



Rijkswaterstaat



De Stormvloedkering

in de Oosterschelde



Rijkswaterstaat Zeeland
Auteur: ir. K. Steenpoorte
Copyright: RWS 2009
2e druk, oplage 2000 stuks

INHOUDSOPGAVE

HISTORISCHE INLEIDING	4
HET DELTAPLAN	6
DE OOSTERSCHELDE OPEN!	8
DE STORMVLOEDKERING IN DE OOSTERSCHELDE	10
DE BOUW VAN DE STORMVLOEDKERING	14
HET BEHEER VAN DE STORMVLOEDKERING	20
DE DELTAWERKEN VOLTOOID	22

HISTORISCHE INLEIDING

Vanaf het moment dat de eerste bewoners zich in Nederland vestigden, begon de strijd tegen het water. Deze mensen gingen wonen op de hoge strandwallen, waar ze leefden van de jacht, de visserij en bescheiden landbouw. Ze bouwden vliedbergen, waarop ze vluchtten bij hoogwater. Pas bij de komst van de Romeinen verschenen de eerste echte waterbouwkundige werken in ons land.

Het duurde tot omstreeks de tiende eeuw voordat de bewoners overgingen tot het weren van de zee: de eerste dijken verschenen langs de kusten, simpele lage kaden, vervaardigd met behulp van spaden en manden en bezwijkend bij iedere serieuze aanval van het water. Door bedijkingen, waarvoor met name de kloosters zich inzetten, ontstond overtollig binnenwater dat afgevoerd moest worden. Aanvankelijk werden uitwateringssluizen gemaakt om het polderwater bij laagwater te kunnen uitlaten. Toen zo'n 600 jaar geleden de windmolen werd uitgevonden, konden steeds meer en diepere polders worden drooggehouden.

In de vroege Middeleeuwen boden de primitieve dijken slechts een gebrekkige bescherming tegen de zee. Geen eeuw ging voorbij of het land werd getroffen door overstromingen. Tussen 1000 en 1953 waren er 111 zware en minder zware overstromingen in West-Nederland. De stormvloed die ze veroorzaakten droegen namen als Sint Aechten-vloed (1288), Sint Elisabethvloed (1421), Sint Felixvloed (1530) en Allerheiligenvloed (1570). Deze overstromingen veroorzaakten veel slachtoffers, deden grote stukken land in zee verdwijnen en bepaalden voor een belangrijk deel de contouren van het lage land.

Tot in de 20e eeuw vonden in Nederland overstromingen plaats: in 1906, in 1916 en in 1953, toen deed zich in de nacht van zaterdag op zondag 1 februari de grootste watersnoodramp van de laatste eeuwen voor. Een langdurige noordwesterstorm stuwde het water op tot 4 à 5 meter boven Normaal Amsterdams Peil (NAP). Midden in de nacht, terwijl de meeste mensen sliepen, stroomde het water over de dijken heen en vernielde ze. De zee drong naar binnen door 67 grote stroomgaten en meer dan 400 bressen in de dijken en zette in Zuidwest-Nederland 200.000 hectare vruchtbaar land met steden en dorpen onder water. Bij de ramp verdronken 1835 mensen en meer dan 200.000 stuks vee, 72.000 mensen moesten worden geëvacueerd en ruim 47.000 huizen en bedrijfsgebouwen raakten beschadigd of vernield.



De Nederlanders voeren een voortdurende strijd tegen het water



Dijkdoorbraak op 1 februari 1953

HET DELTAPLAN

Een ramp zoals die in 1953 moest in de toekomst voorkomen worden. Daar was iedereen het over eens. Een speciaal ingestelde Deltacommissie kwam nog in datzelfde jaar met een plan. Behalve versterking van de zeekeringen adviseerde de commissie een inkorting van de kustlijn met 700 kilometer. Uitgangspunt was: hoe korter de kust, hoe makkelijker de verdediging. Dit beginsel is in de Nederlandse waterbouwkunde al meer toegepast. Een prima voorbeeld is de aanleg van de afsluitdijk in 1932 die de Zuiderzee, inmiddels IJsselmeer geheten, afsloot van de Noordzee. Daarbij werd de Nederlands kustlijn met 360 kilometer ingekort en het gevaar voor overstromingen sterk teruggedrongen.

