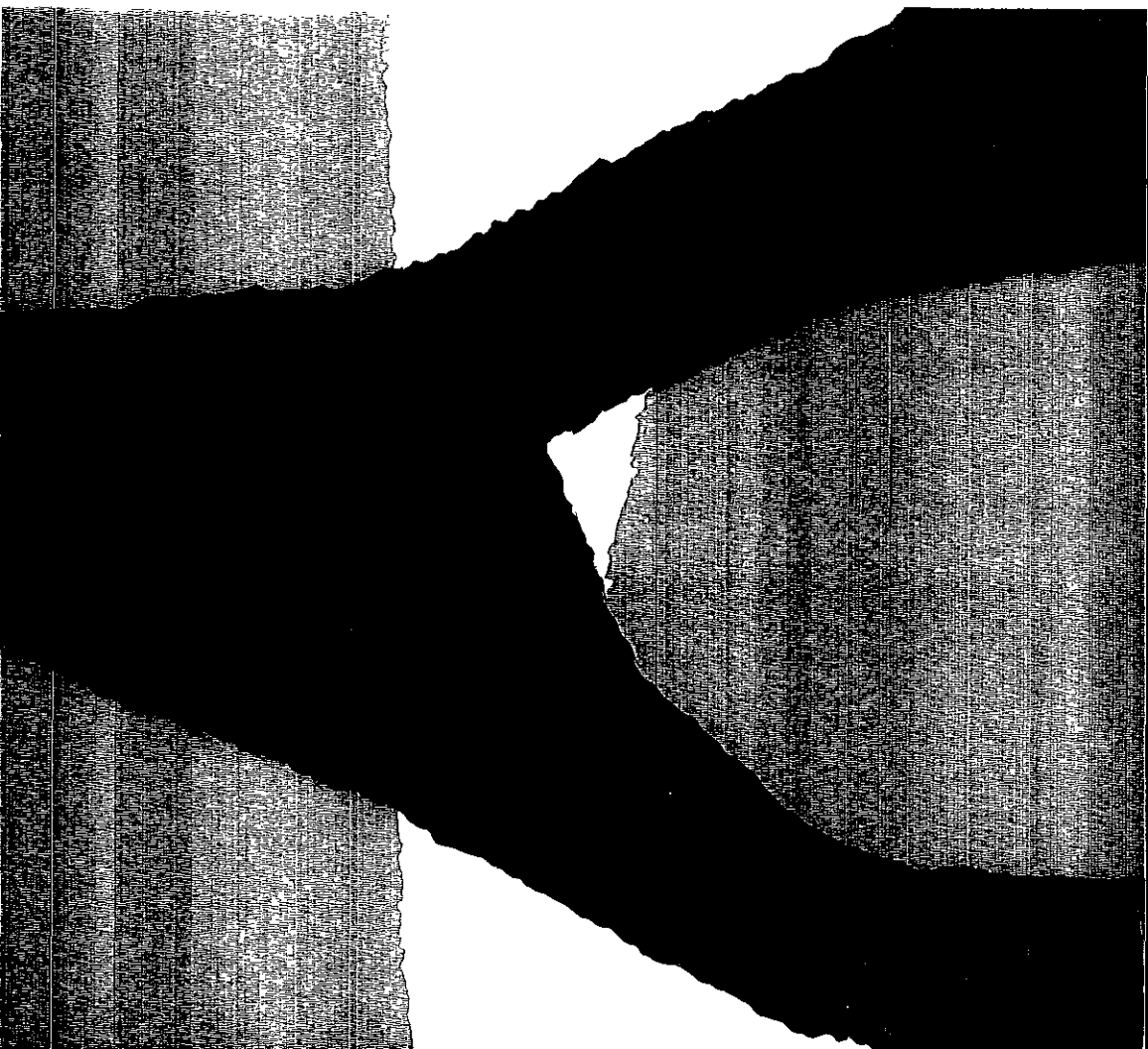


Driemaandelijks Bericht
nummer 91, februari 1980

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadelaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 23,- per jaar
of f 6,- per nummer

Inhoud

De stormvloedwaarschuwingdienst 3

De stortebedden van de stormvloedkering in de
Oosterschelde 13

Peilingen voor de stormvloedkering in de Oos-
terschelde 17

De instrumentatie van de inlaatsluis in de
Volkerakdam 21

Hydraulisch onderzoek voor de Philipsdam-
sluizen 23

Onderzoek naar de stabiliteit van de taluds van
de Philipsdam 29

Evaluatie van de vierde kustsuppletie op het
eiland Goeree 33

Onderzoek naar de bestrijding van eutro-
fiëring 38

Watervogeltellingen in het Deltagebied 42

Samenvattingen/summaries 53

Vorderingen 57





De Stormvloed- waarschuwingdienst

'... Intusschen sloegen de golven op enkele plaatsen reeds over onzen dijk; het werkvolk verliet ons en, zoo ik nog mijn leven en dat der mijnen wilde redden, werd het meer dan tijd om een en ander benevens draagbare zaken zo mogelijk in veiligheid te brengen... Het was een levensgevaarlijke onderneming om vrouwen en kinderen tegen de trappen der sluismuren op en over het rolbrugje in het peilschaalhuisje te brengen; hulp toch was van niemand meer te wachten, ieder dacht aan zichzelf. Gelukkig kwamen allen in dat huisje en ten laatste kwam ook ik daar...'

Dit zijn enkele regels uit het ooggetuigeverslag dat de 'opzigter van 's Rijkswaterstaat' A. J. H. Bauer meer dan een eeuw geleden maakte van de stormvloed in de nacht van 30 op 31 januari 1877 en de daardoor ontstane schade te Nieuwe Statenzijl.

In die tijd was er van een waarschuwingssysteem voor stormvloeden nog geen sprake. De dijkbeheerder was voor het onderkennen van stormvloedgevaar aangewezen op eigen waarneming van de weersituatie en het waterstandsverloop ter plaatse. Overigens berust ook heden ten dage krachtens de gedecentraliseerde opzet van het waterstaatsbestel de verantwoordelijkheid voor de waterkeringen in het algemeen bij de plaatselijke lagere overheden zoals waterschappen en hoogheemraadschappen. Voor het gevaar van stormvloeden wordt de dijkbeheerder nu echter gewaarschuwd, en dus geniet hij bij zijn beheer daardoor de hulp en steun van het K.N.M.I. en de Rijkswaterstaat.

Dijkbewaking tijdens zeer zware storm, op de zeewering van Friesland, ter hoogte van Marrum

Pas in 1911 begon men te denken over een vorm van tijdige alarmering voor dreigende stormvloed; aanvankelijk achtte men die alleen nodig in het zuidwesten van Nederland. De aanleiding hiertoe vormde de stormvloed van 30 september 1911, die schade had toegebracht aan de houtwerf Van de Made te Werkendam. Zou men aldaar tevoren telegrafisch of telefonisch ingelicht zijn geweest over de reeds opgetreden hoogwaterstand te Vlissingen, dan had men tijdig maatregelen kunnen nemen om grote schade te voorkomen, aldus een klacht van het bedrijf aan de ministers van Waterstaat en van Landbouw, Nijverheid en Handel. In 1913 kregen als gevolg daarvan het K.N.M.I. en de Rijkswaterstaat de opdracht de organisatie te ontwerpen voor een stormvloedwaarschuwingsdienst.

In 1921 was het zover dat men op basis van de ontworpen regeling ministeriële toestemming verkreeg voor het nemen van een proef. De proefneming was bedoeld voor twee jaar, maar werd langer voortgezet. Intussen werden de waarschuwingen, die verzonden werden door het K.N.M.I., in steeds grotere kring verspreid: aanvankelijk kregen alleen de rijks- en gemeentehavenmeesters te Rotterdam, de rijkshavenmeester van Gorinchem en de burgemeester van Willemstad een waarschuwing; later werden ook autoriteiten in Dordrecht, Den Bommel, Haarlem en Kampen ingelicht.

De waarschuwing bestond uit een attentiesignaal dat gegeven werd indien een 'flink hoogwater' te verwachten was, of een stormvloedsignaal in het geval van een 'gevaarlijk hoogwater'. Onder flink hoogwater verstond men een hoogwaterstand die enige overlast kon geven; dit peil lag 15 à 20 cm beneden het zogenaamde grenspeil, dat is het peil dat gemiddeld eens in de twee jaar wordt overschreden. Onder gevaarlijk hoogwater verstond men een waterstand waarbij grotere overlast kon worden ondervonden; dit peil lag 10 à 15 cm boven het grenspeil.

Na een 10-jarige proefnemingsperiode achtte men in 1931 de tijd gekomen om de voorlopige

regeling in een vaste om te zetten. Het vaststellen van de definitieve instructie voor de 'Stormvloedseindienst', de SVSD, duurde daarna nog enkele jaren. Aan de reeds vastgestelde peilen voor Rotterdam, Gorinchem en Willemstad werden vergelijkbare peilen voor de stations Bergen op Zoom en - later - Vianen toegevoegd. Zie tabel 1.

Evenals bij de eerdere organisatie werden rondom deze peilmeetstations gebieden vastgesteld waarbinnen gewaarschuwd werd; de geadresseerden in zo'n gebied vormden samen een zogenaamde groep.

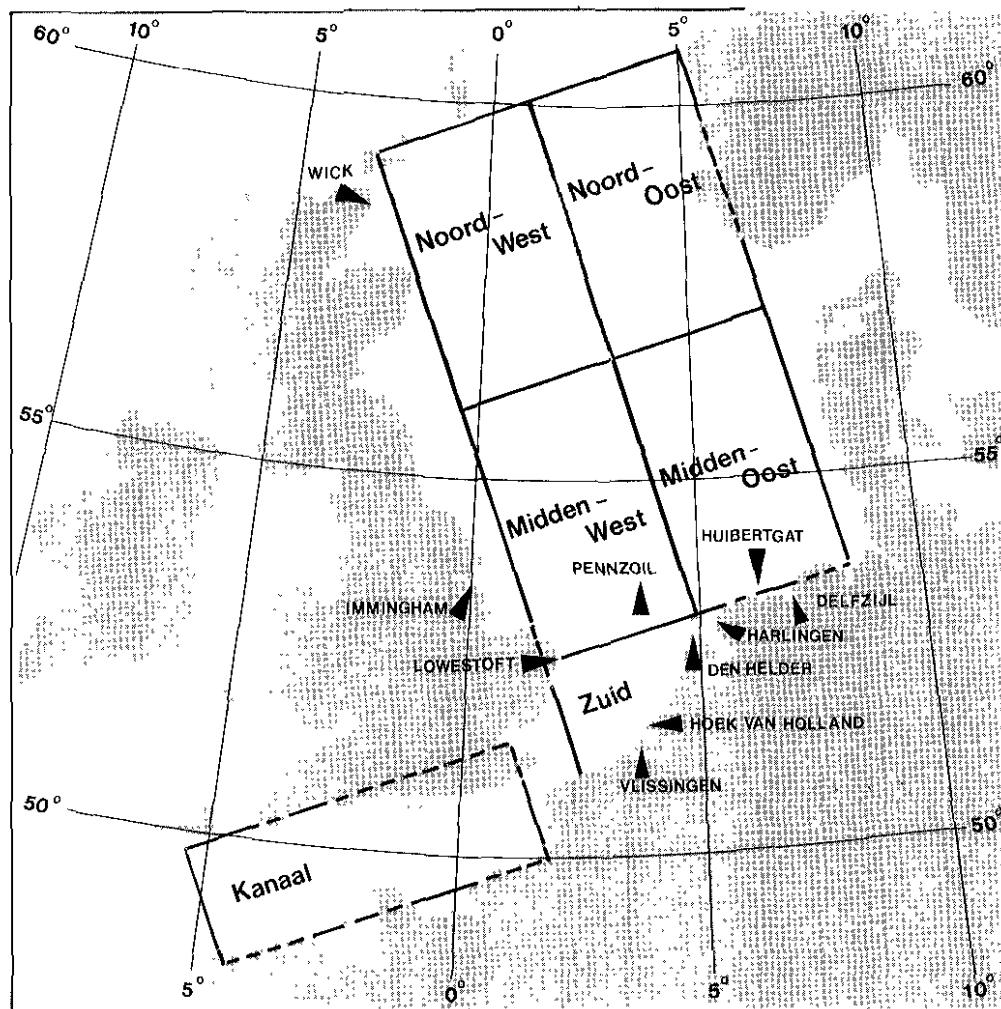
De gang van zaken was nu als volgt: de Rijkswaterstaat leverde aan het K.N.M.I. de gemeten waterstanden en de vooruit berekende astronomische getijstanden te Vlissingen en te Hellevoetsluis, alsook de gemeten waterstanden te Nijmegen.

In De Bilt bepaalde men op grond van die gegevens en van meteorologische inzichten de te verwachten verhogingen en de uiteindelijke waterstanden. Het K.N.M.I. was tevens verantwoordelijk voor het geven van de seinen. Bij de toenmalige organisatie van de SVSD werd echter niet verlangd dat daarbij werd aangegeven met hoeveel centimeter de grenzen overschreden zouden worden. In eerste instantie moest berekend worden of de grenzen overschreden zouden worden.

Tijdens de hoge stormvloed van februari 1953 functioneerde de SVSD volgens deze opzet. Het K.N.M.I. verzond geruime tijd vóór hoogwater zijn waarschuwingstelegrammen voor 'flink hoogwater' naar de groepen Rotterdam, Willemstad, Bergen op Zoom en Gorinchem en later voor 'gevaarlijk hoogwater' naar de groepen Rotterdam, Willemstad en Bergen op Zoom. Over de mate van te verwachten gevaar of overlast werden geen inlichtingen gegeven. Dat er inderdaad ernstige calamiteiten dreigden, werd in het algemeen eerst ingezien enige uren voor het hoogste hoogwater, en dan nog slechts door naar verhouding een beperkt aantal personen.

Tabel 1. Alarmpeilen van de SVSD in 1931

	'flink hoogwater' in cm boven N.A.P.	'gevaarlijk hoogwater' in cm boven N.A.P.
Rotterdam	225	300
Willemstad	250	310
Bergen op Zoom	350	400
Gorinchem	275	340
Vianen	275	400



Reorganisatie

De ervaringen van 1953 hebben geleerd dat naast de versterking van de waterkeringen ook een verbetering van het waarschuwingssysteem noodzakelijk was. Bij de reorganisatie van de SVSD kreeg de Rijkswaterstaat voor het eerst een rechtstreekse taak: De SVSD – voortaan voluit Stormvloedwaarschuwingdienst genoemd – werd organisatorisch ondergebracht bij de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat. De taakafbakening tussen het K.N.M.I. en de Rijkswaterstaat werd duidelijker vastgelegd, en bij de samenwerking werd voortaan ook de P.T.T. betrokken. De taak van het K.N.M.I. ligt sindsdien uitsluitend op meteorologisch gebied: het tijdig voorzien van stormachtige weersituaties en het bepalen van het effect van meteorologische in-

Fig. 1 Schematisering van de Noordzee voor het handrekenmodel van het K.N.M.I.

vloeden op het wateroppervlak. Worden er belangrijke verhogingen van de waterstand verwacht, dan waarschuwt het K.N.M.I. de Rijkswaterstaat, die op grond hiervan kan besluiten tot het in gang zetten van de waarschuwingsprocedure. De Rijkswaterstaat is dus verantwoordelijk voor het vaststellen van de uiteindelijke hoogte en het tijdstip van het verwachte stormvloedhoogwater in een aantal getijstations, en voor het al dan niet verzenden van waarschuwingsteleggrammen. Het waarschuwingsbureau treedt bovendien op als inlichtingencentrum.

De P.T.T. moet ervoor zorgen dat de stormvloedwaarschuwingen in de kortst mogelijke tijd op de juiste plaatsen komen. De telegrammen van de SVSD genieten daartoe algehele voorrang, wat betekent dat de overige telegrambehandeling tijdelijk wordt stopgezet, totdat het SVSD-bericht aan de betrokkenen is doorgegeven.

Onder de meteorologen in de weerkamer van het K.N.M.I. bevinden zich Noordzeemeteorologen, die de weersverwachting voor de Noordzee verzorgen en tevens de dagelijkse voorspelling van de waterstandsafwijkingen. Indien de verwachte afwijking tenminste omstreeks een halve meter is, vindt bekendmaking daarvan plaats als onderdeel van het radioweerbericht. Zijn de weersomstandigheden zodanig dat verwacht wordt dat hoge waterstanden het gevolg zullen zijn, dan komt een gespecialiseerde getijmeteoroloog in actie.

Deze maakt een voorspelling van de waterstandsverhoging voor het tijdstip van hoogwater en zo nodig voor een tijdstip 3 uur vóór hoogwater in een of meer van de basisstations Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl. Hij heeft voor deze berekening de beschikking over een handrekenmodel en een computermodel.

In het handrekenmodel is de Noordzee geschematiseerd tot 6 rechthoekige vakken (zie fig. 1). Na invoering van de windsnelheid en de iso-baarrichting, die afgeleid worden uit een voorspelde weerkaart, kan met behulp van tabellen worden bepaald wat de bijdrage is van elk vak tot de waterstandsverhoging in een bepaald basisstation. Hierbij wordt rekening gehouden met de voor elk vak geldende looptijd.

Zo nodig worden nog correcties toegepast voor de luchtdruk, het temperatuurverschil tussen lucht en water, de terugslingering bij plotseling wegvallen van de wind en mogelijke opwaaiingsverschijnselen langs de Engelse kust, de zogenaamde Aberdeen-golf.

Voor de stations Harlingen en Delfzijl worden bovendien de lokale effecten van de Waddenzee en de Eems-Dollard in rekening gebracht, uitgaande van de stations Den Helder en Borkum. De grootste moeilijkheid bij deze procedure ligt in het opstellen van de verwachte weerkaart, in het vakjargon de prebaratic. De getijmeteoroloog dient zich eerst op grond van de voorgaande weerkaarten een zo goed mogelijk beeld te vormen van de situatie. Met gebruikmaking van al zijn kennis en de in de loop van vele jaren opgedane ervaring construeert hij de prebaratic voor een tijdstip van bij voorbeeld 12 of 24 uur vooruit. Ook voor hogere luchtlagen kunnen dergelijke kaarten vervaardigd worden. Uit de prebaratic kan vervolgens opgemaakt

worden hoe groot de luchtdrukgradiënt zal zijn. Hieruit volgen onder inachtneming van de invloeden van een aantal nevenfactoren de invoergegevens voor de berekening. Het opmaken van de verwachte weerkaart is vooral ook zo moeilijk omdat het aantal waarnemingen op de Noordzee zelf zeer beperkt is, terwijl zich juist boven de Noordzee nog vaak complicaties in de ontwikkeling van depressies voordoen. De sinds kort op olieplatforms ingewonnen informatie kan slechts ten dele de vermindering van informatie goedmaken die het gevolg is van het inkrimpen van de vissersvloot.

Het computermodel dat naast het handrekenmodel gebruikt wordt, is meer gedetailleerd van opzet. Bij dit model is namelijk over de Noordzee een denkbeeldig rooster met een maaswijdte van 40 km gelegd. Voor de roosterpunten worden de water- en windsnelheid berekend, voor de zwaartepunten der vierkanten de resulterende waterstandsverhoging. De praktijkresultaten van het computermodel zijn echter nog niet zodanig dat men het zonder handrekenmodel kan stellen. Voorlopig worden beide methoden naast elkaar toegepast, waarbij de persoonlijke interpretatie van de getijmeteoroloog uiteindelijk bepalend is.

Zodra de verwachte waterstandsverhogingen daar aanleiding toe geven, waarschuwt de getijmeteoroloog de 'ingenieur van dienst' van de SVSD, die werkzaam is bij de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat te 's-Gravenhage.

Over het moment van deze waarschuwing zijn tussen het K.N.M.I. en de Rijkswaterstaat zodanige afspraken gemaakt dat de SVSD ongeveer 10 uur vóór het betreffende stormvloedhoogwater in actie kan komen. De ingenieur van dienst beslist in overleg met zijn meerderen of het waarschuwbureau van de SVSD in actie moet komen.

De bezetting van het waarschuwbureau bestaat uit vijf man, te weten naast de ingenieur van dienst een toegevoegd ingenieur en drie medewerkers.

Het waarschuwbureau

Het waarschuwbureau van de SVSD is gevestigd in de zogenaamde berichtenkamer van de directie Waterhuishouding en Waterbeweging, die eveneens gebruikt wordt voor de dagelijkse berichtgeving – 'waterhoogten van hedenmorgen' –, de ijsberichtgeving voor de binnenvaart en de zeevaart, de hoogwaterberichtgeving voor de grote rivieren en de berichtgeving bij waterschaarste.

Ten behoeve van de SVSD vindt in deze berichtenkamer registratie plaats van de waterstan-

den van een groot aantal peilmeetstations, via een transmissiesysteem over P.T.T.-lijnen. Deze stations zijn de reeds genoemde vijf basisstations – waarvan de waterstanden overigens ook in de weerkamer van het K.N.M.I. geregistreerd worden –: Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl, en voorts de nevenstations Zierikzee, Rak Zuid, Dordrecht en Lauwersoog. Via een ander transmissiesysteem worden bovendien de waterstanden van het olieplatform K 13 A – Pennzooil – en de meetpaal Huibertgat ontvangen en geregistreerd; uitbreiding met een station in het noordelijke deel der Noordzee behoort nog tot de wenselijkheden. Bovendien worden via de telex waterstanden ontvangen van een aantal stations aan de Engelse oostkust, te weten Wick, Immingham en Lowestoft (fig. 1). De berichtenkamer is verder voorzien van een groot aantal telefoons, automatische telefoonbeantwoorders, een rechtstreekse telefoonlijn met het K.N.M.I. via het inductornet en een telex.

Het is duidelijk dat het waarschuwingssysteem en het functioneren van het waarschuwingsbureau geheel afhankelijk is van goede lijnverbindingen.

Er is dan ook een schaduwberichtenkamer ingericht in het gebouw van de Hoofddirectie van de Waterstaat elders in Den Haag; bij eventuele lokale storingen zoals kabelbreuk kan naar die plaats worden uitgeweken. Voorts zijn voorzieningen getroffen om ook omvangrijker storingen het hoofd te kunnen bieden.

Zodra het waarschuwingsbureau zijn werkzaamheden begint, wordt, mede ten behoeve van de verbindingen in de rest van het land, de verbindingdienst van de P.T.T. ingelicht. Ook een aantal andere personen en diensten wordt direct op de hoogte gesteld.

Eén van deze instanties is de telegraafdienst van de P.T.T., aangezien die voorbereid dient te zijn op het verzenden van waarschuwingstelegrammen. In de telegraafkantoren moet dus voldoende personeel aanwezig blijven om deze taak snel uit te voeren. Het werk in het waarschuwingsbureau zelf begint met het construeren van de ongestoorde getijkrommen die gelden voor de basisstations en de nevenstations. Voor het tekenen van deze astronomische getijkrommen gebruikt men de hoogwater- en laagwatergegevens uit de getijtafels en bundels met gemiddelde getijkrommen van de betreffende stations. Dit werk wordt uiterst nauwkeurig gedaan, aangezien de astronomische krommen de basis vormen voor het bepalen van de waterstandsverhoging. Zij worden tijdens de zitting namelijk vergeleken met het werkelijke waterstandsverloop volgens de tele-registraties; het verschil tussen beide levert de actuele water-

standsverhoging op voor het betrokken station. Van de twee meer zeewaarts gelegen meetpunten K 13 A, 100 km ten westen van Den Helder, en Huibertgat, 10 km ten noordoosten van Schiermonnikoog, is het momenteel nog niet mogelijk een betrouwbare getijkromme te voorspellen. De stations zijn daarvoor nog te kort in bedrijf. Van de stations aan de Engelse oostkust worden naast de waterstanden ook de opzetgegevens ontvangen. In bepaalde gevallen kan men uit deze informatie conclusies trekken over de te verwachten verhogingen aan onze kust. Indien de ingenieur van dienst op grond van de berekeningen van het K.N.M.I. en de feitelijke ontwikkelingen verwacht dat de waterstand in een of meer basisstations zekere peilen zal overschrijden, kan hij na overleg met de dienstdoende getijmeteoroloog en na verkregen toestemming van de hoofdingenieur-directeur van zijn directie en van de Hoofddirectie van de Waterstaat besluiten een waarschuwingstelegram te doen uitgaan.

Het door de zee bedreigde gebied is daartoe ingedeeld in een aantal sectoren, te weten Schelde, West-Holland, Dordrecht, Den Helder, Harlingen en Delfzijl (fig. 2). Dit is gedaan omdat de uitgestrektheid van de kust en de verschillen in vorm en oriëntatie meebrengen dat de verhogingen langs de kust aanzienlijk kunnen verschillen. Bovendien liggen de tijdstippen van hoogwater van zuid naar noord ver uiteen; een hoogwater loopt in ongeveer 10 uur van Vlissingen naar Delfzijl, waardoor het maximale stormeffect op verschillende plaatsen kan samenvallen met verschillende fasen van het getij. Een maximum-stormeffect tijdens laagwater is minder gevaarlijk dan tijdens hoogwater. In de meeste gevallen zal de maximale opzet slechts in een beperkt deel van de kust samenvallen met het hoogwater. De stormvloedwaarschuwingen worden daarom afzonderlijk per sector gegeven. Een uitzondering hierop vormt de sector Dordrecht, die gekoppeld is aan de sector West-Holland.

De waarschuwing bestaat uit een advies voor beperkte dijkbewaking, het zogenaamde 'B-telegram', of uit een advies voor uitgebreide dijkbewaking, het 'U-telegram'. De daarbij gevolgde procedure komt straks ter sprake. Het waarschuwingsbureau neemt de beslissing over het versturen van SVSD-telegrammen gewoonlijk niet later dan 6 uur voor het eerstkomende hoogwater. Van belang voor de beslissing de telegrammen al of niet te verzenden zijn in eerste aanleg de verwachte waterstanden in het basisstation van de desbetreffende sector. Als maatstaf voor het verzenden van een B- of U-telegram zijn voor deze stations en voor Zierikzee, Rak Zuid en Lauwersoog zogenaamde B-





en U-peilen vastgesteld. Deze peilen zijn, behalve op een globale frequentiebeschouwing, gebaseerd op de algemene toestand van de waterkeringen in de sector. (zie tabel 2)

In het algemeen wordt in een sector een telegram verstuurd indien wordt verwacht dat in het basisstation van deze sector een van deze peilen zal worden bereikt of overschreden. Elk telegram bevat behalve het nodige advies voor dijkbewaking de te verwachten stand van het eerstkomende hoogwater in het basisstation van de sector.

