

2 Waterstaat *onder redactie van C. Disco*

Het nijvere verbond

C. Disco en H.W. Lintsen

De waterstaat rond 1900

H.W. Lintsen en M.L. ten Horn-Van Nispen

Kustlijnverkorting en afsluittechniek

E. Berkers

Maaskanalisisatie en Maasverbetering 1900-1940

C. Disco

De verdeling van zoet water over heel Nederland 1940-1970

C. Disco

Grote projecten en subtiële afwatering

H.W. Lintsen en M.L. ten Horn-van Nispen

Uitwaterings- en schutsluizen 1900-1940

C. Disco

Modern ontwerpen

E. Berkers

Het dynamische waterstaatsdomein

E. Berkers en M.L. ten Horn-van Nispen

Op weg naar een integraal waterbeheer

C. Disco en M.L. ten Horn-van Nispen

‘Een volk dat leeft, bouwt aan zijn toekomst’

C. Disco



Het ploeteren in de delta van modder en klei was de bewoners van de Lage Landen van oudsher toevertrouwd. Soms was het water te machtig en waren de middelen te min. Zo gaf de drooglegging van Walcheren in 1944, bij gebrek aan materieel vanwege de oorlogsomstandigheden, in aanvang soms deerniswekkende tafereelen te zien.

1 Het nijvere verbond

Tragiek en heroïek

Vijand en bondgenoot

Grootse ambities en superieure techniek

Verschuiving in waterstaatkundige kernwaarden

De geschiedenis van de Nederlandse waterstaat in de twintigste eeuw is de voortzetting van een lange traditie - de traditie van het onderhouden van land dat, althans in deeltijd, rechtens aan het water toebehoort. Volgens sommigen markeert de twintigste eeuw ook het eindpunt van die lange traditie. Er wordt beweerd dat Nederland - nu de Maeslandtkering is voltooid - in waterstaatkundig opzicht 'af' is. Men hoeft echter geen zwartkijker te zijn om te voorspellen dat inklinking, bodemdaling en de immer rijzende zeespiegel vroeger of later een nieuwe reeks van grote waterstaatkundige projecten nodig zullen maken. Het eindpunt is maar een zeer voorlopig eindpunt, een tijdelijke halte in een proces dat principieel niet te stabiliseren lijkt.

De twintigste eeuw lijkt echter wel een breekpunt te zijn.

Te midden van de voortzetting van de oude traditie lijkt zich een nieuwe dynamiek te ontpoppen. In de schaduw van de grote beveiligingsoperaties is men geleidelijk aan de kwestie van het water in een veel ruimer verband gaan zien. Wat aanvankelijk gescheiden werd aangepakt, wordt in de laatste jaren steeds hechter gebundeld. Men spreekt dan ook van 'integraal waterbeheer'. Zo zijn onderscheiden aspecten als verzilting, de behandeling van afval- en drinkwater en natuur- en recreatiewaarden steeds nauwer bij het klassieke kwantitatieve waterbeheer betrokken geraakt. Het breekpunt is ook zichtbaar in de waterbouw. Een aantal 'traditionele' plannen is afgeblazen (de Markerwaard) of volledig herzien (de Oosterscheldedam).

Sommige ooit gedane ingrepen zijn zelfs teruggedraaid onder het motto van 'natuurbouw'. Zo zijn vroeger gekanaliseerde riviertjes hier en daar weer kromgetrokken en worden ooit moeizaam veroverde kweldergronden en uiterwaarden opnieuw aan het vrije spel van water en wind overgelaten.

De waterstaatkundige super-projecten van deze eeuw en de cultuuromslag van het 'integraal waterbeheer' zijn verschillende kanten van de dynamische voortzetting van een oude traditie: een soort 'nijver verbond' tussen Nederlanders en het land en water dat zij tot hun erfdeel hebben gemaakt. Na de eerste toezegging, na het uitspreken van de wil om te blijven in weerwil van overstromingen en eeuwig zompige akkers, is dit 'nijvere verbond' nooit meer vrijblijvend geweest. Het heeft voortdurende, en in omvang steeds toenemende, offers geëist. Daar stond natuurlijk het een en ander tegenover. Deze vruchtbare delta met haar ligging aan de kruising van scheepvaartwegen was kennelijk steeds de moeite van het bewonen en die offers waard.

Desalniettemin is het 'nijvere verbond' niet zonder tragiek.

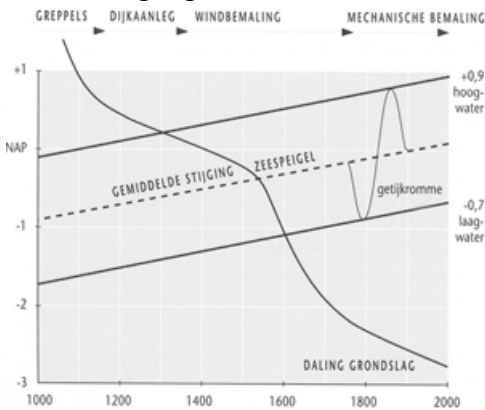
Cynisch bekeken, is het 'nijvere verbond' niet alleen een traditie van verovering en behoud, of zelfs niet alleen een traditie van verovering en lijdzaam verlies. Het is bovenal een traditie van het steeds weer moeten aflossen van de waterstaatkundige 'hypotheek' die door vorige generaties werden afgesloten in hun verbeterende pogingen

om te blijven. Dat betreft dan niet alleen de gevolgen van achteloosheid maar juist de gevolgen van zorgvuldig beraamde offensieven tegen het water. De remedies brachten zoals altijd nieuwe kwalen mee en stelden de nakomelingen voor steeds grotere problemen. Dat er nu een welvarend land ligt in plaats van een uitgestrekt moeras, is alleen te danken aan het eeuwige vermogen van Nederlanders om, als puntje bij paaltje kwam, voor de dag te komen met onverzettelijkheid, organisatorisch vermogen en vernuft. Zij hebben ook veel geluk gehad.

Tragiek en heroïek

Het ‘nijvere verbond’ is in wezen een tragisch en ironisch verhaal van de mensen en het water in de Nederlandse delta. De kille trends en de waterstaatkundige ‘oplossingen’ die door de eeuwen heen zijn getroffen, worden in compacte vorm in grafiek 1.1 weergegeven. Daarin is te zien dat gedurende het afgelopen millennium twee elkaar versterkende processen, de inklinking van de bodem in de polders en de stijging van de zeespiegel, een dramatische daling van het maaiveld ten opzichte van het buitenwater hebben veroorzaakt. Lag in het jaar 1000 het maaiveld in de veengebieden volgens de grafiek nog ongeveer drie meter boven het niveau van gemiddeld laagwater, rond 1600 was dat al gelijk en aan het begin van de twintigste eeuw lag het maaiveld zelfs twee meter beneden gemiddeld laagwater. Het spreekt voor zichzelf dat de aanvankelijk droge voeten gaandeweg natter werden. Bedijking van de meest kwetsbare gebieden bood een oplossing. Het is evenwel duidelijk dat vanaf ongeveer 1600 de natuurlijke lozing van regen- en kwelwater (op basis van afstroming naar een lager niveau) in vele gevallen niet langer mogelijk was. Het water moest op de een of andere manier door toevoeging van energie mechanisch worden uitgeslagen. De windmolen bood in eerste instantie soelaas, gevolgd door bemaling met stoommachines en later ook met verbrandings- en elektromotoren.

Afhankelijk van optiek en gemoed laat de grafiek een teleurstellende dan wel een heroïsche gang van zaken zien.



Grafiek 1.1.: De rijzing van de zeespiegel is een klimaatgebonden trend die door menselijk toedoen in de nabije toekomst misschien zal versnellen. De daling van de grondslag in veengebieden is voornamelijk een gevolg van ontginning en bemaling. Het ontgonnen land kon aanvankelijk door middel van natuurlijke afvoer droog worden gehouden, maar sinds 1600 is voortdurende bemaling nodig geweest.

Teleurstellend omdat ondanks al het leed, ondanks de inzet en het vernuft de toestand nooit kon worden gestabiliseerd. Heroïsch omdat de mensen per saldo steeds zegevierden.

Maar heroïsch of teleurstellend, de grafiek verbergt nog de diepere tragiek van goede bedoelingen en onvoorziene nadelige gevolgen. Achter de lijnen op de grafiek schuilt het wrange feit dat de steeds opnieuw bedachte waterstaatkundige oplossingen op korte termijn wel uitkomst brachten, maar op lange termijn alleen maar een structurele verslechtering betekenden. Die verslechtering vond direct en indirect plaats. Waterstaatkundige ingrepen als veenontginning, bedijkingen en droogmakerijen hadden op een directe wijze averechtse effecten als inklinking en inkrimping van het

boezemareaal. Indirect hadden zij ook een averechtse uitwerking doordat zij de bewoning van - en dus doorgaande investering in - steeds kwetsbaarder gebieden aanmoedigden. Beide typen effecten trokken een steeds grotere wissel op de krachten van toekomstige generaties. Dát is de waterstaatkundige erfenis van de dertiende eeuw geweest, van de zeventiende eeuw en ook van de twintigste eeuw. De tragiek van het nijvere verbond doet echter onrecht aan de eigenlijke geschiedenis, aan hoe de mensen zelf voor keuzes hebben gestaan en hoe zij daar op een voor hen aanvaardbare wijze uit zijn gekomen. Zij is een reconstructie achteraf, een redenering vanuit effecten die voor een deel pas veel later zichtbaar zijn geworden en die voor de directbetrokkenen nagenoeg onzichtbaar waren. Noch de eerste ontginners van de veengronden, noch de eerste dijkenbouwers, noch de grote droogmakers konden voorzien wat hun bijdragen aan het nijvere verbond op termijn zouden aanrichten. Zij hadden nog nauwelijks inzicht in de complexiteit van de verbanden die ons in het grafiekje zo overzichtelijk worden gepresenteerd. Zij ervoeren ongetwijfeld de verslechtering van de waterstaatkundige toestand op verschillende fronten, maar zagen dat als een specifieke uitdaging die wel of niet met beschikbare middelen en tegen wel of niet aanvaardbare kosten het hoofd geboden kon worden.

Toch geeft het geen pas om het voorgeslacht als naïeve geesten af te schilderen. Zij ondervonden zelf ook telkens weer aan den lijve welke grote risico's er kleefden aan het bewonen van ontgonnen, bedijkte en drooggemaakte gronden. Zij hebben die risico's ook zelf in vrijheid aanvaard en niet alleen hun nageslacht ermee opgescheept. Zij kozen, alle tragiek van hun relatieve onwetendheid terzijde, ook steeds zelf voor het riskante leven in deze lage landen aan de zee.

Vijand en bondgenoot

Het nijvere verbond omvat meer dan afwatering en verdedigen van laaggelegen gebieden. Het behelst een scala van activiteiten, waarbij het water wisselend als vijand en als bondgenoot wordt gezien. Er zijn grofweg zeven categorieën te onderscheiden:

- Kustverdediging en kustlijnverkorting
- Landaanwinning
- Rivierverbetering en hoofdafwatering
- Vaarwegen
- Detailafwatering
- Waterkwaliteit
- Militaire verdediging

Kustverdediging en kustlijnverkorting

In de negende eeuw had Nederland tussen Zeeuws-Vlaanderen en Vlieland grotendeels een gesloten kustlijn, die alleen werd onderbroken door een aantal riviermondingen en zeearmen.

Stormvloed doorbraken in de eeuwen daarna de kustlijn op diverse plaatsen. Ze zorgden voor landverlies en schiepen diepe zeearmen in het zuidwesten en een nieuwe binnensee in het hart van de delta, de Zuiderzee. De kustlijn nam toe van ongeveer 800 km tot circa 3.400 km aan het begin van de twintigste eeuw.

De kwetsbaarheid van het grondgebied werd daarmee navenant groter. Gedurende de Middeleeuwen is op beperkte schaal aan kustlijnverkorting gedaan en wel door het afdammen van enkele kleinere rivieren die op getijwateren uitmondde; rivieren als de Rotte, de Amstel, de Zaan en de Schie. Dit gaf enig soelaas op lokale schaal maar liet de bedreiging vanuit de grote zeearmen ongemoeid.

De meest imposante Nederlandse waterstaatsprojecten in de twintigste eeuw, de Zuiderzeewerken en de Deltawerken, zijn in ieder geval uit politiek oogpunt directe antwoorden op deze blijvende onveiligheid. Door grootscheepse afdamming van verschillende zeegaten en -inhammen is de lengte aan zeedijken teruggebracht tot 650 km (exclusief de Waddeneilanden). Dit omvangrijke karwei wordt behandeld in hoofdstuk 3.

Landaanwinning

Er is geen nijver verbond zonder landaanwinning. Dat heeft plaatsgevonden door middel van bedijking (van nog wel droogvallende gronden) en droogmakerijen (van de diepere meer- en zeebodems). Tot op heden is de landaanwinning als gevolg van bedijking 401.000 ha groot en van droogmakerijen 312.000 ha, dus 713.000 ha in totaal.¹ Daartegenover staat een verlies aan land sinds het jaar 800 van 920.000 ha, waarvan 570.000 ha na het jaar 1200, zodat per saldo sinds de aanvang van bedijking in de Middeleeuwen, de mens als overwinnaar uit de bus komt.² De bedijking van platen, schorren en grienden vormde sinds het begin van de elfde eeuw een geleidelijke doch voortdurende aanval op de heerschappij van de zee. De op basis van mechanische bemaling voltooide droogmakerijen vonden plaats met name in drie periodes. De eerste helft van de zeventiende eeuw vormt de eerste periode en levert vooral de droogmakerijen in Noord-Holland ten noorden van het huidige Noordzeekanaal op.

De tweede periode valt in het midden van de negentiende eeuw, met de droogmaking van vele veenplassen en als hoogtepunt de imposante droogmaking van de Haarlemmermeer. De twintigste eeuw - de derde periode - laat wederom een schaalvergroting zien. Meer dan de helft van al het door droogmakerijen gewonnen areaal werd in deze eeuw aan de zee ontrukkt. Alleen al de droogmakerijen in het kader van het Zuiderzeeproject leverden ruim 200.000 ha voormalige zeebodem op. Hier wordt ook in hoofdstuk 3 ook op ingegaan.

Rivierverbetering en hoofdafwatering

Bij de dreiging van de waterwolf wordt doorgaans gedacht aan de zee. De geschiedenis leert echter dat de rivieren op zijn minst een even grote aanslag op het welzijn van de Nederlander hebben gepleegd. Rivieroverstromingen teisterden veelvuldig het grondgebied in de achttiende en negentiende eeuw. Slechte rivierbeddingen met zandbanken en andere obstakels verhinderden een vlotte afvoer van water en vooral van ijs. Ijsdammen kwamen na strenge winters herhaaldelijk tot stand. Zij zorgden voor de opstuwing van het rivierwater. Winterdijken liepen over of bezweken. Bovendien leek het rivierensysteem op een soort flessenhals. In tijden van overvloedige afvoer persten water en ijs zich een weg naar zee door een gering aantal riviermondingen, die ook nog eens in een slechte conditie verkeerden. Daarnaast bestond de problematiek van de waterverdeling over de verschillende Rijntakken. De Waal voerde zoveel water af dat de Neder-Rijn geheel dreigde te verzanden.

Dit laatste probleem werd door grote waterstaatkundige werken in de achttiende eeuw reeds verholpen. De andere twee problemen werden in de negentiende eeuw aangepakt, met name in de tweede helft. Er werden nieuwe riviermondingen (de Nieuwe Merwede en Bergsche Maas) gegraven en de rivieren werden genormaliseerd.

Iedere rivier kreeg een eigen, doorlopende bedding, waarbij de maatvoering werd vastgelegd in normaalbreedten, die naar de monding toe toenamen.

Veiligheid stond in de negentiende eeuw voorop. Als gevolg van de opschaling van de scheepvaart werden daar vanaf ongeveer 1900 steeds stringenter eisen van bevaarbaarheid aan toegevoegd. De rivierverbetering kwam daarmee in de twintigste eeuw in een nieuwe fase. De Rijntakken werden opnieuw aangepakt en volgens een nieuwe, nautisch bepaalde maatvoering genormaliseerd (inclusief diverse bochtafsnijdingen). Overstromingen langs de Maas na recordafvoeren in 1926 wezen echter uit dat men ook met de veiligheid nog niet klaar was. De Maas tussen Grave en Almen werd volgens een ruime maatvoering genormaliseerd en een aantal bochten werd afgesneden. Zo kon uiteindelijk de laatste grote overlaat (de Beerse) voorgoed de wereld uit worden geholpen.

Deze verbetering wordt in hoofdstuk 4 beschreven.

Nieuw voor de waterstaatsontwikkeling en kenmerkend voor de twintigste eeuw was de schepping van een nationaal systeem van



In het begin van de twintigste eeuw hadden de bewoners van de kustgebieden nog geregeld te vrezen voor overstromingen. In 1906 trof dit noodlot delen van Zeeland, waaronder Zeeuws-Vlaanderen. Hier wordt te Kloosterzande, enkele kilometers landinwaarts van de veerhaven Perkpolder, met man en macht en aloude hulpmiddelen als de kruiwagen en de iets recentere zandzak in alle haast een nooddijk aangelegd om het stijgende water tegen te houden.

afwatering en waterverdeling met een spilfunctie voor de rivieren. De grote waterstaatkundige projecten van de twintigste eeuw, met name de kanalisatie van de Neder-Rijn en Lek, maakten het uiteindelijk mogelijk om het Rijn- en Maaswater in vele gewenste richtingen te dirigeren en te verdelen over de verschillende riviertakken, waterbekkens (IJsselmeer en afgesloten zeearmen) en de poldergebieden in het noordwesten en noordoosten van Nederland. De vorming van dit nationale waterstaatkundige systeem wordt behandeld in hoofdstuk 5.

Vaarwegen

Tot het nijvere verbond behoorde van oudsher ook het gebruik van het water voor transport. Reeds sinds de Middeleeuwen vervulden binnenwateren, meren en grote natuurlijke waterwegen een essentiële functie in de regionale, interregionale en zelfs internationale handel. Vanaf de zeventiende eeuw functioneerde tevens een netwerk van trekvaarten, waarop trekschuiten volgens een nauwkeurig rooster de verbindingen tussen belangrijke steden en kleinere plaatsen onderhielden. Dat netwerk verdween vervolgens weer en daarvoor in de plaats kwam in de negentiende en twintigste eeuw een netwerk van kanalen, spoorwegen en wegen. Samen met de bevaarbare rivieren telt Nederland nu ongeveer 4.000 km bevaarbare waterweg.

In de twintigste eeuw is een aantal vaarwegen gerealiseerd, onder andere het Wilhelminakanaal, het Julianakanaal, het Maas-Waalkanaal, het Kanaal Wessem-Nederweert, de Twentekanalen, het Amsterdam-Rijnkanaal, het Margrietkanaal en de verschillende vaarten en tochten in de nieuwe IJsselmeerpolders. De meest bijzondere toevoegingen aan 's lands vaarwegen zijn echter de twee grote rivierkanalisaties: de Maaskanalisisatie, afgerond in 1928, en de gekanaliseerde Neder-Rijn, die eind jaren zestig in gebruik werd genomen. Dit vereiste de bouw van de eerste grote stuwen in Nederland. De Maaskanalisisatie komt in hoofdstuk 4 ter sprake en de kanalisatie van de Neder-Rijn in hoofdstuk 5.

Detailafwatering

Dit complex van activiteiten stamt uit de grijze oudheid en vormt nog steeds het hart van het nijvere verbond. In aanvang ging het om ontginning, de verbetering van de natuurlijke afwatering van veenmoerassen door middel van het graven van sloten en tochten. Dat zette een proces op gang van rotting en inklinking van het veen. In combinatie met de zeespiegelrijzing had dit tot gevolg dat sinds de Middeleeuwen duizenden kilometers dijk moesten worden aangelegd om ontgonnen en bewoond land te beschermen tegen de relatief steeds hoger staande zee en de rivieren. Binnen de dijken ontstond een complex en subtiel poldersysteem voor afwatering met sloten, afwateringskanalen, boezems, sluizen, bemalingswerktuigen enzovoorts. De waterstaatkundige inrichting van de polders was zeer divers en hing sterk af van de lokale situatie. Hetzelfde gold voor de organisatie. In vele gebieden werd de waterstaatszaak uitgeoefend door het lokaal, algemeen bestuur. Regionale waterstaatszorg was de taak van de streekwaterschappen, die onder andere in Holland ten zuiden van het IJ uitgroeiden tot prestigieuze organisaties. Sinds de negentiende eeuw werd de lokale waterstaatszorg opgedragen aan waterschappen, die uitsluitend met die taak waren belast.

In de twintigste eeuw kwam dit lokale waterschapssysteem onder zware druk te staan door de ontwikkelingen in de landbouw en de uitvoering van grootschalige projecten door de nationale overheid. Deze problematiek van de inpassing van het oude nijvere verbond in de nieuwe grootschalige waterstaatkundige omgeving komt aan de orde in hoofdstuk 6.

Waterkwaliteit

Waterstaatszorg stond eeuwenlang vooral in het teken van veiligheid, landbouw en scheepvaart. In de twintigste eeuw werden daar nieuwe thema's aan toegevoegd. Watervoorziening voor de industrie was daar een van, evenals de drinkwatervoorziening voor de bevolking. Een belangwekkend nieuw thema was de zorg voor

de kwaliteit van water. Deze zorg werd in de jaren dertig expliciet aan de agenda toegevoegd in verband met het beheer en de toekomstige inrichting van het nieuwe IJsselmeer.

Waterkwaliteit heeft een aantal dimensies. Allereerst is er de kwaliteit van het water zelf als een fysisch-chemische substantie.

Hier gaat het om wat er in het water is opgelost (bijvoorbeeld zouten) en wat het water in de vorm van kleine deeltjes meevoert (olie, zware metalen, rioolstoffen, slib enz.). Zout water is normaliter ongewenst. De toenemende verzilting van rivier-, oppervlakte- en grondwater is al lang een zorgelijk punt geweest. Daarnaast is er de vervuiling in de vorm van de door Maas en Rijn uit België en Duitsland meegevoerde zouten en chemicaliën. Dit heeft in de loop van de eeuw een enorme aanslag op de kwaliteit van Nederlandse zoetwaterbekkens en -bodems gepleegd, ironisch genoeg mede als gevolg van het nieuwe nationale waterhuishoudkundige systeem.

Een tweede dimensie van kwaliteit betreft de ecologische waarde van watergebonden leefsystemen. Brakke estuaria, waddengebieden, grienden en de uiterwaarden van rivieren zijn het soort kwetsbare ecosystemen dat door vervuiling en agressief waterstaatsbeleid sterk wordt bedreigd. Tot slot is er in de loop van de eeuw steeds meer aandacht gekomen voor de recreatieve waarden van grotere en kleinere wateroppervlakten.

Het zoeken naar een evenwicht tussen de verschillende functies van water en de belangen van de verschillende gebruikers is voor waterbeheerders dan ook geen sinecure. Een cultuuromslag werd in de jaren zeventig op dramatische wijze zichtbaar door het massale verzet tegen de aanleg van de Markerwaard en tegen een dichte Oosterschelde. Daarna is door bevoegde instanties onder de vlag van integraal waterbeheer naarstig gewerkt aan de ontwikkeling van technische en bestuurlijke middelen om de verschillende kwaliteitsaspecten op de andere facetten van de waterstaatsagenda te betrekken. De wording van een integraal waterbeheer vormt het thema van hoofdstuk 10.

Militaire verdediging

Een aspect van het nijvere verbond waaraan hier slechts zijdelings aandacht wordt besteed, is het gebruik van water als bondgenoot tegen mogelijke vijandelikheden. Om het economische en politieke hart van Nederland - dat wil zeggen de provincie Holland - te verdedigen, werden verschillende waterlinies aangelegd: de oude Hollandse Waterlinie (1673), de Grebbelinie (1742) en de nieuwe Hollandse Waterlinie (1815). De werking van een waterlinie was eenvoudig. Men opende de inundatiesluizen, zodat polders onder water liepen en er een verraderlijke watervlakte ontstond met talrijke, onzichtbare sloten. Een vijandelijke opmars kon alleen plaatsvinden via de hoger gelegen dijken en wegen, maar deze werd gestuit door een systeem van strategisch gelegen forten en schansen.

Na de Tweede Wereldoorlog, tijdens de Koude Oorlog, greep men nog een keer terug op dit middel, namelijk met de aanleg van de Rijn-IJssellinie. Inundaties moesten een strook land tussen Nijmegen en het IJsselmeer veranderen in een water- en moddervlakte, die een opmars vanuit het Oostblok moest tegenhouden of vertragen.

Dat vereiste overigens wel de evacuatie van meer dan 200.000 mensen, 70.000 dieren en de inventaris van enige honderden fabrieken. Inmiddels is ook deze linie opgeheven.

Grootse ambities en superieure techniek

De waterstaatsagenda van de twintigste eeuw stamt deels uit een ver verleden. Dat geldt ook voor veel van de technische en bestuurlijke middelen waarmee die agenda te lijf is gegaan. Toch is zeker niet alles op dit terrein onder een dikke laag stof bedolven.

Integendeel! In de twintigste eeuw hebben adembenemende ontwikkelingen in de waterbouwkundige techniek en in de waterstaatsorganisatie plaatsgevonden.

Deze ontwikkelingen zijn te danken aan een dynamische maatschappelijke en technische omgeving. In de twintigste eeuw bereikte het geloof in de maakbaarheid van de samenleving en de technische vooruitgang een apotheose. De waterstaatsprojecten zijn daar een fraai voorbeeld van. In de negentiende eeuw moest men zich nog geregeld afvragen: ‘Kunnen wij wat wij willen?’ In de loop van de twintigste eeuw werd het antwoord steeds stelliger: ‘Wij kunnen wat wij willen.’ Het bewijs werd geleverd door een monumentale Afsluitdijk, zware sluis- en stuwconstructies, machtige kunstmatige vaarwegen als het Amsterdam-Rijnkanaal en als topprestatie de Deltawerken, ook wel door chauvinisten het achtste wereldwonder genoemd.

De ambities die de plannen uitstraalden, waren historisch gezien ongekend: hoge veiligheidsnormen, hoge eisen aan bevaarbaarheid, omvangrijke landaanwinning, optimale beheersing van waterstanden en stromen. Grote watermassa's en krachten moesten worden bedwongen, meer en grotere schepen moesten Nederland kunnen bereiken en bevaren. Het bijzondere is, dat deze ambities geen dagdromerijen meer waren. Zij werden in belangrijke mate verwezenlijkt.

Schaalvergroting

De schaalvergroting was grotendeels te danken aan een revolutie in de waterbouwkundige kennis en kunde. Zonder de mogelijkheid om veel grotere en robuustere kunstwerken te ontwerpen en te bouwen, waren veel van de waterbouwkundige projecten van de twintigste eeuw ondenkbaar en onuitvoerbaar geweest. De diverse kunstwerken waren letterlijk maatgevend voor wat kon worden nagestreefd en gerealiseerd. Zonder de mogelijkheid om robuuste en ruime uitwateringssluizen te bouwen, waren de afsluitdijken in



In de twintigste eeuw is de kaart van Nederland grondig veranderd. Er zijn nieuwe kanalen gegraven, er is nieuw land gewonnen, rivieren zijn genormaliseerd en gekanaliseerd en de kustlijn is sterk verkort door een aantal grote afsluitingen van binnenzeeën en zeearmen. Niet direct zichtbaar op deze overzichtskaart van waterstaatsprojecten in de twintigste eeuw is het nieuwe landelijke systeem van verdeling van zoet water.



Het oude handmatige graafwerk wist zich nog lange tijd te handhaven naast het nieuwe mechanische grondverzet. Dat werd tijdens de crisis van de jaren dertig nog eens extra in de hand gewerkt door de zogenaamde 'werkverruiming', waardoor onder meer veel grootschalig grondverzet weer met schop en kruiwagens werd uitgevoerd. Bij de aanleg van de Twentekanalen werden zowel excavateurs - zoals hier te Enschede in 1935 - als werklozen met schoppen ingezet.

de Zuiderzee en de Lauwerszee onzinnige ondernemingen geweest. Zonder het technische vermogen om een Noordersluis van absoluut wereldformaat in IJmuiden te bouwen, waren het Noordzeekanaal en de Amsterdamse haven een vroegtijdige dood gestorven. Zonder de enorme vervallen (tot 11 meter) die in de schutsluizen van het Julianakanaal werden bereikt, was het kanaal reeds bij oplevering een economische dinosaurus geweest. Zonder vertrouwen in de mogelijkheid van reusachtige pijlers en schuiven voor een nieuwe open Oosterschelddam, was de technische oplossing voor de politieke patstelling toch nog op losse schroeven komen te staan. Kortom, de sleutel tot de waterbouwkundige prestaties van deze eeuw was het vermogen om op een nieuwe schaal met massa's en krachten in de sluis- en stuwbouw te werken.

De ontwikkeling van dit vermogen verliep niet geleidelijk. Nog voor de Eerste Wereldoorlog was er een duidelijke sprong in het ambitieniveau en in de schaal van waterbouwkundige projecten.

Dit had echter per type project verschillende voeten in de aarde.

Stoomkracht en nieuwe vormen van mechanisch grondverzet brachten een mammoetproject als de afsluiting van de Zuiderzee binnen het bereik van een voor de rest vrij traditionele waterbouwkundige aanpak. De haalbaarheid - en dus de politieke levensvatbaarheid - van dit project werd sterk vergroot door de beschikbaarheid van nieuwe technieken van stoombaggeren en mechanisch grondverzet, die in het laatste kwart van de negentiende eeuw waren ontwikkeld.

Eenzelfde sprong bij de bouw van schutsluizen en stuwen had geheel andere achtergronden. Allereerst was er vanwege de uitstraling van de Duitse industrialisatie ook in Nederland een nieuwe behoefte aan grootschalige vaarwegen ontstaan. De behoefte aan massaal en goedkoop kolenvervoer, vooral vanuit Limburg, was een belangrijke drijfveer. Daarvoor waren grotere sluizen en stuwen onontbeerlijk. Duitsland en de Verenigde Staten wezen daarin de weg en reeds vanaf het eerste decennium van de eeuw waren Nederlandse waterbouwkundigen bij die landen in de leer.

De toepassing van geheel nieuwe technieken zoals gewapend en later voorgespannen beton, geklonken en later ook gelaste staalconstructies, elektrische tractie en gerationaliseerde bouwprocessen maakte het op termijn mogelijk om dramatische schaalsprongen te realiseren. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de spuisluizen in de Afsluitdijk, bij de Maasstuwen, bij de nieuwe Noordersluis te IJmuiden, bij de schutsluizen in het Julianakanaal en de Twentekanalen, bij de stuwen in de Nederrijn, bij de Haringvlietsluizen en bij de stormvloedkering in de Oosterschelde. Grotere en gedurfter werken kenmerkten de twintigste eeuw. Dat bracht grote risico's met zich mee. Een mislukking of debacle lag voortdurend op de loer, met verstrekkende maatschappelijke en politieke gevolgen. Men kon daarom niet langer doorgaan met berusten in een ambachtelijk 'Fingerspitzengefühl' of met het eenvoudig oprekken van de bekende praktijk naar nieuwe situaties. Hoe gingen ontwerpers, specialisten en bouwers hiermee om? Welke strategieën hanteerden zij om de opschaling zonder al te veel brokken mogelijk te maken? Hoofdstuk 7 houdt zich met deze precaire vraag bezig en gaat vooral in op de schaalvergroting bij de bouw van schut- en uitwateringssluizen.

