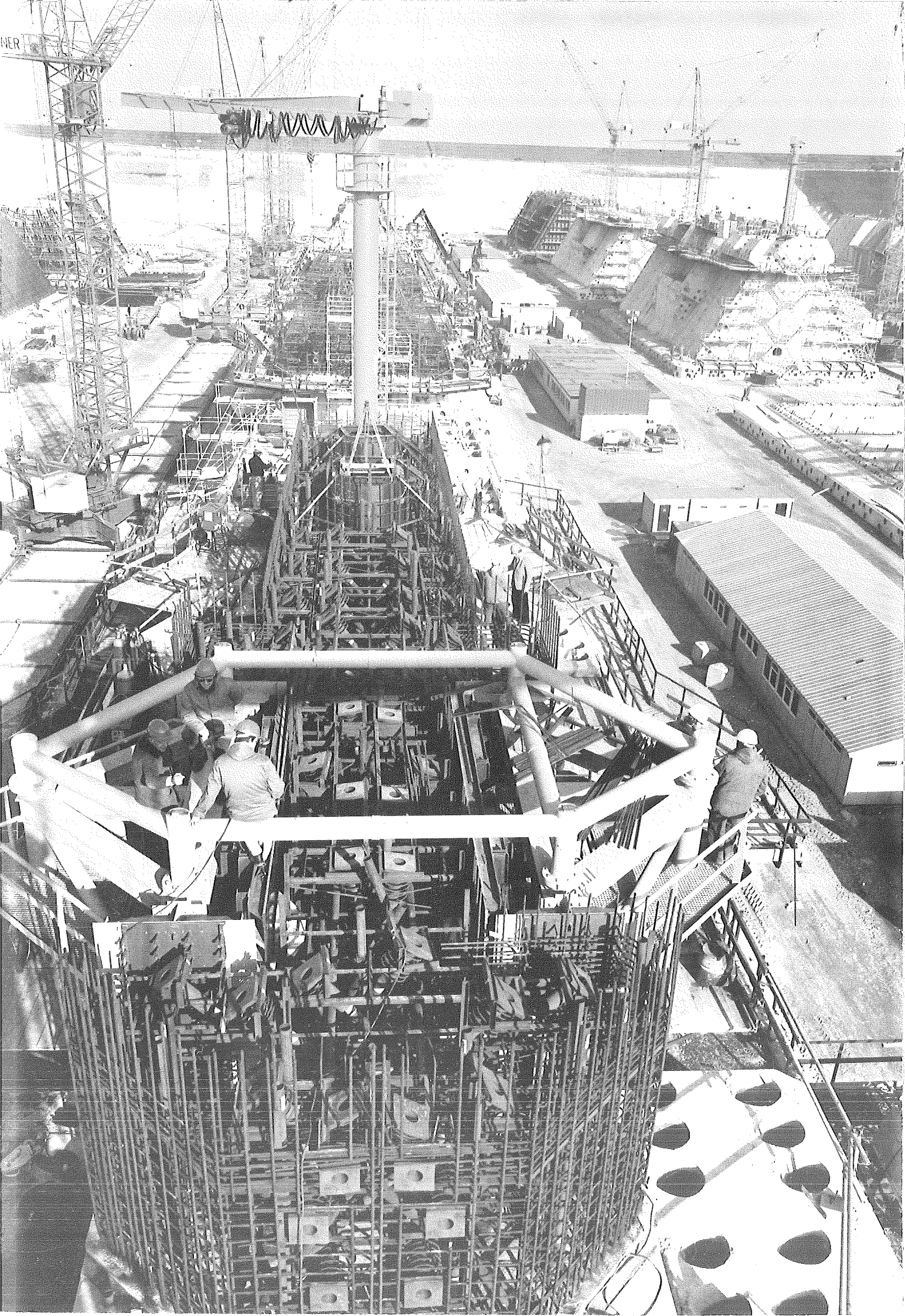




**studie
gebruiksmogelijkheden
stormvloedkering
oosterschelde**

stormvloedkering oosterschelde

een samenvatting van
een studie naar de toekomstige
gebruiksmogelijkheden bij
stormvloeden



In 1979 is een begin gemaakt met de bouw van één van de grootste "kunstwerken" ter wereld: de stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde.

Het woord **kering** zegt reeds dat met deze constructie het water indien gewenst gekeerd kan worden. Dit gebeurt door 63 stalen schuiven - elk opgehangen tussen 2 pijlers - te laten zakken.

Normaliter zijn de schuiven geheven, zodat het water in het belang van het zoute getijdemilieu door de kering heen en weer kan stromen.

Omdat op het moment van sluiten van de schuiven de getijbeweging in de Oosterschelde wordt beïnvloed of wordt onderbroken is vooruitlopend op de praktijkervaring straks met deze kering, reeds nu een studie verricht naar de relaties tussen het sluitmoment en de hoogte van de buiten- en binnenwaterstanden.

Nuchter vooruit denken en wiskundig modelonderzoek zullen met eeuwenlange waterstaatservaring inzake stormvloeden en dijkbeheer een betrouwbare basis gaan vormen voor de toekomstige veiligheid van land en milieu in het Oosterscheldegebied.

De stormvloedkering.

In juni 1976 werd het besluit genomen, de Oosterschelde af te sluiten met een stormvloedkering, een soort doorlaatsluis, die alleen onder bijzondere omstandigheden zou worden gesloten. Deze beslissing betrof slechts het principe; punten, zoals de maximale opening en de wijze waarop de stormvloedkering zou worden gebruikt, zijn toen niet aan de orde geweest. Wel stond vanaf het begin vast dat bij nadere uitwerking van het plan de veiligheid en het milieu centraal zouden moeten staan. In 1977 werd de doorlaatopening vastgesteld op 14.000 m². Dat houdt in dat de mond van de Oosterschelde met ruim 80% voorgoed zal worden verkleind. Bij Yerseke zal het gemiddelde tijverschil, nu nog 3.50 m, daardoor worden verminderd tot 2.70 m. Dit op zichzelf betekent al een zekere

beveiliging. De overblijvende opening van 14.000 m² zal onder bepaalde omstandigheden kunnen worden gesloten ter verdere beveiliging van het omringende gebied. Maar welke omstandigheden zijn dat precies, waarin zo'n maatregel genomen moet worden? Hoe kunnen zulke omstandigheden tijdig worden voorzien? Hoe lang moet de stormvloedkering als hij eenmaal dicht is, gesloten blijven? Beslissingen daarover moeten berusten op vaste, vooraf opgestelde regels.

BARCON

Om de beheersmogelijkheden van de stormvloedkering vooraf te onderzoeken, is in april 1977 een projectgroep opgericht, onder de uitheemse naam BARCON -afgeleid van "**Barrier Control**". Onder leiding van deze groep zijn studies verricht door de Rijkswaterstaat en de Rand Corporation uit de V.S. De BARCON-studie is gefaseerd opgezet. Allereerst werd er onderzoek gedaan naar de eisen waaraan de stormvloedkering technisch moet voldoen bij eventuele hoge stormvloeden. Ook werd nagegaan op welke manier je in zo'n geval de stormvloedkering moet bedienen. Deze twee aspecten vormen samen de deelstudie BARCON-I. Andere aspecten zullen in een latere fase aan de orde komen. Nadat fase I van de studie is afgerond zijn er rapporten over opgesteld.

Dat is op twee verschillende manieren gebeurd:

- Voor technici en wetenschappers zijn vier uitvoerige rapporten gemaakt in het Engels. Daarin worden de onderzoekresultaten, de wijze van werken en de effecten van het sluiten van de kering op het Oosterscheldegebied uitvoerig gepresenteerd.
- Voor ieder die zich voor de stormvloedkering interesseert, of er belang bij heeft, is een voorlichtingsbrochure gemaakt. De brochure heeft u nu onder ogen.

Deze brochure gaat dus alleen over BARCON fase I: het onderzoek naar de ontwerpisen voor de stormvloedkering, gezien vanuit het gebruik, en het onderzoek naar de wijze waarop de stormvloedkering bij hoge stormvloeden kan worden gebruikt.

We zullen nu zo precies mogelijk proberen uit te leggen waar het om gaat.

Achtereenvolgens behandelen we de volgende punten:

1. Onder welke omstandigheden moet de stormvloedkering gesloten worden?
2. Welk ogenblik kiezen we voor het sluiten en openen?
3. Wat zullen de merkbare gevolgen zijn op de Oosterschelde en in de gebieden die er aan grenzen?



Onder welke omstandigheden moet de stormvloedkering gesloten worden?

Tot nu toe dringen stormvloed-hoogwaters ongehinderd het Oosterscheldebekken binnen. Als voorbeeld is in fig. 1 het verloop gegeven van de waterstanden die bij de stormvloed van 1 februari 1953 zijn opgetreden in de mond van de Oosterschelde en ter hoogte van Wemeldinge.

