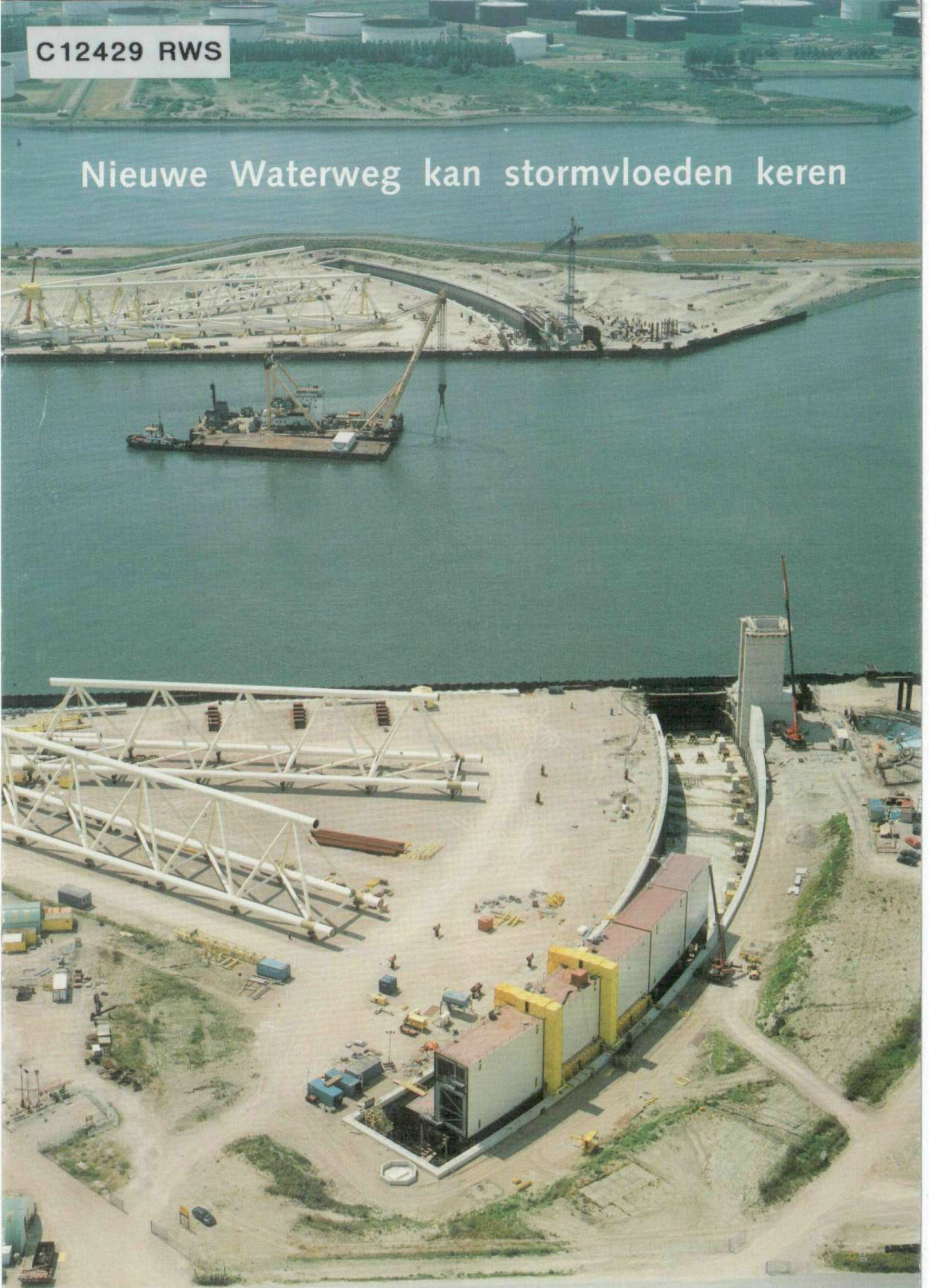
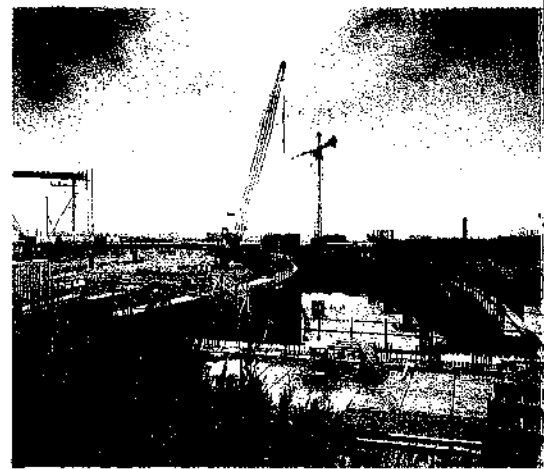
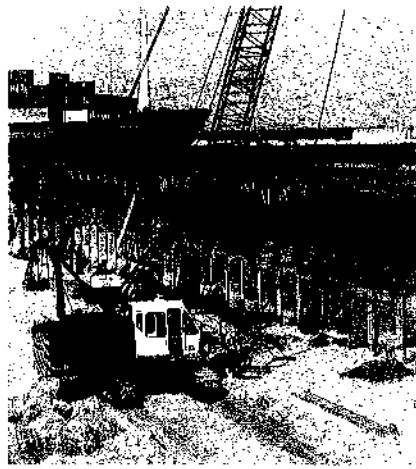
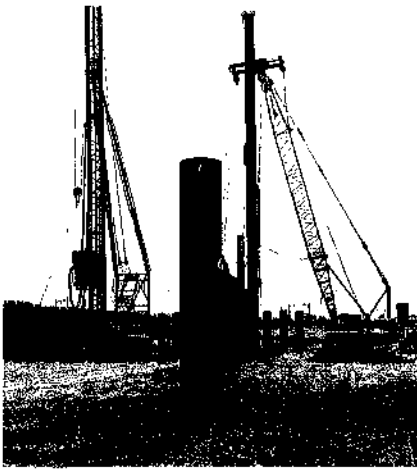


