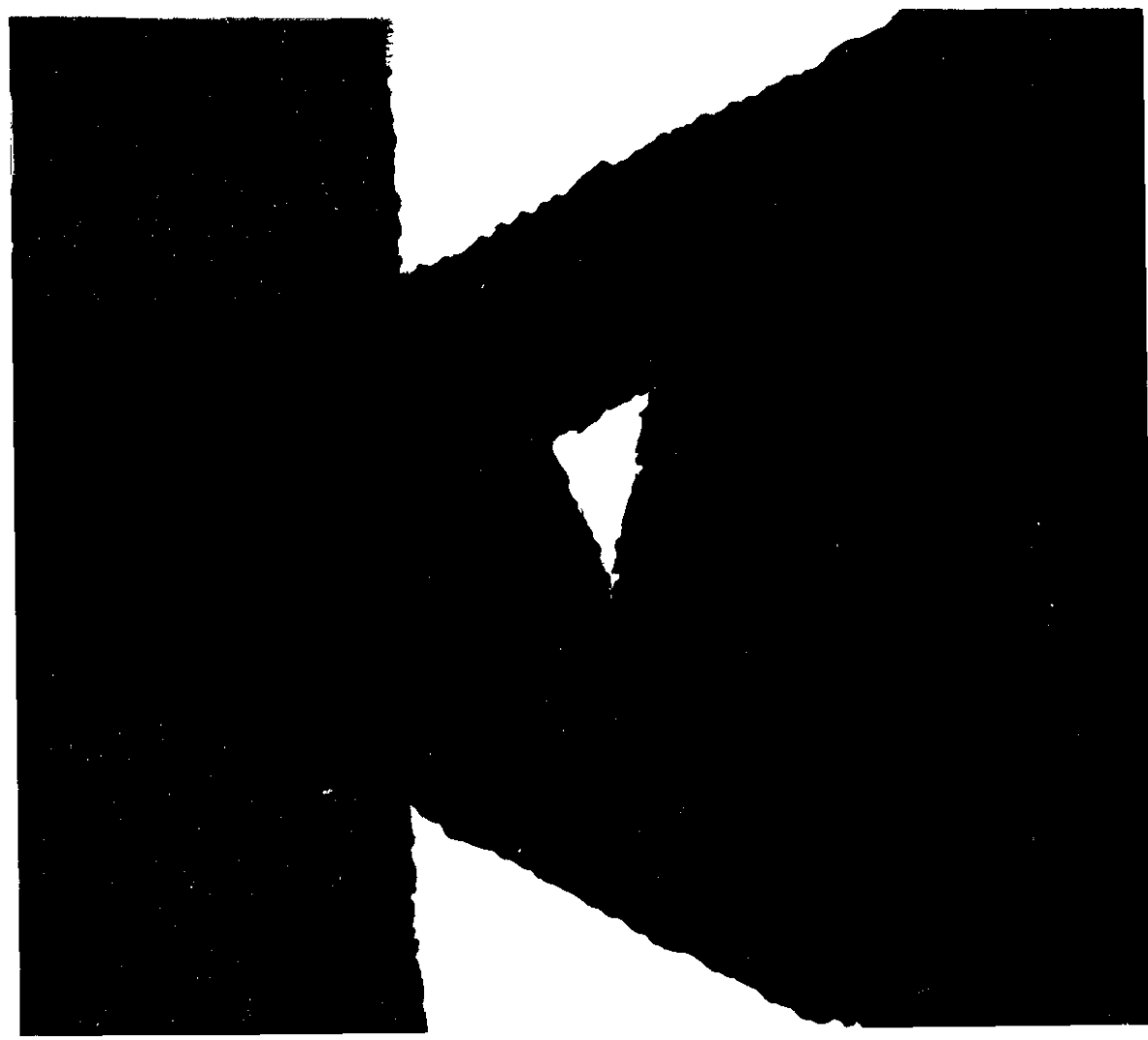


Driemaandelijks Bericht
nummer 90, november 1979

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
's-Gravenhage

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

Inhoud

Een hydro-meteo-informatiesysteem voor de
Oosterschelde: het project HISTOS 493

Resultaten van de caissonproeven op Neeltje
Jans 498

Het ontwerp van de schuiven in de stormvloed-
kering Oosterschelde 501

De vormgeving, inrichting en landschappelijke
inpassing van de stormvloedkering en de com-
partimenteringswerken 509

Een experimenteel lozingsprogramma voor de
Volkeraksluizen 513

De afregeling van het wiskundig model
Randdelta II 517

Nieuwe ontwikkelingen bij het meten van de
waterkwaliteit 524

De 'Punt van Goeree' in het Grevelingen-
meer 529

De 'Schelphoek' in het Veerse Meer 534

Voorlichting op de Deltawerken 539

Samenvattingen/Summaries 541

Vorderingen 545



BEGRIJPELIJK ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ NEDERLANDS



CORRECT
■■■■■■■■■■
GESPELD

SCHRIJFWIJZER

HANDBOEK VOOR DUIDELIJK TAALGEBRUIK

Hoe u ook schrijft, hoofdzaak is dat uw lezers u begrijpen. Wil datgene wat u te zeggen hebt, ook werkelijk uw lezers bereiken, dan is het nodig dat u uw taalgebruik afstemt op uw lezers, kortom... dat u duidelijke taal spreekt.

Het handboek voor duidelijk taalgebruik van drs. J. Renkema, is u daarbij behulpzaam.

U vindt hier geen vage aanwijzingen of modieuze kreten over (te) lange zinnen en moeilijke woorden, maar praktische adviezen met talrijke voorbeelden over de opbouw van een tekst, over zinsbouw en over woordgebruik.

De Schrijfwijzer is bedoeld voor ieder die in zijn of haar beroep of functie moet schrijven: ambtenaren, voorlichters, journalisten, managers en wetenschapsmensen.

Uitgave 1979. Bestelnr. 100-125-00

f 20,-- (per post f 24,--)

WOORDENLIJST

VAN DE NEDERLANDSE TAAL

De schrijfwijze van onze taal kan ons wel eens voor problemen plaatsen.

Een betrouwbare gids, die ons vertelt hoe het nu eigenlijk precies moet of welke spelling de voorkeur geniet, is bij het schrijven van brieven, artikelen, rapporten en verslagen onmisbaar.

De Woordenlijst van de Nederlandse taal, samengesteld in opdracht van de Nederlandse en de Belgische regering, geeft, behalve de juiste schrijfwijze ook de beginselen van de Nederlandse spelling en aanwijzingen over bijvoorbeeld de verdeling van de woorden in lettergrepen, het gebruik van hoofdletters en leestekens en de schrijfwijze van bastaardwoorden.

Uitgave 1954, ongewijzigde herdruk 1979.
Bestelnr. 100-013-00

f 17,- (per post f 21,-)

BESTELKAART

Stuur mij

2037-79-10

☐ rechtstreeks van de Staatsuitgeverij/

☐ via boekhandel (naam): _____

■ ex. 100-013-00 Woordenlijst van de
Nederlandse taal à f 17,- (per post f 21,-)

■ ex. 100-125-00 Schrijfwijzer, handboek
voor duidelijk taalgebruik à f 20,- (per post
f 24,-)

Naam: _____

Straat: _____

Postcode: _____

Plaats: _____

Datum: _____

Handtekening: _____

Prijswijzigingen voorbehouden.

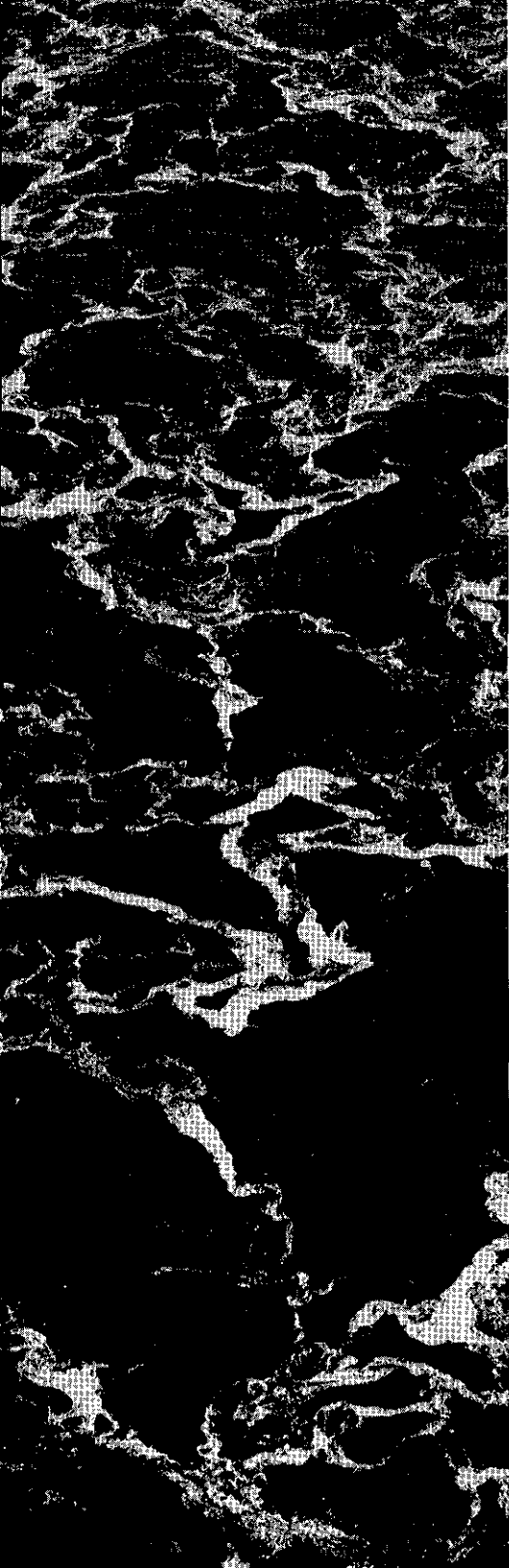


Staatsuitgeverij

Antwoordnummer 125

2500 VB Den Haag

niet frankeren



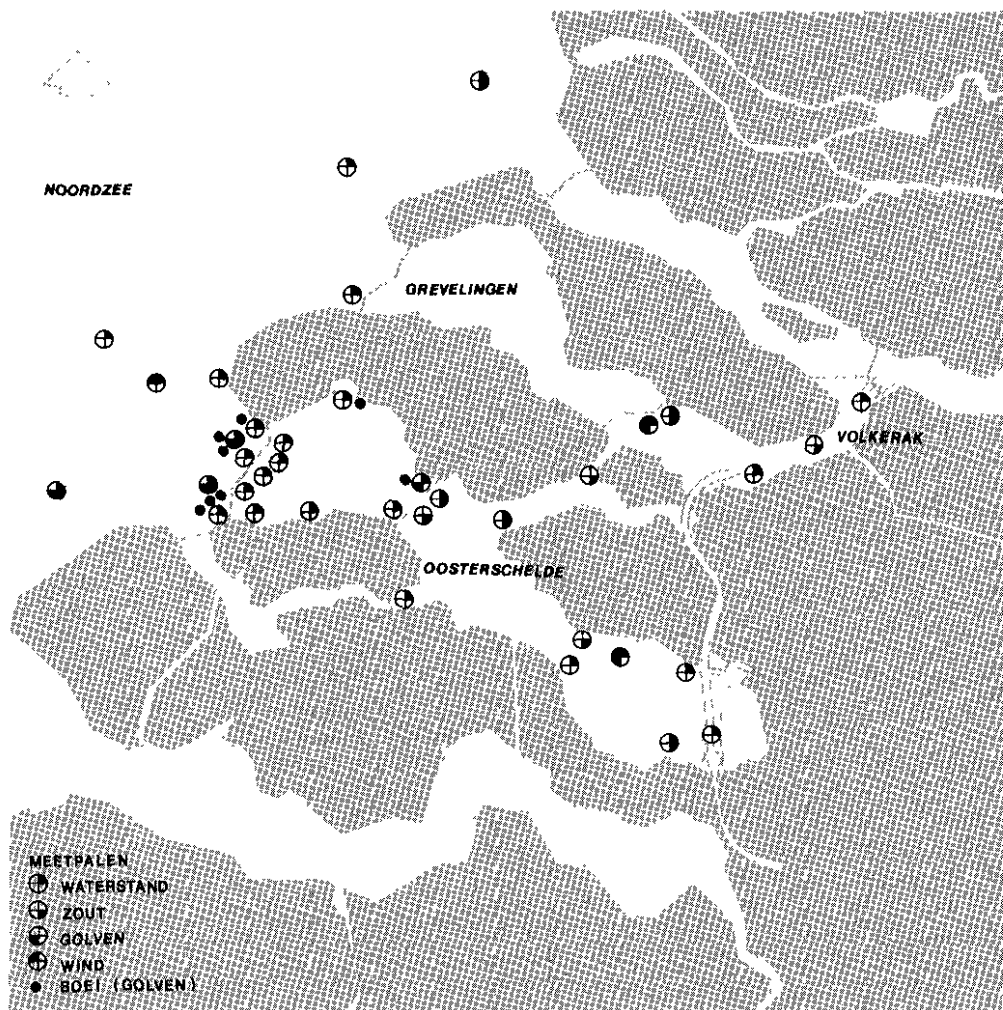
Een hydro-meteo-informatie-systeem voor de Oosterschelde: het project HISTOS

Bij de uitvoering van de werken in de Oosterschelde zal er behoefte bestaan aan een grote verscheidenheid van informatie op hydraulisch en meteorologisch gebied. Gegevens zullen moeten binnenkomen zowel uit het Oosterscheldebekken zelf, als uit andere gebieden voor zover ze invloed hebben op het bekken of op de civieltechnische constructies die er worden uitgevoerd. Met het opzetten van het project HISTOS – de afkorting staat min of meer voor: Hydro-meteo Informatie Systeem Oosterschelde – beoogt men de inwinning van deze informatie te coördineren en de doorvoer ervan naar de verschillende gebruikers te verzorgen. Het gaat daarbij in eerste aanleg om de werkbaarheidsverwachting en -bewaking, zowel voor de bouw van de stormvloedkering als voor de bouw van de compartimenteringsdammen. Verder wordt informatie verzameld voor de studie van de waterbeweging in mond en bekken van de Oosterschelde; dit in nauwe relatie met de verkenning en de bewaking van het milieu. Hiertoe worden min of meer permanente voorzieningen gerealiseerd voor het meten, overdragen en verwerken van hydro-meteo-informatie. Als de bestaande meetmethoden en instrumenten niet aan de vraagstellingen kunnen voldoen, zullen er nieuwe ontwikkeld worden.

De Hydro-Meteo Dienst heeft tot taak om op operationele basis prognoses te verstrekken ten behoeve van de uitvoering van de werken. Zij maakt daartoe onder meer gebruik van het eerdergenoemde informatiesysteem en van thematische modellen. Verder wordt er een onderhoudsdienst opgericht voor de apparatuur.

Doelstellingen

De uitvoering van de Oosterscheldewerken



wordt beïnvloed door hydraulische en meteorologische natuur-randvoorwaarden. Sommige operaties kunnen slechts bij begrensde waarden van onder meer golfhoopte, windsterkte en stroomsnelheid uitgevoerd worden. Dat geldt in het bijzonder voor het transport en de plaatsing van de pijlers.

De betonnen pijlers worden in een bouwdok gefabriceerd. Met behulp van een speciaal daarvoor geconstrueerd hefschip worden ze vervolgens vanaf het bouwdok naar hun plaats in het tracé van de pijlerdam gebracht en op het funderingsbed neergelaten. Opdat de stalen schuiven naderhand op de juiste wijze kunnen functioneren, dient het plaatsen met grote nauwkeurigheid te gebeuren. Na het plaatsen volgt de afwerking van de drempel. Pas wanneer die voltooid is, kan de pijler de krachten van golf en stroom weerstaan. Het hefschip is gevoelig

voor wind en laag-frequente deining; tijdens het plaatsen van de pijler moet de stroomsnelheid gering zijn. Een plaatsingscyclus neemt gemiddeld 60 uur in beslag. De cyclus kan, in geval van ongunstige hydraulische en/of meteorologische condities, op verscheidene momenten worden onderbroken. In zo'n geval kan het hefschip met de pijler in kalm water worden gebracht. Echter, wanneer het plaatsen eenmaal is begonnen, kan het werk niet meer worden onderbroken gedurende ongeveer 12 uur. De beschreven werkwijze maakt een betrouwbare prognose nodig van de hydraulische en meteorologische omstandigheden over een periode van 12 uur, te zamen met een meer algemene verwachting over een periode van 48 uur. Te pessimistische verwachtingen leiden tot onnodige werkonderbrekingen, terwijl te optimistische verwachtingen gevaarlijke situaties tot ge-

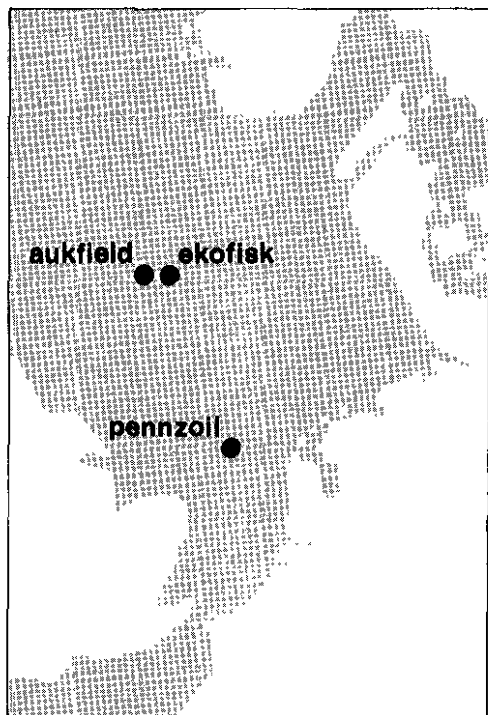


Fig. 2. Booreilanden op de Noordzee met meteorologische meetapparatuur, o.a. ter controle van het GONO-model

Fig. 1. Meetopstellingen in het Deltagebied waarvan HISTOS gebruik maakt

volg zouden kunnen hebben voor zowel mensen als materieel.

Er zijn natuurlijk nog vele andere activiteiten waarbij dezelfde problematiek een rol speelt, zij het in mindere mate of bij andere waarden van de hydro-meteo parameters. Te denken valt aan het verdichten van de bodem met een verdichtingsschip en het plaatsen van dorpelbalken en stalen schuiven.

Behalve prognoses zijn ook directe waarnemingen in de natuur nodig. Vooral het bewaken van de voorspellingen en het maken van nieuwe prognoses is daarbij van belang. Ook kan een meting op één plaats voor een andere plaats vanwege de onderlinge afstand een voorspellende waarde hebben. Een aantal metingen wordt rechtstreeks bij de uitvoering gebruikt, zoals de waterstand en de stroomsnelheid ter plekke van de operaties.

De uitvoering van de compartimenteringswerken vraagt informatie over het getij voor en achter de dammen, de zoutpenetratie, de golfbeweging en over de verwachtingen van de weersomstandigheden nabij de dammen. Kennis van de stroomsnelheden is hier niet alleen van belang voor de bouwkundige operaties, maar ook voor de scheepvaart op de Schelde-Rijn verbinding.

De gegevensinwinning geschiedt behalve ten dienste van de bouwactiviteiten echter ook ten behoeve van milieuverkenning en -bewaking. Bij de keuze voor de bouw van een afsluitbare stormvloedkering in plaats van een volledige afsluiting van de Oosterschelde heeft de wens tot milieubehoud en milieubescherming een doorslaggevende rol gespeeld. Milieuverkenning en -bewaking is derhalve een uiterst belangrijk onderwerp. De zout/zoet-waterverschuiving, een zeer belangrijk onderdeel van het milieu, onderhoudt een nauwe relatie met de waterbeweging. De automatische gegevensinwinning voor de verkenning en bewaking is in het project HISTOS ondergebracht.

Allereerst wordt de situatie van vóór de bouw van de stormvloedkering vastgelegd. Deze situatie kan dan als referentie worden aangehouden bij de waarneming en bestudering van het milieu tijdens en na de uitvoering van de werken. Een probleem vormt nog het gebrek aan geschikte meetinstrumenten voor continue metingen. De ontwikkeling van die instrumenten moet dan ook als onderdeel van het werkpakket worden gezien. De milieubewaking in de beheersfase, dat wil zeggen na de bouw van de stormvloedkering, zal een permanent karakter hebben en deel gaan uitmaken van het grotere geheel van het landelijke, ten dele automatische, waterloopkundig informatiesysteem (LAWIS).

De studie van de waterbeweging in het bekken en de daaraan grenzende gebieden houdt allereerst in dat er randvoorwaarden worden geleverd voor hydraulische en waterkwaliteitsmodellen. Gedurende de bouw van de stormvloedkering zullen mogelijk al enkele modellen operationeel gebruikt worden; daarvoor is snelle informatie noodzakelijk over de juiste instelling. Dit wordt bereikt door simultane metingen van waterstanden, -stromen en, zo mogelijk, debieten. Daarnaast moet de invloed van de werken op de waterbeweging en de bodemmorfologie in de gaten gehouden worden. Gegevens dienende aan de stuurinformatie ten behoeve van de voortgang van de bouwwerkzaamheden. Verder moet de doorspoeling van bepaalde delen van de waterbekkens worden gecontroleerd, speciaal met het oog op milieu-aspecten als het transport van nutriënten

en afvalstoffen. Tenslotte omvat de studie van de waterbeweging nog het onderzoek van golfbelastingen op de waterbouwkundige constructies en op de bodem. Een groot aantal van de meetgrootheden die nodig zijn voor de studie van de waterbeweging, wordt ook al voor andere doelstellingen van HISTOS ingewonnen. Het meten van debieten bevindt zich echter nog in een ontwikkelingsstadium, en het zal daarom nog relatief veel inspanning vergen om tot een operationeel meetsysteem te komen. Ook naar systemen om golfrichting te meten moet nog gericht onderzoek worden verricht. Conditiebewaking vormt bij grote waterbouwkundige werken een vast onderdeel van het beheer. Het doel ervan is wijzigingen te signaleren in de opleveringssituatie van het werk en de directe omgeving. Op basis van deze signalering kunnen dan maatregelen genomen worden. Bij waterkeringen kunnen die wijzigingen bestaan in veranderingen in de ligging van de vooroever, zettingen en klink of kwaliteitsveranderingen van de bekleding die van invloed kunnen zijn op het functioneren als waterkering. In het geval van de stormvloedkering is er nog een extra motief voor de conditiebewaking. Voor het ontwerp van de stormvloedkering wordt een enorme hoeveelheid onderzoek uitgevoerd, waarbij onder meer veel baanbrekend werk wordt gedaan om inzicht te krijgen in fysische processen en om ze toegankelijk te maken voor berekeningen. We denken met name aan het onderzoek naar de natuurrandvoorwaarden en belastingen en het gedrag van de constructie tijdens zulke belastingen. Deformatie van pijlers en drempel en het in trilling raken van de schuiven zijn de meest in het oog springende aspecten van dit gedrag. De deformaties worden in belangrijke mate bepaald door de wisselwerking tussen pijler, funderingsbed en ondergrond. Het optreden van statische, quasi-statische en cyclische verhangen is een bijzonder aspect van die wisselwerking. Het toetsen van de resultaten van het onderzoek aan waarnemingen in de gereedgekomen stormvloedkering zelf zal ons inzicht verschaffen in de waarde van de onderzoeksresultaten en in de kwaliteit van de gehanteerde methodieken. De betrouwbaarheid van de methodieken wordt hierdoor verhoogd.

De conditiebewaking kan worden uitgevoerd met behulp van bestaande en nieuwe 'remote sensing'-technieken. Daarmee kan de geometrische ontwikkeling van de ontgrondingskuilen worden gevolgd en de ligging van de bodembescherming, de stortbedden en de drempel worden bewaakt. Daarnaast dienen in de naaste omgeving van de kering hydraulische randvoorwaarden gemeten te worden. In de kering zelf

worden sensoren geïnstalleerd voor het meten van belastingen, trillingen, deformaties – vooral elastische – en waterspanningen. Een informatiesysteem zal alle meetsignalen verwerken.

De informatiestroom

De informatie voor de werkbaarheidsverwachting en -bewaking en de studie van de waterbeweging in de mond van het bekken van de Oosterschelde wordt centraal verzameld en behandeld in het kantoor van de Delftadient in Zierikzee. Hiertoe wordt het Verwerkings-Centrum Zierikzee ingericht en wordt een operationele hydro-meteo-dienst geformeerd, bestaande uit hydraulici van de afdeling Zierikzee en meteorologen van de plaatselijke afdeling van het KNMI. De gewenste informatie bestaat enerzijds uit voorspellingen en anderzijds uit metingen. Elke drie uur worden er plaatselijke weersverwachtingen opgesteld. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het nationale en internationale meteorologische communicatienet. Er gaat een bulletin uit, waarin karakteristieke grootheden zoals temperatuur, zicht, onweer en windsnelheid en -richting worden vermeld.

De verticale getijbeweging op een aantal karakteristieke plaatsen in de Oosterscheldemond en ter plaatse van de compartimenteringsdammen wordt voor een periode van een jaar vooruit voorspeld. Men gaat daarbij uit van getij-analyses van waarnemingen op dezelfde locaties in het voorafgaande jaar. Voorafgaand aan elk komend hoog en laag water wordt de lange-termijnvoorspelling gecorrigeerd voor de meteorologische verstoringen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de lokale weerkaart, een numeriek model en van waarnemingen op de Noordzee. De stroomsnelheden worden op drie plaatsen langs het tracé van de toekomstige stormvloedkering voorspeld. Ook bij de compartimenteringsdammen wordt de plaatselijke stroomsnelheid voorspeld. In alle gevallen gaat het om de extreme waarden van de stroomsnelheid, die afgeleid worden van de verticale getijbeweging. De voorspelling wordt bewaakt en verbeterd door het meten van de werkelijke stroomsnelheid na elke voorspelling.

De deining ter plekke van de stormvloedkering in aanbouw wordt gegenereerd op de Noordzee; ze kan worden voorspeld met behulp van een mathematisch model. Het KNMI heeft een numeriek golfopwekkingsmodel ontwikkeld, GONO genaamd. Het model is gebaseerd op de energieoverdracht van windvelden op het water. Elke 6 uur zal het een prognose van deining en zeegang leveren in een groot aantal rasterpunten, verdeeld over de gehele Noordzee. De prognose geeft de verwachte waarden voor de

komende 6-, 12-, 18- en 24-uursperiode. Ook hier is het noodzakelijk toetsingen uit te voeren aan waarnemingen. Als toetsingen dienen de metingen die worden verricht op de Noordzeeplatforms Aukfield, Ekofisk en Pennzoil, die zijn opgericht voor boringen en olieproductie. Deze metingen hebben op zich reeds een voorspellende waarde door hun grote afstand tot de mond van de Oosterschelde.

Aangezien tussen het naaste roosterpunt van GONO en het tracé van de stormvloedkering een gebied met banken en geulen ligt, zijn nadere voorspelmethoden en modellen nodig om de golfverwachting in het naaste roosterpunt van GONO te vertalen naar een golfverwachting ter plaatse van de uitvoering van de werken.

Van alle voorspellingen wordt elke 6 uur een bulletin opgesteld dat per telex naar de betrokken instanties wordt verzonden.

Naast de voorspellingen die in het voorafgaande besproken zijn, moeten metingen worden verricht. Het gebruik daarvan is meervoudig; het omvat toetsing van voorspellingen en correctie van voorspelmethodes; levering van actuele informatie aan de voor de uitvoering verantwoordelijke instanties, zodat beslissingen ten aanzien van het onderbreken van werkzaamheden genomen kunnen worden. Daarnaast kunnen momentane meetgegevens geleverd worden aan boord van werkvaartuigen, randvoorwaarden voor mathematische modellen die simultaan gebruikt worden en meetwaarden voor studies op het gebied van de waterbeweging in de mond en het bekken van de Oosterschelde.

Voor dit doel zijn meetinstrumenten geplaatst op een groot aantal meetpalen, meetplatforms en meetboeien. De informatie betreffende de metingen die op de Noordzeeplatforms plaatsvinden, wordt verkregen door een directe koppeling van het Controle- en Informatiecentrum te Hoek van Holland van de directie Noordzee. De overige meetplaatsen zenden hun meetwaarden via radio-telemetrieverbindingen naar het kantoor in Zierikzee.