Nieuwe ontwerpprocessen

De ontwikkeling van kunstwerken op een nieuwe schaal en van een hogere graad van robuustheid hing onder andere samen met de ontwikkeling van nieuwe ontwerpbenaderingen. Nauwkeurige voorspellingen op basis van wetenschappelijk rekenen en systematisch modelleren waren nu aan de orde. De gedragingen van ontworpen constructies en de neveneffecten van waterstaatkundige ingrepen moesten nu van tevoren tot in detail voorspeld kunnen worden. Steeds vaker hingen de technische en politieke haalbaarheid van voorgenomen werken daarvan af.

Er werden diverse rekenmethodes ontwikkeld voor het bepalen van stromingspatronen en sedimenttransport en voor het bepalen van de eigenschappen, in het bijzonder de draagkracht, van de bodem. Dit was een mondiale ontwikkeling waarin Nederlandse wetenschappers en ingenieurs niet achterbleven. Ook kwam het zogenaamde waterbouwkundig modelonderzoek in zwang, aanvankelijk een Duitse verworvenheid dat in de loop van de jaren twintig tot een mondiale standaardpraktijk werd. Modelonderzoek was geschikt voor het bestuderen van ingrepen in natuurlijke hydraulische systemen (zeearmen, rivierstelsels, havenmonden enz.) en van hydraulische stromingspatronen en krachten in en rond kunstwerken. Na de stichting van het Waterbouwkundig Laboratorium in 1928, werd het modelonderzoek een bijna verplicht onderdeel van het ontwerp van ieder Nederlands waterstaatkundig werk van betekenis.

Het beramen van projecten en het ontwerpen van kunstwerken werd steeds kennisintensiever. Dit gold ook voor het onderhoud en het beheer van de kunstwerken. Tegelijkertijd was een verschuiving van kennis waarneembaar. De ambachtelijke kennis van sluiswachters, stuwmeesters, metselaars en machinisten bleek minder relevant te zijn in de nieuwe verhoudingen.

Nieuwe ontwerpbenaderingen is het thema van hoofdstuk 8.

Vernieuwing van organisatie en wetgeving

De waterbouwkundige prestaties zijn niet alleen een kwestie van techniek. Zonder aanpassing van het bestuur, de organisatie en de werkverhoudingen op het waterstaatsdomein lukte het niet om de ambities waar te maken. Techniek en organisatie ontwikkelden zich in wisselwerking met elkaar. Zo veranderde de Rijkswaterstaat na 1930 geleidelijk van een regionaal verankerde organisatie in een functionele organisatie met specialistische diensten, die hun stempel drukten op de regionale directies. Bij die reorganisatie zou het niet blijven. De dienst zou zich nog een aantal keren moeten aanpassen. De traditionele werkverhoudingen moesten er ook aan geloven. In de nieuwe verhoudingen waren het vaak de aannemers die het voortouw namen. De zogeheten natte aannemerij had lange tijd gewerkt vanuit een ondergeschikte positie en zich beperkt tot een uitvoerdersrol in de waterstaatszorg. Enkele aannemers groeiden na de eeuwwisseling echter uit tot krachtige partners en toonden met name in de technieken van baggeren en grondverzet grote voortvarendheid. Hun stoombaggermolens en zelflossende zandzuigers waren essentieel voor het op diepte houden van riviermonden. Hetzelfde gold voor de

nieuwe keileem onderlossers bij de Zuiderzeewerken en de draglines en bulldozers bij de droogmaking van Walcheren. Daarnaast waren er specialistische aannemers, in het bijzonder op ingewikkelde domeinen als gewapendbetonwerk en staalconstructies. Zij speelden niet alleen bij de uitvoering, maar ook al bij het ontwerpen een steeds belangrijker rol.

Een andere belangrijke verandering betreft de waterstaatswetgeving en -organisatie. Zij heeft in deze eeuw steeds moeten balanceren tussen uitvoerbaarheid van centrale plannen en de rechten en belangen van regio's, provincies, waterschappen en zelfs individuele burgers. De oplossing werd deels gezocht in het aanscherpen en uitbreiden van de traditionele taakverdeling tussen waterschappen (de zorg voor detail-ontwatering en waterkwaliteit, later ook rioolwaterzuivering) en de Rijkswaterstaat (zorg voor het hoofdwatersysteem en de uitvoering van grootschalige projecten). Door vele fusies en concentraties is het aantal waterschappen sterk gereduceerd en zijn de nu grotere eenheden veel kundiger en slagvaardiger organisaties dan voorheen.

De thematiek van waterstaatstechniek en -organisatie komt in hoofdstuk 9 aan de orde.

Beheersing en controle

Veranderende wensen en middelen: de twee polen van een dynamisch proces van vernieuwing van waterstaatkundige systemen. Geen van beide polen is zomaar door de geschiedenis gegeven. Wensen worden opgesteld, gearticuleerd, geaccordeerd, geëffectueerd en tot een maatschappelijke en politieke agenda omgevormd. Middelen worden ontwikkeld, getoetst, eigen gemaakt, toepasbaar gemaakt. Het verhaal van de waterstaatstechniek in Nederland in de twintigste eeuw is een verhaal van het opstellen van agenda's in wisselwerking met het ontwikkelen van de nodige technische en organisatorische middelen. Het is vooral dit verhaal, dat in dit deel wordt beschreven. Niet de maatschappelijke en de politieke besluitvorming sec staan voorop, zoals in vele verhandelingen over waterstaatkundige projecten het geval is, maar de wederzijdse dynamiek met inbegrip van de techniek, de kunst en de kunde van het steeds gedurfder bouwen. Soms lopen de wensen en de agenda's vooruit op de middelen; soms is het net andersom. Aan het begin van deze eeuw overtroffen de waterstaatkundige ambities nog de middelen. Er was altijd behoefte aan meer agrarisch land, de bouw van vaarwegen liep achter bij de ontwikkeling van de scheepvaart, de komst van kunstmest en de verdichting van bevolking maakten rivieroverstromingen overbodig en steeds hinderlijken de verdedigings-

linies tegen de zee werden telkens weer overrompeld. Mede als gevolg van de kloof tussen ambities en middelen werd gaandeweg een imposant arsenaal aan waterbouwkundige technieken en organisaties ontwikkeld. In de jaren vijftig en zestig wordt Nederland echter waterstaatstechnisch één grootschalig systeem dat actief wordt gecontroleerd en gereguleerd. De waterbouwkunde is dan verwetenschappelijkt en de eens zo revolutionaire basistechnieken zoals beton, staal en elektro-mechanische aandrijving en bediening zijn gemeengoed geworden. De projecten zijn groots en ambitieus en staan niet meer op zichzelf maar in onderling verband. De waterstaatswereld, aangevoerd door de ingenieurs van de Rijkswaterstaat, heeft voor het eerst in de geschiedenis het gevoel de situatie enigszins meester te zijn. De waterwolf is getemd. De ster van de waterbouwkundigen rijst naar ongekende hoogte.

Verschuiving in waterstaatkundige kernwaarden

De omwenteling van de jaren zeventig maakte aan de technocratische waterstaatsidylle een plotseling einde. De twee grootschalige projecten die de Rijkswaterstaat toen nog onderhanden had, de inpoldering van de Markerwaard en de gesloten Oosterscheludedam, moesten er beide aan geloven. Daarna was het hek ook letterlijk van de dam. Aanvankelijk door actiegroepen en uiteindelijk door brede lagen van de bevolking onder druk gezet, konden ook volgende regeringen niet anders dan milieu en natuur in hun vaandel voeren. De Rijkswaterstaat en sommige waterschappen moesten goedschiks dan wel kwaadschiks mee. Na aanvankelijke weerstand reageerden zij over het algemeen echter positief en met daadkracht, zoals in hoofdstuk 10 beschreven zal worden. Voor het eerst in de geschiedenis werd hun doen en laten aan een fundamenteel nieuwe vraag getoetst. De kwestie was niet meer: ‘Kunnen wij wat wij willen?’, maar: ‘Willen wij wat wij kunnen?’ De grote maatschappelijke omwenteling werd door waterbouwkundigen en waterstaatsbestuurders aangegrepen om een bijgestelde agenda samen te stellen en om bijpassende technische en bestuurlijke middelen te ontwikkelen (integraal waterbeheer). Het lijkt er ook op dat er een nieuwe consensus-georiënteerde politiek naar ‘het veld’ toe in ontwikkeling is. Dat kan op termijn leiden tot een wezenlijke ombuiging in zowel de normatieve als de bestuurlijke traditie van het ‘nijvere verbond’.

C. Disco en H.W. Lintsen

Eindnoten:

1 Dank aan ir. J.J. Pilon voor deze cijfers.

2 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Het Zuiderzeeproject in Zakformaat* (Den Haag 1987), 38.



Midden 1904, twintig jaar na aanvang, was de nieuwe Maasmond gereed en kon de afsluitdijk naar de Beneden Amer worden doorgestoken. Het project duurde zo lang omdat de gehele waterstaatkundige toestand van Noordwest-Brabant op de schop kwam. Zo werden er zes stoom- en twee elektrische gemalen opgericht. Totale kosten: bijna 23 miljoen gulden.

2 De Waterstaat rond 1900

Gestabiliseerde verhoudingen

De kaart rond 1900

Stand van de techniek

In 1904 vond de feestelijke opening plaats van de Bergse Maas door koningin Wilhelmina. Het betekende de afsluiting van een eeuw waarin systematisch en grootschalig aan de verbetering van de rivieren was gewerkt. De Bergse Maas vervulde daarin een essentiële functie. Daarmee kreeg de Maas een eigen uitmonding in zee en was niet meer verbonden met de Waal. De grote rivieren, die twee eeuwen lang met een zekere regelmaat rampzalige overstromingen hadden veroorzaakt, waren door deze en andere ingrepen voor een belangrijk deel aan banden gelegd.

De Rijkswaterstaat, die vooral voor deze problematiek in 1798 was opgericht, kon trots wezen en had zijn bestaansrecht uiteindelijk bewezen. Daarbij hadden de Rijkswaterstaat, provincies en waterschappen op een harmonieuze wijze samengewerkt. In dat opzicht weerspiegelde de Bergse Maas de bedoelingen van de wetgeving die rond de eeuwwisseling tot stand was gekomen en die de gegroeide relaties tussen de actoren op waterstaatsgebied juridisch vastlegde. Ook in andere opzichten verwees de Bergse Maas naar een praktijk zoals die inmiddels was gegroeid. Zo was nog slechts 10% van het grondverzet met schop en kruiwagen verricht. Vooral de spierkracht van mens en dier had in de negentiende eeuw de waterstaatkundige werken tot stand gebracht. Het mechanisch grondverzet, dat in de tweede helft van de negentiende eeuw opkwam, bracht een revolutie, die zijn vervolg vond na 1900.

Een noviteit was de toepassing van elektriciteit in de bemaling van de polders die met de aanleg van de Bergse Maas waren gevormd. Stoom- en windbemaling domineerden tot op dat moment de bemaling in andere delen van Nederland. De aflossing van de wacht kwam eraan, maar het was niet duidelijk of dat met elektro-, met diesel- of andere typen verbrandingsmotoren zou geschieden.

De Bergse Maas vormde een scharnierpunt in de tijd. Het project betekende de afsluiting van een periode en vertoonde tevens een aantal kenmerken van de twintigste-eeuwse waterbouwkundige praktijk. Dit gold voor verscheidene projecten rond 1900. Die eeuwwisseling is een uitstekende periode om de stand van zaken op het gebied van de waterstaat op te maken.¹

Gestabiliseerde verhoudingen

Waterstaat was rond 1900 vooral de zorg van waterschappen, provincies en Rijk. Men had er een eeuw lang over gedaan om tot duidelijke verhoudingen tussen deze drie niveaus te komen. Er was geen sprake van een piramidale structuur met de Rijkswaterstaat als vertegenwoordiger van het Rijk aan de top. Integendeel, Nederland kende van oudsher een waterstaatsbestel met een sterke lokale invloed. Een situatie die geldt tot op de dag van vandaag.

Waterschappen hadden de zorg voor de dijken en voor de afvoer van het water. Niet alle waterschappen oefenden deze taken uit.

Sommige beheerden alleen dijken, andere hielden zich bezig met de detailafwatering in een polder, weer andere beheerden alleen een boezem waarop het water uit de polders werd uitgeslagen, en er was een combinatie van taken mogelijk. Er waren kleine waterschappen van enkele hectaren, grote waterschappen en ook nog de streekwaterschappen in het westen van Nederland, prestigieuze waterschappen met een eerbiedwaardige leeftijd, die een aantal waterschappen omvatten. Rond de eeuwwisseling waren er meer dan 2.500 waterschappen. De dienst werd daarbij uitgemaakt door de ingelanden, de grondbezitters die ook de lasten opbrachten.

Het was de verdienste van de provincies geweest om meer eenheid

te brengen in het stelsel van de waterschappen. Zij hadden in de Grondwet van 1848 de bevoegdheid gekregen om - onder goedkeuring van de rijksoverheid - in de bestaande inrichting en reglementen van de waterschappen verandering te brengen en om nieuwe vast te stellen. Van deze bevoegdheid maakten de provincies ruim gebruik. Zij stelden algemene reglementen op, waarin stemrecht, bestuur, bevoegdheden en wijze van toezicht werden geregeld. De grote waterschappen kregen doorgaans bijzondere reglementen, doelstellingen en taken. Wel is het zo, dat iedere provincie op eigen wijze invulling gaf aan zijn waterstaatsbestel, mede toegesneden op de provinciale situatie, zodat in feite elf stelsels van waterschappen in Nederland ontstonden.

In de tweede helft van de negentiende eeuw waren in de provincies eigen waterstaatsdiensten ontstaan. De omvang ervan verschilde sterk. Zuid-Holland had gezien zijn complexe waterhuishouding van meet af aan meer medewerkers in dienst dan bijvoorbeeld Drenthe. De belangrijkste taak was het toezicht op de waterschappen en op alle waterstaatswerken in de provincies. Bij slecht onderhoud konden er aanwijzingen aan de waterschappen worden gegeven. Daarnaast was de provinciale waterstaat dienstverlenend bij het ontwerpen en uitvoeren van werken, vooral bij de kleine waterschappen die over onvoldoende deskundigheid en organiserend vermogen beschikten.

Waterstaatswerken hadden de provincies aan het eind van de negentiende eeuw nauwelijks in beheer. Zij waren ofwel in onderhoud bij het waterschap ofwel bij het Rijk.

Waterschappen en provincies waren reeds vanaf de Middeleeuwen in een of andere vorm actoren in de waterstaatszorg. Het Rijk was een relatieve nieuwkomer, het had dit domein pas tijdens de Bataafse en Franse tijd (1795-1813) betreden. Het Rijk kreeg expliciet de zorg voor de rivieren en de zeekeringen. Daarnaast kon het zich bezighouden met wegen, kanalen, droogmakerijen en dergelijke en had het de supervisie over de gehele waterstaat (dus inclusief de provincies en de waterschappen). Dat lijkt heel wat.

In de praktijk kwam het echter neer op een subtiel laveren tussen tradities, gevestigde verhoudingen en instituties. Zo mislukten pogingen om waterschappen die rivier- en zeedijken beheerden, te dwingen tot samenwerking. Dit zou nog tot ver in de twintigste eeuw consequenties hebben en wordt als een van de oorzaken gezien voor de overstromingsramp van 1953. Daarentegen lukte het wel om wetgeving voor de rivieren tot stand te brengen. Het was bijvoorbeeld verboden om zonder toestemming van het Rijk in het gebied tussen de bandijken werken te realiseren. Een verslechtering van het rivierbed en daarmee van de afvoer van water en ijs moest daarmee worden voorkomen. Een ander thema was de status van waterstaatswerken. Welke werken waren van nationaal belang en derhalve rijkswaterstaatswerken? Zeekeringen en rivierdijken waren weliswaar van nationaal belang, maar werden doorgaans beheerd door de waterschappen. Slechts een selectieve verzameling van werken werd als rijkswerken betiteld.

Daartoe behoorden bijvoorbeeld rond 1900 de Nieuwe Waterweg, de Bergse Maas en (een deel van) de Hondsbosse Zeewering.

Werken als kanalen en wegen konden eveneens rijkswerken zijn, maar ook hier lag de situatie vaak niet duidelijk. Het Noordzeekanaal werd aanvankelijk

geëxploiteerd door een particuliere maatschappij, later beheerd door het Rijk. Het Noordhollands Kanaal was ooit van nationaal belang geweest.

Dat was het echter rond 1900 zeker niet meer. Toch behoorde het tot de rijkswerken.

Rond 1900 kwam er een serie wetten tot stand, die een groot aantal waterstaatszaken preciezer regelden, zoals de wet op de Droogmakerijen en Indijkingen, de Wet betreffende de Rijkswaterstaatswerken, de Belemmeringenwet en een nieuwe Rivierenwet. Het belangrijkste was echter de Waterstaatswet van 1900, die de verhoudingen zoals zij in de loop van de tijd waren gegroeid preciezer vastlegde. De wet regelde onder andere de bevoegdheden van de verschillende waterstaatsniveaus en het toezicht dat elk niveau kon uitoefenen. Zo kon het Rijk waterstaatswerken overnemen, inspecties uitvoeren, waterschapsbestuurders benoemen, schorsen of ontslaan. De provincies kregen eveneens de bevoegdheid werken van lagere organen over te nemen of werkzaamheden aan hen op te leggen. Ze konden waterschappen oprichten of opheffen, reglementen maken, wijzigen of intrekken en besluiten vernietigen. Tevens werden instrumenten en sancties opgesomd die de provincies ter beschikking stonden. De wet regelde verder de verplichting van eigenaren en gebruikers van gronden ten opzichte van waterstaatswerken.

De verhoudingen op het waterstaatsdomein lagen daarmee voor langere tijd bij wet vast.

De kaart rond 1900

Nederland was gedurende de negentiende eeuw grondig van aanzien veranderd. Er was bijna 800 km aan kanalen aangelegd, deels tijdens de regeerperiode van Willem I (290 km), deels na 1850 (490 km). Daaronder bevonden zich forse kanalen zoals het Noordzeekanaal voor de zeescheepvaart, maar ook kleine kanaaltjes zoals het Kanaal van Deurne voor de veen-exploitatie. Bij de start van het Koninkrijk der Nederlanden was er minder dan 500 km straatweg. Rond 1850 waren echter alle landsdelen door verharde grote wegen met elkaar verbonden. Straatwegen werden door het Rijk na 1850 nauwelijks nog aangelegd, spoorwegen daarentegen wel - en dat op grote schaal. Aan het eind van de negentiende eeuw bezat Nederland een compleet spoorwegnet en lag er meer dan 2.000 km rails. Daarnaast was er een fijnmazig net van lokale tram- en buurtspoorwegen aan het ontstaan, dat het platteland ontsloot. Deze revolutie in de infrastructuur

stimuleerde allerlei processen van maatschappelijke integratie: politieke, culturele en economische. Nederland was rond 1900 niet alleen een staatkundige eenheid, het begon zich ook steeds meer als een natie te gedragen met nationalistische gevoelens, nationale politieke partijen en een nationale markt.

Nederland was ook 'groter' geworden door droogmakerijen en de ontginning van woeste gronden. Een golf van droogmakingen had plaatsgevonden in het midden van de negentiende eeuw, waarbij tal van door vervening ontstane plassen werden drooggemalen.

Het huzarenstuk was zonder meer de droogmaking van het Haarlemmermeer (18.100 hectare) door de drie grootste stoommachines ter wereld, tezamen meer dan 1.000 pk. Na 1880 werden de zandgebieden in het oosten en zuiden van Nederland ontgonnen en in moderne landbouwgebieden herschapen. Dit ging gepaard met omvangrijke plannen voor de ontwatering, afwatering en bevloeiing van het gebied, de afvoer van water via de riviertjes, de aanpassing van kades, enz. De Nederlandse Heidemaatschappij, een organisatie opgericht in 1888 voor de bevordering van de ontginning van heidevelden, speelde daarin een hoofdrol. Deze rol was ook weggelegd voor tal van waterschappen die speciaal werden opgericht om de waterhuishouding op de zandgronden te organiseren en de afvoermogelijkheden van de riviertjes te verbeteren.

Nederland was niet alleen groter geworden en meer geïntegreerd geraakt, maar ook veiliger. Twee eeuwen lang hadden de rivieren het grondgebied geteisterd. Rampzalige overstromingen waren met grote regelmaat voorgekomen. De rivierenproblematiek behoorde tot het meest complexe waterbouwkundige en maatschappelijke probleem van de achttiende en negentiende eeuw. Jarenlang hadden de waterbouwkundigen hun hersenen gepijnigd hoe dit probleem aan te pakken. De oorzaken waren duidelijk: 1. De waterverdeling tussen de Rijntakken was niet stabiel; 2. Er waren te weinig goede riviermonden; 3. De rivierbeddingen en -dijken verkeerden in slechte staat. Het gevolg hiervan was dat grote hoeveelheden water en ijs geen directe uitweg konden vinden naar zee en grote delen van het rivierengebied overspoelden. Het eerste probleem - de waterverdeling tussen de Rijntakken - had men reeds in de achttiende eeuw redelijk onder de knie gekregen door grootscheepse werken aan de bovenrivieren, zodat het Rijnwater over de Waal, de Nederrijn en de IJssel verdeeld werd volgens de verhouding 6:2:1. De andere twee problemen werden grotendeels in de tweede helft van de negentiende eeuw opgelost. In dat tijdvak werden drie nieuwe riviermonden gegraven: de Nieuwe Merwede, de Nieuwe Waterweg en de Bergse Maas. Verder kregen ook de rivierdijken een beurt. Uiteindelijk werd de rivierbedding aangepakt. Rivieren werden op diepte gebracht en van allerlei obstakels ontdaan.

Kribben werden aangelegd om de stroom te reguleren. De rivierbedding kreeg een voorgeschreven breedte. Kortom, honderden kilometers riviervak werden genormaliseerd. Enkele generaties waterbouwkundigen en waterstaatsingenieurs hebben aan dit gigantische karwei gewerkt. Aan het eind van de negentiende eeuw was het werk gereed. En het oogstte succes. De situatie in het rivierengebied was aanzienlijk verbeterd. Toch waren de resultaten nog onvoldoende, met name de Maas bleek wispelturiger dan verwacht. Bovendien moesten de rivieren bevaarbaar worden gemaakt voor de moderne scheepvaart. Dit leidde ertoe dat ook in de twintigste eeuw grote rivierwerken zouden plaatsvinden.

Stand van de techniek

De ingrijpende verandering van het Nederlandse landschap in de negentiende eeuw is voor een belangrijk deel te verklaren uit het proces van staatsvorming. De Staat kreeg de beschikking over het gezag, de financiële middelen en het instrumentarium om grootschalige werken tot stand te brengen. De inbreng en initiatieven van bestuurders en notabelen in provincies, gemeenten en waterschappen is echter zeker niet te versmaden.

Ook bij deze initiatieven speelde de Staat vaak een rol met het plaatsen van de kwestie op de politieke agenda, het overnemen (of het tegenwerken) van het initiatief, het verstrekken van subsidies, enz. Toch is met het maatschappelijk proces slechts één kant van de landschappelijke transformatie belicht.

De veranderingen moesten ook concreet vorm worden gegeven en tot stand worden gebracht. Dat was het werk van polderarbeiders, dijkenbouwers, baggeraars, landmeters, opzichters, aannemers, waterbouwkundigen en ingenieurs. Met andere woorden: de andere kant van de transformatie handelt over de waterbouwkundige praktijk. Wat voor veranderingen hadden zich hierin voltrokken en welke stand van zaken was omstreeks 1900 hierin bereikt?

Waterbouwkunde was van oudsher een ambachtelijk vak en dat was rond 1900 voor een belangrijk deel nog steeds zo. Dat gold op alle niveaus: van polderarbeider tot ingenieur. Overgeleverde kennis en praktijkervaring vormden de basis voor de kennis en kunde van de technici, voor de vuistregels waarmee zij werkten en voor de intuïtie waarmee zij waterbouwkundige problemen oplosten. Waterbouwkunde was vaak een familiegebeuren of familiebedrijf. Functies zoals dijkenbouwer, landmeter, opziener en rijswerker gingen van vader op zoon over. Aannemersbedrijfjes bestonden uit vader, zoons en andere familieleden. De sluiswachter wijdde zijn vrouw en kinderen in de geheimen van het schutten in, waardoor een functie 'op de sluis' lange tijd binnen de familie bleef.

Toch hadden zich in de negentiende eeuw enkele ingrijpende veranderingen in de waterbouwkundige praktijk voorgedaan, met name op institutioneel vlak: de opkomst van de Rijkswaterstaat, de

intrede van het formele onderwijs en de oprichting van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

De Rijkswaterstaat was de organisatie die verantwoordelijk was voor de uitvoering van de rijkstaken in de waterstaatszorg. In de vroeg-negentiende eeuw leed hij een wisselvallig bestaan. In de tweede helft van de eeuw groeide de dienst echter uit tot een krachtige en prestigieuze organisatie. Ingenieurs van de Rijkswaterstaat volgden hun opleiding aanvankelijk aan de militaire scholen, later gebeurde dat - steeds in Delft - aan de Koninklijke Akademie voor Burgerlijke Ingenieurs (1842-1864), vervolgens aan de Polytechnische School (1864-1905) en ten slotte aan de Technische Hogeschool (1905, nu Technische Universiteit). De opleiding was aanvankelijk uitsluitend gericht op het corps ingenieurs van de Rijkswaterstaat, na 1842 ook op andere hogere technische functies. Zij was verder erg theoretisch. Het accent lag in de eerste twee jaren sterk op de wiskunde. Pas in het derde en vierde jaar kwamen de praktijkvakken meer aan bod. Een belangrijk discussiepunt was dan ook wat de waterstaatsingenieurs in de praktijk aan de theorie hadden.

Opleidingseisen gingen ook steeds meer gelden voor andere functies. Het ambachtsdiploma strekte tot aanbeveling voor sluizenbouwer of aannemer. Voor de functie van opzichter had men bij de Rijkswaterstaat graag iemand met een HBS-diploma. De toelatingseisen voor deze functie waren in de jaren zeventig en tachtig aangescherpt. Rechthoek en handtekenen, werktuigbouwkunde, waterloopkunde, wiskunde (vierkantwortels, logaritmen, tweedegraads vergelijkingen, gonio- en trigonometrie), evenals kennis van de 'Algemene Voorschriften voor de uitvoering en het onderhoud van werken onder beheer van het Departement van Waterstaat' waren onderdeel van een vergelijkend examen. Een ambachtelijke achtergrond voldeed hier niet meer. Aanvullende cursussen waren een vereiste.

Een andere belangrijke gebeurtenis was de oprichting van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIvI) in 1847 door F.W. Conrad, als rijkswaterstaatsingenieur gedetacheerd bij de Hollandsche IJzeren Spoorweg Maatschappij, L.J.A. van der Kun, rijkswaterstaatsingenieur, en G. Simons, directeur van de Koninklijke Akademie voor Burgerlijke Ingenieurs. Het instituut groeide binnen korte tijd uit tot een nationaal forum op het terrein van de waterstaat. De leden discussieerden over actuele technische zaken, bezochten belangrijke projecten en publiceerden hun bevindingen in het *Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*. Alle belangrijke projecten kwamen op de vergaderingen aan bod: rivierverbetering, spoorwegen, stationsoverkappingen, Nieuwe Waterweg, Noordzeekanaal, Bergse Maas en wat al niet meer. Heel wat technische problemen met een hoge moeilijkheidsgraad passeerden daar de revue. In het technisch tijdschrift werden, in vertaling, ook artikelen afgedrukt over buitenlandse waterstaatswerken en technische ontwikkelingen. Samen met uitgebreide boekbesprekingen gaven ze de lezer een inzicht in wat er internationaal te koop was op het gebied van constructiemethoden, materialen en machines. In een latere fase zouden ook verenigingen voor andere waterstaatstechnici worden opgericht, bijvoorbeeld de Vereeniging van Opzichters van den Waterstaat in 1894.

Deze fungeerden als belangenbehartigers en vaak tevens als studieverenigingen met een eigen vaktijdschrift.

Wat hadden deze ontwikkelingen voor invloed op de waterbouwkundige kennis? Brachten de moderne waterbouwkundigen met hun technisch onderwijs en de technische verenigingen nu ook andere kennis voort?

Een belangrijke karakteristiek van ambachtelijke kennis is, dat zij persoons- en plaatsgebonden is. De waterbouwkundige kennis van rond 1900 wordt echter gekenmerkt door een zekere mate van formalisering, kwantificering, standaardisering en daarmee van universaliteit. Nogal wat kennis was opgeslagen in de rapporten van waterstaatsorganisaties, in studieboeken en overzichtswerken van opleidingen, in vaktijdschriften, deels van verenigingen, en in algemene en specialistische technische boeken. Nu waren rapporten, boeken en tijdschriften niet nieuw of typisch negentiende-eeuws, maar de schaal waarop waterbouwkundige kennis werd opgeschreven, was ongehoord. Ook betrof het niet alleen theoretische kennis. Integendeel, het merendeel bestond uit opgeschreven ervaringskennis uit alle uithoeken van Nederland (en het buitenland), uit beschrijvingen van projecten, uit de resultaten van debatten en uit talrijke procedures voor het maken van constructies. Kennis en technici circuleerden meer dan ooit tevoren. De uitwisseling van informatie onttrok kennis aan het privé-domein van de ambachtsman en maakte de waterbouwkunde toegankelijker voor de technische gemeenschap. Daaruit ontstonden technische regimes - complexen van kennis, vaardigheden, kwalificaties, eisen en instituties - die het lokale en regionale niveau van de waterstaatszorg overstegen en een nationale reikwijdte kregen.

Dit proces werd verder bevorderd door de toename van peilingen en metingen. Waterstanden, stroomsnelheden, neerslag, temperatuur, windrichting en diverse andere grootheden werden systematisch vastgelegd in reeksen, tabellen of kaarten. Nederland werd minutieus gevangen in een netwerk van getallen en symbolen. Ook hier was het fenomeen op zichzelf niet nieuw, wel de schaal waarop en de systematiek waarmee dit gebeurde.

Naarmate het peil- en meetwerk in omvang toenam, werden eveneens nieuwe meetinstrumenten en -technieken ontwikkeld of bestaande verbeterd, bijvoorbeeld voor het meten van stromingen, het onderzoek naar de samenstelling van de bodem en de eigenschappen van materialen. Voor dit laatste kwam zelfs in 1890 een proefstation tot stand, het eerste in Nederland. Het was de particuliere firma Koning & Bienfait te Amsterdam, die zich toelegde op chemisch en mechanisch onderzoek van materialen.



Verplaatsbaar spoor, kipkarren en stoomloc's behoorden rond 1900 tot de geregelde inventaris van de grotere aannemersbedrijven. Daarmee kon de door graafmachines afgegraven grond snel worden afgevoerd. Het verwerken ervan op een nieuwe bestemming bleef echter nog lange tijd handwerk, zoals deze werkzaamheden bij de tijdelijke afsluitdijk van de nieuwe Maasmond in 1904 laten zien.

