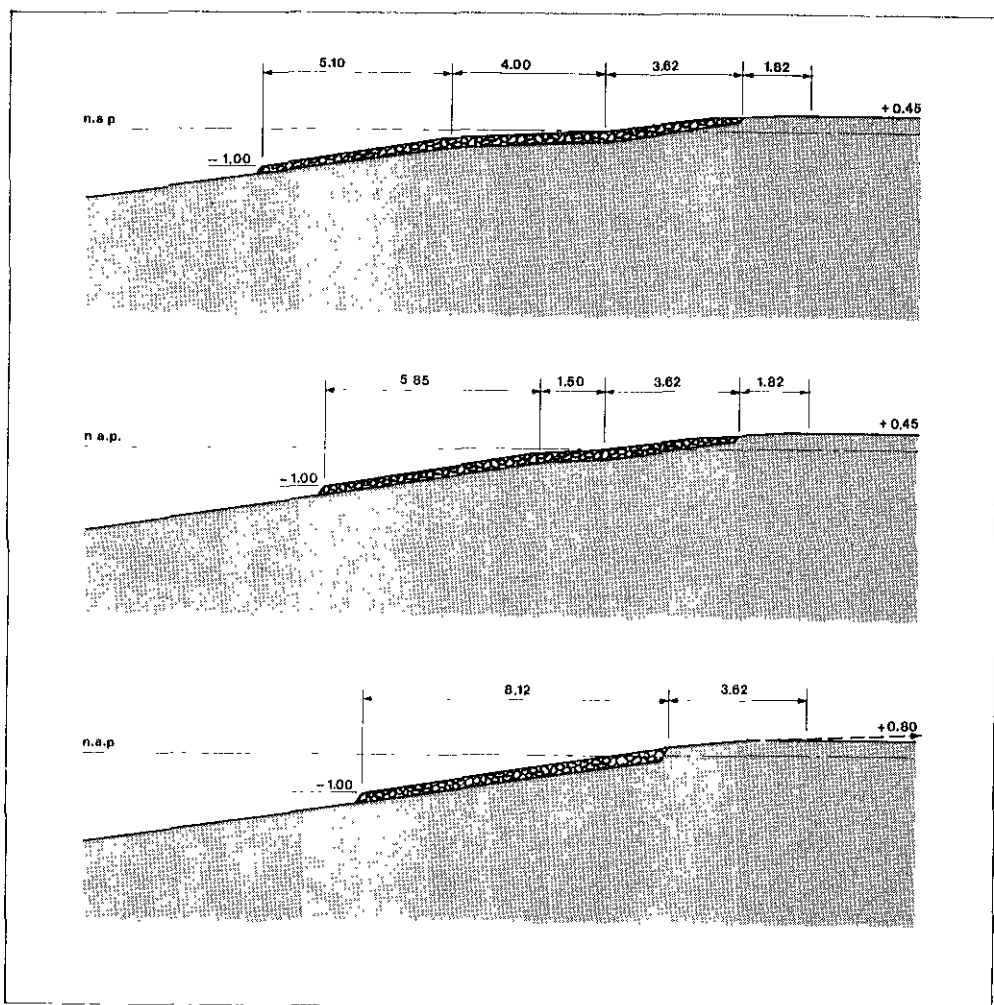


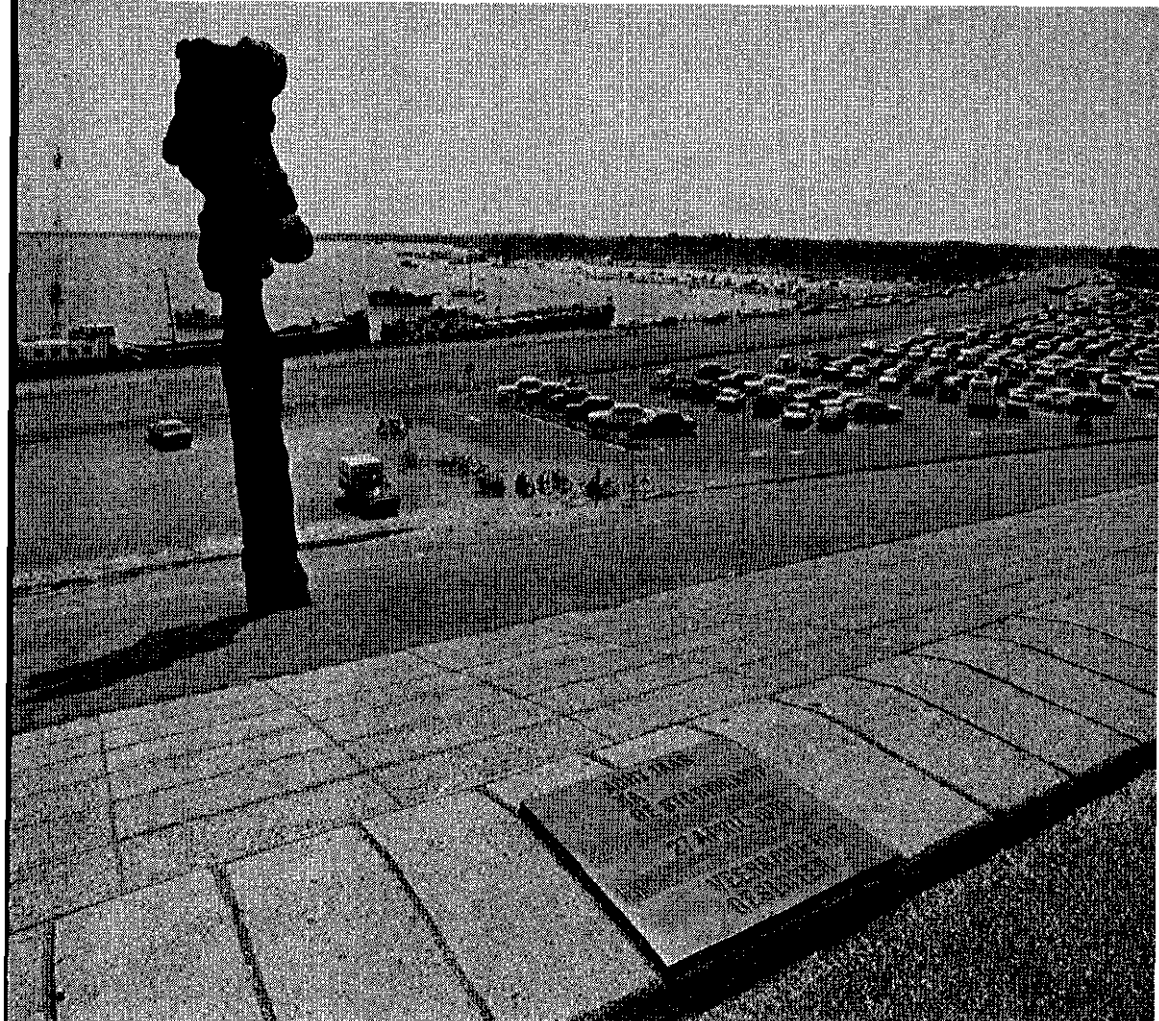
een beschutte ligging heeft verkregen. De openingen tussen de einden van het eiland en de Harlingvreter zijn voldoende groot gehouden om de nodige uitwisseling mogelijk te maken van het water in de plas met het water buiten

Nabij de oeververdediging heeft het eiland een hoogte van N.A.P. + 0,70 m. In de richting van de ondiepe plas daalt het niveau van het maaiveld geleidelijk af naar het niveau van N.A.P., dat is het zomerpeil van het Veerse Meer. Nabij de noordpunt van het eiland, zijn in twee groepen in totaal 14 meerpalen geplaatst. Deze plaats was reeds vóór de aanleg van het eiland bij de watersporters zeer in trek als ankerplaats. Verder is ter plaatse van de noordelijke opening van de plas een inham uitgebaggerd tot een diepte van N.A.P. - 2 m, aan de zijde van de

Parkeerplaats en recreatiestrand bij Vrouwenpolder. Op de voorgrond het monument van Carel Kneulman

Fig 2 Dwarsprofielen van de oeververdediging langs de Bastiaan de Langeplaat en de Spieringplaat





plas begrensd door een 100 m lange steiger. Bij nagenoeg alle windrichtingen is aan deze steiger een beschutte aanleggelegenheid te vinden. De steiger vormt voorts de visuele scheiding tussen de ondiepe plas en het diepere water van de inham, waardoor de watersporters erop worden geattendeerd dat doorvaart niet mogelijk is. Om zowel het ondiepe water in de plas als het diepe water in de inham op de steiger te laten aansluiten, is in de steiger een damwand opgenomen. De Soelekerkeplaat werd na voltooiing ingezaaid met een mengsel van stulfgraan en graszaad, om het stuiven tegen te gaan. Verder werd er geen beplanting aangebracht, want zoals gezegd, men wil hier niet vooruitlopen op de natuurlijke ontwikkelingen.

Bastiaan de Langeplaat, Spieringplaat, Zandkreekplaat

In de jaren 1974 en 1975 werden in het centrale gedeelte van het Veerse Meer drie eilanden gemaakt, de Bastiaan de Langeplaat, de Spieringplaat en de Zandkreekplaat. Ze werden aangelegd op een ondiepte tussen de Goudplaat en het druk bezochte terrein voor de oeverrecreatie 'De Piet'.

Primair vervullen de eilanden een functie als verpozingsgebied voor de watersport en het watertoerisme. Verder vormen ze in het vaargebied belangrijke structurele elementen, die de scheiding tussen de vaarweg voor de beroepsvaart en die voor de recreatievaart duidelijk markeren. Door de beschutting die zij bieden is tussen de eilanden en het re-

creatieterrein 'De Piet' een veilig sport- en spelgebied ontstaan voor watersporters en voor met rubberbootjes varende oeverrecreanten. Het project moet er tevens toe bijdragen om het nabijgelegen natuurgebied 'De Middelplaten' zoveel mogelijk te vrijwaren van niet gereguleerd bezoek van recreanten. Aangezien er nog weinig bekend is over de wijze waarop de waterrecreatie op de grote Deltameren zich zal gaan ontwikkelen, wordt de nodige flexibiliteit betracht, om op nieuwe ontwikkelingen in te kunnen spelen. In eerste instantie is een min of meer schematische uitgangssituatie gecreëerd op de drie nieuwe eilanden. De vormgeving sluit aan bij het natuurlijke gegeven, het door de zee gevormde landschap van geulen en platen. Schaal en maat van de eilanden zijn in overeenstemming met het wijde, open



Koffiedrinken op de Haringvreter



Preventieve oeververdediging nabij Vrouwepolder

Enkele nieuwe recreatie-eilanden in het Veerse Meer. Op de voorgrond de Zandkreeklpaat

landschap van het Veerse Meer. De langgestrekte vorm is voortgekomen uit de overeenkomstige vorm van de ondiepte binnen de dieptelijn van N.A.P. - 1,50 m. Tevens bood deze vorm de mogelijkheid om ten koste van zo weinig mogelijk grondverzet zoveel mogelijk beschutte oeverlengte te creëren. Daartoe is het centrale gedeelte van de ondiepte over een lengte van 600 m op een diepte van N.A.P. - 2 m gebracht. Aan de beide uiteinden staat deze zone met het oog op de waterverversing in open verbinding met het buitenwater. Respectievelijk ten westen en ten oosten van deze waterzone zijn de eilanden Bastiaan de Langeplaat en Splieringplaat aangelegd. Ze hebben een oppervlakte van 8,1 ha en 1,5 ha. De van het buitenwater afgekeerde zijden van deze eilanden konden vanwege hun beschutte ligging grotendeels onverdedigd

blijven; ze werden uitgevoerd als zachte, flauw hellende oevers, zeer aantrekkelijk voor recreanten.

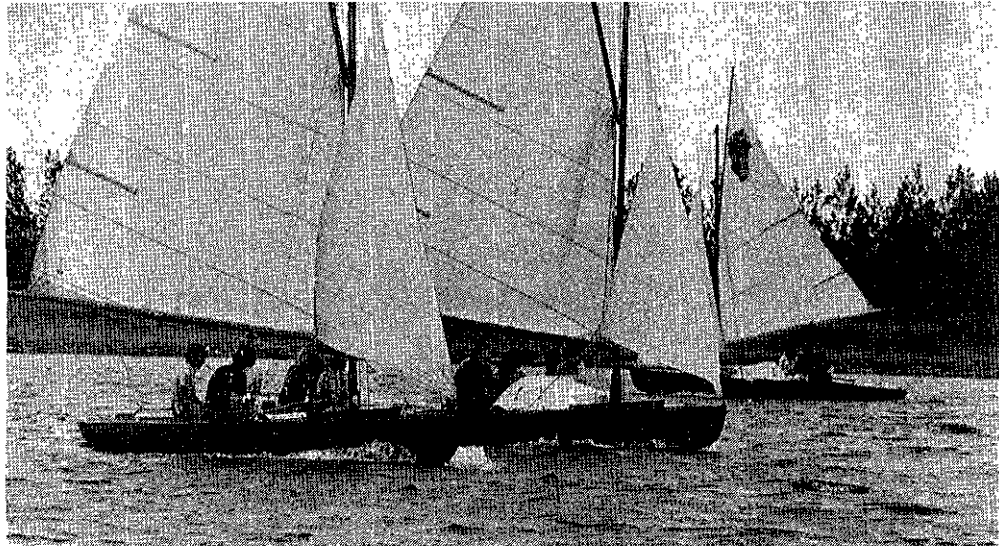
Noordelijk van de twee eerstgenoemde eilanden ligt het eiland Zandkreekplaat, dat een oppervlakte heeft van 2,1 ha. Het is van de andere eilanden gescheiden door een smalle doorvaart voor de watersport. De Zandkreekplaat eindigt hier in een smalle dam, die aan de van de doorvaart afgekeerde zijde een ruime luwe ankerplaats vormt. De maaiveldhoogte van de eilanden bedraagt over het algemeen N.A.P. + 0,80 m, maar ter bevordering van de afwisseling in de natuurlijke ontwikkeling die moet gaan plaatsgrijpen, zijn sommige delen wat verlaagd, zodat ze niet hoger komen dan N.A.P. + 0,45 m.

Het benodigde zand is voor een deel ontleend aan de rond de eilanden verrichte uitbag-

geringen. Verder werd zand gebruikt dat beschikbaar kwam bij het opruimen van een noordwestelijk van de eilanden gelegen ondiepte. De uitbaggeringen sluiten aan op ook voor grotere boten bevaarbaar water, waardoor de optimale bruikbaarheid van de eilanden wordt gewaarborgd voor de watersport.

Met uitzondering van de beschut liggende oevers langs de inhammen, zijn de eilanden tegen afslag verdedigd door middel van een bestorting van grof grind op een kunststofweefsel. De constructie van deze verdediging is aangepast aan de te verwachten golfaanval. De verdediging langs de zwaarst aangevallen oevers reikt tot N.A.P. + 0,40 m en is op het niveau van N.A.P. voorzien van een 1,50 m brede tussenberm. Langs de minder zwaar aangevallen oevers reikt de verdediging tot





Zeilinstructie op het Veerse Meer. Op de achtergrond de 'Haringvretter'

N.A.P. + 0,25 m; daar is geen tussenberm toegepast. Het onderwaterbeloop van de verdedigingen sluit op N.A.P. - 0,80 m aan op een 1,50 m brede onderberm die horizontaal ligt of onder een flauwe helling.

Op zes plaatsen zijn vingersteigers gebouwd van 30 tot 50 m lang. Enkele vanwege hun ligging daarvoor in aanmerking komende steigers zijn voorzien van een gesloten golfschot ter beteugeling van de windgolven. De meest zuidelijke steiger is ook nog voorzien van een dwarssteiger en vier zware meerpalen, zodat er grotere boten kunnen aanleggen. De opzet van de eilanden biedt de mogelijkheid om na gebleken behoefte en nadat de ondiepe zones rondom de eilanden zich zullen hebben gestabiliseerd, meer vinger- of langssteigers aan te leggen. Naast de aanleggelegenheid die wordt geboden in de vorm van steigers,

vormen de wateroppervlakte tussen de zuidelijke eilanden en de inham in het noordelijke eiland geschikte ankerplaatsen, die tevens kunnen fungeren als vluchtgelegenheid bij plotseling opkomend slecht weer. De zachte oevers vormen geschikte landingsplaatsen voor met rubberbootjes varende recreanten afkomstig van 'De Piet'. In verband met de uitvoering van onderhoudswerkzaamheden is elk eiland voorzien van een aanlegplaats voor het pontje van de Dienst der Domeinen. Op het grote zuidelijke eiland is een toiletgelegenheid geplaatst, bestaande uit twee toiletten. Na hun voltooiing werden de eilanden ingezaaid met stuifgraan.

Het beheer in het noordelijke deel van de eilandengroep draagt voorlopig een extensief karakter. Als gevolg van natuurlijke ontwikkelingen kan hier een gevarieerde begroeiing ontstaan. Het zuidelijke deel wordt, overeenkomstig de inrichting voor de dagrecreatie, meer intensief beheerd. Over een oppervlakte van 1,4 ha is hier een beschutting biedende beplanting aangebracht. Deze beplanting is ontworpen in overeenstemming met het open karakter van het landschap. Verwacht wordt dat de nagestreefde zonering in de inrichting en het beheer, van intensief in het zuiden naar meer extensief in het noorden, ertoe zal bijdragen dat het bezoek van het nabijgelegen natuurgebied de 'Middelplaten' zal worden afgeleid.