De Deltacommissie stelde voor de zeearmen in het Deltagebied volledig af te sluiten en alle zeekeringen op de zogenoemde Deltahoogte te brengen. Als uitgangspunt daarvoor gold een waterhoogte van 5 meter boven NAP bij Hoek van Holland. De kans op overstroming zou daarmee uitkomen op 1/4.000 per jaar voor het Deltagebied en het noorden en 1/10.000 per jaar voor de Randstad. De Deltawet, die uit de plannen van de commissie voortvloeide, werd uiteindelijk in 1958 door het parlement aangenomen. Behalve veiligheid zou het Deltaplan ook andere voordelen met zich meebrengen: een betere waterbeheersing in een groot deel van het land, beperking van de verzilting, de komst van zoetwaterbekkens voor de landbouw, nieuwe recreatiegebieden en over de dammen, betere verbindingen in Zuidwest-Nederland.

Voor de Nederlandse waterbouwers was het Deltaplan een enorme opdracht. Geen natie ter wereld had ooit dergelijke diepe zeegaten gedicht. Eerdere ervaringen en technieken waren niet toereikend voor deze omvangrijke projecten. Voortvarend werden de diverse onderdelen van het Deltaplan beurtelings aangepakt. Stuk voor stuk waren het interessante waterbouwkundige werken met, in het algemeen, een opklimmende moeilijkheidsgraad.

Op de bladzijde hiernaast is het complete plan met de Oosterscheldekering en Maeslantkering afgebeeld.

DE OOSTERSCHELDE OPEN!

Als laatste onderdeel zou de Oosterschelde door een dam worden afgesloten. Dit werd beschouwd als het moeilijkste karwei van het Deltaplan. Maar met de ervaring opgedaan bij andere afsluitingen, werd dit niet als een probleem gezien.

Als natuurgebied was en is de Oosterschelde enig in zijn soort in Nederland. Het schone zoute zeewater biedt een overvloed aan voedsel voor vele soorten dieren. Vissen gebruiken de zee-arm als kraamkamer en oesters en mosselen worden er in grote getalen gekweekt. Slikken, schorren en zandplaten vormen een belangrijk leefgebied voor de vogels.

Als de Oosterschelde met een dam zou worden afgesloten, zou Nederland dat alles voorgoed kwijtraken. Het unieke schorren- en slikkenlandschap zou verdwijnen door het wegvallen van het getij. Het water zou zoet worden, waardoor de zoutwaterflora en -fauna zou verdwijnen. De zoutwatervisserij en de mossel- en oestercultuur zouden hierdoor ook verdwijnen.

Al snel gingen echter stemmen op voor het openhouden van de Oosterschelde, waarmee door handhaving van het getij het oorspronkelijk milieu bewaard zou kunnen blijven. De druk van de publieke opinie werd zo sterk dat de Nederlandse regering nieuwe studies liet uitvoeren om te onderzoeken of een open Oosterschelde technisch mogelijk was. Uitgangspunt daarbij was dat niet alleen de veiligheid van de Zeeuwen onder alle omstandigheden moest worden gegarandeerd, maar dat ook het oorspronkelijk milieu in stand zou kunnen worden gehouden. De studies wezen uit dat dit technisch inderdaad mogelijk was en er werd gekozen voor een stormvloedkering met beweegbare schuiven. Een ander alternatief om de zee-arm open te kunnen houden, het op Deltahoogte brengen van ongeveer 150 kilometer dijk langs de eilanden, werd niet aanvaard. De reeds gecontracteerde volledige afsluiting was dus van de baan. De Oosterschelde bleef wel open, maar zou bij storm moeten kunnen worden afgesloten.