Wat was het resultaat van deze inspanningen? Was de moderne waterbouwkunde succesvoller dan de ambachtelijke? Bood zij een efficiëntere aanpak en een betere beheersing van de waterstaatkundige problemen? De omvangrijke uitwisseling van kennis en ervaring heeft ontegenzeggelijk een gunstige uitwerking gehad op de waterbouwkundige praktijk. Daar moet echter wel bij worden opgemerkt dat het merendeel van deze kennis een ambachtelijk karakter bleef dragen. Moderne kennis, in de zin van technisch-wetenschappelijke kennis gebaseerd op theorievorming en systematisch experimenteren, werd in de negentiende eeuw nauwelijks ontwikkeld. Weliswaar werden er tal van pogingen gedaan om tot theorievorming te komen - vooral in het buitenland, deels ook in Nederland - maar de resultaten waren bedroevend. Zo bestond er aan het eind van de negentiende eeuw nog steeds geen betrouwbare grondmechanische theorie en waren de theoretische inzichten in het gedrag van rivieren en zeeën uiterst beperkt. Een van de uitzonderingen vormde de sterkteleer, die het mogelijk maakte om de krachtenverdeling in een zogenaamde vakwerkbrug redelijk te berekenen en die zodoende een rol kon spelen bij het ontwerpen van dit type spoorwegbrug. In nagenoeg alle andere gevallen moesten de waterbouwkundigen vooral terugvallen op ervaringen van elders. Als er geen ervaringskennis beschikbaar was, werd ieder project een uniek experiment op ware grootte. Daarbij wilde er nogal eens wat mislukken. Betrof het unieke, grootschalige projecten, dan waren de gevolgen soms desastreus, in fysieke én financiële zin.

Experimenten op laboratoriumschaal kwamen nauwelijks voor: in Nederland al helemaal niet, in Frankrijk, Duitsland en Engeland op kleine schaal. Nederlandse waterstaatsingenieurs waren hiervan wel op de hoogte, maar zouden pas aan het begin van de twintigste eeuw dezelfde weg opgaan. Een belangrijke reden voor het succes van de negentiende-eeuwse waterbouwkunde moet voor een deel in een heel andere richting worden gezocht, namelijk in de ontwikkeling van de stoomtechniek en daaraan gekoppelde werktuigen. Stoom werd aan het einde van de negentiende eeuw op grote schaal ingezet bij allerlei werk dat tot dan toe met wind en spierkracht van dier en mens gebeurde: heien, bemalen, baggeren, pompen en graven.

De Nieuwe Waterweg was zonder stoombaggervaartuigen niet gereedgekomen. Het gebrek aan theoretisch inzicht bij de rivierverbetering kon worden gecompenseerd door massale inzet van mechanische kracht. Zwaardere funderingen waren mogelijk

dankzij krachtige stoomheimachines. Stoomgemalen zorgden voor een optimaler bemalingsregime in de polders, met grote voordelen voor de landbouw. De opkomst van de stoomtechniek in met name het grondverzet zorgde ook voor een verschuiving in de aannemerij. De dure investeringen in stoombaggervaartuigen en - graafmachines konden alleen worden gedaan door grotere aannemersfirma's, die op hun beurt weer de middelen hadden om te vernieuwen. Dit leidde ertoe dat de aannemerij aan het begin van de twintigste eeuw een factor van betekenis in de waterbouw kon worden.

De nalatenschap van de negentiende-eeuwse waterbouw was een combinatie van factoren: de beschikbaarheid van de middelen en het organiserend vermogen om met name grootschalige projecten mogelijk te maken, de beschikbaarheid van een omvangrijke hoeveelheid kennis, procedures en meetgegevens, en de grootschalige inzet van mechanische kracht.

H.W. Lintsen en M.L. ten Horn-van Nispen

Eindnoten:

1 Het navolgende is gebaseerd op:

A. Bosch en W. van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat* (Zaltbommel 1998) onder redactie van H.W. Lintsen. Zie met name de hoofdstukken 4, 5 en Intermezzo.

G. van de Ven (red.), *Leefbaar laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland* (z. pl. 1993). Zie met name de hoofdstukken 5, 6 en 7.



Het manoeuvreren met en afzinken van de caissons is een secure aangelegenheid die tot op de centimeter nauwkeurig luistert. De sleepers krijgen hun commando vanaf de caisson, zoals hier bij het invaren van de laatste doorlaatcaisson voor het Volkerakdam in 1969.

3 Kustlijnverkorting en afsluittechniek

De Afsluitdijk

Lely's inbreng

De 'oude school' onder vuur

Nieuwe alternatieven

'Logge monsters' van beton

De geplande Delta

De Deltawerken tussen heldenroman en jeugdboek

Variaties op een caisson-thema

De finale

In de jaren na 1870 was het ook voor onervaren wadlopers een koud kunstje om van Friesland naar Ameland te lopen. Eiland en vasteland waren namelijk verbonden door een kunstmatige dam. In 1881 begon het uitgevoerde gedachtespinsel van de Maatschappij tot Landaanwinning op de Friesche Wadden echter gebreken te vertonen. Het landaanwinningsproject was mislukt omdat de dam veel te iel was ontworpen, waardoor bij stevige wind stukken werden weggespoeld. Bovendien ontstonden vlak bij de voet van de dam geulen die de ondergang nog verder bespoedigden. De dam overleefde het niet.¹ Hoewel Nederlandse ingenieurs over het algemeen goed wisten waartoe de zee in staat was - sommigen hadden ook gewaarschuwd voor een te krap bemeten dam - bewees de mislukking opnieuw dat onderschatting van de kracht van waterstromen desastreuze gevolgen kan hebben. Wie voor een dubbeltje op de eerste rang wilde zitten, kwam dat duur te staan.

Landaanwinning was niet het enige motief voor negentiende-eeuwse afdammingen. Ook infrastructurele ontwikkelingen noodzaakten tot het afsluiten van getijwateren. Ten behoeve van de Zeeuws-Limburgse spoorlijn waren eind jaren 1860 het Sloe en het Kreekrak afgedamd. Bij de bouw van deze dammen hebben de uitvoerders benauwde uren beleefd. Het afzinken van grote gevlochten matten (zinkstukken) ter bescherming van de aan uitschuring blootstaande zeebodem bij de dam, vergde ervaring en moed. Zo raakte bij de bouw van de Sloedam een zinkstuk van 1540 m² op drift voordat het voor zinken gereed was. Dertig rijswerkers sprongen er toen op en probeerden het met ankers vast te leggen. Dat lukte pas na drie kilometer varen. Met veel moeite kon het later weer worden losgemaakt en naar de juiste plaats worden gebracht.² Ook de laatste fase in de afdamming was spannend. De verantwoordelijke opzichter beschreef vol respect hoe het water zich bij hoogwater over de in aanbouw zijnde Sloedam stortte, als een waterval van 140 meter breed en één meter hoog: 'Schuimend en bruisend vloog het water door het gat en bragt de uitgestrekte plas daar benoorden over wel 400 m in beroering.'³ Uiteindelijk lukte het beide dammen te bouwen; de aansluiting van Middelburg en Vlissingen op het spoorwegnet kwam nooit meer in gevaar.

De omvangrijkste afsluitplannen in de negentiende eeuw, die van de Zuiderzee, kenden nog meer motieven. Niet alleen de landaanwinning en infrastructurele verbeteringen speelden een rol, maar ook het bevorderen van de veiligheid en het creëren van een zoet binnenmeer. Vanaf eind jaren 1840 stak het oude idee van

Hendrik Stevin 'tot het verdrijven van het geweld en vergif van de Noordzee uit de Verenigde Nederlanden' (1667) de kop weer op.

Grondspectulanten zagen mogelijkheden indijkingen winstgevend te gaan exploiteren; burgers alsook provinciale en lokale overheden zagen hun kostbare en zwakke verdediging tegen de zee overbodig worden; een zoetwaterboezem zou een goede buffer zijn tegen het opdringende zout; en ingenieurs droomden ervan een nieuwe icoon aan de 'eerdienst van het genie' toe te voegen.

Motieven te over dus, maar evenzovele twistpunten. Friesland en Groningen voelden niets voor een afsluiting waarbij hun dijken buiten de beschermende afsluitdijk zouden vallen; ingenieurs twistten over de mogelijkheid de IJsselmond binnen de afsluiting te houden; regering en Kamer kibbelden over de gewenste uitvoering en financiering van een dergelijk grootschalig project, waaraan de Zuiderzeevissers trouwens al helemaal geen boodschap hadden. Niet los van deze politieke keuzes stonden de technische vraagstukken. Een afsluiting van een dergelijke omvang (voor



De grote stormvloed van januari 1916 versnelde de besluitvorming rond de meer dan een halve eeuw oude plannen tot afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee. Veel van de kustgebieden rond de Zuiderzee in Friesland, Overijssel en tot ver in Utrecht liepen onder. Het zwaarst getroffen was Waterland, waar de zeedijk over een lengte van 1,5 km bezweek. Tot aan Zaandam, hier afgebeeld, reikte de watervlakte.

welke variant ook werd gekozen) was nog nooit vertoond. Was het technisch wel mogelijk en tegen welke prijs?

Een groot technisch probleem zijn de stromingen die optreden bij het maken van dammen in water dat aan getijbeweging onderhevig is en die zowel in richting als kracht veranderen. Door vernauwing van de doorlaat ontstaan toenemende stroomsnelheden die gedeelten van de in aanbouw zijnde dam kunnen wegspoelen. Dat effect kan nog worden vergroot door stormen.

Zo kan veel kostbaar werk verloren gaan.

De traditionele methode om de natuur een stapje voor te blijven, was het beschermen van de dam van aarde en klei door middel van verzaamd rijswerk. Dit is een rijshouten bodembeschermingstechniek die berust op het afzinken van grote gevlochten matten.⁴ Twee evenwijdige rijsdammen werden nodig geacht ter bescherming van het dijklichaam, dat over de hele lengte zo gelijkmatig mogelijk tot aan de laagwaterlijn werd opgebouwd.

Ingenieur A. Schraever stelde deze werkwijze in 1810 aan Napoleon voor ter afdamming van het Sloe. Ook de dienst der Staatsspoorwegen die in 1864 het oude plan ter afdamming van het Sloe weer oppakte, ging aanvankelijk uit van deze methode.⁵

Met die arbeidsintensieve traditie werd bij de afdamming van het Kreekrak in 1867 gebroken.⁶ Ook bij de uiteindelijke afdamming van het Sloe, vier jaar later, opteerden de ingenieurs voor een andere werkwijze. Met een snel aan te leggen dam van klein profiel werd eerst het hele water vanuit beide oevers naar elkaar toe in korte tijd afgedamd. Zo werd een zogenaamd sluitgat gevormd.

Nadat het sluitgat was gedicht en daarmee de afdamming tot stand was gekomen, kon men de dam de nodige robuustheid geven door die in niet-stromend water verder af te bouwen.

De moeilijkheid bij deze methode waren echter de grote stroomsnelheden in het sluitgat, waardoor delen van het werk konden worden weggespoeld. Grofweg kan men stellen dat hoe kleiner het sluitgat, hoe sterker de stroming en hoe groter de kans

op verliezen. Het uiteindelijk dichten van het sluitgat wordt dan ook een race tegen de natuur; onzeker en vol spanning.

In de negentiende eeuw waren ingenieurs niet in staat stroomsnelheden en -richting, alsook de veranderingen daarin, te berekenen. Het ontbrak hen aan wiskundige formules en waterloopkundige laboratoria waarmee de afdammingssituatie kon worden nagebootst. Men moest het doen met metingen ter plaatse, inschattingen en ervaring. Toch geloofden velen, onder wie vooraanstaande ingenieurs, dat een afsluiting van de Zuiderzee mogelijk moest zijn.

In de eeuw die zou volgen, zou niet alleen de Zuiderzee worden afgedamd, maar werd de totale Nederlandse kustlijn sterk verkort. Twee stormvloedten legitimeerden de twee grootschalige projecten die hiervoor werden opgezet. Het ene had zijn wortels in de negentiende eeuw. Het andere vertoonde alle kenmerken van een twintigste-eeuwse aanpak, waarbij de technische mogelijkheden vrijwel onbeperkt leken en vaak ook bleken.⁷

De Afsluitdijk

Minstens negen films zijn er tussen 1928 en 1934 gemaakt van de voltooiing van de Afsluitdijk. In opdracht van de regering, de

Maatschappij tot Uitvoering van de Zuiderzeewerken, de Generale Commissie Zuiderzeesteunwet of op eigen initiatief plaatsten regisseurs als Willy Mullens en Joris Ivens hun camera's op de dijk. Of het nu was om het kostbare project te legitimeren of het kritisch aan de kaak te stellen - Ivens en bijvoorbeeld ook de communistische auteur Jef Last hekelden de kapitalistische motivaties erachter - het leverde prachtige beelden op van wat de mens vermocht.⁸ Een schier oneindige rij gebogen arbeiders met petten tijdens het vlechten van krammatten. Reusachtige kranen die keileem stortten op een juist boven de waterspiegel uitrijzend dijkje. Een schokkerige en enigszins onwennig in de camera kijkende 'vader van de nieuwe gronden'. De eerste wankelende stappen van Noord-Holland naar Friesland. Het relatief jonge medium wist wel raad met een poëtische verbeelding van de noeste arbeid. Deze films zullen zeker hebben bijgedragen aan de maatschappelijke acceptatie van het geploeter in het noorden.

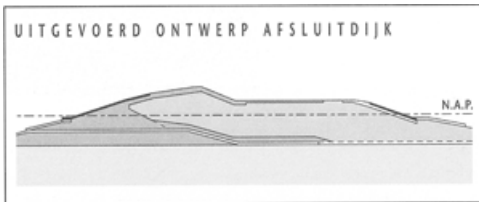
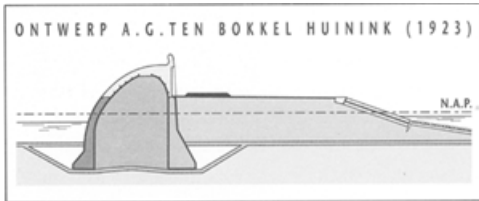
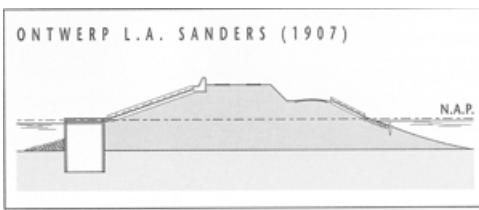
Nieuwe middelen van massacommunicatie werden niet geschuwd om de politieke stabiliteit van het project te staven. Propaganda en communicatie waren een integraal bestanddeel van waterstaatkundige agendabouw geworden.

Twijfels aan de traditie

De schaal van projecten nam enorm toe in de twintigste eeuw.

Een afsluitdijk voor de Zuiderzee zou de één kilometer lange Sloedam qua omvang verre overtreffen. De geprojecteerde dam van Noord-Holland naar Friesland zou minimaal het dertigvoudige zijn. Daarvoor waren onvoorstelbare hoeveelheden zand, klei, rijshout en steenbekleding nodig. Het project zou hierdoor bovendien ongekend kostbaar worden. Een staatscommissie had in 1892 uitgerekend dat eenzelfde soort dam als in het Sloe, tussen Noord-Holland en Friesland 43 miljoen gulden zou kosten. Met het oog op deze hoge kosten, de mogelijke logistieke problemen en eventuele moeilijkheden met de dichting van het sluitgat, werden alternatieve constructies overwogen.

De eerste suggesties kwamen niet van het technisch establishment, zoals de Rijkswaterstaat of de Polytechnische School te Delft, maar van een ondernemer die het al eerder had gewaagd de ontwerpen van gevestigde ingenieurs te bekritisieren.⁹ De technisch directeur van de Amsterdamsche fabriek van Cement-IJzerwerken, L.A. Sanders, ontwikkelde in 1902 een afsluitdijk met een kern van elementen van gewapend beton. Hij publiceerde zijn plannen toen minister Kraus in 1907 de impasse over de Zuiderzeepannen doorbrak door een wetsontwerp in te dienen dat gebaseerd was op de conclusies van de staatscommissie.¹⁰ Sanders riep de Kamerleden op het wetsontwerp te veranderen in de richting van zijn plannen, die een derde tot de helft minder zouden kosten dan het oude ontwerp. De essentie van zijn constructie vormde een rij cilinders van gewapend beton, diep in de bodem geslagen, waartussen platen van hetzelfde materiaal werden geschoven.



Tegen de tijd dat de Afsluitdijk op de politieke agenda kwam, was het gebruik van gewapend beton in de waterbouw een gewone zaak geworden. Toch koos de Dienst der Zuiderzeewerken voor de traditionele aanpak met zand, klei en rijswerk. Voorstanders van de nieuwe betontechniek daagden de Dienst uit door met alternatieve plannen te komen, zoals deze twee niet uitgevoerde constructies uit 1907 en 1923.

De eigenlijke afsluiting - het schuiven van de platen tussen de putten - zou binnen enkele dagen kunnen geschieden.

Zoals te verwachten viel, kreeg Sanders de nodige kritiek over zich heen. Inhoudelijk kwam die vooral van Rijkswaterstaatsingenieur J.J. Canter Cremers. Hij vond dat Sanders de ontgrondingen en uitschuringen die te verwachten waren, onderschatte en daarmee de stabiliteit en degelijkheid van zijn constructie overschatte.

Canter Cremers benadrukte echter dat gewapend beton zeker zijn voordelen kon hebben bij het ontwerp van een afsluitdijk.¹¹ Ook Rijkswaterstaatsingenieur V.J.P. de Blocq van Kuffeler vond het, naar aanleiding van Sanders' plan, verstandig om het ontwerp van de staatscommissie nog eens grondig te bestuderen. Wat hij echter hoogst onverstandig vond, en wat hij Sanders dan ook verweet, was het voeren van deze technische discussie voordat de Kamer tot een principebesluit was gekomen. Ingenieurs moesten de volksvertegenwoordiging niet afschrikken met financiële en technische onzekerheden.¹²

De toepassing van gewapend beton in zeekeringen stond in die tijd hoog op de internationale ingenieursagenda. Onzeker was nog

hoe de ijzer-wapening zich over langere tijd in zeewater zou houden. Op congressen te Brussel (1906), St.-Petersburg (1908) en Kopenhagen (1909) werden ervaringen uitgewisseld. Nederlandse voorstanders van het gebruik van gewapend beton vonden dat ons land (lees: de Rijkswaterstaat) ‘- eertijds de vraagbaak op waterbouwkundig gebied - thans achter [blijft] waar het vraagstuk “gewapend beton voor zeekering” op den voorgrond treedt’.¹³ Het Tweede-Kamerlid jhr. mr. P. van Foreest, tevens dijkgraaf van het ‘Hoogheemraadschap van de Hondsbossche en Duinen tot Petten’ scheen het zelfs toe dat

‘bij de heeren van Waterstaat een soort van stille kracht [werkt] tegen het toepassen van gewapend beton. Of het is omdat de toepassing van dat materiaal van een outsider is uitgegaan of om welke andere reden ook, spreker kan zich daarvan geen rekenschap geven, maar het is zoo. Het gaat zelfs zoover dat de hoogleeraar aan de T.H.S., die de waterbouwkunde doceert, alle mogelijke soorten van constructies voor dijkwerken aan zijn leerlingen vertelt, maar dat hij, althans tot verleden jaar - wat hij dit jaar zal doen, is natuurlijk niet te zeggen - de constructie van gewapend beton absoluut heeft doodgezwegen, en dat, terwijl in Deutsche leerboeken deze wijze van werken reeds algemeen wordt aangeprezen.’¹⁴

Stille kracht of niet, wat de gevestigde technische orde trachtte te voorkomen en een buitenstaander als Sanders juist wilde bewerkstelligen, was gebeurd: de politiek was in de technische discussie gesprongen. Aangezien daarenboven het kabinet waarin Kraus minister van Waterstaat was, begin 1908 ten val kwam en de nieuwe machthebbers weinig enthousiasme voor de afsluiting aan de dag legden, leek de volgende impasse in het Zuiderzeevraagstuk een feit. Dat vreesde ook de Zuiderzeevereeniging, de in 1886 opgerichte groep voorstanders van een afsluitdijk met inpolderingen. Op initiatief van haar voorzitter, oud-inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat ir. W.F. Leemans, werd in februari 1909 daarom besloten om in ieder geval de technische kant van de afdamming aan een nieuwe grondige studie te onderwerpen. Er werd een commissie in het leven geroepen die moest onderzoeken in hoeverre een substantiële toepassing van gewapend beton in de afsluitdijk, de meerdijken en bij de bouw van de kunstwerken tot goedkopere plannen kon leiden. De eerdergenoemde Van Foreest werd voorzitter van deze Gewapend Betoncommissie, waarin de inbreng van de Rijkswaterstaat beperkt bleef tot oud-inspecteur-generaal B. Hoogenboom. Voor Sanders was dit overigens allemaal niet genoeg en kwam het bovendien veel te laat. Hij verweet de Zuiderzeevereeniging ‘met de trekschuit te varen’.¹⁵

In meerderheid oordeelde deze Gewapend Betoncommissie in haar rapport uit 1911 dat de afsluitdijk ‘met meer zekerheid zal zijn tot stand te brengen en in veel korter tijdsbestek dan de Staatscommissie [van 1892, E.B.] heeft gemeend’ indien voor een andere constructie werd gekozen. De commissie vond dat de afdamming van het Sloe te veel van gunstige omstandigheden afhankelijk was geweest. Ze had daarom zelf een afsluitingsconstructie ontworpen van rechthoekige bakken van gewapend beton (50 × 5 × 5 m). De Gewapend Betoncommissie was echter niet unaniem. Twee leden zagen niets in dit nieuwe ontwerp. Deze twee leden waren de

met rijshout en zinkwerk groot geworden Sliedrechtse aannemer L. Volker Azn. én de enige (zij het ex-) Rijkswaterstater B. Hoogenboom.

De vraag lijkt dan ook gewettigd of de Zuiderzeevereeniging met deze niet-unanieme conclusies haar belangen niet meer schaadde dan bevorderde. De toch al lastige vraag naar de legitimiteit van het grootschalige project werd geteisterd door een fundamenteel verschil van mening over de toe te passen afsluitingstechniek.

Sanders karakteriseerde dat als ‘de oude school’ versus ‘de modernen’. De Afsluitdijk leek opnieuw ver weg. Binnen een periode van drie jaar zouden de kaarten echter totaal anders komen te liggen.

Lely's inbreng

In augustus 1913 werd C. Lely voor de derde keer minister van Waterstaat. Een jaar later brak de Eerste Wereldoorlog uit en in januari 1916 bleken veel Zuiderzeedijken niet bestand tegen een hevige storm. Drie gebeurtenissen die samen genomen de afsluiting van de Zuiderzee in een stroomversnelling deden belanden. De storm blies de voorstanders van afsluiting in de rug. De oorlogssituatie wees op het belang van zelfvoorziening van ons land wat voedsel betreft: koren op de molen van voorstanders van inpolderingen. Het was aan een paar slimme stappen van Lely te danken dat dit voordeel werd uitgebuit.

Drie maanden na zijn aantreden had hij al een staatscommissie benoemd die het plan uit 1892 moest doorrekenen met de prijzen van 1913. Hiermee maakte hij aan de discussiërende ingenieurs duidelijk welke kant hij op wilde. De staatscommissie had zich namelijk ‘te onthouden... van beschouwingen over andere constructies enz.... anders kom ik nooit verder en zou zulk een commissietje misschien weer andere denkbeelden voor dijkconstructie enz. aan de hand doen’.¹⁶ Ook de samenstelling van de commissie getuigde van een duidelijke keuze. Tot voorzitter en secretaris werden twee Rijkswaterstaters benoemd, respectievelijk de hoofdingenieur in Noord-Holland H. Wortman en de eerdergenoemde De Blocq van Kuffeler. Samen met provinciaal ingenieur J.M.W. van Elzelingen (Zuid-Holland) en twee aannemers, L. Volker Azn. en M.J. van Hattum, togen zij aan het werk, waarbij ze zich inderdaad aan de opdracht hielden. Dat lag voor de hand als we bedenken dat waarschijnlijk alleen Van Elzelingen, als voormalig lid van de Gewapend Betoncommissie, voorstander van een ander type constructie was.¹⁷

Ook de omgang met een andere kwestie getuigt van Lely's

politieke vaardigheid. Zoals eerder al is opgemerkt, voelden Groningen en Friesland het meest voor een afsluiting die ook hun dijken bescherming zou bieden. Toen dat niet haalbaar bleek, werd er van die zijde druk uitgeoefend om dan in ieder geval een verhoging van de Friese en Groningse zeedijken in de plannen op te nemen. Vooral het Groningse Statenlid L.H. Mansholt maakte zich hiervoor vanaf 1914 sterk. Sommige ingenieurs, wier mening Mansholt deelde, vreesden bovendien dat een afsluitdijk een aanzienlijke verhoging van de waterstand voor de kusten van genoemde provincies tot gevolg zou hebben. Hoewel de meeste deskundigen niet in een verontrustende verhoging van de waterstand geloofden, wist niemand het eigenlijk zeker. Er was onvoldoende kennis over de verticale waterbeweging beschikbaar. Toen drie verschillende studies naar de gevolgen van de afsluiting op de waterhoogten niet de gewenste eenduidigheid opleverden, besloot Lely in 1918 een breed samengestelde staatscommissie in het leven te roepen.¹⁸ Deze commissie was bijna als de commissie- Van de Sande Backhuysen II de geschiedenis ingegaan. Prof. dr. ir. H.G. van de Sande Backhuysen had aan het hoofd gestaan van de staatscommissie die onderzoek had gedaan naar de hoge waterstanden op de Nieuwe Waterweg in 1916. Hij werd nu door Lely aangezocht ook de Zuiderzeecommissie te leiden. Deze voelde op zijn hoge leeftijd (hij was 80 jaar) nog maar weinig voor nog zo'n omvangrijke klus. Daarom werd de natuurkundige en Nobelprijswinnaar prof. dr. H.A. Lorentz aangezocht, die zich wel bereid verklaarde.¹⁹ Hij werd voorzitter van een commissie die niet alleen vanwege haar uiteindelijke werkwijze en conclusies van grote waterstaatkundige betekenis zou zijn. De samenstelling ervan getuigde evenzeer van inzicht. Lely had er namelijk niet alleen de drie auteurs van de eerdergenoemde studies een plaats in gegeven, ook politiek invloedrijke kritikasters als L.H. Mansholt en jhr. ir. R.R.L. de Muralt alsmede vooraanstaande hydrografen, meteorologen en civiel-ingenieurs maakten er deel van uit.²⁰ Een gedeelte van het verzet tegen de plannen werd hiermee ingekapseld in een wetenschappelijke discussie.

De 'oude school' onder vuur

Niet iedereen had zich intussen neergelegd bij Lely's voorlopige keuze voor het plan van de Staatscommissie 1892. Een variant op een geleidelijke afsluiting kwam van ingenieur K. den Tex. Hij stelde voor om, daar waar de dam moest komen, op een geëgaliseerde en opgehoogde Zuiderzeebodem een bekleding van met staal- of ijzerdraad verstevigd jute aan te brengen. De stukken stof van honderden meters lengte moesten aan een even groot net van ijzerdraad worden vastgemaakt, op de zeebodem uitgespreid en op de randen worden verzwaard met zandzakken. Hierdoor zou niet alleen het net op zijn plaats blijven liggen, er zou ook worden voorkomen dat het water het zand onder het stof kon wegspoelen. In het midden van de lap stof was een naad voorzien die op een aantal plaatsen geopend zou kunnen worden waardoor zandspuiters over de hele lengte gelijkmatig zand naar binnen konden spuiten. Twintig baggerwerktuigen, die elk 1000 m³ per uur konden verzetten, en die speciaal voor het werk moesten worden gebouwd, zouden zo in twee weken de afsluiting kunnen voltooien.²¹

Hoewel de Rijkswaterstaat (en later de Dienst der Zuiderzeewerken) niets in het idee zag, kreeg Den Tex een aantal malen de kans de deugdelijkheid van zijn - overigens steeds wijzigende ontwerpen - te bewijzen 'ten einde later niet het verwijt te moeten hooren dat hij van Regeeringswege opzettelijk zou zijn belet om door een proef de juistheid van zijn uitvinding aan te toonen'.²² De proeven mislukten jammerlijk. Bij de latere Deltawerken zou het basisprincipe van de ideeën van Den Tex, namelijk 'verpakt zand', alsnog toepassing vinden. De jute was toen echter vervangen door kunststofweefsels.

Ook de voorstanders van de toepassing van gewapend beton bij de afsluiting lieten zich door Lely niet uit het veld slaan. Zij zagen zich bovendien gesterkt door twee gebeurtenissen, in 1916 en 1918, die de achilleshiel van aarden dijken blootlegden. Zo hadden veel Zuiderzeedijken het tijdens de zware storm van januari 1916 begeven doordat het dijklichaam verzadigd was met water.²³ Dat laatste bleek ook de oorzaak van het spoorwegongeluk bij Weesp in september 1918. Een trein van de Hollandsche IJzeren Spoorweg Maatschappij was vlak voor het oprijden van de brug over het Merwedekanaal bij Weesp naar beneden gestort. Een plotselinge verzakking van de spoordijk, veroorzaakt doordat na een aantal dagen van hevige regenval het water niet meer uit het goed beklede dijklichaam kon, werd meer dan veertig passagiers fataal.²⁴ Deze rampen met aarden dijken werden, in combinatie met steeds meer positieve berichten over het gebruik van gewapend beton bij zeewerken, als argumenten gebruikt voor een afsluitdijk van gewapend beton. In 1916 had de jonge ingenieur C. Wolterbeek een ontwerp voor een afsluitdijk van gewapend beton gepresenteerd met het argument dat het materiaal te allen tijde bestand was tegen de druk van het water.²⁵ Het plan, dat een uitvoering in 2,5 jaar beloofde en een besparing van tien procent zou betekenen ten opzichte van het ontwerp van de Staatscommissie 1892, werd echter nauwelijks beoordeeld.

Ook Sanders deed weer van zich spreken. Hij vroeg in 1918 octrooi aan op een

'werkwijze voor het vervaardigen van afsluitdijken of waterkeeringen, daarin bestaande dat eerst over de geheele lengte van den te bouwen dijk of waterkeering een stabiele muur aangelegd wordt, waarvan de bovenkant reikt tot aan of kort onder het gemiddelde laagwaterpeil, waarna die muur op bekende wijze wordt opgebouwd'.²⁶

Wortman, toen nog inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat,



Het aloude rijswerk, gevlochten matten van wilgentakken en -twijgen, was bij de Zuiderzeewerken een onontbeerlijke techniek. De matten dienden om uitschuring van de bodem en aantasting van het dijklichaam tegen te gaan. Ze werden toegepast aan de teen en het talud van de dijk en in de geulen van de uitwateringssluizen. Dat het vervaardigen een vak apart is, tonen ons deze onverstoorbare rijswerkers bij de Zuiderzeewerken rond 1930.

benadrukte dat deze procedure ongewenst was. Hij bepleitte ‘dat aan “uitvinders” als dr. Sanders of anderen niet zal worden toegestaan zich bij voorbaat meester te maken van eenig denkbeeld, die constructie betreffende, waaraan zij later het recht zou kunnen ontleenen op uitsluitende uitvoering daarvan’. Daarom vroeg hij de minister permissie om op persoonlijke titel of namens de Staat een bezwaarschrift tegen de octrooiverlening in te dienen. Dit laatste werd hem toegestaan, waarbij de minister hem adviseerde zich van de nodige bijstand te verzekeren. Wortman nam hierop de Vereenigde Octrooibureaux te 's-Gravenhage in de arm en met hun hulp werd de Octrooiraad bewerkt en vond geen octrooiverlening plaats.²⁷

Voorbereidend werk

Inmiddels was - zonder de uitkomsten van de commissie-Lorentz af te wachten - in de zomer van 1918 de Zuiderzeewet aangenomen. Uiterst beknopt en zonder uitweidingen over werkwijze, ontwerp en dergelijke verscheen ze in het *Staatsblad*. Vrijwel alles moest nog worden beslist. Het lag voor de hand de Rijkswaterstaat de werken op te dragen. Minister Lely vond echter dat bij de Rijkswaterstaat - ‘historisch belast met langjarige gebruiken’ - de vereiste soepelheid voor de uitvoering van een zo bijzonder werk ontbrak. Een nieuwe Dienst der Zuiderzeewerken, die in 1919 werd opgericht en waarvan de top overigens uit ingenieurs van de Rijkswaterstaat werd gerekruteerd, kreeg de voorbereiding en uitvoering van de Zuiderzeewerken opgedragen.²⁸ H. Wortman stond als directeur-generaal rechtstreeks in contact met de minister. ‘Met het oog op de velerlei belangen van uiteenlopende aard, die bij de uitvoering van het geheele werk betrokken zijn’ werd daarnaast een adviesraad in het leven geroepen.²⁹ Lely zelf werd voorzitter van deze Zuiderzeeraad.