In de sector Dordrecht – die dan ook niet in de tabel is opgenomen – worden geen B- en U-telegrammen gegeven; voor dit gebied geldt een andere regeling, mede omdat de waterstanden in deze sector niet alleen beïnvloed worden vanuit zee, maar ook door de rivierafvoeren. De telegrammen voor de sector Dordrecht zijn gekoppeld aan die voor de sector West-Holland; in beide sectoren ontvangt men dus hetzelfde telegram. Moet voor de sector West-Holland het advies 'beperkte dijkbewaking' worden gegeven, dan vermeldt het telegram bij lage rivierafvoeren voor de sector Dordrecht alleen informatie; maar bij hoge rivierafvoeren, als een stand van N.A.P. + 250 cm of hoger bij Dordrecht wordt verwacht, bevat het telegram voor deze sector een waarschuwing. Bij het advies 'uitgebreide dijkbewaking' voor de sector West-Holland geldt voor de sector Dordrecht in alle gevallen een waarschuwing.

In beide gevallen worden voor de sector Dordrecht de te verwachten stand te Dordrecht en de afvoeren van de Rijn en de Maas vermeld. Voor alle sectoren geldt dat het advies van kracht blijft tot het moment waarop het via een opheffingstelegram wordt ingetrokken, dus eventueel gedurende meer dan één hoogwater. Her opheffingstelegram wordt overigens pas verzonden als in de gehele sector het gevaarlijke hoogwater gepasseerd is. In de sector Schelde bij voorbeeld is hier in de regel een tijdsverloop van twee uur mee gemoeid.

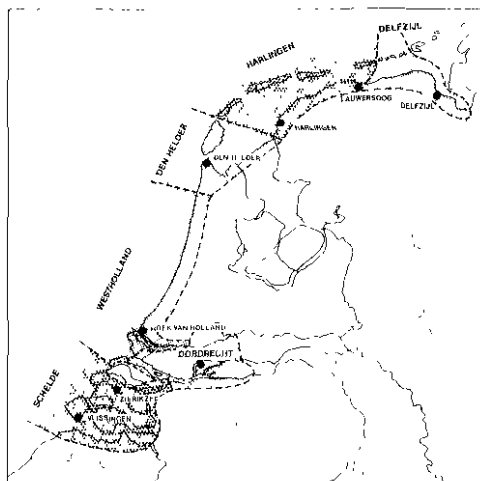


Fig. 2. Indeling van de kust in een aantal sectoren voor de Stormvloedwaarschuwingsdienst

Fig. 3. Schema voor spoedalarmering in de sector Schelde

Het vierde type SVSD-telegram naast het B-telegram, het U-telegram en het opheffingstelegram is het verergeringstelegram. Dit wordt verzonden om het advies 'beperkte dijkbewaking' om te zetten in een advies 'uitgebreide dijkbewaking'. Zo'n geval doet zich voor wanneer de storm zich sneller, heviger of anders ontwikkelt dan aanvankelijk verwacht was, of indien bij het hoogwater waarvoor een B-telegram gold, standen verwacht worden hoger

Tabel 2. B- en U-peilen in verschillende stations

Sector	Basisstation	Nevenstation	B-peil in cm boven N.A.P.	U-peil in cm boven N.A.P.
Schelde	Vlissingen		310	350
		Zierikzee	260	310
		Rak Zuid	320	380
West-Holland	Hoek van Holland		220	280
Den Helder	Den Helder		190	260
Harlingen	Harlingen		250	310
Delfzijl	Delfzijl	Lauwersoog	240	310
			300	380

Telegram : Advies beperkte bewaking / Advies uitgebreide bewaking

Telegram : Vergering / Opheffing

**1e Prioriteit verzending
Spoedalarmering**

Rijkswaterstaat
0 Hoofddirectie

Ministère Verkeer en Waterst
Hoofdafd. Voorlichting

Rijksvoorlichtingsdienst

ANP

Prov. Waterstaat Zeeland
1 Middelburg

Prov. Commando BB

Waterschappen

Het Vrije van Sluis

Walcheren

De Brede Watering van

Zuid Beveland

De Verenigde Braakmanpolders

Axeler Ambacht

Noord Beveland

Schouwen-Duiveland

Hulster Ambacht

Tholen

De Hogerwaardpolder

(interprovinciaal)

De Prins Hendrikpolder

(interprovinciaal)

Hulpcentrum Zeeuwsch

Vlaanderen

Hulpcentrum Noord en

Midden Zeeland

Rijkswaterstaat Directie Zeeland
2 Middelburg

Bureau Dijkversterk Oostersch.

Dienstkr. Zierikzee

Dienstkr. Vlissingen

Dkr. Kanaal van Temeuzen

Dir. Wat & Wat
Studiedienst Vlissingen

Dir. Sluizen en Stuwen
Middensluis Temeuzen

Rijkswaterstaat Deltadienst
3 Den Haag

Hoofdafd. Waterbouw Werken

Waterbouw Werken Oost

Dir. Sluizen en Stuwen
Philipsdam

Waterbouw. Werken West

Dir. Sluizen en Stuwen
Oosterscheldedam

Bureau Zierikzee

3e Prioriteit verzending

Dienstkr. Hansweert

dan het U-peil. In het eerste geval wordt het verergeringstelegram omstreeks 3 uur voor het verwachte hoogwater verzonden, in het tweede geval zo mogelijk 6 uur voor dat hoogwater.

De telegrammen

Per telex wordt aan het telegraafkantoor in Rotterdam opdracht gegeven de telegrammen te verzenden aan de betrokken sectoren. Hiervoor wordt ook het telegraafkantoor in Amsterdam ingeschakeld. De telefonisten van deze telegraafkantoren geven de tekst van het telegram in eerste instantie telefonisch door aan de geadresseerden. Later wordt het telegram bezorgd. Ook via de radio wordt melding gemaakt van de uitgegeven adviezen, en wel in het radioweerbericht bij elke nieuwsuitzending. De alarmering door de P.T.T. geschiedt volgens tevoren opgestelde waarschuwingsschema's en adres- en telefoonlijsten. De geadresseerden zijn hierbij per sector ingedeeld in drie prioriteiten: de verzending geschiedt in beginsel in volgorde van prioriteit.

Het totale aantal geadresseerden bedraagt ongeveer 160. Een deel van hen wordt voor meer sectoren gewaarschuwd. Indien voor alle sectoren een telegram uitgaat, moeten dientengevolge ongeveer 225 telegrammen verzonden worden.

Op de verzendlijsten staan de verantwoordelijke dijkbeheerders – grotendeels functionarissen van polders, waterschappen en hoogheemraadschappen –, provinciale waterstaatsdiensten, rijkswaterstaatsdiensten, de marine, de landmacht, de BB, Rijks- en gemeentepolitie, gemeenten, verkeersposten van de N.S., de Belgische stormvloeddiensten, de Rijksvoorlichtingsdienst en het A.N.P. De tijd die nodig is voor het doorgeven van het telegram hangt af van de grootte van de sector, van het aantal sectoren dat tegelijk gewaarschuwd moet worden, en van de bereikbaarheid van de geadresseerden. Gemiddeld heeft men er een uur voor nodig. Indien er door onverwachte ontwikkelingen gealarmeerd moet worden op een tijdstip dat zo dicht ligt voor het tijdstip van hoogwater in een of meer basisstations dat de normale procedure voor telegramverzending niet doeltreffend meer is, gaat het waarschuwingsbureau over op de zogenaamde spoedalarmering. De geadresseerden in de eerste prioriteitsklasse van het waarschuwingssysteem worden dan rechtstreeks door het waarschuwingsbureau gewaarschuwd. Deze gealarmeerden verzorgen vervolgens de verspreiding van het bericht over de geadresseerden in de volgende prioriteitsklassen, die op hun beurt de melding verder doorgeven. Dat gebeurt zoals in het waarschuwingssche-

ma door middel van pijlen is aangegeven (fig. 3). Alle geadresseerden zijn dan ook in het bezit van het voor hen relevante deel van het waarschuwingsschema met de bijbehorende adreslijsten. De waarschuwing die met de spoedalarmering gegeven wordt, betreft alleen het eerstkomende hoogwater; bijgevolg wordt nadat dat hoogwater is gepasseerd, ook geen opheffingstelegram verzonden. Wel wordt het intrekken van de waarschuwing via de radio bekendgemaakt. Voor volgende hoogwaters geldt bij een eventueel noodzakelijk dijkbewakingsadvies weer de normale telegramverzending.

De ontvangers van de SVSD-telegrammen moeten afhankelijk van hun specifieke taak en afhankelijk van het gegeven advies de noodzakelijke maatregelen treffen. Overigens zijn de verantwoordelijke dijkbeheerders, ook zonder dat zij een advies van de SVSD hebben ontvangen, gehouden de noodzakelijke maatregelen te nemen: de SVSD heeft alleen een adviserende functie.

Het advies voor uitgebreide dijkbewaking kan tot gevolg hebben dat het zogenaamde dijkleger doorlopend wacht gaat lopen over de dijk, dat dijkmagazijnen waarin zich materiaal voor het herstel van schade bevindt in paraatheid worden gebracht, of zelfs dat er commandoposten van de BB worden bezet, en militaire eenheden worden geconsigneerd.

Op sommige plaatsen zal men reeds bij een advies voor beperkte dijkbewaking en soms zelfs nog eerder maatregelen moeten treffen, bij voorbeeld daar waar coupures in de waterkering gesloten moeten worden, waar werken in uitvoering zijn of waar kostbaar materiaal in veiligheid moet worden gebracht. In een beperkt aantal gevallen worden hiervoor door de SVSD aparte waarschuwingen gegeven; dat gebeurt bij voorbeeld voor de stormvloedkering in de Hollandse IJssel.

In de toekomst kan ook de stormvloedkering in de Oosterschelde in het waarschuwingssysteem van de SVSD opgenomen worden.

Bij de beoordeling van de werking van de SVSD speelt naast de doeltreffendheid van de organisatie ook de juistheid van de voorspellingen een grote rol.

Die trefzekerheid wordt uiteraard nauwlettend in het oog gehouden. De mogelijkheid dat er ten onrechte niet gewaarschuwd wordt, behoort immers uitgesloten te worden, terwijl daarnaast het aantal keren dat er ten onrechte wel gewaarschuwd wordt, zo klein mogelijk moet blijven, omdat dit de waakzaamheid kan verminderen en onnodige kosten met zich brengt. Uit onderzoeken is gebleken dat de trefzekerheid alleszins binnen redelijke grenzen ligt.

De stortebedden van de stormvloedkering in de Oosterschelde

Door de aanleg van de stormvloedkering zal het doorstroomprofiel van de Oosterscheldemonnd worden vernauwd. Als gevolg hiervan neemt de stroomsnelheid onder dagelijkse omstandigheden aan beide zijden van de kering toe, en wel zo sterk, dat de aanwezige grondslag binnen een zekere afstand tot de kering er niet tegen bestand zal zijn. Er zouden ontgrondingen ontstaan. Bodemerrosie in de onmiddellijke omgeving van het kunstwerk zou op onaantvaardbare wijze de stabiliteit van de pijlers in gevaar brengen. Om de bodem tegen de eroderende werking van de stroom en de golven te verdedigen wordt daarom aan weerszijden van de kering over een lengte van 550-650 m gemeten uit de as een bodembescherming aangebracht, die de hogere stroomsnelheden kan weerstaan. De bodemverdediging dient eveneens te worden gedimensioneerd op de stroomomstandigheden die optreden indien bij gesloten kering onder extreme omstandigheden één of meer schuiven weigeren. Het gehele verval richt zich dan op één of weinige openingen in de stormvloedkering, naar men zich kan voorstellen met grote kracht en turbulentie. Uit onderzoek is gebleken dat de bodembescherming, die wel voldoet onder normale dagelijkse omstandigheden, voor deze situatie gedeeltelijk niet toereikend is, namelijk in het gebied onmiddellijk aansluitend aan de drempel. In dit gedeelte zijn derhalve aanvullende maatregelen vereist, volgens een constructie die wij aanduiden als het stortebed.

De belangrijkste punten waar bij het stortebed aan gedacht moet worden, zijn de zanddichtheid en de stroombestendigheid. In principe staan twee ontwerpvarianten ter beschikking: één waarbij wel het water, maar niet het zand wordt doorgelaten -- de open variant -- en één

die zowel waterdicht als zanddicht is, de gesloten variant. Bij de waterdoorlatende variant wordt de zanddichtheid verkregen door de laagsgewijze opbouw van een filterconstructie, en wel zo dat de zandkorrels niet of slechts in zeer beperkte mate uit de ondergrond kunnen verdwijnen. Het filter is voldoende zwaar wanneer de bovenste laag onder de gegeven omstandigheden stroombestendig is. De opbouw van zo'n filter vormt een belangrijk ontwerpaspect, waarbij stroomsnelheid, golven en grondwaterstroming de randvoorwaarden vormen.

Bij de ondoorlatende variant is de zanddichtheid per definitie verzekerd. De gesloten constructie maakt het evenwel mogelijk dat er drukverschillen ontstaan tussen onder- en bovenzijde van de ondoorlatende laag, waardoor die zou kunnen worden opgelicht en daarmee zijn functie verliezen.

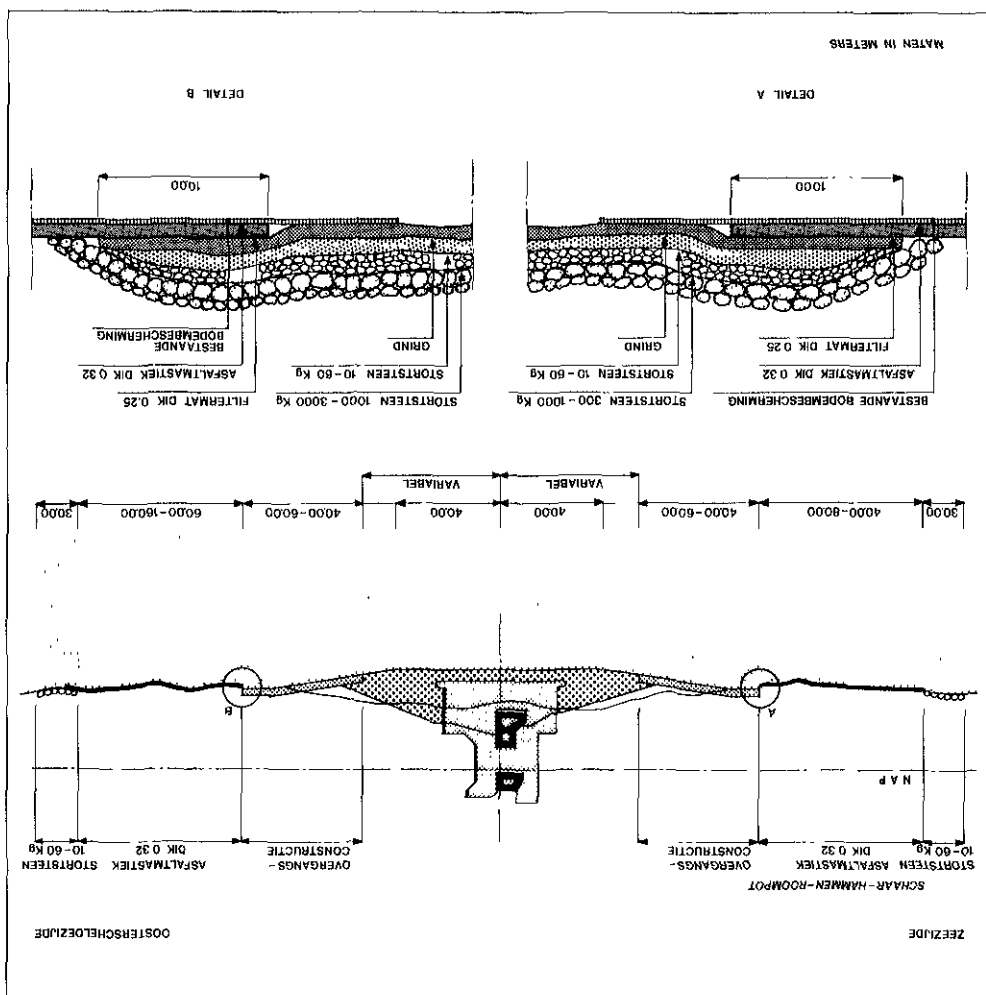
Het laat zich verstaan dat beide varianten een totaal andere ontwerpaanpak vergen. In de ontwerpfase is daarom eerst ruime aandacht besteed aan het toetsen van de beide principevarianten aan de randvoorwaarden. Op grond van deze toetsing is gekozen voor een principe-ontwerp waarin beide varianten zijn verwerkt. Zoals uit de figuur blijkt, bestaat het stortebed volgens dit ontwerp uit een gesloten mastiekgedeelte en een open filterconstructie tussen het gesloten deel en de drempel. De belangrijkste overwegingen voor deze principe-keuze kunnen als volgt worden samengevat. Een gesloten stortebedgedeelte biedt uit planningsoogpunt voordelen, omdat met de aanleg ervan al kan worden begonnen voordat de ontwerprandvoorwaarden definitief zijn vastgelegd. Een open overgangsconstructie vermindert de overdrukken onder de dichte bekleding aanzienlijk.

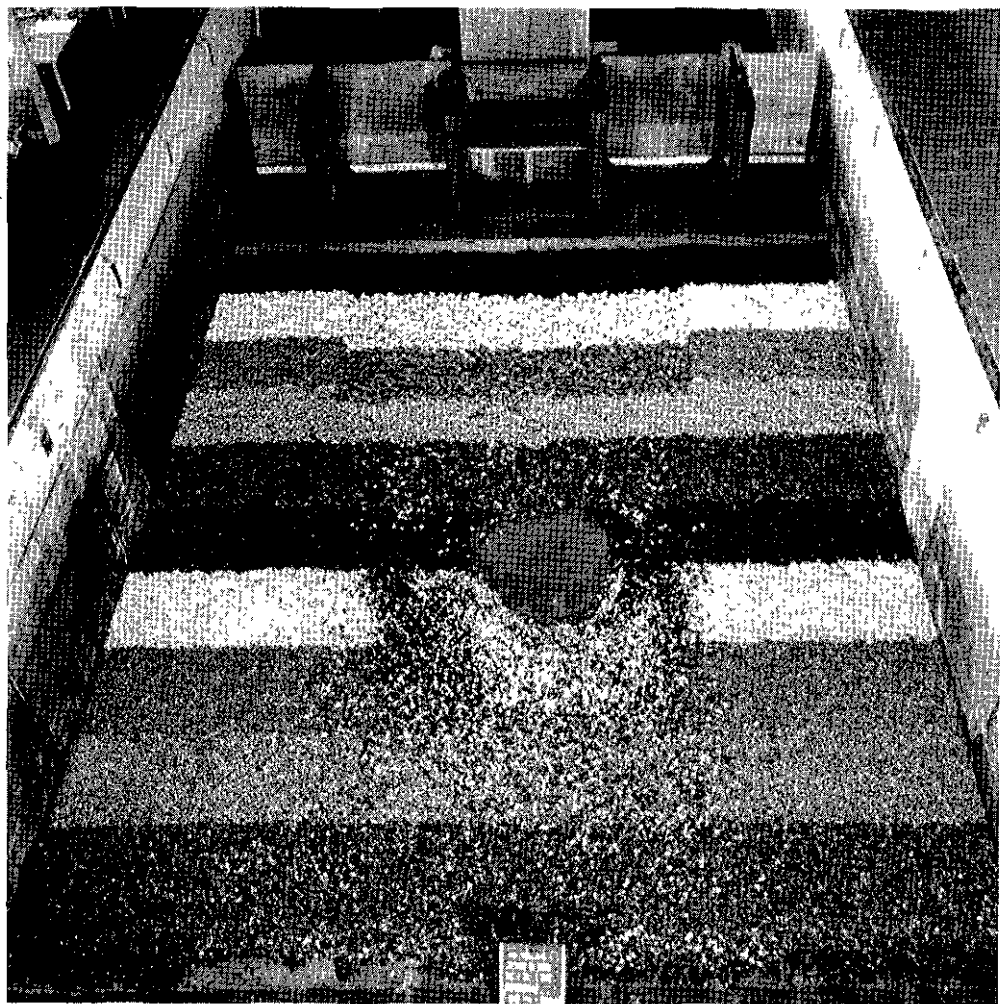
in andere gevallen is het lastiger. Zo kan men
vondig, bij voorbeeld bij draadbreuk, maar
vereist dan toch zeker zinvol. Soms is dit een-
van bezwijken kan worden gesproken, zo niet
eenduidige definitie van de toestand waarbij
Voor het ontwerpen van een constructie is een
schouwd.

een onderdeel van de drempel worden be-
verband met ontwerp- en uitvoeringsrelaties als
Het ontwerp van de overgangconstructie zal in
van vier lagen asfaltmestiek wordt aangebracht.
aspecten van het gesloten deel, dat in de vorm
Wij gaan nu verder alleen nog in op de ontwerp-
drempelconstructie.

tussen is overigens gekozen voor een open
als een gesloten drempel blijft dan mogelijk. In-
nog in de ontwerpfasen verkeert. Zowel een open
te ontwerpfrijsheid voor de drempel, zolang die
Een open overgangconstructie geeft de mees-

Fig. 1. Doorsnede en details
van de drempel en de
stortebedden
Modelonderzoek naar de
stabiliteit van stortsteen op de
weigerende schuif





zich bij bodembeschermingsonderdelen zoals zinkstukken en stortebedden afvragen wanneer *nu feitelijk sprake is van bezwijken*. Lang voordat de bodembescherming zelf bezwijkt, kan namelijk reeds een ongewenste situatie optreden omdat dat onderdeel door verlies aan zanddichtheid zijn eigenlijke functie al heeft verloren.

Om dit probleem te omzeilen maken wij gebruik van het begrip grenstoestand. Met een grenstoestand wordt vastgesteld welk gedrag van een constructie-onderdeel onder bepaalde omstandigheden nog juist aanvaardbaar is. Bij het ontwerp van de stortebedden zijn twee grenstoestanden onderscheiden. In de eerste plaats is dat een situatie waarin de gewenste bodemgeometrie achter het stortebed nog juist wordt *gehandhaafd*. Met andere woorden: aan de ontgrondingen achter het stortebed wordt een ze-

kere grens gesteld. In de praktijk betekent dit dat het stortebed afmetingen moet hebben waarbij de erop aansluitende bodembescherming bij het ter plaatse optredende stroombeeld in voldoende mate zanddicht is. De maatgevende ontwerprandvoorwaarde voor deze toestand is de situatie waarbij één of meerdere schuiven in de kering weigeren. Deze grenstoestand bepaalt de lengte en de breedte van het stortebed. Onaanvaardbare bodemerosie kan ook optreden wanneer het gesloten mastiekdeel wordt opgelicht. Er kan dan horizontaal zandtransport plaatsvinden, of het mastiekdek bezwijkt plaatselijk, waardoor verdergaande erosie mogelijk wordt gemaakt. Deze situatie is eveneens als een grenstoestand gedefinieerd; ze is maatgevend voor de dikte of het gewicht van het stortebed.

Om de zanddichtheid van de bodembescher-

ming te kunnen beoordelen zou voor iedere plaats in de drie sluitgaten bekend moeten zijn welke hydraulische omstandigheden er optreden. Dat is omslachtig en vergt zeer kostbaar modelonderzoek. Liever heeft men daarom gezocht naar een eenvoudige maatstaf ter beoordeling van de zanddichtheid. Die werd gevonden in de stroomstabiliteit van stortsteen van de sortering 60/300 kg. Bij oriënterende modelonderzoeken naar de zanddichtheid van blokkenmatten bleek dat deze bodembescherming in voldoende mate zanddicht is in al die situaties waarin stortsteen 60/300 kg stabiel blijft. Een zanddichtheids criterium was daarmee vertaald in een stabiliteitscriterium. Door in het Waterloopkundig Laboratorium de stabiliteitsgrenzen van deze steen te onderzoeken, kon de breedte van de stortebedden worden bepaald. De bijgevoegde foto maakt het resultaat zichtbaar van een onderzoek naar de stabiliteit van verschillende soorten stortsteen op de stortebedden, in situaties met een weigerende schuif.

Voor het nader uitwerken van de tweede grenstoestand is inzicht vereist in de factoren die ertoe kunnen leiden dat de gesloten asfaltmastiek laag wordt opgetild. Zulk optillen wordt *teweeggebracht door drukverschillen aan de boven- en de onderkant van de mat*. Ze kunnen ontstaan zowel door het verval, het verschil in waterhoogte – dus over de gesloten kering – als door de stroomomstandigheden tijdens een weigerende schuif; maar ook door de golfbeweging, met name aan de zeezijde van de kering. Onderzoek met een elektrisch analogon toonde aan dat het drukverschil over de dichte laag gering blijft wanneer het gedeelte tussen de drempe en het gesloten deel wordt opgehouden.

Hoe de over- en onderdrukken ten gevolge van dynamische golf- en stroombelasting verlopen, is een complexe materie. Modelonderzoek heeft uitgewezen dat er onder de maatgevende omstandigheden inderdaad drukverschillen kunnen optreden. Niet slechts de grootte van over- en onderdrukken op het gesloten deel is echter van belang, ook de tijdsduur van de drukbelasting, en de mate waarin de toestroming van grondwater kan plaatsvinden; ook de mechanische eigenschappen van de laag zijn mede bepalend voor het gedrag ervan.