Zoals bekend vernauwt de stormvloedkering de doorstroomopening in de mond van de Oosterschelde met 80%. Dit heeft tot gevolg dat de getijbeweging op de Oosterschelde wordt gedempt en bovendien enigszins in tijd verschuift. Dit gebeurt ook bij extreme waterstanden die tijdens stormen optreden. In fig. 1 is dat ter vergelijking ingetekend: het verloop van de waterstand te Wemeldinge op 1 februari 1953, als er toen een stormvloedkering was geweest, die geheel openstond. De extreme waterstanden blijken dan al lager te worden. Ter oriëntatie is in de figuur ook nog het huidige grenspeil te Wemeldinge aangegeven, dat ligt op N.A.P. + 3,30 m. Een grenspeil wordt gemiddeld eenmaal per twee jaar overschreden. De stormvloedkering dempt dus het getij, ook als hij openstaat. Zijn eigenlijke functie is echter, onaanvaardbaar hoge waterstanden op de Oosterschelde onmogelijk te maken. Welke waterstanden dat zijn, moet nog worden ingevuld.

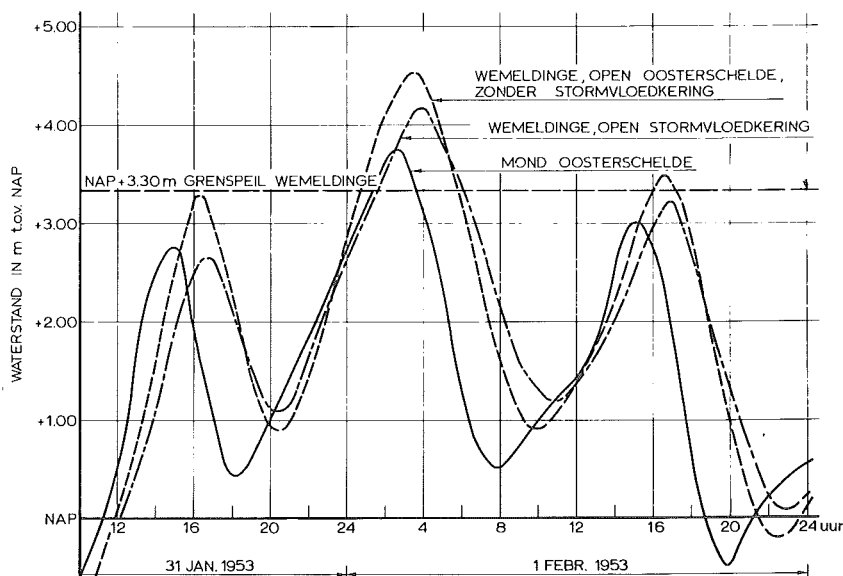


Fig. 1: Verloop waterstand bij 1953-storm.

Voor de beslissing om de stormvloedkering te sluiten kan gebruik worden gemaakt van **voorspelde** of van **optredende** hoogwaterstanden. In de meeste gevallen zal een extreme waterstand worden voorspeld. Er bestaat in Nederland namelijk een waarschuwingssysteem voor stormvloedhoogwaters. Het K.N.M.I. beschikt over een wiskundig model dat de windopzetten langs de Nederlandse kust voorspelt. Bereikt de windopzet volgens dit model een bepaalde hoogte, dan wordt de Stormvloed Waarschuwingsdienst (S.V.S.D.) ingelicht. Daar berekent men uit de voorspelde windopzet en uit het getij, hoe de waterstand gedurende de eerstkomende uren gaat verlopen. Op grond daarvan

wordt een voorspelling gegeven van de hoogte van het eerstkomende hoogwater. Bij de beslissing tot sluiten kan daarvan gebruik worden gemaakt.

Als criterium geldt het **sluitpeil**: als het eerstvolgende hoogwater volgens de voorspelling aan de zeezijde van de stormvloedkering hoger zal komen dan het sluitpeil, dan moet de kering worden gesloten. De precieze hoogte van het sluitpeil is nog niet bepaald. De voorspelling van stormvloedhoogwaters heeft een zekere mate van onbetrouwbaarheid. Een hoge waterstand kan wel eens te laag, te laat of helemaal niet worden voorspeld. Daarom wordt ook altijd de werkelijk optredende waterstand aan de zeezijde van de stormvloedkering gevolgd, en getoetst aan het -ook nog niet vastgestelde- **alarmpeil**: zodra de waterstand aan de zeezijde van de kering het alarmpeil bereikt, wordt de stormvloedkering onmiddellijk gesloten. Zowel het sluitpeil als het alarmpeil gelden voor de buitenzijde van de stormvloedkering. Voor het sluitpeil is er geen andere mogelijkheid, want alle voorspellingen betreffen hoogwaters aan de buitenzijde van de kering. Voor het alarmpeil is de reden, dat de buitenwaterstand 1 à 2 uur vóórloopt op de waterstand in het Oosterscheldebekken. Door de buitenwaterstand te volgen, ben je dus iets eerder ingelicht over de ontwikkelingen van de binnenwaterstand



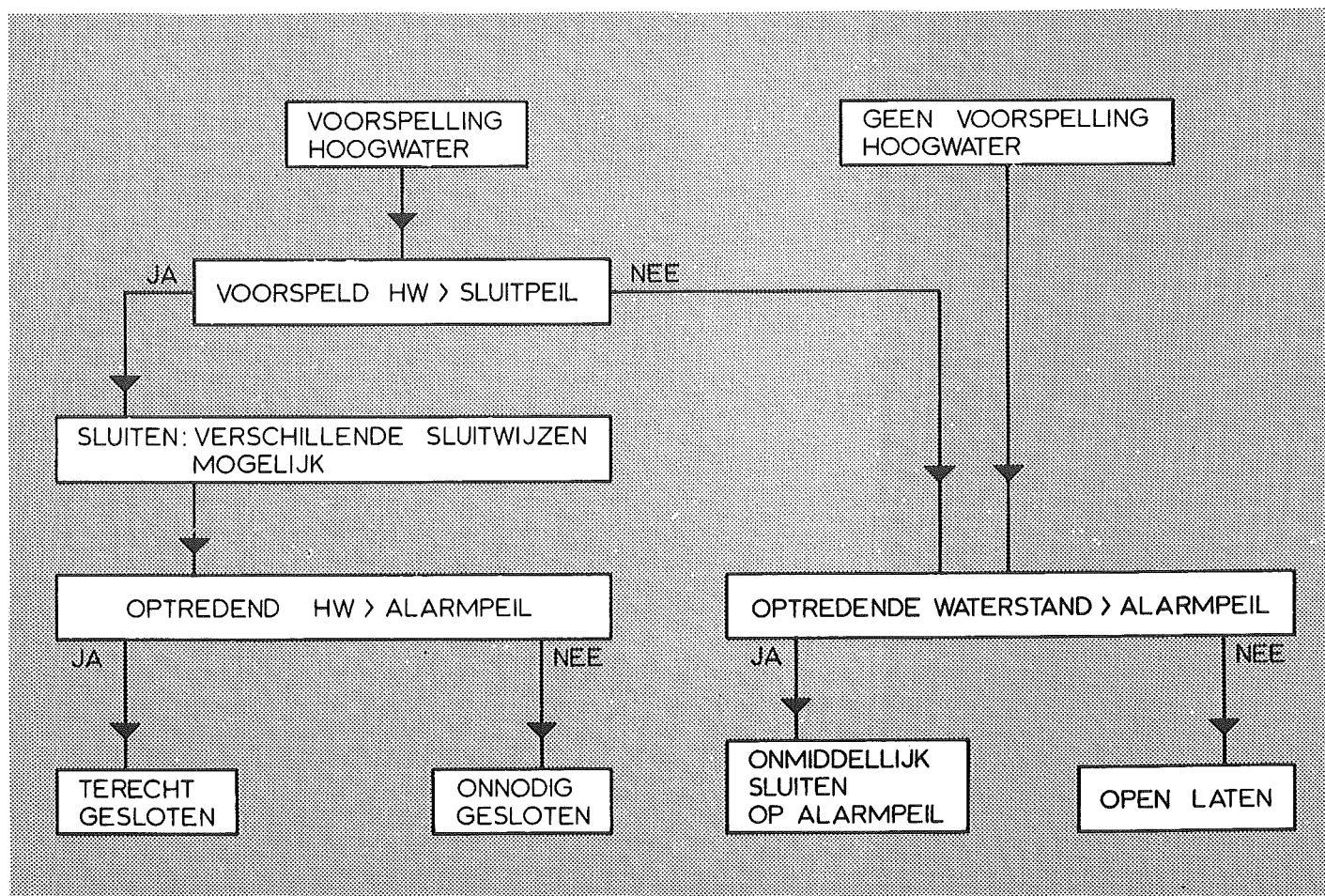


Fig. 2: Rol van het sluitpeil en het alarmpeil bij de beslissing tot sluiten van de kering.

In fig. 2 is in schema weergegeven hoe de besluitvorming tot het sluiten van de stormvloedkering verloopt. Het blijkt dat de kering alleen openblijft als de voorspelde hoogwaterstand onder het sluitpeil en de optredende waterstand onder het alarmpeil blijft.

Nadat sluiting heeft plaatsgevonden op basis van een voorspelling, kan achteraf worden beoordeeld of de sluiting wel nodig is geweest, met andere woorden, of de optredende buitenwaterstand wel hoger is gekomen dan het alarmpeil. Zo ja, dan is er terecht gesloten, zo nee, dan was de sluiting niet nodig geweest.