De waterhuishouding van het Zoommeer

In Bericht 73 (augustus 1975) is gerapporteerd over de instelling van de Commissie Compartimentering Oosterschelde en over de redenen om tot de aanleg van compartimenteringsdammen over te gaan. Eén van de redenen is, dat het oostelijk deel van de Oosterschelde en het Volkerak zoet moeten kunnen worden gemaakt in het belang van de waterhuishouding. Op het ogenblik wordt het noordelijk Deltabekken namelijk nogal zwaar met zout belast bij de Volkeraksluizen, omdat deze sluizen niet zijn voorzien van een effectief systeem voor de scheiding van zout en zoet water.

Maar het noordelijk Deltabekken heeft een belangrijke functie te vervullen in de zoetwatervoorziening voor land- en tuinbouw en in de drinkwatervoorziening. Het is dus van groot belang dat er een einde komt aan de zoutwaterbelasting bij de Volkeraksluizen. Men denkt dit te bereiken door een zoetwatermeer aan te leggen – het zogenaamde Zoommeer – ten zuiden van de Volkerakdam. Vanuit dit meer kan dan tevens de zoetwatervoorziening van onder andere westelijk Brabant worden verzorgd.

Bij de regeringsbeslissing van juni 1976 om de Oosterschelde af te sluiten met een beweegbare stormvloedkering is tevens vastgesteld dat de Oosterschelde zou worden *gecompartimenterd volgens alternatief C3*. Eén van de nota's die aan de regeringsbeslissing ten grondslag lagen, was de nota 'Analyse Oosterschelde Alternatieven'. In deze nota vindt men al een globale beschouwing over de waterhuishouding van het Zoommeer bij alternatief C3. Die beschouwing werd samengevat in Bericht 78 (november 1976), blz. 433. We gaan daar nu op door, en zullen

dit keer de huidige stand van zaken met betrekking tot de studie van de waterstanden en de zoutgehalten op het Zoommeer bespreken. In het belang van de waterhuishouding op het Zoommeer worden overigens ook studies verricht naar andere facetten van het waterkwaliteitsbeheer. Hierop zal te zijner tijd nader worden ingegaan.

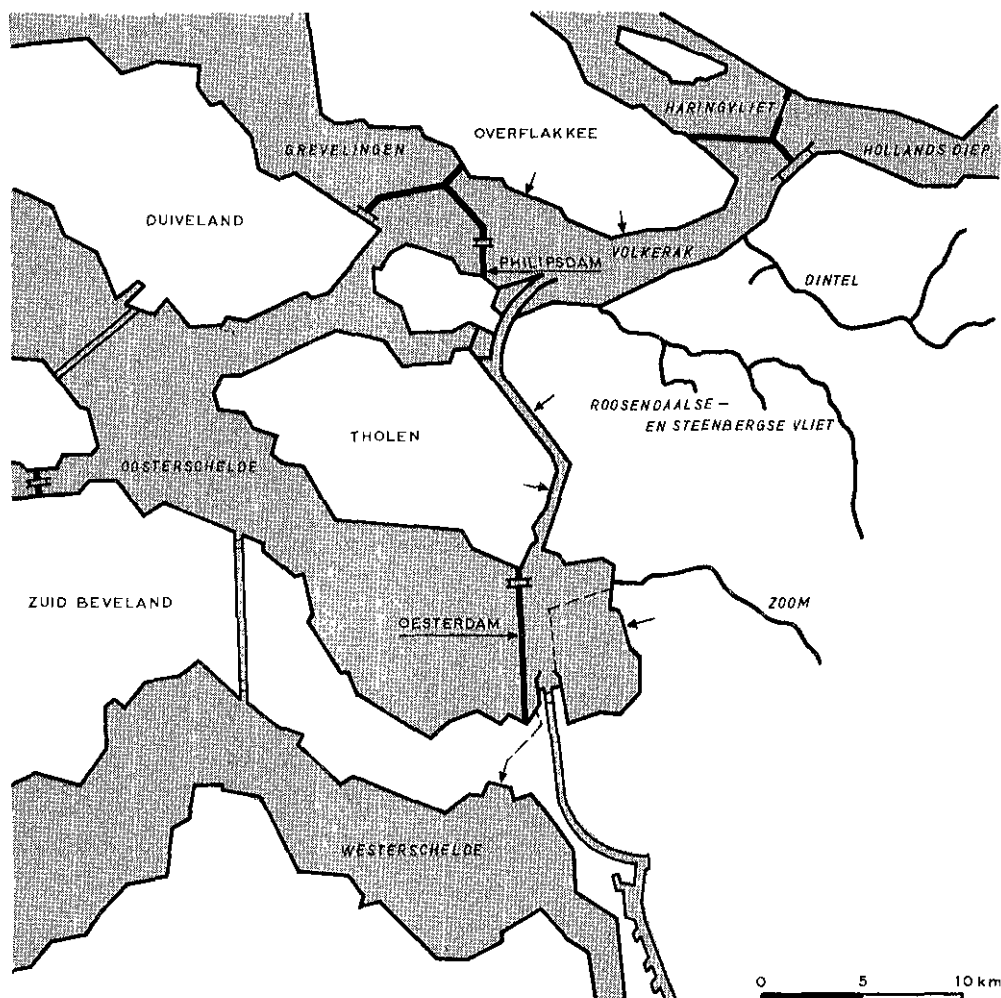
In figuur 1 is de geografische situering van het Zoommeer weergegeven, die ontstaat na de aanleg van de Philipsdam en de Oesterdam. Het zoete Zoommeer wordt dan omgeven door het Haringvliet, het Grevelingenmeer, de Oosterschelde en de Westerschelde. Het Haringvliet is een zoet water; het Grevelingenmeer is nu nog zout, maar misschien wordt het na 1985 verzoet; de Oosterschelde en de Westerschelde zijn zoute getijdewateren. Op het kaartje zien we voorts dat een aantal Brabantse riviertjes in het Zoommeer uitmondt. Dan zijn er nog de op het Zoommeer uitslaande polders Tholen, Flakkee en westelijk Noord-Brabant. Het Zoommeer heeft voor zijn waterhuishouding verder nog te maken met de reeds bestaande scheepvaartsluizen in de Volkerakdam, met een groot sluizencomplex dat geprojecteerd is in de Philipsdam en met een sluis voor de kustvaart op Bergen op Zoom, die zal komen in de Oesterdam. In de Volkerakdam is een spuisluis gebouwd waarmee zoet water uit het Haringvliet op het Zoommeer kan worden gelaten. Als complement daarop zal een waterlozing naar de Westerschelde moeten worden gecreëerd.

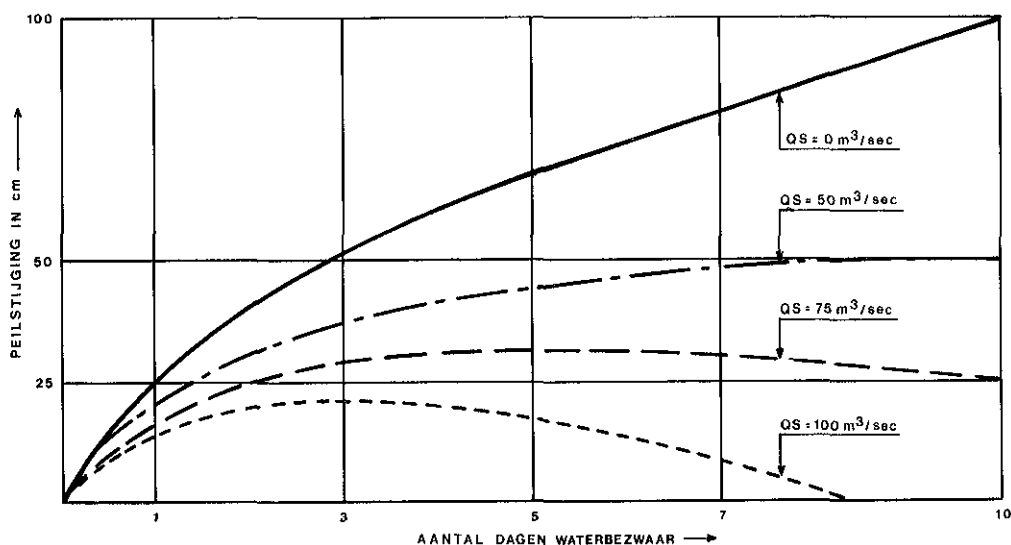
Wat zijn nu de mogelijkheden en wensen met betrekking tot het peilbeheer en het handhaven van de waterstand en het zoete karakter

van het meer, dus van een laag zoutgehalte? Uitgangspunt voor de studie van het peilbeheer is, dat het Zoommeer geen reservoir-functie krijgt, en dat gemikt wordt op een waterstand gedurende het gehele jaar van rond N.A.P. Extreme waterstanden kunnen optreden in perioden van grote wateroverlast en in de perioden van grote droogte. Het peilbeheer betreft naast die extreme waterstanden ook de normale peilvariaties, juist die peilvariaties zijn in hoge mate bepalend voor de natuurlijke ontwikkeling van het meer en zijn oevers. Volgens het met België gesloten tractaat over de Schelde-Rijnverbinding mag het maximum op dit kanaal 50 cm boven N.A.P. liggen en het minimum een meter eronder. Deze overeengekomen peilen, die zoals het kaartje laat zien dus ook bepalend zijn voor het Zoommeer, omvatten niet de bij

Fig 2. Relatie tussen peilstijgingen op het Zoommeer en de afvoercapaciteit (QS) van het lozingsmiddel, berekend voor een waterbezwaar met een kans van voorkomen van 1% per jaar

Fig. 1. Het Zoommeer en zijn waterhuishoudkundige situatie





sterke wind optredende op- en afwaaiing. Er wordt van uitgegaan dat op- en afwaaiing maximaal 35 cm verschil zullen uitmaken.

De Brabantse rivieren, de Mark en de Roosendaalse en Steenbergse Vliet, zullen doorgaans onder natuurlijk verval op het Zoommeer kunnen lozen, zodat de sluisen bij de uitmondingen van deze rivieren in het Volkerak open kunnen blijven staan. Als het peil op het Zoommeer belangrijk lager wordt dan N.A.P., dienen ze echter te worden gesloten, om ontoelaatbaar lage waterstanden in het achterland te voorkomen.

De peilvarianties die men toelaatbaar acht, houden verband met het toekomstige karakter van het Zoommeer. Er werd reeds gewezen op de Brabantse belangen. Ook de scheepvaart en de recreatie hebben belang bij een zo vast mogelijk peil, terwijl het zich laat aanzien dat de peilfluctuaties ook vanuit een oogpunt van natuurbeheer beter niet al te groot kunnen worden. Tenslotte is er verband tussen de waterstanden en het zoutgehalte, zoals we in het vervolg van dit artikel zullen laten zien.

Het zoutgehalte op het Zoommeer wordt voornamelijk bepaald door de belasting die het meer van buitenaf ondergaat. Bronnen van zoutbelasting zijn allereerst de schutsluisen in de Philipsdam en de Oesterdam, en de Kreekraksluisen in de Schelde-Rijnverbinding; verder ook de polderlozingen op het meer. Het rivierwater, dat bij de Volkeraksluisen ingelaten wordt, is ook min of meer verzilt en tenslotte gaat er nog een verziltende invloed uit van de zoute kwel onder de dammen door. Op grond van oriënterende bere-

keningen is geschat hoe groot de totale zoutbelasting op het Zoommeer zou kunnen zijn. Daarbij is ervan uitgegaan dat de schutsluisen in de Philipsdam en de Oesterdam te zijner tijd over net zo'n scheidingssysteem voor zout en zoet water zullen beschikken als de Kreekraksluisen. Met dit systeem kan bij een schutsluis die een zoet en een zout waterbekken koppelt, de verzilting van het zoete water, maar in dit geval ook de verzoeting van het zoute water in belangrijke mate worden beperkt. Ondanks de toepassing van het systeem zal er nog wel een zeker zoutbezwaar resteren. Er vindt thans intensief onderzoek plaats om het scheidingssysteem van zout en zoet water te optimaliseren, zodat het resterende zoutbezwaar minimaal wordt. Terugkoppeling naar de werking van de beoogde systemen in de werkelijkheid is helaas nog niet mogelijk, omdat het systeem alleen bij de Kreekraksluisen in werkelijkheid is uitgevoerd, en de Kreekraksluisen liggen nu nog tussen twee zoute bekken. Pas na de voltooiing van het Zoommeer kan het scheidingssysteem in de Kreekraksluisen in werking treden, maar dan moeten de overeenkomstige systemen in de Philipsdam en de Oesterdam al gebouwd zijn. Men is dus voorlopig aangewezen op de resultaten van laboratoriumonderzoek terzake, waarbij de uitkomsten met betrekking tot de zoutlasten bij het terugwinnen van zoet water nog een grote spreiding vertonen. Tegelijk is een oriënterend onderzoek aan de gang om te bezien of de polderlozingen, met name die van het eiland Tholen, van het Zoommeer kunnen worden afgeleid.

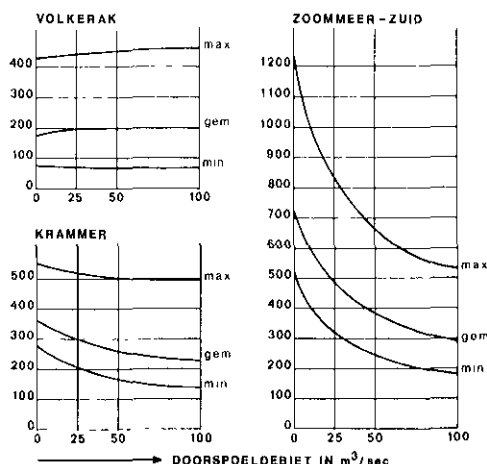


Fig 3 Zoutgehalten in het Zoommeer als functie van het extra doorspoeldebiet, gemiddeld over de periode 1933-1974

Gegeven de binnenkomende zoutlasten is het van belang dat het Zoommeer extra met zoet water kan worden doorspoeld. Zonder dat zal het niet mogelijk zijn het zoutgehalte te beheersen. Doorspoeling is niets anders dan de vervanging van water met een relatief hoog zoutgehalte door water met een lager zoutgehalte. Het in te laten relatief zoete water komt van het Hollands Diep. Het zoute getijdebekken van de Oosterschelde kan niet dienen als ontvanger van het doorspoelwater, want water dat in het Zoommeer als te zout wordt doorspoeld, is in de Oosterschelde te zoet. Het zou het zoutgehalte plaatselijk tezeer doen dalen, met negatieve gevolgen voor de flora, de fauna en de schelpdiercultures in het getijdegebied. De lozing kan dus nog het beste op de Westerschelde worden gericht.

Om oriënterende berekening te kunnen uitvoeren in verband met de doorstroming, is het Zoommeer geschematiseerd en in drie vakken verdeeld. Per deelgebied werden grafieken opgesteld waarin op grond van de veronderstelde zoutlasten een verloop wordt voorspeld van de doorstroomdebieten. De normen die onderschreden moeten worden zijn 300 mg Cl-/l voor de landbouw en 200 Cl-/l voor de drinkwatervoorziening.

Bezien we nog eenmaal de relatie van het Zoommeer met de omringende bekken, het Haringvliet/Hollands Diep, de Grevelingen en de Ooster- en Westerschelde. Het Zoommeer zal, zoals we gezien hebben, zoet worden, en zal dan voor zijn zoetwatertoevoer afhankelijk worden van het noordelijk Deltabekken. Nu heeft dit noordelijk Deltabekken ook een belangrijke functie in de zoetwatervoorziening van zuid-west-Nederland, onder andere bij de

drinkwatervoorziening en de bestrijding van de zoutwaterindringing op de Rotterdamse Waterweg, zulks in het belang van de tuinbouw in het Westland en andere gebieden. In perioden met geringe Rijnafvoeren zal het een afweging van belangen vergen om te bepalen hoeveel water ten behoeve van het Zoommeer aan het noordelijk Deltabekken onttrokken kan worden.

Het Grevelingenmeer, dat is ontstaan door de sluiting van de Grevelingendam in 1963 en de Brouwersdam in 1971, zal in elk geval tot aan de voltooiing van de compartimenteringsdammen omgeven zijn door zout water; en er zijn in die periode dus ook geen mogelijkheden om het meer volledig te doen verzouten. De beslissing wat er uiteindelijk met het Grevelingenmeer gaat gebeuren, of het zoet zal worden of zout blijven, is nog niet gevallen. De wijze waarop de Philipsdam aansluit op de Grevelingendam is inmiddels zo gekozen dat het later mogelijk wordt een inlaatwerk in de Grevelingendam te bouwen waarlangs zoet water uit het Zoommeer kan worden toegelaten op het Grevelingenmeer. In dat geval gaat het Grevelingenmeer indirect ook een beroep doen op de watertoevoer uit het noordelijk bekken. Het zoutgehalte in het Grevelingenmeer zal dan mede bepaald worden door dat van het Zoommeer ter plaatse van de Grevelingendam. De Oosterschelde blijft een zout bekken. Om achterin dit bekken het zoutgehalte op een aanvaardbaar niveau te houden is het nodig dat de sluizen in de Philipsdam en de Oosterdam zijn voorzien van een systeem dat de zoetlast op het getijdebekken beperkt. Dit geschiedt door middel van het terugwinnen van zoet water. Als dat in het belang van het zoutge-

halte op de Oosterschelde moet gebeuren, dient dit belang te worden afgewogen tegen de belangen van de zoetheid van het Zoommeer, want het terugwinnen van zoet water brengt onvermijdelijk ook weer een hoeveelheid zout water terug op het zoete bekken. De Westerschelde, die naar beide zijden openblijft, zal het doorspoelwater van het Zoommeer ontvangen, omdat daar anders geen beheersing van het zoutgehalte mogelijk is. Op de Westerschelde heeft deze instroom een verzoetende werking, evenals de rivierafvoer van de *Belgische Schelde trouwens*. De zoutgradiënt, dat is de geleidelijke verandering van het zoutgehalte tussen de rivieraansluiting en de uitmonding in zee, zal ten gevolge van de instroom van zoet water uit het Zoommeer waarschijnlijk enigszins veranderen.