Met het besluit de stormvloedkering te bouwen werd tevens besloten de Philipsdam en de Oesterdam als bijkomende werken te bouwen. Deze dienden gelijktijdig met de stormvloedkering te worden voltooid. Ze hadden een tweeledig doel: enerzijds werd het getijdebassin achter de stormvloedkering verkleind, waardoor de vermindering van het getijdeverschil bij Yerseke tot driekwart beperkt kon blijven (3,00 m.). Anderzijds ontstond door deze dammen een getijdenvrije scheepvaartverbinding tussen Antwerpen en de Rijn zoals in het convenant uit 1963 tussen Nederland en België was opgenomen.



Protesten van Zeeuwse vissers tegen een dichte Oosterschelde



De prachtige natuur in de Oosterschelde

DE STORMVLOEDKERING IN DE OOSTERSCHELDE

De beslissing om een stormvloedkering te bouwen in één van de moeilijkste gebieden lang de Nederlandse kust had nogal wat gevolgen. In plaats van een dam zou nu een doorlaatconstructie gebouwd moeten worden en om het geulensysteem in de Oosterschelde niet te veranderen moest deze constructie in de stroomgeulen, dus in de diepste gedeelten, gebouwd worden. De ervaring die gedurende de uitvoering van de Deltawerken was verkregen, was nu opeens niet meer voldoende. Nieuwe, nog niet eerder toegepaste technieken waren nodig. Om de getijbewegingen in de stroomgeulen zo weinig mogelijk te verstoren door bouwwerkzaamheden in zee en bovendien het riskante werk in de stroomgeulen zoveel mogelijk te beperken werd besloten tot prefabricage. Dat wil zeggen dat zoveel mogelijk onderdelen van het werk van te voren werden gemaakt, zodat ze ter plaatse konden worden samengesteld.

Het uiteindelijke plan voor de bouw van de stormvloedkering ziet er in grote lijnen als volgt uit: In de geulen Hammen, Schaar van Roggenplaat en Roompot komt een afsluitbare stormvloedkering met een totale lengte van bijna 3.000 meter. Er zullen in totaal 65 geprefabriceerde betonnen pijlers worden geplaatst, waartussen de 62 stalen schuiven op en neer kunnen bewegen. In geheven toestand laten de schuiven de Oosterschelde open, waardoor het getij in het achterliggende bekken voor tenminste driekwart gehandhaafd blijft; voldoende voor het behoud van het milieu. Worden storm en hoge waterstanden verwacht dan kunnen de schuiven neergelaten worden en is de Oosterschelde afgesloten van de Noordzee. Daarmee is de veiligheid gegarandeerd.

In het kader van de oorspronkelijke plannen om een dam te bouwen, waren overigens de ondiepe gedeelten in de Oosterscheldemonding al eerder opgehoogd tot werkeilanden. Dit zijn de Roggenplaat en damvak Geul. Dit damvak verbindt de werkeilanden Neeltje Jans en Noordland. De ophogingen vormen nu het dijkgedeelte van de Oosterscheldekering. Ook werd ter plaatse het overgrote deel van de geprefabriceerde elementen gebouwd, met name de pijlers, de dorpelbalken en de funderingsmatten en hier werden de stenen opgeslagen die later rondom de pijlers gestort werden.

SCHOUWEN

DAMAANZET
SCHOUWEN DUIVELAND

HAMMEN

ROGGENPLAAT

SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

NEELTJE JANS

DAMVAK GEUL

NOORDLAND

ROOMPOTSLUIS

ROOMPOT

DAMAANZET
NOORD BEVELAND

NOORD BEVELAND



De stormvloedkering in de Oosterschelde

- 1 Schouwen
- 2 sluitgat Hammen
- 3 werkeiland Roggenplaat
- 4 sluitgat Schaar van Roggenplaat
- 5 dienstengebouw
- 6 buitenhaven Neeltje Jans
- 7 voormalige bouwputten voor pijlers
- 8 strand
- 9 binnenhaven Roompotsluis
- 10 buitenhaven Roompotsluis
- 11 Roompotsluis
- 12 bodemdiepte circa 30 meter
- 13 sluitgat Roompot



DE BOUW VAN DE STORMVLOEDKERING

De stormvloedkering in de Oosterschelde was zo specialistisch dat bij de bouw ervan in ieder opzicht een nieuwe aanpak nodig was. Er werd een aparte combinatie van grote Nederlandse aannemers gevormd (De Oosterschelde Stormvloedkering Bouwcombinatie). Speciaal voor dit project werden uiterst geavanceerde methodes en middelen gebruikt.