C12429 RWS

Nieuwe Waterweg kan stormvloeden keren





Over een paar jaar hoeven Rotterdammers niet meer benauwd te zijn dat ze bij storm en springtij natte voeten zullen krijgen. Want dan is de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg klaar. Voor dit laatste onderdeel van het Deltaplan hebben de Ingenieurs iets bedacht dat gerust een waterbouwkundig wonder mag worden genoemd. De stalen constructie is op 50 meter na net zo groot als de 300 meter hoge Eiffeltoren in Parijs, maar dan in totaal vier keer zo zwaar. Een groot deel van het bouwwerk kan - desondanks - drijven. Draaien kan de kolos ook, om een bolvormig scharnier dat even hoog is als een huis van vier verdiepingen. De titel 'wereldwonder' ligt op de loer, maar laten we de stormvloedkering-in-aanbouw in de Nieuwe Waterweg, voorlopig omschrijven als 'reusachtig kunstwerk'.

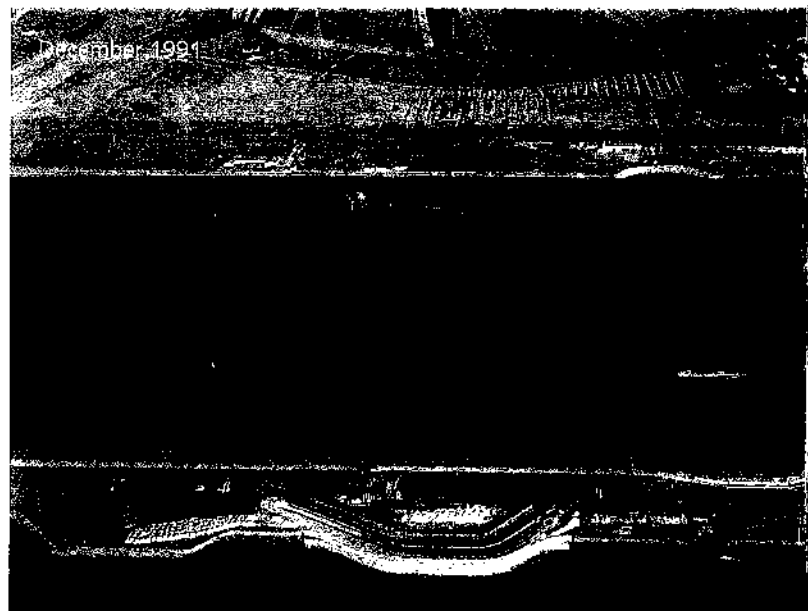
De Deltawerken, het meerjarenplan om Nederland tegen hoog zeewater te beschermen, zijn een nieuwe fase ingegaan. Een volgende mijlpaal in de beveiliging van Nederland is in aantocht. Bij Hoek van Holland wordt een waterkering gebouwd die de 360 meter brede Nieuwe Waterweg bij storm en hoge waterstand afsluit. Maar de rest van de tijd worden schepen in het geheel niet gehinderd, want er staan geen pijlers in de vaargeul. Vooral die laatste eigenschap maakt de waterkering uniek. De stormvloedkering in de Thames bij Londen is wel groter (521 meter), maar staat met 9 betonnen pijlers in de rivier.

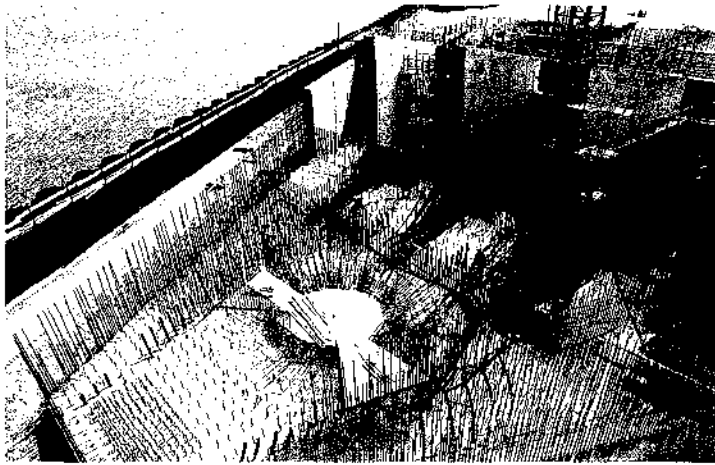
Durf

Als het gaat om het drooghouden van onze voeten, baren de Nederlandse weg- en waterbouwkundigen wereldwijd opzien met hun vernuft en durf. Vrij snel na de watersnoodramp van 1953 wordt de Deltawet van kracht. Alle waterkeringen moeten voortaan in staat zijn stormvloed tot 1,5 meter hoger dan die van 1953 te kunnen weerstaan. Voortvarend gaat Rijkswaterstaat aan het werk. Een aantal open zeearmen wordt met dammen afgesloten, waardoor de