De studies op een aantal probleemgebieden, die hier slechts vluchtig konden worden vermeld, worden uitgevoerd onder auspiciën

van de Commissie Compartimentering Oosterschelde, die als taak heeft, de compartimenteringsplannen nader uit te werken en te begeleiden. Binnen de overlegstructuur zijn werkgroepen gevormd waarin de nodige *onderzoekingen worden opgezet, en die er rapport over uitbrengen*. Ten behoeve van het Zoommeer zijn nu studies gaande als aanzet tot een analyse van het gehele probleem. Op grond van die analyse moet het mogelijk worden te kiezen welke middelen men het best kan gebruiken voor de beheersing van de waterkwaliteit. Het gaat er allereerst om, zoveel mogelijk beheersmogelijkheden open te houden. Daarna richt de studie zich op het beheer zelf, met de bedoeling dat men een zo groot mogelijk inzicht heeft in de beheersmogelijkheden tegen de tijd dat het meer tot stand is gebracht. Dat zal zijn omstreeks 1985. De verzoeting van het Zoommeer is vanzelfsprekend een van de eerste beheersmaatregelen.

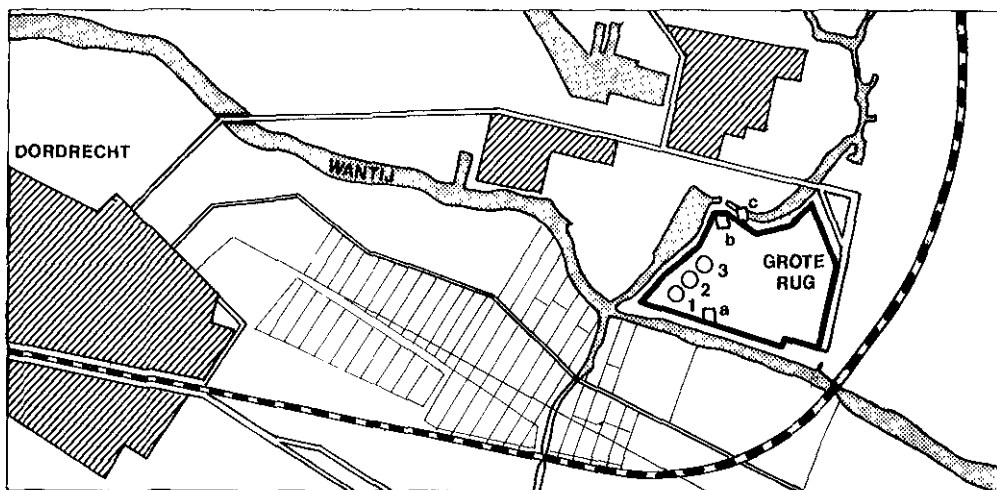
Onderzoek naar de bestrijding van eutrofie

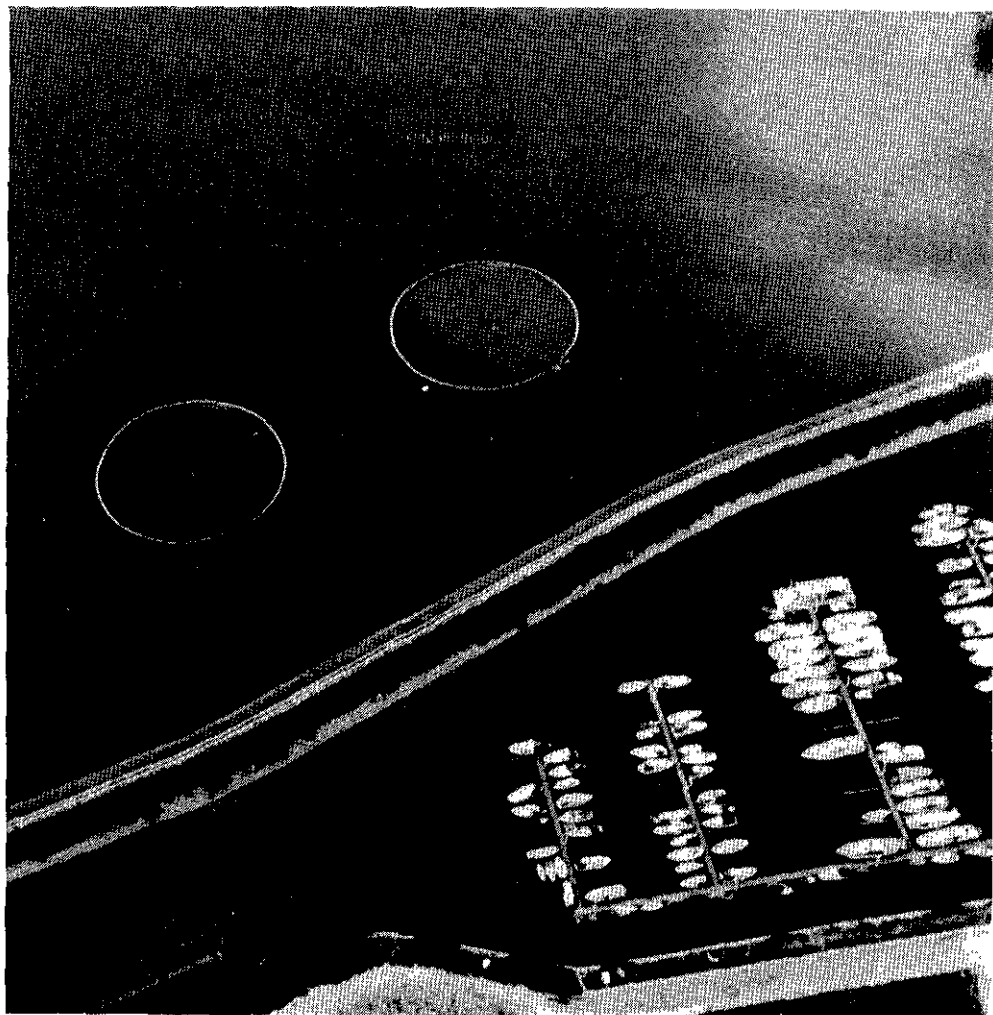
Het overgrote deel van de zoete wateren in Nederland vertoont regelmatig weerkerende of zelfs in het groeiseizoen blijvende algenbloei. Bij mooi weer en een zachte wind uit één richting vindt dan opeenhoping aan de oevers plaats van drijvende algen. Dit is niet alleen een onaangenaam gezicht, maar het verschijnsel veroorzaakt ook nog een onaangename geur en heeft een nadelige uitwerking op de levensgemeenschap in het water. De schaduwwerking van alle algen samen is zo groot, dat de meeste onderwaterplanten zich door lichtgebrek niet of nauwelijks kunnen handhaven. De grote roofvissen verdwijnen van het toneel, mede doordat het water troebel wordt. De witvisstand verliest zijn harmonische opbouw: er blijven in hoofdzaak vele kleine vissen over. Het dierlijk plankton, watervlooien en dergelijke, dat

onder meer van algen leeft, kunnen de massale bloei niet meer begrazen, ook al omdat ze zelf een grotere kans lopen om opgegeten te worden door de talrijke kleine witvis. Het fijne samenspel dat binnen een levensgemeenschap behoort te heersen, het ecologisch evenwicht, raakt zo verstoord door de onevenwichtige ontwikkeling van één component.

Het is niet alleen de recreant die tot op zekere hoogte last heeft van massale algenbloei; het oppervlaktewater wordt ook minder geschikt als bron voor drinkwater. Er ontstaan problemen bij de bereiding van drinkwater, er raken filters verstopt en bovendien is er sprake van een nadelige beïnvloeding van de smaak.

Het is langzamerhand algemeen bekend, dat als oorzaak van deze onprettige ontwikke-

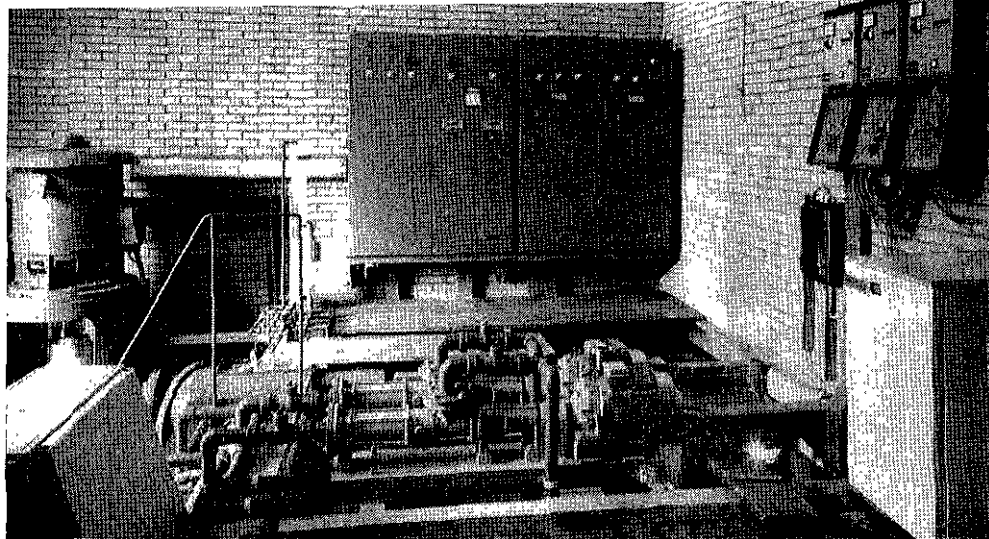




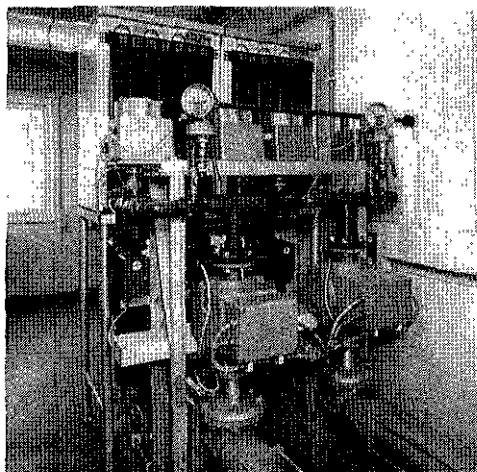
Luchtopname van De Grote Rug

Fig. 1. Situatie van de proefopstelling in het spaarbekken De Grote Rug
 a. inlaatpompgebouw
 b. uitlaatpompgebouw
 c. meetcabine

lingen het lozen van onnatuurlijk grote hoeveelheden fosfaten wordt aangewezen. Het verhogen van de gehalten aan voedingsstoffen voor algen in het oppervlaktewater wordt door onderzoekers *eutrofiëring* genoemd. Men spreekt ook wel van het verhogen van de *trofiëgraad* van het water (tabel I). De *eutrofiëring* nu bepaalt de mate waarin de algen zich kunnen ontwikkelen. Natuurlijk komt de vraag naar voren hoe de eutrofiëring met al zijn gevolgen bestreden kan worden. De beste methode is de bestrijding aan de bron. De fosfaatlozingen in het hele stroomgebied van Rijn en Maas dienen dan tezamen met de lozingen van vele andere milieu-belastende stoffen drastisch te worden vermindert. Het is duidelijk, dat er veel tijd mee heen gaat, voordat een daarop gerichte



Pompinstallatie in het inlaatgebouw



Uitlaatgebouw met rondpompcircuit

actie afdoende resultaten afwerpt. Hoewel er van een zekere voortgang sprake is op het terrein van dit internationale probleem, zullen we in Nederland toch nog wel jaren te maken hebben met hoge fosfaatgehalten in ons oppervlaktewater.

Door de uitvoering van de Deltawerken ontstaat een zoet meer in de Deltawateren, het toekomstige Zoommeer. Nu wordt men dus ook in het zuiden van Nederland geconfronteerd met de slechte kwaliteit van het Rijnwater. Voor de handhaving van zijn waterbalans zal het Zoommeer ongeveer $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ water moeten onttelen aan het Hollands Diep. Met deze zoetwaterstroom komt een aanzienlijke vracht fosfaten mee, ongeveer een ton per dag, dat is circa 360 ton per jaar. De cijfers die we geven hebben betrekking op het totaalfosfaat, uitgedrukt in gewichtseen-

heden P. Dit is ruwweg 60% van de totale fosfaatbelasting die men op het Zoommeer verwacht. De resterende 40% is afkomstig van lokale lozingen. Ook hier kan bestrijding aan de bron worden toegepast, al is totale sanering van de lokale bronnen onhaalbaar. Een drastisch lokaal saneringsprogramma moet zeker in staat worden geacht 25% van de totale belasting weg te nemen. Door de reductie van de lokale bronnen ten gevolge van een saneringsproject wint de met het inlaatwater aangevoerde fosfaatvracht aan belang: hij gaat nu 80% uitmaken van de totale fosfaatlast. Jaarlijkse toevoeging van 360 ton fosfaat via het inlaatwater en – na sanering – 90 ton fosfaat uit lokale bronnen betekent een nog veel te hoge belasting voor een meer als het Zoommeer. Op grond van deze belasting komt men tot prognoses van

totaalfosfaatgehalten van om en bij de 200 microgram per liter, wat ongunstig afsteekt bij de na te streven waarde van 50 microgram per liter die wordt genoemd in het Indicatief Meerjaren Programma voor de Nederlandse wateren.

Het is dus duidelijk, dat er naar andere wegen gezocht moet worden om de gevolgen van de eutrofiëring in te perken. Zou het bijvoorbeeld ook mogelijk zijn om een deel van de totaalfosfaatbelasting die via het inlaatwater op het Zoommeer gebracht wordt, als het ware te inactiveren?

Het voor algen gemakkelijk toegankelijke deel van het totaalfosfaat als voedselbron is een component van het opgeloste fosfaat, het zogenaamde orthofosfaat. Orthofosfaat kan chemisch worden gebonden. Als aan het oppervlaktewater ijzer- of aluminiumzouten worden toegevoegd, dan ontstaan er neerslagen waarin onder andere dit orthofosfaat gebonden wordt. De aldus gevormde stoffen komen ook van nature reeds voor in het

bodemsediment. Toevoeging van ijzer- of aluminiumzouten aan het in te laten water is dus een milieuvriendelijke methode om eutrofiëring tegen te gaan.

Maar het is niet voldoende dat men elkaar wat voorrekent. Het beoogde effect moet ook worden aangetoond: vindt er in een bekken werkelijk een reductie plaats van de algengroei, die toe te schrijven is aan de behandeling van het inlaatwater met eerdergenoemde zouten? Deze vraagstelling staat centraal in het onderzoek dat de afdeling Milieu-Onderzoek van de Deltadienst, in nauwe samenwerking met het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening, heeft opgezet in het spaarbekken de 'Grote Rug' nabij Dordrecht. Hoewel de doelstelling van de deelnemende diensten ietwat uiteenloopt – het RID is geïnteresseerd in de beheersmogelijkheden van spaarbekkens en de Deltadienst in de beheersmogelijkheden van toekomstige zoete bekkens in het Deltagebied –, stellen beide er groot belang in de gevolgen van de eutro-

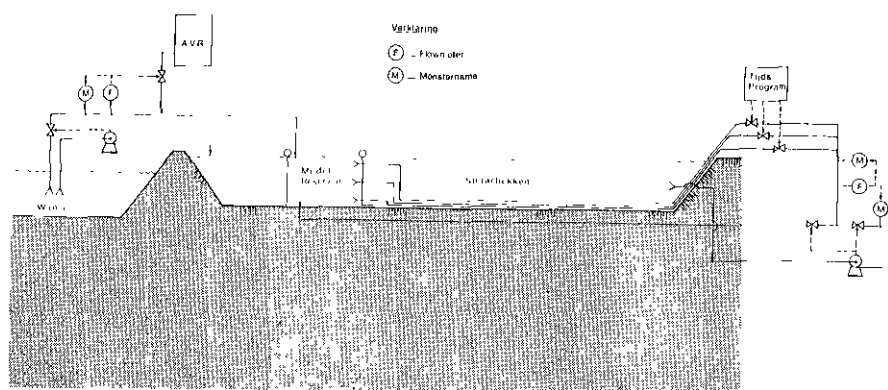
Tabel 1. De fosfaataccumulatie in zoet oppervlaktewater in Nederland.

Toevoer in mln. kg P		Afvoer in mln. kg P		Accumulatie mln. kg P	%
1. Rivieren import	59,5	naar zee:	51,0	8,5	48
2. Huishoudens					
A. Wasmiddelen (57%)	8,8		5,0	3,8	21
B. Voedselresten (43%)	6,5		3,5	3,0	17
3. Industrie totale lozing	3,0		1,8	1,2	7
4. Landbouw direkte lozing	1,1		0,9	0,6	3
5. Bodem natuurlijke uitspoeling	0,7	via sluizen	0,2	0,5	3
6. Neerslag in oppervlaktewater	0,3	via sluizen	0,1	0,2	1
Totaal	80,3		62,5	17,8	100

Tabel 2. Fosfaatgehalten en verblijftijden van enkele Nederlandse meren.

