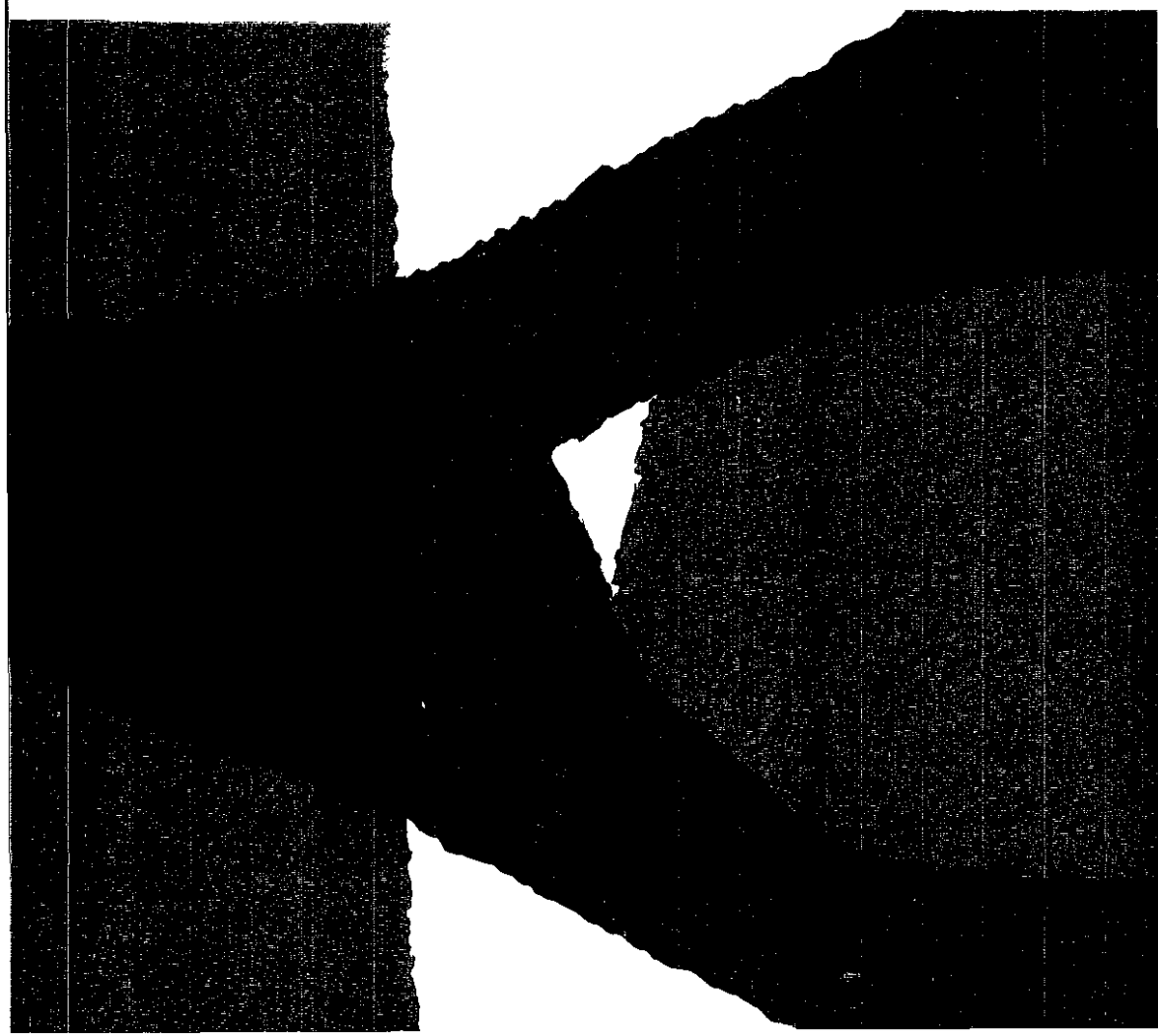


Driemaandelijks Bericht
nummer 99, februari 1982

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
2597 AT 's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
2515 TZ 's-Gravenhage
Telefoon: 070-78 99 11

De prijs bedraagt f 26,25 per jaar
of f 6,75 per nummer

Inhoud

A. De werken van het Deltaplan

Aanzanding bij de bouw van de Oosterschelde-
kering 467

Onderwaterinspectie bij de Oosterscheldewer-
ken 473

De proefzandsluiting van het lage bufferbekken
van de Krammersluizen 479

De bediening van de Krammersluizen 486

Het ontwerp van het doorlaatmiddel in de
Grevelingendam 491

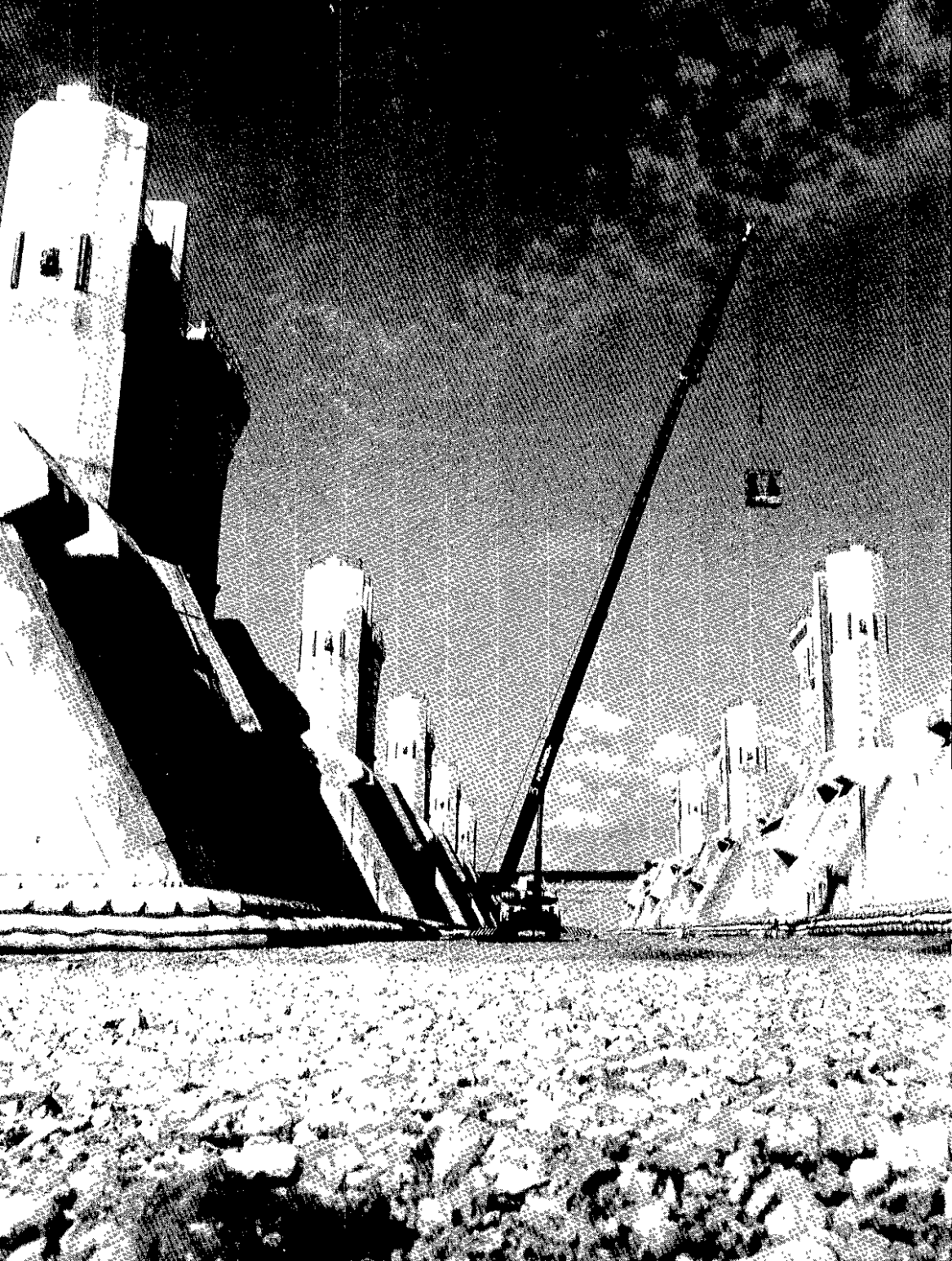
De vegetatie van de schorren langs de Ooster-
schelde en het Krammer-Volkerak 496

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

De Deltadijken in de kop van Noord-Holland en
op Texel 505

Samenvattingen/Summaries 510

Vorderingen 513



Aanzanding bij de bouw van de Oosterschelde-kering

De stormvloedkering in de Oosterschelde wordt gebouwd in drie stroomgeulen met een van nature zandige bodem. Als gevolg van golf en stroom zal het zand in deze geulen zich voortdurend verplaatsen. Voor een deel gebeurt dit doordat de zandkorrels als het ware over de bodem rollen, voor een ander deel wordt het zand in de stroom opgenomen en vervolgt het zwevend zijn weg.

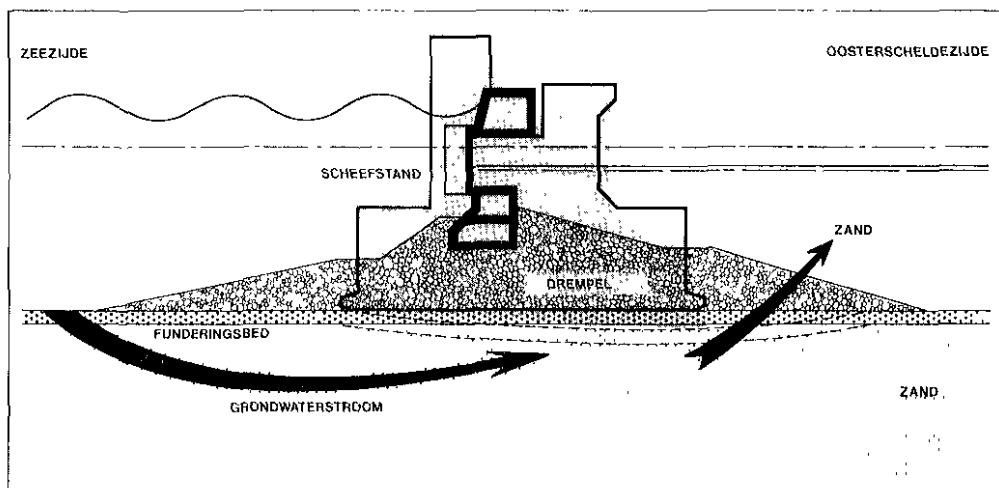
Het is kenmerkend voor het Oosterscheldebekken en de aansluitende voordelta dat het zandtransport iedere zes uur van richting verandert. Onder invloed van het getij gaat het zand het ene deel van de dag oostwaarts, het Oosterscheldebekken op, en het andere deel van de dag beweegt het westwaarts, naar zee. Omdat beide transporten vrijwel in evenwicht zijn – per saldo gaat er iets meer uit de Oosterschelde dan erin komt – verandert het geulenvormingspatroon van nature slechts langzaam. Snelle wijzigingen worden doorgaans veroorzaakt door activiteiten van de mens. Hoewel uit peilingen blijkt dat de bodemligging uiteindelijk weinig lijkt te veranderen is er in werkelijkheid wel sprake van een voortdurende beweging van het bodemoppervlak.

Het verschijnsel van de zandtransporten speelt bij het ontwerp en de uitvoering van de stormvloedkering een belangrijke rol. Deze bijdrage handelt daarover.

Zoals bekend wordt de Oosterschelde-kering samengesteld uit onderdelen die vooraf op het land zijn vervaardigd. Het doel van deze bouwwijze is tweeledig. In de eerste plaats beperkt dit het aantal bouwhandelingen in de sluitgaten, de bouw is daardoor zo min mogelijk onderworpen aan de elementen wind en water waarmee het Oosterscheldegebied zo rijkelijk is gezegend. In de tweede plaats werd met deze bouwwijze althans ten dele een oplossing gevonden voor ongewenste aanzandingen die het gevolg zijn van eerder genoemde zandtransporten.

Om welke reden is aanzanding nu zo ongewenst en met welke aanzanding moet bij de bouw van de kering rekening worden gehouden?

Om een constructie zoals de Oosterschelde-kering te kunnen plaatsen op een zandige



ondergrond moet een fundering worden aangebracht die aan speciale eisen voldoet. Gebleken is dat een filterconstructie de beste oplossingen biedt. Zo'n filterconstructie bestaat uit een aantal lagen zand en grind waarvan de korrelgrootten zo op elkaar zijn afgestemd dat er geen zand uit de ondergrond door het filter kan heendringen. Zou dit wel gebeuren – onder invloed van het waterstandsverschil over de gesloten kering en de golfbelasting – dan leidt het zandverlies tot zetting van de erop geplaatste constructie. Bij de stormvloedkering zal, als de zettingen te groot worden de doorlaatfunctie kunnen worden aangetast doordat de schuiven gaan klemlopen tussen de pijlers. In een ernstiger geval zou zelfs de kerende functie verloren kunnen gaan, wanneer de zettingen namelijk het bezwijken van de kering gaan inleiden. Een soortgelijk verschijnsel kan zich voordoen als zich bij de opbouw van het filter zand afzet tussen de verschillende lagen die achtereenvolgens worden aangebracht. Dit zand zal na het gereedkomen van de kering kunnen worden uitgespoeld, met als gevolg weer zetting van de constructie.

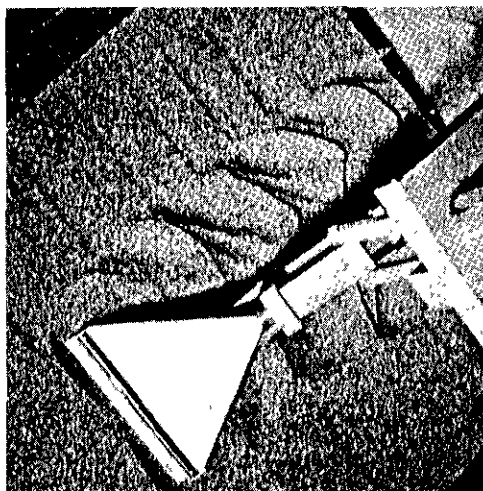
Om het probleem van de aanzanding tijdens de opbouw van het funderingsbed te ondervangen, is gekozen voor een geprefabriceerde filterconstructie. De lagen van het filter, die bij normale uitvoering los op de bodem wordt gestort, zijn nu vooraf op de wal samengevoegd in twee zanddichte funderingsmatten die geprefabriceerd in het sluitgat worden aangebracht. Het is duidelijk dat hiermee inzanding tussen de verschillende lagen van het filter onmogelijk wordt gemaakt. Immers de afzonderlijke lagen zijn reeds zanddicht verpakt.

Het aanzandingsprobleem is daarmee echter niet geheel ondervangen. In de eerste plaats omdat er tussen het leggen van de eerste mat en de tweede een zekere tijdspanne ligt. Op het grensvlak van beide matten kan dus toch aanzanding plaatsvinden. Daarnaast is het noodzakelijk gebleken om voorafgaand aan het plaatsen van de pijler de vermoedelijk ongelijke fundering te egaliseren met een zogeheten tegelmat. In feite is hier geen sprake van een mat, maar van twee stroken betonnen tegels die zo zijn ontworpen, gemaakt en in het sluitgat aangebracht dat de ongelijkheden in het funderingsbed worden uitgevuld en de later erop te plaatsen pijler in principe recht komt te staan. Evenals bij de funderingsmatten verloopt er wat tijd tussen het leggen van de bovenmat en het leggen van de tegelmat en tussen het leggen van de tegelmat en de uiteindelijke plaatsing van een pijler. Een en ander betekent dat er bij iedere pijler dus drie grenslagen aanwezig zijn waartussen zich zand kan afzetten, tussen onder- en bovenmat, tussen bovenmat en tegelmatstroken en tussen de tegelmat en de pijler. Om dit zand te verwijderen is het materieel waarmee de funderingsmat en de tegelmat worden gelegd en de pijlers worden geplaatst, voorzien van een zorgvuldig ontworpen zuigsysteem, waarmee de grensvlakken tussentijds worden 'opgeschoond'. Niettegenstaande alle materiële voorzieningen die zijn getroffen om de hoeveelheid zand in de onderscheiden grenslagen te beperken, is het uit nadere studie nodig gebleken om de werkmethode van de uitvoeringshandelingen doordacht te kiezen, om niet alsnog ongewenst grote aanzanding te krijgen. Wat zijn hiervan de oorzaken? Bij de uitvoeringshandelingen blokkeert de te leggen mat of de

Fig. 1. Scheefstand van de pijler als gevolg van het uitspoelen van bodemmateriaal.

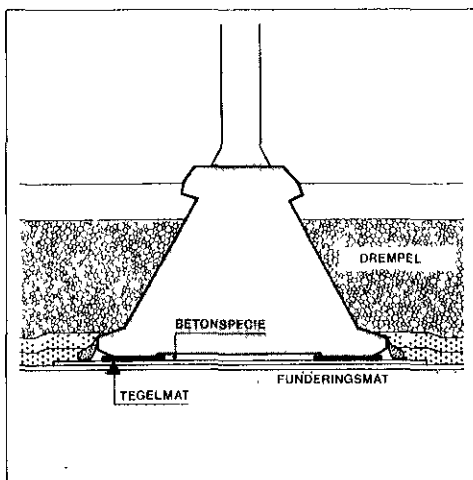
Fig. 2. Schema van de fundering en de inbedding van de pijlervoet.

Foto: Aanzandingspatronen achter een zuigmond.



te plaatsen pijler, maar ook de zuigmond tijdens het opschoonproces plaatselijk het doorstroomprofiel in het sluitgat. Bij zo'n blokkering ontstaat in de directe omgeving van het betrokken obstakel een kleine ontgronding doordat de stroomsnelheden ter plaatse toenemen. Hierbij treedt zowel bodem- als suspensie-transport op. Tengevolge van het optredende lokale stroombeeld heeft het in beweging gebrachte zand de neiging om zich naar het gebied achter het betrokken obstakel te verplaatsen. Er treedt dus aanzanding op in het zogeheten schaduwgebied.

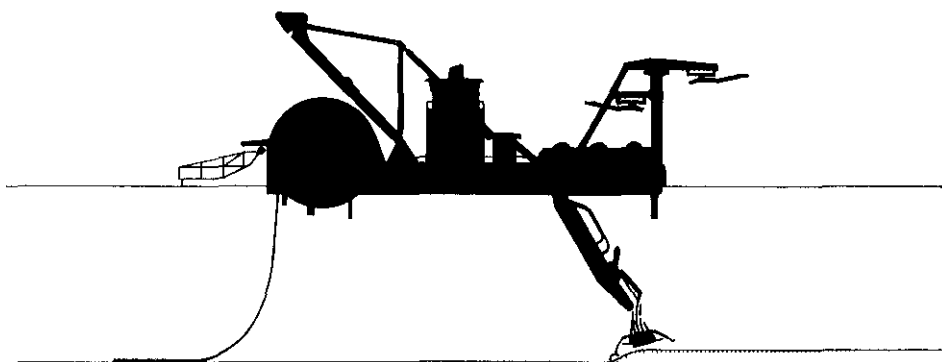
De foto geeft een aanzandingspatroon achter een zuigmond zoals dit in een hydraulisch model zichtbaar werd. De hoeveelheid en de wijze van aanzanding is onder meer afhankelijk van de vorm van het obstakel, de grootte en de richting van de stroomsnelheden in het sluitgat



en van de tijdsduur. Omdat de stroomsnelheden en de stroomrichtingen in het sluitgat niet beïnvloedbaar zijn, moest worden onderzocht bij welke uitvoeringsmethode de geringste aanzanding mocht worden verwacht, dat wil zeggen bij welke aanstroomrichting – eb of vloed – en bij welke stroomsnelheden het uitvoeringsproces het beste kan plaatsvinden. Uit figuur 3 blijkt dat alle essentiële handelingen zoveel mogelijk plaats moeten vinden rond de kentering van het getij, wanneer de stroomsnelheden laag zijn. Waar enigszins mogelijk is de leg- of zuigrichting zodanig aangepast dat geerodeerd bodemmateriaal niet neerslaat op het zojuist opgeschoonde werkvlak. Een dergelijke uitvoeringsmethode is evenwel niet voor alle fasen mogelijk, ofwel omdat de tijdsruimte te beperkt is of omdat er uitvoeringstechnische overwegingen – krachten, risico's en dergelijke – zijn die een andere methode in de weg staan.

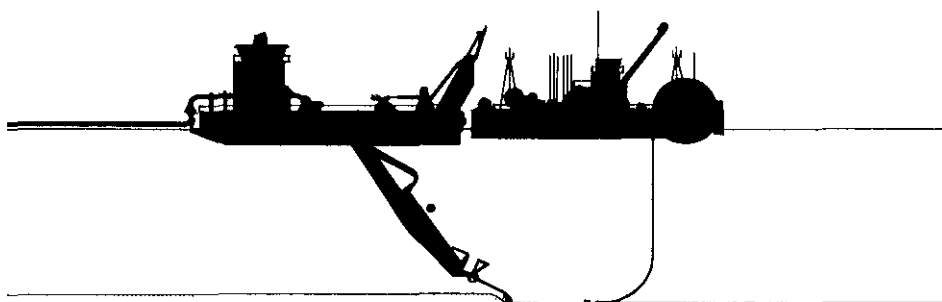
Met de aldus verkregen werkmethode kon vervolgens worden bestudeerd welke aanzanding op de grenslagen moet worden verwacht bij concrete uitvoeringshandelingen. Deze studie werd bemoeilijkt door het feit dat de verschijnselen die aanleiding geven tot aanzanding zich gedurende een zeer korte periode zullen voordoen. We hebben hier namelijk te maken met erosie en aanzanding rond bewegende objecten in een complex stroombeeld. Bij de studie daarvan kan slechts zeer beperkt gebruik gemaakt worden van resultaten van ontgrondingsonderzoeken in ander verband, omdat daarbij steeds de evenwichts-ontgrondingssituatie is onderzocht, die onder deze omstandigheden helemaal niet wordt bereikt. Omdat in diverse praktijk- en modelonderzoeken en vanuit de theorie verschillende specifieke

CARDIUM



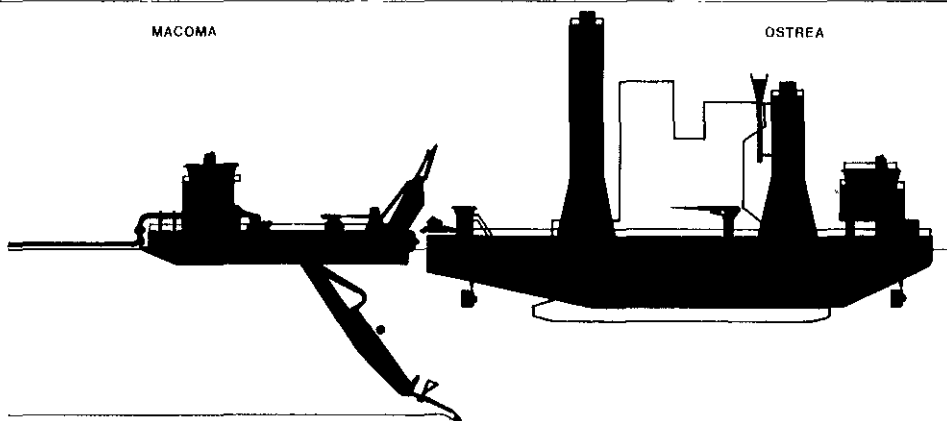
MACOMA

DOS 1



MACOMA

OSTREA



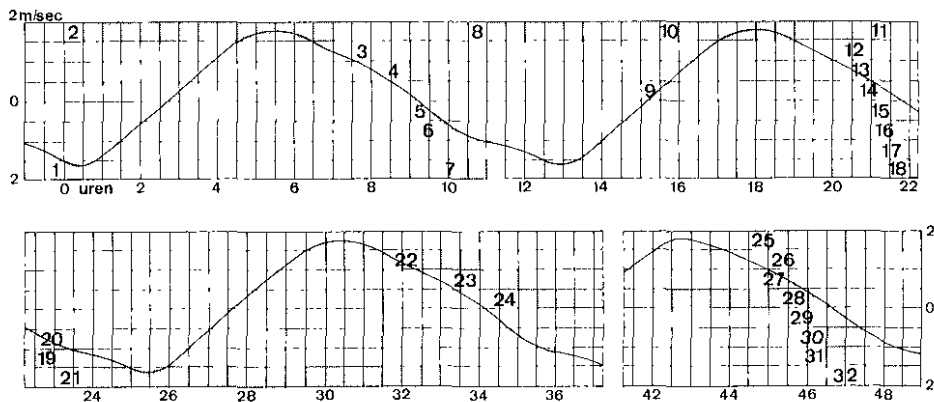


Fig. 3. De handelingen van de werkschepen en hun plaatsing in verband met het getij.

gegevens zijn genoemd die bruikbaar zouden kunnen zijn voor dit probleem, is de studie gesplitst in drie onderdelen: de erosie rond obstakels, de uitwisseling van geërodeerd materiaal in het stroomschaduwgebied achter de obstakels, en de wijze en mate van neerslag van uitgewisseld sediment op het betrokken werkvlak.