Heien van landhoofd en dok.
Geheel bovenaan v.l.n.r.:
heien dokwand, heien
voorzijde landhoofd en
parkeerdok in aanbouw





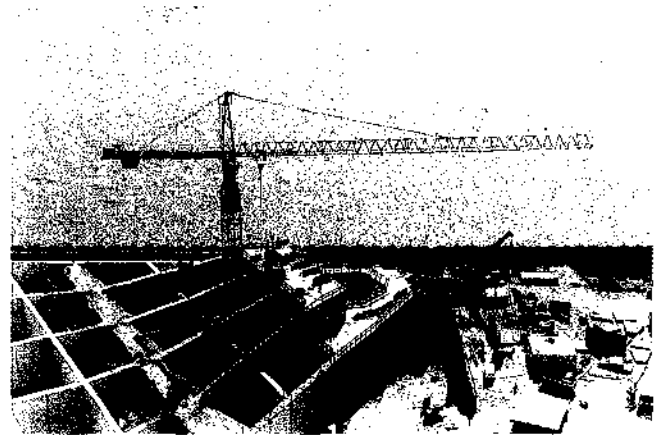
Links: fundering bolschamier wordt gewapend.
Rechts: betonnen kom voor het bolschamier is zojuist gestort

verhoging van vele kilometers Zeeuwse zeedijk niet nodig is. Aanvankelijk wordt voortgeborduurd op de wijze waarop de voormalige Zuiderzee in 1932 werd 'getemd': een dam in het stroomgat tussen Noord-Holland en Friesland. In zijn tijd oogstte deze Afsluitdijk alom bewondering. Ruim vijftig jaar later is de Oosterscheldedam net zo baanbrekend.

Voor de Oosterscheldedam komt Rijkswaterstaat met een revolutionair ontwerp: een voor een deel open dam met beweegbare, stormvloedkerende schuiven, te bouwen in open water. De kosten ontwikkelen zich dusdanig dat ze de trots over het behaalde resultaat drukken. Het gekrakeel over de ogenschijnlijk kostbare Oosterscheldedam beïnvloedt in de jaren tachtig sterk de plannen voor een stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg. Want voor de kering bij Hoek van Holland zijn er nog meer randvoorwaarden: deze moet niet alleen zee- en zoetwater laten passeren, maar ook zeeschepen moeten ongestoord kunnen passeren.

Uitwatering

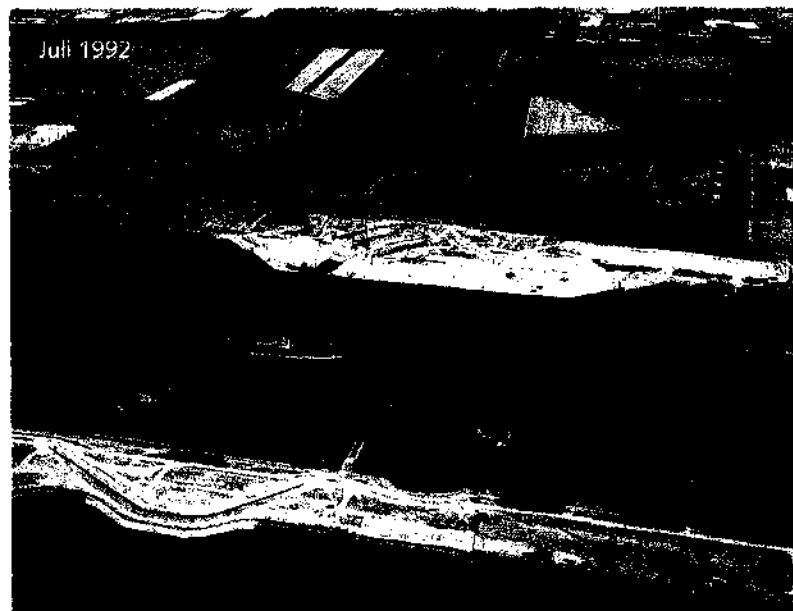
Holland is van oorsprong een delta, waarin belangrijke rivieren als de Rijn,



Maas, IJssel en Schelde uitmonden. De Nederlandse lust tot afdammen heeft het aantal stroomgeulen flink verminderd. Daardoor speelt de Nieuwe Waterweg een belangrijke rol bij de uitwatering van West-Europa. Die taak stelt bijzondere eisen aan het ontwerp van een kering. Bedenk bovendien dat de Nieuwe Waterweg de brede (360 meter), diepe (17 meter) en sluisloze poort is van 's werelds grootste haven. Een kering in die slagader van de economie mag er alleen komen als de overlast voor de scheepvaart minimaal, liefst nihil is. Het pakket eisen voor de stormvloedkering liegt er al met al

niet om. Met de moeizame bouw van de Oosterscheldedam nog vers in het geheugen, lijkt zelfs een omvangrijk karwei als het ophogen van de dijken een aanvaardbaar alternatief. In 1987 start een laatste studie naar de veiligheid van het benedenrivierengebied: dijkverhoging of stormvloedkering?