Hoe hoog moeten sluitpeil en alarmpeil worden gekozen? De hoogte van het alarmpeil bepaalt, hoe vaak de stormvloedkering minstens gesloten wordt. Sluitingen op basis van een voorspelde

overschrijding van het sluitpeil, die niet worden gevolgd door een werkelijke overschrijding van het alarmpeil, onnodige sluitingen dus, verhogen dat aantal nog.

Aan de andere kant bepaalt de hoogte van het alarmpeil de maximale waterstanden die op de Oosterschelde zullen voorkomen. Een laag alarmpeil betekent dikwijls sluiten, en relatief lage maximale waterstanden op de Oosterschelde. Een hoog alarmpeil zal tot gevolg hebben dat de stormvloedkering niet vaak dicht hoeft; maar op het bekken worden dan relatief hoge maximale waterstanden toegelaten.

Als het alarmpeil eenmaal gekozen is, dan rest de keuze van het sluitpeil. De combinatie van alarmpeil en sluitpeil bepaalt, gegeven een zekere onbetrouwbaarheid van de voorspellingen, hoe vaak er in verhouding terecht wordt gesloten op basis van een

voorspelling, en hoe vaak onnodig, en tevens hoe vaak er onmiddellijk moet worden gesloten op alarmpeil.

Zou het sluitpeil veel hoger liggen dan het alarmpeil, dan zullen vrijwel alle sluitingen als onmiddellijke sluitingen op het alarmpeil worden uitgevoerd. Er wordt dan net zo vaak gesloten als de bij het alarmpeil behorende minimale sluitfrequentie aangeeft. Ligt het sluitpeil daarentegen veel lager dan het alarmpeil, dan zal het aantal onmiddellijke sluitingen op alarmpeil zeer gering zijn, maar het aantal onnodige sluitingen aanzienlijk. Er wordt in dat geval veel vaker gesloten dan overeenkomt met de minimale sluitfrequentie die bij het alarmpeil behoort. De keuze van de hoogten van het alarmpeil en het sluitpeil is daarom van wezenlijk belang voor het toekomstig beheer van de stormvloedkering.

Welk ogenblik kiezen we voor het sluiten en openen?

Voor het gebruik van de stormvloedkering zijn verschillende richtlijnen ontwikkeld. Sommige betreffen het sluiten, en andere het openen van de kering. De richtlijn die men kiest, bepaalt het verloop van de binnenwaterstand; samen met de sluitfrequentie is die weer bepalend voor de gevolgen die een sluiting heeft op het Oosterscheldebekken. De richtlijnen hebben in belangrijke mate te maken met het precieze moment in het getij waarop de stormvloedkering wordt gesloten c.q. geopend.

Richtlijnen voor sluiting.

We beperken ons hierbij tot een paar basistypen. We beginnen met een geval waarbij op basis van voorspelde hoogwaterstanden wordt gesloten. Over het algemeen is de voorspelde hoogwaterstand ruim zes uur van te voren bekend. Dit maakt het in principe mogelijk nog nader te bepalen, op welk tijdstip er zal worden gesloten.

Wanneer een overschrijding van het sluitpeil wordt voorspeld, kan de kering bijvoorbeeld worden gesloten op de laagwaterkentering, dat wil zeggen op het moment rond laagwater, wanneer de waterstanden buiten en binnen de kering gelijk zijn. We noemen dit "**sluiten op laagwaterkentering**". In fig. 3 is voor een "sluiting op laagwaterkentering" het verloop weergegeven van de buitenwaterstand en de binnenwaterstand nabij Wemeldinge, bij de storm van 1953. Dit verloop is berekend met een wiskundig getijmodel van de Oosterschelde en het aangrenzende mondingsgebied. Het verval tijdens sluiten is gering, wat de eisen aan de bewegingswerken van de schuiven, en eventuele problemen met schuiftrillingen beperkt; ook de aanval op de bodembescherming blijft betrekkelijk klein. Ten gevolge van deze wijze van sluiten zullen de binnenwaterstanden na het sluiten laag zijn, en bovendien quasi-stagnant, dat wil zeggen dat de binnenwaterstand langzaam verandert. De binnenwaterstand loopt nl. nog iets op ten gevolge van lek langs de schuiven en door de

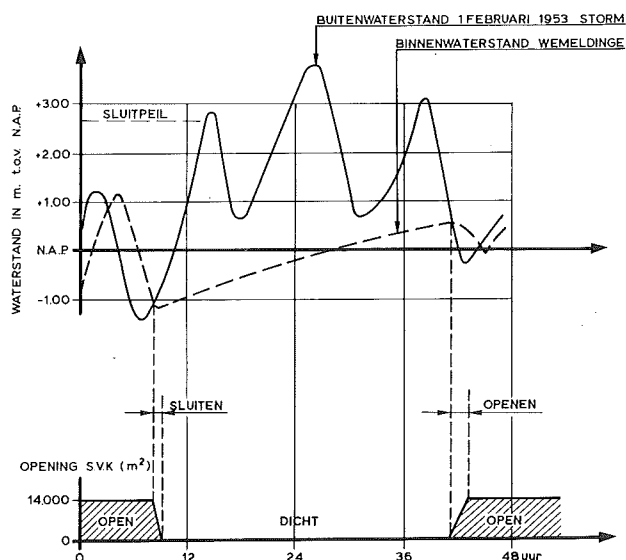


Fig. 3: Sluiten op laagwaterkentering.

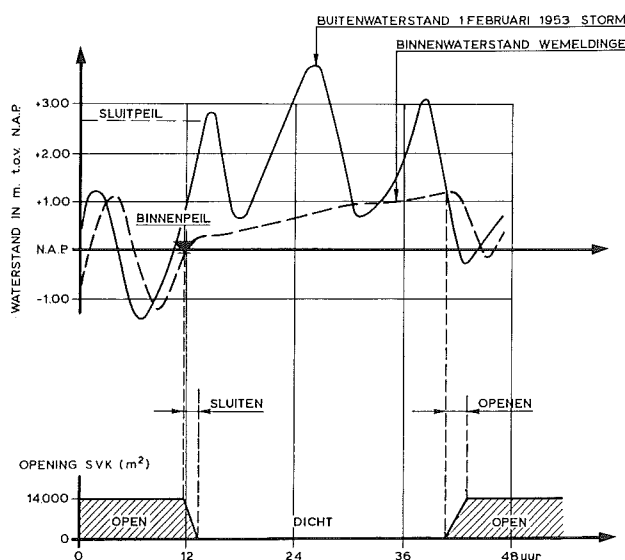


Fig. 4: Sluiten op laag binnenpeil.

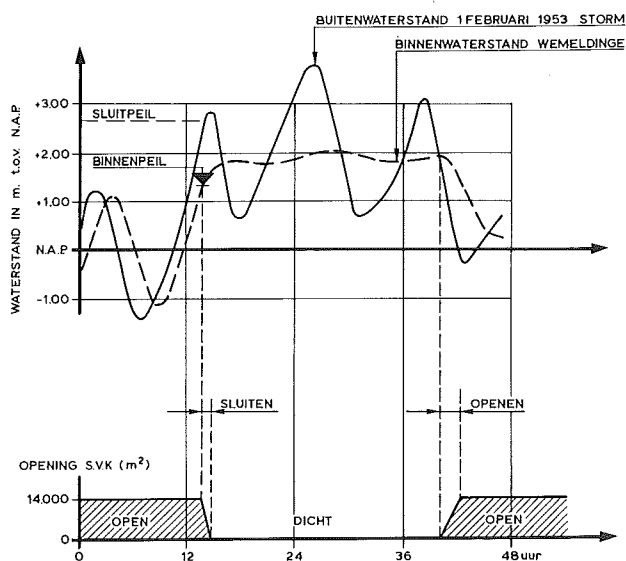
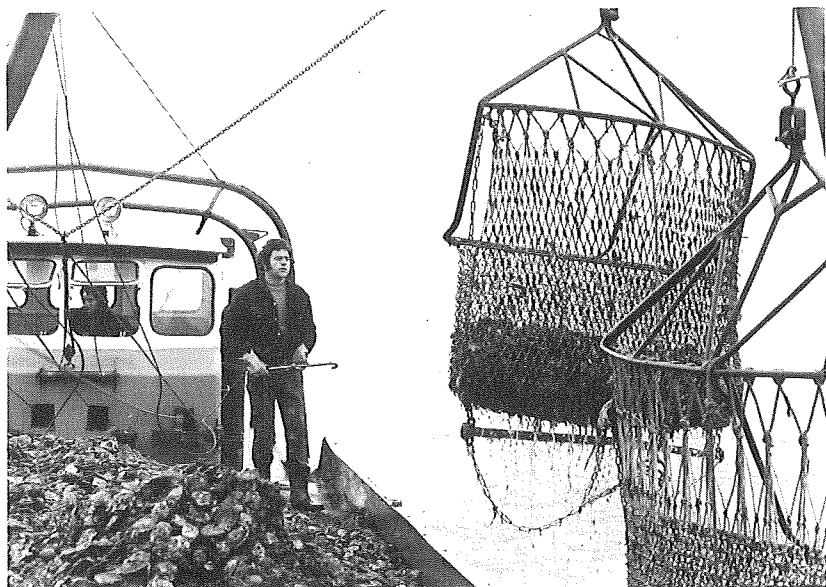


Fig. 5: Sluiten op hoog binnenpeil



drempel, of ook ten gevolge van eventuele golfoverslag over de kering. Het verval over de kering is na een sluiting op laagwaterkentering echter groot, wat een grote belasting meebrengt voor de gesloten stormvloedkering.