Met deze uitsplitsing kon per onderdeel worden geanalyseerd welke factoren een rol spelen, bijvoorbeeld de aanstroomsnelheid en -richting, de vorm van de zuigmond, gegevens die bekend zijn uit de werkelijkheid of uit modelonderzoeken. Voorzover dit niet het geval was, konden er schattingen worden gemaakt vanuit de theorie. Uiteindelijk kon zo de aanzanding per scheidingsvlak worden berekend, waarbij dus gebruik was gemaakt van model- en ervaringsresultaten en theoretische

- 1 Verhalen MACOMA
- 2 Grof opschonen funderingsmat + bovenmat
- 3 Afstemming DOS I
- 4 Afmeren DOS I
- 5 Positioneren DOS I
- 6 Koppelen DOS I en MACOMA
- 7 Uitbrengen zij-ankerdraden DOS I
- 8 Opschonen funderingsmat + bovenmat
- 9 Invaren rol met tegelmat
- 10 Opschonen bovenmat
- 11 Fijn opschonen bovenmat
- 12 Afzinken tegelmat
- 13 Positioneren kopbalk
- 14 Mat aan de grond brengen
- 15 Inmeten mat
- 16 Ontkoppelen kopbalk
- 17 Terugwentelen rol
- 18 Koppelen kopbalk
- 19 Ontmeren DOS I
- 20 Verhalen MACOMA
- 21 Grof opschonen funderings- en tegelmat
- 22 Afmeren OSTREA
- 23 Verhalen en positioneren
- 24 Opschonen tegelmat
- 25 Laatste opschoonslag
- 26 Verhalen + grof positioneren
- 27 Afzinken pijler
- 28 Fijn positioneren
- 29 Plaatsen pijler
- 30 Ontkoppelen
- 31 Grindzak lossen
- 32 Verhalen OSTREA

sche schattingen met een ongelijke betrouwbaarheid. Om de invloed van de diverse aspecten op het eindresultaat te kunnen beoordelen en daarmee ook de invloed van eventuele misschattingen, is de berekening een groot aantal malen uitgevoerd met gevarieerde randvoorwaarden: andere stroomsnelheden, andere ontgrondingssnelheden en verscheidene vormen van aanzanding van sediment. Door deze wijze van benadering kon een onzekerheidsband worden aangegeven rond de verkregen gemiddelde resultaten. In de onderstaande tabel is het uiteindelijke resultaat weergegeven.

Voor de constructie van de Oosterschelde-kering is het uiteindelijk het meest van belang hoe scheef de pijlers staan tijdens de bouwphase en na het gereedkomen, als de aanzanding weer verdwijnt. Immers, als de pijler in het sluitgat 1 mm/m scheef staat betekent dit voor een punt op 30 m boven het grondvlak $30 \times 1 = 30$ mm. Nu is de scheefstand van de pijler niet alleen onderworpen aan de mate van aanzanding. Afhankelijk van de vlakheid van het funderingsbed zal niet alleen de betrokken pijler reeds enigszins scheef kunnen staan, maar ook de naastliggende pijlers. Ook die moeten dus in de beoordeling worden betrokken. In het

bestek van deze bijdrage kan niet worden ingegaan op de achtergronden van de toleranties die hiervoor beschikbaar moeten zijn in relatie tot bijvoorbeeld de bewegingsmogelijkheden van de schuiven. Bij de aanzandingsstudies is mede in dit verband wel bekeken welke onderlinge scheefstand bij een bepaald aantal pijlers als gevolg van aanzanding mag worden verwacht. Gebleken is dat bij 3 à 4 pijlers rekening moet worden gehouden met een relatieve scheefstand ten gevolge van alleen aanzanding van 3 mm/m. Dit getal ligt, afhankelijk van de mate waarin het zand weer kan verdwijnen en de zettingen die er het gevolg van zijn, in de orde van grootte van het toelaatbare.

De grote aandacht voor de aanzandingsproblematiek en de getroffen voorzieningen aan het werkmaterieel zijn wel gerechtvaardigd. Als resultaat van de verrichte studies naar de aanzandingsverwachtingen is nu tevens een beter inzicht ontstaan in de gevolgen van bepaalde uitvoeringshandelingen. In de komende proefperioden en bij de feitelijke bouwhandelingen kan dit inzicht leiden tot beter gerichte aanpassingen in de uitvoeringsmethoden, met als doel de onvermijdelijke aanzanding tot een minimum te beperken.

Tabel Totale aanzanding tijdens het leggen van de funderingsmatten en de plaatsing der pijlers.

situatie	midden sluitgat		rand sluitgat	
	gemiddeld	onzekerheidsband	gemiddeld	onzekerheidsband
<i>Gemiddelde laagdikte</i>				
Aanzanding door erosie naast obstakels (zuigmond, mat)	8 mm	19 mm	11 mm	28 mm
Natuurlijke aanzanding tijdens uitvoering na opschonen	3 mm	10 mm	3 mm	10 mm
Aanzanding onder pijler tijdens plaatsen	1 mm	2 mm	1 mm	2 mm
Totale gemiddelde laagdikte	12 mm	25 mm	15 mm	33 mm
Maximale lokale laagdikte	26 mm	55 mm	27 mm	58 mm
<i>Hellingen v.d. pijler t.g.v. de zandlaag:</i>				
dwarshelling	0,4 mm/m	1,0 mm/m	0,64 mm/m	1,7 mm/m
langshelling	0,2 mm/m	0,5 mm/m	0,02 mm/m	0,2 mm/m

Onderwaterinspectie bij de Oosterscheldewerken

De stormvloedkering in de Oosterschelde-mond wordt opgebouwd uit geprefabriceerde elementen. Het eigenlijke bouwproces hoeft daardoor niet in de stroomgeulen plaats te vinden: de fundering wordt aangevoerd in de vorm van matten die vooraf in een fabriek zijn vervaardigd, en de pijlers zijn gebouwd in een dok achter het werkeiland Neeltje Jans. Wat de werkschepen in de sluitgaten doen, is dus *eigenlijk alleen het assembleren van de onderdelen*. Een complicatie daarbij is evenwel, dat de onderdelen onder water moeten worden geassembleerd. Dit werk zou dus min of meer in den blinde moeten gebeuren, als er geen middelen werden gevonden om toch toezicht en controle uit te oefenen beneden de water-spiegel.

Voordat de pijlers hun bestemming bereiken moet de fundering worden gelegd. De matten-legponton 'Cardium' zuigt daartoe de bodem in het tracé van de stormvloedkering vlak met behulp van zijn stofzuigervormige zuigmond. Is het profiel op de juiste diepte en in de verlangde vorm gekomen, dan wordt in dat deel van het cunet zo snel mogelijk de onderste funderingsmat gelegd. Deze mat is opgebouwd uit drie filterlagen: zand, klei en grind. De lengte ervan, die dwars op de as wordt uitgerold, is 200 m, de breedte 42 m en de dikte aanvankelijk 36 cm, na het verdichten 32 cm. Op die plaatsen waar een pijler komt, wordt een bovenmat gelegd van 60 x 32 x 0,36 m, gevuld met grind. Tussen onder- en bovenmat kan zich wat zand afzetten, als mors van het opschoonproces op de ondermat, of als neerslag uit het normale zandtransport in de sluitgaten. Voor de bovenmat wordt gelegd, moet beoordeeld kunnen worden of de laagdikte van dat zand niet groter

is dan kan worden toegestaan, dat wil zeggen groter dan 1 à 2 cm. Is de laag dikker, dan moet de ondermat eerst opnieuw worden opgeschoond. Dit voorbeeld toont de onontbeerlijkheid aan van inspectie onder water op de kwaliteit en de toestand van gemaakt werk. Behalve op de funderingsmat is op vele andere onderdelen van de Oosterschelde-kering inspectie noodzakelijk. Ook de tegelmatten moeten geïnspecteerd worden, en de stand van pijlers en grindzakken, zowel in het bouwdok als later in de sluitgaten. Hetzelfde geldt voor de sponningen, de dorpelbalken en de schuiven, de bodembeschermingen, de dam aanzetten en landhoofdconstructies en voor het systeem van ankerpalen in de sluitgaten. Het gaat hierbij vaak om de detectie van zandafzettingen en de meting van de dikte van afgezette zandlagen, maar ook om andere, per ongeluk veroorzaakte schade aan gemaakt werk.

Om de verschillende inspectietaken te kunnen uitvoeren, wordt gebruik gemaakt van duikers, maar tevens, vanwege de omvang van de werkzaamheden, van allerlei apparatuur, die in sommige gevallen speciaal voor dit doel werd ontwikkeld en gebouwd. Dit artikel doet een poging te beschrijven wat voor apparatuur er zoal bedacht is, en hoe men die denkt te gebruiken. Een soort ruimtevaart onder water, lijkt het wel.

Oog en hand van de geschoolde duiker worden bij de onder-water-inspectie geassisteerd door T.V.- en fotocamera's, zandlaagdiktemeters, profielopnemers en sonar-apparaten. De zichtomstandigheden op de bodem van de Oosterschelde – 30 à 40 m beneden de water-spiegel – maken het noodzakelijk camera's te voorzien van een zogenaamde 'Klar Sicht

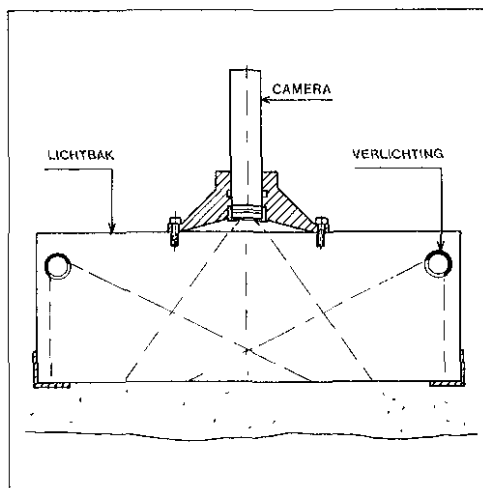
Vorsatz', een KSV, die fungeert als lichtbak en als groothoeklens, teneinde bij geringe afstand toch nog voldoende beeldoppervlak te krijgen. T.V.-beelden worden in eerste instantie vastgelegd op een videorecorder.

De zandlaagdiktemeter is ontwikkeld door de Technisch Fysische Dienst van het TNO. Het apparaat werkt op hoogfrequente echotechnieken, waarbij de looptijd van een echo kan worden omgerekend in een afstand. Niet alleen de grens tussen water en zand wordt door een verandering van de echokarakteristiek gemarkeerd, ook die tussen het bodemzand en de funderingsmat. Lig er een mat met daarop gesedimenteerd zand, dan kan de laagdikte van het zand dus worden opgemaakt uit het minime verschil in looptijd tussen de twee genoemde echo's. De laagdiktemeter bestaat uit drie gedeelten; allereerst een sensor die twee zenders bevat waarvan er een met 1 MHz werkt en de andere met 0,5 MHz. Een helder echobeeld wordt verkregen door zenders te gebruiken met een grote bandbreedte, die zeer korte geluidsimpulsen kunnen afgeven. De echo-zenders moeten zich op 15 à 25 cm loodrecht boven de mat bevinden, wil de meting optimaal zijn. Als tweede deel van de laagdiktemeter noemen we de bekabeling, en als derde de eigenlijke zanddiktemeter, die zorgt voor het genereren van de akoestische signalen, en voor de behandeling van de binnenkomende echo's, zoals de vertaling van het signaal in een dikte van de zandlaag, en doorvoer van de gegevens naar de centrale computer.

Automatische detectie van de laagdikte is vanwege de sterke fluctuaties in de ontvangen signalen overigens alleen mogelijk wanneer de langs een bepaalde weg ontvangen signalen worden gemiddeld.

De profiel-opnemer, het volgende instrument dat we bekijken, heeft een mechanisch op en neer bewegende kop waarin een echolood zit. De aandrijving wordt verzorgd door een elektrische stappenmotor. De mechanische kop moet zo lang in elke stand blijven staan, dat het signaal van de zeebodem nog kan worden terugontvangen voor de stand verandert. De profielopnemer maakt op deze wijze verticale bodemdoorsneden. Hoogteverschillen die hij heeft opgemerkt kunnen met behulp van een minicomputer op een scherm worden weergegeven. Zo kunnen bij voorbeeld de ligging van de rand van een mat, of het begin van een bestorting zichtbaar gemaakt worden en gemeten.

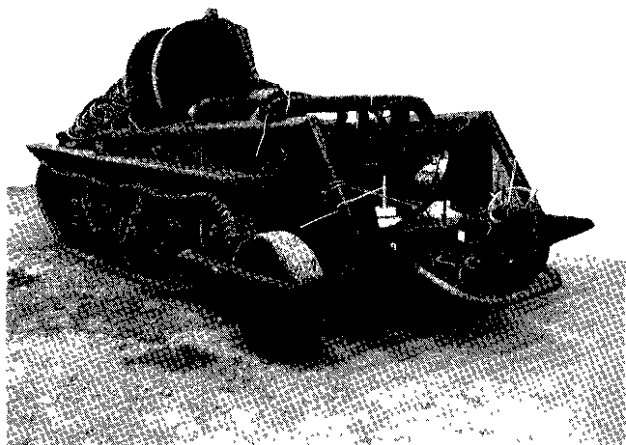
Dan is er nog de sonar, waarvan we twee



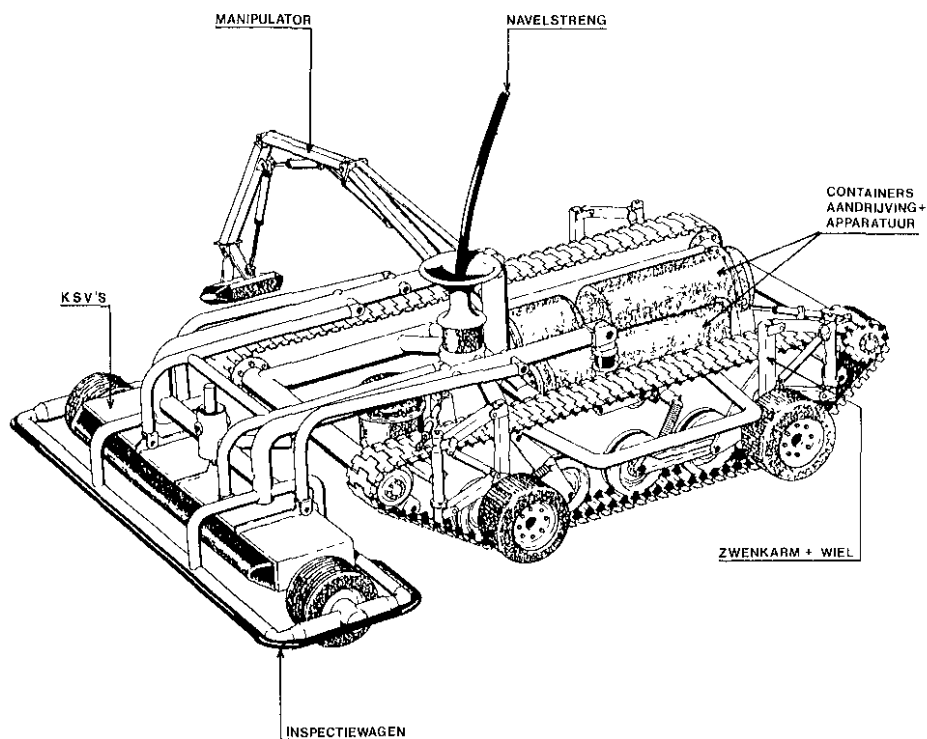
uitvoeringen kennen. De ene specialiseert zich in de continue registratie van objecten, en geeft in de dwarsrichting een volledig overzicht van obstakels op een naastliggende strook van het werk. Deze sonar werkt met een frequentie van 500 KHz, omdat dit hem in staat stelt op korte afstand ook kleinere objecten op te sporen. De pulsengte van 20 microseconden geeft een oplossend vermogen in de dwarsafstand van ongeveer 3 cm, voldoende om groepjes stenen te kunnen detecteren. De horizontale openingshoek van $0,2^\circ$ geeft in de langsrichting een oplossend vermogen van 5 cm op een afstand van 10 m. De verticale openingshoek bedraagt 40° . De echo's worden weergegeven op papier. Als de voortgangssnelheid van de sonar-vis wordt verrekend met de papiersnelheid van de recorder, treden er in de langsrichting geen vertekeningen op. De tweede sonar waarover we beschikken is een radar-verkenner, die objecten vóór het eigen voertuig opspoor. Dit apparaat werkt met een frequentie van 400 KHz. Het oplossend vermogen in langsrichting is hier 8 cm, en de hoekresolutie $1,4^\circ$.

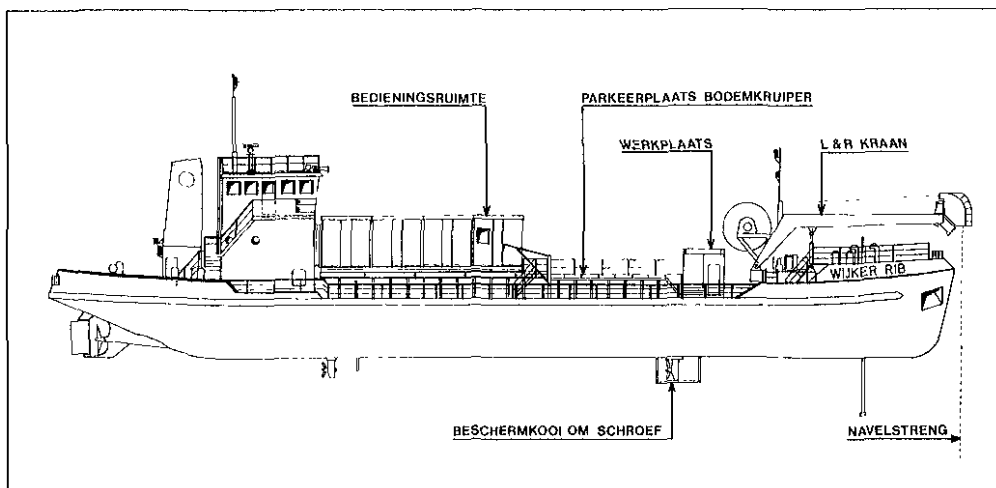
Bij inspecties door duikers wordt veelal gebruik gemaakt van een onderwater-T.V.-camera, waarvan de beelden verschijnen op een monitorscherm, de waarnemer van dit monitorbeeld kan via de duiker-telefoon aanwijzingen geven aan de duiker, zodat objecten en details in beeld gebracht kunnen worden die voor de inspectie van belang zijn. Gegevens als datum, tijd en duiknummer kunnen met een toetsenbord op het beeld worden ingetikt. Belangrijke beelden kunnen met een video-recorder worden vastgelegd.

Fig. 1 Schematische voorstelling van een 'Klarsichtvorsatz'



Schema en afbeelding van het inspectievoertuig 'Portunus'.





Dragers

Om grote hoeveelheden inspecties onder water te kunnen verrichten, zullen speciale inspectie-systemen worden gemaakt en ingezet; hieronder beschrijven we een paar van zulke 'draggers', die ervoor zorgen dat de inspectiemiddelen op de vereiste plaatsen worden gebracht. Er zijn bij de werken in de Oosterschelde-mond drie soorten dragers nodig: een *Bodemkruiper*, een op afstand te bedienen *Mechanische Duiker* en een *Inspectieslede*.

De Bodemkruiper heeft de roepnaam 'Portunus' (*Zwemkrab*) gekregen. Het voertuig is 6 m lang en 4 m breed; het gewicht boven water bedraagt 6,5 ton, onder water slechts 5 ton. De normale manier van voortbewegen is op rupsbanden, maar er zijn ook vier zwenkarmwielen, buiten de rupsen, waarmee het voertuig kan manoeuvreren wanneer het op de funderingsmatten rijdt. Koerscorrecties van enkele graden mogen dan nog wel uitgevoerd worden met behulp van de rupsbanden, maar als het om grotere koersveranderingen gaat, bij voorbeeld een wending van 180° of een zijdelingse verplaatsing, dan worden de zwenkarmen in een bij de beweging behorende stand geplaatst; vervolgens worden de wielen hydraulisch omlaag gedrukt, en het voertuig komt omhoog tot de rupsbanden vrij zijn van de mat. De zwenkwielen worden aangedreven door hydromotoren die in de wielen zijn ingebouwd. Aan de voorkant van de Bodemkruiper bevindt zich de inspectiewagen, die als hij in gebruik is, met twee met water gevulde banden op de mat rust. Het frame hangt daardoor op een vaste hoogte boven de bodem. De inspectiewagen is met het rupsvoertuig verbonden door twee bomen, die aan de

zijkant van de Bodemkruiper scharnieren. Met een hefcilinder kunnen de bomen opwaarts bewegen. Voordat de Bodemkruiper een obstakel beklimt, bij voorbeeld een bodembescherming, wordt de inspectiewagen 1,5 m omhooggebracht. De rupsen, als voorste delen van de Bodemkruiper, kunnen de bestorting dan gaan beklimmen.

De inspectiewagen draagt 3 KSV-blokken, in een frame dat ten opzichte van het geheel van de wagen in hoogte kan worden versteld, terwijl de KSV-blokken evenwijdig blijven met het bodemoppervlak. In elk blok van 1 m bij 70 cm zijn twee zwart/wit-camera's aangebracht. De hoogte-instelling wordt bepaald naar het zicht onder water ter plaatse. Het begeleidingschip ontvangt de zes televisiebeelden op monitors. De inspectiewagen draagt aan de voorzijde ook nog vier aanzandingssensoren voor de meting van zandlaagdikten.

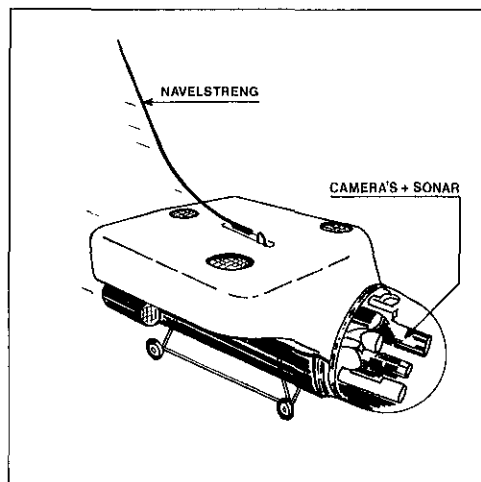
De Bodemkruiper is verder uitgerust met een sonar-vis aan weerszijden om daarmee de bodem naast het rupsvoertuig af te tasten, en aan de voorkant met nog een sonar die helpt om obstakels vóór de Bodemkruiper op te merken en te vermijden.

De Bodemkruiper wordt met de hand bestuurd door iemand aan boord van het begeleidingsvaartuig, die met stuurknuppels de rupsaandrijving en de zwenkwielen bedient; maar hij kan ook geheel automatisch een vooraf geprogrammeerd rijpatroon volgen. De afstandsbesturing geschiedt in beide gevallen door tussenkomst van een navelstreng, 7 cm dik en 250 m lang, waarmee de Bodemkruiper vastzit aan het begeleidende vaartuig. De elektrische energie die de 'Portunus' nodig heeft voor zijn aandrijving en zijn inspectie-verrichtingen wordt ook langs die navelstreng aangevoerd. Tevens

Fig. 2. De 'Wijker Rib' als begeleidingsvaartuig van de Bodemkruiper.

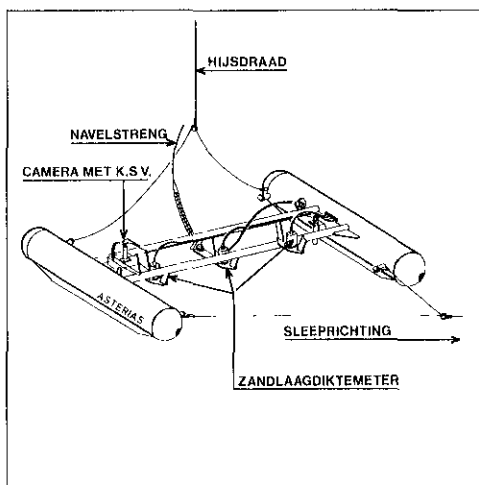
Fig 3. Mechanische duiker.

Fig. 4. Inspectieslede.



dient die streng om de meetsignalen van de sensoren over te brengen, en als kabel waaraan de Bodemkruiper kan worden opgehesen of afgevierd.

De maximale rijnsnelheid van het vehikel is op rupsbanden 0,5 m/sec. en op wielen 0,3 m/sec. Als begeleidend vaartuig treedt de 'Wijker Rib' op, die vroeger dienst deed bij de bodemcartering. Dit schip meet $54 \times 9,3$ m, en heeft een gemiddelde diepgang van 1,8 m. De verbouwing tot ondersteuningsschip voor de onderwaterinspectie vindt op het ogenblik plaats. Juist achter het bakdek wordt een speciale zwenkraan geplaatst met een hefvermogen van 7,5 ton op 10,5 m, voor het tillen van de Bodemkruiper; er wordt gezorgd voor compensatie van de deining. Het lierwerk kan ook op een lage constante trekkracht worden ingesteld wanneer de 'Portunus' over de bodem rijdt. Het



hijsen en strijken kan alleen vanaf de kraan geschieden; zwenken en lichtbelast halen en vieren kan ook vanaf de brug. Het einde van de kraangiek heeft een rollenbaanconstructie die kantelbaar is; dit in het belang van een optimale begeleiding van de kabel. Onder het bereik van de kraantop is een houten werkdek van 7×8 m, waar de Bodemkruiper op geplaatst kan worden, met zijn neus in elke gewenste richting. Op het voordek zijn twee draadlieren, en op het achterdek één. Met deze lieren kan de Bodemkruiper bij het afvieren in de gewenste positie worden gehouden.

De hoofdvoortstuwing van de 'Wijker Rib' bestaat uit twee schroeven met een asvermogen van 300 pK. Vóór in de beun van het schip is bovendien een allerzijds wendbare schroef geplaatst van 510 pK, en achterin nog een van 260 pK, beide afgeschermd, om de navelstreng te beschermen. Het elektrische boordnet van 32 kVA wordt uitgebreid met een nood-aggregaat en een accu-set, hetgeen continuïteit garandeert in de voeding van de computers. Voor de navigatie tijdens de inspecties is de 'Wijker Rib' uitgerust met een oppervlakteplaatsbepalingssysteem, een gyrokompass en een akoestisch plaatsbepalingssysteem waarvoor enige bakens in het te inspecteren gebied worden uitgezet.

Voor inspectietaken los van de bodem zal een Mechanische Duiker worden gebruikt. Dit apparaat moet een aanzienlijke eigen snelheid kunnen ontwikkelen – ongeveer 2 meter per seconde – om in stromend water te kunnen opereren. Verder moet het goed wendbaar zijn, en niet te omvangrijk, omdat het onder meer inspecties moet verrichten aan de onderkant van de pijlers die zijn opgehesen in het bouwdoek.

Ook hier vinden de energietoevoer en de doorgeleiding van signalen plaats via een navelstreng. Voor de voortstuwing, het manoeuvreren en de dieptebesturing zorgen propellers die, ter vergroting van hun stuwkracht, zijn aangebracht in straalbuizen. De Mechanische Duiker draagt een niet gering aantal sensoren. Er zitten een onderwater foto- en filmcamera op, gemonteerd op een in alle richtingen draaibaar frame, een zandlaagdiktemeter, een T.V.-camera met KSV, een profiel-opnemer en sonars voor zijdelingse en voorwaartse waarneming.

De bestuurder van de Mechanische Duiker krijgt op afstand gegevens door over de koers met behulp van een ingebouwde gyro; over de diepte waarop de Duiker zich bevindt wordt hij geïnformeerd door een druksensor, terwijl een echolood de positie opgeeft ten opzichte van de bodem. Verdere plaatsbepaling geschiedt met behulp van een akoestisch systeem. Op een plotschermscherm verschijnt de positie van het te inspecteren doel. De bestuurder op het ondersteuningsschip kan de Mechanische Duiker als een blindvlieger naar het doel leiden, en daar de inspecties uitvoeren. In de Mechanische Duiker zit apparatuur ingebouwd waardoor het mogelijk wordt een aangegeven diepte of koers vast te houden. Dit is belangrijk voor succesvolle operaties.

Ten slotte is er dan nog de inspectieslede 'Asterias' (*Zeester*), speciaal ontwikkeld en gebouwd om tijdens het leggen van de bovenmatten voor de pijlerfundering na te gaan waar op de ondermat de zandafzetting het toelaatbare overschrijdt. De 'Portunus' heeft namelijk een te groot inspectieprogramma in de verschillende sluitgaten om het zonder hulpapparatuur af te kunnen.

De inspectieslede wordt aan een hijsdraad in de beun van de 'Cardium' neergegaten vóór de rol met de bovenmat. Via twee stuurdraden aan de voorkant van de 'Cardium' wordt hij voortgesleept over de onderste funderingsmat. De plaats van de 'Asterias' wordt met hetzelfde akoestische plaatsbepalingssysteem ingemeten waarmee vanaf de 'Cardium' ook de kopbalk van de funderingsmat wordt gepositioneerd. De inspectieslede bevindt zich tijdens het afrollen van de bovenmat steeds 10 m vóór het punt waar de bovenmat de ondermat raakt. De slede heeft drie zanddiktemeters op een rij, en bovendien nog een verticaal opgestelde camera met een kleine KSV, waarmee zicht op de bodem wordt verkregen en waarmee de bewegingen van de slede ten opzichte van de bodem worden waargenomen. De camera gebruikt één zanddiktemeter voor het verkrijgen

van een antwoord op de vraag of er al dan niet zand ligt op de ondermat.

Het gewicht van de 'Asterias' bedraagt boven water 1,15 ton, en onder water 1 ton. De lengte is 2,60 m, de breedte 4 m en de hoogte 60 cm.

Navigatiesystemen

Voor navigatie-doeleinden is op de Bodemkruiper 'Portunus' een akoestisch systeem gemonteerd, waarmee de plaats van het inspectievoertuig via de signaal-zender van de 'Wijker Rib' kan worden bepaald. Verder draagt de 'Portunus' een gyrokompas. De afgelegde weg kan worden berekend uit de rupswiel-omwentelingen. De Mechanische Duiker draagt een akoestisch baken, waarmee de plaats van het vaartuigje wordt gemeld aan het moederschip. De 'Asterias' wordt genavigeerd middels het akoestische systeem van de 'Cardium'.

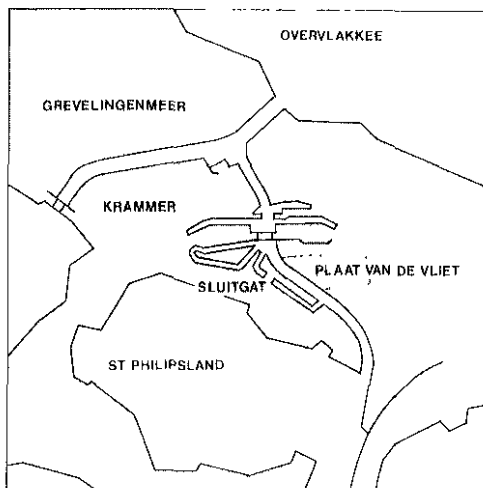
Alle inspectiesystemen worden dus geleid vanaf een verschillend moederschip. Aan boord van de 'Wijker Rib' vindt de verwerking van de gegevens plaats in de bedieningsruimte, waar een centrale console staat opgesteld. Hierin is een printer opgenomen, waarmee verslagen worden gemaakt, en de data-schrijver van de Bodemkruiper wordt bijgehouden. Er is ook een plotter, waarop tijdens de inspecties de gemeten zanddikte wordt weergegeven, en waarop naderhand kaarten worden gemaakt ten behoeve van de verslaggeving.

Voor visuele inspectie zijn T.V.-schermen met videorecorders opgesteld, evenals schermen en opnemers voor de voorwaartse en zijdelingse sonar. Op een paneel voor de bestuurder verschijnen alle relevante gegevens over de stand van de wielen van de 'Portunus', de positie van de inspectiewagen, de hoogte der KSV's, druk, temperatuur, toerental, helling, afgelegde weg, koers en snelheid.

Ongeveer net zo gaat het op het moederschip van de Mechanische Duiker. De 'Asterias' zendt zijn gegevens via de navelstreng naar de besturingsruimte aan boord van de 'Cardium'. Als het tijdens de werkcycclus van de werkschepen in de Oosterscheldemond nodig is dat de gegevens van de onderwaterinspectie direct worden gepresenteerd, gebruikt men een telemetriesysteem om de gegevens vanaf het ondersteuningsschip OWI over te seinen naar het werkschip. De inspecties zullen plaatsvinden tijdens het mattenleggen door de 'Cardium', het grindstorten door de 'Jan Heymans' en het leggen van de tegelmatten door de 'DOS I'.

Ook later, wanneer de 'Ostrea' met hulp van de 'Macoma' de pijlers plaats, moet inspectie onder water tijdens en na de operaties voldoende gegevens verzamelen om die operaties met de vereiste kwaliteit te kunnen uitvoeren.

De proefzandsluiting van het lage bufferbekken van de Krammersluizen



In het verleden is een aantal getijgeulen – het Brielse Gat, het Springersdiep en de Geul – afgesloten door zand te spuiten in het sluitgat. Bij zulke zandsluitingen treden zandverliezen op, overwegend onder invloed van de door het sluitgat trekkende stromingen.

Om de orde van grootte van deze verliezen te bepalen is een berekeningsmethodiek opgesteld. Hierbij worden factoren gebruikt die op aannamen berusten, maar die volgens controleberekeningen de grootte van de zandverliezen redelijk benaderen.

Bij de voorstudies voor de aanleg van de compartimenteringsdammen, de Oesterdam en de Philipsdam, is voor het dichten van de sluitgaten eveneens de methodiek van zandsputten onderzocht. Op grond van afwegingen tussen een aantal mogelijke sluitingsmiddelen is voorshands evenwel besloten uit te gaan van een sluiting met stenen of blokken.

Dit besluit is voornamelijk genomen in verband met de schade die het milieu kan lijden bij uitvoering van een zandsluiting. Om een zandsluiting mogelijk te maken zouden de stroomsnelheden in de sluitgaten gereduceerd moeten worden door verkleining van de opening van de Oosterschelde-kering. Deze reductie levert zekere nadelen op voor het milieu.

Er zijn echter aanwijzingen dat de tot nu toe gebruikte berekeningsmethode een te hoge schatting oplevert van de zandverliezen en van de sluitingsduur. Dit gecombineerd met het feit dat een zandsluiting belangrijk goedkoper is dan andere afsluittechnieken, maakt een nader onderzoek toch weer interessant. Het onderzoek naar de mogelijkheden voor een zandsluiting is daarom voortgezet. Het richt zich onder meer

op het optimaliseren van de berekeningsmethode voor het bepalen van de zandverliezen, tijdens de afsluiting. Indien de zandverliezen lager blijken te zijn dan uit eerdere berekeningen volgde, zou de stroomreductie geringer kunnen worden of achterwege kunnen blijven, waardoor de nadelen voor het milieu ook minder zouden zijn of zelfs niet zouden optreden.

Om de bestaande methodiek voor het berekenen van de zandverliezen tijdens een sluiting en van de sluitingsduur te verfijnen, is een proefzandsluiting uitgevoerd in de omkading van het lage bekken van de Krammersluizen en van de spaarbekkens van die sluizen. Deze zandsluiting is in een uitgebreid meetprogramma op de voet gevolgd. Naast een mogelijke verbetering van de bestaande rekenmethodieken stond bij deze proef voorop het verkrijgen van een beter inzicht in de processen die tijdens zandsluitingen optreden, en het opdoen van ervaring in het organiseren van een dergelijke proef.

Berekeningsmethodiek

Om de verliezen te bepalen die tijdens een zandsluiting optreden, wordt eerst de zandtransport-capaciteit van de getijstroom in het sluitgat in een aantal fasen van de afsluiting, dus bij steeds grotere vernauwing van het sluitgat, berekend (Zie Bericht 62, november 1972). Onder de zandtransport-capaciteit verstaan we dan de maximale hoeveelheid zand, die bij stationaire stroming en in een evenwichtstoestand – geen erosie, geen sedimentatie – door een stroom met een gegeven snelheid en waterdiepte vervoerd kan worden. In het sluitgat zullen de stroomsnelheden toenemen als gevolg van de vernauwing. In het versnellingsgebied is voor de aanpassing

van het transport een relatief grote afstand nodig, die in het algemeen groter is dan de breedte van de aan te leggen dam. Bovendien is het werkelijke transport bovenstrooms van de dam meestal niet gelijk aan nul. Daarom zal in het nog niet afgesloten tracé-gedeelte voor de kop van de zanddam een aanzienlijk geringere hoeveelheid zand van de bodem kunnen worden opgenomen en in suspensie geraken, dan de theoretische zandtransport-capaciteit die behoort bij de snelheid in het sluitgat. Op het stort daarentegen wordt zoveel zand in suspensie aangeboden, dat de afvoer van zand uit het stort de berekende zandtransport-capaciteit aanzienlijk te boven zal gaan.

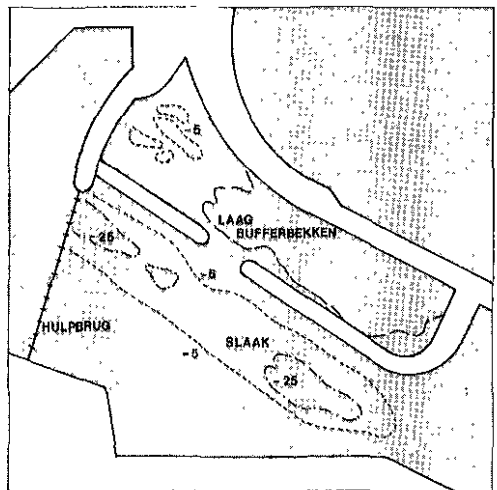
Uit controle-berekeningen van eerder uitgevoerde zandsluitingen zijn factoren afgeleid om de berekende zandtransport-capaciteit voor bodem en stort te herleiden tot werkelijke zandverliezen. Het zandverlies dat optreedt bij de bodem van het af te sluiten gat wordt bepaald door de berekende zandtransport-capaciteit te vermenigvuldigen met een factor 0,25; voor het stort geldt een factor 2 (figuur 3).

Deze factoren worden bij de gebruikelijke methode toegepast op de over een getijfase – eb of vloed – geïntegreerde transport-capaciteiten. Men gaat ervan uit, dat er vooruitgang wordt geboekt in de aanleg van de sluitdam zolang in een getij de totale zandaanvoer het totale verlies overtreft.

Toch is toepassing van de genoemde correctiefactoren op de gesommeerde zandtransporten in bepaalde situaties onjuist. Het momentane zandverlies op het stort kan de momentane aanvoer namelijk overschrijden. Dit kan slechts ten koste gaan van het reeds gesedimenteerde bodemmateriaal. Onder deze condities lijkt een correctiefactor 2 te hoog. Welke reductie erop moet worden toegepast, is nog onderwerp van studie.

De zandverliezen, uitgedrukt in kubieke meters per getij, worden voor elke beschouwde fase van de afsluiting uitgezet tegen de bijbehorende sluitgatopening. Een vloeiende lijn door de gegeven punten geeft dan het verloop van de zandverliezen tijdens de gehele sluitingsperiode. Wanneer de inhoud van de sluitkade in elke fase van de afsluiting bekend is, kan de sluitingsduur bekend worden. Daartoe wordt over een bepaalde tijdstap het verschil bepaald tussen zandaanvoer en zandverlies. Aangenomen wordt dat deze waarde constant is gedurende de tijdstap. Het berekende verschil komt ten goede aan de dam, zodat de resterende sluitgatopening kan worden bepaald.

Bij deze sluitgatopening kan het zandverlies weer worden afgelezen en kan de berekening worden herhaald. Op deze wijze kunnen de



tijdstappen en zandverliezen geïntegreerd worden over de gehele sluiting. Dan zijn de sluitingsduur en de totale zandverliezen dus bekend.

Het lage bufferbekken van de Krammersluizen bood, toen het in 1979 gesloten moest worden, een goede gelegenheid tot het uitvoeren van een grootschalige praktijkproef. Het gemiddelde getijverschil bedroeg er buiten het bekken 3,60 m. Hierdoor traden bij het vullen en ledigen van dit bekken in elke getijfase behoorlijke stroomsnelheden op naar binnen of naar buiten. Snelheden in de orde van 1 à 1,5 m zouden een meetbare en controleerbare hoeveelheid transport opleveren. Volgens de eerste berekeningen was daarvoor bij de aanvang van de sluiting een sluitgat nodig met een maximale breedte van 100 à 150 m, gemeten langs de N.A.P.-lijn. Een kleiner sluitgat zou nog hogere snelheden en transporten opleveren, maar zou aan de andere kant onvoldoende mogelijkheden bieden om een aantal fasen van een sluiting door te meten en te berekenen: het zou eenvoudig te gauw dicht zijn.

Mede in verband met de relatief geringe waterdiepten tussen 3 en 0 m die in het sluitgat optraden gedurende een getij, bleven de zandtransporten evenwel gering in vergelijking met eventuele zandsluitingen van de compartimenteringsdammen (zie tabel).

Door de lage zandtransporten leek het niet zinvol de bestaande transportformule te ijken. De bepaling van de hydraulische randvoorwaarden zou zo nauwkeurig moeten als mogelijk slechts in een model haalbaar zijn. Daar aanpassing van de transportformule voor de proefomstandigheden niet mogelijk bleek,

Fig. 1 Het sluitgat van het lage bufferbekken.

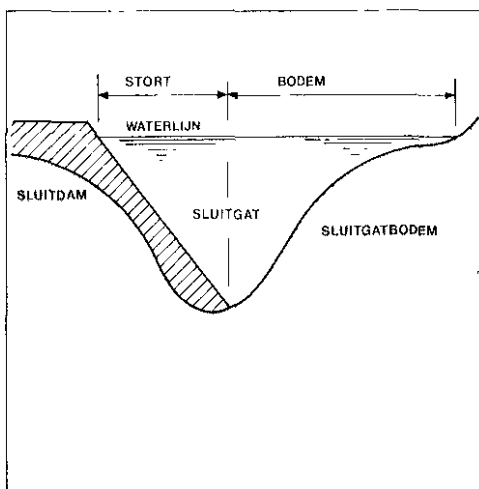


Fig. 2. Principe van een zand-sluiting

moest ook aan de bepaling van de correctiefactoren die eraan gekoppeld zijn, een beperkte waarde worden toegekend. Kon er dus geen harde uitspraak verwacht worden, de onderzoekresultaten zouden wel een indruk kunnen geven van de waarde van deze factoren. De beperkte afmeting van het sluitgat van de proef heeft naast de genoemde nadelen het voordeel gehad, dat de sluitingsoperatie op het onderzoek kon worden afgestemd, zonder grote nadelige consequenties; dit vergrootte de vrijheid van het onderzoek. Door de kleinschaligheid kon de organisatie van uitvoering en meetbedrijf goed in de hand worden gehouden, en het was dus een goede oefening voor het uitvoeren van metingen bij grotere sluitingen, bij voorbeeld in het Slaak. Hierbij treden wel andere condities op. Bij de sluiting van het Slaak zullen doordat het Krammer nog open is de vervallen het sluitgat gering blijven. Aan de feitelijke proef ging een vooronderzoek vooraf, waaruit volgde welke metingen uitgevoerd moesten worden. De benodigde zuiger-capaciteit werd geschat op 1500 m³/h en de sluitingsduur op 4 dagen; ook van het daarbij behorende zandverlies werd een schatting gemaakt. De metingen dienden er op gericht te zijn de optredende zandverliezen en de zandtransportcapaciteiten over een bepaalde periode van de sluiting te bepalen. Daartoe

was het noodzakelijk over die periode enerzijds een zandbalans op te stellen voor het gebied waarbinnen het proces van erosie – het sluitgat – en sedimentatie – het Slaak en het bekken – zou optreden, en anderzijds de hydraulische parameters vast te leggen. Ook de gemiddelde korrelgrootte van het bodem-materiaal in het sluitgat moest worden bepaald. De zuigerproductie moest bekend zijn, evenals de gemiddelde korrelgrootte van het winzand. Deze wensen werden vertaald in een onder de gegeven omstandigheden haalbaar meetprogramma. De minimale grootte van het peilgebied moest gelijk zijn aan de maximale afstand die het stortsediment kon afleggen: 400 m. De grootte van het peilgebied kwam derhalve op 400 m aan de west- en 400 m aan de oostzijde van de as van het sluitgat; de grens aan de noord- en de zuidzijde werd bepaald door de natuurlijke omgeving: de kade, de dam over de Plaat van de Vliet en St.-Philipsland. De peilingen zouden in beginsel plaatsvinden in raaien loodrecht op de as van de sluitkade, op een onderlinge afstand van 25 m. Ter bepaling van de sluitgatdebieten was het noodzakelijk het bergend oppervlak te berekenen als functie van de waterdiepte. Daartoe werd het bekken in de proefperiode in zijn geheel opgenomen. Onnauwkeurigheden als gevolg van bodemveranderingen voor en

	laag bufferbekken	Krammer	Tholense Gat
lengte sluitgat	150 m	980 m	350 m
oppervlakte sluitgat	190 m ²	10300 m ²	4700 m ²
maximale diepte	2,0 m	19,0 m	22,0 m

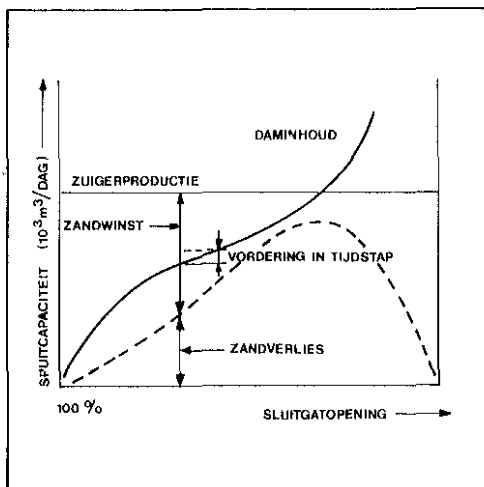


Fig 3. De sluitingsduur als functie van de opening.

Situatie in het sluitgat op 14 augustus 1979



tijdens de sluitingen werden voor de bedoelde berekeningen verwaarloosbaar geacht.

Voor het opnemen van de bodem tijdens de proefsluiting was het noodzakelijk dat de spuitwerkzaamheden werden stilgelegd, om storingen op de registraties door reflecties van suspensiemateriaal te voorkomen. Om het sluitgat meer gedetailleerd op te nemen werden tevens de bodem en de koppen van de kade aan weerszijden van het sluitgat in drie evenwijdige raaien in de richting van de as van de kade opgenomen.

De koppen van de sluitkade moesten gewaterpast worden. De bodem werd daartoe met behulp van peilvaartuigen opgenomen. Teneinde de lodingsresultaten te kunnen reduceren naar het vergelijkingsvlak van N.A.P., werden de waterstanden afgelezen van de peilschaal nabij de hulpbrug in het Slaak. Registratie van de waterstanden in het sluitgat werd niet uitvoerbaar geacht. Daarom werden aan weerszijden van de kade peilschalen geplaatst buiten de invloedssfeer van de sluitgatstromingen. De benedenstroomse waterstand is bij benadering gelijk aan de waterstand in het sluitgat, zodat bij continue registratie van de peilschalen de waterstand in het sluitgat steeds te bepalen is. Nu bleek het niet mogelijk daarvoor zelfregistre-rende peilschalen te gebruiken, omdat die zouden kunnen dichtslibben tijdens de spuitwerkzaamheden. Daarom werden de waterstanden visueel afgelezen.

Om de zandtransport-capaciteit boven de sluitgatbodem te kunnen bepalen is het noodzakelijk een nauwkeurig beeld van de stroomsnelheden ter plaatse te verkrijgen, middels een drie-dimensionaal stroombeeld als functie van de tijd. Er is nog wel overwogen vaste meetopstellingen te plaatsen, maar de verwachting dat ontgroningen in het sluitgat de stellingen zouden ondermijnen, maakte dit uit een oogpunt van veiligheid van de betrokken meetploeg ontoelaatbaar.

Gekozen is voor een meetponton waarop meetapparatuur kon worden bevestigd. De stroommetingen vanaf dit ponton werden op verscheidene plaatsen in de verticaal uitgevoerd. Door het ponton op zijn ankers te verhalen konden verschillende plaatsen in het sluitgat worden doorgemeten. Om meer inzicht te verkrijgen in de stroomverdeling over het sluitgat werden tevens drijfvermetingen verricht vóór en tijdens de sluiting. De metingen werden uitgevoerd met behulp van radarpositie-bepaling, waartoe de oppervlaktedrijvers met radarreflectoren moesten worden uitgerust. Ten behoeve van de bepaling van de korrelverdelingen werden in de as van de kade en aan

weerszijden grijpermonsters genomen, zowel vóór als tijdens de sluiting.

Het zuig- en perswerk werd uitgevoerd door de 'Sliedrecht 29'. Op het stort waren enige bulldozers en een laadschop ingezet.

De aanvang van de sluiting, op maandag 13 augustus 1979, werd vertraagd door een kapotte persleiding tussen zuiger en wal. Pas in de loop van de maandagmiddag, om 14.30 uur, kon op het stort zand worden aangevoerd. Daarom werd afgezien van de eerste stop die avond, en zou eerst een stuk worden opgespo-ten.

Uit het verloop van de zuigerproductie blijkt dat die langzaam is opgevoerd van 1000 m³/h tot 2200 à 2400 m³/h. Het was evenwel niet de bedoeling om de produktie zo hoog mogelijk op te voeren, maar een gemiddelde van 1500 m³/h te draaien. De zuigbaas dacht echter, na de slechte start op maandag, wat goed te maken door de produktie zo hoog mogelijk op te voeren. Voor een zandsluiting overigens een gezond standpunt, maar voor de proef minder gewenst.

Op dinsdagochtend om 8.00 uur werd het spuitwerk stilgelegd om enig peilwerk uit te voeren. Voorts werden bij vallend water wat drijfvermetingen uitgevoerd. Hiervoor moest de meetponton uit het sluitgat worden gemanoeuvreed.

De sluiting was op dat moment als gevolg van de hoge produkties van de afgelopen nacht zover gevorderd dat het sluitgat nog maar 30 m breed was; er is tijdens de rest van het werk dan ook niet opnieuw gestopt. Alle metingen moesten dus tijdens deze ene stop worden uitgevoerd.

Het dichtschiiven van het sluitgat bij eb vond plaats met vijf bulldozers aan weerszijden van het sluitgat. Daarbij werd in eerste instantie mijnsteen gebruikt als dichtingsmateriaal. Ofschoon dit oorspronkelijk niet de bedoeling was, omdat voor de sluiting alleen zand mocht worden verwerkt, lijkt het niet waarschijnlijk dat dit de sluiting ten onrechte heeft bespoedigd. De invloed van deze beslissing op de zandverliezen wordt verwaarloosbaar geacht.

Er werden perskaden opgeworpen, zodat er uiteindelijk geen stroomverbinding meer was tussen het bekken en het Slaak. Deze situatie kon met de zandaanvoer worden volgehouden tot hoogwater om 18.00 uur. Op dat moment kon de sluiting als voltooid worden beschouwd. Geconstateerd moet worden, dat de gefaseerde uitvoering van de zandsluiting, die bedoeld was om in die fasen dat het werk stil lag de nodige metingen te verrichten, teniet werd gedaan door te voorspoedige afsluiting.





De uitwerking van de metingen heeft een aanmerkelijke hoeveelheid tijd en inspanning gekost. Daarbij stootte men op een aantal problemen die voortvloeien uit de spanning tussen de uitvoering van een werk met vele ongewisse ontwikkelingen en de planning van metingen, die daar moeilijk op kon inspelen. Dit effect wordt nog eens versterkt als zich mankementen in de meetapparatuur voordoen, zoals hier het geval was.

Het zandverlies is bepaald uit de vergelijking tussen de produktie van de zuiger en de opgetreden veranderingen in het sluitgat over de sluitingsperiode. Het bedroeg 50%, en lag aanmerkelijk lager dan op grond van het vooronderzoek werd verwacht. Evenals bij andere zandsluitingen werd ook hier gevonden dat de berekeningen een te pessimistisch beeld geven. De correctiefactoren in de zandverliesberekeningen volgens de bestaande methode behoeven dan ook aanpassing, of de methode zelf behoeft verbetering. De beschreven proefzandsluiting geeft hieromtrent onvoldoende uitsluitel. Vooral door de geringe omvang van de proef werd het inzicht in de fysische processen onvoldoende vergroot. Wel is een enorme ervaring opgedaan in het organiseren van metingen tijdens een zandsluiting. Nog nooit eerder hadden de metingen tijdens een zandsluiting zo'n brede opzet. De voornaamste lering die eruit getrokken kan worden is dat aan de voorbereiding veel aandacht moet worden besteed. De tijd die men daarin investeert, levert aanmerkelijke voordelen op tijdens de uitvoering, en later bij de verwerking van de meetgegevens en de interpretatie van de resultaten. Grote aandacht verdient de bedrijfszekerheid van de meetapparatuur.

Door de korte duur van de proef bij het lage bekken van de Krammersluizen konden de opgedane ervaringen niet meteen worden toegepast. Bij een volgende proef bestaan er wat dit betreft meer kansen op realisering van de doelstellingen.

Het is daarom aan te bevelen nog een proefzandsluiting uit te voeren, en dan een van grotere omvang.

In de Philipsdam wordt een sluizencomplex gebouwd, dat omstreeks 1985 in gebruik moet worden genomen. Het complex bestaat uit twee sluizen voor de beroepsvaart en twee jachtensluizen. Beide deelcomplexen zullen apart bediend worden volgens een centraal systeem. Dit bedieningsysteem is in grote lijnen afgestemd op dat van de Kreekraksluizen. Wat zijn nu de belangrijkste kenmerken ervan?

De bediening van de Krammersluizen

De gehele verkeersafwikkeling via de sluizen wordt operationeel begeleid vanaf één centrale post op het sluizencomplex. De daadwerkelijke bediening van de sluizen is verregaand geautomatiseerd en geschiedt niet per sluisolk, maar gecentraliseerd. De lokaties van waaruit deze bediening plaatsvindt zijn centraal gelegen aan de kolken; ze zijn verbonden met de centrale post en dus ook met elkaar. Er bevindt zich in het algemeen geen sluispersoneel buiten, op de kolkwand. De taakverdeling van het sluispersoneel is duidelijk gemarkeerd, volgens de gecentraliseerde opzet. Door deze opzet en met inschakeling van geavanceerde hulpmiddelen kan voor de feitelijke bediening van de beroepsvaartsluizen in eerste instantie worden volstaan met vier man personeel in continuïteit. De bediening van de twee jachtensluizen vergt nog twee personen extra.

Bij de opzet van de bediening is er van uitgegaan dat ongeveer 53% van de beroepsvaartuigen die de Volkeraksluizen passeren – in 1978 waren dat ruim 62 000 schepen – ook door de Krammersluizen moet. Vele van deze schepen zullen van het type 'Spits' zijn, dat 350 ton meet, en daardoor ver in België en Frankrijk kan doordringen. Het gemiddeld laadvermogen van de passerende schepen blijft daardoor laag; bij de Volkeraksluizen bedroeg het bijvoorbeeld in 1978 790 ton. Vele van de te schutten schepen zullen gevaarlijke stoffen vervoeren.

De recreatievaart via de Krammersluizen zal in dezelfde orde van grootte liggen als die bij de Volkeraksluizen; deze vaart wordt via afzonderlijke sluizen afgehandeld. Voor het kruisend wegverkeer is een brug over het sluizencomplex ontworpen waarin over de noordelijke beroepsvaartsluis een beweegbaar deel is opgenomen,

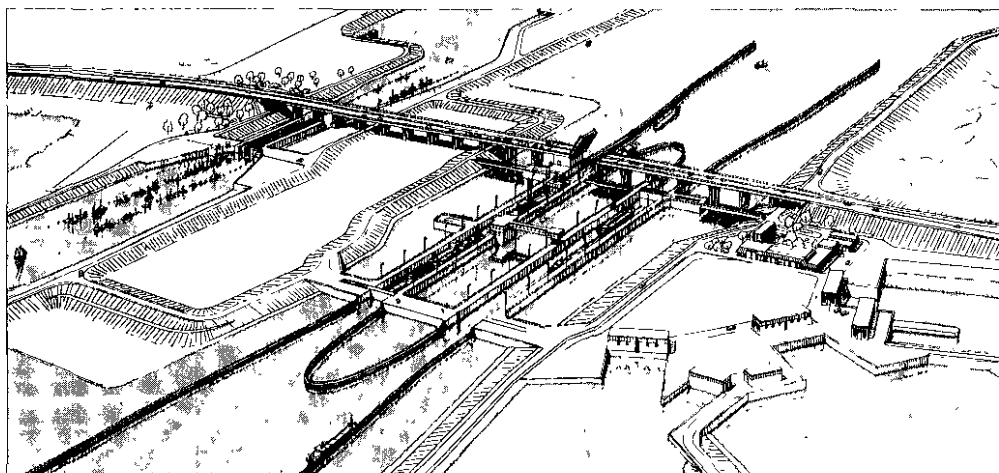
dat bediend moet worden door het sluispersoneel.

Het bedienend personeel heeft tot hoofdtaak de verkeersafwikkeling via het kunstwerk. Dit houdt met name de volgende activiteiten in: inwinning van gegevens van de zich aanbiedende schepen; begeleiding en regeling van het scheepvaartverkeer; veilig en vlot schutten van de schepen; en, zonedig, het bedienen van de beweegbare brug. Naast deze hoofdtaak zijn er nog neventaken, zoals het inwinnen van gegevens ten behoeve van de statistiek, het functioneren als communicatiepost bij scheepsongevallen en het toezicht op het sluizencomplex.

Dit gehele takenpakket wordt uitgevoerd door de sluismeester, de centrale verkeersgeleider, de assistent-verkeersgeleider(s) en de centralist(en). De sluismeester is belast met de algehele leiding; hij is niet betrokken bij de feitelijke bediening van de sluizen. De centrale verkeersgeleider heeft de operationele leiding, terwijl de assistent-verkeersgeleider met het schutten van de schepen is belast. De centralist verzamelt en verwerkt de gegevens van de schepen die zich aanbieden.

Om alle taken die nodig zijn voor een verantwoorde verkeersafwikkeling via de sluizen naar behoren te kunnen uitvoeren, dient het sluispersoneel te beschikken over werkruimten die een goed uitzicht hebben en uitgerust zijn met de benodigde hulpmiddelen. De inrichting wordt dan in eerste instantie bepaald door de centrale bediening en de eisen die samenhangen met een optimaal direct uitzicht over de sluis. Altereerst betreft dit de plaats van het bedieningsgebouw.

De beste plaats voor het bedieningsgebouw van de beroepsvaartsluizen is tussen de eerste



en tweede kolk, halverwege de kolk lengte. Een lokatie onder het viaduct is, gezien de asymmetrische ligging, van de hand gewezen, ondanks het voordeel dat de brug met zijn pijlers dan in het geheel geen visuele belemmering meer zou opleveren. Omdat het voor de bediening belangrijk is met de zon mee te kijken, is nog overwogen een apart bedieningsgebouwtje op de zuidelijke kolkwand te situeren, voor de zuidelijke kolk. Maar in het belang van onderling contact en functiewisseling is deze oplossing verworpen. Er komt dus één bedieningsgebouw met een verbindingsgang tussen de beide bedieningsruimten.

Zoals gezegd is de vorm van dit bedieningsgebouw hoofdzakelijk gericht op het verkrijgen van zoveel mogelijk direct zicht. Natuurlijk kan daarnaast ondersteuning verkregen worden door waarneming via de T.V., met name tijdens perioden van slecht zicht.

De bedieningsruimte voor de assistent-verkeersgeleider wordt met het oog op de bovengenoemde overwegingen geplaatst in een erker aan het bedieningsgebouw. Het front van deze erker blijft in horizontale richting overigens één meter vrij van de kolk rand, om schadevaringen te voorkomen. Aan weerszijden van de erker wordt een luifel gebouwd, die samen met getint glas moet zorgen voor de noodzakelijke zonwering.

De plaatsen van de centrale verkeersgeleider en de centralisten zijn ondergebracht in de hoofdbedieningsruimte, samen met die voor de assistent-verkeersgeleider voor de noordelijke kolk. Hierdoor kan de centrale verkeersgeleider direct samenwerken met één van de assistent-verkeersgeleiders of diens werk tijdelijk overnemen, terwijl bovendien meer sociaal contact mogelijk is.

Dat de keus op de noordkolk is gevallen had tot achtergrond dat de centrale verkeersgeleider hier het best zicht heeft op de basculebrug boven de noordelijke kolk, en op de toekomstige derde kolk. Bovendien is deze plaats van de zon afgekeerd.

De vloerhoogte van de bedieningsruimte komt op N.A.P. + 11,50 m. Dit brengt de gemiddelde ooghoogte in staande positie op + 13,20 m, zodat de horizon nog juist onder de brug door kan worden gezien, want het laagste punt daarvan ligt op N.A.P. + 14,10 m.

Vanuit zijn positie, direct bij het glas van de erker, kan de assistent-verkeersgeleider nagenoeg de gehele kolk overzien, uitgezonderd een kleine strook recht voor de erker. Deze strook kan hij tot een minimum beperken, door het oog in staande of halfstaande houding tot vlak bij het glas te brengen. Het uitzicht op de voorhavens is vanuit deze positie maximaal. Voor de centrale verkeersgeleider geldt als primaire eis een uitzicht op de beide voorhavens. Vanuit de voor hem ontworpen positie is dit optimaal mogelijk. De centralisten hebben direct oogcontact met de zich meldende schepen.

Direct uitzicht in alle richtingen impliceert doorlopende beglazing langs alle zijden van de bedieningsruimten. Dit maakt het noodzakelijk maatregelen te treffen ter voorkoming van ongewenste reflecties. Het probleem is uit de praktijk algemeen bekend: door spiegeling in tegenover elkaar staande verticale ruiten ontstaan bij duisternis zeer bedrieglijke beelden. Bij de Krammersluizen zouden bij voorbeeld de navigatielichten van een schip in een van de voorhavens geprojecteerd kunnen worden in de andere voorhaven. De oplossing is gevonden in schuinstand van de beglazing. Niet dat alle

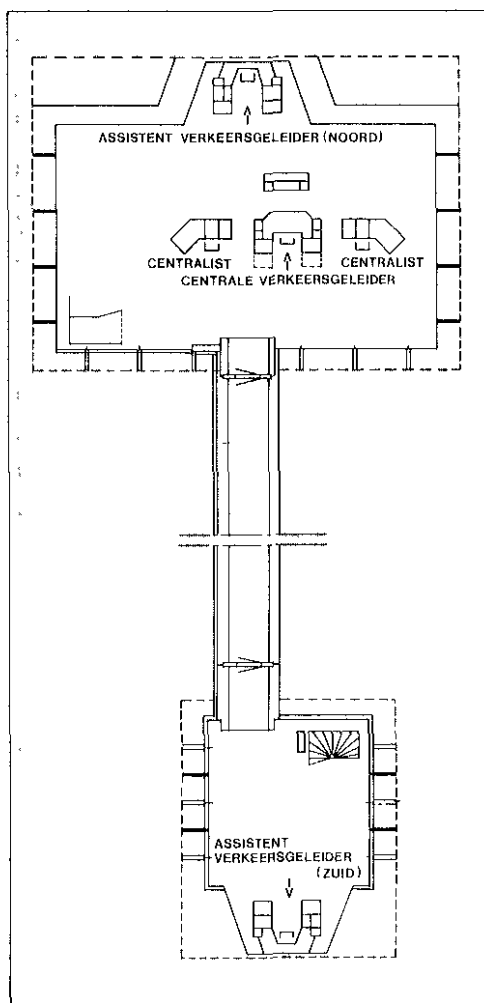


Fig. 2. Indeling van de bedieningsruimten van de beroepsvaartsluizen.

Fig. 3. Indeling van de bediening voor de jachtsluizen.

Maquettes voor de inrichting van de bedieningsruimten.

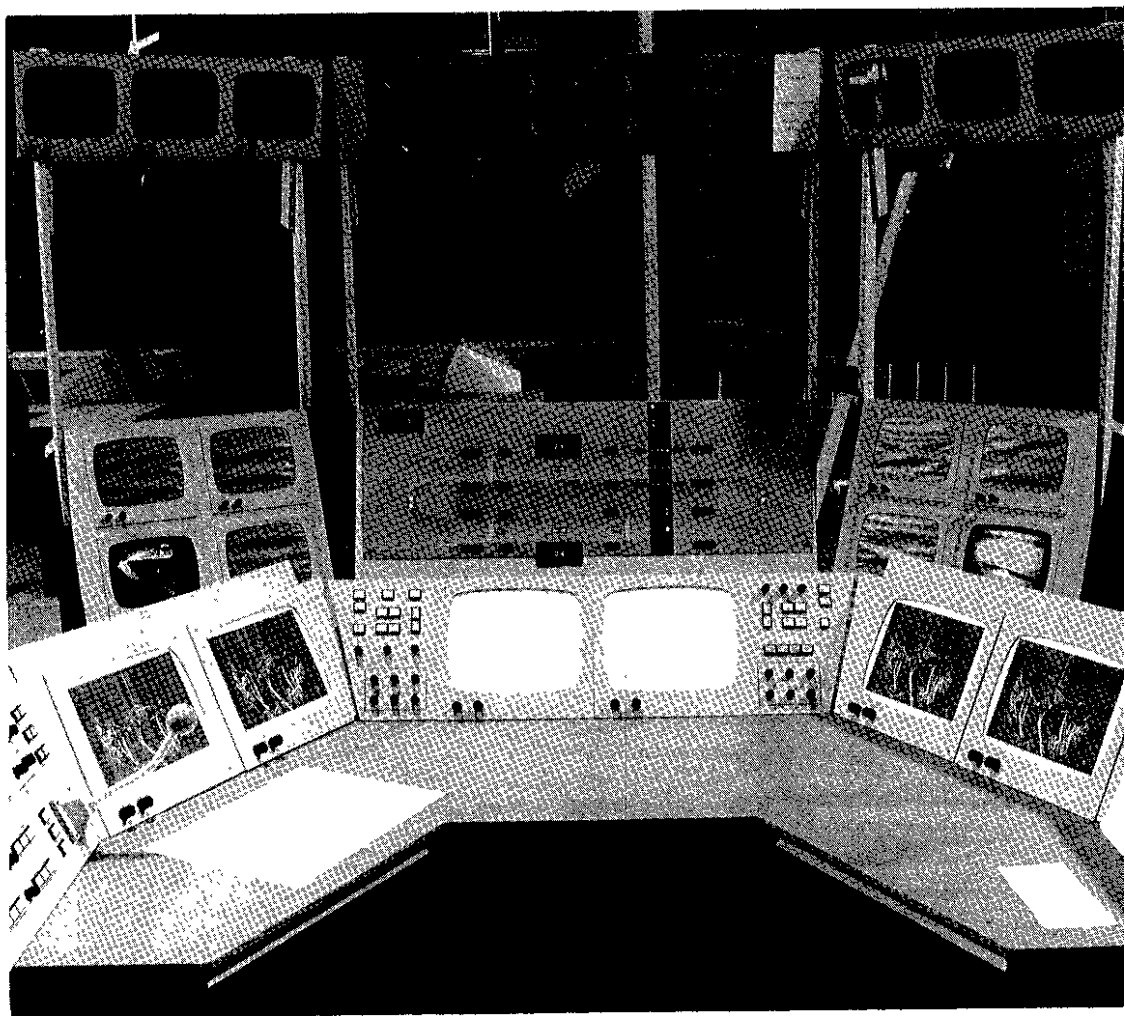
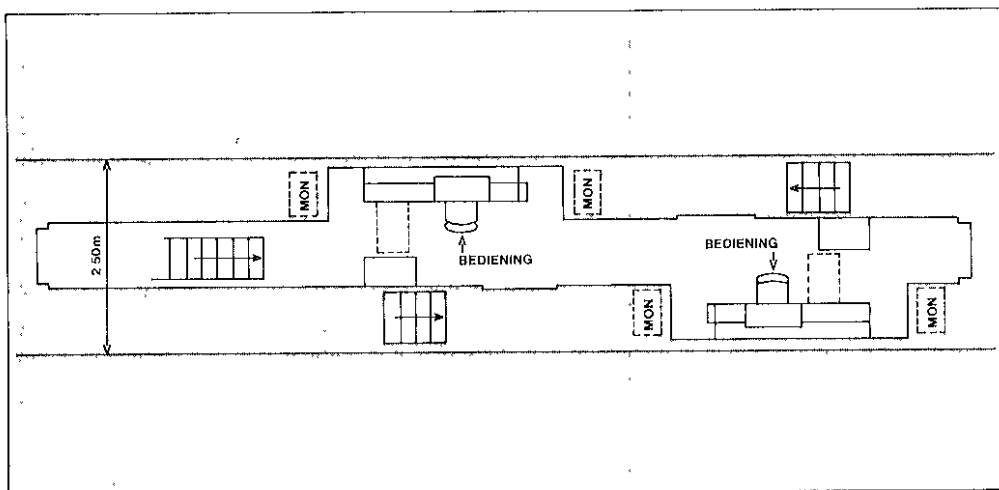
reflecties hiermee zijn te voorkomen, maar de overgebleven spiegelingen manifesteren zich niet op relevante plaatsen.

Het werkpaneel en de hulpmiddelen van de assistent-verkeersgeleider zijn zoveel mogelijk rond één zitplaats gecentreerd; de hoogte is zo, dat hij zijn taak naar keuze staand of zittend kan uitvoeren. De zoveel mogelijk vooruitgeschoven zitpositie, de bereikbaarheid van alle panelelementen vanuit zittende positie en de zo gunstig mogelijke groepering van alle hulpmiddelen hebben tijdens het ontwerp wel voor de nodige problemen gezorgd. De oplossing is gevonden in de toepassing van een zogenaamde 'stappenknop'. Met deze enkele knop is het mogelijk de bediening en de signalering van de stappen van het schutproces gescheiden te doen plaatsvinden. Door het signaleringspaneel

boven ooghoogte tegen het erkerfront te plaatsen, spaarde men voor de assistent-verkeersgeleider voldoende ruimte voor het onderbrengen van de stappenknop, een ruim steunvlak voor de ellebogen zonder gevaar voor onwillekeurige bediening en een schrijfvlak, zonder dat de afstand tot het glas daardoor te groot werd. Een voordeel van deze opstelling is ook dat de stand van zaken op het paneel goed zichtbaar is. De stappenknop geeft de mogelijkheid om de verschillende operationele stappen – deuren sluiten, nivelleren, deuren openen, in- en uitvaartlichten bedienen – uit te voeren door het geven van opeenvolgende commando-impulsen op één enkele knop. De stand van het schutproces wordt aangegeven door een cijfercode nabij de stoppenknop.

De werkplek van de centrale verkeersgeleider is een hoefijzervormige werkruimte waarin de te bedienen functies zijn ondergebracht. De informatiepanelen en de T.V.-schermen zijn afgescheiden van de eigenlijke werkplek. De T.V.-informatie is in een aantal blokken ondergebracht, en de opstelling komt zo goed mogelijk overeen met de werkelijke kijkrichting. De centralist heeft zijn werkplek op ongeveer drie meter van de centrale verkeersgeleider; zo blijft goed mondeling contact mogelijk. In zijn werkplek is de bediening voor de marifoon ondergebracht, en een informatieverwerkend systeem.

Het functioneren van de centrale bedieningspost voor de beroepsvaartsluizen is in hoge mate afhankelijk van een effectief informatie- en communicatiesysteem. Daartoe moet er te allen tijde overzicht kunnen worden verkregen en moet snel contact mogelijk zijn met de schepen. Hiertoe staan het sluispersoneel diverse hulpmiddelen ter beschikking;



onder andere een marifoon, praatpalen, een talk-back-, een luidspreker- en een lichtensysteem; voor aanvullende visuele informatie kan gebruik worden gemaakt van een radar- en een T.V.-bewakingssysteem.

De marifoon-installatie dient om tijdig op de hoogte te zijn van het scheepsaanbod. Hiermee zal de centralist de benodigde scheepsgegevens tijdig kunnen inwinnen. Voor schepen zonder marifoon worden zogenaamde praatpalen geïnstalleerd op de remmingwerken en bij de ligplaatsen in de voorhavens; ook daarvan berust de bediening bij de centralist.

Ten behoeve van de communicatie tussen de schepen in de kolk en het sluispersoneel worden in de kolkwanden spreek/luister-mogelijkheden ingebouwd volgens een zogenaamd talk-backsysteem. De bediening daarvan berust bij de assistent-verkeersgeleider van de betreffende kolk. Informatie en instructies vanuit het bedieningsgebouw worden verspreid via een luidsprekersysteem, dat het gehele naderingsgebied en de kolk bestrijkt. Zowel de centrale verkeersgeleider als de assistent-verkeersgeleider kunnen van deze omroepinstallatie gebruik maken. Ten slotte zijn er seinlichten waarmee kan worden aangegeven of men de kolk wel of niet mag in- of uitvaren.

Dit systeem wordt bediend door de verantwoordelijke assistent-verkeersgeleider. De centrale verkeersgeleider kan daarnaast nog door middel van een vast wit licht en een knipperlicht aangeven met welke sluis gesloten zal worden. Een radarsysteem met aan iedere kant van de Krammersluizen een post zal bij slecht zicht zorgdragen voor aanvullende visuele informatie. De presentatie van de radarbeelden vindt plaats op T.V.-monitoren. Naast het directe zicht onder normale omstandigheden en de radarbeelden bij slecht zicht geeft een T.V.-circuit in beide gevallen visuele ondersteuning: het overziet de plaatsen die door obstakels aan het oog van de mensen in het bedieningsgebouw worden onttrokken, en bovendien die plaatsen die van meer dan normaal belang zijn voor een goede bediening. Zo worden onder andere beelden gepresenteerd van de voorhavens, de remmingwerken en de stopstrepen nabij de deuren. Ook wat er gebeurt in en nabij de jachtensluizen wordt op deze wijze voor de centrale verkeersgeleider zichtbaar gemaakt.

Jachtensluizen

De bediening vindt ook bij de jachtensluizen plaats vanuit één bedieningsgebouw. Dit gebouw staat tussen de beide sluisen in op de 2,5 m brede middenwand. Dit levert voor de bedieningsmensen een goede mogelijkheid op

tot communicatie en samenwerking, en het uitzicht is van hier ook goed. De centrale ligging van de post is gunstig wanneer deze ruimte moet worden verlaten voor activiteiten op de middenwand. Bij jachtensluizen is dit laatste zeer belangrijk, daar het door jachtenschippers over het algemeen op prijs wordt gesteld om zowel visueel als verbaal contact te onderhouden met de bedieningsmensen. Om een goed zicht over de gesloten deuren heen op de betrekkelijk lage jachten in de voorhavens te hebben is het vloerniveau van de bedieningsruimte een meter boven het niveau van de kolkwand gebracht. De plattegrond van de bedieningsruimte laat zien, dat de breedte die beschikbaar was op de middenwand als het ware in drie stroken is verdeeld, waarvan de middelste zich over de gehele lengte van het gebouw uitstrekt, en de twee buitenste elk een erkerachtige uitbouw bevatten met een bedieningsplek erin. Deze vorm vloede bijna noodzakelijkerwijs voort uit het feit dat elke bedieningsman niet alleen zijn kolk goed moet overzien, maar ook een vrij uitzicht moet hebben in oostelijke en westelijke richting. Het beschikbare vloeroppervlak biedt slechts plaats voor één console in gestrekte vorm; maar dat is, de relatief geringe hoeveelheid apparatuur in aanmerking genomen, net voldoende. Evenals bij de beroepsvaartsluizen werd ook hier gestreefd naar een zittende werkhouding in een vooruitgeschoven positie. De jachtensluizen krijgen evenals de beroepsvaartsluizen de beschikking over technische hulpmiddelen, zoals praatpalen, kolkomroep, een talk-backsysteem en een T.V.-circuit.

Bij het ontwerp van de bediening voor zowel de beroepsvaartsluizen als de jachtensluizen is gebruik gemaakt van een houten model schaal 1:1 van de bedieningslessenaar en de situering daarvan in de ruimte. Dit model maakte het mogelijk om in de praktijk diverse opstellingen en paneelindelingen te beoordelen, en een simulatie van het schutproces uit te voeren, waarbij met name waardevolle informatie werd verkregen over de lay-out, de bereikbaarheid en de zichtbaarheid van de bedienings- en signaleringspanelen.

In 1979 besloot de minister van Verkeer en Waterstaat tot de bouw van een doorlaatmiddel in de Grevelingendam, onmiddellijk ten zuiden van de aansluiting met de Philipsdam. Dit doorlaatmiddel, dat inmiddels de naam **Flakkeese Spuisluis heeft gekregen, vervult** verscheidene functies.

Het ontwerp van het doorlaatmiddel in de Grevelingendam

Na de voltooiing van het Deltaplan maakt het de beheersing mogelijk van het waterpeil en de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer, en van de kwaliteit van het water in het noordelijk deel van de Oosterschelde. Maar ook eerder, in de fase van sluiting van de compartimenteringsdammen, zal het een belangrijke rol spelen. Als gevolg van de getijreductie in de sluitingsfase zou het zoutgehalte in het noordelijk deel van de Oosterschelde, met name in de Krabbenkreek, lager kunnen worden, als gevolg van de aanvoer van zoet water via het Volkerak, van neerslag, van polderwaterlozingen en dergelijke meer. Ter voorkoming van ernstige schade aan het milieu moet de Flakkeese Spuisluis daarom in de sluitingsfase vanuit het Grevelingenmeer water met een voldoende hoog zoutgehalte aanvoeren, zodat het verzoete water weer met zout water wordt vermengd. Ook als wordt besloten het Grevelingenmeer zoet te maken in plaats van zout te houden kan de sluis een rol vervullen. In dat geval moet hij, door de Philipsdam heen, worden verlengd naar het toekomstige zoete Zoommeer, zodat van hieruit zoet water naar het Grevelingenmeer kan worden aangevoerd.

Zoals in Bericht 85 (augustus 1978) is vermeld, zal de sluis worden uitgevoerd als een hevelconstructie. Uit een oogpunt van aanlegkosten, bedrijfsvoering en onderhoud was deze constructie te verkiezen boven een diepliggende doorlaatsluis met schuiven. Een overlaatconstructie, aan de andere kant, zou een veel kleiner debiet bereiken. De kokers van de hevel, die de verbinding vormen tussen de Oosterschelde en het Grevelingenmeer, worden voorzien van een kniestuk, waarvan de onderkant is gelegen boven het gemiddelde hoogwa-

terpeil. Deze knie zorgt ervoor dat de wateren aan weerszij wanneer er niet gespuid wordt, van elkaar gescheiden blijven. Als men wil gaan spuien wordt er met behulp van een luchtpomp lucht uit het kniestuk gezogen. Het water in het kniestuk gaat dan stijgen, over de knie stromen en vervolgens een continue stroming onderhouden van de zijde met het hoogste waterniveau naar de lager gelegen zijde.

In het definitieve ontwerp bestaat het doorlaatmiddel uit twee groepen van drie naast elkaar gelegen kokers. Elke koker heeft een doorsnee van $3,2 \times 3,2$ m. De effectieve doorstromingsopening van het geheel bedraagt 50 m^2 . In de sluitingsfase van de compartimenteringsdammen heeft de hevel een gemiddelde capaciteit van 80 à $90 \text{ m}^3/\text{s}$; in de eindsituatie, na het gereedkomen van de Oosterscheldekering, is de capaciteit gemiddeld $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Nederland heeft men weinig ervaring met dit soort constructies.

Daarom werd al in 1975 besloten tot het uitvoeren van een waterloopkundig onderzoek met betrekking tot het functioneren van hevels en de vormgeving van de uitstroomconstructies en de bodemverdedigingen. Omdat bij het aan- en afslaan van hevels lastige verschijnselen optreden, zoals luchtinsluiting door water en stroming van lucht-watermengsels, is het onderzoek met het oog op schaafeffecten nogal grootschalig opgezet. Er werd gewerkt met hevelmodellen met schalen van $1:7$ en $1:20$. Daarnaast is een drie-dimensionaal stroombeeld- en ontgrondingsonderzoek verricht. Uit verschillende heveltypen is tenslotte gekozen voor een mechanisch aangeslagen kroonhevel met een vacuümpomp. Dit type hevel kan in principe in beide richtingen

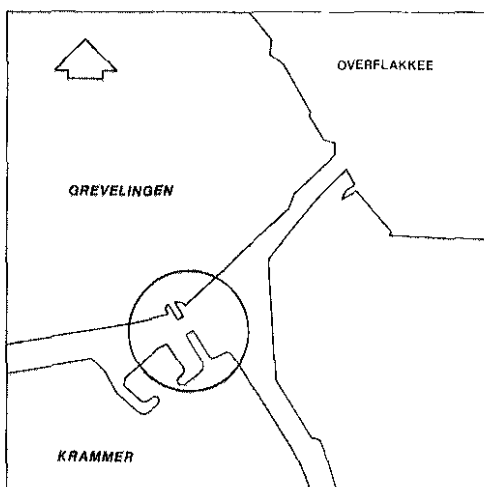
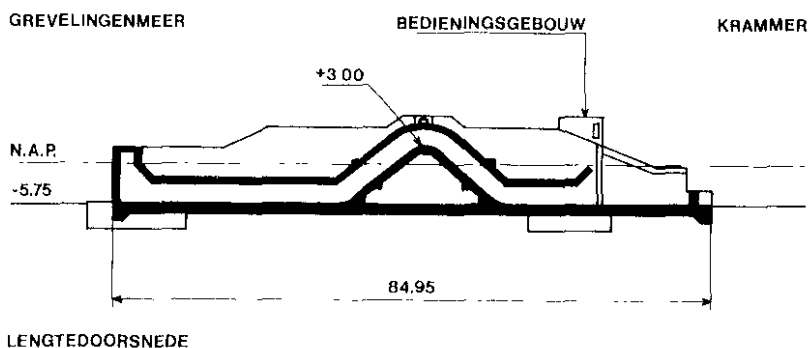


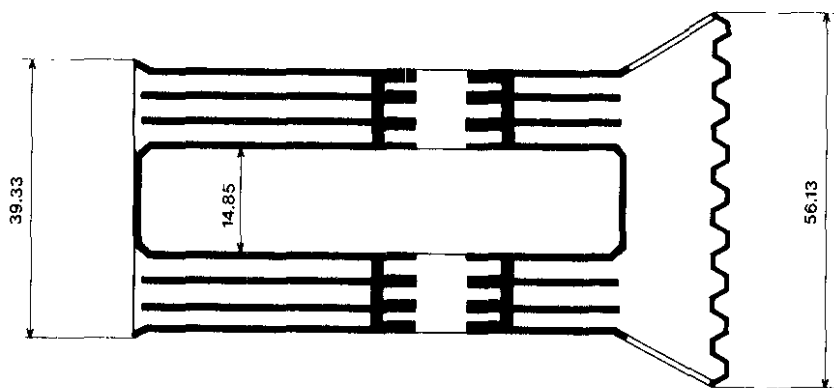
Fig. 1. Situatie van het doorlaatmiddel in de Grevelingendam, de 'Flakkeese Spuisluis'.

Fig. 3. Principe van de hevel als doorlaatmiddel.

Fig. 2 Doorsnede en overzicht van het doorlaatmiddel



LENGTEDOORSNEDE



BOVENAANZICHT

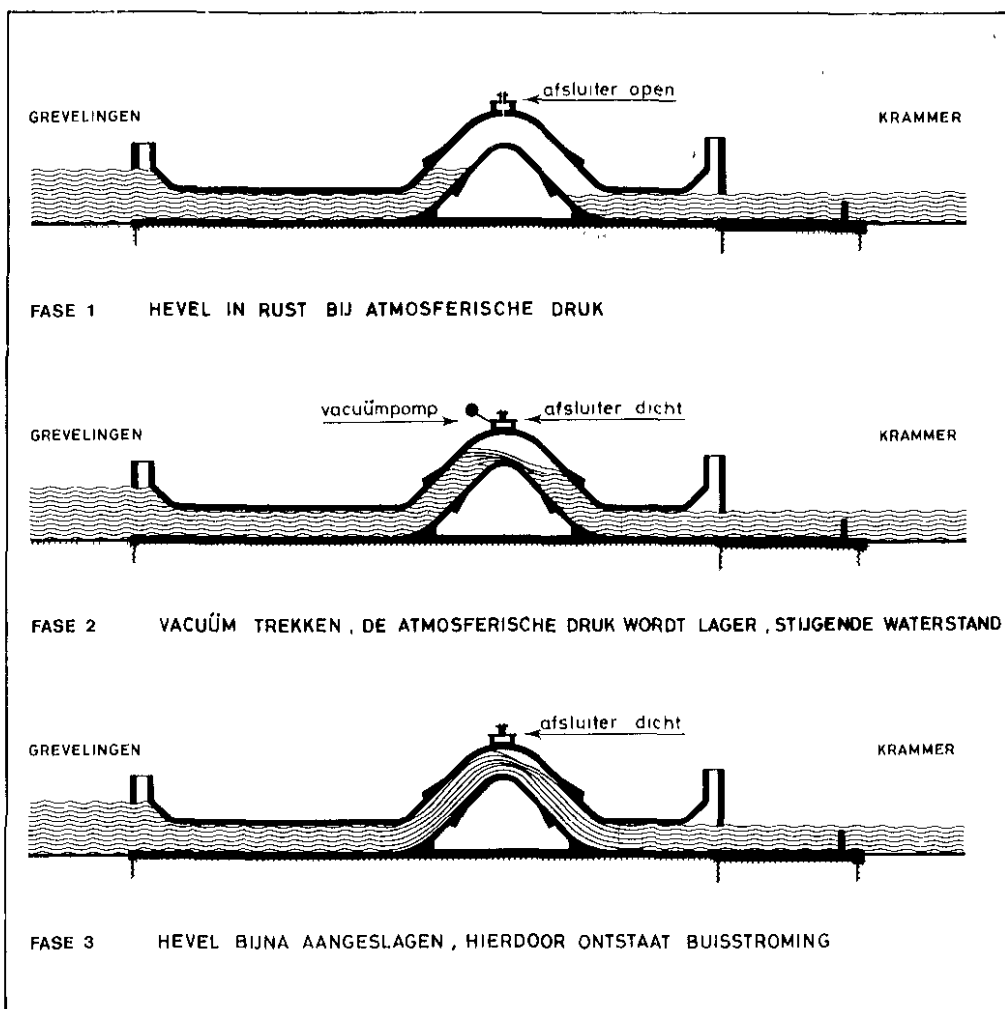
werken, en min of meer onafhankelijk van de bovenwaterstand mechanisch aangeslagen worden. De vacuümpomp zorgt ervoor, dat de hevel ook bij geringe vervallen kan worden aangeslagen. De hevel kent in feite twee werksituaties: Hij kan functioneren als overlaat, zodat er water over de knie stroomt van de zijde met de hoge waterstand – die dan hoger moet zijn dan N.A.P. + 3 m – naar die met de lage waterstand; in aangeslagen toestand kan hij ook als een echte hevel gaan werken, dus met stroming door de gehele buis.

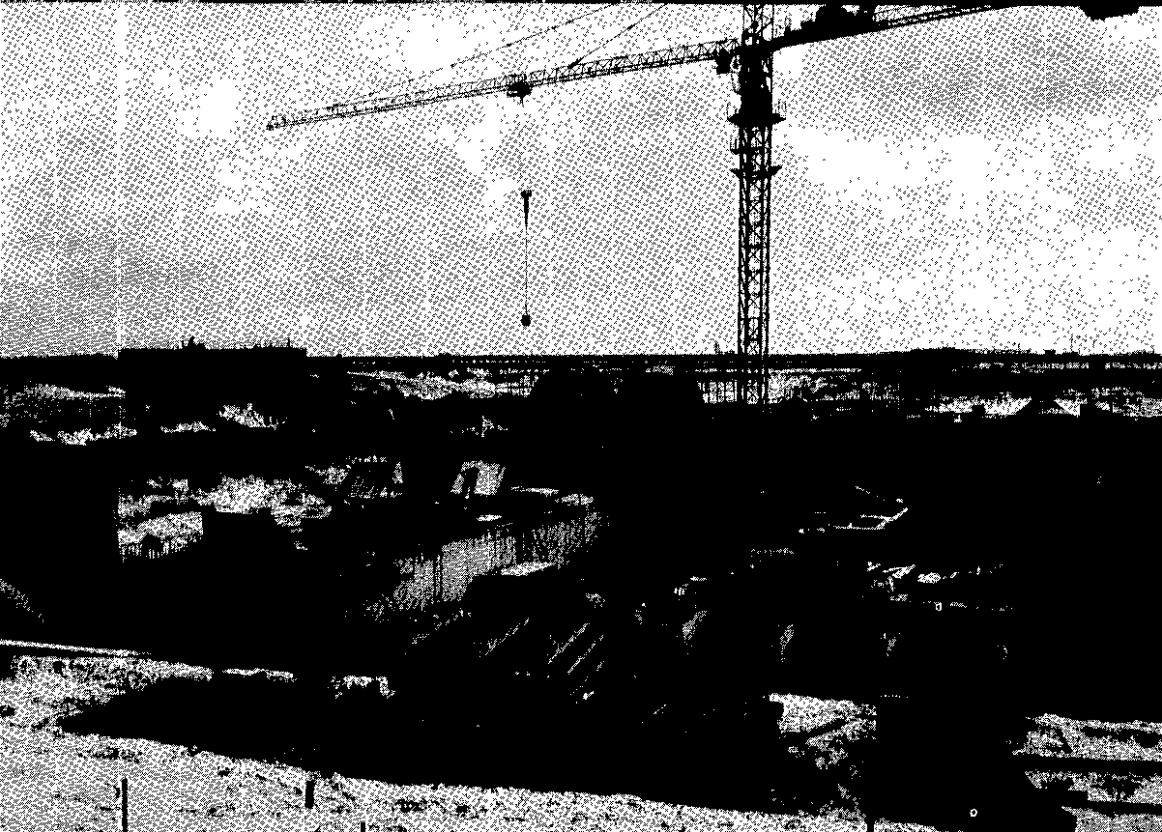
De hevel in de Grevelingendam kan alleen functioneren als overlaat bij waterstanden op het Krammer die hoger zijn dan N.A.P. + 3,00 m, dat wil in de praktijk zeggen tijdens een storm.

De stroom is dan gericht van het Krammer naar het Grevelingenmeer. Door er in deze

situatie voor te zorgen dat de atmosferische luchtdruk in de knie wordt gehandhaafd via een open verbinding met de buitenlucht, kan hierbij nooit buisstroming ontstaan. De hoeveelheid water die vanuit het Krammer tijdens een storm op het Grevelingenmeer terechtkomt, is dan ook klein, en verhoogt de waterstand op het meer met niet meer dan enkele centimeters. Met behulp van een kleine compressor kan ook nog overdruk in de hevelknie worden aangebracht, zodat desnoods onder alle omstandigheden een waterscheiding kan worden gerealiseerd.

Via de aangeslagen hevel is het waterdebiet veel groter dan in een overlaatsituatie, omdat er dan buisstroming ontstaat. Hiertoe dient in de hevelknie onderdruk te worden gezogen met behulp van een vacuümpomp, zodat de waterstand in de hevel stijgt. Wanneer alle





lucht uit de knie is verdwenen, slaat de hevel aan (figuur 3). De vacuüminstallatie bestaat uit drie vacuümpompen met een capaciteit van 0,43 m³/s en een vermogen van 45 kW. De pompen kunnen de zes hevelkokers gelijktijdig doen aanslaan in 15 minuten. In de installatie is voorzien dat ook per hevelkoker gestart kan worden.

Is aanslaan van de hevel alleen mogelijk als de lucht in de knie geen open verbinding met de buitenlucht heeft, het afslaan – dus het stopzetten van de buisstroming – kan op ieder moment worden gerealiseerd door het inlaten van lucht in de knie. Dit afslaan is een sterk dynamisch gebeuren. Eerst moet de afslagklep worden geopend bij een groot drukverschil aan weerszijden; daarna gaat de waterstand doorslingeren tot beneden het plafond van de horizontale koker. Het plafond kan daarbij geduchte klappen oplopen. De hevel slaat ook automatisch af wanneer de waterstand op het Krammer hoger stijgt dan die op het Grevelingenmeer. Uit het hydraulisch modelonderzoek zijn zowel de benodigde capaciteit van de vacuümpomp voor het aanslaan van de hevel gebleken, als het minimaal benodigde luchtdebuït om de hevel bij het aanwezige verval te doen afslaan, en de maximaal toelaatbare hoeveelheid lucht om te snel afslaan van de hevel te voorkomen.

In principe kan door de hevel in aangeslagen toestand in twee richtingen worden gestroomd, al naar gelang van waterstanden aan de Krammerzijde. De Flakkeese Spuisluis is met het oog op de eerder genoemde functies voorshands alleen ontworpen voor buisstroming van het Grevelingenmeer naar het Krammer. De stortebedden zijn aan die zijde dan ook zwaarder uitgevoerd. Wanneer wordt besloten tot een zoet Grevelingenmeer, zal de stroming gaan in de andere richting, en dient het stortebed aan de Grevelingenzijde te worden aangepast. De hevel levert zeer sterk geconcentreerde waterstralen, daarom is het nodig benedenstrooms een stroomverdeler toe te passen. Zo'n stroomverdeler begrenst ook het debiet: de hoogte van de verdeler is namelijk zo gekozen dat het debiet bij waterstanden lager dan N.A.P. –2,00 m verder constant blijft.

De bodembescherming in de geul naar het Krammer bestaat over de eerste 15 m uit stortsteen van 60 tot 300 kg per stuk, gepene-treerd met asfalt; de volgende 75 m zijn afgestort met steen 60/300 kg; dan volgt over 25 m stortsteen 10/60 kg en vervolgens nog grint over 200 m. Bij de bodembescherming aan de bovenstroomse zijde in het Grevelingenmeer wordt gebruik gemaakt van de indertijd

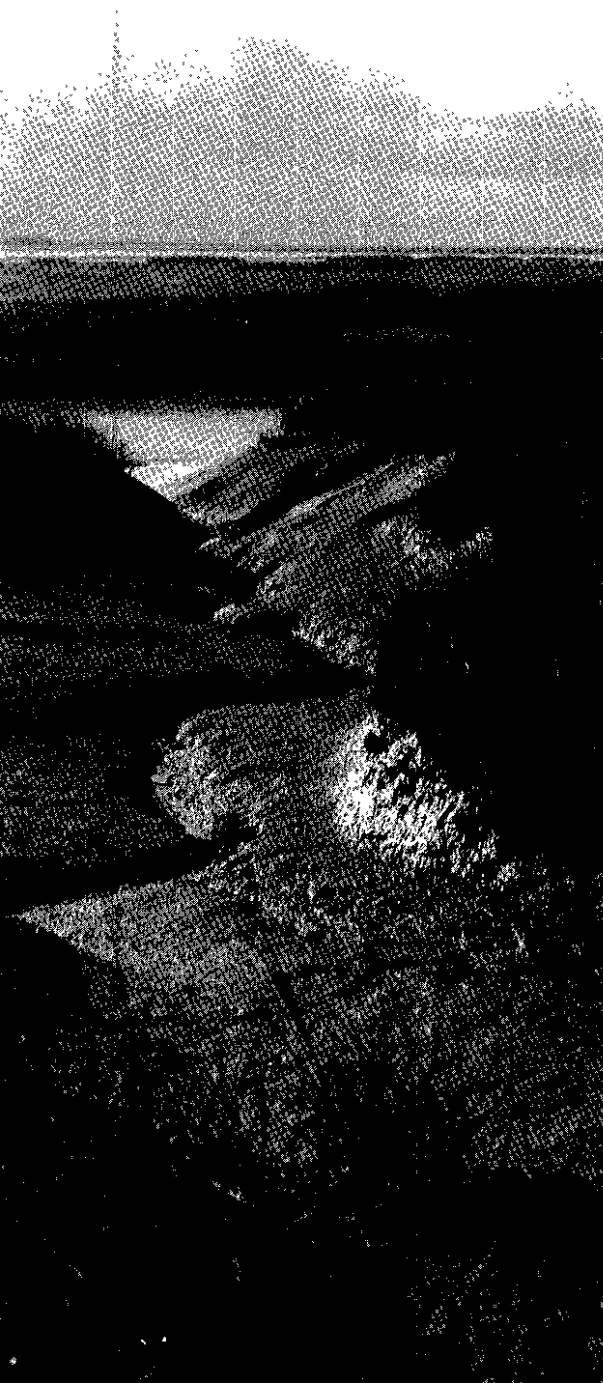
voor de sluiting van de Grevelingendam aangelegde verdediging van asfaltmastiek. Tegen de kokers aan wordt deze slab over 25 m lengte vervangen door stortsteen 10/60 kg. De kokers worden uitgevoerd in gewapend beton, het kniestuk in voorgespannen beton; dit laatste vanwege de eis dat het kniestuk *luchtdicht moet zijn en daarom vrij van scheuren*. Bovendien wordt de hevelknie overwegend dynamisch belast door het aan- en afslaan van de hevel en door drukfluctuaties tijdens het spuien. Aan beide einden van de kokers zijn voorzieningen aangebracht voor schotbalken, zodat ze afzonderlijk drooggezet kunnen worden. De drie vacuümpompen en de compressor staan opgesteld in een afzonderlijk pompgebouw.

Met de aanleg van de bouwput voor de hevel is begonnen in het voorjaar van 1980. In oktober van dat jaar ving de eigenlijke bouw aan. Bij de verdere ontgraving van de bouwput moest nog een deel van de oude bodembescherming in het oorspronkelijke sluitgat van de Grevelingendam worden opgeruimd.

Het betonwerk zal in de zomer van 1982 gereedkomen. Na inundatie van de bouwput in augustus 1982 worden de ringdijken weggebag-gerd en de toeleidingsgeulen gegraven. De wegen op de Grevelingendam, die momenteel aan weerszijden om de bouwput zijn heenge-legd, worden dan over de hevel teruggelegd. Inmiddels zal dan ook begonnen zijn met het installeren van de pompen en het aanbrengen van de elektrische installatie.

In maart 1983 zal in één koker een serie metingen worden verricht ter verificatie van het modelonderzoek dat aan het ontwerp is voorafgegaan. Daarna is de hevel in principe voor gebruik gereed. Tot aan de sluiting van de compartimenteringsdammen kunnen dan de effecten van rondstroming op de Oosterschelde en het Grevelingenmeer worden bestudeerd. Hiervoor zal een gericht programma worden opgesteld.

De vegetatie van de schorren langs de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak



De schorren langs de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak dragen veel bij tot de natuurwaarde van dit gebied. In 1978 is een vegetatie-kartering van deze schorren uitgevoerd, die onlangs werd gepubliceerd. Het doel daarvan was, de flora en vegetatie van de schorren vóór de voltooiing van de Oosterscheldewerken te beschrijven, zodat veranderingen die zich als gevolg van deze werken gaan voordoen, kunnen worden opgemerkt en geregistreerd. Verder kunnen de vegetatiekaarten gebruikt worden bij het opstellen van inrichtings- en beheersplannen voor het Oosterschelde- en Krammer-Volkerakgebied.

Schorren ontstaan door geleidelijke opslibbing van slikken en platen; op een gegeven ogenblik wordt een niveau bereikt waarop zich de eerste pionierplanten, Zeekraal en Engels slijkgras, kunnen vestigen. Vooral Engels slijkgras kan veel slib vastleggen, zodat het slik op een steeds hoger niveau komt te liggen. Gedurende de opslibbing ontstaat een geomorfologisch gaandeweg ingewikkelder patroon van kreken, kommen en oeverwallen (figuur 3). De kreken zorgen voor de aan- en afvoer van eb- en vloedstromen. De oeverwallen langs de kreken bestaan uit vrij zandig materiaal dat op momenten dat de kreken buiten hun oevers traden het snelst bezonken is, en daarom hoger ligt dan de kommen, waarin het fijnere slib bezinkt.

De overgang van schor naar onbegroeid slik kan scherp zijn, maar ook vaag (figuur 2). Bij een erosief schor gaat het schor via een steile rand over in het slik. De schorrand ligt dan meestal hoger dan de kommen erachter. Bij aangroeiende schorren is de grens tussen schor en slik niet scherp. De vegetatiebedekking

wordt geleidelijk lager, totdat er nog maar hier en daar Engels slijkgras en Zeekraal voorkomt.

In de Oosterschelde- en het Krammer-Volkerak-gebied ligt ongeveer 1700 ha schor: 1100 ha daarvan ligt achter de Oesterdam en de Philipsdam in het toekomstige Zoommeer en Markiezaat. Na het wegvallen van het getij zullen deze gebieden hun schorkarakter verliezen en begroeid raken met zoutmijdende vegetaties (zie ook Bericht 89, augustus 1979). Er blijft in het toekomstige gedempt-getijdegebied 600 ha schor over.

De belangrijkste factoren die de vegetatie van de schorren bepalen zijn de overspoelingsfrequentie met zout water en het zoutgehalte van dat overspoelingswater. Verder zijn ook de bodemsamenstelling en het beheer van invloed.

De overspoelingsfrequentie is afhankelijk van de hoogteligging van het schor. De laagste delen van het schor worden vrijwel ieder getijde overspoeld, dus tweemaal per dag, de allerhoogste delen slechts enkele malen per jaar, bij zware stormen. De overspoelingsfrequentie bepaalt in belangrijke mate in hoeverre de bodem van het schor 'gerijpt' is, dat wil zeggen onder invloed van chemische en fysische processen veranderd van slappe modder in stevige grond.

De overspoelingsfrequentie bepaalt ook het zoutgehalte van de bodem en vooral de schommelingen daarin. Bij dagelijkse overspoeling is het zoutgehalte voortdurend ongeveer gelijk aan dat van het overspoelingswater. Wanneer er maar af en toe overspoeling plaatsvindt, wisselt het zoutgehalte veel meer. Het zoutgehalte van het overspoelingswater ligt voor het grootste deel van de Oosterschelde

boven de 15 gram Cl^-/l . Alleen in het Volkerak ligt het tussen de 10 en 15 gram Cl^-/l (figuur 4): daar is het water brak. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het zoete water dat via de Volkeraksluizen en de Brabantse riviertjes Mark/Dintel en Roosendaalse en Steenbergse Vliet op het Volkerak wordt geloosd. Vóór de aanleg van de Volkerakdam was het zoutgehalte hier nog lager, omdat er toen een open verbinding bestond met het brakke Hollands Diep.

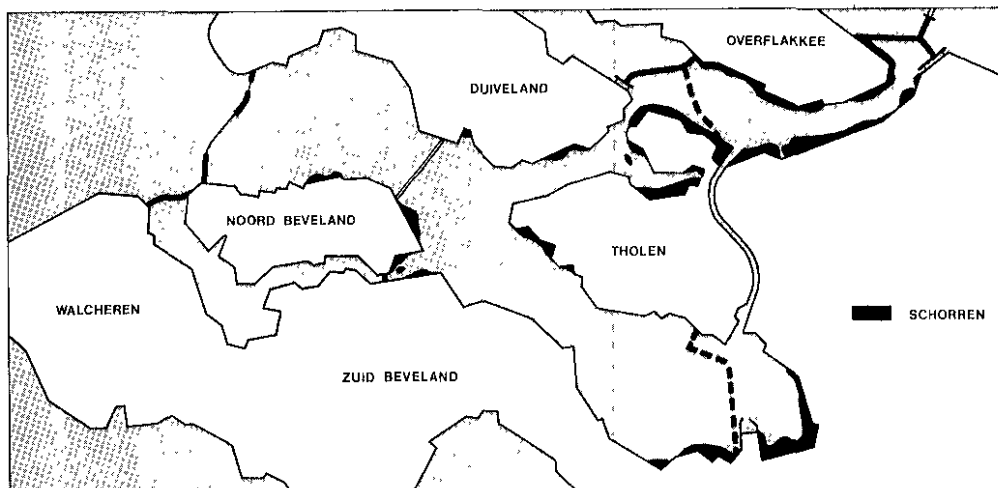
Flora

De schorren bezitten een zeer specifieke flora van soorten die aangepast zijn aan het dynamische zoute milieu. De soortenrijkdom is vrij laag. Dit is kenmerkend voor zeer dynamische milieus: weinig soorten, maar van deze soorten veel individuen.

In totaal zijn bij het onderzoek 115 soorten aangetroffen. Hiervan behoort echter een groot deel tot de meer algemene soorten uit zoete milieus, die op de schorren alleen op de

Foto links. Schor bij St.-Philipsland.

Fig. 1 Schorrenareaal in het Oosterscheldegebied.



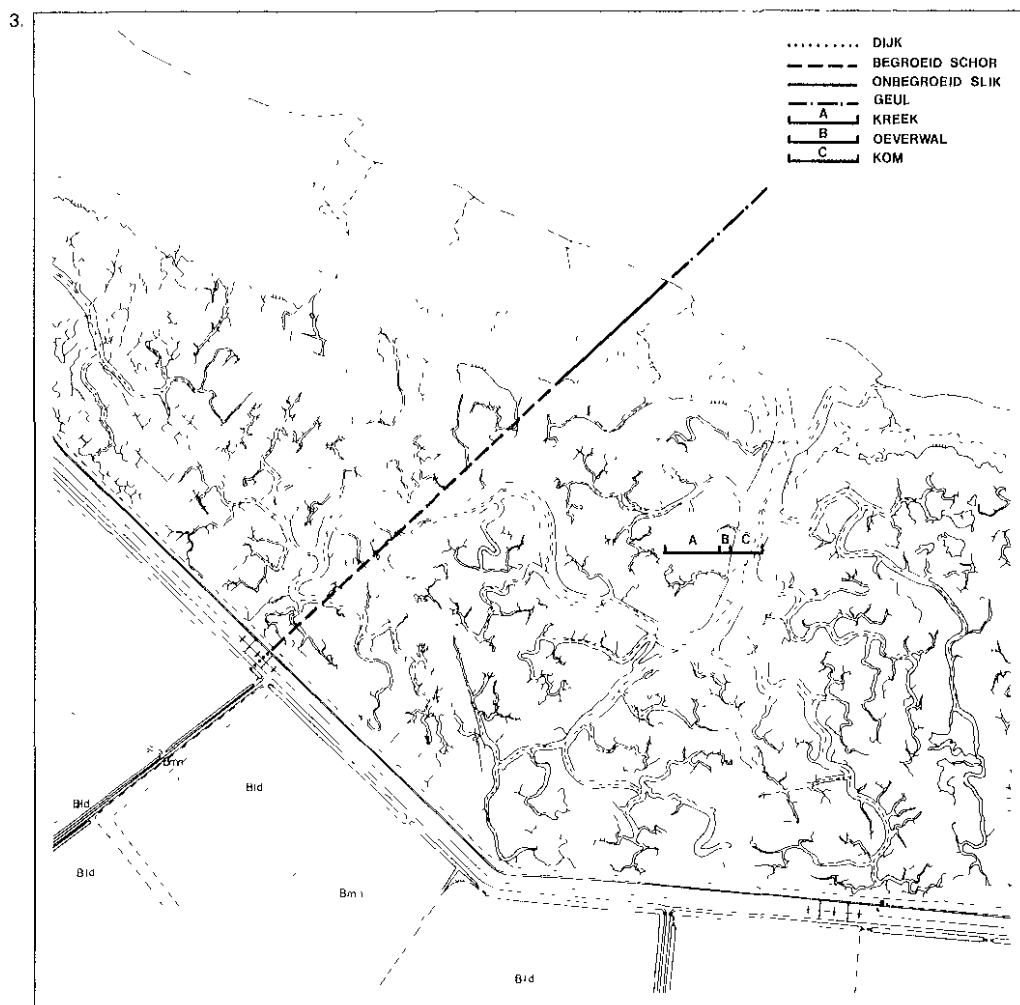
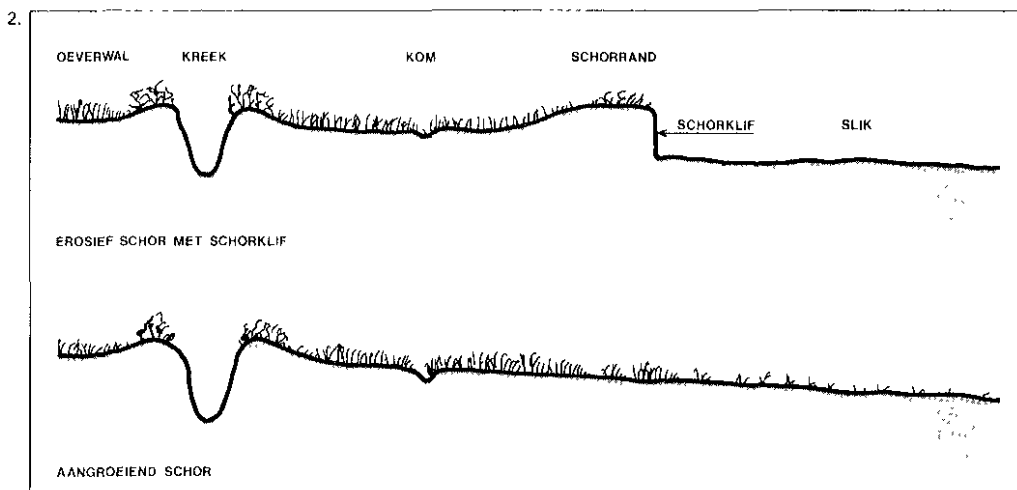
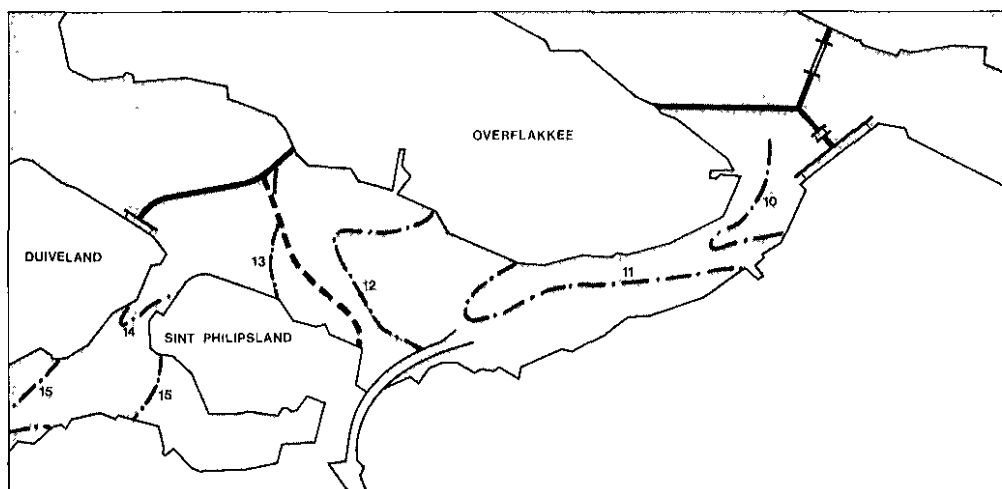
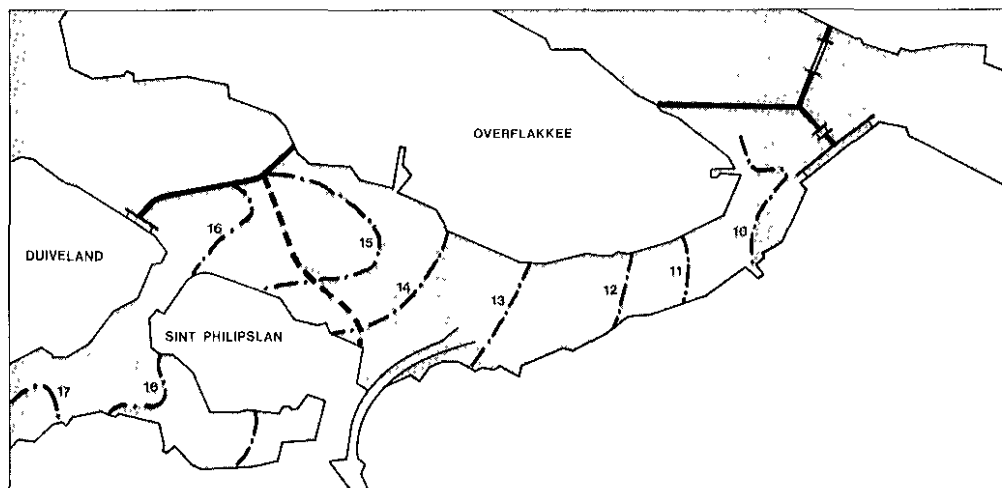


Fig. 2. Morfologie van verschillende schorttypen.

Fig. 3. Onderdelen van het schor

Fig. 4. Lijnen van gelijk zoutgehalte in het Krammer-Volkerak bij hoog (boven) en laag water.

hoogste delen voorkomen, zoals op aanspoelgordels langs dijken en hoge ruggen. De 39 soorten van tabel 1 kunnen beschouwd worden als kenmerkend voor zoute of brakke milieus, omdat ze onder zoete omstandigheden niet of slechts zelden voorkomen. Bij deze 39 zijn vrij veel voor Nederland zeldzame soorten. De zeldzaamheid van plantensoorten wordt uitgedrukt in een 'uurhokfrequentieklasse' (UFK), dat wil zeggen het aantal uurhokken – blokken van 5 x 5 km, een uur lopen – waarin een soort in Nederland voorkomt. In de tabel is voor iedere soort de UFK-waarde aangegeven. Ook is af te lezen hoe vaak deze soorten op de schorren langs de Oosterschelde voorkomen. Naast het UFK-cijfer is namelijk ook in procenten aangegeven hoe vaak iedere soort voorkomt in de opnamen die ten behoeve van de vegetatiekartering zijn gemaakt.



Tabel 1: lijst van aan zoute of brakke milieus gebonden soorten die op de schorren langs de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak voorkomen.

	I	II	
Engels slijkgras	84,5	6	<i>Spartina anglica</i>
Zeeaster	81,1	6	<i>Aster tripolium</i>
Zeekraal	72,1	6	<i>Salicornia europaea</i>
Gewoon kweldergras	65,8	6	<i>Puccinellia maritima</i>
Schorrezoutgras	57,3	6	<i>Triglochin maritima</i>
Lamsoor	55,1	5	<i>Limonium vulgare</i>
Gewone zoutmelde	54,7	4	<i>Halimione portulacoides</i>
Schorrekruid	53,5	6	<i>Suaeda maritima</i>
Gerande schijnspurrie	35,4	6	<i>Spergularia media</i>
Zeeweegebree	31,4	6	<i>Plantago maritima</i>
Rood zwenkgras	27,0	?	<i>Festuca rubra f. litoralis</i>
Strandkweek	23,1	6	<i>Elytrigia pungens</i>
Melkkruid	14,1	6	<i>Glaux maritima</i>
Zeealsem	10,7	4	<i>Artemisia maritima</i>
Zilte rus	8,4	6	<i>Juncus gerardii</i>
Strandmelde	8,0	6	<i>Atriplex littoralis</i>
Zilte schijnspurrie	6,8	5	<i>Spergularia marina</i>
Fioringras	6,0	?	<i>Agrostis stolonifera var. Salina</i>
Engels gras	4,9	5	<i>Armeria maritima</i>
Dunstaart	4,4	4	<i>Parapholis strigosa</i>
Echt lepelblad	4,1	4	<i>Cochlearia officinalis</i>
Zeebies	3,8	7	<i>Scirpus maritimus</i>
Hertshoornweegbree	3,0	6	<i>Plantago coronopus</i>
Stom kweldergras	2,3	5	<i>Puccinellia distans</i>
Klein zeegras	2,1	4	<i>Zostera noltii</i>
Groot zeegras	1,8	4	<i>Zostera marina</i>
Smalbladige rolklaver	1,7	5	<i>Lotus tenuis</i>
Aardbeiklaver	1,4	6	<i>Trifolium fragiferum</i>
Zeerus	0,9	4	<i>Juncus maritimus</i>
Zilt torkruid	0,8	4	<i>Oenanthe lachenalii</i>
Heemst	0,5	4	<i>Althaea officinalis</i>
Zilte zegge	0,3	5	<i>Carex distans</i>
Klein slijkgras	0,3	1	<i>Spartina maritima</i>
Behaarde boterbloem	0,2	5	<i>Ranunculus sardous</i>
Blauw kweldergras	0,1	3	<i>Puccinellia fasciculata</i>
Zeevetmuur	0,1	4	<i>Sagina maritima</i>
Fijn goudscherm	0,1	3	<i>Bupleurum tenuissimum</i>
Kwelderzegge	0,1	4	<i>Carex extensa</i>
Snavelruppia	0,1	3	<i>Ruppia maritima</i>

Kolom I: het percentage van de 1174 gemaakte opnamen waarin de betreffende soort voorkomt.
 Kolom II: zeldzaamheidswaarde (UFK-klasse)

UFK-klasse

- 1 = uiterst zeldzaam
- 2 = zeer zeldzaam
- 3 = zeldzaam
- 4 = vrij zeldzaam
- 5 = minder algemeen
- 6 = vrij algemeen
- 7 = algemeen
- 8 = zeer algemeen
- 9 = uiterst algemeen

Vegetatie

De grenzen tussen de verschillende vegetatietypen op de schorren zijn meestal zeer scherp. De patronen zijn doorgaans lintvormig. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de overspoelingsfrequentie een van de meest bepalende milieufactoren is. De verschillende vegetatietypen liggen dan ook grotendeels evenwijdig met de hoogtelijnen.

Van laag naar hoog kan een aantal opeenvolgende vegetatietypen op de schorren worden onderscheiden.

De benedenste daarvan is de Engels-slijkgras-zone, op de overgang van het ongegroeide slik naar het begroeide schor groeien de pionierplanten Zeekraal en Engels slijkgras. Ze vormen hier een open begroeiing, die wat hogerop meer gesloten raakt en dan bestaat uit

zeer soortenarme vegetaties van Engels slijkgras. Dit is een stugge grassoort die pas laat in het jaar bloeit met kenmerkende spitse bloeiaren. De soort is van oorsprong niet inheems, en is pas omstreeks 1925 in Nederland geïntroduceerd. Vervolgens heeft hij zich sterk uitgebreid, ten koste van het hier wél inheemse Klein slijkgras. Deze soort is inmiddels vrijwel verdrongen door het Engels slijkgras en komt nu nog maar op drie plaatsen in het Oosterschelde-Krammer-Volkerakgebied voor. Slechts één groeiplaats ligt in het toekomstige gedempt-gedijdegebied.

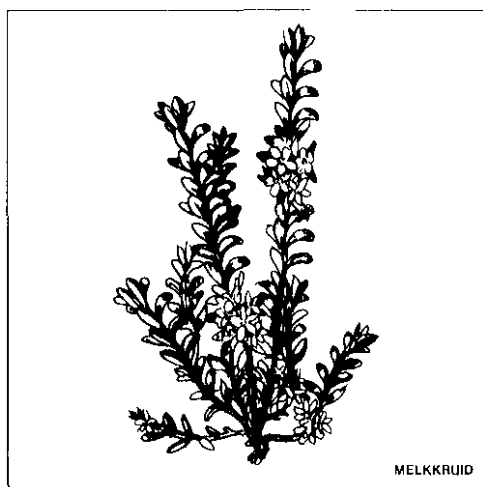
Langs de krekten komt op de lagere oeverwallen in deze zone vooral Zeeaster, Zeekraal en Schorrekruid voor. Zeeaster bloeit op de schorren geel, in tegenstelling tot binnendijks groeiende Zeeasters, die paars bloeien. Dit verschil wordt veroorzaakt door het ontbreken



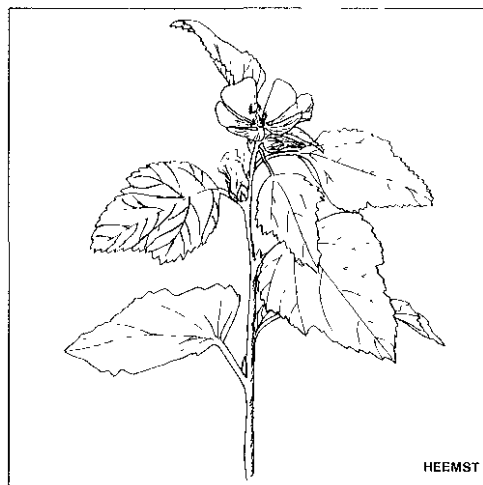
SCHORREZOUTGRAS

ZEEVEGBREE

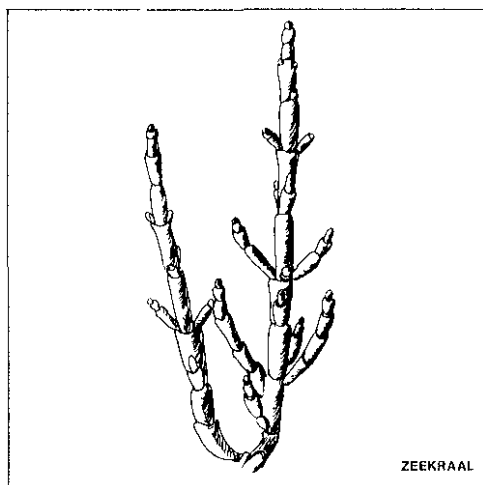
ENGELS SLIJKGRAS



MELKKRUID



HEEMST



ZEEKRAAL

van de paarse straalbloempjes bij de op de schorren groeiende ondersoort. Op de wat hogere oeverwallen komen aaneengesloten vegetaties van het fraaie zilvergrijze dwergstruikje Gewone zoutmelde voor.

Dan volgt de Lamsoorzone. Deze zone wordt gevormd door een wat soortenrijkere begroeiing van Gewoon kweldergras, Schorrezoutgras, Zeeweegbree en het mooi paars bloeiende Lamsoor, dat wel voor droogboeketten wordt gebruikt. Dit zijn de kleurrijkste vegetaties van de schorren; ze komen vooral veel voor op de schorren bij St.-Annaland, het schor voor de Stroodorpepolder, het schor ten westen van Rattekaai en het schor bij Bergen op Zoom. De hier genoemde Lamsoor moet niet verward worden met de 'Lamsoor' die in Zeeland als groente gegeten wordt. Met deze volksnaam wordt namelijk in feite het jonge blad van Zeeaster bedoeld, dat hier, evenals jonge scheuten van Zeekraal, als een delicatessie wordt beschouwd.

Op de oeverwallen in deze zone treffen we behalve de hiervoor al genoemde Gewone zoutmelde ook gesloten matten van het heldergroene Rood zwenkgras aan. Tussen dit gras groeit vaak de prachtige zilverkleurige, sterk geurende Zeealsem. Op plaatsen waar bij hoge waterstanden veel dood plantenmateriaal terecht komt domineert het stugge gras Strandkweek, familie van het in de moestuin zo gevreesde kweekgras.

De Engels-graszone die dan volgt, bedekt de hoogste delen van de schorren, die alleen bij hoge springvloeden nog onder water komen. Hier groeit een vrij korte grazige vegetatie met het al genoemde Rood zwenkgras en verder Melkkruid met zijn mooie lichtroze bloempjes, Zilte rus en het rose bloeiende Engels gras. Een gecultiveerde vorm van deze laatste soort wordt wel in siertuinen gekweekt. Deze vegetaties komen slechts weinig voor. De grootste oppervlakten liggen op de schorren bij Bergen op Zoom en op de schorren langs de zuidkust van Goeree-Overflakkee. Na afsluiting van respectievelijk het Markiezaat en het Volkerak zullen ze verloren gaan. In het toekomstige gedempt-getijdgebied komen deze vegetaties hier en daar voor op het schor bij Kats, het schor voor de Stroodorpepolder, het schor bij Rattekaai-west en de schorretjes langs de zuidkust van Tholen.

Bij Bergen op Zoom komt de voor Nederland unieke situatie voor dat schorren direct grenzen aan hooggelegen pleistocene zandgronden. Hier vinden we boven de Engels-graszone nog meer vegetatiegordels, die nog maar incidenteel overspoeld worden. Deze vegetatietypen zijn kenmerkend voor de overgang zout-zoet, met



Foto's boven: Lamsoor (links)
en Echt lepelblad tussen Riet.

Hiernaast en op de vorige
pagina: zoutminnende plan-
ten van het schor

op droge zandige plaatsen soorten als Dun-
staart, Zeevetmuur, Hertshoornweegbree en
Sierlijke vetmuur. Op voedselrijkere vochtige
plaatsen, hier meestal beweide, zijn er grazige
vegetaties van Rood zwenkgras, Fioringras,
Zilver schoon, Veldgerst, Herfstleeuwetand,
Smalbladige rolklaver en Witte en Aardbeikla-
ver. Nog hoger gaan deze begroeiingen over in
duinvegetaties met voornamelijk zoutmijdende
planten.

In de rest van het Oosterscheldegebied komen
dergelijke vegetaties op de schorren niet of
heel weinig voor.

De hiervoor besproken vegetaties komen
vooral goed ontwikkeld voor in het Oosterschel-
debekken, vanaf de monding tot het Zijpe. In
het Volkerak hebben de vegetaties een wat
ander karakter, als gevolg van de invloed van
het brakke water. Lamsoor, Gewone zoutmelde,

Zeealsem en Engels gras komen hier minder
voor. Met name Schorrezoutgras groeit hier
veel beter, en vormt gesloten vegetaties. Een
vijftal soorten is kenmerkend voor dit brakke
milieu: Riet, Zeebies, Echt lepelblad, Zilt
torkruid en Heemst. In de rest van de Ooster-
schelde met uitzondering van het schor bij
Bergen op Zoom, waar sprake is van zoete
kwel, komt men die niet tegen. Riet en Zeebies
groeien vooral in lage natte kommen. Ze
nemen in het brakke gebied de plaats in van
het Engels slijkgras. Voor de voltooiing van de
Volkerakdam kwamen riet en zeebiesvegetaties
nog vrij veel voor. Nu zijn er nog maar enkele
fragmenten van over, met name in het meest
brakke oostelijke deel.

Van de drie andere brakwatersoorten is het in
het voorjaar mooi wit bloeiende Echt lepelblad
het minst zeldzaam. Van deze plant zijn ook
nog enkele groeiplaatsen bekend op de
schorren ten noorden van St.-Philipsland, zodat
deze soort ook na de voltooiing van de Philips-
dam nog in het gedempt-getijdegebied aanwe-
zig zal zijn.

Zilt torkruid en ook Heemst met zijn fluwelige
bladeren en grote rose bloemen komen slechts
op enkele plaatsen in het Volkerak voor. Voor
Heemst zijn deze groeiplaatsen de laatste
onder brakwatergetijde-omstandigheden in
Nederland. Het Haringvliet, waar deze soort
vanouds veel voorkwam en nog voorkomt, is in
1971 afgesloten. In andere brakwatergebieden
in Nederland, de Westerschelde en de Dollard,
komt de soort niet voor.

Gevolgen van de getijdedemping

Na de aanleg van de compartimenteringsdam-
men zal er van de 1700 ha schor nog 600 ha

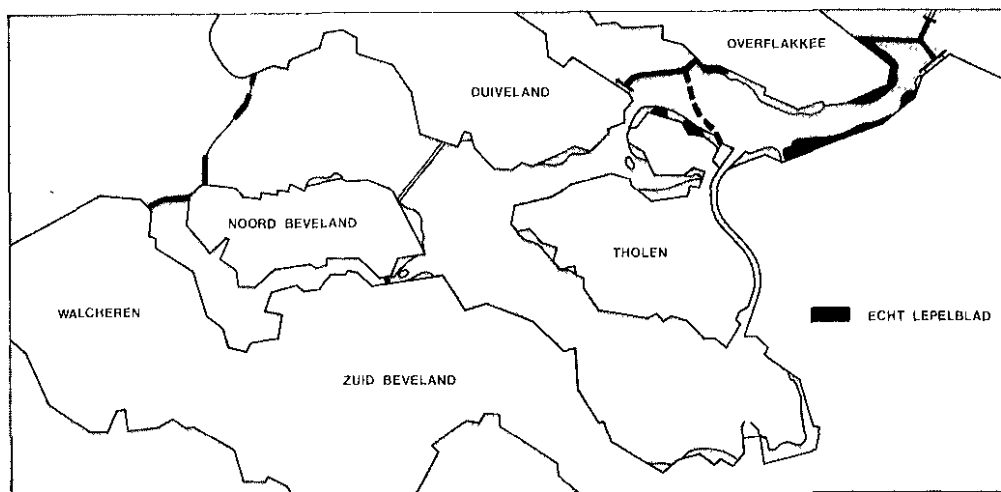


Fig. 6. De verspreiding van
Echt lepelblad

overblijven. Door de demping van het getij zullen er op deze overgebleven schorren naar verwachting vrij sterke wijzigingen optreden in de flora en de vegetatie. Het onderzoek naar de te verwachten veranderingen is nog gaande, zodat nu nog slechts een globale indicatie kan worden gegeven.

Het belangrijkste gevolg van de aanleg van de Oosterschelde-kering is wel dat de overspoelingsfrequentie sterk zal teruglopen. Hierdoor zullen de vegetatiegordels op de schorren naar beneden verschuiven. De Engels-slijkgraszone zal zich op de hoogste delen van het slik plaatselijk kunnen uitbreiden. De Lamsoorzone zal dit ook doen, ten koste van de Engels-slijkgraszone en de Engels-graszone weer ten koste van de Lamsoorzone. Op de hoogste delen van de schorren zullen zich vegetaties kunnen vestigen die kenmerkend zijn voor de overgang

zout-zoet. Hoe groot het oppervlak zal zijn dat geheel verzoet als gevolg van de getijdedemping, is afhankelijk van het beheer van de Oosterschelde-kering. Als die nooit gesloten zou worden is het oppervlak dat geheel zal verzoeten verwaarloosbaar klein. Wordt hij echter vaak gesloten dan zal een groot deel verzoeten. Bij het opstellen van het beheersplan voor de Oosterscheldedekering wordt hier rekening mee gehouden (Bericht 95, februari 1981).

Naar verwachting zal de soortenrijkdom van de schorren toenemen, omdat juist de vegetaties van de hogere schorren, die in de huidige situatie slechts weinig voorkomen, zich zullen uitbreiden of vestigen. Er is echter een aantal onzekerheden waarover het onderzoek nog meer duidelijkheid moet geven. Zo is het niet duidelijk of Engels slijkgras, dat een grote concurrentiekracht heeft, zich wel door de soorten uit de Lamsoorzone zal laten verdringen. Verder is het goed mogelijk dat door de bodemrijping en de sterke toename van de voedselrijkdom die daarvan het gevolg is, bepaalde agressieve, stikstofminnende soorten, zoals met name Strandkweek, sterk zullen gaan overheersen. De vegetatie zou dan juist veel eenvormiger worden.

Als dit het geval zou zijn, dient een zorgvuldig beheer van de schorren zulke ongewenste ontwikkelingen tegen te gaan. In de praktijk van het natuurbeheer is gebleken dat beweiding met bijvoorbeeld schapen hiervoor een goed middel kan zijn. Tegenwoordig worden er echter vrijwel geen schorren meer beweïd. Vroeger was dat wel het geval, omdat dit toen nog financieel aantrekkelijk was. Voor een hernieuwde invoering van beweiding zullen technische, juridische en financiële middelen gevonden moeten worden.

In de Deltawet wordt, behalve de afsluiting van de grote zee-armen, ook de versterking van de hoogwaterkeringen langs 'het overige deel van de kust' met zoveel woorden genoemd. De aanpassingen zullen hier in beginsel moeten worden verkregen door verhoging en versterking van de bestaande hoogwaterkeringen.

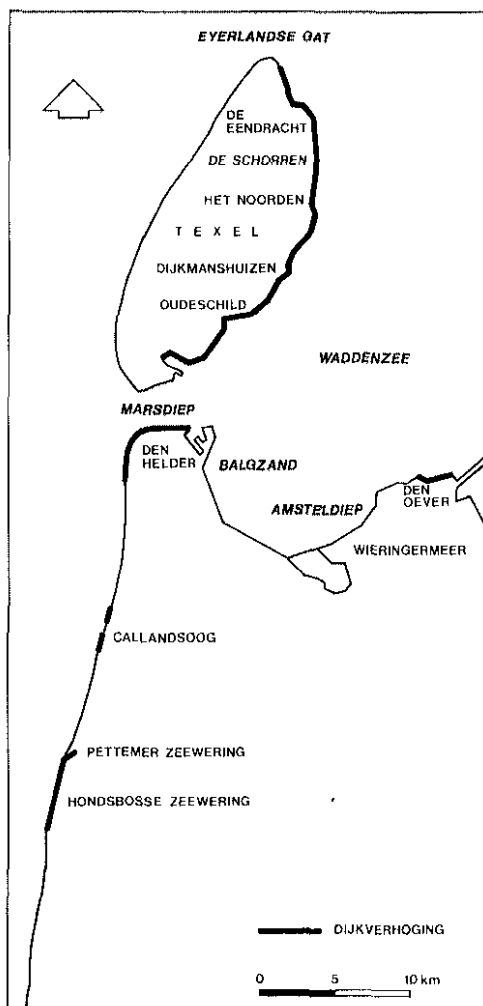
De Deltadijken in de kop van Noord-Holland en op Texel

De laatste jaren is de uitvoering van de 'Werken ten noorden van Hoek van Holland' voorspoedig, maar nogal geruisloos verlopen. Het laatste korte berichtje verscheen in de rubriek 'Vorderingen' van Bericht 69 (augustus 1974). Omdat er in het noorden des lands toch wel het een en ander werd gepresteerd zullen in dit Bericht, en in de erop volgende, artikelen hierover worden opgenomen, om de vanaf 1975 opgelopen achterstand in te halen.

In die periode werden eerder aangevangen studies voltooid en konden plannen verder worden uitgediept en uitgewerkt tot bestekken. In samenwerking met de Studiedienst Hoorn werden voor de verschillende dijkvakken ontwerp-kruinhoogten bepaald, en werd een 'prioriteitenplan dijkverzwaringen noordelijk deel van Noord-Holland' opgemaakt; dit laatste met als doel te komen tot een urgentiebepaling voor de dijkverhogingen die rekening hield met de risico's voor de bevolking en de economie in geval van dijkdoorbraak.

Nummer één op de lijst kwam de havenomringdijk langs het Nieuwe Diep te Den Helder. De Havendijk met de oude Koopvaardersschutsluis vormden hier de zwakste schakel in de hoogwaterkering. Dan zouden de zeedijken langs de Waddenkust op Wieringen aan de beurt komen; dit vanwege het lage achterland en de daarmee in verband staande risico's voor overstrooming van de Wieringermeer. De zeedijken langs de Waddenkust op Texel kregen de derde plaats; de urgentie daarvan was gelijk aan die van Wieringen. Daarna kwamen nog de Helderse Zeewering, de Hondsbosse Zeewering, de duinen bij Callants-oog, de zeedijken ten zuidoosten van Den Helder langs het Balgzandkanaal, en tenslotte de Amsteldiepdijk.

Fig. 1 Deltawerken in Noord-Holland.



De urgentie-volgorde is niet helemaal de uitvoeringsvolgorde geworden. Dat heeft verschillende oorzaken. De voorbereiding van een dijkverhoging in de bebouwde kom, zoals te Den Helder, vergde veelvuldig en uitgebreid overleg, en kostte dus meer tijd. De uitvoering van de dijkverhogingen op Texel heeft een hogere prioriteit gekregen bij de uitvoering dan die op Wieringen, en dat kwam mede doordat de bewoners, tot op het Binnenhof toe, actie hebben gevoerd na de zware stormen van januari 1976. De minister zegde toen toe, dat de dijken op Texel in 1981 op Deltasterkte zouden zijn gebracht. Een toezegging die kon worden nagekomen, maar die een verschuiving in de uitvoeringsvolgorde vereiste.

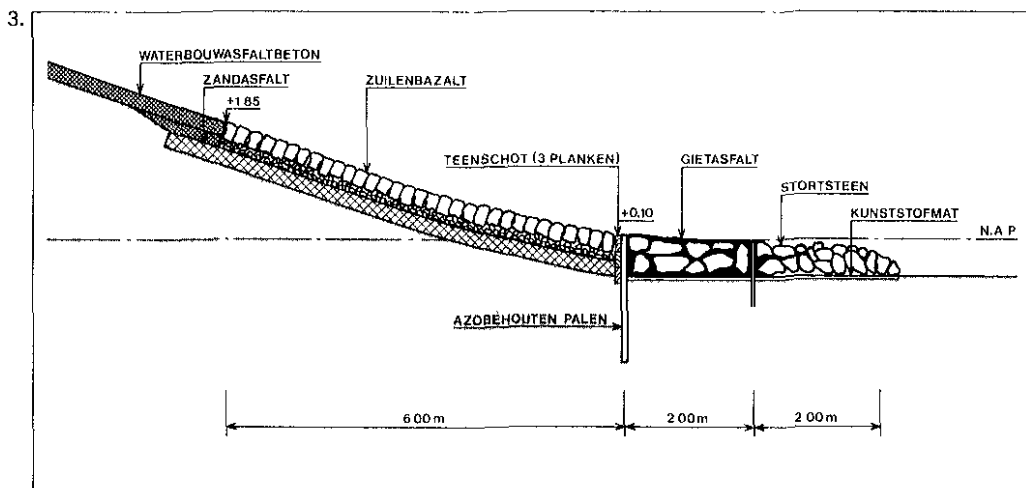
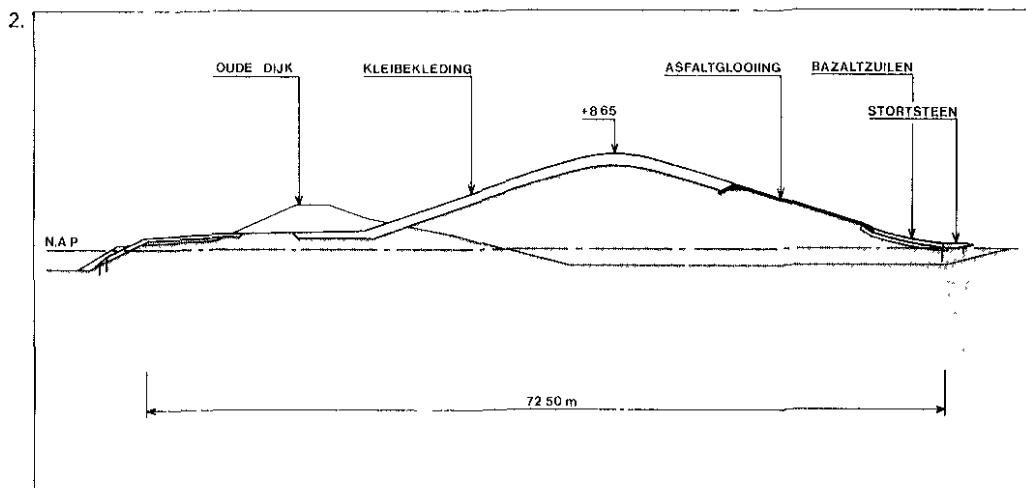
Hoe was de stand van zaken nu eind 1981?

Uit het kaartje van de kop van Noord-Holland

waarop de gereedgekomen dijkvakken met dikke lijnen zijn aangegeven, blijkt duidelijk dat er in het gedeelte tussen Den Helder en Den Oever nog heel wat moet gebeuren.

Fig. 2 De nieuwe naast de oude dijk.

Fig. 3. Detail van een holle basaltglooiing.



Texel

In oktober 1981 is de dijkverhoging op Texel geheel en al gereedgekomen. We geven in verband daarmee een terugblik over de laatste 6 à 7 jaar.

De verhoging en verzwaring van de zeedijken zou op zich een eenvoudig werk zijn, wanneer er maar rigoreus enkele rechte lijnen op de kaart konden worden gezet, met ruime aansluitende bochten daartussen, die dan de nieuwe dijktracés voorstelden. Maar gelukkig wordt die methode niet gehanteerd. De oude kronkelige dijken liggen op veel plaatsen naast mooie karakteristieke stukjes natuurgebied: een wiel, ten gevolge van een vroegere dijkdoorbraak aan de binnenkant, of een schor of een droogvallend stuk wad aan de buitenkant.

Het standpunt bij de vaststelling van nieuwe tracés voor de versterkte dijken is consequent geweest: spaar de aanliggende natuurgebieden zoveel mogelijk, en maak er liever een bij, dan dat er een verloren gaat.

Er is ook een inspraakronde geweest bij de tracé-bepaling. In februari 1976 konden op grond daarvan degelijke afspraken worden gemaakt, en werd de basis gelegd voor een jarenlange goede samenwerking met de verschillende milieu-organisaties.

De landschappelijke waarde van het gebied kon op deze manier worden gehandhaafd. Nu is het niet zo, dat het nieuwe tracé overal de oude dijk volgt. Soms laat de nieuwe dijk het oude land los, om over het wad door te lopen en een nieuw poldertje te vormen, terwijl op enkele punten ook het omgekeerde gebeurt: de hoofdwaterkering gaat het polderland in en vormt een nieuw buitendijks natuurgebied. We noemen nu enige kenmerkende punten van de dijkvakken op Texel die zijn verhoogd.

De nieuwe dijk tussen Ceres en Oudeschild werd ter hoogte van dat dorp zeewaarts verlegd. De bestaande zeewering was namelijk sterk waterdoorlatend, wegens schelpenlagen die onder de dijk liggen; het water in de welputten in Oudeschild ging met het getij mee op en neer. Bovendien moest het dorp tijdens het werk bereikbaar blijven. Verder werd gevreesd dat er schade zou kunnen ontstaan aan de bestaande bebouwing wanneer er zand werd gespoten direct tegen de oude zeedijk. Verhoging van de dijk die vlak voor de huizen langs liep zou de leefbaarheid in het dorp tenslotte sterk hebben doen achteruitgaan. De verlegging van de zeedijk heeft het uiterlijk van de straat en de bebouwing in gunstige zin beïnvloed. Er werden parkeerhavens aangelegd en bomen aangeplant en plantsoenen, wat weer tot gevolg had dat de bewoners op eigen

initiatief hun gevels gingen opknappen.

Iets ten noorden van Oudeschild kon het bestaande natuurgebied 'Dijkmanshuizen', gelegen rond vroegere dijkdoorbraken, met 2,5 ha worden uitgebreid. De oude kronkelige dijk werd vergraven, en het materiaal werd zoveel mogelijk verwerkt in de nieuwe dijk. Het terrein werd ruw achtergelaten, zodat de natuur er haar eigen gang kan gaan. Het milieu, dat door kwelwater voorheen nogal zout was, zal nu langzamerhand van brak naar zoet gaan veranderen, omdat de nieuwe dijk minder water doorlaat.

Even voor de buurtschap Nieuweschild heeft het tracé van de nieuwe dijk een paar ruime, vloeiende bochten gekregen. Eerst loopt de dijk als groene dijk door het polderlandschap, om dan over te steken naar het buitendijks wad. Vóór de binnendijs gelegen Deltakering kon daardoor een belangrijk natuurgebied worden gehandhaafd, en zelfs uitgebreid tot 20 ha. De aanwezige karakteristieke bochtige zeedijk blijft eerste kering en is met zijn zetwerk van 'noren' een soort museumdijk, die het bezichtigen meer dan waard is.

De paar honderd meter oude zeedijk, die vlak bij Nieuweschild nu ietwat verloren in het land ligt, zou te zijner tijd beter afgegraven kunnen worden. De meningen hierover zijn echter verdeeld.

Verder loopt de nieuwe zeedijk over de beide kapen, de Oostkaap en de Krassekeet. Deze kapen zijn buiten de hoofdwaterkering gebleven. Ze steken op een hoogte van N.A.P. + 3 m in zee, en vormen een groene recreatieborm, die de bezoekers dicht bij zee brengt en onmiddellijk in betrekking met het wad, meer dan op de buitenberm van asfaltbeton langs de hoofdwaterkering mogelijk zou zijn.

Het door de nieuwe dijk afgesneden wadgebied wordt door Natuurmonumenten eveneens als een natuurgebied ingericht. De oude zeedijk heeft hier verder geen waterkerende functie meer.

De kaarsrechte dijk van de honderd jaar oude polder 'het Noorden' kon uitstekend dienst doen als geleiding van de nieuwe dijk. Met enige moeite en kosten lukte het het binnenfront van de oude uitwateringssluits als monument te handhaven, onder in de berm naast de werkweg.

Grote hoeveelheden specie uit gecutterde cunetten voor grondverbetering onder de teen van de nieuwe dijk zijn gebruikt om het aan de noordkant gelegen gebied De Schorren enigszins uit te breiden: ook hier terreinwinst voor de natuur.

Ten slotte de nieuwe dijk langs de polder De Eendracht.



Die liep voor een groot gedeelte vlak langs het buitendijkse natuurgebied De Schorren. Ten behoeve van de bouw van de dijk werd een smalle strook schorgrond langs de teen van de nieuwe dijk tijdelijk opzij gezet, maar later weer over het gemaakte werk heen getrokken. Uiteindelijk heeft de natuur hierbij dus geen verlies geleden. Aan het uiteinde, vlak bij de Eijerlandse Zeedijk, kon de bestaande kaap worden ingericht voor de recreatie. Op deze manier zijn, vrijwel zonder extra kosten en zonder aantasting van de landschappelijke waarde, nieuwe zeedijken tot stand gebracht langs de waddenkust van Texel.

De oude dijk

Bij het afgraven van de oude zeedijken kon de opbouw daarvan goed worden gereconstrueerd.

Binnendijk met 'museumdijk' tussen Oude Schild en Nieuwe Schild op Texel.

Duidelijk werd vooral hoe de dijk in de loop der eeuwen was gegroeid.

In de 15e eeuw werd op de bestaande grondslag, die nu door bodemdaling en zeespiegelrijzing teruggevonden wordt op N.A.P. - 1,75 m, begonnen met het maken van een wierriem. Dit wier werd vaak nog heel gaaf teruggevoonden. Het opgestapelde wier en zeegras werd aan de zeezijde voorzien van een dubbele palenrij, en aan de achterkant aangevuld met ter plaatse gewonnen zeeklei. In de loop der

tijden vonden er vervolgens verschillende verhogingen plaats, terwijl ook de constructie aan de zeezijde regelmatig moest worden versterkt. De aanval van de paalworm in de 18e eeuw werd tenietgedaan door puin- en steenbestortingen, die op hun beurt weer verbeterd werden met een steenbezetting van noorse zwerfkeien en belgische bloksteen. De kruinhoogte van de dijken lag in het begin van deze eeuw rond N.A.P. + 3,50 m. De afsluiting van de Zuiderzee in 1932 heeft invloed gehad op de gemiddelde waterstanden en de stormvloedstanden langs de oostkust van Texel. Weer moest er iets aan de dijken gebeuren, die deels bij het Rijk en overigens bij verschillende waterschappen in beheer waren. Er werden dan ook zeer verschillende typen verzwaringen uitgevoerd, meestal door de steenverdediging aan de zeezijde iets op te trekken – soms in klinkers, soms als zetwerk –, maar de steile taluds werden niet verflauwd. Ook aan de binnenzijde werden, om materiaal te besparen, steile taluds gemaakt, terwijl de kruinbreedte doorgaans de 1 m niet overschreed. De kruinhoogte lag na deze voorlaatste verzwaring rond N.A.P. + 4,50 m.

De nieuwe dijk

De zeedijken van Texel liggen nogal in de luwte en hebben geen zware golfaanval te verduren. Om de kruinhoogte te bepalen is uitgegaan van een taludhelling van 1 : 3 en een buitenberm van 3 m breedte op het peil van de maatgevende stormvloedstand. Deze laatste is ter plekke bepaald op N.A.P. + 4,90 m. Daarbij moet voor de *golfoploop, afhankelijk van de ligging* ten opzichte van de windrichting, een variabele toeslag worden toegepast, die gemiddeld ligt op 1,85 m. De toeslag voor bui-oscillaties is 5 cm, en die voor de relatieve bodemdaling gedurende een eeuw 20 cm. Dat brengt de planhoogte van de dijk op N.A.P. + 7 m. Voor de aanleghoogte komt daar nog het een en ander bij, vanwege de zetting van de ondergrond, die gedeeltelijk optreedt tijdens en gedeeltelijk na het werk. De verhoging voor het opvangen van de klink in het zandlichaam bedraagt 6% van de aangehouden planhoogte: *dat is in dit geval dus 40 cm. De overige aanleghoogten* in het dwarsprofiel, die van de buitenberm bijvoorbeeld, zijn op overeenkomstige wijze bepaald. De breedte van de kruin bedraagt 3 m, terwijl voor het binnentalud ook een helling werd aangehouden van 1:3. Conform de aanbevelingen van de Deltacommissie is aan de binnenzijde een 15 m brede en 1 m boven normaal hoog water gelegen binnenberm met werkweg aangebracht.

De kern van de nieuwe dijk bestaat uit zand, dat vrijwel overal in twee slagen in het werk werd geperst. De specie is voor het merendeel afkomstig van de Bollen, een aantal zandbanken naast de Texelstroom ten zuidoosten van Oudeschild. Alleen voor de zeedijk langs de polder 'de Eendracht' werd het zand gewonnen van platen langs het Robbengat. De gemiddelde korrelafmeting van dit zand bedraagt 200 micron. Het werd gewonnen op diepten tussen 5 en 10 m, zowel met zelfvarende steekhopperzuigers met een beuninhoud van 500 m³, als met een profielzuiger die bakken laadde van 1500 m³ elk. Bakkenzuigers zorgden voor verder transport, waarbij een weekproductie van 40 à 50 000 m³ zand het meest efficiënt bleek te zijn.

Na de eerste slag zand werd de teenconstructie aangebracht, bestaande uit palen en opgeklampte schotten van azobéhout. Dit hardhout werd gekozen omdat de paalworm er geen vat op heeft. Aan de buitenzijde werd in dieper water een kraagstuk aangebracht, en op andere plekken een kunststofmat met spreidseel, betuining en steenbestortingen, deels ingegoten met gietasfalt. De meeste stenen voor de bestorting konden worden ontleend aan de bestaande dijk. Tegen wateroverdrukken moest het onderste gedeelte van de bekleding waterdoorlatend worden uitgevoerd. Tot N.A.P. + 1,85 m is zetwerk van zuilenbasalt aangebracht op een puinvloer en een laag zandasfalt ter dikte van 25 cm. Alleen langs de nieuwe zeedijk bij de polder 'de Eendracht' zijn de basaltzuilen vervangen door basaltonzuilen, die rechtstreeks op het onderprofiel gebrachte zandasfalt zijn geplaatst. Dit deel van de glooiing is bij wijze van vernieuwing hol uitgevoerd, volgens het zogenaamde 'profiel-Weijdt'. De redenering hierachter is, dat er nog nooit een steen in de dijk is geslagen, maar dat ze er altijd uit worden weggezogen. En zoiets zou bij een holle glooiing eenvoudig onmogelijk zijn.

Aansluitend aan het steenzetwerk bestaat de bekleding uit 24 cm dik waterbouwasfaltbeton, dat in één laag is aangebracht. Dit materiaal loopt door tot de bovenzijde van de berm, waarna een 20 cm dikke slab asfaltbeton zorgt voor een soepele overgang naar de kleibekleding op deze kritieke plaats. De kleibekleding op het buitentalud en op de kruin is 90 cm dik, die op het binnentalud 70 cm, terwijl overal 10 cm teelaarde is verwerkt. Deze klei was, behalve van de oude dijken, afkomstig van de Maas, het Amsterdam-Rijnkanaal, van wingebieden bij Harlingen en uit de Wieringerwaard.

Samenvattingen

Aanzanding bij de bouw van de Oosterschelde-kering

Aanzanding is bij de bouw van de Oosterschelde-kering te verwachten telkens wanneer er een laag van de funderingsconstructie is aangebracht, en ook bovenop de fundering, vóór de pijlers worden geplaatst. Spoelt het afgezette zand later weer uit, dan kan dat scheefstand van de pijlers tot gevoig hebben. Onderzocht is bij welke uitvoeringsmethode de minste aanzanding op de constructie hoeft te worden verwacht, en hoe groot de aanzandingen desondanks nog zullen zijn. De hiertoe dienende berekeningen werden, om fouten te voorkomen, een groot aantal malen uitgevoerd. Er kan een scheefstand worden verwacht van ongeveer 3 mm/m.

Onderwaterinspectie bij de Oosterschelde-werken

Om het gemaakte werk onder water te inspecteren en tijdig te waarschuwen als er te grote aanzandingen optreden, maar ook wel om andere schades op te sporen, zullen behalve menselijke duikers ook verschillende op afstand bestuurde voertuigen worden gebruikt, vele daarvan zijn speciaal voor deze opdracht ontworpen. Behandeld worden in dit artikel met name een Bodemkruiper, een Mechanische Duiker en een Inspectieslede, hun plaatsbepalingssystemen en de sensors die zij meedragen, zoals film- en T.V.-camera's, voorwaartse en zijdelingse sonar, zandlaagdiktemeters en profiel-opnemers.

De proefzandsluiting van het lager bufferbekken van de Krammersluizen

Nog steeds wordt overwogen de compartimenteringsdammen voor een deel dicht te spuiten met zand. Om een beter inzicht te krijgen in de daarbij optredende processen, en de zandverliezen nauwkeuriger te bepalen, is een proefsluiting met zand ondernomen onder goed beheersbare omstandigheden.

In de ringdijk om het lage bufferbekken van de duwvaartsluizen in de Philipsdam werd een sluitgat gecreeerd van 100 à 150 m, waarin vooraf de nodige meetapparatuur was uitgezet. Dit gat werd met zand dichtgespoten. Er zijn zekere nuttige indicaties verkregen met deze proef, die in de zomer van 1979 werd uitgevoerd. Maar eigenlijk verliep de sluiting te voorspoedig, zodat het meetprogramma maar voor een deel kon worden uitgevoerd.

De bediening van de Krammersluizen

In de Philipsdam wordt een sluizencomplex gebouwd dat bestaat uit twee sluizen voor de beroepsvaart en twee jachtensluizen. Beide deelcomplexen zullen afzonderlijk worden bediend, ieder volgens een centraal systeem. Voor de bediening van de grote scheepvaartsluizen werd een centraal gelegen bedieningsruimte ontworpen die een goed uitzicht biedt over de scheepvaart, en waar dat niet kan, alle relevante data binnenkrijgt op monitors. De bediening van de sluisdeuren en van het ingewikkelde zout/zoet-systeem geschiedt met een ingenieuze 'stappenknop'. Verder zijn er radiomiddelen om met de schippers te kunnen spreken.

Voor de jachtensluizen zijn de voorzieningen wat eenvoudiger; ook is er hier op gerekend dat plezierzeilers direct contact met de sluisbemanning op prijs stellen.

Het ontwerp van het doorlaatmiddel in de Grevelingendam

Achterin het Grevelingenmeer wordt een spuisluis gebouwd, die in de periode dat de compartimenteringsdammen worden gesloten, kan bijdragen tot de handhaving van het zoutgehalte achterin het Oosterscheldebekken. Later kan de sluis een instrument zijn ter beheersing van de waterkwaliteit op het Grevelingenmeer.

Deze sluis, Flakkeese Spuisluis genoemd, wordt uitgevoerd als een hevel. De constructie is zo dat de waterscheiding tussen de Grevelingen en de Oosterschelde intact blijft zolang er niet wordt gespuid. Door een vacuum te

trekken in de hevelbuis kan die scheiding worden overwonnen en ontstaat er een doorgaande waterstroom. Opent men boven in de hevel een klep, dan slaat de hevel weer af. Er worden zes van deze hevels naast elkaar gelegd. Ze kunnen in 1983 gereed zijn.

De vegetatie van de schorren langs de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak

De schorren langs de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak dragen veel bij tot de natuurwaarden van dit gebied. Onlangs is een vegetatiekartering van deze schorren gepubliceerd, volgens opnamen van 1978. Doel daarvan is onder meer de veranderingen te kunnen registreren die in deze gebieden zullen optreden na de voltooiing van de Deltawerken. Er blijft in het toekomstig gedempt-getijdegebied maar 600 ha over van de 1700 ha thans. Hoeveel daarvan geheel zal verzoeten, hangt af van het beheer van de Oosterschelde-kering.

De Deltadijken in de kop van Noord-Holland en op Texel

Behalve de werken van het Deltaplan in Zuidwest-Nederland moeten er ingevolge de Deltawet ook dijkversterkingen worden uitgevoerd op andere plaatsen, onder meer in de noordelijke provincies. Over de noordelijke Deltawerken is al in lange tijd niets in deze Berichten gerapporteerd, maar dat zal nu worden ingehaald. De geschiedenis wordt opgehaald vanaf 1975, ditmaal voornamelijk met een bespreking van de dijkversterkingen op Texel, een eiland dat behoort tot de provincie Noord-Holland.

Summaries

Silting expected during the construction of the Oosterschelde barrier

During the construction of the Oosterschelde barrier silting is expected to occur every time a new layer of the foundation structure is added. This situation will also occur on top of the completed foundation prior to the positioning of the piers. If, at a later date, the sedimented sand is flushed away the piers may settle unevenly. Investigations are being made to discover which execution method will cause the least siltation on the structure and exactly how much siltation can be expected. In order to prevent any conceivable errors in the calculations made for this purpose, these calculations are tested a great many times in practice. It is expected that the incline of the piers will amount to 3 mm/m.

Survey of the Oosterschelde constructions under water

In order to be able to survey the constructions under water and in order to give timely warning of possible large siltations, and also to detect other causes of damage, various remotely-operated vehicles will be used in addition to human divers. Many of these vehicles have been designed specifically for this assignment. Such vehicles described in this article are: a bottom crawler, a mechanical diver, a survey-sledge equipped with super short baseline systems and sensors such as film and TV cameras, sideways looking and obstacle avoidance sonar, profile sensors and profile monitors.

Sandfill-test of the low reservoir basin of the Krammer Sluices

The question to close the compartment dams partially with hydraulic sandfill is still under consideration. To gain a better insight into the effect of this, and in order to determine more accurately the loss of sand, a trial closure has been made under circumstances which were easy to check.

A gap of 100 × 150 m. was made in the embankment enclosing the low reservoir basin of the push-tow sluices in the Philips Dam, in which gap measuring equipment was placed beforehand. The gap was filled hydraulically with sand. This test, which was performed in the summer of 1979, supplied certain useful indications. In actual fact, the closure was achieved so rapidly that only part of the measuring programme could be executed.

Operating the Krammer Sluices

A sluice-complex comprising two sluices for shipping and two sluices for yachting will be built in the Philips Dam. Both sections of the sluice-complex will be separately operated from two different central control rooms. In order to operate these huge shipping-sluices a control room has been designed, which will be centrally located to provide a good view of the shipping traffic.

However, where this view is obscured, monitors will be used to receive the relevant data. The sluice-gates and the complicated fresh water/salt water separation system will be operated by an ingenious 'steps-button'. In addition, radio equipment will be available to communicate with the ships.

The operating equipment for the yachting sluices will be simple; particularly, as it is felt that the crews of yachts prefer a more direct contact with the sluice-operators.

The design of the weir in the Grevelingen Dam

At the end of Lake Grevelingen a discharge-sluice will be built which, during the time when the compartment-dams are closed, can assist in controlling the salinity at the rear of the Oosterschelde basin. At a later stage, this sluice can be used to maintain the water quality of Lake Grevelingen.

This sluice, known as the 'Flakkee Discharge-sluice', will function as a syphon. The syphon is so constructed that the watershed between Lake Grevelingen and the Oosterschelde remains unchanged as long as no discharge is started. By creating a vacuum

in the syphon-pipe, the waterparting will cease and a continuous flow of water will start, which will only be stopped by opening a valve in the syphon, thus discontinuing the working of the syphon.

Six of these types of syphon-sluices will be placed next to one another. They should be completed in 1983.

The vegetation on the mud-flats bordering the Oosterschelde and the Krammer-Volkerak

The vegetated mud-flats along the Oosterschelde and the Krammer-Volkerak greatly enhance the natural values of the area. Based on an aerial survey, made in 1978, vegetation maps were recently published in order that in future the changes taking place in these areas after the Delta Works have been completed can be registered. In future, the present tidal area of 1,700 ha will be reduced to 600 ha.

To what extent this area will remain saline depends entirely on the management of the Oosterschelde barrier

The Delta-dikes in the northern part of the province of Noord-Holland and on the isle of Texel

According to the Delta Act, safety measures should not be limited to the Delta in the south-western part of the Netherlands, but must also include raising of the dikes in other areas, inter alia, in the northern provinces. For a long time nothing has been said in this Quarterly Report about the works of the Delta Plan in the northern provinces; this is being remedied in this article. A historical review is given from 1975 onwards, in which particular attention is paid to the raising of the dikes on Texel, an isle that belongs to the province of Noord-Holland.

Vorderingen

In de periode
1 juli – 1 oktober 1981

A. De werken van het Deltaplan

Philipsdam

In de verslagperiode werd voortgegaan met het grondwerk voor de jachtensluis, de duwvaartsluizen, het riolenstelsel noord, midden en zuid en de overbrugging. Ook het heiwerk voor de overbrugging, voor de grondkerende constructies aansluitend op het schuivengebouw van het riolenstelsel en voor de frontwandconstructie van de duwvaartsluizen vorderde. Het heiwerk voor de basculekelder is gereed.

Het betonwerk ligt op schema. In de verslagperiode is begonnen met het aanbrengen van de voorgespannen liggers in de sluisvloer.

De werkzaamheden ten behoeve van het herstel van het overstroombare gedeelte *van de omkading van het* hoge bekken en van de noordoever van het werkeiland zijn op 9 september 1981 voltooid.

Flakkeese Spuisluis

Alle vloeren, alle wanden en 5 van de 6 dekken voor de normale stroomkokers zijn *gereed; ook is de vloer van de* grondkerende constructie aan de Krammerzijde gestort, evenals de aanzetten van de oostelijke hevelknie. Tussen beide aanzetten is een tijdelijke ondersteuningsconstructie voor de bekisting aangebracht.

Men is begonnen met de maatvoering uit te zetten voor de voorspanning in langs-, dwars- en radiaalrichting op de beide 45°-vlakken. Tevens is gestart met de bekisting, wapening en voorspanning voor het brugdek in het *viaduct dat met dit werk één* geheel uitmaakt.

Oesterdam

Het zandlichaam van het zuidelijk damvak is tot 3 km uitgebouwd. Aan de buitenzijde werd een taludverdediging van koperslakblokken aangebracht, reikend tot N.A.P. + 1,80 m.

Betonblokken zijn aangebracht over een lengte van 2500 m, en een hoogte van N.A.P. + 4,00 m. Aan de binnenzijde wordt voor de taludverdediging gebruik gemaakt van silico-mangaanslakken. Deze liggen er nu over een lengte van 2500 m. Ongeveer aan het eind van de westelijke haven-dam van het Kreekraksluizen-complex is een dwarsdam uitgebouwd naar het zuidelijk damvak, om dwarsstroming te voorkomen voor de kop van de uit te bouwen dam, en het mogelijk te maken glooiingsmateriaal te winnen van de westzijde van de havendam, dat dan in het nieuwe werk *wordt opgenomen.*

Omkading van het Markiezaat

Het zuidelijk gedeelte van de Markiezaatsdam werd afge-*werkt; alleen de kruin van het* damvak moet nog van een verdediging van stortsteen 60/300 kg worden voorzien. Vanaf de verbindingsdam tot *het sluitgat is een slakkenkade* aangebracht, waarachter zand is gespoten. Ter plaatse van het noordelijk damvak is nu al het zand aangebracht en onder profiel gebracht; begonnen is met het aanbrengen van klei. In de verslagperi-

ode is, omdat de toestand van de ondergrond slechter bleek te zijn dan was aangenomen, besloten ter plaatse van de aan te leggen doorlaatbare sluitkade een grondverbetering uit te voeren.

Zojuist werd het graven van *een cunet daarvoor voltooid.* Tevens is de andere zuiger begonnen met het spuiten van zand in het cunet. Dit zand wordt afgedekt met grind 0–60 mm en daarna met licht bestortingsmateriaal 40–160 mm, zodat een filterconstructie ontstaat.

Spuikanaal Bath

De wegomleggingen nabij de Bathseweg en RW 258, die nodig waren in verband met de te bouwen bruggen over het Spuikanaal, zijn inmiddels voltooid en voor het verkeer opengesteld.

Met de werkzaamheden voor het verleggen van de noordelijke zinkerbundel is voortgegaan. Behoudens de afwerking van de te kruisen waterkerende binnendijk en het verwijderen van nog enkele vervallen leidingen is het werk gereed. Inmiddels zijn de werkzaamheden voor het verleggen van de zuidelijke zinkerbundel in uitvoering genomen. De zuidelijke bouwput is afgeheid, de bronbemaling geïnstalleerd en de bouwput ontgraven. Begonnen is met het aanbrengen van diverse leidingen in de bouwput.

Het maken van kanaaltaluds is inmiddels opgedragen aan J. van Tiel Grondwerken B.V. te Hoogerheide voor een bedrag van f 2 948 454,-. In augustus 1981 is op de voormalige speciebergings ten zuiden van de Bathseweg en in de Eerste-Bathpolder begonnen met het ontgraven van de kanaaltaluds tot N.A.P. – 1,50 m. Met de uit de ontgraving in de Eerste-Bathpolder vrijkomende grond wordt de waterkerende



binnendijk gemaakt, ter vervanging van het gedeelte binnendijk dat binnen het tracé van het Spuikanaal Bath is gelegen. Bij de graafwerkzaamheden in de Eerste-Bathpolder zijn 11 vliegtuigbommen, elk met een gewicht van 500 pond, en 3 mortiergranaten aangetroffen. Ten gevolge daarvan hebben de graafwerkzaamheden enige vertraging ondervonden.

Verder zijn ten behoeve van de te bouwen bruggen in autosnelweg A 58 twee doorsteken in de middenberm gemaakt en is het verkeer omgeleid over de zuidelijke rijbaan van de autosnelweg. Op 23 juni 1981 werd een bestek aanbesteed dat voorziet in de bouw van vier verkeersbruggen over het te maken Spuikanaal Bath: één brug in RW 258, twee in de autosnel-

weg A 58 en één in de Bathseweg. Het bestek is gegund aan de laagste inschrijver. B.V. Aannemingsbedrijf Ph. de Koning jr. te Papendrecht, voor een bedrag van f 4 114 000,-.

Inmiddels is de asfaltverharding van de Bathseweg ter plaatse van de te bouwen brug verwijderd en het grondlichaam afgegraven. Daarna zijn de stalen palen voor de landhoofden en de tussensteunpunten geheid. Begonnen werd met het maken van landhoofden en dwarsliggers in het werk.

Verder is de asfaltverharding ter plaatse van de te bouwen bruggen in Rijksweg 258 geheel, en van de noordelijke rijbaan van autosnelweg A 58 gedeeltelijk verwijderd. Het grondlichaam van Rijksweg 258 is geheel en het grond-

Grevelingendam met Flakkeese Spuisluis en Krammersluizen.

lichaam van A 58 gedeeltelijk afgegraven. Ten behoeve van de bouw van de brug in de noordelijke rijbaan van de autosnelweg A 58 is momenteel het heien van stalen palen in uitvoering.

Oosterschelde-kering

Om de aanvoer van bouwmaterialen ongestoord plaats te kunnen laten vinden is onderhoudsbaggerwerk uitgevoerd aan werkhavens en vaargeulen. De aanvoer van steen en steenachtige materialen voor werkzaamheden nu en in de toekomst verloopt volgens plan.

Het bestek voor de inrichting van compartiment IV van de bouwput 'Schaar' is gereedgekomen. De diepte, N.A.P.

— 15,20 m, is groot genoeg om de daar te produceren dorpelbalken na inundatie tijdens hoogwater in willekeurige volgorde uit te kunnen varen. Het verdichtingsschip 'Mytilus' heeft goede voortgang geboekt; er werd per week 40 tot 70 meter van het tracé verdicht. De verwachting is, dat medio '82 het verdichten in de as van de kering gereed zal zijn.

Geërodeerde gebieden in de drempel van Hammen en Roompot zijn weer op hoogte gebracht en afgedekt met grind. In het hele drempelgebied is een extra laag aangebracht van een grovere soort grind. In deze periode is in de fabriek de installatie ingeregeld door het vervaardigen van een proefbovenmat van 1000 m².

De loswal werd aangepast aan een veranderde vormgeving van de kopbalk. In verband met de uitbreiding van de 'Jan Heymans' tot grindstorters — de asfaltmastiekinstallatie blijft ook intact — zijn in de stroomgoot te Lith verificatieproeven uitgevoerd in stromend water. Naar aanleiding van de resultaten is het grindzandmengsel verder geoptimaliseerd. Tevens zijn in Schelphoek schaalproeven uitgevoerd voor het ontwerp van een tweede stortpijp aan de 'Jan Heymans'. In het proefbassin te Schelphoek worden momenteel proeven uitge-

voerd met als doel het testen van de 'Macoma'-rollen op een bovenmat en een tegelmat. In de proefbak te Kats zijn aanvullende proeven uitgevoerd om de weerstand te onderzoeken van een laag spuitbeton die de pijler tegen vallende stenen moet beschermen.

Het ontwerp van schuiven en bewegingswerken ligt thans vast. Aan de definitieve ontwerptekeningen wordt hard gewerkt.

De levering van stalen buizen voor de vakwerkschuiven is gestart. Voor de definitieve vormgeving van de eindkokerconstructie van de schuiven wordt nog golfklaponderzoek verricht. Ook met het ontwerp van de elektrische besturings- en bewakingsinstallatie worden goede vorderingen gemaakt. Dit deel van het werk zal in een later te sluiten deellovereenkomst worden ondergebracht.

De breukstenen kop van de damaanzet Roggenplaat-Zuid is tot N.A.P.—3,20 m opgebouwd. Tijdens de opbouw tot N.A.P. — 11,00 m is de aanzanding systematisch verwijderd met een dustpanzuiger. Laagsgewijs werd het opgestorte lichaam met een trilunit vanaf een ponton verdicht. Een deel van de oeverbestortingen is gereedgekomen. Voorbereidingen zijn gemaakt voor de uitbouw van het damlichaam. De bouw van de pijlers vordert gestaag. Het eerste compartiment van de bouwput 'Schaar', waar 19 pijlers staan, is geïnundeerd en staat nu in open verbinding met de Schaar. De 1,2 miljoen m³ zand die vrijkwam bij het doorgraven van de Langdijk, wordt op het strand van het damvak Geul gespoten. In december zal in de toegang een afmeersteiger voor het hefschip 'Ostrea' gebouwd worden, zodat dit in januari ontvangen kan worden voor

beproeving van het hefsysteem met een met water geballaste pijler.

Eind september werd de werkvloer van de 66ste pijler gestort, waarmee de afloop van de pijlerbouw is aangevangen. De vermindering van de werkzaamheden gaat in een *min of meer gelijkmatig* tempo door tot voorjaar 1983. Door het optredende repetitieveffect kon de manbezetting bij de pijlerbouw reeds aanmerkelijk worden verminderd. De werkzaamheden liggen een maand voor op de planning. De bouw van de landhoofdelementen, van de schijven van de universeel inzetbare pijler en van de keerwanden van de randpijlers is in volle gang. Dit werk wordt uitgevoerd op de terreinen van de Combinatie Oosterschelde te Kats

De bouw van de Roompotsluis verloopt voorspoedig. Nadat de vloeren gestort waren is de zandaanvulling eromheen uitgevoerd. Vervolgens zijn de wanden van het buitenhoofd en van de westelijke roldeurkas gestort. De aanvankelijke vertraging bij de start der werkzaamheden leidde tot een achterstand; die is van een maand nu teruggebracht tot een week.

Op 3 juli 1981 werd opdracht verleend aan de Combinatie Constructiewerken Oosterschelde, 'Ostem v.o.f.', voor fabricage, montage en inbedrijfstellen van de stalen vakwerkschuiven en de elektro-hydraulische bewegingswerken voor de stormvloedkering. In totaal is hiermee 395 miljoen gulden gemoeid