	Veluwe- meer	Dronter- meer	Gooi- meer	Eem- meer	Brielse meer	IJssel- meer	Zoom- meer
Concentratie P –totaal 1974 mg P/l	0,44	0,41	0,51	0,70	0,30	0,21	0,15 – 0,20
Verblijftijd in maanden	2,0	2,0	2,0	2,0	2,9	5,5	2,5
Kwalificatie algenbloei	hinderlijk soms hinderlijk		hinderlijk hinderlijk		hinderlijk soms hinderlijk		

2



3

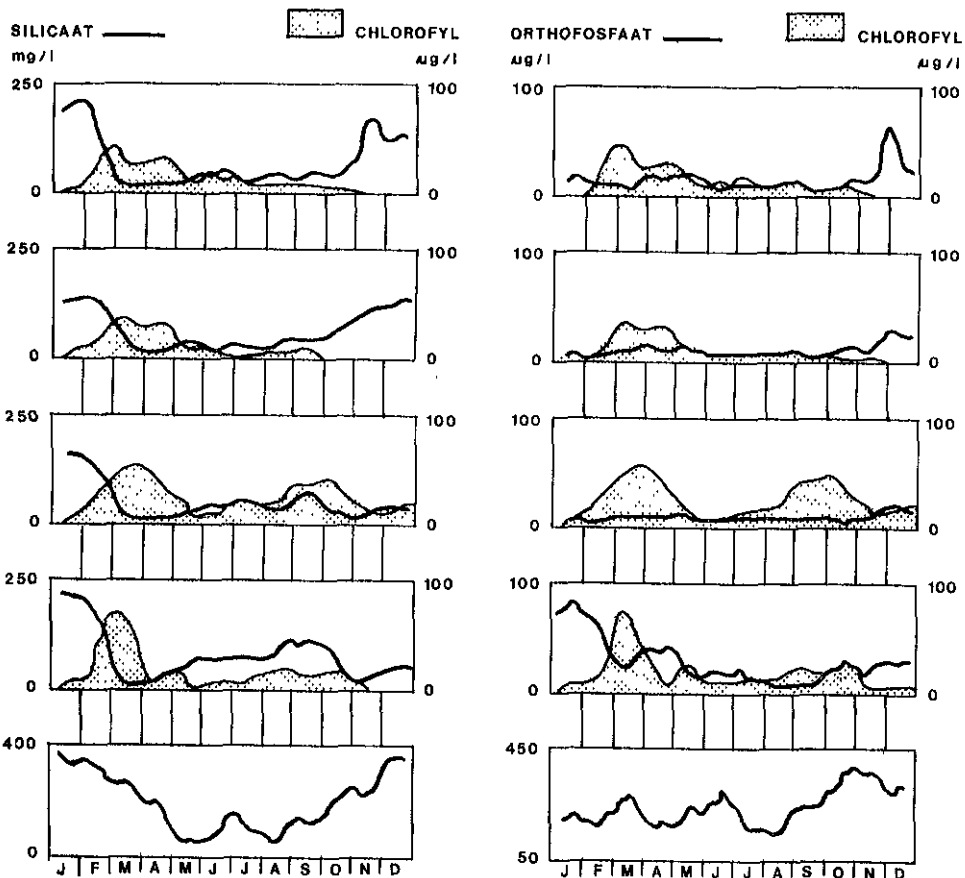
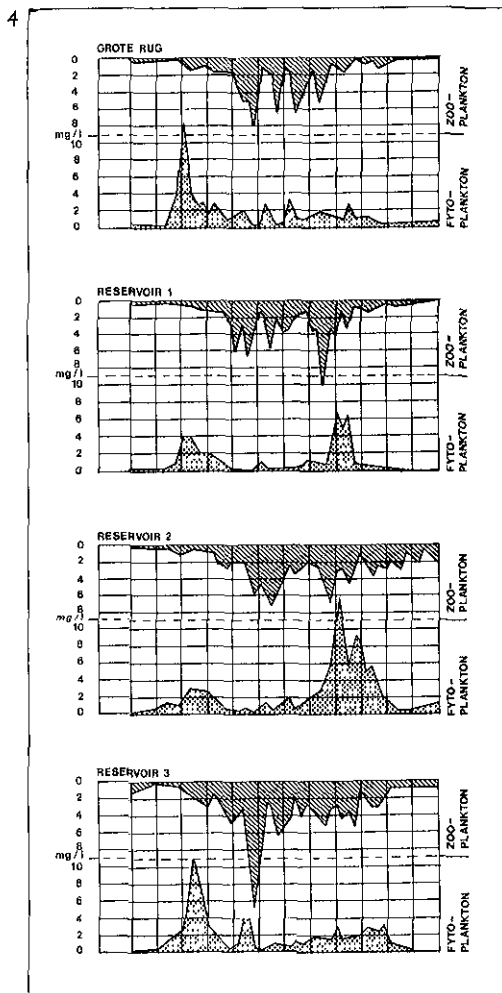


Fig. 2. Schematische voorstelling van de technische voorzieningen in het spaarbekken De Grote Rug

Fig. 3. De chlorofylgehalten in De Grote Rug in 1975, in relatie met de gehalten aan silicaat (links) en orthofosfaat

Fig. 4. Totaal zoö- en fytoplankton in het Spaarbekken en in de drie proefreservoirs, gedurende 1975

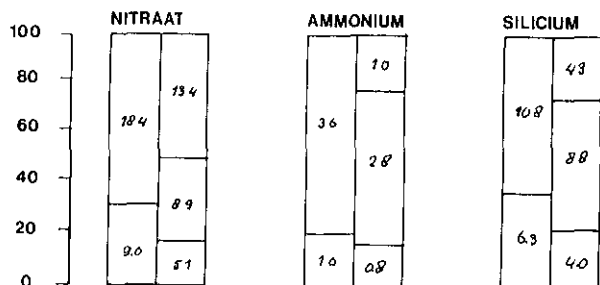
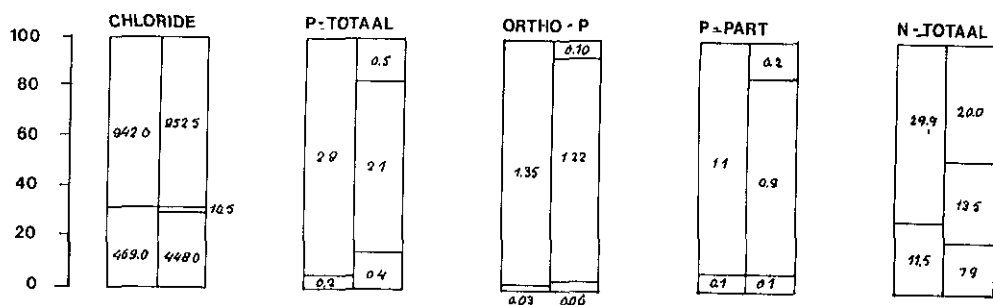
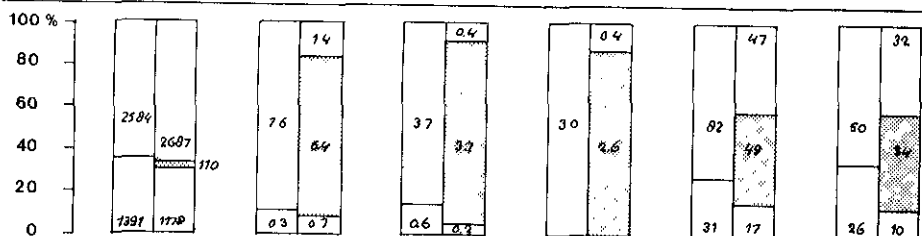
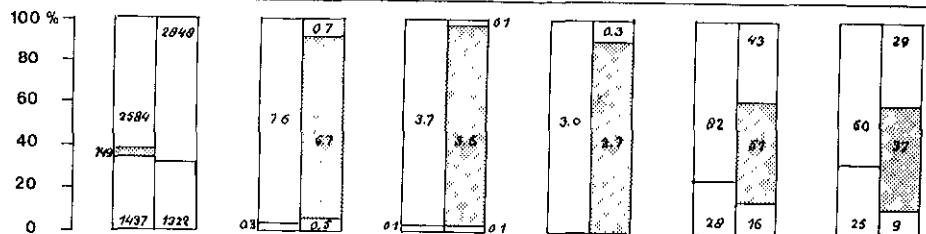
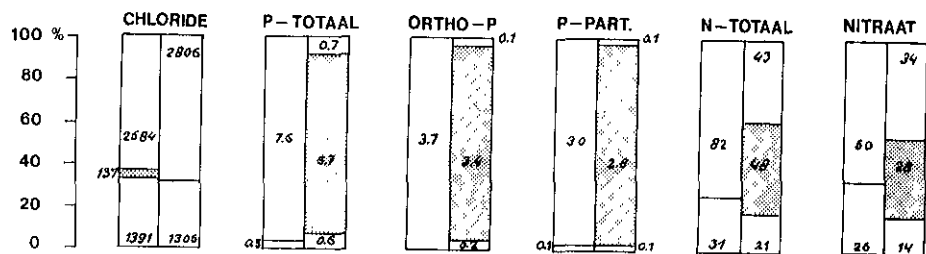


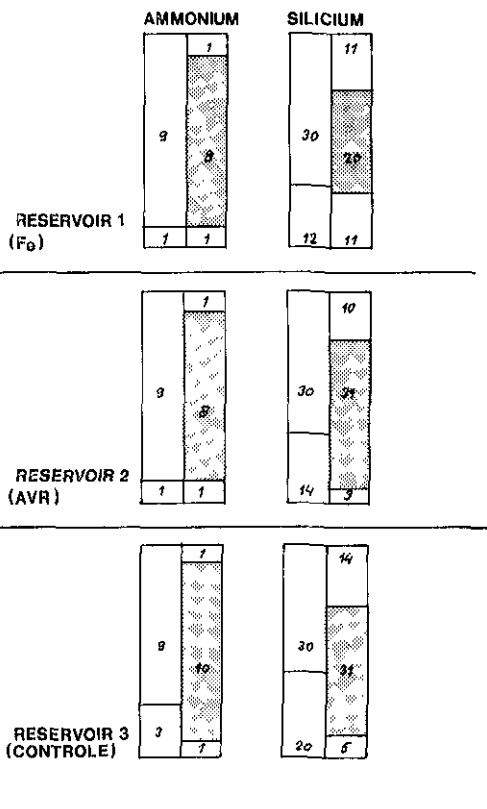
fiëring te minimaliseren. Het gezamenlijk onderzoek in de 'Grote Rug' is begonnen in 1975. Eind 1974 zijn er in dit spaarbekken drie butylrubberreservoirs aangelegd, elk met een diameter van 45 meter. De reservoirs zijn aan de onderzijde niet gesloten, zodat het water er in direct contact staat met de natuurlijke bodem. Eén der reservoirs fungeert als controle: aan dit reservoir wordt zonder enige voorbehandeling water uit het naastgelegen Wantij ingelaten

Een tweede reservoir ontvangt water uit het Wantij dat is voorbehandeld met A.V.R., een mengsel van aluminiumsulfaat met een gering deel ferri-sulfaat. Zowel het spaarbekken de 'Grote Rug' als het derde reservoir ontvangen met ferri-sulfaat voorbehandeld Wantijwater. De technische voorzieningen van het controle-bekken en het A.V.R.-bekken zijn medio 1976 gereed gekomen. Er is een autonoom werkend in- en uitlaatsysteem ontworpen, dat een koppeling tot stand brengt tussen het waterbeheer van het spaarbekken en de modelreservoirs. Zodra er water wordt ingelaten in het spaarbekken slaan er pompen aan die de watertoevoer naar de modelreservoirs regelen. De debieten van de inlaat naar de modelreservoirs verhouden zich tot het inlaatdebiet van het spaarbekken als de volumina van de reservoirs en het spaarbekken. Hiermee wordt bereikt dat het water even lang in de reservoirs verblijft als in het spaarbekken.

Proportioneel aan het inlaatdebiet van de modelreservoirs worden monsters getrokken ter analyse van de chemische samenstelling van het ingelaten water, zodat de aangevoerde stofstromen berekend kunnen worden. Het uitlaatsysteem van beide reservoirs bevat eveneens een regelmechanisme, dat afgestemd is op de uitlaat van het spaarbekken. Dit systeem is echter wat gecompliceerder, daar er per diepte en per reservoir continu en automatisch moet kunnen worden bemonsterd. Als de uitlaat niet is geactiveerd, worden er per reservoir drie niveaus volgens een bepaald programma na elkaar aangesloten op een rondpompcircuit. Een ander programma zorgt voor een bemonstering, die eveneens proportioneel aan het actuele debiet wordt uitgevoerd. Is de uitlaat van de reservoirs wel geactiveerd, dan wordt de uitlaatleiding proportioneel aan het debiet bemonsterd.

Deze hoge graad van automatisering is niet alleen een noodzaak gebleken door de geografische scheiding tussen onderzoekers en het onderzoeksobject, maar ook en voornamelijk terwille van de continue bewaking van





SPAARBEEKKEN

T	U	
B	P	
M _b	M _e	

M _b	MASSA BEGIN IN TON.
T	TOEVOER
B	BRON
M _e	MASSA EIND IN TON.
U	UIT
P	PUT

de parallel met het spaarbekken verlopende in- en uitlaatregiems. Met de huidige opzet is het mogelijk zeer nauwkeurige stofbalansen te maken en de chemische ontwikkeling in elk reservoir continu te volgen. Eenzelfde graad van nauwkeurigheid en continuïteit zou bij de bestudering van een natuurlijk systeem onmogelijk gehaald kunnen worden. Toch is een hoge mate van nauwkeurigheid vereist, onder andere om te kunnen bepalen hoeveel fosfaat in welke vorm aan de reservoirs wordt toegevoegd of onttrokken.

Toch zal, zelfs in de reservoirs, de boekhouding niet kloppen, omdat een deel van het binnengekomen fosfaat in de bodem wordt vastgelegd – men spreekt dan van *accumulatie* –, ofwel er zal extra fosfaat gemeten worden in het uitgelaten water dat uit de bodem is losgekomen, *gemobiliseerd* (figuur 5). Door stofbalansen op te stellen kan men dus de rol van de onderwaterbodem in het eutrofiëringsproces berekenen. Het is van groot belang om deze rol te leren kennen, omdat mobilisatie van fosfaat uit de bodem het verlagende effect van de defosfateringsmaatregelen teniet kan doen.

Het is tot nu toe niet mogelijk gebleken om de uitwisseling tussen water en bodem onder natuurlijke omstandigheden anders dan via stofbalansen te meten. De stofbalansen die men in de natuur voor grote bekken bepaalt, zijn, zoals gezegd, onvoldoende nauwkeurig. Daarom wordt in de reservoirs een intensief onderzoek opgezet naar het gedrag in de bodem van bepaalde stoffen door het jaar heen, in de hoop, dat dit gedrag te koppelen is aan de uitkomsten van de balansen. Als dit mogelijk blijkt, kan het gedrag van deze stoffen in de bodem van de bekken ons nader inlichten over de rol van de bodem in zo'n bekken. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot het advies om een bepaalde bodemlaag weg te baggeren of een bepaald soort sediment niet te dumpen in zoetwatermeren.

De proef die we hier beschrijven betreft in eerste instantie de effecten van de toevoeging van ijzer- en aluminiumzouten op de ontwikkeling van algen. Daarom is het zaak de veranderingen in de biotische samenstelling van het water nauwlettend te volgen. De

Fig. 5. Overzicht van de jaarbalans 1975 van de meest belangrijke chemische parameters in de proefreservoirs en het Spaarbekken

achtergrond voor dit biologisch gebeuren onder water wordt in feite beschreven door de balansen van een tiental biologisch beïnvloedbare chemische stoffen en concentratieverlopen in de tijd. De samenstelling van de algen en het dierlijk plankton is af te leiden uit de gemeten chlorofylgehalten, die een totaalmaat zijn voor het plantaardig plankton en uit de planktonproductiecijfers. Deze twee parameters geven een goed beeld van de hydrobiologische reactie op de chemie en vice versa

De resultaten die in 1975 verkregen zijn, dienen met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden, daar hydrobiologische systemen meestal aanloopverschijnselen vertonen. De levensgemeenschap onder water heeft een zekere tijd nodig om in evenwicht te raken.

Ook chemisch is er een zekere inspeeltijd nodig voor het evenwicht bereikt is: de gehalten aan verscheidene stoffen in de reservoirs zijn aan het begin en het eind van het jaar niet gelijk (figuur 5). Vergelijking van de ortho-fosfaatgehalten van de verschillende bekkens illustreert het effect van de chemische binding van het opgeloste fosfaat met de gedoseerde middelen. De fosfaatgehalten in het met A.V.R. behandelde reservoir zijn het laagst. Toch zijn de gehalten aan chlorofyl in het A.V.R.-reservoir bepaald niet minimaal. De aanvankelijk hoge chlorofylgehalten zijn toe te schrijven aan diatomeeën, algen die al zeer vroeg in het voorjaar tot bloei komen. Daar diatomeeën zich omgeven met een soort pantser van silicaten is de diatomeeën-bloei goed terug te vinden in de daling van het opgeloste-silicaatgehalte in het water van alle bekkens (figuur 7). Het verschijnen van het algenetende dierlijke plankton heeft tot gevolg dat de chlorofylgehalten gedurende het verdere verloop van het jaar tot acceptabele waarden dalen. In het A.V.R.-reservoir komen in de nazomer twee soorten algen tot ontwikkeling die niet door zoöplankton worden gegeten: de groenalg *ceratium* en de blauwalg *microcystis*. Daar deze soorten niet worden gegeten kunnen ze tot bloei komen, zodat in het A.V.R.-reservoir relatief wat hogere chlorofylgehalten worden gevonden. In het met ijzer behandelde reservoir kwam de blauwalg *microcystis* ook wel tot ontwikkeling, maar aangezien deze algensoort weinig chlorofyl bevat, blijkt dit niet erg duidelijk in het chlorofylverloop. Zoals gezegd kan er nog geen definitieve conclusie getrokken worden uit deze cijfers: daar is minstens een reeks gegevens van drie jaar voor nodig.

