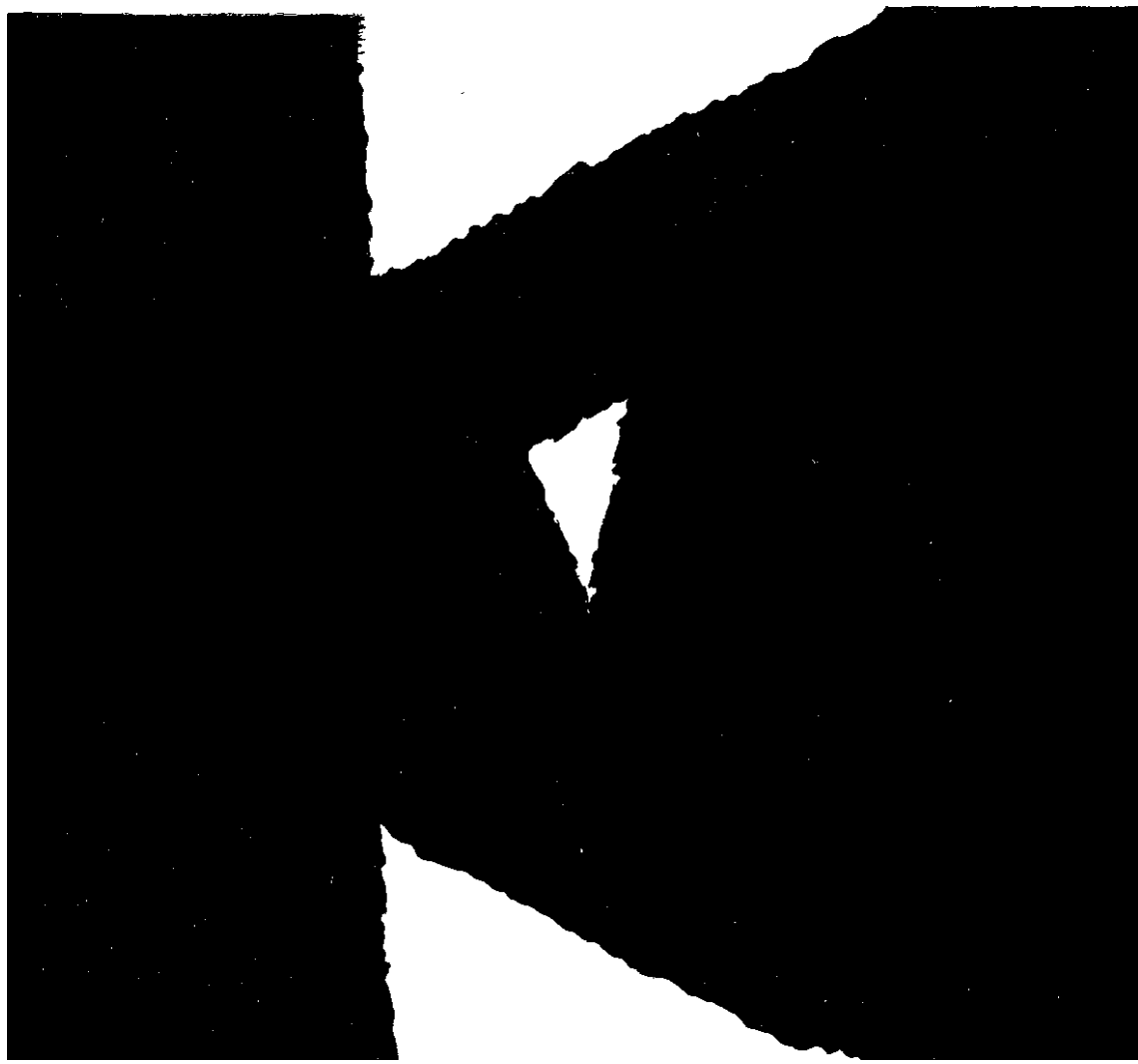


Driemaandelijks Bericht
nummer 88, mei 1979

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

De werken van het Deltaplan

Het verdichtingsschip 387

De sluis Noordland 391

Grondmechanisch onderzoek ten behoeve van
de stormvloedkering 393

Overwegingen bij de keuze van de ontwerppei-
len voor de compartimenteringsdammen 397

Een liftsluis in de Oesterdam 402

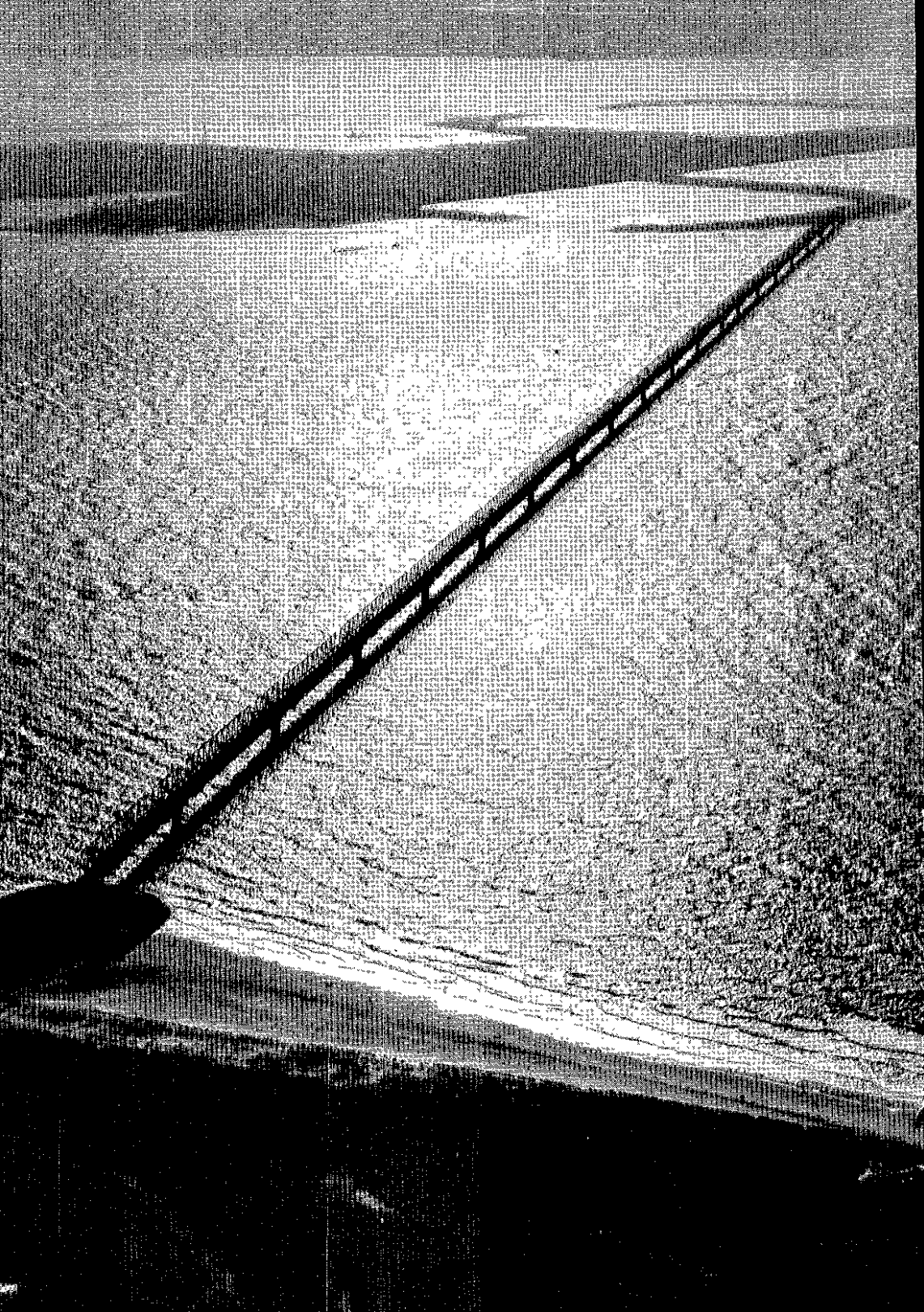
De morfologie van de Oosterschelde 407

De stand van zaken in het zout/zoet-onder-
zoek 410

Partiële dijkversterking bij de bebouwde kom
van Yerseke 416

Samenvattingen/Summaries 423

Vorderingen 427



Al meteen in de eerste fase van het ontwerp van de stormvloedkering in de Oosterschelde werd overwogen dat verdichting van de bodem onder de kering noodzakelijk zou kunnen blijken. Wel veranderden de denkbeelden over de manier van verdichten en over de uitgestrektheid en de diepte van de verdichting verschillende malen, al naar gelang het ontwerp zich ontwikkelde. Daarbij werd steeds aangenomen dat hetzelfde werktuig waarmee de grondslag onder de kering zelf zou worden verdicht, ook de rand van de bodembescherming, zo'n 500 m uit de as, zou moeten verdichten. Dit is immers het gebied waar ontgrondingskuilen kunnen ontstaan, met afschuivingen en zettingsvloeiingen. Slechte grond in deze zone kan op den duur de bodembescherming zelf in gevaar brengen. Het effect van verdichting is, heel algemeen gesteld, dat de grond 'steviger' wordt, en een groter draagvermogen krijgt. Langs welke weg de Oosterscheldebodem kan worden verdicht, wordt verderop uiteengezet. Er is in ieder geval een schip voor nodig. In de studiefase zijn verschillende voorontwerpen gemaakt voor zo'n verdichtingsschip (zie Bericht 72, mei 1975). Nu definitief is besloten tot het toepassen van grondverdichting onder het funderingsbed van de stormvloedkering en aan de rand van de bodemverdediging, en de aard en de omvang ervan vaststaan, heeft men ook het bestek voor het definitieve ontwerp van het verdichtingsschip kunnen afronden. In september 1978 werd opdracht gegeven tot de bouw. De bouwtijd bedraagt één jaar. In september 1979 zal het verdichtingsschip zijn activiteiten kunnen beginnen.

Een 'schip' is het eigenlijk niet eens: het beschikt niet over eigen voortstuwing; het is meer een ponton, die wordt verplaatst met sleepbo-

ten. Alleen tijdens het werk kan het zich over kleine afstanden zelf verplaatsen door zijn ankerdraden op en af te lieren.

Om de ankerkrachten tijdens werk- en tijdens stormomstandigheden te leren kennen, is in het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation te Wageningen een serie proefnemingen gedaan met een model van het schip. Bij die gelegenheid werden ook metingen gedaan naar de bewegingen van schip en trilnaalden tijdens het werk. Wanneer de trilnaalden in de bodem steken, mag er niet teveel meer aan worden gewerkt – bijvoorbeeld door scheepsbewegingen ten gevolge van golven, wind of stroom –, omdat er dan gemakkelijk schade kan ontstaan.

Ook werden er sterkteberekeningen uitgevoerd voor zowel ponton als portaalconstructie. Er werd van uitgegaan dat het schip een storm moet kunnen overleven met een windsnelheid van 32 m/sec, een stroomsnelheid van 2 m/sec en een significante golfhoogte van 2,5 m.

De omstandigheden waaronder gewerkt kan worden, zijn natuurlijk veel lichter: significante golfhoogte van 0,75 m bij een periode van minder dan 5 sec of 0,40 m bij een periode groter dan 10 sec; een stroomsnelheid van 2 m/sec en een windsnelheid van 15 m/sec. Zulke omstandigheden of betere treft men in de Oosterscheldemonsting gedurende 85 % van de tijd. Een verdere beperking is gelegen in het zicht, dat ter wille van de visuele oriëntatie op walbakens minstens 500 m moet bedragen.

Op basis van deze uitkomsten is een eerste ontwerp gemaakt, waarvan al sprake was in Bericht 72 (mei 1975).

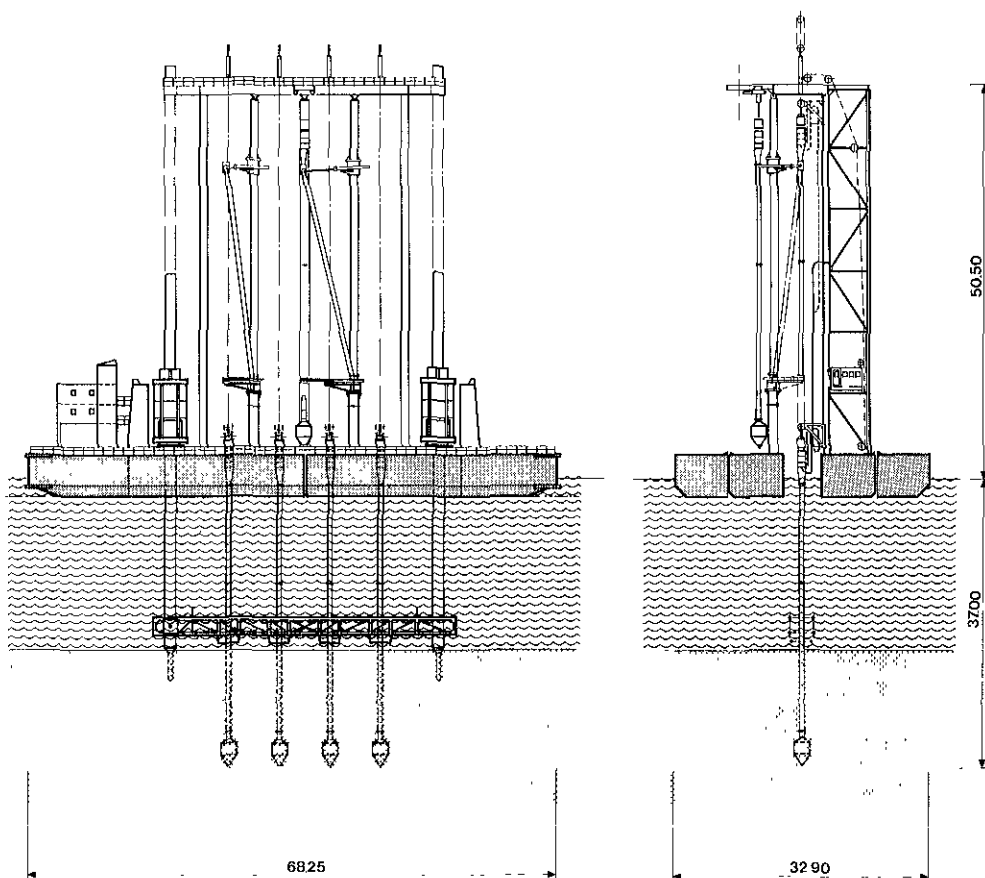
Sedertdien zijn enkele belangrijke eigenschappen van het schip en zijn uitrusting veranderd. De trilnaalden, waarmee de verdichting eigenlijk wordt verwerkt, zijn verder ontwikkeld;

het vermogen van de motoren is verdubbeld. Dit vergrootte het trillingsbereik van de naalden aanzienlijk, met als gevolg dat de onderlinge afstand van 4 op 6,5 m kon worden gebracht. Volgens het huidige ontwerp zal slechts een strook van 78 m behoeven te worden verdicht, die bewerkt kan worden in drie gangen van een verdichtingsschip met 4 trilnaalden naast elkaar. Om de vier à vijf meter in de vaarrichting, afhankelijk van de vereiste verdichtingsgraad, moeten de trilnaalden dan de grond worden ingedreven. Door verbetering van de grondmechanische inzichten is inmiddels komen vast te staan dat ervan kan worden afgezien tijdens het verdichten ook te zorgen voor verticale drainage met kifpalen. Ook is gebleken dat kan worden volstaan met verdichting tot 15 m diep. Dit leidt tot een maximumdiepte van N.A.P.-35m, in plaats van de vroeger aangenomen N.A.P.-45

m. Wel houdt men de mogelijkheid open, incidenteel tot N.A.P.-40 m te gaan, door tijdelijk gebruik van verlengde trilnaalden. Dit gaat dan natuurlijk ten koste van het werktempo.

Ook ten aanzien van de vibratoren is er iets veranderd.

In eerdere ontwerpen werden ze beschermd door een soort duikerklok. Daardoor konden ze ook onder water werken, wat het voordeel had dat de trilnaalden betrekkelijk kort konden zijn. Nu er minder diep verdicht gaat worden, bleek het mogelijk de trilmechanismen boven water te houden zonder dat de trilnaalden al te lang werden. De duikerklok en de koelinstallatie konden toen uit het ontwerp worden geschrapt. De trilnaalden zijn 42,50 m lang en hebben een halve meter doorsnede. Ze worden aangedreven door een vibrator die 120 ton slagkracht le-



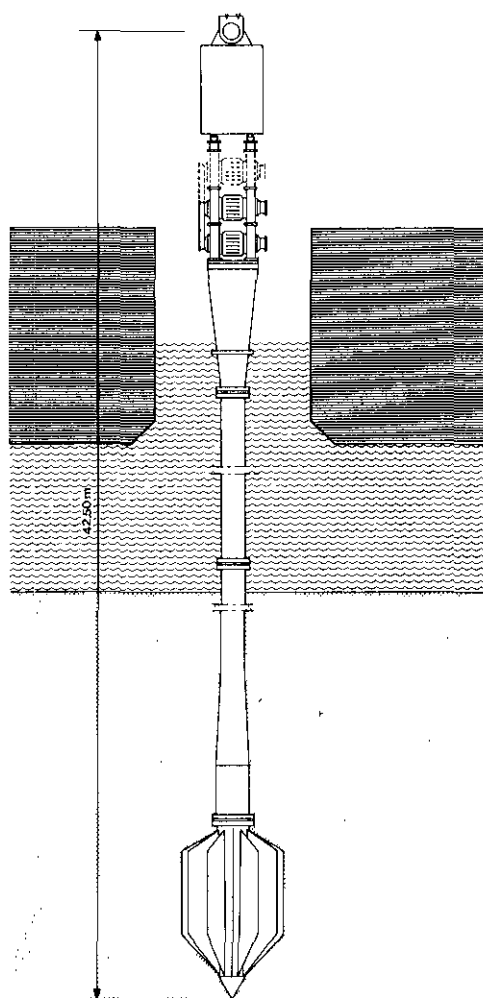


Fig. 2. Trillichaam

Fig. 1. Lengte- en dwarsdoorsnede van het verdichtingsschip met vier trillichamen

vert bij een frequentie van 25 Hz. Binnendoor de holle buis van de trilnaalden lopen water- en luchtleidingen naar beneden. Bij de punt van elke naald zitten spuitopeningen – zogenaamde 'jets' – waardoor water onder hoge druk kan worden uitgespoten, dat de grond voor de naaldpunt wegspoelt. Dit vergemakkelijkt het doordringen van de naald zelf.