Stap voor stap

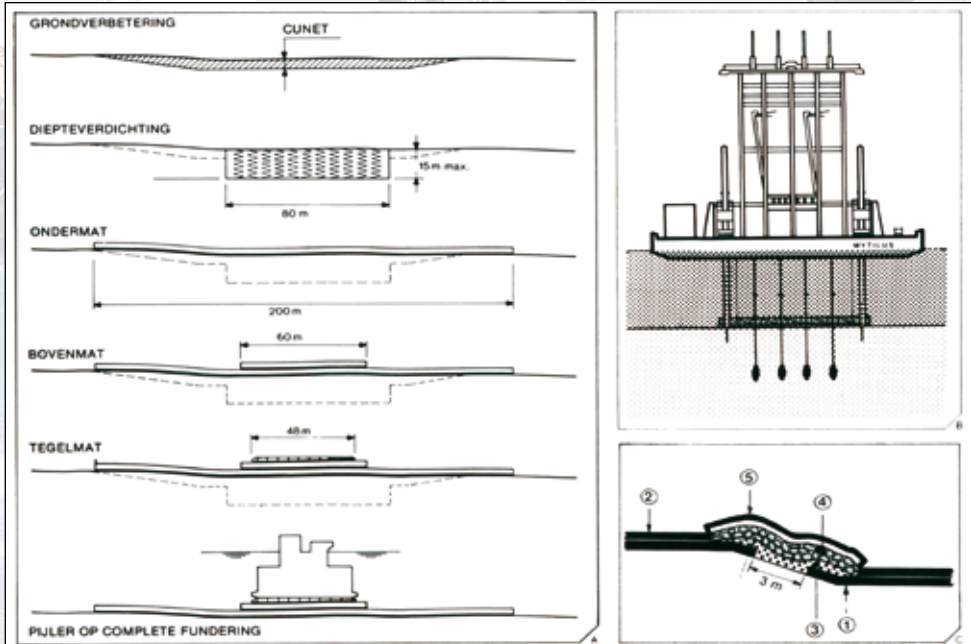
Eerst werd de ondergrond voor de pijlers stap voor stap opgebouwd. Die moest buitengewoon degelijk zijn, omdat de bodem van de Oosterschelde voortdurend in beweging is. Rondom de plaats van de kering werd de bodem beschermd met kunststof matten met daarop betonblokken. De zeebodem werd verbeterd door slib weg te baggeren en te vervangen door zand. Het speciaal gebouwde verdichtingsschip "Mytilus" werd daartoe in de vaart gebracht. Dit vaartuig stak vier enorme stalen trilpijpen in de bodem en trilde de zandkorrels tot op vijftien meter diepte dicht opeen. Op deze manier veranderde de zeebodem in een vaste ondergrond.

Een tapijt in zee

Om te voorkomen dat bij een gesloten kering zandkorrels onder de pijlers konden wegspoelen en om ervoor te zorgen dat de pijlers zo vlak mogelijk op de Oosterscheldebodem konden staan, was nog een steviger ondergrond nodig. Daarvoor werden matten gebruikt, gemaakt van kunststof en gevuld met zand en grind. Voor het vervaardigen van deze funderingsmatten werd een aparte fabriek gebouwd. Vanuit deze fabriek werden de matten op grote drijvende cilinders gerold. Een mat werd vervolgens op de zeebodem afgerold door het schip "Cadium". Het afrollen van matten in een woelige zeearm was een uiterst secuur werk. De matten moesten precies op de juiste plaats worden gelegd en in zeer beperkte tijd. Matten afrollen kon alleen gebeuren op de momenten dat de stroom kenterde. Dat wil zeggen binnen een uur. Een nog niet geheel uitgerolde mat ging onherroepelijk verloren als de getijdestroom er vat op kreeg. Maar dat gebeurde geen enkele keer. De mattenlegger "Cadium" werd geassisteerd door de steen- en asfaltstorter "Jan Heijmans". Dit vaartuig hield het begin van de mat op zijn plaats en stortte de voegen tussen de matten vol met verschillende lagen steen. Het uiteindelijke resultaat was een fundering die vlakker was dan menig voetbalveld. Dwars door de Oosterscheldemonding, over een stuk zeebodem van 200 meter breed, lag een vlak tapijt te wachten op de plaatsing van de pijlers.