De chlorofylcijfers van 1975 geven op zichzelf nog geen aanwijzing, dat de algengroei geremd zou worden door chemische binding van het opgeloste fosfaat.

De resultaten van één jaar onderzoek leiden wel tot de conclusie, dat het onderzoek niet beperkt mag blijven tot het meten van enkele chemische gehalten en van chlorofyl. Zo veel mogelijk componenten in de onderwaterwereld moeten worden bestudeerd als ze mogelijkwerwijs direct van invloed zijn op de algen

De wetenschap dat er algen in een reservoir zijn voorgekomen, die niet of nauwelijks op het menu staan van het dierlijke plankton is essentieel. De gemeten waarden zouden zonder deze kennis direct geleid hebben tot de conclusie, dat het toevoegen van ijzer remmend werkt op de algengroei, maar toevoeging van aluminium stimulerend, afgezien dan van aanloopeffecten.

Waarom de soort *ceratium* wel in het A.V.R.-reservoir is opgetreden en nagenoeg niet in de overige, is tot nog toe onduidelijk. Het is denkbaar, dat de binding van fosfaat en aluminium zo zwak is, dat de algen haar kunnen verbreken en het fosfaat alsnog opnemen, terwijl de ijzer-fosfaat binding dit niet toelaat. Meer informatie hierover kan worden verkregen door het zwevend sediment te onderzoeken op daarin aanwezige kristalstructuren. Achter de proportionele uitlaatbemonstering zijn daarom doorstroomcentrifuges geschakeld, die het zwevend sediment apart gaan bemonsteren. Een hiermee samenhangende vraagstelling betreft de invloed van de defosfateringsneerslag op de samenstelling en het gedrag van de onderwaterbodem en, omgekeerd, de invloed van de bodem op de bindingssterkte van de gesedimenteerde neerslag.

Het onderzoek in de 'Grote Rug' moet gezien worden als een meerjarenproject. Het eerste jaar waarin een volledig beeld kan worden verkregen van het hydrobiologische en chemische gedrag is 1977. De eerste jaren, 1975 en 1976, moeten worden gezien als een aanloopfase, een fase waarin nog maar indicaties zijn gevonden omtrent het hydrobiologisch gedrag en het effect van de fosfaat-bindingsmiddelen. In een later Bericht komen we nog eens op dit onderzoek terug. Er is in elk geval goede hoop, dat het project voldoende gegevens zal gaan opleveren om te kunnen besluiten, of de onderzochte methode voor de inactivering van ortho-fosfaat al dan niet als een aanvaardbare en praktische beheersmethode geaccepteerd kan worden.

Een getijcentrale in de Oosterschelde?

De discussie over de afsluiting van de Oosterschelde heeft uiteindelijk geleid tot het besluit een doorlatende, afsluitbare dam te bouwen in de mond van de zeearm, en het bekken verder te compartimenteren. In samenhang daarmee is ook het denkbeeld weer bovengekomen een getijcentrale te bouwen in het Deltagebied. Dit idee is niet nieuw; al in 1917 werd gesproken over de eventuele bouw van een waterkrachtwerk in dit gebied, zij het van veel kleinere afmetingen dan waaraan nu gedacht wordt. Verscheidene artikelen in het tijdschrift 'de Ingenieur' uit de dertiger jaren tonen aan, dat aan dit onderwerp in Nederland wel voortdurend enig denkwerk is besteed. In 1948 maakte ir. F. J. Vos een studiereis naar Frankrijk, om zich te verdiepen in de problematiek van waterkrachtwerken in het algemeen en van getijcentrales in het bijzonder. Deze studie is gevolgd door een onderzoek naar de mogelijkheden van een getijcentrale in onder andere de Oosterschelde. Alleen de technische en economische aspecten werden door De Vos in beschouwing genomen. Van dit onderzoek is in 1954 een rapport verschenen ten behoeve van de Deltacommissie, dat onder meer een ontwerp inhield voor een *getijcentrale in de Westerschelde*. Zoals bekend is de door De Vos ontworpen centrale niet gerealiseerd. Het beschikbare verval bleek te gering om een rendabele energieproductie tot stand te kunnen brengen, zeker gezien de *schijnbaar eindeloze* voorraad nog goedkope brandstoffen waarmee conventionele centrales werden gestookt. In 1967 is nogmaals een onderzoek naar een getijcentrale uitgevoerd, dit keer door de Provinciale Zeeuwse Elektriciteits Maat-

schappij. Een *hernieuwd* onderzoek was gerechtvaardigd omdat de turbinetechniek sinds 1954 een opmerkelijke ontwikkeling had doorgemaakt. Vooral Franse onderzoeken in verband met de getijcentrale in de Rance hadden geheel nieuwe mogelijkheden geopend. De belangrijkste vooruitzichten bood wel de ontwikkeling van een turbine die doorstroming toeliet in twee richtingen, zodat vrijwel de gehele getijcyclus benut kon worden voor energie-opwekking. Ook dit *onderzoek* echter leidde tot de conclusie, dat de bouw van een getijcentrale op economische gronden afgewezen moest worden. Er is echter reden om het vraagstuk van de getijcentrale thans opnieuw aan de orde te stellen. Op bepaalde aspecten van het probleem valt nu, onder meer als gevolg van de sterk gewijzigde energie-kosten in de wereld, een geheel ander licht. In de vorige studies is ook nog nimmer een bekken beschouwd ter grootte van vrijwel de gehele Oosterschelde, gerelateerd aan de huidige turbinetechnologie. De Vos heeft weliswaar verscheidene alternatieven onderzocht, waarbij de enige mogelijkheid om een rendabele centrale te bouwen situering inhield bij Bath in de Westerschelde, maar zijn berekeningen waren alle gebaseerd op enkelwerkende turbines en op de kolenprijs van die tijd. De brandstofprijzen voor conventionele centrales zijn de laatste jaren echter sterk gestegen. De getijcentrale kan bovendien fungeren als afsluitbare doorlatende dam, waarbij de turbines als afsluitmiddel kunnen fungeren. De economie ervan komt dan in een geheel nieuw licht te staan. Als men op de stichtingskosten een bedrag

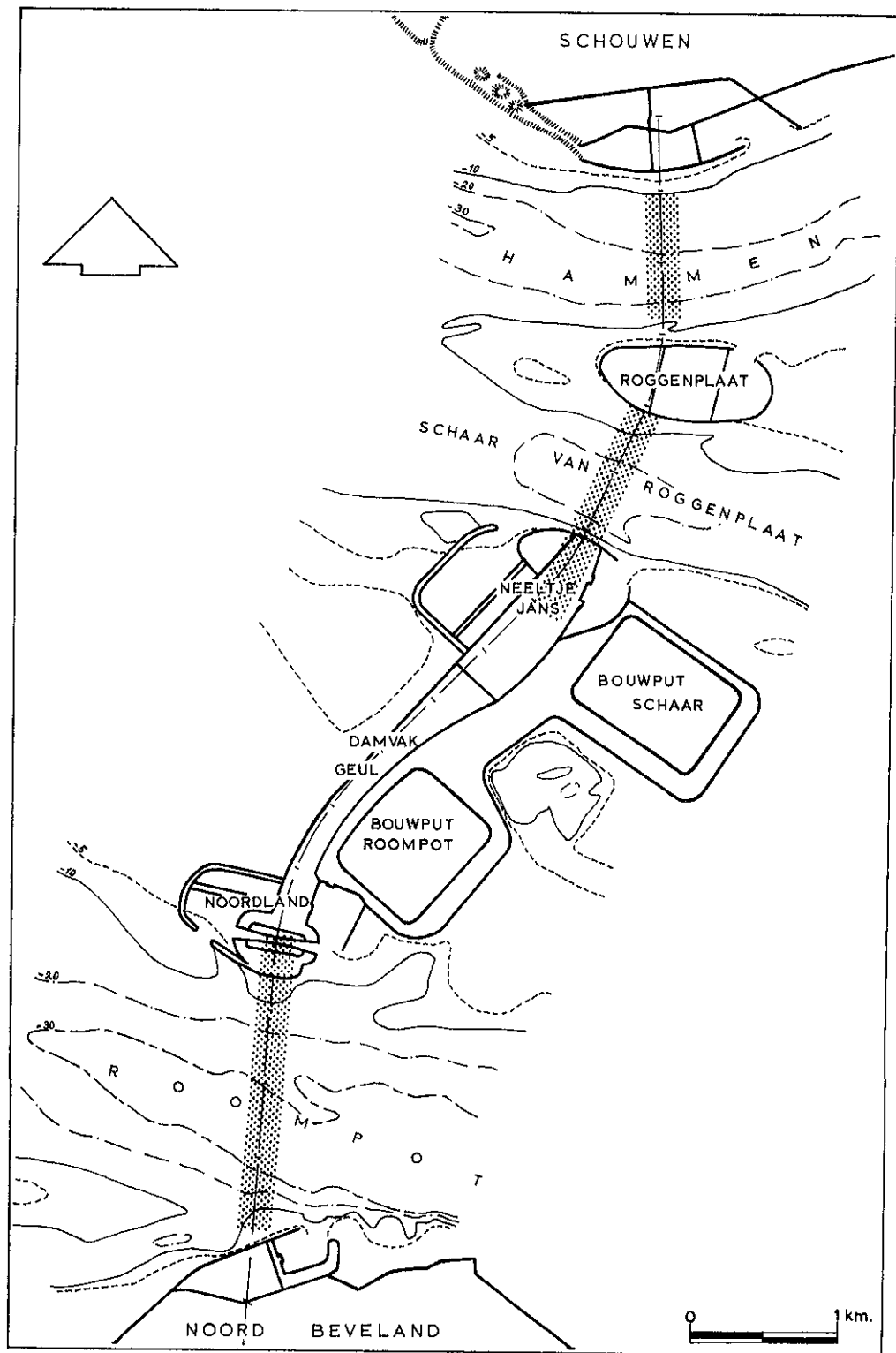
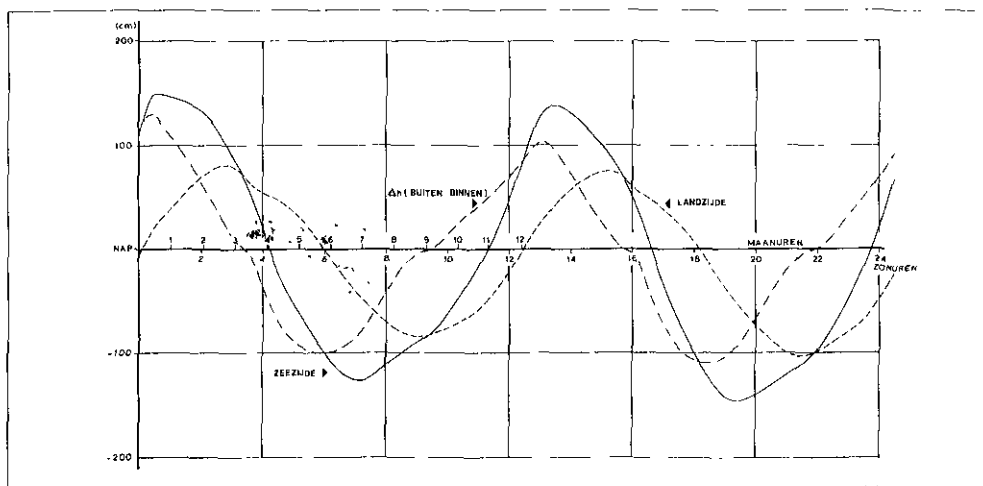


Fig. 1. Overzicht van de Oosterschelde-afsluiting. In de gearceerde gedeelten kan een getijcentrale worden opgesteld

Fig. 2. Gemiddeld verticaal getij aan weerszijden van de Oosterschelde-afsluiting, bij een getijverschil van 2,30 m te Yerseke



in mindering mag brengen ter grootte van de stichtingskosten van een doorlatende, afsluitbare stormvloedkering, kan er wellicht een heel andere KWh-prijs uitkomen. Uiteindelijk zal die prijs, wanneer de technische problemen niet onoverwinnelijk blijken, zoals men begrijpt de doorslag geven.

Getij-energie

Getij-energie wordt reeds sedert eeuwen gebruikt voor het aandrijven van allerlei werktuigen. De potentiële en kinetische energie van het water wordt daarbij omgezet in de bewegingsenergie van het werktuig. De opgewekte energie werd dus altijd in de onmiddellijke omgeving van de 'getijmolen' gebruikt. Omzetting van getij-energie in transportabele, meestal elektrische energie, vindt pas sinds de laatste tien jaar plaats.

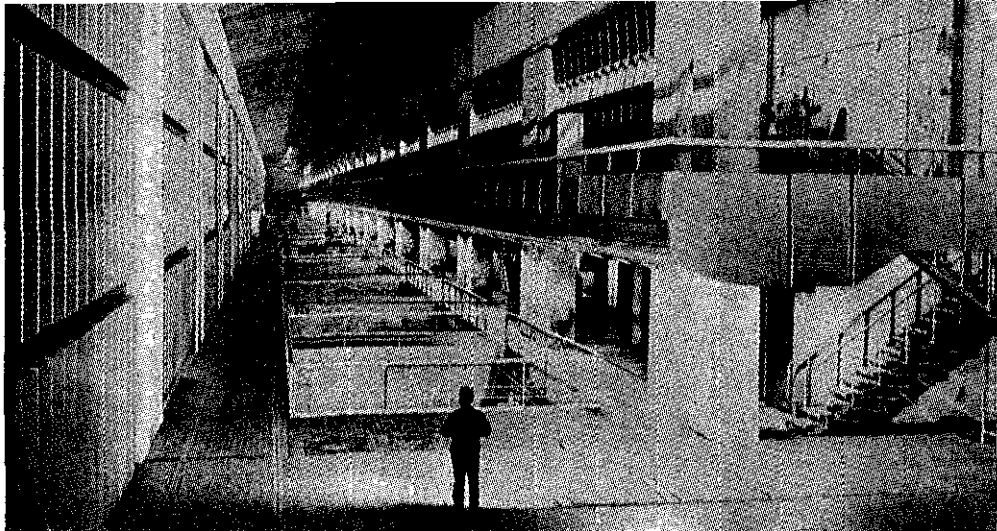
Op dit moment zijn er in de hele wereld twee getijcentrales in bedrijf. Eén in de Rance in Bretagne in Frankrijk, werkend onder een gemiddeld verval van 8,2 m met een geïnstalleerd vermogen van 240 MW verdeeld over 24 eenheden. De tweede is een experimentele Russische getijcentrale in de Kislaya baai, die werkt onder een gemiddeld verval van 3,3 m met een geïnstalleerd vermogen van 400 kW. Deze centrale heeft de vorm van een caisson die ter bestemde plaats is afgezonken.

De andere plannen voor het stichten van een getijcentrale zijn blijven steken in de fase van de onderzoeken, zoals bijvoorbeeld de plannen voor een getijcentrale bij het Passaquoddy Estuarium op de grens van de V.S. en Canada aan de Atlantische Oceaan, de Baai van Fundy in Canada, Cook Inlet in

Alaska en San José in Argentinië. Sinds kort is opnieuw een getijcentrale in studie genomen in het estuarium van de Severn in het Kanaal van Bristol, nadat op eerdere studies op economische gronden een negatieve beslissing was gevolgd.

De op- en neergaande beweging van het water in een getijgebied is de oorzaak van het feit dat ten opzichte van een bepaald niveau altijd een verval gecreëerd kan worden, uitgezonderd die momenten waarop de waterstand en het niveau van vergelijking aan elkaar gelijk zijn. Doordat het getij een op- en neergaande beweging maakt kan het verval zowel positief als negatief zijn, zolang het niveau van vergelijking zich maar in het intergetijgebied bevindt.

Dit verval vertegenwoordigt een hoeveelheid potentiële energie, die benut kan worden



Blik in het inwendige van de
getijcentrale van La Rance,
Frankrijk

voor de opwekking van bewegingsenergie. Een getijcentrale is een doorlaatorgaan waarover een verval gecreëerd wordt en waarin turbines en elektrische generatoren geïnstalleerd zijn teneinde dit verval, via de bewegingsenergie van de turbines, om te zetten in transportabele elektrische energie. Aan de ene zijde van de dam ligt dus het getijgebied, de zee, aan de andere kant een bekken, al dan niet met een constant niveau. Laten we aannemen dat het probleem waarmee men zich bezighoudt bij het ontwerpen van getijcentrales zich in eerste instantie zal toespitsen op de vraag hoe gedurende een zo lang mogelijke tijd een zo groot mogelijke hoeveelheid energie geproduceerd kan worden.

Aangezien er aan de zeezijde niets valt te regelen, komt het er in de praktijk op neer

dat het bekkenniveau zo moet worden gereguleerd, dat er zo lang mogelijk een groot en liefst zo constant mogelijk verval blijft staan over de dam.

Men kan dit bereiken met een enkel of dubbel bekkensysteem; in het laatste geval heeft men één bekken met een hoog niveau en één bekken met een laag niveau, en worden de niveau's onderling geregeld met turbines of sluizen.

Ter regeling van de produktiegrootte kunnen ook al dan niet gekoppelde meervoudige bekkensystemen gehanteerd worden. In ieder geval is het duidelijk dat er vele mogelijkheden ontstaan.