Hoewel het onderzoek nog niet is afgerond, wordt verwacht dat de ontworpen mastieklag niet noemenswaardig zal worden opgelicht. Mochten de resultaten van het onderzoek op dit punt evenwel tegenvallen, dan kan de mastieklag alsnog plaatselijk met stortsteen worden verzaard. Het stortebed is ook met deze verzwarend echter nog goedkoper dan een vergelijkbare filtervariant. Bovendien is het op deze wijze mogelijk gebleken met de – om plannings-technische redenen noodzakelijke – aanleg van de stortebedden te beginnen voordat het ontwerp in al zijn facetten was afgerond. De stortebedden worden aangelegd met behulp van het asfaltschip 'Jan Heymans', dat indertijd ook de asfaltmastiekbodembescherming in het Brouwershavense Gat heeft aangebracht. Inmiddels is het eerste deel van de mastiek stortebedden aan de Oosterscheldezijde van het sluitgat Roompot gereedgekomen. Aan de hand van de beschikbare produktiegegevens en van de diktepriken die op het gemaakte werk zijn uitgevoerd, wordt de kwaliteit van het gehele uitvoeringsproces nader geanalyseerd. Eventuele bijsturing aan de hand van deze analyse kan in de loop van de werkzaamheden plaatsvinden.

Peilingen dienen om informatie te verschaffen over de ligging van de bodem van waterlopen. In gebieden waar door natuurlijke omstandigheden grote bodemveranderingen plaatsvinden, zullen peilingen onontbeerlijk zijn als steun voor het beheer.

Peilingen voor de stormvloedkering in de Oosterschelde

Wanneer in dergelijke gebieden bovendien grote waterbouwkundige werken worden uitgevoerd kan het zo belangrijk worden de bodemligging voortdurend te controleren, dat peilingen een bijna dagelijks terugkerend gebeuren gaan vormen. Dit laatste nu is het geval bij de realisering van de Deltawerken. Daartoe is reeds bij de formatie van de Deltadienst de hoofdafdeling Waterloopkunde (WT) belast met de zorg voor en de uitvoering van lodingen.

Bij peilingen worden in het algemeen vier soorten onderscheiden: peilingen bij in uitvoering zijnde werken, en peilingen ter bewaking van gereedgekomen werken en oevers enerzijds, *peilingen ten behoeve van het onderzoek van de bodemmorfolgie of andere specifieke onderzoeksdoelen aan de andere kant.*

Dit onderscheid wordt binnen het peilbedrijf gemaakt omdat de organisatie van de onderscheiden soorten peilingen verschillend is *wanneer het gaat om de peilfrequentie, de inzet van mensen en materieel, de werkbaarheid en de urgentie van het werk.* Er wordt verder nog onderscheid gemaakt tussen overzichtspeilingen waarbij het opnamegebied groot is en de opnameperiode maanden kan duren, terwijl over het algemeen maar een beperkte nauwkeurigheid wordt bereikt, en detailpeilingen over een klein opnamegebied, een meetperiode van slechts enkele dagen en een hoge nauwkeurigheid.

Peilingen geschieden vanaf allerlei soorten vaartuigen, van roeiboot, sloep en vlet tot karteringsvaartuigen toe. In het Oosterscheldebekken komen al deze boottypen voor; de vletten zijn in de meerderheid. In werkhavens kunnen roeiboten nog goede diensten bewijzen; sloepen zijn op schorren en slikken inzetbaar en grote vaartuigen, zoals het karteringsvaartuig 'Wijker Rib' hebben hun nut in de bredere en diepere

wateren van de Oosterschelde. Het bepalen van de diepte geschiedt akoestisch, dus met behulp van geluidstrillingen die vanaf het vaartuig worden uitgezonden en na terugkaatsing door de bodem weer worden opgevangen. Door de tijd te meten die verloopt tussen het uitzenden en weer ontvangen van het signaal kan de afstand van het schip tot de bodem worden bepaald. *Dit tijdsinterval wordt elektronisch omgezet in een continue diepteregistratie door het echolood dat een echogram, een bodemprofiel, produceert.* De meetnauwkeurigheid is afhankelijk van het type echolood, de frequentie van de geluidsbron en de getij- en weersomstandigheden. *De afwijking bedraagt gemiddeld slechts 1 % van de waterdiepte.* De echo-informatie kan direct van het echogram worden afgelezen. Daarnaast wordt de informatie op pons- of magneetband gezet ten behoeve van automatische verwerking.

Informatie over de diepte heeft op zich weinig waarde als ze niet wordt gekoppeld aan de bepaling van de plaats: positionering van het meetvaartuig is noodzakelijk om de peilgegevens op een kaart te kunnen presenteren. Het probleem bij de plaatsbepaling op de Oosterschelde is, dat ze moet plaatsvinden op stromend water. Hiermee wordt een beperking aan de toe te passen systemen opgelegd. Voor positionering komen in principe twee methoden in aanmerking, een optische en een radiografische.

Van beide systemen bestaan vele toepassingen. Elk daarvan heeft zijn speciale karakteristieken. Het kenmerkende verschil tussen de systemen is de afhankelijkheid van het zicht bij de optische methode en de onafhankelijkheid daarvan bij de radiografische methode.

Bij de optische methode kunnen onder gunstige

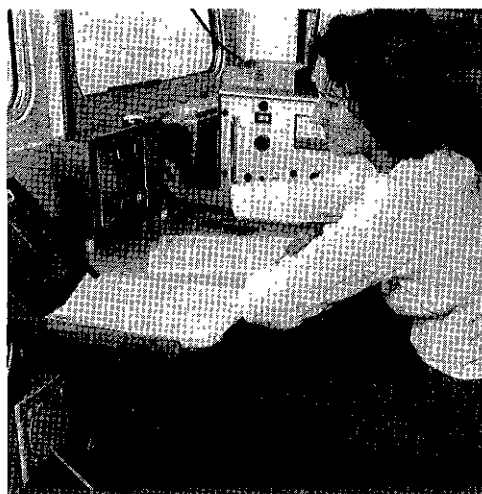


De meetvloot ligt voor een grote simultaanmeting gereed in de haven van Zierikzee



Een snelheidsmeter wordt na afloop van een meting weer aan boord gehaald

Veel meetresultaten worden aan boord geboekt



omstandigheden zeer grote nauwkeurigheden worden bereikt, bij voorbeeld plaatsbepaling tot op centimeters nauwkeurig. Bij de radiografische methode blijft altijd een marge van 2 à 3 m bestaan. De positionering is verder afhankelijk van de vraag of het in te meten object vaart of stilstaat, of er veel neerslag is of golfbeweging, of er hinderlijke reflecties zijn van andere objecten en van de plaats van de walbakens.

Uit het voorgaande zal het duidelijk zijn dat de keuzebepaling voor de toe te passen systemen niet altijd eenvoudig is.

Het bijzondere bij de bouw van de pijlerdam is dat zij gerealiseerd wordt in stromend water en dat de bouwactiviteiten in die omgeving zo lang duren. Eerder gereedgekomen kunstwerken van het Deltaplan – zoals het sluisencomplex in de Haringvlietdam – werden gemaakt in een vooraf drooggemalen bouwput. Bij andere afsluitingen, zoals die van het Volkerak, werden de afsluitmiddelen tot in een zeer vergevorderd stadium geprefabriceerd in een bouwdoek en werd de feitelijke afsluiting in een zeer korte tijd voltooid. Bij de stormvloedkering in de Oosterschelde stellen de lange duur en de veelheid van bouwactiviteiten in de stroomgeulen Hammen, Schaar en Roompot bijzondere eisen aan de uit te voeren peilingen. Het komt er voornamelijk op neer dat ten behoeve van de stormvloedkering zeer nauwkeurig zal moeten worden gemeten, met een sterk vergrote meetvloot, die ook enkele bijzondere vaartuigen omvat voor het vergaren van specifieke informatie inzake bodemligging, fundering en bestorting. Ook aan de verwerking van gegevens aan boord en aan de presentatievormen zullen bijzondere eisen gesteld worden.

De pijlers van de stormvloedkering moeten geplaatst worden met een grote nauwkeurigheid, opdat de dorpelbalken en schuiven er tussen passen. De ligging van de bodem en de matten waarop de pijlers geplaatst worden is in eerste instantie bepalend voor de stand van de pijler. De peilingen dienen daarom informatie te verschaffen omtrent de vlakheid van bodem- en funderingsmatten en bovendien vast te stellen of er zand is afgezet op de matten, dat onder bepaalde omstandigheden weer onder de pijler zou kunnen komen.

Voor elk van deze facetten zijn eisen opgesteld waaraan de meetgegevens moeten voldoen. In een werkgroep wordt bekeken welke meetmethoden en apparatuur moeten worden toegepast, en welke kosten dit met zich brengt. In een aantal gevallen moet speciale apparatuur ontwikkeld of getest worden, voordat tot definitief gebruik wordt besloten. Voor de peilvletten is gekozen voor radiografische plaatsbepaling, omdat de optische methode alleen al door de

vele bouwactiviteiten in de sluitgaten niet goed zou kunnen werken. Voor het peilwerk van de bijzondere vaartuigen zullen ook optische methoden niet ontbreken.

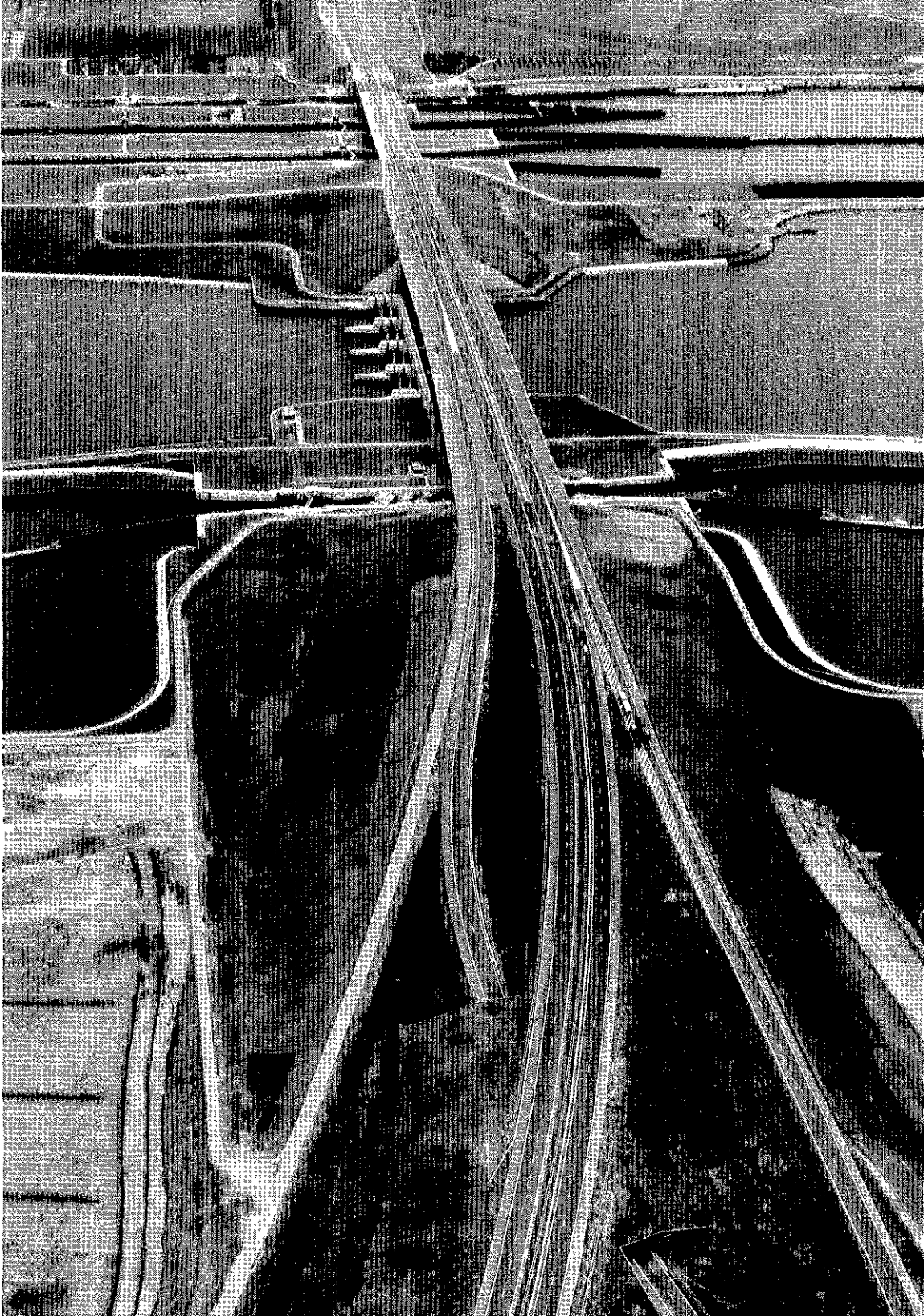
Voor de detectie van zand moet nog speciale apparatuur ontwikkeld worden. Men overweegt daartoe vanaf een gepositioneerd vaartuig een frame neer te laten waarop verschillende geluidsbronnen zijn gemonteerd, die zich in een bepaalde richting of in een bepaald vlak voortbewegen. Vlak boven de bodemmatten zou deze installatie als een gecompliceerd echolood kunnen werken.

Ook andere dan akoestische technieken worden onderzocht: mechanische, elektromagnetische en visuele. Op korte termijn wordt meer duidelijkheid over de toe te passen systemen verwacht.

De werkpeilingen, – dat zijn peilingen in het onmiddellijk belang van werken in uitvoering – zijn sinds 2 jaar volledig geautomatiseerd. Dit was nodig in verband met de grote vraag naar gegevens omtrent bodemligging, gestorte en aangebrachte bodembescherming, enzovoort. Door de geweldige expansie van het peilwerk in de eerstkomende jaren zal het opname- en verwerkingssysteem van de lodingen belangrijk vernieuwd en uitgebreid moeten worden.

De bewakingslodingen voor de bouw van de stormvloedkering omvatten de stroomgeulen Roompot, Schaar en Hammen met de aangrenzende oevers van Schouwen en Duiveland en Noord-Beveland. Hier wordt met een bepaalde frequentie, die elk jaar opnieuw wordt vastgesteld, gepeild. De resultaten worden tot op heden nog met de hand verwerkt. Ook hier zal geautomatiseerd moeten worden. Bovendien zullen deze lodingen uitermate belangrijk blijven, ook na de realisering van de kering.

Ten slotte wordt nog bestudeerd hoe de lodingen aan boord van de bijzondere vaartuigen, zoals verdichtingsschip en hefschip, geautomatiseerd kunnen worden. Zeer snelle presentatie waaruit de voortgang van het werk kan worden bepaald, is maatgevend voor de keuze. Een belangrijk nevenaspect is mede de vraag of de apparatuur na deze werken elders kan worden ingezet.



In de Volkerakdam is, naast een duwvaartsluizencomplex en een jachtensluis voor de scheepvaart, ook een sluis voor de waterhuishouding gebouwd. Deze sluis fungeert primair als inlaatsluis voor het zoete Zoommeer dat in 1985 ontstaat achter de compartimenteringsdammen in de Oosterschelde. Voor een doelmatig waterhuishoudkundig beheer, zowel in kwantitatief als in kwalitatief opzicht, moet zoet water in het Zoommeer kunnen worden ingelaten en overtollig water kunnen worden geloosd.

De instrumentatie van de inlaatsluis in de Volkerakdam

De inlaatsluis in het Volkerak is als inlaatsmiddel aangewezen, omdat slechts vanuit het Hollands Diep en het Haringvliet zoetwatersuppletie van voldoende omvang mogelijk is. Als lozingsmiddel is een spuikanaal naar de Westerschelde geprojecteerd. De Volkerak-inlaatsluis werkt dan ook, tezamen met de Haringvlietssluisen, als regelkraan voor de waterbeheersing van het noordelijk Deltagebied.

Daarnaast heeft de inlaatsluis tijdelijk nog een aantal andere functies. De belangrijkste daarvan is het aflaten van zoet water uit het Haringvliet ter reductie van de tot 1985 soms aanzienlijke zoutbelasting die het gevolg is van het verkeer door de scheepvaartsluisen in de Volkerakdam. Terwille van deze beheersfunctie is een goed inzicht vereist in het afvoerdebiet van de sluis en het zoutgehalte aan weerszijden van de sluis. Voor het bepalen van het afvoerdebiet is bij het Waterloopkundig Laboratorium te Delft hydraulisch modelonderzoek verricht, waaruit verbanden konden worden afgeleid tussen de waterstanden aan weerszijden van de sluis, de stand van de sluisdeuren en het afvoerdebiet. Voor de bepaling van het zoutgehalte moet de geleidendheid en de temperatuur van het water gemeten worden.

De indirecte bepaling van zowel het debiet als het zoutgehalte vereist veel rekenwerk; de resultaten komen daardoor vertraagd ter beschikking. Om deze redenen en omdat presentatie van de resultaten op verscheidenen plaatsen tegelijk gewenst was, is de Volkerak-inlaatsluis uitgerust met een instrumentatiesysteem voor automatische bepaling van de debieten en

zoutgehalten, inmiddels bekend als het 'INVOL'-systeem.

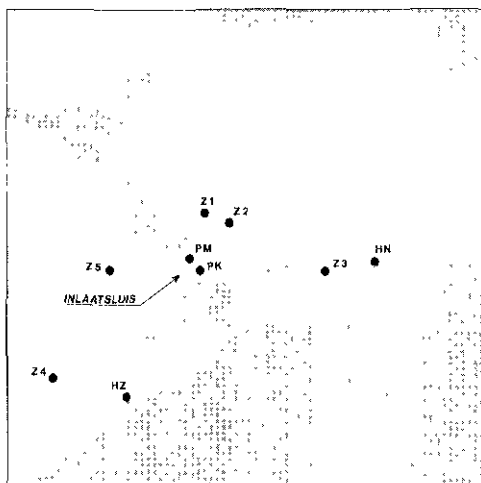
Het INVOL-systeem is opgebouwd uit een aantal inwinstations, een centrale verwerkingseenheid en een aantal presentatieplaatsen.

Voor de inwinning van waterstanden, schuifstanden, geleidendheden en temperaturen zijn 42 opnemers geplaatst, ondergebracht in negen inwinstations op het terrein van het Volkerakcomplex (fig. 1), en wel als volgt: twee opnemers voor de waterstandsmeting bevinden zich, verdeeld over twee peilhuisjes, aan weerszijden van de sluis. Dan zijn er acht opnemers voor meting van de hefhoogten van de vier sluisdeuren verdeeld over twee inwinstations in de pijlers van de inlaatsluis. Verder tellen we nog elf opnemers voor meting van de geleidendheid van het water verdeeld over vijf inwinstations op het sluisencomplex, samen met nog elf andere opnemers, voor meting van de watertemperatuur als onderdeel van de geleidendheidsmetingen.

De geleidendheids- en temperatuurmetingen zijn verdeeld over verschillende niveaus.

De inwinstations moeten de meetwaarden vertalen in natuurkundige grootheden, de waterstand bij voorbeeld in meters ten opzichte van N.A.P., de watertemperatuur in graden Celsius. Hiertoe zijn de inwinstations uitgerust met een mini-computersysteem, dat tevens een eerste controle uitoefent op de meetwaarden. Eén keer per minuut verzenden de inwinstations hun gegevens via kabelverbindingen naar de centrale verwerkingseenheid, die eveneens is uitgerust met een mini-computer. De centrale verwerkingseenheid is opgesteld in een meetpost op het terrein van het Volkerakcomplex.

Deze centrale computer voert als eerste bewerking verschillende controles uit op de ingewon-



nen meetwaarden, waarbij apert foute meetwaarden worden uitgefilterd. De computer beschikt over een aantal verwerkingsprogramma's voor de berekening van het optredende en gesommeerde debiet van elke spui-opening en voor de berekening van het zoutgehalte van elk meetpunt. Door vergelijking van de waterstanden voor en achter de sluis bepaalt de computer het begin en einde van de theoretische spuiperiode en geeft aan het einde het commando 'sluis dicht'.

Van elke spuiperiode wordt een rapport opge maakt met daarin de tijdsgegevens, het berekende, gesommeerde en gemiddelde debiet over de spuiperiode en de berekende maximale, gemiddelde en minimale zoutgehalten in een aantal meetpunten.

Indien één of meer gegevens niet ingewonnen kunnen worden, of een inwin- of presentatiestation niet goed functioneert, worden alarm- of storingsmeldingen verstuurd naar de presentatiestations. Er is onderscheid tussen alarmmeldingen, die worden gegeven wanneer berekening van het debiet onmogelijk is en storingsmeldingen, die slaan op alle overige storingen. Zoals reeds vermeld dienen de gegevens op meer dan een plaats tegelijk te worden gepresenteerd, en wel, behalve in de meetpost van het INVOL-systeem, voor controle en onderhoud van het systeem, niet alleen in het centrale bedieningsgebouw op het sluisencomplex voor de storingswachter maar ook in de meetzaal van het bedieningsgebouw van de Haringvlietsluizen te Stellendam ten behoeve van de onderlinge afstemming van de beide sluisen. De stuwmeester van de Haringvlietsluizen is immers verantwoordelijk voor de dagelijkse stuwning. Ten slotte worden de resultaten ook nog gepresenteerd in de meetzaal van de directie Bene-

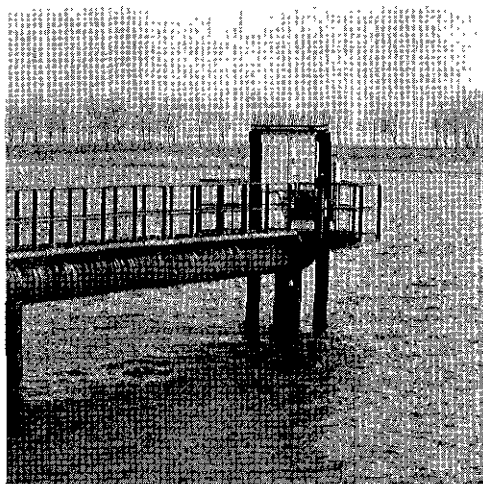


Fig. 1. Verdeling van de inwinstations; Z1 t/m 5 zoutmeting; PM, PK schuifstandmeting; HN HZ waterstandsmeting

Inwinstation Z2

denrivieren en de directie Waterhuishouding en Waterbeweging, district Zuid-West te Dordrecht, zulks in het belang van het beheer van het Deltabekken.

De presentatiestations zijn uitgevoerd met schrijvers voor de grafische weergave, displays, die een oplichtend cijferbeeld laten zien, en printers die getypte tekst leveren. Op de schrijvers worden continu de zoutgehalten, het optredende debiet en de waterhoogten geregistreerd; op de displays wordt continu het gesommeerd debiet van de lopende spuiperiode weergegeven; de printer drukt na elk getij het spuirapport over de achterliggende spuiperiode af. Tevens vindt op elk presentatiestation een uitgebreide storingsmelding plaats met oplichtende signaallampjes en berichten op de printers. Het presentatiestation te Dordrecht is naderhand uitgebreid met een systeem voor registratie van de gegevens op ponsband, die dan weer dient als invoer voor een rekenmodel voor water- en zoutbalansen in het noordelijk Deltabekken. De verbindingen met Dordrecht en Stellendam zijn gerealiseerd via P.T.T.-huurlijnen; de verbinding met de meetpost en het centrale bedieningsgebouw via eigen kabelverbindingen. Het INVOL-systeem is zo uitgevoerd dat het later kan worden ingepast in een landelijk meetnet.

In de Philipsdam worden duwvaartsluizen gebouwd ten behoeve van de scheepvaartverbinding tussen het zoete Zoommeer en het zoute Oosterscheldebekken. Om het zoete en het zoute water zoveel mogelijk van elkaar te scheiden, wordt dit sluisencomplex uitgerust met een zout/zoetscheidingssysteem. De duwvaartsluizen in de Philipsdam en het scheidingssysteem werden eerder beschreven in Bericht 82 (november 1977). In dit artikel komt het hydraulisch modelonderzoek aan de orde dat werd uitgevoerd voor het ontwerp van de sluisen.

Het zout/zoetscheidingssysteem van de Philipsdamsluizen is vrijwel gelijk aan dat van de reeds eerder gebouwde Kreekraksluizen, die onderdeel uitmaken van de Schelde-Rijnverbinding. Het ontwerp van de Kreekraksluizen was gebaseerd op het zogenaamde systeem-Duinkerken, genoemd naar een sluis in het Kanaal van Mardyk te Duinkerken. Dit houdt in, dat er met gesloten deuren in de sluis kolk zout water tegen zoet water wordt uitgewisseld en omgekeerd. Het systeem maakt gebruik van het verschil in soortgelijk gewicht tussen zout en zoet water. Tijdens een deel van het schutproces bevindt zich in de sluis kolk een grenslaag tussen het zwaardere zoute water onderin de sluis kolk en het lichtere zoete water bovenin. De effectiviteit van het systeem is sterk afhankelijk van de dikte van deze grenslaag. Zolang deze laag erg dun is, kan er zout of zoet water uit de kolk gehaald worden zonder dat er water van het andere milieu meegevoerd wordt. Bestaat er geen scherpe grenslaag tussen zout en zoet, dan kan het zoete water ofwel slechts gedeeltelijk uit de kolk gehaald worden, ofwel slechts vermengd met zout water.

De wijzigingen die bij de Kreekraksluizen zijn aangebracht ten opzichte van het Duinkerken-systeem, hebben voornamelijk betrekking op de vloer en de kolkwand. Bij het Duinkerken-systeem wordt het instromende zoute water via de riolen gelijkmatig over de sluisvloer verdeeld. Het uit te wisselen zoete water wordt via openingen in de kolkwanden door middel van riolen aan- of afgevoerd van of naar een verdiept gedeelte in het zoete pand.

Zout water dat met het af te voeren zoete water in het zoete pand terechtkomt, wordt vervolgens van onder uit het verdiepte gedeelte van het zoete pand afgepompt naar het zoute pand.