Het verdichtingsschip "Mytilus"



A. Opbouw van de fundering
 B. Schematische voorstelling van de bodemverdichting door de trilnaalden van de Mytilus

C. Afdichting van de voeg tussen twee stelen matten
 1 ondermat
 2 bovenmat
 3 zeegrind
 4 breuksteen
 5 grindwiepenmat

Een ruggengraat van pijlers

De 65 kolossale pijlers vormen de ruggengraat van de kering. Ze werden gebouwd in 3 grote bouwputten. De pijlers zijn stuk voor stuk machtige holle betonnen bouwwerken met een hoogte van 30 tot 40 meter en met een drooggewicht van maximaal 18.000 ton. De exacte hoogte van de pijler is afhankelijk van zijn plaats in de stroomgeul. Een eigen betoncentrale leverde het beton. De bouw van één pijler duurde bijna anderhalf jaar. Om de twee weken werd aan een nieuwe pijler begonnen. Toen alle pijlers in één bouwdok klaar waren, werd het onder water gezet en werd de omringende dijk naar de Oosterschelde doorgebaggerd. De pijlers waren nu gereed voor vervoer naar één van de drie stroomgeulen in de Oosterscheldedemonding.

Het plaatsen van de pijlers

In de monding van de Oosterschelde verschenen twee vaartuigen die eendrachtig samenwerkten om de pijlers op de juiste positie te plaatsen. Het schip "Ostrea" tilde de gigantische pijler uit het bouwdok en voer er mee naar de stroomgeul. Daar meerde het af tegen een ponton de "Macoma" en plaatste de pijler tot op enkele centimeters nauwkeurig op de matten. Een dergelijke operatie moest worden uitgevoerd tijdens de kentering van het tij. Op deze manier werden alle pijlers in een jaar tijd geplaatst. Na de plaatsing werd de ruimte tussen de pijlervoet en de funderingsmatten gevuld met een mengsel van zand, cement en water, noodzakelijk om een volledige aansluiting van de pijlers op de fundering te krijgen. Vervolgens werd het onderste deel van de - nog holle - pijler gevuld met zand om de stabiliteit te verhogen.

Vijf miljoen ton stenen

Om de stevigheid verder te verhogen werd iedere pijler ingepakt in een drempel van stortsteen. De drempel bestaat uit brokken natuursteen met een gewicht tot 10.000 kilo, bedoeld om sterke stroomsnelheden te kunnen weerstaan die kunnen voorkomen als een van de schuiven onverhoopt niet kan worden gesloten. De enorme stenen konden niet los worden gestort omdat dat tot beschadiging van de pijlers zou leiden. Daarom was de toplaagstorter "Trias" ontworpen: een vaartuig met een lange schuifarm, waarmee de grote stenen zorgvuldig op hun plaats konden worden gelegd. Voor de drempel was in totaal vijf miljoen ton natuursteen nodig, wat in Nederland niet voorradig was en daarom gedurende vier jaar per schip uit Duitsland, Finland, Zweden en België werd aangevoerd.