Men begint met verdichten op het diepste punt. De vibratoren brengen de naaldpunt en de daaraan bevestigde vinnen in trilling, waardoor de omgevende bodemmassa tot grotere dichtheid wordt gebracht. Dit duurt net zolang tot de verlangde dichtheid is bereikt. Aangezien de naald in compacte grond moeilijker trilt dan in losse, kan de mate van verdichting worden afgelezen uit het opgenomen motorvermogen dat nodig is om de naald te laten trillen. Is de grond op het laagste niveau voldoende verdicht, dan wordt de trilnaald 1 m opgehesen, en begint het verdichten opnieuw. De trekkracht die nodig is om de trilnaalden al trillend 1 m omhoog te trekken, kan soms aanzienlijk zijn. Uit proeven is gebleken dat de heflier maximaal 120 ton moet kunnen trekken – inclusief het gewicht van de trilnaald, 40 ton – om zonder veel storing te kunnen werken. Is dit nog niet genoeg, dan kunnen de jets de naald lossputten. Waar dat gebeurt, is het effect van het trillen evenwel teniet gedaan, en moet het verdichten van voren af aan worden begonnen.

Het verdichtingsschip bestaat uit een hoofdpon-ton en loskoppelbare zijpontons. Het lichaam van het hele vaartuig heeft de volgende afmetingen: lengte x breedte x holte = 68,25 x 32,90 x 5,50 m. De diepgang is 2,20 m.

Zonder de zijpontons is het scheepslichaam niet breder dan 18,90 m. De deelbaarheid van de ponton maakt het mogelijk dat het verdichtingsschip door de binnenwateren van de buitenzijde van de kering terugvaart naar de binnenzijde, wanneer doorvaart door de kering zelf straks niet meer mogelijk is. Het zal dan zijn weg kiezen door het Veerse Meer en het Kanaal door Walcheren, de enige route waar geen beperkingen gelden voor wat betreft de doorvaarthoogte. Voor een schip als dit, waarvan het hoogste punt van het portaal 55 m uitsteekt boven de waterspiegel, zijn niet alleen bruggen of sluizen met beperkte doorvaarthoogte, maar kunnen ook bepaalde hoogspanningsleidingen over de vaarroute een onoverkomelijk beletsel vormen. Op grond daarvan moest worden afgezien van de wat bredere waterwegen als de Schelde-Rijnverbinding of de route door de Volkerak-sluizen.

De middenponton van het verdichtingsschip bevat een beun van vijf bij veertig meter waar-doorheen de vier naalden en de twee spudpalen

steken. De spudpalen hebben geen functie in de verankering van het schip, maar dienen als geleide van de balk die de vier trilnaalden bevat. Boven de beun staat het portaal met de takels en de geleidingen voor de trilnaalden.

Bij deining ontstaan er verticale bewegingsverschillen tussen het schip en de in de grond gestoken trilnaalden; deze verschillen zullen moeten worden gecompenseerd. Daartoe is het bovenblok van de heftakel op een deiningscompensator geplaatst. De trilnaalden hebben dan geen last van de bewegingen van het schip.

Op het dek van de middenpontoon staat een aantal lieren opgesteld voor de verankering en voor de takels.

Voor de verankering treffen we acht afzonderlijke lieren aan, elk met een trommel. De trekkracht voor de boegdraden, die altijd in de richting van de zee worden uitgebracht, bedraagt *2 x 80 ton, die voor de zij- en achterdraden 6 x 55 ton.*

De trilnaalden hebben ieder een eigen hijsinrichting, terwijl de geleidingsbalk wordt bewogen met twee lieren. De spudpalen worden hydraulisch bewogen, met behulp van cilinders en klemmen. Door middel van een cardan-constructie kunnen de spudpalen ten opzichte van de pontoon scharnieren. De bewegingen die het schip tijdens het werk maakt ten gevolge van stroom, wind en golfslag, hoeven ze dus niet op te nemen. Een horizontaal gericht buffersysteem zorgt ervoor dat de spudpalen wanneer ze uit de grond zijn getrokken, niet kunnen omvallen.

Treedt er tijdens het werk storing op in een van de trilnaalden, dan wordt die naald opgehesen en door een draaiarm in het portaal verwijderd en neergezet in een zogenaamd 'service-punt', waar het mankement kan worden verholpen. De draaiarm pakt een reservenaald op uit een 'parkeerpunt' en zet die in de plaats van de weigerende naald. Op die manier gaat zo weinig mogelijk tijd verloren aan storingen.

Men kan zich nu ongeveer voorstellen hoe het verdichtingsschip werkt. Het vaart een bepaalde strook af, waarin het steeds, met zijn vier trilnaalden, in vier punten op linie, de bodem verdicht. Dan verhaalt het zichzelf met behulp van zijn ankers en lieren, en meet opnieuw zijn positie in. De spudpalen worden uitgebracht, de geleidebalk en de naalden zakken naar de geulbodem. *Dan worden vibratoren en 'jets' gestart,* waardoor de naalden de bodem kunnen penetreren. Op het diepste punt worden spuitinrichtingen stilgezet, en de naalden beginnen met hun trilbewegingen de bodem te verdichten. Daarbij worden ze steeds als het energieverbruik van de motoren aangeeft dat er genoeg verdichting is bereikt, een meter omhoog ge-

trokken, tot ze weer aan het bodemoppervlak zijn. De geleidebalk en de naalden worden tot in de beun van het schip opgehesen, de spuds worden getrokken en het schip schuift weer op.

Bij de voorbereiding van ontwerp en uitvoering van de stormvloedkering wordt er rekening mee gehouden dat er ter plaatse van het werkeiland Noordland een schutsluis zal worden gebouwd. Vanaf het midden van het jaar 1982 moet ten gevolge van de bouw van de stormvloedkering rekening worden gehouden met openthoud voor de werkvaart die de as van de stormvloedkering in aanbouw dient te passeren. Reeds nu hebben de voorbereidende werkzaamheden in de sluitgaten zo'n vorm aangenomen dat er al delen van zijn geblokkeerd. De bouw van de hulpbrug van Schouwen naar het werkeiland Neeltje Jans maakt de vaart door de Hammen en de Schaar van Roggenplaat van de Oosterschelde naar de Noordzee, en omgekeerd, onmogelijk. Tot het midden van 1982 is passage van de as van de stormvloedkering nog doenlijk via een corridor in de Roompot. Maar na 1982 zal ook deze corridor vermoedelijk uit veiligheidsoverwegingen worden opgeheven, dan wel zal het alleen nog mogelijk zijn om er te varen onder begeleiding. Medio 1982 zal de sluis Noordland dan ook operationeel moeten zijn, om een goede voortgang van de werken te verzekeren.

Afmetingen

Nader onderzoek is verricht naar het gewenste type sluis en de verlangde afmetingen van de schutsluis. Daarvoor werd gekeken naar de eigenschappen en de afmetingen van het werkmaterieel dat bij de bouw van de stormvloedkering zal worden ingezet. Een sluis bouwen waar dit materieel niet in past, en waarbij zeer frequent zou moeten worden omgevaren, heeft geen zin. Bokken en pontons werden dus maatgevend geacht voor de kolkafmetingen. Men is ervan uitgegaan dat voldoende werkmaterieel de courante

breedtemaat van 16 m niet zou overschrijden. Het bijzondere materieel dat deze maat te boven gaat, kan omvaren. De diepte van de sluisdrempel werd afgeleid uit de diepgang van de blokkenmatrol, beladen met een 200 m lange blokkenmat. Hierdoor werd een drempel op N.A.P. -7 m noodzakelijk.

Als lengtemaat voor de sluisolk is 100 m aangehouden. Al het gangbare materieel, alle binnenvaartschepen, normale coasters en pontons waarvan de afmetingen bekend zijn, hebben daar genoeg aan. Er zal dus een schutsluis gebouwd worden met kolkafmetingen 100 bij 16 m en een diepte van N.A.P. -7 m.

Deurtype

Welke belasting men moet verwachten op de deuren en de bewegingswerken van de sluis, wordt hoofdzakelijk bepaald door de vormgeving van de voorhaven aan de buiten- en de binnenzijde.

De sluisdeur heeft twee functies; ze dient in gesloten stand als waterkering en in geopende stand als doorgang. Maakt men zware havendammen dan kan worden volstaan met een betrekkelijk lichte deur. Maar bij licht uitgevoerde havendammen komt de waterkerende functie steeds sterker te liggen bij de sluisdeur. Of door de dammen of door de deur moet in elk geval, net als voor de rest van de primaire zeewering, een belasting worden weerstaan met een gemiddelde overschrijdingskans van eens in de 4000 jaar. Uit een oogpunt van kosten bleek het aantrekkelijker de sluisdeuren zwaar uit te voeren en daar dus het zwaarste accent te leggen op de waterkerende functie. Bovendien zal de buitenhaven beter ogen met betrekkelijk slanke dammen, die nu worden gemaakt op een belas-

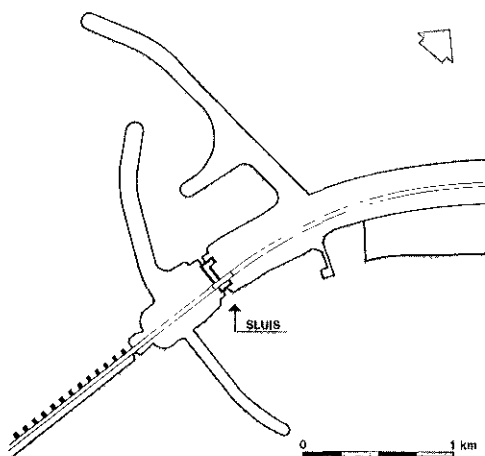
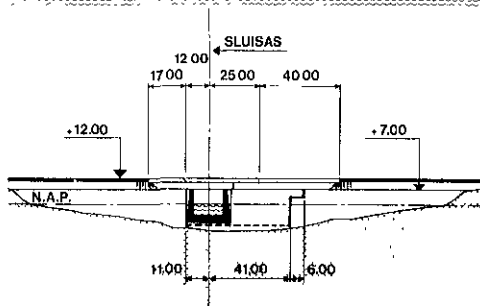
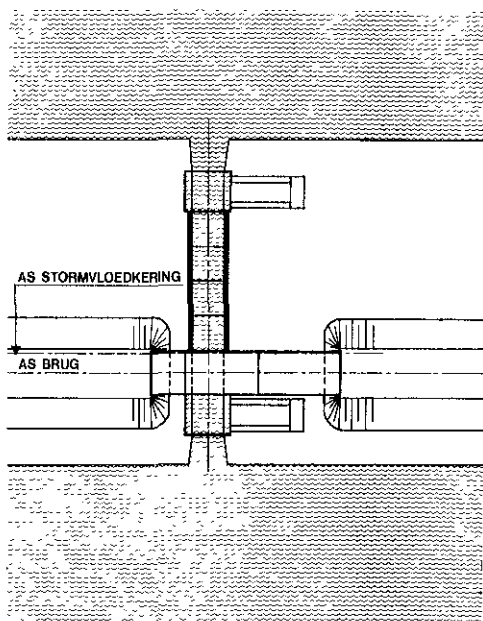


Fig. 1. Overzicht van het werkeiland Noordland met de havendammen

Fig. 2. Deschutsluis; overzicht en doorsnede

ting met een overschrijdingskans van gemiddeld eens in de honderd jaar. Voor de tweede functie van de sluisdeuren, die van doorgang, is maatgevend welke belastingen er zullen worden uitgeoefend op de bewegingswerken. De doorgangsfunctie is afdoende gewaarborgd, wanneer de sluis gemiddeld niet meer dan tien keer per jaar gedurende een korte periode niet geopend kan worden. Technische overwegingen en een kostenanalyse hebben uitgewezen dat aan de gestelde eisen het beste wordt voldaan door roldeuren.



Grondmechanisch onderzoek ten behoeve van de stormvloedkering

Een van de belangrijkste onderdelen van de pijlerconstructie van de stormvloedkering is de fundering. De pijlers zijn gefundeerd op staal: de voetplaat van de pijler rust op een groten-deels uit grofkorrelig materiaal opgebouwd funderingsbed, dat aansluit op de ondergrond. De pijlerconstructie staat bloot aan cyclische golfbelastingen, die bij zware stormen hoog kunnen oplopen. De standzekerheid van de pijler kan alleen worden gewaarborgd indien de ondergrond en het funderingsbed deze cyclische belastingen kunnen opnemen. Om dit te kunnen bepalen is het in eerste instantie nodig om de samenstelling – zand of klei – en de aard – samenstelling en eventuele verontreiniging met klei – van de ondergrond ter plaatse van de sluisgaten te kennen.

Hiertoe is in de afgelopen jaren terreinonderzoek uitgevoerd vanaf het wateroppervlak. Ter bepaling van de vastheid van de grondslag werden sonderingen verricht; dichtheidsmetingen gaven indicaties omtrent de dichtheid van de grondslag; en met behulp van boringen werd kennis verkregen omtrent de grondsamenstelling, de grondgelaagdheid en de geologische opbouw van de ondergrond.

De volgende stap bestond in het bepalen van het gedrag van de ondergrond onder cyclische belastingen; vastgesteld moest worden bij welke belastingen de ondergrond, gezien de samenstelling en de aard van de grondslag, zou bezwijken. Het gedrag van de ondergrond en van het materiaal in het funderingsbed onder cyclische belastingen werd bepaald door middel van laboratoriumproeven op grondmonsters afkomstig uit boringen. Met datzelfde doel werden schaalproeven uitgevoerd, waarbij de werkelijke situatie zo getrouw mogelijk werd nabootst. Hiertoe behoorden caissonproeven

op Neeltje Jans, modelproeven te Kats, centrifugeproeven te Manchester, wrijvingsproeven in Kats en Schelphoek en filterproeven. Uit de resultaten van deze onderzoeken bleek dat de standzekerheid van de pijlerconstructie niet kon worden gewaarborgd wanneer de grondmechanische eigenschappen van een gedeelte van de ondergrond in de sluitgaten niet werden verbeterd. Deze verbetering wordt op tweeërlei wijze gerealiseerd: allereerst door verdichting van de losgepakte holocene zandgronden door middel van trilnaalden; en verder door het aanbrengen van grondverbeteringen, waarbij dicht aan de oppervlakte gelegen klei- en kleihoudende zandlagen worden vervangen door vrij schoon zand, dat dan vervolgens weer met trilnaalden wordt verdicht.

Wanneer de losgepakte zanden worden verdicht, verkrijgt de zandige ondergrond zoveel vastheid dat hij de te verwachten cyclische belastingen kan opnemen; de zakkingen, verplaatsingen en rotaties van de pijlers blijven dan binnen de gestelde grenzen.

Om straks een optimaal verdichtingsresultaat te verkrijgen, is in de afgelopen jaren een aantal verdichtingsproeven met trilnaalden uitgevoerd, zowel op het land als in het water; tevens werd in het laboratorium onderzoek gedaan naar de verdichtbaarheid van zandgrond in het algemeen.

In dit artikel gaan we nog wat verder in op het terreinonderzoek dat in de afgelopen jaren is uitgevoerd.

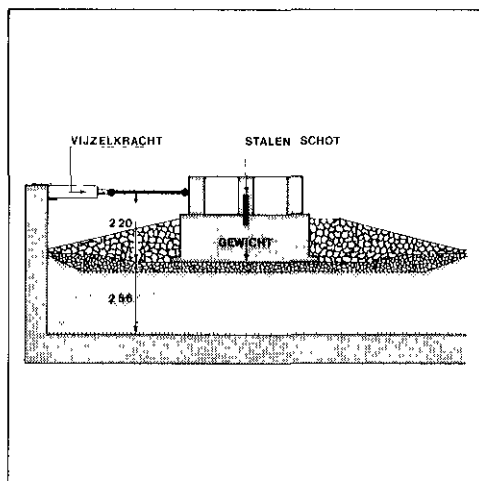
In de komende nummers van het Driemaandelijks Bericht zullen besprekingen worden opgenomen van de verschillende hiervoor genoemde modelproeven alsook van de verdichtingsproeven, en zullen uiteenzettingen worden ge-

geven over de grondwaterstromingen en het geologisch profiel van de sluitgaten.