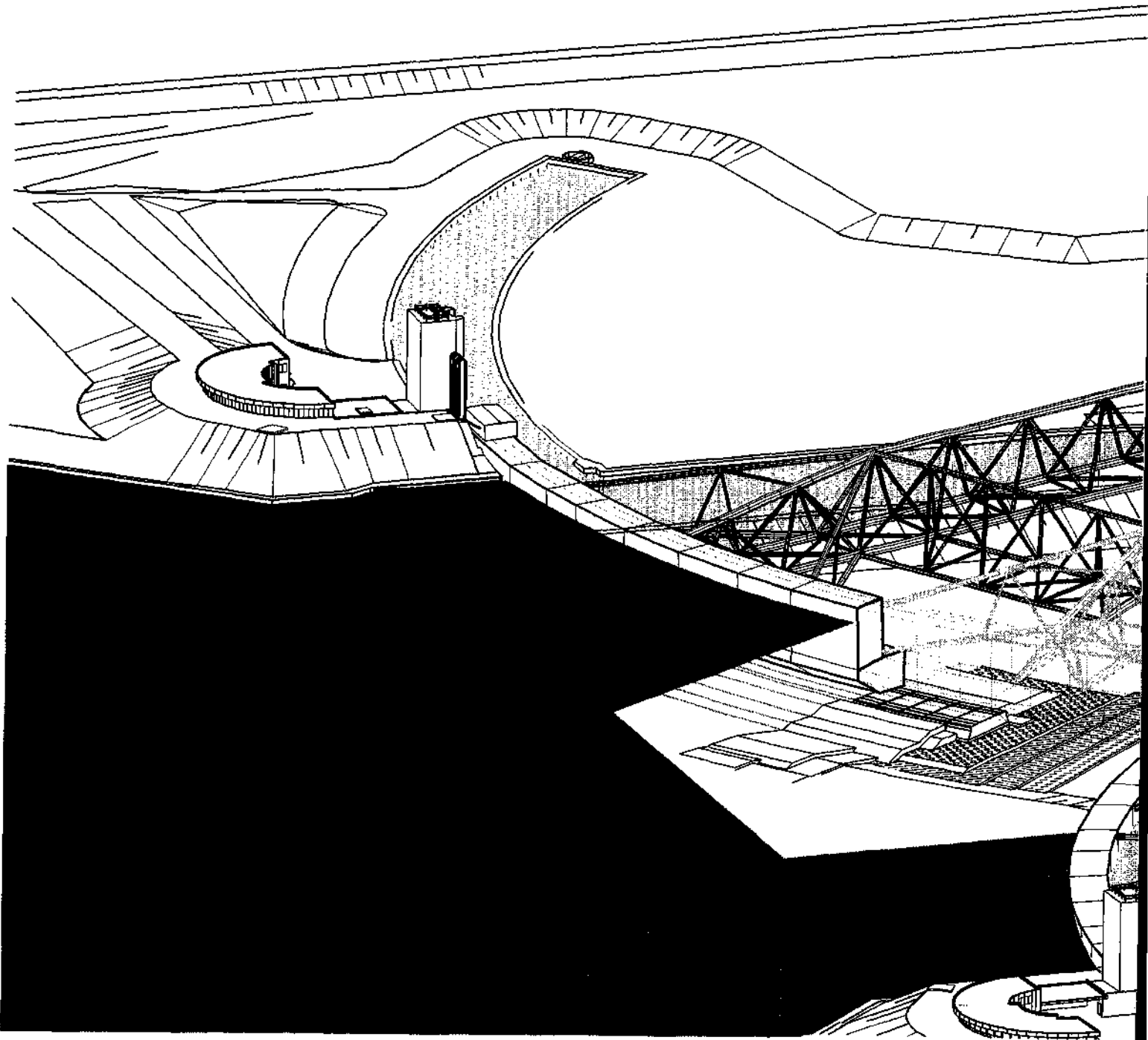
Dijkversterking is zeer ingrijpend, vooral in de bebouwde kommen. De Maasboulevard van Rotterdam bijvoorbeeld zou anderhalve meter hoger komen te liggen, wat gezien de daaraan gelegen kantoorkolossen schier onmogelijk is. En de historische bebouwing van Dordrecht zou deels



Storm en springt

Als voor Rotterdam een waterstand wordt verwacht van NAP +3,20 meter of hoger, sluit Rijkswaterstaat de stormvloedkering. Het Haven Coördinatie Centrum (HCC) stuurt vier uur vóór de sluiting een waarschuwing naar al het scheepvaartverkeer. Twee uur later legt het HCC de scheepvaart in de Nieuwe Waterweg daadwerkelijk stil. Schepen die willen vertrekken of binnen willen lopen, hebben dus twee uur de tijd om de kering te passeren. Na het uitsuren van de waarschuwing beginnen de werkzaamheden in de bedieningsruimte van de kering.