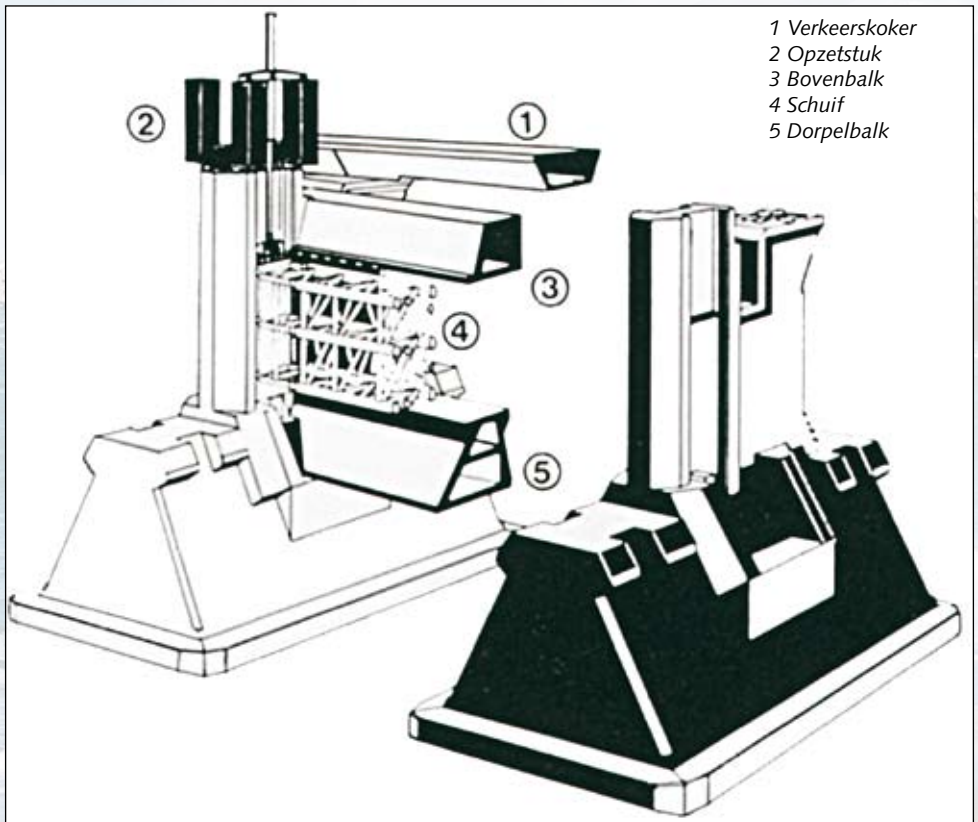


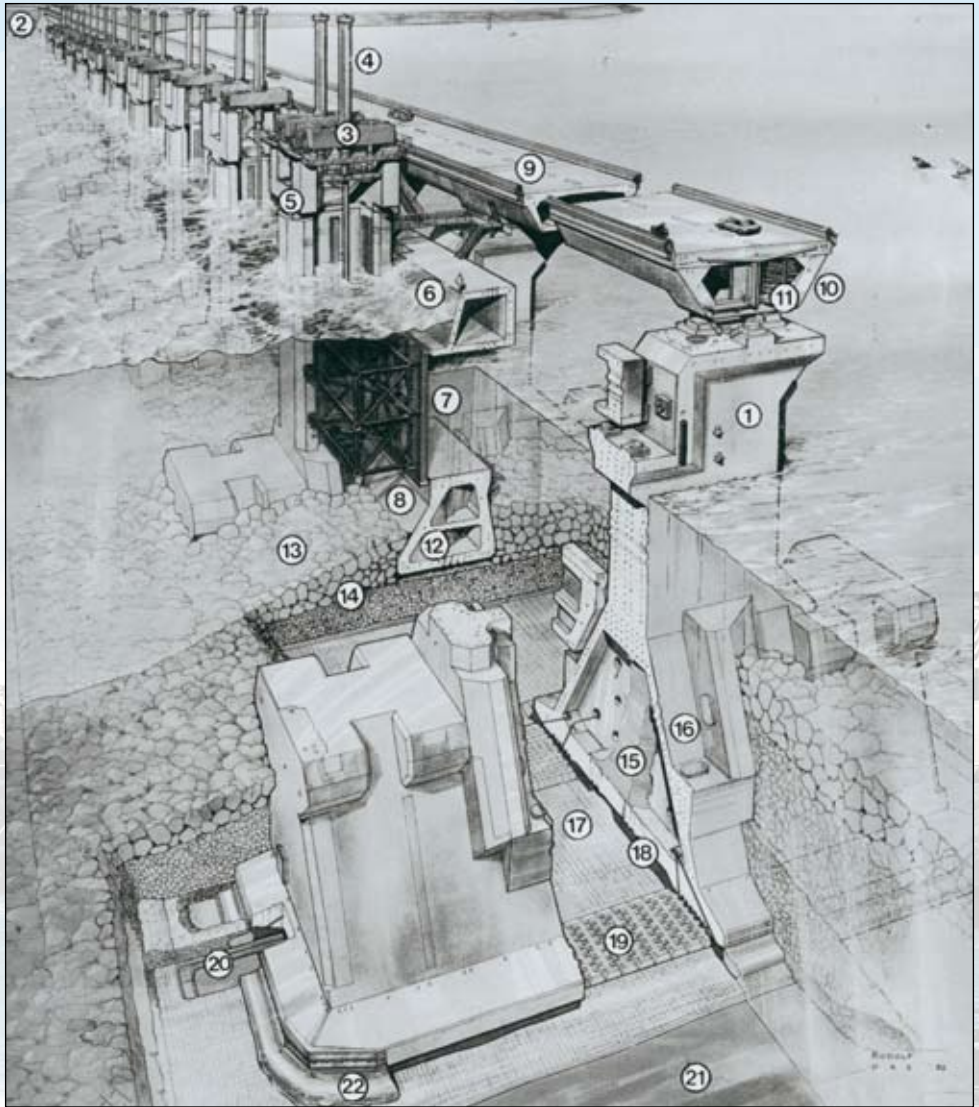
De bouw van een pijler

De laatste fase

Het belangrijkste deel van de stormvloedkering was nu gereed. De laatste fase betrof het aanbrengen van verkeerskokers, opzetstukken van de pijlers, de schuiven, de dorpelbalken en de bovenbalken. De holle betonnen verkeerskokers werden op de pijlers gelegd. Later zou daar de weg overheen komen. Binnen in de kokers werd de aandrijvings- en bedieningsapparatuur voor de schuiven opgesteld.

Ook de stalen schuiven van de stormvloedkering, in hoogte verschillend van ongeveer 6 tot 12 meter, worden tussen de pijlers gehangen met de taklift 4. De grootste schuif met een gewicht van 480 ton, hangt in de Roompot, het diepste sluitgat. De schuiven bestaan uit stalen buizen en een dunne beplating aan de Oosterscheldezijde. Voor de beweging wordt gebruik gemaakt van 2 hydraulische cilinders per schuif. Het sluiten van de grootste schuif duurt 82 minuten. Voor de scheepvaart is in het zuidelijk deel van het werkeiland de Roompotsluis aangelegd.





De stormvloedkering in detail

- 1 pijler
- 2 dam van breuksteen voor landhoofdconstructie
- 3 balk voor ophanging bewegingswerken
- 4 hydraulische cilinders
- 5 opzetstuk
- 6 bovenbalk
- 7 schuif
- 8 dorpelbak
- 9 verkeersweg
- 10 verkeerskoker met bewegingsapparatuur voor schuiven
- 11 leidingenstraat

- 12 zandvulling
- 13 toplaag van drempel
- 14 kern van drempel
- 15 zandvulling pijlervoet
- 16 aanslagen/opleggingen dorpelbalk
- 17 bovenmat
- 18 groutvulling
- 19 tegelmat
- 20 ondermat
- 21 ondergronds verdicht zand van de Oosterscheldebodem
- 22 grindzak