Door de lage quasi-stagnante waterstanden vindt de golfaanval binnen het bekken dan plaats in een zône, gelegen nabij de teen van de dijken. Hetzelfde geldt voor de randen van de platen, die kunnen afbrokkelen, met mogelijke gevolgen voor het milieu en de visserij. Bovendien bestaat bij langere sluitduur de kans dat de bodemdieren in de platen uitdrogen.

Om deze reden zijn ook andere mogelijkheden uitgewerkt, waarbij de binnenwaterstanden hoger zijn, of niet quasi-stagnant, maar variabel.

Een hogere binnenwaterstand kan bijvoorbeeld bereikt worden door het zogenaamde **"sluiten op binnenpeil"**.

Wanneer een overschrijding van het sluitpeil wordt voorspeld, wordt de kering in dit geval niet gesloten op de laagwaterkentering, maar wat later, op het moment dat de binnenwaterstand met het opkomen van de vloed een bepaald gekozen binnenpeil bereikt. De binnenwaterstand na de sluiting hangt af van dit binnenpeil. In fig. 4 en 5 vindt men het berekende verloop van de waterstanden bij de storm van 1953, wanneer deze richtlijn wordt toegepast. Er zijn voorbeelden

gekozen met een laag binnenpeil, op ongeveer N.A.P., en een hoog binnenpeil, op N.A.P. + 1,50 m. Op deze manier kunnen de binnenwaterstanden na sluiting redelijk nauwkeurig op vooraf gekozen hoogten worden ingesteld. Het gevolg is, dat moet worden gesloten bij een zeker verval over de kering, wat tot gevolg heeft dat er een zogenaamde "translatiegolf" over het bekken loopt, die overigens niets gevaarlijks heeft. Het verval over de kering in gesloten toestand is kleiner dan bij een "sluiting op laagwaterkentering". De binnenwaterstanden kunnen op hogere niveaus worden ingesteld; maar ze blijven quasi-stagnant. Daardoor blijft het nog niet gekwantificeerde

probleem van de golfaanval in een beperkte zône van de glooiingen of taluds van de dijken en op de kliffen van de schorren die op verschillende plaatsen langs de Oosterschelde liggen, bestaan. Een golfaanval die zich gedurende een storm lange tijd op nagenoeg één niveau richt, kan belangrijke schade toebrengen aan de schorren.

Zo'n geconcentreerde golfaanval kan worden vermeden als de waterstand op het afgesloten bekken niet quasi-stagnant is, maar duidelijk in hoogte wisselt. Dit kan worden bereikt door de richtlijn **"gedeeltelijk sluiten"**, en wel als volgt. Wanneer overschrijding van het sluitpeil wordt voorspeld, wordt de kering op de laagwaterkentering gesloten, maar... slechts gedeeltelijk. De overblijvende doorstroombopening hangt af van de hoogte van het voorspelde hoogwater en de hoogte van de waterstand tijdens de laagwaterkentering. In elk geval wordt de opening zo ingesteld dat de maximale waterstand op het bekken beneden een bepaald voorgeschreven peil blijft. In fig. 6 vindt men het berekende verloop van de waterstanden bij de storm van 1953 wanneer deze richtlijn wordt toegepast. Het verval tijdens sluiten is klein. Het verval in gedeeltelijk gesloten toestand is kleiner dan het verval dat bij de eerder genoemde manieren van sluiten in gesloten toestand optreedt. De binnenwaterstand heeft een wisselend karakter, omdat het bekken nog tot op zekere hoogte het getij buiten blijft volgen.

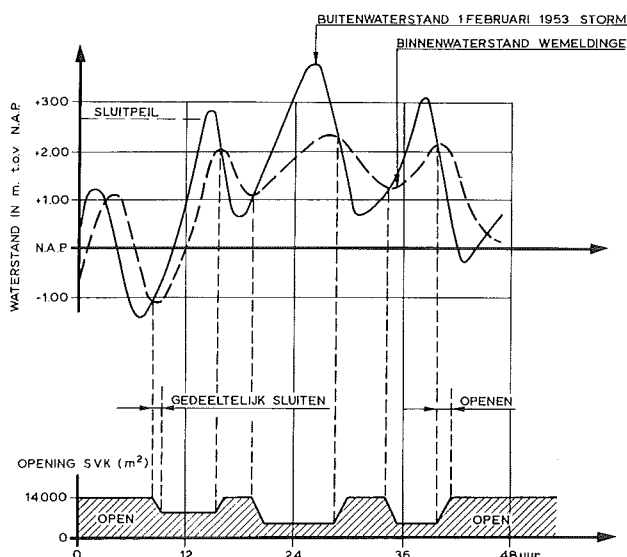


Fig. 6: Gedeeltelijk sluiten.

De richtlijnen die tot nu toe werden besproken, gaan er allemaal van uit dat de stormvloedkering wordt gesloten op basis van een voorspelde overschrijding van het sluitpeil. Als de voorspelling van de waterstand echter te laag blijkt, of als er om wat voor reden ook geen voorspelling wordt gegeven, dan kan er toch nog worden besloten de stormvloedkering dicht te doen, namelijk zodra de optredende buitenwaterstand het alarmpeil overschrijdt. We noemen dit dan ook **"sluiten op alarmpeil"**. In fig. 7 is te zien hoe het berekende verloop is van de binnenwaterstand bij de storm van 1953 onder de veronderstelling dat deze richtlijn wordt toegepast. De optredende binnenwaterstand is na het sluiten relatief hoog. Het verval over de kering is tijdens het sluiten aanzienlijk. Het maximale verval in gesloten toestand is van dezelfde orde van grootte als bij een sluiting op een hoog binnenpeil.

Richtlijnen voor het openen.

Wanneer de hoge buitenwaterstanden, welke noodzaakten tot sluiting van de stormvloedkering weer afnemen, wordt het tijd de stormvloedkering te openen, zodat de getijbeweging op het bekken wordt hersteld. Voor het openen van de kering zijn twee varianten denkbaar. Mogelijkheid 1 houdt in dat de schuiven worden geheven op het moment dat de buitenwaterstand zakt onder de binnenwaterstand. Bij mogelijkheid 2 gebeurt dat ook, echter alleen als vaststaat dat het eerstvolgende voorspelde hoogwater aan de buitenzijde van de kering beneden het sluitpeil zal blijven. Is er een hoogwater voorspeld boven dat peil,

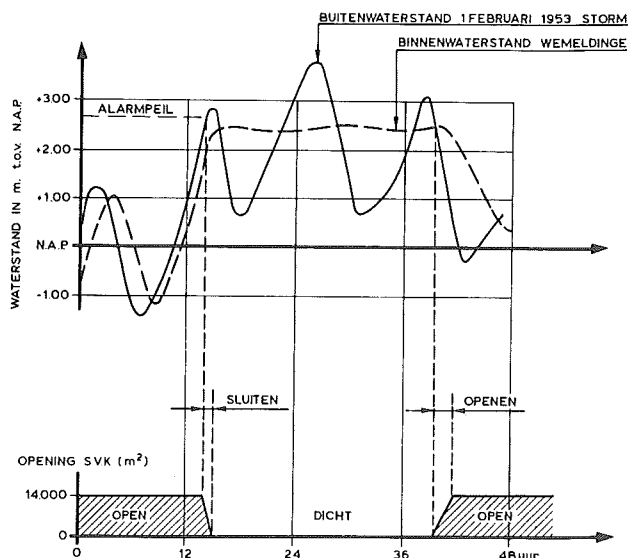


Fig. 7: Sluiten op alarmpeil.

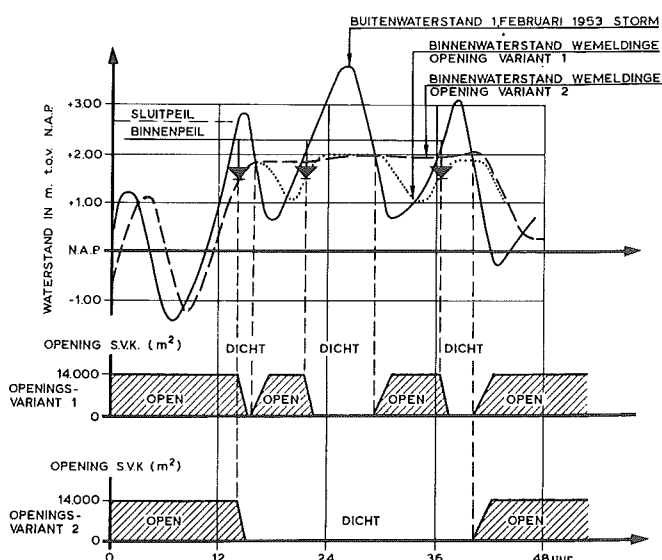


Fig. 8: Twee mogelijke varianten voor het openen van de stormvloedkering.

dan blijft de stormvloedkering dicht. Men wil dan niet de kans lopen dat de kering wordt geopend en daarna opnieuw moet worden gesloten tijdens een zware storm. Eis bij deze tweede richtlijn voor de opening is wel dat er een voorspelling beschikbaar is van de komende hoogwaterstanden. In de figuren 3, 4, 5 en 7 is er stilzwijgend van uitgegaan dat deze tweede richtlijn zou worden gevolgd. In fig. 8 zijn beide openingsvarianten in beeld gebracht. De sluiting heeft hier plaatsgevonden op een hoog binnenpeil. Het waterstandsverloop is weer berekend op basis van de storm van 1953. Volgens mogelijkheid 1 wordt de kering geopend tussen de beide hoogwaters. Variant

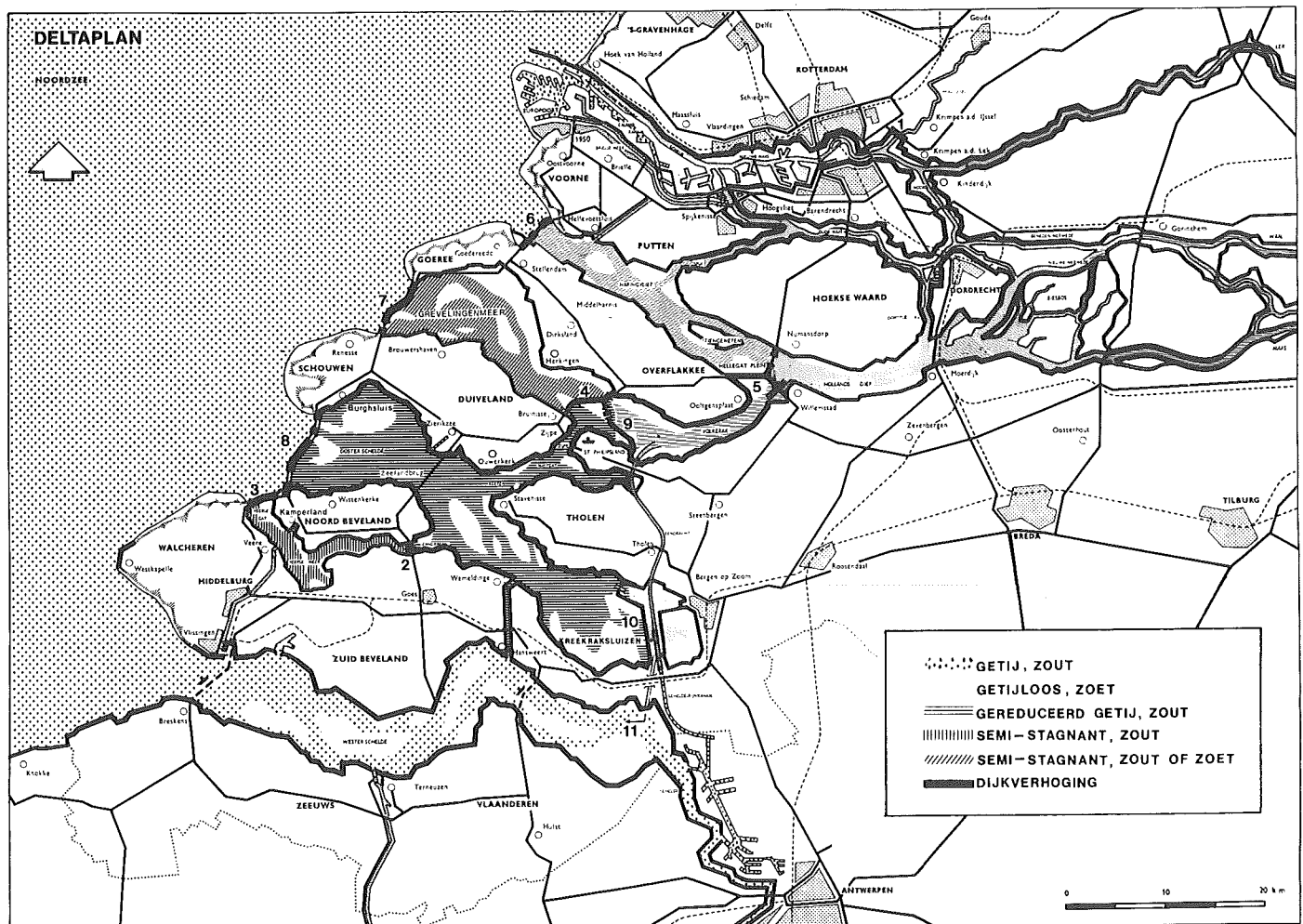
2 leidt tot de beslissing, de stormvloedkering dicht te laten. Nu volgt er dus een langere periode met een quasi-stagnante waterstand, wat gevolgen kan hebben voor het milieu en eventueel voor de toestand van de waterkeringen in het Oosterscheldegebied. Nadat de waterstanden op de Oosterschelde gedurende enige tijd quasi-stagnant zijn geweest, gaan ze na de opening van de kering weer meedoen aan de getijbeweging. Dit betekent dat de binnenwaterstand zal dalen. Wanneer vanwege de snelle daling van het waterpeil problemen worden verwacht ten aanzien van de stabiliteit van dijken en oevers, dan kan de opening geleidelijk worden uitgevoerd.

Waterloopkundige gevolgen.

Voor het bepalen van de waterloopkundige omstandigheden die zullen optreden bij de verschillende manieren van sluiten en openen, is gebruik gemaakt van een wiskundig model dat bij een gegeven verloop van de buitenwaterstand en een gegeven manier van sluiten en openen berekent hoe de binnenwaterstand verloopt. Met dit model is doorgerekend wat er waterloopkundig gebeurt bij het

sluiten en openen van de stormvloedkering. Als uitgangsgegevens zijn de buitenwaterstanden gebruikt die werden geregistreerd tijdens een aantal stormen in de periode 1920-1970. Tevens zijn de berekende buitenwaterstanden gebruikt van enkele extreme stormen, waarvan de maximale waterstanden statistisch gezien gemiddeld maar eens in de 4000 jaar worden bereikt. Dit in verband met het feit dat de dammen in Zuidwest-Nederland veiligheid moeten bieden tegen stormvloeden

die deze kans van voorkomen hebben. Weliswaar zijn deze extreme stormvloedstanden nooit waargenomen, maar ze konden worden berekend met behulp van een wiskundig model van het K.N.M.I. Langs deze wegen is bepaald welke maximale vervallen er over de kering kunnen staan tijdens een sluiting en in gesloten toestand, en hoe de binnenwaterstand kan verlopen. Voor de vervallen zijn statistische conclusies getrokken in de vorm van



overschrijdingsfrequentieverdelingen. Hieruit blijkt dat de vervallen tijdens het sluiten van de kering het grootst zullen zijn bij een "sluiting op alarmpeil". De vervallen in gesloten toestand zijn het grootst bij een "sluiting op laagwaterkering". Op grond van deze gegevens is de stormvloedkering zo ontworpen, dat alle hier behandelde manieren van openen en sluiten er mee kunnen worden uitgevoerd. Voor het verval tijdens het sluiten is daarom de "sluiting op alarmpeil" als maatgevend gekozen, en voor het verval in gesloten toestand de "sluiting op laagwaterkering". De gevolgen die een sluiting heeft voor het Oosterscheldebekken, worden bepaald door het verloop van de binnenwaterstand. Belangrijk zijn vooral de gemiddelde hoogte en de duur van die waterstand. Met betrekking tot de stormen tussen 1920 en 1970 vinden we daarvoor waarden die als punten zijn uitgezet in de figuren 9, 10, 11 en 12 respectievelijk bij een sluiting op de laagwaterkering, op een laag en een hoog binnenpeil en bij het alarmpeil. Voor zowel het sluitpeil als het alarmpeil is daarbij N.A.P. + 2,75 m gekozen. Voor het openen is variant 2 toegepast. Bij de "gedeeltelijke sluiting", waarbij de kering dus niet helemaal dicht gaat, wordt het verloop van de binnenwaterstand gekenmerkt door variatie in de binnenwaterstanden, en de duur van de gedeeltelijke sluiting. Figuur 13 laat dit zien, met behulp van een aantal 'stokken' die de waterstandvariaties aangeven voor de stormen tussen 1920 en 1970, bij een verondersteld sluitpeil op N.A.P. + 2,75 m. De figuren 9 tot en met 13 geven een beeld van de waterloopkundige gevolgen, die te verwachten zijn bij verschillende soorten sluitingen. Ze worden gebruikt om de voor- en nadelen van de verschillende richtlijnen voor het sluiten en openen van de kering tegen elkaar af te wegen.

We mogen dan ook concluderen dat de hoogte van de binnenwaterstanden en de gemiddelde duur daarvan, behorende bij de verschillende richtlijnen voor het sluiten en openen van de stormvloedkering, een wezenlijke rol spelen bij de afwegingen in het toekomstig beheer.

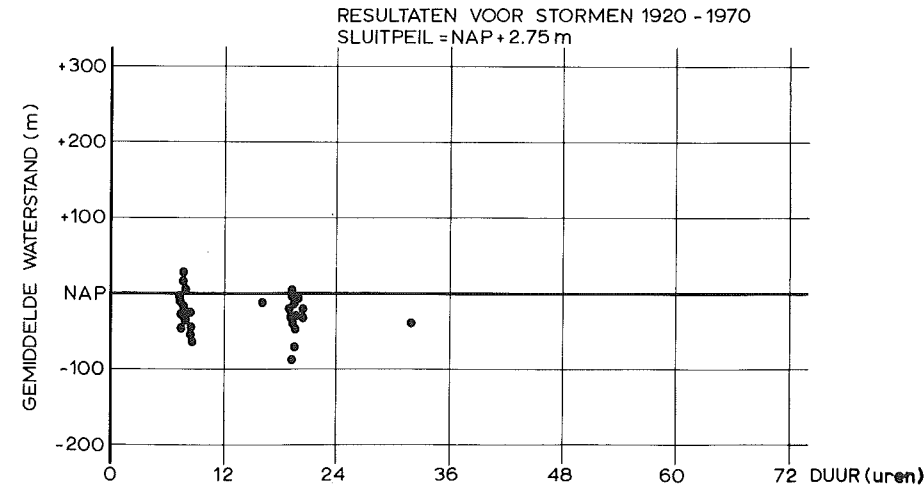


Fig. 9: Hoogte en duur van de gemiddelde waterstand na sluiting op laagwaterkentering.

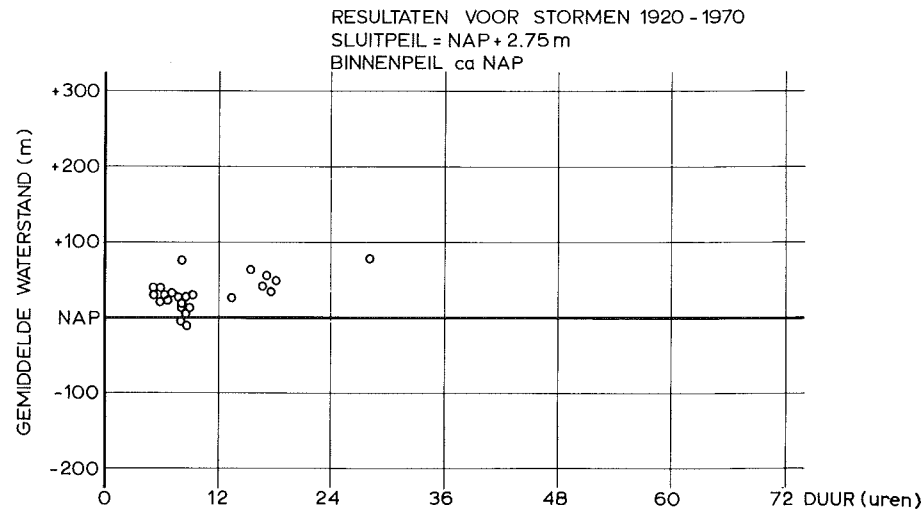


Fig. 10: Hoogte en duur van de gemiddelde waterstand na sluiting op een laag binnenpeil.

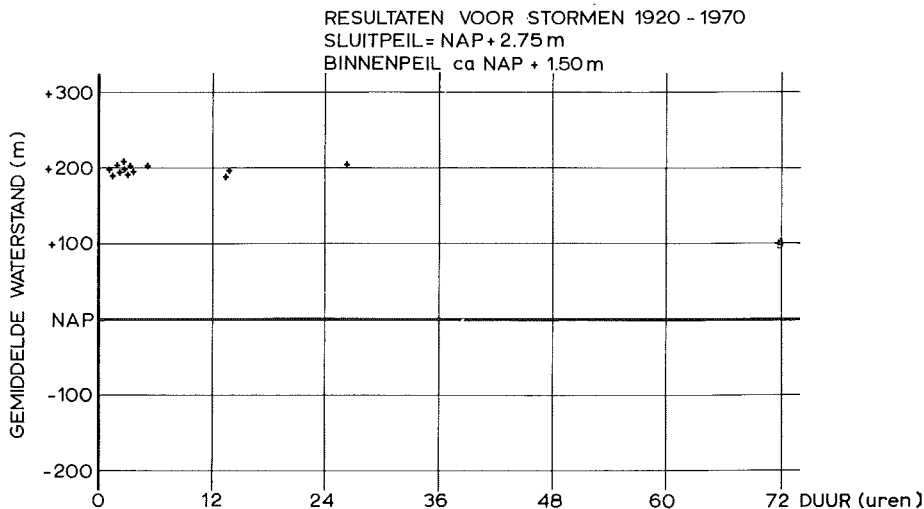


Fig. 11: Hoogte en duur van de gemiddelde waterstand na sluiting op een hoog binnenpeil.

Wat zullen de merkbare gevolgen zijn op de Oosterschelde en in de gebieden die eraan grenzen?

Welke gevolgen de verschillende vormen van beheer met de stormvloedkering zullen hebben voor het Oosterscheldebekken, hangt vooral van twee dingen af: hoe vaak wordt de stormvloedkering gesloten, en hoe verloopt de waterstand op het bekken tijdens zo'n periode van gehele of gedeeltelijke sluiting? De sluitfrequentie hangt zoals gezegd samen met de hoogte van het sluitpeil en het alarmpeil. De binnenwaterstanden hangen primair af van de toegepaste richtlijnen voor het sluiten en openen van de kering;

daarnaast tot op zekere hoogte ook weer van het sluit- en alarmpeil. Het gebruik van de stormvloedkering is van invloed op de veiligheid van de waterkeringen rondom de Oosterschelde; maar ook op het milieu van het Oosterscheldebekken, op de visserij, de waterhuishouding, de scheepvaart en de havens. De gevolgen die het openen en sluiten heeft voor de belastingen op de stormvloedkering zelf, laten we hier buiten beschouwing, omdat de kering zo is ontworpen dat alle hier besproken richtlijnen in ieder geval kunnen worden uitgevoerd. Laten we liever kijken naar enkele effecten die het beheer heeft op de veiligheid en het milieu van het Oosterscheldebekken.

Bij het aspect **veiligheid** maken we onderscheid tussen situaties waarbij de kering nog openstaat, en die situaties waarin de stormvloedkering geheel of gedeeltelijk gesloten is. De stormvloedkering blijft volledig openstaan zolang de voorspelde waterstand onder het sluitpeil en de optredende waterstand onder het alarmpeil blijft. Deze peilen bepalen dus de hoogste waterstanden die op het Oosterscheldebekken worden toegelaten. De maximale waterstanden op de Oosterschelde zullen als gevolg van het verkleinde doorstroombroef in ieder geval minder hoog komen dan in de tegenwoordige toestand bij storm. Het aanvalspatroon blijft vrijwel hetzelfde; evenals thans zal de waterstand wisselen, en gepaard gaan met golfaanval. Bij deze situaties met open stormvloedkering worden in de toekomst geen problemen verwacht. Wordt de stormvloedkering gesloten, dan verandert de toestand: er komt dan in de meeste gevallen een quasi-stagnante waterstand; alleen bij de gedeeltelijke sluiting zal de waterstand blijven variëren. Bij een quasi-stagnant waterpeil verandert het aanvalspatroon op de dijken.

Er zal dan ook onder die omstandigheden extra aandacht moeten worden gegeven aan de stabiliteit van de binnentaluds van de Oosterscheldebekken. Bij langdurige hoge quasi-stagnante waterstanden zou die namelijk op de proef kunnen worden gesteld. Ook dient speciale aandacht te worden gegeven aan de golfaanval, die zich in een periode met quasi-stagnante waterstand over een geringere hoogte (kleinere oppervlakte) van de glooiing op het buitentalud beweegt. Naar de stabiliteit van de binnentaluds is onderzoek uitgevoerd. Uit de stormen tussen 1920 en 1970 is berekend hoe lang de perioden van sluiting zullen kunnen zijn, en hoe hoog de binnenwaterstanden. De relaties tussen deze twee waarden zijn getekend in fig. 9 tot en met 12. Om te zien of de binnentaluds onder zulke omstandigheden stabiel blijven, is uitgegaan van een ruime bovengrens: een waterstand van N.A.P. + 3 m, die drie etmalen aanhoudt. Bovendien is bij dit

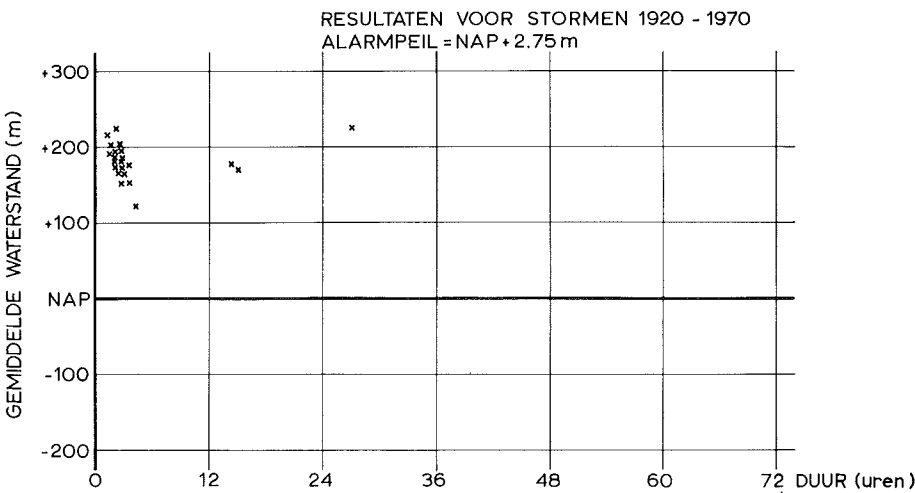


Fig. 12: Hoogte en duur van de gemiddelde waterstand na sluiting op alarmpeil.

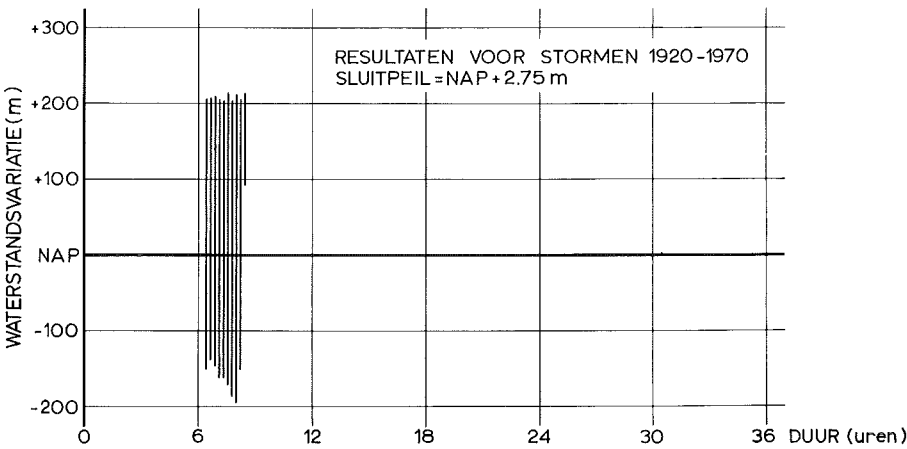


Fig. 13: Waterstandsvariëties en sluitduur bij gedeeltelijke sluiting.

onderzoek uitgegaan van de gevoeligste dijkgedeelten. Uit stabiliteitsberekeningen voor deze dijkvakken is naar voren gekomen dat ze onder de genoemde omstandigheden alle stabiel blijven. Als dit geldt voor de maatgevende dijken, dan zal het ook voor de overige dijken rond de Oosterschelde opgaan. Wellicht zijn de dijken ook nog wel bij hogere quasi-stagnante waterstanden dan N.A.P. + 3 m stabiel, maar daar zijn geen stabiliteitsberekeningen voor uitgevoerd.

In fig. 14 is aangegeven welke combinaties van quasi-stagnante waterstand en duur met het oog op de stabiliteit van de binnentaluds aanvaardbaar zijn. Voor combinaties die binnen het lichtgrijze gebied vallen is de stabiliteit voldoende. Voor het donkergrijze gebied daarbuiten, is dat nog onbekend. Donkergrijs betekent daar dus niet: onaanvaardbaar, maar: onzeker. De grens tussen licht- en donkergrijs is in werkelijkheid minder scherp dan in de figuur. Over het effect van een geconcentreerde golfaanval op de dijkglooiingen is nog weinig bekend. De glooiingen van de dijken rond de Oosterschelde worden geïnvventariseerd; en gezocht wordt naar ervaringen in soortgelijke situaties, en naar modelresultaten die op dit probleem betrekking hebben. Wanneer de "gedeeltelijke sluiting" wordt toegepast, en de waterstanden blijven in voldoende mate variëren, dan zullen de hierboven besproken problemen vrijwel geen rol spelen. Alle andere soorten sluitingen, die quasi-stagnante waterstanden tot gevolg hebben, kennen zulke problemen wel. Vanwege ons gebrek aan kennis inzake de gevolgen van de geconcentreerde golfaanval, kan geen plaatje voor de toelaatbaarheid ervan worden gegeven.

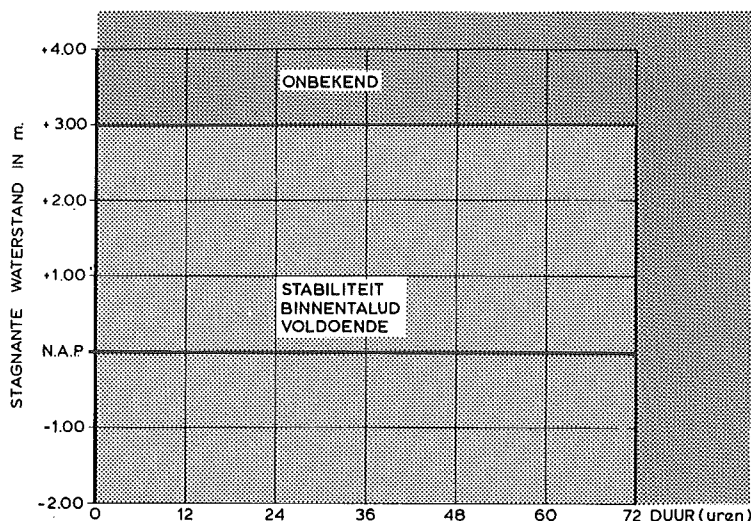
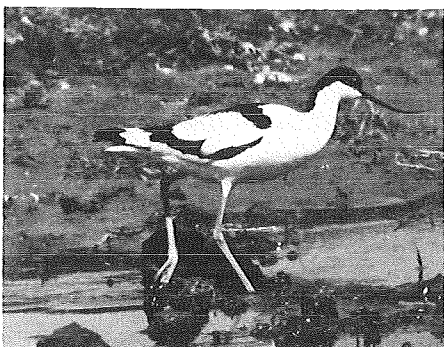


Fig. 14: Stagnante waterstand - duur combinaties, waarbij stabiliteit binnentalud dijken voldoende is. (lichtgrijze gebied)

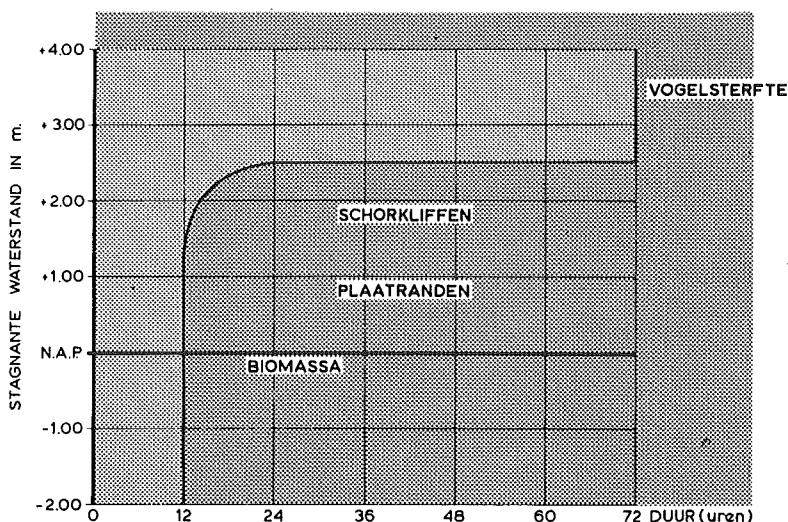


Fig. 15: Ongewenste stagnante waterstand-duur combinaties voor het milieu. (donkergrijze gebied)

Ook voor het milieu zijn de sluitfrequentie en de hoogte en de duur van de quasi-stagnante binnenwaterstanden van belang. Als er wordt gesloten met een frequentie in de orde van éénmaal per jaar, dan zal dat naar verwachting geen bijzondere gevolgen hebben voor het milieu. Ook wanneer de binnenwaterstand in voldoende mate wisselt - zoals wanneer de stormvloedkering openstaat, of bij "gedeeltelijke sluiting" - zijn er geen bijzondere effecten op het milieu te verwachten. Anders wordt het bij volledige sluiting van de stormvloedkering, wanneer er quasi-stagnante waterstanden optreden. Wanneer de quasi-stagnante waterstand langdurig laag is, kan de

biomassa die in het intergetijdegebied leeft, beginnen af te sterven. Door de langdurige concentratie van de golfaanval in een beperkte zone, kan erosie van plaatranden en schorkliffen optreden. Bij hoge quasi-stagnante waterstanden kunnen de voedselgebieden voor sommige vogelsoorten onder water komen te staan, wat tot vogelsterfte kan leiden. Wanneer de duur en de hoogte van de waterstanden waarbij deze ongewenste gevolgen optreden in één figuur worden samengebracht, dan ontstaat het donkergrijze vlak van fig. 15. De grens is ook hier minder scherp dan in de figuur. Wat we hiermee willen aangeven is een indicatie op basis van de tegenwoordige inzichten.



In de figuren 16 en 17 zijn de zônes aangegeven, die zowel vanuit een oogpunt van veiligheid als vanuit milieu-overwegingen aanvaardbaar kunnen worden genoemd. Voor situaties met een wisselende waterstand -fig. 16- is alleen aangegeven waar de fictieve bovengrens ligt met het oog op de veiligheid. Dat is het maximum van de gemiddelde waterstand die bij de berekeningen is gehanteerd. In de figuur is deze fictieve hoogte aangegeven op N.A.P. + 3 m. Als de binnenwaterstand voldoende varieert, is er vanuit een milieu-oogpunt geen begrenzing. Voorts zal nog nader inhoud moeten worden gegeven aan termen zoals (on)gewenst en (on)aanvaardbaar. De figuren 14 en 15 zijn samen-gevoegd tot figuur 17. Deze figuur biedt dus een soort slotconclusie over de gevolgen van quasi-stagnante waterstanden voor veiligheid en milieu. Bovendien kan het mogelijke gevolg van een geconcentreerde golf-aanval niet worden aangegeven, want die is onbekend.

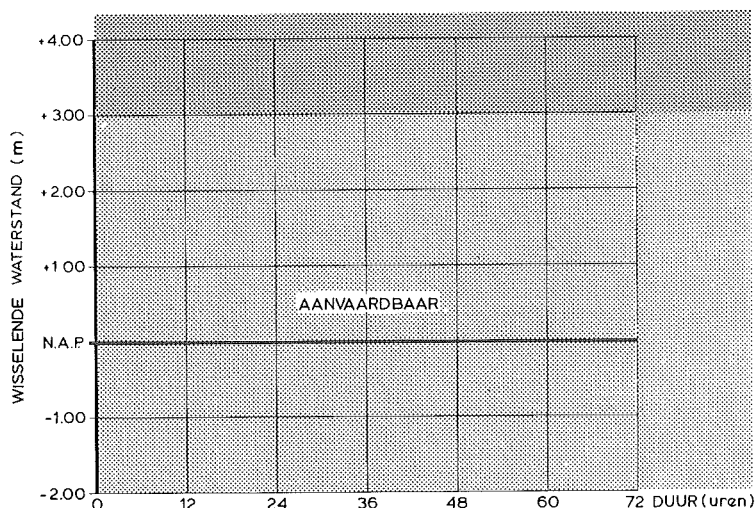


Fig. 16: Aanvaardbare wisselende waterstand naar hoogte en duur. (lichtgrijze gebied)

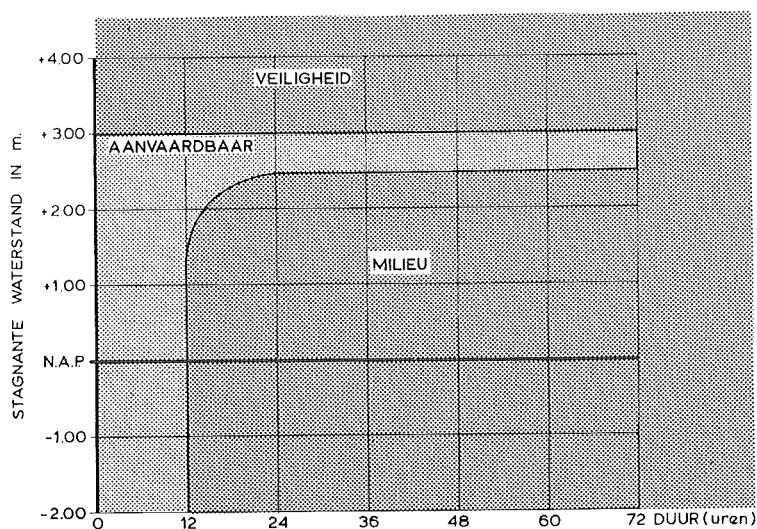


Fig. 17: Aanvaardbare stagnante waterstanden naar hoogte en duur. (lichtgrijze gebied)



Wat krijgen we tenslotte te zien als we de richtlijnen voor het sluiten en openen van de stormvloedkering toetsen aan de eisen die het milieu en de veiligheid stellen? Op deze vraag kunnen we een antwoord krijgen door de figuren 9 tot en met 13 te projecteren in de figuren 16 en 17. Voor de stormen tussen 1920 en 1970 ontstaan dan de figuren 18 en 19 beiden voor een aangenomen sluitpeil en alarmpeil op N.A.P. + 2,75 m.

Bestudering van deze figuur biedt de mogelijkheid inzicht te krijgen in deze hele problematiek: op welke wijze kunnen we de stormvloedkering sluiten en openen onder stormcondities.

Het vervolg.

We hebben u nu ingelicht over de eerste fase van de studie naar de toekomstige beheersmogelijkheden van de stormvloedkering in de Oosterschelde-mond. Het ging hier uitsluitend over het openen en sluiten van de stormvloedkering bij voorspelde of optredende stormvloedstanden. Andere redenen die zouden kunnen leiden tot het sluiten van de stormvloedkering zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Maar dat blijft niet zo.

De Rijkswaterstaat gaat zich thans ook richten op de 2e fase van de BARCON-studie: het gebruik van de stormvloedkering om andere redenen dan de voorspelling of het optreden van een stormvloed. In deze 2de fase zal onder meer het gebruik van de kering ter opheffing van dreigend gevaar als gevolg van bijvoorbeeld een opgetreden dijkval aan de orde worden gesteld. Beide studies (fase 1 en fase 2) zullen leiden tot het opstellen van een **Nota** welke zal worden aangeboden aan de Minister van Verkeer en Waterstaat.

Laatstgenoemde zal deze nota om advies voorleggen aan de Raad van de Waterstaat. Het volgen van deze reeds door de minister in het vooruitzicht gestelde procedure waarborgt de gelegenheid tot het verkrijgen van een brede discussie, waaraan door alle belanghebbenden kan worden deelgenomen.

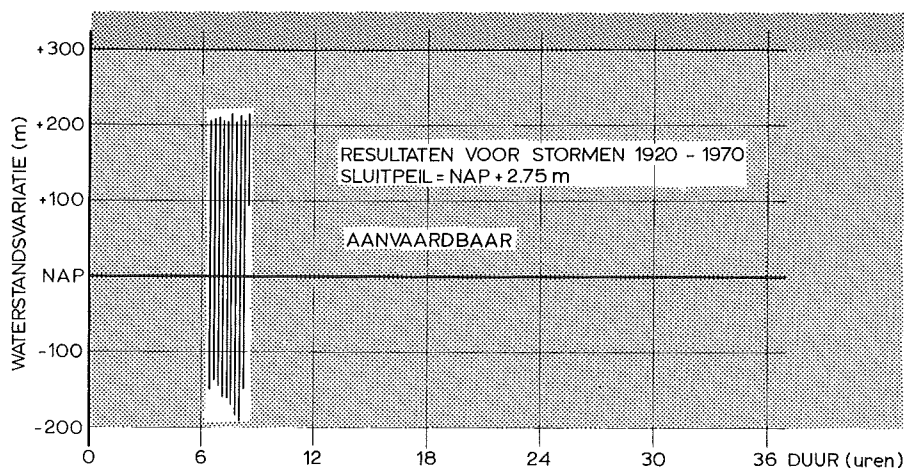


Fig. 18: Resultaten gedeeltelijke sluiting geprojecteerd in het gebied van aanvaardbare duur-hoogte combinaties van wisselende waterstanden.

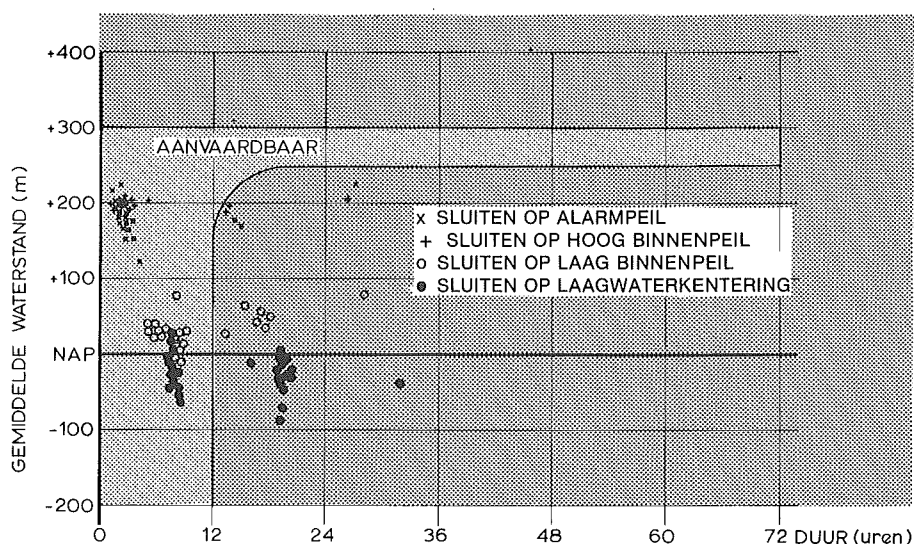


Fig. 19: Resultaten van verschillende manieren van algehele sluiting, geprojecteerd in het gebied van aanvaardbare duur-hoogte combinaties van stagnante waterstanden.

De geschetste procedure zal tijdig vóór het operationeel worden van de stormvloedkering moeten leiden tot de vaststelling van een aantal uitgangspunten voor het gebruik van de kering zowel bij stormvloeden als op grond van andere overwegingen.

We realiseren ons dat deze brochure aanleiding zal kunnen geven tot vragen, op- en aanmerkingen.

Deze kunt u richten aan:

RIJKSWATERSTAAT
directie Zeeland

Vrijlandstraat 33,
4337 EA Middelburg

tel. nr. (01180) 37600