Maar het probleem beperkt zich niet tot de bepaling van het verval. Uit alle studies komt naar voren dat de stichtingskosten van doorslaggevende aard zijn. Zij bepalen namelijk de economische mogelijkheden van een getijcentrale. Het te installeren vermogen aan turbines en generatoren in relatie tot het verval is derhalve een optimaliseringsprobleem. Een op maximale energieproductie gedimensioneerde centrale kan zo kostbaar worden in relatie tot de energieopbrengsten, dat een kleinere centrale, werkend onder hetzelfde verval, ondanks een geringere vermogensopstelling economischer kan zijn; het verband tussen energieproductie en stichtingskosten is niet lineair.

Waar het op aankomt, zo blijkt uit het voorgaande, is de regeling van het niveau van het bekken. Ten aanzien van het Oosterscheldeprobleem treedt hier nu een wezenlijk verschil op met de eerder geschetste situaties. Het hoofddoel van een doorlatende dam in de mond van de Oosterschelde is het in stand

houden van een kwalitatief goed aquatisch milieu. Hiervoor dient zoveel water per dag in en uit het Oosterscheldebekken te stromen dat een bepaald gemiddelde getijverschil te Yerseke, bijvoorbeeld 2,30 m, gehandhaafd blijft.

Deze voorwaarde is een zo strenge eis, dat er geen enkele ruimte gelaten wordt voor het regelen van het niveau van het Oosterscheldebekken, in die zin dat er vergroting van het verval uit volgt. Dit impliceert, dat veelal gebruik gemaakt zal moeten worden van een verval over de dam, dat in genedele het maximaal haalbare is. Dit door de 'natuur' gegeven verval is ook niet constant te maken, zodat het te benutten vermogen voortdurend verandert.

De problemen die zich hierdoor zullen voordoen bij de belasting van het elektrisch net, dus bij de energie-afgifte, zullen hier niet in beschouwing worden genomen.

De studie van de P.Z.E.M. was met betrekking tot dit probleem optimistisch: kennelijk werd verondersteld dat het landelijk koppelnet

hiervoor een aanvaardbare oplossing zal kunnen bieden.

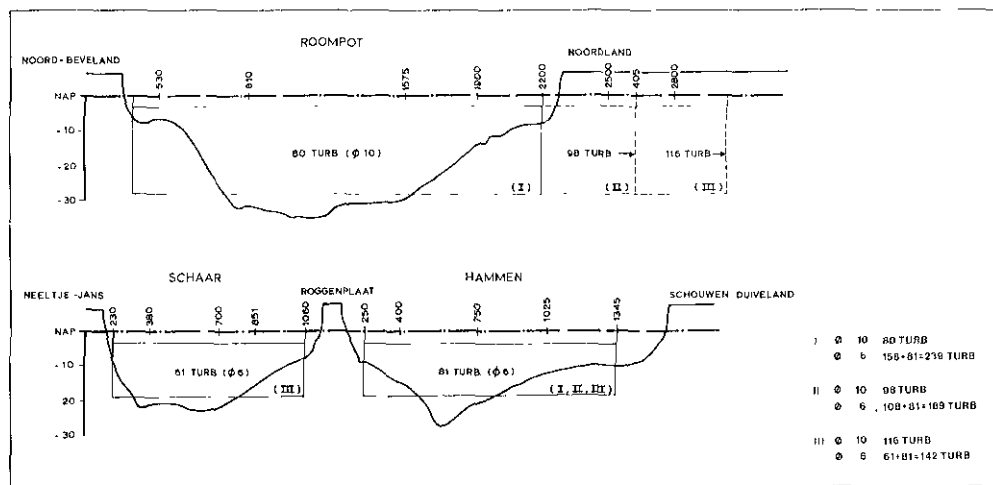
Uit milieukundig oogpunt is het gewenst dat in de Oosterschelde het gehele scala aan getijvormen optreedt, zij het ook in gereduceerde vorm. Ook een stand waarbij de schorren worden overstroomd moet toch wel eens per jaar worden bereikt. Met een 'conventionele' stormvloedkering is dit eenvoudig te realiseren. Een getijcentrale zal echter een aan de milieueisen aangepaste installatie dienen te hebben. Kenmerkend voor deze installatie is dat de energieproductie ondergeschikt is aan de getijdemping: zodra het 'ontwerpverval' wordt overschreden wordt de turbine losgekoppeld van de generator, waardoor de debietdoorlaatcapaciteit groter wordt. Weliswaar gaat dit niet zonder problemen, maar in ieder geval kunnen grotere vervallen dan het als normaal geldende ontwerpverval optreden en de daarbij behorende debieten doorgelaten worden.

De berekeningen die antwoord moeten geven op de vragen betreffende de energieproductie zijn groot in aantal vanwege het voortdurend veranderen van de getijbewegingen en even omvangrijk als het beschouwde bekken groot is.

De getijbeweging staat onder invloed van allerlei factoren, zoals de dagelijkse ongelijkheid, de veertiendaagse periodiciteit van spring- en doodtij, opwaaiingsverschijnselen, stormvloed en met bepaalde overschrijdingsfrequenties en veranderingen in de banen van aarde en maan. Ook veranderingen in de bodemconfiguratie compliceren het vraagstuk aanzienlijk.

Eenvoudigheidshalve wordt uitgegaan van enkele gemiddelde getijden, te weten de

Fig. 3. Alternatieve turbine-opstellingen in de sluitgaten van de Oosterschelde



gemiddelden van de 10-jarige periode 1951-1961, van spring-, gemiddeld en doortijd. Ten behoeve van het Oosterschelde-onderzoek zijn computerberekeningen uitgevoerd waarbij in de mond van de Oosterschelde een dam wordt verondersteld, waarin onder water openingen zitten met zulke afmetingen, dat te Yerseke een bepaald getijverschil optreedt.

Er zijn onder meer berekeningen uitgevoerd met een Oosterscheldebekken gecompartmenteerd volgens model C3, dus met Ooster- en Philipsdam en de eerdergenoemde getijden als randvoorwaarden op zee en zulke openingen, dat te Yerseke gemiddelde getijverschillen optreden van 1,85 m, 2,30 m en 2,60 m. Uit deze berekeningen volgt onder meer het getijverloop aan weerszijden van de dam. Over de hoedanigheid van de dam weet men dan verder nog niets, behalve dan dat de hoeveelheden water bekend zijn, die de dam zullen moeten passeren om een bepaald getijverschil te veroorzaken te Yerseke. Uit de verkregen waterstanden kunnen vervolgens zowel de vervallen als de debieten bepaald worden. Voor de vermogensberekeningen zijn dan alle benodigde gegevens voorhanden.

Berekeningen en resultaten

Op grond van de literatuur is aangenomen, dat er energie geleverd kan worden als het verval groter is dan 50 cm. Bij kleinere vervallen draaien de turbines wel, maar het rendement daarvan is dan zo laag, dat de geproduceerde hoeveelheden verwaarloosd kunnen worden. De resultaten van de berekeningen zijn als volgt: Aangenomen wordt een getij dat beantwoordt aan de waarden van de slotgemiddelden 1961.0 en een compartimentering C3.

De bijbehorende maximale debieten tijdens springtij zijn 45 000 m³/sec, 55 000 m³/sec en 71 000 m³/sec. Een jaar heeft gemiddeld 706 getijden.

Teneinde een vergelijking mogelijk te maken met bestaande thermische centrales is in de tabel aan de voet van deze pagina een kolom P_{eq} opgenomen. Om de vergelijking zuiver te houden, dienen deze waarden met ongeveer 20% reservecapaciteit verhoogd te worden; er zou dus een thermische centrale van 170 MW gebouwd moeten worden om dezelfde hoeveelheid energie te kunnen produceren als een getijcentrale zou doen bij een gedempt getij te Yerseke van 2,30 m.

Ter vergelijking de volgende cijfers. In de gemeente Den Haag staat een thermische centrale met een geïnstalleerd vermogen van 180 MW, echter in normale bedrijfsstoestand gekoppeld aan andere centrales via het landelijk koppelnet. Theoretisch kan Den Haag zich zelf bedruipen. De centrale levert vrijwel uitsluitend aan bewoners. In een kleinere plaats, maar met meer industrie, als Dordrecht, is het geïnstalleerd vermogen van de centrale 530 MW. In Rotterdam is 1500 MW geïnstalleerd, terwijl een uitbreiding met 1080 MW ten behoeve van de Maasvlakte gereed is. Uit deze cijfers blijkt wel, dat de opbrengst van een getijcentrale in de mond van de Oosterschelde slechts te vergelijken is met de opbrengst van een kleine conventionele centrale, terwijl de vermogensinstallatie middelgroot dient te zijn. Hierbij komt nog het nadeel van de met het getij verlopende productie. Dit vereist extra voorzieningen in verband met de afname, vooral omdat de maximale opbrengsten door het verloop van het getij ook 's nachts zullen plaatsvinden als de vraag het kleinst is.

Als men dus moet uitgaan van een totaal te

Gem. getij- verschil te Yerseke	Gemiddeld getij					
	P max	E per getij	E per jaar	P eq	P max	P max
1,85 m	478 MW	1793 MWh	1265 GWh	144 MW	677 MW	311 MW
2,30 m	497 MW	1761 MWh	1243 GWh	141 MW	730 MW	309 MW
2,60 m	431 MW	1195 MWh	844 GWh	96 MW	673 MW	243 MW

P = geïnstalleerd vermogen

P_{eq} = overeenkomstig vermogen van een conventionele centrale

E = energie-opbrengst

1 GWh = 1 miljoen KWh.

installeren vermogen van 734 MW, dan zou een turbine met een waaierdiameter van 6 m in de mond van de Oosterschelde een vermogen aan de generator afgeven van 1,6 MW. Een generator van dat vermogen moet gezien worden als een lilliput-generator.

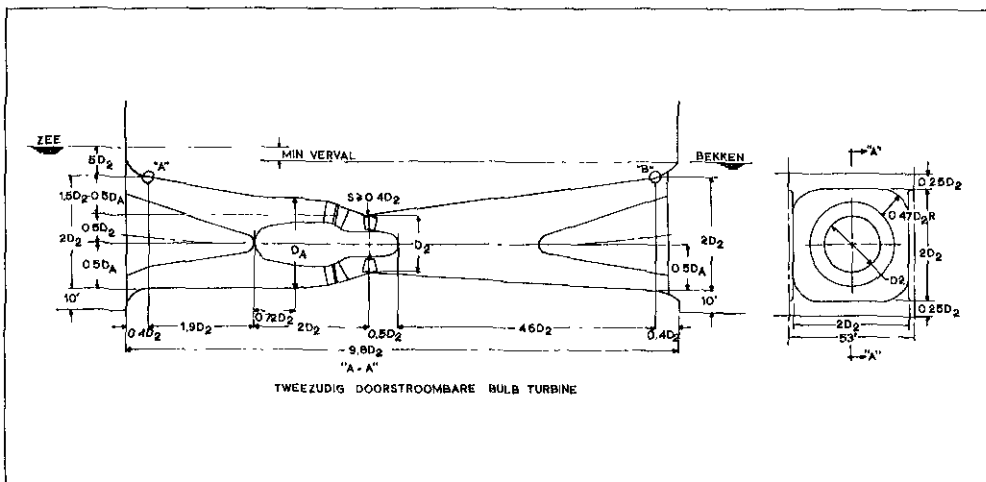
Ter vergelijking het volgende: In de getijcentrale 'La Rance' is de waaierdiameter van de turbine 5,32 m; aan de generator wordt een vermogen afgegeven van 10 MW. Deze centrale is nu 8 jaar in gebruik; het verval bedraagt 8,5 tot 10,5 m. De getijcentrale te Fundy Bay, die uit economische overwegingen niet is uitgevoerd, zou hebben gedraaid op een tijverschil van 7,5 tot 15 m. Bij een waaierdiameter van 7,5 m zou elke turbine 34 MW hebben afgegeven aan de generator en bij een waaierdiameter van 10 m zelfs 65,2 MW. Het wordt uit deze voorbeelden wel

duidelijk, dat de eisen met betrekking tot de totale debietlevering en die inzake grote vermogensopbrengsten in het Oosterscheldegebied moeilijk met elkaar te combineren zijn. In de Roompot zou de plaatsing van turbines met een doorsnede van 10 m mogelijk zijn; voor de Schaar van Roggeplaat en de Hammen zou een doorsnede van 6 m de aangewezen maat zijn. Om de vereiste 55 000 m³/sec te realiseren, is dan een groot aantal combinaties mogelijk, die ieder een bepaalde hoeveelheid grondverzet vergen. Als voorbeeld geven we hier drie mogelijke combinaties.

I)	Roompot	doorsnede 10 m	80 stuks
	Schaar	doorsnede 6 m	158 stuks
	Hammen	doorsnede 6 m	81 stuks
II)	Roompot	doorsnede 10 m	98 stuks
	Schaar	doorsnede 6 m	108 stuks
	Hammen	doorsnede 6 m	81 stuks
III)	Roompot	doorsnede 10 m	116 stuks
	Schaar	doorsnede 6 m	61 stuks
	Hammen	doorsnede 6 m	81 stuks

Als de turbines zouden worden aangebracht in afzinkbare caissons, dan zouden per caisson van 75 m lengte niet meer dan drie venturi-openingen met een doorsnede van 10 m en vijf venturi's met een diameter van 6 m gemaakt kunnen worden. Dit vereist dan, in de genoemde drie gevallen:

Fig. 4. Venturi met bulbturbine, ontworpen voor de Fundy Bay centrale



- I) 80 venturi-openingen van 10 m doorsnee: 27 caissons
 239 venturi-openingen van 6 m doorsnee: 48 caissons

Totaal: 75 caissons

- II) 98 venturi-openingen van 10 m doorsnee: 33 caissons
 189 venturi-openingen van 6 m doorsnee: 38 caissons

Totaal: 71 caissons

- III) 116 venturi-openingen van 10 m doorsnee: 39 caissons
 142 venturi-openingen van 6 m doorsnee: 28 caissons

Totaal: 67 caissons

Aantallen turbines Ø 10 m en Ø 6 m		Kosten in miljoenen guldens (prijspeil 1974)					
		Elektrisch gedeelte	Betonwerk	Plaatsen	Natte werken	Diversen	Totaal
I	80 239	2100	2600	800	1500	500	7500
II	98 189	2000	2500	800	1500	500	7300
III	116 142	2000	2300	800	1500	500	7100

Bovendien zijn deze caissons slechts in zeer beperkte mate vergelijkbaar met de caissons met venturibuizen met rechthoekige doorsnede die volgens de zogenaamde 'caisson-oplossing' zouden worden geplaatst in de Oosterscheldedam.

De caissons voor de getijcentrale zouden ongeveer twee maal zo diep zijn in de stromingsrichting en ongeveer anderhalf maal zo hoog; de lengte ervan zou gelijk kunnen zijn.

De kostenramingen die behoren bij de drie hiervoor genoemde installatie-alternatieven worden samengevat in bovenstaande tabel.

In het extreme geval dat alleen turbines met een doorsnee van 10 m zouden worden geïnstalleerd – er wordt dan dus voorbijgegaan aan grondmechanische problemen, vooral in de Hammen – zouden de kosten zeer ruw geschat als volgt verdeeld zijn:

Elektrisch gedeelte:	1,7 miljard gulden
Betonwerk	: 2,0 miljard gulden
Plaatsen	: 0,7 miljard gulden
Natte werken	: 2,0 miljard gulden
Diversen	: 0,5 miljard gulden

Totaal: 6,9 miljard gulden

Geval II uit de bovenstaande tabel is als alternatief echter reëler te achten. De kosten per geïnstalleerde KW worden in dat geval f 9675.

Indien een gemiddeld getijverschil te Yerseke nagestreefd wordt van 2,30 m kan de energieproductie 1243 miljoen KWh per jaar bedragen.

Als de renteverliezen tijdens de bouw worden verwaarloosd en de afschrijvingsduur van het gehele complex op 50 jaar gesteld, tegen 8% per jaar gedurende de gehele afschrijvingsperiode, dan wordt de KWh-prijs ten minste f 0,47.

Laten we verder aannemen dat op de stichtingskosten van de centrale, een bedrag van f 2,4 miljard in mindering kan worden gebracht, zijnde de stichtingskosten van een conventionele stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde. Dit bedrag leiden we af uit één van de ontbindende voorwaarden, die de regering in november 1974 gesteld heeft met betrekking tot de toelaatbare meer-kosten van het gehele nieuwe werk in vergelijking met het oude. Het kunstwerk is hiervan slechts een onderdeel, maar zodanig groot dat van het stichtingskapitaal ad f 7,1 miljard van de getijcentrale toch f 2,4 miljard ten laste van de Deltawerken kan worden

geboekt. Dan resteert een voor de getijcentrafe in rekening te brengen beginkapitaal van f 4,7 miljard. In dit geval dient de KWh-prijs tenminste f 0,31 te zijn.

De huidige prijs van gemoduleerde energie van grootverbruikers gaat de 8 cent/KWh niet te boven; en als een grootverbruiker energie afneemt die met het getij varieert en waarvan de maxima ook 's nachts vallen, kan de prijs niet hoger liggen dan 7 cent. In onze verkenning is ook geen rekening gehouden met de inflatie; daarom kan de prijs van f 0,31/KWh slechts worden beschouwd als een globale indicatie van de minimum haalbare prijs gedurende het eerste bedrijfsjaar.

De prijzen zullen vervolgens steeds bijgesteld moeten worden. Lagere prijzen zullen alleen kunnen worden bereikt wanneer de rentepercentages aanzienlijk dalen en de inflatie tot stilstand is gekomen.