De parkeerdokken van de deuren worden onder water gezet. Op een zeker moment gaan de sectordeuren drijven en komen dan met het waterpeil omhoog. Op elke deur staat een locomobiel. Dit is een machine die de deur naar binnen en buiten beweegt door met zijn tandrad in een pennenbaan op de deur aan te grijpen. Om zich af te zetten bij het wegduwen van de deur is de locomobiel verbonden met een betonnen geleidetoeren. Omdat deur en locomobiel net als het waterniveau een wisselende hoogte hebben,



tij: deuren dicht!

moet de verbinding tussen geleidetroren en locomobiel beweeglijk zijn.

BAM koos voor een trek-duwstang.

Als alle scheepvaart is gestremd, schuiven de dokdeuren opzij.

De locomobielen duwen elk hun 15.000 ton zware en ruim 200 meter lange sectordeur de Nieuwe Waterweg op.

Al dobberend in het ruwe water ontmoeten de deuren elkaar in het midden.

Dan gaan de kleppen in de kering open en stromen de ballasttanks vol.

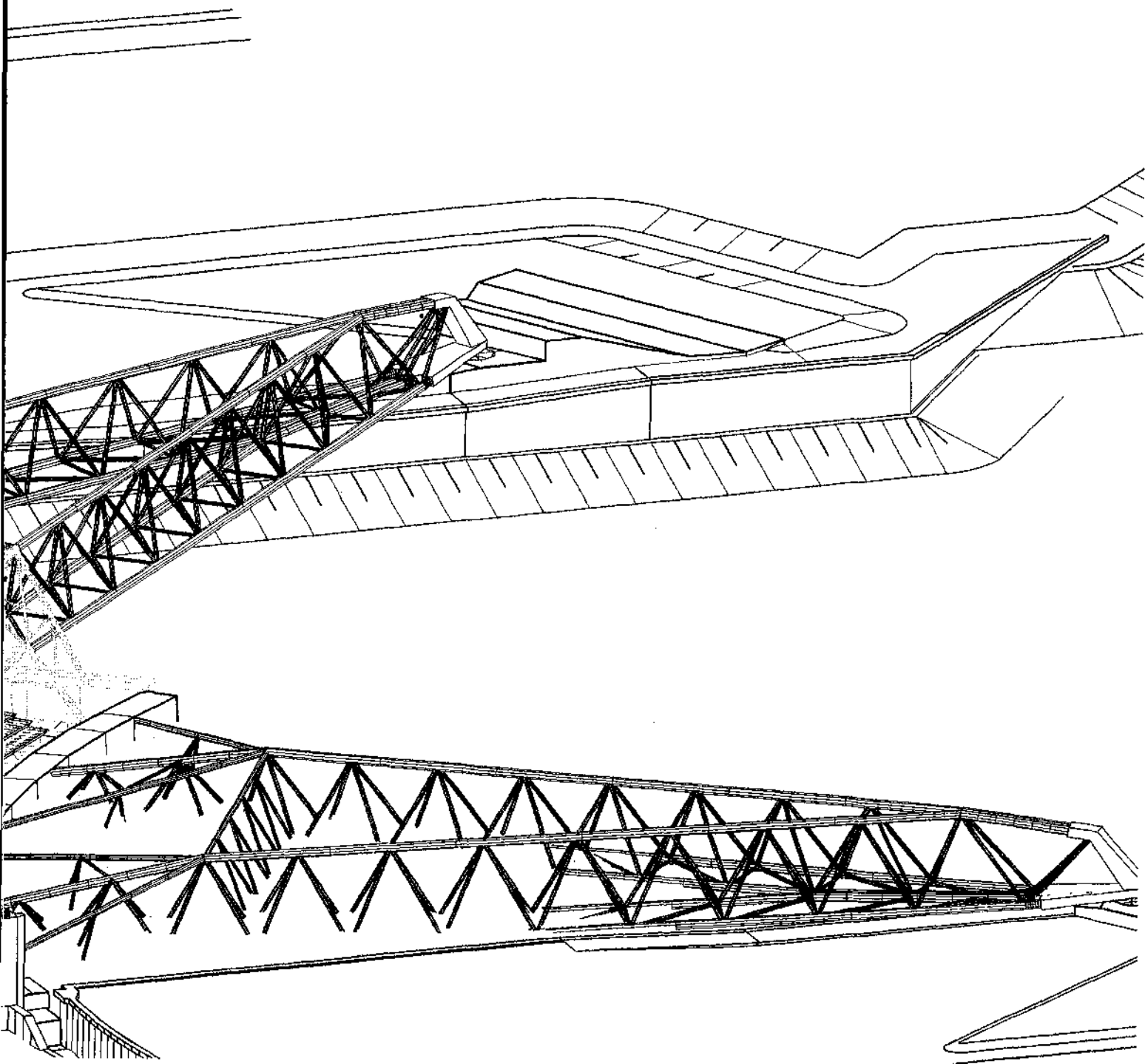
Het drijfvermogen vermindert en twee uur en