De Dienst der Zuiderzeewerken begon zijn vooronderzoek met een gebrekkig instrumentarium. Daar een waterloopkundig laboratorium nog steeds ontbrak, stelde Wortman voor om ‘in den tuin van mijn bureel’ een model te bouwen, waarmee proeven konden worden gedaan naar golfoploop, ontgrondingen en dus naar de

noodzakelijke hoogte en vorm van de dijk. Ook werd uitgeweken naar het Waterloopkundig Laboratorium aan de Technische Hogeschool van Karlsruhe.³⁰

Een ander deel van het vooronderzoek betrof grondboringen. Op dit terrein deed de dienst al snel een ontdekking die van grote invloed zou zijn op de uiteindelijke ontwerpkeuze van de Afsluitdijk. Gezien de enorme hoeveelheden rijshout die voor een traditionele dam nodig zouden zijn en de twijfels die er bestonden over het ruime gebruik van zand in de constructie, werd er naar alternatieven gezocht. Eén mogelijkheid was taaie klei, ook een traditioneel bestanddeel van gewone dijken, maar dan als bekleding en niet als kern. Tijdens de proefboringen werden in de buurt van het tracé grote hoeveelheden keileem aangetroffen.

Door zijn samenstelling - een sterk zandige leemsoort met keien, die doordat hij is samengeperst erg vast en taai is - is dit materiaal uitermate geschikt als kern van een rijdsdam en voor de dichting van een sluitgat.³¹ Deze vondst was het klapstuk op het argument voor een 'traditionele' afsluittechniek.

Een dam van de kust van Noord-Holland naar Wieringen door het Amsteldiep vormde de opmaat voor de uiteindelijke Afsluitdijk. Al voor de keileemvondst was de bouw van de dam begonnen. De aannemer kreeg echter terstond toestemming keileem te gaan gebruiken toen het bestaan hiervan bekend werd.

Door de taaigheid van het materiaal bleek het noodzakelijk het



De aanleg van de Afsluitdijk, of beter gezegd afsluitdam, voltrok zich vanuit een aantal startplaatsen tegelijk. De vier sluitgaten werden een voor een gedicht, als eerste het Gaatje, in september 1930. Het laatste gat, De Vlieter, werd op 28 mei 1932 feestelijk gedicht. Ondanks vrees voor mislukking verliep het werk zo gunstig dat het sluitgat reeds voor de festiviteiten al feitelijk klaar was.

stortmaterieel aan te passen. Zo werden speciale keileemonderlossers ontwikkeld.³²

Nadat de Amsteldiepdam ondanks tegenslag tot een goed einde was gebracht, kon met de grote dijk worden begonnen. Dat was althans het idee van de ingenieurs. Begin jaren twintig lieten de staatsfinanciën echter te wensen over en moest de overheid grote bezuinigingsoperaties doorvoeren. De werken werden in een lagere versnelling geplaatst. Opnieuw moest een krachtige inspanning worden geleverd om het project te legitimeren. Een commissie werd in het leven geroepen die de baten van het project moest inschatten. De commissie-Lovink oordeelde dat ‘vooral wegens de zeer groote daardoor te verkrijgen algemeen economische voordeelen het ten zeerste zou moeten worden betreurd indien de Zuiderzeeplannen niet thans met volle kracht zouden worden voortgezet en in hun geheelen omvang worden uitgevoerd’. De voornaamste voordelen werden gezien in de landaanwinst, van belang geacht voor de ‘gezonde ontwikkeling’ van de landbouw, en in de zoetwatervoorziening.³³

Nieuwe alternatieven

Een facet van deze nieuwe legitimizeitscrisis was dat de oude discussie over de gemaakte technische keuzes opnieuw oplaaide.

Oude bekenden kregen in hun verzet gezelschap van nieuwe spelers. Den Tex publiceerde in 1922 onder de titel ‘Het moet anders’ een felle aanval op de Rijkswaterstaat en de Dienst der Zuiderzeewerken, die hij geldverspilling verweet.³⁴

Van groter gewicht dan de plannen van Den Tex met ‘jute en kippegaas’ waren echter de verschillende variaties van sluitingen met gewapend beton. Ingenieur Jan de Booij jr. kreeg ongeveer terzelfder tijd een octrooi voor een afsluitvariant met schotten van gewapend beton, die in korte tijd op bodemplaten met dwarsschotten werden geschoven. De directie der Zuiderzeewerken, die ook nu had geprobeerd het octrooi tegen te houden, vond bij monde van De Blocq van Kuffeler de constructie niet stevig genoeg.³⁵ Ook vader S. en zoon A.G. ten Bokkel Huinink kregen een

octröoi voor een ontwerp. S. ten Bokkel Huinink was de directeur van de NV Nederlandsche Betonijzerbouw te Amsterdam en daarmee de opvolger van L.A. Sanders.³⁶ Het achterliggende idee van hun octrooi kwam in grote lijnen overeen met dat van De Booij. Ze wilden namelijk tijdens het bouwen van de kering zo lang mogelijk de doorstroming tussen het binnen- en buitenwater handhaven, waardoor de stroomsnelheden beperkt bleven. Een belangrijk verschil tussen de ontwerpen was dat Ten Bokkel Huinink een muur van gewapend beton niet slechts als afsluiting maar ook als uiteindelijke zeewering zag. Deze werkwijze stelde grote tijd- en geldbesparingen in het vooruitzicht. Wortman daarentegen vond het technisch en financieel slecht onderbouwd.³⁷ Het verzet tegen een ‘traditionele’ rijsdam was echter groter dan ooit. De Blocq van Kuffeler had in een vergadering van het KIVI in december 1922 een film vertoond over het bouwen van een dergelijke dam, waarschijnlijk die door het Amsteldiep. Toen de jonge ingenieur C. Tellegen de beelden van het afzinken zag, ‘waarbij mannetje aan mannetje de stukken steen worden doorgegeven’, stond bij hem vast ‘dat een afsluiting van zoo groote lengte op economischer wijze mogelijk moet zijn’.³⁸ Zo riepen filmbeelden behalve bewondering voor de menselijke arbeid bij sommigen blijkbaar ook gevoelens van achterlijkheid op. Het bracht nieuwe ontwerpen op tafel, bijvoorbeeld die van oud-genie-ingenieur

W.H.C. Doorman en van civiel-ingenieur M. Stam.

L.A. Sanders ten slotte, vroeg in juli 1924 door middel van een brochure en een adres aan de ministerraad om een prijsvraag over het ontwerp van een afsluitdijk. Hij had inmiddels de steun van zijn zoon en beiden werden weer gesteund door het hoofdbestuur van de Nederlandsche Vereniging van Ingenieurs, een belangenbehartigingsorganisatie voor houders van buitenlandse ingenieursdiploma's.³⁹

De Dienst der Zuiderzeewerken was echter niet te vermurwen.

De Blocq van Kuffeler verklaarde meermalen geen vertrouwen te hebben in de alternatieve constructies. Naast ontwerp-specifieke bezwaren zag hij twee ernstige problemen. Ten eerste was hij bevreesd voor de onvoorspelbare stromingen die een snelle afsluiting teweeg zou brengen aan de voet van de dam. Bovendien geloofde hij dat het plaatsen van grote elementen van gewapend beton met verzakkingen en ontgrondingen gepaard zou gaan. Voor hem kwam dan ook niets anders dan een rijdsdam in aanmerking.⁴⁰

Dat hij en zijn dienst hun ideeën konden doorzetten, was voor een niet onaanzienlijk deel te danken aan de steun die zij kregen van een belangrijke medespeler. Het aannemersconsortium waarmee werd onderhandeld over de uitvoering van de werken, was zich bewust van de rol die het speelde in de waterbouwkundige praktijk, zeker waar het een zo grootschalig project betrof. Men liet de minister weten: ‘Er zullen ongetwijfeld tegenover de door de Regering voorgestane plannen nog wel particuliere plannen naar voren worden gebracht, en hoogst waarschijnlijk zullen die plannen ook in de Kamers wel belangstelling vinden, waardoor gevaar voor vertraging ontstaat. Tegenover dat gevaar kan het van belang zijn erop te kunnen wijzen, dat de door de Regering aanbevolen plannen der Zuiderzee-directie ook de volle instemming hebben van de aannemerswereld.’⁴¹

Op 28 mei 1932 werd met een grijper een van de laatste van de in totaal 15 miljoen kubieke meters keileem en 27 miljoen kubieke meters zand gestort, waardoor het IJsselmeer ontstond. De bouw van de Afsluitdijk was geen makkelijke klus geweest, en soms zelfs een dubbeltje op zijn kant, maar de traditionele methode had zich, mede door het keileem, bewezen.⁴² Het oude technische regime van afsluiting had nog een laatste zegetocht kunnen vieren, voordat de nieuwe technieken en inzichten het voorgoed verdrongen.

‘Logge monsters’ van beton

‘Het zonlicht straalde neer op de vijf witte betonnen caissons, die naast elkaar voortgleden over het stille water. De twee grote caissons dreven in het midden, boord aan boord, met strakke sjorringsdraden van bolder naar bolder. Zij vormden één blok, en hun platte bovenvlakken waren één vloer, dertig passen lang, veertig breed. Op die vloer stonden twee grote lieren, met draden naar de dijkskoppen, naar de trommels van twee bulldozers. Vier sleepboten trokken de logge monsters naar het nauwe sluitgat. Duim voor duim kropen ze voorwaarts tegen de navloed in. Over de waterschittering heen kroop de betonnen muur, onwrikbaar,

onvermorzelbaar.’ [In: A. den Doollaard, *Het verjaagde water* (Amsterdam 1947)]

Het was geen droom van Sanders, Ten Bokkel Huinink of De Booi jr. die Den Doollaard beschreef, maar een gebeurtenis die zich voor zijn ogen afspeelde. Dertien jaar nadat het sluitgat in de Afsluitdijk met keileem was volgestort, voltrok zich bovenstaand schouwspel. Opnieuw werden sluitgaten gedicht. De omstandigheden waren anders: niet gepland, niet met het doel de kustlijn te verkorten, niet ter discussie. Om de Duitsers de controle over de haven van Antwerpen te ontnemen, had de Royal Air Force in het najaar van 1944 grote delen van Walcheren onder water gezet door de dijken op vier plaatsen te bombarderen. De droogmaking van Walcheren, waarmee werd aangevangen nog vóór de bevrijding van Noord-Nederland, was een prestatie van formaat, die daarenboven een keerpunt betekende in de techniek van het dichten van dijkgedichten. De werkwijze die bij de Afsluitdijk was gehanteerd, kwam bij Walcheren niet in aanmerking omdat men daar niet over voldoende keileem beschikte. Wel hadden eerder verrichte proefboringen aangetoond dat in het Hollands Diep bij Klundert geschikte kleilagen aanwezig waren. Het transport daarvan zou echter te kostbaar worden, vooropgesteld dat men hiervoor al voldoende transportmiddelen kon vrijmaken. Daarom werd overwogen om de oude methode van het opzinken toe te passen.⁴³ Hiervoor waren echter zulke grote hoeveelheden steen en rijshout nodig dat ook deze werkwijze niet haalbaar leek. Omdat men toch wat moest doen, besloot men feitelijk tot een combinatie. In het stroomgat van de Nolledijk werd met behulp van zinkstukken een inlaagdijk van ongeveer vijfhonderd meter gelegd. Hierop kwamen perskaden van de aanwezige klei. Toen de vloot van de nog steeds bestaande Maatschappij tot Uitvoering van de Zuiderzeewerken na de bevrijding beschikbaar kwam, werd besloten toch klei uit de omgeving van Klundert te gaan halen, die echter van zeer wisselende kwaliteit bleek te zijn. Omdat het lukte om tussen de perskaden zand te spuiten, bedroeg het sluitgat begin augustus 1945 nog maar 160 meter. Hierin werden stroomsnelheden gemeten van meer dan drie meter per seconde, zodat haast geboden was om de destructieve werking van de natuur een stap voor te blijven. Om deze wedloop te winnen, werd besloten gebruik te maken van caissons van gewapend beton, beetles genaamd. Deze aan de bovenzijde gesloten bakken van $12 \times 5 \times 2,6$ m waren door de geallieerden gebouwd ten behoeve van de invasie in Noord-Frankrijk. Daar waren ze echter niet gebruikt. Het plaatsen van de beetles ging zeker niet zonder slag of stoot. Bij een stormachtige wind sloeg een aantal ervan lek en zonk op de verkeerde plaats, terwijl reeds geplaatste en verzwaarde caissons alsnog weg-



Bij de bevrijdingsstrijd om Nederland in 1944 en '45 speelden onderwaterzettingen een rol. Zo zag het geallieerd commando geen andere manier om de Duitse bezetter uit het fort Walcheren te verdrijven dan de dijken op vier plaatsen te bombarderen. Zo kon de Schelde worden bevrijd en de haven van Antwerpen ontzet. De RAF fotografeerde de schade bij Westkapelle op 14 oktober 1944, elf dagen na het bombardement. Bomkraters en de loop van het in- en uitstromend water zijn goed te zien.

sloegen. Toch lukte het op 2 september de Nolledijk te sluiten, mede dankzij een schip dat in het sluitgat tot zinken was gebracht. De dijk torende inmiddels vier meter boven NAP toen eind september opnieuw een storm opstak. Ook hiertegen bleek hij niet bestand. Opnieuw was het nodig om het gat met ‘alles’ wat voorhanden was zo snel mogelijk te dichten. Weer bewezen de beetles, een klein stalen scheepje, een betonnen caisson, vele stalen anti-torpedonetten en klei hun waarde.⁴⁴

Naast de kleine beetles is op Walcheren gebruik gemaakt van zogenaamde intermediate-pontons en Phoenix-caissons, respectievelijk $38 \times 17 \times 3,6$ m en $62 \times 12 \times 12$ m groot. Ook deze waren voor de geallieerde landing te Normandië bestemd geweest maar overbodig gebleken.

De aanwending van deze caissons stuitte aanvankelijk op fel verzet van de aannemers, die hiermee niet vertrouwd waren. Samen met een tamelijk chaotische organisatie van de werkzaamheden leidde dat tot geheimzinnigdoenerij en tot een situatie waarbij iedere ploeg die met één van de vier sluitgaten bezig was, feitelijk zijn eigen gang ging. Weliswaar keek men naar elkaars ervaringen, maar van een hiërarchische besluitvormingsstructuur, die waterstaatkundige projecten zo kenmerkt, was geen sprake.⁴⁵

Walcheren te heroveren op de zee behoefde geen legitimatie. Een snelle afsluiting was geboden en van een hiërarchische plannings- en uitvoeringsstructuur was nauwelijks sprake. Alles wat voorhanden was, werd aangewend om de sluitgaten te dichten. Als de geallieerden witte olifanten bij D-Day hadden gebruikt in plaats van betonnen caissons, hadden die waarschijnlijk Walcheren gered, zoals een

havenmeester het uitdrukte.⁴⁶ Het gebruik van caissons van gewapend beton ter dichting van sluitgaten deed in Nederland zijn intrede ten tijde van een rampsituatie. Zo vormde

de droogmaking van Walcheren een keerpunt voor de afsluitingstechniek hier te lande, de aanvang van een nieuw technisch regime voor afsluitingen, maar interessanter is het te kijken hoe caissons van gewapend beton werden beoordeeld in het ontwerpproces van een wél geplande afsluiting. Een planning waarvoor we terug moeten naar 1916.

De geplande Delta

De stormvloed van 1916 had niet slechts verstrekkende gevolgen gehad voor de Zuiderzeelannen, ook de delta in Zuidwest-Nederland was erdoor opgeschrikt. Het water in de Nieuwe Maas bij Rotterdam had er ongekende hoogten bereikt en een staatscommissie werd in het leven geroepen om te bestuderen hoe dat had kunnen gebeuren. Deze commissie opperde onder andere de mogelijkheid de Brielse Maas af te dammen. De betekenis van deze rivierarm was met de komst van de Nieuwe Waterweg danig verminderd. Door deze af te dammen werd land gewonnen en werd bovendien de kustlijn aanmerkelijk verkort.

In de jaren twintig en dertig kwam een ander motief sterk naar voren: de verzilting van Zuidwest-Nederland. De zoetwatervoorziening van Delfland illustreerde het probleem. In 1893 liet Delfland nog zoet water in door de Oranjesluis in de Rotterdamse Waterweg, op vijf kilometer van zee. In dat jaar echter bleek het zoutgehalte van het water daar te hoog, zodat dit niet langer mogelijk was. In 1907 en 1908 werden zowel van rijksweg als door de Commissie Drinkwatervoorziening voor Delft metingen naar het zoutgehalte van de Nieuwe en Oude Maas uitgevoerd. In 1921 kon Delfland ook geen zoet water meer via Maassluis (13 km uit de kust) inlaten, omdat het daar te zout werd. Ruim tien jaar later gold hetzelfde voor de Vijfsluizen (21 km van zee), waardoor de inlaat bij de Parkhavensluis (28 km van zee) moest worden gelegd. Eind jaren dertig werd geopperd het inlaatpunt voor de zoetwatervoorziening nog hoger op de rivier te leggen. Delfland zou zijn zoet water via Schieland uit de Hollandse IJssel of via Rijnland uit de Oude Rijn moeten halen. De hoofdingenieur Johan van Veen van de Studiedienst der Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat vreesde echter dat ook de monding van de Hollandse IJssel niet lang meer veilig voor het zout zou zijn. In droge tijden moest het lage deel van Zuid-Holland veel zoet water uit de Hollandse IJssel betrekken, terwijl juist dan de zoutgrens ver stroomopwaarts lag. ‘Het is duidelijk dat, indien inderdaad in zulke droge tijden de Hollandsche IJssel zou verzouten, dit een ramp zou kunnen worden voor Rijnland, Schieland en Delfland,’ aldus Van Veen.⁴⁷

Naast de drinkwatervoorziening kampte ook de landbouw met de verzilting. Het voor deze bedrijfstak kritieke punt van 300 mg chloor per liter water (de zoutgrens) werd steeds vaker gemeten. Van Veen kon in een nota van eind 1940 dan ook niet anders dan concluderen dat ‘het hebben van een groot aantal open en diepe, doch gedeeltelijk verzilte benedenrivieren een weelde is, die wij ons op den duur in ons laag en zakkend en door zout bedreigde land niet zullen kunnen veroorloven’.⁴⁸

Al in maart 1937 had Van Veen een nota opgesteld over de afdamming van de Brielse Maas. Hierop was een commissie benoemd om die plannen te beoordelen. Onder voorzitterschap van de hoofdingenieur-directeur van de directie

Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat, F.L. Schlingemann, oordeelde de commissie in januari 1940 dat het grote voordelen had de Brielse Maas en de Botlek aan beide zijden af te dammen. De zoetwaterboezem die dan zou ontstaan, zou de verzilting op Voorne, Putten en Rozenburg tegengaan. Dit was het zogenaamde Vijf Eilanden Plan. Bovendien zou 'de goede staat van den Rotterdamschen Waterweg worden gebaat, zal op goedkoope wijze uitgestrekte landaanwinning kunnen plaatshebben en zullen verschillende nevenvoordelen voor het verkeer te land worden bereikt'. Ook werd benadrukt dat hierdoor circa 800 werklozen gedurende twee jaar werk zouden vinden.⁴⁹

Het was echter Schlingemann zelf die niet lang daarna de plannen tot afdamming weer in de ijskast zette. Zijn directie ontwikkelde namelijk plannen om het net van de benedenrivieren veel ingrijpender te wijzigen. Aangezien het onderzoek daarnaar nog niet was afgerond, leek het hem verstandiger om zolang te wachten.⁵⁰ Het probleem van de verzilting werd op een grotere schaal benaderd en bovendien gekoppeld aan de kwestie van de veiligheid van de delta. In de jaren dertig waren studies verschenen waaruit geconcludeerd moest worden dat de dijken in Zuidwest-Nederland op veel hogere stormvloed berekend moesten zijn dan tot die tijd op basis van de 'hoogst voorgekomen vloed' was aangenomen. Dit alarmerende nieuws had in 1939 geleid tot de instelling van een zogenaamde Stormvloedcommissie, die conclusies moest verbinden aan deze nieuwe, berekende gegevens.⁵¹

De voorlopige conclusies van de commissie verschenen in 1940 en lieten aan duidelijkheid niets te wensen over: Zuidwest-Nederland liep groot gevaar bij zeer zware stormen. Vooreerst had ons land echter een ander gevaar te duchten, van een meer onmiddellijke vijand bovendien. Toch verloor de Rijkswaterstaat, met name in de persoon van Van Veen, tijdens de bezetting de waterwolf niet uit het oog. In nota's presenteerde hij zijn ideeën met de delta. Dat nog voor de watersnoodramp van 1953 de Brielse Maas was afgedamd en zo een grotere catastrofe werd voorkomen, is mede aan deze inspanningen te danken.⁵²

Stilte voor de storm

Nadat Walcheren was herwonnen op de zee, kon de draad die vooral Van Veen had gesponnen, weer worden opgepakt. De afsluiting van de Brielse Maas was al in de oorlogsjaren nader uitgewerkt. Het Vijf Eilanden Plan stond op de agenda. Daardoor zou behalve het terugdringen van verzilting ook de kustlijn met

circa 40 km worden verkort. Als secundaire voordelen werden het ontstaan van een recreatiegebied en een wegverbinding tussen de eilanden Rozenburg en Voorne gezien.⁵³

Na het geïmproviseer op Walcheren vormde de afdamming van de Brielse Maas de eerste casus waarmee de studiediensten van de Rijkswaterstaat hun hydrologische kennis en kunde ten aanzien van afsluitingen konden scherpslijpen.⁵⁴ Dit gebeurde in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. Op grond van veelal berekende stroomsnelheden werden verschillende afsluitscenario's op hun wenselijkheid getoetst. Vooral de wederzijdse beïnvloeding van de in aanbouw zijnde dammen werd grondig bestudeerd om de meest ideale volgorde en wijze van werken te bepalen.⁵⁵ Op grond van deze berekeningen, het ontbreken van voldoende en kwalitatief goede keileem en de ervaringen bij Walcheren opgedaan, werd gekozen voor afsluitingen met caissons. Bovendien zou de Botlekdam pas worden gesloten als de dam in de Brielse Maas in de sluitgafase was aanbeland. Kleine caissons, met en zonder bodem, zouden speciaal voor deze afsluitingen worden gebouwd. Voor de uiteindelijke sluiting van de Brielse Maas was nog een Phoenix-caisson beschikbaar.⁵⁶

De sluiting zou verre van probleemloos verlopen. De Phoenix-caisson was aan een kant beschadigd, werd hersteld maar bleek vervolgens scheef in het water te liggen. Een baggermolen had bovendien een groot zinkstuk beschadigd, zodat daaroverheen een nieuw gelegd moest worden. Ook brak een kabel bij het invaren van de Phoenix-caisson. Desondanks werd in juli 1950, na alle tegenslag, het Brielse Meer een feit.

De afsluiting van de Brielse Maas was in volle gang toen een ander afsluitingsplan door de Rijkswaterstaat werd bestudeerd. Zeeuws-Vlaanderen werd namelijk door een zijtak van de Westerschelde,



Direct na de stormramp van februari 1953 werd de dichting van dijkbressen ter hand genomen. Alle mogelijke middelen werden in de strijd geworpen, van afgezonken schepen tot caissons uit de invasie van Normandië. Het laatste sluitgat te Ouwerkerk op Schouwen-Duiveland werd met veel moeite en een samenraapsel van eenheidscaissons en vier inderhaast in Engeland nabestelde 'Phoenix'-caissons op 6 november 1953 nog net voor de winter gedicht.

de Braakman, in tweeën gedeeld. Een afdamming hiervan zou een aantal voordelen met zich meebrengen. De verzilting in de regio kon worden teruggedrongen en de verkorting van de kust met 25 km zou de streek veiliger maken. Daarnaast zou de

ruimtelijke ontwikkeling ermee gebaat zijn en ontstonden er mogelijkheden voor recreatie en voor drink- en industriewatervoorziening.⁵⁷

Op het eerste gezicht leek de afdamming van de Braakman niet zo moeilijk. Niets was minder waar. Het Technisch Bureau der Domeinen - sinds 1945 onderdeel van de Rijkswaterstaat en verantwoordelijk voor de Braakmanindijking - kreeg te maken met omstandigheden die verre van eenvoudig waren. Bij gemiddeld tij bedroeg het verschil in waterhoogte ongeveer 4,10 m. Bij afdamming van dit water zouden zich dan ook grote stroomsnelheden gaan ontwikkelen. Door de berekeningen van J.J. Dronkers werd het al snel duidelijk dat het vormen van een rijdsdam riskanter zou zijn en meer tijd zou vergen dan het dichten van het sluitgat met grote eenheden, zoals caissons.⁵⁸ Hiervan lagen er in ons land nog drie. Een sluitgat van circa 60 m (de lengte van een Phoenix-caisson) zou te hoge stroomsnelheden met zich meebrengen. Daarom werd gekozen voor een afsluiting met twee Phoenix-caissons, waarvan er één zou worden verbouwd tot een open caisson die later kon worden afgesloten. Hierdoor kon de stroomsnelheid in het sluitgat beperkt blijven totdat de caissons op hun plaats lagen. Zo werd het principe van de doorlaatcaisson, waarvan L.A. Sanders' 'putten en platen'-systeem een primitieve voorloper was en waarvoor De Booij jr. in 1922 octrooi kreeg, dertig jaar na dato alsnog toegepast. Opzichter L. Becu schreef:

‘Volmaakt was het nog niet. We kregen [...] problemen met de kleine bakkencaissons, die aan weerszijden van de caissons in het sluitgat waren gezet. De aansluiting klopte niet. Open

bakken waren het, zonder bodem. Ze gingen wiebelen, het zand stroomde weg door de zinkstukken.⁵⁹

Eind juni 1952 werd de Braakman toch nog afgesloten.

De Deltawerken tussen heldenroman en jeugdboek

Kon de bouw van de Afsluitdijk als een van de eerste Nederlandse waterbouwkundige prestaties op film worden vastgelegd, van de werken in het kader van het Deltaplan werd een veelvoud aan bewegende beelden geschoten. Een nieuwe generatie documentairemakers als John Fernhout en Bert Haanstra toonde de kunde van de Nederlandse ‘waterbouwers’ aan een nog groter publiek. Hoewel ook bij de bouw van de Afsluitdijk al bewust aandacht werd besteed aan publieksvoorlichting, hadden de verantwoordelijken voor de Deltawerken van meet af aan en in sterkere mate het grote belang hiervan ingezien. Bij de instelling van de Deltadienst was een afdeling voorlichting ingericht. Met brochures in verscheidene talen, films, tentoonstellingen en postzegels werd de inzet van de techniek in de bestrijding van de waterwolf onder de aandacht gebracht.⁶⁰

Een nieuwe nota van J. van Veen over afsluitingen in de delta was nog maar een paar dagen oud, toen de rampzalige stormvloed van 1953 de circa 400 rapporten die in de afgelopen decennia over hetzelfde onderwerp waren verschenen, met geweld uit de archiefkasten spoelde. Drie maanden eerder had adjunct-ingenieur F.J. Sprenger nog een nota aangeboden met een blauwdruk voor te bouwen caissons ‘aangezien niet meer over voldoende pontons wordt beschikt om eventuele sluitgaten te dichten’.⁶¹ Plots waren er sluitgaten te over en kwam de besluitvorming over alle papieren afsluitingsplannen in een stroomversnelling terecht.

Een vergelijking met de gang van zaken bij de Afsluitdijk dringt zich op. Ook toen lagen er immers diverse plannen die (mede) door een stormvloed werden gelegitimeerd. Toch bestaan er significante verschillen. De afsluiting van de Zuiderzee was decennia lang een publieke discussie, terwijl over een deltaplan voornamelijk intern bij de Rijkswaterstaat werd gesproken.

Hoogstens had het probleem van de verzilting tot enige druk geleid van de zijde van landbouwers en drinkwaterproducenten.

Een maatschappelijk vraagstuk, zoals de Afsluitdijk was geweest, was het Deltaplan niet. Sterke politieke tegenstand was er niet en de omvang van de ramp zorgde er bovendien voor dat deze, aanvankelijk, ook geen kans zou krijgen.

Een ander verschil bestond erin dat de voorliggende studies naar de mogelijkheden en gevolgen van diverse afsluitingen in Zuidwest-Nederland op meer wetenschappelijke bevindingen stoelden dan die waarmee de Dienst der Zuiderzeewerken in 1919 aan de slag moest. Dat betekende overigens niet dat er geen aanvullend onderzoek nodig was. Dat onderzoek kon nu echter in een veel beter toegeruste technische omgeving geschieden: waterloopkundige laboratoria, raadgevende en gespecialiseerde ingenieursbureaus, specialistische diensten binnen de Rijkswaterstaat en een natte aannemerij die het stadium van ‘slechts’ uitvoerder

gepasseerd was. Stuk voor stuk veranderingen overigens waaraan de bouw van de Afsluitdijk een niet gering steentje had bijgedragen.

Ruim twee weken na de ramp werd een commissie van advies in het leven geroepen die zich moest buigen over de vraag welke waterstaatstechnische voorzieningen getroffen dienden te worden om een nieuwe ramp te voorkomen. De Deltacommissie werd daarmee (en ook wat de samenstelling betreft) feitelijk een voortzetting van de Stormvloedcommissie van 1939.⁶² Er waren nu echter bijna tweeduizend doden te betreuren.

Na twee specifieke adviezen over de verhoging van de Schouwense dijk en een beweegbare stormvloedkering in de Hollandse IJssel, kwam de commissie een jaar na de installatie met haar aanbeveling: de afdamming van de zeearmen in Zuidwest-Nederland. Dit principebesluit werd in de daarop volgende anderhalf jaar verder uitgewerkt. Daarbij kwam men tot vijf primaire (zeewerende) afsluitingswerken: Hollandse IJssel, Haringvliet, Brouwershavense Gat, Oosterschelde en Veerse Gat.

Als gevolg van deze afsluitingen moesten ook de Grevelingen en de Zandkreek worden afgedamd (secundaire afsluitingen). Om de zoutgrens vooral op de Rotterdamse Waterweg terug te dringen - daar was vooralsnog geen waterkering voorzien - werd een stuw in de benedenmond van de Oude Maas aanbevolen. Het Volkerak ten slotte zou worden afgedamd om verzilting van het Zeeuwse Meer te voorkomen en tevens de afvoer van drijfijs van de Maas en de Waal via het Hollands Diep en het Haringvliet te bevorderen.⁶³

Dat er weinig politieke en maatschappelijke tegenstand tegen deze plannen werd verwacht, bleek uit de voortvarendheid waarmee, al in september 1954, de voorbereiding en de uitvoering ter hand werden genomen. Pas drie-en-een-half jaar later passeerde het Deltaplan het parlement. Op de radio was de stemming over de Deltawet rechtstreeks te volgen. Te horen was hoe acht Kamerleden van de Katholieke Volks Partij tegenstemden. Niet omdat ze niet achter het Deltaplan stonden, maar omdat het wetsontwerp een ongrondwettelijke bepaling zou bevatten. Er stond namelijk de bepaling in dat ingeval een waterschap dwars lag bij delen van de uitvoering, de Staat het stuk waterkering van het waterschap kon overnemen. Het is kenmerkend voor de toenmalige macht van het Rijk op het gebied van de waterstaat, dat zich hierover slechts acht Kamerleden druk maakten. De Katholieke Volks Partij zat er intussen mee in haar maag. Want hoe legitimeerde je een principiële stem tégen een maatschappelijk zo geaccepteerd plan?⁶⁴

De Deltadienst van de Rijkswaterstaat was toen reeds volop aan het werk en de bouw van de stormvloedkering in de Hollandse IJssel al bijna voltooid.⁶⁵



Binnen een kleine kring van Nederlandse civieltechnici, met name bij de studiediensten van de Rijkswaterstaat, leefde al in de jaren dertig het besef dat voor een veilig voortbestaan van de Nederlandse delta een grootscheepse kustlijnverkorting nodig was. Kort na de stormramp kon dan ook een redelijk uitgewerkt plan worden gepresenteerd. De belangrijkste geestelijke vader van de Deltawerken, ir. Johan van Veen, geeft hier een toelichting.

Variaties op een caisson-thema

Snel na de stormramp werd door de Rijkswaterstaat besloten tot de massafabricage van (gesloten) betonnen caissons ter herstel van de stormschade. Deze eenheidscaissons, zoals ze werden genoemd, waren al dan niet voorzien van een bodem en maten $11 \times 7,5$ m, bij een hoogte van 6 of 2 m. Ze konden op allerlei manieren worden gecombineerd, maar moesten wel snel worden volgestort daar ze niet zwaar genoeg waren om het eerstvolgende hoogwater te weerstaan. Mede daarom werden uit Engeland nog acht Phoenix-caissons ($62 \times 19,9 \times 18,2$ m) gehaald. Onderweg naar Zierikzee strandde er één op een zandplaat aan de noordzijde van de Roompot. Bij de bergingspoging werd deze AX-177 zo zwaar beschadigd dat van verdere berging werd afgezien. Toen in 1959 voor de Veerse dam in het Deltaplan grote caissons nodig waren, werd alsnog getracht de gestrande te bergen. Ook toen zonder succes. Vanaf de landhoofden van de in aanbouw zijnde Veerse dam was lange tijd bij helder weer die kolos te zien, als een waarschuwing het manoeuvreren met caissons niet te onderschatten.⁶⁶

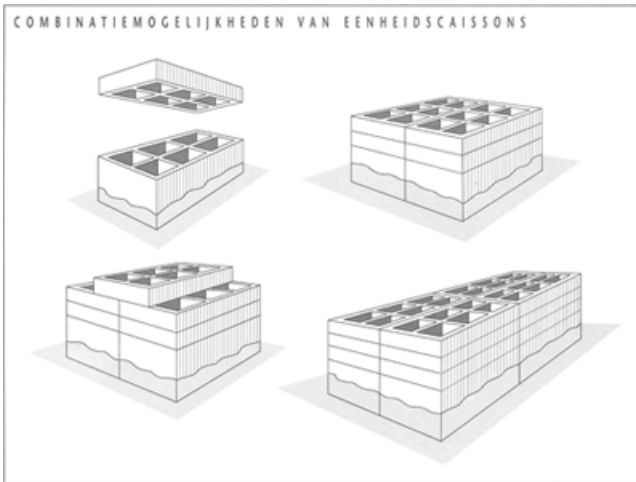
De zeven caissons die Zierikzee wel bereikten, werden door het inlaten van water aan de grond gezet. Ze lagen zo voldoende stabiel voor de getijwisseling.⁶⁷ Ze werden gebruikt in de dijk bij Kruiningen, waar net als bij de afsluiting van de Brielse Maas een sluitgat van circa 60 m gedicht moest worden. Ook bij Schelphoek werd de inlaagdijk, waarin 235 eenheidscaissons lagen, uiteindelijk gedicht met één Phoenix-caisson. Bij Ouwerkerk daarentegen kon het sluitgat door de grotere stroomsnelheden niet worden teruggebracht tot die afmeting, waardoor de afsluiting met vier Phoenix-caissons uiteindelijk een hachelijke onderneming werd. Naast de zeven Phoenix-caissons werden in totaal voor het dijkherstel een kleine 700 eenheidscaissons gebruikt.⁶⁸

De grens van wat mogelijk was met gesloten caissons, was bij Ouwerkerk bereikt. Voor de grote afsluitingen in het kader van het Deltaplan moest een andere methode worden aangewend. Bij de afsluiting van het Veerse Gat zou men bijvoorbeeld met

een bijna tweemaal zo groot gemiddeld vloedvolume te maken krijgen als bij Ouwkerk; bij de Oosterschelde zelfs met het vijftwintigvoudige.⁶⁹ De opschaling van waterwerken moest ook op dit front ijverig worden nagestreefd.

J.P. Josephus Jitta, hoofdingenieur-directeur bij de Directie van de Waterstaat in Den Haag, kon zich goed voorstellen dat eerdere caissonsluitingen met angst en onzekerheid gepaard waren gegaan. Men moest immers werken met caissons die niet voor dat doel waren gebouwd. Bovendien waren de geulen waardoor de caissons naar hun plaats van bestemming moesten varen van zeer wisselende diepte en waren de sluitgaten aan de kleine kant omdat ze met één caisson binnen de kentering van het tij gedicht moesten kunnen worden. Doordat bovendien 'de ogen van heel Nederland op de operatie gericht waren', werden de zenuwen van de verantwoordelijken zwaar belast. Desondanks bleef Jitta een voorstander van caissons. Met name de nieuwste ontwikkeling in de caisson-technologie schonk hem de vaste overtuiging dat, zou de Afsluitdijk 'in de tegenwoordige tijd moeten worden gedicht,... de caisson-methode zeker ook in aanmerking zou komen'.⁷⁰

Jitta was zelf nauw betrokken bij de ontwikkelingen in de caisson-technologie die hij noemde. Nadat het herstel van de stormschade in november 1953 was voltooid, sprak Josephus Jitta met H.A.M.C. Dibbits (hoofdingenieur-directeur van het technisch bureau der domeinen van de Rijkswaterstaat, verantwoordelijk voor de afsluiting van de Braakman) en P.Ph. Jansen (Walcheren en herstel stormschade). Het gesprek ging over de eisen waaraan te ontwerpen caissons zouden moeten voldoen. Doorlaatcaissons zoals gebruikt voor de afsluiting van de Braakman vormden hierbij het uitgangspunt. Hierop voortbouwend was een caisson



De Normandië-caissons die op Walcheren werden gebruikt, waren maar beperkt leverbaar. Bij latere afsluitingen, waaronder die van de stormramp van 1953, werden in Nederland zelf zogenaamde 'eenheidscaissons' gemaakt. Deze konden met sleepboten of met drijvende kranen ter plaatse worden opgesteld en daarna afgezonken en met zand en klei volgestort. Zij waren 'modulair' zodat door combineren verschillende afmetingen konden worden gemaakt.

ontworpen van ruim 65 m lengte en een hoogte van 10,5 m, voorzien van kleppen voor de afsluiting van de doorstroomopeningen.⁷¹ Josephus Jitta had het in *De Ingenieur* besproken, waarmee hij een waarschuwendere reactie van De Blocq van Kuffeler had uitgelokt (zie onder).

Omdat, mede met het oog op de afsluiting van de Oosterschelde, een overwintering van nog niet afgesloten caissons te verwachten viel, werd dit caisontype '1954' op een aantal punten door de Rijkswaterstaat aangepast. De lengte werd teruggebracht tot 45 m. De kleppen werden afneembaar en de ballastbak (boven water) voor de stabiliteit werd vervangen door een belaste bodembak en omvangrijke steenstortingen langs de voet van de caisson.⁷² Toch werd ook dit type '1956' niet in productie genomen omdat men nu wel verwachtte dat het met behulp van modern materieel mogelijk zou zijn om de Oosterschelde in één werkseizoen met caissons af te sluiten. Dat zou aan de doorlaatcaissons andere eisen stellen.

Het type '1958' was dan ook aanzienlijk goedkoper. De lange zijde werd als tralieligger uitgevoerd, de doorstroomopeningen waren teruggebracht tot vijf meter. Bovendien waren de kleppen vervangen door schuiven, die bedrijfszekender werden geacht. De tralies hadden eenzelfde risicowerende functie. Mochten de schuiven namelijk niet werken, dan konden tussen het traliwerk stenen worden gestort, waardoor de afsluiting alsnog snel kon plaatsvinden.⁷³

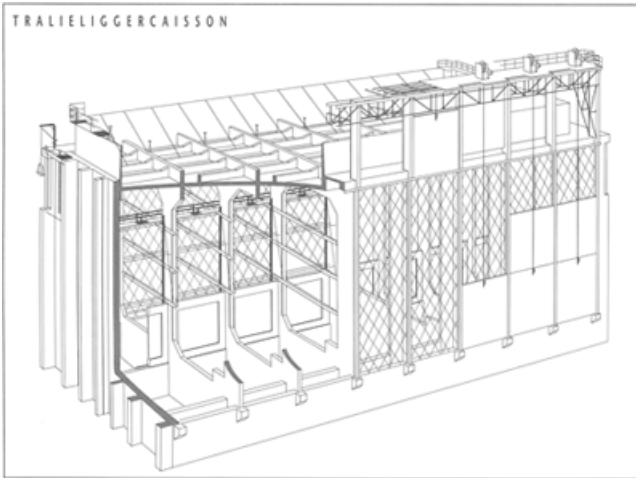
In januari 1955 had de Deltacommissie op de spoedige uitvoering van het zogenaamde Drie-eilandenplan aangedrongen. Door de afdamming van het Veerse Gat en de Zandkreek zou Noord-Beveland met Walcheren en Zuid-Beveland worden verbonden.

Dit was geen nieuw plan. Al voor de stormramp waren met het oog op landaanwinning hiervoor ontwerpen gemaakt. De kosten wogen toen echter niet op tegen de baten, zodat een nieuwe legitimeringsgrond - het veiligheidsaspect - nodig was om het plan te realiseren. Aangezien de dam door het Veerse Gat het proefobject vormde voor de toepassing van de tralieliggercaisson, was haast bij de realisering

geboden.⁷⁴ Nadat in 1960 de Zandkreekdam probleemloos met eenheidscaissons was gesloten, ontstond een jaar later het Veerse Meer door middel van het neerlaten van schuiven in zeven doorlaatcaissons in het sluitgat van de dam door het Veerse Gat.

De sluiting van het Veerse Gat met doorlaatcaissons kreeg een vervolg bij een werk dat een buitenbeentje vormde in het geheel van de Deltawerken: de afsluiting van de Lauwerszee. Dit plan, met zijn wortels in de negentiende eeuw,⁷⁵ werd uiteindelijk ondergebracht in de Deltawet. Twee jaar na de sluiting van de dam door het Veerse Gat, werd besloten ook voor het sluitgat van de dam in de Lauwerszee doorlaatcaissons te gebruiken. Om de bedrijfszekerheid te verhogen, werd nu besloten, in tegenstelling tot 5 jaar daarvoor, in plaats van schuiven toch kleppen aan te brengen in de 26 doorlaatcaissons.⁷⁶ In het voorjaar van 1969 werd met het dichtten van de kleppen in de Lauwerszeedam niet alleen de veiligheid in de noordelijke provincies vergroot, er werd ook een nieuwe stap gezet in het leerproces ten behoeve van de grote afsluitingen in de delta van Zuidwest-Nederland.

De toepassing van doorlaatcaissons bij Veere deed oud zeer



Het stellen, afzinken en vullen van Phoenix- en eenheidscaissons was een precare zaak. Een grote verbetering waren de 'doorlaatcaissons' die de in- en uitstromende getijstroom via door schuiven afsluitbare openingen vrij spel gaven tot het moment van afsluiting zelf. Dat gaf tijd om de afgezonken caissons goed te funderen. De 'tralieliggercaissons' boden extra zekerheid. Mocht een schuif haperen, dan kon de betreffende opening alsnog worden gedicht door het met stenen volstorten van de dubbele traliwand die zich voor en achter bevond. De afmetingen van de caisson waren die van een flatgebouw: lengte 45 meter, hoogte en breedte elk 20 meter.

bovenkomen. Meer dan 30 jaar na zijn eerste octrooi had A.G. ten Bokkel Huinink in 1956 weer bij de Rijkswaterstaat aangeklopt om een constructie voor een afsluitdam te demonstreren. Ook nu was zijn doorlaatcaisson negatief beoordeeld. Een miskende Ten Bokkel Huinink zocht de publiciteit. In kranten en een geïllustreerd tijdschrift afficheerde hij zich als de 'vader van de caissons'. Hij verweet de Rijkswaterstaat, die hem in het verleden bij caissonsluitingen om advies zou hebben gevraagd, er met zijn vinding vandoor te zijn gegaan. 'Ik heb er geen cent vergoeding voor gekregen', klaagde hij. De in die jaren oppermachtige Rijkswaterstaat deed de zaak af als de rare bokkensprongen van iemand die wens en realiteit niet kon scheiden.⁷⁷

Snel of 'met soeticheyt ende subtylheid'

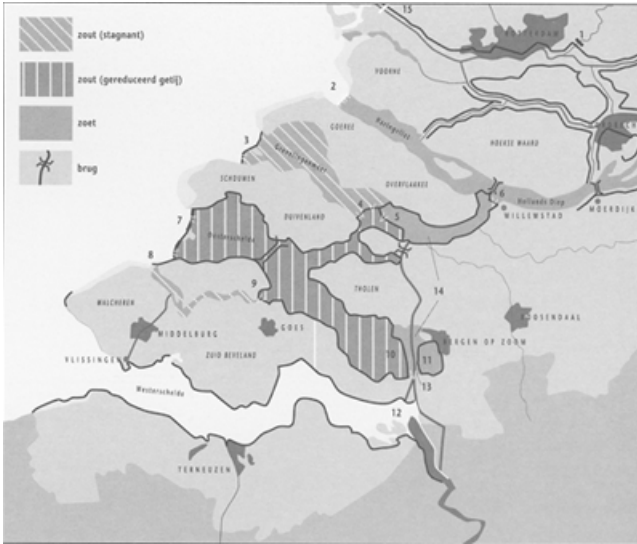
Naast de snelle dichting van een sluitgat met caissons, bleef de klassieke methode van geleidelijke afsluiting in ontwikkeling: de twee technische regimes bleven naast elkaar bestaan. V.J. P de Blocq van Kuffeler, die bij de Afsluitdijk medeverantwoordelijk was geweest voor de geleidelijke sluiting, was lid van de Deltacommissie. In een ingezonden brief in *De Ingenieur* ventileerde hij in 1954 de moeite die hij had met de vanzelfsprekendheid waarmee voor snelle caissonsluitingen werd gekozen. Hij verhaalde van de gemoedsrust die hem de laatste twee weken voor de voltooiing van de Afsluitdijk was overkomen: 'Toen ik een dag of veertien voor de afsluiting op een rustige achtermiddag van het werk terugkomende langs het sluitgat voer, kwam het mij onverwacht klaar voor de geest, dat de sluiting geen probleem meer was.' De caissonsluitingen die hadden plaatsgevonden, bleven daarentegen tot het laatste moment spannend, merkte de gepensioneerde ingenieur op. 'De mannen, die met de caisson de zee het halt gingen toeroepen, zijn nog wel eens met bebloede koppen moeten aftrekken en wanneer zij succes hebben gehad,

hebben zij wel tot het einde toe de vrees in het hart gehad.’⁷⁸ Hij citeerde Andries Vierlingh, die had geschreven: ‘Soo moeten alle gaeten met soeticheyt ende subtylheid gewonnen worden oft anders stelt ghij het land in groote sorge, last ende perijckle.’⁷⁹

De afsluiting van de bovenmond van de Grevelingen werd aangegrepen om de opbrengsten van ‘soeticheyt ende subtylheid’ te onderzoeken. Een secundaire dam in de bovenmond van de Grevelingen was noodzakelijk om, zolang niet alle primaire afsluitingen (Haringvliet, Brouwershavense Gat en Oosterschelde) gereed waren, ongewenst sterke stromingen in het Zijpe en op andere plaatsen te voorkomen.

Het plan was om het water af te sluiten door steen te storten vanaf een over de Grevelingen gebouwde kabelbaan. Een dergelijke bouwwijze was niet nieuw. Al in 1644 zou de Nederlander Wybe Adams van Harlingen een kabelbaan hebben gebruikt bij de bouw van een fort voor de stad Danzig. Kabelbanen waren ook in de jaren twintig in gebruik bij de Maaskanalisisatie. Voor de afdamming van getijwater was deze methode, voor zover bekend, echter nog nooit gebruikt.⁸⁰

Het lag niet erg voor de hand om deze techniek uit te proberen. In een vroeg stadium was al duidelijk dat een geleidelijke afsluiting als bij de Grevelingen in het geval van de Brouwershavense dam of



De Deltawerken

1. Stormvloedkering in de Hollandse IJssel (1958)
2. Haringvlietdam met uitwateringssluizen en scheepvaartsluizen (1971)
3. Brouwersdam met doorlaatsluis (1972)
4. Grevelingendam met scheepvaartsluis en doorlaatmiddel (1965)
5. Philipsdam met scheepvaartsluizen (1987)
6. Volkerakdam met scheepvaart- en inlaatsluizen (1970)
7. Oosterschelddam met stormvloedkering en scheepvaartsluizen (1986)
8. Veerse-Gatdam (1961)
9. Zandkreekdam met scheepvaartsluis (1960)
10. Oesterdam met scheepvaartsluis (1987)
11. Markizaat met Markizaatsdam (1987)
12. Lozingsmiddel Zoommeer (1987)
13. Kreekraksluizen (1975)
14. Zoommeer (1987)
15. Stormvloedkering Nieuwe Waterweg (1997)

De versterking van de dijk is aangegeven met een zwarte lijn.

de Oosterschelddam aanzienlijk grotere stroomsnelheden zou opleveren dan een snelle afsluiting. Bovendien was de caisson-afsluiting van het Veerse Gat naar ieders tevredenheid verlopen.

Dat dan toch met een nieuwe afsluitingstechniek werd geëxperimenteerd, had te maken met de bodemgesteldheid in het Brouwershavense Gat. Sonderingsproeven hadden aangetoond dat op de plaats waar een dam door dit water was geprojecteerd, gevreesd moest worden voor losgepakt zand. Hierdoor konden bij een afsluiting zogenaamde zettingsvloeiingen optreden, die een gevaar vormden voor de stabiliteit van een op te werpen drempel of te plaatsen caissons. Zettingsvloeiingen zouden weliswaar ook bij een geleidelijke sluiting optreden, maar herstel zou gemakkelijker zijn. Hoewel begin jaren zestig deze problematiek nog niet in zijn geheel was onderzocht, had de Rijkswaterstaat voldoende aanleiding om met een nieuwe techniek van geleidelijke afsluiting te experimenteren.⁸¹

Nadat eerst was overwogen een brug over de Grevelingen te bouwen van waaraf materiaal zou worden gestort, werd uiteindelijk voor een kabelbaan gekozen. In nauwe samenwerking met de Rijkswaterstaat ontwierp de Etablissements Neyrpic te Grenoble de baan, die ruim 1,5 km lang was. Daarbij was al rekening gehouden met een eventueel later aan te leggen kabelbaan over de grote sluitgaten in de Oosterschelde.⁸² Hoewel aanvankelijk nogal wat problemen overwonnen moesten worden - bij het spannen begaf de eerste kabel het met een enorme knal, die ook de pers niet was ontgaan - is de Grevelingendam op deze wijze uiteindelijk met succes tot stand gekomen. Een kabelbaan heeft later ook dienst gedaan bij de afsluiting van het Haringvliet en de Grevelingen door de Brouwersdam in het Brouwershavense Gat.

De finale

Samen met een Oosterscheldedam zou de afsluiting van het Brouwershavense Gat de finale van de Deltawerken vormen. De eerder opgedane kennis en ervaring moesten er hun ultieme diensten bewijzen. Bij de dam door het Brouwershavense Gat gebeurde dat op een bijna symbolische wijze. Bij deze, achteraf gezien laatste volledige afsluiting, werd gebruikgemaakt van zowel de snelle als de geleidelijke methode. Door de aanwezigheid van twee zandplaten in het tracé werd bij deze dam, die tussen 1962 en 1972 werd gebouwd, gekozen voor twee sluitgaten. Na uitgebreide studies in Waterloopkundig Laboratorium 'De Voorst' bleek sluiting van het diepe zuidelijke gat met doorlaatcaissons minder gewenst. Daarom werd hier gekozen voor een geleidelijke sluiting met een kabelbaan. Bij het noordelijke sluitgat was niet zozeer de diepte als wel de breedte het probleem. Waterloopkundig onderzoek had aangetoond dat hier in verband met de stroomsnelheden een sluitgat van twee kilometer te verkiezen was. Zo laat mogelijk en bij voorkeur binnen één werkseizoen moest dit gat



Het achtste wereldwonder staat in de Oosterschelde. Als moeilijkste klus van de Deltawerken bleef deze afsluiting tot het laatste bewaard. Door middel van 64 afsluitbare openingen tussen de hier nog in hun bouwput afgebeelde pijlers is het getijverschil grotendeels behouden, terwijl de kering in gesloten stand dezelfde bescherming biedt als de oorspronkelijk geplande vaste dam.

worden vernauwd en gedicht. Doorlaatcaissons genoten dan ook de voorkeur.

Met het storten van de laatste betonblokken in de zuidgeul en het sluiten van de doorlaatcaissons in de noordgeul werd in mei 1971 een oude, technische kwestie op basis van modern hydrografisch en grondmechanisch onderzoek in der minne geschikt.⁸³

Restte de Oosterschelde. Zowel wat vloedvolume als de te dichten grootste geuldiepte betreft, overtrof dit water alle tot dan in ons land afgedamde getijwateren. Met de beschikbare kennis en opgedane ervaringen moesten de ingenieurs van de Rijkswaterstaat en de aannemers tot een volledige afsluiting in staat worden geacht. Het bewijs zou echter niet worden geleverd. Want zoals de Afsluitdijk aan het begin van de eeuw onderwerp was geweest van een fel maatschappelijk debat, zo gebeurde dat ook met wat het hoogtepunt van de Deltawerken moest worden.

Terwijl er al 13 pylonen voor een kabelbaan in de Oosterschelde waren gebouwd, raakte het project omstreeks 1973 in een legitimatiecrisis. De haast ongelimiteerde dadendrang die de Rijkswaterstaat in de jaren vijftig en zestig ten toon had kunnen en mogen spreiden, stokte. Jan Terlouw verwoordde de veranderingen in zijn boek *Oosterschelde windkracht 10*, waar hij een ingenieur bij de Deltadienst laat zeggen:

‘De Oosterschelde moet dicht, dat staat voor mij vast. De veiligheid gaat voor alles. Maar, en dat is mijn tweede punt, we moeten wél aandacht besteden aan wat actie- en milieugroepen zeggen. Verschillende van onze jongere collega's vinden dat Rijkswaterstaat voortholt als een blind paard over een eenmaal uitgezette weg. Ze vinden dat besluiten wél veranderd moeten kunnen worden, namelijk als de omstandigheden veranderen. En let op, ze krijgen steeds vaker hun zin. Denk maar eens aan het rivierbos Amelisweerd bij Utrecht, dat tegen de zin van Rijkswaterstaat wordt gespaard, denk aan de Leidsche Baan die er niet komt.’⁸⁴

Tussen Den Doolaards heldenepos over de droogmaking van Walcheren en Terlouw's gedramatiseerde beschrijving van de Oosterschelddam hadden zich niet alleen grote

veranderingen in de techniek van het afsluiten voltrokken. Er had evenzeer een omwenteling plaatsgevonden in de legitimering van grote waterstaatkundige projecten. De uiteindelijke beweegbare Oosterscheldekering is niet louter de bewonderenswaardige uitkomst van technisch kunnen, het is bovendien het zichtbare resultaat van maatschappelijk willen en niet willen: Nederland in de twintigste eeuw, gevangen in een waterbouwkundig artefact.

Hier komen wij in hoofdstuk 10 op terug.

E. Berkers

Eindnoten:

Algemeen Rijksarchief, departement van Waterstaat, 1906-1929

Algemeen Rijksarchief, departement van Waterstaat, kabinet 1930-1950

Rijksarchief Zuid-Holland, Rijkswaterstaat directie Benedenrivieren (1822-) 1875-1980 (-1984)

Driemaandelijkse berichten Deltawerken

Driemaandelijkse berichten Zuiderzeewerken

Handelingen der Staten-Generaal

De Ingenieur. Orgaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs.

- 1 [v.d. V.], 'De mislukte aanhechting van Ameland aan den Frieschen wal omstreeks 1875-1883', in: *De Ingenieur* 53 (1938), A180-A183.
- 2 P.J. Neyt, 'De afdamming van het Sloe', in: *Tijdschrift van het KIVI* (1872/73), 220.
- 3 Neyt, 'De afdamming van het Sloe', 222-223.
- 4 Het afzinken vindt plaats als gevolg van het storten van basaltkeien op de drijvende matten. Deze 'verzwaring' houdt de mat ook op de bodem op zijn plaats en voorkomt daardoor uitschuring vanwege het water.
- 5 Neyt, 'De afdamming van het Sloe', 218.
- 6 Overigens was de methode met twee rijdsdammen hierna niet geheel verbannen. In zijn Zuiderzeeplan uit 1866 stelde ir. J.A. Beijerinck een afsluiting met twee rijdsdammen voor. Het dichten van de dijkdoorbraak in de calamiteuze Suzannapolder en in het calamiteuze waterschap Walzoden geschiedde in 1906 ook nog met twee rijdsdammen met schorgrond daartussen. (zie: *Verslag Gewapend betoncie.*, 93 noot 3.)
- 7 Voor een globaal overzicht van afsluittechnieken zie: G.P. van de Ven (red.), *Leefbaar laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland* (Utrecht 1993), 274-286.
- 8 Zie B. Hogenkamp, *De Nederlandse documentaire film 1920-1940* (Amsterdam 1988), 133-149; B. Hogenkamp, 'Water in de documentaire', in: *International Documentary Filmfestival Amsterdam 1992* (Amsterdam 1992), 70-71; H. Scholte, *Nederlandsche filmkunst* (Rotterdam 1933), 26-29; J. Last, *Leegwater maakt de meren leeg* (Amsterdam 1942).
- 9 Zie hierover C. Disco, *Made in Delft. Professional engineering in the Netherlands 1880-1940* (z.p. 1990), 288-290.
- 10 L.A. Sanders, *Bijdrage tot de oplossing van het Zuiderzee-vraagstuk* ('s-Gravenhage 1907).
- 11 J.J. Canter Cremers, 'De afsluiting der Zuiderzee', in: *De Ingenieur* 23 (1908), 64-65.
- 12 V.J.P. de Blocq van Kuffeler, 'Gedeeltelijke afsluiting der Zuiderzee en droogmaking van de Wieringermeer', in: *De Ingenieur* 23 (1908), 313-314.
- 13 R.R.L. de Muralt, 'Zuiderzeedijken van gewapend beton', in: *De Ingenieur* 24 (1909), 286.
- 14 Geciteerd in: *De Ingenieur* 24 (1909), 104.
- 15 L.A. Sanders, *Tweede bijdrage tot de oplossing van het Zuiderzeevraagstuk* ('s-Gravenhage 1909).
- 16 'Brief van Lely aan zijn zoon Jan, d.d. 29-9-1913', geciteerd in: G.L. Cleintuar, *Wisselend getij. Geschiedenis van de Zuiderzeevereeniging 1886-1949* (Zutphen 1982), 279-280.

- 17 V.J.P. de Blocq van Kuffeler, *Verslag der onderzoekingen van het bureau enz.* ('s-Gravenhage 1914); Cleintuar, *Wisselend getij*, 280-281.
- 18 Die drie studies waren: P.H. Gallé, *Stormvloed langs de Noordzee- en Zuiderzeekusten* (Leiden 1917); C.W. Lely, *Verhoging van de stormvloedstanden op de Friesche kust tengevolge van de afsluiting der Zuiderzee* (Leiden 1918); J. Kooper, *Nota betreffende de te verwachten invloed van de afsluiting van de Zuiderzee op de waterhoogten langs de Friesche en Groninger kusten* (Leiden 1918).
- 19 'De minister van Waterstaat aan H. Wortman, d.d. 5-6-1918', in: ARA, dept. van Waterstaat, 1906-1929, inv. no. 2174.
- 20 *Verslag Staatscommissie Zuiderzee 1918-1926* ('s-Gravenhage 1926), 9-10.
- 21 K. den Tex, 'De afsluiting der Zuiderzee', in: *De Ingenieur* 29 (1914), 768 en 889-890, en K. den Tex, *Denkbeelden betreffende de afsluiting en droogmaking der Zuiderzee* (Utrecht 1915).
- 22 'Wortman aan de minister van Waterstaat, d.d. 16-2-1923', in: ARA, dept. van Waterstaat, 1906-1929, inv. no. 2185.
- 23 Zie o.a. de artikelen van prof. ir. W.K. Behrens in april en juni 1916 van *De Ingenieur*, en J.W. Thierry, 'De druk van het buitenwater als oorzaak der verzakkingen van het binnenbeloop der noord-hollandsche Zuiderzeedijken', in: *De Ingenieur* 32 (1917), 774-777.
- 24 *Verslag van de Commissie van onderzoek in zake het ongeval met trein 102*, dl. 1 ('s-Gravenhage 1919), 5-16.
- 25 C. Wolterbeek, 'Een ontwerp voor den afsluitdijk der Zuiderzee in gewapend beton', in: *De Ingenieur* 31 (1916), 753-760.
- 26 Octrooi-aanvraag no. 7640 Ned., gepubliceerd in *Industriele Eigendom*; 'Wortman aan de minister, d.d. 28-10-1918'.
- 27 'Brief van Wortman aan de minister, d.d. 28-10-1918', in: ARA, dept. van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2174.
- 28 K.B. d.d. 31-5-1919 (*Stbl.* no. 270).
- 29 K.B. d.d. 16-7-1918 (*Stbl.* no. 451).
- 30 'Wortman aan de minister, d.d. 8-8-1922', in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2184.
- 31 A. Bosch, W. van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat* (Zaltbommel 1998); zie ook 'Wortman aan de minister, d.d. 19-6-1919 en 18-8-1919', in: ARA, dept. van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2175.
- 32 'Wortman aan de minister, d.d. 17-4-1923', in: ARA, dept. van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2185; *De uitvoering der Zuiderzeewerken in het tienjarig tijdvak 1919-1929* ('s-Gravenhage 1929), 73-74 en 86-87.
- 33 *Verslag der Commissie tot het instellen van een hernieuwd onderzoek naar de baten, welke van de afsluiting en droogmaking der Zuiderzee mogen worden verwacht* ('s-Gravenhage 1924).
- 34 K. den Tex, 'Het moet anders', in: *Flevo. Maandblad gewijd aan de droogmaking der Zuiderzee* 2 (1922), 53-58.
- 35 'Octrooi no. 6667, kl. 84a, groep 4, Jan de Booij jr.: Werkwijze voor het afdammen van stroomend of aan getijbeweging onderhevig water.' (uitgegeven 15 maart 1922). Zie ook: *De Ingenieur* 38 (1923), 682 en 39 (1924), 165-166.
- 36 *Van Nierop en Baak's Naamlooze Vennootschappen* (1918), 750 en (1923), 869.
- 37 S. ten Bokkel Huinink, 'De afsluiting der Zuiderzee. Plan ten Bokkel Huinink', in: *De Ingenieur* 39 (1924), 145-146; 'Wortman aan de minister van Waterstaat, d.d. 4-10-1923', in: ARA, dept. van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2186.
- 38 'De technische voorbereiding van de afsluiting en droogmaking der Zuiderzee', in: *De Ingenieur* 38 (1923), 628; C. Tellegen, 'Is een modernere oplossing voor de sluitgaten van de Zuiderzee een gevoelskwestie?', in: *De Ingenieur* 38 (1923), 985-986.
- 39 *Tijdschrift van de Nederlandsche Maatschappij voor Nijverheid en Handel* (1924), 218-223 en 262-267; *De Ingenieur* 39 (1924), 877-878.
- 40 'De technische voorbereiding', zie m.n. 694; V.J.P. de Blocq van Kuffeler, 'Het plan Doorman voor het dichten van het sluitgat in den afsluitdijk van de Zuiderzee', in: *De Ingenieur* 38 (1923), 944-945.
- 41 ARA, dept. van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2186.
- 42 Zie ook: Bosch en Van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat*.
- 43 Opzinken houdt in dat een dijktracé wordt opgebouwd uit lagen: afwisselend zinkstukken en steen, met bovenop een laag steen. H.J. Stuvet, *Het Deltaplan. De Geboorte* (Amsterdam 1956), 76

- 44 Stuvel, *Het Deltaplan*, 75-76.
- 45 H.A. Ferguson, *Delta-visie. Een terugblik op 40 jaar natte waterbouw in Zuidwest-Nederland* (Rijkswaterstaat-serie nr. 49, 's-Gravenhage 1988), 7-20.
- 46 L. Becu, K. Cysouw en A.J. Snel, *Dagboek van een waterbouwer, 1944-1986* (Middelburg z.j.), 39.
- 47 J. van Veen, 'Vraagstukken verband houdend met de verzouting der benedenrivieren', in: *Rijksarchief Zuid-Holland, RWS directie Benedenrivieren (1822-) 1875-1980* (-1984), inv. no. 887.
- 48 Van Veen, 'Vraagstukken' (citaat op blz. 10).
- 49 'Rapport van de Commissie ter onderzoek van het plan van afsluiting van de Brielsche Maas en de Botlek, d.d. 24-1-1940', in: RAZ.-H., RWS dir. Benedenrivieren, inv. no. 3075.
- 50 'F.L. Schlingemann aan de dir.-gen. van de Rijkswaterstaat, d.d. 10-2-1941', in: RAZ.-ZH., RWS dir. Benedenrivieren, inv. no. 3076.
- 51 J. van Veen, 'Het Deltaplan en zijn verschillende facetten. Voorafgaande studie', in: *De Ingenieur* 68 (1956), A246-A247.
- 52 Bosch en Van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat*.
- 53 J.S. Lingsma, *Gids voor de Deltawerken* (Rotterdam/'s-Gravenhage 1969), 35-37.
- 54 Het Waterloopkundig Laboratorium verrichtte ook tijdens de latere afsluitingen op Walcheren zeer waardevolle modelproeven met caissons om draaiboeken voor het invaren en afzinken op te stellen.
- 55 J.J. Dronkers, 'Berekeningen over de afsluiting van de Brielse Maas en Botlek met praktische beschouwingen over getijbewegingen in het algemeen', in: *De Ingenieur* 63 (1951), B138-B139.
- 56 M. de Bruijn, 'De afdamming van de Brielse Maas', in: *De Ingenieur* 61 (1949), B121-B122.
- 57 L.O. Croes, 'De indijking van de Braakman', in: *De Ingenieur* 65 (1953), B133-B134.
- 58 J.J. Dronkers, 'Berekeningen voor de afsluiting van de Braakman', in: *De Ingenieur* 65 (1953), B155-B162.
- 59 *Dagboek van een waterbouwer, 1944-1986*, 52.
- 60 'De voorlichting over de Deltawerken' in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken* 26 (1963), 311-315.
- 61 F.J. Sprenger, 'Nota betreffende een ontwerp van de afsluiting van een sluitgat van beperkte lengte in een te maken dijk, met behulp van afsluitelementen van gewapend beton, d.d. okt. 1952', in: RAZ.-H., RWS dir. Benedenrivieren, inv. no. 883.
- 62 Bosch en Van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat*.
- 63 Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 59-66.
- 64 Bosch en Van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat*; L. Becu, K. Cysouw en A.J. Snel, *Dagboek van een waterbouwer*, 63-64.
- 65 D.M. Ligtermoet en H. de Visch Eijbergen, *Uitvoering en uitbesteding*, (Rijkswaterstaat-serie nr. 52, 's-Gravenhage 1990) 36-37; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 78 en 88.
- 66 N. Smit en J. van Heurck, 'De AX-177 antwoordt niet meer', in: *Land en Water* 13 (1969), no 3, 7-10.
- 67 L.O. Croes, 'Methoden tot het dichten van stroomgaten', in: *De Ingenieur* 65 (1953), B215-B216.
- 68 L.H. Hoekema, 'Van schip tot doorlaatcaisson. De ontwikkeling van de caisson in de waterbouwkunde', in: *Land en water* (1960), 264; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 48-53.
- 69 Het vloedvolume is de hoeveelheid water die tussen laag- en hoogwater naar binnen stroomt. 'Het gebruik van doorlaatcaissons bij de sluiting van het Veersche Gat', in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken*, dl. 7 (febr. 1959), 11-12.
- 70 J.P. Josephus Jitta, 'Het sluiten van afdammingen van zeearmen', in: *De Ingenieur* 66 (1954), B52.
- 71 J.P. Josephus Jitta, 'Een eenheidscaisson voor sluiting van een "sluitgat" in een aan te leggen afsluitdijk', in: *De Ingenieur* 66 (1954), B29-B34.
- 72 M.J. Loschacoff, 'Verdere ontwikkeling van de doorlaatcaisson voor sluiting van een sluitgat', in: *De Ingenieur* 68 (1956), B19-B22; 'Het gebruik van doorlaatcaissons'. *Driemaandelijks bericht Deltawerken*, dl. 7 (febr. 1959), 15-18.
- 73 'Het gebruik van doorlaatcaissons', in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken*, dl. 7 (febr. 1959), 18-19.
- 74 'Het drie-eilandenplan', in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken*, 3 (febr. 1958), 55; H.A.M.C. Dibbits, 'Het Deltaplan en zijn verschillende facetten', in: *De Ingenieur* 68 (1956), B. 109; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 89-90.

- 75 *Verslag der Commissie [...] tot het instellen van een nader onderzoek in zake de indijking der Lauwerszee* (Groningen 1904), 1-40.
- 76 M.L. ten Horn-van Nispen, Typoscript Afsluiting Lauwerszee, 1, 6-7; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 360-364.
- 77 [J.P.], ‘Rumoer rond een verlopen octrooi. Hoe staat het met de uitvinding van de doorlaatcaissons?’, in: *Land en Water* (1962), 70-75.
- 78 V.J.P. de Blocq van Kuffeler, ‘Het sluiten van afdammingen van zeearmen’, in: *De Ingenieur* 66 (1954), B42.
- 79 V.J.P. de Blocq van Kuffeler, ‘Het sluiten van afdammingen van zeearmen’, in: *De Ingenieur* 66 (1954), B42.
- 80 ‘Toepassing van het principe van de geleidelijke sluiting in de Grevelingen’, in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken* 18 (nov. 1961), 3-6; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 111-132.
- 81 ‘Grondmechanische en waterloopkundige overwegingen bij de geleidelijke sluiting’, in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken* 21 (aug. 1962), 18-22.
- 82 ‘Toepassing van het principe van de geleidelijke sluiting in de Grevelingen’, in: *Driemaandelijks bericht Deltawerken* 18 (nov. 1961), 3-6.
- 83 M.J. Loschakoff, ‘Geschiedenis van een Deltadam. Overzicht van de afsluiting van het Brouwershavensche Gat’, in: *Land en water* 15 (1971) no. 2, 76-81 en no. 4, 50-63; Lingsma, *Gids voor de Deltawerken*, 255-287.
- 84 J. Terlouw, *Oosterschelde windkracht 10* (Rotterdam 1979¹⁵ [eerste druk 1976]), 111.



In 1928 was de stuwvloer van de brugstuw te Grave bijna gereed en waren de stijlen ingehangen. Ondanks de ouderdom van het concept was de stuw te Grave uiterst modern in zijn soort. In plaats van de stijlen tegen de stroom in omhoog te moeten trekken zoals bij gangbare brugstuwten, kunnen ze bij Grave na enkele centimeters van de drempel te zijn gelicht, met de stroom mee omhoog tegen de onderkant van de brug worden getrokken. Daartoe dienen de zware kettingen.

4 Maaskanalisisatie en Maasverbetering 1900-1940

**De Maaskanalisisatie op de agenda: plannen maken bij de Rijkswaterstaat
Rapport Keurenaer 1902**

De Nederlands-Belgische Commissie 1906-1912

Arrondissement Maas: Opmaken en uitvoeren van het beperkte plan

De Maasverbetering 1920-1940

In deze eeuw is de Nederlandse Maas tweemaal grondig aangepakt: de eerste maal omwille van de bevaarbaarheid, de tweede maal omwille van het afvoervermogen. Het eerste project, een kanalisatie van Maastricht tot aan Grave, diende om de Limburgse Maas tot een moderne hoofdscheepvaartweg te maken. De aanleiding was het streven naar goedkoop kolenvervoer naar de grote steden in het westen en noorden van het land. Tot een volledige kanalisatie is het nooit gekomen. Een beperkte uitvoering kwam in 1928 tot stand. Het ontbrekende gedeelte werd omzeild door het parallel aan de Grensmaas lopende Julianakanaal, dat in 1936 gereedkwam.

Het tweede Maasproject greep terug op het centrale streven uit het negentiende-eeuwse rivierbeheer, de verbetering van de afvoervermogens bij hoge waterstanden. Na record-afvoeren en omvangrijke overstromingen in Gelderland en Noord-Brabant in 1926 werd aan dit oude front weer krachtadig opgetreden. Er werden een aantal bochten (meanders) afgesneden en de bedding werd tot een normaalprofiel verdiept en verbreed.

Deze Maasverbetering was in 1936 vrijwel gereed.

De agenderingen van de twee Maasprojecten vertonen grote verschillen. Over het nut en de vorm van een eventuele Maaskanalisisatie is zeer lang gebakkeleid. Uiteindelijk is deze maar ten dele uitgevoerd. Daarentegen werd de latere Maasverbetering - volgens een in deze eeuw vaak voorkomend patroon - vrijwel onmiddellijk na de overstromingen van 1926 in een tamelijk ambitieuze vorm op de agenda gezet. Pas bij het nadenken over de financiering en uitvoering werd gas teruggenomen.

Het waterstaatsdomein werd rond de eeuwwisseling opgeschrikt door een drietal nieuwe technische ontwikkelingen. Het ging om (gewapend) betonbouw, nieuwe ijzer- en staalconstructies en elektrische kracht. Deze zich snel ontwikkelende technieken stelden waterbouwkundige ontwerpers in staat hun kunstwerken op een geheel nieuwe leest te schoeien. Daardoor konden veel grootschaliger kunstwerken worden gemaakt en tegelijk ook kosten worden bespaard bij de bouw, het onderhoud en de bediening. Andere relevante maatschappelijke veranderingen waren de versnelde urbanisatie en industrialisatie. Hierdoor ontstond er een toenemende behoefte aan goedkoop massagoederenvervoer. De nieuwe schaal van de scheepvaart - evenals nieuwe technieken in de binnenvaart als lange, door stoomsleeboten voortgetrokken sleeptreinen - stelde geheel nieuwe eisen aan de afmetingen van schutsluizen en stuwen. Aan deze eisen kon weer worden voldaan dankzij de toepassing van de eerdergenoemde nieuwe basistechnieken.

De Maaskanalisisatie op de agenda: plannen maken bij de Rijkswaterstaat

De kanalisatie van de Maas tussen Maasbracht en Grave werd tussen 1918 en 1928 uitgevoerd. Daar ging een lange periode van besluitvorming en plannenmakerij aan vooraf. Een kanalisatieproject met 'beweegbare stuwen' is een dure aangelegenheid en wordt dan ook niet zonder aanmerkelijk belang ondernomen. De geschiedenis van de Maaskanalisation begint met het uitspreken van een dergelijk belang en een eerste inventarisatie van de mogelijkheden.

Toen de Belgische overheid in de jaren zestig van de vorige eeuw plannen bekendmaakte om de Maas bovenstrooms van Luik te kanaliseren, kwamen de Nederlandse Maassteden in Limburg in het geweer. In een adres aan de Tweede Kamer pleitte de Kamer

van Koophandel te Roermond voor het doortrekken van de kanalisatie in Nederland. Zij stelde dat niet alleen Limburg, maar ook de Belgische en Nederlandse overheden daar belang bij hadden. De slepende ‘Maaskwestie’ was geboren. Naar aanleiding van het Roermondse adres verzocht de Nederlandse minister de toenmalige hoofdinspecteur van de Rijkswaterstaat, L.J.A. van der Kun, om een globaal kanalisatieplan met kostenplaatje. Van der Kun richtte zich vervolgens per brief van 14 augustus 1862 tot de hoofdingenieur in het Hertogdom Limburg, W. Badon Ghijben.

Deze vroeg vervolgens een van zijn ‘arrondissementsingenieurs’, F.W.H. van Opstall, een kanalisatieplan op te stellen. Dat ging buitengewoon snel. Reeds op 25 augustus kon het rapport, vergezeld van een brief van Badon Ghijben, naar Den Haag.



De al langer bestaande plannen tot kanalisatie van de Maas kregen pas serieuze aandacht toen er met de opkomst van de Limburgse mijnbouw behoefte kwam aan een goede vaarweg. De Maas is echter voor een deel grensrivier waarin zonder Belgische toestemming geen ingrepen kunnen worden verricht. Zo bleef de kanalisatie beperkt tot de Maas tussen Maasbracht en Grave. Daarnaast werden al spoedig plannen gemaakt voor een lateraalkanaal naast de Grensmaas, het Julianakanaal, dat in 1938 gereed kwam.

De hoofdingenieur deed nogal wat troebel water bij Van Opstalls klare wijn. Hij plaatste ten eerste vraagtekens bij de schatting van de kosten per stuw. Deze zouden volgens de hoofdingenieur geen 50.000 gulden per stuk kosten, maar 60.000 gulden. Voor de 21 stuwen die Van Opstall nodig achtte, kwam dat neer op een extra bedrag van 210.000 gulden. De hoofdingenieur bleek eigenlijk ook in het geheel geen voorstander van kanalisatie te zijn - een standpunt dat hij niet onder stoelen of banken schoof. Aan de minister schreef hij: ‘Met betrekking tot de algemene beschouwing in genoemd rapport voorkomende, komt het mij voor dat de Ingenieur het denkbeeld eener kanalisatie van de Maas met veel meer ernst heeft behandeld dan het verdient.’¹

De minister deelde kennelijk Badon Ghijbens opvatting, want een kanalisatieproject kwam voorlopig niet van de grond. Het voorval geeft niettemin een doorkijk in de gangbare wijze van besluitvorming over waterstaatsaangelegenheden op landelijk niveau.

Bij het beramen van waterbouwkundige plannen trad de Rijkswaterstaat op als technisch adviseur. Dat leidde tot voorstellen die zij later mogelijk zelf weer zou gaan uitvoeren. Markant is ook de organisatie van de Rijkswaterstaat zelf, deels centralistisch-hiërarchisch en deels regionaal georganiseerd. Dat kwam omdat de Rijkswaterstaat enerzijds aan de minister verantwoording schuldig was maar anderzijds ook steeds in specifiek regionale politieke en waterstaatkundige contexten aan het werk moest.

De organisatie kreeg daardoor al vroeg de gedaante van een imperium met vele regionale onderkoningen. Aan de top zetelden de Haagse hoofdinspecteurs (vanaf 1903 inspecteurs-generaal), die bemiddelden tussen de Rijkswaterstaatsdienst en de minister - een soort boodschappers tussen techniek en politiek. Daaronder, maar eigenlijk ook daarnaast, kwamen de regionale hoofdingenieurs (na 1903 hoofdingenieurs-directeur), met hun verantwoordelijkheid voor een regionale directie. Uit dien hoofde waren zij belast met het reilen en zeilen van aanleg, beheer, onderhoud en bediening van alle waterstaatswerken in hun territorium alsmede het daarbij betrokken personeel. De hoofdingenieurs(-directeur) stonden in zekere zin op gelijke hoogte met de hoofdinspecteurs (c.q. inspecteurs-generaal) omdat zij ook directe en onbemiddelde toegang tot de minister hadden. Zij hoefden de hoofdinspecteurs (-generaal) niet te raadplegen, hoewel zij vaak via hen werkten en hun bijna zonder uitzondering afschriften van hun correspondentie met de minister stuurden. De hoofdingenieurs (-directeur) bleven zonder twijfel zelfs na de reorganisatie van 1930 de organisatorische spijlen van de Rijkswaterstaat. Het bovenaangehaalde citaat van de hoofdingenieur van Limburg laat dat goed zien. Hier wordt niet alleen een oordeel over de mogelijke uitvoering of technische haalbaarheid van een kanalisatieplan geveld, maar wordt - enigszins ten koste van de arrondissementsingenieur - het politiek-economisch beleid van de minister zelf aan de kaak gesteld.

Gewone ingenieurs van de Rijkswaterstaat vond men vooral in de arrondissementen van de regionale directies, gedetacheerd bij nieuwe werken (al of niet als aparte diensten georganiseerd) of toegevoegd aan centrale diensten als de Algemene Dienst. Onder de ingenieurs vielen weer adjunct-ingenieurs en, tot slot, helemaal onder aan de ingenieurs-hiërarchie, de tijdelijke en aspirant ingenieurs of ‘surnumerairs’.

Hoe werkte nu deze hiërarchisch-regionale organisatie? Nieuwe waterstaatsprojecten werden op hoog niveau en meestal ook centraal geïnitieerd. Afhankelijk van de gedetailleerdheid van het aanvankelijke verzoek vanuit ‘de politiek’ werd de opdracht in zijn gang omlaag en naar de regio toe nader gespecificeerd. Op een lager en decentraal niveau togen de betrokken hoofdingenieurs (-directeur) vervolgens aan het werk. In het voorbeeld van de Maaskanalisis schakelde de verantwoordelijke hoofdingenieur (-directeur) een arrondissementsingenieur in. Het is echter ook denkbaar - zeker op een algemeen niveau als dat van een kanalisatieplan - dat hijzelf de opdracht ter hand had genomen.

Ondanks het overwicht van de hoofdingenieurs(-directeur) hadden de gewone arrondissementsingenieurs binnen de Rijkswaterstaat een eigen gezicht en een eigen verantwoordelijkheid. Zij konden ervan uitgaan dat hun voorstellen en tekeningen - voorzover relevant voor de Haagse besluitvorming - ongeschonden onder de ogen van de minister of diens technische adviseurs, de inspecteurs (-generaal), kwamen. Dit gebeurde overigens altijd wel via de omweg langs het bureau van de hoofdingenieur(-directeur).

De hoofdingenieurs(-directeur) kenden daarbij hun specifieke verantwoordelijkheid en schroomden bij gelegenheid niet - zoals het voorbeeld eveneens laat zien - om het werk van de aan hen ondergeschikte ingenieurs van stevige kritiek te voorzien. Voor de inspecteurs(-generaal) was dit prettig omdat zij bij het adviseren van de minister altijd beschikten over verscheidene, van elkaar onafhankelijke opvattingen.² Zo hoefden zij zich niet in de technische details te verdiepen, terwijl zij op basis van de juist zeer gedetailleerde rapporten van ingenieurs en de kritische kanttekeningen van de hoofdingenieurs(-directeur) toch nog een eigen Salomonsoordeel konden vellen. Voor de gewone ingenieurs was dit een aantrekkelijke werkwijze omdat zij eer in eigen werk hadden en, misschien wel juist vanwege het risico afgeschoten te worden door hun hoofdingenieurs(-directeur), in staat waren om binnen de organisatie een eigen gezicht en reputatie op te bouwen.

Rapport Keurenaer 1902

In 1901 kwam de Belgische regering met een plan voor een vaarweg vanaf het Luikse industriebassin naar Rotterdam via een gedeeltelijk nieuw kanaal dat zou aansluiten op de Zuid-Willemsvaart - dus niet over de Maas. Ondanks de bedreiging zagen de Limburgse Maassteden hun aandelen weer stijgen want waar een Belgische wil was, was misschien ook een Nederlandse weg. Inzake de Maaskanalisis was samenwerking tussen de twee landen in ieder geval noodzakelijk omdat de Maas tussen Maastricht en Maasbracht een gemeenschappelijk beheerde grensrivier is. De Kamers van Koophandel van de Maassteden waren bovendien redelijk in hun sas omdat zij nu, in tegenstelling tot in 1862 een sterke troef in handen hadden: de

ophanden zijnde ontginning van de Limburgse steenkolen door het Staatsmijnbedrijf. Goedkoop en efficiënt massagoederenvervoer vanaf het Limburgse kolenbekken was nu ook een nationaal belang geworden en meer direct een voorwaarde voor de toekomstige rentabiliteit van de Staatsmijnen.

Er heersten echter fundamentele verschillen van mening omtrent de beste vaarweg. Een levensvatbare optie was om de Zuid-Willemsvaart te moderniseren en van de nodige aftakkingen te voorzien. De industriëlen en politici van de Maassteden pleitten in een reeks adressen aan de Tweede Kamer voor de Maas als de ‘natuurlijke vaarweg’ in Zuid-Limburg. Op zoek naar goede raad wendde de regering zich in januari 1901 tot de Rijkswaterstaat.

Gezien de politieke en waterbouwkundige diepgang van de vraag, is het niet verwonderlijk dat het antwoord ditmaal door de hoofdingenieur-directeur van Limburg zelf werd opgesteld - nu in de persoon van ir. A. Keurenaer. Op basis van door zijn arrondissementsingenieurs verrichte peilingen en metingen, kon Keurenaer in april 1902 een voorlopig maar degelijk rapport indienen. Dit werd vervolgens door de inspecteurs-generaal en de ambtelijke top van de afdeling Waterstaat-T van het ministerie van Waterstaat, Handel en Nijverheid uitvoerig besproken en vervolgens in 1904 na enige wijzigingen als definitieve nota gepresenteerd.³

Keurenaers plan leek op wat tegenwoordig een ‘raamplan’ zou heten: het gaf net voldoende inzicht in de inrichting van een economisch zinvolle kanalisatie om de technische gedachten te bepalen en de kosten en de duur van de bouw te kunnen ramen.

Keurenaer ging uit van een aantal gangbare ‘leidende principes’ voor de kanalisatie van rivieren. De toepassing van die principes op de plannen voor de Maas leverde de uitgangspunten voor het kanalisatieproject.

De principes hadden betrekking op de twee gedaanten van elke gekanaliseerde rivier: enerzijds een commercieel nuttige vaarweg waarop schepen snel en veilig hun weg moesten kunnen vinden en anderzijds een rivier die wisselende hoeveelheden water (en soms ijs en drijvende voorwerpen) afvoerde. De kunst van het kanaliseren is om de beide nogal tegenstrijdige functies tegelijkertijd te optimaliseren. De specificaties voor de rivier als vaarweg worden afgeleid uit de gangbare scheepsafmetingen en de aanvaardbare maximumvaartijden. Dit zijn economische gegevens die vrij direct in technische criteria kunnen worden vertaald, in eerste instantie

in begrenzingen van aantallen en afmetingen van de kunstwerken, maar ook in hun detaillering. De ‘leidende principes’ met betrekking tot de rivier als afwateringsweg beogen het ontzien van de waterhuishouding van de oeverlanden: geen overmatige verhoging van het grondwaterpeil en geen extra overlast bij hoogwater op de rivieren. In zijn conclusies vatte Keurenaer deze ‘leidende principes’ samen en leidde daar criteria voor de kanalisatie van af. De gehanteerde afmetingen voor de scheepvaart verrieden een politieke wil om van de gekanaliseerde Maas een vaarweg te maken die zich kon meten met de Belgische en Duitse hoofdvaarwegen. Dit vereiste bevaarbaarheid voor schepen van 2.000 ton. Daaruit volgden de hoofdafmetingen van de vaarweg en kunstwerken: doorgaande diepte 2,50 m, sluisafmetingen 125 × 12 m, doorgaande breedte vaargeul (dus ook door geopende stuwen) 40 m. Keurenaers kanalisatieplan bevatte 16 stuwen (met schutsluizen) tussen Visé en Venlo. Op basis van de daarin voorkomende stuwhoogten en de doorvaartwijdte kon Keurenaer ook al iets over de inrichting van de stuwen zelf melden.

Het technische regime van beweegbare stuwen

Van grote stuwen zoals die voor de Maas nodig waren, hadden Nederlandse ingenieurs aan het begin van deze eeuw geen kaas gegeten. Keurenaer moest bij het buitenland in de leer. De meest eenvoudige oplossing was om de stuwen in de Belgische Maas na te bootsen. Het ging per slot van rekening om dezelfde rivier, met het voordeel dat het onvermijdelijke leergeld al lang door de Belgen was betaald. De Belgische Maasstuwen waren volledig op het klassieke Franse stuwen-regime van kleine elementen geënt.

Aanvankelijk bestreken de Franse stuwtypen de gehele breedte van de rivier met een aaneenschakeling van steeds dezelfde soort elementen. Inmiddels was het standpunt gerijpt dat het verstandiger was de stuw functioneel op te delen en een ‘scheepvaartopening’ anders in te richten dan een naastliggende ‘afvoeropening’.

Deze gedachte was al bij een aantal van de Belgische Maasstuwen toegepast, waar de scheepvaartopening met Poiréjukken en naalden werd afgesloten en de afvoeropeningen met houten kleppen en een bedieningsbrug op jukken à la Chanoine. Dit gaf de voordelen van regelbaarheid, een relatief makkelijke bedienbaarheid en afvoer door overstorting (waarbij het afstromend water over de bovenrand van de stuw stortte waardoor de rivierbodem, zo meende men, werd gespaard). Keurenaer stelde voor om dit gemengde stelsel ook in Nederland toe te passen.

‘Bij het ontwerp dient ter bepaling der gedachten een reeds bestaand type te worden aangenomen en zou voor de scheepvaartopening het type naaldstuw (systeem Poirée) en voor de doorlaatopening het type klepstuw (systeem Chanoine), kunnen dienen.’⁴

Hij hield echter een slag om de arm, want het was hem niet ontgaan dat er in de mondiale stuwbouw veranderingen op til waren:

‘In de laatste jaren zijn echter voor de afsluiting van stuwen andere systemen in toepassing gebracht, die naar het schijnt voordelen boven de naalden en kleppen aanbieden.

Een nadere studie dienaangaande zal derhalve nodig zijn.’⁵

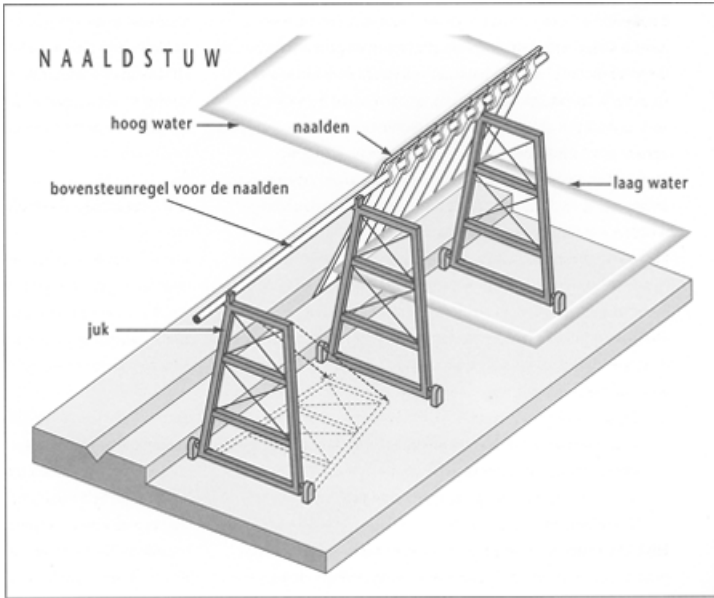
Hoe wist Keurenaer - niet bepaald een specialist op het gebied van de stuwbouw - van de stand van zaken in de wereld van de stuwbouw af? Allereerst had hij toegang tot technische literatuur in de vorm van leer- en handboeken en technische tijdschriften.

Vanaf omstreeks 1870 werd er noch in Europa noch in de Verenigde Staten een stuw van enige betekenis gebouwd zonder dat daarvan een technische omschrijving in de vakliteratuur verscheen. Civieltechnische periodieken als de *Allgemeine Bauzeitung*, *Zeitschrift der Österreichische Ingenieure und Architekten Verein*, *Zeitschrift der V.D.I.*, *Annales des Ponts et Chaussées*, *Engineering News* en *De Ingenieur*, waren standaardleesvoer in Nederlandse waterstaatskringen. Er verschenen ook enkele handboeken over waterbouwkunde of rivierwerken waarin stuwen werden beschreven en onderling vergeleken. Naast de literatuur waren er ook internationale congressen waarin aspecten van stuwbouw ter discussie stonden. De belangrijkste waren de Internationale Scheepvaartcongressen, die op verschillende plaatsen vanaf 1885 ongeveer tweejaarlijks werden gehouden. De stuwbouw kwam vooral op het congres van 1908 te St.-Petersburg uitgebreid aan de orde. Tot slot waren studiereizen in dienstverband schering en inslag, waardoor ook operationele kennis van bestaande bouwwerken wijdverbreid was en een internationaal netwerk van stuw- en sluisbouwers duurzaam gestalte kreeg. Voor Keurenaer was het in 1904 voldoende om aan te stippen wat iedere waterbouwkundige in Nederland (en België) al wist: dat men elders (met name in Duitsland en Oostenrijk) bezig was om op een geheel nieuwe leest stuwen te ontwerpen en te bouwen. Zolang hijzelf geen detailontwerpen behoefde te leveren, was deze aantekening voldoende.

De Nederlands-Belgische Commissie 1906-1912

Met de nota-Keurenaer uit 1904 beschikte de Nederlandse Staat over een eigen ‘raamplan’ voor de Maaskanalisisatie. Veel moest nog worden uitgezocht, maar enige grote lijnen en ‘leidende principes’ waren neergelegd. Het wachten was nu op systematisch overleg met België om tot een gezamenlijke oplossing voor de Grensmaas te komen.

In mei 1906 werd een paritair samengestelde Nederlands-Belgische commissie in het leven geroepen om een gemeenschappelijk plan voor de Maaskanalisisatie op te stellen. Ze was samengesteld uit de top en betrokken arrondissementsingenieurs van beide waterstaatscorpsen. Inspecteur-generaal Van Manen en hoofdingenieur-directeur Keurenaer hadden qualitate qua zitting samen met de direct verantwoordelijke ingenieur van het arrondissement



Beweegbare stuwen

In zijn inaugurele rede als hoogleraar in de waterbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft in 1947, gaf ir. N. Nanninga de volgende definitie van stuwen:

'Een stuw is een kunstwerk dat, gebouwd in een rivier, het dwarsprofiel afsluit, zodat de afstroming van het water wordt belemmerd.

*Zij kan ten doel hebben een vergroting van de waterdiepte met het oog op scheepvaartbelangen of een plaatselijke verhoging van het peil, om het water zijdelings af te kunnen leiden.... Tot regeling van het stuwpeil worden gemeenlijk openingen aangebracht, voorzien van beweegbare afsluitorganen. Soms ook wordt de gehele afsluiting bewerkstelligd door beweegbare eenheden, die naar behoefte kunnen worden geopend of gesloten. In geheel geopende stand stroomt het water dus vrijwel ongehinderd door. Men spreekt dan van beweegbare stuwen.'*¹

Het bevaarbaar maken van grillige bovenrivieren door middel van kanalisatie bleef lange tijd in geheel Europa een vrome wens vanwege het ontbreken van een geschikte stuwconstructie. In 1834 echter, ontwierp de Franse waterstaatsingenieur Poirée een nieuw soort beweegbare stuw voor een verval van omstreeks 2 meter. Poirées stuw bestond uit een groot aantal onderdelen: ijzeren jukken, 1 meter lange segmenten van een loopbrug en vierkante houten 'naalden'. Poirées vinding werd in 1912 nog geprezen:

*'De uitvinding van Poirée hief de nadelen van de vaste stuwen op en bewees zich in de uitvoering van de stuw in de Yonne bij Basseville zo onmiddellijk en zo volkomen, dat het vanaf toen tot in de nieuwste tijd in vrijwel alle te kanaliseren rivieren... is toegepast.'*²

De clou van Poirées vinding was de aaneenschakeling van vele kleine handzame elementen tot één grote en robuuste maar toch vrij snel demonteerbare constructie. Het ontwerp was een soort meccano-stuw: makkelijk te maken en eenvoudig met de hand te bedienen. Een Poirée- of naaldstuw kon in enkele uren worden gestreken - net snel genoeg om de verwoestende werking van plotseling wassende rivieren voor te zijn. In daaropvolgende jaren werden met name in Frankrijk verschillende andere stelsels - klepstuwen, brugstuwen met schuiven en jalouzieën, gecombineerde naald- en klepstuwen, in dezelfde trant ontwikkeld: vele kleine onderdelen die met de hand konden worden bediend, zij het wel steeds vaker met behulp van lieren en tandwieloverbrengingen.

Maas. De Belgen vaardigden een soortgelijke delegatie af.

De commissie volgde eenzelfde deductieve werkwijze als destijds Keurenaer.⁶ Eerst werd een aantal wederzijdse gebruikscriteria voor de te maken vaarweg geaccordeerd en van daaruit enkele ‘leidende principes’ vastgesteld. Op deze basis kon een globaal kanalisatieplan worden gemaakt waaruit weer de technische criteria voor de stuwen helder konden worden afgeleid. Dit leverde uiteindelijk een plan op met 15 stuwen tussen Visé en Boxmeer, met stuwhoogten variërend tussen 2 m en 3,50 m. Een ‘normale’ vaarwegbreedte van 60 m werd vastgesteld. Hiermee was ook meteen de minimumbreedte van de doorvaartopeningen in de stuwen gegeven.

Internationale dynamiek in de stuwbouw

Tegen de tijd dat de Nederlands-Belgische Commissie werd geïnstalleerd, was de neue Wehrbau (nieuwe stuwbouw) al een feit. De stormachtige ontwikkeling van de drie nieuwe basistechnieken - staal, beton, elektriciteit - had in de Duitstalige landen tot ingrijpende veranderingen in de techniek van de stuwbouw geleid.⁷

Afgezien van de nieuwe mogelijkheden voor de stuwbouw gaf ook met name de snelle Duitse en Amerikaanse industrialisatie (waar deze basisontwikkelingen deels uit voortsporen) een enorme impuls aan het bouwen en verder ontwikkelen van stuwen. Stuwen waren sleutelconstructies in het beantwoorden aan de toenemende vraag naar hydro-elektrische kracht en voor het inlijven van grote rivieren in betrouwbare netwerken van binnenlandse scheepvaartroutes (bijvoorbeeld de Rijn, Donau, Main, Elbe, Moldau en Ohio om er slechts enkele te noemen). De nieuwe mogelijkheden en de nieuwe belangen hadden vooral in Duitsland tot volstrekt nieuwe typen van stuwen geleid. Vooral de hydro-elektrische ‘niche’ stelde strenge eisen. Deze stuwen moesten robuust zijn; zij moesten grote stuwhoogten overwinnen en bestand zijn tegen slijtage door grindafvoer en drijfijz. Ondanks hun vaak afgelegen en onherbergzame ligging en de extreme temperaturen en sterk wisselende afvoeren waaraan ze werden blootgesteld, moesten zij makkelijk bedienbaar en regelbaar zijn. Enkele grote Duitse constructiefabrieken als de Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (M.A.N.), de Dortmunder Union en Siemens hadden zich in het laatste decennium van de negentiende eeuw op het ontwerpen en de constructie van dit soort stuwen gestort.

Kenmerkend voor de ‘nieuwe stuwbouw’ was de toepassing van steeds grotere afsluitingselementen. De daarbij optredende grotere massa's en krachten kon men nu de baas blijven dankzij de nieuwe technieken. Deze schaalvergroting bevorderde ook geheel nieuwe systemen van afsluiting naast de traditionele naalden, kleppen, glijschuiven en jaloezieën.⁸ De markantste nieuwe afsluitingselementen waren: 1) grote wielschuiven tot ongeveer 25 meter lengte; 2) grote cilinders van 3 tot 4 meter doorsnede en tot 30 meter lengte; 3) diverse typen grote sector- en segmentschuiven.

Eén ding deelde de nieuwe Duitse stuwbouw vooralsnog met de oudere Franse traditie en dat was de empirische basis van het ontwerpen. Het is waar dat de verschillende constructieve elementen, met name de staalconstructies en de constructies van gewapend beton steeds vaker en met grotere nauwkeurigheid werden ‘doorgerekend’ dankzij vorderingen in de toegepaste mechanica. Ook de verschillende formules voor elektrische krachtopwekking en mechanische overbrenging gaven

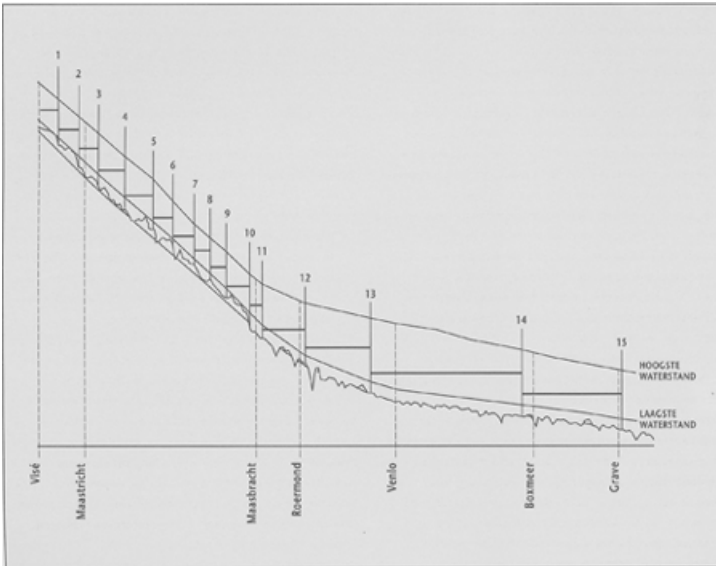
meer zekerheid en leidden vanzelf tot gedurfter constructies. Toch bleef het element waarin stuwen letterlijk hun bestaan sleten: water, en met name stromend water, nauwelijks vatbaar voor berekeningen. De hydrostatica (waarin alleen de druk van statische watermassa's in het geding was) was als berekeningswijze goed ontwikkeld en inmiddels onmisbaar geworden. Er was ook een overdaad aan empirisch afgeleide formules om bijvoorbeeld het afvoervermogen van rivieren bij verschillende verhangen, bodemgesteldheden en natte doorsneden te bepalen. Zodra het echter om hydrodynamische verschijnselen in en om kunstwerken ging - verschijnselen als turbulentie, ontgroning en trilling - ontbrak het de waterbouwers ten enenale aan vaste grond onder de voeten. Het zou nog jaren duren eer er een praktisch bruikbare 'toegepaste hydraulica' voor stuwelementen zelf werd ontwikkeld.

Waterbouwkundige schaalmodellen (zie hoofdstuk 8) zouden uiteindelijk soelaas bieden, maar ook dat hulpmiddel stond anno 1906 zelfs in Duitsland nog in de kinderschoenen.

Deze empirische basis dreef de waterbouwkundigen aller landen in elkaars armen. Na de eeuwwisseling togen uit Nederland vooral de sluis- en stuwbouwers regelmatig richting Duitsland, Oostenrijk, Bohemen en later Zwitserland om de nieuwe waterbouw met eigen ogen te aanschouwen. Tussentijds bleven zij op de hoogte via tijdschriften en internationale congressen.

Zoals vermeld, stonden stuwen bijvoorbeeld pontificaal op de agenda van het XIe Internationale Scheepvaartcongres gehouden te St.-Petersburg in 1908.⁹ De aanhangige kwestie was zelfs in hoge mate op Maas-achtige rivieren toegesneden: 'De inrichting van stuwen op rivieren met zeer veranderlijken waterafvoer en onderhevig aan zwaren ijsgang met inachtneming van de belangen zowel van de scheepvaart als van de nijverheid.' De zes daarover handelende rapporten van verschillende landen werden samengevat door de algemene rapporteur Maximoff als een waslijst van 'leidende principes' voor de nieuwe stuwbouw. Hij gaf daarmee - wel enigszins gehinderd door de noodzaak van diplomatieke formuleringen - uitdrukking aan een nieuw internationaal gedragen technisch regime in de stuwbouw. Dat de Nederlands-Belgische Commissie er goede nota van nam, getuigt een verzoek van de commissie aan de minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid op 21 juni, 1909.

'Ten gebruike voor één jaar uiterlijk. Het algemeen rapport en



Lengteprofiel van de Maas van Visé tot Grave met stuwen en rivierpanden volgens de Nederlands-Belgische Commissie (1912)

Rivierkanalisatie

De kanalisatie van een natuurlijke rivier omvat het opdelen ervan in “stuwpannen” door het bouwen van een reeks dammen of stuwen. Daardoor verandert de rivier in een soort watertrap van relatief diepe en rustig stromende stuwmeren die onder bijna alle omstandigheden - en in het bijzonder bij lage afvoeren - goed bevaarbaar is. Naast iedere stuw wordt gewoonlijk een schutsluis gebouwd. Hoogte en plaatsing van de stuwen bepalen welke doorgaande diepgang kan worden bereikt en beïnvloeden ook de (grond)waterstanden langs de oevers.

Ondanks kanalisatie houdt een rivier ook een primaire functie voor de afwatering van haar stroomgebied. Een kanalisatieplan mag daarom het afvoervermogen van een rivier niet wezenlijk aantasten. Bij rivieren met een constante afvoer is het denkbaar om vaste stuwen (ofwel dammen) te plaatsen. Bij rivieren met een “sterk wisselend debiet” als de Maas zijn vaste dammen echter uit den boze. Een vaste dam verhoogt het peil niet alleen bij kleine afvoeren (wat de bedoeling is) maar ook bij grote afvoeren (wat wateroverlast en overstromingen in de hand werkt). De uit de negentiende eeuw stammende oplossing voor rivieren met grillige afvoer is de “beweegbare stuw”, die bij een plotseling wassende rivier opengesteld kan worden of geheel kan worden weggenomen zodat de rivier in korte tijd haar oorspronkelijke “natte profiel” terug kan krijgen. Hoe grilliger de rivier, des te handzamer moet de inrichting van de stuw zijn.

zes gewone rapporten Scheepvaartcongres St.-Petersburg.¹⁰

Wat waren Maximoffs conclusies?

‘Bij den bouw van stuwen moet worden zorg gedragen:

1. dat de snelheid der beweging verzekerd is; de zekerheid daarvan kan worden verhoogd door de werktuigen, voor de beweging dienende, op de vaste gedeelten van het werk te plaatsen.
2. dat het stuwpeil zoo nauwkeurig mogelijk kan worden gehandhaafd.
3. Het is van belang dat de opening der stuw in de kortst mogelijken tijd kan plaats hebben, vooral op rivieren, die onderhevig zijn aan plotselinge was, of die groote hoeveelheden ijs afvoeren.
4. Het is wenselijk dat alle beweegbare delen boven water kunnen worden gebracht.
5. De stuwen met schuiven en met wegneembare tusschenstijlen, alsmede de trommelstuwen hebben de bewijzen hunner deugdelijkheid geleverd.
6. Deze laatste hebben het voordeel van den afvoer van het ijs in zekere mate toe te laten zonder het peil van opstuwing betekenend te verlagen.¹¹

De Nederlands-Belgische Commissie tussen twee technische regimes

Geen van de leden van de Nederlands-Belgische Commissie was op het XIe Scheepvaartcongres aanwezig, maar dat werd goedge maakt door uitgebreide literatuurstudie en een aantal gezamenlijke studiereizen. Al in 1908 werd een excursie gehouden om de kanalisering van de Belgische Maas te bestuderen. Tegen het einde van dat jaar zien wij Keurenaer, de arrondissementsingenieur ir. E. van Konijnenburg en drie Belgische commissieleden hun koffers pakken voor een studiereis door Duitsland, Bohemen en Frankrijk.¹² Deze reizen werden voorbereid door literatuurstudie. Een aantal malen verzocht de commissie ook buitenlandse collegae om nadere informatie over reeds bezochte stuwen en zij trok na terugkomst nog een vertaler aan om enige in het Tsjechisch gestelde beschrijvingen van stuwen in het Nederlands te vertalen.¹³

Het rapport van de commissie verscheen in 1912. Naast een algemeen kanalisatieplan met 14 stuwen in de geest van het rapport-Keurenaer bevatte het ook een standaard stuwontwerp voor de bovenste twaalf stuwen (tussen Visé en Roermond). Dit ontwerp was geïnspireerd op een studie van bestaande buitenlandse stelsels en aangepast aan de specifieke voorwaarden voor een Maaskanalisatie. Het ontwerp werd gestuurd door leidende principes die gedeeltelijk waren geformuleerd in de geest van de conclusies van het XIe Scheepvaartcongres. In het algemene gedeelte van het rapport verwoordde de commissie onder het kopje ‘Stuwen’ nog een tweetal principes die de zorg voor de Maas als waterafvoerende rivier benadrukken:

‘Tegenwoordig wordt algemeen aangenomen:

1. dat een stuw op het oogenblik, dat de rivier buiten hare oevers treedt, een profiel van afstroming moet aanbieden vrijwel gelijk aan het normale dwarsprofiel van de rivier, ten einde ter plaatse van het kunstwerk het verval zoo klein mogelijk te maken.

2. dat het profiel van den vloer, zooveel als praktisch mogelijk is, moet overeenkomen met den vorm van het normale profiel der rivier ter weerszijden van het kunstwerk ten einde storing in den loop van den stroom zo gering mogelijk te doen zijn.¹⁴

Het ging hier om een iets andere ingang dan op het XIe Scheepvaartcongres. Daar ging het om eisen van regelbaarheid, robuustheid en duurzaamheid van stuwen ten dienste van waterkrachtcentrales, hier ging het om de verzekering dat de stuwbouw op zichzelf, het kanalisatieproject als zodanig, in alle opzichten ondergeschikt zou blijven aan de handhaving van de oorspronkelijke functie van de rivier.

Deze twee principes bepaalden, samen met de voorgestelde scheepvaartopening van 60 meter, vervolgens het minimale ‘natte profiel’ van de overige stuwopeningen. De precieze inrichting van die openingen was nu afhankelijk van de daaraan toegedachte functies en van de keuze van afsluitelementen. Vanwege de eis van 60 meter dagwijdte stond al vast dat de scheepvaartopening alleen met kleine elementen overbrugd kon worden: Poiréjukken met daarop naalden of schuiven, of kleppen met daarvoor een bedieningsbrug op jukken in de trant van Chanoine. Na veel studie en zelfs een experiment met een aantal kleppen in het riviertje de Roer, werd wel voor Poiréjukken gekozen, maar niet voor de klassieke naalden als afsluitelement. Een andere Franse oplossing bood soelaas:

‘Als afsluiting zijn schuiven verkieslijk boven naalden. Met name geven zij gelegenheid tot afvoer door overstorting... In één woord, in de doorvaartopening zijn nodig stevige organen, waarvan de beweging zonder ooit te falen volkomen bedrijfszeker is. Een afsluiting met jukken en schuiven, systeem Boulé, voldoet aan dezen eisch. Zij paart zekerheid aan weinig kostbaarheid.’¹⁵

Het regelen van de afvoer met dergelijke elementen was echter bewerkelijk en dus traag en duur. Een deel van het resterende stuwprofiel zou dus als ‘afvoeropening’ moeten worden ontworpen, met een wijze van afsluiting die robuust en makkelijk regelbaar was. De overlaatopening had, zoals het rapport het stelde, een dubbele functie, de ‘voortdurende en afwisselende’. De ‘voortdurende’ functie was om in de normale afvoer van de rivier te voorzien en wel zodanig dat een bepaald stuwpeil bij verschillende afvoeren werd gehandhaafd. De ‘afwisselende’ functie was om plotselinge toenames in de afvoer, de ‘wassen’, op te vangen, eventueel door als eerste opening ‘gestreken’ te worden om het overtollige water af te voeren en het niveauverschil bij de

andere openingen te minimaliseren. Deze functies stelden deels verschillende eisen aan de afsluiting, maar beide werden in de optiek van de commissie toch het beste gediend door de toepassing van grote elementen:

‘Eene afsluiting met groote elementen beveelt zich in alle opzichten aan voor de openingen bestemd voor overlaat; deze moeten doortocht geven aan afvoeren bij kleinen, dikwerf plotselinge was, geschikt zijn voor het doorlaten van ijsschollen en drijvende voorwerpen en bijgevolg een afsluiting hebben, welke bij elke gebeurlijkheid snel is te stellen of weg te nemen.’¹⁶

De eerste, ‘voortdurende’ functie vereiste dat de afsluiting zonder haperen en poespas kon voorzien in de regelbare afvoer van water, ijs en drijvende voorwerpen. Hiervoor werd aan systemen die afvoer door ‘overstort’ mogelijk maakten, de voorkeur gegeven.

De tweede, ‘afwisselende’ functie vereiste elementen die onder alle omstandigheden en vooral bij ijsgang snel konden worden verwijderd:

‘Op dien grond schijnt het voorzichtig deze opening af te sluiten met één enkel onderdeel van groote afmetingen (Stoney schuif, cylinder enz.), dat snel bewogen kan worden. Zoowel de Stoney schuiven als de cylindres zijn de laatste jaren herhaalde malen toegepast.’¹⁷

De twee meest stroomafwaarts gelegen stuwen van het plan, ongeveer te Belfeld en Sambeek, zouden een andere inrichting moeten krijgen. Dat kwam ten eerste omdat het gewenste verval van meer dan 3,50 meter voor Poiréejukken te groot werd geacht. Ten tweede stond het regime van de rivier vanaf Belfeld stroomafwaarts toe dat de stuwen voor lange tijd open konden blijven, met als gevolg dat de jukken soms maanden achtereen op de bodem zouden blijven liggen. Daar waren ze een obstakel voor de scheepvaart en liepen ze de kans onder lagen zand en grind bedolven te worden. De commissie achtte hier een geheel ander type stuw op zijn plaats, de ‘stuw met hooggelegen brug’, waarvan er reeds verschillende in Frankrijk, Duitsland, Tsjechië en, van bescheidener formaat, ook op de Oude IJssel in Nederland waren gebouwd. Dit type stuw is in een later stadium voor de bestaande stuw te Grave gekozen.

Voordat er iets met het rapport van de Nederlands-Belgische Commissie kon worden gedaan, kwam er oorlog. Er kon toen, gezien het nijpend tekort aan materialen, niet worden gebouwd.

Wel kon er ijverig op verschillende plannen worden gestudeerd.

Tijdens de oorlog had België andere kopzorgen en de Nederlandse regering nam toen alvast maar een aanvang met de kanalisatie van het gedeelte Maasbracht-Boxmeer, dat geheel op Nederlands grondgebied ligt. Dit beperkte plan voorzag in de bouw van vijf stuw-sluiscomplexen. De voornemens van de nieuwe Dienst Maaskanalisatie waren sterk geïnspireerd op het rapport van de Nederlands-Belgische Commissie.

Arrondissement Maas: Opmaken en uitvoeren van het beperkte plan

In juni 1913 werd een wetsontwerp ingediend waarin alvast 50.000 gulden op de waterstaatsbegroting werd gereserveerd voor de Maaskanalisisatie op eigen bodem (van Maasbracht tot Grave).

Dit wetsontwerp, met de toevoeging van het Maas-Waalkanaal en het Kanaal Wessem-Nederweert, werd pas op 12 juni 1915 aangenomen, tijdens het bewind van dr. ir. C. Lely als minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid. Ondertussen was ir. F.L. Schlingemann tot arrondissementsingenieur benoemd. Hij werd daarmee effectief de chef van de Maaskanalisisatiewerken - een functie die hij onder verschillende benamingen en rangen tot na de voltooiing van de werken in 1928 zou vervullen.

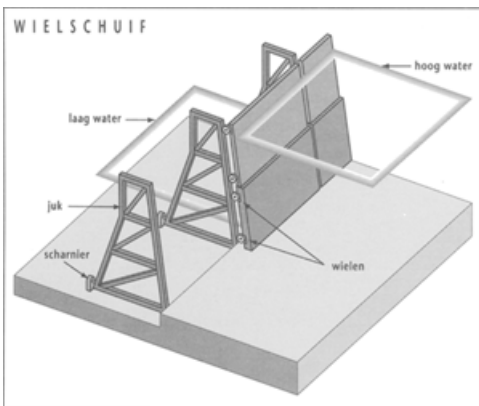
Vanaf de instelling van het arrondissement 'Maas' ressorteerden de Maaskanalisisatiewerken onder de reguliere Rijkswaterstaatsdienst. Dit betekende dat toestemming voor werkzaamheden, toekenning van personeel en middelen alsmede de beoordeling van plannen langs de klassieke hiërarchische weg via de provinciale hoofdinspecteur-directeur moesten lopen. In het arrondissement werden onderzoeken gepleegd en voorstellen beraamd - om pas na rijp beraad aan de hogere niveaus ter beoordeling en goedkeuring te worden voorgelegd. De inlijving van de Maaskanalisisatie binnen de reguliere Rijkswaterstaatsdienst betekende nu ook dat aan daadwerkelijke uitvoering kon en moest worden gedacht. Zo werd al in 1913 aan de onteigening van bouwterreinen bij Linne en Roermond begonnen en werden spoedig daarna proeven genomen met bronbemaling om na te gaan of een uitvoering 'in den droge' in de poreuze Maasbodem mogelijk zou zijn. Tegelijkertijd werd, uitgaande van de conclusies van de Nederlands-Belgische Commissie, verder gewerkt aan het kanalisatieplan en in het bijzonder aan het ontwerpen van de benodigde stuwen en sluizen. Vanuit de kolenbelangen gezien, had de bouw van de meest stroomopwaartse stuw en sluis (te Linne) prioriteit, want met de totstandkoming van het betreffende stuwpan (het stuk tussen Linne en Maasbracht) zou het voorheen meest onbevaarbare gedeelte van de Nederlandse Maas vrijwel permanent voor de scheepvaart ontsloten worden.

Stuw te Linne

Na grondige studie van de literatuur en na studiereizen naar Duitsland en Zwitserland kwamen de ingenieurs van de sedert 1918 ingestelde Dienst Maaskanalisisatie in 1920 met een definitief ontwerp voor de stuw te Linne. Dit werd het prototype voor de bovenste vier stuwen. In plaats van één afvoeropening van 20 meter en een 'opening met verhoogden drempel' kwamen er nu drie volkomen gelijke afvoeropeningen van 17 meter.¹⁸ De keuze van de afsluitelementen voor de afvoeropeningen was nu ook definitief op dubbele Stoneyschuiven gevallen. De Stoneyschuif,



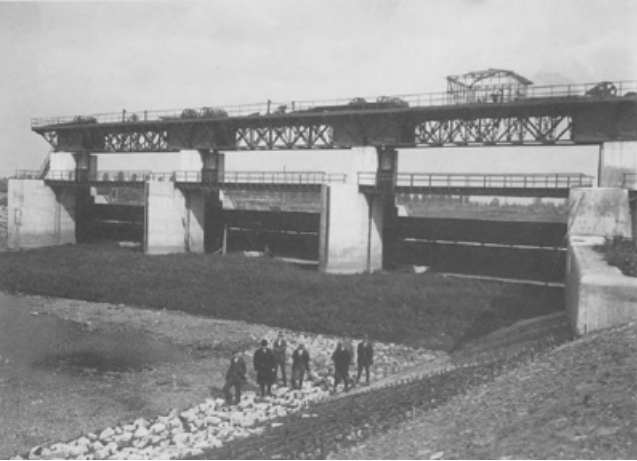
De bovenste vier stuwen van de Maaskanalisation hebben dezelfde constructie: een scheepvaartopening met daarnaast twee of drie afvoeropeningen. De scheepvaartopening, zoals deze te Linne, wordt afgesloten met wielschuiven die op de stijlen van zijwaarts neerklapbare ijzeren jukken kunnen rollen. Bij hoogwater worden de schuiven gelicht en de jukken platgelegd. Voor het manoeuvreren met schuiven en jukken en het 'strijken' van de constructie wordt de hier afgebeelde kraanwagen gebruikt.



Wielschuif, ondersteund door jukken, toegepast in de stuwen bij Linne, Roermond, Belfeld en Sambeek.

een uit het laatste decennium van de negentiende eeuw stammende Engelse uitvinding, was al een paar maal bij relatief kleine inlaatsluizen en stuwen (de Overijsselsche Dinkel) in Nederland toegepast. Zij is het beste te vergelijken met de meest primitieve wijze van rollende verplaatsing, waarbij een zware last op een aantal boomstammen wordt voortgerold. Bij de immers verticaal opgestelde Stoneyschuiven worden de looprollen in een frame (de rolwagen) tussen de schuif en een sponning gehangen. De ophanging is zo geregeld dat bij heffen of zakken van de schuif de rolwagen met de halve snelheid meebeweegt. Zo komt wat men noemt een 'zuiver rollende beweging' tot stand, waarbij met name de lagering van de wielen op de rolwagen er niet toe doet. De Stoneyschuif was een antwoord op de ontoereikendheid van toenmalige kussenblokken en lagers, vooral bij grote belastingen, trillingen, vuil en nattigheid. In tegenstelling tot deurconstructies in sluisen, die normaliter in stilstaand water kunnen worden bewogen, moeten schuiven en dergelijke bij stuwen altijd in het geweld van stromend water en bij behoorlijke vervallen bewogen kunnen worden. Het Stoneystelsel maakte voor het eerst onder dat soort omstandigheden afsluiting met grote ijzeren schuiven mogelijk. Op studiereis in Zwitserland zag de voor Linne verantwoordelijke ingenieur, G.P. Nijhoff, in 1915 niet alleen een keur aan

Stoneyschuiven, maar ook nog een aantal dubbele Stoneyschuiven. Het idee van dubbele schuiven was al door de Nederlands-Belgische Commissie geuit, maar het ging hier om een constructie waarbij de schuiven niet alleen boven elkaar, maar ook nog achter elkaar werden geplaatst. Daardoor kon de bovenste schuif een flink einde achter de onderste zakken. Zie figuur pagina 99. Dit



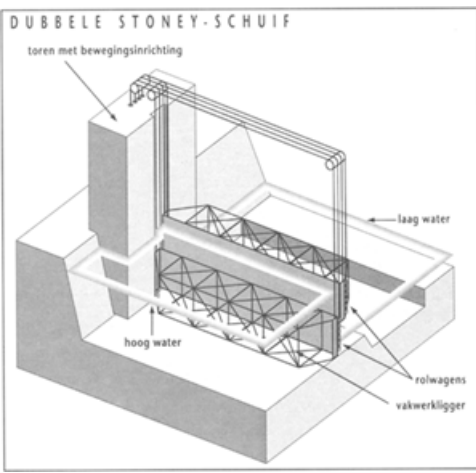
De drie afvoeropeningen van het vaste deel van de stuw te Linne worden afgesloten door 17 meter brede dubbele Stoneyschuiven tussen pijlers van ongewapend beton. In deze afbeelding van bovenstroomse zijde ligt de stuw nog droog. De schuiven zijn ingehangen, maar van het machinehuisje op de brug bestaat nog maar het skelet. De bezoekers uit 1923 hebben vooral oog voor de camera en het oeverbeschermende rijswerk.

maakte het mogelijk om met behoud van de bodem-ontziende overstort de afvoer nauwkeurig te regelen - over een bereik van bijna de helft van de maximaal beschikbare afvoeropening. Door nu drie van dergelijke openingen per stuw te projecteren, werd het regelbereik van de stuw enorm vergroot, zonder dat daar een bewerkelijke stoeipartij met de wielschuiven van de scheepvaartopening aan te pas moest komen. Slechts 'één man', schreef Nijhoff over zijn ontwerp, was nu nog nodig om de stuw te bedienen.

Hiermee werd zeer bewust bedrijfszekerheid aan arbeidsbesparingen gekoppeld. De grote Stoneyschuiven werden, zoals het gros van de waterbouwkundige staalconstructies, in Nederland gemaakt en wel door de Firma Kloos te Kinderdijk.

De hele constructie was gebaseerd op de inmiddels vanzelfsprekende beschikbaarheid van elektro-mechanische beweegkracht. Elektriciteit als krachtbron en als middel tot bediening en regeling was vanzelfsprekend geworden - in ieder geval in Nederland, waar regionale elektriciteitsnetten al enige dichtheid hadden bereikt. Alewijnse & Co. te Nijmegen tekende voor het elektrische gedeelte van de stuwen. Terwille van de bedrijfszekerheid bij stroomuitval werd ook in een handbediening voorzien. Die was wel tergend langzaam, maar nog snel genoeg om de Stoneyschuiven allemaal binnen enkele uren uit de rivier te heffen.

Ook het gebruik van gewapend beton was ten tijde van de Maaskanalisisatie inmiddels een gewone zaak, hoewel de verschillende kunstwerken nog geen van alle van de grond af als gewapendbetonconstructies waren ontworpen. Het gebruik van niet-gewapend beton was daarentegen universeel en had het oudere metselwerk volkomen verdrongen. De nieuwe zakelijke esthetica verdroeg zelfs



Dubbele Stoney-schuif, toegepast in de vier Maasstuwen te Linne, Roermond, Belfeld en Sambeek.

onbekleed beton, wat wel grote zorgvuldigheid in de bekisting van de schutsluiskolken vereiste (zie hoofdstuk 7). Wapening werd slechts daar aangebracht waar grote trekkrachten optraden. Bij de stuwten gold dit voor de stuwvloeren, de stortkommen en de bovenbouw van de pijlers; bij de sluizen voor de vloeren van de sluishoofden, die tijdens drooglegging voor onderhoud grote oppersende krachten moesten trotseren. Voor het overige moest de brute massa van het beton het werk doen. De ongewapende vloer aan de bovenstroomse kant van de stuw werd 3,30 meter dik; het gewapende gedeelte onder de stuw 2,10 meter.