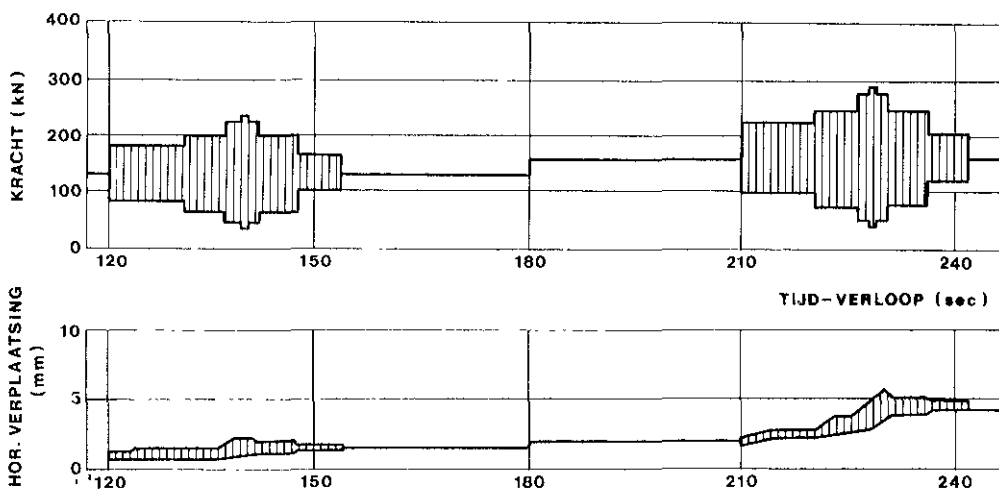
Terreinonderzoek

In het afgelopen jaar heeft in de as van de sluitgaten een uitgebreid terreinonderzoek plaatsgevonden, bestaande uit sonderingen, elektrische dichtheidsmetingen en boringen. Er moesten vanaf het wateroppervlak verkenningen worden gedaan in waterdiepten tot maximaal 35 m. Als meetschip werd gebruikt de zogenaamde geoponton Johan V, die reeds in Bericht 87 (februari 1979) is beschreven. De meeste terreinmetingen werden uitgevoerd met behulp van de duikerklok die de Johan V aan boord heeft. Met de duikerklok is het in principe mogelijk om elektrische dichtheidsmetingen en sonderingen uit te voeren in waterdiepten van 200 m. De me-

tingen worden onder normale atmosferische omstandigheden in de duikerklok uitgevoerd. De registratie van de meetwaarden geschiedt op de geoponton zelf. Tevens kunnen vanuit de duikerklok zogenaamde Begemann-boringen worden verricht tot diepten van 15 à 20 m beneden de bodem. Met Begemann-boringen kunnen zeer lange ongeroerde grondmonsters van 66 mm diameter worden gestoken. Hierin komt de gelaagdheid van de grondslag goed naar voren. De duikerklok kan een hydraulische drukcapaciteit leveren van 60 ton. Nu kan het voorkomen dat er voor een sondering of dichtheidsmetingen een grotere drukkracht nodig is dan 60 ton, bijvoorbeeld, indien eerst door een laag stortsteen moet worden heengestoten. In dat geval wordt de boortoren ingeschakeld. De boortoren wordt tevens gebruikt bij boorlengten boven de 20 m of als er een ander type bo-



Overzicht (links) en foto (rechtspagina) van de proefopstelling te Kats

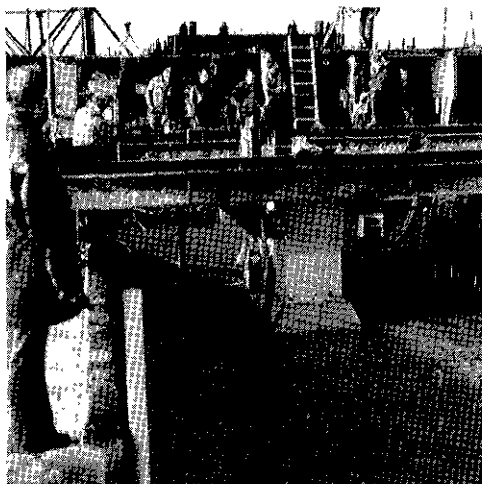


Krachten en verplaatsingen tijdens de schuifproeven te Kats

ring gewenst is dan een Begemann-boring. De meetresultaten geven een goede indruk omtrent de aard en de grondmechanische eigenschappen van de grondslag. De tweede fase van het bodemonderzoek voorzag in vier sonderingen en één boring bij elk van de 66 pijlers, benevens één dichtheidsmeting per twee pijlers. Gegevens uit de eerste fase werden natuurlijk in het programma verdisconteerd. De sonderingen werden uitgevoerd met een zogenaamde ingesnoerde conus met een oppervlakte van 10 cm^2 . De conusweerstand werd elektrisch bepaald en direct met behulp van een plotter geregistreerd. De sonderingen werden continu uitgevoerd bij een constante daalsnelheid van 2 cm/sec . De conusweerstand geeft een indruk omtrent de vastheid van de grondslag; dit soort gegevens wordt gebruikt bij stabiliteits- en deformatieberekeningen van de pijlerconstructie. De elektrische dichtheidsmetingen werden uitgevoerd met twee sondes, die na elkaar op een afstand van 50 cm van elkaar de grond in werden gedrukt. Met behulp van de grondsonde werd de specifieke elektrische weerstand van de grond en het grondwater tezamen gemeten, met de watersonde alleen de specifieke elektrische weerstand van het grondwater. Met behulp van deze meetgrootheden kon dan het poriëngehalte van de zandgrond worden bepaald. Poriëngehalten zeggen iets over de pakingsdichtheid van het zand; ze kunnen tevens worden gebruikt voor wateroverspanningsberekeningen.

Op de grondmonsters afkomstig uit de Begemann-boringen werden zeefanalyses uitgevoerd. Met de hierbij verkregen korrelverdelingsdiagrammen was het mogelijk de grofheid van het zand te bepalen, en ook het slibgehalte, dat een zeer belangrijke parameter is in verband met de verdichtbaarheid van zand. In totaal werden er 200 sonderingen, 75 Begemann-boringen en 30 elektrische dichtheidsmetingen uitgevoerd.

Het werk met de geoponton is vlot verlopen. Om een indruk te verkrijgen van de productie: per 90-urige werkweek werden 16 of 17 sonderingen van 30 à 40 m diepte gemaakt. De sondeer- en poriëngehaltegegevens worden in grafieken verwerkt, waaruit lengteprofielen worden afgeleid met betrekking tot de conusweerstand, het poriëngehalte en eventueel de relatieve dichtheid. De afzonderlijke sondeer- en poriëngehaltegegevens worden tevens gebruikt voor stabiliteits- en wateroverspanningsgeneratieberekeningen. De boringen worden in het laboratorium beschreven, ook geologisch; op representatieve zandmonsters zijn zeefanalyses uitgevoerd. Op grond van deze gegevens kunnen dan over de lengterichting der sluitgaten



geologische, gemiddelde korreldiameter-, slibgehalte-, en grondlaagprofielen worden getekend.



Overwegingen bij de keuze van de ontwerppeilen voor de compartimenteringsdammen

De compartimenteringsdammen komen nage-
noeg gelijktijdig met de stormvloedkering ge-
reed. *De hoogwaterstanden bij de comparti-
menteringsdammen zullen lager zijn dan die in
de huidige situatie. Dat wordt veroorzaakt door
de weerstand die de stormvloedkering in de
mond van de Oosterschelde vormt. Stormvloeden
zullen de compartimenteringsdammen niet
kunnen bereiken, want die worden door de
stormvloedkering buitengesloten. De vraag
blijft: tegen welke maximale waterstanden
moeten de compartimenteringsdammen be-
stand zijn? Of, om het in termen van de rappor-
ten van de Deltacommissie te zeggen, welke
ontwerppeilen moeten worden aangehouden?*
Op deze vraag kan pas door het volgen van een
bepaalde redenering een antwoord worden ge-
vonden. In het volgende zullen we daarom eerst
een korte functiebeschrijving van de comparti-
menteringsdammen geven, gevolgd door een
beschrijving van enkele aspecten van het toe-
komstige beheer van de stormvloedkering.
Daarna wordt een aantal alternatieven voor de
ontwerppeilen bekeken en worden de conse-
quenties van deze alternatieven nagegaan.
De compartimenteringsdammen hebben, zoals
bekend, een drievoudige functie. Ze maken de
scheepvaartroute langs de Schelde-Rijnverb-
inding getijvrij, ze vormen een scheiding tussen
het zoute Oosterscheldemilieu en het zoete mi-
lieu van het Zoommeer, en ze doen in samen-
hang met de stormvloedkering dienst als water-
kering voor het achterliggende gebied.
Bij deze laatste, de waterkerende functie van de
compartimenteringsdammen, spelen de maxi-
male waterstanden ter plaatse van de dammen
een belangrijke rol. Deze zijn op hun beurt af-
hankelijk van het toekomstige beheer van de
stormvloedkering. De richtlijnen voor dit beheer

zijn in studie in het zogenaamde BARCON-pro-
ject (Bericht 81, augustus 1977). Bij het beheer
van de stormvloedkering, zo blijkt uit de
BARCON-studie, zullen twee peilen van groot
belang zijn: het sluitpeil en het alarmpeil. Op de
betekenis van deze peilen zullen we nu nader in-
gaan.

Als voorspeld wordt dat bij het eerstvolgende
hoogwater aan de buitenzijde van de storm-
vloedkering een hoger peil zal worden bereikt
dan het sluitpeil, dan moet de stormvloedkering
worden gesloten. Is dat niet het geval dan blijft
de stormvloedkering open.

Het sluiten van de stormvloedkering kan op ver-
schillende manieren worden uitgevoerd. We ge-
ven twee voorbeelden.

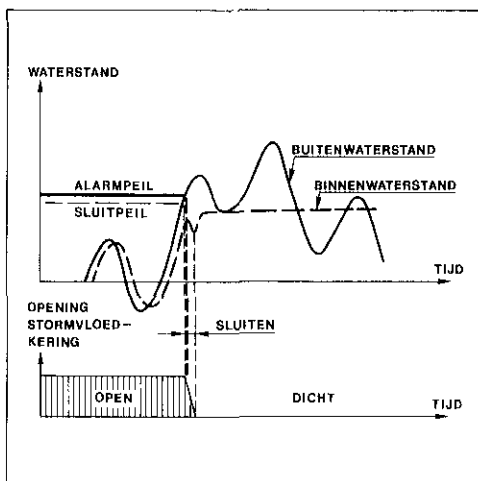
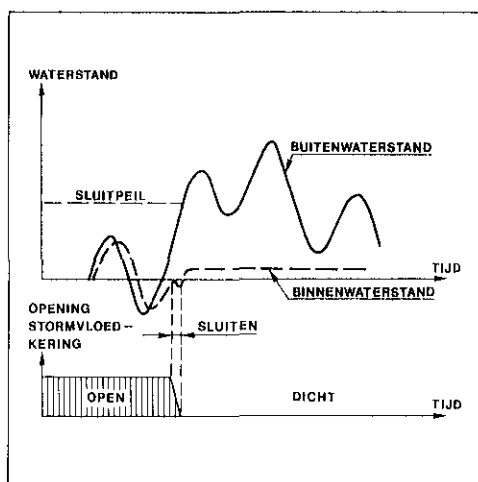
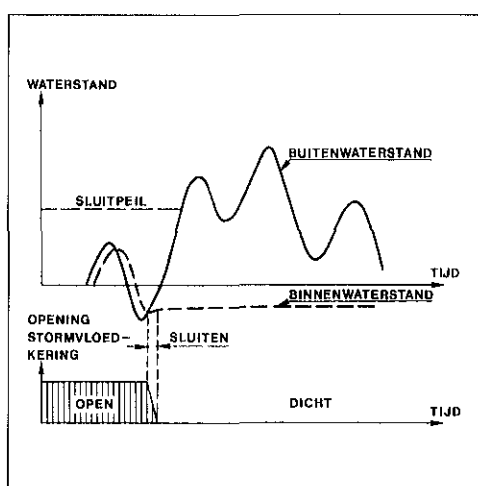
Het eerste voorbeeld betreft een situatie als
weergegeven in figuur a. Er wordt aan de bui-
tenzijde een hoogwaterstand verwacht boven
het sluitpeil. Er wordt dan gesloten op de laag-
waterkeringing voorafgaande aan de voorspel-
de overschrijding van het sluitpeil. Omdat de
binnen- en buitenwaterstand op het moment
van sluiten gelijk zijn, loopt er geen stroom door
de openingen in de stormvloedkering. Na de
sluiting houdt men op het Oosterscheldebekken
een betrekkelijk lage stagnante waterstand. In
de situatie van figuur b gaat het anders. Bij deze
sluitwijze heeft men het instellen van een be-
paalde binnenwaterstand op het oog. Ook nu
wordt er gesloten vanwege een voorspelde
overschrijding van het sluitpeil, maar men kiest
het moment waarop de binnenwaterstand een
bepaald peil heeft bereikt.

In beide gevallen wordt de stormvloedkering
dichtgezet vanwege een voorspelde hoogwater-
stand. Er bestaat echter kans dat een naderende
stormvloed niet of te laat wordt voorspeld of dat
de werkelijke hoogwaterstand de voorspelde

overtreft. In dat geval zal de stormvloedkering worden gesloten op het moment dat de buitenwaterstand het zogenaamde alarmpeil werkelijk overschrijdt (figuur c). Het alarmpeil ligt op gelijke hoogte of iets hoger dan het sluitpeil. De onderlinge afstemming van beide peilen is nog onderwerp van studie. Deze sluitwijze leidt tot relatief hoge stagnante waterstanden op het Oosterscheldebekken. De hoogten van het sluitpeil en alarmpeil bepalen welke maximale waterstanden er in de toekomst op de Oosterschelde zullen voorkomen. Kiest men deze peilen laag, dan zal de stormvloedkering vaak gesloten moeten worden, en de maximale waterstanden op het Oosterscheldebekken zullen overeenkomstig laag zijn. Kiest men het sluit- en het alarmpeil hoog, dan zal de stormvloedkering niet zo dikwijls gesloten worden. De maximale waterstanden op het Oosterscheldebekken zullen dan echter hoger zijn.

De hoogten van het sluit- en alarmpeil moeten nog worden gekozen. Voornamelijk aspecten van veiligheid en milieu moeten daarbij tegen elkaar worden afgewogen. Het milieu is gebaat bij een lage sluitfrequentie, gepaard gaande met hoge maximale waterstanden op het bekken. Uit een oogpunt van veiligheid zal men onder meer te hoge maximale waterstanden willen vermijden. Op grond van deze overwegingen kunnen we nu twee alternatieven beschrijven voor de ontwerppeilen van de compartimenteringsdammen

De eerste mogelijkheid is dat het ontwerppeil wordt gebaseerd op het huidige peil van beperkte dijkbewaking langs de Oosterschelde. Een tweede mogelijkheid is dat het ontwerppeil wordt afgestemd op de gekozen ontwerppeilen voor de partieel verhoogde dijken rond de Oosterschelde. Dit tweede alternatief heeft een ho-



Verschillende hydraulische situaties waarin de stormvloedkering gesloten kan worden

- op de laagwaterkering
- met het doel een bepaalde binnenwaterstand te bereiken
- op het alarmpeil

ger ontwerppeil tot gevolg dan het eerste. Het zal duidelijk zijn dat een nog hoger ontwerppeil dan overeenkomt met de verhoogde dijken rond de Oosterschelde, geen zin heeft. Het hoogste ontwerppeil geeft de grootste vrijheid bij het beheer van de Oosterschelde. Bij het tweede alternatief wordt de beheersvrijheid, dat wil zeggen de vrijheid om een hoog sluitpeil en alarmpeil te kiezen waardoor relatief hoge waterstanden op de Oosterschelde worden toegelaten, niet meer alleen door de compartimenteringsdammen, maar ook door de partieel verhoogde dijken beperkt. Het gaat bij beide alternatieven om betrekkelijk geringe hoogteverschillen. Het totale verschil is ruim een meter. Om zich een idee te vormen van de verschillen in kosten dient men te weten dat elke meter verhoging van de beide compartimenteringsdammen f 10 miljoen kost. Wat de landschappelijke inpassing betreft bestaat er geen besliste voorkeur voor een der alternatieven. Op grond van deze overwegingen wordt bij het ontwerp van de Philipsdam en de Oesterdam uitgegaan van alternatief 2. Bij dit alternatief zijn de compartimenteringsdammen zo goed mogelijk afgestemd op de omringende Oosterscheludedijken, en wordt voor de toekomst een maximale beheersvrijheid geschapen. De definitieve ontwerppeilen volgens dit alternatief zullen nog moeten worden berekend. Voor de Philipsdam zal dit ongeveer uitkomen op een peil van N.A.P. + 4 à 4,5 m; voor de Oesterdam op N.A.P. + 4,5 à 5 m. Om de hoogte van de kruin van de dammen hieruit te verkrijgen moeten de ontwerppeilen nog worden vermeerderd met toeslagen voor de bodemdaling, de klink, buistoten en golfoploop. De hier geschetste beknopte beleidsanalyse zal nog verder worden uitgewerkt, en als basis dienen voor de uiteindelijke keuze van de ontwerppeilen voor de compartimenteringsdammen.