De jaarlijkse exploitatie- en onderhoudskosten en de investeringskosten van de minimaal vereiste 10 % reservecapaciteit, die we tot nu toe buiten beschouwing hebben gelaten, zullen ook hun effect hebben op de prijs per KWh; naar alle waarschijnlijkheid zullen ze tenminste een verhoging veroorzaken van 15 %, zodat de schatting van de KWh-prijs neerkomt op f 0,35, gerekend naar het prijspeil van 1974.

De prijsverhouding tussen de huidige grootverbruikersprijs en de berekende prijs is dus zelfs bij deze waarschijnlijk te lage schattingen 1 : 5.

Wordt het getijverschil te Yerseke opgevoerd tot 2,60 m, dan bedraagt de energie-opbrengst jaarlijks slechts 844 miljoen KWh, 68 % van de opbrengst die men haalt met 2,30 m getijverschil te Yerseke. Het maximale debiet zal echter 71000 m³/sec. moeten bedragen, zodat de turbines 1,3 maal zoveel debiet zullen moeten kunnen doorlaten als in het eerder berekende geval.

De kosten van de energie zullen daardoor minstens 50 % hoger komen te liggen. Het heeft derhalve geen zin, deze variant verder door te rekenen.

De prijsverhouding van 5 : 1 die we moesten vaststellen tussen *getij-energie* en *thermische energie* geeft al overtuigend aan, dat een getijcentrale in de mond van de Oosterschelde energie zou produceren op een economisch niet rendabele wijze, zeker op korte termijn. Uit een omgekeerde redenering blijkt hetzelfde.

Gaan we uit van een haalbare prijs van 7 ct/KWh voor met het getij fluctuerende energie, en van de eerdergenoemde jaar-

productie van 1243 miljoen KWh, dan zal een *centrale alleen* rendabel zijn als de jaarlasten lager zijn dan 87 miljoen gulden. Dit betekent dat een getijcentrale aan investering zeker niet meer dan 1 miljard gulden mag kosten. Dit bedrag wordt met een factor 4 à 5 overschreden; ook langs deze weg blijkt dat een getijcentrale, in de mond van de Oosterschelde, die een groot gedeelte van het getij moet doorlaten, economisch niet haalbaar is.

Vorderingen van studies en werken in verband met de afsluiting van de Oosterschelde

In de periode van november 1974 tot mei 1976 werd regelmatig verslag uitgebracht over de vorderingen die werden gemaakt met de studies aangaande de afsluiting van de Oosterschelde. Dat gebeurde onder meer ook in deze Berichten. We kunnen met name terugverwijzen naar de afleveringen 72, 73, 74, 76 en 78, die verschenen tussen mei 1975 en november 1976. In talrijke artikelen werd daar geprobeerd om in voor ieder bevattelijke bewoordingen uiteen te zetten hoe het beslissingsprobleem in elkaar zat, en welke aspecten in ogenschouw moesten worden genomen. Ook de inhoud van twee grote nota's waarin de grondslag werd gelegd voor de regeringsbeslissingen aangaande de Oosterschelde, werd in het Driemaandelijks Bericht samengevat. Dat waren de 'blauwe nota', ofwel het 'Stormvloedkering Oosterschelde eindrapport', en de 'witte nota', meer officieel de 'Analyse Oosterschelde Alternatieven'. In mei 1976 was het juist zover dat het advies kon worden gegeven, een stormvloedkering te bouwen van 'pijlers op putten' (Bericht 77, p. 355-359).

Maar de verkenning van de mogelijkheden en moeilijkheden was nog maar globaal geweest, en het was nog niet zover dat er bestekstekeningen konden worden gemaakt van de stormvloedkering. Wel werden de in het tijdschema meest dringende voorbereidende werkzaamheden ter hand genomen. Zo werd onder andere het werk gestart voor de aanleg van de compartimenteringsdammen.

De talrijke werkgroepen die zich met onderdelen van de Oosterscheldeproblematiek bezighouden, zijn intussen doorgestaan met hun onderzoeken, en de coördinatie van hun

in elkaar grijpende probleemstellingen. Aangezien onze rapportage daarover ongeveer is gebleven bij de stand van zaken in mei 1976, nu alweer een jaar geleden, dient de voortgang van het onderzoek opnieuw aan de orde te worden gesteld. In dit artikel bespreken we de voortgang tot begin 1977.

Om het in principe gekozen ontwerp voor de stormvloedkering nader te kunnen detailleren, moest nog een groot aantal technische kwesties worden bestudeerd. De studie van de te verwachten belastingen op de stormvloedkering werd voortgezet, evenals het onderzoek naar de stabiliteit van drempel en stortebedden, met name in het kritieke geval dat bij stormvloed een of meer schuiven zouden weigeren, zodat de stroomaanval zich zou gaan concentreren op een klein gedeelte van de stormvloedkering. De dimensionering van de funderingsputten en van de pijlers, die met deze twee kwesties ten nauwste samenhangt, kon daardoor weer wat nader worden bepaald. Ook werd onderzoek gedaan naar de constructie die noodzakelijk zou zijn voor de drempel, wil die voldoende zanddicht en voldoende stabiel zijn om bij de maatgevende belastingen intact te blijven. Daarnaast ging men in op de vraag welke veranderingen er onder de maatgevende omstandigheden zullen optreden in de vorm van de puttenfundering. Tegelijk werden er beschouwingen opgezet over de bereikbare en noodzakelijke veiligheid van de stormvloedkering zelf en van het waterkeringssysteem voor het Oosterscheldebekken als geheel, dat bestaat uit de primaire dam en de erachter liggende tweede waterkeringen.

De resultaten van de verschillende onderzoe-

ken en beschouwingen hebben wel een concreter beeld opgeleverd van verscheidene aspecten van de stormvloedkering, maar een definitief ontwerp is er nog niet uitgekomen.

Al praten wij er niet dagelijks over, het is ons in feite wel bekend dat geen van de constructies waarmee wij ons omringen – huizen, bruggen, kantoorgebouwen – bestand is tegen alle denkbare belastingen. Een aardbeving van de kracht die zich in maart voordoet in Roemenië, zou ook bij ons grote aantallen huizen en andere gebouwen doen instorten. De kans dat zich in Nederland een dergelijke aardbeving voordoet, is gelukkig uiterst gering. Toch is de kans op een dergelijke catastrofe wel aanwezig, en dat betekent dat ze even goed morgen kan optreden als over duizend jaar. Een goed voorbeeld van een in onze streken zeldzame ramp levert de windhoos die Borculo heeft getroffen in 1925. Het is kortom niet mogelijk voor alle situaties die kunnen optreden in de toekomst een veiligheid te verzekeren van honderd procent.

Ook in de Deltawet is niet uitgegaan van absolute veiligheid. Het veiligheids criterium voor de waterkeringen in Zeeland berust volgens deze wet op de minste kans op een overstroming die men nog na de uitvoering van het plan bereid is te accepteren, te weten 1/4000, dat is 0,25 ‰ per jaar.

Het wordt niet nodig geacht de stormvloedkering zo sterk te maken dat hij zijn kerende functie nog kan vervullen wanneer geheel Zeeland reeds is ondergelopen. De stormvloedkering moet dus worden afgestemd op het Deltacriterium. Voor de onderdelen van de kering, de bovenbouw, de pijlers, de fundering, de schuiven, de drempel en de bodembescherming, geldt iets dergelijks. Een ketting is zo sterk als zijn zwakste schakel, en het is dan ook niet noodzakelijk een drempel aan te brengen die bestand is tegen een storm waarbij de pijlers hun stabiliteit verliezen. Bij deze verfijning van de risicobeschouwing wordt ook aandacht besteed aan de functie van de dijken rond de Oosterschelde, die tijdens storm achter de gesloten stormvloedkering liggen, en aan het mogelijk belang van een eventueel later in de stormvloedkering aan te brengen tweede stel schuiven. In de blauwe nota werd al gemeld dat ze niet noodzakelijk zijn voor de beoogde veiligheid. Er werd toen nog voorbehoud gemaakt voor doorstroomopeningen groter dan 10 000 m². Uit latere studies is gebleken dat ook bij doorstroomopeningen tot 20 000 m² met een enkel stel schuiven kan worden volstaan.

Daarnaast werd gewezen op het extra risico dat de aanwezigheid van een tweede stel schuiven mee kan brengen. Wanneer de voorste schuif namelijk gesloten is, terwijl de achterste blijft hangen, breken de golven over de eerste schuif. Dit veroorzaakt klappen op de tweede schuif. Het onderzoek op dit punt is nog gaande. Het vergt nog nadere studie in het raam van de risicobeschouwingen voor definitief kan worden vastgesteld of met het openhouden van de mogelijkheid om een tweede stel schuiven te plaatsen inderdaad kansen worden geboden op het in een later stadium verder verhogen van de veiligheid.

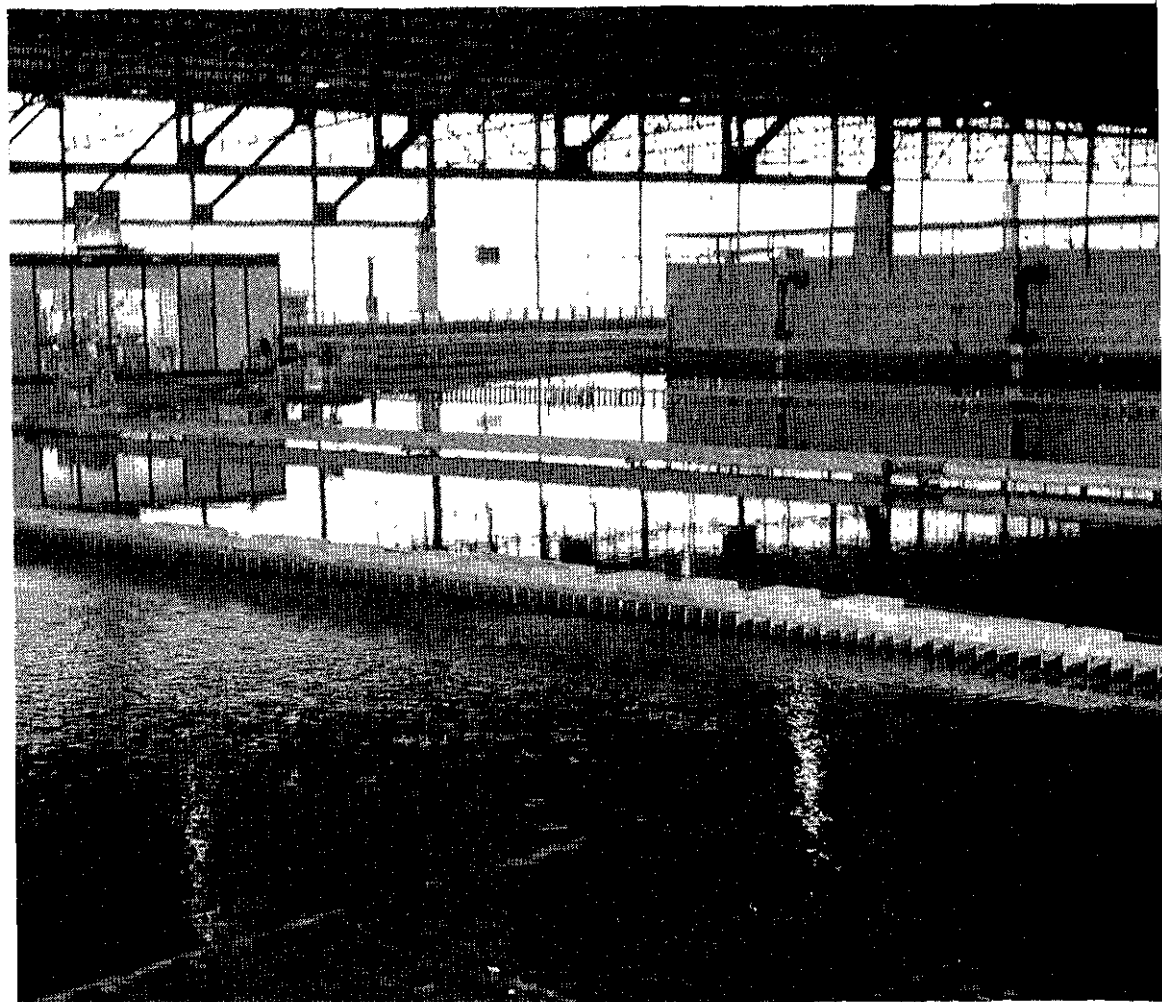
Dimensionering van de stormvloedkering

Iedere constructie waar een druk op wordt uitgeoefend, ondergaat daardoor een verplaatsing. De verplaatsingen die de pijlers van de stormvloedkering mogen ondergaan wanneer de maatgevende superstorm woedt, dienen binnen bepaalde grenzen beperkt te blijven, enerzijds om het functioneren van de schuiven niet te belemmeren, anderzijds om uitspoeling van bodemmateriaal aan de voet van de pijler te voorkomen. Welke afmetingen de putten moeten krijgen wordt in belangrijke mate bepaald door de vraag welke verplaatsingen ze maximaal mogen ondergaan. Om een beter inzicht te krijgen in het mechanisme van de krachtenoverdracht tussen de put en de omliggende bodem, en van de verplaatsingen die de put zal ondergaan, worden te Kats proeven gedaan op een schaal 1 : 10. Een belangrijk deel van dit onderzoek is gericht op de invloed die de wisselende golfbelasting uitoefent op de verplaatsingen van een put. Ook wordt nagegaan in hoeverre de verplaatsingen kunnen worden beperkt door verdichting van de ondergrond. De resultaten zijn tot nu toe zodanig, dat men overweegt proeven te gaan nemen op nog groter schaal – 1 : 3 – om zo dicht mogelijk bij de werkelijkheid te komen en schaafeffecten zoveel mogelijk te elimineren.

De dimensionering van de pijlers en van de bovenbouw van de stormvloedkering is in hoge mate afhankelijk van de krachten die dwars op de pijlers werken en van de verschillen in verplaatsing van de funderingsputten onderling, die mogelijk tijdens de maatgevende storm zullen gaan optreden. Gezocht wordt naar een samenstel van pijlers en schuiven dat de dwarsbelastingen zo laag mogelijk houdt, en naar constructies die de dwarskrachten kunnen opnemen. Men overweegt of dit bereikt kan worden door de vorm van de pijlers te verbeteren, door een

stempeling aan te brengen tussen de pijlers, door de schuiven verder zeewaarts tussen de pijlers te plaatsen, door een combinatie van deze maatregelen, of door nog andere. Er werd nader onderzoek verricht naar de belasting waarmee bij het ontwerp van de schuiven rekening moet worden gehouden. Reeds in de blauwe nota werd het vermoeden uitgesproken dat het maatgevende verval over de stormvloedkering wel 5 tot 5,5 m zou kunnen blijken te zijn. Dit vermoeden is door nader onderzoek bevestigd. De bewegingswerken zullen diensgevolge zwaarder worden belast dan in het aanvankelijke ontwerp was voorzien, en wellicht zullen ze dan ook moeten worden aangepast. Ook voor het ontwerp van de schuif zelf heeft dit grotere maatgevende verval consequenties. De drempelopbouw, de stortebieden en de

Het ontgrondingsmodel in het
Waterloopkundig Laboratorium
De Voorst



bodembescherming die nodig is om de stabiliteit van het kunstwerk te garanderen, werden nader bestudeerd, onder meer aan de hand van proeven in het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst, waar een model moest worden verbouwd en vergroot vanwege de uitgestrektheid der verschijnselen.

Er wordt gezocht naar een drempelconstructie die kan voorkomen dat het onderliggende zand ter plaatse van de aansluiting van *drempel en put* wordt uitgespoeld, ook wanneer de puttenfundering tijdens zware storm enigszins wordt verplaatst. Men denkt aan een drempel bestaande uit een laag steen-asfalt aan de bovenkant, een open bestorting op de taluds en een stroomverdelingsrooster achter de dorpelbalk. Overigens bestaat het vermoeden dat het in de blauwe nota veronderstelde maximale statische verval over de drempel aan de hoge kant is. Een beter beeld van het gebruik van de stormvloedkering zou nodig zijn om hierover meer te kunnen zeggen.

Nu het ontgrondingsmodel voor de stormvloedkering in het Waterloopkundig Laboratorium te De Voorst is verlengd, kan ook onderzocht worden welke ontgrondingen er zullen optreden wanneer de bodembescherming wordt verlengd tot 690 à 700 m uit de as van de kering. De eerste resultaten van dit voortgezette onderzoek lijken erop te wijzen dat de bezinking nog enigszins moet worden uitgebreid. Als de rand van de bodembescherming als bestorting wordt uitgevoerd, kan de verdichting van de ondergrond buiten de bezinking plaatsvinden. Het werkschema wordt daardoor iets flexibeler. De vormgeving van de sluitgaten ondergaat op grond van verder onderzoek geen belangrijke wijzigingen. De geleidedam bij Noord-Beveland die aanvankelijk was geprojecteerd, kan waarschijnlijk vervallen. Putten en pijlers zullen worden geprefabriceerd op een werkkerrein te Schelphoek. Dit is het resultaat van een studie naar de situatie, de vorm en de constructie van de noodzakelijke werkkerreinen, waarbij enkele alternatieven zijn verkend, tot tenslotte de genoemde keuze werd gedaan. In het voorjaar van 1977 wordt met de aanleg begonnen. Andere voorbereidende studies betreffen het uitzonderlijke materieel waarmee het werk moet worden uitgevoerd. De daarvoor nodige werktuigen zijn nergens voorhanden; ze moeten dus nog worden ontwikkeld en gebouwd. Het gaat vooral om een hefschip dat is uitgerust om de putten en pijlers te plaatsen, om een verdichtingsschip, waarvan in de sluitgaten verdichtingen kunnen worden

ondernomen, en een ponton voor het verrichten van grondonderzoek in de sluitgaten. Voor het hefschip is onderzoek verricht in het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation. Maar met de bouw van het materieel wordt gewacht tot het ontwerp van de stormvloedkering vastere vormen heeft aangenomen. Een van de dingen die dienaangaande nog niet vaststaan, is de doorstroombopening van de stormvloedkering. Een interdepartementale werkgroep bereidt daarover een uitvoerige nota voor, waarin de relatieve voor- en nadelen worden onderzocht van een doorstroombopening van 11 500 m², 14 000 m² en 20 000 m², die te Yerseke respectievelijk een getijverschil oproepen van 2,30, 2,70 en 3,10 m. Bij de analyse van dit keuzeprobleem brengt de werkgroep overwegingen te berde die liggen op het terrein van de techniek, de kosten, de veiligheid, de milieu-belangen, de morfologie van de Oosterschelde, de waterhuishouding, de visserij en de werkgelegenheid. In een volgend Bericht zal deze nota en détail worden besproken.