Hydraulisch onderzoek voor de Philipsdamsluizen

Bij het Kreekrak-alternatief van dit systeem bevindt zich onderin de sluis kolk een geperforeerde tussenvloer; dit is een nieuwigheid in vergelijking met de sluis bij Duinkerken. Onder deze vloer liggen de riolen die het zoute water aan- of afvoeren. Deze geperforeerde vloer heeft twee functies; allereerst zorgt hij bij het neerwaarts en opwaarts uitwisselen voor een goede debietverdeling van het zoute water dat het zoete water in de sluis kolk moet vervangen of erdoor vervangen wordt. Tevens beschermt hij de overgangslaag tussen het zoete water in de kolk en het zoute water onder de vloer tegen menging als gevolg van in- en uitvarende schepen. Het zout/zoetscheidingssysteem van de Philipsdamsluizen lijkt in dit opzicht op dat van de Kreekraksluizen. Ook hier een systeem met dwarsuitwisseling van het zoete water via openingen over de gehele lengte van de kolkwand en een geperforeerde tussenvloer. Het systeem brengt mee dat de sluisen noodzakelijkerwijs in omarmend zoet water liggen.

Het principe van het schutsysteem wordt getoond in figuur 2, waar de volgorde van het af- en aanvoeren van het zoute en zoete water van en naar de sluis kolk schematisch wordt weergegeven.

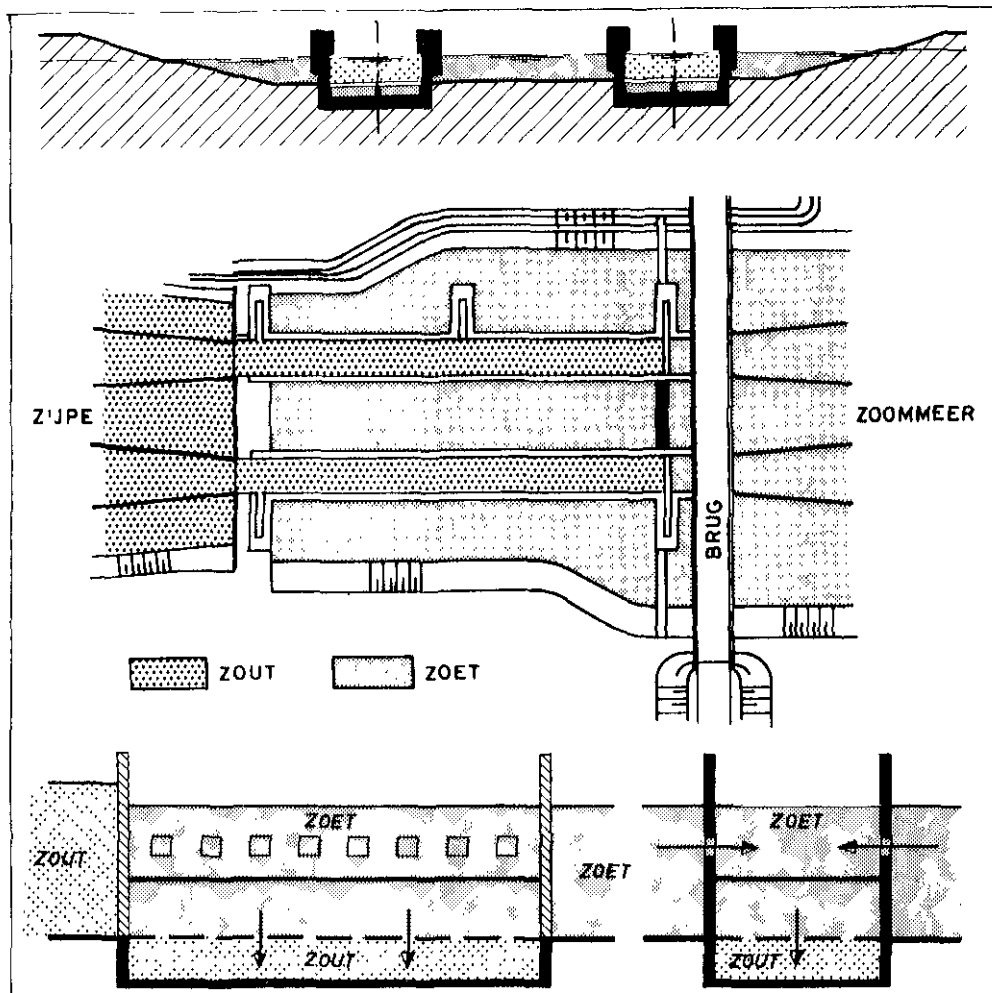
Sommige constructie-onderdelen van de Philipsdamsluizen verschillen echter van die van de Kreekraksluizen. De verschillen zijn mede een gevolg van hydraulisch modelonderzoek dat bij het Waterloopkundig Laboratorium is uitgevoerd. Dit onderzoek werd gedaan omdat bij de Philipsdamsluizen andere randvoorwaarden heersen dan bij de Kreekraksluizen en omdat na het ontwerp van de Kreekraksluizen bij de ontwerpers de indruk was ontstaan dat het zout/zoetscheidingssysteem verbeterd kon worden

door de vormgeving van enige constructie-onderdelen te wijzigen.

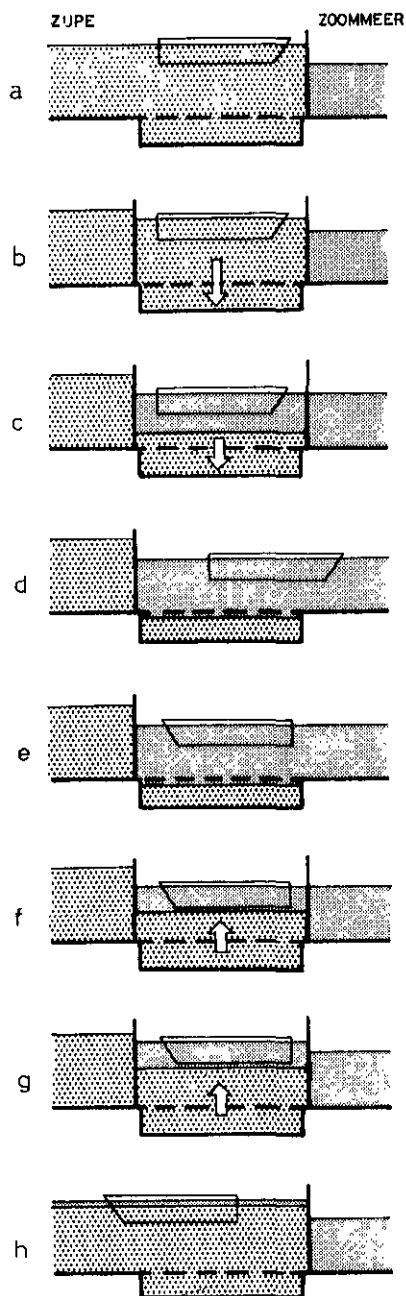
Het hoofddoel van het modelonderzoek is geweest na te gaan, welke factoren precies de dikte van de menglaag tussen het zoute en het zoete water in de kolk bepalen, aangezien de kwaliteit van het zout/zoetscheidingsysteem immers in hoge mate afhangt van de dikte van de menglaag. Uit het onderzoek bleek dat de dikte van de menglaag vooral afhangt van de wijze waarop zowel het zoute als het zoete water in en uit de kolk gebracht wordt. Hierbij spelen de kolkwanden en de geperforeerde vloer een belangrijke rol. In verschillende modellen is toen geëxperimenteerd met de vormgeving van de kolkwanden en de vloer. Toen de vormgeving van de kolkwand en de vloer in het ontwerp van de duwvaartsluizen eenmaal waren vastgesteld, is een model gebouwd van de definitieve dwars-

Fig. 2. Het schutten in een sluis met een zout/zoetscheidingsysteem

Fig. 1. Principe van het zout/zoetscheidingsysteem van de Philipsdamsluizen



VLOEDFASE



EBFASE

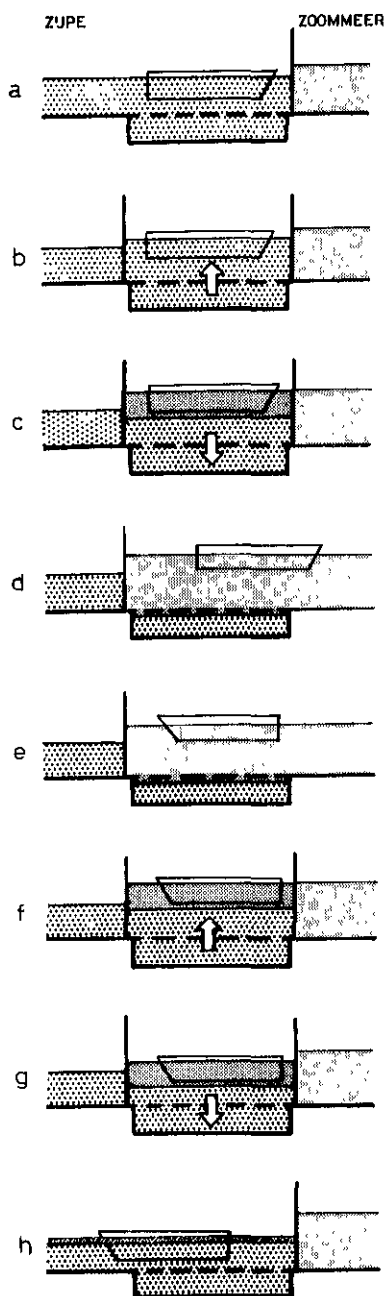


Fig. 3. Strooming door het kolkwandriool

3.

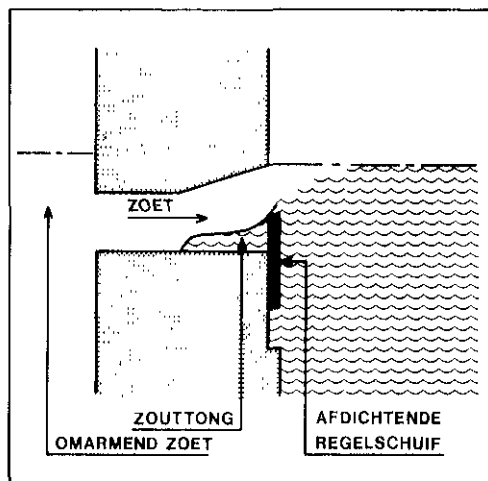
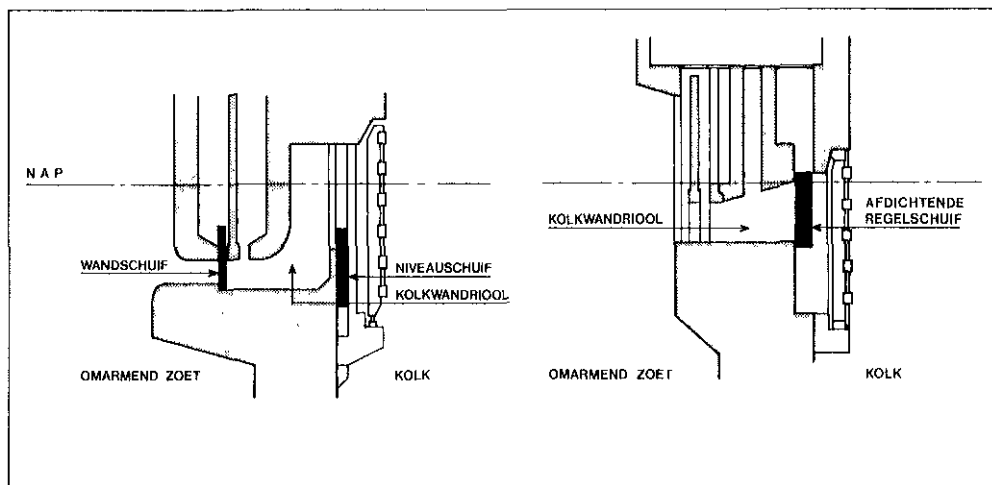


Fig. 4. Kolkwand als in de Kreekraksluizen (links), en volgens het ontwerp van de Philipsdamsluizen

4.

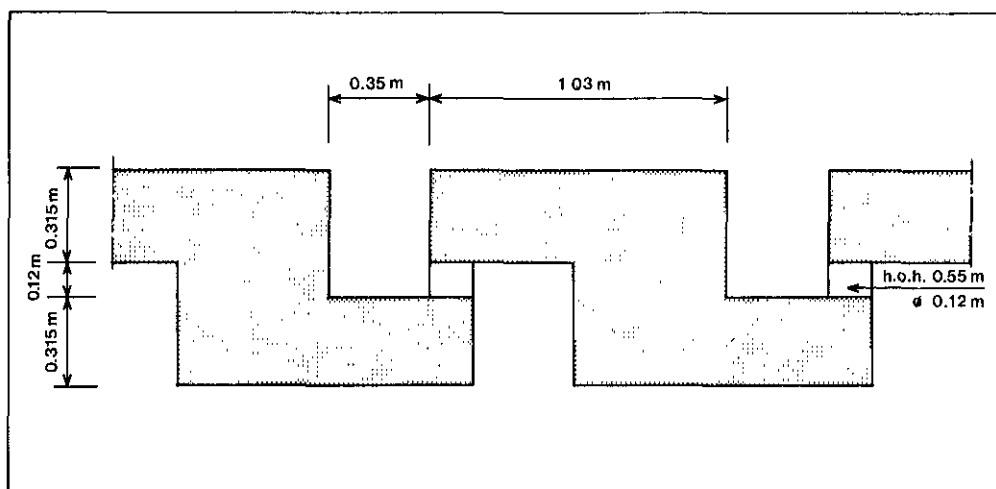
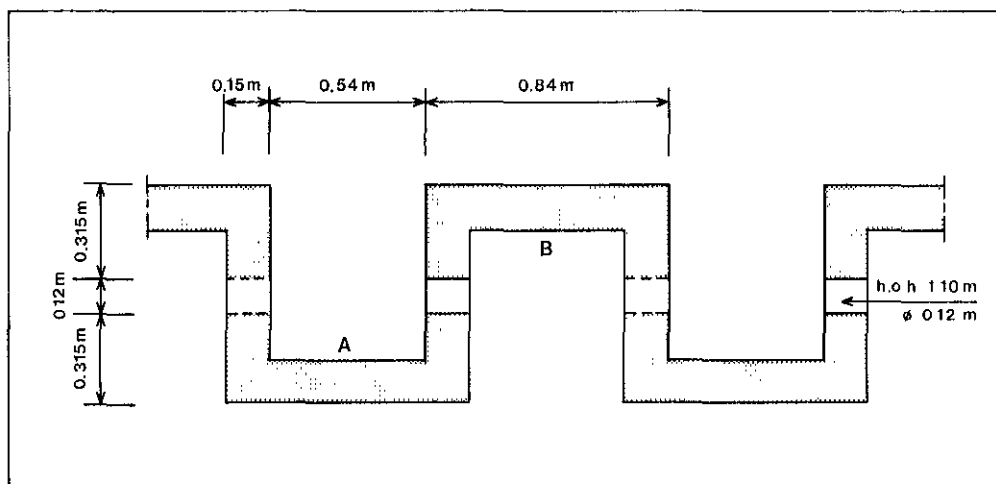


doorsnede van de duwvaartsluizen, teneinde het samenspel te bestuderen van kolkwand en vloer. Dat was dus een twee-dimensionaal onderzoek; aangezien het uitwisselen en nivelleren in dwarsrichting plaatsvindt, werd daarbij telkens een moot van de sluiskolk op schaal weergegeven. Dit onderzoek is overigens nog niet afgerond.

De kolkwand

De kolkwand van de Philipsdamsluizen wijkt qua vormgeving af van die van de Kreekraksluizen (figuur 4). De kolkwand in de Kreekraksluizen is aan de sluiskolkzijde uitgerust met een niveauschuif, die tijdens het schutten een vaste positie inneemt. Een wandschuif in het kolkwandriool regelt het zoetwaterdebiet door de kolkwand. Onderzoek naar de vormgeving van

de kolkwandriolen in de Philipsdamsluizen heeft geresulteerd in een vormgeving met afdichtende regelschuiven. Een argument voor deze verandering was dat bij de vormgeving van de kolkwand met niveauschuif de ruimte tussen de wandschuif en de niveauschuif tot de kolkinhoud gerekend behoort te worden, daar pas de wandschuif de scheiding is tussen het omarmend zoet en het water in de sluiskolk. Bij een schutting van het zoete naar het zoute milieu staat er in dit gedeelte zoet water dat extra wordt uitgewisseld naar het zoute pand; het gaat hier om een volumevermeerdering van ca. 3 % van het gedeelte van de sluiskolk boven de geperforeerde vloer. In een kolkwand met afdichtende regelschuif bevindt de scheiding tussen het water in de kolk en het omarmend zoet zich daarentegen aan de sluiskolkzijde van de kolkwand; er wordt geen extra volume water



aan het kolkvolume toegevoegd. Bovendien wijst het modelonderzoek erop dat de menging tussen het zoete en het zoute water beïnvloed kan worden door middel van de beweging van de afdichtende regelschuif. De schuifbeweging dient dan zo te worden uitgevoerd dat in de neerwaartse uitwisselfase geen zout water naar het omarmend zoet via de kolkwandriolen afstroomt; bovendien moet de stroomsituatie boven de afdichtende regelschuif zo zijn dat er een niet te grote menging optreedt tussen het zoute en het zoete water. De in- en uitstroomsnelheid boven de afdichtende regelschuif mag ten slotte niet zo groot zijn dat de grenslaag in de sluiskolk er belangrijk dikker door wordt.

Bij het begin van het neerwaarts uitwisselen is het denkbaar dat er ten gevolge van het dichtheidsverschil zout water tegen de zoetwater-

Fig. 5. De dubbele vloer van de sluiskolk in de Kreekkraksluizen (boven) en in de Philipsdamsluizen

stroom in wil stromen. Dit kan gebeuren wanneer de snelheid van het naar de sluis kolk stromende zoete water onvoldoende hoog is om de zouttong achter de afdichtende regelschuif terug te duwen. De beweging van de afdichtende regelschuif moet dus zo zijn afgestemd, dat de stroomsnelheid van het zoete water het zoute water verhindert zich door het kolkwandriool naar het omarmend zoet te begeven. Een tweede verschijnsel dat men nog wel eens ziet optreden in sluizen van dit type, is dat daar waar het zoete water in het zoute water wordt gebracht, menging optreedt. Het zoete water wordt door de oprijvende kracht van het zoute water naar het wateroppervlak gebracht, waarna het zich als een zoetwatertong naar de as van de sluis kolk begeeft. Vergeleken met de wandschuif in de kolkwand van de Kreekraksluizen, biedt de afdichtende regelschuif ook hier meer mogelijkheden om de beweging ervan zo af te stemmen dat de menging in de sluis kolk zo klein mogelijk blijft.

De sluisvloer

De geperforeerde vloer in de duwvaartsluizen vormt een scheiding tussen de riolen onderin de sluis kolk en de eigenlijke schutkolk.

De functie van de vloer is tweeledig, zoals hiervoor genoemd: debietverdelend en menglaagbeschermend.

Een nadeel van de vloer is, dat hij extra menging veroorzaakt in de menglaag. Dit komt door de lage perforatiegraad – niet meer dan 1,5% –, waardoor de stroomsnelheden in de gaatjes in de vloer veel groter zijn dan de eigenlijke snelheid van de grenslaag. Het versnellen en vertragen van het water in de omgeving van de geperforeerde vloer gaat met menging gepaard, en bij eventuele aangroei in de gaatjes in de vloer zal het verschijnsel nog toenemen.

Bij de Kreekraksluizen zitten er horizontale gaten in verticale delen van de vloer; hiermee wordt voorkomen dat het water in verticale stralen door de menglaag spuit. Deze vloer heeft

gediend als uitgangsgegeven bij het onderzoek naar de vloer voor de duwvaartsluizen van de Philipsdam. Toen bleek dat er tijdens het neerwaarts uitwisselen zout water achterblijft in de ruimte beneden de onderkant van de gaten, ruimte A in figuur 5. Tijdens het opwaarts uitwisselen wordt het achterblijvende zoute water in de geperforeerde vloer vermengd met zoeter water, terwijl er zoet water achterblijft in de ruimte boven de perforatie, ruimte B in figuur 5. Door de ruimten A en B in de geperforeerde vloer te verkleinen, kan dus ook de menging verkleind worden die het gevolg is van het stromen van water door de vloer.

Er is verder nog modelonderzoek gedaan naar de vormgeving van een gedeelte van de riolen waardoor het zoute water stroomt, naar de invloed van varende schepen op de grenslaag onder de geperforeerde vloer en naar de hydraulische krachten die op schepen in de kolk werken ten gevolge van het nivelleren door middel van het openen van de roldeur naar de voorhaven. Met behulp van zo'n manoeuvre zou het mogelijk zijn met de duwvaartsluizen te schutten, voordat de schuiven in de bodemriolen operationeel zijn.

Uit het totale tijdschema voor de bouw van de sluizen en de compartimenteringsdammen blijkt namelijk dat de sluizen inderdaad al zullen moeten werken voordat ze helemaal klaar zijn.

In het eerder genoemde twee-dimensionele model vindt nu nog onderzoek plaats naar het samenspel tussen kolkwand en geperforeerde vloer en naar het effect daarvan op de menglaag en naar het gedrag van de grenslaag onder invloed van de aanwezigheid van schepen in de sluis kolk. Dit laatste onderzoek moet resulteren in een bedieningshandleiding voor het bewegen van de afdichtende regelschuiven tijdens het schutten met de duwvaartsluizen. Mede op grond van de resultaten van dit onderzoek zullen de ontwerpgegevens voor de bewegingswerken van de afdichtende regelschuiven definitief worden bepaald.

In september 1976 heeft het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft desgevraagd een grondmechanisch advies uitgebracht betreffende de aanleg van de Philipsdam met het bijbehorende sluizencomplex, en de aanleg van het werkeiland en de werkhaven. Het ontwerp van deze kunstwerken en hulpwerken kon niet definitief worden zonder dat er inzicht bestond in de kwaliteit van de bodem ter plaatse van de geplande aanleg.

Onderzoek naar de stabiliteit van de taluds van de Philipsdam

Tijdens het grondonderzoek werd in het algemeen over de verkende diepte zand aangetroffen met niet meer dan matige draagkracht. De conusweerstanden beliepen maximaal 100 kg/cm².

Voor het verkrijgen van een indruk van de gevoeligheid voor zettingsvloeiing van het zand heeft men zich gebaseerd op vier dichtheidsmetingen, — dat zijn metingen ter bepaling van het percentage holle ruimte in het grondmonster — in en bij de bouwput. Uit de berekende relatieve dichtheden bleek dat het zand ter plaatse van de onderzochte punten een losse tot middelmatige pakking vertoonde. Met behulp van de bij de verschillende monsters gevonden relatieve kritieke dichtheden kon, in samenhang met de relatieve dichtheid, de mate van gevoeligheid voor zettingsvloeiing worden bepaald.

Hiertoe wordt de verhouding R_{Kr}/R_d in beschouwing genomen. Zijn de relatieve kritieke en de relatieve dichtheid even groot, dan is het zand ter plekke weinig tot niet gevoelig voor zettingsvloeiingen. Wanneer de relatieve kritieke dichtheid echter groter is, dan is er sprake van gevoeligheid voor zettingsvloeiing. In het omgekeerde geval is er niets aan de hand.

Tabel 1 geeft een overzicht van wat bij boringen gevonden werd. Voor situering van de boringen zie figuur 1.

Overal waar het gevonden verhoudingsgetal groter is dan 1, en dat is nogal op veel plaatsen en diepten, bestaat dus gevoeligheid voor zettingsvloeiing.