In het noordelijk gedeelte van de Oesterdam zal een schutsluis worden gebouwd, die dienen moet om het gebied ten oosten van de dam bereikbaar te houden voor schepen die een onbeperkte doorvaarthoogte behoeven, zoals grotere kustvaarders. Aldus kan de haven van Bergen op Zoom als kleine zeehaven worden gehandhaafd. Gezien het scheepsaanbod is uitgegaan van een schutkolk van 12 m x 90 m. Een grotere sluis zou de potenties van Bergen op Zoom als groeiende zeehaven minder beperken. De waterkwaliteitsbelangen van zowel Zoommeer als Oosterschelde maken echter juist een kleinere sluis aantrekkelijk. Het Zoommeer moet vooral een waterhuishoudkundige functie vervullen, en is er daarom bij gebaat, zo weinig mogelijk met zout te worden belast. De kom van de Oosterschelde daarentegen vraagt ten behoeve van de schelpdiercultures en het mariene milieu juist zo hoog mogelijke zoutgehalten. Zonder een goede scheiding van zout en zoet water zouden zowel de natuur- en schelpdierfunctie van de Oosterschelde als de waterhuishoudkundige functie van het Zoommeer in gevaar komen. Bovengenoemde tegenstrijdige effecten van een kleinere of grotere sluis hebben tot nieuwe studies geleid. Uit deze vergelijkende studies van verschillende sluistypen die kunnen worden toegepast om zout en zoet water zo goed mogelijk van elkaar te scheiden, bleek dat voor de Oesterdamsluis uit dit oogpunt een zogenaamde liftsluis de voorkeur verdiende. Het zoutbezwaar op het Zoommeer dat bij deze sluis zal optreden is vergelijkbaar met dat bij enkele andere sluistypen; het zoetbezwaar op de kom van de Oosterschelde is bij een liftsluis echter aanzienlijk geringer dan bij andere typen.

De tabel geeft een vergelijking van verschillen-

de scheidingssystemen. De liftsluis komt er bijzonder gunstig uit. Scheepvaartkundig heeft de liftsluis bovendien nog het voordeel dat incidenteel een groter schip kan passeren, als men het zout/zoet-scheidingssysteem dan even niet gebruikt. Uit waterkwaliteitsoogpunt mag dit slechts beperkt gebeuren, bijvoorbeeld niet vaker dan éénmaal per maand.

Op grond van deze overwegingen heeft de Raad van de Waterstaat geadviseerd in de Oesterdam een liftsluis te bouwen met een nuttige afmeting van 10 m x 90 m, waarbij incidenteel een sluiskolk van 14 m x 95 à 100 m beschikbaar kan worden gesteld. Dit ontwerp wordt thans verder geoptimaliseerd.

Natuurlijk rijst de vraag: waarom dan geen liftsluizen in de Philipsdam? Daar bestaat toch een overeenkomstige zoet/zoutproblematiek? Toch heeft men voor de Philipsdamschutsluizen van een verbeterd Kreekraktype gekozen; hiermee was onderzoek- en bouwervaring opgedaan. Een liftsluis van de daar benodigde veel grotere afmetingen was nog nooit gemaakt. Er zou veel tijd aan studie en onderzoek voor nodig zijn; tijd die toen niet beschikbaar was.

Nu de technische beschrijving van de liftsluis (figuur 1).

Een stalen liftbak, gevuld met zout water, bevindt zich in een ruimere betonnen sluiskolk – dit kan een zogenaamde groene kolk zijn, met begroeide taluds zoals bij verschillende kleine sluizen in beken – die zo diep is, dat de stalen bak geheel onder de drempels van de sluis kan verdwijnen. In de omhullende sluiskolk bevindt zich zoet water. Zout water kan met pompen via een flexibele leiding uit de liftbak worden afgevoerd of naar de liftbak worden aangevoerd. Ook de stand van het zoete water in de sluiskolk kan door pompen worden geregeld.

Tabel. Vergelijking van sluistypen naar hun zout/zoetverlies in procenten van de kolkinhoud

	luchtbellen- scherm	sluis Terneuzen	Kreekrak- sluizen	pompsluis	zoute baksluis	liftsluis
zoutverlies	50	5	5	5	6 à 9	5
zoetverlies	50	140 à 180	60	12 à 33	16 à 19	6 à 8

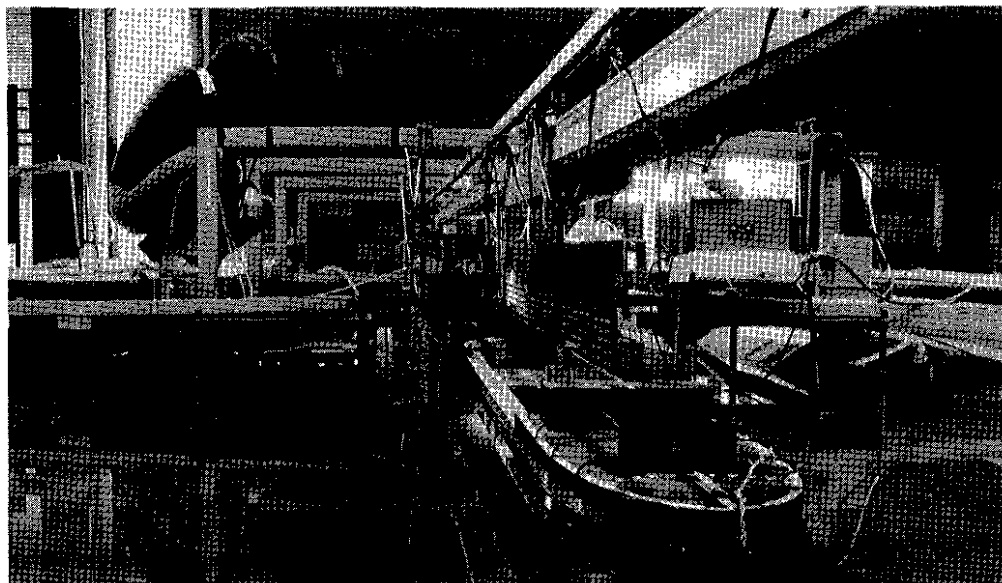
Het schutten met de liftsluis gaat als volgt. De *liftbak*, met zout water gevuld, bevindt zich in de onderste positie. De deur naar het Zoommeer is open. Boven het zoute water in de liftbak bevindt zich zoet water. Een schip vaart de sluis binnen vanaf het Zoommeer. Het schip verdringt daarbij een hoeveelheid zoet water, dat naar het Zoommeer verdwijnt. Daarna wordt de deur gesloten en wordt de liftbak omhoog getild met hydraulische vijzels. Tijdens het stijgen van de liftbak wordt een hoeveelheid zout water uit de liftbak gepompt, dat anders over de rand zou stromen, omdat het schip een deel van het zoute water in de liftbak verdringt. Het zoete water boven de liftbak stroomt naar de zijkanten af en komt onder de bak terecht. Ten slotte breekt de rand van de liftbak door de waterspiegel heen en is het contact tussen het zoute water in de bak en het zoete water eraan verbroken. Nu wordt de bak nog iets verder opgetild; door het wegpompen van nog meer zout water wordt er voor gezorgd dat de waterstand in de bak ongeveer gelijk blijft met die erbuiten. Tijdens dit hele proces wordt de waterstand in de omhullende sluiskolk door het verpompen van zoet water van of naar het Zoommeer zo goed mogelijk gelijk gemaakt aan de waterstand op de Oosterschelde. De liftbak wordt voortdurend tegen het zoute sluishoofd geduwd; tussen dit sluishoofd

en de liftbak bevindt zich een glijdende afdichting. Als het water in de liftbak even hoog staat als op de Oosterschelde wordt de sluisdeur aan die zijde geopend en kan het schip uitvaren. Omdat de bakrand boven water uitsteekt zullen de golven die uit de voorhaven in de sluis doordringen niet of nauwelijks over de rand slaan. Zolang de deur aan deze kant open staat moet de liftbak het getij op de Oosterschelde volgen. Dit doet ook de waterstand in de buitenkolk, zodat het vermogen van de hydraulische vijzels beperkt kan blijven.

Een ander schip kan nu vanaf de Oosterschelde invaren, waarna de deur wordt gesloten. Zodra dit het geval is laat men de liftbak dalen. Op het moment dat de bak onder water verdwijnt, begint zoet water over het zoute water in de liftbak te stromen. Door een goede constructie van de bakrand en de nodige voorzichtigheid bij het bewegen van de zakkende liftbak wordt de meniging op het grensvlak zoveel mogelijk beperkt. Tegelijkertijd moet de waterstand in de sluiskolk door middel van pompen gelijk gemaakt worden aan de waterstand op het Zoommeer.

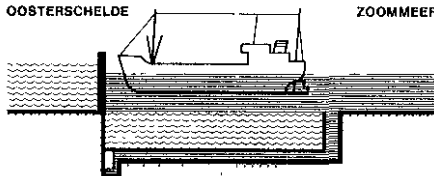
Als de liftbak helemaal beneden is, kan de deur

Proeven met de doorvaart van schepen in het Waterloopleuk-
dig laboratorium te Delft

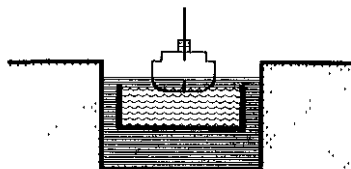
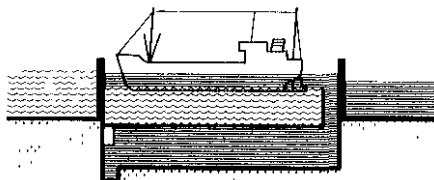


OOSTERSCHELDE

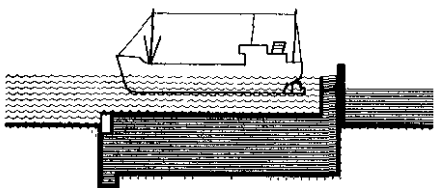
ZOOMMEER



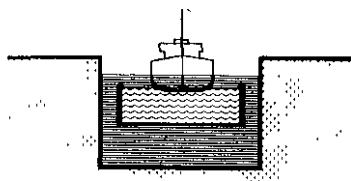
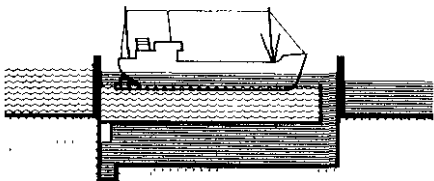
INVAREN VANAF ZOOMMEER