Compartmentering

De Commissie Compartmentering Oosterschelde, die zich niet met de stormvloedkering, maar met het achterliggende Oosterscheldebekken bezig houdt, heeft voor de uitwerking van het gekozen compartimenteringsmodel C3 drie werkgroepen ingesteld; een voor de scheepvaart, een voor de waterhuishouding en een voor de problemen van planologie en milieu. Deze werkgroepen bezinnen zich ieder voor hun aspect op de compartimentering zelf en op de verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland, de aanleg van het Zoommeer en de daarbij behorende omkading van het Verdrongen Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom. Het globale tracé van de Philipsdam en de plaats voor het schutsluizencomplex zijn in september 1976 vastgesteld. De twee schutsluizen voor de beroepsvaart in de Philipsdam worden 24 bij 280 meter groot. De jachtensluis daarnaast meet 9 bij 75 m. Het waterloopkundig onderzoek voor het zoutbestrijdingssysteem dat bij deze sluizen zal worden toegepast, verkeert in een gevorderd stadium. In Bericht 78 (november 1978) stond te lezen dat het zuidelijk deel van het tracé van de Philipsdam, de aansluiting op St.-Philipsland, nog nader dient te worden vastgesteld. Omstreeks mei 1977 kan daarover een studie en een advies van de Commissie Compartmentering Oosterschelde worden verwacht.

PLANNING WERKEN STORMVLOEDKERING OOSTERSCHELDE														
NR	WERKOMSCHRIJVING	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
1	VERDICHTING ONDERGROND RAND BODEM - BESCHERMING			ontwerp	bouw			uitvoering						
2	PYLONEN TREKKEN													
3	DREMPEL													
4	BODEMBESCHERMING													
5	DAMAANZETTEN EN BUITENHAVENS													
6	BOUWPUTTEN FASE I													
7	WERKTERREIN PUTTEN, PULERS EN DORPELS													
8	PLAATSEN PUTTEN PULERS EN DORPELS													
9	SCHUIVEN, BEWEGINGSWERKEN EN ELEKTR. INSTALLATIES (ENKELE OF DUBBELE KERING)													
10	HEFSCHIP			ontwerp	bouw									
11	BETONWERK PUTTEN, PULERS, BOVENBOUW EN DORPELS (ENKELE OF DUBBELE KERING)													
12	VOORZIENINGEN SCHEEPVAART													
13	BEDRIJFSGEREED													

PLANNING WERKEN COMPARTIMENTERINGS DAMMEN														
NR	WERKOMSCHRIJVING	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A	<u>PHILIPSDAM</u>													
1	WERKEILAND MET BOUWPUT EN SLUIZEN													
2	TIJDELIJKE BRUGVERBINDING NAAR WERKEILAND													
3	SLUIZEN EN GEMAAL													
4	VOORHAVENS SLUIZEN													
5	DAMVAKKEN EN BUFFERBEKKENS													
6	KABELBAAN • MAKEN BETONBLOKKEN													
7	SLUITING													
8	AFWERKING DAMVAKKEN													

PLANNING WERKEN COMPARTIMENTERINGS DAMMEN														
NR	WERKOMSCHRIJVING	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
B	<u>OESTERDAM</u>													
1	WERKEILAND MET BOUWPUT SLUIS													
2	OESTERDAMSLUIS													
3	VOORHAVENS SLUIS													
4	DAMVAKKEN													
5	KABELBAAN • MAKEN BETONBLOKKEN													
6	SLUITING													
7	AFWERKING DAMVAKKEN													
C	<u>OMKADING MARKIEZAAT VAN BERGEN OP ZOOM</u>													
D	<u>LOZINGSMIDDEL ZOOMMEER</u>													

↓ DEFINITIEVE KEUZE LOZINGSMIDDEL

Zoals bekend is het werkeiland ten behoeve van de sluisbouw aanbesteed, en zijn de werkzaamheden daarvoor en voor de bouw van een verbindingsbrug met de vaste wal begonnen.

De bouw van de Oesterdam start later. De werkgroepen van de Commissie Compartimentering Oosterschelde zijn nog bezig met het bestuderen van een aantal alternatieve tracés voor deze dam en de omkading van het Verdrongen Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom. Elke werkgroep analyseert de alternatieven naar het haar opgedragen aspect. In het najaar van 1977 zal dit leiden tot een rapportage over de tracé-keuze voor de dam en voor de kade, en over de situering en de omvang van de sluis.

Inmiddels is ook de studie ter hand genomen van het lozingsmiddel in het Zoommeer, dat afwatering op de Westerschelde mogelijk moet maken. Het werkschema zegt dat een rapport hierover medio 1979 klaar moet zijn. De verruiming van het Kanaal door Zuid-Beveland tot duwvaartkanaal moet gereed zijn in 1985.

Partiële dijkverhogingen

Zoals eerder beschreven in de rubriek 'Vorderingen' van Bericht 74 (november 1975), worden de partiële dijkverhogingen voorbereid door een stuurgroep en een aantal provinciale adviesgroepen. Over de werken in Zuid-Holland werd tot nu toe overleg gepleegd met het waterschap 'De Dijkkring Flakkee'. De studiedienst te Vlissingen ging voort met het toetsen van de criteria waaraan de dijkversterkingen moeten voldoen. Er blijkt geen noodzaak uit, om de normen te herzien. De uitvoering van de verzwaringen verloopt over het geheel volgens plan of beter, zodat de datum van gereedkomen van het totale partiële-dijkverbeteringsplan kan worden aangehouden.

Op Noord-Beveland zal in 1977 het verzwaren van het dijkgedeelte tussen de haven van Kats en de kom van Colijnsplaat worden voltooid. Er lopen nog oteigeningsprocedures. Voor de dijkversterking in de kom van Colijnsplaat lagen tot 1 januari 1977 de stukken ter visie. Afhankelijk van de uitslag daarvan kan op enig moment in 1977 begonnen worden met de uitvoering van dit werk.

Op Zuid-Beveland worden de versterkingen aan de zeedijk tussen de Zandkreekdam en Kattendijke in 1977 voortgezet. Ze zullen dit jaar worden voltooid. Ook wordt het bestek aanbesteed voor het aansluitende gedeelte tussen Kattendijke en Wemeldinge. In de kom van Yerseke en bij de Bathpolders ten westen

van de Kreekraksluizen zullen in 1977 mede dijkversterkingen worden aanbesteed. Uit de dijk van de Hogerwaardpolder werd in 1976 een uitwateringssluys verwijderd.

De verbetering van de dijk langs de Muye-polder, de Oudelandpolder en de Noordpolder op het eiland Tholen is in de eindfase nog gepaard gegaan met moeilijkheden. Er deden zich over een lengte van 300 m ernstige verzakkingen voor. Die zijn inmiddels hersteld, en het gehele werk kon in november 1976 worden opgeleverd.

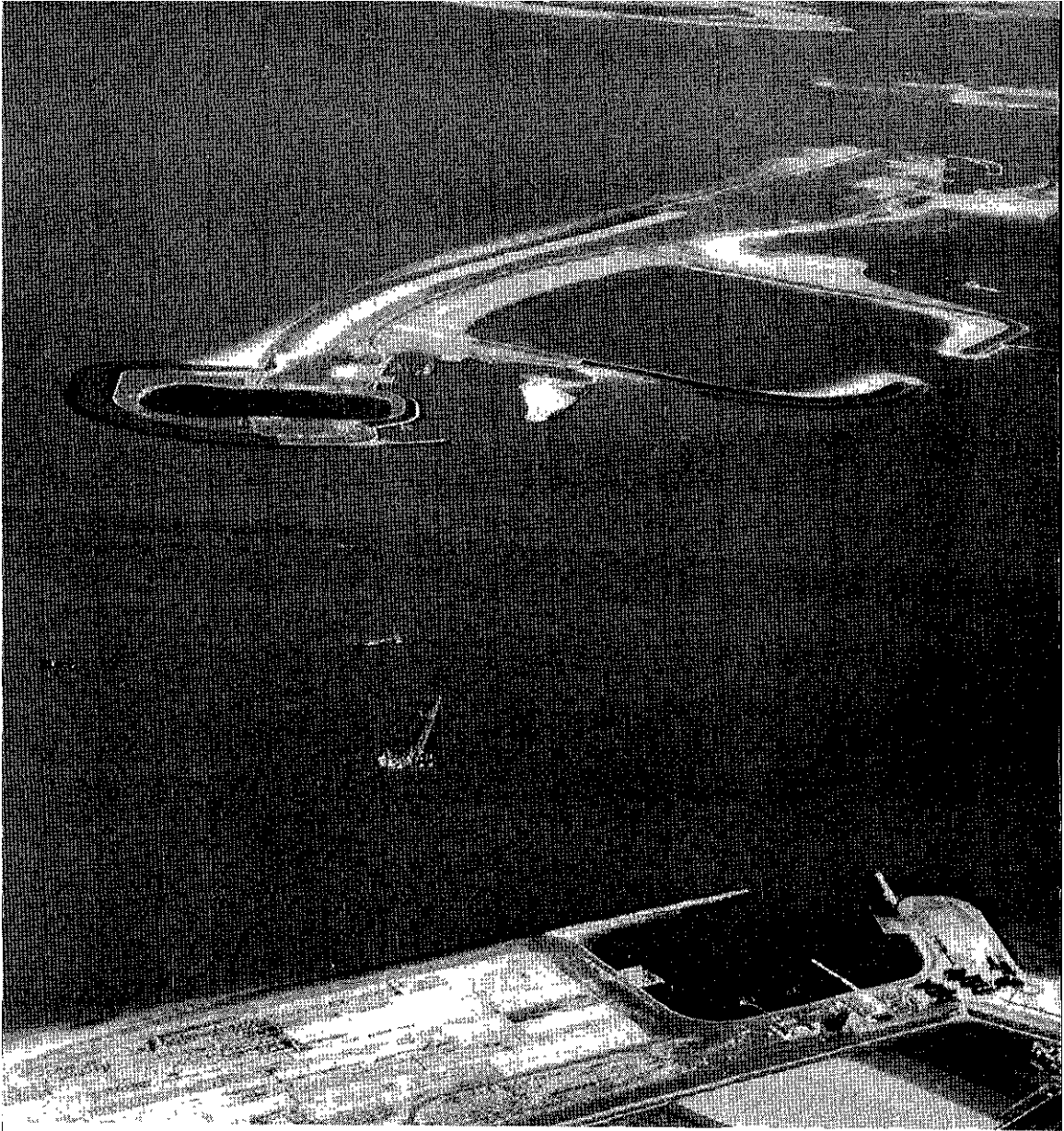
Van een andere dijkversterking op Tholen, langs de Eendracht tussen de kom van het stadje Tholen en de zuidelijke punt van de Razernijpolder, is nog een gedeelte overgebleven ter voltooiing in 1977. Voor de voortzetting tot aan Gorishoek is het meetwerk uitgevoerd; er kunnen nu plannen worden opgesteld.

Het havenkanaal van Stavenisse zal worden afgesloten met een beweegbare stormvloedkering. Het bouwplateau voor het kunstwerk kwam nog in 1976 gereed, zodat de haven toen al tegen hoge stormvloed was beveiligd. De verdere uitvoering vindt plaats in 1977. Over nadere aanpassingen rond de haven van Tholen vindt overleg plaats met het gemeentebestuur.

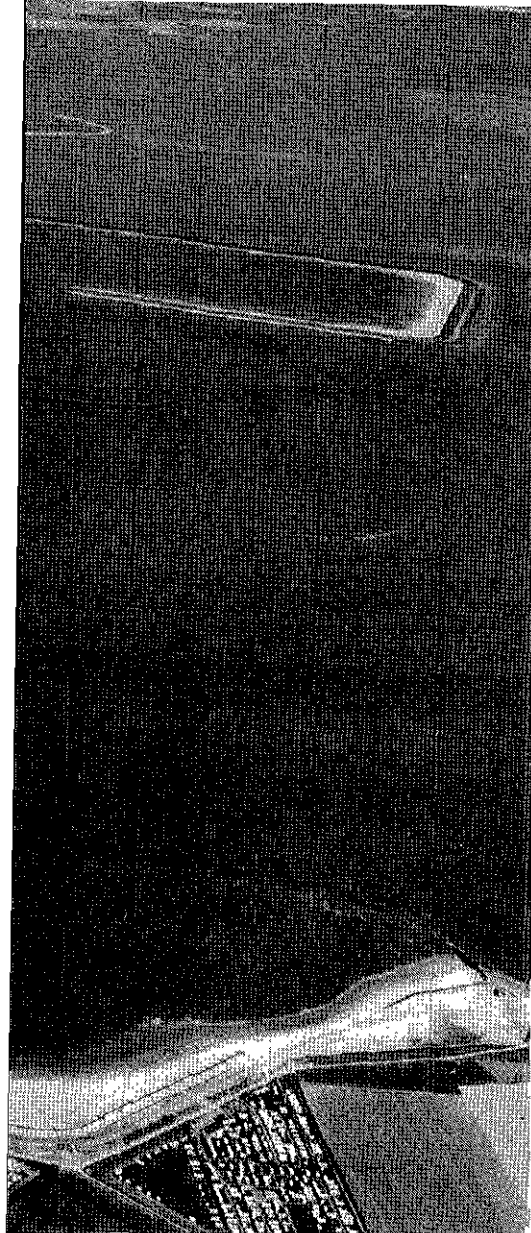
Van de 9 km lange dijkversterking tussen Vianen en Bruinisse op Schouwen-Duiveland is het zuidelijke gedeelte gereed; het overige deel komt in 1977 in uitvoering. Verder is op Schouwen-Duiveland de versterking van nog drie dijkvakken in voorbereiding: een dijkdeel bij de Westenschouwense inlagen, een zee-wering ter plaatse van de kom van Bruinisse en een dijkvak tussen Westbout en Schelphoek. De voorbereidingen van dit laatste werk zijn het verste gevorderd.

Het principeplan voor het dijkvak tussen de kom van St.-Philipsland en de veerhaven Anna Jacoba langs de zuidzijde van het schiereiland was eind 1976 uitgewerkt, zodat het kon worden aangeboden aan de stuurgroep. Daarna kan worden begonnen met het gereedmaken van de stukken voor de grond-aankoop en het bestek. Dit werk zal naar het zich laat aanzien in de loop van 1977 tot uitvoering kunnen komen. Er wordt overlegd of aan de noordzijde een dijkverhoging kan worden ondernomen die geheel of gedeeltelijk samenvalt met de aanleg van een transportroute naar de bouwput voor de sluizen in de Philipsdam.

In Brabant worden in 1977 dijkvakken versterkt langs de Augustapolder en de Zeekant van de gemeente Bergen op Zoom, en ten westen van deze plaats, langs de Noordland-



De mond van de Oosterschelde
van zuid naar noord. Foto van
april '77



Geertruidapolder. Een gedeelte van deze laatste waterkering komt voor op de lijst van beschermde monumenten. De Rijksdienst voor de Monumentenzorg is akkoord gegaan met de voorgestelde dijkverbetering.

Het sluisencomplex van Mark en Dintel te Dintelmond, dat niet blijkt te voldoen aan de norm voor de partiële dijkverhoging, zal moeten worden aangepast. Getracht wordt om in het begin van 1977 een voorstel dien-aangaande te formuleren.

Het dijkvak tussen de Hellegatsdam en Ooltgensplaat in Zuid-Holland, dat voor 1976 op het programma stond, zal nu in 1977 worden uitgevoerd.

De uitgaven die vanaf 1 januari 1974 zijn gedaan zowel voor de stormvloedkering als voor de compartimentering en de dijkverhogingen, vindt men bijeen in onderstaande tabel. Voor de partiële dijkverhoging zijn bij 1977 alleen bedragen opgevoerd op grond van aanbestedingen vóór 1 januari 1977.

Uitgaven ten behoeve van de Oosterscheldewerken (in miljoenen gulden)

	primaire dam	compartimen- teringsdammen	dijkverster- king	werken i.v.m. waterhuishou- ding	onderzoek
1974	69	—	—	5	10
1975	96	—	10	8	33
1976	78	—	43*	12	50**

*: waarvan 24 ten laste van 1977

**: voorlopige schatting

Verantwoording van de foto's

Aerophoto 578
Parton v. Flymen 539 540 546
Ir. G. H. S. Hofker 532
Hofmeester 542 547
Jan v. d. Kam 522
Slagboom en Peters 546
Foto Rijk 526
Senfoto 556
Van de Velde 530 531 545 548
Waterloopkundig Laboratorium 574