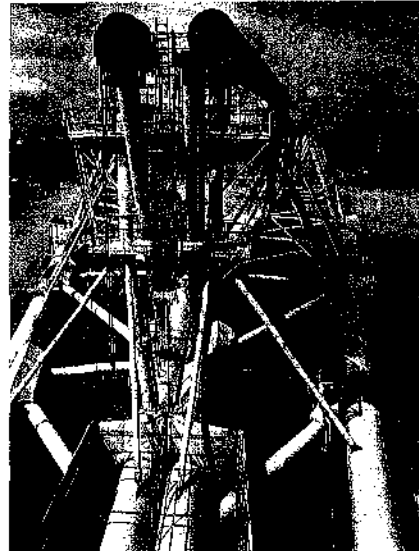
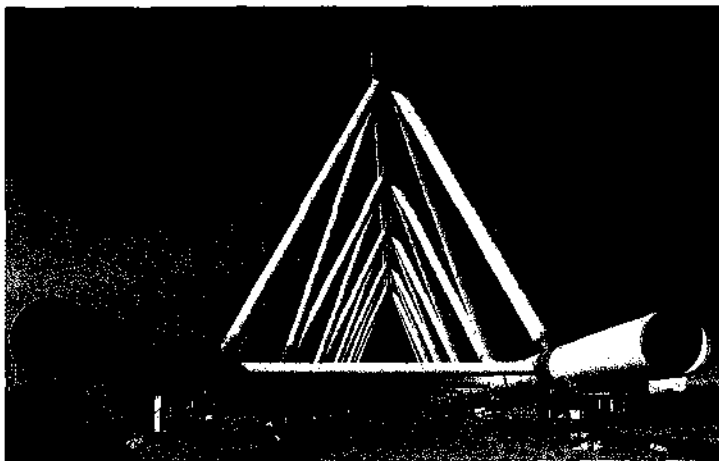
dertig minuten na het openen van de dokdeuren liggen de sectordeuren afgezonken op de drempel.

Bij de huidige hoogte van de zeespiegel verwacht Rijkswaterstaat dat de kering gemiddeld één keer in de tien jaar in actie moet komen.

Wanneer de gemiddelde waterhoogte op aarde toeneemt, wellicht door klimaatveranderingen zoals sommigen veronderstellen, kan de frequentie toenemen.

Over vijftig jaar sluit de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg dan gemiddeld één keer in de vijf jaar.





Vakwerk-
armen; op de
rechter foto
met hulp-
constructies

moeten wijken voor delta hoge dijken. Uiteindelijk wordt het een stormvloedkering, waarvoor het bedrijfsleven een ontwerp en bouwplan mag indienen. Alleen al daarom is de kering revolutionair, want ontwerpen voor keringen kwamen voorheen steevast van de tekentafels van Rijkswaterstaat.

Zware stenen

De bouwbedrijven gaan aan de slag. Het zware eisenpakket weerhoudt hen er niet van een bonte verscheidenheid aan stormvloedkeringen te ontwerpen. Het 'sectordeuren'-ontwerp van Bouwkombinatie Maeslant Kering (BMK) wordt uitverkoren. De BMK-kering bestaat uit twee enorme stalen constructies, in de vorm van een taartpunt. Ze bevinden zich in ruststand op de twee oevers langs de Nieuwe Waterweg. Bij verwacht hoogwater duwen twee locomobielen de drijvende waterkerende deuren de Waterweg op. Als ze elkaar genaderd zijn, gaan kleppen in de holle deuren open, waardoor ze vollopen en zinken. Op de bodem bevindt zich een betonnen drempel, waarop de deuren rusten. Deze bestaat uit 64 betonnen

blokken, die rusten op verschillende lagen steen, grind en zand. Het eigen gewicht van de blokken (630 ton per stuk), de waterdruk en zware stenen die aan weerszijden van de drempel zijn gestort, houden ze op hun plaats. Ook als door stormvloed en springtij eens in de tienduizend jaar het water er een kracht van 35.000 ton op uitoefent.

Als de storm is geluwd, halen pompen het water uit de deuren, en trekken de locomobielen ze terug in hun dok.

De voor de hand liggende methode voor het verplaatsen van waterkerende deuren van deze omvang is een rail op de bodem, waarover de deur rijdt. Maar BMK beseft dat de rail spoedig met slib bedekt zou raken. Het levensgroot risico bestaat dat de deur bij een sluiting halverwege vastloopt. Het ontwerpteam komt op het idee om de deuren drijvend te maken. Dan kan het water dienen als transportmiddel.

Kromme schepen

Vanaf dat moment verandert de 'deur' in technisch opzicht in een 'schip'. Een buitenissig schip weliswaar, want het krijgt de vorm van een cirkelboog. Maar het schip

hoeft slechts weinig in actie te komen, hooguit eens in de tien jaar. En wat doe je met een schip waarmee je zo weinig vaart?

Dat zet je op het droge. Voor grote schepen zijn daarvoor al lang geleden de droogdokken uitgevonden. Voor de twee 'kromme schepen' bij Hoek van Holland wordt in beide landhoofden een even krom parkeerdok gebouwd. Daarin rusten de deuren, met elk een lengte van 210 meter, een hoogte van 22 meter en (onderaan) een breedte van 15 meter. Technici kunnen in het dok onderhoud plegen.