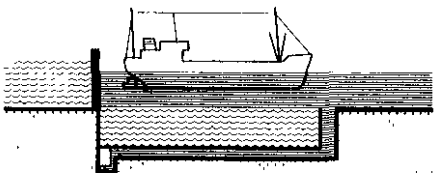
LIFTBAK OMHOOG, NIVELLEREN EN VEREFFENEN VAN HET SCHEEPSVOLUME



UITVAREN NAAR OOSTERSCHELDE



LIFTBAK OMLAAG EN NIVELLEREN



UITVAREN NAAR ZOOMMEER

~~~~~ ZOUT  
===== ZOET

aan de Zoommeerzijde worden geopend en kan het schip uitvaren. Nu is de gehele schutcyclus beschreven.

Zoals eerder vermeld bestaat de mogelijkheid om een schip van meer dan 10 m breedte te laten passeren. De liftbak kan dan niet gebruikt worden en moet in de onderste positie worden gebracht. De remmingwerken die er onder gewone omstandigheden zijn tussen de schepen en de liftbak, moeten worden verwijderd, zodat een breedte van 14 m beschikbaar komt. Omdat de liftbak niet gebruikt wordt, is de toelaatbare diepgang van het schip alleen afhankelijk van de ligging van de drempels.

Vooraf voor de kustvaart is deze mogelijkheid om de sluis te vergroten interessant. Ruim 20 % van de internationale coastervloot kan met behulp van de liftbak geschut worden. Het inzetten van deze kleinere coasters op de vaart naar Bergen op Zoom verdient vanzelfsprekend de voorkeur vanwege de veel betere scheiding tussen zout en zoet water bij het schutten met de liftbak. Bovendien bespaart men tijd, omdat de sluis dan niet hoeft te worden omgebouwd. Aan de doorvaarthoogte zullen geen beperkingen worden opgelegd, hetgeen zowel voor de recreatievaart als voor de kustvaart van belang is. Over de sluis zal daarom een beweegbare bascule- of ophaalbrug worden gebouwd.



## De morfologie van de Oosterschelde

Het morfologisch onderzoek van de Oosterschelde heeft zich de laatste tijd voornamelijk gericht op problemen in de onmiddellijke omgeving van de stormvloedkering. Het onderzoek naar toekomstige morfologische veranderingen in het bekken en op de voordelta is hierdoor enigszins in het gedrang gekomen. Nu de ontwerpfase van de stormvloedkering zijn einde nadert, komt hier weer tijd voor beschikbaar. Het onderzoek richt zich enerzijds op veranderingen die veroorzaakt worden door zandtransport, en anderzijds op verschijnselen ten gevolge van slibtransport. Daarnaast wordt voor zover mogelijk onderscheid gemaakt tussen pragmatisch korte-termijnonderzoek en langlopende meer fundamentele research.

Al eerder, in Bericht 71 (mei 1975), werden de belangrijkste facetten van het morfologisch onderzoek vermeld. In dit artikel worden zij, uitgebreider, opnieuw besproken; ook worden hier aankondigingen gedaan van komende onderzoeken.

Uit meetgegevens over de laatste honderd jaar blijkt dat de Oosterschelde minstens zolang wij er waarnemingen doen, een erosiebekken is. Door de aanleg van de stormvloedkering zullen de stroomsnelheden zodanig afnemen dat vermoedelijk in de geulen en op de voordelta de erosie zal ophouden en dat er integendeel sedimentatie gaat optreden. Ten aanzien van de sedimentatie staan enkele belangrijke vragen open, zoals: wat is de nieuwe evenwichtssituatie? Hoe snel zal het sedimentatieproces zich voltrekken? Om daarin enig inzicht te krijgen moeten we ons verdiepen in de aard van het zandtransport.

Bij sedimentverplaatsingen kan men drie fasen onderscheiden. Het proces begint ermee dat bodemdeeltjes van de grond worden opgelicht.

Dan volgt het eigenlijke transport, en tenslotte sedimenteren de getransporteerde deeltjes weer. Een bodemdeeltje wordt pas opgetild wanneer de omhooggerichte stromingskracht groter wordt dan de omlaaggerichte zwaartekracht. Als de stroomsnelheid toeneemt, worden kleine deeltjes eerder opgetild dan grote. Het eigenlijke transportproces kan verschillende vormen aannemen. We spreken van transport in suspensie wanneer een korrel voortdurend in zwevende toestand blijft. Wanneer een korrel van de bodem wordt opgelicht en daarna gedurende een korte periode wordt getransporteerd, om spoedig weer naar de bodem terug te keren, noemen we dat salterend transport; bij rollend transport gebeurt er niets anders dan dat een korrel een of meer keren omrolt over de bodem. Als we de concentratie van deeltjes uitzetten over de verticaal, dan blijkt de concentratie bij de bodem het grootst, terwijl ze naar boven toe afneemt (figuur 1).

Wint de zwaartekracht het van de opwaartse kracht, dan zakt een korrel naar de bodem. Grotere korrels sedimenteren eerder dan kleinere. In de tegenwoordige Oosterschelde kunnen zeer grote transporten optreden. Tijdens maximale eb- en maximale vloedstroom kan het transport in de mond wel enkele duizenden kilo's per seconde bedragen; zie figuur 2, waar de oppervlakte onder de transportkromme de totale hoeveelheid getransporteerd materiaal aangeeft tijdens eb en vloed.

Nu komt er gedurende een getij ongeveer even veel water binnen in de Oosterschelde als er uitgaat, en de eb- en vloedstroom zijn ook ongeveer even groot, zodat bij benadering dezelfde hoeveelheid materiaal die tijdens de vloed naar binnen wordt getransporteerd tijdens de eb weer zeewaarts verplaatst wordt. Dat de vloed-

en ebtransporten ongeveer even groot zijn, houdt toch het bestaan in van kleine verschillen. Deze kleine verschillen bepalen juist de resulterende erosie dan wel de sedimentatie in het bekken.

Op het ogenblik wordt een programma ontworpen dat een koppeling vormen moet tussen het tweedimensionale getijmodel 'Scheldes' en een zandtransportformule. Het model berekent dan voor elk vakje van 400 bij 400 meter van de Oosterschelde het verschil tussen vloed- en ebtransport. In eerste aanleg wordt dit verschil representatief geacht voor de bodemontwikkeling. Gaat er meer zand uit een vakje dan erin komt, dan is het een erosievak. Op grond van deze berekeningen kan worden aangegeven welke gebieden erosiegevoelig zijn, en welke sedimentatiegevoelig. Zo verkrijgt men een eerste indicatie over de morfologische ontwikkelingen die ons te wachten staan na 1985.

### Voordelta

De morfologische ontwikkelingen op het Oosterscheldebekken kunnen worden bestudeerd met verwaarlozing van de golfwerking. Men kan, zonder belangrijke fouten in te voeren, doen of er alleen maar sprake is van stromingen. Maar op de voordelta gaat dat niet. Daar spelen naast de stroom ook de golven een rol in de bodemontwikkeling.

De voordelta bestaat uit een stelsel van platen en geulen. Zeewaarts wordt ze begrensd door de dieptelijn van N.A.P. - 12,5 m. Aan de Noordzezijde van deze grens lopen de dieptelijnen voornamelijk in N.O.-Z.W.-richting. Aan de Oosterscheldekant van de grens zien we een complex stelsel van dieptelijnen, waarvan de hoofd-

richtingen bepaald worden door de geulen van het stroomstelsel in het zeeget. Door de aanleg van de stormvloedkering zal de bodemfiguratie hier stellig veranderen. Mogelijk zal dat consequenties hebben voor de golfbelasting op de kering en op de erosie van de koppen van de omringende eilanden. Verlaging van de banken met name kan betekenen dat de golfaanval sterker wordt; ook de veranderde oriëntatie van de geulen kan belangrijke gevolgen hebben voor het golfgedrag. Onderzoek naar de vermoedelijke ontwikkeling van de voordelta zal in de komende tijd worden gestart. Een van de verbanden die daarbij zal worden onderzocht, is dat tussen de hoogteligging van de banken en het zandtransport door golf en stroom. Als dit verband eenmaal gelegd is, kan het worden getoetst aan vergelijkbare situaties op de voordelta van het Brouwershavense Gat, de Wester-

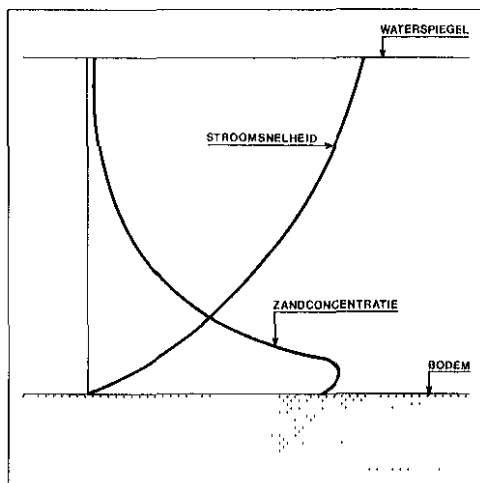


Fig. 1. Zandtransport en stroomsnelheid over de verticaal

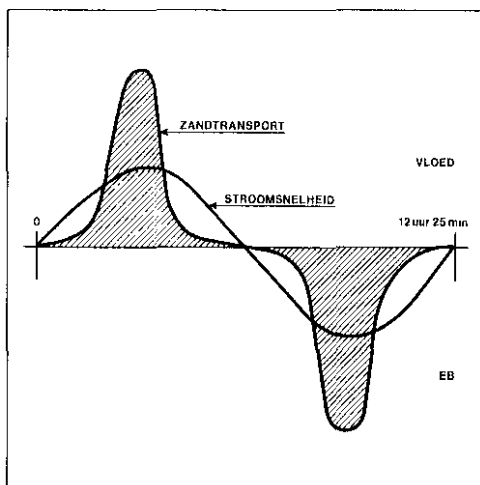


Fig. 2. Zandtransport en stroomsnelheid als functie van de tijd

schelde en het Haringvliet, en bij de getijgaten van de Waddenzee.

We zagen boven dat er gemiddeld per getij weinig zand door een raai trekt, maar ook dat binnen die getijperioden grote zandtransporten kunnen optreden. Het eerste verschijnsel houdt verband met de langzame erosie of sedimentatie van een bekken; het laatste is gerelateerd aan de verplaatsingen binnen het bekken van geulen en platen. Het uitspreken van verwachtingen ten aanzien van morfologische veranderingen zoals verplaatsing en grootteverandering van platen en geulen, is een hachelijke zaak, ook als er geen menselijk ingrijpen in het spel is. Dat komt door de grote dynamiek die er heerst; er kunnen 'spontaan' gculverleggingen plaatsvinden, met mogelijke oeveraanrasting als gevolg. Toch is het gewenst de wisselwerking tussen waterbeweging en bodem te leren doorgronden, zodat de morfologische ontwikkeling kan worden voorspeld. Het zal duidelijk zijn dat dit een onderzoek op lange termijn behoeft, waarbij goede registratie van de ontwikkelingen zowel voor als na 1985 van het grootste belang is.

## Slib

Tot nu toe spraken we over bodemveranderingen ten gevolge van zandtransport. Het slibtransport verdient een afzonderlijke bespreking.

Tot het slib rekenen we alle bodemdeeltjes met een doorsnede van minder dan 50 micron. Deze deeltjes hebben bijzondere eigenschappen; ze kunnen daardoor bijvoorbeeld komen tot flocculatie, dat is de aaneenkleaving van elementaire kleideeltjes onder invloed van het zoutgehalte. Wat hen ook typeert is hun vermogen tot consolidatie: onder druk van het eigen gewicht perst een laagje gesedimenteerd slib water uit. Pas gesedimenteerd slib is daarom makkelijker erodeerbaar dan geconsolideerd slib.

Slib sedimenteert alleen bij zeer lage snelheden. Afhankelijk van verschillende factoren wordt pas afgezet slib weer geërodeerd bij snelheden tussen de 30 en 60 cm/sec. Onder de huidige omstandigheden zal in de Oosterschelde derhalve al het slib dat tijdens de kentering wordt afgezet, later weer worden geërodeerd. Ook golven kunnen het geërodeerde slib weer opwoelen, zodat slib alleen in die gebieden waar de stroomsnelheden gedurende het gehele tij laag zijn, en die bovendien tegen golven zijn beschermd, blijvend kan worden afgezet. In feite gebeurt dat dan ook alleen in havens en in enkele gedeelten aan de rand van het bekken, waar men slikken en schorren vindt.

Door de aanleg van de stormvloedkering zullen

de stroomsnelheden afnemen; bijgevolg zal het gebied waar slib kan sedimenteren meer westelijk komen te liggen. De gevolgen daarvan zullen vooral merkbaar zijn in het noordelijk deel van de Oosterschelde, dus in het Keeten, het Mastgat en het Zijpe. In het zuidelijk deel van *het Oosterscheldegebied zal het slibsedimentatiegebied* zich waarschijnlijk beperken tot het gedeelte oostelijk van Scherpenisse. Het gehalte aan zwevende stoffen in het water neemt door bezinking af. Verderop in het bekken zal daarom een betrekkelijk laag sedimentgehalte van het water worden gemeten. Maar misschien vormen algen hier wat zwevend materiaal, zodat er toch enige sedimentatie mogelijk is. Langs de Philipsdam en de Oesterdam zal een wat hoger gehalte aan sediment in het water worden waargenomen, zoals gebruikelijk aan de ondiepe bekkenrand.

Ook om andere redenen kunnen er in het Oosterscheldebekken verschillen optreden in sedimentatiesnelheid. Op ondiepe plaatsen zal afgezet slib weer kunnen worden opgewoeld door de golfwerking. *Maar in de geulen is de golfwerking gering*; daar kan wel blijvend slib worden afgezet. Om echter uitspraken te doen over de slibsedimentatie per deelgebied na 1985 is nog veel onderzoek en zijn nog veel metingen noodzakelijk.

## De stand van zaken in het zout/zoet-onderzoek

In de zeegaten vermengt het zeewater zich met het zoete water dat afkomstig is van rivieren, sluizen, polderlozingen en neerslag. De verhouding tussen de hoeveelheden zeewater en zoetwater in een homogeen mengsel is bepalend voor het zoutgehalte van het mengsel. Deze verhouding is in een zeegat niet constant, maar varieert als functie van tijd en plaats, hetzelfde geldt voor het zoutgehalte.

Het zoutgehalte is een belangrijke waterkwaliteitsparameter. Het is namelijk een van de duidelijkst aanwijsbare factoren in het ecosysteem van een getijdebekken. De wens, het huidige milieu in de Oosterschelde zo goed mogelijk te handhaven, kan dan ook onder meer uitgedrukt worden in een norm voor het zoutgehalte. Vanwege de variatie van het zoutgehalte moeten voor verschillende gedeelten van de Oosterschelde verschillende normen worden gehanteerd. De voorlopig vastgestelde normen zijn weergegeven in figuur 3.

Het stellen van een norm voor het zoutgehalte is noodzakelijk voor het opstellen van beheersregels en het afwegen van beleidsalternatieven. Daarbij moet echter ook bekend zijn met welke consequenties men rekening moet houden bij overschrijding van de norm. Momenteel is de kennis hieromtrent nog vrij gebrekkig.

Onderzoek naar de gevolgen van tijdelijk verlaagde zoutgehalten kan worden uitgevoerd in de open Oosterschelde, namelijk door het effect te meten van het spuiprogramma van de Volkeraksluizen. Dit programma is erop gericht het spuidebiet van de Volkeraksluizen zo te regelen, dat de totale aanvoer van zoet water op het noordelijk gedeelte van het Volkerak constant is. Dit ideaal kan echter bezwaarlijk geheel worden gerealiseerd. Door nu situaties met elkaar te vergelijken waarbij de zoetwateraanvoer op



het Volkerak verschilt, kan op afzienbare termijn inzicht verkregen worden in gevolge van tijdelijke onderschrijdingen van de zoutnorm.

Bij prognoses van het zoutgehalte met behulp van wiskundige of hydraulische modellen kan dan volstaan worden met een nauwkeurigheid die van dezelfde orde van grootte is als de marge in de normstelling.

De zout/zoet-problematiek van de Oosterschelde staat niet op zichzelf. Via de Philipsdam- en Oosterdamsluizen vindt uitwisseling plaats tussen Oosterschelde en Zoommeer. Het Zoommeer beïnvloedt de Westerschelde via de Kreekraksluizen en het zogenoemde lozingsmiddel Zoommeer. De Westerschelde beïnvloedt de Oosterschelde via het sluisencomplex te Hansweert en het – straks aan te passen – Kanaal door Zuid-Beveland. Tenslotte wordt de Oosterschelde ook beïnvloed door het Rijnwater en in

mindere mate het Scheldewater dat langs de kust wordt aangevoerd. Ook is het beheer van het Zoommeer en de Philipsdam- en Kreekraksluizen afhankelijk van de landelijke watervoorziening. De belangrijkste relaties tussen Oosterschelde, Zoommeer en Westerschelde zijn aangegeven in de figuren 1 en 2. Uitgebreid worden ze besproken in de vorige aflevering van deze Berichten.

De onderlinge beïnvloeding van Oosterschelde, Zoommeer en Westerschelde via Philipsdam- en Kreekraksluizen is echter ook geen vast gegeven. Deze sluizen zijn immers uitgerust met een bestuurbaar zout/zoet-scheidingssysteem, waarmee men bijvoorbeeld de invloed van het Zoommeer op de Oosterschelde kan verkleinen; onvermijdelijk neemt dan echter de invloed van de Oosterschelde op het Zoommeer toe. Anders gezegd, wanneer er minder zoet water via de