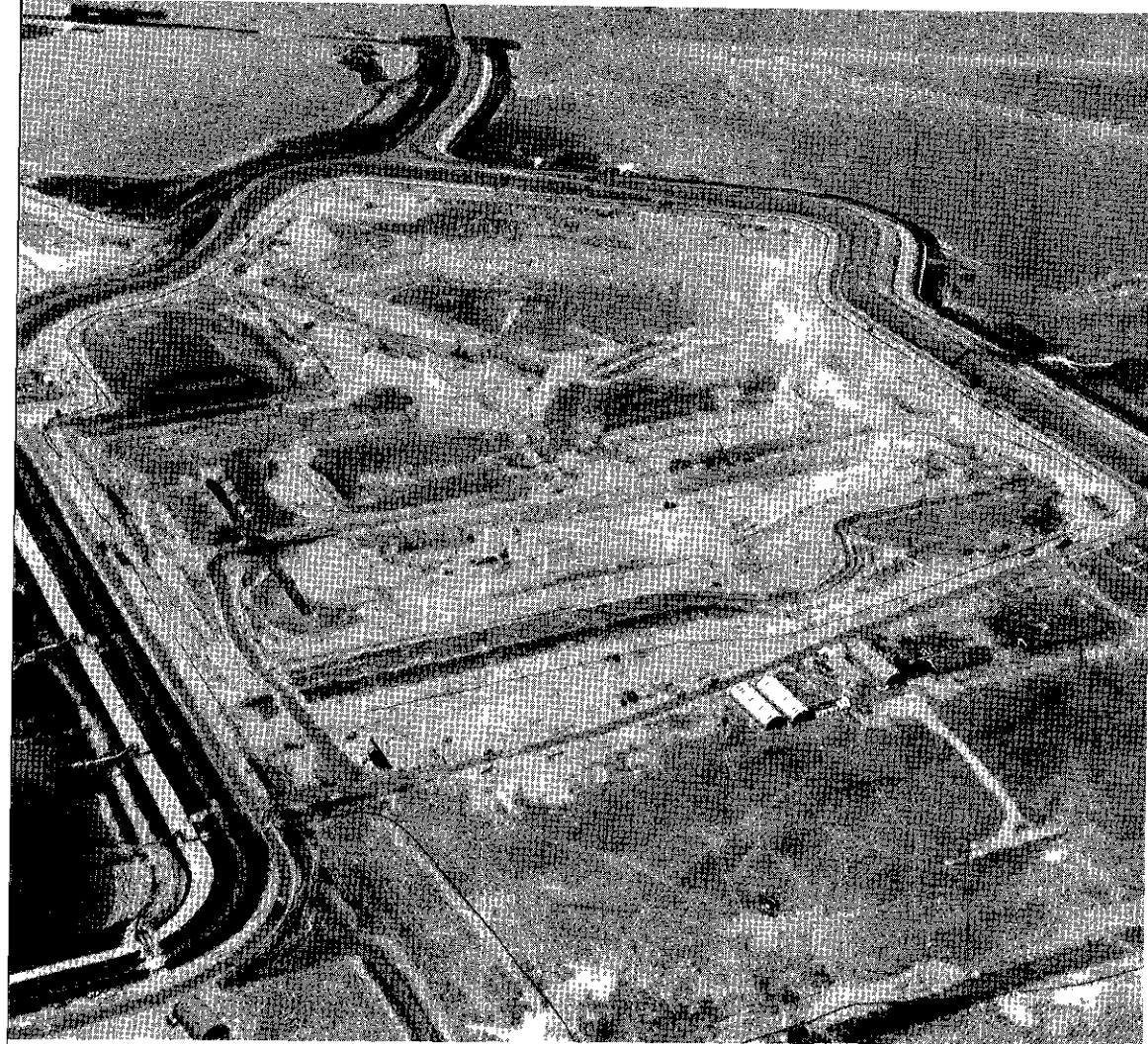
Grondmechanisch advies

De bodem van de bouwput voor het sluizencomplex lag, voor zover deze put 'in den natte' werd ontgraven op N.A.P. -12 m. Bij het grondmechanisch advies werd ervan uitgegaan dat

tijdens het ontgraven in de bouwput een vaste waterstand van N.A.P. gehandhaafd zou worden. Nu hebben we hier te maken met zand met een losse tot middelmatige pakking, en daardoor een meer of minder grote gevoeligheid voor zettingsvloeiing. Bij voorzichtige ontgraving werd een taludhelling van 1 : 4,5 haalbaar geacht. Er diende bij het ontwerp evenwel rekening mee gehouden te worden dat er bij het ontgraven flauwere taluds dan 1 : 4,5 zouden kunnen ontstaan door uit het talud stromend water, bij voorbeeld ten gevolge van de getijwerking. De bodemdiepte van de werkhaven en de voorhaven bedroeg N.A.P. -7 m. De taluds moes-

Tabel 1. Relatieve kritieke en relatieve dichtheden in het werkeiland Philipsdam

Boring	Monster	R_{Kr}/R_d
43 C 10 85	216	0,642
	217	0,619
	218	0,695
43 C 10 75	223	0,898
	224	1,571
	226	0,945
	228	1,866
43 D 6 35	233	0,897
	234	1,178
	235	0,667
	236	1,309
43 C 10 65	241	1,463
	242	1,444
	243	1,326
	245	1,417



ten hier worden aangelegd onder getijomstandigheden. Ook hier luidde het advies dat een taludhelling van 1 : 4,5 haalbaar zou zijn, alhoewel opgemerkt werd dat de kans op het ontstaan van flauwere taluds dan 1 : 4,5 groter moest worden geacht dan in de bouwput, in verband met de directe invloed van het getij. Op grond van het uitgebrachte advies werd de te maken taludhelling van de bouwput voor het sluisencomplex op 1 : 4,5 bepaald. De te handhaven waterstand in de put werd gesteld op N.A.P. +1 m, dit om uit het talud tredend water zoveel mogelijk te beperken of geheel te vermijden.

De taluds van de werkhaven en de voorhaven werden ontworpen met een helling van 1 : 4. De redenen waarom hier van het uitgebrachte advies werd afgeweken, waren onder meer dat door steilere taluds de oppervlakte van de ha-

vens werd vergroot, de vierkante meters oeververdediging konden worden beperkt en dat in voorkomend geval altijd nog kon worden overgegaan tot het aanleggen van flauwere taluds. Een nadeel was dat het risico van zettingsvloeiingen werd vergroot.

Verder werd bepaald dat ter plaatse van de verdedigde taluds in eerste instantie een strook grond ter breedte van 20–25 m niet ontgraven mocht worden voordat de aangrenzende op te hogen terreinen voldoende ontwaterd waren. Ook hier was de opzet het uittreden van water uit de taluds zoveel mogelijk te beperken.

De uitvoering

Het ruwe baggerwerk in de bouwput – $\pm 500\,000\text{ m}^3$ – werd uitgevoerd met de cutterzuiger 'Zuiderklip'. De afstand tot het definitieve

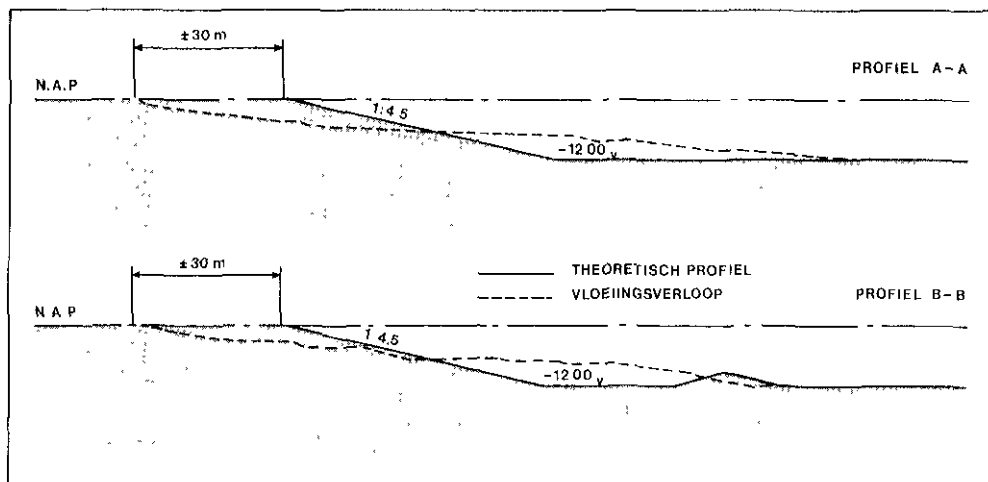
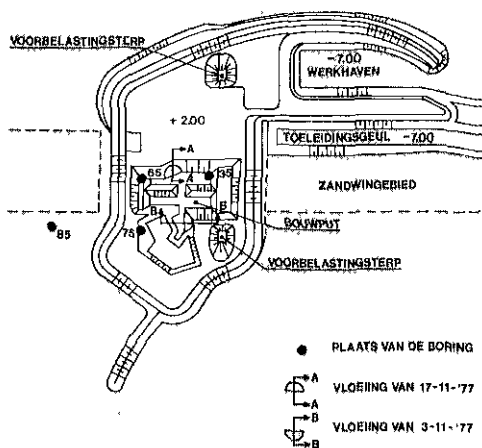


Foto: Stand van de werkzaamheden aan het werkeiland voor de Philipsdamsluizen, juni 1979

Fig. 1. Overzicht van het werkeiland met boringpunten en zettingsvloeiingen

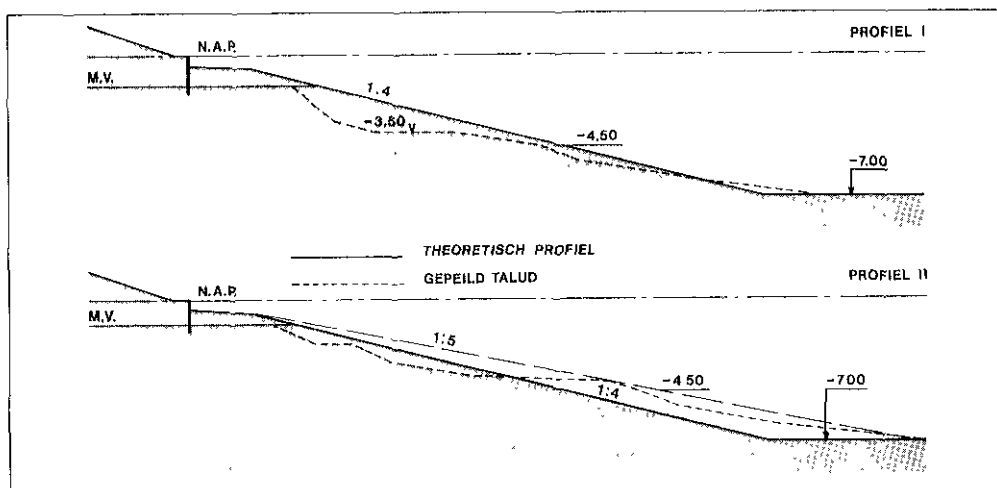
Fig. 2. Profiel na de zettingsvloeiingen A en B van fig. 1



profiel werd zo gekozen dat er niet binnen de hellingslijn van 1 : 8 vanaf de insteek van het definitieve profiel werd gewerkt. Dit baggerwerk is uitgevoerd in continuïdient. Na sluiting van de ringdijk om de put, op 9 augustus 1977, werd het verdere ontgraven van de put voortgezet met de inmiddels ingesloten cutterzuiger 'Noord-Brabant'. Toen werd uitsluitend bij daglicht aan het cutteren van de taluds gewerkt. Met behulp van drie pompen met een capaciteit van 4700 m³/uur werd de waterstand in de bouwput gehandhaafd op het vereiste peil van N.A.P. +1 m.

De toegestane tolerantie ten opzichte van de theoretische lijn was voor bodem en taluds bepaald op 25 cm. De taludhellingen van 1 : 4,5 waren binnen deze tolerantie goed te maken, en hielden zich goed in stand. Nadat de put praktisch geheel op diepte was gebracht deden zich

twee zettingsvloeiingen voor. De eerste trad op 3 november 1977 op, waarbij een hoeveelheid zand van 10 000 m³ werd verplaatst (fig. 2). Deze vloeiing vond plaats in de directe omgeving van de zuidelijke terp, die een hoogte heeft van N.A.P. +14 m. Op een afstand van 150 m van de plaats waar de vloeiing optrad, werd op dat moment zand opgespoten tot N.A.P. +5 m. Waarschijnlijk is de grondwaterstand ter plaatse rond de put door dit opspuiten en door uitzakend water uit de hoog aangelegde terp tot boven het peil van N.A.P. +1 m uitgestegen, en dat kan de oorzaak van deze vloeiing geweest zijn. Op 17 november werd aan de noordzijde van de put opnieuw een zettingsvloeiing geconstateerd, ditmaal met een zandverzet van 15 000 m³. Een verklaring hiervoor is niet direct te geven. Wel kan worden vermeld dat enkele dagen voordat de vloeiing optrad vrij hoge buitenwa-



terstanden waren voorgekomen, tot N.A.P. +4 m, gepaard gaande met storm en overvloedige regenval.

De taluds in de beide havens moesten worden gebaggerd onder getijomstandigheden met een waterstand variërend tussen N.A.P. -1,80 m en N.A.P. +1,90 m. Bovendien verliep het maai-veld daar onregelmatig van N.A.P. -1 m tot N.A.P. -2,50 m.

Medio augustus 1977 was het opgehoogde terrein rondom de werkhaven zover ontwaterd dat toestemming kon worden gegeven de 20 m brede strook langs de definitieve taluds te verwijderen.

Waar de oorspronkelijke bodem op ongeveer N.A.P. -2,50 m lag, werd het talud in één snede gebaggerd. Over een lengte van ± 200 m deden zich geen problemen voor, en kon een taludhelling van 1 : 4 redelijk worden benaderd. Door stijging van de oorspronkelijke bodemligging nam de taludlengte toe, en moest in meerdere sneden worden gewerkt. Het vereiste profiel kon toen niet meer worden gerealiseerd.

De gepeilde taluds vertoonden tussen N.A.P. -3 m en N.A.P. -4 m een horizontaal gedeelte, met erboven een vrij steil talud van 1 : 2,5 à 1 : 3,5 en eronder een flauwer talud. De gemiddelde taludhelling was ca. 1 : 4 (profiel I van figuur 3). Dit verloop komt overeen met op andere plaatsen geconstateerde hellingenverlopen van taluds in zettingsvloeiingsgevoelige gebieden: veelal een vrij steile insteek van het talud in combinatie met een flauw tot zeer flauw talud eronder. Na enig geëxperimenteer werd overgegaan tot cutteren in twee snedes onder een helling van 1 : 5. Ook deze helling was onderhevig aan zettingsvloeiing.

Het na verloop van enige tijd ontstane talud is weergegeven in profiel II van fig. 3. Boven het

Fig. 3. Taluds in de havens, aanvankelijk (profiel I) en tenslotte (profiel II)

niveau van N.A.P. -4 m werd het talud voor zover nodig aangevuld met zand en mijnsteen en onmiddellijk van een verdediging voorzien.

Conclusies

Bij de bouwput bleek de taludhelling van 1 : 4,5, zoals geadviseerd door het Laboratorium voor Grondmechanica, goed te realiseren, terwijl bij de haven zelfs een talud van 1 : 5 niet haalbaar bleek. Hieruit blijkt duidelijk dat er een verschil is tussen het maken van taluds in een getijgebied en in een gebied met een vast, boven de grondwaterstand gelegen waterpeil. Bij eerder uitgevoerde baggerwerken, zoals de ontgraving van de bouwput Noordland in de mond van de Oosterschelde, was dit eveneens geconstateerd.

Vermoedelijk zou een taludhelling van 1 : 6 bij dit licht gepakt zand en bij een vergelijkbare wijze van uitvoering redelijk te maken zijn geweest. Daar staat tegenover, dat de aan te brengen taludverdediging tot N.A.P. -4 m bij een helling van 1 : 6 8 m langer zou zijn geworden dan bij een helling van 1 : 4. De hieruit voortvloeiende kosten zouden belangrijk hoger zijn geweest dan de gemaakte kosten bij de hierboven beschreven werkwijze.

De kop van Goeree is sedert het einde van de 19e eeuw onderhevig aan toenemende erosie. De achteruitgang is sinds 1950 van 5 m per jaar toegenomen tot maximaal 20 m per jaar in de periode 1965–1968. Met het oog daarop zijn sinds eind 1968 al vier zandsuppleties verricht, teneinde de aantasting van de kustlijn te plaatsen een halt toe te roepen. In totaal is daarbij ongeveer 5,5 mln. m³ zand aangevoerd. Eerdere artikelen hierover zijn verschenen in de Berichten 65 (augustus 1973) en 67 (februari 1974)

Evaluatie van de vierde kustsuppletie op het eiland Goeree

De vierde suppletie werd uitgevoerd in 1977 in combinatie met het baggeren van de toeleidingsgeulen naar de doorlaatsluis in Brouwersdam (zie Bericht 79, februari 1977). Na de vierde suppletie is een evaluatie opgesteld, waarin ook de ervaringen die met voorgaande suppleties waren opgedaan en de resultaten van studies naar het sedimenttransport bij de kop van Goeree verwerkt zijn. In dit artikel worden de resultaten van die evaluatie beknopt weergegeven. We bespreken eerst kort de fysische oorzaken van de kustveranderingen aan de kop van Goeree, onder verwijzing naar fig. 1.

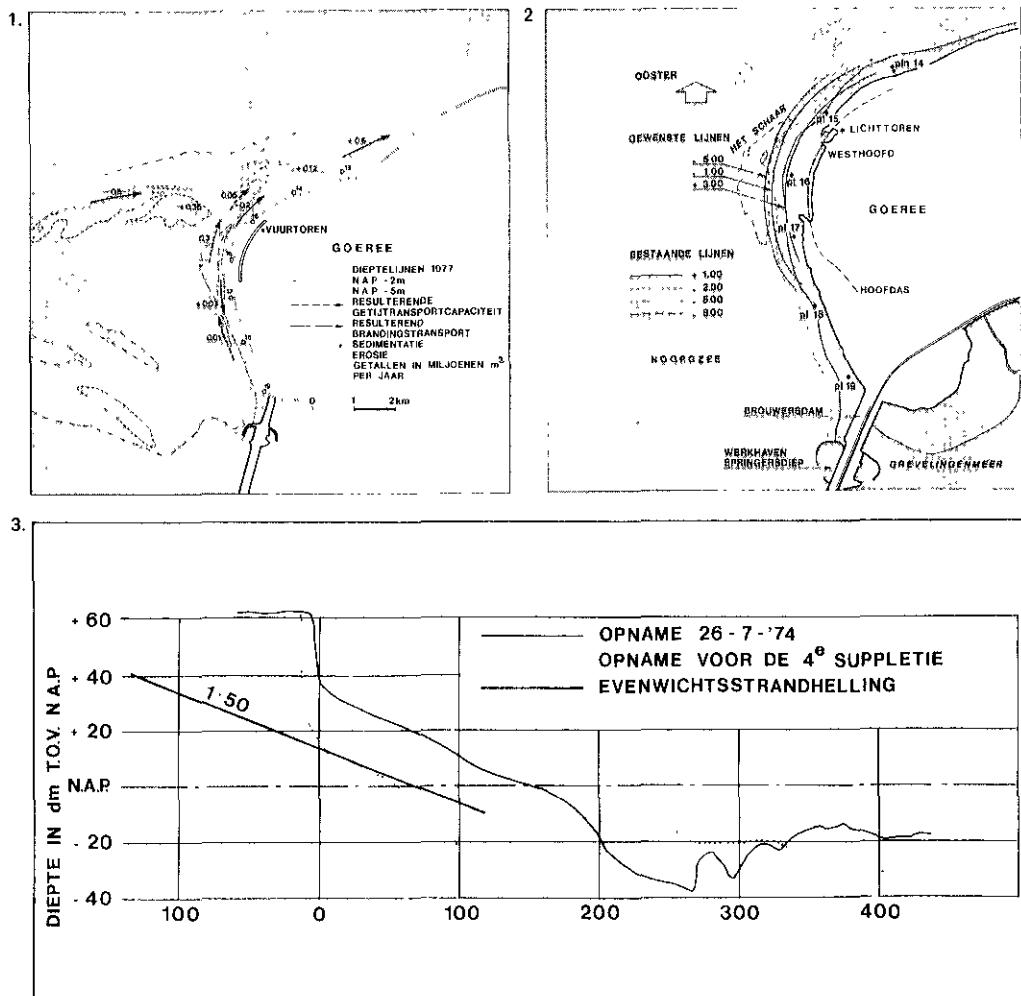
Onder invloed van de branding wordt van de zeezijde van de zandbank de Ooster jaarlijks 0,5 mln. m³ zand in de richting van de kust getransporteerd. Een gedeelte daarvan, 0,35 mln. m³, zet zich weer af direct ten oosten van de zandbank en ten westen van de stroomgeul die voor de kop van Goeree loopt. Het resterende gedeelte wordt door het getij noordwaarts getransporteerd; dit getij heeft ter hoogte van strandpaal 16 een transportvermogen van 0,3 mln. m³ per jaar. Tussen de strandpalen 14 en 16 resulteert de inwerking van de golven in een erosie van 0,2 mln. m³ per jaar. Tussen de palen 13 en 14 wordt jaarlijks weer ruim 0,1 mln. m³ afgezet. Ten noordoosten daarvan sedimenteert nog eens 0,6 mln. m³ per jaar.

In de richting van de Brouwersdam vindt langs de vooroever van het Goereese strand een brandingstransport plaats van 0,03 mln. m³ per jaar. Het aandeel van het getijtransport in noordwaartse richting langs het strand is volgens de berekeningen gering: aan de noordwestkust van Goeree jaarlijks 0,05 mln. m³ en aan de zuidwestkust 0,01 mln. m³.

Recente ontwikkelingen

Zoals verwacht was ging de kust van Goeree na de uitvoering van de derde suppletie in maart 1974 weer achteruit (fig. 3). Het herstel van het evenwicht tussen de fysische processen die langs de kust plaatsvinden en de nieuwe topografie waren er de oorzaak van dat direct na de ingreep grotere veranderingen optraden dan ervoor. Bovendien deden zich in het begin van de beschouwde periode een vrij groot aantal stormen voor, die deze ontwikkelingen nog versterkten.

In het kustvak tussen de hoofdstrandpalen 14 en 16 zijn in de beschouwde periode flinke hoeveelheden zand boven en onder N.A.P. afgevoerd. Boven het vlak van N.A.P. kan transport in zeewaartse richting plaatsvinden door golfslag bij hoge waterstanden. Op het droge deel van het strand kan voorts de wind transport van zand veroorzaken. Het hier geerodeerde materiaal wordt niet teruggevonden beneden N.A.P. In dit kustvak treedt een relatief groot zandtransport op ten gevolge van golfwerking. Volgens de berekeningen zal het sediment zich langs de kust in noordoostelijke richting verplaatst hebben en zich vervolgens hebben afgezet. Noordwestelijk van strandpaal 15 bevindt zich tussen N.A.P. –1 m en N.A.P. –2 m een bank die een verbinding onderhoudt met het noordelijker gelegen strand. Deze uitloper van de vooroever heeft zich langzamerhand landwaarts verplaatst en enigszins naar het zuidwesten uitgebreid. Aangenomen wordt dat deze ontwikkelingen veroorzaakt zijn door golven die op de uitloper breken en er materiaal overheen transporteren. Het materiaal dat onttrokken is aan de vooroever en het strand van het meer landwaarts gelegen kustgedeelte en dat vervolgens verder



naar het noorden is afgezet, draagt waarschijnlijk weer bij aan de ontwikkeling van de uitloper. Inhoudsberekeningen geven aan dat ondanks de aanvoer van zand in dit kustvak erosie optreedt. Aan de zuidwestkust van Goeree, tussen de strandpalen 15.50 en 18.50, is overwegend door golven veroorzaakt transport opgetreden ten koste van strand en vooroever. Tussen N.A.P. en de duinvoetlijn is de achteruitgang geringer dan daarbeneden. Dit is een gevolg van het feit dat over de zandbank de Ooster minder hoge golven tot het strand kunnen doordringen dan op andere plaatsen. Daardoor treedt in het kustvak een betrekkelijk geringe erosie op. De getijstroom daarentegen veroorzaken een relatief sterke uitschuring van het diepere gedeelte. Het geërodeerde materiaal wordt naar de dam toe gevoerd en bezinkt in het gebied voor de dam. In het kustvak tussen de palen 16 en 17 bevindt

Fig. 1 Zandbeweging voor de kop van het eiland Goeree, ten gevolge van branding en getij

Fig. 2 Aantasting van de kustlijn en geplande suppletie, 1977

Fig. 3. Profiel na de derde en voor de vierde kustsuppletie

zich een geul die zich in de loop der tijd aan de landzijde heeft verbreed. Dit had een tweeledige oorzaak. Enerzijds heeft onder invloed van de golfbeweging langstransport plaatsgevonden, leidende tot veranderingen boven N.A.P. -5 m. Anderzijds heeft de getijstroom een verdieping veroorzaakt, waardoor het evenwicht van het onderwatertalud verstoord kan zijn. Daardoor kon materiaal van de geulwand in de diepere gedeelten terecht komen en vervolgens door de getijstroom worden afgevoerd. De hierboven geschetste ontwikkelingen leidden ertoe dat de laagwaterlijn in de jaren 1974-1977 ongeveer 100 m landwaarts werd verplaatst, waardoor plaatselijk het minimum-profiel weer werd aangetast (fig. 2).

De vierde suppletie

Teneinde de te verwachten erosie tot omstreeks 1981 te kunnen opvangen, werd in 1977 een vierde suppletie uitgevoerd. Daarvoor werd het zand gebruikt dat vrijkwam bij het verwijderen van de ringdijken en het baggeren van toeleidingsgeulen naar de doorlaatsluis in de Brouwersdam, in totaal 1,3 mln m³.

De zandwinning en het transport vonden plaats met behulp van een cutterzuiger, een profielzuiger die ook als tussenstation fungeerde en een tussenstation. Het gewonnen zand werd door een persleiding over een afstand van maximaal 8 km naar de plaats van bestemming gevoerd. Bij de werkzaamheden aan de zeezijde van de Brouwersdam was men erg afhankelijk van de windsterkte en windrichting. Bij westenwind kon men werken tot windkracht 8, maar bij noordwestenwind slechts tot windkracht 7. Dit werd veroorzaakt door het feit dat een 4 km uit de kust gelegen zandbank de deining bij westenwind beperkte.

Het voor de vierde suppletie gebruikte zand had een mediane korreldiameter tussen 150 en 250 µm. Dat had tot gevolg dat er op het stort een verschil in strandhellingen ontstond, variërend van 1:40 bij een mediane diameter van 250 µm tot 1:60 à 1:70 bij een mediane diameter van 150 µm. De variabele korrelsamenstelling veroorzaakte op die gedeelten waar de stroom niet direct onder de kant stond, een strandhelling van 1:60, als gevolg van de fijne korrelsamenstelling. De laagwaterlijn kwam daardoor verder te liggen dan was verwacht.

Toen in het gebied van de strandpalen 15.01 en 15.25 op een zeker ogenblik een strandhelling van 1:60 ontstond, werd de persmond hoger gelegd en werden kaden op het stort aangebracht teneinde de vereiste strandhelling van 1:40 te halen. Deze proef moest echter na enkele uren weer worden afgebroken omdat de kor-

relsamenstelling veranderde: de mediane diameter nam toe tot 230 µm, waardoor vanzelf een steilere helling ontstond. Behalve de samenstelling van het winzand waren ook andere factoren van invloed op de voortgang van de suppletie. Daartoe behoorden onder meer de netto zuigerproductie, de zandconcentratie in de transportleidingen, de hoeveelheid aan te brengen zand per strekkende meter strandbreedte en de golf- en getijomstandigheden. De zandverliezen tijdens de suppletie bedroegen ca. 13 % van de hoeveelheid gewonnen zand. Dat was iets minder dan tijdens de derde suppletie in 1973/1974, toen de zandverliezen bijna 20 % beliepen. Daarbij moet in aanmerking worden genomen dat de uitvoeringsomstandigheden bij de derde suppletie betrekkelijk ongunstig waren. De uitvoering vond toen in de winter plaats, waarbij door het grote aantal stormen relatief sterke erosie van het strand kon optreden. De gemiddelde weekproductie was toen echter 1,5 maal zo groot als tijdens de vierde suppletie. Waarschijnlijk hebben ook andere factoren, zoals de zandconcentraties en de methode van uitvoering - veel continu-werk -, een gunstige invloed op de zandverliezen gehad. Na de laatste suppletie heeft de aanzanding aan de oostzijde van de zandbank de Ooster zich voortgezet. Ten oosten van dit aanzandingsgebied is een verdieping ontstaan, die kan worden verklaard uit het feit dat het doorstroomprofiel van het Schaar is verkleind door de aanzanding van de Ooster enerzijds en door de zeewaartse uitbreiding van het strand anderzijds.