Bolvorm

Hoe groot de kerende wand ook is, hij kan alleen een grote watermassa tegenhouden als hij in de rug wordt gesteund. BMK zoekt de benodigde steun op de beide oevers van de Nieuwe Waterweg.

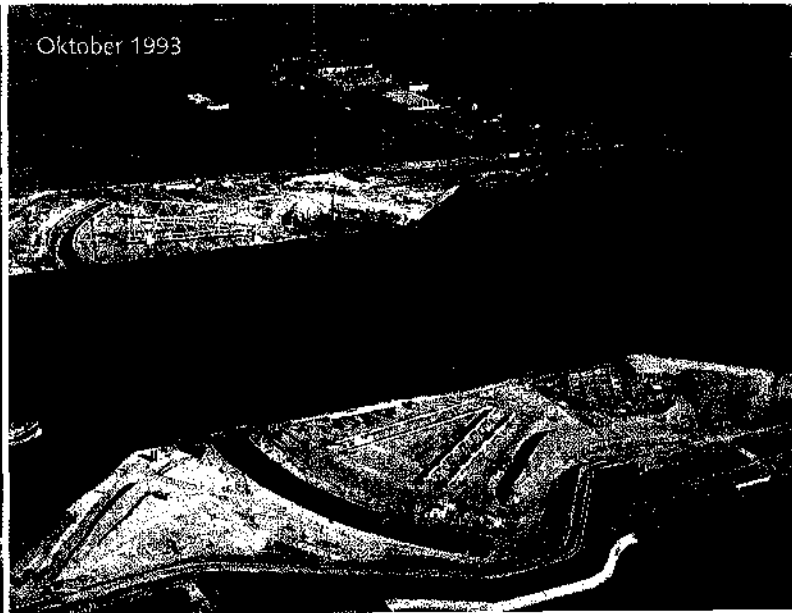
De plaats voor het steunpunt op het land valt samen met het midden van de cirkel(boog) van één waterkerende wand. De constructeurs verbinden elke deur via twee 237 meter lange vakwerkarmen met het steunpunt op de oever.

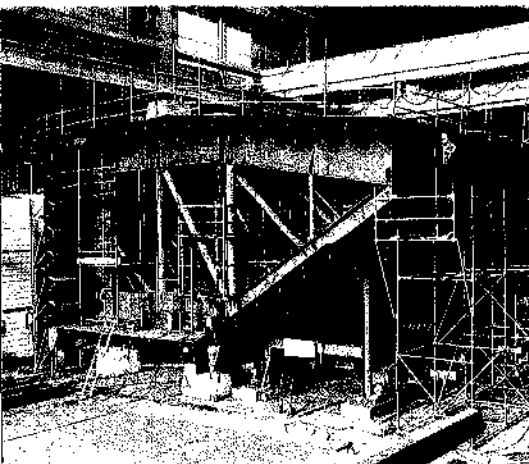
Met de term 'steunpunt' doen we het snijpunt van de twee vakwerkarmen tekort: het is namelijk zowel draaipunt

Augustus 1993



Oktober 1993



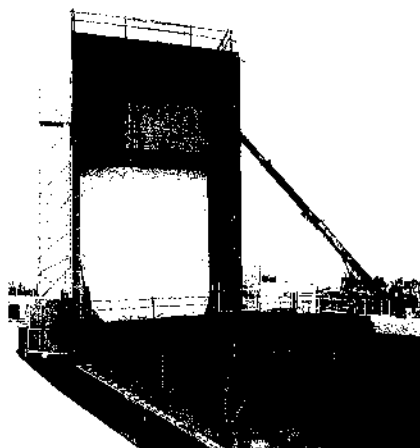


als scharnier. De deur draait bij hoge waterstanden vanuit ruststand de Nieuwe Waterweg op. Dat is de horizontale beweging. Eenmaal aangekomen op hun werkplek, zakken de deuren naar beneden: de verticale beweging. De drijvende deur gedraagt zich als een schip. Hij ondervindt invloeden van golven en wind.

De ontwerpers besluiten de elementen niet tegen te werken. Het draai- en steunpunt op de oever wordt een uitgekiend bolvormig scharnier, vergelijkbaar met een schouder- of heupgewricht. Het enorme bolscharnier (10 meter doorsnede) bestaat uit een raamwerk van dikke stalen platen, sommigen zijn wel 20 centimeter dik. Daaraan zijn bolvormige gietstalen delen bevestigd. Deze passen precies in gietstalen kommen. Door de bolvorm van het scharnier kan de deur naar links en rechts, omhoog en omlaag, en dompen en stampen. Maar niet voor- of achteruit.

