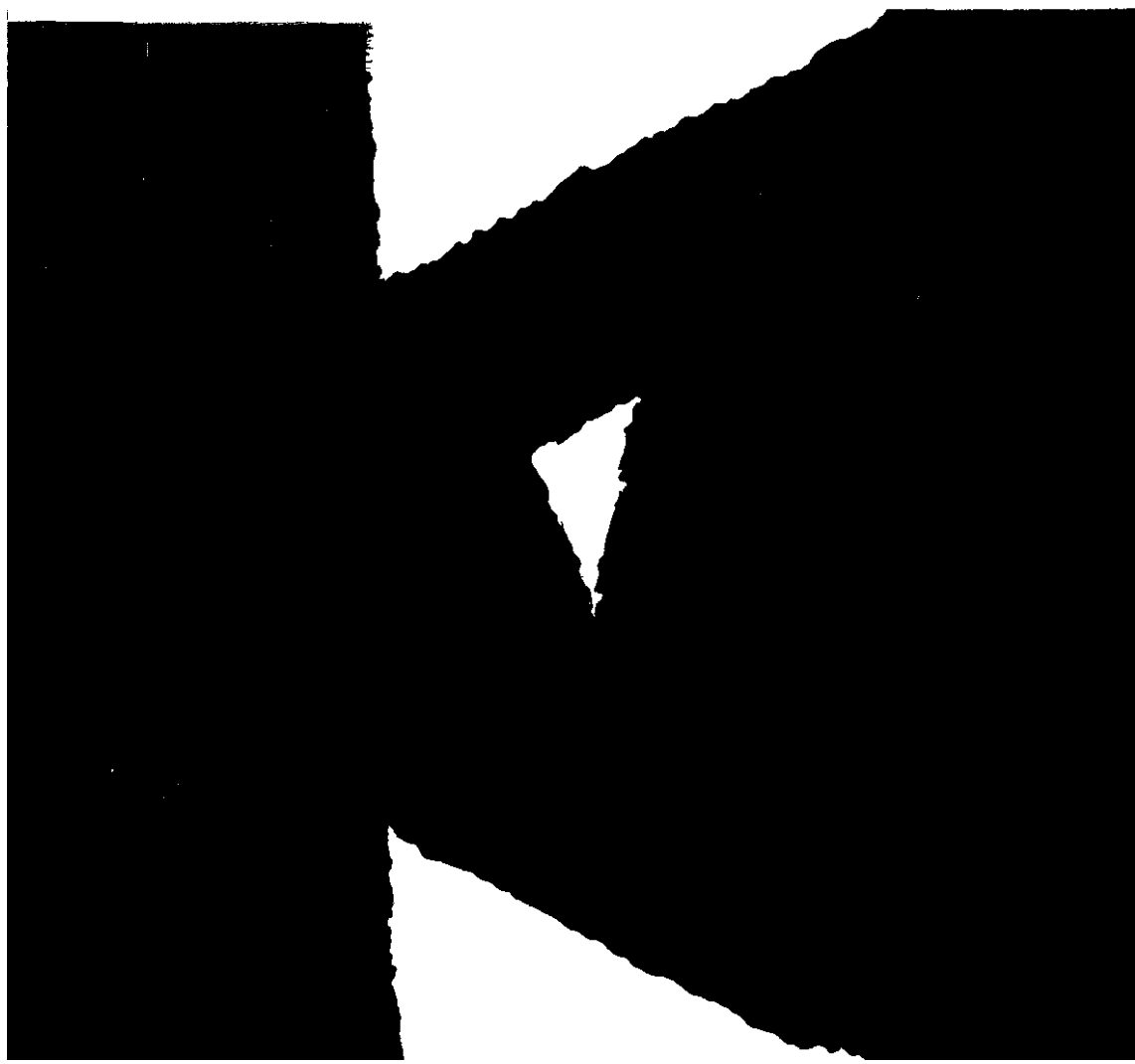


Driemaandelijks Bericht
nummer 96, mei 1981

deltawerken



Deltawerken

Redactie.

Deltadienst
Van Alkemadelaan 400
2597 AT 's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
2515 TZ 's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 24,- per jaar
of f 6,25 per nummer

Inhoud

Vijfentwintig jaar Deltadienst 299

De mattenfundering van de pijlers voor de Oosterschelde-kering 300

Bodemfluctuaties in de Oosterschelde 305

Onderzoek naar de verversing van de Oosterschelde 309

De beplanting van de Volkerakwerken 315

De besturing van de Krammersluizen 319

De jachtensluizen in de Philipsdam 324

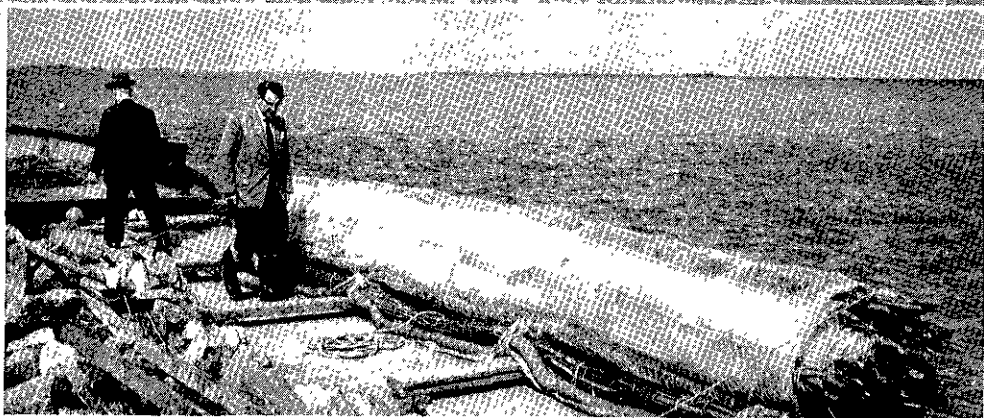
Dimensionering van het Spuikanaal Bath en de Bathse Spuisluis 331

Het werkeiland in de Oesterdam 336

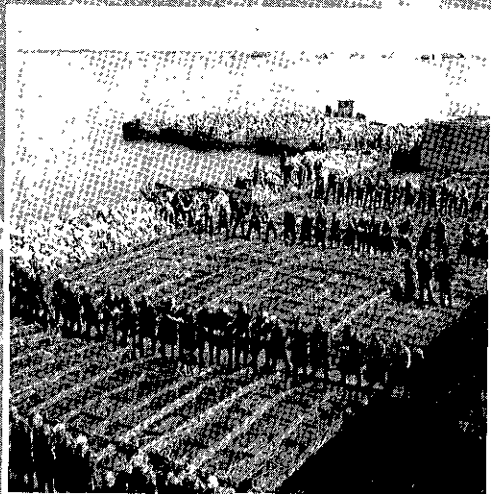
Het ontwerp van de Markiezaatskade 342

Samenvattingen/Summaries 347

Vorderingen 351



Ontwikkelingen in het zinkwerk. Boven een opgerolde, met wiepen versterkte folie, ter vervanging van het rijs houten zinkstuk.



Vijfentwintig jaar Deltadienst

Rijksdiensten zijn er niet om het over zichzelf te hebben.

Op zich zijn zij enkel een instrument ter uitvoering van het Overheidsbeleid. Toch kan iedereen zich indenken dat een Overheidsapparaat, dat wordt opgezet voor de uitvoering van een groot werk, als vorm van menselijke samenwerking ook een eigen karakter krijgt. Als het anders was, ware het te betreuren.

Is deze inleiding lang genoeg om nu naar voren te kunnen komen met het bericht, dat de Deltadienst op 1 april van dit jaar 25 jaar bestond?

Het pikante van deze mededeling zit vooral daarin, dat het aanvankelijk niet de bedoeling was dat de Dienst op dit moment nog zou bestaan.

De opstellers van het Deltaplan meenden, dat dit plan in 25 jaar geheel kon worden voltooid. Het ging om een aantal afsluitingen van zeegaten en bij riviermondingen, waardoor de veiligheid tegen overstromingen in Zuid-West Nederland sterk zou worden verhoogd en tegelijkertijd verbeteringen zouden kunnen worden aangebracht in de waterhuishouding van de benedenrivieren en de aansluitende stroomgeulen.

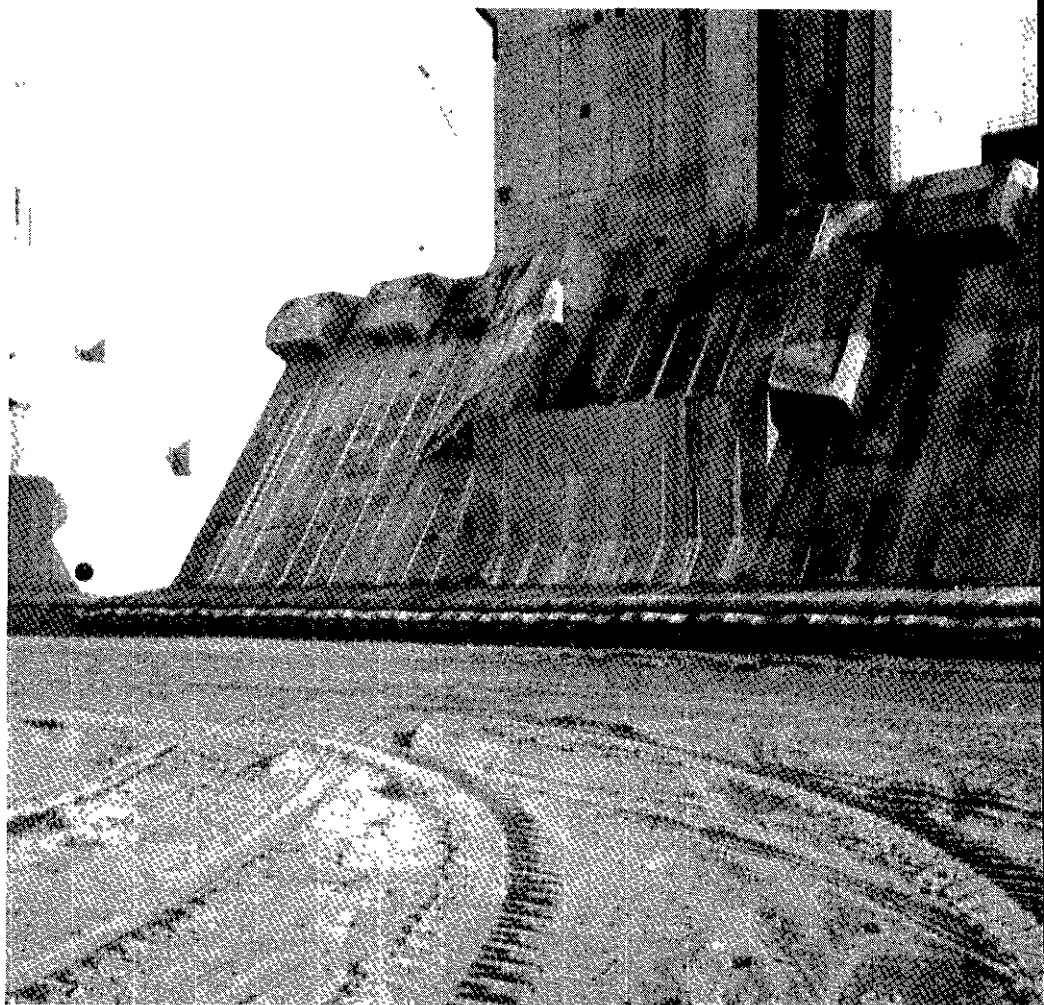
De omvang van deze met elkaar in één samenhang voorkomende werken, bracht mee dat er een afzonderlijke dienst voor werd opgezet, die met de voorbereiding en uitvoering van de Deltawerken werd belast. Deze dienst ging tevens de samenwerking met de andere betrokken Rijkswaterstaats-direkties coördineren. Het werk begon met de aanleg van een Stormvloedkering in de mond van de Hollandse IJssel (gereed in 1958). Daarna volgden de afsluiting van de Zandkreek, het Veerse Gat, de Grevelingen, het Volkerak, het Haringvliet en tot nu toe als laatste die van het Brouwershavense Gat in 1972.

Verspreid door deze aflevering van het Driemaandelijks Bericht zijn wat foto's opgenomen van de genoemde werken.

De afsluiting van de Oosterschelde, het laatste en grootste werk, had in 1978 zijn beslag moeten krijgen. Maar door veranderde inzichten, vooral op het gebied van het milieu, werd het plan gewijzigd: de veiligheid van de Oosterschelde zou niet door een ondoorlatende dam, maar door een bij storm afsluitbare kering gewaarborgd worden. Hierdoor kan het zoute getijde-milieu blijven bestaan. Sinds deze beslissing in 1976 zijn de inspanningen van de Deltadienst voor het grootste deel gericht op het tot stand brengen van de Oosterscheldekering en van de Compartimenteringsdammen achterin de Oosterschelde. De voltooiing van deze werken is gepland voor 1986. Dan zal de Deltadienst haar taak hebben vervuld. Voor de Rijkswaterstaat is daarmee het werk in het Deltagebied echter niet beëindigd.

De mattenfundering van de pijlers voor de Oosterschelde-kering

Een voltooide pijler, waaromheen
het steigerwerk is verwijderd
Aan de onderzijde is de grindzak
al aangebracht



De fundering van de stormvloedkering in de Oosterschelde moet verscheidene functies vervullen, zowel grondmechanische als hydraulische. Grondmechanisch is de eis dat de fundering de grote horizontale en verticale krachten moet kunnen opnemen, die de gesloten kering onder stormomstandigheden zal ondergaan. De vervormingen mogen daarbij zowel in horizontale als in verticale zin slechts klein zijn. De krachten die we hier op het oog hebben zijn het gevolg van de vervalbelasting en de golfbelasting, die onder de ontwerpcondities via de schuiven, de pijlers en de drempel naar de ondergrond dienen te worden overgebracht.

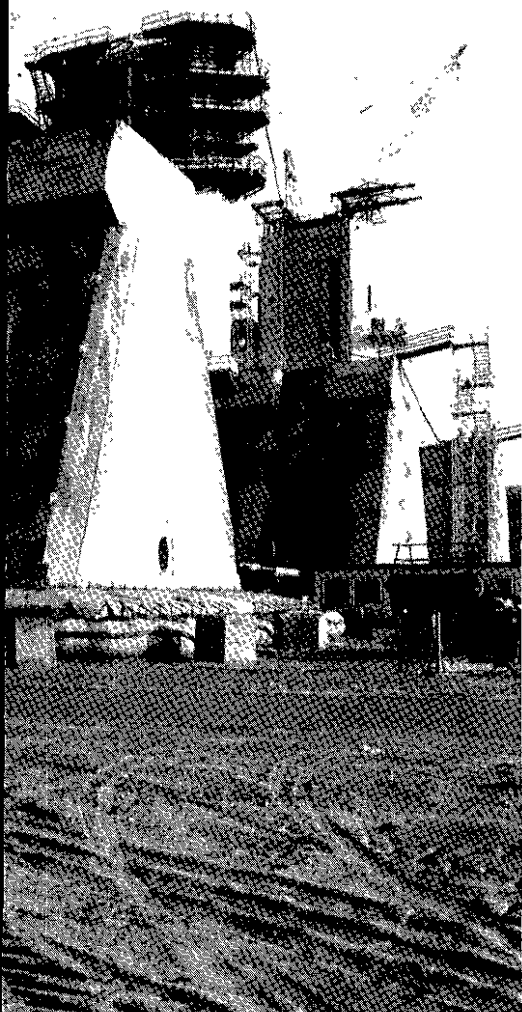
De hydraulische functie van de fundering bestaat voornamelijk in het vasthouden van het onderliggende zand. In de bouwfase kan de stabiliteit van dit materiaal worden aangetast door de overtrekkende stroom, terwijl in de eindfase

door de verval- en de golfbelasting over de kering verhangen in de ondergrond worden opgewekt, die weer waterstromingen tot gevolg hebben die onder bepaalde omstandigheden in staat zijn zandkorrels in beweging te brengen. Bij doorgaand transport kan dit resulteren in ongelijkmatige zettingen, met scheefstand van de pijlers tot gevolg. Bij het sluiten van de kering zou dat kunnen betekenen dat één of meer schuiven niet meer of niet volledig gesloten zouden kunnen worden. In zo'n situatie – bij de ontwerpers bekend als 'de weigerende schuif' – ontstaat een complex stroombeeld met zeer hoge snelheden en grote wervels. Het ontwerp van de toplaag van de drempelconstructie en de stortebedden is voornamelijk bepaald doordat rekening is gehouden met 'de weigerende schuif'. Maar natuurlijk wordt er toch naar gestreefd, de kans op het optreden van deze situatie als gevolg van vastlopen door zettingen zeer klein te houden. Een essentiële randvoorwaarde voor het ontwerp van het funderingsbed is dan ook dat de resulterende vervormingen van de kering binnen zekere grenzen moeten blijven.

Vervormingen van het funderingsbed zelf kunnen veroorzaakt worden door een aantal fenomenen van grondmechanische of hydraulische aard. Tot de eerste categorie behoren de deformaties die optreden bij het opnemen van horizontale en verticale krachten veroorzaakt door de golf- en de vervalbelastingen.

Deze vervormingen kunnen beperkt worden door de ondergrond en het funderingsbed te verdichten. Zoals bekend wordt dat werk voor de Oosterschelde-kering verricht door een speciaal verdichtingsschip, de 'Mytilus'. (Bericht 93, augustus 1980). Bij het ontwerp van het funderingsbed is er steeds van uitgegaan, dat los daarvan ook verdichting van het funderingsbed zelf nodig zou zijn.

In het funderingsbed zijn vervormingen van hydraulische aard te verwachten wanneer zandkorrels vanuit de ondergrond in het funderingsbed binnendringen of indien ingesloten zandlenzen uitspoelen. Beide fenomenen treden pas op wanneer een bepaalde kritieke belastingssituatie wordt overschreden. De belastingen zijn gerelateerd aan de verhangen in de ondergrond, die op hun beurt worden bepaald door de geometrie en de doorlatendheid van de drempel, het funderingsbed en de ondergrond, en het over de kering staande drukverschil, veroorzaakt door de golf- en de vervalbelastingen. Berekeningen door het Laboratorium voor Grondmechanica tonen aan dat met name op het grensvlak tussen de ondergrond en het funderingsbed onmiddellijk onder een pijler hoge



tot zeer hoge verhangen kunnen ontstaan, die voornamelijk een cyclisch karakter hebben. Ze worden veroorzaakt door de wiebelende bewegingen die de pijlers maken, onder invloed van de golfbelasting.

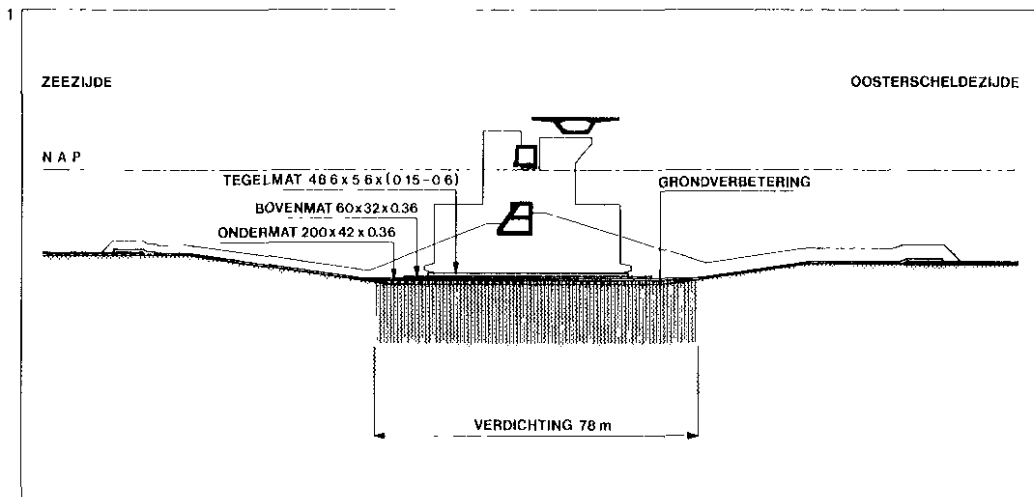
Omdat de bestaande filterregels slechts gelden voor stationaire omstandigheden, moest er voor dit geval fundamenteel onderzoek worden verricht naar het gedrag van filters onder cyclische omstandigheden. De conclusie was dat een funderingsbed waarbij praktisch geen zetting zal optreden, moet bestaan uit een aantal uniforme, dat wil zeggen niet ruim gegradeerde materialen. Een funderingsbed dat bestaat uit één of twee ruim gegradeerde lagen, voldoet theoretisch ruimschoots, maar valt toch af, omdat het uitvoeringstechnisch onmogelijk is een dergelijk filter binnen de gestelde toleranties met conventioneel materieel aan te brengen: er treedt bij het storten ontmenging op en er komen zandlenzen tussen de verschillende storten. Nadat het werk gemaakt is kunnen deze zandlenzen worden uitgespoeld, waardoor grote zettingen van de pijlers ontstaan. Een filter dat bestaat uit een aantal lagen uniform materiaal kan ook niet met conventioneel materieel worden opgebouwd omdat de fijnste materialen niet stroombestendig zijn in de bouwphase, en ook weer omdat er zandlenzen komen tussen de storten. Daarom is besloten het funderingsbed op de wal te prefabriceren, en het verpakt naar de bodem te brengen. Om redenen van duurzaamheid is gekozen voor een filter bestaande uit lagen zand en grind, waarvan de onderste laag filtertechnisch aansluit op het zand van de ondergrond en de bovenste laag op de eerstvolgende drempellaag. De gradering van de lagen is zo gekozen, dat indringing van materiaal vanuit een laag in de daarop liggende laag

praktisch niet mogelijk is. De vervorming ten gevolge van indringing van het basismateriaal in het filtermateriaal is daardoor praktisch te verwaarlozen. De matten zijn 200 m lang, 42 m breed en 32 cm dik. Ze overlappen de randen van de asfaltmastielen stortebedden met een aantal meters. Op deze wijze wordt het Oosterschelde-zand in de as van de kering tot aan de stortebedden volledig afgedekt.

Voor het prefabriceren van de mat is een fabriek gebouwd op het damvak Geul, bij de Roompot-haven. Voor een uitvoerige beschrijving van deze filtermattenfabriek en van de wijze waarop de filtermatten worden opgebouwd, zie Bericht 93 (augustus 1980). Om beschadiging van de filtermat voor en tijdens het plaatsen van de pijlers te voorkomen wordt er een tweede mat opgelegd, van weer 32 cm dikte. Deze mat meet 31 x 60 m en is geheel met grind gevuld.

Zowel de filtermat als de beschermende mat worden aangebracht met behulp van de matenlegponton 'Cardium', die de ondergrond vlak voor het leggen van de filtermat vlak maakt door het wegzuigen van een 0,75 m tot 1,5 m dikke zandlaag. Voorafgaand aan het leggen van de bovenmat dient weer zand verwijderd te worden van de filtermat.

De eventuele scheefstand van de pijler wordt in hoge mate veroorzaakt door de mate van onvlakheid van het opgeleverde funderingsbed. Ondanks het feit dat aan het opschoonproces en het leggen van de onder- en de bovenmat de grootst mogelijke aandacht wordt besteed kan het funderingsbed plaatselijk onvoldoende vlak zijn. Als zo'n ongewenste situatie wordt geconstateerd, wordt de onvlakheid uitgevuld met behulp van een aparte mat, dit bestaat uit twee stroken van 5 m breed, waarop betonnen tegels van variabele hoogte zijn bevestigd. De beno-



digde hoogte van de tegels volgt uit een vlakheidsmeting van de bovenmat; de tegelmatten worden op de wal gefabriceerd en vervolgens nauwkeurig op de bovenmat gelegd. Aldus wordt het funderingsbed opgebouwd uit een drietal matten, te weten van onder naar boven een ondermat bestaande uit grof zand, fijn grind en grof grind, een bovenmat gevuld met grind en een tegelmat om de vereiste vlakheid te krijgen.

De keuze van de geprefabriceerde mat voor het funderingsbed heeft een aantal consequenties voor de stijfheid van de constructie. Door zijn stijfheid kan de mat oneffenheden in de ondergrond moeilijker volgen, waardoor de mogelijkheid ontstaat dat onder de mat zand naar aanwezige holle ruimte wordt verplaatst. Als gevolg hiervan kan weer ontoelaatbare zetting of scheefstand van de pijlers optreden. Nader onderzoek heeft aangetoond dat de aanwezigheid van holle ruimte onder de mat in de onmiddellijke nabijheid van de pijler inderdaad zandtrans-

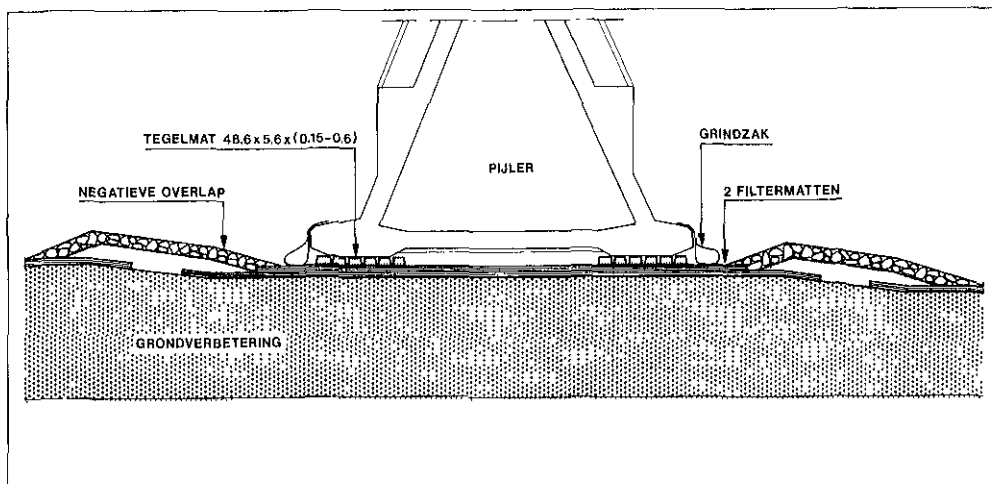
port tot gevolg heeft, hetgeen ontoelaatbaar is. Deze conclusie heeft een aantal verstrekkende gevolgen voor het funderingsbed-ontwerp gehad. In de eerste plaats is de eis geformuleerd dat men name in de pijlerzone een zeer goede aansluiting van de ondermat op de ondergrond gerealiseerd dient te worden, door zowel de onder- als de bovenmat te verdichten met trilplaten.

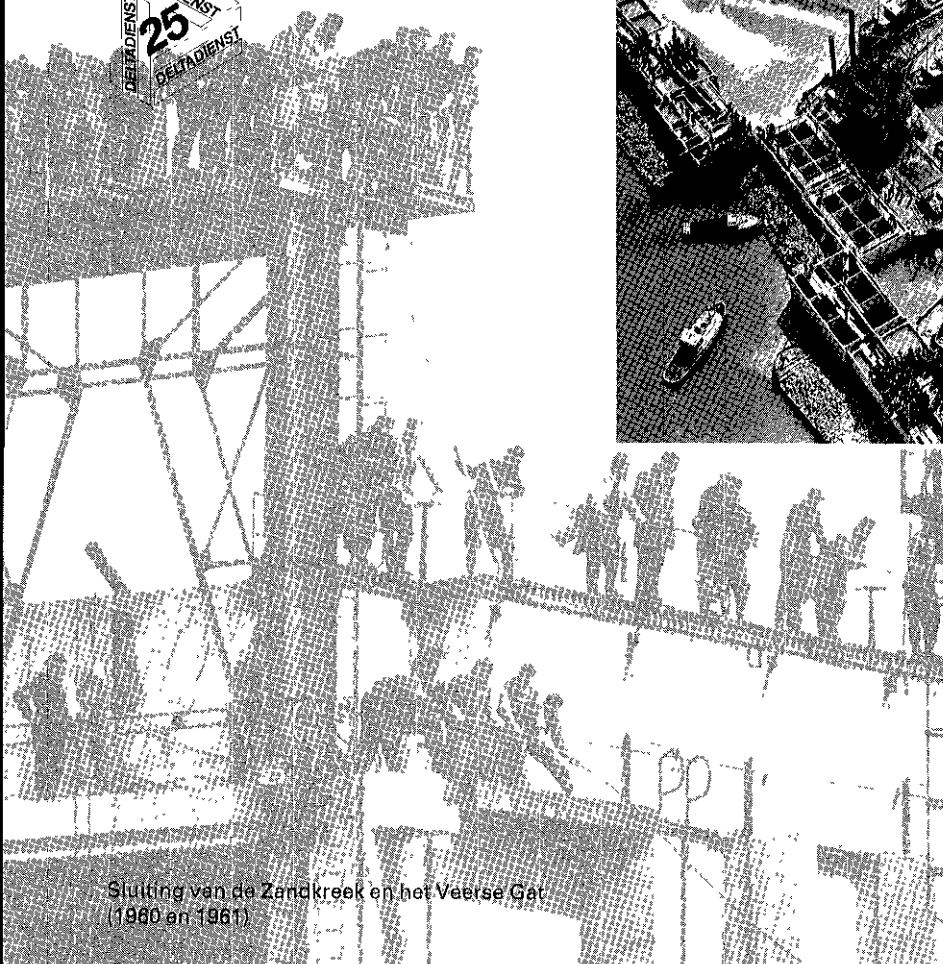
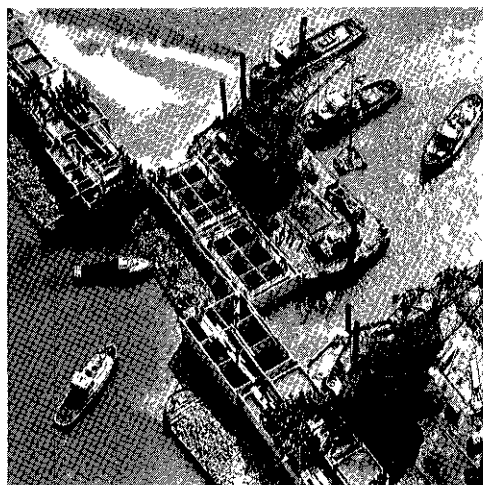
In de tweede plaats dient de aansluiting van twee naast elkaar gelegen ondermatten transport van zand door de aansluitingsconstructie praktisch onmogelijk te maken. Aan deze eis kan het best worden voldaan indien de matten elkaar niet overlappen. De ruimte tussen de matten, die gemiddeld 3 m breed is en zich midden tussen de pijlers bevindt, dient dan opgevuld te worden met een losgestort granulair materiaal. Omdat de verhangen ter plaatse van deze spleet veel lager zijn dan direct onder de pijler, zijn de eisen waaraan een losgestort filter dient te voldoen, veel minder. De onvermijdelijk optredende ontmenging van het losgestorte materiaal is hier dan ook acceptabel.

Nader onderzoek naar de toelaatbaarheid van holle ruimte onder de mat buiten de directe omgeving van de pijlers vindt thans nog plaats. De onmiddellijke gevolgen van transport van zand onder de matten manifesteren zich in een beperkte zetting van de constructie, die buiten de pijlerzone acceptabel is. Indien uit het onderzoek echter blijkt, dat de aanwezigheid van holle ruimte in het gebied buiten de pijlerzone aanleiding geeft tot zandtransport van onder de pijler vandaan, dan zijn aanvullende maatregelen ook buiten de pijlerzone noodzakelijk. Deze maatregelen worden momenteel uit voorzorg nader uitgewerkt, zodat meteen tot toepassing besloten kan worden als dat noodzakelijk zou blijken.

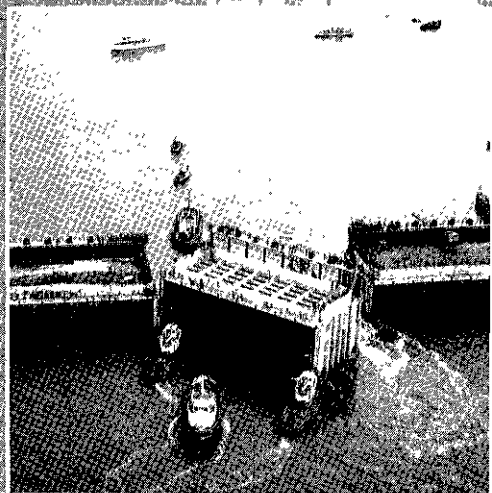
Fig. 1. Dwarsdoorsnede over de Oosterschelde-kering.

Fig. 2. Doorsnede in de as van de kering.





Sluiting van de Zandkreek en het Veerse Gat
(1980 en 1961)



In de Oosterschelde worden al meer dan honderd jaar peilingen van de bodem verricht. Uit de waarnemingen blijkt dat de morfologie van de Oosterschelde, dat wil zeggen de vorm van het bodemoppervlak, voortdurend in beweging was en is. De veranderingen hangen samen met de getijbeweging. Elk getij stroomt er tijdens vloed ruim 1 miljard m³ water de Oosterschelde in; tijdens eb stroomt er ongeveer evenveel uit.

Bodemfluctuaties in de Oosterschelde

De bodem van de Oosterschelde bestaat uit losgepakt zand. Wanneer het water over deze bodem stroomt, kunnen de zandkorrels in beweging komen. Hoe sneller het water stroomt, des te meer zand wordt er getransporteerd. Tijdens de kentering, als de snelheden laag zijn, wordt er weer zand op de bodem afgezet. Na de kentering zal de stroom het zand gaan meevoeren in de tegenovergestelde richting. Dit systeem met wisselende stroom- en zandtransportrichtingen en -hoeveelheden heeft in de Oosterschelde al eeuwenlang bestaan.

Pas sedert ongeveer 1870 beschikken wij over voldoende gegevens om de morfologische veranderingen van de Oosterschelde enigszins nauwkeurig te kunnen volgen. Dit geldt echter alleen maar voor de grootschalige veranderingen op langere termijn. Korte-termijnschommelingen waren door de lage frequentie waarmee de peilingen werden uitgevoerd niet te detecteren: er werd gepeild met zeer lange tussenpozen, van soms tientallen jaren. In 1959 begon de Rijkswaterstaat evenwel met jaarlijkse lodingen in de Oosterschelde.

In de afgelopen eeuw is er één duidelijke tendens in het gedrag van de bodem van de Oosterschelde waarneembaar geweest: de geulen hebben zich verdiept en de banken zijn omhoog gekomen. Rondom deze algemene richting komen allerlei fluctuaties voor. De fluctuaties kunnen veroorzaakt worden door natuurlijke, tijdelijke evenwichtsverstoringen, zoals stormen, maar ook door bijvoorbeeld een springtij-doodtijcyclus.

Daarnaast kunnen ook menselijke invloeden van belang zijn. Gedurende het laatste decennium is in de Oosterschelde een groot aantal Deltawerken uitgevoerd, die in meer of mindere

mate en van plaats tot plaats een sterk verschillende invloed hebben gehad en nog hebben op de morfologische ontwikkeling. Men denke aan de afsluiting van het Volkerak in 1970, de afsluiting van de Geul in 1972 en de aanleg van de werkeilanden in de mond van de Oosterschelde in 1968 en 1969.

Morfologische veranderingen kunnen ook invloed uitoefenen op het eco-systeem. Belangrijke elementen in dit eco-systeem vormen bijvoorbeeld de oester- en mosselcultures. Verhoogde sedimentatie kan voor de schelpdierenteelt nadelig zijn. Het is daarom van belang inzicht te hebben in de morfologische ontwikkelingen. Deze ontwikkelingen kunnen alleen worden vastgesteld door het uitvoeren van lodingen.

Door per lodingsopname nauwkeurig de diepte in een bepaald punt of gebiedje vast te leggen, en door vervolgens na te gaan hoe die diepte verandert in de loop van de tijd, kan iets gezegd worden over de trend in de diepte-ontwikkeling op langere termijn, en over de fluctuaties rond deze trend. De trend en de maximale grootte van de fluctuaties kunnen met een grotere betrouwbaarheid bepaald worden wanneer het aantal waarnemingen in de beschouwde periode groter is.

Daar de Rijkswaterstaat pas sedert 1959 is begonnen met het regelmatig eenmaal per jaar uitvoeren van lodingen in de Oosterschelde, kan alleen over de laatste 20 jaar, van 1959 tot 1979, de morfologische ontwikkeling in de Oosterschelde op relatief korte termijn, zo in de orde van 5 à 10 jaar, redelijk betrouwbaar worden bepaald. Worden nu plotselinge veranderingen, zogenaamde trendbreuken, in de morfologische ontwikkeling geconstateerd, dan zal gezocht moeten worden naar de oorzaak. Over het alge-

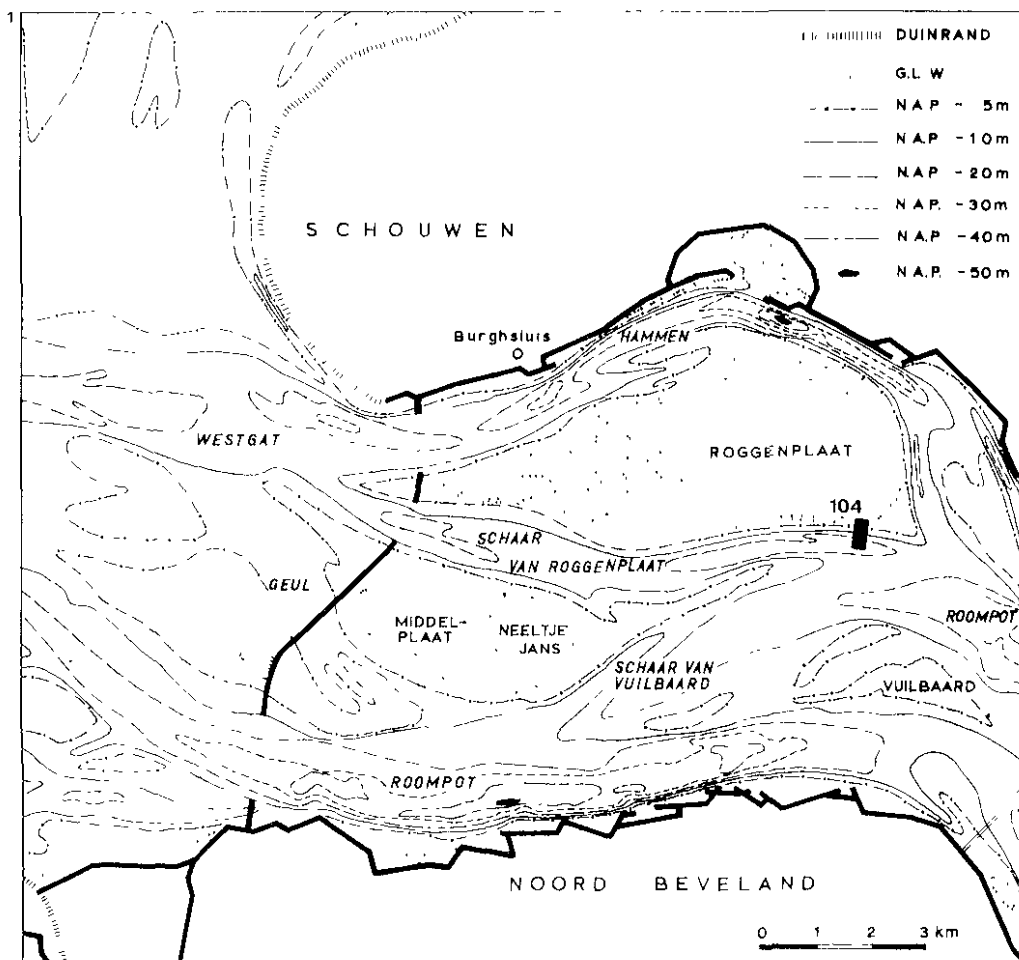
meen wordt daarbij aangenomen, dat het optreden van een trendbreuk in een bepaalde periode veroorzaakt is door een gebeurtenis uit diezelfde periode. Deze gebeurtenissen kunnen zowel natuurlijke processen zijn, bijvoorbeeld extreme stormcondities, als menselijke ingrepen. We kunnen deze veronderstelling echter ook omkeren: heeft een menselijke ingreep invloed op de morfologische ontwikkeling, dan zullen we een trendbreuk moeten zien.

Om na te gaan of de morfologische ontwikkelingen in het Oosterscheldegebied al beïnvloed zijn door de reeds uitgevoerde werken is, voorlopig weliswaar slechts in een beperkt gebied, gezocht naar trendbreuken in de morfologische ontwikkeling. Dit intensieve deelonderzoek is uitgevoerd voor een gebied aan de rand van de Roggenplaat. Met name is dit gebied gekozen omdat er zeer produktieve mosselpercelen liggen.

Tijdens de lodingen zijn in dit gebied de dieptes

bepaald in punten op onderlinge afstanden van ongeveer 20 meter. De punten zijn gelegen op nagenoeg evenwijdige raaien, die 185 m uit elkaar liggen. Een in beschouwing te nemen gebied wordt nu onderverdeeld in deelgebiedjes met een oppervlak van 185 maal 80 m². In elk deelgebiedje komen dan vier dieptecijfers voor. Het gemiddelde van deze vier cijfers wordt representatief gesteld voor de diepte van het deelgebiedje. Voor elk deelgebiedje is nu de gemiddelde diepte voor alle meetjaren berekend. Daaruit kon het verloop van de diepte in de tijd worden bepaald

Om te kunnen spreken van een verandering in de morfologische ontwikkelingen als gevolg van de uitvoering van werken moet, zoals gezegd, eerst vastgesteld worden hoe die morfologische ontwikkeling aanvankelijk verliep. Daar de grote ingrepen zich alle hebben voorgedaan na 1969, is de periode van 20 jaar met voldoende



frequente lodingsopnamen verdeeld in 2 periodes van 10 jaar: 1959 tot 1969, en 1969 tot 1979.

De eerste periode mag beschouwd worden als een ongestoorde periode, waarin alleen natuurlijke veranderingen zijn opgetreden. In de tweede periode is naast de natuurlijke veranderingen mogelijk ook invloed van de werken waarneembaar. Dit zou dan tot uitdrukking komen in een verandering in de trend van de morfologische ontwikkeling. Over beide periodes is nu met behulp van statistische methoden een trend bepaald voor elk deelgebiedje. Hierbij is aangenomen dat de trend, de snelheid waarmee de diepte toe- of afneemt, binnen elke periode constant was.

Per deelgebiedje kan nagegaan worden of er een wijziging in de ontwikkeling is geweest. Voor een verzameling van een aantal gebiedjes

wordt dit al een stuk moeilijker. Dan moeten we ook gaan kijken naar de verdeling van de trend in het horizontale vlak, met andere woorden, we moeten nagaan in hoeverre de ontwikkeling in het totale gebied homogeen is. Al ras bleek dat de homogeniteit het verst te zoeken was in gebieden waarin steile taluds voorkomen. Men kan zich afvragen of in deze gebieden inderdaad dergelijke grillige ontwikkelingen voorkomen, of dat juist hier onnauwkeurigheden in het cijfermateriaal van invloed zijn geweest op het resultaat. Het is immers bekend dat de lodingswaarnemingen het minst nauwkeurig zijn op steile taluds, omdat daar naast mogelijke fouten in de dieptebepaling ook plaatsbepalingsfouten een enorme rol spelen.

Vanwege deze twijfel is het gebied onderverdeeld in gebiedssoorten, namelijk plaatgebieden, geulbodems en geulwanden. Voor alle gebiedssoorten is de trend in de ontwikkelingen en de homogeniteit daarvan over beide periodes bepaald.

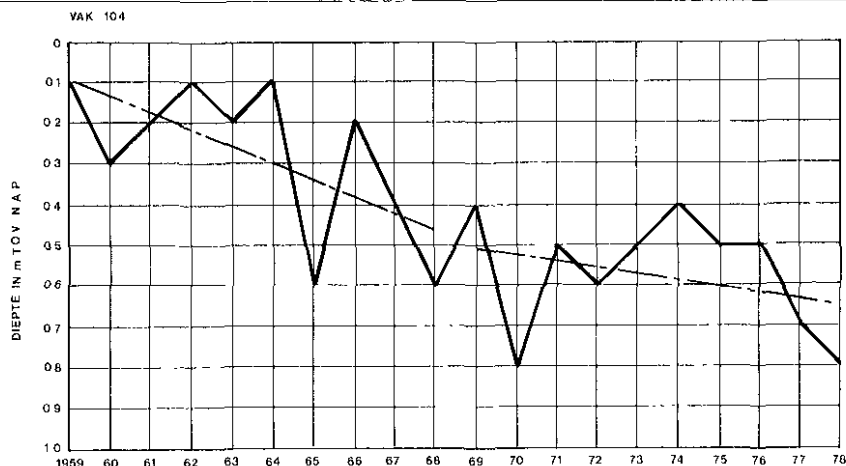
Naast de trend zijn ook de variaties die van jaar tot jaar optreden van belang. Door de verdeling van het verschil in diepte van het ene jaar met het voorgaande te bepalen, kunnen we een maat vinden voor de jaarlijkse fluctuaties.

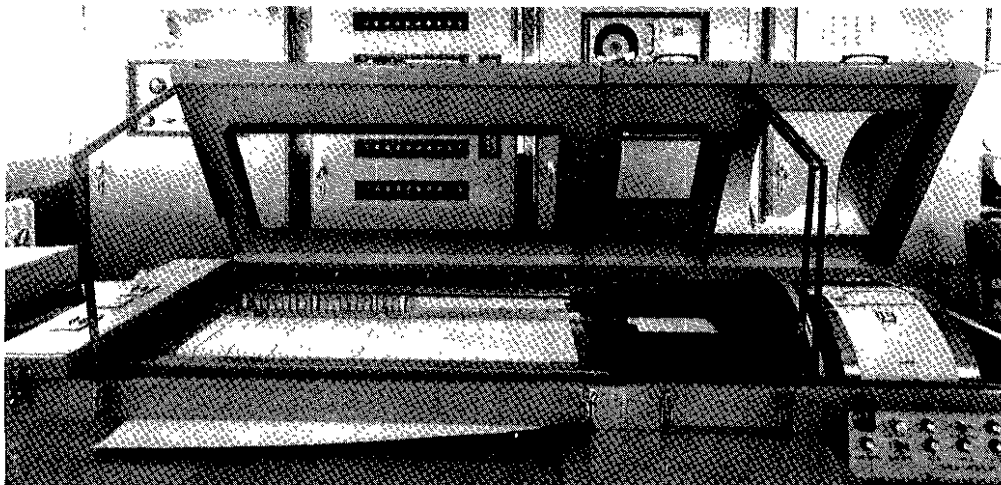
Over het algemeen blijkt de spreiding in de jaarlijkse verschillen vele malen groter te zijn dan de trend die uit de regressieberekening volgt. Ook hier moet men zich afvragen of dit te wijten is aan onnauwkeurigheden in het cijfermateriaal, die hier nog van veel meer invloed zijn dan bij de trendberekeningen. Een andere mogelijkheid is, dat de grote spreiding wijst in de richting van grote natuurlijke variaties in de bodemligging.

Bij de vergelijking van de cijfers van de twee beschouwde periodes kunnen allerlei statistische

Fig. 1. Geulenpatroon in de mond van de Oosterschelde, en het proefvak 104 op de rand van de Roggenplaat.

Fig. 2. Ontwikkeling van de bodemligging in een raai van vak 104, tussen 1959 en 1978.





Registratie van de bodemligging met behulp van een reeks echoloden aan boord van de 'Wijker Rib'

toetsen worden gebruikt, waarbij van bepaalde betrouwbaarheidsdrempels dient te worden uitgegaan. Daarnaast zullen we ook aannamen moeten doen ten aanzien van de nauwkeurigheid van de lodingscijfers. We moeten aannemen dat die in alle jaren niet is veranderd, als we veronderstellen dat in de gevonden spreidingen zowel meetfouten als natuurlijke variaties hun aandeel hebben. Alleen dan kunnen de cijfers iets zeggen over de wijzigingen in de bodemligging

Uit het tot nu toe uitgevoerde onderzoek blijkt, dat de morfologische processen in het gebied rond de Roggenplaat na 1969 over het algemeen minder snel verlopen dan in de periode voordat de werken werden uitgevoerd. Mocht er dus van een invloed van de werken sprake zijn, dan bestaat die in een vertraging van het morfologische proces.

Daar de fluctuaties van de verandering in hoogteligging in de tijd vele malen groter zijn dan de trends, mag worden aangenomen dat de natuurlijke korte-termijnprocessen domineren. Dit betekent dat perioden met erosie en sedimentatie elkaar op korte termijn afwisselen, waarbij het aannemelijk lijkt, dat omslag van sedimentatie naar erosie en omgekeerd eerder wordt veroorzaakt door fluctuaties in de natuurlijke omstandigheden, zoals het optreden van stormen, dan door menselijke invloeden.

De grootte van de fluctuaties is in de periode na 1969 over het algemeen kleiner dan in de periode vóór het uitvoeren van werken. De processen lijken dus in de periode na 1969 gedempt te worden, zodat de bodemveranderingen – indien ze aanwezig zijn – gelijkmatiger plaats te vinden.

Concluderend zou gesteld kunnen worden, dat, zo er sprake mocht zijn van een invloed van de uitgevoerde werken op de morfologische ontwikkelingen rond de Roggenplaat, deze invloed stabiliserend gewerkt heeft op het gebied.

Eb en vloed zorgen in de Oosterschelde voor een voortdurende verversing van het water. Tijdens vloed stroomt vers zout water de Oosterschelde in en mengt zich met het aanwezige zoete water.

Onderzoek naar de verversing van de Oosterschelde

Tijdens eb stroomt water met een lager zoutgehalte de Oosterschelde uit. De verversing houdt het voor het eco-systeem zo belangrijke zoutgehalte van het Oosterscheldewater op peil, ondanks de voortdurende toevoer van zoet water uit de Brabantse riviertjes en door de Volkeraksluizen. In de toekomst zal de verversing verminderen als de getijbeweging in de Oosterschelde door de bouw van de Oosterscheldekering afneemt. Er zijn dan ook maatregelen getroffen om de toevoer van zoet water op de Oosterschelde te verkleinen. De Philips- en de Oesterdam werden onder andere gebouwd om te voorkomen dat de Brabantse riviertjes lozen op de Oosterschelde, en in de scheepvaartsluizen tussen de Oosterschelde en het door de dammen gevormde Zoommeer is een ingewikkeld scheidingssysteem aangebracht om te voorkomen dat het schutwater uit het zoete Zoommeer de Oosterschelde teveel belast.

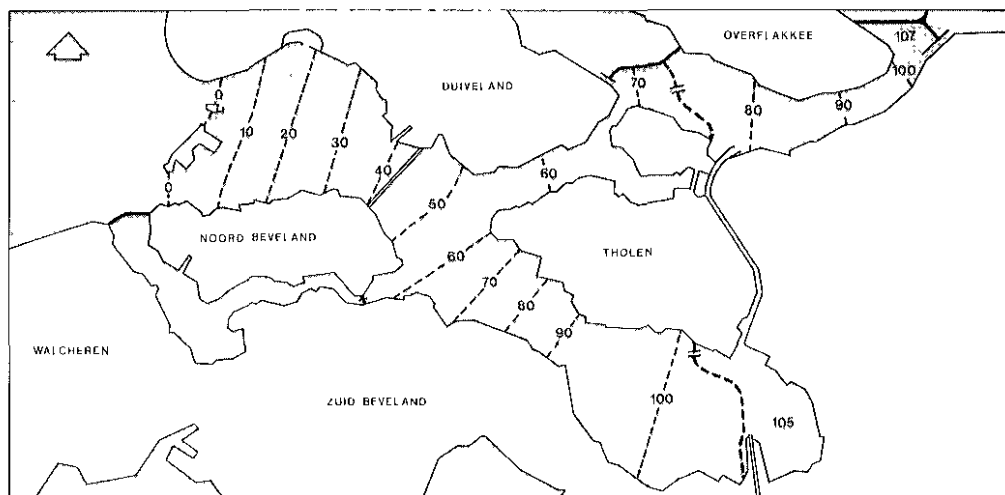
Of deze maatregelen voldoende zullen zijn, hangt er van af of de vermindering van de verversing goed is ingeschat. De verversing is dan ook een belangrijk punt van onderzoek geweest. In dit artikel zal een deel van dit onderzoek behandeld worden, in het bijzonder het onderzoek naar de mengprocessen tussen zout Noordzeewater en zoeter Oosterscheldewater dat is uitgevoerd in een fysisch schaalmodel van de Oosterschelde, het zogenaamde model M1000 en in het wiskundig model 'Ooster'.

Waarom de verversing zo belangrijk is voor het zoutgehalte, wordt duidelijk als we kijken naar de tijd die gemiddeld nodig is om een deel van de Oosterschelde met Noordzeewater te verversen (fig. 1). Vóór in de Oosterschelde is de benodigde tijd vrij kort, vanwege de geringe afstand tot de Noordzee, maar achterin neemt de benodigde tijd sterk toe door de grote afstand die het

verse Noordzeewater moet afleggen. Het duurt gemiddeld meer dan 1½ maand voor het water achterin de Oosterschelde ververst is. Elke stof die achterin de Oosterschelde geloosd wordt, dus ook zoet water, zal moeilijk weg te spoelen zijn en juist achterin vinden lozingen van zoet water plaats.

De verversing wordt voor een belangrijk deel bepaald door de waterbeweging die wordt opgewekt door de getijbeweging in de Oosterschelde. Kijken we naar de waterbewegingen die een rol spelen, dan zijn dat achtereenvolgens de grootschalige waterbeweging in een horizontaal vlak, de onregelmatige driedimensionale beweging, de zogenaamde turbulentie, en de moleculaire beweging. Het mengend effect van de eerste twee bewegingen berust er op dat watervolumes met verschillend zoutgehalte over een toenemende lengte met elkaar in contact gebracht worden, waarna de moleculaire beweging voor verdere verspreiding zorgt. Aan deze horizontale waterbewegingen zou nog toegevoegd moeten worden de grootschalige beweging in een verticaal vlak die opgewekt wordt door de dichtheidsverschillen tussen zout en zoet water. Hierop komen we nog terug.

Terugkerend naar de eerste twee mengprocessen: eerst wordt een volume water met opgeloste stof uit elkaar getrokken door de grootschalige waterbeweging. We moeten hierbij denken aan bewegingen ter grootte van de halve geulbreedte tot de gehele breedte van de Oosterschelde, dus van 100 tot 10 000 m. vervolgens gaat de kleinschalige beweging een belangrijker rol spelen. Het volume water wordt steeds verder uiteengetrokken door de kleinschaliger driedimensionale onregelmatige beweging, de turbulentie. Dit zijn bewegingen met



een schaal kleiner dan de geuldiepte, dus kleiner dan 20 à 30 m. En zoals gezegd vindt de uiteindelijke verdere verdeling plaats via de moleculaire beweging.

Het is nu belangrijk welk van de processen maatgevend is, de grootschalige beweging, de turbulente beweging, de moleculaire beweging of een combinatie van de eerste twee. De moleculaire beweging valt in onze beschouwing af. Deze beweging is vrijwel nooit maatgevend en bovendien verandert hij in het beschouwde systeem niet door de werken in de Oosterschelde-mond. Belangrijk blijft dus de vraag of de grootschalige of de turbulente beweging, of een combinatie van beide maatgevend zal zijn. Dit, omdat de menging in elk van de genoemde gevallen op een andere manier verandert bij verminderde getijbeweging. De menging door de turbulente beweging neemt bijvoorbeeld minder sterk af dan die door de grootschalige beweging; maar als de combinatie van beide maatgevend is, zal de menging sterker afnemen dan door elk van de bewegingen alleen.

Zoals gezegd heeft het onderzoek naar de mengprocessen, zeker in de ontwerpfase van het zout/zoet-scheidingssysteem in de scheepvaartsluizen tussen Zoommeer en Oosterschelde, een belangrijke rol gespeeld. Op basis van literatuurstudies en metingen kon vastgesteld worden dat de grootschalige waterbeweging in de Oosterschelde, evenals in vele andere estuaria, de belangrijkste factor was bij de menging en dit naar verwachting in de toekomstige situatie ook zou blijven.

De huidige zoetgehalten achter in de Oosterschelde zijn gezien de optredende verversing volkomen aanvaardbaar. In de toekomst zal, proportioneel aan de voorspelde geringere verversing een geringere toevoer van zoet water

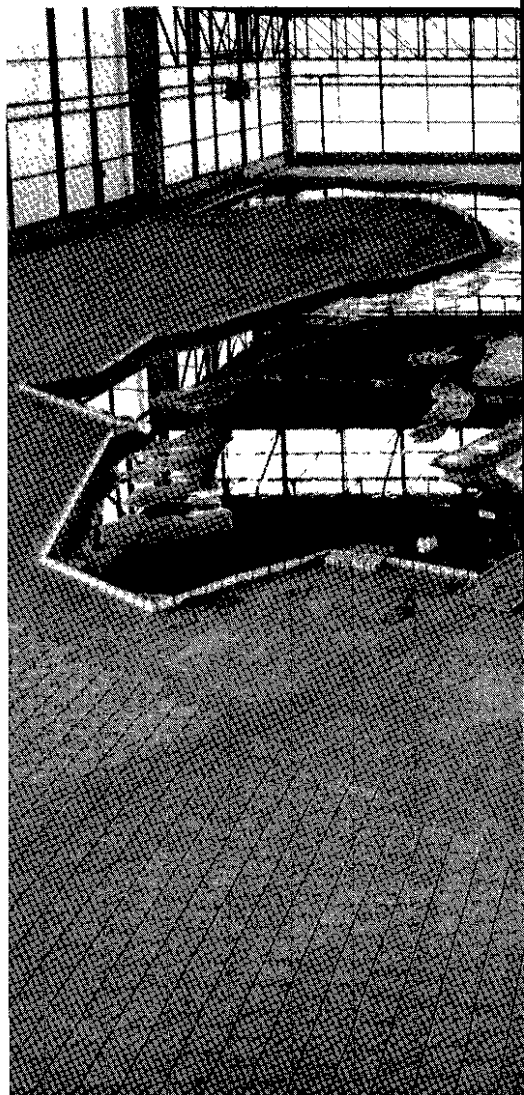


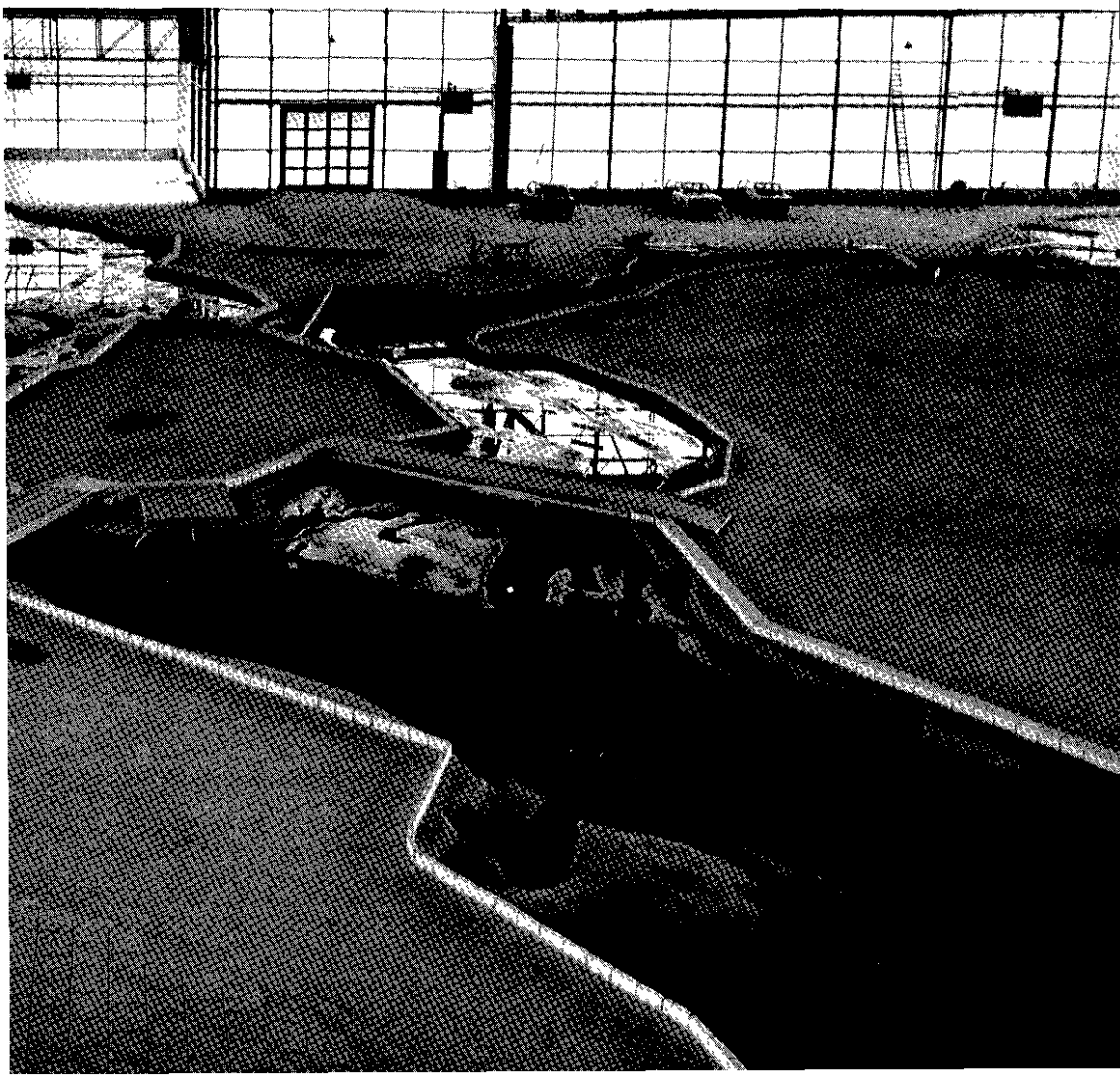
Fig. 1. Verversingssnelheid, uitgedrukt in aantallen getijden, in de Oosterschelde, vanaf de mond tot de Brabantse wal en de Volkerakdam.

Overzicht van het hydraulisch model M 1000, genomen vanaf 'Schouwen-Duiveland'.

toegelaten worden. De zoet-situatie blijft daardoor even aanvaardbaar.

Toch gaf het onderzoek een beperkte onderzoeksmarge aan, voornamelijk omdat er verschillende grootschalige mengprocessen in het geding zijn. Om deze marge te verkleinen zijn er recentelijk in twee modellen proeven uitgevoerd om met meer zekerheid te bepalen welke mengprocessen van belang zijn en of ze bij een reductie van het getij net zo veranderen als op basis van literatuurgegevens en natuurmetingen verwacht werd.

De modellen waarin deze proeven uitgevoerd zijn, het fysisch model M1000 en het computermodel 'Ooster' (fig. 2), zijn beide al eens eerder genoemd in deze Berichten. M1000 is een weergave op kleine schaal – 1 op 10 voor de diepte en 1 op 400 voor de lengte en breedte – van het



hele Oosterscheldegebied, waarin met behulp van water de stromingen en waterstanden nabootst worden

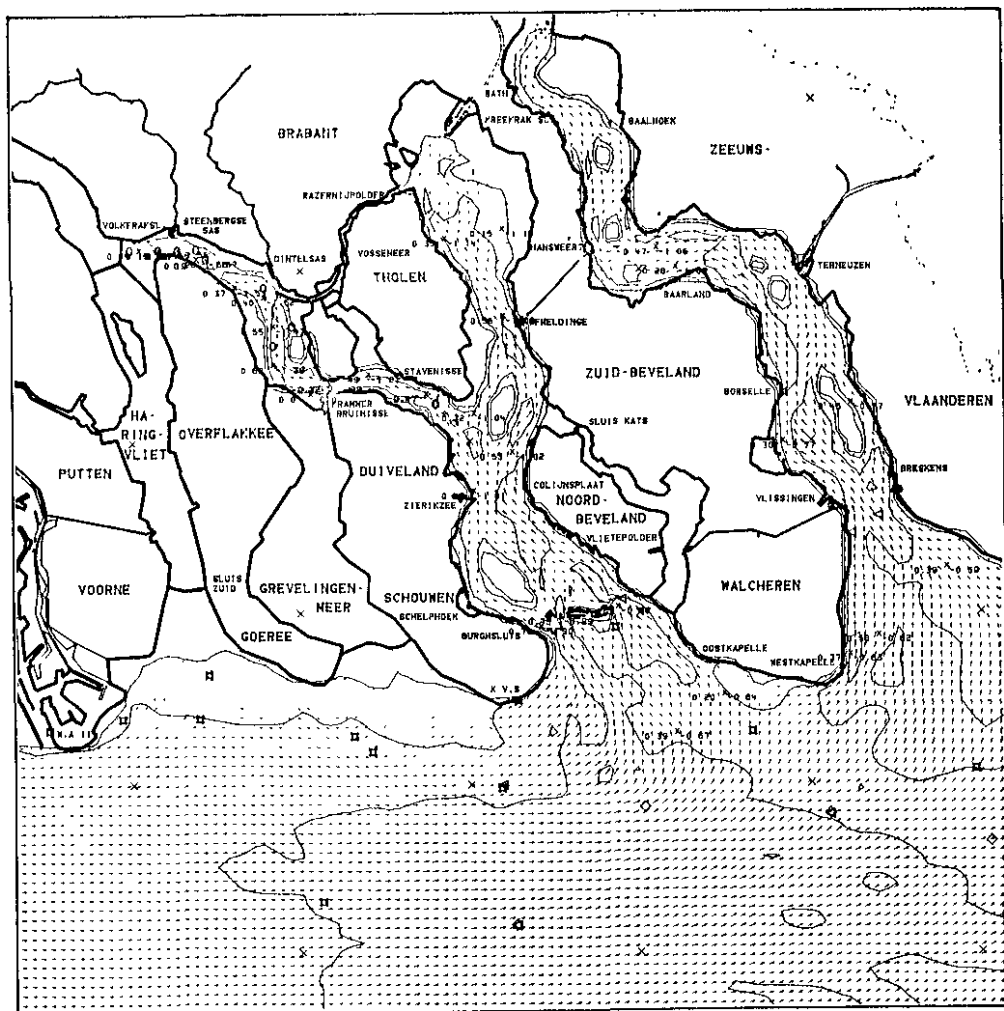
'Ooster' is een computer-model van de Oosterschelde, waarin met een maasbreedte van 800 m de waterstanden en de over de diepte gemiddelde snelheden en concentraties aan opgeloste stof berekend worden.

De modellen zijn niet geheel gelijkwaardig. Beide geven ze de grootschalige waterbeweging weer. De kleinschalige turbulente beweging kan echter alleen in M1000 worden voorgesteld.

In het computer-model moet de turbulente beweging middels coëfficiënten gesimuleerd worden.

Daarnaast kunnen in M 1000 middels vertrekking, dat wil zeggen de ongelijke schaal voor de diepte en voor de lengte en breedte, sommige mengprocessen worden beïnvloed, in het bij-

Fig. 2. Overzicht van het wetenschappelijk model 'Ooster'



zonder die mengprocessen die het gevolg zijn van de combinatie van grootschalige en kleinschalige turbulente waterbeweging. Met het oog op het laatste is er eerst een vergelijking gemaakt tussen de menging in de natuur en in M1000. Daarvoor is in M1000 kleurstof geloozd op die plaatsen waar op de Oosterschelde lozing van zoet water plaatsvindt. Bij vergelijking met de natuur bleek het model de werkelijkheid goed weer te geven: de kengetallen voor de menging bleken in model en natuur maar relatief weinig af te wijken. Er waren maar twee plaatsen met een duidelijke afwijking: de mond van de Oosterschelde en het Volkerak.

De te grote menging in de mond was duidelijk het gevolg van de vertrekking. De afwijking in het Volkerak daarentegen was het gevolg van een verschijnsel dat niet in M1000 wordt weergegeven omdat er niet met zout en zoet water gewerkt is, maar met kleurstof. Wanneer zoals in de natuur het aanbod van zoet water in een systeem als het Volkerak groter is dan de mengingscapaciteit, dan gaat het zoete water, dat lichter is dan het zoute water, boven op de zoute onderlaag drijven en dan ontstaat er een zogenaamde dichtheidsstroming; dat is een grootschalige waterbeweging in een verticaal vlak, die de menging sterk beïnvloedt. Zo'n dichtheidsstroming is bijzonder moeilijk in een model weer te geven. De invloed ervan op de menging kan overigens wel door metingen bepaald worden.

Zoals gezegd was het onderzoek er in belangrijke mate op gericht de mengprocessen te leren kennen. Daartoe is in beide modellen ter hoogte van Zierikzee op de stroomkentering na laagwater een 'vlek', dat wil zeggen een hoeveelheid kleurstof losgelaten, die in de natuur overeen zou komen met 80 ton. Vervolgens is bestudeerd door welke processen deze vlek uiteengehaald werd. Al spoedig was te zien dat verschillende processen een rol speelden.

Bij een eerste proces treedt kleurstof uit de geul en blijft achter op de platen langs de oever. Deze kleurstof zal in een latere fase van het getij weer van de plaat afstromen en zich als een aparte vlek manifesteren. Dit verschijnsel, dat 'trapping' wordt genoemd, treedt bijvoorbeeld ook op in de omgeving van de Krabbekreek en het Mastgat; daar is de Krabbekreek de 'trap' of 'val'.

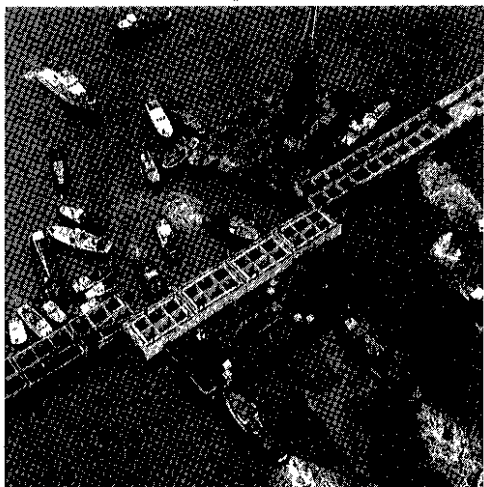
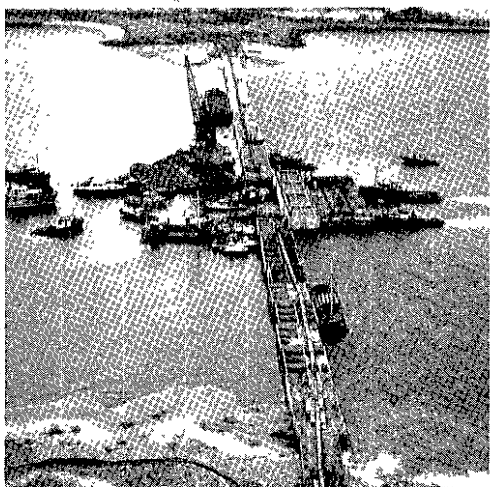
Bij een ander proces wordt via één geul kleurstof aangevoerd, die bij splitsing van de geul over twee of meer geulen verdeeld wordt. Door ongelijkheden in de stroming komt bij het keren van de stroming en bij het keren van het getij de

kleurstof niet meer samen, maar ontstaan er twee aparte vlekken.

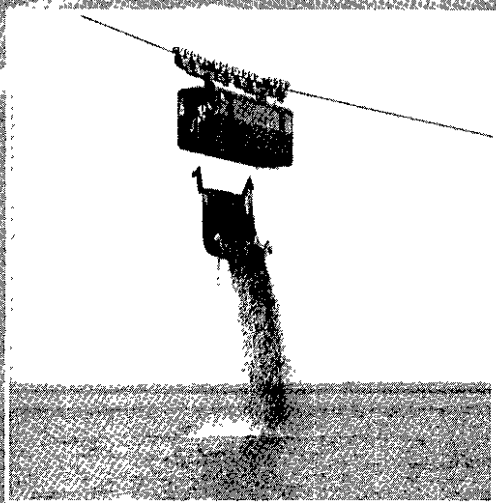
Dergelijke grootschalige mengprocessen, die de effectieve lengte waarover de watervolumes met een ongelijk gehalte aan opgeloste stof met elkaar in aanraking komen vergroten, bleken in het onderzoek de belangrijkste bijdrage te leveren aan de menging, en daarmee aan de verversing.

Het onderzoek in de modellen bevestigde in de eerste plaats de verwachtingen die bestonden op grond van metingen en literatuuronderzoek. Verder bleek dat beide modellen een verrassende mate van overeenstemming vertoonden in de resultaten.

Het verdere modelonderzoek dat gericht was op de toestand na het gereedkomen van de werken, toonde aan dat de menging in de toekomst inderdaad veel langzamer zal verlopen en wel in de mate die verwacht werd. De voorgenomen maatregelen zullen daarom naar verwachting voldoende zijn om de verminderde menging te compenseren.



Van de Grevelingen werd de zuidelijke geul in 1962 gesloten met oëssons. Voor de sluiting van de noordelijke geul werd een nieuwe sluitmethode gebruikt: stortsteen vanuit een kabelbaan.



De beplanting van de Volkerakwerken

In 1960 werd, langs de Brabantse Wal onder Willemstad, een aanvang gemaakt met de aanleg van de Volkeraksluizen. Vanaf het begin was het duidelijk dat werken van dit formaat een zo ingrijpende verandering teweeg zouden brengen in de structuur van het oude landschap dat aandacht zou moeten worden besteed aan de *aanpassing van de nieuwe toestand aan de oude Welis* waar waren de eerste landschappelijke maatregelen puur functioneel, maar niettemin zijn ze van grote invloed geweest op de uiteindelijke vormgeving en inpassing van de Volkerakwerken en op het nieuw gecreëerde landschap.

Bij het ontwerp van de sluizen was op grond van windtunnelproeven door het Laboratorium voor de Ruimtevaart gebleken dat de scheepvaart ernstige hinder zou gaan ondervinden van de sterke westen- en noordwestenwind bij het in- en uitvaren van de voorhavens van de sluizen. Daarom werd besloten windkeringen aan te leggen aan de westzijde zowel als aan de oostzijde van de sluizen; voornamelijk om esthetisch-landschappelijke motieven werd besloten gebruik te maken van bomen en struiken. De westelijk gelegen singels dienden van een gesloten beplanting te worden voorzien, de oostelijke van een open beplanting. In 1961 werd de eerste gesloten singel aangelegd op de noordwestelijke havendam; in 1967 werd deze singel naar het westen verplaatst of eigenlijk nieuw aangelegd, omdat de derde schutsluis zijn plaats opeiste. In 1968 werd eenzelfde gesloten singel aangelegd op de zuidwestelijke havendam. Deze westelijke singels werden samengesteld uit opgaande bomen als populier, esdoorn, es en iep, met een onderbeplanting van struiken zoals meidoorn, sleedoorn, wilde roos, hazelaar, vlier, wilde liguster, wilde kor-

noelje, grijze wilg en zwarte els; de breedte van de singels bedroeg 45 meter. In 1971 zijn de oostelijke windsingels aangelegd; ze bestaan geheel uit iepen.

In 1967 werd door het Staatsbosbeheer een landschap-structuurplan ontworpen voor de terreinen ten oosten van de sluizen. Het kreeg de naam 'Inrichtingsplan Maitha', naar de vroegere polder.

Het gebied omvat de grondbergingsdepots die nodig waren voor de vrijkomende specie uit de bouwputten voor de sluizen. In 1977 werd op basis van dit structuurplan een definitief beplantingsplan opgesteld.

Bij de uitwerking van het plan zijn belangrijke algemene uitgangspunten gehanteerd betreffende de *totaal-opzet van de beplantingen op het Volkerakcomplex* – Volkeraksluizen en Hellegatsplein – gezien als nieuw landschapselement in de samenkomst van het Hollands Diep, het Volkerak en het Haringvliet.

Vanuit het West-Brabantse polderland nadert men over Rijksweg 19, die inmiddels van beplanting is voorzien, een grootschalig landschap met indrukwekkende waterbouwkundige werken. De ruimschaligheid wordt nog versterkt wanneer men de grote sluizen voorbij is en het Hellegatsplein nadert, met zijn tamelijk ingewikkelde wegen en niveauverschillen, met zijn aftakkende verkeersbanen naar het westen en het noorden en dan in de verte de Haringvlietbrug ziet, die de verbinding vormt met het oude landschap. Bij het inrichten van dit landschap is er zowel naar *gestreefd, de weggebruiker een goede visuele begeleiding te geven als de technische kwaliteiten van de uitgevoerde kunstwerken tot hun recht te laten komen of zelfs te ondersteunen door middel van een variatie in de vorm, de soort en de hoogte van de beplantingen*; verder

is getracht het leefklimaat ter plekke gunstig te beïnvloeden en de recreatieve waarde van het gebied te versterken.

Het beplantingsplan

Het beplantingsplan voor 'Het Bos van Willemstad' heeft geresulteerd in een loofhoutbos dat doorsneden wordt door brede lanen met bomenrijen. De breedte van de lanen varieert van 35 tot 45 meter, met respectievelijk twee of vier rijen bomen. De vrij strakke, rechtlijnige opzet houdt er rekening mee dat de technische werken eveneens strak en functioneel van opzet zijn, zodat er op deze manier een integratie wordt bereikt, en als het ware een organische verbinding tussen natuur en techniek. In het plan zijn enkele open ruimten geprojecteerd, die als speel- en recreatierruimte kunnen dienen, terwijl aan het einde der lanen vormen zijn gekozen die een boeiend eind vormen en een vrije improvisatie zijn op de vorm van de voormalige vesting Willemstad.

In het plan komen twee waterpartijen met eilandjes voor. Door hun afwijkende vormgeving bieden zij een welkom en prettig contrast met hun omgeving. De geïsoleerde en ontoegankelijke ligging van de eilandjes kan een waarborg zijn voor het ontstaan van reservaatjes voor flora en fauna.

Het terrein is ongeveer 65 ha groot; het bestaat uit een noordelijke en een zuidelijke grondberging. De scheiding tussen deze twee terreinen wordt gevormd door een van de waterpartijen en de Malthaweg. De zuidelijke grondberging wordt in het zuidoosten door de tweede waterpartij begrensd. De bos- en lanenaanleg omvat ongeveer 45 ha.

Op de terreinen tussen de sluizen en de Helle-gatsweg is een omvangrijke boombeplanting in rijen aangebracht. Deze bomenrijen zijn kwadratisch opgezet en vormen een belangrijk landschapselement, dat de aanwezige boombeplanting oostelijk van de Hellegatsweg completeert en ondersteunt, en het geheel een beslotener karakter verleent. Een bijkomend voordeel van deze opzet is dat de scheepvaart niet door auto-lichten wordt gehinderd.

De bomenrijen tussen de brug in Rijksweg 19 over de sluizen en de uitzichttoren zijn zodanig geprojecteerd dat zij geen belemmering vormen voor het uitzicht vanuit het bedieningsgebouw. Tevens is erop gelet dat er ruimte wordt gelaten voor hulpverlening bij eventuele calamiteiten aan boord van schuttende schepen in de sluizen. Op de noordelijke grondberging zijn de lanen uitgevoerd met grauwe abelen en op de zuidelijke met inlandse eiken. De bosaanleg is samengesteld uit de hoofd houtsoorten eik,

beuk, es en haagbeuk, in de verhouding 58-12-10-10, met als vulhoutsoorten zwarte els, gelderse roos, hondsroos, liguster, meidoorn, sleedoorn, veldesdoorn en grijze wilg. Totaal 280 000 struiken en 2400 bomen.

De beplantingen rond het Volkeraksluizencomplex zijn in een vroeg stadium opgezet. Op basis van het in 1967 ontworpen structuurplan werd een definitief beplantingsplan uitgewerkt voor de terreinen gelegen ten oosten van de sluizen. Het nu gereedgekomen beplantingsplan is aangelegd op de voormalige gronddepots in de polder Ruigenhil en Maltha.

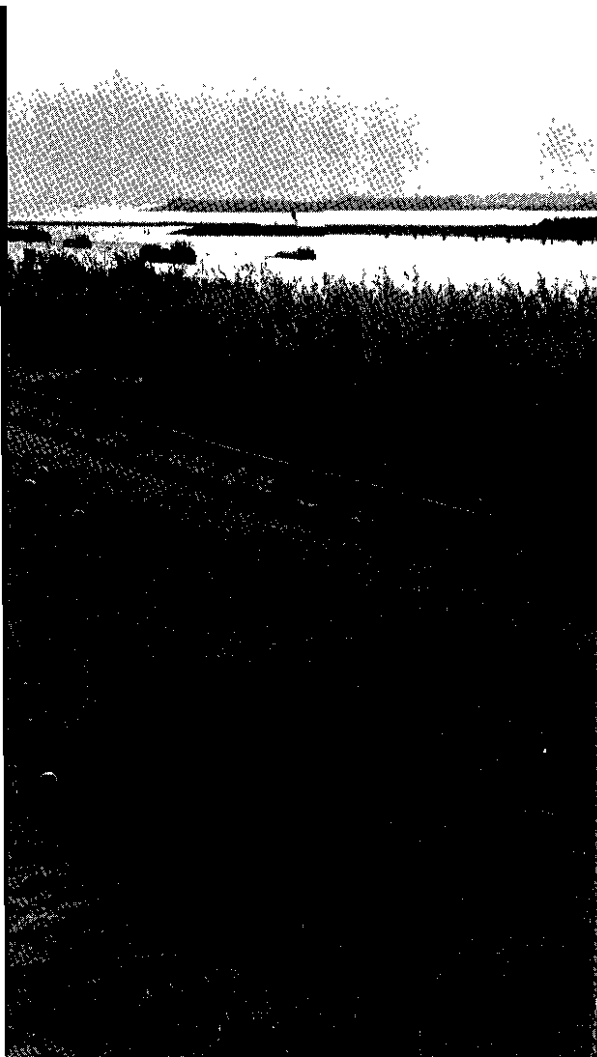
In 1968 is reeds een onderzoek ingesteld door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders naar de bodemgesteldheid van de depots, dit in verband met het uitbrengen van een begreppelingsadvies ten behoeve van de ontwatering, begaanbaarheid en ontzilting van de opgespoten terreinen. Geadviseerd werd om de rijping van de grond op de ene grondberging zoveel mogelijk te bevorderen door het aanbrengen van greppels van 60 cm; op de andere grondberging moest de bestaande begreppeling worden uitgediept tot 60 cm beneden het maaiveld en een verzamelsloot worden aangelegd. De afwatering van de depots vindt plaats op een poldersloot, die met een duiker via het viadukt onder de rijksweg door afvoert naar de voormalige Oude Heiningsehaven.

Met de uitvoering van het beplantingsplan is begonnen in het najaar van 1978. Ondanks de stagnaties vanwege de lange winterperiode zijn de beplantingen op de tweede grondberging toch volledig gereedgekomen.

Alvorens men echter met de beplantingen op de eerste grondberging kon beginnen, bleek het noodzakelijk grondwerkzaamheden en bemalingen uit te voeren. Dit grondwerk was nodig vanwege de grillige wijze van opbouw van de grondberging; grote delen bestonden namelijk

De invaart van de Volkeraksluizen wordt bij harde wind vergemakkelijkt door windsingels van bomen.





uit klei, met een hoog gehalte aan afslibbare gedeelten, andere gedeelten uit zand. Door deze grondsoorten te mengen werd een betere structuur van de grond verkregen. In het algemeen werd op de vette terreingedeelten een laag zand en op de zanderige plaatsen een laag klei aangebracht; deze pakketten werden dan tot een diepte van 50 cm met de onderliggende grond gemengd. Als gevolg van de slechte waterdoorlatendheid van de eerste grondberging was het noodzakelijk extra ontwateringswerkzaamheden uit te voeren. Deze werkzaamheden bestonden in hoofdzaak uit het uitdiepen van bestaande sloten en greppels, het op diverse plaatsen doorgraven van de met plastic, folie en rietmatten afgedekte omkading van de grondberging en het aanbrengen van een drainage van geperforeerde plasticbuizen, omwikkeld met een nylonweefsel.

Deze ontwateringswerkzaamheden hadden een zeer gunstige uitwerking. De beplantingswerkzaamheden hebben als gevolg van deze extra maatregelen wel enige vertraging ondervonden. Het gehele complex is in het voorjaar van 1980 gereedgekomen. Over het geheel kan worden gesteld dat de beplantingen goed zijn aangeslagen en dat in het algemeen weinig uitval is voorgekomen.

Aan boombeplanting behoeft maar 7% te worden ingeboet, en aan struikbeplanting 5%. De uitval is in hoofdzaak te wijten aan enkele natte piekken op de tweede grondberging. Op deze natte plekken zijn alsnog drains aangelegd. Het onderhoud van het boscomplex zal tot eind 1981 door de Deltadienst worden verzorgd.

Het nu tot stand gekomen Bos van Willemstad moet worden gezien als het sluitstuk van de landschappelijke herinrichting van het zogeheten Volkerakcomplex. Vanzelfsprekend zal mede door de toekomstige beheersmaatregelen bepaald worden hoe de beplantingen zich zullen ontwikkelen en welke functie zij zullen gaan vervullen. Een deel van de beplantingen zal van zuiver functionele aard zijn en blijven, zoals de windsingels; het overgrote deel zal zijn waarde vooral krijgen in landschappelijke en ecologische steun aan het betrokken gebied. Hierbij mag zeker de recreatieve waarde van een groot, aaneengesloten en gevarieerd samengesteld bos- en watercomplex niet vergeten worden. Het moet dan ook van groot belang worden geacht, dat het toekomstige beheer van de beplantingen op het Volkerakcomplex door een en dezelfde hand wordt geleid. De hiervoor beschreven, zo verscheidene functies en onderlinge belangen van de beplantingen, onder soms slechte klimatologische omstandigheden, vereisen op elkaar afgestemde beheersmaatregelen. Er is een werkgroep 'Beheers- en Onderhoudsplan' ingesteld, die tot taak heeft een beheersplan op te stellen waarin duidelijke richtlijnen worden verstrekt voor het beheren van bos en natuurterreinen, en dat alle informatie bevat over de toestand en de kwaliteit van de terreinen, inzicht verschaft in de inrichting en doelstelling, en aangeeft welke beheersmaatregelen genomen moeten worden om die doelstelling te bereiken.

Een beheersplan moet de uitgangspunten van het uitgevoerde landschaps- en beplantingsplan op lange termijn veilig stellen. Het ligt in de bedoeling het beheer en onderhoud van de terreinen over te dragen aan Staatsbosbeheer. Deze dienst is reeds in een vroeg stadium betrokken geweest bij het opstellen van de plannen en is, gezien haar kennis omtrent dit soort beheerszaken, de hiervoor aangewezen instantie.

De Krammer-schutsluizen in de Philipsdam worden uitgerust met een zout/zoetscheidings-systeem. Daarmee wordt enerzijds voorkomen dat een te grote hoeveelheid zout water via de sluizen op het Volkerak terechtkomt; anderzijds beperkt het systeem de zoetwaterstroom door de sluizen naar het Oosterscheldebekken.

De besturing van de Krammersluizen

Zowel in constructie als in bediening en instrumentatie verschillen deze schutsluizen van andere, die niet met een zout/zoetscheidings-systeem zijn uitgerust; de mate waarin de Krammersluizen zullen fungeren als zout/zoetscheidings-systeem is namelijk niet alleen afhankelijk van de constructie, maar ook van de wijze waarop ermee gewerkt wordt, van de instrumenten waarmee de sluizen uitgerust zijn om het zoute van het zoete water te scheiden, en van de besturing. Er zijn thans vier verschillende systemen voor de besturing mogelijk, die we in het hiernavolgende kort zullen bespreken.

Om het effect van deze besturingssystemen op de zout/zoetscheiding duidelijk te maken dient eerst iets gezegd te worden over die scheiding zelf. Kijkt u naar figuur 1.

Op de verticale as van de figuur is de hoeveelheid zout water afgezet die per schutcyclus op het Volkerak terechtkomt, op de horizontale as de hoeveelheid zoet water die per schutcyclus op het Oosterscheldebekken terechtkomt. Een schutcyclus wordt gedefinieerd als een opeenvolging van twee schuttingsen, een naar en een van het Volkerak. Zowel de bovengenoemde hoeveelheid zout water, ook wel zoutbezwaar geheten, als de hoeveelheid zoet water, ook wel zoetwaterverlies genoemd, worden uitgedrukt in percentages van de schutkolinhoud. De lijn in deze figuur geeft het verband weer tussen het zoetwaterverlies en het bijbehorende zoutbezwaar in een schutcyclus van de Krammersluizen. Ook voor zout/zoetsluizen die uitgerust zijn met een ander zout/zoetscheidings-systeem, zoals een luchtbellenscherm, een systeem à la sluis van Terneuzen of een overtoom, kunnen punten of lijnen in deze figuur gegeven worden.

Er wordt nu gesproken van een verbetering van de kwaliteit van een zout/zoetscheidings-sys-

teem naarmate de lijn die het verband aangeeft tussen het zoutbezwaar en het zoetwaterverlies dichter bij de assen ligt, of, in woorden: naarmate het zoutbezwaar bij een bepaald zoetwaterverlies kleiner is. Met behulp van een goed besturingssysteem kan dit inderdaad in zekere mate worden bereikt.

Besturing van de sluizen

Een besturingssysteem is een doelmatig geordend, samenhangend geheel van handelingen met als doel het zoute en het zoete water van elkaar te scheiden. Door middel van een goede besturing is het mogelijk om, als de sluizen in bedrijf zijn, de zout/zoet-scheiding adequaat te laten werken, en naar gelang de wensen van de beheerder eventueel te bewegen langs de lijn, die in figuur 1 het verband aangeeft tussen het zoutbezwaar en het zoetwaterverlies.

Uitgangspunten voor het ontwerp van een besturingssysteem is dat het volledig geautomatiseerd moet kunnen plaatsvinden. Dit houdt in dat de bewegingen van de wand- en rioolschuiwen zo op elkaar moeten zijn afgestemd, dat het gedeelte van de schutcyclus dat van belang is voor de zout/zoetscheiding, namelijk het uitwisselen, wel vanaf de sluizen in werking wordt gezet, maar verder zonder menselijk ingrijpen verloopt.

Een belangrijk punt van verschil tussen de vier verschillende besturingssystemen die bij de Krammersluizen mogelijk zijn, is gelegen in de informatie die nodig is om het systeem te doen functioneren. Ook houdt het toepassen van het ene of het andere besturingssysteem consequenties in voor de instrumentatie van de sluizen en daarmee tot op zekere hoogte voor de constructie, zodat reeds tijdens het ontwerp van

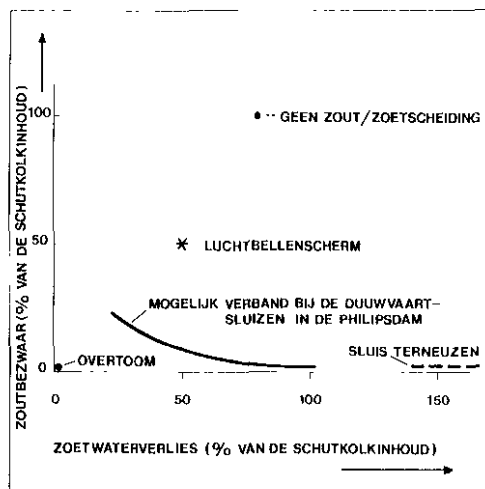


Fig. 1 Zoutbezwaar en zoetwaterverlies bij verschillende typen zoet/zoutscheiding, en de mogelijkheden van de Kramersluizen.

de sluizen een analyse van de besturingssystemen noodzakelijk is

Een punt van overeenkomst tussen de besturingssystemen is dat ze alle gericht zijn op hetzelfde onderdeel van de schutcyclus, namelijk het uitwisselen.

Daaronder verstaan we het vervangen van zout door zoet water bij een schutting naar het Volkerak, van zoet door zout water bij een schutting naar het Oosterscheldebekken. Het uitwisselen vindt plaats bij gesloten sluisdeuren. Bij een schutting naar het Oosterscheldebekken wordt het ook wel 'terugwinnen van zoet water' genoemd; niet altijd zal het naar verwachting vanuit milieu-oogpunt nodig zijn.

Kenmerkend voor het uitwisselen is, dat zich in verticale richting een grenslaag beweegt tussen het zwaardere zoute water onderin de sluis-kolk en het lichtere zoete water daarboven, terwijl het niveau van de waterspiegel in de schutkolk nauwelijks verandert. Gedurende het uitwisselen stroomt zoet water door een groot aantal – 114 – openingen in de wanden van de schutkolk, terwijl het zoute water door een tweetal riolen onder de geperforeerde vloer van de sluis-kolk stroomt.

De grenslaag is in feite een menglaag met een dikte van 1 à 2 m, die niet horizontaal ligt, maar allerlei golfverschijnselen vertoont. Bij het uitwisselen worden maxima in acht genomen, zowel ten aanzien van het uitwisseldebiet, en daarmee van de verplaatsingssnelheid van de grenslaag, als van de vergroting of verkleining van het uitwisseldebiet per tijdseenheid. De eerste begrenzing wordt gesteld uit een oogpunt van menging; het maximale uitwisseldebiet wordt voorlopig vastgesteld op 80 m³/s, overeenkomend met een verticale verplaatsingssnelheid van de grenslaag van 1 cm per seconde.

Het tweede maximum moet ertoe dienen de translatiegolven in de kolk beperkt te houden; de maximale toe- of afname van het debiet is voorlopig vastgesteld op 1,5 m³/s². Zodra, bij een schutting naar het Volkerak, de grenslaag voldoende ver onder de geperforeerde vloer is gebracht, wordt het uitwisselen beëindigd.

Bij een schutting naar het Oosterscheldebekken wordt het uitwisselen beëindigd wanneer de hoeveelheid zoet water in de sluis-kolk voldoende klein is om het minimaal toegestane zoutgehalte op het Oosterscheldebekken niet te doen onderschrijven. In beide gevallen sluit men de schuiven in de riolen, waar het zoete water stroomt.

De besturingssystemen

Voor het uitwisselen lijkt dus een besturingssysteem voor de hand te liggen, waarbij voortdurend de plaats en dikte van de grenslaag in de gaten gehouden wordt, zodat hij daarheen geleid kan worden waar hij na het uitwisselen moet zijn. Zo'n systeem zou echter een groot aantal kostbare instrumenten vergen, terwijl er bovendien inzicht voor nodig is in de wijze waarop met behulp van de wand- en/of riool-schuiven instabiliteiten en andere ongewenste verschijnselen bij het bewegen van de grenslaag geneutraliseerd zouden kunnen worden. Als tweede besturingssysteem kan men denken aan een opzet, waarbij in de buurt van de uiteindelijke plaats van de grenslaag instrumenten zijn aangebracht die het uitwisselen beëindigen zodra ze de grenslaag signaleren. Dit systeem mist de mogelijkheid ongewenste effecten die zich voordoen tijdens het bewegen van de grenslaag, tegen te werken, omdat gedurende

de beweging geen inzicht in het gedrag van de grenslaag bestaat.

Ten derde is een besturingssysteem denkbaar, waarbij het uitwisselen wordt bestuurd op basis van snelheidsmeting in de riolen. Er wordt dan geen inzicht in het gedrag van de grenslaag verkregen gedurende het uitwisselen; het uitwisselen wordt eenvoudigweg beëindigd zodra de gewenste uit te wisselen hoeveelheid zout water door de riolen gestroomd is. Met behulp van snelheidsmetingen kan het uitwisselen zo geregeld worden dat het uitwisseldebiet of de maximale vermeerdering dan wel vermindering van het debiet per tijdseenheid niet wordt overschreden.

Bij een vierde besturingssysteem ten slotte wordt de uitgewisselde hoeveelheid water bepaald op grond van gegevens over het verval over de riolen, en de hydraulische weerstand van de riolen. Op grond van ijkingen is namelijk bekend hoe lang de schuiven in de riolen geheven moeten zijn om een bepaalde uit te wisselen hoeveelheid water door de riolen te laten stromen.

Het verschil tussen de twee eerstgenoemde en de twee laatstgenoemde systemen is, dat, bij de eerstgenoemde gebruik gemaakt wordt van instrumenten in de sluiscolk om de plaats van de grenslaag vast te stellen, terwijl bij de twee laatstgenoemde niet met deze informatie wordt

gewerkt. Zowel bij het eerste als bij het derde systeem vindt regeling plaats in die zin dat, gedurende het uitwisselen, een gemeten en een gewenste grootte – de plaats van de grenslaag bij systeem 1 en het uitwisseldebiet bij systeem 3 – met elkaar worden vergeleken, waarna het proces eventueel wordt bijgesteld. De vier besturingssystemen verschillen echter niet alleen in de aard van de informatie, maar ook in uiteindelijk resultaat voor wat betreft de kwaliteit van de zout/zoetscheiding.

Het rendement van de systemen kan echter pas voldoende betrouwbaar vastgesteld worden als er gegevens zijn omtrent het gedrag van de grenslaag tijdens het uitwisselen.

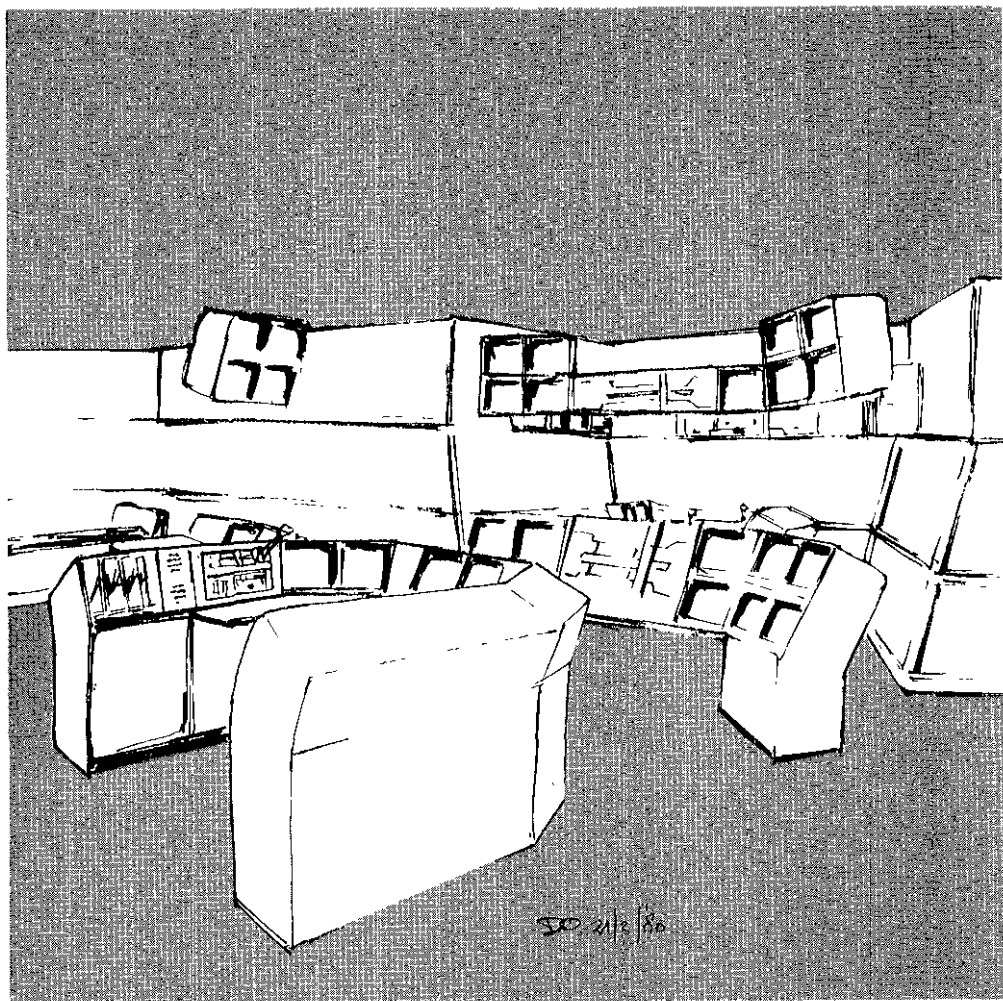
Het is de bedoeling om, in 1985, na het gereedkomen van de sluizen hier metingen naar te verrichten. Vooralsnog moet volstaan worden met verwachtingen gebaseerd op modelonderzoek: zie tabel 1. De in deze tabel gegeven getallen gelden voor de duwvaartsluizen en zijn uitgerekend voor 3 duwvaartsluizen bij 16 schutcycli per dag en een zoutgehalte op het Zijpe van 15 g Cl⁻ / l.

Uit de tabel blijkt dat de voordelen van de systemen 1 en 2 boven de systemen 3 en 4 groter worden naarmate er meer water wordt teruggewonnen.

Omdat niet bekend is in hoeverre de grenslaag

Tabel 1 Zoetwaterverlies en zoutbezwaar bij de duwvaartsluizen in de Philipsdam
Verwachting op grond van modelonderzoek

	systemen 1 en 2 (grenslaag meten)	systemen 3 en 4 (debieten meten)
<i>zonder terugwinnen</i>		
– zoetwaterverlies	21 m ³ /s	23 m ³ /s
– zoutbezwaar	4 kg/s Cl ⁻	4 kg/s Cl ⁻
<i>met terugwinnen</i>		
a. tot 20% van de kolkinhoud		
– zoetwaterverlies	16 m ³ /s	16 m ³ /s
– zoutbezwaar	12 kg/s Cl ⁻	15 kg/s Cl ⁻
b. tot 50% van de kolkinhoud		
– zoetwaterverlies	9 m ³ /s	9 m ³ /s
– zoutbezwaar	20 kg/s Cl ⁻	34 kg/s Cl ⁻
c. tot 80% van de kolkinhoud		
– zoetwaterverlies	4 m ³ /s	4 m ³ /s
– zoutbezwaar	40–60 kg/s Cl ⁻	60 kg/s Cl ⁻



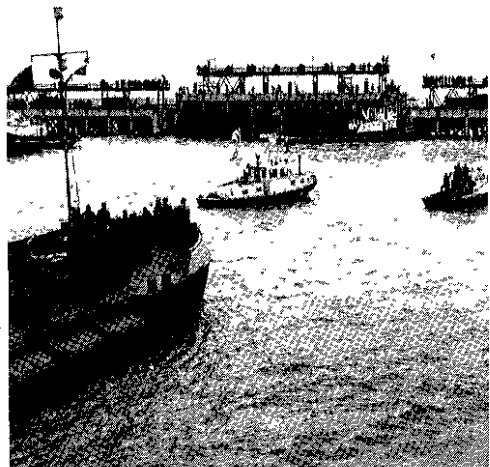
Schets van de toekomstige
inrichting van de bedienings-
ruimte

zich als een rustige horizontale laag verplaatst, is niet gepoogd enig onderscheid aan te geven tussen de systemen 1 en 2, respectievelijk 3 en 4 onderling.

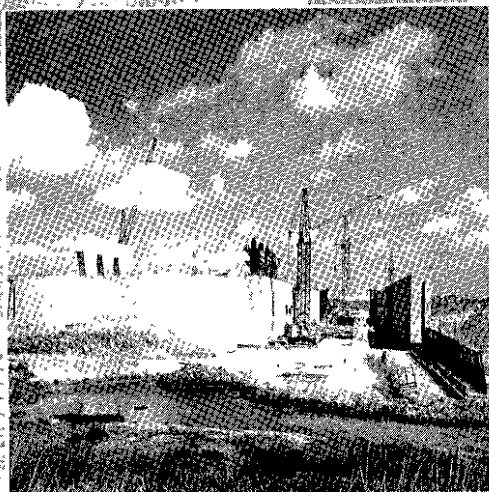
Voor de jachtensluizen is ook zo'n analyse verricht. Gezien de kleine kolkinhoud van de jachtensluizen is het zoutbezwaar door deze sluizen natuurlijk veel kleiner dan dat van de duw-

vaartsluizen. Zonder terugwinnen van zoet water bedraagt het zoutbezwaar van twee jachtensluizen bij elk 20 schutcycli per dag $0,2 \text{ kg/s Cl}^-$, en het zoetwaterverlies $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Daarom is besloten de jachtensluizen niet uit te rusten met enig systeem waarbij de grenslaag gedurende het uitwisselen wordt gevolgd.

Mede op grond van de in het bovenstaande genoemde analyse is besloten de definitieve beslissing over het besturingssysteem nog enige jaren uit te stellen, gezien de huidige onnauwkeurige cijfers over het effect van het zoutbezwaar en het zoetwaterverlies op de bekken. Intussen worden in het betonwerk de benodigde voorzieningen aangebracht om eventueel instrumenten in de kolk te kunnen plaatsen om de grenslaag te volgen. Tevens worden er in de rollen van de duwvaartsluizen voorzieningen getroffen om debietmeters te installeren.



In 1969 werd de Volkerakdam gesloten. Deze dam bevat een aantal duwvaartsluizen, waarvan men er links onder een in aanbouw ziet.



In september 1976 werden bij Koninklijk Besluit de afmetingen en de situering van de sluisen in de Philipsdam vastgesteld. In Bericht 82 (november 1977) is een beschrijving gegeven van de duwvaartsluisen in de Philipsdam. In dit artikel gaan we nader in op het ontwerp van de jachtensluisen.

De jachtensluisen in de Philipsdam

Ten behoeve van de recreatievaart worden twee afzonderlijke jachtensluisen gebouwd; voorlopig wordt echter alleen de zuidelijke sluis operationeel gemaakt. De jachtensluisen zijn nodig om de beroeps- en pleziervaart te scheiden en om een effectieve scheiding van het zoute water van de Oosterschelde en het zoete water van het Volkerak te bereiken. Bovendien voorkomen ze dat er capaciteitsverlies optreedt bij de duwvaartsluisen door het meeschutten van jachten. Ter bepaling van de afmetingen en het aantal sluisen is met name gekeken naar seizoenintensiteiten in de periode mei t/m september bij de Volkeraksluisen, die voor het aanbod bij de sluisen in de Philipsdam het belangrijkste zijn. Het betrokken gebied blijkt wat betreft de recreatievaart een duidelijk groeigebied te zijn. Een betrouwbare prognose voor de recreatievaart op middellange en langere termijn is momenteel moeilijk te geven. Een indicatie van het aantal te verwachten schepen kan echter verkregen worden op grond van het volgende.

Het toekomstig botenbezit in Nederland wordt geraamd op 300 000 vaartuigen, nog vóór het jaar 2000. In 1976 bedroeg het 140 000 vaartuigen. Bovendien moet rekening gehouden worden met een groei van het aantal buitenlanders in het Deltagebied.

Rondom het IJsselmeer en in het Deltagebied zal de groei van het aantal ligplaatsen het sterkst zijn. In de Nieuwe Inrichtingsschets voor het Grevelingenmeer wordt voor 1985 een jachthavencapaciteit van 6150 ligplaatsen genoemd, het viervoudige van 1975. De jachtensluisen in de Philipsdam zullen met name veel aanbod krijgen van doorgaande recreatievaart op de route Volkerak-Grevelingenmeer en Oosterschelde. Uit het Structuurschema Vaarwegen blijkt nu dat de intensiteit van deze doorgaande

vaart veel sterker toeneemt dan het botenbezit. Het wegvallen van het getij op het Volkerak zal dit water toegankelijk maken voor een groter aantal watersporters. Het Grevelingenmeer wordt vanuit het noordelijk Deltagebied bereikbaar, nagenoeg zonder dat men getijstromingen passeert; dit is vooral voor de kleinere schepen belangrijk.

Vooralsnog wordt voor het jaar 2000 rekening gehouden met een seizoentotaal van 60 à 80 000 recreatievaartuigen bij de Philipsdam. In figuur 2 is een prognose gegeven van het verwachte aanbod, met de bijbehorende spreiding.

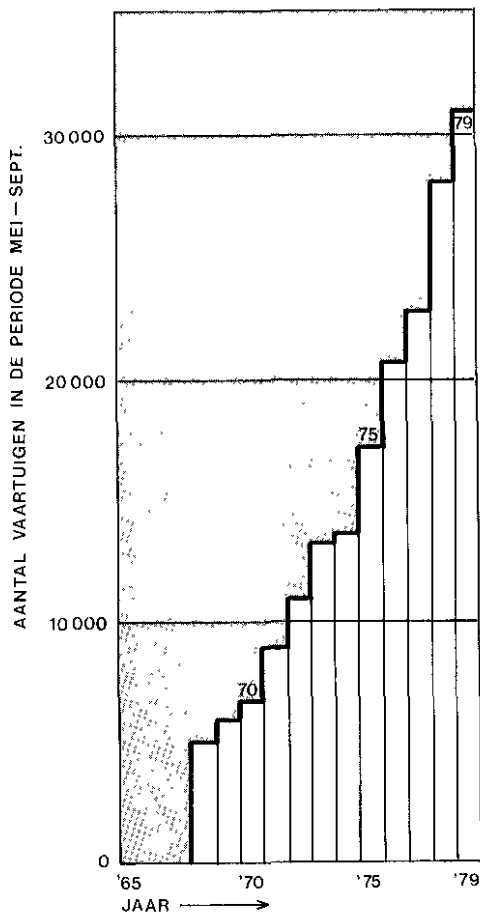
Ter bepaling van de afmetingen van de jachtensluis zijn twee sluisen met elkaar vergeleken, een van 9 m × 75 m en een van 16 m × 142 m. Uit berekeningen, gebaseerd op resultaten van onderzoeken bij druk belaste recreatiedoorgangen in 1976 – de sluis te Staveren, van 9 m × 70 m, en die te Bruinisse, van 16 m × 142 m – volgen

Fig. 1. Ontwikkeling van de recreatievaart in het Deltagebied, afgemeten aan enkele sluispassages.

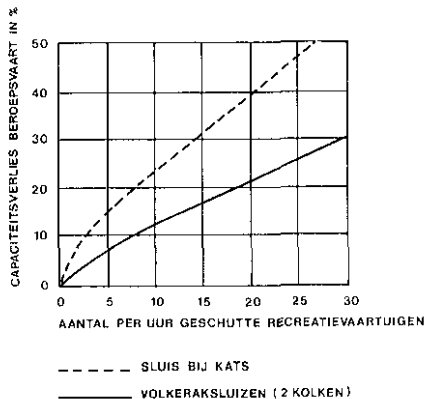
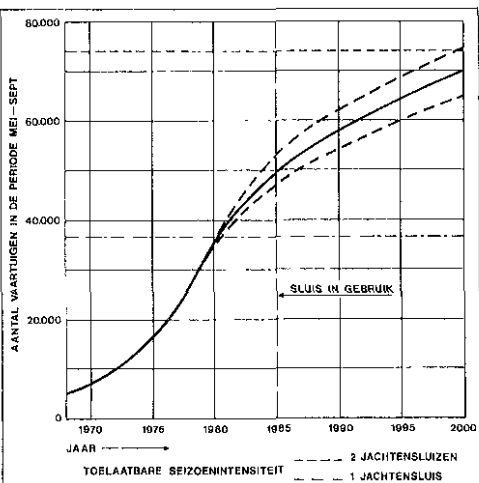
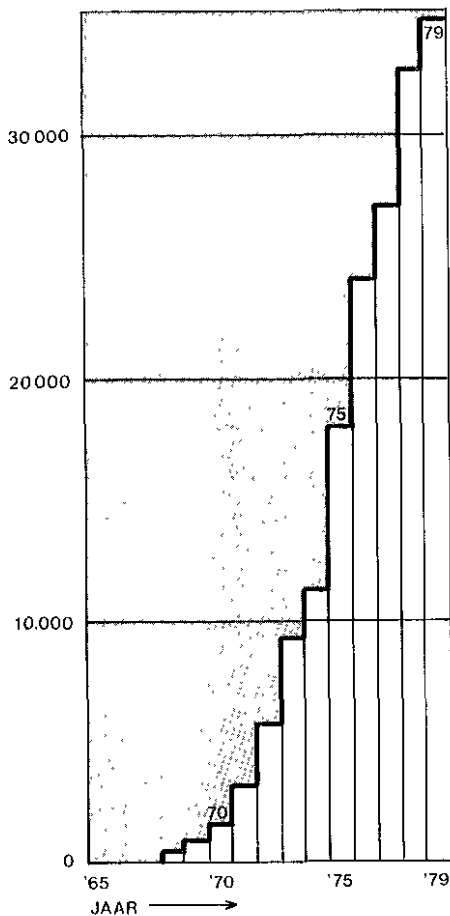
Fig. 2 Behoefte aan en capaciteit van de jachtensluisen in de Philipsdam

Fig. 3 Capaciteitsverlies van vergelijkbare sluisen voor de beroepsvaart.

VOLKERAKSLUIZEN



SLUIS TE BRUINISSE



voor een jachtensluis in de Philipsdam de in onderstaande tabel vermelde gegevens.

	sluisafmetingen	
	9 m × 75 m	16 m × 142 m
– max. aantal vaartuigen in kolk	17	50
– duur van een schutcyclus	55 min.	120 min.
– schutcapaciteit (schepen/uur)	37	60
– toelaatbare dagintensiteit (aant. sch.)	500	800
– toelaatbare seizoenintensiteit (aant. sch.)	35 000	55 000

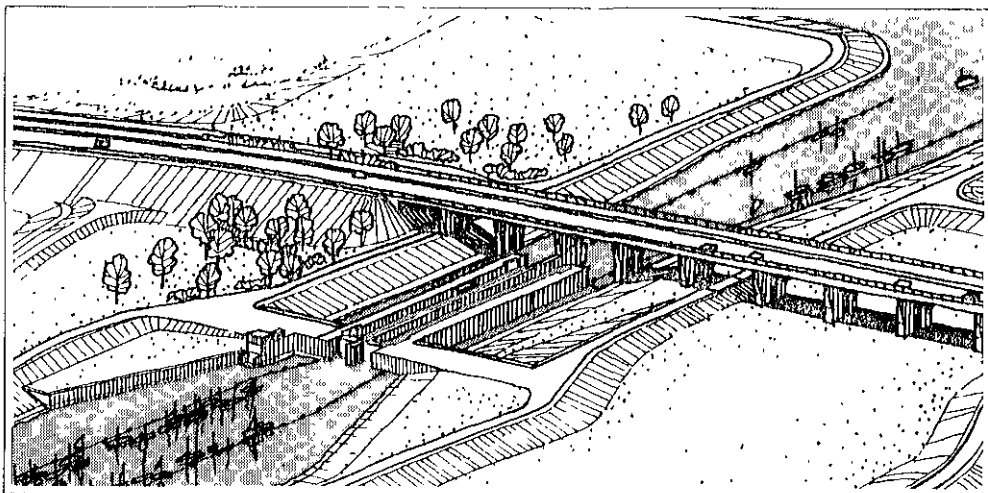
De schutcapaciteiten zijn gebaseerd op 18 bedrijfsuren per etmaal, van 5 tot 23 uur. Volgens de huidige prognoses (zie figuur 2) zal het aanbod van recreatievaartuigen in 1985 bij de sluisen in de Philipsdam 50 000 bedragen. De capaciteit van een jachtensluis van 9 × 75 m is 35 000 stuks. Om het tekort aan schutcapaciteit op te vangen zou op drukke dagen mede gebruik gemaakt kunnen worden van de duwvaartsluizen. Gezien de gewenste functiescheiding tussen beroeps- en recreatievaart zal dit echter zoveel mogelijk moeten worden beperkt. Bij een jachtensluis van 16 × 142 m zal dezelfde situatie ontstaan, echter op wat langere termijn. Door de tweemaal zo lange schutcyclus van deze sluis zullen ook de wachttijden voor de te schutten schepen groter zijn.

Ook in verband met de zout/zoet-uitwisseling moet het gebruik van de duwvaartsluizen voor de recreatievaart zo gering mogelijk zijn. Als het meeschutten van jachten in de beroepsvaartsluizen tot gevolg zou hebben dat deze sluisen extra moeten schutten, is dat ongunstig voor de totale zout/zoet-uitwisseling. Een beroepsvaartsluis heeft namelijk een kolkinhoud die ongeveer 16 maal zo groot is als een jachtensluis van 9 m × 75 m. Een hele dag schutten met een jachtensluis is daardoor qua zout/zoet-uitwisseling

ongeveer vergelijkbaar met één schutting van een beroepsvaartsluis. Een sluis van 16 m × 142 m heeft in continu-bedrijf een zout/zoet-uitwisseling vergelijkbaar met twee sluisen van 9 m × 75 m. Bij een geringer scheepsaanbod, buiten het hoogseizoen, zal de zout/zoet-uitwisseling van zo'n sluis echter hoger zijn dan van twee sluisen van 9 m × 75 m, daar dan slechts één sluis van 9 m × 75 m genoeg is. Op grond van deze overwegingen is besloten in de Philipsdam twee jachtensluizen van 9 m × 75 m te bouwen.

Uit een oogpunt van kosten is besloten het betonwerk van deze twee sluisen gelijktijdig met de bouw van beroepsvaartsluizen uit te voeren en voorlopig alleen de zuidelijke operationeel te maken. Een beslissing over het tijdstip waarop de tweede sluis operationeel dient te zijn, moet nog genomen worden.

De jachtensluizen zullen worden uitgerust met een zout/zoet scheidingssysteem, omdat de Philipsdam de scheiding gaat vormen tussen het zoute water van de Oosterschelde en het toekomstige zoete water van het Volkerak. In de studiefase zijn diverse zout/zoet-scheidingssystemen bestudeerd. Uiteindelijk is gekozen voor het type 'Kreekak' zonder terugwinnen van zoet water. Dit systeem komt neer op het vervangen



van de zoute kolkinhoud door een zoete bij gesloten deuren. Het zoute water wordt hierbij onder uit de verdiepte kolk afgevoerd; gelijktijdig wordt zoet water, via openingen in de kolkwanden, vanuit het zoete water naast de sluisen toegelaten. Nadat een zoute kolkinhoud is uitgewisseld voor een zoete bevindt de grenslaag tussen het zoute en het zoete water zich onder de drempel aan de Volkerakzijde. Boven het niveau van deze drempel bevindt zich dan vrijwel geen zout water meer, zodat tijdens het in- en uitvaren van de sluis slechts weinig zout water door de geopende deur kan uittreden.

De jachtensluizen hebben een onbeschermde grenslaag, dat wil zeggen dat er geen geperforeerde vloer wordt aangebracht. Dit was mogelijk omdat kleine schepen boven een onbeschermde grenslaag slechts een minimale menging teweeg brengen, terwijl de grenslaag bij

het passeren van een geperforeerde vloer wel menging ondergaat en er derhalve een slechtere zout/zoet-scheiding optreedt (fig. 5).

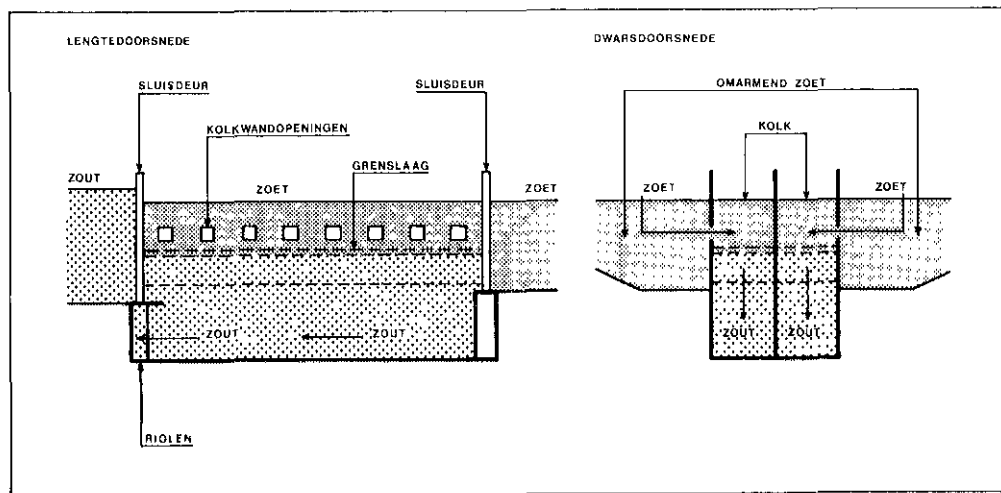
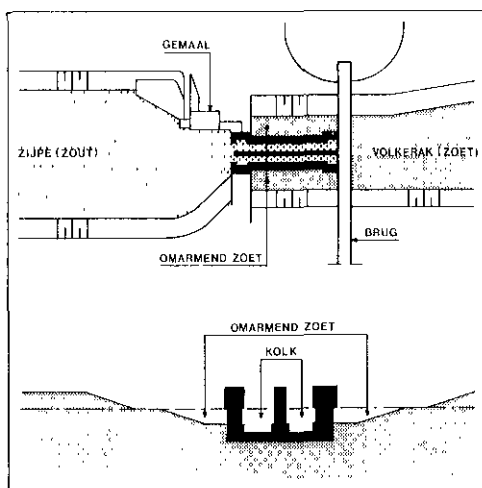
Bij twee jachtensluizen, met 15 schutcycli per dag, treedt bij dit systeem nog een zoetwaterbelasting op de Oosterschelde op van $1 \text{ m}^3/\text{s}$ en een zoutbelasting op het Volkerak van $0,4 \text{ kg/s Cl}^-$. Ter vergelijking: twee duwvaartsluizen veroorzaken bij continu bedrijf zonder terugwinnen van zoet water een zoutbelasting op het Volkerak van gemiddeld 3 kg/s Cl^- en een zoetwaterbelasting van op de Oosterschelde van $16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Figuur 6 geeft een beeld van het schutstelsel van de jachtensluizen. Een gemaal is nodig voor het verpompen van zout water, wanneer er althans niet voldoende waterstandsverschil is om dit onder vrij verval te laten geschieden. In het gemaal is een omloopriool met schuif aange-

De toekomstige situatie.

Fig. 4. Schema van de ligging van de jachtensluizen tussen zout en zoet.

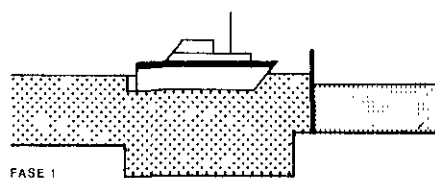
Fig. 5. Overzicht en dwarsprofiel.



HOOGWATERSITUATIE

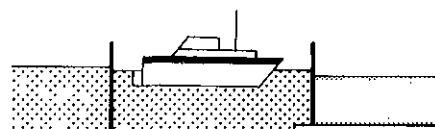
ZIJPE (ZOUT)

VOLKERAK (ZOET)



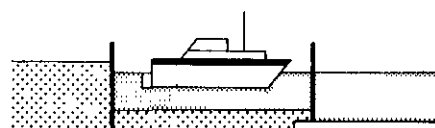
FASE 1

INVAREN SCHEPEN (ZIJPE)



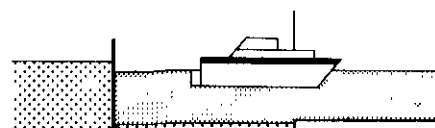
FASE 2

NEERWAARTS NIVELLEREN



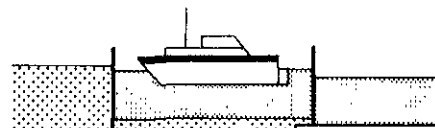
FASE 3

NEERWAARTS UITWISSELEN



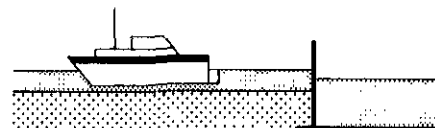
FASE 4

UIT-EN INVAREN SCHEPEN (VOLKERAK)



FASE 5

OPWAARTS NIVELLEREN



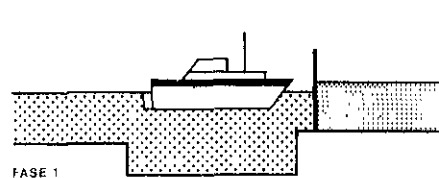
FASE 6

UITVAREN SCHEPEN (ZIJPE)

LAAGWATERSITUATIE

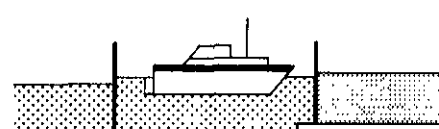
ZIJPE (ZOUT)

VOLKERAK (ZOET)



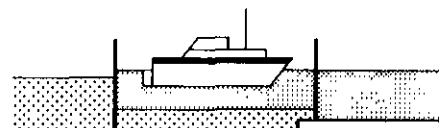
FASE 1

INVAREN SCHEPEN (ZIJPE)



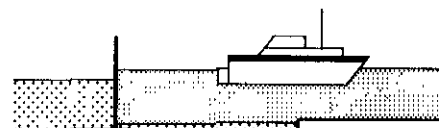
FASE 2

OPWAARTS NIVELLEREN



FASE 3

NEERWAARTS UITWISSELEN



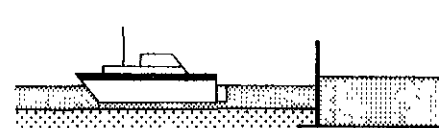
FASE 4

UIT-EN INVAREN SCHEPEN (VOLKERAK)



FASE 5

NEERWAARTS NIVELLEREN



FASE 6

UITVAREN SCHEPEN (ZIJPE)

bracht. Het gemaal wordt per kolk uitgerust met één pomp met twee draairichtingen met een capaciteit van 4,2 m³/s bij een opvoerhoogte van 1,75 m. De pomp wordt uitgevoerd met een regelbaar toerental om bij een wisselende opvoerhoogte een constante capaciteit te verkrijgen; dit is belangrijk voor een juiste zout/zoet-uitwisseling.

Bij de bepaling van de diepteligging van de sluis is uitgegaan van een maatgevende diepgang van 1,80 m. Uit onderzoeken is gebleken dat in het Deltagebied niet meer dan 1,6% van de recreatievaartuigen een groter diepgang heeft. Verder wordt voor de recreatievaart een veilige overdiepte van 0,40 m wenselijk geacht, in verband met golven. Dit, tezamen met de maatgevende waterstanden op de Oosterschelde en het Volkerak, heeft geleid tot een drempeldiepte van N.A.P. + 2,70 m aan de Volkerakzijde en van N.A.P. -3,70 m aan de Oosterscheldezijde.

Voor het aanvoeren van zoet water uit het omarmend zoet worden in de wanden van de beide jachtensluizen per sluis 15 openingen aangebracht. Bij de volledig geïnstalleerde sluis worden deze 15 openingen elk voorzien van één afsluitende regelschuif en één noodsluif.

Elk sluishoofd wordt per kolk uitgerust met een draaideur, die vergrendeld kan worden. Ten behoeve van het bouw- en onderhoudsverkeer worden de deuren aan de Oosterscheldezijde berijdbaar gemaakt.

Om een goede functiescheiding tussen recreatievaart en beroepsvaart te bewerkstelligen, is de jachtensluis zo gesitueerd dat de recreatievaart buiten de voorhavens van de beroepsvaartsluizen kan worden gehouden. De vormgeving en de afmetingen van de voorhavens van de jachtensluis worden bepaald door de vormgeving en afmetingen van de fuik, de opstelruimten en de wachtplaatsen. Anders dan bij de duwvaartsluizen worden de opstelruimten en de wachtplaatsen gecombineerd tot één steiger.

De oostelijke voorhaven mondt uit in de werkhaven Plaat van de Vliet. Aan de noordzijde van beide voorhavens worden de resterende gedeelten van het werkeiland als beschutting benut. Aan de zuidzijde van beide voorhavens wordt beschutting verkregen door de noordelijke havendammen van de voorhavens voor de beroepsvaart. Om een vlotte en veilige in- en uitvaart bij de jachtensluizen te bevorderen en om ligplaats te bieden aan de opschutting wachtende jachten worden in de voorhavens steigers geplaatst. Bij de steigers zijn te onderscheiden: de fuik, de opstelruimte en de wachtplaats. Ze zijn zo gesitueerd, dat ze goed overzien kunnen worden vanuit het bedieningsgebouw en dat de uitvaart onbelemmerd kan geschieden.

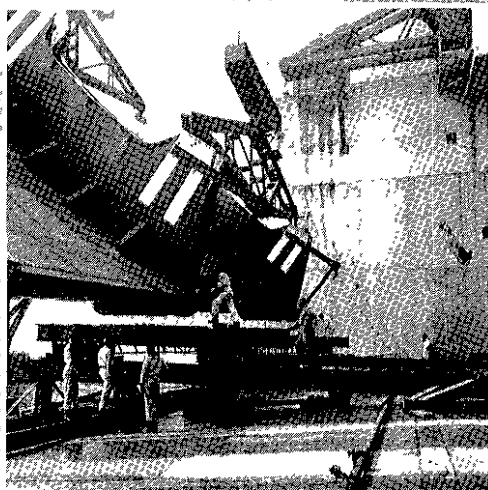
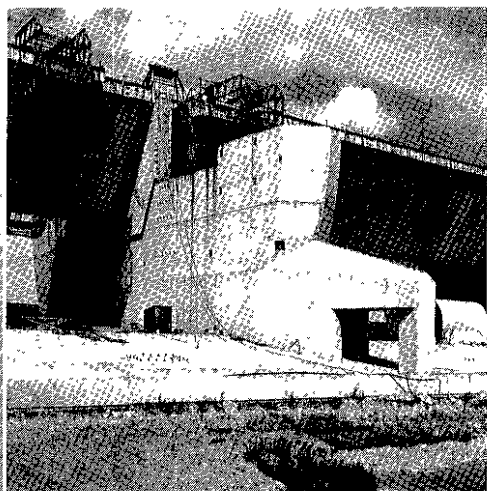
De totale steigerlengte bedraagt 252 m per sluis; dat is bij vol gebruik in 95% van de voorkomende situaties voldoende.

In verband met de afbouw van de zuidelijke jachtensluis wordt uitgegaan van een drijvende steiger aan de zuidzijde in de westelijke voorhaven en een steiger aan de zuidzijde in de oostelijke voorhaven; van deze laatste steiger is nog niet bepaald of hij vast dan wel drijvend uitgevoerd dient te worden.

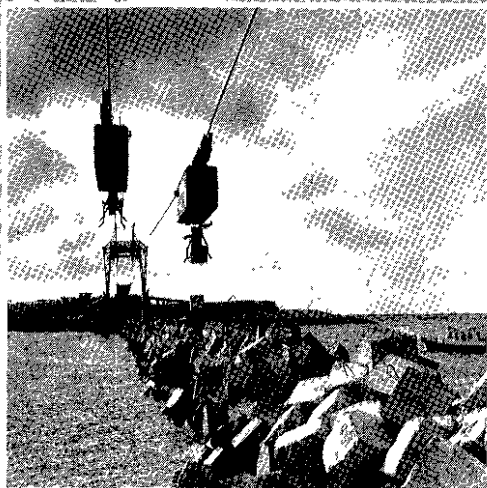
De vormgeving en de locatie van het bedieningsgebouw van de jachtensluizen vloeit voort uit het feit dat de bedieningselisen anders zijn dan bij de duwvaartsluizen. Met de recreatievaart is namelijk zowel mondeling als visueel contact vereist.

Daarnaast is voldoende zicht noodzakelijk in de voorhavens over de gesloten deuren heen. Situering van het bedieningsgebouw op de middenwand, met een verhoogd vloerniveau, voldoet aan deze eisen en heeft bovendien het voordeel dat de bedieningsmensen elkaar kunnen ondersteunen en/of vervangen dan wel dat één bedieningsman twee sluisen kan bedienen.

De vaste overbrugging van het sluisencomplex komt direct voor de oostelijke sluishoofden te liggen. Hierbij kan dan uitgegaan worden van het later vrijwel vaste waterpeil op het Volkerak. Ter bepaling van de hoogte van de overbrugging is onder andere gekeken naar de masthoogte van recreatievaartuigen in het Deltagebied. De onderkant van de overbrugging komt ter plaatse van de jachtensluizen op N.A.P. + 18,50 m. De overbrugging biedt dan dezelfde vrije doorvaarthoogte als de overbrugging bij de Volkeraksluizen. Slechts 1% van de recreatievaartuigen wordt daardoor gedwongen door de beroepsvaartsluis met de beweegbare overbrugging te schutten. Behalve door hun masthoogte zijn deze grotere jachten trouwens ook reeds door hun diepgang genoodzaakt gebruik te maken van de beroepsvaartsluis.



De grote uitwateringssluys in het Haringvliet werd in 1969 voltooid. Daarna kon, bij openstaande sluis, het Rak van Scheelhoek met betonblokken worden gesloten.



Door de bouw van de compartimenteringsdammen wordt achterin de Oosterschelde een zoet bekken gevormd. Beginnend in het noorden kan het onderverdeeld worden in het Volkerak, de Eendracht en het Zoommeer.

Dimensionering van het Spuikanaal Bath en de Bathse Spuisluis

Om het waterpeil en de waterkwaliteit van dit bekken te kunnen beheersen zijn voorzieningen noodzakelijk om vanuit het Hollands Diep water in te laten en overtollig water in het zuiden te lozen. Met name de zoutlast ten gevolge van de in de compartimenteringsdammen opgenomen schutsluizen en de polderwaterlozingen maken het noodzakelijk het bekken met zoet water door te spoelen. Aan de noordzijde van het meer is reeds een inlaatmiddel aanwezig: de inlaatsluis in het Volkerak. Met deze constructie is het mogelijk bij gemiddelde getij-omstandigheden op het Hollands Diep en een bekkenpeil op N.A.P. gemiddeld 300 m³/s in te laten. In het zuidelijk deel van het bekken is nu een lozingsmiddel gepland, waarmee moet kunnen worden geloosd op de Westerschelde nabij Bath.

Uit kostenoverwegingen en vanwege zijn mogelijkheden om drijvende stoffen af te voeren is de voorkeur gegeven aan een kokersluis met vrije waterspiegel. De verbinding tussen het Zoommeer en de Spuisluis wordt gerealiseerd door middel van het Spuikanaal Bath. Na uitvoerige tracéstudie (zie Bericht 81, november 1977) is een spuikanaal gekozen dat langs de westelijke zijde van de Schelde-Rijnverbinding Zuid-Beveland doorkruist.

Het Spuikanaal loopt van noord naar zuid door een gedeelte van de Oosterschelde ten oosten van de Oesterdam, dan door een tijdens de aanleg van het Schelde-Rijnkanaal opgespoten terrein, en kruist vervolgens de opritten naar de bruggen over het Schelde-Rijnkanaal in Rijksweg 258, de spoorlijn Goes-Roosendaal en Rijksweg A58.

Meer naar het zuiden loopt het Spuikanaal door de oostelijke rand van een populierenbos met oude kreekrestanten, door een landbouwgebied

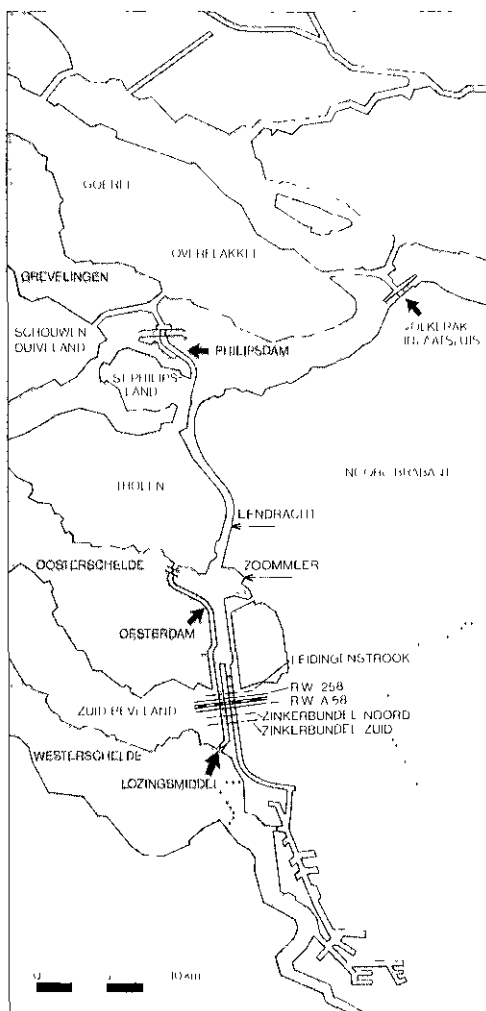
en door een voormalig schorgebied dat tijdens de aanleg van het Schelde-Rijnkanaal van de Westerschelde is afgesloten. Dan kruist het de Bathse weg en nog een opgespoten terrein, waarna de Westerscheldezeedijk wordt bereikt. Daar het Spuikanaal noord-zuid loopt, kruist het alle oost-west gerichte transportverbindingen in de hals van Zuid-Beveland. Er zullen dus kunstwerken moeten worden gebouwd ter plaatse van de kruisingen met genoemde wegen en bij een leidingenstrook en twee leidingbundels ten noorden en zuiden van Rijksweg 258 en ter plaatse van de afvoerleiding van een onder het Schelde-Rijnkanaal gelegen sifon ten zuiden van de Bathse weg.

Het lange kanaal maakt net vóór de hoogwaterkering langs de Westerschelde een korte knik, waardoor de as loodrecht op de as van de dijk aansluit. De Spuisluis wordt gebouwd in de zeedijk. Op basis van enerzijds het peilbeheer en anderzijds het waterkwaliteitsbeheer is de gewenste capaciteit berekend. De capaciteitseisen ten behoeve van de waterkwaliteitsbeheersing zijn maatgevend gebleken. Op grond hiervan is gekozen voor een capaciteit die er borg voor staat dat gemiddeld over een 10-daagse periode 100 m³/s kan worden afgevoerd. In het ontwerp moet tevens rekening worden gehouden met mogelijk uitbreiding van de capaciteit tot 150 m³/s.

We kijken nu naar de nadere dimensionering van het Spuikanaal en de Spuisluis met de bovenvermelde tracé- en de capaciteitskeuze als uitgangspunt.

Waterloopkundige randvoorwaarden

De Bathse Spuisluis en het Spuikanaal moeten dienen als hulpmiddel voor de ontzilting van het

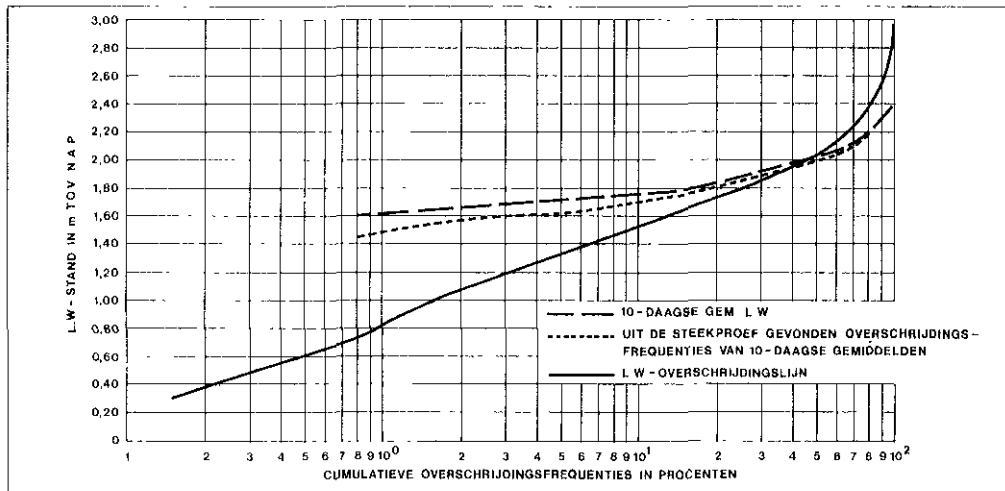


Zoommeer, en later als hulpmiddel voor het peilbeheer en het kwaliteitsbeheer.

De eerste functie is van tijdelijke aard; de twee laatstgenoemde functies zijn van blijvende aard. Zij bepalen dan ook in eerste instantie de noodzakelijke afmetingen van zowel Spuikanaal als Spuisluis; de tijdelijke functie wordt als een afgeleide daarvan beschouwd. Uit studies die worden beschreven in Bericht 89 (augustus 1979) blijkt, dat de eis aan het kwaliteitsbeheer een grotere capaciteit vergt dan de eis aan het peilbeheer. Op grond daarvan wordt een capaciteit van 100 m³/s aangehouden, eventueel uit te breiden tot 150 m³/s. De ontziltingsduur bedraagt bij 100 m³/s minder dan 4 à 5 maanden, terwijl doorspoelcapaciteiten hoger dan 100 à 150 m³/s het chloridegehalte van het Zoommeer nauwelijks extra verlagen. Dit zijn weer gemid-

Fig. 1. Situatie van het lozings-middel ten opzichte van de Schelde/Rijn-verbinding.

Fig. 2. L.W.-overschrijdings-frequentieste Bath.



delde waarden over 10-daagse perioden. Aan-gezien gekozen is voor een spuimiddel dat on-der vrij verval water loost, zijn de afgevoerde hoeveelheden water afhankelijk van de water-standen aan weerszijden van de Spuisluis. Deze waterstanden zijn niet constant, en zelfs niet op langere termijn voorspelbaar, en er moet reke-ning mee gehouden worden dat de eenmaal ge-kozen capaciteit af en toe overschreden zal worden. Daartoe moet vastgesteld worden hoe vaak dat mag gebeuren. Bij de Bathse Spuisluis is gesteld dat de vereiste afvoer gedurende één 10-daagse periode per jaar mag worden onder-schreden. Bij het bepalen van de afmetingen van het lozingsmiddel hoort in dit geval een sta-tistische analyse van de waterstanden die voor-komen aan weerszijden van de Spuisluis, waar-na een frequentieverdeling van de afvoeren kan worden vastgesteld.

Figuur 2 geeft de door middel van statistische analyse bepaalde frequentieverdeling voor de gemiddelde laagwaterstanden per 10-daagse periode op de Westerschelde. Veronderstellen we dat de waterstand op het Zoommeer con-stant is, dan wordt bij de toelaatbare onder-schrijdingsfrequentie een laagwaterstand ge-vonden van N.A.P. - 1,5 m. Bij deze waterstand behoort dan 100 m³/s, en eventueel later 150 m³/s, afgevoerd te kunnen worden.

Dimensionering van het Spuikanaal Bath

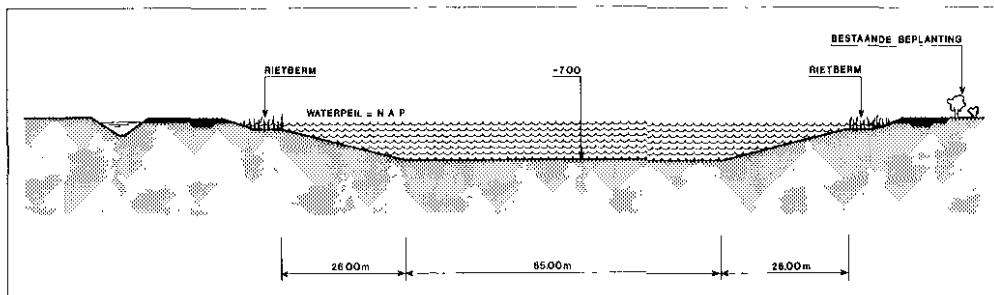
Het bepalen van de dimensies van de doorsne-de van het Spuikanaal hangt nauw samen met de vraag, welke snelheden op dit kanaal in ver-band met erosie maximaal kunnen worden toe-gelaten. De keuze gaat, als men het extreem wil stellen, tussen een klein profiel met talud- en

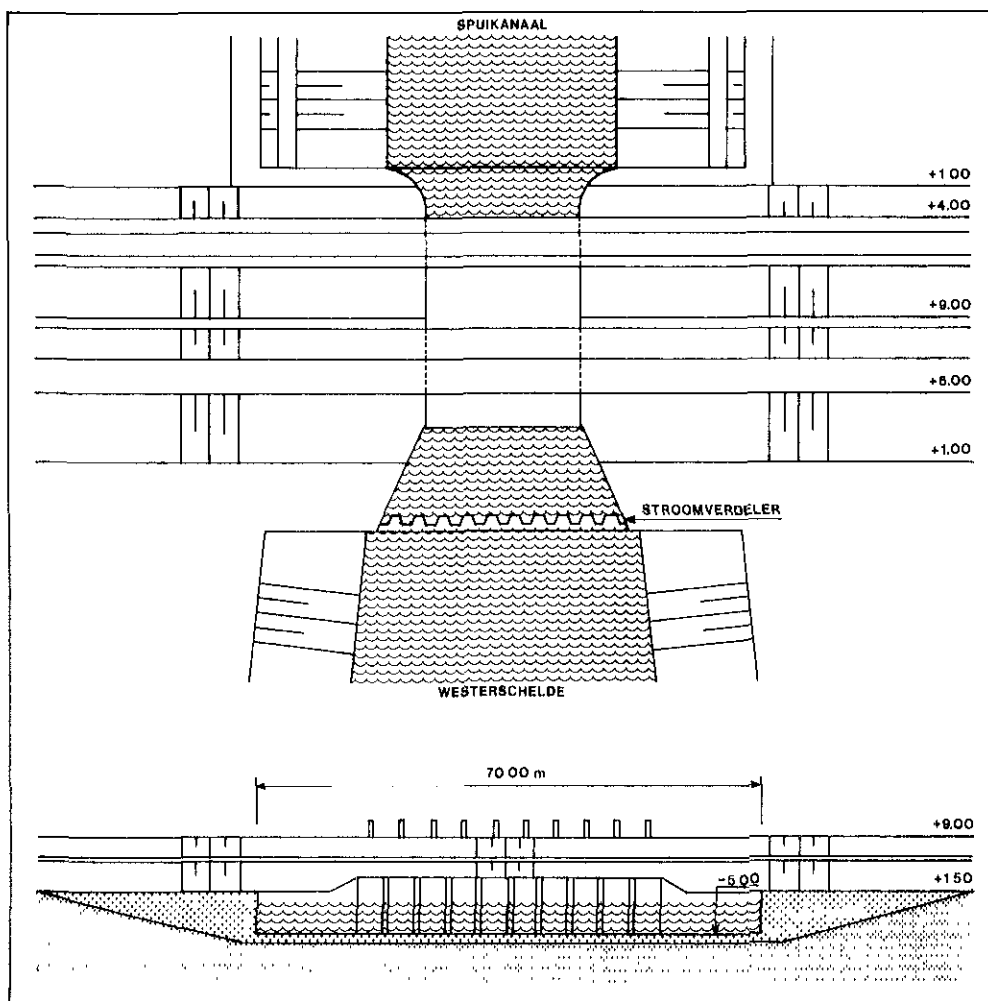
bodemverdediging en een onbeschermd groter dwarsprofiel.

De stroomsnelheid op het kanaal hangt af van de afvoer en van de gekozen kanaaldoorsnede. De maximale afvoer volgt uit de extreme water-standsrandvoorwaarden, het beheer van de sluis en de sluisgeometrie. Voor wat betreft de in-vloed van de sluisgeometrie geldt dat een hoge sluisdrempel ten opzichte van een lagere drem-pel het debiet eerder begrenzen zal, omdat dan eerder een 'volkomen overlaat'-situatie optreedt. Er moet bovendien rekening worden gehouden met twee situaties: in eerste instantie een afvoer-capaciteit van 100 m³/s, en later als uitbreidings-mogelijkheid een capaciteit van 150 m³/s. In het laatste geval zou een onverdedigd profiel, gezien de huidige gegevens, een te grote door-snede vereisen. De voorkeur gaat in dat geval uit naar een met lichte stortsteen verdedigd pro-fiel. Bij het gekozen profiel is in de beginsituatie voorlopig een gedeeltelijke verdediging nodig ter plaatse van de vernauwing bij de kruising van het kanaal met de snelwegen en de spoorlijn en ter plaatse van de leidingkruisingen.

Bij het ontwerp van het Spuikanaal wordt veel aandacht besteed aan de inpassing ervan in het bestaande landschap: aan weerszijden van het kanaal komen brede rietbermen, de onderhouds-wegen zullen als fietspad kunnen dienen en er worden mogelijkheden open gehouden voor sportvisserij.

Fig. 3. Dwarsprofiel van het Spuikanaal.





Dimensionering van de Bathse Spuisluis

De Spuisluis moet zo worden gedimensioneerd dat de gemiddelde afvoer van $100 \text{ m}^3/\text{s}$, en in de toekomst $150 \text{ m}^3/\text{s}$, op één 10-daagse periode per jaar na, mogelijk is. Om aan deze voorwaarde te kunnen voldoen zal het betonwerk van de constructie onmiddellijk worden gedimensioneerd op een afvoer van $150 \text{ m}^3/\text{s}$. Voorlopig worden echter slechts de kokers die benodigd zijn voor de afvoer van $100 \text{ m}^3/\text{s}$, volledig afgewerkt. De niet afgewerkte kokers zullen met een betonnen wand worden afgesloten.

Uit economische overwegingen is gekozen voor een debietregeling door middel van hefschuiven zonder standregeling, schuiven dus, die slechts of geheel open of geheel dicht kunnen staan. Ten tijde van een gering aanbod van water kan een aangepaste debietregeling worden bewerk-

Fig. 4 Bovenaanzicht en aanzicht vanaf de Westerschelde van de Bathse Spuisluis.

Fig. 5. Afvoer van de Bathse Spuisluis in relatie met het getij op de Wester-Schelde.

stelligd door slechts via één of enkele kokers te lozen. Voorlopig wordt gedacht aan een sluis met 10 kokers; dat levert globaal gezien een debietregeling op die per tien procent nauwkeurig kan worden bepaald. Uit veiligheidsoverwegingen worden de kokers van een dubbele kering voorzien. Als tweede kering is gekozen voor een enkele puntdeur per koker.

Met behulp van de eerder genoemde randvoorwaarden kan de totale sluisdoorsnede worden berekend voor verschillende sluisdrempeldiepten. De uiteindelijke keuze van de drempeldiepte hangt onder andere af van de situaties boven- en benedenstrooms van de sluis. Op het Spuikanaal speelt het maximaal toelaatbare debiet een rol; benedenstrooms hebben we te maken met het benodigde stortebed.

Het principe van de Spuisluis, een als overlaat werkende constructie, brengt met zich mee dat er hoge snelheden in kunnen optreden. Zonder bijzondere maatregelen zouden zij achter de sluisconstructie bodemerosie veroorzaken. Een relatief brede sluis met een hoge drempel zou hydraulisch gezien de voorkeur verdienen. Onmiddellijk achter de sluis kan dan namelijk in een betere stroomspreiding worden voorzien dan in het geval van een smalle sluis met lage drempel. Dit heeft gunstige consequenties voor wat betreft het stortebed.

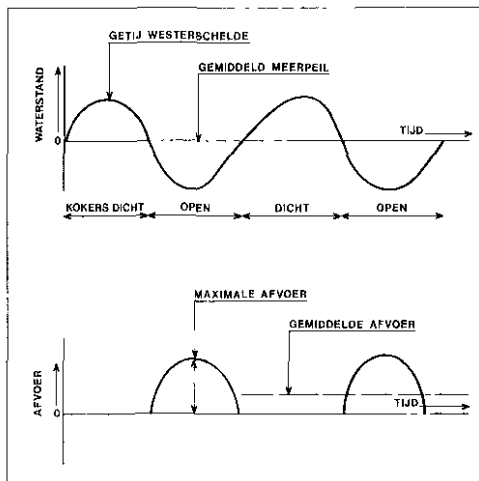
Uit economische en hydraulische overwegingen is uiteindelijk gekozen voor een drempel op N.A.P. + 5 m. Het kokerplafond wordt gemaakt op N.A.P. + 0,25 m. Om een capaciteit van 150 m³/s te halen is volgens de huidige berekeningen een netto sluisbreedte nodig van 32 m. Gezien de te verwachten hoge stroomsnelheden in de sluis van 5 à 6 m/s, sluit het stortebed niet direct aan op het einde van de kokers.

Daartussen is een uitstroombouwconstructie noodzakelijk, die het debiet verdeelt over een grotere doorsnede. Dit heeft tot gevolg dat de snelheden teruglopen.

De uitstroombouwconstructie zal bestaan uit een betonnen vloer op N.A.P. - 6 m, met een lengte van 25 m en wijkende zijwanden. Aan het einde van de vloer is een stroomverdeler gepland, bestaande uit een zigzagvormige drempel 1,5 m hoog en 70 m breed. De constructie werkt als een korte overlaat en dankt haar spreidend vermogen voornamelijk aan de grote ontwikkelde lengte. Het stortebed van 100 m lengte sluit aan op de uitstroombouwconstructie. De lengte van het stortebed hangt onder meer af van de toelaatbare snelheid aan het einde van het stortebed, in verband met de toelaatbare ontgrondingen. De bodembescherming moet zo lang zijn dat te grote ontgrondingen worden voorkomen. De snelheid van het water wordt boven het stortebed afgeremd door het dwarsprofiel vanaf het begin in horizontale zin geleidelijk te vergroten. De grootte van de stortsteen voor de topplaat van het stortebed hangt af van de effectiviteit van de stroomverdeler.

In het voorgestelde ontwerp van de Spuisluis zitten verscheidene onderdelen die gezien hun belang voor de gehele constructie toetsing behoeven. De mate van stroomverdeling, veroorzaakt door de gekozen uitstroombouwconstructie is, niet alleen voor de situatie dat alle kokers in gebruik zijn, maar ook voor het geval er slechts één of enkele kokers worden opengezet, van primair belang. Ook van belang is het, in verband met de dimensionering van het Spuikanaal, in welke mate de stroomverdeler het maximumdebiet begrenst. Een relatief geringe verandering van de hoogte van de stroomverdeler kan al een grote invloed hebben. Ook de mogelijke spreiding van de te hanteren afvoercoëfficiënten in de afvoerberekeningen kan groot zijn, hetgeen directe invloed heeft op de dimensies van de Spuisluis en bijbehorende constructies. Toetsing van deze ontwerp-onderdelen is mogelijk door hydraulisch modelonderzoek.

Dit hydraulisch onderzoek is in november 1980 gestart, en bevindt zich nu in de fase van de afronding. Daarna zullen de benodigde uitgangspunten voor het definitieve ontwerp bekend zijn.



Voor de aanleg van de schutsluis in de Oesterdam is een werkeiland in de Oosterschelde aangelegd, juist ten zuiden van het Tholense Gat, de huidige vaarweg. Op 5 juni 1979 werd met de aanleg van het eiland begonnen; op 1 juli 1980 werd het werk opgeleverd.

Het werkeiland in de Oesterdam

Het eiland heeft een tijdelijke functie als werkeiland. Het moet de bouw van de schutsluis in de Oesterdam mogelijk maken. Daartoe moet het ruimte bieden aan een bouwput, bouwterreinen, opslag voor materialen en een depot voor de grond uit de bouwput, die tijdens de bouw van de sluis geleidelijk weer moet worden aangevuld. *Verder dient het werkeiland als dam-aanzet voor het damvak Speelmansplaten en voor de sluiting van het Tholense Gat.* Het eiland is alleen over water bereikbaar en moet daarom beschikken over een werkhaven voor de aanvoer van materieel en materialen en voor het vervoer van personeel. In de eindsituatie is aan de westzijde een voorhaven nodig om de sluis rustig te kunnen in- en uitvaren. Rondom de schutsluis moet een sluissterrein beschikbaar blijven voor beheer en onderhoud. De terreinen die dan nog overblijven, zijn in de toekomst beschikbaar voor nader te bepalen bestemmingen.

De afmetingen van het werkeiland, dat met de werkhaven mee 35 ha groot wordt, zijn gebaseerd op de functionele eisen die eraan worden gesteld. Door de werkhaven aan de westzijde te situeren kan die in de eindtoestand dienen als voorhaven voor de schutsluis. Aan de oostzijde is, door de ligging tussen Tholen en de Oesterdam, geen voorhaven nodig.

De vorm en de ligging zijn in hoofdlijnen bepaald met behulp van een hydraulisch onderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium in De Voorst, waar ook een aantal bouwfasen zijn onderzocht. Daarbij bleek dat het baggeren van een kortsluitgeul ten westen van het eiland een gunstig effect zou hebben op de stromingen rond het eiland tijdens de bouw.

De bodem in de omgeving van het eiland be-

staat voornamelijk uit zand met een gemiddelde diameter van ongeveer 150 micron.

In zo'n bodem werden zettingen van de ondergrond verwacht ter grootte van enkele decimeters. Ontgravingen met een taludhelling van 1 : 5,5 à 6 werden mogelijk geacht. Het optreden van zettingsvloeiingen kon niet worden uitgesloten: uit het begin van deze eeuw zijn een aantal plaat- en oevervallen bekend in dit gebied. Uit modelonderzoek is gebleken, dat vanaf de Oosterschelde slechts sterk gereduceerde windgolven in de voorhaven kunnen doordringen. In de uiteindelijke vormgeving van het eiland is getracht de kruising van de verkeersweg over de dam met de waterweg ter plaatse van het eiland te benadrukken door het eiland zo slank mogelijk te maken. In dit verband is ook voorgesteld het eiland en de havendammen volgens een bepaald patroon met bomen te beplanten. Aan de oostzijde van het eiland wordt de kruising vooral geaccentueerd door de ophaalbrug ter plaatse van het 'gat' in de dam. Het werkeiland is gedimensioneerd op het ontwerppeil dat na het gereedkomen van de stormvloedkering zal gelden voor de Oesterdam, N.A.P. + 4 m. In de huidige situatie wordt dit peil met een gemiddelde frequentie van eens per 10 jaar bereikt. De terreinen rondom de bouwput liggen op een iets hoger niveau, waardoor de kans dat tijdens de bouw van de sluis stormvloedschade ontstaat, kleiner is dan 1/100 per jaar.

Het zand voor de aanleg van het werkeiland werd ontleend aan de kortsluitgeul ten westen van het eiland, aan de toeleidingsgeul en aan de werkhaven, en via een drijvende leiding naar het eiland geperst. Met het opspuiten werd begonnen ongeveer aan de kop van de westelijke



havendam, net zo lang tot een zandplaat was gevormd op ongeveer N.A.P. + 2,20 m, waarop een bulldozer bij laagwater perskaden kon opwerpen. Zo spoedig mogelijk werd een langgerekt open stort ingericht met perskaden tot N.A.P. + 2,20 m in de vorm van een deel van de havendam. Door hierin alleen bij opkomend en hoogwater te spuiten werd voorkomen dat het aflopende perswater sterke erosie teweegbracht. De eerste slag reikte tot iets boven gemiddeld hoogwater. Na enkele weken werd hierop een tweede slag aangebracht in een gesloten stort tot ongeveer N.A.P. + 4 m. Daarmee was meteen een relatief veilige vluchtplaats voor het materieel gevormd bij extra hoge waterstanden. Door de inrichting van een gesloten bovenstort, waarbij het perswater via een lozingskist werd afgevoerd, kon het zandbedrijf los van het getij doorgaan: bij hoogwater in het

open benedenstort, bij laagwater in het gesloten bovenstort.

Wanneer in een stort voldoende zand was aangevoerd, werd een nieuw stort ingericht en werden de pijpen verlengd. Aan het eind van de werkhaven werd verder gebouwd in twee richtingen: naar het oosten in het verlengde van de havendam, en loodrecht daarop in de richting van het noordelijke deel van het eiland. Daar werd op een zeker moment opnieuw in twee richtingen verder gewerkt: naar het westen, richting oostelijke havendam en naar het oosten. Hierdoor ontstond een sluitgat in de oostelijke ringdijk van de bouwput. Dit sluitgat is zonder problemen in één getij met zand gesloten. Tegelijk met het opspuiten van het eiland werden de kortsluitgeul, de toeleidingsgeul en de werkhaven gemaakt.

In een vroeg stadium is reeds een smalle werk-

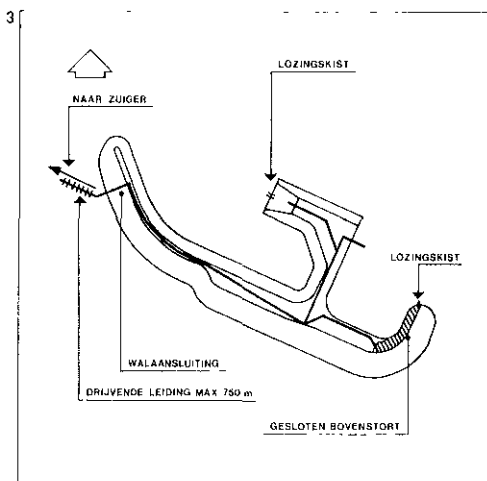
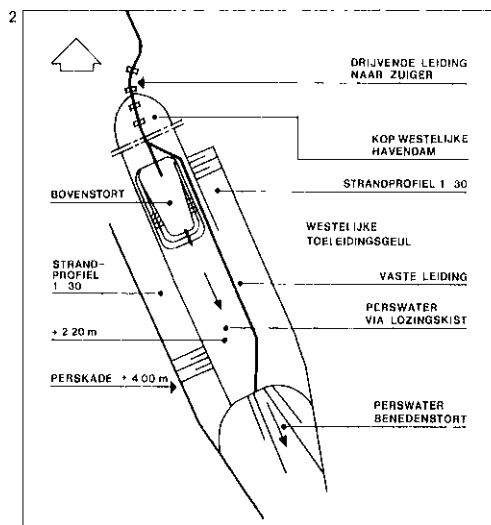
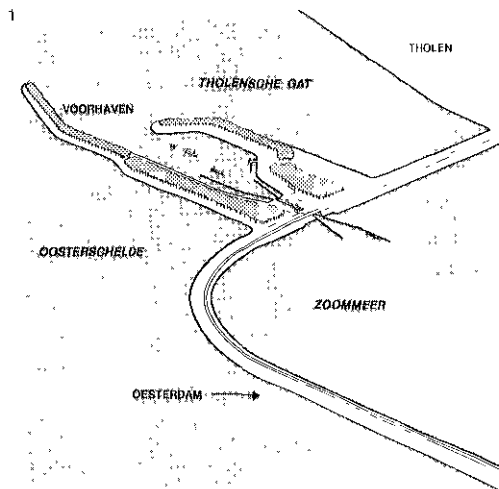


Fig 1. Situatie van de Bergse-Diepsluis

Fig 2. Overzicht van de inrichting van het zandstort.

Fig. 3. De verdeling van de storten over het werkeiland.

sleuf langs de westelijke havendammen gecut-
terd om de aanvoer van mijnsteen en stortsteen
te vereenvoudigen. Omdat voor een deel werd
gecutterd in vers gespoten zand moest dit werk
met extra voorzichtigheid worden uitgevoerd.
Nadat enkele kleine zettingsvloeiingen waren
opgetreden werd verder gecut in twee
fasen.

Tijdens de uitbouw van het noordelijke deel van
het eiland zijn drie zettingsvloeiingen aan de oe-
ver van het Tholense Gat opgetreden. Daarbij
verdween in totaal ongeveer 100 000 m³ zand.
Door op het niveau tot waar de zettingsvloeiin-
gen zich hebben uitgestrekt, N.A.P. -10 m, slak-
kenkaden evenwijdig aan de oever aan te leg-
gen kon het daarboven gelegen talud weer wor-
den aangevuld tot een stabiele helling van 1 : 7
à 10. Om nieuwe zettingsvloeiingen bij het ma-

ken van de noordelijke dijk van het eiland te
voorkomen, is besloten dit gedeelte niet recht-
streeks in het werk te spuiten, maar met droog
grondverzet vanuit een depot op enige afstand
in zand opgeworpen perskaden zijn niet stabiel;
daarom werd het zandlichaam, te beginnen aan
de zuidwestzijde, al spoedig onder profiel ge-
bracht en afgedekt met een laag mijnsteen van
ongeveer 0,5 m.

De mijnsteen werd met een drijvende kraan die
in de werksleuf lag, in depot gezet op de weste-
lijke havendam. Voor de definitieve verdediging
van het eiland werd eerst op N.A.P. + 1 m een
perkoenrij geplaatst. Hieraan werd met een
plank kunststoffilterweefsel bevestigd voorzien
van rietmat. Het weefsel werd over 10 m naar
beneden uitgerold en vastgelegd met stort-
steen. Deze kreukelberm bevindt zich aan de
buitenzijde van het eiland. Aan de werkhavenzij-

de zijn kraagstukken toegepast tot N.A.P. - 4 m. Ze bestaan uit filterweefsel met rietmat, voorzien van een roosterwerk van wiepen. De kraagstukken werden na hoogwater aan de perkoenrij vastgemaakt, waarna men ze liet verebben. Met het vallen van het water werd stortsteen op het steeds verder droogvallende kraagstuk gelost. *Boven de teenconstructie kon nu de mijnsteen onder profiel worden gebracht.* Voordat de betonblokken konden worden geplaatst moest nog een laagje gebroken grind worden aangebracht om de oneffenheden in de mijnsteenlaag op te vangen. De betonblokken werden met behulp van een brede tang met 8 stuks tegelijk in drie fasen gezet.

Op de taluds die in de toekomst weer verdwijnen of worden gewijzigd, is tot N.A.P. + 4 m *stortsteen aangebracht op een laag mijnsteen* en een filterweefsel.

De koppen van de havendammen zijn van N.A.P. + 1 m tot N.A.P. + 4 m verdedigd met Portugese granietblokken. Het plaatsen van deze blokken is het handwerk van de steenzetter. Deze blokken werden hier toegepast, omdat met betonblokken niet zo goed gebogen vlakken met een korte straal kunnen worden gemaakt.

Voor de koppen van de havendammen zijn, beneden N.A.P. - 4 m, zinkstukken aangebracht. Ze bestaan uit filterweefsel met een roosterwerk van wiepen en een rijshoutvulling, waardoor ze wat meer stijfheid en een groter drijfvermogen hebben dan de eerder genoemde kraagstukken. De zinkstukken zijn na het afzinken bestort. De overige taluds op het werkeiland zijn afgedekt met een laag klei, die werd gewonnen ter plaatse van het voormalige schor ten noorden van de Bathse brug in het tracé van het Spuikanaal Bath.

De klei werd met auto's getransporteerd over de daartoe verbrede westelijke kanaalweg en onder de Kreekrakbruggen geladen in schepen. Op het eiland werd de klei met behulp van een drijvende kraan via een trechter op dumpers geladen, en in het werk gebracht. Ten slotte zijn op het eiland enkele werkwegen en in de haven twee aanleginrichtingen gemaakt, terwijl kleibekledingen en werkkerreinen werden ingezaaid tegen verstuiwing.

Evaluatie

Het werkeiland in de Oesterdam werd uitgevoerd volgens een door de aannemer voorgestelde alternatieve werkwijze. In het oorspronkelijke plan was de aanleg voorzien van een mijnsteenkade aan de noordkant van de westelijke havendam en rond de werkhaven. Achter die kade moest dan zand worden gespoten, tot

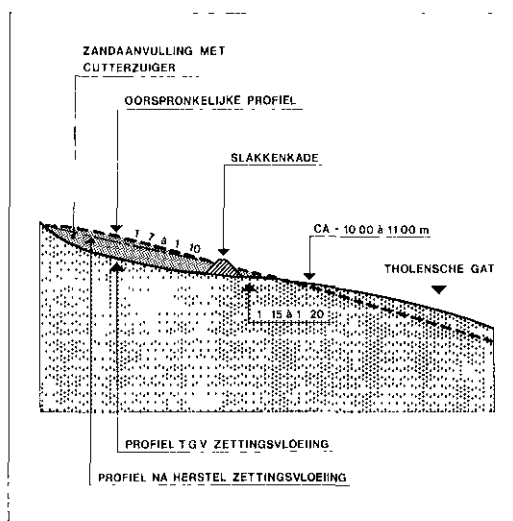


Fig. 4. Profiel ter plaatse van een herstelde zettingsvloeiing.

N.A.P. met een talud van ongeveer 1 : 20, dus een stabiel strandprofiel. De alternatieve werkwijze hield het weglaten van de mijnsteenlade in, zodat ook aan de werkhavenzijde tot N.A.P. een strandprofiel werd opgespoten. Naderhand moesten de toeleidingsgeul en de werkhaven worden gecutterd, voor een deel in vers gespoten zand.

Het uitsparen van een kleine 200 000 ton mijnsteen woog ruimschoots op tegen het twee keer verplaatsen van het zand dat in eerste aanleg op de plaats van de toeleidingsgeul en de werkhaven terecht kwam. Voor het cutteren van de taluds werd mijnsteen bovenaan op het talud gezet in een hoeveelheid die ongeveer overeenkwam met de hoeveelheid die nodig was voor het uiteindelijke profiel. Dit had het voordeel dat bij het optreden van een instabiliteit in het talud vanzelf een mengsel van zand en mijnsteen zou



Mechanisch zetten van een betonblokkenglooiing.

ontstaan. Dit mengsel vormt dan al spoedig een stabiel talud. In de praktijk zijn tijdens het cutteren een paar kleine zettingsvloeiingen opgetreden.

Algemeen kan worden gesteld dat de alternatieve werkwijze goed heeft voldaan. De taluds – tot N.A.P. – 4 m onder 1 : 4 en tot N.A.P. – 7 m onder 1 : 6 – bleken na enige oefening goed realiseerbaar. De alternatieve aanbidding was f 1 miljoen goedkoper dan de laagste bestekaanbidding.

De zandverliezen bij het opspuiten van het eiland waren aanzienlijk. Berekeningen wijzen uit dat ongeveer 50% meer zand is verwerkt dan in het eiland blijkt te zijn terechtgekomen; daarbij is in aanmerking genomen dat een bepaalde hoeveelheid zand twee keer is verwerkt. In hoeverre het grote zandverlies een gevolg is van de 'alternatieve werkwijze', is niet te bepalen.

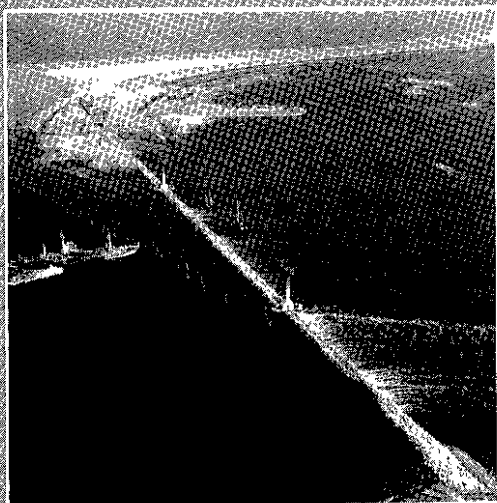
Een klein deel van het verloren zand is in de bouwput terechtgekomen. Volgens het bestek moest langs de zuidelijke begrenzing van de bouwput een talud van 1 : 4 ontstaan, dit bleek in de praktijk niet realiseerbaar.

Besloten werd dit grondverzet op te nemen in het volgende bestek, dat voor het betonwerk van de schutsluis.

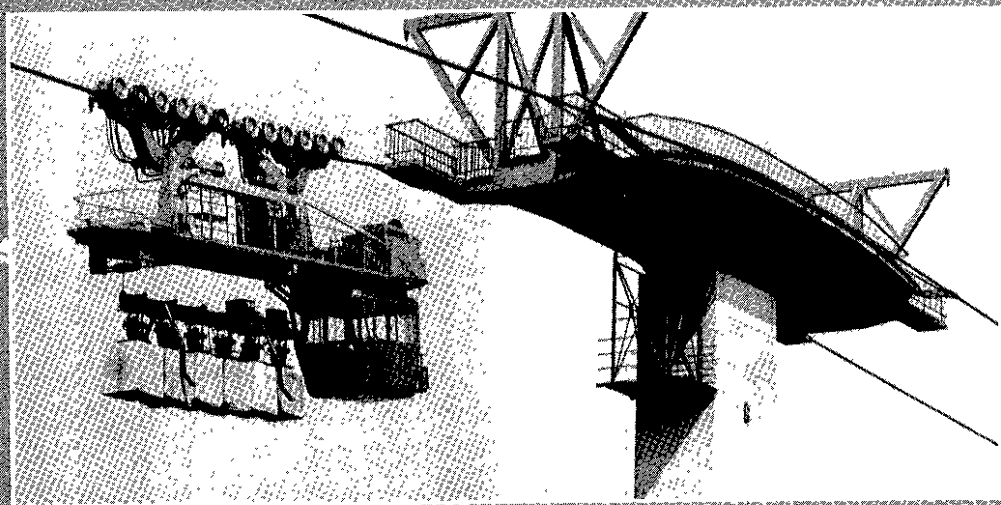
Het verloren zand is voor het grootste deel ongetwijfeld in het Tholense Gat terechtgekomen. Plaatselijk is daar een verondieping van enkele meters aangetoond. De aangetroffen hoeveelheid was veel groter dan hetgeen als gevolg van de opgetreden plaatvallen kan worden verklaard. Inmiddels is deze verondieping door de getijstroom weer grotendeels ongedaan ge-

maakt. Het optreden van de plaatvallen – in de oorspronkelijke bodem – is waarschijnlijk een gevolg geweest van de aanleg van het eiland. Daardoor werden immers in korte tijd de spanningen in de grond gewijzigd, terwijl de stroombeelden eveneens veranderden, en enige verdieping optrad van de zuidelijke onderwateroever van het Tholense Gat. De reparatie van de plaatvallen bleek met behulp van slakkenkaden, geplaatst op ongeroerde grond, goed mogelijk. De aanvoer van stortsteen vormde tijdens de uitvoering van het werkeiland een probleem. Daarom is op veel plaatsen de vereiste hoeveelheid in twee keer aangebracht: eerst een minimale hoeveelheid om het gemaakte werk een voorlopige bescherming te verschaffen, later de rest, zodat het geheel kon worden afgewerkt. Deze werkwijze is in principe ondoelmatig, maar ze was in dit geval noodzakelijk voor de voortgang van het werk. Deze omstandigheid gaf het eiland in de uitvoeringsperiode soms een wat minder fraai aanzien; de uiteindelijke afwerking laat overigens niets te wensen over. Ook met de aanvoer van rijkshout voor de kraagen zinkstukken ontstonden problemen, die uiteindelijk konden worden opgelost in overleg met de aannemer.

Voor de kop van de westelijke havendam stond reeds in een vroeg stadium een verdieping van de bodem. Tijdens de uitvoering is het bezinkingsveld daarom met 17 m uitgebreid. Na het gereedkomen van het eiland is de ontgronding nog voortgeschreden. Uiteindelijk leidde dit proces in het najaar van 1980 tot een kleine oeverval. Deze is inmiddels hersteld door met behulp van zware kler het talud aan te vullen, en het te verflauwen tot 1 : 4. Verdere ontwikkelingen worden gevolgd door regelmatig peilen.



Ook het Brouwershavense Gat omvatte twee sluitingen: één met calssons (in de stroomgeul 'Kous'), en één met een kabelbaan. De sluitingen werden tegelijkertijd voltrokken in het voorjaar van 1970.



De omkading van het Markiezaat van Bergen op Zoom zal bestaan uit de reeds aangelegde noordelijke kade, die de verbinding vormt van de Molenplaat met de Brabantse oever en de westelijke kade, evenwijdig aan de Schelde-Rijnverbinding. De omkading hangt samen met het gekozen tracé van de Oesterdam en is vastgesteld bij Koninklijk Besluit van 12 januari 1979.

De omkading vervult niet alleen een tijdelijke waterbouwkundige en scheepvaartkundige functie, maar ook een definitieve functie in het belang van het milieu. Wat betreft de tijdelijke functie kan de omkading worden gezien als een hulpconstructie. Het kombergend oppervlak achter de Oesterdam wordt er namelijk ongeveer door gehalveerd, waardoor de bouw van de Oesterdam eenvoudiger en goedkoper verloopt. Bovendien wordt de hinder van de scheepvaart op de Schelde/Rijnverbinding tijdens de aanleg van de Oesterdam veel minder en duurt ook minder lang.

Het belang van de definitieve functie zit daarin dat de omkading het Markiezaat van het Zoommeer scheidt. Daardoor zal in het Markiezaatsmeer een betere waterkwaliteit kunnen worden bereikt dan in het Zoommeer. Dit zal de gewenste natuurlijke ontwikkeling van het grootste deel van het Markiezaat ten goede komen.

Het tracé van de westelijke Markiezaatskade is zo westelijk mogelijk getrokken. Door een lineaire kade evenwijdig aan en op zo kort mogelijke afstand van de Oesterdam te leggen, geeft men de Schelde-Rijnverbinding zo veel als maar doenlijk is het aanzien van een kanaal. Het Markiezaat wordt hierdoor tegelijkertijd groter, ten koste van het ondiepe restgebied langs het kanaal.

Het nu gekozen tracé vormt niet de kortste verbinding tussen de Molenplaat en het Kreekraksluizencomplex. Door de kade voor de westkant van de Molenplaat langs te leiden ontstaan twee voordelen, die deze oplossing financieel aantrekkelijk maken. Ten eerste kunnen de bouwmaterialen van de westelijke hoogwaterkering zoals slakken, mijnsteen en stortsteen voor de bouw van de kade worden hergebruikt.

Het ontwerp van de Markiezaatskade

Ten tweede ontstaat de mogelijkheid tussen de Molenplaat en de kade een hoeveelheid van ongeveer 1 miljoen m³ specie te bergen.

Bij het ontwerp van de westelijke Markiezaatskade zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd: de kade moet zowel aan de tijdelijke als aan de definitieve functie voldoen. Het milieu in het Markiezaat dient in de overgangsperiode tot 1985 zoveel mogelijk te worden voorbereid op de definitieve veranderingen, met een zo gering mogelijke kans op overlast. De kosten van de aanleg, daarbij inbegrepen de aanpassing in 1985 ten behoeve van de definitieve milieufunctie, moeten zo laag mogelijk zijn.

Op grond van deze uitgangspunten zijn alternatieve ontwerpen van de kade op een aantal aspecten met elkaar vergeleken. Een traditioneel ontwerp – alternatief 1 – betekent een hoge, geheel gesloten kade met een kruin op N.A.P. + 6,5 (fig 3).

Het milieu in het Markiezaat wordt dan in één klap getijloos terwijl voortijdige ontziltzing met een doorlaatmiddel grotendeels kan worden vermeden. Bij de alternatieven 2 en 3 wordt de sluitkade van stortsteen in het sluitgat na de sluiting niet afgewerkt maar blijft hij met opzet doorlatend (fig. 3).

Op het achterliggende meer blijft dan een gereduceerd getij gehandhaafd met een middenstand van N.A.P. + 0,4 m, en een getijverschil van 80 cm. Aan de waterbouwkundige en scheepvaartkundige functie wordt hiermee voldoende voldaan, terwijl het zoutgehalte in het Markiezaatsmeer door de uitwisseling met Oosterscheldewater toch op een hoog peil blijft. Door aangroei zal de doorlatendheid van de sluitkade geleidelijk afnemen; het getij wordt steeds verder gereduceerd en het milieu kan zich in de overgangssituatie geleidelijk aanpas-

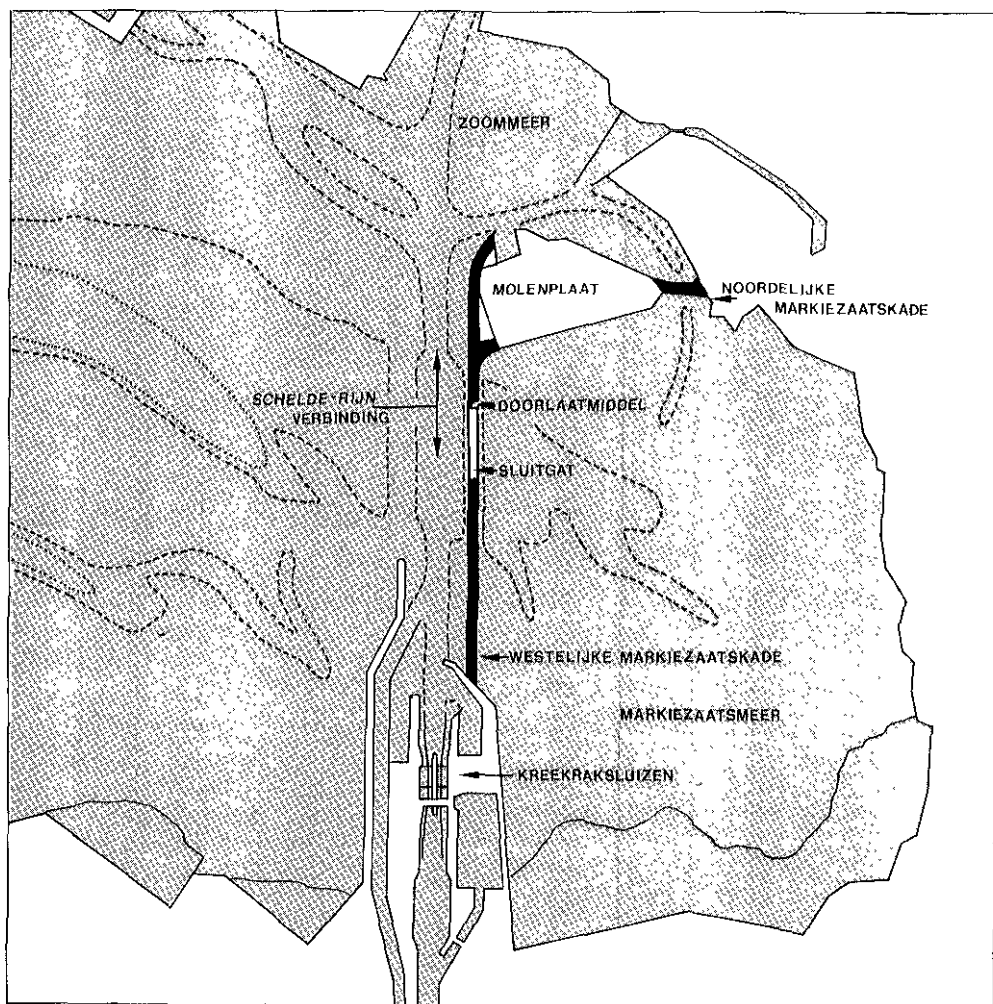
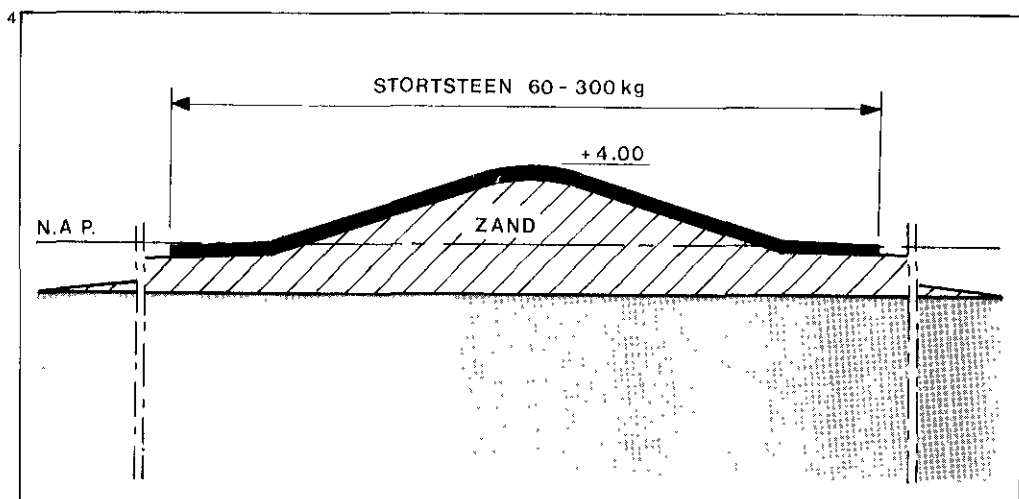
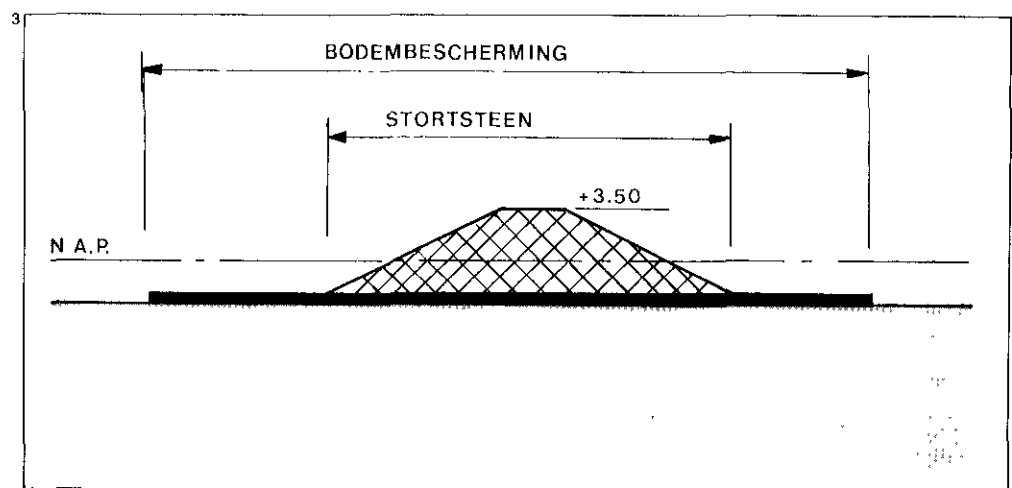
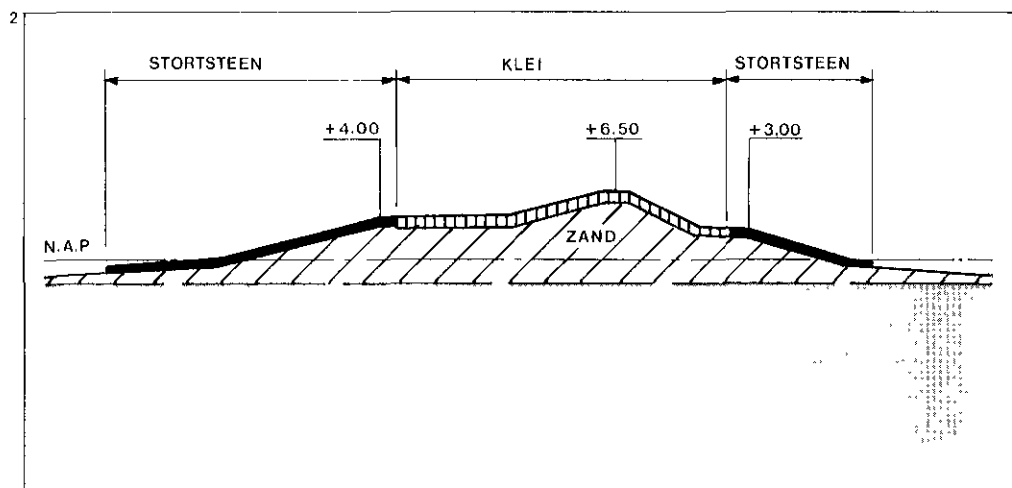


Fig. 1. Situatie van de Markiezaatskade.

sen aan de getijloze eindsituatie. In 1985 kan de sluitkade geheel worden afgedicht; daarna kan via een voordien te bouwen doorlaatmiddel een begin worden gemaakt met de geleidelijke reductie van het zoutgehalte. Tussen de sluitkade en de Molenplaat en de sluitkade en de oostelijke havendam van het Kreekraksluizencomplex bevinden zich damvakken die met zand kunnen worden uitgebouwd. Hierbij dienen zich twee mogelijkheden aan: alternatief 2 met een kruinhoogte van N.A.P. + 6,5 m net als de hele kade bij alternatief 1, en alternatief 3 met een kruinhoogte van N.A.P. + 4,0 m (fig. 4).

In beide alternatieven moet het buitenbeloop tot N.A.P. + 4,0 m met steen worden verdedigd; bij alternatief 3 moet ook de kruin en het hele binnenbeloop worden ingepakt vanwege de te verwachten golfoverslag. Hier wordt zelfs gerekend op enige overstroming bij zeer zware storm. Ten gevolge van overstroming van de sluitkade en eventueel de damvakken zal op het Markiezaatsmeer een verhoging van de waterstanden optreden ten opzichte van het gereduceerde getij. Toch zullen de hoogwaterstanden op het Markiezaat door de kade bij storm worden verlaagd. De voorgenomen partiële dijkverhoging van een aantal polders langs het Markiezaat behoeft dan ook niet te worden uitgevoerd. Door tussenkomst van de doorlatende sluitkade en het doorlaatmiddel zal een verhoogde waterstand na enkele dagen zijn verdwenen. Vooral vanwege de financiële voordelen en ondanks





De Markiezaatskade ingetekend in de bestaande situatie.

Fig. 2. Compleet afsluitende dam, een mogelijkheid voor de Markiezaatskade.

Fig. 3. Doorlatende dam, gekozen voor de kade door het sluitgat.

Fig. 4. Dwarsprofiel van de overige damvakken.

enige bezwaren in verband met de kans op overstroming is gekozen voor een ontwerp met lage damvakken met een kruin op N.A.P. + 4,0 m en een sluitkade op N.A.P. + 3,5 m. De sluitkade kan pas worden aangelegd als in het sluitgat eerst een bodembescherming is

aangebracht. Het sluitgat, met een gemiddelde bodemligging op N.A.P. -3 m, krijgt een lengte van 800 m. Een verticale geleidelijke sluiting zal de scheepvaartkundige problemen op de Schelde-Rijnverbinding tot een minimum beperken. Dwarsstromen van 1,0 à 1,5 m/s kunnen bij eb nog wel optreden. Om de scheepvaart veilig te kunnen afwikkelen zal daarom een begeleiding worden ingesteld in de periode voor en tijdens de sluiting.

De gekozen sluitingsmethode is ook uit waterbouwkundig opzicht gunstig, omdat de maximale snelheden in het sluitgat beperkt blijven tot 3,0 à 3,5 m/s. Daardoor kan van relatief lichte stortsteen met een stukgewicht van 60 à 300 kg gebruik worden gemaakt. De sluitkade moet hiermee in lagen met een maximale dikte van 0,5 m worden opgebouwd. Ten behoeve van de stabiliteit van de sluitkade bij zware stormen

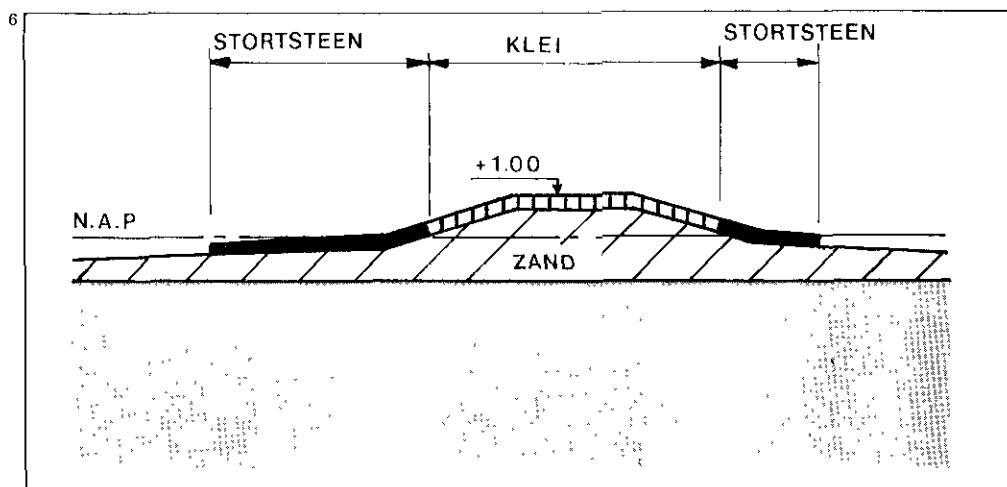
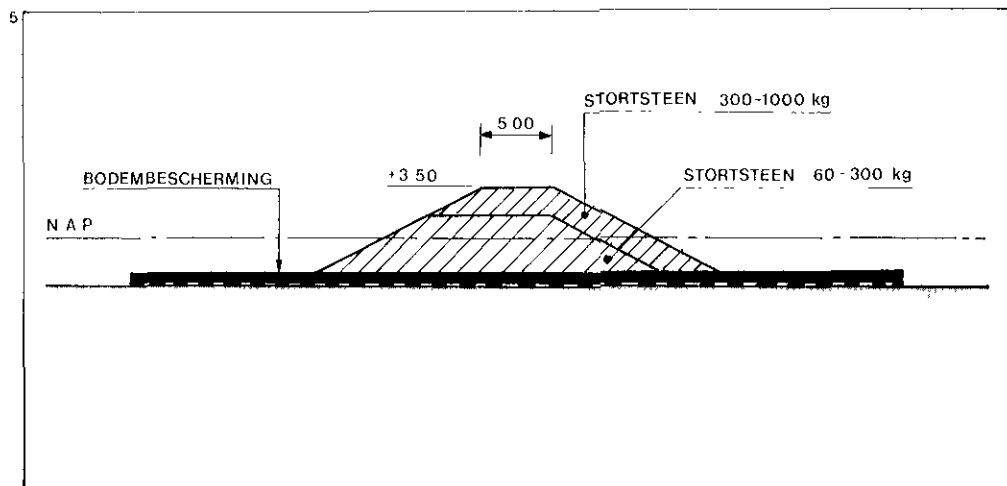


Fig. 5 Tijdelijke verzwaring van de kade door het sluitgat.

Fig. 6 Definitief profiel

worden de kruin en het binnentalud afgedekt met zwaardere stortsteen (fig. 5)

Als de Oesterdam gereed is verdwijnt het getij in het gebied er achter. De bekleding van de Markiezaatskade kan dan worden teruggewonnen, althans van het deel dat boven N.A.P. + 1 m ligt.

De sluitkade van stortsteen kan wellicht worden

hergebruikt voor de sluiting van de Oesterdam. Daarom wordt de sluitkade westelijk van het definitieve tracé van de kade gelegd. De achter de tijdelijke kade te bouwen definitieve kade kan meteen worden aangelegd op het dan gewenste profiel, bij voorbeeld volgens figuur 6.

Na de sluiting van de Oesterdam kunnen de damvakken buiten het sluitgat hetzelfde verlaagde profiel krijgen. Door de kruin iets te verlagen ontstaat ruimte voor een werkweg. In dit stadium lijkt het voorbarig reeds uit te gaan van functies die later aan de kade zouden kunnen worden toegekend. Die hangen namelijk mede af van de toekomstige plannen met het Markiezaat. Aan deze plannen wordt thans gewerkt door de Bestuurlijke Commissie Markiezaat, waarin de beide betrokken provincies, de drie betrokken gemeenten en de betrokken departementen zijn vertegenwoordigd.

Samenvattingen

De mattenfundering van de pijlers voor de Oosterschelde-kering

De fundering van de pijlers voor de Oosterschelde-kering moet aan hoge hydraulische en grondmechanische eisen voldoen. De cyclische verhangen blijken het grootst te zijn onmiddellijk onder een pijler, op het grensvlak met de natuurlijke ondergrond.

De eerste drie filterlagen van het funderingsbed konden daarom niet anders dan verpakt worden aangebracht, om ontmenging en de insluiting van zandlenzen te voorkomen. Nieuwe problemen die uit deze oplossing voortkomen zijn de soms onvoldoende vlakheid van de bovenkant en een niet altijd feilloze aansluiting van de filtermat op de zandbodem, waardoor transport van bodemzand naar de holle ruimte onder de mat mogelijk wordt. Vooral onmiddellijk onder de pijlers is dat ontoelaatbaar.

Bodemfluctuaties in de Oosterschelde

Sedert 1870 beschikken we over regelmatige lodingen van de Oosterschelde-bodem. Vanaf 1959 worden die lodingen jaarlijks verricht. Nu blijkt dat er behalve een tendens op lange termijn – die bestaat in verdieping van de geulen en verhoging van de platen – daaromheen ook korte-termijnfluctuaties voorkomen.

In een gebied bij de Roggenplaat is een onderzoek ingesteld naar deze korte-termijnveranderingen, afzonderlijk over de periode 1959–1969 en de periode 1969–1979, en afzonderlijk voor drie gebiedssoorten: plaatgebieden, geulbodems en geulwanden. De algemene conclusie uit het onderzoek is dat de invloed van de uit-

voering van de werken, zo die al aanwezig is, bestaat in een verlangzaming en stabilisering van de morfologische processen.

Onderzoek naar de verversing van de Oosterschelde

Met de vermindering van de getijbeweging in de Oosterschelde na de bouw van de Oosterschelde-kering neemt de menging van het Noordzeewater met dat van de Oosterschelde af; in welke mate, hangt af van de processen die hierbij een rol spelen. Het hele mengproces is van groot belang voor het toekomstige zoutgehalte in de Oosterschelde. Daarom zijn, ten einde eerder literatuuronderzoek en natuurmetingen te ondersteunen, in twee modellen onderzoeken uitgevoerd naar de toekomstige mengsituatie: in M1000, een fysisch model van de Oosterschelde, en in het computermodel 'Ooster'.

De resultaten bevestigden het eerdere onderzoek en de metingen.

De beplanting van de Volkerakwerken

De beplanting van de Volkerakwerken is ten dele puur functioneel: om de scheepvaart te beschermen tegen hevige wind bij het invaren van de schutsluizen, moesten boomsingels worden geplaatst. Maar er is ook bos ontworpen op uitgestrekte terreinen die oorspronkelijk hebben gediend als grondberging. Eén daarvan is uitgegroeid tot het 'bos van Willemstad', 65 ha groot. De beplantingen zijn inmiddels goed aangeslagen. Over het toekomstig beheer is overleg gaande.

De besturing van de Krammersluizen

De Krammersluizen voor duwvaart in de Philipsdam worden voorzien van een zout/zoet-scheidingssysteem. Het rendement van dit systeem kan worden verhoogd door adequate instrumentatie en een goed geregelde besturing. Het gaat daarbij steeds om een bepaalde fase van de schutcyclus, die van het uitwisselen van zout en zoet water in de kolk, bij gesloten sluisdeuren.

De instrumentatie kan erop gericht zijn de beweging van de grenslaag tussen zoet en zout te volgen, dan wel slechts signaleren wanneer die voldoende gezakt is, of ook om het debiet van de afvoerriolen te volgen, of te signaleren wanneer het voldoende groot is. Gegeven een aantal onzekerheden over het effect van het zoutbezwaar en het zoet-waterverlies, is besloten de keuze van het besturingssysteem en de instrumentatie nog een aantal jaren uit te stellen.

De jachtensluizen in de Philipsdam

Naast de sluisen voor de beroepsvaart in de Philipsdam worden twee jachtensluizen gebouwd, ieder met een kolk van 75 bij 9 m. Het betonwerk wordt uit kostenoverwegingen gemaakt in samenhang met dat van de sluisen voor de beroepsvaart, maar voorlopig wordt nog maar één jachtensluis operationeel.

De behoefte is bepaald op grond van de pleziervaart door de Volkeraksluizen. Het aantal sluis-passages blijkt sneller te groeien dan het botenbezit. In 2000 zullen 60 à 80 000 jachten per seizoen de Philipsdamsluizen willen passeren. Ook de jachtensluizen worden uitgerust met een zout/zoet-scheidingssysteem, van het type 'Kreekrak'. De jachtensluizen krijgen voorhavent en een vaste overbrugging.

Dimensionering van het Spuikanaal Bath en van de Bathse Spuisluis

Deze werken moeten het Zoommeer een afwatering verschaffen op de Westerschelde. De capaciteit zal, vooral uit een oogpunt van kwaliteitsbeheer, voorlopig 100 m³/s moeten zijn, later uit te breiden tot 150 m³/s. Het kanaal en de sluis worden zo uitgevoerd dat die latere uitbreiding mogelijk is.

Het Spuikanaal zal het aanzien krijgen van een vliet met brede rietkragen en recreatie-oeveren, waarin het water langzaam voortstroomt. Nemen de stroomsnelheden later ten gevolge van de capaciteitsvergroting toe, dan moeten de oeveren wellicht worden verdedigd tegen erosie.

De Spuisluis wordt een kokersluis met vrije waterspiegel. Hij wordt ingebouwd in de Westerscheldedijk, en krijgt tien uitstroomopeningen met dubbele deuren en een drempel op N.A.P. - 5 m. Erachter wordt een uitstroomconstructie aangelegd en een stortebod, om bodem-erosie tegen te gaan.

Het werkeiland voor de Oesterdam

Het werkeiland dient voornamelijk als plaats waar in den droge een schutsluis kan worden aangelegd. De werkhaven aan de westzijde kan later dienen als voorhaven voor de sluis. De uitvoering geschiedde op een alternatieve manier, voorgesteld door de aannemer, tegen een lager bedrag dan alle overige inschrijvingen. De alternatieve werkwijze bestond daarin dat het werkeiland in eerste aanleg geheel zonder perskaden werd opgespoten.

Het ontwerp van de Markiezaatskade

De westelijke Markiezaatskade zorgt ervoor dat het oppervlak van het gebied dat door de Oesterdam moet worden afgesloten, bij voorbaat al is gehalveerd, ook wordt de hinder voor de scheepvaart op de Schelde-Rijnverbinding minder.

Van de drie alternatieven voor de kade is dat gekozen waarbij de sluitkade tijdelijk doorlatend blijft. De overgang naar de nieuwe situatie op het Markiezaatsmeer verloopt daardoor geleidelijker. Na de sluiting van de Oesterdam kunnen de kaden om het Markiezaat worden verlaagd, en kan veel materiaal worden teruggevoerd.

Summaries

The foundation mattresses of the piers for the Oosterschelde barrier

The foundation of the piers for the Oosterschelde barrier must satisfy high hydraulic and soil mechanical requirements. The cyclic energy gradients appear to be highest directly under a pier, on the boundary zone between the pier and the natural sub-soil. The first three filter-layers of the foundation bed therefore could only be placed in a pre-packed form so as to prevent dissolution and the enclosure of sand lenses. This method, in its turn, created new problems; it proved that *sometimes the top of the layer was not sufficiently smooth, preventing complete adhesion between the filtermattress and the seabed, thus allowing piping towards cavities under the mattress.* This would be inadmissible, in particular directly under the piers.

Fluctuations of the bed in the Oosterschelde

Since 1870, information has been available about regular soundings of the Oosterschelde-bed. From 1959 onwards, these soundings have been taken annually. It is now apparent that apart from the tendency of shifting in the long run – as happens with the scouring of the channels and heightening of the shoals – short term fluctuations also occur. A study has been made of these short-term changes in an area near the Roggenplaat separately over the period 1959–1969 and the period 1969–1979, in three different types of sectors: the shoal areas, the beds of the channels and the sides of the channels. The general conclusion of this study was, that the

influence of the execution of the works, if any, was to slow down and stabilize the morphological processes.

Study of flushing the Oosterschelde

As a result of the reduction of tidal action in the Oosterschelde after the construction of the Oosterschelde barrier, the mixing process of the North Sea and Oosterschelde waters will decrease; to what extent will actually depend upon the processes in operation. The whole process of mixing is of great importance to the *future salinity in the Oosterschelde.* In order to support already published literature and existing field measurements, the anticipated mixing situation has been investigated in two models, i.e. in the M1000, a physical model of the Oosterschelde and in the 'Ooster', a computermodel. The result derived, confirmed the validity of previous research and the measurements.

Tree planting on the Volkerak-constructions

Tree planting on the Volkerak-constructions is *partially purely functional; in order to protect shipping against heavy winds when coming into the locks, belts of trees have been planted.* Plans have also been made to plant trees on the extensive grounds which formerly served as spoil dumps. One of these plans has already evolved into 'the Willemstad Woods' and covers an area of 65 has. The trees that have already been planted are growing well. *The future management of this tree plantation is still under discussion.*

Operation of the Krammer-sluices.

The Krammer-sluices, which are intended for push-tow traffic through the Philips dam, will be provided with a fresh/salt water separation system. The output of this system can be increased by adequate equipment and a correct handling of the operating machinery. The right moment to close the gates for the exchange of fresh water for salt water and conversely salt water for fresh water during the locking cycle, plays a very important role here. The equipment can be adjusted to follow the movement of the borderline between salt and fresh water or to indicate when it has reached the right level. It can also determine the discharge of the sewerage or signal when it has reached the required height or depth. In view of the uncertainties about the impact of the salt water load or the loss of fresh water, it has been decided to postpone, for a number of years, the selection of the operational machinery and the instrumentation.

The yachting-sluices in the Philips dam

In addition to the locks in the Philips dam intended for shipping, two sluices will be built for yachts, each with a lock-chamber 75 metres long and 9 metres wide. In view of the high costs, the concrete structure will be built in conjunction with those intended for shipping. For the time being, however, only one yachting-sluice will be operational. The requirement has been based on the number of pleasure boats passing through the Volkerak sluices. The usage rate of the locks increases more rapidly than the rate in boat ownership. Around the year 2000, between sixty and eighty thousands yachts are expected to pass through the Philips dam sluices.

The yachting-sluices will also be equipped with a fresh water/salt water separation system, of the same type as has been installed in the 'Kreekrak'. The yachting-sluices will have waiting harbours and fixed overhead passings.

Computation of the dimensions of the discharge canal Bath and of the scouring-sluice near Bath.

These engineering structures must provide a discharge from the Zoom Lake into the Westerschelde. In particular with regard to quality control, the discharge will provisionally amount to 100 m³/sec. and eventually be extended tot 150 m³/sec. The concrete

structures of the canal and the sluice will be built in such a way that future extension will be possible.

The discharge canal will look like a slow-flowing stream with wide reed-banks and open spaces for recreation purposes. In case of future increase of the currents, due to an increase in the discharge capacity, the shores may have to be protected against scouring. The discharge canal will be of the syphon-type with a free water level through which water can be discharged into the Westerschelde under gravity (i.e. without pumping). The sluice will be built in the Westerschelde water defences and be provided with ten outlets with double gates and a sill at 5 m below M.S.L. An outflow duct and aprons will be built, to prevent scouring of the bed behind the sluice.

The work-island for the Oester dam

The work-island should mainly be regarded as a site where a lock can be constructed in the dry. The working-harbour on the western side will afterwards serve as a waiting-harbour for the lock.

At the suggestion of the contractor the work-island was constructed in an alternative manner, as a result of which the costs were less than calculated by any of the other contractors. The alternative manner meant in fact that, for the initial phase of construction of the island, no auxiliary dikes were used and that the hydraulic sand fill was pumped straight on to the designated area.

The design of the embankment for the Markiezaat-area

Due to the embankment on the western side of the Markiezaat-area, the surface area of the region to be closed off by the Oester dam has been decreased by 50 per cent; at the same time the shipping on the Scheldt/Rhine connection will be hampered to a lesser degree.

From the three alternatives under consideration, the one with a permeable dam has been chosen. Thus, the transition between the actual and the new situation will progress more gradually in the Markiezaat-lake. After completion of the Oester dam, the embankment around the Markiezaat-area can be lowered and a large quantity of its material can be re-used.

Vorderingen

in de periode 1 juli 1980–1 januari 1981

A. De werken van het Deltaplan

Volkerak

Voorgesteld is goedkeuring te verlenen tot het opstellen van een beheers- en onderhoudsplan voor de op de werken aangebrachte beplanting. Overleg is gestart om te komen tot overdracht van het beheer en het onderhoud. Omtrent de uitvoering van de resterende werkzaamheden zijn geen bijzonderheden te melden.

Philipsdam

De oude parallelweg op de Grevelingendam is opgebroken, en een nieuwe parallelweg aangelegd. De ontgraving van de bouwput voor de Flakkeuse Spuisluis is voltooid. *Het gehele werk was klaar op 29 augustus 1980.*

Het grondwerk aan en de grondverbeteringen ter plaatse van de jachtensluis en de duwvaartsluizen in de Philipsdam werd voortgezet.

Heiwerk is verricht voor de onderloopheidsschermen van de jachtensluizen en voor de overbrugging en de grondkerende constructies aansluitend op de schuifengebouwen van het riolenstelsel. Een begin is gemaakt met het betonwerk van de overbrugging en van de sluishoofden aan de Zijpezijde, en met dat voor de jachtensluis. Bij de bouw van de kolkmoten voor de duwvaartsluizen is bij sluis 2 het vijfde stort ter hand genomen, 7 m boven N.A.P.

De noordelijke havendam van de westelijke voorhaven is geheel gereedgekomen. Op de kruin van de zuidelijke dam moet nog een grind-asfaltbetonverharding worden aangebracht.

Al in november 1980 kwamen gereed met de opspuitwerkzaamheden voor de havendammen en de omkading van het bekken.

In de omkading van het hoge bufferbekken wordt een sluitgat opengehouden van 75 m breed. Taludverdedigingen van stortsteen werden aangebracht op de overige omkading.

Oesterdam

In augustus 1980 is een begin gemaakt met de aanleg van het zuidelijke damvak. Het damvak wordt in den droge uitgebouwd met zand uit het tracé van het Bathse Spuikanaal. Het zandlichaam is nu over een lengte van 1400 m uitgebouwd tot N.A.P. + 4 m. Langs de westzijde is over een lengte van één km een taludverdediging van koperslakblokken aangebracht, en over 600 m een van betonblokken.

De westelijke Markiezaatsdam is aanbesteed op 23 december 1980. Op het werk is ingeschreven door 10 aannemers volgens het bestek, en door 7 aannemers volgens een door hen ingediend alternatief.

Spuikanaal Bath

De bouwput voor de Bathse Spuisluis, de voorbelastings-terp en een gedeelte van de wegomleggingen voor RW 258 en de brug bij Bath zijn voltooid. Met uitzondering van de wegomleggingen werd het werk opgeleverd op 7 november 1980. Medio april 1981 zullen de wegomleggingen worden voorzien van een verharding.

In verband met de aanleg van het Spuikanaal Bath moeten onder andere twee leidingenbundels worden verlegd, ten zuiden van de Kreekkrakbruggen. Twee leidingen moeten tijdelijk worden vervangen. Het werk is medio september begonnen, en wordt in januari 1981 voltooid.

Oosterschelde-kering

De damaanzet op Schouwen is goeddeels gereedgekomen. In 1981 resteren nog het afwerken en inzaaien van de kleilagen.

De bestekken voor de damaanzetten Roggenplaat-noord en Roggenplaat-zuid worden momenteel afgerond. Het ontwerp van de landhoofdelementen is gereed.

In de haven Roompot kwam de ro-ro-steiger gereed, die bestemd is voor de overslag en het lossen van stortsteen. Ook de drijvende personensteiger in de buitenhaven Neeltje Jans is gereedgekomen. In de havens Roompot en Neeltje Jans wordt voortgegaan met de bouw van twee vaste stalen steigers voor het afmeren van binnenschepen. In de binnenhaven Neeltje Jans nadert een drijvende personensteiger zijn voltooiing. De verharding van terreinen voor steenopslag is voor 80 % voltooid.

De bodembescherming van blokkenmatten is thans geheel gereed. De blokkenmatten hebben een gezamenlijke oppervlakte van bijna 4,5 km². Ook de bestorting met staalslakken is geheel voltooid. Voor de stortbedden in de sluitgaten werd ingevolge de uitvoering van de laatste overeenkomst ruim 120 000 m² asfaltmastiek aangebracht.

Alle specie die ten behoeve van de grondverbetering in het

tracé van de kering moest worden weggehaald, is nu verwijderd. De dustpanzuiger kon worden afgevoerd.

Medio oktober 1980 is opnieuw gestart met het aanvullen van het cunet. In november werd een tweede hopperzuiger ingezet. Besloten werd het grove Noordzeezand te vervangen door matig fijn tot grof zand uit de Oosterschelde. Men verwacht in februari 1981 gereed te komen met de hopperwerkzaamheden.

Het verdichten werd begonnen in de stroomgeul Hammen.

Verscheidene stagnaties waren er de oorzaak van dat niet steeds met vier trilnaalden kon worden gewerkt. Er zijn inmiddels extra motoren bijgeplaatst voor het aandrijven van de vibratoren.

Vanwege de onvoldoende verdichtingsresultaten is besloten voortaan een stapafstand van 4 meter aan te houden, in plaats van 5 meter.

Begin oktober is grondonderzoek verricht naar de verdichte gebieden in de Hammen.

Twee pijlervakken bleken opnieuw behandeld te moeten worden.

Voor de opbouw van de drempel is regelmatig breuksteen aangevoerd, die wordt opgeslagen op het damvak Geul.

Uit twee Duitse groeven wordt steen aangevoerd met rivierduwbakken van ongeveer 2500 ton. In het afgelopen halfjaar in 150 000 ton breuksteen op deze wijze binnengekomen. De breuksteen uit de Finse groeve wordt aangevoerd op zee-pontons van 20 000 ton. Tot nog toe werd vanuit Finland 70 000 ton aangevoerd.

De hal van de filtermattenfabriek is voor een groot gedeelte al voorzien van dak- en wandbeplating. De verlichting is bijna gereed. De kettingplatenvloeren zijn geïnstalleerd. Binnenkort wordt begonnen met

het inregelen van de gelijkloop van de verschillende banen.

In de fabriekshal worden ondertussen doseerinstallaties aangebracht. De korvenloods is gereed, en de korventransporteurs geplaatst. De silo's met hun opvoer- en transportbanden zijn, op de elektrische aansluitingen na, klaar.

Men brengt thans terrein- en wegverhardingen aan. De voor de loswal benodigde geprefabriceerde betonnen elementen zijn aanbesteed; dit is het laatste onderdeel van het betonwerk.

Met het stortklaar maken van de fundering voor de wiggenloods is een begin gemaakt.

Op 23 december werd de bouw van de afmeer- en opschoonponton opgedragen aan de scheepswerf De Merwede te Hardinxveld. Dit werktuig moet met zijn 28,5 m brede zuigmond het zand verwijderen van de fundering van de pijlers. Tegelijk dient het als afmeerponton voor het hefschip dat de pijlers gaat plaatsen.

In Schelphoek worden proeven uitgevoerd met funderingsmatten, om de aansluiting op de bodem na te gaan. Ook in de stroomgoot bij Lith wordt hiernaar onderzoek gedaan. Ook de rolstrooier, die de negatieve overlap tussen de funderingsmatten moet vullen, werd te Schelphoek beproefd. Te Kats werd met succes als laatste controle op de funderingsconstructie een oprolproef uitgevoerd.

De bouw van de pijlers verliep geheel volgens de planning. Er zijn nu 44 pijlers in aanbouw, waarvan er 15 volledig op hoogte zijn gekomen.

Fotoverantwoording

Rijkswaterstaat reprografie

298, 300, 308, 314, 323, 330

Stevens en Machielsens 304

Aerocarto 304, 330

Aerocamera 304, 314, 323, 337,
341

Waterloopkundig laboratorium
311

Mastboom 314

ANP foto 314

Ben Seelt 317, 318