HET BEHEER VAN DE STORMVLOEDKERING

De Oosterscheldekering wordt bediend vanuit het ir. J.W. Topshuis, het bedieningsgebouw dat hoog boven de Noordzee op Neeltje Jans staat. Gemiddeld één keer per jaar moeten de schuiven omlaag wegens extreem hoge waterstand. In de normale situatie staan de schuiven helemaal open. Alleen wanneer er een waterstand van meer dan NAP +3,00 meter wordt verwacht, gaat de kering - ruim van te voren - dicht. Voorts is er een waarschuwingssysteem ontwikkeld, dat inspeelt op meerdaagse weersverwachtingen. Indien de waterstand NAP +2,75 meter verwacht wordt, wordt het Beslisteam Sluiting Oosterscheldekering bijeengeroepen. Op basis van de weersvoorspellingen in combinatie met lokale gegevens en te verwachten waterstanden op de Noordzee wordt door dit team beslist of de Oosterscheldekering gesloten wordt. Hierbij wordt de 1/2/1 strategie gevolgd, dat wil zeggen dat bij een meertopsstorm de streefniveaus op de Oosterschelde respectievelijk NAP+1.0, NAP+2.0, NAP+1.0 meter zijn. Hierdoor worden de dijken niet langdurig op één niveau door de golven belast.



In de ruim 20 jaren dat de kering nu bestaat is deze 24 keer (stand op 1 mei 2009) gesloten vanwege hoge waterstanden. Als bij hoge waterstanden iets mis gaat met de alarmering of bediening is er het noodsluitsysteem, dat op basis van gemeten waterstanden de schuiven automatisch sluit. In alle gevallen van openen en sluiten van de schuiven wordt rekening gehouden met de situatie in het Oosterscheldebekken. Het gebruik van de kering oefent immers invloed uit op het milieu, visserij, en waterhuishouding, maar ook op de veiligheid van de dijken rond de Oosterschelde.



De Oosterscheldekering met op de voorgrond het ir. J.W. Topshuis



Het bedieningspaneel in de bedieningsruimte van het ir. J.W. Topshuis

DE DELTAWERKEN VOLTOOID

De grote waterbouwkundige werken in het Deltagebied - afdammingen, stormvloedkering, compartimenteringswerken - brachten voor mensen, dieren, planten en land enorme veranderingen met zich mee: de bouw van dammen, de aanleg van sluisen en wegen, het maken van nieuwe bekkens en het ontstaan van woon- en recreatiegebieden. In het eeuwenoude ritme van eb en vloed werd drastisch ingegrepen. Het milieu verandert op talloze plaatsen en vele manieren. Naast veiligheid en economisch voordeel werden bij de uitvoering van het Deltaplan in toenemende mate ook de ecologische gevolgen betrokken. Juist ook omdat een Delta een zeer rijk en gevarieerd systeem van planten- en diergemeenschappen herbergt. Een ecosysteem - trouwens met een grote economische waarde - dat erg gevoelig is voor (menselijke) ingrepen.

De Nederlandse samenleving heeft veel geld voor de Deltawerken uitgetrokken. Voor 12 miljard gulden heeft Zuidwest-Nederland nu veiligheid, zijn verbindingen ingrijpend verbeterd, kan het schaarse zoete water nu beter worden verdeeld en is een bijzonder ecosysteem gespaard. De Oosterscheldewerken hebben van dat bedrag het grootste deel geveerd: 7 miljard gulden.

Bij de officiële ingebruikstelling van de stormvloedkering op 4 oktober 1986 heeft Koningin Beatrix de Deltawerken voor voltooid verklaard. Het werk in Zuidwest-Nederland mag dan achter de rug zijn, in waterbouwkundig opzicht valt dan nog heel wat te doen. Vóór de dammen en de koppen van de eilanden ontwikkelt zich een wadachtig gebied met platen die langzaam hoger worden en tevens ontwikkelen zich geulen. Deze voordelta kan nieuwe mogelijkheden bieden op het gebied van milieu en visserij. Daarom wordt in aansluiting op het Deltaplan lijnen uitgezet voor de toekomst van dit gebied. Ook de gestage zeespiegelrijzing maakt duidelijk dat de beveiliging van Nederland tegen het water een zaak van voortdurende zorg is. En tenslotte vinden de Nederlandse waterbouwers dat ze de kennis en ervaring die ze in dertig jaar Deltawerken hebben opgebouwd, ook ten goede moeten laten komen aan het buitenland.