Philipsdamsluizen van het Zoommeer naar de Oosterschelde wordt afgevoerd, zal de Oosterschelde meer zout water aan het Zoommeer verliezen.

Iets dergelijks geldt voor de onderlinge beïnvloeding van het Zoommeer en de Westerschelde via de Kreekraksluizen, zij het in minder sterke mate, vanwege het relatief lage zoutgehalte van de Antwerpse havens. Voor het zoutgehalte van het Zoommeer en de Westerschelde gelden ook bepaalde normen. Het zoutgehalte van het Zoommeer is onvermijdelijk hoger dan dat van het Rijnwater; het moet er echter wel mee vergelijkbaar blijven. Voor het milieu in de Westerschelde is het van belang dat het zoutgehalte op de Hooge Platen niet daalt beneden de  $13 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ .

Ook deze normen moeten betrokken worden bij de zout/zoet-problematiek van de Oosterschelde. Verder speelt heel de landelijke waterhuishouding een rol, want die bepaalt weer de beschikbaarheid van Rijnwater voor het doorspoelen van het Zoommeer en het minimaliseren van de zoutverliezen bij Philipsdam- en Kreekraksluizen.

In de Oosterschelde kan men twee belangrijke gebieden met een relatief laag zoutgehalte onderscheiden. Het ene is de Krabbenkreek, een bijzonder natuurgebied, representatief voor het noordelijke geulenstelsel van de Oosterschelde. Het zoutgehalte mag hier de  $13 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ , overeenkomend met een zoetwatergehalte van ongeveer 25%, niet onderschrijden. Het tweede is de kom van de Oosterschelde, het gebied waar mossels en oesters worden geteeld, representatief voor het zuidelijk geulenstelsel van de Oosterschelde. Het zoutgehalte moet hier hoger blijven dan  $15,5 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ , overeenkomend met een zoetwatergehalte van ongeveer 10%. De prognoses voor het zoutgehalte zijn op deze twee gebieden gericht. In de Krabbenkreek is vrijwel al het zoete water afkomstig van de Philipsdamsluizen. Het zoutgehalte in de Krabbenkreek is daardoor sterk afhankelijk van de besturing van het zout/zoet-scheidingssysteem van deze sluizen.

In de kom van de Oosterschelde is het zoete water in een gemiddelde wintersituatie volgens de berekeningen in ongeveer gelijke delen afkomstig van de Philipsdamsluizen en van neerslag en polderlozingen. De invloed van de Oosterdamsluis is gering, maar er moet wel rekening gehouden worden met brak water dat via het Kanaal door Zuid-Beveland wordt aangevoerd vanuit de Westerschelde.

Bij benadering kan gesteld worden dat het zoetwatergehalte in een estuarium als de Oosterschelde evenredig is met het debiet waarmee zoet water wordt aangevoerd. Hierbij speelt het

feit dat het zoetwaterdebiet enkele orden van grootte kleiner is dan de getijdebieten, een belangrijke rol.

Het is echter niet alleen de zoetwateraanvoer die bepalend is voor het zoutgehalte. Er moet ook gekeken worden naar de processen die indringing van zeewater in het estuarium veroorzaken en naar de menging van zeewater met zoet water. Tenslotte moet er rekening mee worden gehouden dat het zoutgehalte van het binnendringende water niet constant is. In de mond van de Oosterschelde is het zeewater verdund met Rijnwater, afkomstig van de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. Het Rijnwatergehalte kan daar variëren van enkele procenten tot meer dan tien procent.

De belangrijkste factor bij de indringing van zeewater in de Oosterschelde is de getijbeweging. Dit blijkt onder meer uit proeven uitgevoerd in het getijmodel van de Oosterschelde in het laboratorium de Voorst. In deze proeven wordt de huidige Oosterschelde-situatie nagebootst met zoet zeewater waaraan een rode kleurstof is toegevoegd in plaats van met zout zeewater. De concentratie van het roodgekleurde zoete zeewater bleek van dezelfde grootte-orde te zijn als de waargenomen concentratie van zout zeewater in de werkelijkheid. Alleen in de meest zoete noordoostelijke tak, het traject Krammer-Volkerak, was de concentratie van zeewater in het model veel kleiner dan in de werkelijkheid. Klaarblijkelijk speelt alleen in dat gedeelte van de Oosterschelde het dichtheidsverschil tussen zout en zoet water een belangrijke rol. Uit het feit dat de getijbeweging de belangrijkste motor is achter de indringing van zeewater, valt af te leiden dat de indringing van zeewater in het bekken zal verminderen door de getijdemping die het gevolg is van de aanleg van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen. Bij gelijkblijvende zoetwateraanvoer zal het zoutgehalte dus dalen.

De studie met betrekking tot de zout/zoet-problematiek in de Oosterschelde is dan ook in hoofdzaak gericht op de mengprocessen die in het estuarium optreden. Deze studie vindt langs verschillende wegen plaats. Allereerst door principe-onderzoek. Hierbij worden de verschillende processen die bijdragen tot de indringing van zeewater door de getijbeweging en door dichtheidsstromen, afzonderlijk geanalyseerd en wiskundig beschreven. Ten tweede met behulp van wiskundige modellen en hydraulische schaalmodellen. Hierbij wordt getracht het natuurgebeuren in alle facetten zo gedetailleerd mogelijk na te bootsen. Voorbeelden hiervan zijn het wiskundige model WAQUA en het hydraulisch schaalmodel M 1000. Ten derde door natuurmetingen, waardoor men inzicht verkrijgt

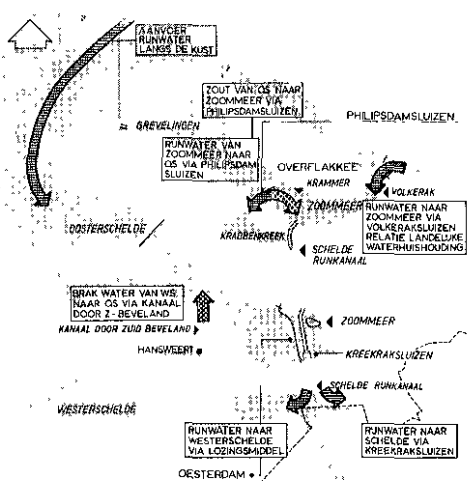
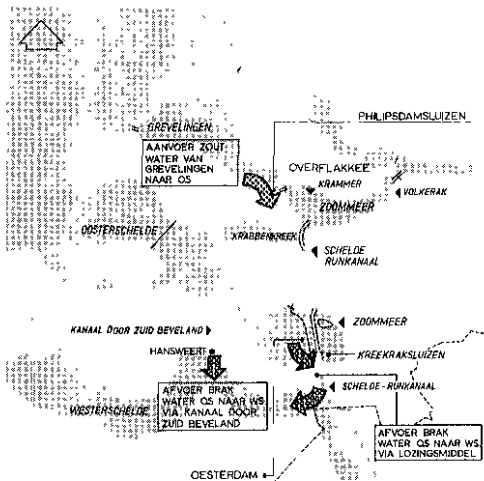


Fig. 1 en 2. Waterhuishoudkundige relaties tussen de Oosterschelde en zijn omgeving

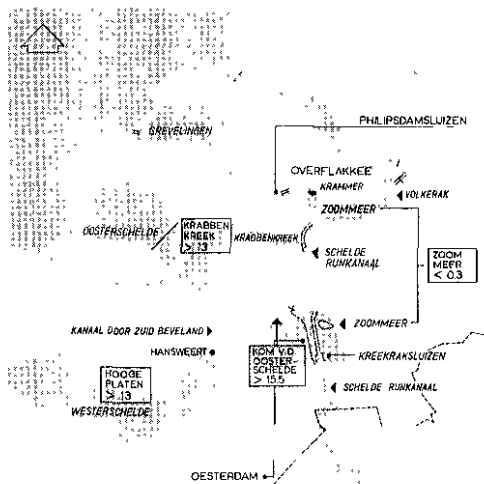


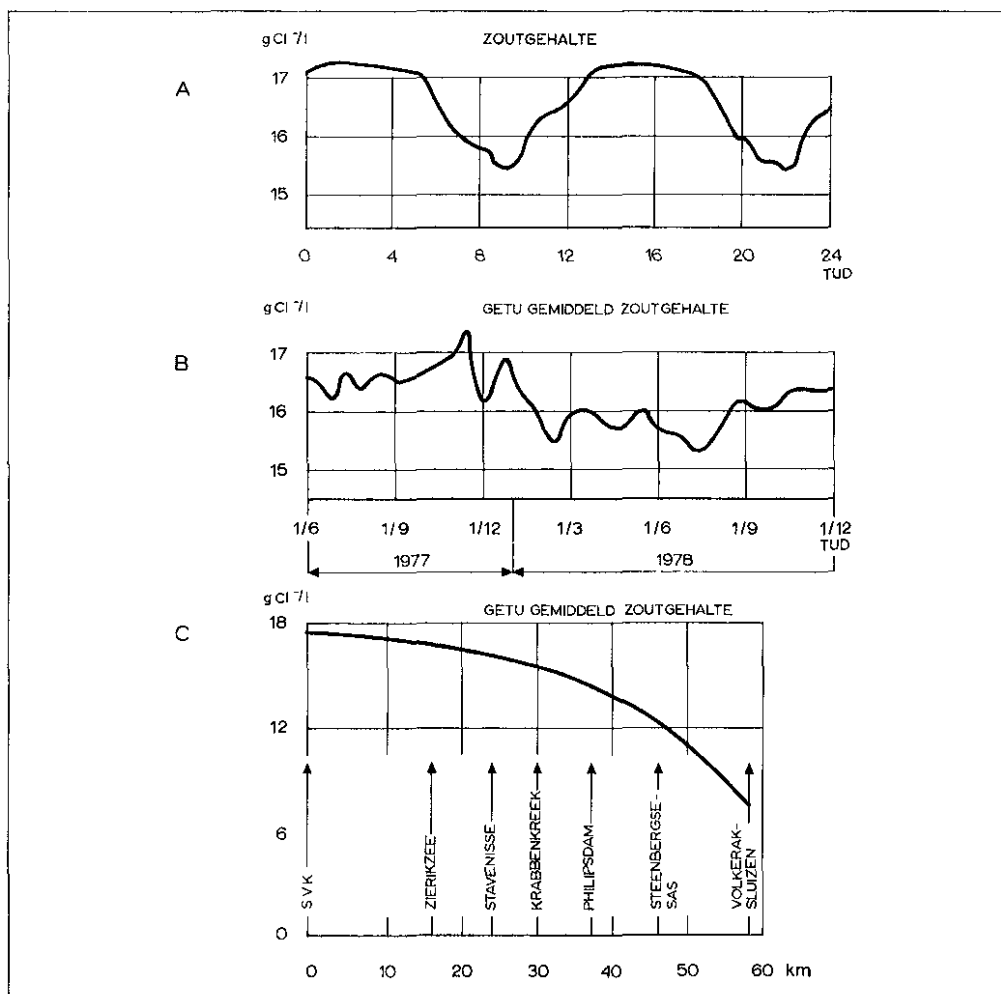
Fig. 3. Normgetallen voor het zoutgehalte in de Oosterschelde en omgeving

in de maatgevende processen. Ook zijn natuurmetingen van groot belang voor de toetsing van modellen en de bepaling van parameters. De huidige prognoses van het zoutgehalte in de Oosterschelde zijn grotendeels gebaseerd op principe-onderzoek. Deze prognoses hebben een semi-kwantitatief karakter; niet op alle vragen kan antwoord gegeven worden. Dit principe-onderzoek wordt in belangrijke mate ondersteund door natuurwaarnemingen. Momenteel wordt het zoutgehalte in een groot aantal vaste punten in de Oosterschelde permanent bemonsterd; ook is gedurende twee getijperiodes een uitgebreide zout- en snelheidsmeting uitgevoerd in de noordelijke tak van de Oosterschelde. De uitwerking van de gegevens is nog slechts ten dele gerealiseerd. De eerste resultaten geven echter al een vrij duidelijk beeld van een aantal factoren die het zoutgehalte beïnvloeden.

Het betreft de invloed van neerslag, verdamping en polderlozingen en de invloed van het Rijn- en Scheldewater dat via het kustgebied de Oosterschelde bereikt. De gegevens laten bijvoorbeeld zien op welke manier het Rijnwater zich langs de kust verspreidt en welke rol de windrichting daarbij speelt. Ook het inzicht in de manier waarop zeewater de Oosterschelde binnendringt is verdiept, met name voor wat betreft de invloed van stormen en van dichtheidsstromen, en de belangrijke rol die de uitgestrekte platengebieden spelen in samenwerking met de getijbeweging. Semi-kwantitatief onderzoek naar de beïnvloeding van dichtheidsstromen door de getijbeweging is uitgevoerd in de getijgoot van het Waterloopkundig Laboratorium in Delft. In deze goot is ook onderzoek uitgevoerd naar de gevolgen die het sluiten van de stormvloedkering heeft

voor de zoutverdeling in de Oosterschelde. Momenteel worden proeven uitgevoerd in het hydraulisch model M 1000, waarbij de verspreiding van de aan het geloosde water toegevoegde rode kleurstof wordt nagegaan bij instantane en permanente lozingen op verschillende plaatsen. Deze proeven dienen enerzijds ter vergroting van het inzicht in de mengmechanismen. Er wordt met name gekeken naar het belangrijke probleem van de uitwisseling tussen de noordelijke en zuidelijke geulenstelsels; anderzijds moeten deze proeven leiden tot een kwantitatieve verbetering van de prognoses voor de zoutverdeling in de toekomstige situatie. Bij de vertaling van de resultaten van model naar werkelijkheid zal onder meer gebruik gemaakt worden van het wiskundige model WAQUA, dat aangepast is aan de Oosterschelde. Voor het afregelen van dit model op het wa-

terkwaliteitsaspect moeten waarden ingevoerd worden voor een aantal coëfficiënten, de zogenaamde dispersiecoëfficiënten, die echter onbekend zijn. Voor zover de dispersiecoëfficiënten afhangen van de getijbeweging, kunnen ze bepaald worden aan de hand van de kleurstofproeven in het model M 1000. Voor de afhankelijkheid van dichtheidsstromen kan informatie verkregen worden uit natuurwaarnemingen in de huidige situatie bij verschillende zoetwaterdebeten van de Volkeraksluizen. De prognoses voor de zoutverdeling in de Oosterschelde na 1985 zijn gekoppeld aan bepaalde verwachtingen betreffende de uitwisseling tussen dit bekken en de omringende systemen. Deze uitwisseling vindt voornamelijk plaats met het Zoommeer, via de Philipsdamsluizen; ze wordt natuurlijk beïnvloed door de besturing



van het zout/zoet-scheidingsstelsel in de sluisen. Deze besturing is ten dele afgestemd op de waterhuishouding van het Zoommeer, die weer voornamelijk afhangt van de prognoses voor de zoutverdeling op het Zoommeer, en bij doorspoeling van het Zoommeer naar de Westerschelde, ook van de prognoses voor de zoutverdeling op de Westerschelde. Niet alleen zijn de prognoses voor de zoutverdelingen op het Zoommeer en de Westerschelde onderwerp van onderzoek, maar ook de grootte van de uitwisseling door de sluisen bij een bepaalde besturing. Twee complicerende elementen in de zout/zoet-problematiek van het zuidelijk Deltabekken zijn nog de beïnvloeding van het Zoommeer door de Oosterschelde en de beïnvloeding van de Oosterschelde door de Westerschelde via het aangepaste Kanaal door Zuid-Beveland. In het eerste geval gaat het om de verspreiding op het Zoommeer van zoutverliezen van de Philipsdamsluizen, in het tweede geval gaat het om de indringing van brak water van de Westerschelde in de Oosterschelde via het Kanaal door Zuid-Beveland, dat in de toekomst verbreed en verdiept wordt, terwijl bovendien het sluisencomplex bij Wemeldinge komt te vervallen.

De beïnvloeding van de Westerschelde door het Zoommeer kan met een redelijke mate van betrouwbaarheid worden voorspeld; dit geldt in iets mindere mate voor de beïnvloeding van de Oosterschelde door het Zoommeer.

Volgens de huidige inzichten is de zout/zoet-problematiek van de Oosterschelde en het Zoommeer in sterke mate seizoenafhankelijk. De gunstigste situatie treedt op in de zomer. De aanvoer van brak polderwater is dan beperkt; en er is een verdampingsoverschot, waardoor het zoutgehalte op de Oosterschelde zich boven de gestelde normen handhaaft. Vanuit de Oosterschelde gezien bestaat er geen noodzaak om schutwater van de Philipsdamsluizen terug te voeren naar het Zoommeer. Daardoor is de extra zoutbelasting op het Zoommeer minimaal, zodat het zoutgehalte slechts weinig hoger hoeft te zijn dan dat van de Rijn. Er kunnen alleen problemen ontstaan wanneer er niet voldoende water beschikbaar is in het noordelijk Deltabekken om schutwater van de Philipsdam-

en Kreekraksluizen af te voeren naar respectievelijk de Oosterschelde en de Westerschelde. Hoewel het percentage Rijnwater in de mond van de Oosterschelde in de winter over het algemeen lager is dan in de zomer, is de gemiddelde wintersituatie minder gunstig dan de gemiddelde zomersituatie. De aanvoer van brak polderwater is dan het grootst, hetgeen voor de Oosterschelde een extra zoetlast en voor het Zoommeer een extra zoutlast betekent. Bovendien is er een neerslagoverschot, waar vooral de kom van de Oosterschelde gevoelig voor is. Indien er geen speciale maatregelen worden genomen, kan het zoutgehalte daar 1 à 2 g Cl<sup>-</sup>/l dalen beneden de norm. De inzichten zijn nog niet voldoende ontwikkeld om te kunnen bevestigen dat dit ook werkelijk zal gebeuren.

Een mogelijke maatregel – met overigens beperkte effectiviteit voor het zoutgehalte in de kom van de Oosterschelde – is het terugvoeren van schutwater van de Philipsdamsluizen naar het Zoommeer. Dit veroorzaakt een aanzienlijke extra zoutbelasting op het Zoommeer. Om een al te grote stijging van het zoutgehalte op het Zoommeer te voorkomen is dan weer doorspoeling van het Zoommeer noodzakelijk met een groot debiet. Dit kan problemen opleveren voor het zoutgehalte op de Westerschelde en eventueel ook in verband met de beschikbaarheid van zoetwater in het noordelijk Deltabekken.

Andere maatregelen om een te grote verzoeting van de Oosterschelde tegen te gaan zijn in studie, zoals de aanvoer van zout water vanuit de Grevelingen of de afvoer van brak water naar de Westerschelde. Voor de kom van de Oosterschelde heeft de tweede maatregel meer effect dan de eerste. Het afvoeren van brak water naar de Westerschelde kan bij voorkeur geschieden via het Kanaal door Zuid-Beveland of via een aantakking van de kom van de Oosterschelde aan het lozingsmiddel Zoommeer. In het eerste geval is een extra voorziening nodig bij het sluisencomplex te Hansweert; in het tweede geval moet er een voorziening komen om verzilting van het Zoommeer tegen te gaan en is kunstmatige vergroting noodzakelijk van het debiet tussen Ooster- en Westerschelde. Het is nog niet geheel duidelijk welk van beide systemen de voorkeur verdient als middel om het zoutgehalte in de kom van de Oosterschelde te verhogen. Het huidige onderzoek is vooral gericht op de vergroting van de nauwkeurigheid van de prognoses voor de zoutverdeling in de toekomstige situatie in de Oosterschelde en het Zoommeer. Een werkgroep houdt er zich intensief mee bezig, maar geschat wordt dat een significante verbetering in de prognoses en inzichten nog wel één à twee jaar werk zal vergen.

Fig 4 Verloop van het zoutgehalte

- A. te Stavenisse over een periode van 25 uur
- B. te Stavenisse over een periode van 1½ jaar
- C. in het noordelijk geulenstelsel van de Oosterschelde, zoals gemeten op 16 augustus 1977