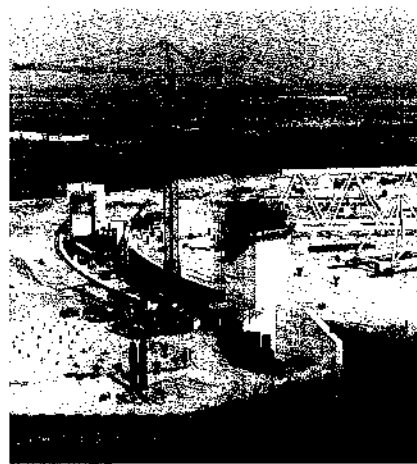
Wrijving

Dat laatste is strikt genomen niet helemaal waar. Het scharnier draagt zijn belasting af aan een betonnen fundament. Dat heeft de vorm van



een driehoek en stemt in grootte overeen met de rest van de stormvloedkering: 10 meter hoog en zijden van 70 meter. Als alle beton is gestort en de driehoek deels is gevuld met grond, ligt er op het landhoofd een massa van 52.000 ton. Zonder ook maar één heipaal.

Dat is geen vergissing, maar een weloverwogen keuze. Zonder heipalen moet de onderliggende grond alle gewicht dragen en horizontale krachten kunnen opnemen. Daardoor ontstaat een flinke wrijving tussen grond en fundament. Volgens de ontwerpers is de wrijvingskracht voldoende om de waterdruk op de deuren via de vakwerkarmen op te vangen. Toch treedt in de ondergrond enige vervorming op. Zou de maximale belasting van 35.000 ton optreden, dan schuift het fundament maximaal 15 centimeter naar achteren. Is de druk weg, dan veert het fundament terug. Met een blijvende verplaatsing is rekening gehouden. Wie na een zware storm de kering bezoekt, zal hem enkele centimeters dichter bij Rotterdam aantreffen. Maar dan wel bij een droog gebleven Rotterdam.



V.l.n.r. fabricage onderdeel kerende wand, doorsnede kerende wand en dok met geleidetoeren in aanbouw

Schoon zonder trillen

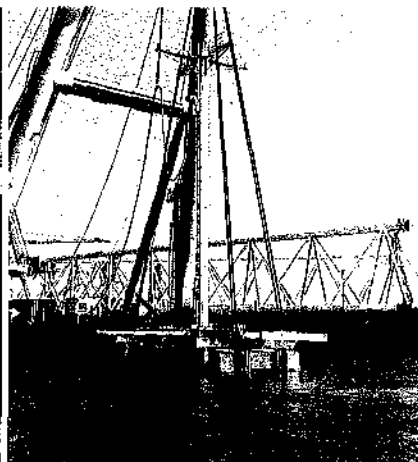
Als belangrijke uitwatering van West-Europa vervoert de Nieuwe Waterweg veel slib.

Dat zet zich ook af op de drempel van de stormvloedkering.

Vóór de sectordeur op de drempel kan rusten, moet daarop afgezet slib verwijderd worden. Een flinke stroming heeft daar geen enkele moeite mee.

De stormvloedkering zorgt ter plekke voor een hoge stroomsnelheid. Als de met water vollopende sectordeuren tot vlak boven de drempel zijn gekomen, stopt men het afzinken.

In de (relatief) nauwe spleet bereikt het water een hoge stroomsnelheid. Na enige minuten is de drempel slibvrij, en zakken de sectordeuren definitief af. Onderzoek in het Waterloopkundig Laboratorium (WL) De Voorst in de Noordoostpolder toonde aan dat de stroomsnelheid inderdaad hoog genoeg is om de drempel schoon te vegen.



Afzinken van drempelblok

Colofon

Uitgave van

**Ministerie van Verkeer en Waterstaat,
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Bouwkombinatie Maeslant Kering (BMK)**

**Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat**
p/a Nieuw Oranjekanaal 131
3151 XL Hoek van Holland
Postbus 72, 3150 AB Hoek van Holland
Telefoon 01745-12301
Telefax 01745-10130

Bouwkombinatie Maeslant Kering (BMK)

wordt gevormd door:

HBG, Hollandsche Beton Groep nv
Koninklijke Volker Stevin nv
NBM Amstelland nv
Hollandia Kloos Holding nv

Projectleiding BMK/BMK Civiel

Nieuw Oranjekanaal 135
3151 XL Hoek van Holland
Postbus 63, 3150 AB Hoek van Holland
Telefoon 01745-15468
Telefax 01745-18968

BMK Staal

Industrieweg 2, 2921 LB Krimpen a/d IJssel
Postbus 736, 2920 CA Krimpen a/d IJssel
Telefoon 01807-50180
Telefax 01807-50107

Tekst

Met medewerking van Kijk, populair wetenschappelijk
maandblad, telefoon 023-304252
Redactie: Nico Wittebrood

Foto's en illustraties

Aeroview-Dick Sellenraad, Carel Kramer,
Louk Boucher, Robert Nagelkerke, archief BMK

Vormgeving en productie

KVSPR

Druk en lithografie

Drukkerij Wyt & Zonen bv, Rotterdam

Copyright van deze uitgave

BMKPR

Tekst, illustraties en foto's zijn beschermd ingevolge
de Auteurswet. Meent u echter aan het gepubliceerde
materiaal rechten te kunnen ontlenen, dan wordt u
verzocht contact op te nemen met RWS of BMK.

Deze brochure is ter informatie samengesteld.
Aan deze uitgave kunnen geen rechten worden
ontleend.

Tweede druk, november 1994

Derde druk, maart 1995


Bouwkombinatie Maeslant Kering



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat