

**De doorlaatsluis in de Brouwersdam is zo ontworpen dat de sluis niet alleen als lozingsmiddel maar ook als inlaatwerk dienst kan doen. Het is immers nog steeds onzeker binnen wat voor waterhuishoudkundig systeem de sluis zal moeten fungeren. In dit artikel worden de alternatieve gebruiksmogelijkheden nader onderzocht, en worden de consequenties van elk der mogelijke toepassingen nagegaan. Eerdere mededelingen, met dit artikel nauw samenhangend, verschenen in Bericht 64 (mei 1973) en 69 (augustus 1974).**

Bij het oorspronkelijk Deltaplan, met een zoet Grevelingenmeer, zou de sluis in de Brouwersdam het Grevelingenmeer moeten ontzilten en het daarna zoet houden. In het belang van de waterkwaliteit is het gewenst dat het meer, eenmaal ontzilt, zo weinig mogelijk wordt doorgespoeld; lange verblijftijden zijn namelijk in het algemeen gunstig voor de kwaliteit van het water. Bij continue doorspoeling van het Grevelingenmeer met 20 m<sup>3</sup>/sec zou het water in het meer uitgaande van volledige menging een verblijftijd van één jaar hebben. Zoals in Bericht 64 vermeld is, zou het Grevelingenmeer echter incidenteel met een capaciteit van rond 100 m<sup>3</sup>/sec doorgespoeld moeten kunnen worden. Voor normale doorspoeling zal echter met een capaciteit van enkele tientallen m<sup>3</sup>/sec kunnen worden volstaan. Oschoon de ontwerp-capaciteit van het doorlaatmiddel zoveel mogelijk op de eindfase afgestemd dient te zijn, is de ontziltingsfase mede van invloed op de dimensionering van de sluis en de toeleidingsgeulen.

De ontzilting van het Grevelingenmeer, zoals die in het Deltaplan was voorzien, zou pas kunnen plaatsvinden nadat de ontzilting van de Oosterschelde zo ver gevorderd was, dat het water aan de oostzijde van het in de Grevelingendam te bouwen doorlaatmiddel voldoende zoet was geworden. Via het te bouwen doorlaatmiddel in de Grevelingendam kon er dan zoet water in het Grevelingenmeer worden ingelaten, terwijl zout en brak water geloosd kon worden via de doorlaatsluis in de Brouwersdam. De ontzilting zou het snelste kunnen geschieden met behulp van een dichtheidsscherm, dat het mogelijk maakt, het diepere zoute water door de sluis af te voeren.

## De doorlaatsluis in de Brouwersdam

Ofschoon ook andere ontziltingsmethoden mogelijk zijn, is bij het ontwerp de mogelijkheid opengehouden om later een dichtheidsscherm voor de sluis te plaatsen, wellicht alleen voor de ontziltingsfase.

De toeleidingsgeul naar de sluis, die thans gemaakt wordt, en waar men tegelijk het zand wint voor de ringdijken van de bouwput, is mede daarop gedimensioneerd.

Bij het oorspronkelijke Deltaplan had de doorlaatsluis in de Brouwersdam als functie dus voornamelijk om het Grevelingenmeer te ontzilten en zoet te houden; dit bekken vormde immers een schakel in de zoetwatervoorziening. Daar de ontzilting niet eerder kon plaatsvinden dan nadat de Oosterschelde en aansluitende wateren voldoende ontzilt waren, was er geen reden de sluis voor de geplande afsluiting van de Oosterschelde in 1978 gereed te hebben. Gezien de totale bouwtijd van 4 jaar moest men dus in 1974 beginnen met de aanleg van de bouwput. Het waterpeil op het Grevelingenmeer wordt in de huidige situatie beheerst met behulp van de schutsluis in de Grevelingendam bij Bruinisse.

Handhaaft men echter in de Oosterschelde een getij tot aan de Philipsdam – dat is een compartimenteringsdam vanaf de Grevelingendam naar St.-Philipsland –, dan is het mogelijk en zelfs gewenst het Grevelingenmeer zout te houden. Het Grevelingenmeer kan dan natuurlijk geen dienst doen als afvoerweg van zoet water naar zee. In plaats daarvan kan het zoute Grevelingenwater gebruikt worden voor de bestrijding van de verzoetende invloed die de schutsluizen in de Philipsdam zullen hebben op het zoute getijdebekken. Deze invloed kan namelijk be-



perkt worden door het zoute getijdebekken vanuit of naar het zoute Grevelingenmeer door te spoelen met behulp van de doorlaatsmiddelen in de Brouwersdam en de Grevelingendam. Een doorlaatsluis in de Grevelingendam was ook reeds bij het oorspronkelijk Deltaplan noodzakelijk. Door het Grevelingenmeer door te spoelen met zeewater vanuit de Noordzee via de Brouwersdam of vanuit de zoute Oosterschelde via de Grevelingendam, kan ook hier een voldoende hoogzoutgehalte gehandhaafd worden. Men onderzoekt thans wat in deze situatie de meest gewenste doorspoelrichting is.

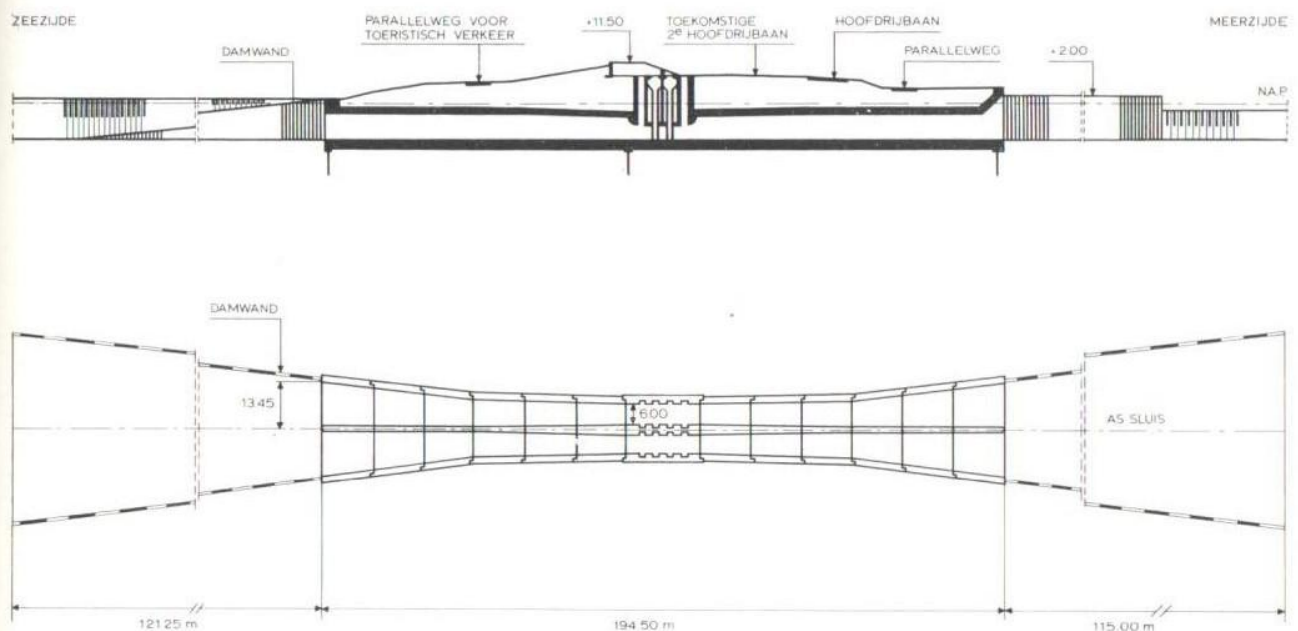
Het zal heel moeilijk zijn in het zoute semi-stagnante Grevelingenmeer een voldoende hoog zoutgehalte te handhaven, indien uitsluitend de doorlaatsluis in de Brouwersdam als inlaat- of lozingsmiddel beschikbaar is, en

men geen doorlaatsmiddel heeft in de Grevelingendam.

In dat geval zou de doorlaatsluis in de Brouwersdam afwisselend enige tijd als inlaatmiddel en als lozingsmiddel dienst moeten doen, hetgeen al gauw peilschommelingen van verscheidene decimeters tot gevolg zal hebben. Zulke peilschommelingen zijn uit een oogpunt van natuurbeheer en recreatie weinig aantrekkelijk. Bovendien is het bij zo'n inlaaten spuiregime van de doorlaatsluis in de Brouwersdam niet onwaarschijnlijk dat mede onder invloed van de wind alleen verversing van het water zal plaatsvinden direct achter de sluis. In het oostelijk deel van het bekken, waar de meeste zoetwaterbelastingen gesitueerd zijn, zoals polderlozingen van de gemalen bij Dreischor op Duiveland en bij Herkingen en Battenoord op Flakkee, zou dan waarschijnlijk geen hoog zoutgehalte gehandhaafd kunnen worden. De doorlaatsluis in de Brouwersdam kan als middel voor de waterbeheersing van het Grevelingenmeer dan ook niet goed functioneren zonder hulp van een doorlaatsmiddel in de Grevelingendam. Dit geldt zowel wanneer het Grevelingenmeer zout blijft als wanneer het zoet wordt. Ook bij afsluiting van de Oosterschelde en handhaving van een semistagnant zout bekken achter de Oosterscheldedam tot aan de Philipsdam, kan en moet het Grevelingenmeer zout blijven. Ook dan is het ter handhaving van een hoog genoeg zoutgehalte in het zoute Oosterscheldebekken en het zoute Grevelingenmeer gewenst via de doorlaatsmiddelen in de Brouwersdam, Grevelingendam en Oosterscheldedam een rondstroming als boven beschreven te realiseren.

Ofschoon in het voorgaande reeds een sluis

Doorsnede van het damlichaam ter plaatse van de sluis en overzicht van de sluis





als doorlaatmiddel genoemd is, zijn er drie principieel verschillende doorlaatmiddelen mogelijk: een doorlaatsluis, een hevel, welke beide onder natuurlijk verval werken, en een gemaal.

Bij de Brouwersdam zou een gemaal een zeer dure oplossing zijn. Een gemaal zou wellicht voordelen kunnen hebben indien sterke aanzanding voor de lozing zou optreden. Naar de huidige inzichten zal een dergelijke ontwikkeling zich zeker niet op korte termijn voordoen. Bij het ontwerp van het doorlaatwerk is er overigens toch rekening mee gehouden dat eventueel in een later stadium alsnog pomp-eenheden voor het doorlaatwerk geplaatst moeten kunnen worden.

Bij vergelijking van een sluis met een hevel heeft men gedacht aan een sluis met diep gelegen kokers. Voor de hevel bleek eveneens een diepe in- en uitstroomopening gewenst. Mogelijke voordelen van een hevel in de Brouwersdam zouden kunnen zijn, dat een hevel niet lekt in afgeslagen toestand, dat hij een minimum aan bewegende delen heeft en dat zonodig voor de ontzilting van het Grevelingenmeer door middel van verlengde hevelkokers selectief diep water onttrokken kan worden zonder dichtheidsscherm.

Mogelijke nadelen van een hevel in de Brouwersdam zouden kunnen zijn, dat om een redelijke debietregeling mogelijk te kunnen maken een vrij grote vacuümpomp moet worden toegepast, hetgeen fijnregeling van het debiet uitsluit. Bovendien kunnen bij een grote kruinhoogte van de hevel cavitatieproblemen ontstaan; men moet er rekening mee houden dat er ijsafzetting in de hevelkokers kan optreden, die immers in afgeslagen toestand een vrije waterspiegel hebben. Oorspronkelijk bestond de indruk dat een hevel gesitueerd kon worden aan de diepe stroomgeulen, omdat er wellicht geen bouwput nodig zou zijn. Dat zou een grote kostenbesparing betekend hebben. Uit een nadere detaillering blijkt echter dat zowel voor de bouw van een hevel als voor een doorlaatsluis een aanzienlijke bouwput nodig is. De hevelkokers aan weerszijden van de kruin, de zogenaamde hevelbenen, moeten namelijk bij het doorlaatwerk in de Brouwersdam relatief diep komen te liggen. De kostenramingen voor een sluis en voor een hevel lopen dan ook, voornamelijk door het relatief grote kostenaandeel van de bouwput, niet ver uiteen. Daarbij kwam dat alleen uit uitgebreid modelonderzoek zou kunnen blijken hoe de cavitatieproblemen bij een hevel opgelost kunnen worden, daar men nog geen ervaring heeft met dergelijke grote hevels. Het kunst-

werk zou hierdoor waarschijnlijk later gereed komen. Mede op grond van deze overwegingen is in de Brouwersdam voor een sluis als doorlaatmiddel gekozen.

Bij het dimensioneren van de sluis diende rekening te worden gehouden met alle varianten die er zijn met betrekking tot de functie van de sluis: lozingsmiddel bij een zoet Grevelingenmeer met en zonder dichtheidsscherm, inlaatmiddel bij een zout Grevelingenmeer en lozingsmiddel bij een zout Grevelingenmeer. Zelfs zou de sluis nog afwisselend als inlaat- en lozingsmiddel dienst moeten kunnen doen bij een zout Grevelingenmeer voor het geval het doorlaatmiddel in de Grevelingendam niet tijdig gereed is.

Voor de dimensionering zijn verder van belang de vervallen en dichtheidsverschillen over de sluis, waarbij de dichtheidsverschillen weer afhankelijk zijn van diepte waarop de sluis ligt.

Uit een aantal variabelen is uiteindelijk als meest aantrekkelijke oplossing gekozen een sluis met een effectief doorstroomprofiel van  $80 \text{ m}^2$  met een bodemligging op N.A.P. – 11 m. De lozingscapaciteit van de sluis bedraagt bij een gemiddeld peil op het Grevelingenmeer van N.A.P. – 0,20 m gemiddeld over het etmaal  $125 \text{ m}^3/\text{sec}$  indien er althans geen dichtheidsverschil over de sluis aanwezig is, dat is dus wanneer het meer zout blijft.

Veronderstellen we een zoet Grevelingenmeer en een zoutgehalte van het kustwater van  $14\,500 \text{ mg Cl/l}$  bij  $10^\circ \text{ C}$ , dan ontstaat er een dichtheidsverschil van  $20 \text{ kg/m}^3$ ; de lozingscapaciteit bedraagt dan  $90 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Is het Grevelingenmeer zoet en moet er geloosd worden naar kustwater met een zoutgehalte van  $18\,000 \text{ mg Cl/l}$  bij  $10^\circ \text{ C}$ , dan is het dichtheidsverschil  $25 \text{ kg/m}^3$ , en de afvoercapaciteit  $85 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

De inlaatcapaciteit bedraagt bij een zout Grevelingenmeer op een gemiddeld peil van N.A.P. – 20 cm gemiddeld over het etmaal  $140 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Met deze capaciteiten kan de sluis in samenwerking met een doorlaatmiddel in de Grevelingendam de gewenste functies, het zoet houden van een zoet Grevelingenmeer en het zout houden van een zout Grevelingenmeer, vervullen. Geforceerde doorspoeling van een zoet Grevelingenmeer, sporadisch voorkomend en van korte duur, is ook mogelijk. Om dan een lozingscapaciteit van  $100 \text{ m}^3/\text{sec}$  gemiddeld over het etmaal te realiseren moet het peil van het Grevelingenmeer, afhankelijk van het zoutgehalte van het kustwater, enigszins verhoogd worden, maximaal tot N.A.P. – 0,10 m. Zo'n geringe ver-



hoging is uit een oogpunt van recreatie en natuurbeheer wel aanvaardbaar.

Tijdens de ontzilting van het Grevelingenmeer met behulp van een dichtheidsscherm daalt de capaciteit van de sluis door de extra weerstand van het dichtheidsscherm voor de sluis geleidelijk tot minimaal 50 m<sup>3</sup>/sec gemiddeld over het etmaal. Met deze capaciteit kan het Grevelingenmeer theoretisch binnen een jaar ontzilt worden tot een zoutgehalte van ca. 300 mg Cl/l.

Bij de vormgeving van de sluisokers is gestreefd naar een venturivorm, dus met een trechtervormige in- en uitlaatopening. Met een dergelijke vormgeving kan een hoge afvoercoëfficiënt bereikt worden, zodat men kan volstaan met een kleinere bruto doorstroomopening ter plaatse van de schuiven in de keel. Bij het vaststellen van de diepteligging van de sluis zijn de volgende factoren betrokken: de frequentie van luchtaanzuigen ter plaatse van de schuiven, de golfbelasting op de schuiven, de kans op doorlopen van een golfdal in de kokers, en de kosten. Uit vergelijking van een aantal varianten is, als optimaal ontwerp de in de figuren weergegeven sluis naar voren gekomen.

Deze bestaat uit twee kokers, elk met een plafonddiepte in de keel van de sluis van N.A.P. - 6,5 m en een horizontale bodem op N.A.P. - 11 m; elke koker is in de keel 6 m breed.

De plafonddiepte aan de zeezijde en aan de Grevelingenzijde is op N.A.P. - 3 m gesteld, voornamelijk om het binnenlopen van golfdalen in de kokers zoveel mogelijk tegen te gaan en in het belang van de totale vormgeving. Uit gedetailleerd modelonderzoek naar deze koker bleek dat de afvoercoëfficiënt ongeveer 1,5 bedroeg. De kokers zijn ieder 195 m lang. In de keel meten ze 4,5 bij 6 m. De situering van de doorlaatsluis wordt mede bepaald door de diepteligging van het kunstwerk.

In verband met mogelijke aanzandingen voor de kust dient de sluis aan één van de twee diepe geulen te worden gesitueerd, die door de Brouwersdam worden afgesloten. Om uitvoeringstechnische redenen is het in verband met het aanbrengen van de bemaling van de bouwput echter gewenst de sluis buiten de diepste gedeelten van de geulen te situeren. Dan komen langs de Brouwersdam in principe de plaatranden langs de zuidelijke geul in aanmerking, waar het sluitgat is opgebouwd uit betonblokken; eventueel zullen er verbindingsgeulen van de sluis naar

het diepe water aangebracht moeten worden. Ook de plaatranden in de noordelijke geul, waar het sluitgat opgebouwd is uit caissons, komen in aanmerking. In het belang van de eventuele ontzilting is het gewenst de sluis aan de diepste, dat is de zuidelijke geul te situeren. Later zou in deze situatie behalve een sluis in de Grevelingendam en een sluis in de Brouwersdam misschien ook eens een Halskanaal tussen Grevelingenmeer en Haringvliet met een lozings- en/of inlaatfunctie, gerealiseerd kunnen worden. Uit een oogpunt van goede verdeling van de inlaat- en lozingsmiddelen over het Grevelingenmeer zou het dan goed uitkomen wanneer de sluis in de Brouwersdam langs de zuidelijke geul lag.

Voor een zout Grevelingenmeer is het ook al het meest gewenst de sluis te situeren aan de zuidelijke geul, daar uit metingen blijkt, dat het zoutgehalte voor de kust bij deze geul minder dan bij de noordelijke geul beïnvloed wordt door de zoetwaterlozingen door de Haringvlietssluisen. In een zout Grevelingenmeer zal men eveneens het kustwater met het hoogste zoutgehalte willen inlaten.

Men heeft besloten de sluis op de rand van de Middelpaas te bouwen. Aan weerszijden van de sluis zullen toeleidingsgeulen vanaf het diepe water naar de sluis gebaggerd worden op een diepte van N.A.P. - 11 m. De onderwatertaluds van de Brouwersdam zullen aan de zeezijde door een betonnen keerwand beëindigd worden, waarbij de hoogte verloopt vanaf N.A.P. bij de sluis tot N.A.P. - 11 m bij het eind van het stortebed. Aan de Grevelingenzijde bleek een betonnen grondkerende wand loodrecht op de as van de sluis de meest economische oplossing te zijn. De wanden als zijbegrenzing van het stortebed vanaf N.A.P. - 11 m tot N.A.P. + 2 m hebben dan nog uitsluitend een stroomgeleidingsfunctie en kunnen daardoor goedkoper uitgevoerd worden.

De te verwachten ontgrondingen aan weerszijden van de sluis zullen bij de toe te passen stortebedlengte van 121 m aan de zeezijde en 115 m aan de meerzijde toelaatbaar zijn. Het stortebed van de zeezijde zal geheel in de bouwput gemaakt kunnen worden, terwijl dat aan de binnenzijde grotendeels in den natte aangebracht moet worden. Aan de zuidzijde van de sluis zal een vissluis aangebracht worden, welke het mogelijk maakt vissen vanuit zee het Grevelingenmeer binnen te schutten.