## Partiële dijkversterking bij de bebouwde kom van Yerseke

In 1974 heeft de regering besloten de Oosterschelde niet in 1978 volledig af te sluiten, maar een afsluitbare stormvloedkering te bouwen die pas in 1985 de nodige veiligheid kan bieden. Als uitvloeisel van deze beslissing is in dat jaar tevens besloten de dijken rond de Oosterschelde bestand te maken tegen een storm met een overschrijdingsfrequentie van 1/500 keer per jaar. Deze zogenaamde 'partiele dijkversterking' hield in dat de dijken over een lengte van ruim 140 km moesten worden versterkt. Om nog voldoende lang plezier van deze versterking te hebben, dienden de werken in 1980 klaar te zijn. Bij voorbaat stond vast dat er vele problemen zouden zijn op te lossen, met name op plaatsen waar in of nabij de dijk bebouwing staat, zoals te Yerseke, Colijnsplaat en Bruinisse, of waar landbouwkundige belangen botsen met natuur- en milieubelangen; deze laatste tegenstelling komt overal voor waar gekozen moet worden voor versterking aan de binnen- dan wel de buitenzijde van de bestaande dijk.

Deze problemen doen zich voor ondanks het feit dat de dijkversterking beperkt blijft of, zoals men het in dit verband noemt, 'partieel'. Versterking tot de Deltanorm van 1/4000 keer per jaar zou deze problemen nog aanmerkelijk vergroot hebben.

Van de bebouwde kommen is Yerseke wel bijzonder moeilijk. Dit artikel geeft een beschrijving van de problemen en de oplossingen die in de gegeven situatie gevonden zijn.

In Yerseke zijn langs een deel van de bebouwde kom aan de buitenzijde van de dijk mossel- en oesterbedrijven gevestigd. Het was ondenkbaar, dat omwille van de dijkversterking ofwel op grote schaal woonbebouwing zou moeten worden afgebroken, ofwel bedrijven aan de zeezijde van de dijk worden geliquideerd. Toch

moest de dijk worden verzwakt.

De gemeente Reimerswaal, waartoe Yerseke behoort, wenste de ingreep voor de dijkversterkingen tegelijk te gebruiken om de bedrijfssituatie aanzienlijk te verbeteren.

In 1977 werd een overleggroep gevormd tussen de gemeente, het Waterschap en het Bureau Dijkversterking Oosterschelde. Na grondmechanisch en waterloopkundig onderzoek zijn vele plannen ontwikkeld met hulp van een speciale technische adviesgroep, waarin ook de Provinciale Waterstaat zitting had.

Na veel studie en overleg werd uiteindelijk in februari 1978, na afweging van technische, economische en planologische factoren, een dijkversterkingsplan aan de Stuurgroep gepresenteerd dat de basis vormt voor de nu gekozen oplossing.

Hierbij werd het dijkgedeelte langs Yerseke vanaf de Yersekedam tot het begin van de Olzenpolder in 4 vakken verdeeld: vak A loopt van de Yersekedam tot de Vissershaven; vak B gaat van de Vissershaven tot en met de Jachthaven; vak C loopt langs de Oesterbinnenputten bij de Julianastraat en vak D is het gedeelte langs de Molenpolder.

Na vele gesprekken met tal van belanghebbenden en na vele detailaanpassingen van het plan werd uiteindelijk in het najaar van 1978 tussen de gemeente Reimerswaal, het Waterschap Zuid-Beveland en het Rijk overeenstemming bereikt over de definitieve opzet.

Hierbij komen zowel het tot de verantwoordelijkheid van het waterschap horende dijkversterkingselement als de door de gemeente gewenste verbetering van de bedrijfsinfrastructuur tot hun recht.

We geven nu een nadere beschrijving van de dijkversterking in de vier vakken.

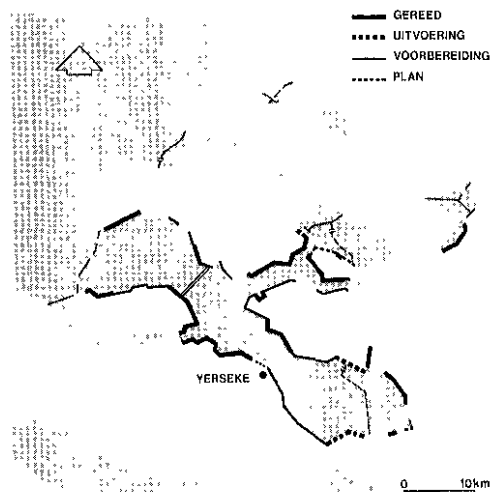


Fig. 1 Stand van zaken met betrekking tot de partiële dijkversterking

In het eerste deel van vak A zal van de Yerseke-dam af de verzwaring naar buiten worden gemaakt, vanwege de woonbebouwing aan de binnenzijde. Na de Varkensdijk zal de verzwaring aan de landzijde van de dijk worden gemaakt. Voor het tweede deel, vanaf de Kijkuit tot de vissershaven zijn drie varianten gepresenteerd; allereerst een normale binnendijkse verzwaring in grond. De consequentie van dit plan is dat bij de aansluiting van de vissershaven een garagebedrijf en enkele woningen weg zouden moeten, of het mosselbedrijf aan de buitenkant van de dijk. Dit laatste stukje verzwaring naar buiten zou pas kunnen worden uitgevoerd als het mosselbedrijf naar een nieuw industrieterrein is verplaatst. Daarnaast is overwogen van dijkverzwaring in grond af te zien. Waterspanningsmetingen hebben namelijk aangetoond, dat de dijk hier een waterdichte bekledingslaag heeft aan de buitenkant. Bij de aangenomen stilwaterstand van N.A.P. + 5,05 m is deze dijk dan ook eigenlijk stabiel. Dit geeft de mogelijkheid om op kleinere schaal werken uit te voeren om de dijk op de vereiste hoogte te krijgen. Hierbij kan men denken aan kistdammen, grote betonnen bloembakken zonder bodem, gevuld met kleigrond. Het binnentalud zou wegens het overspattende water mogelijk van een steenbekleding moeten worden voorzien. Men kan ook denken aan een steiler opgezet buitentalud. De golfploophoogte boven N.A.P. wordt daarmee ook hoger. De kleikap die op de dijk zou komen heeft dan nog een te grote omvang om de drie mosselbedrijven te kunnen handhaven. De verbreding van de dijkvoet zou bij hellingen van 1 : 2 toch nog 4 m terrein aan de buitenzijde vereisen. Een verschuiving naar binnen is praktisch uitgesloten. Tenslotte: Aangezien de dijk stabiel is bij een

stilwaterstand op N.A.P. + 5,05 m, kan de dijkverhoging achterwege blijven als de golfploophoogte wordt weggenomen. Om dit te bereiken is een golfdam met een lengte van 400 m voldoende. Zo'n golfdam kan zelfs verder worden uitgebouwd tot een haven. In overleg met de gemeente zijn plannen voor een havenaanleg ontwikkeld. De gemeente kan op deze manier compensatie vinden voor de verloren gegane ligplaatsen in vak B, voor het dempen van de haven te Krabbendijke, en voor de verplaatsing van bedrijven in vak A op haar kosten. De Stuurgroep heeft voor dit laatste plan gekozen, vanwege de bijkomende mogelijkheden tot compensatie. Voor een groot deel zullen deze plannen in het bestek voor de dijkversterking worden opgenomen. Uit het verrichte grondonderzoek voor vak B blijkt, dat ook de waterkering langs de Vissershaven voldoende stabiel is. Daar bij dit dijkvak geen golfoverslag wordt verwacht, door de beschutte ligging, behoeft het tracé geen herprofilering. Voor het deel langs de Jachthaven zijn twee varianten uitgewerkt, en wel als eerste een damwandconstructie in de buitenkruin van de dijk, in plaats van de nu aanwezige gescheurde muur. Deze damwand met de benodigde ankerwand moet om technische redenen van een zware constructie zijn om de vereiste stabiliteit te garanderen. Het binnenbeloop zal van een steenbekleding moeten worden voorzien, daar een grasmat in dit profiel moeilijk te onderhouden is. De andere mogelijkheid is een binnendijkse verzwaring in grond. Dit kan, als de ondernemers van de aanwezige bedrijven – een machinefabriek, een winkel in scheepsbenodigdheden en het mosselkantoor – bereid zijn mee te werken om zich op een andere plaats te

vestigen. Een nieuwe damwand zal de huidige kadewand moeten vervangen.

Na afweging van alle factoren is gekozen voor de laatste oplossing. Technisch gezien geeft een verzwarende in grond op lange termijn meer zekerheid; planologisch blijft er voor de gemeente meer vrijheid. Het uitvoeringsrisico is ook minder, daar niet vlak bij oude gebouwen een damwand gezet hoeft te worden. Uit oriënterende besprekingen met de gemeente is gebleken dat de bedrijven het plan niet afwijzen.

De toegang tot de scheepswerf loopt momenteel nog door de coupure bij de Jachthaven. In de Stuurgroep is besloten dat de coupure moet worden vervangen door een grondlichaam met dijkovergang. Ten einde niet te steile opritten te krijgen is het nodig 45 meter van de haven te dempen.

Uit grondmechanisch onderzoek bleek dat de

waterkering in vak C niet stabiel is bij de ontwerp-stilwaterstand. Versterking van dit dijkvak was dan ook onvermijdelijk. Langs de Julianastraat is het compromis gevonden, een damwand in de waterkering te zetten. In samenhang hiermee zullen de aanwezige kabels en leidingen, die nu door de dijk lopen, in één zone worden gebundeld. Aan de Jachthaven zal de kering aan de buitenzijde moeten worden versterkt totdat de weg op de Havendijk vanaf de Varkensdijk voldoende hoogte heeft kunnen krijgen. De ankerwand die in het binnentalud staat, kan dan langer en zwaarder gemaakt worden, zodat hij de functie van zeewering kan overnemen.

Door deze oplossing te kiezen is een aanvaardbaar compromis gevonden, zowel voor de bewoners van de Julianastraat als voor het bedrijfsleven. Zelfs is het mogelijk enige ruimte-



winst te boeken door aan de zeezijde tegen de ankerwand grondaanvullingen aan te brengen waarop bijvoorbeeld parkeerstroken kunnen komen.

Enkele trappen op het binnenbeloop zullen de dijk toegankelijk maken. Deze trappen komen in de plaats van de tegenwoordige paadjes; ze zullen tegenover de zijstraten worden gesitueerd. De dijk van de Molenpolder, vak D van het plan, zal een normale grondverzwaring naar buiten krijgen. Hiervoor zullen de veelal bouwvallige bedrijfsgebouwtjes, die grotendeels al zijn aangekocht, moeten verdwijnen. In deze gebouwen zitten nu nog zes mosselbedrijven. Ten einde deze bedrijven te kunnen continueren is in overleg met de gemeente besloten als industrieterrein een 50 m brede buitenberm aan te leggen. Langs de dijk zal aan de buitenzijde een ontsluitingsweg voor het bedrijfsterrein worden aangelegd.

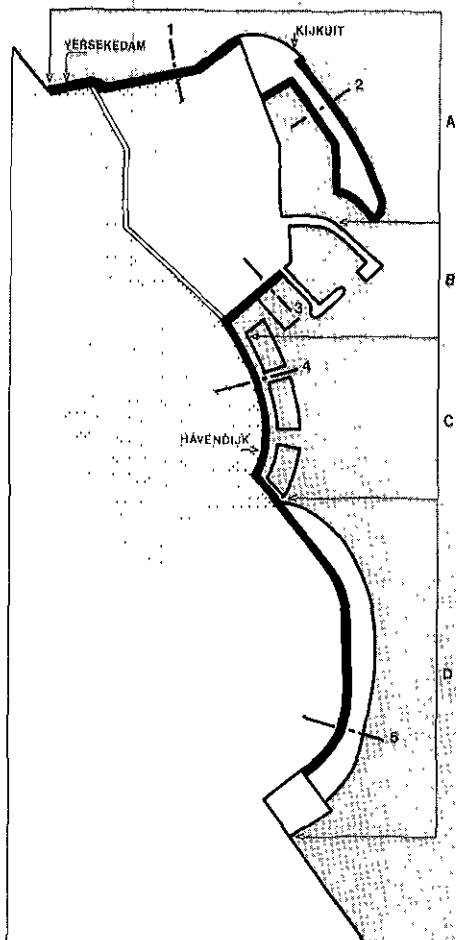
Het bedrijfsterrein zal door de gemeente Reimerswaal worden opgezet, uitgegeven en geëxploiteerd. Aangezien een uitvoering samen met de dijkversterking financieel het aantrekkelijkst is, heeft dit geleid tot de uitvoering in één bestek.

Gezien de verwevenheid tussen dijkversterking en gemeentelijke infrastructuurbelangen in de vakken A en D is het noodzakelijk een regeling te treffen. Aangezien voor de dijkversterking ten principale het Waterschap opdrachtgever is, weliswaar voor 100 % gesubsidieerd door het Rijk, dient deze overeenkomst tussen de gemeente en het Waterschap te worden gesloten. Daarnaast is er behoefte aan een regeling voor beheer en onderhoud, waarin onder andere bebouwingsgrenzen zullen moeten worden vastgesteld, tussen het Waterschap, de gemeente en de provincie. Met deze beheersregeling moet

niet alleen worden voorkomen dat op de gesaneerde dijkvakken opnieuw een wildgroei van bebouwing ontstaat, maar ook dat uiteindelijk de gehele zeewering langs Yerseke vrij zal komen van bebouwing.

De kosten van de in dit plan genoemde werken bedragen naar raming f 27 miljoen zonder B.T.W. en zonder de kosten die gepaard gaan met de verwerving van gronden. Van dit bedrag komt rond f 21 miljoen voor rekening van de dijkversterking. Ruim f 6 miljoen komt ten laste van de gemeente. Naast dit bedrag zal de gemeente nog aanzienlijke bedragen moeten investeren in de verdere inrichting van terreinen en havens. Gezien het regionale belang zal ook de provincie een tegemoetkoming aan de gemeente verlenen.

Aangezien de dijkversterkingswerken vijf jaar voor het gereedkomen van de Deltawerken in



Zeewering in de bebouwde kom van Yerseke

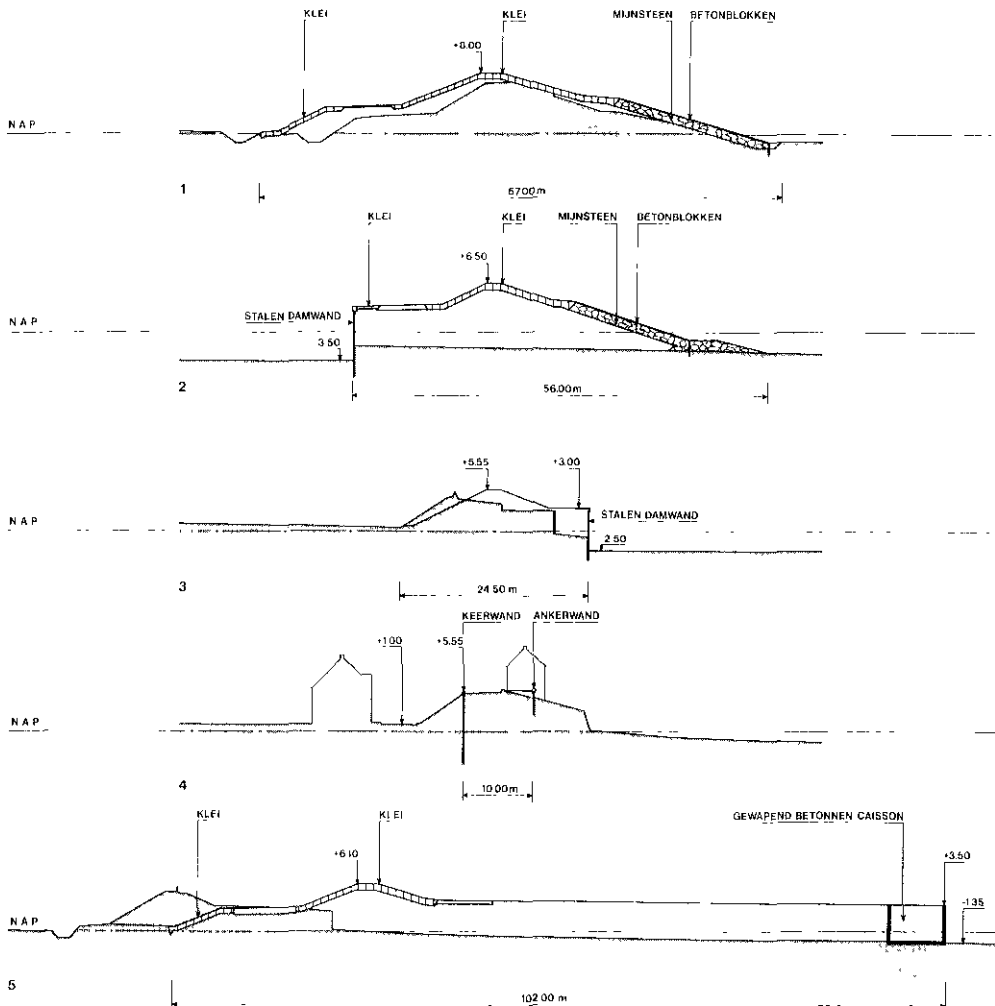
Fig. 2. De dijkversterking volgens het plan van 1978. Voor dwarsdoorsneden 1 t/m 5 zie figuur 3.

de mond van de Oosterschelde gereed dienen te zijn, resten nog slechts enkele jaren om het project te realiseren. Een complicerende factor is dat de continuïteit van de mossel- en oester-bedrijven zoveel mogelijk gehandhaafd moet worden. Bovendien mogen geen slibopwoelen- de baggerwerken worden uitgevoerd in het schelpdierenseizoen, eind juli tot half maart. Ook een afsluiting van de Havendijk tijdens het toeristenseizoen en in november en december, de topmaanden voor de oesterteelt, moet zo mogelijk worden vermeden. Uiteraard mag in de periode van oktober tot april geen onttakelde zeevering aanwezig zijn.

Het bedrijfsterrein bij de Molenpolder zal daarom in twee fasen worden aangelegd. In de eerste fase zal het zuidelijke deel worden uitgevoerd, daar hier slechts twee bedrijven tijdelijk een heenkomen moeten zoeken. Later zal op dit

Fig. 3. Profielen van de dijkver-  
zwaring op de in het vigerende  
plan genoemde plaatsen

Foto rechts: het gebied van de  
besproken dijkversterking in  
vogelvlucht.



terrein de herbouw kunnen plaatsvinden van alle te verplaatsen bedrijven. Na deze verhuizing zal de tweede fase kunnen worden uitgevoerd, waarin zeker vier nog in gebruik zijnde bedrijfsgebouwen moeten worden gesloopt. Een goed samenspel van alle betrokken partijen en instanties zal nodig zijn, wil het uitvoeringsschema geen vertraging oplopen; daartoe zijn afspraken gemaakt.

Het voornemen bestaat de werken in vak A en de eerste fase van de Molenpolder in 1979 tot uitvoering te brengen, en de overige vakken in 1980.



### Het verdichtingsschip

De zeebodem onder de stormvloedkering in de Oosterschelde zelf en ter plekke van de rand van de bodembescherming moet door verdichting draagkrachtiger worden gemaakt. Dit geschiedt vanaf een schip, dat vier trilnaalden naast elkaar in de grond drijft tot dieptes van 15 m in de bodem of maximaal N.A.P. - 35 m. Vanaf het diepste punt opwaarts worden de trilnaalden elke meter een keer in trilling gebracht, totdat uit het opgenomen motorvermogen blijkt dat daar voldoende verdicht is. Het verdichtingsschip werkt zo de hele drempel en de andere gebieden in stroken af.

### De sluis Noordland

Aangezien in de mond van de Oosterschelde door de bouw van de stormvloedkering al spoedig belemmeringen zullen ontstaan voor de scheepvaart, en er na 1982 nauwelijks nog verkeer te water mogelijk zal zijn, wordt er een schutsluis gebouwd in de Oosterschelddedam. Bij het bepalen van de afmetingen is onder meer rekening gehouden met het drijvende materieel voor de Oosterscheldewerken. De kolk zal 100 bij 16 m meten; de drempel ligt op N.A.P. - 7 m.

### Grondmechanisch onderzoek ten behoeve van de stormvloedkering

Het grondmechanisch onderzoek voor de stormvloedkering is in het afgelopen jaar versneld uitgevoerd. Vooral de druk op de pijlers en de verplaatsingen die daar het gevolg van zijn, moesten dringend definitief worden vastgesteld. Er is een proevenserie opgezet op

schaal 1 : 10. Ook is er een zeer omvangrijk grondonderzoek verricht in de as van de stormvloedkering. Tevens werd experimenteel onderzocht in hoeverre de grondslag onder de kering nog te verdichten zou zijn, en wat de optimale wijze van verdichten was.

### Overwegingen bij de keuze van de ontwerppeilen voor de compartimenteringsdammen

De compartimenteringsdammen achterin het Oosterscheldebekken hebben een functie als secundaire waterkering; tevens moeten zij zoet water scheiden van zout, en de Schelde-Rijnverbinding getijvrij maken.

In verband met deze functies en met het beheer van de stormvloedkering moest worden vastgesteld op welke hoogte de kruinen van deze dammen moesten worden ontworpen. Geadviseerd wordt, dezelfde hoogte te nemen als die van de partieel versterkte dijken rondom de Oosterschelde.