Ter hoogte van strandpaal 13.75 zijn grote hoeveelheden zand afgezet. Deze afzettingen staan in verband met de eerder genoemde ontwikkelingen van de uitlopers van de vooroever. Door een samenspel van golf- en getijbeweging en door de aanvoer van zand vanuit een zuidelijker gelegen kustvak, ontstaat aan de vooroever van het strand tussen de strandpalen 13.25 en 13.75 nu een zandopeenhoping. De golven die op deze uitloper van het strand breken, transporteren het zand erover heen en verder in zuidwestelijke richting. Als gevolg daarvan beweegt de uitloper zich naar het strand toe, hij wordt in de loop van de tijd smaller en breidt zich uit in de richting van strandpaal 15. Intussen wordt tussen de strandpalen 13.25 en 13.75 een nieuwe uitloper opgebouwd.

Door de hierboven geschetste ontwikkelingen heeft het gebied met de grootste afslag zich sedert de suppletie van 1973/1974 in noordelijke richting verplaatst. Een verdere ontwikkeling van de uitloper in zuidwestelijke richting zal het gebied met de grootste afslag mogelijk weer wat naar het zuiden doen verschuiven.

Tussen de palen 14 en 16 is in het algemeen

4.

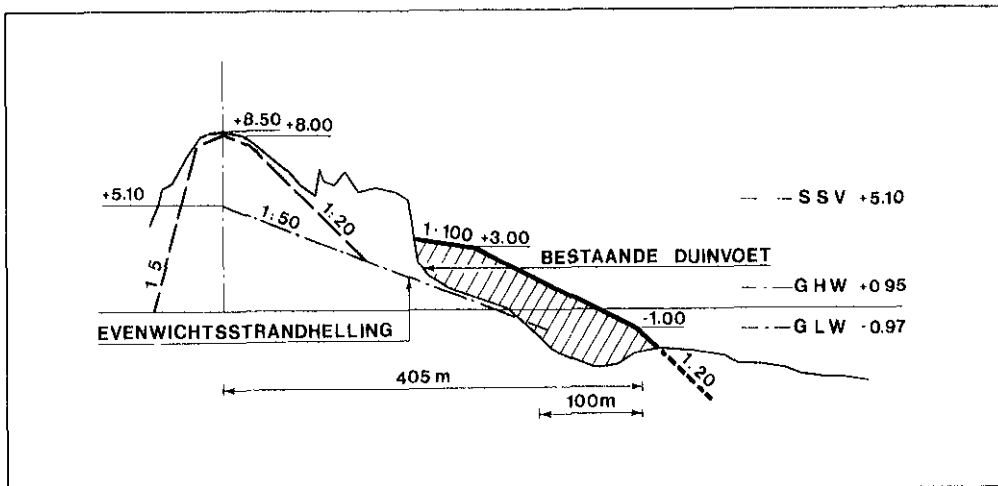


Fig. 4. Profiel van de vierde kustsuppletie (gearceerd) in 1977

5.

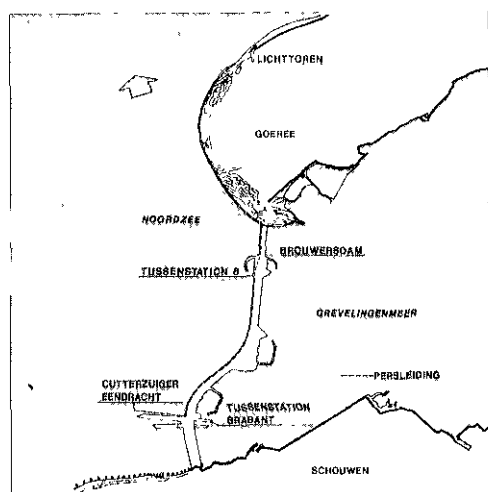


Fig. 5. Zandtransport ten behoeve van de vierde kustsuppletie

minder afslag opgetreden dan na de derde suppletie. Waarschijnlijk hebben de grote hoeveelheden zand die de laatste jaren op het strand zijn gestort de ontwikkelingen sterk beïnvloed. Mede door de verplaatsing in oostelijke richting van de Ooster is de totale hoeveelheid zand op de diepere gedeelten van het onderhavige kustvak waarschijnlijk toegenomen, en is daardoor de invloed van de golven vermindert. De afslag aan de zuidwestkust van Goeree is in orde van grootte gelijk aan die na de derde suppletie in 1973/1974. Beneden de laagwaterlijn is echter op het onderwatertalud verder zeewaarts aanzanding opgetreden, terwijl dat gebied na de voorlaatste suppletie verder erodeerde. Het is aannemelijk dat ook hier door de suppleties zoveel zand in het transportsysteem is aangebracht, dat zich materiaal in het mondingsgebied heeft kunnen afzetten.

De kop van Goeree in maart 1977, vóór de suppletie, en in augustus 1977, onmiddellijk erna



Al in Bericht 80 (mei 1977), is sprake van een onderzoek dat de afdeling Milieu-Onderzoek van de Deltadienst samen met het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening uitvoert naar de mogelijkheden om de eutrofiëring van zoet oppervlaktewater te voorkomen of te bestrijden. In dit artikel staat beschreven wat eutrofiëring is, namelijk overmatige verrijking met plantenvoedingsstoffen, en ook wat de gevolgen ervan zijn.

Onderzoek naar de bestrijding van eutrofiëring

Kort samengevat leidt eutrofiëring in oppervlaktewater tot de massale ontwikkeling van microscopisch kleine algen. Deze algenbloei heeft tot gevolg dat allerlei andere organismen verdwijnen: waterplanten door gebrek aan licht, allerlei waterdieren, waaronder insecten en vissen, vervolgens door gebrek aan waterplanten. Verder kan algenbloei milieuhygiënische bezwaren opleveren voor baders en voor de drinkwatervoorziening.

De eutrofiëring van het oppervlaktewater is in Nederland een groot probleem. Niet alleen levert de bevolking via lozingen van al of niet gezuiverd afvalwater veel voedingsstoffen, maar vooral de Rijn heeft een groot aandeel in de belasting van Nederland met voedingsstoffen of nutriënten, waaronder fosfaat een van de belangrijkste wordt geacht. De Deltadienst houdt zich met dit onderzoek bezig omdat het Delta-plan voorziet in tenminste één groot zoetwatermeer: het Zoommeer; over de vraag of het Grevelingenmeer zout blijft of zoet zal worden moet de beslissing nog worden afgewacht. Het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening vindt dit onderzoek van belang uit zorg voor de watervoorziening, die in de toekomst in toenemende mate een beroep doet op oppervlaktewater; de resultaten van het onderzoek zijn dan ook vooral van belang voor het beheer van spaarbekkens, voorzuiveringen en infiltratiewerken. De hoofddoelstelling van het gehele onderzoeksproject is het vinden van de meest geschikte methode van voorbehandeling van rivierwater met een te hoog fosfaatgehalte dat in ondiepe spaarbekkens of meren terechtkomt voor een verblijf van enkele maanden. Deze hoofddoelstelling is verder uitgewerkt in een aantal afgeleide doelstellingen. De belangrijkste afgeleide doelstelling is het vaststellen van het

effect van defosfatering op de algenontwikkeling. Een andere steeds belangrijker wordende doelstelling is het verwerven van inzicht in de werking van het eco-systeem. Dit is nodig om de gevonden verschijnselen goed te kunnen interpreteren en om de resultaten te kunnen gebruiken voor andere wateren, waar de proef niet op betrokken was.

Het eutrofiëringsonderzoek vindt plaats te Dordrecht, in het spaarbekken de 'Grote Rug'. Eind 1974 zijn in dit spaarbekken 3 reservoirs of 'ringen' van butylrubberdoek aangelegd, elk met een diameter van 45 meter. De reservoirs hebben een natuurlijke bodem en worden doorgespoeld met water uit het Wantij, een zijarm van de Merwede. Om fosfaat te verwijderen wordt in twee van de drie ringen een fosfaatbindend middel toegevoegd aan het inlaatwater. Dit bestaat in het eerste reservoir uit tweewaardig ijzersulfaat en in het tweede reservoir uit A.V.R., een mengsel van aluminium- en ijzersulfaat. Het grote drinkwaterspaarbekken zelf, de 'Grote Rug', ontvangt een behandeling met tweewaardig ijzersulfaat. Tenslotte is er ook een controle-reservoir dat wordt doorgespoeld met onbehandeld rivierwater. Het doel van deze verschillende behandelingen is, te onderzoeken wat het effect is van het verwijderen van fosfaat uit het water op de ontwikkeling van fytoplankton. Om het grote spaarbekken met de drie reservoirs te kunnen vergelijken is er een in- en uitlaatsysteem ontworpen, dat een koppeling tot stand brengt tussen het waterbeheer in het spaarbekken zelf en de drie experimentele reservoirs. Zodra er water in het spaarbekken wordt ingelaten, gebeurt dit ook en verhoudingsgewijs in dezelfde mate in de experimentele reservoirs. Er is een automatisch waterbeemonsteringssysteem dat proportioneel aan het

debit watermonsters van de inlaat neemt. Ook worden er monsters genomen uit de reservoirs zelf. Deze voorzieningen maken het mogelijk continu de water- en stofbalansen van de experimentele reservoirs te bepalen. Nauwkeurig kan berekend worden hoeveel er van een bepaalde stof in het bekken binnenkomt en er weer uitgaat, hoeveel er uit de bodem van het reservoir komt of erin achterblijft en hoeveel er in het water aanwezig blijft.

Wat zijn nu de resultaten van dit onderzoek? In Bericht 80 werd al een aantal resultaten uit 1975 gepresenteerd. Sinds die tijd is een grote hoeveelheid aanvullende informatie verzameld en verwerkt. Op deze plaats kan slechts worden ingegaan op een beperkt aantal verschijnselen. Wij zullen ons moeten bepalen tot die variabelen die van direct belang zijn voor de algenproblematiek. Dit zijn ten eerste de concentratie van fosfaat in al z'n mogelijke vormen; opgelost, opgeslagen in levende organismen, of in dode organische stof. We noemen dit totaal-fosfaat of totaal-P. Dan gaat het om de concentratie van opgelost anorganisch fosfaat, verder aangeduid als orthofosfaat of ortho-P. De concentratie van chlorofyl a, het belangrijkste algenpigment, tenslotte, hanteren we als een redelijk betrouwbare maat voor de algenconcentratie.

Het ligt in de verwachting dat defosfatering tot lage fosfaatgehalten in het water zal leiden. De veronderstelling is nu, dat deze lage fosfaatgehalten op hun beurt tot gevolg hebben dat de *algenontwikkeling gering blijft*.

Inderdaad blijkt uit vergelijking van de fosfaatgehalten in het behandelde en in het onbehandelde reservoir dat beide fosfaatiniveaus door defosfatering worden verlaagd (fig. 1). Het orthofosfaatgehalte wordt door de behandeling meer verlaagd dan dat van het totaal-fosfaat. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat defosfateringsmiddelen zich verbinden met het orthofosfaat en daarbij een vlok vormen. Hoewel deze vlokken ook zwevende fosfaatpartikels kunnen insluiten, overheerst toch de binding of adsorptie van opgelost fosfaat.

Er bestaan ook verschillen tussen de defosfateringsmiddelen A.V.R. en tweewaardig ijzersulfaat. A.V.R. blijkt het orthofosfaat beter te kunnen binden dan ijzersulfaat. Vergelijk bij voorbeeld de orthofosfaatgehalten in ring 1 en de 'Grote Rug' enerzijds en ring 2 anderzijds in fig. 1 (1977).

Het effect van het fosfaatgehalte op het chlorofylgehalte, dus de hoeveelheid algen, bleek in dit onderzoek moeilijk eenduidig te bepalen. De verwachting was dat het onbehandelde water de hoogste chlorofylconcentraties zou vertonen. De situatie bleek echter veel ingewikkelder. Alleen in 1976 was de algenbloei in ring

3 duidelijk groter dan die in de andere ringen en het spaarbekken zelf. In dat jaar is er vanaf begin juli tot eind oktober massale bloei opgetreden van *Microcystis*, een blauwalgensoort. Synchron met de massale blauwalgenontwikkeling trad er in juli ook een sterke stijging op van het totale fosfaatgehalte. Nadere analyse van de fosfaatbalans heeft geleerd, dat er in die periode in ring 3 fosfor is vrijgekomen uit de bodem. Een fosfaatbalans is een vergelijking van de fosfaat-massa aan het begin en aan het einde van een periode, op grond waarvan kan worden geconcludeerd tot fosfaattoe- en afvoer. Daaruit blijkt dan of er fosfaat uit de bodem komt dan wel erin verdwijnt.

In fig. 2 is te zien dat er in juli, september, oktober en december in ring 3 fosfaat is vrijgekomen in particuliere vorm. De figuur suggereert dat blauwalgen die in de bodem aanwezig waren, daaruit fosfaat hebben meegenomen. Toen een deel van de bloei afstierf en mineraliseerde, kwam dit fosfaat vrij als orthofosfaat. Uit bodemonderzoek in 1976 bleek dat er inderdaad blauwalgen in de bodem aanwezig waren. De hypothese dat blauwalgen uit de bodem komen, is daarmee echter nog niet bewezen; andere verklaringen blijven mogelijk. Wel is aangetoond dat *fosfaatmobilisatie uit de bodem* een reële mogelijkheid is.

De verwachting was dat de gedefosfateerde systemen geen algenbloei van betekenis zouden vertonen. Dit is inderdaad het geval geweest in ring 1 in alle drie de beschouwde jaren. Ring 2 gedroeg zich echter in 1976 en vooral in 1977 heel anders. In 1977 bij voorbeeld traden daar zeer hoge chlorofylconcentraties op, die afkomstig waren van de blauwalg *Aphanizomenon*. Deze bloei was slechts mogelijk doordat de blauwalgen fosfaat opnamen dat aan de vlokken van de A.V.R.-moleculen gebonden was. De totaal-fosfaatgehalten stegen daardoor langzaam tot een matig hoog niveau terwijl het gehalte aan opgelost fosfaat zeer laag bleef. Het is paradoxaal dat deze blauwalgen ondanks hun grote massa vooral aan het eind van de voorjaarsbloei fosfaatgebrek vertoonden. Uit de literatuur en uit eigen waarnemingen bleek dat er in deze algen uiterst weinig fosfaat zat ingebouwd in verhouding tot het koolstofgehalte en het chlorofylgehalte.

De met ijzersulfaat behandelde ring 1 heeft in de drie onderzochte jaren steeds een geringe tot matige algenontwikkeling te zien gegeven. De oorzaken hiervan zijn slechts ten dele bekend. Mogelijk kunnen algen fosfaat minder makkelijk uit ijzeroppervlakken losmaken dan uit A.V.R.-vlokken of bezinken deze vlokken beter. Ook heeft vraat door algenetende dieren waarschijnlijk een rol gespeeld in ring 1.

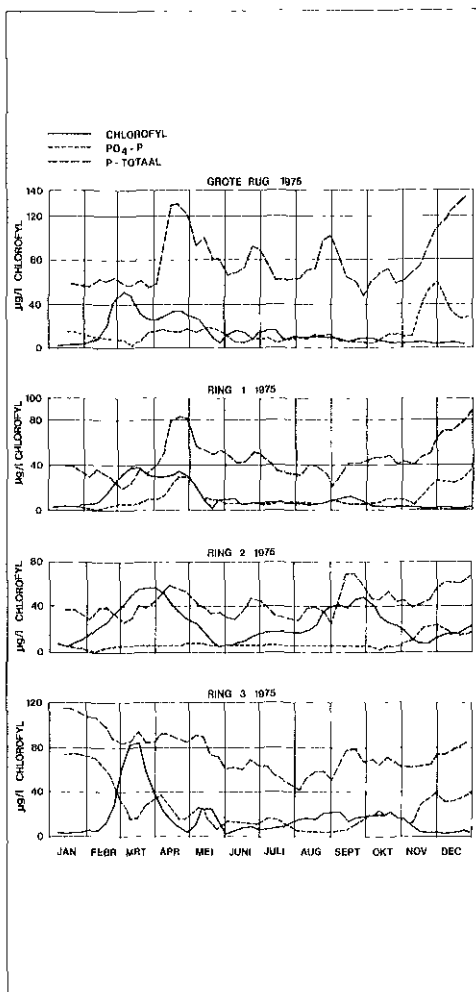


Fig. 1. Verloop van de chlorofyl- en fosforwaarden in de verschillende bassins gedurende, van links naar rechts, de jaren 1975, 1976 en 1977

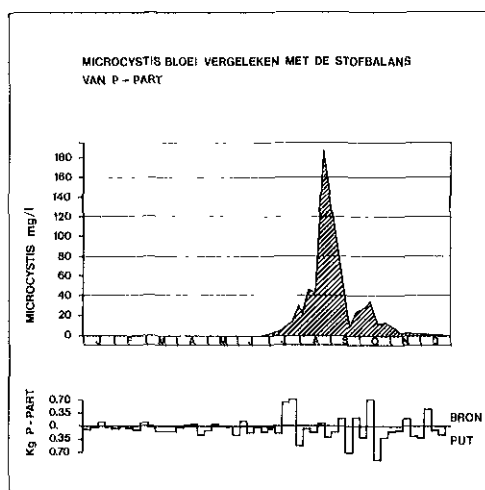
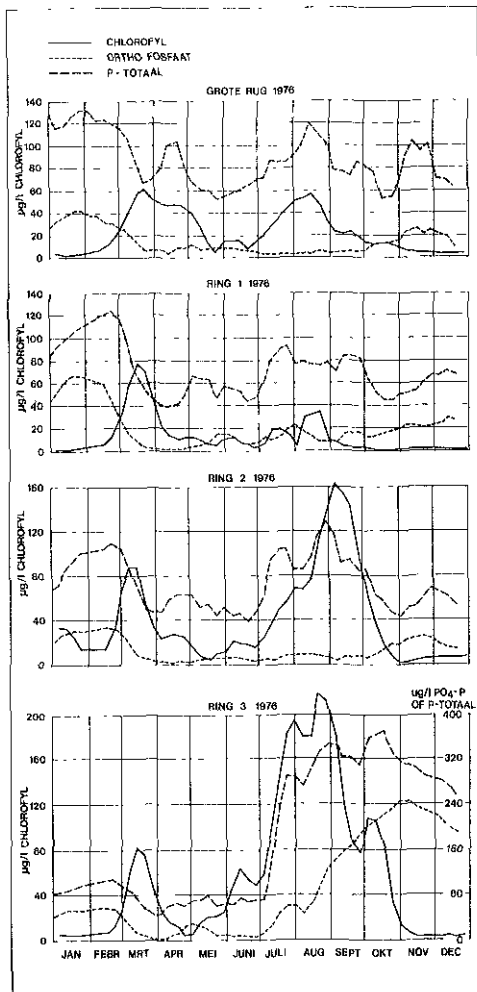
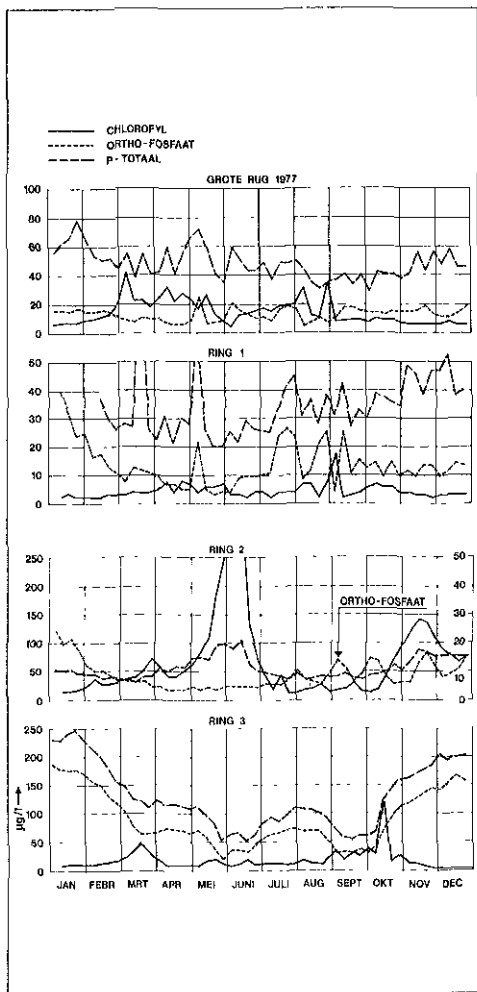


Fig. 2. Algenbloei in vergelijking met de stofbalans van particuliere fosfor



Reeds in het jaar 1975 viel het op dat de chlorofylconcentraties in alle bekkens relatief laag waren wanneer de zoöplanktondichtheden relatief hoog waren en omgekeerd. Ook in 1976 is dit verschijnsel opgetreden, behalve dan dat de concentraties van zoöplankton in ring 2 en ring 3 tijdens de blauwwierenbloei vrij hoog bleven. In 1977 echter waren de algendichtheden in ring 1 extreem laag en in ring 3 laag. De oorzaak is ten dele terug te voeren op de sterke ontwikkeling van driehoeksmosselen. Deze schelpdieren hebben zich waarschijnlijk in 1974 in ring 1 gevestigd en in 1975 in ring 3. Aanvankelijk konden deze twee nog zeer jonge populaties geen merkbare invloed uitoefenen op de algen, maar in de herfst van 1976 is er mogelijk in ring 1 al invloed geweest van driehoeksmosselen. Helaas werden de algeneters te laat ontdekt; een kwantitatief onderzoek werd pas in september

1977 uitgevoerd. Daardoor is het moeilijk gebleven sluitend te bewijzen dat de driehoeksmosselen de algen in ring 1 extreem onderdrukt hebben. In ring 3 is het gehalte aan algen aantoonbaar laag gehouden door de vraat van zoöplankton en driehoeksmosselen. De invloed van zoöplankton is hier belangrijker geweest dan die van driehoeksmosselen.

Concluderend kunnen we stellen dat het hier beschreven onderzoekproject toch wel vele dingen heeft geleerd. De toevoeging van fosfaatbindende stoffen aan het inlaatwater van bekken verlaagt zowel het totaal-fosfaatgehalte als de concentratie van het opgeloste fosfaat. Fosfaatverwijdering geeft echter geen garantie dat een sterke algenontwikkeling zal uitblijven. Blauwalgen blijken in hun ontwikkeling gestimuleerd te kunnen worden door mobilisatie van bodemfosfaten. De mechanismen van dit proces zijn onduidelijk.

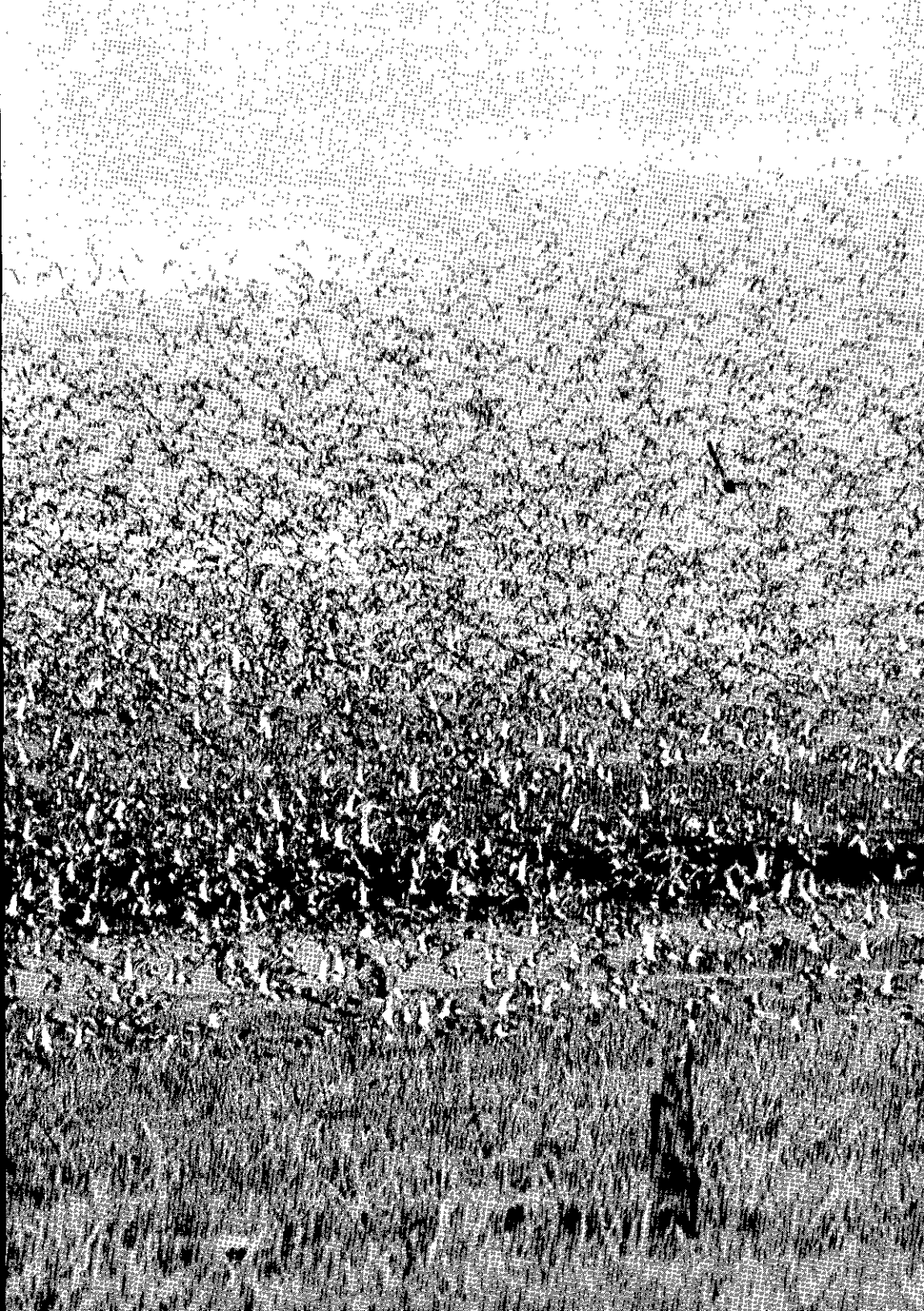
Blauwalgen zijn daarnaast kennelijk ook in staat het aan A.V.R.-vlokken gebonden fosfaat op te nemen om daarmee een bloei op te bouwen. Om deze laatste ontwikkeling tegen te gaan is het nodig de vlokken uit het inlaatwater te verwijderen in plaats van ze te laten bezinken in het reservoir. In 1978 is dan ook een voorbezinkingsinstallatie in werking gesteld, die de fosfaatvlokken uit het inlaatwater van ring 2 verwijderd. In ring 1 is tot nu toe niet geconstateerd dat algen fosfaat opnemen uit ijzervlokken. De vraat van zoöplankton en andere algeneters kan zo groot zijn dat de algenbloei in zijn ontwikkeling wordt geremd. Om het effect van de defosfatering zo duidelijk mogelijk te laten uitkomen zouden deze dieren zoveel mogelijk moeten worden verwijderd uit het experiment. Een van de mogelijkheden daartoe zou zijn het uitzetten van zoöplanktonetende vissen. Het defosfateringsproject 'Grote Rug' kan ook belangrijk bijdragen tot de deskundige modellering van eutrofie-vraagstukken. Daardoor wordt dan de mogelijkheid geopend dat algemene verbanden tussen verschijnselen worden geformuleerd en dit vergemakkelijkt de toepassing van experimentele gegevens op de omstandigheden in andere wateren. In de nabije toekomst zal het onderzoek zich onder meer hierop richten.

Watervogeltellingen in het Deltagebied

De afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet – in 1970 – en het Brouwershavense Gat – in 1971 – hebben plotselinge, grootschalige wijzigingen in de biotopen van de vogels tot gevolg gehad. Voor een aantal vogelsoorten verdwenen biotopen of ze namen sterk af. Voor andere soorten vogels zijn daarentegen nieuwe biotopen ontstaan. *Indien de biotoop voor een soort verdwijnt of afneemt, neemt het aantal vogels van de soort ter plaatse ook direct af.* Ontstaan er echter nieuwe mogelijkheden, dan duurt het over het algemeen wat langer voor de vogelbevolking is aangepast aan de nieuwe omstandigheden. De nieuwe mogelijkheden moeten zich ontwikkelen en dan moeten de vogels ze ook nog ontdekken. Nu de grote afsluitingen alweer geruime tijd achter ons liggen en over een langere periode resultaten beschikbaar zijn van het vogelonderzoek, krijgen we een steeds scherper beeld van de gevolgen van de grote afsluitingen en trouwens ook van de betekenis van het gehele Deltagebied als biotoop voor vogels. Sinds 1972 zijn de ontwikkelingen in de vogelstand van het Deltagebied zo goed mogelijk gevolgd. *In een eerder Bericht, nummer 67 (februari 1974)* is reeds gerapporteerd over de resultaten van drie simultaantellingen van watervogels, gehouden in de jaren 1972/1973. Hierna zijn nog vijf maal simultaantellingen georganiseerd, en wel in september 1973, januari 1975, september 1975, november 1975 en januari 1976.

Bij simultaantellingen wordt het gehele Deltagebied in één keer geteld. Dit is slechts mogelijk door samenwerking tussen alle in het Deltagebied werkzame diensten en vele particuliere vogelwaarnemers. De simultaantellingen zijn de enige beschikbare vogeltellingen die een volledig beeld geven van de aanwezige populaties.





De interpretatie van de verschillende uitkomsten van de tellingen onderling en het vergelijken van de tellingen na de afsluitingen met die van vóór de afsluitingen is bijzonder moeilijk. De veranderingen binnen het Deltagebied zijn namelijk lang niet de enige bepalende factor. *Daarbuiten is nog een heel complex van factoren van invloed op de waargenomen veranderingen per soort; factoren die elkaar ondersteunen of tegenwerken.* Te denken valt aan populatieschommelingen, verlegging van de trekroutes, andere keuze van winterverblijven, biotoopveranderingen buiten het Deltagebied – van Azië tot in Afrika –, meteorologische omstandigheden, ernstige vogelsterften en niet te vergeten de *telomstandigheden, telfouten, toevalstreffers en toevalsmisseries van vogelconcentraties.* Een grote handicap bij het interpreteren van veranderingen ten gevolge van de afsluitingen is bovendien, dat van het tijdvak vóór de grote afsluitingen slechts twee volledige vogeltellingen beschikbaar zijn, die van augustus 1966 en januari 1967.

Resultaten

De resultaten van de tien simultaantellingen van vogels in het Deltagebied zijn in de tabel op blz. 46/47 samengevat. We bespreken nu eerst de veranderingen per bekken.

Het *Haringvliet–Hollands Diep* was tot en met 1970 een getijdebekken met een geleidelijke overgang van zout naar brak naar zoet water. Sinds 1970 is het een geheel zoet bekken geworden, met zeer onregelmatige peilwisselingen. Met het wegvallen van het getij kwamen grote delen voorgoed boven water, waaronder alle gorzen, de Scheelhoek, de Korendijkse en Beninger Slikken, de Ventjagersplaten, de Sasseplaat en grote delen van de Biesbos. Zowel ten gevolge van het droogvallen als van het verzooten van het water verdween de zeer rijke bodemfauna uit deze gebieden, waardoor het bekken zijn waarde als voedselgebied voor steltlopers en eenden grotendeels verloor. De rijke biezenbestanden konden zich evenmin handhaven, hetgeen zijn weerslag heeft gehad op de Grauwe Ganzen. In het najaar hebben ze zich nog kunnen handhaven door landbouwgewassen te gaan eten, maar in het voorjaar zijn ze sterk in aantal teruggelopen.

Vóór de afsluiting bezonk het door de rivier aangevoerde materiaal, waaronder veel zaden, op de intergetijdeslikken, waar het als voedsel ter beschikking kwam van eenden, vooral Wintertalingen. Na de afsluiting bezonk dit materiaal in de geulen, hetgeen een toename van duikenden tot gevolg had. Door de bezinking van slibdelen werd het water helderder; dit leidde tot

een toename van visetende vogels, voornamelijk Futen en Aalscholvers. De extensief gebruikte grasgorzen waren van zeer groot belang voor het overwinteren van ganzen, onder meer van de zeldzame Brandgans. Na de afsluiting hebben veel van deze gorzen een duidelijker landbouwkundige bestemming gekregen: het gebruik werd intensiever en enkele zijn zelfs in bouwland omgezet. Hierdoor zijn verschillende voedselgebieden voor de ganzen verloren gegaan of in betekenis verminderd.

Zijn tegenwoordige betekenis ontleent het bekken voornamelijk aan de lagere delen van de voormalige intergetijdeslikken, die nu, afhankelijk van de waterstand, vrijwel steeds onder water staan. Op deze plaatsen kan zich nog een goede bodemfauna ontwikkelen, voornamelijk bestaande uit insectenlarven. Wanneer deze gebieden bij lage waterstanden boven water komen, kunnen ze voor kortere tijd nog grote aantallen vogels trekken. Bovendien functioneren ze als rustplaats voor ganzen en zwemeenden, die in de omringende polders fourageren.

De *Grevelingen* is van een zout getijdebekken een zout stagnant bekken geworden. Het vaste waterpeil heeft tot gevolg dat een deel van het voormalige intergetijdeslik nu permanent droog ligt en een ander deel altijd onder water staat. De vogels hebben in dit gebied nu de beschikking over voedsel vanaf de oever tot de diepte waarop zij nog voedsel kunnen verzamelen. Voor kleinere vogels, zoals steltlopers, is dit gebied minder groot dan voor grotere, bij voorbeeld Rotganzen.

Het aantal steltlopers in de Grevelingen is van 40 000 afgenomen tot 4000. In de ondiepe gebieden hebben zich grote zeegras- en wierevelden ontwikkeld, die voedsel bieden aan duizenden Knobbelzwanen, Rotganzen en eenden. Daarnaast is er voor de eenden ook veel voedsel in de grote zeekraalvelden die zich op de drooggevallen platen hebben ontwikkeld. In het meer leeft zeer veel kleine vis, waarop door visetende vogels wordt geaasd. In februari/maart vinden we concentraties Futen van meer dan 10 000 exemplaren. De bodemfauna onder water heeft zich voor een groot gedeelte kunnen handhaven. In de diepere delen wordt hierop gefouargeerd door toenemende aantallen duikenden.

Door de afsluiting van het Volkerak bij Willemstad is de invloed van de rivieren op het *Krammer–Volkerak* verminderd. Dit heeft tot gevolg gehad, dat de zaadaanvoer terugliep, een voedselverlies vooral voor zwemeenden, waaronder grote aantallen Wintertalingen. Bovendien is het water gemiddeld zouter geworden, waardoor het brakke getijdegebied aan oppervlakte



Tabel 1. Overzicht van de resultaten van tien simultaantellingen in het Deltagebied van Zuidwest-Nederland

Soort	aug. '66	jan. '67	sept. '72	okt. '72	jan. '73
Fuut	52	320	350	770	1 600
Dodaars	28	90	69	430	520
Aalscholver	33	160	770	530	100
Blauwe reiger	330	100	330	250	120
Wilde eend	88 000	67 000	48 000	41 000	40 000
Wintertaling	32 000	18 000	9 100	12 000	5 500
Krakeend	22	8	1 600	110	5
Smient	900	64 000	12 000	52 000	22 000
Pijlstaart	770	4 100	4 600	10 000	11 000
Slobeend	1 950	410	700	2 500	1 000
Kuifeend	—	920	100	370	9 300
Tafeleend	8	890	180	5 600	45 000
Brilduiker	—	630	—	130	1 600
Zwarte zeeëend	15	720	1	120	8 900
Eidereend	170	50	260	110	220
Grote zaagbek	—	90	3	1	80
Middelste zaagbek	22	110	—	330	920
Bergeend	2 800	6 000	3 900	5 900	9 400
Ongedet. eend	—	49 000	2 900	11 000	4 300
Grauwe gans	270	3 700	800	9 300	8 000
Rotgans	—	2 200	—	3 200	4 200
Brandgans	3	12 000	—	—	14 000
Ongedet. gans	—	4 000	—	—	670
Knobbelzwaan	31	46	640	280	270
Meerkoet	1 500	2 440	6 400	14 000	23 000
Scholekster	55 000	81 000	65 000	72 000	75 000
Zilverplevier	2 800	1 300	4 600	4 200	1 500
Bontbekplevier	3 900	89	2 300	170	26
Kleine plevier	11	—	160	—	—
Strandplevier	960	—	980	31	—
Steenloper	1 500	1 750	1 300	530	1 800
Wulp	22 000	17 200	17 000	9 200	6 300
Rosse grutto	5 300	2 100	5 200	2 600	6 900
Tureluur	6 400	1 900	9 200	5 300	2 400
Zwarte Ruiter	1 800	39	830	350	32
Groenpootruiter	2 000	—	800	88	4
Kanoet strandloper	4 700	14 300	4 800	11 000	18 000
Kleine strandloper	37	—	194	3	—
Bonte strandloper	27 000	65 000	42 000	54 000	45 000
Krombekstrandloper	220	—	95	8	—
Drieteenstrandloper	80	140	100	32	76
Kemphaan	2 800	6	2 400	118	11
Ongedet. strandloper	2 700	—	420	—	—
Kluut	3 600	180	1 600	1 200	120
Grote mantelmeeuw	280	510	2 200	2 400	630
Kleine mantelmeeuw	900	300	450	380	54
Zilvermeeuw	4 200	3 000	8 200	23 000	6 900
Stormmeeuw	2 700	2 200	4 100	3 900	2 700
Kokmeeuw	18 400	5 500	16 000	7 500	4 300
Ongedet. meeuw	16 000	8 300	6 500	5 500	2 700
diverse soorten	7 400	28 000	10 400	6 200	19 800

Soort	sept. '73	jan. '75	sept. '75	nov. '75	jan. '76
Fuut	220	1 600	2 100	710	3 400
Dodaars	57	550	110	1 000	790
Aalscholver	970	60	2 200	170	300
Blauwe reiger	290	130	350	190	180
Wilde eend	42 000	79 000	66 000	38 000	51 000
Wintertaling	3 600	15 000	7 100	5 100	6 000
Krakeend	530	20	420	220	60
Smient	860	62 000	10 000	42 000	29 000
Pijlstaart	170	19 000	3 600	3 400	6 600
Slobëend	1 800	1 600	4 400	3 200	2 400
Kuifeend	500	2 100	1 600	2 100	10 000
Tafeleend	1 000	1 000	4 500	5 500	8 200
Brilduiker	—	2 800	6	900	3 000
Zwarte zeeëend	7	1 400	950	4 300	240
Eidereend	18	130	71	730	2 800
Grote zaagbek	—	150	—	38	130
Middelste zaagbek	—	1 300	1	570	1 600
Bergeend	3 200	11 000	3 200	3 400	10 000
Ongedet. eend	12 000	1 300	1 000	9 800	5 300
Grauwe gans	300	3 200	790	12 000	4 600
Rotgans	—	5 700	—	6 000	7 400
Brandgans	—	15 000	—	69	13 000
Ongedet. gans	—	—	—	—	640
Knobbelzwaan	610	680	1 270	940	640
Meerkoet	5 000	15 000	19 000	22 000	22 000
Scholekster	58 000	101 000	62 000	70 000	99 000
Zilverplevier	4 500	5 200	4 700	6 200	4 500
Bontbekplevier	6 600	460	3 300	220	86
Kleine plevier	110	—	83	—	—
Strandplevier	1 800	—	690	1	—
Steenloper	430	640	800	1 300	2 200
Wulp	11 000	8 000	17 000	9 500	8 000
Rosse grutto	4 700	2 200	2 600	2 600	6 000
Tureluur	5 100	2 600	4 800	4 000	3 800
Zwarte Ruiter	1 600	100	510	250	53
Groenpootruiter	650	1	830	240	2
Kanoet strandloper	14 000	23 000	8 600	14 000	17 000
Kleine strandloper	420	—	260	85	—
Bonte strandloper	38 000	81 000	38 000	56 000	81 000
Krombekstrandloper	840	26	600	5	—
Drieteenstrandloper	160	120	1 700	430	430
Kemphaan	1 200	270	510	50	34
Ongedet. strandloper	3 000	—	300	250	3 000
Kluut	1 900	460	1 300	1 200	440
Grote mantelmeeuw	1 600	780	3 000	2 200	1 500
Kleine mantelmeeuw	89	5	930	380	41
Zilvermeeuw	20 000	3 500	29 000	12 000	12 000
Stormmeeuw	1 300	5 500	2 400	1 500	1 700
Kokmeeuw	11 000	7 000	13 000	4 600	5 900
Ongedet. meeuw	5 200	2 300	12 000	7 100	7 100
diverse soorten	4 900	31 700	4 600	5 200	27 300

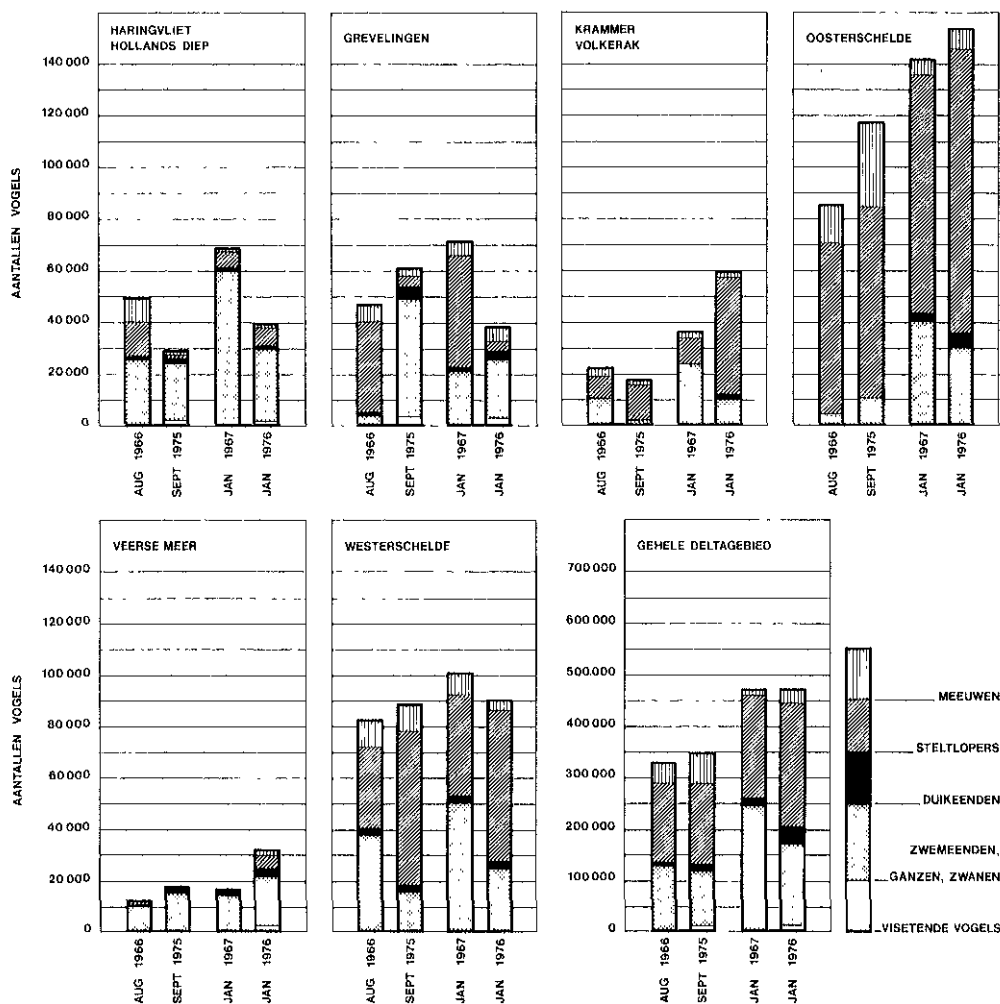


Fig. 1 Overzicht van enkele tellingen per gebied

Kluut in de vlucht

heeft ingeboet. Dit wad, dat rijk was aan Neries – een soort worm –, bood voedsel aan ruiters en een speciale groep steltlopers. Door het zoute water is de samenstelling van de bodemdieren sterk veranderd, waardoor voor andere steltlopersoorten de mogelijkheden toenamen, maar die voor ruiters verminderden. Het meest opvallende is de toename van de scholeksterpopulatie.

Het aantal steltlopers is toegenomen van 10 000 tot 40 000. Dit heeft ongeveer in dezelfde tijd plaatsgevonden als de vermindering van het aantal steltlopers op het Grevelingenmeer. Ook de Rotgans, een van zeegras en wieren levende ganzesoort, is toegenomen, als gevolg van de uitgebreide begroeiing met zeegras en wier.

In de *Oosterschelde* hebben zich nog geen grote veranderingen voorgedaan in de biotopen voor



de vogels. Het aantal steltlopers dat bij de tellingen na de afsluiting van Volkerak, Haringvliet en Grevelingen is waargenomen, lijkt wat hoger dan in 1966/67; doch de verschillen zijn te klein om er oorzaken aan te kunnen verbinden. De Oosterschelde vervult nog steeds een zeer belangrijke functie voor steltlopers, ganzen en eenden. Het tijverschil is er de oorzaak van, dat grote oppervlakten rijk voedselgebied telkenmale voor fouragerende vogels ter beschikking komen. Het aantal watervogels in dit gebied kan oplopen tot 20 000 exemplaren.

Het *Veerse Meer* is al in 1960 van de zee afgesloten. Het zou voor de hand liggen, dat hier een min of meer stabiele toestand zou zijn ontstaan. Wat opvalt is nu juist dat hier de laatste jaren een opmerkelijke groei van het aantal vogels plaatsvindt. Dit geldt voor vrijwel alle voorko-

mende soorten, maar met name voor de visetende vogels en de steltlopers, al mag bij de steltlopers natuurlijk niet uit het oog worden verloren, dat het hier gaat om enkele duizenden, wat slechts een zeer klein deel is van wat op de Oosterschelde voorkomt. Er is geen goede verklaring te geven van deze veranderingen.

De *Westerschelde* heeft nog een estuarien karakter met een overgang van zout naar zoet. Dit heeft tot gevolg dat ook de vogelpopulaties van zone tot zone verschillen. Het westelijke, zoute deel is het meest van belang voor steltlopers. Het overgrote deel van de 50 000 tot 60 000 steltlopers in dit bekken vindt men hier. Oostelijker, waar het water brakker wordt, komen geen mariene soorten meer voor. Het aantal steltlopers neemt geleidelijk af, en het aantal eenden neemt toe. In het Verdrongen Land van

Saaftinge komen grote aantallen eenden voor, tot 50 000 exemplaren. De aantallen wisselen echter sterk, mogelijk in verband met de voedselsituatie die deze zelfde eenden in Noord-Nederland aantreffen.

Soorten in het Deltagebied

Als we hetzelfde cijfermateriaal anders groeperen, kunnen we er nog andere dingen uit opmaken. Daarom worden veranderingen over het gehele Deltagebied hieronder besproken per groep van vogels.

De *visetende* vogels in het Deltagebied zijn na de afsluitingen sterk in aantal toegenomen. De grootste aantallen treft men op de afgesloten bekkens. Het zoete water van het Haringvliet biedt voornamelijk voedsel aan grote aantallen Aalscholvers en kleine aantallen Futen en Grote Zaagbekken.

Het grootschalige, zoute water van de Grevelingen biedt biotoop aan de Fuut en de Aalscholver. De aantallen Middelste Zaagbekken en Dodaarsen op dit meer nemen echter nog steeds toe.

Het kleinschaliger brakke Veerse Meer vervult een zeer belangrijke functie voor Dodaarsen en Middelste Zaagbekken. Daarnaast is het gebied ook belangrijk vanwege het voorkomen van zeldzamere fuutachtigen als Roodhalsfuut, Kuitduiker en Geoorde Fuut. De belangrijkste voedselbronnen op de zoute meren zijn waarschijnlijk de talrijk voorkomende Koornaarvissen en Grondels en in de winter tevens Sprot, die via de sluizen het bekken binnenkomt. Doordat het water overwegend helder is kunnen deze prooien vrij gemakkelijk worden gelokaliseerd en gevangen.

Zwemeenden leven zowel van plantaardig voedsel als van bodemdieren, die grondelend worden verzameld. De aantallen zijn na de afsluitingen afgenomen, hetgeen voornamelijk is veroorzaakt door de vermindering in de Biesbos, op het Haringvliet/Hollands Diep en op het noordelijk deel van het Volkerak, waar de zaadaanvoer door de rivieren is verminderd en grote oppervlakten intergetijdeslik zijn verdwenen. Grote aantallen Wilde Eenden komen op alle bekkens voor. Een aanzienlijk deel van deze populatie gebruikt de bekkens uitsluitend als rustgebied om 's nachts in de polders te gaan fourageren. Wintertalingen en Pijlstaarten doen dit in veel mindere mate, en hebben daarbij twee belangrijke fourageergebieden binnen de Deltawateren, namelijk het Verdrongen Land van Saaftinge en de zeekraalvelden in de Grevelingen. Smienten fourageren zowel op het zeegras en de schorren in de bekkens als in de omringende weidegebieden. Stobaenden concentre-

ren zich voornamelijk in de Kom van de Oosterschelde, waar ze kleine voedseldelen met hun zeefsnavel uit het zachte slik kunnen filteren.

In het Deltagebied komen vijf *ganzesoorten* in *grotere aantallen* voor, elk met een specifiek verspreidingspatroon.

Grauwe Ganzen prefereren zoetwaterbiotopen. Hun rijke voeselgronden in het Haringvliet/Hollands Diep zijn grotendeels verloren gegaan. Ze hebben zich kunnen handhaven door over te schakelen op landbouwgewassen. In het Verdrongen Land van Saaftinge overwinteren ze *sinds kort met enkele honderden*. De Brandgans heeft de kern van zijn verspreiding ook langs het Haringvliet. Met name de buitendijkse grasgorzen daar zijn voor deze soort van belang. Toen een deel van de grasgorzen verloren ging, hebben ook deze vogels zich over de landbouwgebieden verspreid. Daarnaast komt al vanouds een concentratie voor op Schouwen. Deze vogels pendelen geregeld naar Noord-Beveland. De Rietgans is een soort met een grote verspreiding over alle akkerbouwgebieden in het Deltagebied. De Kolgans doet min of meer hetzelfde, doch preferereet de graslandgebieden. Beide soorten hebben hun slaapplekken op de bekkens. De Rotgans is een soort die vrijwel uitsluitend in mariene milieus voorkomt.

Deze soort komt bij voorbeeld niet voor op het Haringvliet en de Westerschelde, maar wel op de Oosterschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse Meer, waar zeegrassen en wieren worden gegeten. De toename van deze soort in het Deltagebied loopt ongeveer parallel aan de groei van de gehele Rotganzenpopulatie in West-Europa.

De Knobbelzwaanpopulatie in Nederland neemt de laatste jaren toe, ook in het Deltagebied. Op Haringvliet, Grevelingen en Veerse Meer tezamen zijn de laatste jaren soms duizenden Knobbelzwanen aanwezig. Deze soort fourageert op de onderwatervegetatie, onder andere zeegras en zeesla. Door de enorme voedselvoorraden in de bekkens doen zich nog geen problemen voor ten gevolge van het fourageren van deze dieren op de landbouwgebieden.

De Kleine Zwaan is een zeldzame soort uit de arctische streken. Ook deze soort neemt in het Deltagebied toe. Zij fourageren meest in de akkerbouwgebieden en in mindere mate op het Veerse Meer en in de binnendijkse krekken.

De Meerkoet, een plantenetende vogelsoort, komt in aanzienlijke aantallen voor op het Veerse Meer en de Grevelingen, waar voldoende voedsel in de vorm van zeegras en zeesla aanwezig is.

Ook bij de Duikeenden is sprake van een heterogene groep. Enerzijds zijn er soorten die een

voorkeur hebben voor zoet water: Kuifeend en Tafeleend. Deze soorten komen in grote aantallen voor in het Haringvliet/Hollands Diep en op de rivieren. Daarnaast komen zij voor op het Grevelingenmeer en het Veerse Meer. Hier verblijven de vogels overdag op aanliggende kreken en gaan uitsluitend 's nachts op de bekkens fourageren. De Brilduiker vertoont een voorkeur voor de zoute wateren. In tegenstelling tot de eerder genoemde soorten fourageert deze eend overdag op de zoute bekkens. Kleinere aantallen komen ook op het zoete water voor en in de getijdebekkens.

Eidereend en Zwarte Zeeëend zijn geheel mariene soorten. De Eidereend heeft twee concentratiegebieden, de westelijke Oosterschelde en de Voordelta voor de Haringvlietsluizen. De Zwarte Zeeëend houdt zich hoofdzakelijk op zee in de Voordelta op, vaak buiten zicht van de kust. De aantallen van deze laatste soort kunnen oplopen tot 25 000.

De weidevogels onder de steltlopers zijn door de werken vrijwel niet beïnvloed; binnen het Deltagebied zijn zij ook minder belangrijk.

De brakwatersoorten gebruiken het Deltagebied voornamelijk op doortocht. Deze soorten hebben vrij veel biotoop verloren, voornamelijk in het noordelijk Deltabekken; de aantallen zijn aanzienlijk afgenomen. Bij de mariene soorten hebben zich grote verschuivingen in aantallen voorgedaan tussen de bekkens onderling. Het totaal-aantal is weinig veranderd.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de veranderingen die met de tijd zijn opgetreden in de oppervlakten intergetijdeslik.

Ondanks het verlies aan oppervlak in de periode 1966-1975 zijn de aantallen mariene steltlopers in het Deltagebied niet kleiner geworden.

In januari blijft het tussen de 200 000 en 240 000 vogels.

Zoals reeds is opgemerkt kleven er vele onnauwkeurigheden aan de cijfers.

Globaal blijkt toch dat het aantal steltlopers in de winter op het Krammer-Volkerak ongeveer 4 maal, op de Oosterschelde ongeveer 1,2 maal en op de Westerschelde ongeveer 1,5 maal zo



Grutto in broedkleed

Tabel 2. Vermindering van het intergetijdeslik

Oppervlakte intergetijdeslik	1966/67	1975	na 1985
Haringvliet/Hollands Diep	3 000 ha	—	—
Grevelingen	5 500 ha	—	—
Krammer-Volkerak	5 000 ha	5 000 ha	—
Oosterschelde	16 900 ha	16 900 ha	10 000 ha
Westerschelde	8 250 ha	8 250 ha	8 250 ha
Totaal	38 650 ha	30 150 ha	18 250 ha

hoog is geworden als voor de afsluiting. De verliezen van het Haringvliet en de Grevelingen zijn min of meer gecompenseerd op de andere bekens. Wanneer echter de oppervlakten intergetijdeslik van 30 000 afnemen tot 15 250 ha, wat na 1985 te gebeuren staat, dan is een aanzienlijke afname van de aantallen te verwachten.

Conclusies

Het is bijzonder moeilijk algemene conclusies te formuleren. Elke vogelsoort reageert op eigen wijze op de veranderingen die optreden, zowel binnen het Deltagebied als ver daarbuiten. De conclusies in het vorige artikel stonden nog in het kader van een volledige afsluiting van de Oosterschelde.

Het besluit een gedempt getij te handhaven biedt betere perspectieven voor de aan het intergetijdegebied gebonden vogelsoorten, zoals steltlopers en Rotganzen. In grote lijnen hebben de toen reeds gesignaleerde veranderingen in de vogelstand als gevolg van de afsluitingen zich gecontinueerd.

Een blijvend verlies is opgetreden bij die soorten die in grotere aantallen voorkwamen in de brakwatergebieden van het Krammer-Volkerak en rond de Ventjagersplaten. Dit betreft met na-

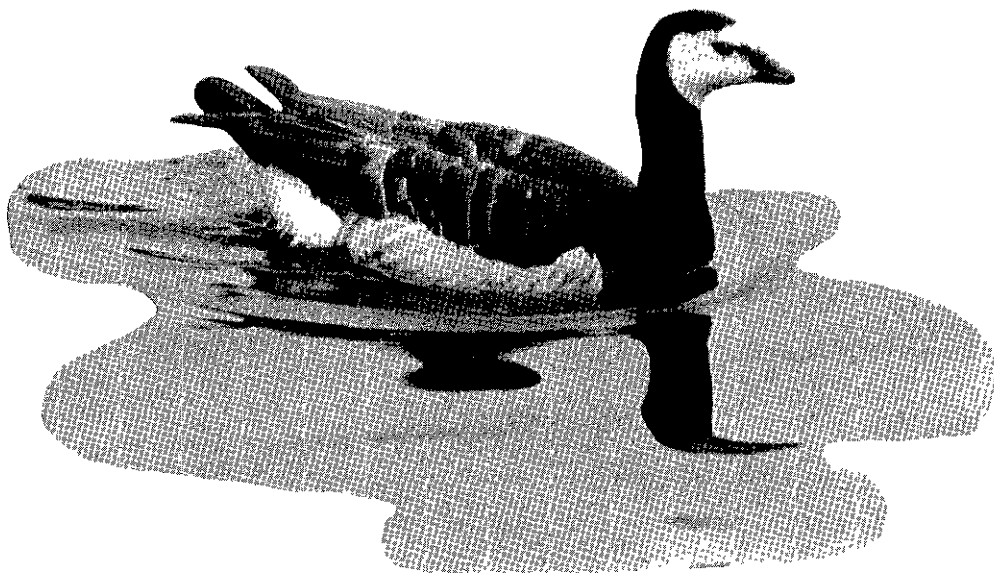
me de Wilde Eend, Wintertaling, verschillende ruitersoorten en Kluut. Positieve effecten zijn geconstateerd voor een aantal visetende vogels en duikeenden. Dit betreft met name Fuut, Kuifeend en Tafeleend, waarvan de aantallen nu ongeveer stabiel zijn, en Dodaars, Aalscholver, Brilduiker en Middelste Zaagbek, waarvan de aantallen nog steeds toenemen.

Ook de Kraakeend en de Knobbelzwaan nemen in aantal toe; doch dit is voornamelijk veroorzaakt door een algemene toename in de Nederlandse populatie van deze soorten. De mariene steltlopersoorten hebben zich globaal kwantitatief kunnen handhaven door toeneming op het Krammer-Volkerak en in enkele gevallen ook op de Oosterschelde en Westerschelde. De verliezen op het Haringvliet en de Grevelingen werden daardoor gecompenseerd. Het is niet te verwachten dat dit ook nog het geval zal zijn als in 1985 nogmaals een grote oppervlakte getijdegebied voor deze soorten verloren gaat.

Uit de simultane tellingen blijkt ook dat het Deltagebied van grote internationale ornithologische betekenis is.

In een volgend bericht zal dit nader worden geïllustreerd door middel van een vergelijking van de belangrijkste overwinteringsgebieden van watervogels in West-Europa.

Brandgans



Samenvattingen

De Stormvloedwaarschuwingsdienst

De in 1931 opgerichte Stormvloedwaarschuwingsdienst (SVSD) geeft beheerders van zee-waterkeringen waarschuwingen wanneer er hoge waterstanden dreigen. De procedures werden na de stormramp van 1953 gemoderniseerd, met een vergroting van de taak en de verantwoordelijkheid van de Rijkswaterstaat. De beslissing of er een waarschuwing uit zal gaan, ligt nu geheel bij de Rijkswaterstaat, al geeft het K.N.M.I. nog steeds adviezen en prognoses.

Omdat de waterstanden langs de kust variëren, is het kustgebied voor de SVSD verdeeld in vijf secties waarvoor de situatie afzonderlijk beoordeeld wordt.

Er kunnen al naar de ernst van de toestand telegrammen worden uitgezonden voor beperkte of uitgebreide dijkbewaking. In voorkomende gevallen kan men gebruik maken van een spoed-alarmering.

De stortebedden van de stormvloedkering in de Oosterschelde

De stortebedden vormen dat gedeelte van de bodembescherming aan weerszijden van de stormvloedkering in de Oosterschelde dat tegen de zwaarste golf- en stroomaanval bestand moet zijn. Er zal een constructie worden uitgevoerd die een combinatie is van de 'open' en de 'gesloten' variant die in aanmerking komen. De overgang tussen het eigenlijke stortebed en de drempel wordt een open filterconstructie, het verdere gedeelte zal bestaan uit een 32 cm dikke asfaltmastiekmat, afgestort met stortsteen 60/300 kg.

Het asfaltschip 'Jan Heymans' heeft inmiddels een gedeelte van het gesloten stortebed aange-

bracht, en wel aan de Oosterschelde-zijde van het sluitgat Roombot.

Peilingen voor de stormvloedkering in de Oosterschelde

Bij de uitvoering van de stormvloedkering in de Oosterschelde zal veel gevraagd worden van de meetdienst in het gebied: er zullen precieze en frequente peilingen van de bodemligging moeten worden verricht, ten einde te voorkomen dat de stormvloedkering zelf, of de kustverdedigingswerken in de omgeving, door bodemerosie gevaar lopen.

Behalve de akoestische uitrusting voor dieptemeting zijn op de meetschepen installaties nodig die een zo exact mogelijke plaatsbepaling mogelijk maken. In verband met de menigte voorwerpen en vaartuigen in de sluitgaten wordt afgezien van optische plaatsbepaling. Op elke meetboot zal een radiografische plaatsbepaler worden geïnstalleerd. Ook voor de snelle verwerking en presentatie van meetgegevens wordt de apparatuur aan boord gemoderniseerd.

De instrumentatie van de inlaatsluis in de Volkerakdam

De inlaatsluis in de Volkerakdam fungeert, samen met de Haringvlietsluizen, als regelkraan voor het waterbeheer in het noordelijk Deltagebied. Tijdelijk heeft de sluis daarnaast nog een andere functie, namelijk bestrijding van de zoutlast die de schutsluizen in de Volkerakdam uitbrengen op het zoete Hollands Diep.

Om het debiet van de inlaatsluis en de uitwerking daarvan op het zoutgehalte in het Volkerak snel te kunnen vaststellen, is een automatisch meetnet in en rondom de sluis geïnstalleerd, waarmee de waterstand, de stand van de sluisdeuren, de geleidendheid en de temperatuur van het water op verschillende punten wordt ingewonnen, omgerekend en doorgeseind naar verscheidene stations, op de Volkerakdam zelf, te Hellevoetsluis en te Dordrecht.

Hydraulisch onderzoek voor de Philipsdam

Het zoet/zoutscheidingssysteem van de schutsluizen in de Philipsdam zal worden verbeterd ten opzichte van dat van de Kreekraksluizen, dat overigens heeft gediend als voorbeeld voor het ontwerp. Het gaat er bij dit systeem vooral om, de grenslaag tussen het zoete en het zoute water zo beperkt mogelijk te houden. Verbeteringen in dit opzicht konden worden bereikt door veranderingen in de constructie van de kolkwanden en van de geperforeerde dubbele sluis-

vloer. Het onderzoek naar het totaal-effect van de voorgenomen constructieve vernieuwingen is nog niet afgesloten.

Onderzoek naar de stabiliteit van de taluds van de Philipsdam

Voor het ontwerp van de Philipsdam, het werkeiland en de voorhavens van de duwvaartsluis is destijds in verband met de slechte bodemgesteldheid ter plaatse advies gevraagd van het Laboratorium voor Grondmechanica. Dit laboratorium vond op vele plaatsen een weinig draagkrachtige bodem; om die reden werden doorgaans taludhellingen aangeraden van 1: 4½, terwijl de kans op het uittreden van grondwater beperkt diende te worden. Er werd vervolgens met succes gewerkt over eenkomstig het gegeven advies, zij het met kleine afwijkingen. Twee maal is in de bouwput een zettingsvloeiing opgetreden.

Evaluatie van de vierde kustsuppletie op het eiland Goeree

De laagwaterlijn van het eiland Goeree verplaatst zich sedert het einde van de 19e eeuw voortdurend landwaarts, de laatste jaren met ongeveer 20 m per jaar. Om aan deze erosie het hoofd te bieden, worden er regelmatig zandsuppleties uitgevoerd op de bedreigde punten. Sedert 1969 is in dit werk al 5,5 miljoen m³ zand aangebracht.

Na de vierde suppletie, van juni 1977, toen zand werd aangevoerd dat vrijkwam bij het maken van een toeleidingsgeul naar de sluis in de Brouwersdam, is een evaluatierapport uitgebracht, waarin het resultaat van de suppleties wordt overzien. Op dit ogenblik schijnt er sprake te zijn van een zekere verzadiging van de zandtransporterende stromen rondom de kop van Goeree.

Onderzoek naar de bestrijding van eutrofiëring

In het spaarbekken 'De Grote Rug' bij Dordrecht wordt al jaren een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden en resultaten van de defosfatering van oppervlaktewater. In drie bassins, waar steeds dezelfde hoeveelheden water worden ingelaten en uitgelaten, wordt het water respectievelijk met tweewaardig ijzersulfaat, met A.V.R. – een mengsel van aluminium- en ijzersulfaat – en helemaal nergens mee behandeld. Verondersteld wordt een negatief verband tussen defosfatering en algengroei.

De interpretatie van de onderzoeksresultaten lijkt niet eenvoudig. Fosfaatverwijdering werkt wel, maar biedt op zich geen garantie dat een

sterke algenontwikkeling zal uitblijven: blauwalgen kunnen aan A.V.R. gebonden fosfaat alsnog opnemen. Algenbloei kan ook sterk worden geremd door vraat van zooplankton en driehoeksmosselen.

Watervogeltellingen in het Deltagebied

Vóór de afsluiting van het Haringvliet en het Volkerak – beide in 1970 – en het Brouwershavense Gat in 1971 zijn in het Deltagebied maar twee simultane vogeltellingen gehouden, in 1966 en in 1967. Sedert de afsluitingen zijn er nog acht van zulke tellingen georganiseerd, waaruit de veranderingen blijken die in het Deltagebied per bekken en per soort zijn opgetreden, en waaruit ook de betekenis blijkt van het hele Deltagebied als vogelbiotoop.

Summaries

The Storm Warning Service (SVSD)

The Storm Warning Service (SVSD), instituted in 1931, warns the management of the sea defense structures when high water levels are to be expected. After the sormflood disaster of 1953 the procedures were modernized; since then the task and the responsibility of Rijkswaterstaat have been enlarged. The decision to issue a warning now is entirely up to Rijkswaterstaat although the KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute) still advises and makes prognoses. Because the water-levels along the coast vary, the coastal area has been divided into five sections for the SVSD warning procedure.

Every section can be considered separately now. Depending on the seriousness of the situation telegrams can be forwarded for a limited or a more extended dike-surveillance. If necessary an emergency warning system can be used.

Aprons for the storm-surge barrier in the Oosterschelde

The aprons dumped on both sides of the storm-surge barrier in the Oosterschelde form that part of the sea bed protection that must withstand the most severe wave- and flow-attacks. The construction to be made will be a combination of the selected 'open' and 'closed' variety. The transition from the actual apron into the sill will consist of an open filter construction, whereas the remaining part will consist of a bituminous mat, 32 centimeters thick, covered with rubble (60/300 kilograms). In the meantime part of the closed apron, located on the Oosterschelideside near the

Roompot-gap was laid by the asphalt ship 'Jan Heymans'.

Soundings for the storm-surge barrier in the Oosterschelde

When the construction of the storm-surge barrier is in progress high demands will be made on the survey section in that area; accurate and frequent soundings must be made of the condition of the sea-bed to prevent that the barrier itself or the coastal defenses in its vicinity will be endangered by erosion of the sea-bed.

Apart from the sounding equipment for soundings the survey-vessels will need instruments to define their position. Due to the many objects and vessels in the closure gaps no optical means to determine positions are to be used. A radiographic installation will be put on board of each survey-vessel.

For a quick processing and presentation of sounding data the appliances on board the ships will be modernized.

The instrumentation of the inlet-sluice in the Volkerakdam

The inlet-sluice in the Volkerakdam acts in conjunction with the Haringvliet sluices, as a regulator for the water management in the northern Delta area. Temporarily, the sluice also has another function. It combats the salt load discharge on the fresh water Hollands Diep via the locks in the Volkerakdam.

To be able to quickly establish the discharge of the inlet-sluice and its impact on the salinity of the Volkerak, an automatic measuring net has been installed in and in the vicinity of the sluice. By means of the instruments information can be gathered about the water-level, the position of the sluice-gates, the salinity and the temperature of the water. These data can be evaluated and pushed on to various stations like the Volkerakdam control office, the Hellevoetsluis survey station and the Dordrecht-office.

Hydraulic research for the Philipsdam

The system that separates the salt water from the fresh water in the Philipsdam locks will be an improved version of the Kreekrak locks, which locks were the prototype actually. The system in question must try and as much as possible limit the borderlayer between the salt and fresh water. Improvements could be made in this respect by changes in the construction of

the walls of the locks and of the perforated double bottom of the locks. The research into the overall effect of the proposed constructive alterations has, as yet, not been completed.

Research into the slopes of the Philipsdam

Due to the poor local condition of the sea-bed the Laboratory of Soil Mechanics has been consulted regarding the design of the Philipsdam, the construction cofferdam and the approaches to the push-tow locks.

The Laboratory discovered many locations with a poor bearing capacity; for that reason the advice was given to build the dams mainly with a slope-gradient of 1 : 4½, whereas also the extrusion of ground water should be limited. The construction was successfully performed, mainly according to the advice given. Twice a liquifaction of sand occurred on the cofferdam.

Evaluation of the fourth coastal nourishment on the Isle of Goeree

Since the end of the nineteenth century the low-water line of the island of Goeree has moved increasingly land inward; in recent years by as much as approximately 20 meters per year. In order to counter this erosion sand is regularly supplemented near the most threatened areas. Since 1969 over 5,5 million m³ sand was supplied.

After having supplemented sand for the fourth time in June 1977, sand which became available while digging a feeder channel towards the sluice in the Brouwersdam, an evaluation-report was published on the results of the sand-suppletion. At the moment the sediment transport along the tip of Goeree appears to have reached a certain saturation point.

Research into the combat of eutrofication

For a number of years already a study has been carried out into the possibility and the results of dephosphating the surface water in the artificial storage basin 'De Grote Rug' near Dordrecht. In three basins in which identical quantities of water are fed or discharged, the water is being treated with respectively a bi-valent ferrous sulphate, with A.V.R. – a mixture of aluminium and ferrous sulphate – and with nothing at all. It is assumed that dephosphating has a negative effect on algae growth. The results of this study are not easily interpreted. Removal of phosphate has had some good results. There is no guarantee, however, that a strong algae growth can be avoided; blue algae can still

absorb phosphate mixed with A.V.R. Algae growth can also be limited by glutinous zoo plankton and by special mussels.

Counts of water gluttonous birds in the Delta area

Before the Haringvliet, the Volkerak and the Brouwershavense Gat were closed, the former in 1970 and latter in 1971, only two simultaneous bird counts were made in the Delta area, namely in 1966 and 1967. Since the closures, however, eight such counts have been made from which it appeared that in the Delta area per basin and per specimen changes have occurred. The counts also show the importance of the entire Delta area to the bird biotope.

Vorderingen

in de periode 1 juli-1 oktober 1979

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

Ter wille van de beplantingen aan weerszijden van de noordelijke voorhaven moest hier en daar drainage worden aangebracht: de bodem bleek er te nat om te kunnen verwachten dat de beplanting zou aanslaan. Nadat de drainages waren aangebracht, kon in het plantseizoen 1979-1980 worden afgemaakt wat in het vorige seizoen door de slechte weersomstandigheden onvoltooid was gebleven.

In samenwerking met Staatsbosbeheer werd bovendien de stand van de beplantingen opgenomen op de grondbergingen I en II, mede om te bepalen hoeveel was uitgevallen en moest worden ingeboet. Het verlies aan bomen bedroeg 7%, dat aan struiken 5%. Ook hier was de uitval in hoofdzaak te wijten aan enkele natte plekken op grondberging II; daar zijn alsnog drains aangebracht.

Philipsdam

De beide oostelijke havendammen van het damvak Plaat van de Vliet zijn voltooid.

Tot 17 augustus is de cutterzuiger 'Slidrecht 29' voortgegaan met het winnen van zand uit de westelijke voorhaven; dit zand werd gespoten in het damvak en de omkading van het bufferbekken. De zandsluiting van de 150 m brede opening in de omkading van het bekken vond plaats op 13 en 14 augustus.

Het oostelijke deel van de omkading is nu gereed. In westelijke richting gaat men nog voort met het profileren van zand en het aanbrengen van mijnsteen, kunststofweefsel met rietmat, stortsteen en klei. Op het damvak zijn de verdedigingsconstructies aangebracht; men gaat er voort met het profileren van het zandlichaam, dat vervolgens met klei wordt bekleed.

Het werkterrein van het schutsluizencomplex is nagenoeg voltooid. De betoncentrale is in werking getreden. De aanleg van werkwegen duurt voort. Ook werd verder gegaan met het grondwerk voor de duwvaartsluizen en het zuidelijke rioleringsstelsel. Bij sluis 1 en 2 is de ondergrond verdicht. Het storten van de werkvloeren in sluis 2 en voor het rioleringsstelsel Zuid heeft een aanvang genomen. De eerste vloermoot van sluis 2 is klaar.

Oesterdam

De dam naar de Molenplaat is thans op hoogte. In oktober kan worden begonnen met het asfalteren van de werkwegen. Uit het kleiwingebied wordt specie aangevoerd op de Molenplaat voor het afwerken van de taluds. Op 1 november moet de dam naar de Molenplaat worden opgeleverd.

Inmiddels vordert ook de aanleg van het werkeiland voor de sluis in de Oesterdam. Het zand voor de westelijke havendam, het westelijk haventerrein, de zuidelijke en de westelijke ringdijk, is gespoten. Daarnaast zijn voor de verdediging aan de buitenzijde betonblokken en stortsteen aangevoerd. De toegangseuvel en de werkhaven werden op diepte gebagard. Enkele zinkstukken werden afgezonken op de kop van de westelijke havendam. De uitvoering verloopt volgens schema.

Stormvloedkering

In de verslagperiode werd de laatste 43 000 m² oude bodembescherming ter plaatse van de toekomstige pijlers opgeruimd. In totaal is 480 000 m² bodembescherming opgeruimd. Er werden verschillende hulpmiddelen ingezet om zoveel mogelijk restanten van drijvend en aangespoeld polypropeendoek te verwijderen. In de drie sluitgaten werd tegelijkertijd voortgegaan met het leggen van blokkenmatten, als nieuwe bodembescherming. Medio september werd de zuiger 'Slidrecht 27' aangevoerd. De zuigbuis van dit werktuig was voorzien van een 10 m brede horizontale zuigmond, waarmee een vlakke horizontale bodem kan worden gezogen in een zandbed. Deze 'dustpanzuiger' voert 800 m drijvende leiding mee, waardoor de gezogen specie rechtstreeks kan worden afgevoerd. De 'Slidrecht 27' begint zijn werkzaamheden in de Roompot.

In de verslagperiode werd het merendeel van de ankerpalen geslagen voor het in Bericht 87 (februari 1979) beschreven verankeringsstelsel. De bouwput 'Schaar', voor de constructie van pijlers en dorpelbalken, werd verder afgevoerd. Er werkten doorgaans 9 scrapers, 3 pushdozers en 4 dumpers tegelijk. Tot nu toe werd in de delingsdijken tussen de compartimenten van het bouwdoek 2 miljoen m³ zand verwerkt. De taluds van de delingsdijken worden afgevoerd met fosforslakken en zandasfalt. Er worden verder werkwegen aangelegd. Op 10 september werd een begin gemaakt met het verleggen van de noordwestelijke oever van het damvak Naeltje Jans, en het ontmantelen van de kop van dat damvak. De opgenomen breuksteen uit de havendam en die van de

kraagstukken van de noordwestelijke leidam wordt in de pot opgeslagen, om later weer gebruikt te worden bij het aanleggen van oeververdedigingen. Het zand uit de kop wordt droog ontgraven en verwerkt in de delingsdijken van de bouwput 'Schaar'. Een gedeelte van de staal- en fosforslakken en van het grind dat diende als bestorting van de voormalige pyloon nr. 6 werd opgebaggerd en gestort bij de pijlers 16 en 17 van de hulpbrug naar het bouwdok.

In deze periode werd ook verder gewerkt aan het sluiscomplex Noordland. Kraagstukken van rijshout en steenasfalt werden aangebracht, evenals glooiingen en bekledingen op de zuidoostelijke dam en de noordwestelijke dam. In deze dammen en in de strandsuppletie werd zand gespoten. Op de noordwestelijke dam werd asfaltbekleding aangebracht, behalve op de kruin en het talud over 250 m aansluitend aan het damvak Geul. De glooiingen van steenasfalt en gepenetreerde stortsteen op de zuidwestelijke dam zijn gereed, evenals de berm van asfaltbeton. Alleen de kap tussen N.A.P. + 4 en + 6 m moet nog met asfaltbeton worden bekleed.

Ook de zuidoostelijke dam is klaar, op een gedeelte van de betonblokkenglooiing en de kruinbekleding na. Het werkterrein in de bouwput is in gereedheid gebracht. Aan de koppen van de ringdijk wordt nog gewerkt.

Verschillende onderhoudswerkzaamheden aan de werkhavens Schelphoek, Burghsluis, Neetlje Jans en Damaanzet Noord-Beveland zijn in de verslagperiode afgerond.