Daar worden de gegevens door micro- en minicomputers verzameld, automatisch gecontroleerd en omgerekend naar fysische grootheden. Met behulp van verwerkingsprogramma's wordt dan de gewenste informatie berekend en gepresenteerd aan de Hydro-Meteodienst. Het kantoor Zierikzee is met behulp van datacommunicatielijnen verbonden met stations ter plaatse van de uitvoeringsposten van de stormvloedkering en de compartimenteringswerken. De aldaar noodzakelijke actuele informatie is op deze wijze beschikbaar in de vorm van grafie-

ken, tabellen, logboeken, alarmeringen en dergelijke. Meetwaarden die men wenst te bewaren, worden te Zierikzee op een magneetband geregistreerd. Deze magneetbanden kunnen vervolgens bij de Dienst Informatieverwerking van Rijkswaterstaat worden gelezen, wat de mogelijkheid opent om de meetwaarden in een bestand op te nemen. De waterstanden en de stroomsnelheden kunnen na controle en berekening via een radiozender worden verspreid. Aan boord van werkvaartuigen worden speciale ontvangers opgesteld die deze informatie ontvangen, decoderen en via een cijferdisplay zichtbaar maken. Zo kan men aan boord van de aldus uitgeruste schepen de actuele waterstand en stroomsnelheid direct aflezen.

Een belangrijk onderdeel van de studies in verband met de fundering van de stormvloedkering betreft de natuurlijke geologische gesteldheid. Het Oosterscheldegebied staat bekend om zijn zettingsvloeiingen, dijkvallen en oevervallen. Tijdens zulke vloeiingen en vallen kan het zand onder bepaalde druk of bij een bepaalde helling plotseling zijn stevigheid verliezen en wegstromen als een dikke zand-waterpap. Het Oosterscheldezand bezit een korrelvorm, -grootte, -gradatie en -dichtheid die het uiterst gevoelig maakt voor dit soort verschijnselen.

Zulke verwekingsfenomenen zouden er dus ook kunnen optreden wanneer de stormvloedkering in het sluitgat cyclisch belast wordt door golfbelastingen. Ten gevolge van die wisselende belastingen neemt de waterspanning tussen de korrels toe, waardoor de druk tussen de zandkorrels onderling afneemt en daarmee ook de draagkracht van de ondergrond. Wanneer dit proces voldoende lang doorgaat, verweekt of verpapt de bodem. Gelukkig vindt er naast de opbouw van de waterspanning ook afstroming van water plaats, waardoor het verwekingsproces wordt afgeremd. De verhouding tussen deze twee grootheden bepaalt of de ondergrond zodanig verweekt dat de constructie te grote verplaatsingen ondergaat.

Zo luidt in het kort de funderingsproblematiek in het kader waarvan in oktober en december 1975 twee proeven werden uitgevoerd in de haven van het werkeiland Neeltje Jans. Daarbij werd een caisson op kunstmatige wijze aan golfbelastingen blootgesteld en het gedrag van de ondergrond gemeten. Het doel van de proeven, waarvan het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft de proefopzet heeft geleid, was meerledig. Niet alleen gold het hier een onderzoek naar het fenomeen van verweking van de ondergrond; meer speciaal wilde men komen tot extrapolatie van het gedrag van de proefcaisson naar de eigenlijke elementen van de stormvloedkering met doorlaatbare caissons. Daarnaast moesten de proeven leiden tot controle op de juistheid van de tot nu toe gebruikte berekeningsmethoden.

In Bericht 74 (november 1975) is reeds uitvoerig ingegaan op de opzet van de caissonproeven. Daarom zal hier worden volstaan met een korte omschrijving. Er werden proefnemingen ge-

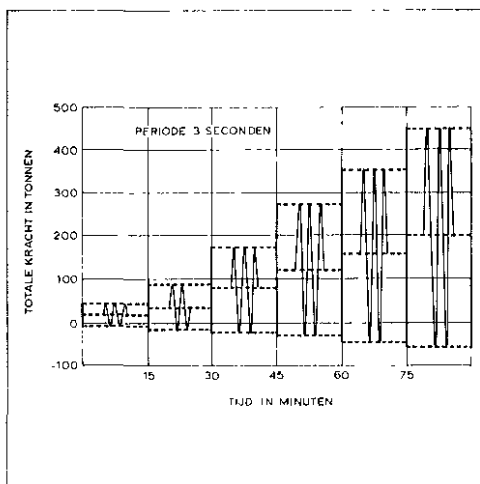
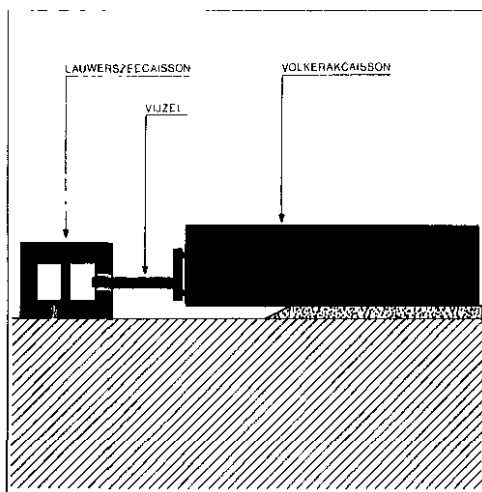
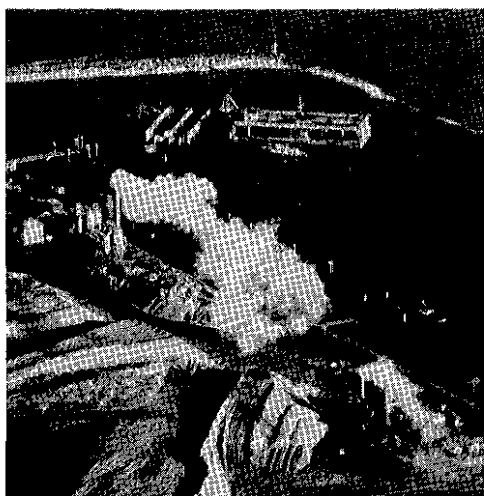
Resultaten van de caissonproeven op Neeltje Jans

daan op verschillende lokaties. Op lokatie 1 werd getracht te voldoen aan de meer algemene doelstellingen, terwijl op lokatie 2 meer specifiek werd gewerkt aan de voorspelling van het gedrag van de caissons voor de stormvloedkering.

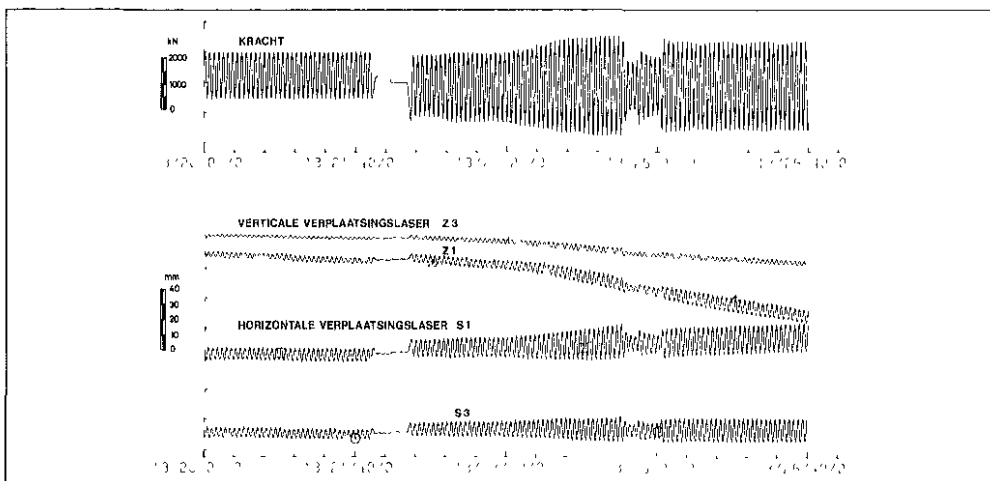
Op lokatie 1 werd uitgegaan van een grondmechanisch ongunstige uitgangstoestand: geen drempel tussen caisson en bodem, dus moeilijke drainage; geen kunstmatig verdichte bodem en dus een ondergrond waarin gemakkelijk verweking kon optreden. Op lokatie 2 werd getracht de werkelijkheid op schaal te benaderen door de ondergrond vooraf kunstmatig te verdichten en door een drempelconstructie aan te brengen tussen caisson en ondergrond. De proef werd uitgevoerd met een Lauwerszeecaissson met een bodemoppervlak van $28 \times 15 \text{ m}^2$ en een gewicht onder water ongeveer van 1350 tf. Op deze caisson werd door middel van 6 vijzels met een maximum capaciteit van ieder 150 tf een serie cyclische krachten uitgeoefend die de opbouw van een storm moesten voorstellen. Om de horizontale reactiekrachten op te nemen is een Volkerakcaisson gebruikt.

Door de cyclustijd ten opzichte van de golfbelasting op de werkelijke afsluitconstructie te verkorten werd het feit dat de drainagelengte onder de Lauwerszeecaissson geringer is dan die onder de elementen van de stormvloedkering zo goed mogelijk gecompenseerd.

In de proefvlakken waren vóór de proeven grondmechanische parameters bepaald, zoals sondeerweerstand, pakkingsdichtheid, doorlatendheid en stijfheid. Van gestoken monsters zijn verdere materiaaleigenschappen bepaald, zoals korrelvorm, mengselopbouw en gevoeligheid onder cyclische belastingen. Om de optredende fenomenen te kunnen registreren, is een



Boven: foto en schema van de caissonopstelling in de werkhaven Neeltje Jans
Links: het belastingsschema
Beneden: gelijktijdige registratie van kracht en verplaatsingen



uitgebreide serie instrumenten aangebracht in de ondergrond en op de caisson. In totaal werden daarvoor 128 opnemers gebruikt. In de bodem werden de waterspanningen, de grond-drukken in drie verschillende richtingen en de verplaatsingen in zowel horizontale als verticale richting gemeten. Daarnaast werden met krachtmeetdozen de vjzjelkrachten geregistreerd die op de caisson aangrepen. De horizontale en verticale verplaatsing van de caisson werden ingemeten met behulp van laserstralen.

De 128 informatiekanalen werden 5 maal per seconde afgelezen en via een gegevens-inwinningsinstallatie opgeslagen op een magneetband. Met behulp van een aantal computerprogramma's kon dan achteraf elk gewenst gegeven worden opgevraagd en bewerkt.

De proef op lokatie 2 heeft de ontwerper duidelijk inzicht verschaft in de te verwachten stabiliteit en deformaties bij een drempel op een verdichte ondergrond. Zowel de stabiliteit als de deformaties vielen gunstiger uit dan in het ontwerp was verondersteld. Zo kon pas stabiliteitsverlies worden geforceerd toen de statische horizontale kracht was opgelopen tot 50% van het caissongewicht en daarbovenop nog een cyclische golfbelasting van 20% van het caissongewicht werd aangebracht. We spreken dan van een H/V-verhouding van 0,7, waarin H de totale horizontale kracht is en V het gewicht van de caisson.

Bij vertaling van deze waarde naar de werkelijkheid, moet ze iets kleiner genomen worden, zo'n 0,65 à 0,60. Aangezien hier echter een caisson met gladde bodem werd beproefd, zou deze waarde, afhankelijk van de toegepaste schaalre-gels ook nog oplopen tot 0,67 à 0,8.

Hoe dan ook, deze H/V was meer dan 1,5 maal zo hoog als de 0,4 die gewoonlijk wordt gehanteerd bij het ontwerpen van caissons in het Deltagebied. Zij was ook hoger dan de waarde 0,55 die bij het ontwerp van de caissons voor de Oosterschelde was voorgesteld.

Met betrekking tot de deformaties was de situatie nog gunstiger. Herhaalde belasting tot een H/V-niveau van 0,4 resulteerde in maximaal 1,5 cm zakking, 1,6 cm horizontale verplaatsing en 0,8 mm/m rotatie. Vertaald naar de werkelijkheid betekent dit maximaal 10 cm zetting, evenveel horizontale verplaatsing en 2 mm/m rotatie.

De zetting en de horizontale verplaatsing waren een factor 2 lager dan de destijds gangbare deformatie-eis van 20 cm voorschreef en zelfs een factor 2 à 5 lager dan de gangbare voorspellingen. De rotatie viel zelfs een factor 5 à 10 gunstiger uit dan waarmee destijds werd gerekend. De proef op lokatie 1 heeft de ontwerper duidelij-

lijk gemaakt dat verweking van de ondergrond inderdaad kan optreden als de ondergrond niet wordt verdicht, er geen drempel wordt toegepast en als er ook nog een losgepakte zandlaag van 30 cm of meer wordt afgezet door de overtrekkende stroom vlak voordat de caisson wordt afgezonden.

In de proef trad de verweking al op bij een H/V van 0,25.

De verweking openbaarde zich voornamelijk in relatief grote toeneming van zowel de zakkingen als de horizontale verplaatsingen. In een tijdsbestek van 50 golven namen de zettingen toe met 5 cm, dus 40 cm in werkelijkheid. De horizontale verschuiving nam toe met 7 cm in het model, dus in het echt meer dan een halve meter. De belasting moest op dat moment verlaagd worden, omdat de vjzjels de beweging van de caisson niet meer konden volgen. Ze bedroeg toen ruim 2 cm in het model, oftewel 15 cm in werkelijkheid. Met deze orde van grootte van de uitwijking was bij de opzet van de proef geen rekening gehouden. Dat was jammer, omdat op dat moment de wateroverspanningen tussen 0,75 en 4,0 m diepte nog niet zo hoog waren opgelopen als bij echte verweking verwacht mocht worden, namelijk bij een wateroverspanning die 50 à 100% van de bovenbelasting bedraagt. Ze waren pas opgelopen tot 20% van de bovenbelasting en hadden zeker hogere waarden kunnen bereiken.

Zelfs de meest pessimistische voorspeller had op grond van modelproefjes op kleine schaal en parallel daaraan uitgevoerde berekeningen niet kunnen voorzien dat de uitwijking, zo snel al, zo hoog zou oplopen.

Een groot deel van het antwoord op de vraag of het gestelde doel met betrekking tot het toetsen van de voorspellingstechnieken is bereikt, hangt af van het antwoord op de vraag in hoeverre de instrumentatie goed heeft gewerkt, hoe goed de meetresultaten konden worden gepresenteerd en vergeleken met de gemaakte voorspellingen; en met hoeveel succes de metingen nagerekend konden worden voor die momenten in de proef, waarin de proef-uitvoering anders was dan aan de voorspellers was opgegeven. De praktijk van de Neeltje-Jansproeven heeft uitgewezen dat dit vragen zijn, die niet direct kunnen worden beantwoord. Integendeel, zowel de voorspellingen als de metingen hebben al zoveel stof geleverd voor publikaties en discussies, nationaal en internationaal, en er is zo'n overdaad aan meetgegevens, dat er tot op de dag van vandaag nog steeds op vele fronten gewerkt wordt aan de verbetering van de gebruikte voorspellingstechnieken en het narekenen van de metingen.

Het ontwerp van de schuiven in de stormvloed- kering Oosterschelde

De afsluutmiddelen van de stormvloedkering in de Oosterschelde zullen bestaan uit een vast deel, de dorpelbalken en de bovenbalken, en een beweegbaar deel, de schuiven. Het doorstroomprofiel is zo gekozen dat bij Yerseke een gemiddeld getijverschil van 2,70 m optreedt, zolang de schuiven geheven zijn. Worden er echter zeer hoge waterstanden verwacht, dan worden de schuiven neergelaten.

In verband met de uitvoering van de verschillende werkzaamheden in de sluitgaten dienen de stroomsnelheden tijdens de bouw van de kering zo laag mogelijk te blijven. Het doorstroomprofiel moet in die fase dus zo min mogelijk worden vernauwd. Het uiteindelijk benodigde profiel wordt verkregen door aan het einde van de bouw dorpelbalken in de doorstroomopeningen te plaatsen; en wel zo, dat een debietverdeling zal ontstaan die analoog is aan de tegenwoordige.

Het schuifontwerp zal aan bepaalde hydraulische en constructieve randvoorwaarden moeten voldoen. De hydraulische randvoorwaarden hebben betrekking op de belastingen tengevolge van verval en golf tijdens het sluiten en openen van de kering en bij gesloten kering. Ze luiden, wanneer het sluiten begint bij de overschrijding van het grenspeil, aan het einde van deze manoeuvre als volgt:

Waterstand Noordzeezijde	: NAP + 4,4 m
Waterstand Oosterschelde- zijde	: NAP + 0,2 m
Golfhoogte	: $H_s = 3,4$ m
Golfperiode	: $T_p = 11,5$ sec.

Bij openen op gelijke waterstand binnen en buiten, na het hoogwater, zijn de hydraulische randvoorwaarden:

Waterstand Noordzeezijde	: NAP + 2,9 m
--------------------------	---------------

Waterstand Oosterschelde-
zijde

Golfhoogte	: $H_s = 1,9$ m
Golfperiode	: $T_p = 11,5$ sec.

En bij gesloten kering:

Waterstand Noordzeezijde : NAP + 5,5 m

Waterstand Oosterschelde-
zijde : NAP - 0,7 m

Golfhoogte : $H_s = 3,8$ m

De overschrijdingskansen van de belastingen die bij bovenstaande randvoorwaarden behoren, bedraagt $2,5 \times 10^{-4}$ per jaar.

Naast deze horizontaal gerichte belastingen moet ook rekening worden gehouden met verticale belastingen ten gevolge van golfklappen, golfbewegingen en zuiging. Deze belastingen zijn het grootst tijdens het sluiten van de kering. Verder moet rekening worden gehouden met trillingsverschijnselen in de schuiven, dorpelbalken en bovenbalken en met de onderlinge beïnvloeding van de trillende onderdelen. Naar het gedrag van de schuiven, de dorpelbalken en de bovenbalken wordt door het Waterloopkundig laboratorium te Delft een uitgebreid onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek naar het trillingsgedrag van de constructie en de invloed van de vormgeving van de schuiven daarop is inmiddels afgerond. Aan de eis dat de optredende spanningen ten gevolge van trillingen klein blijven, blijkt te worden voldaan.

Het onderzoek naar de grootte van de quasi-statische verticale belasting ten gevolge van golfklappen, golfbeweging en zuiging is nagevoerd. Voor het bepalen van het dynamisch deel van de horizontale en verticale be-

lastig door golfklappen wordt nog een aanvullend onderzoek uitgevoerd.

Daarnaast zijn er constructieve randvoorwaarden waaraan het schuifontwerp moet voldoen. De schuif als geheel moet een torsieslappe constructie zijn; de waterkerende beplating moet aan de Oosterscheldezijde van de schuiven worden geplaatst en de schuiven moeten worden uitgevoerd als hefschuiven met glijdopleggingen.

De torsieslapte is nodig om rotatieverschillen tussen twee naast elkaar gelegen pijlers zonder al te grote spanningen te kunnen opnemen. Dit betekent dat de constructie 'open' moet zijn, dus niet kokervormig.

De plaats van de waterkerende beplating hangt nauw samen met de plaats van de dorpelbalken

ten opzichte van de schuiven. Ook het trillingsgedrag van de constructie wordt hierdoor sterk bepaald. De waterkerende beplating moet bovendien zo op de dorpelbalken aansluiten dat een betrekkelijk dichte constructie ontstaat. Om de verticale belastingen van de golfklappen op te vangen zou een beplating aan de Noordzeezijde van de schuiven de voorkeur verdienen. Een goede hydraulische vormgeving vereist dat de dorpelbalken dan onder de schuiven worden geplaatst. Dit houdt in dat montage van de schuiven pas kan plaatsvinden nadat de dorpelbalken zijn geplaatst. Binnen het voor de bouw van de kering gestelde tijdschema is dat echter niet mogelijk, mede omdat de stroomsnelheden in de sluitgaten dan tijdens de bouwphase te groot worden. Op grond daarvan is uiteindelijk gekozen voor plaatsing van de waterkerende beplating aan de Oosterscheldezijde.

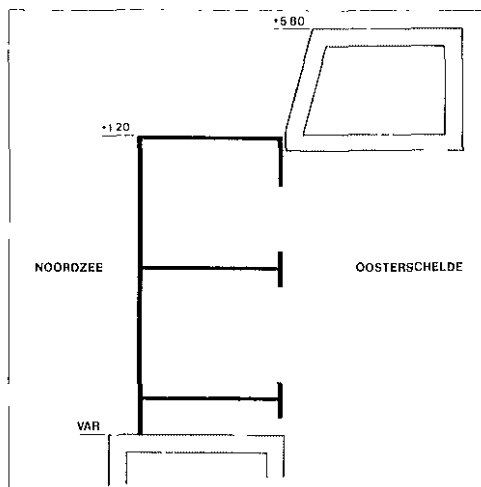
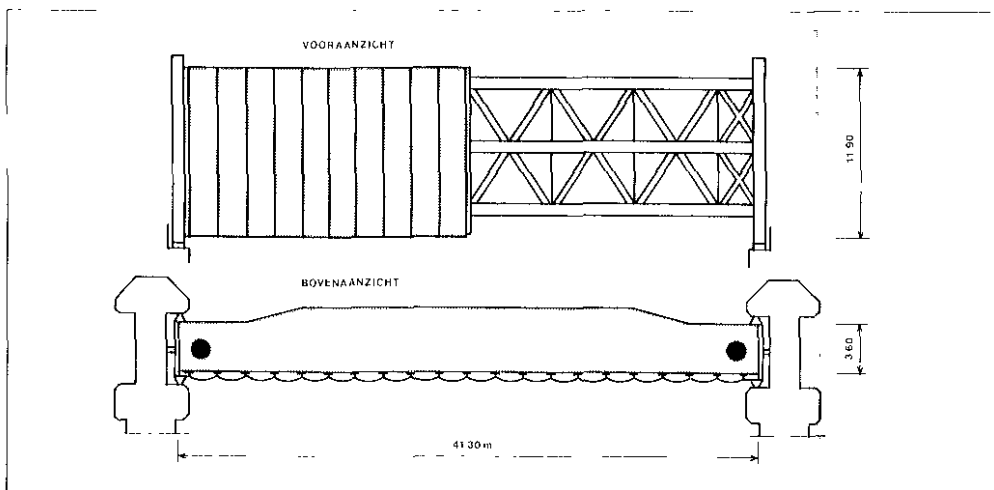
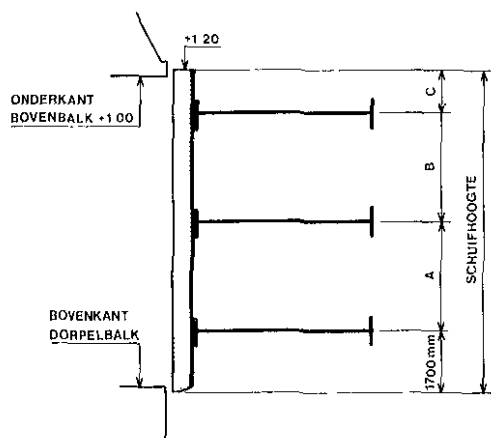


Fig. 1 Schema van een schuifconstructie met de beplating aan de Noordzeezijde

Fig. 2. De schuif in boven- en gedeeltelijk opengewerkt voor-aanzicht



Bij hefschuiven zijn er in principe twee mogelijkheden om de belasting op de schuiven over te dragen naar de pijlers: door middel van loopwielen of door middel van glijdvlakken. Vanwege de hoge belastingen die tijdens het sluiten op de schuiven worden uitgeoefend en de beperkte ruimte voor de schuifspanning in de pijler, is het bij de stormvloedkering niet mogelijk om de schuiven uit te voeren met loopwielen. De keus valt dus op het alternatief: glijdvlakken. Teneinde de krachten die nodig zijn om de schuiven met glijdopleggingen te kunnen bewegen, te beperken, moet voor de schuifgeleidingen op de pijlers en het glijdvlak op de schuiven een materiaalcombinatie worden gekozen met een lage wrijvingscoëfficiënt. Materialen die in aanmerking komen om te worden toegepast zijn: aluminiumbrons dan wel een roestvaste staalsoort voor de schuifgeleidingen op de pij-



Bovenkant dorpelbalk t.o.v. N.A.P.	Schuifhoogte in mm	A	B	C
— 4,5 m	5900	3600	0	600
— 5,5 m	6900	4500	0	700
— 6,5 m	7900	4500	0	1700
— 7,5 m	8900	3600	2700	900
— 8,5 m	9900	3600	3600	1000
— 9,5 m	10900	4500	3600	1100
— 10,5 m	11900	4500	4500	1200

Fig. 3. Indeling van de schuif afhankelijk van de ligging van de bovenkant van de dorpelbalk

lers en een al dan niet gewapende kunststof voor de aanslagen op de schuiven. Om te kunnen bepalen wat de beste materiaalcombinatie is, worden voor een aantal combinaties aangroeings-, wrijvings- en slijtageproeven uitgevoerd.

Het ontwerp

De afmetingen en de profilering van de schuiven worden bepaald door de hart-op-hart-afstand van de pijlers, het doorstroomprofiel en de belasting op de schuiven. De hart-op-hart-afstand van de pijlers bedraagt 45 m. Rekening houdend met de oplegconstructie wordt de overspanning van de schuiven 41,3 m. Vanwege de gevolgde plaatsingsmethode van de pijlers moet voor de overspanning worden gerekend met een maatafwijking van + of - 0,4 m op het niveau van NAP. Door de verschillende onderdelen van de schuiven enige overlengte te geven is het mogelijk de schuiven bij de assemblage op de juiste lengte te maken.

Om te Yerseke een getijverschil van 2,70 m te realiseren is een netto doorstroomprofiel van 14 000 m² nodig. De openingen boven NAP dragen weinig bij aan het profiel. Maar om de afvoer van ijs bij laag water mogelijk te maken komt de bovenkant van de doorstroomopeningen op NAP + 1 m. Het gedeelte tussen NAP + 1 m en de kruin van de kering, die op NAP + 5,8 m ligt, kan worden afgesloten met een betonnen balk. Dit heeft het voordeel dat het totale schuifoppervlak wordt gereduceerd en dus ook de krachten die op de bewegingswerken optreden tijdens het sluiten van de kering.

Wanneer de kering openstaat, komt de onderzijde van de schuiven op NAP + 1,2 m. Bij een gesloten kering ligt de bovenzijde van de schuiven op dat niveau, zodat er een overlapping met de bovenbalk is van 20 cm. De onderzijde van de schuiven heeft bij gesloten kering eveneens een overlapping van 20 cm met de dorpelbalk. Beide overlappings zorgen ervoor, dat de schuiven, ook bij eventuele maatafwijkingen, steeds op de bovenbalken en de dorpelbalken aansluiten. De overlappings mogen echter niet te groot zijn, omdat anders trillingen zouden kunnen worden opgewekt in de schuiven, de dorpelbalken en de bovenbalken. De hoogte van de schuiven varieert van 5,9 m in de ondiepe delen tot 11,9 m in de diepe delen van het doorstroomprofiel.

De schuiven zijn opgebouwd uit vier hoofdonderdelen: een waterkerende beplating, een horizontaal draagsysteem, een verticaal draagsysteem en een paar eindharren. Deze onderdelen zullen we nu nader bekijken.

De horizontale belasting op een schuif ten gevolge van verval en golven wordt opgenomen

door de waterkerende beplating, die is opgebouwd uit verticaal geplaatste schalen. In de schalen treden hoofdzakelijk trekspanningen op. Alleen als de waterstand op de Oosterschelde hoger is dan die op de Noordzee treden er drukspanningen op, die, gezien het lage spanningsniveau dat ze meebrengen, toelaatbaar zijn. Het voordeel van dit type beplating ten opzichte van een vlakke beplating is dat er weinig verstijvingen nodig zijn om de belasting op te nemen. Het is daarom een goedkope oplossing.

Een bijkomend voordeel is dat tussen de schalen en de horizontale liggers grote openingen aanwezig zijn. Hierdoor kan in de schuiven een verticale stroming ontstaan die een gunstige invloed heeft op het trillingsgedrag. Deze openingen verlagen tevens de belastingen ten gevolge van golfklappen.

Fig. 5. Overzicht van de sluitgaten met de variërende hoogteligging van de onderdorpelbalken

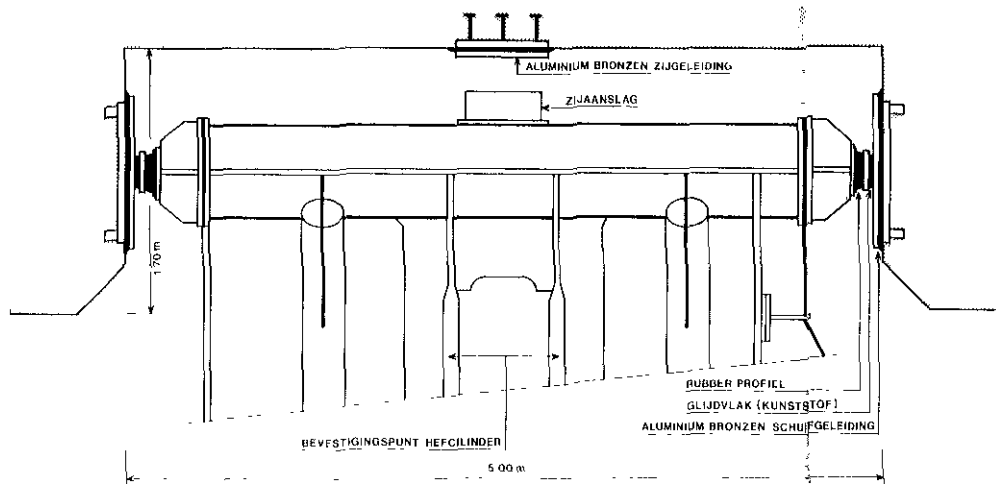


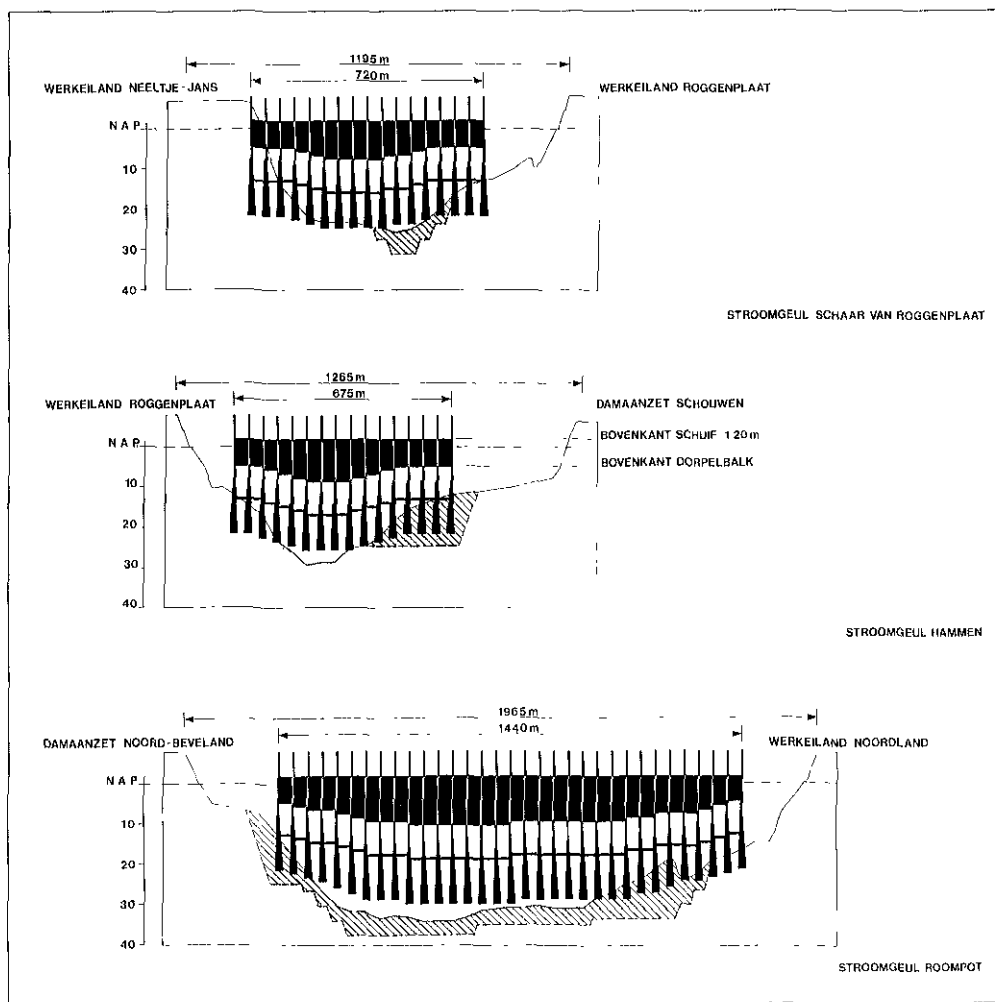
Fig. 4. Eindhar en schuifgeleiding in de spanning

De belasting op de schalen wordt via de verticale verstijvingen overgedragen aan het horizontale draagsysteem.

Het horizontale draagsysteem van de schuiven wordt gevormd door – afhankelijk van de schuiфhoogte – 2 of 3 plaatliggers, die zowel horizontaal als verticaal worden belast. De horizontale belasting bestaat voornamelijk uit verval-, golf- en golfklapbelasting; de verticale belasting bestaat uit stromings- en golfklapbelasting. Teneinde de verticale stromings- en golfklapbelasting te reduceren zijn in de liggers gaten aangebracht tot 10 à 15% van de oppervlakte van de liggers. Ook deze gaten maken een verticale stroming door de schuif mogelijk, hetgeen mede een gunstige invloed heeft op het trillingsgedrag. Om de verticale belasting te kunnen opnemen worden op de lijfplaat van de liggers verstijvingen aangebracht. De liggers

zijn onderling gekoppeld door verticale schotten, zodat een op de schuif werkend moment ten gevolge van excentrisch aangrijpende verticale belastingen in twee tegengesteld gerichte horizontale krachten op de liggers wordt omgezet. Deze belasting wordt, evenals de overige belastingen, afgevoerd naar de eindharren.

Het verticale draagsysteem van de schuiven bestaat uit een vakwerkligger opgebouwd uit buisprofielen. De randstaven van dit vakwerk worden gevormd door de plaatliggers van het horizontale draagsysteem. Alle verticale belastingen worden via dit vakwerk afgevoerd naar de hefcilinders van het bewegingswerk. Het vakwerk vormt tezamen met de plaatliggers en de waterkerende beplating een kokervormige constructie. Vanwege de randvoorwaarde dat de schuiven torsieslap moeten zijn, dient het vakwerk zo dicht mogelijk bij de waterkerende be-



plating te worden geplaatst. De torsiestijfheid van de schuiven blijft dan nog betrekkelijk klein. De eindharren voeren de op de schuiven werkende horizontale belastingen en momenten via de schuifaanslagen af naar de pijlers. Over de gehele hoogte van de eindharren zijn glijdvlakken aangebracht (fig. 4). Deze glijdvlakken bevinden zich aan beide zijden van de eindharren, opdat de belasting op de schuiven zowel in de richting van de Oosterschelde als in de richting van de Noordzee kan werken. Het materiaal van het glijdvlak moet in combinatie met het materiaal van de schuifgeleiding op de pijler een lage wrijvingscoëfficiënt hebben, zodat de krachten die nodig zijn om de schuiven onder verval- en golfbelasting te bewegen, laag blijven. Belangrijk is ook de verhouding tussen de statische en de dynamische wrijvingscoëfficiënt. De statische wrijvingscoëfficiënt is de waarde van de

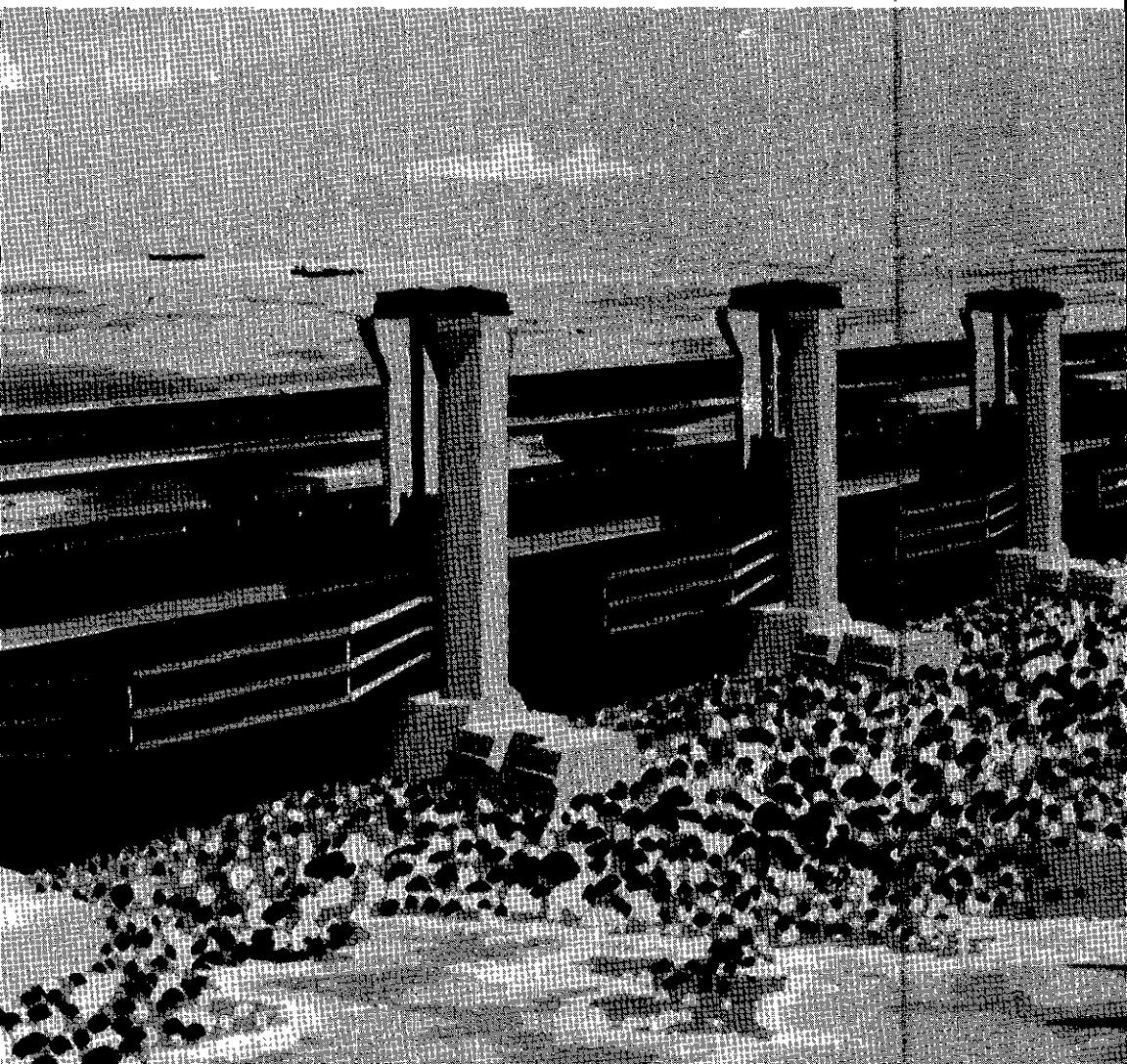
wrijvingscoëfficiënt op het moment dat een schuif begint te bewegen; de dynamische wrijvingscoëfficiënt is de waarde tijdens het bewegen. Bij de meeste materialen is de statische wrijvingscoëfficiënt groter dan de dynamische. Deze verdeling zou ertoe leiden dat de schuiven schoksgewijs bewegen. En dat veroorzaakt weer snelle krachtfluctuaties in de hefcilinders van het bewegingswerk en kan tevens aanleiding geven tot ongewenst trillingsgedrag van de schuiven. De verhouding tussen de statische en de dynamische wrijvingscoëfficiënt mag daarom niet groter zijn dan 1,5. Naast een lage wrijvingscoëfficiënt moet het materiaal voor de glijdvlakken ook een grote slijtvastheid hebben en bestendig zijn tegen zeewater. Omdat voor de glijdvlakken gedacht wordt aan het toepassen van kunststoffen, is ook de gevoeligheid voor veroudering van belang.

Bij een kleine horizontale belasting ten gevolge van het verval kan de som van de verval- en golfbelasting het ene moment in de richting van de Oosterschelde en het volgende moment in de richting van de Noordzee werken. Onder invloed van deze wisselende belasting kunnen de schuiven horizontaal bewegen tussen de schuifgeleidingen in de sponning. Daar dit onaanvaardbaar hoge stootbelastingen op de schuifgeleidingen zou opleveren, worden de schuiven met rubber profielen tussen de schuifgeleidingen voorgespannen. Deze rubber profielen zijn tussen de glijvlakken en eindharren aangebracht (fig. 4). Ze nemen tevens de hoekverdraaiingen op die ontstaan ten gevolge van de doorbuiging van de schuiven en de maatafwijkingen van de pijlers.

De horizontale belasting op de schuiven wordt van de eindharren overgedragen naar de schuif-

geleidingen op de pijlers. Het materiaal van de schuifgeleidingen moet, zoals gezegd, slijtvast en corrosiebestendig zijn en in combinatie met het glijvlak op de schuiven een lage wrijvingscoëfficiënt hebben. Omdat aangroeiing van organismen de wrijvingscoëfficiënt nadelig kan beïnvloeden, moet het materiaal daar weinig gevoelig voor zijn.

Een eenmaal aanwezige aangroeiing kan weliswaar met behulp van schrapers worden verwijderd, maar vooral bij zeepokken heeft dit maar gedeeltelijk succes. Op de plaats waar de zeepok heeft gezeten blijft een kalkkring achter die moeilijk te verwijderen is: de wrijvingscoëfficiënt neemt dan toch toe. Het materiaal moet ook een redelijk goede warmtegeleider zijn, om de ontwikkelde wrijvingswarmte voldoende snel te kunnen afvoeren. Dit aspect is vooral van belang bij de toepassing van kunststoffen. Een



materiaal dat aan de bovengenoemde eisen voldoet, is blijkens de uitgevoerde proeven aluminiumbrons. Het bestaat voor 80 % uit koper, voor 10 % uit aluminium en voor de overige 10 % uit ijzer, nikkel en mangaan. Door het hoge koperpercentage is het betrekkelijk ongevoelig voor aangroeiing.

De breedte van de schuifgeleidingen wordt, behalve door de breedte van de glijdvlakken op de eindharren, ook bepaald door de stand van de pijlers. Deze zal niet altijd helemaal loodrecht zijn ten gevolge van de onvlakheid van het funderingsbed en de uiteindelijk optredende verplaatsingen als gevolg van de vervorming van het funderingsbed onder invloed van de belasting op de kering. Daarnaast is ook de ongelijkloop van de schuiven van belang. Dit verschijnsel ontstaat doordat iedere schuif wordt bewogen door twee hefcilinders. Ten gevolge van

verschil in weerstanden in de olieleidingen, verschil in wrijvingscoëfficiënten en zo meer, zal de ene hefcilinder wat sneller kunnen bewegen dan de andere. De maximale ongelijkloop en *scheefstand van de schuif wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de gelijkloopregeling.* Door bovengenoemde oorzaken wordt de benodigde breedte van de schuifgeleiding – afhankelijk van de funderingsdiepte van de pijler – 3 à 4 maal de breedte van het glijdvlak op de eindhar. Tijdens het bewegen van de schuiven zullen die zich onder invloed van *scheef inlopende golven* zijdelings verplaatsen. Met het oog daarop is in de sponning in de pijler tevens een zijgeleiding opgenomen en op de eindhar een zijaanslag. De schuiven worden bewogen door middel van twee hefcilinders. Ze zijn scharnierend bevestigd aan de schuiven en aan de oplegkukken op de pijlers, zodat eventuele scheefstand van de schuiven en/of de pijlers kan worden opgenomen.

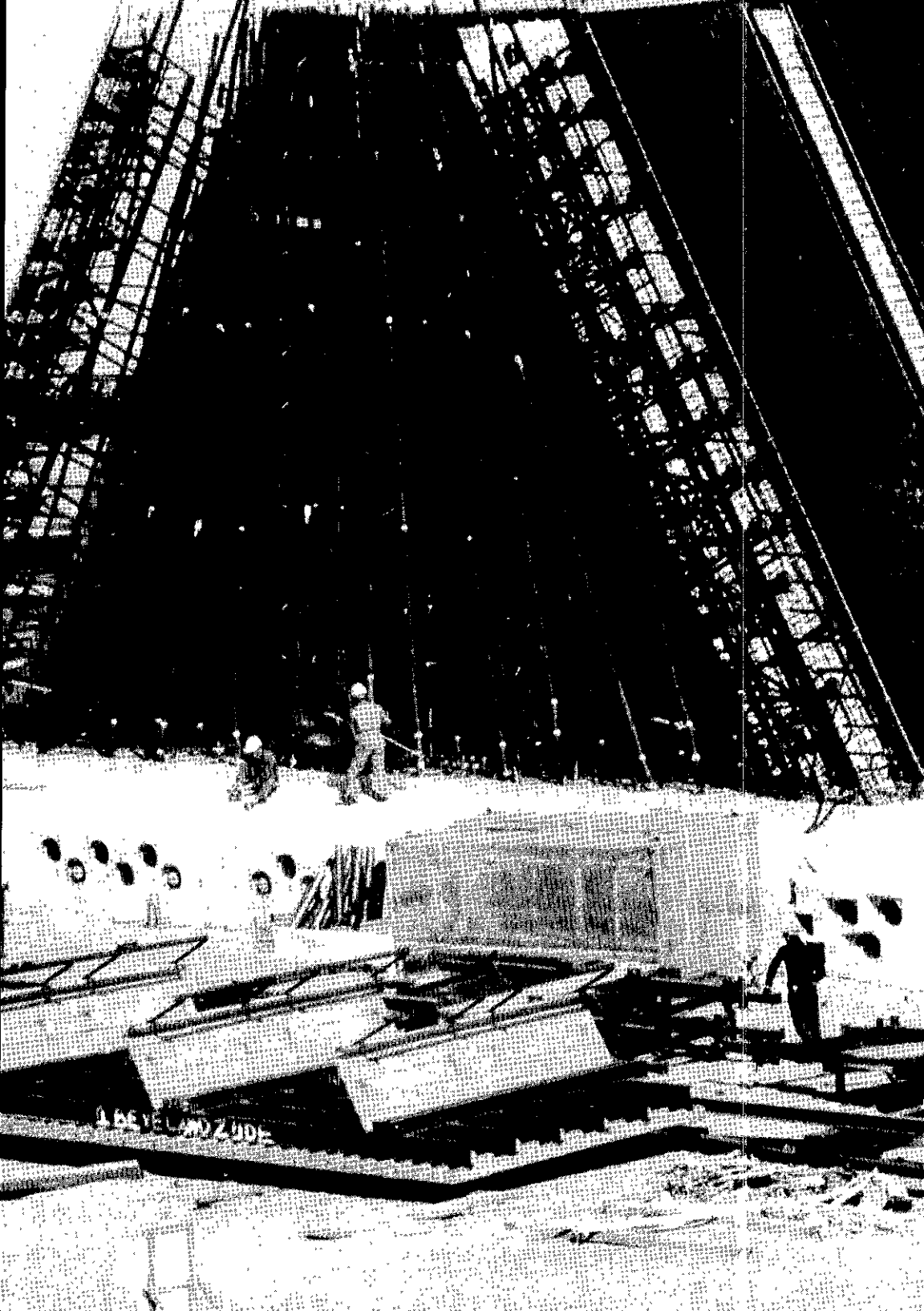
Tengevolge van de horizontale belasting op de schuiven tijdens een sluiting kunnen de wrijvingskrachten zo hoog oplopen dat het eigen gewicht van de schuiven niet voldoende is om de schuiven te laten zakken. De cilinders moeten de schuiven tijdens het sluiten dan ook naar beneden kunnen drukken. De maximale belasting voor de hefcilinders treedt op wanneer de schuiven bij overschrijding van het grenspeil worden gesloten. Aan de bedrijfszekerheid van de bewegingswerken – het geheel van hefcilinders, hydraulische aggregaten en elektrische installaties – worden hoge eisen gesteld, teneinde de kans op één of meer weigerende schuiven kleiner dan 2×10^{-3} per jaar te houden.

De hydraulische aggregaten, transformatoren en elektrische verbindingen worden opgesteld in de over de kering lopende brugkoker. Hierdoor kan een reparatieploeg een eventueel optredende storing, zelfs onder de meest slechte weersomstandigheden, verhelpen.

De bediening van de kering geschiedt in principe centraal, hoewel iedere schuif ook ter plaatse kan worden bediend. Voor een goed beheer is *volledige informatie over de stand waarin iedere schuif staat, noodzakelijk.* Bovendien zal de werking van de onderdelen van het bewegingswerk continu worden gesignaleerd.



Aanzicht van de stormvloedkering met ingehangen schuiven, Noordzezijde. De tekenaar heeft voor de duidelijkheid het water gedeeltelijk weggedacht



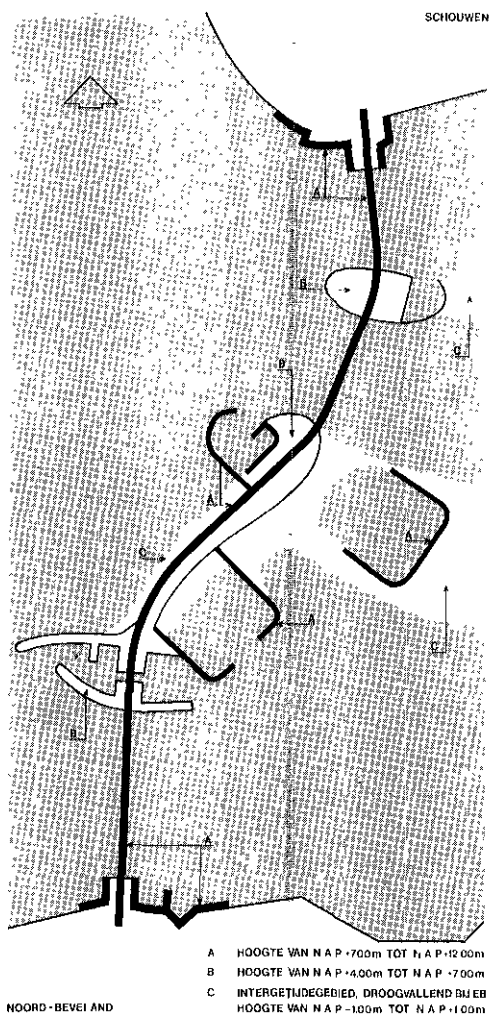
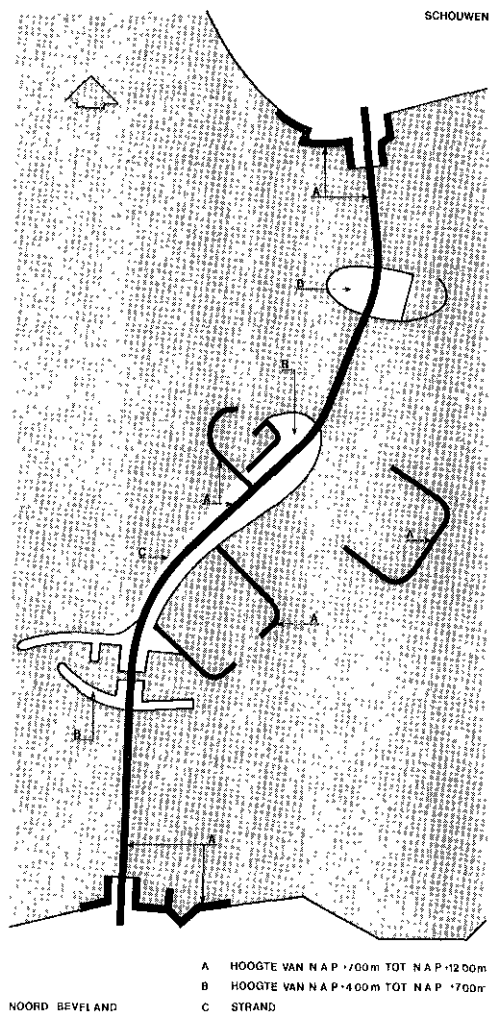
De vormgeving, inrichting en landschappelijke inpassing van de stormvloedkering en de compartimenteringswerken

Voor de vormgeving en landschappelijke inpassing van de stormvloedkering en de compartimenteringswerken zijn vier projectgroepen ingesteld, die voorstellen moeten doen voor een samenhangende, afgewogen vormgeving, die past bij de aard en de functies van zowel de werken zelf als van het omringende gebied. De projectgroepen presenteren hun voorstellen zoveel mogelijk in de vorm van alternatieven waaruit hetzij binnen de groepen zelf, hetzij op een hoger niveau een keuze kan worden gemaakt. Naast de primaire hoogwaterkerende functie van de dammen en kustwerken, kunnen eventuele bijkomende functies worden onderscheiden. Een recreatieve functie, een belevingsfunctie, een verkeersfunctie en een ecologische functie. De aanleg van een weg over de stormvloedkering zal bij voorbeeld een schakel vormen tussen Schouwen-Duiveland, Noord-Beveland en Walcheren. De functies van de hulpwerken – werkhavens, bouwdokken en dergelijke, komen in de toekomst geheel of gedeeltelijk te vervallen, zodat ze eventueel gebruikt kunnen worden voor nieuwe functies. Bij de uitwerking van de ontwerpen moeten ook alternatieven worden geschetst voor lengteprofielen, dwarsprofielen, toe te passen materialen en de situering van en aankleding met gebouwen, wegen en beplantingen. Daarbij zou zoveel mogelijk rekening moeten worden gehouden met mogelijke ontwikkelingen in de aangrenzende gebieden. In de praktijk houdt dit in dat de vormgeving en de inrichting van de werken zo moet worden opgezet dat de ontwikkelingsmogelijkheden van de omgeving en van de bijkomende functies van de werken zelf zo weinig mogelijk worden beperkt of in een bepaalde richting gestuurd. De hoofddoelstelling van het beheer van het toekomstige Oosterscheldegebied is het behoud

en zo mogelijk de versterking van de aanwezige natuurlijke waarden, waarbij met name de visserijbelangen niet uit het oog mogen worden verloren. Tegen de achtergrond van deze hoofddoelstelling zijn inrichtingsalternatieven ontwikkeld voor het Oosterscheldegebied. Men vindt ze beschreven in de nota 'Verkenningen inzake de Ontwikkelingen in het Oosterscheldegebied'. Het is niet uitgesloten dat de ideeën over de inrichting van de aangrenzende gebieden gedurende de levensduur van de waterbouwkundige werken zullen veranderen. In welke richting zo'n wijziging zal gaan is nu niet te voorspellen. Maar als deze wijziging in de richting van meer ruimte voor recreatieve ontwikkelingen zou gaan, dan beschikken de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen hiertoe over de nodige mogelijkheden. Worden de accenten echter verlegd in de richting van de natuurfunctie en – wat de Oosterschelde betreft – de visserijfunctie, dan moeten de mogelijkheden daarvoor meer in de gebieden zelf worden gezocht.

De voorzieningen waarvoor thans ruimte moet worden gereserveerd, mogen geen afbreuk doen aan de vormgeving van het gebied, ook niet wanneer voorzieningen in de toekomst niet zouden worden voltooid. Evenmin zullen zij een nadelige invloed mogen hebben op de natuur- en/of visserijfunctie van de aangrenzende gebieden.

De te treffen voorzieningen kunnen onderscheiden worden in kleine voorzieningen zoals een trallerhelling en voorzieningen voor dagrecreatie, en meer omvangrijke voorzieningen zoals vluchthavens, visbootcentra en voorzieningen voor de regionale oeverrecreatie en de verblijfsrecreatie. Ten behoeve van de kleinere voorzie-



ningen zou, wanneer dat tegen geringe meerkosten mogelijk is en wanneer dat binnen de vormgevingsideeën past, ruimte voor parkeermogelijkheden kunnen worden gereserveerd. Naderhand zouden de voorzieningen dan met betrekkelijk geringe meerkosten kunnen worden gerealiseerd.

Ten aanzien van alle voorzieningen geldt echter in de eerste plaats dat alvorens tot realisering wordt overgegaan, eerst de afweging tegen de natuur- en de visserijfunctie zal moeten plaatsvinden.

Bij de beschouwingen over de mogelijke toekomstige ontwikkelingen zijn de aard en de ligging van de over de dammen voerende wegen van groot belang. Zo kan de aanleg van een parallelweg worden overwogen, die onder meer een scheiding bewerkstelligt tussen het doorgaande verkeer en het recreatieverkeer.

Fig. 1. Landschapstructuurschetsen van de stormvloedkering met omgeving bij vloed (links) en eb

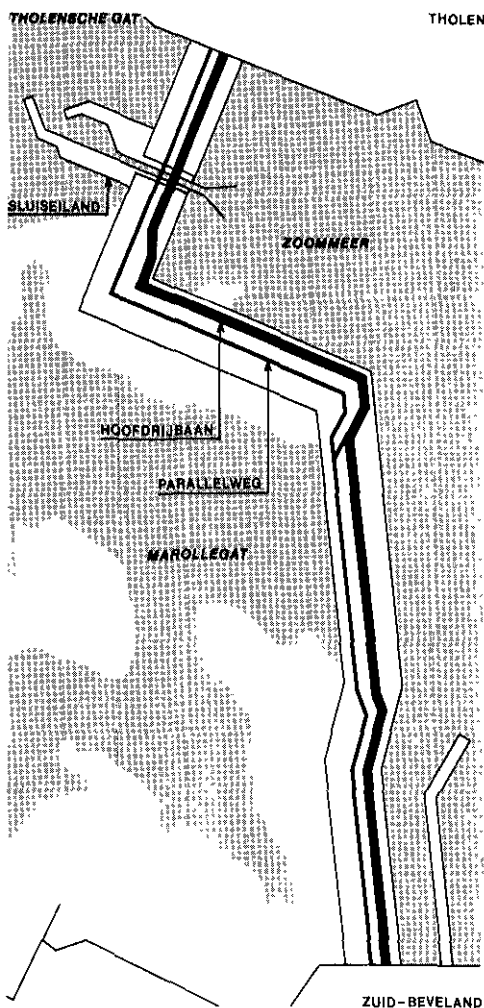
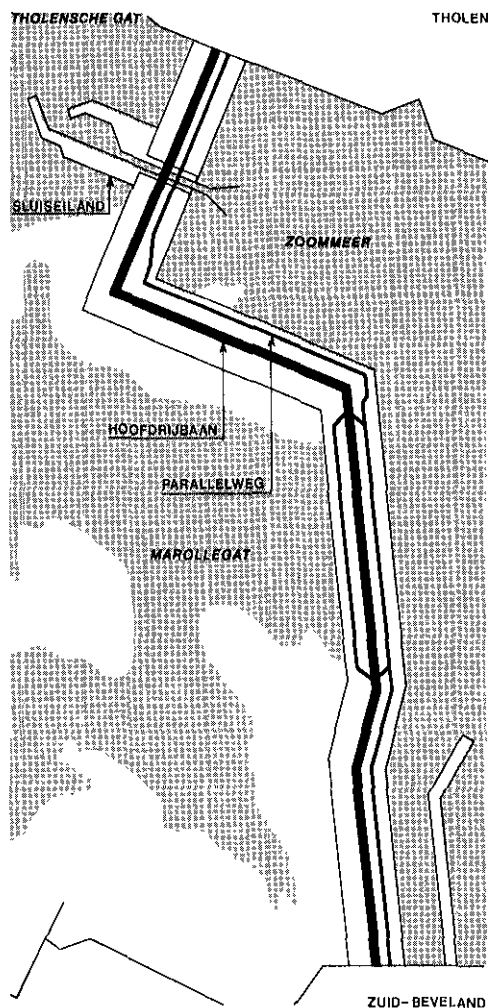
Fig. 2. Alternatieven voor de situering van wegen op de Oesterdam

De ligging van de parallelweg kan echter weer problemen oproepen met betrekking tot de verkeersveiligheid. De vormgeving kan belangrijk bijdragen aan de oplossing van die problemen. Nemen we als voorbeeld de Oesterdam. Hier zijn twee alternatieven denkbaar. In het ene alternatief is de hoofdrijbaan op de kruin van de dam geprojecteerd. De parallelweg zou dan oostelijk van de hoofdrijbaan komen te liggen, aan de zijde van het Zoommeer, met een variërende hoogteligging en daardoor een meer afwisselend beloop. Over een gedeelte van de dam, langs het Marollegat, is in dit alternatief behalve aan de zijde van het Zoommeer ook langs de Oosterschelde een parallelweg geprojecteerd. Het andere alternatief geeft zowel aan de parallelweg als aan de hoofdrijbaan een variërend beloop. De parallelweg is hier aan de zijde van de Oosterschelde geprojecteerd, afwisselend op de berm of op de kruin van de dam.

Afhankelijk van de ligging van de parallelweg ligt de hoofdrijbaan op de kruin of op de berm aan de zijde van het Zoommeer.

De Oesterdam wordt gezien als de nieuwe grens van de Oosterschelde. Het Verdrongen Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom geldt als een gebied met een geheel ander karakter dan de Oosterschelde, gericht op Bergen op Zoom en de zandgronden van westelijk Noord-Brabant.

Nog een voorbeeld van de invloed van de vormgeving op de ontwerpen zien we in de vorm van de terreinen bij de in de Oesterdam te bouwen sluis, het zogenaamde sluiseland. Bij het ontwerp van het sluiseland heeft als belangrijkste uitgangspunt gegolden dat hier sprake is van een kruising van een verkeersweg, de noord-zuid gerichte Oesterdam, met een waterweg, de



oost-west gerichte scheepvaartroute. Het sluseiland is daarom niet ontworpen als een verdikking van de Oesterdam, maar als een daarmee contrasterend element. Dit is onder meer bereikt door het toepassen van een hoogteverschil en door voor het sluseiland en de dam zelf verschillende bekledingsmaterialen voor te stellen. De uiteindelijke vorm van het sluseiland is voortgekomen uit enerzijds een minimaliseringsgedachte – dat wil zeggen geen uitgestrekte terreinen waaraan in de toekomst nauwelijks een functie kan worden toebedacht – en anderzijds uit de breedteverhouding tussen het eiland en het Tholense Gat. Om het Tholense Gat een zo groot mogelijke breedte te laten behouden zou het sluseiland zo ver als technisch mogelijk is van de Tholense oever moeten liggen en zou het met de sluis, niet al te groot mogen zijn. Om deze reden, maar eveneens om de kruisingsgedachte te accentueren is gekozen voor een zo lang mogelijke vorm van het sluseiland. Deze gedachte zou nog kunnen worden benadrukt door boomaanplant op het eiland en de havendammen.

De andere waterbouwkundige projecten van de vraagstukken die bij de vormgeving. We geven nog een paar voorbeelden, werken in de Oosterscheldemondd wordt thans uitgegaan van een landschappelijke visie waarin het geheel van de stormvloedkering zich manifesteert als een strak technische element te midden van de grootsheid van de getijdemondding het getijde-karakter van de omringde water zo daarbij zoveel mogelijk overal zichtbaar moeten worden gemaakt.

Uit deze visie vloeit de wens voort de doorgaan-
de wegen zoveel mogelijk op hetzelfde niveau
te houden als op de stormvloedkering zelf, te weten op N.A.P. + 12 m.

Ondermeer voor het damvak Geul zijn evenwel verschillende bestemmingsalternatieven gesuggereerd, waarvan nog moet worden nagegaan in hoeverre ze overeenkomen met de boven weergegeven algemene vormgevingsidee. Voor de vormgeving van de Philipsdam zijn overeenkomstige landschappelijke visies ontwikkeld; ook daar zou de primaire waterkerende functie sterk moeten worden benadrukt. Ook zou de beleving van de grote schaal van de omgeving zijn gebaat bij zo veel mogelijk zicht vanaf de weg op de wateren aan weerszijden van de dam. Hier zit overigens een verschil met de stormvloedkering.

De Philipsdam wordt aan de ene zijde begrensd door getijwater en aan de andere zijde door het zoete Zoommeer met een vast peil. Dit zou mede op één of andere wijze in het gebruik van materialen in de vormgeving tot uitdrukking moeten komen.

Ook bij de Philipsdam wordt thans onderzocht in hoeverre de algemene landschappelijke visie overeenkomt met de verschillende bestemmingsalternatieven. Voor het lozingsmiddel ten behoeve van de afwatering van het Zoommeer naar de Westerschelde worden thans vormgevingsalternatieven op hun consequenties voor verschillende aspecten bekeken.

De landschappelijke inkassing gaat uit van de openheid van het gebied waarin het lozingsmiddel komt te liggen en van het feit dat het kanaal een andere functie heeft dan de parallel daarmee lopende Schelde-Rijnverbinding. De alternatieven variëren van een volledig bestort kanaal tot een onbestort kanaal. In elk geval worden uit landschappelijk oogpunt rietoevers voorgesteld, die tevens kunnen dienen als oeverbescherming. Verder zijn er verschillende mogelijkheden uitgewerkt voor de kruising van het kanaal met de rijkswegen 58 en 258 en de langs deze wegen voerende spoorlijn. Voor het gedeelte ten noorden van Zuid-Beveland wordt thans aan een steenachtig kanaal zonder groene oevers gedacht. Ten zuiden van de rijkswegen denkt men aan groene oevers met kleinschalige variaties in de oeverstrook waardoor het kanaal aantrekkelijk kan worden voor recreatie op kleine schaal. Tevens wordt de mogelijkheid opengehouden dat de kreken van de aangrenzende voormalige schorren van Bath te eniger tijd in open verbinding kunnen worden gebracht met het kanaal. Voor de afweging van de alternatieven is een beleidsanalytische nota samengesteld.

Tenslotte geven we nog een overzicht van de diensten en instanties die medewerking verlenen aan de vormgeving en de landschappelijke inpassing. De vaste kern wordt gevormd door een aantal medewerkers van de hoofdafdelingen Waterbouwkundige Werken en Milieu en Inrichting van de Deltadienst. Voorts worden bijdragen geleverd door de directies Sluizen en Stuw en Bruggen en de afdeling Esthetische Verzorging van de dienst Verkeerkunde. De inbreng vanuit de landschaparchitectuur wordt verzorgd door Staatsbosbeheer, in samenwerking met de Vakgroep Landschapsarchitectuur van de Landbouwhogeschool te Wageningen voor de Stormvloedkering, en het Bureau voor Tuin- en Landschapsarchitectuur Bakker en Bleeker B.V. te Amsterdam voor de Oesterdam en de Markiezaatskade. De vormgeving van de kunstwerken is in handen van het Architectenbureau De Vlamming, Salm en Fennis B.V. te Amsterdam, met uitzondering van de vormgeving van de kunstwerken van de Stormvloedkering, waarvoor het Architectenbureau Quist B.V. te Rotterdam is ingeschakeld.

Een experimenteel lozingsprogramma voor de Volkeraksluizen

Voor een goed beheer van het Oosterschelde-gebied is kennis nodig van de factoren die er het natuurlijk milieu bepalen. Het is, voor men verantwoorde beheersmaatregelen kan nemen, bijvoorbeeld nodig te weten welke invloed een bepaalde zoutverdeling heeft op de levensgemeenschap onder water. Even onmisbaar is inzicht in het mengingsmechanisme dat optreedt tijdens de afvoer van het bij de Krammersluizen binnengekomen zoete water.

Veel van deze kennis is al voorhanden. Gedeeltelijk komt ze voort uit de ervaring met de oude situatie, toen het Volkerak nog open was. Maar de verzameling van gegevens gaat nog steeds door. Er worden in het gebied vele metingen verricht, waarvan de gegevens worden gebruikt in mathematische en fysische modellen. Het is echter niet altijd duidelijk wat modeluitkomsten betekenen. Om ze te kunnen vertalen naar de praktijksituatie moet men de vertaalcode kennen, die alleen af te leiden is uit de rechtstreekse vergelijking tussen model en praktijk.

Het gebied nabij de Volkeraksluizen, het Volkerak en het Krammer, is zeer geschikt om deze vergelijking uit te voeren. Hier kunnen de processen bestudeerd worden die optreden in een getijdegebied dat onder invloed staat van een zoetwaterlozing. Door middel van de spuisluis in het Volkerak kan de zoetwatertoevoer in het gebied nauwkeurig worden geregeld, zodat de effecten van verschillen in de zoetwatertoevoer tamelijk exact kunnen worden vastgesteld. Verder vertoont zowel de vorm van het gebied als de er heersende getijwerking een zekere overeenkomst met de toekomstige situatie van Zijpe, Mastgat en Keeten, dus na de voltooiing van de Philipsdam en de stormvloedkering. Het proefgebied zelf verliest overigens na het gereedko-

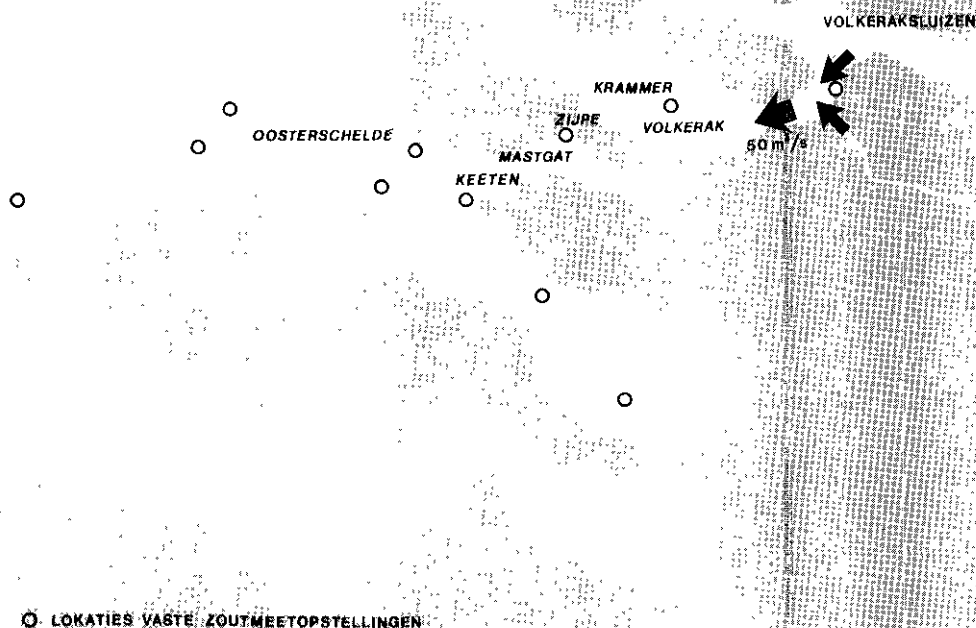
men van de Philipsdam zijn getijdekarakter en wordt opgenomen in het Zoommeer.

Sinds 1 maart 1977 wordt het spuidebiet van de Volkeraksluizen per getijperiode zodanig geregeld, dat een van te voren vastgestelde hoeveelheid water op het Volkerak wordt geloosd. Het doel van dit spuiprogramma is drieledig. In de eerste plaats wordt er mee onderzocht in hoeverre de zoutlast vanuit het Volkerak op het Haringvliet, die het gevolg is van het schutbedrijf, verminderd kan worden door zoet water te spuien via de Volkeraksluizen; dan wordt met dit hulpmiddel bestudeerd welke invloed een bepaalde zoetwatertoevoer heeft op de spreiding van de zoutgehalten in de Oosterschelde; en tenslotte wordt nagegaan wat de konsekventies van deze verdeling zijn voor de levensgemeenschap onder water.

Vóór de instelling van dit spuiprogramma was de zoetwatertoevoer op het Volkerak wisselend: 's zomers bedroeg hij gemiddeld tussen de 15 en 23 m³/sec; 's winters schommelde hij tussen 25 en 40 m³/sec. Vanaf 1 maart 1977 is de zoetwatertoevoer op het Volkerak vastgesteld op gemiddeld 50 m³/sec, en sindsdien zo gebleven. De afvoer van de riviertjes de Dintel en de Roosendaalsche Vliet is bij die 50 m³/sec inbegrepen.

Het experimentele lozingsprogramma wordt begeleid door een werkgroep waarin vertegenwoordigers zitting hebben van de directie Benedenrivieren, de directie Zeeland, de directie Waterhuishouding en de Waterbeweging, het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater en de Deltadienst.

Voordat er sprake was van een lozingsprogramma voor de Volkeraksluizen, was het niet voldoende bekend aan welke omstandigheden de



in de Oosterschelde optredende zoutverdelingen moeten worden toegeschreven. De externe factoren die deze verdelingen bepalen, zoals het zoutgehalte van het kustwater en de zoetwatertoevoer ten gevolge van neerslag, polderlozingen, het schutbedrijf bij de Volkeraksluizen, maar vooral de Brabantse riviertjes Mark en Dintel, wisselende natuurlijk met de tijd; maar de termijn van die wisseling was zo kort, dat er geen evenwichtstoestand kon optreden. Voor het toetsen van de wiskundige en hydraulische modellen die ontwikkeld zijn om een beschrijving te geven van de zoutverdeling in de Oosterschelde, was het echter noodzakelijk de zoutverdeling te leren kennen onder goed gedefinieerde omstandigheden. Hiervoor bestonden twee mogelijkheden: ten eerste de stabilisering van de factoren die bepalend zijn voor de zoutverdeling, en ten tweede de permanente regis-

De afvoer van Volkeraksluizen en Dintel samen bedraagt 50 m³/sec.
Overzicht van de zoutmeetpunten

tratie van de zoutgehalten en de bepalende factoren.

Beide middelen zijn te baat genomen. Door het lozingsprogramma te fixeren op 50 m³/sec is de voornaamste zoetwatertoevoer op de Oosterschelde gestabiliseerd; hierdoor heeft zich een zoutverdeling ingesteld die met name op het traject Krammer-Volkerak nog slechts in geringe mate fluctueert. Verder zijn in de Oosterschelde een aantal vaste meetopstellingen geplaatst, waar het zoutgehalte permanent wordt geregistreerd aan bodem en oppervlakte. Dank zij dit meetnet is het mogelijk gebleken aan te geven welke externe factoren maatgevend zijn

voor de zoutverdeling in de Oosterschelde, en tevens de verschillende invloeden van elkaar te onderscheiden en ze te kwantificeren. Dit leidde tot een belangrijke verfijning van de modellen aan de hand waarvan wordt voorspeld welke zoutverdeling men in de toekomst kan verwachten bij de verschillende beheersalternatieven.

silicium zijn in het toegevoerde water vanuit het Haringvliet en de dintel en Roosendaalse Vliet aanzienlijk hoger dan in de monding van de Oosterschelde. Het spuien van zoet water leidt dan ook tot verhoging van deze nutriëntengehalten op het traject Volkerak-Keeten. Uit onderzoek blijkt dat de waterkwaliteit op het

Lokatie	Chloridegehalte (g/l)	
	gemeten chloridegehalte bij 50 m ³ /sec afvoer	berekend chloridegehalte (ondergrens) bij 100 m ³ /sec afvoer
Krabbenkreek	15,3	12,6
Zeelandbrug	16,5	15,1
Kom Oosterschelde	15,6	14,2

Om meer inzicht te verkrijgen in de *interne* factoren die het zoutgehalte bepalen, dat wil zeggen de mengprocessen die in het estuarium optreden, is een uitgebreide detailmeting van de zout- en snelheidsverdeling uitgevoerd op het traject Keeten-Mastgat-Zijpe-Krammer-Volkerak. Ook voor de interpretatie van deze resultaten was het essentieel dat de zoutverdeling in een evenwichtssituatie verkeerde. Hoewel de kwantitatieve uitwerking van de gegevens nog niet geheel is afgerond, zijn er al een aantal belangrijke mengmechanismen aan het licht getreden en bestudeerd: de mengende invloed van de uitgestrekte platengebieden in de Oosterschelde en de mengende invloed die bij het optreden van gelaagdheid uitgaat van de vorm van het geulensel. Kennis omtrent de relevante mengmechanismen is een noodzakelijke voorwaarde voor het opzetten van accurate modellen; hiervan hangt onmiddellijk de betrouwbaarheid af die aan de voorspellingen kan worden toegekend.

Door de afdeling Milieu-onderzoek is sedert het instellen van het spuidebiet van 50 m³/sec op het traject Volkerak-Keeten onderzoek verricht naar het voorkomen van bodemdieren en het verloop van een aantal waterkwaliteitsparameters, zoals fosfaat, stikstof, silicium en colibacteriën.

Zowel de soortenrijkdom als de absolute aantallen bodemdieren – zeepieren, kokkels, nonnetjes en zo – nemen waarschijnlijk toe als functie van het zoutgehalte. Voor een nadere bepaling van de relatie tussen het voorkomen van bodemdieren en het zoutgehalte zijn in zes raaien bodemonsters verzameld. Met determinatie en telling van de voorlopig ingevroren monsters zal spoedig worden begonnen. De gehalten aan de voedingsstoffen fosfaat, stikstof en

traject nagenoeg geheel wordt bepaald door het proces van menging van het zoete water met het zoute Oosterschelde water en een netto afvoer naar de zee.

Andere processen, zoals de opname van voedingsstoffen door algen, hebben blijkbaar een langere verblijftijd dan die van het zoete water op dit traject, die ongeveer 30 dagen bedraagt.

De werkgroep die het experimenteel lozingsprogramma begeleidt, heeft nu voorgesteld de zoetwatertoevoer op het Volkerak tijdelijk te vergroten tot 100 m³/sec. De proef zou moeten duren van 1 november 1979 tot 1 april 1980; vijf maanden dus. Het belang van deze proef voor het milieu wordt hierna uiteengezet.

Door analyse van zoutmetingen tijdens het verhoogde lozingsprogramma en vergelijking met gegevens die zijn verkregen uit het programma met 50 m³/sec kan de betrouwbaarheid van de prognoses van de zoutverdeling op het traject Keeten-Zijpe in de sluitingsfase van de compartimenteringsdammen en in de situatie na 1985 aanzienlijk worden vergroot. De huidige prognoses voor de zoutgehalten op dit traject zijn gebaseerd op wiskundige modellen waarin theoretische veronderstellingen worden gedaan met betrekking tot de invloed van dichtheidsstromen. Deze theoretische veronderstellingen kunnen in de beschikbare hydraulische modellen slechts op gebrekkige wijze worden getoetst. Voor een goede toetsing zou men moeten beschikken over natuurgegevens in hetzelfde estuarium, bij in omvang verschillende dichtheidsstromingen.

Dit doel zou gerealiseerd kunnen worden met behulp van de voorgestelde lozing van 100 m³/sec. Tegelijk zou met deze proef een beter inzicht kunnen worden verkregen in het ver-

schijnsel van de zout/zoetstratificatie in relatie tot de mengende werking van de getijbeweging. Kennis van deze materie is van groot belang, omdat een sterke zout/zoetstratificatie leidt tot lage zoutgehalten aan de oppervlakte, hetgeen met name schadelijk kan zijn voor de levensgemeenschappen aan de oever. Het fysisch gedeelte van het onderzoek zal leiden tot een beter begrip van de mengingsmechanismen in het Oosterscheldegebied en mede een basis vormen voor het ecologisch modelonderzoek. Er bestaat dus een directe koppeling tussen het fysische en het ecologische onderzoek.

Een andere relatie tussen beide onderzoeksterreinen ligt bij de waardering van de uitkomsten van de voorspelling van het zoutgehalte. Veiligheidshalve zijn er voor de toekomstige situatie in de Oosterschelde op basis van literatuurgegevens richtlijnen geformuleerd voor het zoutgehalte. Het onderzoek is daarom niet alleen gericht op de verbetering van de zoutprognoses, maar ook op een nadere onderbouwing van deze richtlijnen.

Het onderhavige onderzoek omvat onder meer observaties op meetgebieden van de daar voorkomende gemeenschappen van bodemdieren. Het aantal soorten wordt bepaald en men maakt een schatting van de aantallen per soort per station. Ook de conditie van de organismen wordt in het onderzoek betrokken. Door de lokatie van de meetstations in het Volkerak en het Krammer kan de relatie tussen de levensgemeenschap en het plaatselijk zoutgehalte worden bepaald. Door verhoging van de zoetwatertoevoer in de winterperiode veranderen de zoutgehalten op al deze meetstations.

Met name de veranderingen in de levensgemeenschappen tijdens en na de verlaging van het zoutgehalte geven inzicht in hun flexibiliteit. De keuze voor een lozingsprogramma van 100 m³/sec wordt bepaald door verschillende redenen. De invloed op het zoutgehalte moet ten opzichte van de huidige situatie duidelijk herkenbaar zijn. De fluctuaties moeten dus groter zijn dan dat ze zouden kunnen zijn veroorzaakt door andere factoren. De resulterende nieuwe dichtheidsgradiënt moet bij voorkeur vergelijkbaar zijn met de verwachte gradiënt in de situatie in 1985. Het nieuwe lozingsdebiet moet voldoende groot zijn om de wiskundige waterkwaliteitsmodellen in een voldoende ruim interval te kunnen toetsen. Het mag aan de andere kant niet zo groot zijn dat de resulterende verzoeting gevoelige schade toebrengt aan het milieu. Ook mag er in andere delen van het land geen schade door ontstaan, bij voorbeeld onvoldoende watervoorziening. Een lozingsprogramma van 100

m³/sec komt aan deze verschillende eisen tegemoet.

De invloed van de toeneming van het spuidebiet van de Volkeraksluizen blijft vrijwel geheel beperkt tot het traject Krammer-Volkerak, dat na 1985 tot het Zoommeer zal behoren. De verzoevende invloed op andere delen van de Oosterschelde – met name de Kom – valt binnen de normale schommelingen als gevolg van andere, natuurlijke factoren, zoals grote neerslag of verzoeting van het kunstwater door hoge Rijnafvoeren. Om zekerheid te hebben dat aan de levensgemeenschappen in het Volkerak ten gevolge van de proef geen schade wordt toegebracht, zijn een aantal veiligheidsmaatregelen ingebouwd. Zo wordt onder andere met behulp van mosselen, opgehangen in korven, van tijd tot tijd nagegaan of er onverwachte conditievermindering optreedt. Daarnaast wordt de conditie bewaakt van een groot aantal bodemdieren in de verschillende delen van het Volkerak. Mocht conditievermindering optreden dan wordt de zoetwatertoevoer verkleind.

Proeven op natuurlijke schaal, zoals de hierboven besprokene, zijn voor het onderzoek naar transportprocessen in estuaria en voor het ecologisch modelonderzoek tamelijk uniek. De resultaten ervan hebben dan ook een groot wetenschappelijk belang en dragen bij tot een sterk verbeterde modellering van de fysische en ecologische processen, niet alleen in de Oosterschelde, maar ook in andere estuaria in Nederland – met name de Westerschelde en de Eems-Dollard – en in het buitenland.

Een nauwkeurigere prognose van de zoutverdeling in de Oosterschelde in de sluitingsfase en in de toekomstige situatie en een beter inzicht in de manier waarop de levensgemeenschappen zich aan die zoutverdeling aanpassen, maken het mogelijk het toekomstige beheer af te stemmen op de eisen die er door het milieu aan worden gesteld.

De afregeling van het wiskundig model Randdelta II

De bestudering van het hydraulische gedrag van onze zeegeten en estuaria is tegenwoordig ondenkbaar zonder de hulp van wiskundige modellen en computers. Het begrip 'model' houdt al in, dat de werkelijkheid er geschematiseerd in wordt voorgesteld. Bij een één-dimensionaal wiskundig model wordt het gebied waarop het betrekking heeft, geschematiseerd tot een netwerk van geulen die in knooppunten samenkomen. In deze geulen en knooppunten kan men dan stromen en waterstanden berekenen langs numeriek-wiskundige weg. In principe zal zo'n één-dimensionaal IMPLIC-model alleen geschikt zijn voor gebieden die een duidelijke geulenstructuur bezitten. Voor getijberekeningen in bijvoorbeeld de Noordzee zijn ze niet bruikbaar. Als men, voor wat betreft de Ooster- en Westerschelde, tevreden is met de waterstanden en een beeld van de grootschalige waterbeweging door de geulen, dan biedt een één-dimensionaal model daarvoor een goede benaderingsmethode. Vaak heeft men echter behoefte aan *meer gedetailleerde informatie; men wil bijvoorbeeld weten hoe een stroming dwars over de geulen verdeeld is of hoe het water over de platen stroomt. In zulke gevallen biedt een twee-dimensionaal wiskundig model een betere benadering.*

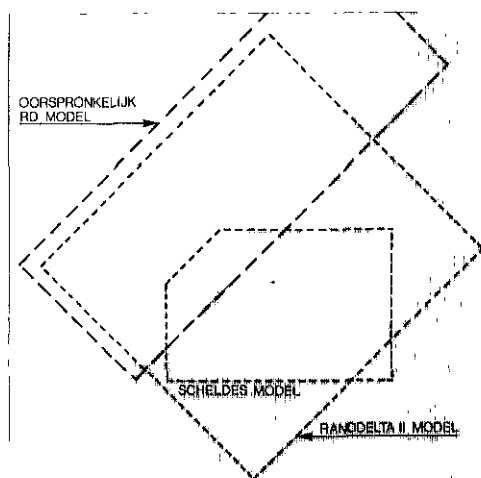
Bij de Deltadienst is een systeem in gebruik waarbij het te onderzoeken gebied overdekt wordt gedacht door een netwerk van vierkanten. In ieder van deze vierkanten worden, met tijdsintervallen die meestal tussen de 1 en 10 minuten liggen, bepaalde waarden berekend, zoals de stroomsnelheid, de waterstand en de concentraties van opgeloste stoffen.

Een van de eerste toepassingen van deze twee-dimensionale wiskundige modellen in Neder-

land was het Randdelta-model (Bericht 54, november 1970). Hoezeer dit model ook een vernieuwing betekende in de wiskundige modeltechniek, voor het onderzoek ten behoeve van de bouw van de stormvloedkering voldeed het niet.

Weliswaar bestonden er naast het Randdelta-model inmiddels ook al tweedimensionale modellen van de Ooster- en Westerschelde, maar een aantal belangrijke problemen leek met deze drie losse modellen toch niet goed oplosbaar. Er werd met name gezocht naar een model dat betrouwbare informatie kon verschaffen met betrekking tot de uitwisseling van water en daarin opgeloste stoffen tussen de beide Schelde-estuaria onderling en met het aangrenzende zeegebied.

De oplossing werd gevonden in de bouw van nieuwe wiskundige modellen van tot dan toe ongekende omvang: Randdelta II, met 15 000 roosterpunten en Scheldes met 23 000 roosterpunten. Ter vergelijking: het oorspronkelijke Randdelta-model had nog geen 3 000 roosterpunten. Bij beide modellen wordt het nieuwe rekenprogramma Waqua toegepast dat, in tegenstelling tot het bij Randdelta gebruikte programma, ook het droogvallen en onderlopen van ondiepten kan simuleren, alsmede de invloed van de wind op de waterbeweging. Een nog belangrijker voordeel van Waqua, dat al in de naam besloten ligt, is dit: behalve de waterbeweging kan men er ook waterkwaliteitsparameters – Water Quality – mee berekenen. Ook kan er het effect van verschillen in zoutgehalte op de waterbeweging in worden onderzocht. Randdelta II is een model met mazen van 800 meter, dat voor wat betreft het zeegebied grotendeels samenvalt met het oorspronkelijke Randdelta-model. Landinwaarts strekt het zich echter veel ver-



der uit: het omvat tevens de Ooster- en Westerschelde.

De modelranden liggen ver af van de Oosterscheldemond, waar door de bouw van de stormvloedkering belangrijke hydraulische veranderingen zullen plaatsvinden. Bij het gebruik van het model kan men er dus van uitgaan dat de getijbeweging en de waterkwaliteit aan de rand nauwelijks nog beïnvloed wordt door de Oosterscheldewerken. Dat is natuurlijk een belangrijke voorwaarde voor de bruikbaarheid van het model. De maaswijdte van 800 m is, zeker voor het binnengebied, aan de grote kant, maar, zoals verderop in dit artikel zal blijken, zij is toch fijn genoeg om de waterstanden overal goed te benaderen. Voor wat betreft de stroomsnelheden in de estuaria kan men aan een grofmazig model als Randdelta II niet veel meer dan een globale indruk ontleen. Daarom wordt Randdelta II gecombineerd door het fijnmazige model Scheldes, dat met een 400 meter-net voldoende nauwkeurig is om ook allerlei vrij gedetailleerde problemen op het gebied van stroomsnelheden en waterkwaliteit te simuleren. De rand van het Scheldes-model ligt echter veel dicht bij de mond van de Oosterschelde en wel zo dicht dat de invloed van de bouw van de stormvloedkering op de getijbeweging hier merkbaar zal zijn. Daarom zullen de randvoorwaarden van Scheldes in een bepaalde situatie steeds ontleend moeten worden aan een Randdelta II-berekening voor dezelfde situatie. Men kan de vraag stellen waarom een dergelijk omslachtige weg gekozen wordt, waarom men de maaswijdte van Randdelta II niet eenvoudig gehalveerd heeft.

Het antwoord is van puur rekentechnische aard: er is waarschijnlijk in de gehele wereld geen

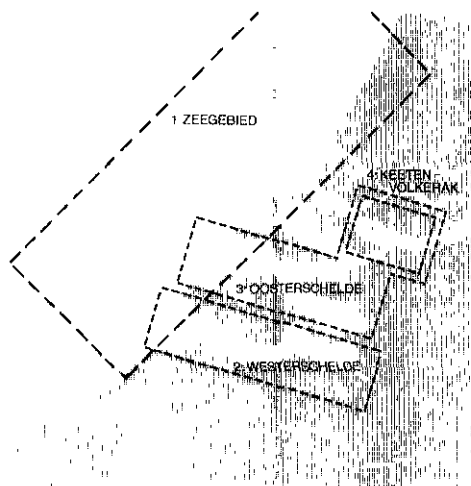


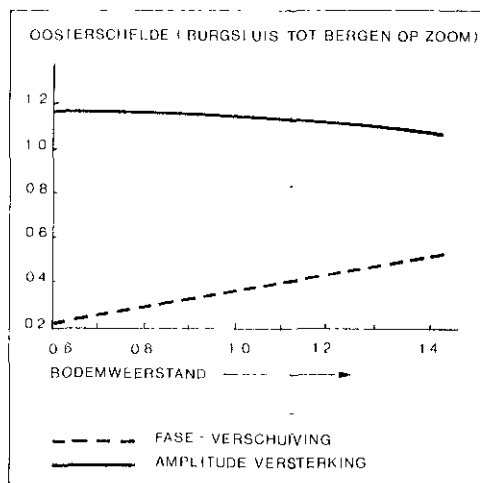
Fig. 1. Gebieden waarop de twee-dimensionale modellen RD-I, RD-II en Scheldes betrekking hebben

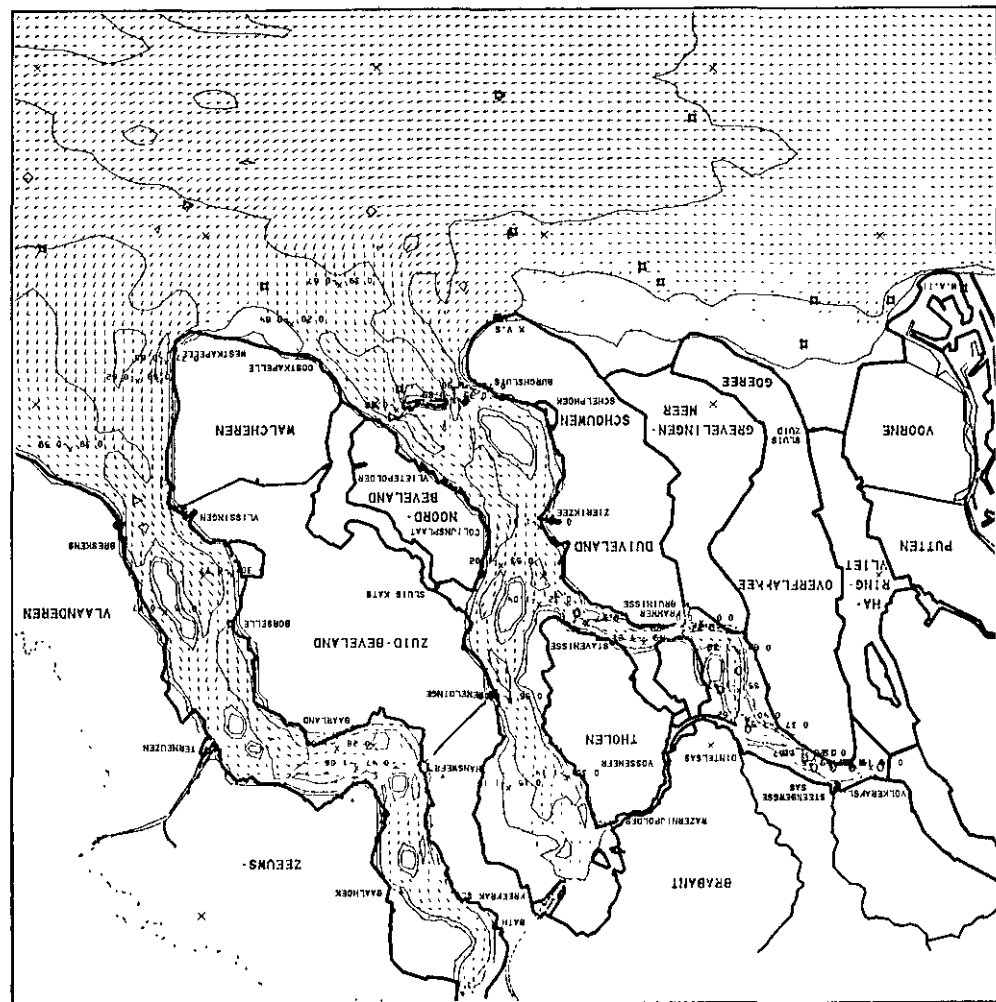
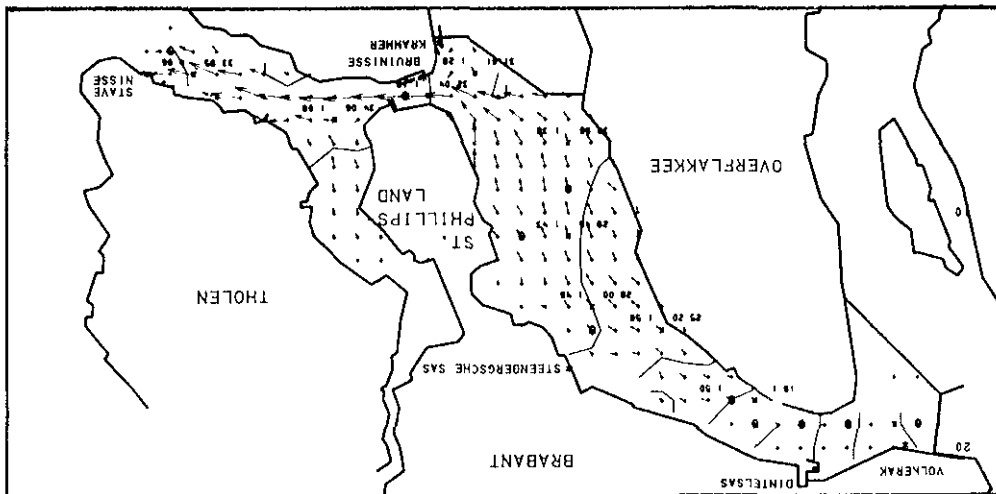
Fig. 2. Deelmodellen die werden gebruikt bij het afregelen van RD-II

Fig. 4. Het model Randdelta-II

Fig. 5. Detail van RD-II, noord-oostelijk deel

Fig. 3. Gevoeligheid voor bodemweerstand in het model





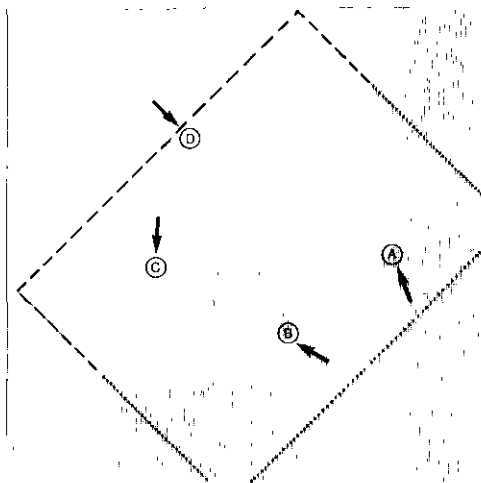
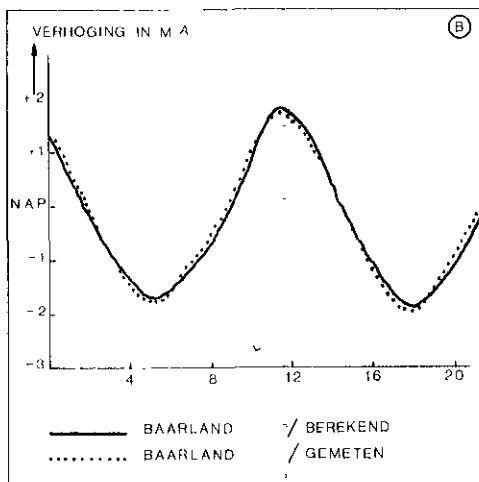
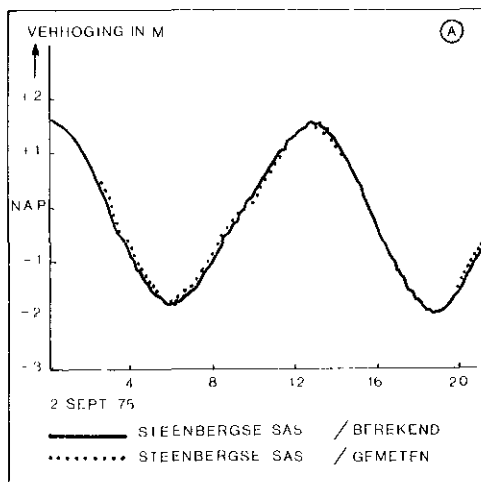


Fig. 6 Controlemetingen op de modelresultaten in vier punten van het modelgebied

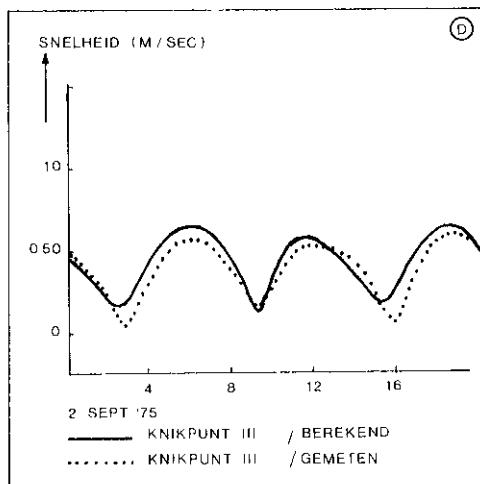
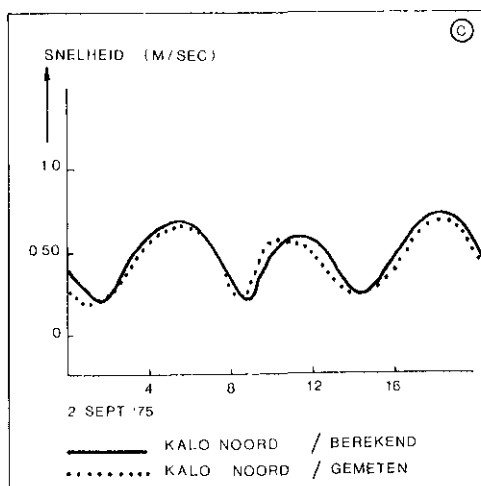
computer te vinden waarmee men zo'n mammoet-model van $4 \times 15\,000 = 60\,000$ punten te lijf zou kunnen gaan, zonder althans tot astronomisch hoge rekentijden te komen.

Overigens leidt de werkelijke omvang van Randdelta II en Scheldes ook nu al tot de nodige problemen. Een berekening met een van deze modellen legt gedurende tientallen uren beslag op de gehele capaciteit van de toch niet geringe Univac-computer van Rijkswaterstaat. Wil men een behoorlijk aantal berekeningen kunnen uitvoeren, dan zou men hiermee het andere computergebruik binnen Rijkswaterstaat op onaanvaardbare wijze hinderen.

Voor dit probleem is een oplossing gevonden waarbij het mes aan twee kanten snijdt: voor een deel van de berekeningen wordt rekentijd gehuurd op computers in Los Angeles die speciaal gebouwd zijn voor dit type werk.

Met behulp van deze machines kan men een Randdelta II-berekening in ongeveer vier uur afhandelen. Aangezien de kosten per uur rekentijd op deze machines niet hoger zijn dan op meer algemeen gebruikelijke computers, zijn berekeningen in Los Angeles belangrijk goedkoper. Een tweede voordeel van deze regeling is dat men gebruik kan maken van de unieke kennis en ervaring die de medewerkers van de Rand Corporation hebben met het door hen ontworpen Waqua-systeem.

In de afgelopen jaren is vooral gewerkt aan het operationeel maken van het Randdelta II-model. Behalve door de Rand Corporation werd hieraan een zeer belangrijke bijdrage geleverd door het Waterloopkundig Laboratorium in Delft, waar men over een zeer grote ervaring beschikt met betrekking tot fysische en wiskundige modellen. Men kan zich voorstellen dat het opzet-



ten van een model als Randdelta II geen sinecure is. Om te beginnen zal men voor elk van de 15 000 roosterpunten over een aantal gegevens moeten beschikken, zoals diepte, wrijvingscoëfficiënt tussen water en bodem en diffusie-coëfficiënt. Deze laatste grootheid is mede bepalend voor de snelheid waarmee een opgeloste stof zich in het water verspreidt.

Nu ligt 40 % van de rekenpunten in Randdelta II permanent droog – op het land, namelijk – dus die leveren weinig problemen op. Voor de overige 8 000 à 10 000 punten moeten de genoemde grootheden echt punt voor punt worden vastgesteld.

Voor het bepalen van de diepte kan men gebruik maken van gegevens uit lodingen. Op zee kan men er dan vaak mee volstaan om per vak de gemiddelde diepte in te vullen.

In een geulengebied als de Oosterschelde kan dat niet vanwege de onregelmatige bodemstructuur. De zijden van de 800 m grote mazen zullen immers meestal niet samenvallen met de assen van de geulen. Het zal daarom vaak noodzakelijk zijn om het verloop van de geulen in het model enigszins te vervormen, teneinde ze in het netwerk in te passen.

Daarbij komt nog dat het rekensysteem uiterst ingewikkelde regels hanteert als het erop aan komt te bepalen of een bepaald ondiep rekenpunt wel of niet onder water staat. Deze gecompliceerde regels zijn noodzakelijk omdat de platen in de berekening niet te plotseling mogen onderlopen; in de natuur immers zal een gebied van 800 × 800 meter ook pas geleidelijk aan onder water komen te staan. Dit alles stelt de gebruiker wel voor problemen. Als hij die mist, kan hij voor grote verrassingen komen te staan, bij voorbeeld doordat plotseling delen van het rekensysteem afgesloten raken. Het

schematiseren van de diepten vraagt dan ook om een goed inzicht in het stroombeeld en een grote ervaring. De Deltadienst beschikt hiervoor over een aantal deskundige medewerkers.

In tegenstelling tot de diepte-gegevens kan men de wrijvings- en diffusie-coëfficiënten niet zonder meer uit metingen bepalen. Nu is er gelukkig uit ervaring met andere modellen vaak al het nodige bekend om een eerste schatting van deze coëfficiënten te maken. Daarbuiten zijn echter meestal een aantal proefberekeningen nodig, waarbij men de vast te stellen grootheid telkens iets wijzigt om aldus, met vallen en opstaan, de modelresultaten in overeenstemming te brengen met de werkelijkheid.

Alvorens nu verder in te gaan op dit afregelen van het model, moet eerst iets gezegd worden over de randvoorwaarden. Een model als dit kent twee soorten randen: gesloten randen – kustlijnen of oevers – en open randen. Aan open randen zal men getij- en waterkwaliteitswaarden moeten toekennen en die invoeren in de computer. Voor wat betreft de getijbeweging kunnen deze randvoorwaarden bestaan uit waterstanden of snelheden.

Reeds in Bericht 74 (november 1975) is een uitvoerige beschrijving gegeven van de groot-scheepse meetcampagne die werd opgezet om randvoorwaarden te verkrijgen voor Randdelta II. De waterstanden, snelheden en zoutgehalten uit deze meting konden als randvoorwaarden en controlegegevens voor het model gebruikt worden.

Eerst werd echter nog een onderzoek ingesteld naar de beste keuze van het soort randvoorwaarden voor de waterbeweging: stroom of waterstand. Uit een afweging van alle voor- en nadelen bleek tenslotte dat de volgende combi-

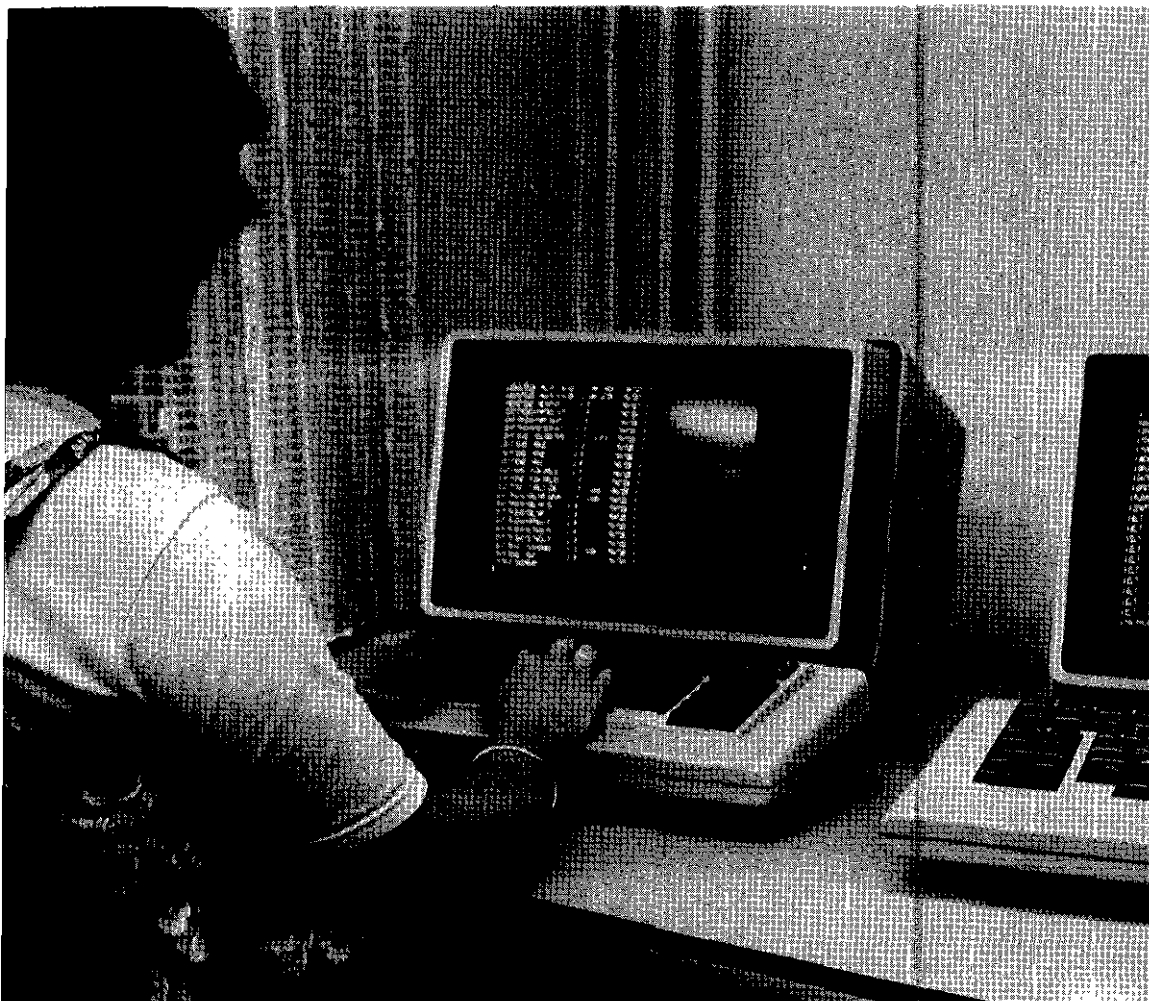
natie het beste resultaat zou opleveren: waterstand-randvoorwaarden langs de drie zeewaartse randen van het model en snelheids-randvoorwaarden bij de mond van de Nieuwe Waterweg en in de Schelde bij de Belgisch/Nederlandse grens.

Nu ook de randvoorwaarden van het model bekend waren kon worden begonnen met het feitelijke afregelen, waarbij de wrijvings- en diffusie-coëfficiënten definitief moesten worden vastgesteld. Zoals vaak bij het afregelen het geval blijkt, was het daarnaast ook nog noodzakelijk om wat kleine correcties in de diepte en de randvoorwaarden aan te brengen. Zoals reeds gezegd moet voor het afregelen van een model een groot aantal berekeningen uitgevoerd worden. De computerkosten voor één berekening van Randdelta II bedragen duizenden guldens, dus het is zeker de moeite waard om te trachten

deze kosten te beperken. Daarom werden de berekeningen via twee methoden van benadering voorbereid: na een vooronderzoek met een grofschalig model werd het model in deelmodellen opgesplitst.

Voor de eerste methode werd voor wat betreft het zeegebied gebruik gemaakt van een aangepaste versie van het 'oude' Randdelta-model, met een maaswijdte van 1600 m; voor de beide Schelde-armen werden sterk vereenvoudigde één-dimensionale modellen gebruikt.

Met deze relatief goedkope modellen kon een gevoeligheidsonderzoek worden uitgevoerd voor de wrijving en de diepte. Met behulp van een groot aantal berekeningen werd nagegaan hoe het getij zich gedraagt als men de wrijving of diepte met een bepaald percentage verhoogt. Het resultaat was een aantal grafieken, waarvan een voorbeeld is weergegeven in figuur 3. Deze



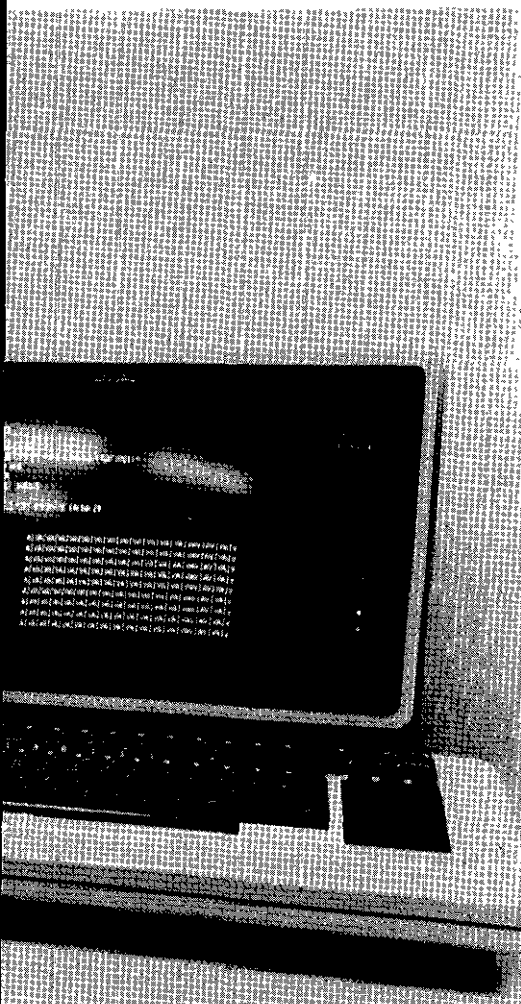
grafiek toont de versterking van de amplitude van het dubbeldagse maangetij in de Oosterschelde en de faseverschuiving, beide als functie van de bodemwrijving. Bij toenemende wrijving neemt de amplitude wat af en neemt de faseverschuiving sterk toe. Soortgelijke grafieken zijn gemaakt voor diepte-aanpassingen. Al deze grafieken bleken van grote waarde bij de verdere voortgang omdat men nu, alvorens de wrijving op diepte ergens aan te passen, al een globale indruk kon krijgen van de gevolgen van deze ingreep.

Ook in het volgende stadium werd een kostenbesparende ingreep toegepast: in plaats van het model ineens in zijn geheel af te regelen splitste men het op in een viertal deelmodellen: van het zeegebied, de Westerschelde, de Oosterschelde en het traject Keeten-Volkerak (fig. 2). Er waren een aantal redenen om voor het laatst-

genoemde relatief kleine gebied een apart deelmodel op te zetten. Allereerst verwacht men hier nogal wat problemen met het afregelen in verband met de smalle en bochtige geulen die in een 800 meter-net moeilijk zijn weer te geven. Daarnaast zijn er in dit gebied relatief veel zoutwaterlozingen, onder meer via de Volkeraksluizen. De problemen rond de zout/zoutverdeling zijn daardoor juist hier erg gecompliceerd. In verband met dit laatste bood de geringe omvang van het deelmodel – ca. 700 roosterpunten – nog een bijkomend voordeel, de mogelijkheid namelijk om over een zeer lange periode – wel twee maanden – door te rekenen, ten einde de ontwikkeling van de zoutverdeling op langere termijn te onderzoeken. Nadat de vier submodellen voldoende waren afgeregeld, dat wil zeggen, nadat de diverse coëfficiënten zodanig waren aangepast dat de berekende waterstanden en snelheden bevredigend overeenstemden met de gemeten waarden, konden de vier submodellen weer worden samengevoegd voor een definitieve eindafregeling.

De resultaten voor het waterstandsverloop zijn zeer goed, getuige de vergelijking tussen gemeten en berekende waarden in figuur 6 A en B. De resultaten voor de snelheden op zee (figuur 6 C en D) zien er wat minder goed uit. Daarbij dient men echter te bedenken dat Waqua de gemiddelde snelheid over de diepte berekent, die met de gebruikte meettechnieken tamelijk moeilijk nauwkeurig te bepalen is.

Inmiddels is het onderzoek met behulp van Randdelta II gestart. Een van de eerste proeven had betrekking op de invloed van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen op de getijbeweging, ook bij storm. De faciliteiten om een stormvloedkering in het model te simuleren werden hiertoe speciaal in het rekenstelsel ingebouwd. Op het ogenblik richt de meeste aandacht zich op Scheldeste, waarvan de afregeling, die eerder verloopt als bij Randdelta II, goede vordering maakt. Zodra de resultaten daartoe aanleiding geven zal op dit onderzoek nader worden teruggekomen.



Informatieverwerking van de Randdelta in Den Haag

Ongeveer tien jaar geleden werd binnen de Deltadienst de afdeling Milieu-Onderzoek opgericht op grond van het besef dat de Deltawerken een grote invloed hebben op de waterkwaliteit en de ecosystemen in het werkgebied, en dat die invloed door technische maatregelen in gunstige zin omgebogen kan worden, mits men beschikt over voldoende theoretische en empirische kennis. Aan deze laatste voorwaarden kan alleen worden voldaan door het werk van een eigen studiedienst op het gebied van milieu-onderzoek.

Nieuwe ontwikkelingen bij het meten van de waterkwaliteit

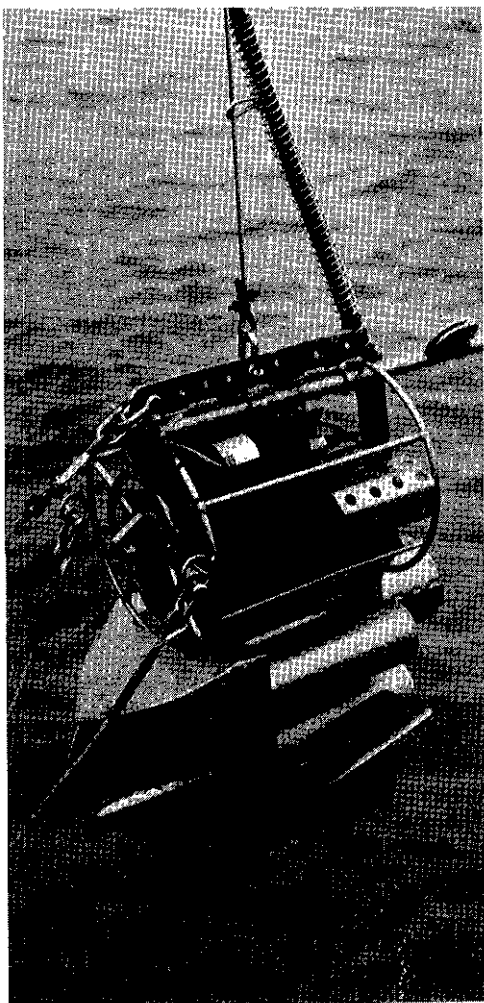
Theoretische kennis over een onderwerp is te vergaren door literatuur en deskundigen te raadplegen; empirische kennis verkrijgt men door metingen te doen aan het te onderzoeken systeem in kwestie. Sinds het ontstaan van de afdeling Milieu-Onderzoek is daarom intensief gemeten in de wateren en op de oevergebieden van de Delta. In de loop van de jaren heeft de daarvoor gebruikte techniek zich sterk ontwikkeld. Die ontwikkeling werd en wordt nog

steeds gedragen door de verzwarende van de aan de metingen gestelde eisen en de snelle technische ontwikkelingen van de laatste jaren. In dit artikel willen we dat aan de hand van wat voorbeelden toelichten. We schetsen kort de historische gang van zaken, maar geven de meeste aandacht aan de recente ontwikkelingen.

In de beginperiode lag het accent op inventariserende, routinematige metingen. Met een vas-

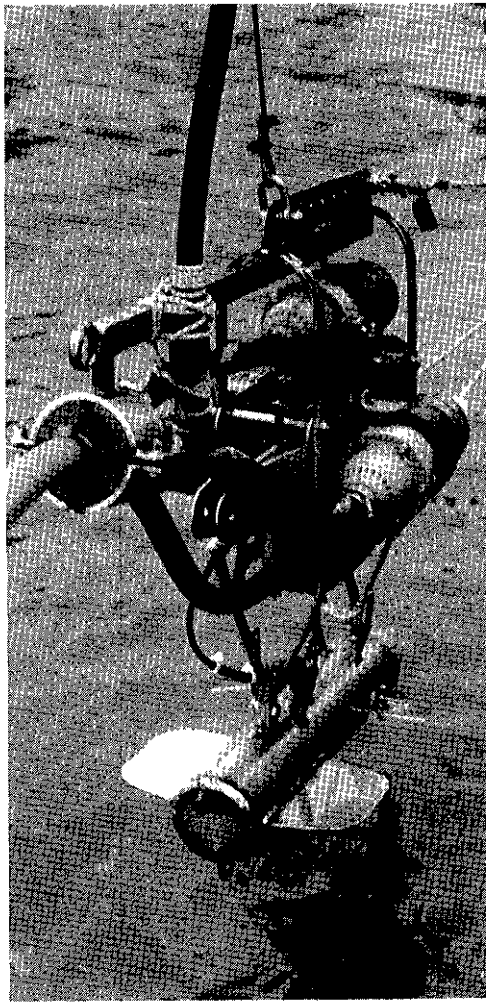
Tabel: Ontwikkeling van het meetwerk; bepalingen ter plaatse en in het laboratorium tussen 1974 en 1978

+ automatisch o met de hand x met sensor	lab. 1974	ter plaats 1974	lab. 1976	ter plaats 1976	lab. 1978	ter plaats 1978
ammoniak	+		+		+	+
fosfaat	+		+		+	+
silicaat	+	+	+		+	+
nitraat	+		+		+	+
nitriet	+		+		+	
calcium	+		+		+	
magnesium	+		+		+	
ijzer, tweewaardig	+		+		+	
totaal-ijzer	+		+		+	
sulfide	+		+		+	
totaal-fosfor	+		+		+	
totaal-stikstof	+		+		+	
chloride	o	x	o	x	o	x
chlorofyl			o	x	o	x
particulair organische koolstof					o	o
opgeloste organische koolstof					+	
sulfaat					o	
ATP					o	
zuurstof	o	x	o	x	o	x
pH	o		o	x	o	x



Metten tijdens varen. Foto links:
Een ballastlichaam met stabilisatievinnen met daar bovenop een pakket sensoren

Uit de diepere waterlagen moeten monsters worden opgepompt. Ook hiervoor is apparatuur ontworpen (Foto rechts)



te frequentie, die varieerde van eenmaal per week tot eenmaal per vier weken, werden vaste monsterpunten bezocht. Dat waren zowel punten in de Deltabekkens als lozingspunten, bij voorbeeld uitlaten van poldergemalen. De punten in de Noordzee werden overigens minder intensief bemonsterd; niet vaker dan enkele malen per jaar. De metingen werden gedeeltelijk ter plekke verricht met elektrische sensoren. Maar dat was niet altijd mogelijk. Een aantal metingen, met name de nat-chemische bepalingen, moesten in het laboratorium worden verricht. Uit de tabel op p. 527 blijkt, welke metingen ter plaatse en welke in het laboratorium gedaan werden.

Het aantal monsters dat het laboratorium bereikte was niet gering, oplopend tot 100 stuks per dag, waarvan gemiddeld 20 variabelen be-

paald moesten worden. Om dit grote aantal te kunnen verwerken is al snel gezocht naar automatiseringsmogelijkheden. Daarvoor was veel eigen onderzoek nodig, want voor waterkwaliteitsmetingen was er eigenlijk niets op de markt. Het bleek toen mogelijk auto-analyzers, die in ziekenhuizen gebruikt worden voor automatische analyse van bloed, om te bouwen voor het gestelde doel. Met zo'n machine kan men in anderhalve minuut 12 chemische variabelen in een monster bepalen. De resultaten verschijnen in de vorm van een lijst van gehalten.

Het principe van deze apparaten is vrij eenvoudig: het berust op kleurverandering. Aan het monster wordt een stof toegevoegd, zodat een bepaalde verkleuring ontstaat. De intensiteit daarvan wordt met licht van een specifieke golflengte gemeten; zij is een maat voor de concentratie van de te bepalen stof. De praktische uitvoering van dit principe is minder simpel, omdat er nogal wat bijkomende voorwaarden zijn: het moet zeker zijn dat de verkleuring alleen door de gewenste variabele ontstaat, de verhouding tussen de te bepalen en de kleurende stof moet binnen zekere grenzen liggen en de lichtsterkte en de golflengte moeten stabiele waarden hebben.

Nadat enkele jaren lang vooral het inventariserend meten op de voorgrond heeft gestaan, begint nu de aandacht te groeien voor meer gedetailleerd onderzoek. Men wil weten of de gekozen meetpunten representatief zijn voor het gebied waarin ze liggen en welke invloed veranderingen als het getij, dag en nacht en eventuele stormen hebben op de waterkwaliteit. Het kost teveel tijd om op een groot aantal plaatsen tussen de gebruikelijke bemonsteringspunten nog extra metingen te doen. Het uitvieren van sensoren, het opschrijven van resultaten is tijdrovend. Daarom is gezocht naar een andere techniek: meten tijdens het varen. Dat kan alleen met die metingen die met elektrische sensoren plaatsvinden: diepte, temperatuur, geleidendheid, zuurstofconcentratie, zuurgraad en fluorescentie. Hoewel het denkbeeld eenvoudig is, doen zich bij de realisering ervan nog heel wat technische problemen voor. De meeste sensoren zijn nogal kwetsbaar en moeten dus tegen beschadigingen beschermd worden. Bij een vaarsnelheid van 15 km per uur komt een botsing met in het water zwevend materiaal hard aan. Van de andere kant moet de bescherming ook weer niet al te rigoreus zijn, want dan kan het te onderzoeken water er niet voldoende bij. Caviteitsbellen, die door ongelukkige vormgeving kunnen ontstaan, zijn ook ongewenst. Verder moet het meetapparaat onder water niet gaan slingeren of dansen en mag het ook niet

met de schroef van het schip in aanraking komen. Na veel experimenteren is een constructie ontwikkeld die afgebeeld is op de foto op p. 525, links. Ze bestaat uit een torpedovormig ballastischam met daarboven een kool waarin de sensoren zich bevinden. Stabilisatievinnen zorgen voor een rechte koers; door de kracht van het langsstromende water op de vinnen wordt de meetset naar de diepte getrokken. Met de lengte van de hijskabel kan eenvoudig de gewenste diepte gekozen worden. Aan de zijkant van het schip is een uithouder bevestigd. Daardoorheen loopt een lijn die de meetset op enige afstand van het schip houdt, weg van de schroef. Een soortgelijke constructie is gemaakt voor het oppompen van watermonsters. Een torpedovormig lichaam draagt vier membraampompen en een dieptesensor. De pompen kunnen 3 m³/uur leveren en met behulp van een 50 meter lange slang kan zelfs op de diepste plaatsen van de Delta water opgepompt worden. Bij die diepte moet het schip overigens stil liggen. Bij varende metingen wordt een kortere slang gebruikt. Op gezette afstanden kunnen monsters voor het laboratorium genomen worden. Een gedeelte van het opgepompte water wordt door twee fluorescentiemeters gevoerd. Die zijn vooral bedoeld om de algenconcentratie in het water vast te stellen. Ze maken gebruik van het feit dat algen, als men ze bestraalt met licht van een bepaalde golflengte – 430 nm, blauw licht – licht uit gaan stralen van een andere golflengte – 650 nm, groen licht. De sterkte van die uitstraling is afhankelijk van de algensoort en de hoeveelheid algen.

Voor het noteren van de meetwaarden worden elektrische schrijvers gebruikt. Een strook papier beweegt zich met een aan de vaarsnelheid gekoppelde snelheid onder een aantal pennen door, die zich dwars op het papier kunnen bewegen. Hun positie is op elk ogenblik evenredig met de grootte van het elektrische signaal dat ze binnen krijgen. Om de getekende lijnen – 6 op één strook – uit elkaar te houden, hebben de pennen verschillende kleuren. Door een vernuftige constructie liggen de pennen zo dicht mogelijk bij elkaar, zonder dat ze met elkaar in botsing kunnen komen. Gelijktijdig optredende verschijnselen worden dus mogelijk recht boven elkaar op de strook getekend. Er is veel onderzoek voor nodig geweest, om registratie-apparatuur te vinden die de ruwe omstandigheden aan boord van een schip langdurig kon weerstaan.

Recente ontwikkelingen

Door de nieuwe technische ontwikkelingen werden de meetschepen veel beter toegerust voor

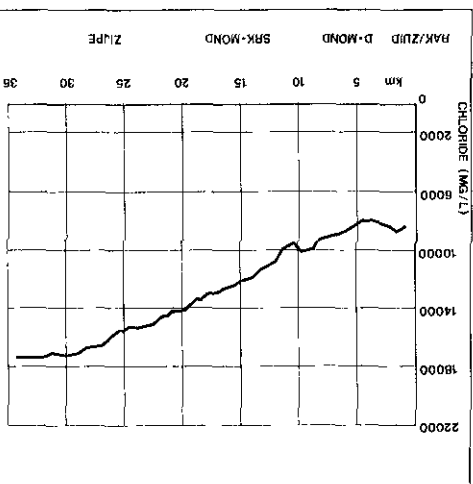


Fig. 2. Zoutmeting over een
tracé in het Volkerak, op 23 fe-
bruari 1977

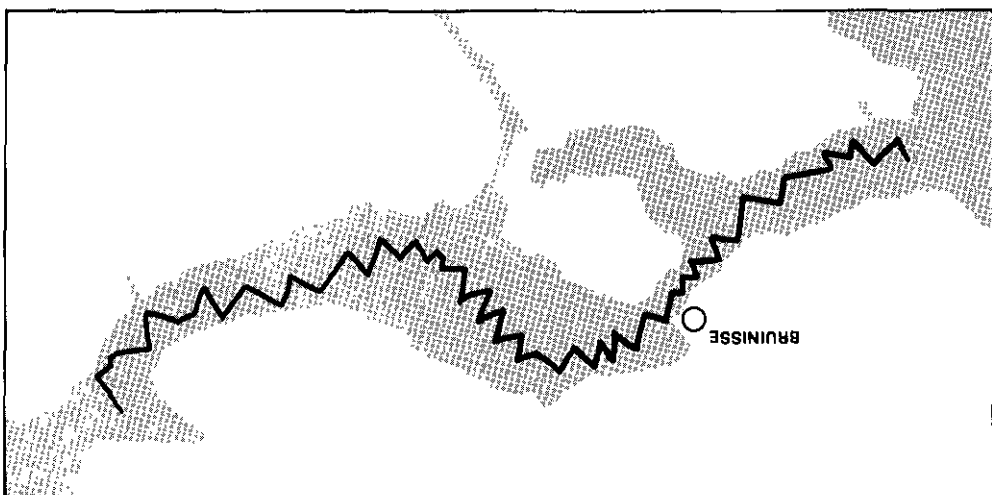


Fig. 1. Route van een meet-
schip dat de getijbeweging
volgt

speciale metingen. Dat men met hoge snelheid varend kon meten, maakte het mogelijk een groot gebied intensief te onderzoeken. Tegelijkertijd kwamen er binnen de dienst vragen op die intensieve metingen noodzakelijk maakten. Een recent voorbeeld levert de kwestie van de zoetwaterlast die door de Volkeraksluizen van uit het Hollands Diep doordringt op het Volkerak en een duidelijke invloed heeft op het zoutgehalte aldaar. Om vast te stellen hoeveel zoet water toegaatbaar is, werden intensieve metingen gedaan, zowel in de lengte als in de diepte en dwars op het Volkerak en aangrenzende stukken. Door op topsnelheid te varen volgden een aantal metingen gedaan naar temperatuur en geleidendheid. Daaruit valt de zoutconcentratie

dan te berekenen. Bovendien werd in het midden van de vaargeul gestopt en in de diepte gemeten op tussenstanden van één meter. De resultaten van al deze metingen werden aan de wal bewerkt. Allereerst werden er grafieken van gemaakt, voor visuele controle op onwaarschijnlijke resultaten en voor een eerste indruk van de stand van zaken. Een voorbeeld daarvan geeft figuur 2, die het verloop van het zoutwatergehalte laat zien in de lengte van het Volkerak. Men ziet duidelijk hoe naarmate men zich van de sluis in zeewaartse richting begeeft.

De verzamelde gegevens worden later gebruikt in statistische berekeningen of modellen. Om de grote stroom gegevens snel te kunnen verwerken is aan boord van de meetschepen re-

kenappatuur geïnstalleerd.

De rekenmachine is gekoppeld aan elektrische meetinstrumenten, die de signalen van de sensoren ontrafelen. De elektrische spanning of de frequentie van een signaal komt in getalvorm beschikbaar, als de rekenmachine daarom vraagt. Omgekeerd kan de laatste, door middel van letter- en cijfercodes, het juiste bereik instellen van de instrumenten. Ook regelt hij het aansluiten van signalen op de juiste apparaten; er is namelijk niet voor iedere sensor een eigen meetinstrument. Dat gebeurt door middel van een 'scanner', in wezen niet meer dan een kast vol schakelaars, die op instructie van de rekenmachine omgeschakeld worden. Uit de waarden van de elektrische signalen kan men, aan de hand van ijkgegevens, de fysische waarden afleiden. Die waarden kunnen op verschillende manieren gepresenteerd worden: als getallen in een lijstje of als een grafiek; het soort metingen bepaalt dat. Daarnaast worden ze vastgelegd op een magneetbandcassette voor latere verwerking. Dat gebeurt samen met het tijdstip en de positie van het schip. Een elektronische klok en een Decca plaatsbepalingssysteem, dat met radiogolven werkt, leveren die informatie rechtstreeks aan de rekenmachine. Om al dit vergaren, omrekenen, ordenen, presenteren en vastleggen van gegevens in goede banen te leiden, wordt een computerprogramma in de rekenmachine opgenomen.

Het programma kan danig complex worden, omdat er veel taken te vervullen zijn. De praktijk heeft geleerd dat het ook regelmatig uitgebreid moet worden, als er ideeën voor nieuwe metingen of verbeteringen zijn ontstaan. Soms ook moet een tijdelijke aanpassing gemaakt worden, als een meetinstrument defect is en enige tijd door een ander type vervangen wordt. Om wijzigingen en aanpassingen van programma's snel te kunnen laten verlopen is een speciaal type rekenmachine gebruikt.

Het beschreven geheel van nautische apparatuur, elektronische meetinstrumenten en een rekenmachine met randapparaten levert een zeer flexibel systeem op, dat voor een groot aantal gevarieerde en uitgebreide metingen inzetbaar is. Daardoor kan het milieu-onderzoek bij de Deltadienst zich in vele gevallen baseren op grote aantallen natuurmetingen, zodat gefundeerde adviezen mogelijk zijn.

De 'Punt van Goeree' in het Grevelingenmeer

Sedert de voltooiing van de Brouwersdam, in 1971, worden in het Grevelingenmeer, evenals in het Veerse Meer, inrichtingswerken uitgevoerd; sinds 1975 geschiedt dat op basis van de in dat jaar uitgebrachte Nieuwe Inrichtingschets voor het Grevelingenbekken (Bericht 80, mei 1977). Zo werd in 1975 het recreatiegebied 'Strand Grevelingendam' voltooid. In 1979 kwam het recreatiegebied 'De Punt', in het westelijk gedeelte van het Grevelingenmeer, in uitvoering.

Dit recreatieproject is aangelegd langs de oever van het Grevelingenmeer; het sluit aan op het vanouds als 'De Punt' bekend staande duingebied op Goeree. Het gebied wordt in het noordwesten en noorden begrensd door een hoge duinregel en door de hoofdontsluitingsweg die aansluit op de oostelijke parallelweg van de Brouwersdam. In het oosten en noordoosten wordt de begrenzing gevormd door een tot aan de Preekhilpolder doorlopend gebied van lage, slikachtige gronden en in het zuiden door het diepe en ruime water van het Springersdiep. Vóór dit project ter hand werd genomen bestond het gebied hoofdzakelijk uit een uitgestrekte zandvlakte met langs het water en op enkele andere plaatsen reeksen van na de afsluiting opgestoven lage duintjes.

De oeverstrook, aansluitend op de duintjes langs het water, vormde reeds een aantal jaren een aantrekkelijk doel voor oeverrecreanten: zij konden hun auto kwijt op een tegen de binnenzijde van de Brouwersdam aangelegd parkeerterrein voor 500 auto's; of meer naar het oosten op een parkeerterreintje bij de oever waarheen een provisorisch ontsluitingswegje was gemaakt. In de zomer van 1975 werd de oever voorzien van een verdediging, grotendeels bestaande uit grinddammen, een eindweegs uit

de oever. Vooruitlopend op de verdere inrichting van het gebied werd van het zand dat vrij kwam bij de bouw van de Brouwerssluis indertijd reeds 200 000 m³ op 'De Punt' in depot gezet. Bij de situering van de zanddepots werd reeds zoveel mogelijk rekening gehouden met de toekomstige vormgeving van het gebied. Voorts werd in 1974 in het oostelijke gedeelte van 'De Punt', op de grens met het lagere slik, 19 ha bos aangeplant. In het belang van voetgangers die naar de buitenzijde van de Brouwersdam zouden willen gaan, is, tegelijk met de bouw van de dam indertijd, een voetgangerstunnel aangelegd. Later zal die ook voor fietsers bereikbaar worden gemaakt.

Het project 'De Punt' dient primair een functie te vervullen ten behoeve van de intensieve oeverrecreatie. Daarnaast is echter ook gedacht aan meer extensieve en op de natuur gerichte vormen van recreatie, zoals sportvissen, wandelen en verpozen bij minder goed weer. Vandaar dat binnen het gebied een zekere zonering is aangebracht. Het intensief te gebruiken gedeelte sluit aan op de Brouwersdam. In het oostelijke gedeelte is er, gaande in de richting van het slikgebied, een geleidelijke overgang naar extensief ingericht terrein. Ook vanaf de oeverstrook landinwaarts is er een overgang naar extensief ingericht terrein.

De ontsluiting van het gebied is op deze zonering afgestemd. Het gedeelte vlak bij de Brouwersdam is bereikbaar via het al genoemde parkeerterrein voor 500 auto's. Meer naar het oosten, ter plaatse van het provisorische wegje, is het project ontsloten door een aftakking vanaf de om het duingebied van De Punt voerende rondweg, en door een eveneens van deze rondweg aftakking fietspad. De aftakking eindigt in drie parkeerterreinen, met een gezamenlijke ca-

paciteit van 600 auto's, terwijl nog een reservecapaciteit voor 500 auto's aanwezig is. Het fietspad kan te zijner tijd worden doorgetrokken naar het tunneltje in de Brouwersdam, waardoor de mogelijkheid ontstaat om per fiets het Noordzeestrand te bereiken via het recreatiegebied De Punt.

Deze wijze van ontsluiting heeft tot gevolg dat de oeverrecreatie in hoofdzaak op twee plaatsen langs de oever is geconcentreerd. Hier is een strand aangelegd met een breedte tussen 50 en 100 m. Om direct contact tussen deze strandgedeelten en het water mogelijk te maken zijn de langs de oever liggende stuifduintjes deels verwijderd. Ter plaatse van de minder intensief te gebruiken oevergedeelten zijn ze gehandhaafd. De oeverstrook is uitgevoerd als een zacht zandige flauw hellende oever, waardoor het voor de recreanten aantrekkelijk is gemaakt om te water te gaan. De ondiepe waterzone tussen de oeverstrook en de ter verdediging aangebrachte grinddammen heeft een diepte gekregen van 80 cm. In deze ondiepe zone zijn bovendien met behulp van paaltjes drie peuterbaden afgeschermd met een diepte van maximaal 50 cm. Ten behoeve van geoefende zwimmers zijn over de grinddammen vier steigers gebouwd, die toegang geven tot het diepere water aan de buitenzijde van de grinddammen. Overigens kan het diepere water ook worden bereikt via de openingen tussen de grinddammen. Op twee plaatsen langs de oeverstrook, vlak bij de parkeerterreinen, is ruimte gereserveerd voor een strandpaviljoen.

Het landinwaarts van de oeverstrook gelegen centrale gedeelte van het project heeft een extensieve inrichting gekregen, aansluitend bij meer op de natuur gerichte vormen van recreatie. Hier zijn, naast en tussen nieuw aangeleg-

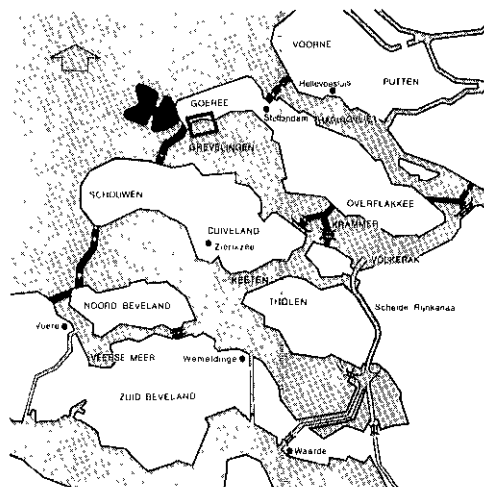
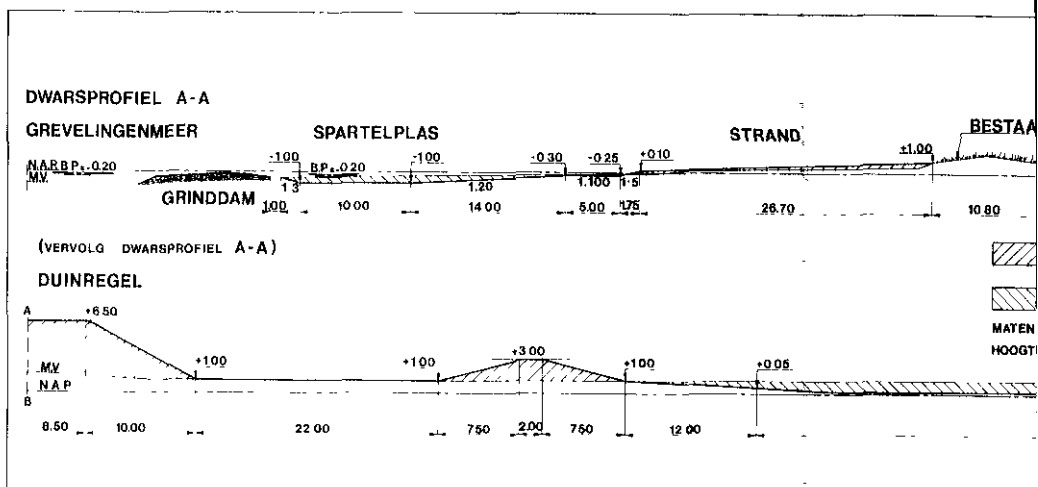
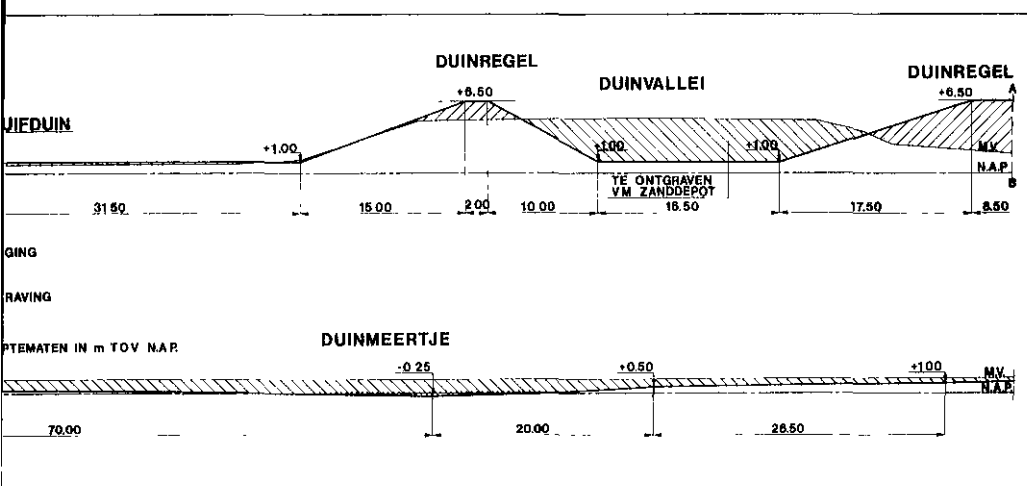
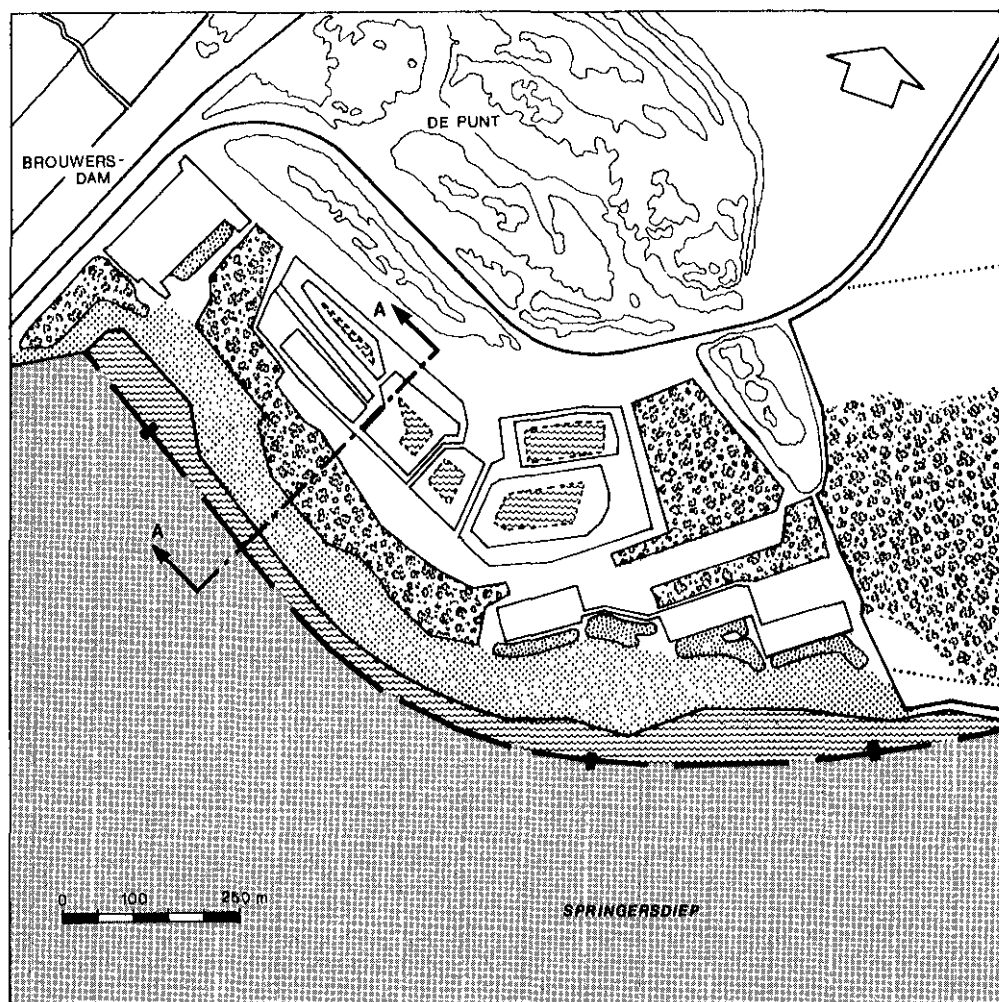


Fig. 1. Situatie van het project 'De Punt'

Fig. 2. (Rechts:) Overzicht van het recreatiegebied

Fig. 3. Dwarsprofiel A van fig. 2



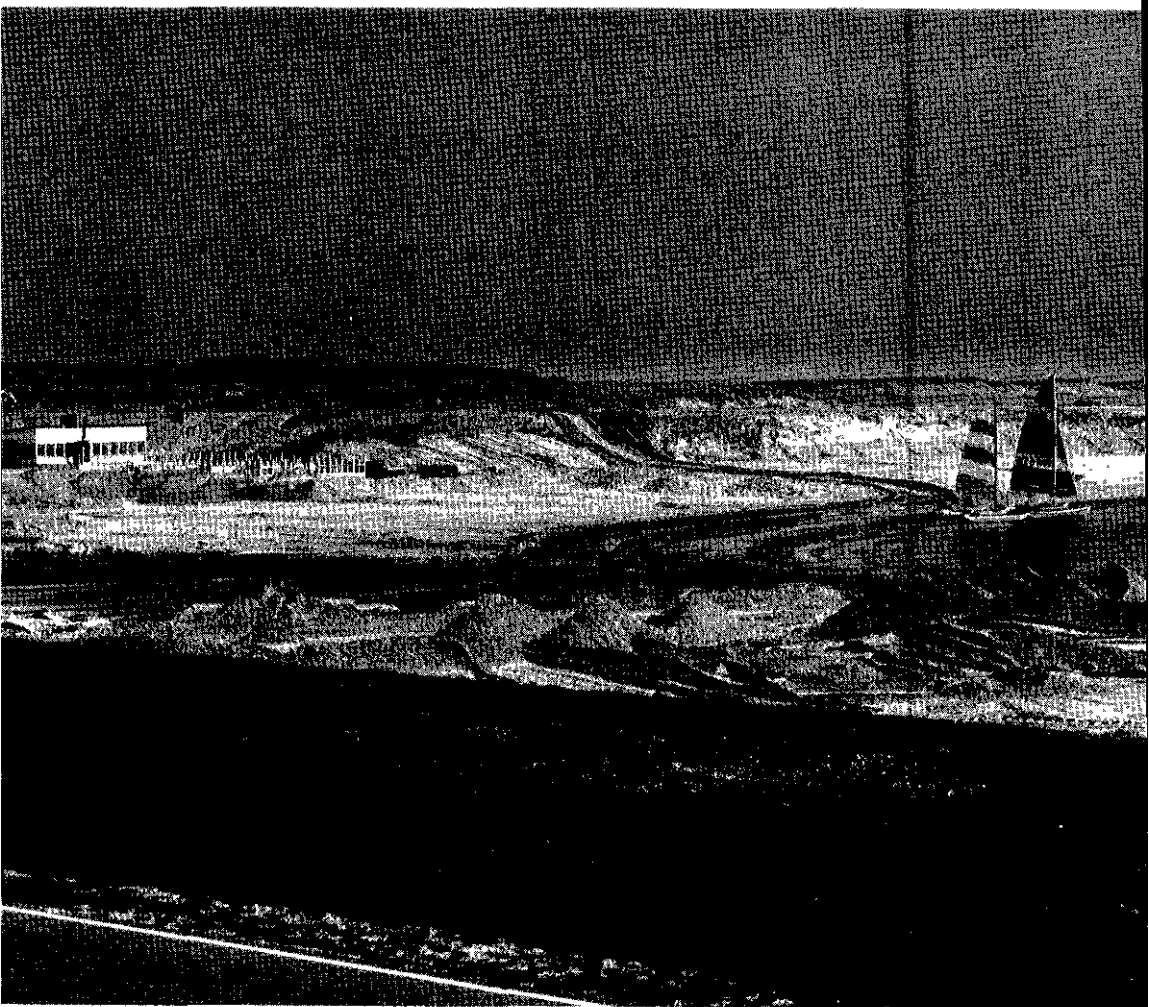


de duintjes, duinmeertjes en vochtige duinvalleien gecreëerd, die zich na verloop van tijd zullen kunnen ontwikkelen tot waardevolle milieutypen. De meertjes verschillen onderling in aanleg en wel zo dat er in de toekomst verschillen zullen ontstaan in vegetatie en fauna, waardoor ze voor de recreanten aantrekkelijk zullen zijn om naar te kijken. De vormgeving van de meertjes is erop gericht dat er geen uitnodigende werking van uitgaat om te water te gaan.

De beide oostelijke en thans nog zoute meertjes zijn gevormd door aanpassing van een voorheen uit een zandwinplaats voortgekomen vrij diep duinmeer, dat zeer in trek was bij baders en zwemmers. Dit meer kon niet in die vorm gehandhaafd worden omdat het geleidelijk zou verzoeten en bezwaren zou kunnen gaan opleveren voor de volksgezondheid. Gebruikmakend van de verschillen die door ver-

stuiving zullen ontstaan zal in dit gebied na verloop van tijd een padennet kunnen worden aangelegd. Hierbij kunnen de tengevolge van het recreatieve gebruik reeds ontstane paden een belangrijke rol spelen.

Om het verschil in functie tussen de oeverstrook en het centrale gebied te benadrukken zijn tussen de oeverstrook en het centrale gebied 5 m hoge kunstmatige duinregels opgebouwd. Het is de bedoeling om de uiteindelijke vorm van de duinen deels te laten ontstaan door beheerste verstuiving, deels door het plaatsen van stuifschermen, helm en struiken. Parallel aan de oostelijke ontsluitingsweg is eveneens een duinregel aangelegd, zodat deze weg doorloopt tussen bestaande en nieuwe duinen, hetgeen bevorderlijk zal zijn voor de rust in het middengebied.



Landschappelijke aspecten

Ruimtelijk en functioneel kunnen binnen het project vier gedeelten worden onderscheiden, te weten de oeverstrook, het centrale deel, het nieuwe duingebied en het bosgebied.

De oeverstrook is in hoofdzaak bestemd voor de intensieve oeverrecreatie. De andere gebieden vervullen een functie in meer op de natuur gerichte vormen van recreatie en als verpozingsgebied bij minder goed weer. De oeverstrook is aangelegd als een zachte zandige oever. Wanneer mede als gevolg van het intensieve gebruik verstuiving zou optreden, zou kunnen worden overwogen een bepaalde vorm van begroeiing aan te brengen. De meest intensief gebruikte gedeelten zouden daarbij een grasachtig aanzien kunnen krijgen, terwijl in de minder intensief gebruikte gedeelten een meer natuurlijk-

ke vegetatie tot ontwikkeling zou kunnen komen. In het centrale gedeelte is gekozen voor de aanleg van ondiepe plassen met flauw hellende oevers; deze bieden een betere uitgangssituatie voor natuurlijke ontwikkelingen dan diepe plassen met steile oevers.

Door reliëf en afwisseling in vorm, zowel boven als onder water, is een aanzet gegeven voor de ontwikkeling van het gewenste gedifferentieerde milieu. Aan deze differentiatie wordt ook bijgedragen door het verschil in vegetatie tussen het overgebleven gedeelte van het voorlopig nog zoute duinmeer en de thans gevormde zoute plassen.

Zoals gezegd is het de bedoeling om de uiteindelijke vorm van de nieuwe duinen mede door beheerste verstuiving te laten ontstaan. Het thans gecreëerde reliëf zal nog worden vergroot door beplanting met bij voorbeeld duindoorn en kruipwilg. In het plassengebied zal plaatselijk eikenstruweel worden aangeplant. Ter bescherming tegen betreding van de lage stuifduintjes langs de oever zal een beplanting van duindoorn worden aangebracht. Ten oosten van de plassen zal in een wisselende dichtheid helm worden ingeplant. Verstuiving van de minder intensief beplante gedeelten zal dan kunnen leiden tot de vorming van een enigszins geaccidenteerd terrein. De overgang van het reeds voor de realisering van het project aangeplante bosgebied naar de westelijk daarvan aangelegde ontsluitingsweg en de parkeerterreinen, zal worden geaccentueerd door een hoge begroeiing van eik en iep en gaande in de richting van de oever door grauwe abeel en zwarte populier. De toegang tot de duinmeertjes vanaf de rondweg zal worden verhinderd door het planten van duindoorn in een greppel, een barrière die het vrije uitzicht weinig belemmert.

De hier besproken werken zijn nog maar de eerste fase van de realisering van het deelplan 'De Punt'. Er is nu een soort uitgangssituatie geschapen, waarin ruimte is voor geleidelijke ontwikkeling ten aanzien van het gebruik en de opnamecapaciteit. We moeten wachten of de gekozen opzet voor het middengebied, een vrij toegankelijk, zich natuurlijk ontwikkelend gebied, kans van slagen heeft. Het maakt immers deel uit van een recreatieproject dat vooral in het zomerseizoen een grote belangstelling zal genieten. In een volgende fase zal op de thans in gang gezette ontwikkelingen moeten worden ingespeeld.



'De Punt' in aanleg, gezien vanaf de Brouwersdam

In de jaren 1978 en 1979 werd langs de oever van het Veerse Meer een recreatieterrein aangelegd, dat bekend staat als het project 'Schelphoek'. Evenals de drie eilanden in het oostelijke gedeelte van het Veerse Meer bij 'De Piet', die werden besproken in Bericht 80 (mei 1977), vormt dit project een onderdeel van het Eilanden- en Baggerplan dat Rijkswaterstaat in samenwerking met het recreatieschap 'Het Veerse Meer' tot stand brengt.

De 'Schelphoek' in het Veerse Meer

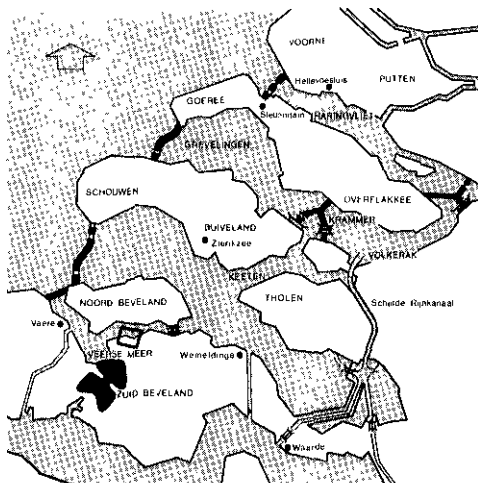
De 'Schelphoek' werd aangelegd langs de oever van het Veerse Meer, tussen het watersportcentrum van Wolphaartsdijk en het natuurgebied Middelplaten. In 1971 was in dit gebied al de Muidenweg aangelegd, met daarlangs een oeverstrook, waarin twee parkeerplaatsen waren opgenomen. Buitenwaarts van de oeverstrook ligt een uitgestrekt ondiep gebied. Gezien de doelstellingen van het Eilanden- en Baggerplan is aan de 'Schelphoek' in de eerste plaats een functie toegekend in de sfeer van de watersport. Meer dan de helft van het aantal ligplaatsen in jachthavens aan het Veerse Meer bevindt zich in het voor de watersport minder aantrekkelijke oostelijke gedeelte. De vaarmogelijkheden waren er beperkt tot de vaargeul voor de beroepsvaart en een smalle daaraan grenzende zone. Daarom bestond er grote behoefte aan meer vaarmogelijkheden en aan verpozingsgelegen-

heden voor de watersport. Daaraan kwam dit project voor een deel tegemoet. In hetzelfde project zijn voorzieningen opgenomen voor de ontwikkeling van de oeverrecreatie, die van betekenis zijn voor inwoners van Goes en omgeving en voor recreanten uit verder naar het zuiden en oosten gelegen gebieden.

Het scheppen van voorzieningen tegelijk voor de watersport en de oeverrecreatie in een betrekkelijk klein gebied heeft zeer hoge eisen gesteld aan de zonering. Ook de ligging van de 'Schelphoek' ten opzichte van het watersportcentrum van Wolphaartsdijk met de zich daar binnendijks ontwikkelende verblijfsaccommodatie enerzijds en ten opzichte van het natuurgebied Middelplaten anderzijds, is van grote invloed geweest op de ontworpen zonering.

De intensieve oeverrecreatie sluit goed aan bij het karakter van het meer oostelijk gelegen watersportcentrum, terwijl de watersport zich het best verdraagt met het karakter van het in het westen gelegen natuurgebied Middelplaten. De intensieve oeverrecreatie is in verband daarmee geconcentreerd op het oostelijke en noordoostelijke gedeelte van de door opspuiten verhoogde en verbrede oeverstrook. Op het noordoostelijke gedeelte van de oeverstrook is ruimte voor een theehuis gereserveerd en is een aanlegsteiger gebouwd voor enkele boten.

In westelijke richting vindt een overgang plaats naar extensief ingericht terrein; daar zijn ook, onder meer door verdieping van de waterzone, meer mogelijkheden geschapen voor de watersport. De tegen de oeverstrook gerealiseerde uitspringende punt met een ponthelling, gemaakt ten behoeve van beheerswerkzaamheden, vormt in westelijke richting de afsluiting van de nieuwe oeverstrook. Verderop is de oorspronkelijke oever gehandhaafd. Ten



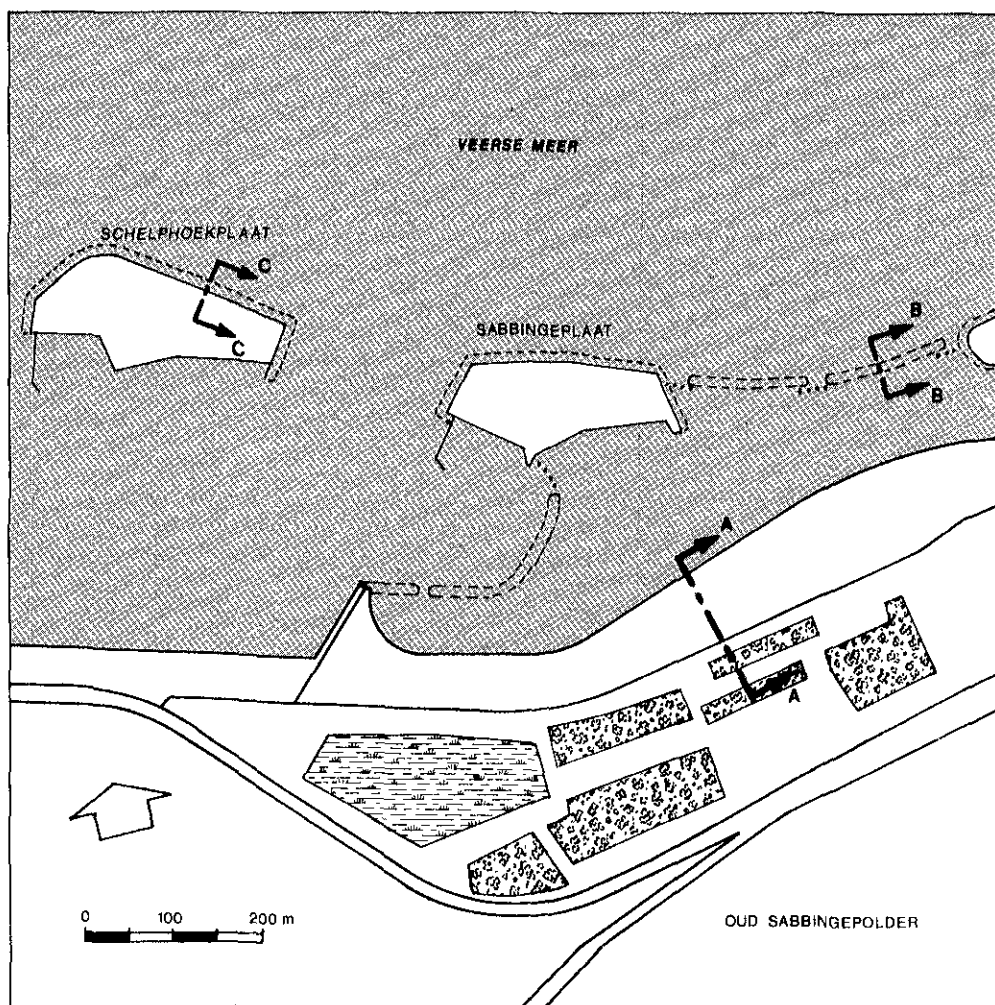


Fig. 2. Overzicht van het recreatiegebied

noorden van de oeverstrook zijn drie eilandjes aangelegd. Ook daar is de in het voorgaande beschreven zonerings doorgevoerd. Het oostelijke eiland is in hoofdzaak bestemd voor baders en zwimmers. De waterzone is hier zeer ondiep gehouden. Het middelste eiland vervult deze functie eveneens, maar functioneert ook als verpozingsgebied voor de watersport. Het meest westelijk gelegen eiland wordt geheel omgeven door bevaarbaar water – 1,5 à 2 m diep bij het huidige zomerpeil van omstreeks N.A.P. – en is in hoofdzaak bedoeld als verpozings-eiland voor de watersport. Het kan daardoor onder meer helpen om watersporters af te leiden van een bezoek aan het natuurgebied Middelplaten. Daarom is in het westen, in de overgang naar het natuurgebied, tevens een brede, ondiepe waterzone gehandhaafd, die niet toegankelijk is voor boten. Het gebied ten zuiden van de oever-

Fig. 1. (Links:) Situatie van de 'Schelphoek' in het Veerse Meer

strook krijgt een extensieve inrichting. De ontwikkeling ervan is gericht op de vorming van een klein bosgebied, overgaande in een gebied dat door afwisseling van struikgewas, grasland en moerasvegetaties een meer open karakter zal behouden. Naarmate dit gebied zich verder ontwikkelt, zal het meer bij de recreatieve ontwikkeling worden betrokken. De extensieve inrichting zal overigens wel gehandhaafd blijven. Aangezien het oorspronkelijke tracé van de Muidenweg een barrière zou hebben gevormd tussen de oeverstrook en het tot ontwikkeling te brengen bosgebied, heeft men een gedeelte van de weg volgens een nieuwe tracé aangelegd. Dit heeft het project wel duurder gemaakt, maar daar staat tegenover dat het barrière-karakter van de weg nu is opgeheven, wat onder meer ook de veiligheid ten goede komt. Het project is naar het oosten toe ontsloten door een afrit vanaf het hoog gelegen gedeelte van de verlegde Muidenweg naar de oeverstrook. Overeenkomstig de in het voorgaande beschreven zonering is de parkeergelegenheid in hoofdzaak op of in de nabijheid van het intensief te gebruiken gedeelte van de oeverstrook aangelegd. Het grote parkeerterrein westelijk van de afrit vanaf de verlegde Muidenweg is in eerste instantie slechts gedeeltelijk voorzien van rijbanen en een vakindeling. Het resterende

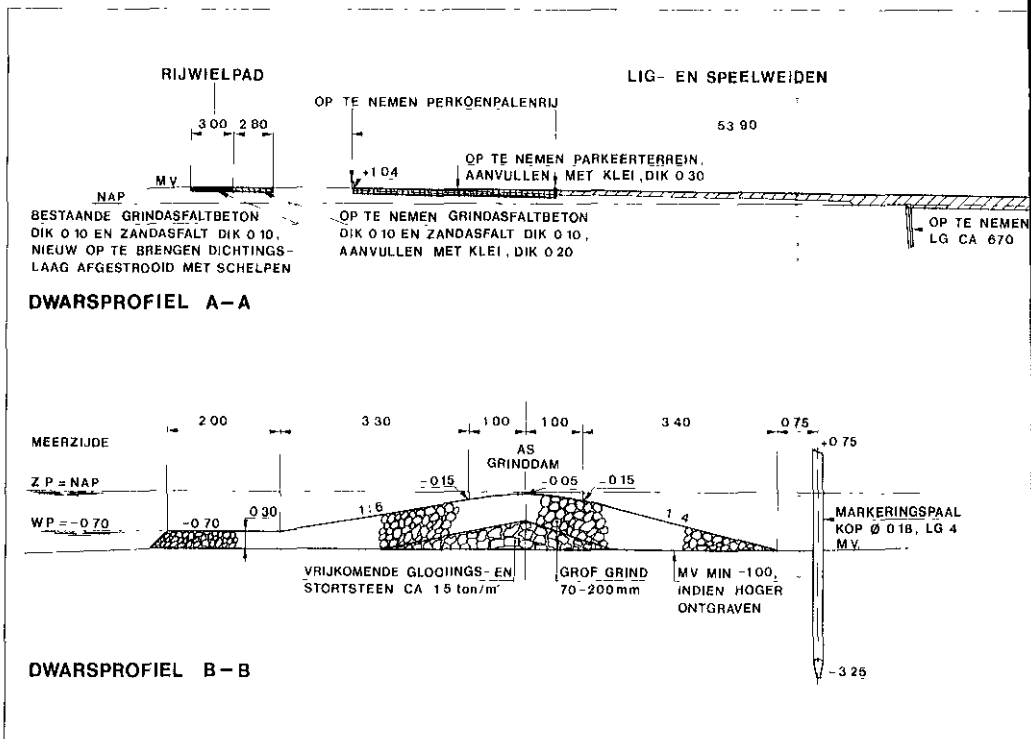
gedeelte is wel voor parkeren beschikbaar. Desgewenst kan dat in een later stadium ook van rijbanen en een vakindeling worden voorzien, om de parkeercapaciteit uit te breiden. Een parkeerterrein van geringere omvang is aangelegd nabij het geprojecteerde theehuis.

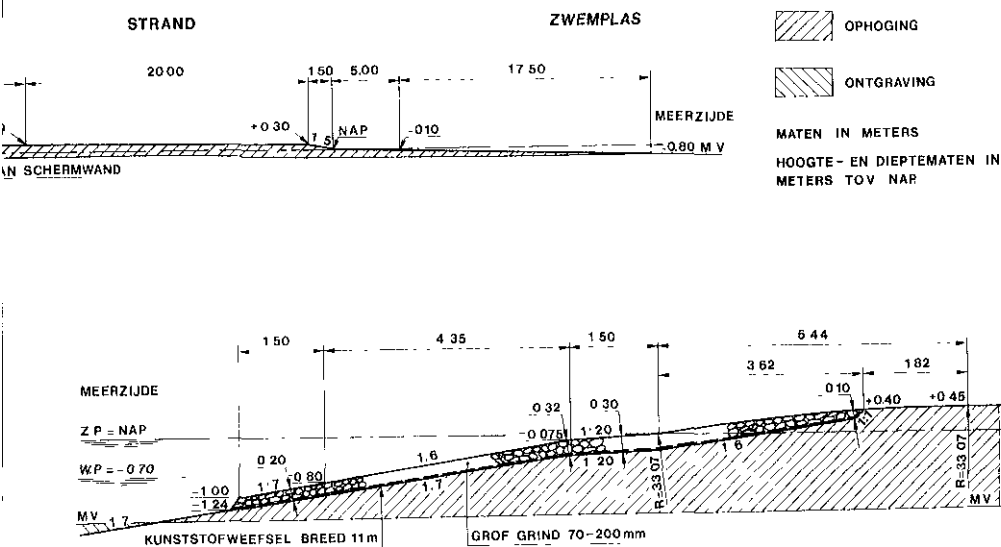
Landschappelijke aspecten

Ruimtelijk en functioneel zijn in de 'Schelphoek' twee gedeelten te onderscheiden. Zoals gezegd is langs het Veeerse Meer een brede oeverstrook aangelegd met een drietal eilanden in de ondiepe waterzone ten noorden ervan. Dit gedeelte van het project is in hoofdzaak bestemd voor de intensieve oeverrecreatie en voor de watersport. Het laaggelegen gebied ten zuiden van de oeverstrook, dat ervan gescheiden is door een brede watergang, verkrijgt een extensieve in-

Zomer aan de Schelphoek in het Veeerse Meer

Fig. 2. Doorsneden A, B en C van fig.2





DWARSPROFIEL C-C

richting ten behoeve van meer op de natuur gerichte vormen van recreatie.

Oostelijk van het uitspringende oevergedeelte met ponthelling is een zachte, zandige oever aangelegd, die aan de landzijde geleidelijk overgaat in een grasstrook met enig struikgewas. Gaande in de richting van het gebied ten zuiden van de watergang, neemt de dichtheid van de begroeiing toe; hier zal ook hoger opgaand geboomte worden ingeplant.

Bij de situering en de vormgeving van de eilanden heeft men de bestaande openheid van het gebied, waardoor men vanaf de oeverstrook en vanaf het punt waar de Muidenweg het gebied binnenkomt het gehele terrein kan overzien, willen handhaven. Dat heeft ook de keuze van het type begroeiing op de eilanden bepaald. Op het oostelijke eiland is geen beplanting ontworpen. De twee andere zullen plaatselijk worden voorzien van een lage, beschutting biedende begroeiing. Het is overigens niet de bedoeling de natuurlijke begroeiing die op de niet ingeplante gedeelten omhoog zal komen, te belemmeren. In het gebied ten zuiden van de oeverstrook kunnen vier gedeelten worden onderscheiden. Deze verdeling hangt samen met de zonering in het gebruik van het gebied en met het karakter van het omringende landschap. Het oostelijke gedeelte is zo ontworpen dat de onmiddellijk aan de oeverstrook grenzende parkeerplaatsen een directe visuele relatie hebben met het Veerse Meer. De meer binnenwaarts gelegen parkeerplaatsen zijn opgenomen in een begroeiing, echter zo, dat vanaf de Muidenweg zowel de parkeerplaatsen als het Veerse Meer kunnen worden gezien. De plaats waar de ontsluitingsweg aansluit op de Muidenweg wordt geaccentueerd door hoog opgaand geboomte. Dit geboomte vormt dan tevens de ruimtelijke verbinding met het binnendijkse gebied.

Westelijk van het parkeerterrein komt ook een bosgebied met hoog opgaand geboomte, dat aansluitend op het parkeerterrein een open karakter krijgt, waardoor een ruimtelijke verbinding ontstaat tussen het parkeerterrein, het bosgebied en de oeverstrook. Ten einde het open karakter van het landschap te behouden gaat de hoge begroeiing meer naar het westen geleidelijk over in lagere struiken, afgewisseld door open ruimten. Hier ontstaan tevens meer mogelijkheden voor spontane, natuurlijke ontwikkelingen.

In het meest westelijk gelegen gedeelte van het gebied is de rechtlijnigheid van de bestaande watergang onderbroken door een moerasgebied, dat ruimtelijk in een directe relatie staat met deze watergang. De lage moerasbegroeiing zal spontaan tot ontwikkeling moeten komen. De infrastructuur van het project is duidelijk oost-west gericht. Ter plaatse van de oorspronkelijke Muidenweg zijn een rijwielpad en een voetpad aangelegd. Verder wordt het gebied ontsloten door twee voetpaden, één langs de watergang en één onderlangs het talud van de verlegde Muidenweg. Vanaf deze hoofdstructuur zijn aftakkingen mogelijk. Het lijkt zinvol om, althans voorlopig, de spontane vegetatieontwikkeling af te wachten en het padenverloop dat daarin ten gevolge van het recreatieve gebruik zal ontstaan, in de toekomst als basis te nemen voor eventueel nieuw aan te leggen voetpaden.

Enkele maanden geleden is de 'Schelphoek' door de recreanten in gebruik genomen. Zowel de ontwerpers als de beheerder van het project zullen met belangstelling volgen, hoe de met de nodige voorzichtigheid in het project ingebouwde vermenging van watersport, oeverrecreatie en natuurlijke ontwikkelingen in de praktijk werkt.

Voorlichting op de Deltawerken



De Deltawerken hebben nooit te klagen gehad over gebrek aan belangstelling van de zijde van het publiek. Niet alleen technisch geschoolden, ook volstrekte leken, en daaronder opvallend veel kinderen, hebben in de loop der jaren van hun interesse getuigd. Wel ver was het er vandaan dat alleen de bewoners van de streek waar de Deltawerken zich voltrokken zich ervoor zouden interesseren; uit heel het land, en van heinde en ver uit het buitenland kwamen bezoekers en werd om informatie gevraagd. De Deltawerken spreken kennelijk tot ieders verbeelding. Ze hebben, hoe je ze ook benadert, iets groots, als technische prestatie, als reuze-project, als structurele ingreep in het zuidwesten van Nederland. Het zou overigens wel eens kunnen zijn dat de belangstelling in de loop der jaren enigszins van karakter veranderd is. In 1957 lag de ramp van 1953 nog vers in het geheugen; we waren nog in de periode van de nationale wederopbouw. Het Deltaplan maakte toen indruk als nationale krachtsinspanning, het kan voor sommigen iets hebben gesymboliseerd van oud-vaderlandse deugd, die het er niet bij laat zitten. Later is de waardering weifelender geworden. Een deel van de openbare mening begon zich te verzetten tegen de rigoureuze milieu-verandering die de totale uitvoering van het plan tot gevolg zou hebben, en wist aan dit verzet stem te geven

Een bezoek aan het Informatie-centrum op het Damvak Geul begint met een bustocht vanaf Schouwen, via de hulpbrug naar het tentoonstellingsgebouw

Interieur van de tentoonstelling in het Informatiecentrum Stormvloedkering, open sinds 24 juli 1979



daar waar de politieke beslissingen vallen. De belangstelling voor het Deltaplan nam in die jaren zeker niet af, maar de instelling veranderde van zwijgende bewondering in een neiging tot kritisch volgen.

Hoewel zij inziet dat voor dit kritisch volgen de openbare, onafhankelijke nieuws- en commentaarmedia de enige geschikte plaats zijn, haakt de Voorlichtingsdienst van Rijkswaterstaat toch wel graag in op deze nieuwe nieuwsgierigheid naar wat er omgaat. Na de beslissing om een doorlatende in plaats van een massieve dam in de Oosterscheldemond te bouwen, is het nu alweer zo ver dat de eerste onderdelen van de stormvloedkering concreet worden uitgevoerd: in mei van dit jaar werd begonnen met de constructie van de pijlers. Na jaren van nagenoeg onzichtbare voorbereidingen worden er nu weer dingen gemaakt. Dat trekt natuurlijk bezoek en dan is de beurt aan de voorlichter. Door het werk te tonen, de herkomst en de bedoeling ervan uit te leggen en het licht te doen schijnen op de nieuwe mogelijkheden die het opent, wil de Voorlichtingsdienst zijn doelstelling realiseren: het beleid en de concretisering ervan bekend, begrijpelijk en aanvaardbaar maken voor de eigen mensen, voor buitenstaanders, al dan niet technisch geschoold, in het algemeen: voor de Nederlandse burger en vervolgens in redelijke mate ook voor buitenlanders.

In het Deltagebied beschikken de daar werkzame directies van Rijkswaterstaat gezamenlijk over tien man voorlichtingspersoneel. Zien we even af van algemene assistentie bij evenementen en de productie van voorlichtingsmateriaal, dan kan deze groep naar werkzaamheden in tweeën worden verdeeld: deels is het bureau-personeel, dat telefonisch inlichtingen geeft en

gedrukte informatie toezendt op verzoek – 10 000 mappen per jaar –, deels zijn het excursiebegeleiders. Per jaar worden thans zo'n 300 excursies begeleid, alleen al in de omgeving van de Oosterscheldewerken. Het betreft hier, behalve vijftig bezoeken van scholen, vooral veel groepen bestuurders, waterstaatkundigen of technici in opleiding. Er zijn voor dit doel vijf excursielokalen in gebruik, verspreid over het werkgebied.

Van echt massaal bezoek is in deze categorie natuurlijk nooit sprake. Om grotere en minder specifiek geïnteresseerde groepen mensen in te lichten over het beleid en de werken, zijn vooral tentoonstellingen geschikt; de Voorlichtingsdienst heeft de afgelopen jaren meegewerkt aan tentoonstellingen als die in de Grote Kerk te Veere, de Delta Expo te Stellendam en het deze zomer geopende Informatiecentrum Stormvloedkering op het damvak Schaar.

De Delta Expo, zakelijk geëxploiteerd door het Nationaal Bureau voor Toerisme, maar van opzet en uitwerking een Rijkswaterstaatsprodukt, blijft trekken: er komen per jaar 80 000 bezoekers. Ook het semi-permanente informatiecentrum bij het bouwdoek Schaar, geopend op 24 juli, heeft het vanaf het begin goed gedaan: in de eerste zeven weken werden al 25 000 kaartjes verkocht.

Het is geen grote tentoonstelling maar wel een intensieve. De rondgang begint met een wandgrote reproductie van de 13de-eeuwse kaart van het Deltagebied. Langs een milieu-wand lopend krijg je een indruk van de natuurwaarde van het Oosterscheldegebied. Daartegenover wordt afgebeeld hoe de toestand volgens het 'oude' Deltaplan zou veranderen: de volledige afsluiting, het zoete Zeeuwse Meer. De bezoeker moet een rode streep die hij op zijn pad vindt overstappen om van het oude in het nieuwe Deltaplan te belanden. De beschermende en conserverende functie van de stormvloedkering wordt uitgelegd, en de opzet ervan getoond. Werkwijzen en materieel komen aan de orde aan de korte eindwand. In het midden staat een maquette van de stormvloedkering zoals hij moet worden.

Dat het allemaal werkelijkheid is, kan de bezoeker vaststellen door naar buiten te kijken. Dit geeft een bijzonder aardig effect. Vanuit de ene raampartij kijk je in de bouwput Schaar, waar de eerste pijlers worden geconstrueerd, door de andere is de hulpbrug te zien die het damvak verbindt met Schouwen, en ook het tracé van de stormvloedkering, waar de pijlers later geplaatst zullen worden, en waar de opbouw van de stormvloedkering zich van stap tot stap zal voltrekken.

Een hydro-meteo-informatiesysteem voor de Oosterschelde: het project HISTOS

Voor de informatie-inwinning en -verspreiding op hydraulisch en meteorologisch gebied is binnen de organisatie die de bouw van de stormvloedkering voorbereidt een *afzonderlijk project* opgezet, HISTOS genaamd. Deze organisatie werkt tevens ten dienste van de bouw van de *compartimenteringsdammen*.

Het opstellen van meldingen aangaande de werkbaarheid, studie van de waterbeweging in het Oosterscheldebekken, vooral ten dienste van de milieubewaking, en conditiebewaking van de stormvloedkering, wanneer die eenmaal gereed is, kunnen worden genoemd als de belangrijkste opdrachten waaraan HISTOS moet voldoen.

Als centrale post in het informatiesysteem is het kantoor van de Deltadienst te Zierikzee aangevoerd. Het project voorziet in een nauwe samenwerking met het KNMI.

Resultaten van de caissonproeven op Neeltje Jans

Bij het onderzoek naar de stabiliteit van de stormvloedkering is onder meer gebruik gemaakt van modelproeven op grote schaal op het werkeiland Neeltje Jans. *Daarmee wilde men tevens meer in het algemeen onderzoek doen naar het verschijnsel van bodemverweking, en de juistheid van gangbare reken-technieken testen.* De prognose ten aanzien van de stabiliteit van de stormvloedkering kon op grond van deze proeven aanzienlijk gunstiger worden gemaakt. Over de andere onderdelen van de proef is nog wetenschappelijke discussie gaande. Wel is gebleken dat een constructie op

een onverdichte ondergrond en zonder drempel nog eerder zou bezwijken dan op grond van berekeningen was voorspeld.

Het ontwerp van de schuiven voor de stormvloedkering in de Oosterschelde

De schuiven voor de stormvloedkering moeten voldoen aan bepaalde hydraulische voorwaarden en technische eisen. De waterstanden en golfhoogten die ze moeten kunnen weerstaan, worden in het artikel opgesomd. Ze zijn zo gekozen dat de kans op overschrijding ervan dezelfde is als bij de andere primaire zeekeringen in Zeeland, namelijk $2,5 \times 10^{-4}$ per jaar.

Deze bijdrage vermeldt voorts een menigte details met betrekking tot de beplating, de draagsystemen, de ophanging en de glijdvlakken en sponningen van de schuiven. De bedrijfszekerheid van de bewegingswerken moet de kans op falen kleiner maken dan 2×10^{-3} per jaar.

De vormgeving, inrichting en landschappelijke inpassing van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen

De stormvloedkering en de compartimenteringsdammen kunnen behalve een waterkerende functie ook nog een recreatieve functie, een belevingsfunctie, een verkeersfunctie en een ecologische functie hebben. Het is de bedoeling dat deze functies ook in het ontwerp en de aankleding van de werken tot uitdrukking komen of later nog kunnen komen. Een aantal voor dit doel opgerichte projectgroepen heeft in verband hiermee voorstellen gedaan voor de lengte- en dwarsprofielen, de situering van de wegen en de aankleding van de dammen en van het sluiseland in de Oesterdam. In dit artikel

worden de overwegingen van de projectgroepen beschreven, de formulering van hun doelstelling, hun werkwijze en een aantal concrete voorbeelden.

Een experimenteel lozingsprogramma voor de Volkeraksluizen

Een ter zake ingestelde werkgroep heeft voorgesteld de prognoses voor de zout/zoetverdeling rond en na 1985 te verbeteren door het zoetwaterdebiet van de inlaatsluis in het Volkerak enige tijd te verhogen tot 100 m³/sec. Mogelijk kan deze maatregel ingaan op 1 november 1979. Thans bedraagt het debiet nog 50 m³/sec. De verdubbeling maakt het effect ervan op de zoutverdeling over het traject Krammer-Volkerak in elk geval eenduidig zichtbaar. Ze biedt tevens houvast voor de toetsing van de bij deze studies gebruikte rekenmodellen.

De afregeling van het wiskundig model Rand-Delta II

Bij het onderzoek naar de waterbeweging in het Deltagebied wordt sedert enige jaren gebruik gemaakt van twee-dimensionale wiskundige modellen. Het eerste model van dat type bestond uit een vierkantennet van bijna 3000 roosterpunten.

Het vooronderzoek voor de bouw van de stormvloedkering in de Oosterschelde riep de behoefte op aan fijnmaziger modellen, over een groter gebied. Daarom wordt nu gewerkt met het model RD-II, met een maaswijdte van 800 m en een zeewaartse rand buiten de invloed van stormvloedkering, en het model Scheldes, dat alleen de estuaria omvat, maar fijnmaziger is: de afstand tussen de roosterpunten is 400 m. Het iken van de modellen wordt beschreven. Voor operationeel gebruik wordt computertijd gehuurd in Los Angeles (USA).

Nieuwe ontwikkelingen bij het meten van de waterkwaliteit

Nadat enkele jaren vooral inventariserend onderzoek is gedaan naar de waterkwaliteit in het Deltagebied, begint nu de aandacht te groeien voor meer gedetailleerd onderzoek. De grote omvang van de meetprogramma's maakte het noodzakelijk de opneemprocedures te versnellen. Daarom zijn instrumenten ontworpen die tijdens het varen van een meetschip diepte, temperatuur, geleidendheid, zuurstofconcentratie, zuurgraad en fluorescentie van het water kunnen meten. Registratie- en rekeninstrumenten aan boord van de meetschepen completeren deze apparatuur.

Een groot voordeel van de nieuwe techniek is bij voorbeeld dat een meetschip thans al varende en metende de eb- of vloedbeweging in een zee-arm kan bijhouden.

De 'Punt van Goeree' in het Grevelingenmeer

Het recreatiegebied 'De Punt' in het westelijk gedeelte van het Grevelingenmeer maakt onderdeel uit van de voorzieningen die worden aangelegd ingevolge de 'Nieuwe Inrichtingschetsen voor het Grevelingenbekken' van 1975. Er zijn door zonering van het gebied mogelijkheden geschapen voor zowel intensieve als extensieve recreatie. Het intensieve gedeelte sluit aan op de Brouwersdam, en is ook overigens goed voor autorijdende toeristen toegankelijk gemaakt. De oeverrecreatie wordt door de aanleg van parkeerplaatsen op twee plekken geconcentreerd; daar vinden de recreanten zachte zandige oevers.

Het rustige binnengebied wordt visueel afgeschermd met stuifduintjes.

De 'Schelphoek' in het Veerse Meer

In het Veerse Meer worden stap voor stap voorzieningen getroffen om aan de recreatieve functie van dit grote water vorm te geven. De 'Schelphoek' is met name bestemd om de mogelijkheden te vergroten van de watersport – in de nabijheid ligt de grote jachthaven van Wolphaartsdijk – en van de overrecreatie. Er zijn stranden aangelegd, er is gezorgd voor voldoende diep water, er is een aanlegsteiger gebouwd en men heeft drie kleine eilandjes gecomplexeerd. Een gedeelte van het project, bestemd voor meer extensieve recreatie, is niet voor de pleziervaart geschikt gemaakt; de beplanting op de wal maakt daar ontwikkeling mogelijk tot een gevarieerd bosgebied.

Voorlichting op de Deltawerken

Er is veel belangstelling voor de Deltawerken. Zeker nu de realisering van de stormvloedkering in de Oosterschelde nadert. Een voorlichtingsteam van 10 man begeleidt excursies naar de werken, geeft lezingen en helpt bij het inrichten van tentoonstellingen. Er zijn twee tentoonstellingen in het Deltagebied: een te Stellendam, die zich met name richt op het nabijgelegen Haringvliet, en sinds kort een op het damvak Geul, speciaal met het oog op de stormvloedkering. Vanuit het tentoonstellingsgebouw heeft men daar een uitzicht over de werken in de Oosterschelde.

The project HISTOS, a hydro-meteo information system for the Oosterschelde

Within the organization preparing the building of the storm-surge barrier, a separate project has been set up, known as HISTOS.

This organization also works in aid of the construction of the compartment dams.

The principal tasks of HISTOS are: the preparation of statements regarding the working conditions of the storm-surge barrier, the study of the water-movement in the Oosterscheldebasin, specially in behalf of the environmental control, and the surveillance of the barrier when finished.

The office of the Delta Service, located in Zierikzee, has been designated as the central post for the information system. Provisions have been made within the project for a close collaboration with the K.N.M.I. (Royal Netherlands Meteorological Institute).

Results of tests made with caissons on Neeltje Jans

While investigating the stability of the barrier usage was made of among other things, large scale models on the construction island of Neeltje Jans. At the same time general research study was done into the phenomenon of the softening of the sea-bed and into the accuracy of the current calculation technics. From the outcome of these tests it became clear that the prognosis regarding the stability of the barrier proves to be much more favourable than earlier anticipated.

Other parts of the test are still subject to scientific discussion. It appeared, however, that a construction without a solidified sea-bed and

without a sill would collapse even sooner than earlier calculations predicted.

The design of the gates for the storm-surge barrier in the Oosterschelde

The gates for the barrier have to meet certain hydraulic conditions and technical demands. The water-levels and wave-heights that they will have to retain are summed up in this paper. The height of the gates has been so selected that the probability of being exceeded equals that of the other primary dams in Zeeland, viz.: 2.5×10^{-4} a year.

This contribution equally provides a multitude of details concerning the sheeting, the bearing systems, the suspension, the sliding planes and the grooves of the gates.

The operating mechanism must be relied upon to function optimally, thus reducing the chance of failure to 2×10^{-3} a year.

The set-up the organization and the blending into the landscape of the barrier and the compartment dams.

Apart from their retaining function the barrier and compartment dams also have recreational, appreciative, traffic and ecological functions. All these functions are supposed to find also expression in the design and the make-up of the works now, or in any case can be incorporated at a later date. In this connection a number of project groups, purposely set up to this end, have made suggestions regarding the longitudinal and cross sections, the outlay of the roads, the beautification of both the dams and the sluice island in the Oesterdam. A description is given of some of the appraisals

made by the project groups, their targets, their working method and also a number of clear examples have been given.

An experimental discharge programme for the Volkerak sluices

A special working group has proposed to improve the prognoses for the salt/fresh water distribution around and after the year 1985. For this purpose it proposed that the discharge of fresh water via the inlet sluice in the Volkerak should be increased up to 100 m³/sec. during a certain period of time. Possibly this measure will become effective as of November 1st, 1979. Momentarily the discharge amounts to 50 m³/sec. The doubling of the discharge will, in any case, clearly show its impact on the salt water distribution along the stretch Krammer-Volkerak. The experience gained can be used as a guideline for the testing of the calculation models used for these studies

The calibration of the mathematical model Rand-Delta II

For some years, research into the water-movement in the Delta area has been done by means of bi-dimensional models. The first model of this particular type consisted of a flow net of nearly 3,000 grids. During the preliminary investigation for the construction of the barrier it became clear that grids with a finer tracework were needed over a larger area. Currently the model RD-II is used which has a trace-work of 800 meters and a sea-ward edge which remains outside the barrier's influence. Next, there is the model Scheldes, which only comprises the estuary, but which has a finer trace-work: the mutual distance between the grids is 400 m. Further follows a description of the calibration of the models. For operational usage computer time is hired in Los Angeles (USA).

The 'Punt van Goeree' in the Grevelingenmeer

The recreation area 'De Punt' situated in the western section of the Grevelingenmeer forms part of the facilities that are laid out according to the 'New Environmental Design for the Grevelingen-basin' of 1975. By zoning the area, possibilities have been created for both the intensive and extensive recreation. The intensive part joins up to the Brouwersdam and is made easily accessible for motoring tourists. The shore recreation will be concentrated on two places where parking lots are built; tourists will find sandy beaches there.

The quiet inner area will be protected from view by sand-dunes.

The 'Schelphoek' in the Veerse Meer

Step by step provisions are being made in the Veerse Meer to give shape to the recreational function of this water. The 'Schelphoek' has been earmarked to enhance the possibilities for the aquatic sports – in the neighbourhood lies the large yacht-harbour of Wolphaartsdijk. Beaches have been laid out, care has been taken that the water is deep enough, a landing stage has been built and three islets have been created. Part of the project, meant for the extensive recreation, has not been adapted for yachting; the shore has been planted with shrubs and trees to allow for the evolution of a varied wooded area.

New developments to appraise the quality of the water

After several years of specially inventory – research into the water-quality in the Delta area, interest is growing for a more detailed study. The large scale measuring programmes render it necessary to accelerate the input procedures. Therefore instruments have been made that, while the measuring vessel is running, measure the depth, the temperature, the conduction, the concentration of oxygen, the acidity and fluorescence of the water. Registration and calculation instruments complete the apparatus. A big advantage of this new technic is for example, that the measuring vessel during its run can continue to observe and measure the flow of ebb and flood in the estuary.

Site information in the Delta area

Especially as the realization of the storm-surge barrier in the Oosterschelde has begun now, much interest is shown in the Delta works. A team of 10 persons leads excursions to the works, gives lectures and assists with the organization of exhibitions. There are two exhibitions in the Delta region, i.e.: one at Stellendam which is primarily focused on the near-lying Haringvliet and the other, on the dam-section Geul, which specializes in information and exhibits regarding the storm-surge barrier. From this exposition one can get an excellent overall view of the works in the Oosterschelde.

Vorderingen

in de periode 1 januari –
1 juli 1979

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

Op 26 september 1978 werden de beplantingen aan weerszijde van de noordelijke voorhaven aanbesteed. Nog in het jaar werden de terreinen door de aannemer, het Bureau voor Tuin- en Landschapsverzorging te Haaren, plantgereed gemaakt. Daarna volgde een lange en strenge winterperiode. Vanwege de plaatselijk slechte ondergrond moesten extra ontwateringsvoorzieningen worden getroffen. Het is daarom niet gelukt de terreinen nog in het seizoen 1978/1979 te beplanten. Met de aannemer is een wijzigingsovereenkomst gesloten, om het werk later af te maken. Inmiddels is een deel van de beplanting in kwekerijverband in de grond gezet; in het seizoen '79/'80 zal het verder worden uitgeplant.

Philipsdam

Damaanzet

Bij de bouw van een eerste aanzet voor de Philipsdam is aan het begin van het jaar bijna twee maanden vorstverlet opgetreden. Op 26 februari werd het werk hervat. Het laatste zinkstuk voor de bodembescherming kon toch op 24 april worden afgezonken en bestort. Er werd totaal 225 000 m² bezonken. Ook het zandbedrijf voor de damaanzet kon eind april worden voltooid. Daarna werd het zand geprofileerd en verdicht. De zandoppervlakken

zijn met gras ingezaaid en met stro ingeëgd om de verstuving te beperken. De aangebrachte kleibekledingen konden in mei worden ingezaaid. Uiteindelijk kon het werk op 28 mei, drie maanden voor de officiële datum, worden opgeleverd.

Damvak plaat van de Vliet

Dit nieuwe werk sloot aan op bestaand werk, zodat daarvan eerst de verdedigingsconstructies moesten worden opgeruimd. Daarna begon de cutterzuiger 'Sliedrecht' de oostelijke voorhaven op diepte te brengen.

Met het materiaal werden de noordelijke en de zuidelijke havendam, alsmede het damvak zelf, opgespoten. De havendammen zijn nu gereed, op de bekleding met asfaltbeton en steenasfalt na. In het damvak en de omkading van het lage bekken zit het zand gedeeltelijk op hoogte.

De cutterzuiger heeft de oostelijke voorhaven geheel en het lage bufferbekken gedeeltelijk op diepte gebracht. Gezien de totale zandbalans van de Philipsdam is besloten niet meer zand uit het bekken te winnen, maar nu de westelijke voorhaven aan te spreken.

De omkading van het lage bekken blijft tijdens de bouwvakantie op één plaats open; daarna zal hij worden gesloten met zand. Tijdens de sluiting zullen metingen verricht worden van de optredende stroomsnelheden, het stroombeeld en de zandverliezen, een en ander om meer inzicht te krijgen in het verschijnsel zandsluiting.

Op het damvak is het werkterrein voor de bouw van de schutsluizen inmiddels ingericht. Voor de betonmortelinstallatie werd een onderbouw geconstrueerd, er zijn lossteigers aangelegd voor zand, grint en cement, en terreinen in-

gericht voor het buigen en vlechten van wapeningsstaal. Met de aanleg van werkwegen is een begin gemaakt. De bronbemaling is in werking gesteld, zodat de bouwput midden met droogviel. Daarna werd een laag slib verwijderd; toen kon worden begonnen met het grondwerk voor de riolen van het zout/zoetscheidingsstelsel. Bij de noordelijke sluis bleek het nodig eerst een deel van de ondergrond te verdichten.

Oesterdam

In de verslagperiode werd in het wingebied klei ontgraven en ter plaatse op ruggen gezet. . . .

Tot midden april is men bezig geweest om het werkterrein op de Molenplaat te ontwateren. Hiertoe werden sloten ontgraven en duikers in het terrein gelegd. Daarna kon worden begonnen met het ontgraven van zand, dat door middel van drooggrondtransport werd overgebracht naar en verwerkt in de dam door het Kreekrak. Tevens kwam de aanvoer van mijnsteen op gang. Dit materiaal werd met behulp van een splijtbak verwerkt tot een mijnsteenkade in het diepste gedeelte van de dam. De dam is nu gereed tot N.A.P. +3 m; gedeeltelijk wordt hij beschermd met kunststofweefsels met rietmat, met daarop een bestorting. Het werkeiland werd aanbesteed op 10 april. Van de inschrijvers hadden sommigen een alternatief plan voor een deel van het werk. Gunning geschiedde aan de goedkoopste alternatieve inschrijver, Van Oord-Utrecht N.V. te Odijk. Van Oord's alternatief bestaat uit een werkwijze waarbij een deel van de mijnsteenperskaden vervalt. Van de opgespoten zandkaden zal later dat deel dat buiten het profiel valt, worden verwijderd en als-

nog binnen het profiel worden gebracht.

Het werk is gestart op 4 juni

Stormvloedkering

In de Hammen werd verdergegaan met het opruimen van *oude bodembeschermingen*.

In de Roompot en de hammen werden blokkenmatten gelegd. In de Roompot kwam de 'Jan Heymans' klaar met het leggen van een 24 cm dikke asfaltmastieklaag als onderdeel van het storthebed voor de stormvloedkering.

Nadat de bouwput voor de pijlers was drooggelegd, werd het slib eruit verwijderd. Tegelijk kwam het zandbedrijf op gang. Met behulp van scrapers, dumpers en bulldozers werd de bodem van de compartimenten uitgediept, van het vrijkomende zand werden delingsdijken gebouwd. Op de taluds van de delingsdijken werd waterdicht membraan aangebracht, met als beschermende bovenlaag zand en zandasfalt. Op de overige taluds werden fosforslakken aangebracht, een en ander omdat de bouwput later onder water zou worden gezet.

Nog voor de bouwvakantie kwam één van de vier compartimenten geheel klaar. Daar werd begonnen met de constructie van de pijlers. Het werk vordert overeenkomstig de planning.

In de Roompot is een begin gemaakt met het heien van ankerpalen. Van de 59 palen in de drie sluitgaten zullen er dit jaar 47 worden aangebracht. In een aantal havens vindt onderhoudsbaggerwerk plaats: in enige werkhavens wordt de *havenaccommodatie* uitgebreid. Het baggerwerk in de werkhavens Schelphoek, Burghsluis en Neeltje Jans is gereedgekomen.

Begin april is een aanvang gemaakt met de aanleg van drie havendammen voor de sluis

Noordland, twee aan de Noordzeezijde, en één aan de kant van de Oosterschelde. Er werden mijnsteenakaden uitgereden en zand gespoten in de havendammen aan de Noordzeezijde. Het zand werd gewonnen in de te verdiepen gedeelten van de havens. De ene dam is thans geheel beschermd met kraagstukken en zandasfalt, van de andere is het onderwatertalud over een lengte van 375 m beschermd met steenasfaltmatten, aangebracht door de 'Jan Heymans'. Aan de Oosterscheldezijde is de havendam gekomen tot een hoogte van N A.P.-1,5 m. Aan het einde van dit jaar moet het werk gereed zijn.

verantwoording van de foto's

Aerophoto Schiphol 492
Ben Saelt 532, 537
Rijkswaterstaat Reprografie 522
Rijkswaterstaat Studio 508, 540