### Een liftsluis in de Oesterdam

De schutsluizen in de compartimenteringsdammen moeten beide worden voorzien van een zout/zoetbestrijdingssysteem. De sluizen in de Oesterdam, veel kleiner dan die in de Philipsdam, kunnen worden uitgevoerd als een liftsluis, die naar beide zijden een minimum aan verzoeting respectievelijk verzilting tot gevolg heeft.

De nuttige lengte zal 90 m zijn; incidenteel, wanneer van het scheidingssysteem geen gebruik wordt gemaakt, kan er een schip van 115 m in.

## **De morfologie van de Oosterschelde**

Dagelijks treden in de Oosterschelde grote transporten op van bodemmateriaal, maar de eb- en vloedtransporten compenseren elkaar vrijwel. Toch is er over de laatste 100 jaar een gestage erosie merkbaar. Door middel van onderzoek in een tweedimensionaal model trachten men thans meer inzicht te krijgen in de processen die hier een rol in spelen.

Op de voordelta spelen behalve de stroom ook de golfbewegingen een rol in de morfologische ontwikkeling.

Er kunnen enkele zeer algemene verwachtingen worden uitgesproken aangaande de invloed op de morfologische ontwikkeling die zal uitgaan van de stormvloedkering in de Oosterschelde.

### **De stand van zaken in het zout/zoet-onderzoek**

Het zoutgehalte op een estuarium is nooit constant, maar wisselt in functie van plaats en tijd. Dit geldt in het bijzonder voor de Oosterschelde, die vele relaties onderhoudt met zoete bekens of stromen. De zoetste gedeelten zijn de Krabbenkreek en de Kom. Het zoetwatergehalte is in de Oosterschelde evenredig met de zoetwateraanvoer. De zoutindringing komt voornamelijk tot stand via het getij. Als de getij-indringing minder wordt, zal dus ook het zoutgehalte dalen. Dichtheidsverschillen tussen zout en zoet water beïnvloeden het mengproces nauwelijks, behalve in de noordoostelijke tak.

Het huidige onderzoek is vooral gericht op de vergroting van de nauwkeurigheid van de prognoses voor de zoutverdeling in de toekomstige situatie op de Oosterschelde en het Zoommeer.

### **Partiële dijkversterking bij de bebouwde kom van Yerseke**

De partiële dijkversterking, die aan het Oosterscheldebekken een tijdelijke bescherming moet geven totdat de stormvloedkering in 1985 gereed is, verloopt in bepaalde bewoonde kernen nogal problematisch. Onder meer het tracé door de bebouwde kom van Yerseke kostte veel hoofdbrekens. Uiteindelijk werd het dijkversterkingsplan in vier planonderdelen gesplitst, die in deze bijdrage uitvoerig worden beschreven.

### **The 'compaction' vessel**

To enhance the loadbearing capacity of the seabed under the storm-surge barrier itself and at the location of the edge of the bottom revetment, the soil at these sites will have to be compacted. This will be done from a vessel by *thrusting four vibrators simultaneously up till 15 meters deep or maximally N.A.P. - 35 m into the soil*. From the deepest point onward these instruments will be made to vibrate each and every meter until readings from the motor capacity indicate that the soil has sufficiently been compacted. The 'compaction' vessel will work off the whole of the sill and other areas per section.

### **The sluice at Noordland**

Because of the construction of the storm-surge barrier navigation will soon be impinged at the mouth of the Oosterschelde; and, as after 1982 hardly any shipping traffic will be possible, a ship lock will be installed in the Oosterscheldebasin. Taking a decision about the dimensions of the ship lock the size of the large floating construction docks for the Oosterschelde works had to be taken into account. The chamber will measure 100 x 16 meters; whereas the sill will be at a depth of N.A.P. - 7 m.

### **Soil engineering research concerning the storm-surge barrier**

The soil engineering research was accelerated during the past year. Especially the load on the piers and their subsequent displacements had to be firmly established. A series of tests have been made in a model with a scale of 1:10. An

extensive research into the soil conditions was made in the centre line at the storm-surge barrier too. Experimental research was made to find out how much the subsoil under the barrier could still be compacted and in what way this could be done.

### **Considerations at the selection of the design levels for the compartment dams**

The compartment dams at the rear end of the Oosterscheldebasin function as secondary water retaining structures; at the same time they must divide the salt water from the fresh water and prevent a tidal movement in the Schelde-Rhine connection.

These functions as well as the management of the storm surge barrier made it necessary to establish at what height the crown of the dams should be designed. It was recommended to accept the same height of the partially strengthened dikes around the Oosterschelde.

### **A sluice with a built-in shiplift in the Ooster dam**

Both ship locks in the compartment dams will have to be provided with a fresh water/salt water separation system. The sluices in the Ooster dam, which will be much smaller than those in the Philips dam, can be installed with a vertical shiplift. This lock will only allow for a minimum amount of fresh water respectively salt water intrusion.

The useful length will be 90 meters; in some cases, when no use is being made of the separation system, a ship with a length of 115 meter could enter.

## **The morphology of the Oosterschelde**

Daily, large transports of sediments take place in the Oosterschelde, but the amount of sediment transported by ebb and flood flows are more or less counterbalanced. Nevertheless during the last hundred years a continuous erosion has been noticeable. Through research in a bi-dimensional model efforts were made to obtain more insight into the processes that play a role here. In the fore-delta not only the current, but also the wave action plays a role in the morphological development. There are certain general expectations with regard to the influence of the storm-surge barrier in the Oosterschelde on the morphological development.

### **Evolution to date regarding the research into the fresh water/salt water situation**

The salinity in an estuary is never the same; it varies in function of time and place. This holds in particular for the Oosterschelde which is in communication with both fresh water basins and flows. The parts with the highest degree of fresh water are the Krabbenkreek and the Kom. The percentage of fresh water in the Oosterschelde commensurates with the influx of fresh water. The influx of salt water basically occurs through the tidal flows. When the tidal influence decreases then the degree of the salinity will diminish accordingly. Differences in density between fresh water and salt water will hardly influence the mixing process, with the exception, however, of the northeastern branch. The present research is aimed in particular at enhancing the accuracy of the prognoses for the salt distribution in the future situation on the Oosterschelde and the Zoommeer.

### **Partial heightening of dikes near the agglomeration of Yerseke**

The partial heightening of the dikes, which are meant to give a temporary added protection until the storm-surge barrier will be completed in 1985, has caused various problems in certain built-up areas. Among others, the alignment through the agglomeration of Yerseke has occasioned much brain-racking. The plans on which the specifications will be based divides the enlargement of the dikes into four phases, which have been extensively described in this paper.

## Vorderingen

1 oktober 1978 – 1 januari 1979

### A. De werken van het Deltaplan

#### Philipsdam

Op de rand van de Krammerplaat is in het najaar van 1978 een grindbestorting aangebracht. Dit werk verliep niet zonder tegenslag: een gedeelte van de bestorting ging op 2 oktober verloren ten gevolge van een plaatval met een grondverzet van 60 000 m<sup>3</sup> zand. Het werk werd evengoed voortgezet, evenals het maken van zink- en kraagstukken. De opgelopen vertraging in de beginperiode is inmiddels ruimschoots ingehaald. Bij de aansluiting van het bezinkingsveld aan de grindbestorting op de Krammerplaat is een uitbreiding aan het bezinkingsveld gegeven van 5500 m<sup>2</sup>. In december kon de mijnsteenperskade van de oostelijke ringdijk gesloten worden. De zandwinning en de daarmee gemaakte ophogingen voor de damaanzet vorderen goed. De uitbreiding van de bestaande aanleginrichtingen is voltooid. De bestaande betonblokkenglooiing is nage-voeg geheel opgenomen. De afkomende betonblokken worden weer verwerkt in de nieuw te maken glooiingen. Begonnen is met het aanbrengen van de kleibekleding op de taluds van de oostelijke ringdijk. Aan één zijde van het werkeiland blijkt aanzanding voor te komen. Overwogen wordt om in dat gedeelte, waar volgens het bestek ook bezinking moet worden aangebracht, dan toch maar geen bodemverdediging te maken.

Met de provincie Zeeland is overleg gepleegd over het ont-

werp en de financiering van de provinciale weg over de Philipsdam en de 700 m lange overbrugging over de sluisen. De weg zal een rijbreedte van 7 m krijgen; er zal een fietspad naast worden aangelegd, met uitbreidingsmogelijkheid tot parallelweg.

Op 2 oktober is het bestek voor de bouw van het sluisencomplex in de Philipsdam gegund aan de laagste inschrijver, de Combinatie Krammer, bestaande uit OGEM, Nederhorst en Bredero. Begonnen is met de inrichting van het werkterrein, en het plaatsen van de keten en directiekantoren. In de verslagperiode kwamen 118 van de 144 te installeren bemalingsbronnen gereed. Ook is al een gedeelte van de lossteiger gemaakt. Voorbereidende werkzaamheden zijn uitgevoerd voor het maken van zandpalen en ten behoeve van de stroomvoorziening op het eiland.

Op 10 oktober is het bestek voor het maken van een damvak op de Plaat van de Vliet, de omkading van een bufferbekken en de havendammen van de duwvaartsluizen gegund, en wel aan de Combinatie Philipsdam II, bestaande uit: Zinkcon te Werkendam, Zinkwerken Gorinchem, Adr. Volker te Rotterdam, Holland te Hardinxveld en Heymans te Rosmalen. De aannemer is begonnen met de inrichting van het werkterrein.

#### Oesterdam

Inzake het tracé van de Oesterdam met omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom heeft de Raad van de Waterstaat de minister geadviseerd te kiezen voor een zo oostelijk mogelijk tracé met een omkading van het Markiezaat en een westelijke aansluiting op Tholen. Het ontwerp-K.B. voor het tracé van

de Oesterdam is voor goedkeuring naar de provinciale besturen van Zeeland en Noord-Brabant gezonden. Zij hebben er inmiddels mee ingestemd. Een ministeriële beslissing over de afmeting en het type van de te maken sluis in de Oesterdam wordt begin 1979 verwacht. De Raad van de Waterstaat heeft geadviseerd tot de bouw van een zogenaamde liftsluis van 10 bij 90 meter. Het ontwerp-bestek voor het werkeiland van de sluis is inmiddels gereedgemaakt.

Op 21 december heeft nog aanbesteding plaatsgevonden van een bestek voor de uitvoering van de verbinding tussen Bergen op Zoom en het voormalig speciedepot Molenplaat. Het werk is gegund aan de laagste inschrijver, Van Oord te Werkendam.

#### Lozingsmiddel Zoommeer

Een ministeriële beslissing met betrekking tot de situering van het lozingsmiddel van het Zoommeer wordt begin 1979 verwacht. De Commissie Compartimentering Oosterschelde heeft inmiddels aan de minister een nota over de capaciteit van het lozingsmiddel gezonden, waarin ze adviseert een gemiddelde capaciteit van 100 m<sup>3</sup>/sec met een uitbreidingsmogelijkheid tot 150 m<sup>3</sup>/sec te installeren. De studie inzake het streefpeil van het toekomstige Zoommeer is afgerond. Een vast peil van N.A.P. met schommelingen van 25 cm naar boven en naar beneden heeft de voorkeur.

Een concept-nota is opgesteld waarin de mogelijkheden worden afgewogen voor het bergen van vrijkomende specie uit het spuikanaal van het lozingsmiddel. Medio 1979 kan een beslissing worden verwacht waar de onbruikbare specie uit het kanaal opgeborgen gaat worden.

Gewerkt wordt aan het ontwerp van het lozingskanaal, van de spuisluis en van de kruising van het toekomstige kanaal met de bestaande leidingenbundels.

### Stormvloedkering

In de stroomgeulen Hammen en Roompot werd het leggen van bodembescherming, bestaande uit blokkenmatten, voortgezet.

In de stroomgeulen ging men verder met het opruimen van de bestaande bodembescherming in het tracé van de latere plaatsen pijlers. Zoveel mo-

gelijk werden restanten drijvend en aangespoeld polypropieendoek opgevist en verwijderd.

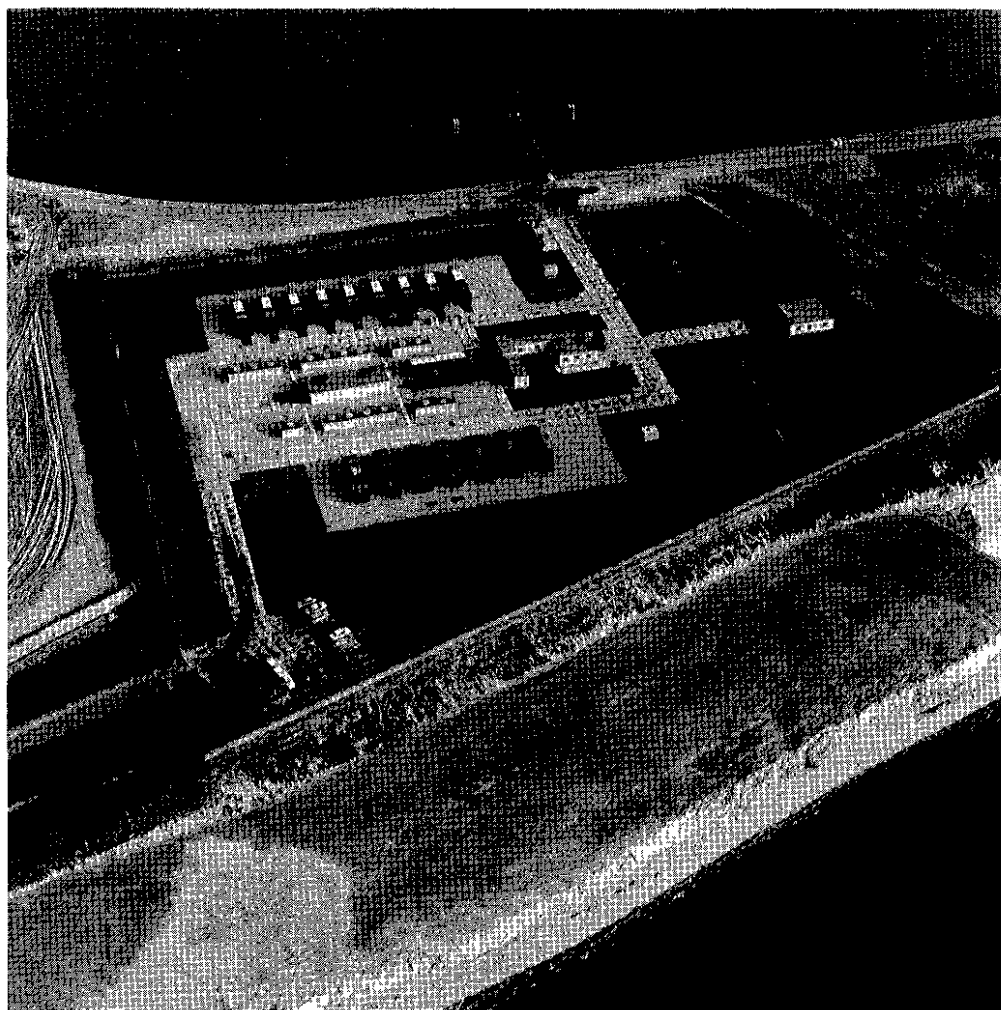
De Jan Heijmans is klaar met het leggen van steenasfaltmatten op de oevers van de Scherpenissepolders en de Brede Wetering ter hoogte van Wemeldinge.

In december werd een aanvang gemaakt met het aanbrengen van een asfaltmastieklaag in de stroomgeul Roompot. Ook dit werk wordt gedaan door de Jan Heijmans. Men legt 8 cm dikke banen asfaltmastiek van 5 m breed dakpansgewijs, zodat uiteindelijk

een dikte ontstaat van 24 cm. De lengte van het stortbed is 180 m.

In de afgelopen periode is het droge grondwerk van de bouwput Schaar gestart, dat wil zeggen er is een begin gemaakt met de aanleg van de compartimenteringsdijk tussen de compartimenten 1 en 4, en van een gedeelte van de dijk tussen de compartimenten 3 en 4 en tussen de compartimenten 1 en 2. Het nodige zand voor dit werk komt vrij uit de bodem en de belopen van de bouwput.

Voor dit zand ontgraven en verwerkt kan worden, dient



een sliblaag verwijderd te worden die een groot gedeelte van de bouwput bedekt. In de compartimenteringsdijken is een waterdicht membraan aangebracht. De verdediging op de dijk tussen de compartimenten 1 en 4 bestaat aan de ene zijde uit een laag zandasfalt en aan de andere uit een laag fosfor-slakken. In compartiment 1 is de bodem al over een lengte van 200 m op de vereiste diepte van N.A.P. – 15,20 m gebracht. De wegen op het werkterrein zijn nagenoeg klaar. Als voorbereidingen voor de drukke werkzaamheden te water in de komende jaren, maakt men *thans een begin met de aanpassing* van werkhavens in de buurt van de stormvloedkering. Allereerst werd er baggerwerk verricht in de werkhaven Roggenplaat, waar in totaal 30 960 m<sup>3</sup> werd weggebaggerd. Bij het werkeiland Noordland werd eerst een toeleidingsgeul naar de werkhaven op diepte gebracht. Nog voor het einde van het jaar kwam dit karwei klaar. Nu moet spoedig de werkhaven bij de damaanzet op Noord-Beveland volgen.