Brugstuw te Grave en Schuifstuw te Borgharen

De Maaskanalisation kreeg achter de coulissen nog een dramatische wending na de indiening van de plannen voor de vijfde, meest stroomafwaartse, stuw te Grave. De Dienst Maaskanalisation had al in 1918 een voorontwerp voor een brugstuw ingediend dat geïnspireerd was op de aanbevelingen van de Nederlands-Belgische Commissie. De brugstuw ging uit van een stevige ijzeren brug waaronder scharnierend lange stijlen waren opgehangen. De onderkanten van de stijlen rustten tegen een drempel op de rivierbodem. Tussen de stijlen rolden of gleden schuiven die met een kraanwagentje vanaf de brug op en neer konden worden gehesen. Zie foto pagina 101. De brugstuw was een klassieker uit de Franse koker en vertoonde net als de Poirée- en klepstuwten de kenmerkende aaneenschakeling van vele kleine elementen. Dat maakte handbediening mogelijk en verraadde een vorm van risico-beheersing. Er zou weliswaar vaker iets mis gaan vanwege de veelheid aan onderdelen, maar de gevolgen per geval waren veel overzichtelijker. Nadelen van een brugstuw waren de dure brug (hoewel daar natuurlijk een bruikbare oeververbinding tegenover stond) en de relatief hoge kosten van bediening en onderhoud. Het ging bovendien regelrecht in tegen de heersende trend om steeds minder maar grotere elementen voor afsluiting te gebruiken; het was beslist niet modern. Toch waren er inhoudelijk goede redenen om voor Grave een brugstuw te kiezen. Ten eerste liep daar de rijksweg Den Bosch-Nijmegen, die node een Maasbrug begon te missen. Ten tweede moest de stuw te Grave een verval van 3,50 meter keren, hetgeen voor Poiréejukken te ambitieus werd gevonden, in ieder geval in Europa. Brugstuwten konden met gemak dergelijke stuwhoogten aan, mits de brug maar sterk genoeg was. Ten derde werden er nog regelmatig brugstuwten gebouwd, met name in Duitsland. Het ontwerp voor Grave was bovendien voor een brugstuw bijzonder vooruitstrevend. In navolging van de brugstuw in de Oder bij Ransern, die in 1922 was gereedgekomen (en die in 1924 door Schlingemann en de ontwerper Egelie tijdens een studiereis werd bezocht), waren de stijlen ontworpen om tegen de stroom in gesloten te worden. Dit had grote voordelen in noodsituaties, maar vereiste een ingewikkelde vergrendelingsconstructie. Eind augustus 1924 diende Schlingemann bij de toenmalige hoofdingenieur-directeur in de Directie Limburg, F. Baucke, een definitief ontwerp in voor een brugstuw te Grave. De route langs de regionale directie was nog altijd de geijkte weg naar de minister en een mogelijk budget.

Als hoofdingenieur-directeur ontving Baucke ook tegelijkertijd stukken van een zekere ir. D. Klink die de bouw van een stuw te Borgharen, net onder Maastricht,

onder zijn hoede had. Dit was een kunstwerk in het kader van de aanleg van het Julianakanaal.

Klink, die zijn carrière als tijdelijk ingenieur bij de Dienst Maaskanalisation was begonnen, was bij het Julianakanaal een eigen weg ingeslagen en had zijn ziel en zaligheid aan de 'neue Wehrbau' verpand. Dit ging zelfs zo ver dat hij Baucke voorstelde om niet alleen het ontwerp van de stuw te Borgharen aan de Dortmunder Union op te dragen, maar ook om vervolgens de hele inrichting kant en klaar bij deze firma te bestellen. Dit voorstel kwam niet zozeer voort uit eigen technisch onvermogen, als wel uit de octrooipositie van de Union. Alle vitale delen van de door Klink als voortreffelijk beoordeelde stuwen van het type wielschuif-met-ijsklep waren door octrooi van de Union beschermd. De Union had bovendien veel ervaring met dit soort stuwen en het had geen zin om zelf in een vrijwel identiek ontwerp opnieuw leergeld te steken. De stuw in kwestie bestond uit één grote wielschuif van 30 meter breedte, met daarbovenop een zogenaamde ijsklep voor de fijnregeling en voor de afvoer van ijs. Zie figuur pagina 102. Die 30 meter doorvaartwijdte was natuurlijk de voorwaarde voor een stuw uit één stuk. Een dergelijke kleine doorvaartwijdte was hier wel mogelijk - en bij de stuwen van de Maaskanalisation niet - omdat de stuw niet in de doorgaande 'kolenroute' lag, maar terzijde ervan. Klinks prognose was dat de stuw te Borgharen slechts kleinere schepen zou hoeven te verwerken, waarvoor een doorgang van 30 meter voldoende was.

Klink had natuurlijk niet zomaar bij de Dortmunder Union aangeklopt. Eerder had hij verschillende grote stuwen gezien en ook had hij de Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN), maker en octrooihouder van grote wals- of cilinderstuwen, bezocht. Klink keek en vergeleek en vroeg beide firma's om offertes voor een Maasstuw met een scheepvaartopening van 30 meter. Daarnaast presenteerde hij in zijn voorstel aan Baucke nog andere stelsels met grote elementen. Via een proces van beredeneerde eliminatie kwam hij dan uiteindelijk tot een keus voor het ontwerp van de Dortmunder Union. Die weg werd ook door de Rijkswaterstaat ingeslagen.

Ondertussen was hoofdingenieur-directeur Baucke - die zelf enkele malen op dienstreis in Duitsland was geweest - nogal geporteerd geraakt voor een ander ook door Klink bekeken stuwtype: de cilinderstuwen van de MAN. Dit veroorzaakte enige strubbelingen bij de besluitvorming over Borgharen, maar de inspecteurs-generaal G. Rooseboom (in algemene dienst) en A.R. van Loon (in de tweede inspectie) en de minister zwichtten tamelijk spoedig voor Klinks pleidooi ten gunste van een wielschuif. Dat liep bijna



De meest stroomafwaarts gelegen stuw van de Maaskanalise, te Grave, kreeg een afwijkende constructie vanwege het grote verval en de behoefte aan een brug aldaar. De aanleg vond plaats tussen 1926 en 1929. De stijlen waarop de wielschouven liepen, waren scharnierend aan de brug bevestigd en rustten onder tegen een steun op de stuwvloer. De stuw bestond uit vele 'kleine elementen', wat volgens sommige critici - onder wie de minister - een verouderd concept was.

anders in de gelijktijdig aan de orde zijnde zaak-Grave. Baucke kon Schlingemann veel makkelijker dwarsbomen dan Klink omdat het ontwerp voor Grave veel makkelijker als ouderwets en ingewikkeld kon worden afgeschilderd. Dat deed hij ook ten overstaan van de inspecteurs-generaal en de minister. Echter, om zijn geliefde cilinderstuw door te drukken, moest hij een frontale aanval lanceren op de destijds door de Nederlands-Belgische Commissie gestelde eis van 60 meter doorvaartbreedte. Met enige fantasie kon men zich destijds cilinderstuwen tot 40 meter breedte voorstellen - de MAN verzekerde zelfs dat deze te maken zouden zijn - maar 60 m was een brug te ver. Baucke deed dus zijn best om de eis van 60 meter van tafel te krijgen. Hij voerde daarvoor twee argumenten aan: ten eerste stelde hij dat de situatie te Grave wezenlijk anders was dan die bij de bovenste vier stuwen, en ten tweede dat de eis van 60 meter ook voor de andere stuwen eigenlijk bovenmatig was. Ondertussen was de MAN ook actief. Die firma had via haar Nederlandse vertegenwoordiger een brief aan de minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid gestuurd waarin zij haar zorgen over de voorgenomen brugstuw te Grave uitsprak, een cilinderstuw als betere optie aanpreef en bovendien voorstelde de nog niet gebouwde Maasstuwen te Belfeld en Afferden - geprojecteerd als kopieën van de stuw bij Linne - ook van cilinderafsluitingen te voorzien. Schlingemann pareerde alle argumenten tegen zijn brugstuw met zoveel verve dat de inspecteurs-generaal, zelf geen stuw-deskundigen, weinig meer konden doen dan zijn voorstel overnemen en dit als hun advies aan de minister voorleggen.

Uithalen en weer inbinden

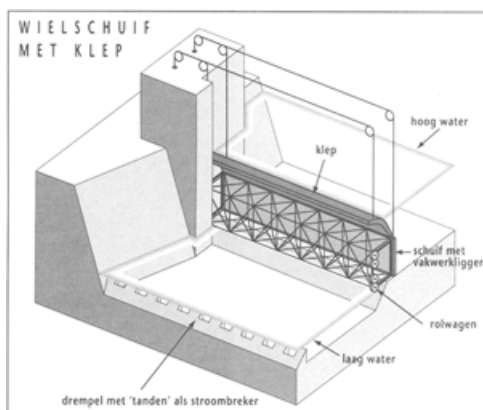
Minister Van Swaay, zelf Delfts civiel-ingenieur, vond dit beneden de maat. Hij ontbood Rooseboom en Van Loon, alsmede Baucke, Schlingemann en Klink op 19 mei 1925 op het departement voor een nieuwe bespreking inzake de kwestie-Grave en de inrichting van de andere nog te voltooien stuwen in de Maas.¹⁹

In een brief van 27 mei aan de inspecteurs-generaal memoreert de minister dat de stuwtypen voor de Maaskanalise op de leest van het rapport van de Nederlands-Belgische Commissie uit 1912 waren geschoeid.²⁰ Sindsdien, echter, ‘is de techniek niet stil blijven staan en met name omtrent het type der stuwen zijn de inzichten gewijzigd’. De minister wijst erop dat in voornoemd rapport stuwen met kleine elementen worden geprezen vanwege de eenvoudige manipuleerbaarheid en robuustheid. In het bijzonder geldt dit voor de naaldstuwen, die in het rapport als ‘eenvoudig, sterk en goedkoop’ worden gekenmerkt. Nu zijn er vijftien jaren verlopen en ‘zijn de stuwen met groote beweegbare elementen op den voorgrond getreden’. Het valt niet in te zien waarom men het als eenvoudig, sterk en goedkoop geprezen naaldstuwensysteem zou hebben verlaten voor systemen die evengoed eenvoudig en robuust zijn, tenzij de ervaringen met stuwen bestaande uit kleine elementen toch niet enigermate teleurstellend zijn geweest; zeker gezien de relatieve kostbaarheid van de nieuwere systemen. De minister vervolgt met een algemene kritiek op het vermogen van de Rijkswaterstaat om de technische vernieuwing bij te houden en in hun ontwerpen voor nieuwe werken tot uitdrukking te laten komen:

‘Tot mijn leedwezen heb ik mij bij de bestudeering der nadere



De stuw te Lith was een ontwerp van de Duitse machinefabriek Dortmunder Union. De onderdelen werden echter door Nederlandse fabrieken gemaakt. Hier worden de door Werkspoor gemaakte wielschuiten en ijsklep tussen de pijlers gehangen. De schuine stand van de pijlers hief het gewicht van de schuif gedeeltelijk op. De verstelbare klep was elektrisch gelast - een grensverleggende constructie - en voorzien van stroomverdelers om hydrodynamische trillingen te dempen.



Wielschuif met klep in een stuw zoals toegepast bij Lith en Borgharen.

uitgebrachte rapporten niet kunnen onttrekken aan den indruk, dat de ontwikkeling van den stuwbouw door den Rijkswaterstaat, die toch voor de Maaskanalatie belangrijke stuwwerken had uit te voeren, niet in voldoende mate is gevolgd en dat men heeft vastgehouden aan de aanvankelijk voor die kanalisatie vastgestelde typen met kleinere eenheden, zonder zich bij de voortschrijding der werken voldoende rekenschap te geven of het wenschelijk ware dit type te verlaten.²¹

Deze overweging, stelt de minister, was eerst 'en vrij plotseling' ingegeven door de noodzaak om voor de stuw te Borgharen een passend ontwerp op te stellen. De toelichting van de Dienst Julianakanaal omtrent de verschillende mogelijke stuwstelsels die voor Borgharen in aanmerking kwamen, had volgens de minister kunnen dienen als basis van een heroverweging voor de andere Maasstuwen. Bovendien werd inzake Borgharen een discussie gevoerd over de noodzakelijke dagwijdte van de scheepvaartopening met als uitkomst een belangrijk kleinere breedte (30 meter) dan werd en wordt aangehouden voor de eigenlijke Maaskanalatie (60 meter). Deze uitkomst deed de vraag rijzen of de doorvaartwijdte ook 'niet elders

op de Maas in zoo ruime mate als aanvankelijk was aangenomen, zou behoeven te worden behouden.²² Helaas, van dit alles kwam niets terecht. De minister had een beslissing moeten nemen en gezien de tijdsdruk kon dat alleen ten gunste van de brugstuw uitpakken. Maar nog vóór de formele ministeriële goedkeuring kwam er nog een uitbrander aan het adres van de inspecteurs-generaal. Inspecteur-generaal Van Loon reageerde door bitse marginale opmerkingen in zijn exemplaar van de brief te plaatsen. De minister:



Voor de bewegingsinrichtingen van waterbouwkundige kunstwerken kwam aan het begin van de eeuw elektrische tractie in zwang. De grote wielschuif en klep van de stuw te Borgharen, onderdeel van het Julianakanaal, werden ook door middel van een elektrische hefinrichting bewogen. Hier het interieur van het boven op de pijler geplaatste machinehuis kort na de voltooiing in 1928. Voor onderhoud van de nieuwe installaties moest het Arrondissement Maas een aparte werktuigkundige dienst inrichten.

‘Het heeft mij weinig bevredigd, te moeten bespeuren, dat de bestudeering van de gevraagde gegevens met zoo weinig ernst is ter hand genomen, dat van weinig zelfstandig inzicht is gebleken en uit het meeningsverschil, dat bestaat bij hen, die ik om voorlichting heb verzocht, niet behoorlijk omlinjende voorstellen zijn voortgekomen.

Het zal u niet verwonderen, dat deze onvoldoende voorlichting mij niet in staat heeft gesteld omtrent het systeem, dat voor de stuwafluiting en scheepvaartopening ware te volgen, een keuze te doen. (In de marge: “juist wel, V.L.”) Op grond van een en ander meen ik niet te mogen verantwoordend verdere vertraging te doen ontstaan in den voortgang der reeds aanhangige werken of kosten te veroorzaken, welke wijziging in het afsluitingssysteem ten gevolge zoude kunnen hebben. (In de marge: “t is ook al wel 4 maanden. V.L.”) Het ontwerp voor de brugstuw te Grave... wordt mitsdien goedgekeurd...²³

Schlingemann, rechtstreeks door de inspecteurs-generaal van deze brief op de hoogte gesteld, reageerde op 2 juni via zijn hoofdingenieur-directeur, Baucke:

‘Waar... in het ministerieel schrijven gebrek aan ernst wordt verweten, meen ik deze beschuldiging, voozoover zij mij en de onder mij dienende ingenieurs mocht betreffen, met den meesten nadruk te moeten terugwijzen.

In zekeren zin ware het voor mij gemakkelijker geweest eenige ontwerpen door Deutsche fabrieken te laten uitwerken, die op deze wijze als het ware mede-verantwoordelijk zouden zijn geweest voor den uitslag (de route-Klink, CD). Indien het de bedoeling van de voorlaatste alinea van 's Ministers schrijven is om te doen uitkomen, dat de verantwoordelijkheid voor de thans gekozen typen op de ontwerper daarvan rust, schroom ik niet deze verantwoordelijkheid op mij te nemen, overtuigd als ik ben, dat

ik heb voorgesteld hetgeen ik na langdurige studie en nauwgezette overweging in de gegeven omstandigheden het doelmatigste acht.’²⁴

Schlingemanns brief, inclusief een begeleidende brief van Baucke, werd vervolgens door de inspecteurs-generaal aan de minister voorgelegd. De inspecteurs-generaal maakten van de gelegenheid gebruik om in een geleidebrief tevens hun eigen ongenoegen over de brief van de minister van 27 mei te spuien.²⁵ Zij stellen dat zij zich ‘geheel vereenigen’ met de brief van Schlingemann. Ze ‘zien niet in’ dat de minister onvoldoende voorgelicht zou zijn geweest. De goedkeuring van de plannen voor een brugstuw zien zij als een keus van de minister tussen het plan van Schlingemann, dat tevens door de inspecteurs-generaal werd ondersteund, en ‘een door den hoofdingenieur-directeur aangegeven denkbeeld’. Daarom begrijpen zij niet dat de minister beweert geen keus gemaakt te kunnen hebben. De inspecteurs-generaal vragen zich af wat de minister nu bedoelt met ‘weinig zelfstandig inzicht’ in een brief ‘tot ons gericht’ (onderstreping in origineel). De inspecteurs-generaal stellen dat zij toch alleen kunnen oordelen op basis van het werk van anderen, en in het bijzonder op basis van voorstellen van de hoofdingenieurs-directeur. Zij voeren bovendien aan dat zij wel degelijk met duidelijk omliggende voorstellen zijn gekomen, met name de adviezen van 25 november 1924 en van 11 maart 1925 waaruit blijkt dat zij de plannen van Schlingemann ‘aanbevelens-



De ongekeerde omvang van de overstromingen van de Maas in Limburg en Noord-Brabant in 1926 deed de regering besluiten de Maas beneden Grave te verbeteren. Verruiming van het normaalprofiel van 75 naar 110 meter en vele bochtafsnijdingen waren de belangrijkste onderdelen. Tussen Grave en Almen werd de rivier met een derde ingekort. Om vaardiepte te houden, moest te Lith een stuw- en sluiscomplex worden gebouwd dat ook meteen in een bochtafsnijding werd opgenomen, zoals op deze luchtfoto van de bouwput uit 1935 is te zien.

waardig achten en in ons eerstvermeld advies reeds tot de goedkeuring daarvan hebben geraden'. In dit licht bezien is het niet verwonderlijk dat zij er in eerste instantie van uitgingen dat de opmerkingen voor Baucke waren bedoeld. Zij vernemen echter dat deze opmerkingen niet in de brief van 27 mei van de minister aan Baucke voorkomen en menen daarom deze beschouwing hier te moeten geven. De inspecteurs-generaal menen nu dat waar Baucke zich niet met de voorstellen van Schlingemann kon verenigen, het op zijn weg lag om met een ander 'goed omlijnd' plan te komen.

Hij had zelfs Schlingemann daartoe opdracht kunnen geven.

Drie weken later antwoordde minister Van Swaay dat het niet zijn bedoeling was Baucke (en dus ook mogelijk Schlingemann) van zijn brief van 27 mei op de hoogte te stellen, 'teneinde daarop een verdere gedachtenwisseling van die zijde te doen openen.'²⁶ Hij herhaalt de 'teleurstellenden indruk' die hij had gekregen van 'de wijze, waarop ik... van raad ben gediend. Het wordt mij immers daardoor moeilijk gemaakt de verantwoordelijkheid te dragen voor de ten aanzien van de voor de Maaskanalisisatie te nemen beslissingen'. De minister meent, in tegenstelling tot wat de inspecteurs-generaal beweren, dat niet de hoofdingenieur-directeur (Baucke) voor de kanalisatie verantwoordelijk is, maar hijzelf (minister Van Swaay). De brief van de inspecteurs-generaal met de daarbij overhandigde brief van Schlingemann heeft de minister niet op andere gedachten gebracht:

'Ik heb niet de overtuiging gekregen dat de voortgang van de techniek in voldoende mate is gevolgd en dat mitsdien ter plaatse de beste oplossing zal worden verkregen welke met het oog op den stand dier techniek bereikbaar ware geweest.

Ik meen, dat ik in die adviezen vooral een zelfstandig inzicht in deze belangrijke zaken van bijzonderen aard had mogen verwachten, maar ook bij de op 19 mei jl. gehouden bespreking is mij daarvan niets gebleken.'

(In de marge: ‘Dit begrijp ik niet; wat bedoelt de Minister met een zelfstandig oordeel?’ vermoedelijk van Rooseboom).²⁷

In tegenstelling tot de aan het einde van zijn brief uitgesproken wens van de minister om de discussie hierbij te laten, klommen de inspecteurs-generaal nogmaals in de pen. In een brief van 14 juli vragen zij de minister wat hij nu precies bedoelt met ‘gebrek aan zelfstandig inzicht’. Dit verwijt hebben zij in hun ‘zeer langen’ diensttijd nog nimmer gehoord en ze zijn zich van enige tekortkoming niet bewust. Derhalve ‘meenen wij dit verwijt als geheel onverdiend te moeten beschouwen’. De inspecteurs-generaal beweren dat ze inzake Grave een ‘ernstig onderzoek’ hebben ingesteld, maar dat uiteraard hun functie niet toestaat dat ze zich overal even grondig in kunnen verdiepen. Hoe dit ook zij, als de excellentie wil dat ze hun gedrag in de toekomst verbeteren, dan zal hij duidelijk moeten maken wat hij nu precies bedoelt.

Buitengewoon sarcastisch stellen de inspecteurs-generaal vervolgens:

‘Immers zouden wij, waar wij ons van eenig gemis aan zelfstandigheid of andere tekortkoming in het minst niet bewust zijn, anders niet kunnen trachten te voorkomen dat een dergelijke naar Uw inzicht onbevredigende gang van zaken zich zou herhalen.’²⁸

Hier had minister Van Swaay kennelijk niet van terug, of althans de wisselvalligheden van de politiek, in het bijzonder het aftreden van zijn regering, beletten hem nog dieper op deze zaak in te gaan. Zijn ambtsopvolger Bongaerts bood de inspecteurs-generaal enige maanden later de vredespijp aan: ‘Nu mijn ambtsvoorganger deze

aangelegenheid zelf niet meer heeft kunnen behandelen, vermeen ik te kunnen volstaan met de mededeeling dat ik geen aanleiding vind haar opnieuw aan de orde te stellen.²⁹

Hoezeer ook minister Van Swaay zich door zijn ambtenaren in de steek gelaten waande, het moet worden gezegd dat de oplossing waaronder de minister zo gebukt ging, een brugstuw, wel een ontwerp uit eigen keuken was. De stuw te Grave - hoezeer ook op buitenlandse voorbeelden geïnspireerd - is geheel door Nederlanders ontworpen en gebouwd. Dat kan van de door een Duitse firma ontworpen en geconstrueerde stuw te Borgharen niet worden gezegd, hoe 'modern' die destijds ook was. Zoals we zullen zien, kan dat eigenlijk ook niet worden gezegd van de laatste stuw die in de Maas zou worden gebouwd, die te Lith, hoewel die geheel van Nederlands fabrikaat was. Naast des ministers zorg om de moderniteit van de Nederlandse stuwen, was, in het licht van de gang van zaken rond Grave en Lith, een verderreikende zorg om de moderniteit van de Nederlandse waterbouwkundige kennisinfrastructuur zeker niet misplaatst geweest.

De Maasverbetering 1920-1940

Overlaten

Ondanks alle inspanningen van de negentiende-eeuwse rivierbouwers bleven overstromingen niet uit. Er was al veel bereikt door de winterkaden steeds een flink eind van de rivier af aan te leggen. De royale uiterwaarden fungeerden dan als tijdelijke 'bergboezems' bij hoog water en de rivier kreeg een veel bredere bedding waardoor meer water kon worden afgevoerd. Ook dat had echter zijn beperkingen en vroeger of later stond het water weer tot boven aan de dijken.

Om bij dergelijk hoog water nog erger te voorkomen, werden 'overlaten' ingericht. Een overlaat was een over een zekere lengte (in het geval van de Beerse Overlaat langs de Maas wel 2,5 km) verlaagd dijkvak. Wanneer een door de hoogte van de overlaat vastgestelde waterstand werd bereikt, liep het rivierwater over de kruin van het verlaagde dijkvak het land in. Door secundaire dijken werd de kilometers-brede watervlakte vervolgens langs de rivier geleid tot een punt benedenstrooms waar het weer op de rivier kon worden geloosd. Zo konden moeilijke riviervakken tijdelijk worden omzeild en het afvoervermogen van de rivier als geheel in stand worden gehouden.

De overlaten waren natuurlijk een dure remedie tegen de wateroverlast en een doorn in het oog van de moderne twintigste eeuwse waterbouwers. Het uitbannen van overlaten was een doorlopend agendapunt bij de rivierverbeteringen, want zij onttrokken veel land aan het permanent bewoonbare areaal. Over de Beerse Overlaat op de Maas schreef destijds dr. ir. C.W. Lely:

'De opheffing van dezen min of meer middeleeuwschen toestand, waarbij een uitgestrekt gebied periodiek onder water wordt gezet, zoodat intensieve bebouwing daarvan bij den huidigen stand der landbouwtechniek niet kan worden toegepast, het verkeer over een groot gebied en over den Rijksweg

Den Bosch-Nijmegen bij Grave tijdelijk geheel is gestremd, bewoning niet mogelijk is, kortom de ontwikkeling van de streek volgens de hedendaagsche cultuurtoestanden is uitgesloten, heeft reeds lang een punt van ernstige overweging uitgemaakt.³⁰

Maasverbetering en Opheffing Beerse Overlaat

Het lijkt erop dat men met de verlegging van de Maasmond had gehoopt om ook in één klap van de drie nog bestaande overlaten op de Maas te worden verlost. Dat bleek achteraf een luchtkasteel. De Memorie van Toelichting bij het wetsontwerp voor de verbetering van de Maas voor grote afvoeren (no. 314, 1929) raketde in dat opzicht misschien wel oud zeer op:

‘Na de voltooiing van de werken tot verlegging van den Maasmond bleek allengs, dat de sluiting van den Beerschen Overlaat niet een werk van betrekkelijk zoo eenvoudigen aard zou wezen als men zich aanvankelijk had voorgesteld, dat nader onderzoek en deugdelijke voorbereiding voor de sluiting nodig waren.’³¹

Op 17 januari 1919 werd omwille van dat ‘nader onderzoek en deugdelijke voorbereiding’ door het Rijk een commissie ingesteld, met ir. C.A. Jolles als voorzitter, die moest onderzoeken wat de gevolgen van gedeeltelijke, danwel gehele opheffing van de Beerse Overlaat zouden zijn. Omdat het Rijk de dichting van de overlaat een zaak van dijkbeheer achtte, werd de primaire verantwoordelijkheid bij de waterschappen en provincies gelegd.

Daar kwam bij dat het Rijk de dichting primair als een streeksbelang zag. Maar ‘aangezien echter bij de bestudeering van hetgeen noodig zou zijn om den Beersche Overlaat te kunnen opheffen moeilijke rivierkundige vraagstukken ter sprake zouden komen’, vond het Rijk het wel gepast om het voortouw te nemen.³² In de commissie zetelden een aantal ingenieurs van de Rijkswaterstaat en vertegenwoordigers van de provinciale besturen van Brabant, Gelderland en Limburg.

De commissie kwam met voorstellen voor zowel ophogen als algehele opheffing. De minister van Waterstaat gaf de voorkeur aan algehele opheffing van de overlaat, maar koos op korte termijn voor ophoging. De opheffing vereiste een algehele reconstructie van de rivier tussen Grave en Alem: enerzijds normalisering van de bedding, dat wil zeggen uitbaggeren tot een uniforme, vooraf bepaalde diepte en breedte, anderzijds het afsnijden van een aantal grote bochten. De verkorting zou het gemiddeld verhang over het traject vergroten, waardoor het water sneller door de bedding zou kunnen stromen. De twee maatregelen zouden de rivier in staat moeten stellen om, zelfs bij de hoogste waargenomen waterstanden, al het water te verwerken dat anders



Overlaten - verlaagde dijkvakken langs een rivier - waren een oud middel om bij hoge rivierstanden het extra water af te voeren. Deze kaart geeft een overzicht van het werkingsgebied de Beerse Overlaat. Bij hoog water werd een deel van het Maaswater bij Beers het land ingelaten, om zich vele kilometers verderop, bij Genderen, weer met de oorspronkelijke stroom te herenigen.

via de Beerse Overlaat zou moeten worden afgevoerd.

De voorgenomen verbetering zou de afstroming zo bevorderen dat er beneden de geplande stuw te Grave bij normale afvoer zelfs te weinig water zou staan voor de scheepvaart. Daarom werd er ook te Lith een zesde Maasstuw in de planning opgenomen, met het doel de rivier tussen Lith en Grave op te stuwen en bevaarbaar te houden. In 1922 kwam al een gedeeltelijke ophoging van de Beerse Overlaat met 0,50 m tot stand waardoor het aantal malen dat van de overlaat gebruik werd gemaakt, tot ongeveer de helft werd teruggebracht. De Rijkswaterstaat was bezig met het uitwerken van plannen voor de algehele opheffing toen in januari 1926 de waterstanden in de Maas als gevolg van hevige neerslag en veel smeltwater recordhoogten bereikten. De dáárvoor hoogst waargenomen rivierstand werd in één klap met 20% overschreden. Het gevolg was een aantal dijkdoorbraken en omvangrijke overstromingen, ondanks het op volle toeren werken van de Beerse Overlaat. De rivierkundige gegevens van de commissie-Jolles waren nu een gepasseerd station en er moest een nieuw plan komen.

Die taak werd in januari 1926 aan ir. C.W. Lely opgedragen. Lely's eerste plan voorzag behalve in de verkorting door bochtafsnijdingen en verruiming van de rivier beneden Grave, ook nog in een zodanige verkorting en verruiming dat de maximumwaterstanden op de Limburgse Maas tussen Grave en Roermond bij afvoeren als in januari 1926 belangrijk zouden worden verlaagd. De kosten werden op 45 miljoen gulden geraamd, waarvan 15 miljoen voor de Limburgse Maas.

Het prijskaartje deed iedereen schrikken. Per slot van rekening stond hier niet echt landaanwinst tegenover en was de verlaging van hoge waterstanden in Limburg niet meer dan een regionaal belang. De Maaskanalisaie was wel andere koek geweest.

Langdurige onderhandelingen en overpeinzingen volgden. Ten slotte werd besloten tot een beperkt plan met een verdeling van de totale kosten, nu slechts 20 miljoen gulden, tussen het Rijk en de provincies. De beperkingen bestonden enerzijds in het schrappen van de doelstelling van verlaging van de waterstanden in Limburg en anderzijds in een bescheidener doelstelling inzake de na te streven breedte van de genormaliseerde rivier beneden Grave. Dat laatste had niet alleen een financiële maar ook een waterbouwkundige achtergrond. Lely's plan voorzag in een bodembreedte van 150 meter. Dat gaf vermoedelijk wel voldoende profiel bij grote afvoeren, maar men vreesde voor 'verwildering' van de rivier, in de eerste plaats verzanding omdat bij de vaak zeer kleine afvoeren 's zomers het water in de brede bedding zo langzaam zou stromen dat de meegevoerde zand- en kleideeltjes zouden bezinken.

Daarom werd besloten om proefondervindelijk te werk te gaan: eerst een breedte van 110 meter ‘ten einde zoo noodig daarna tastenderwijze die breedte te vergrooten tot de grens, die voor behoud van een goeden toestand nog zou blijken te kunnen worden toegelaten’.³³

Er bleek dus nog een grote mate van onzekerheid te bestaan over de precieze effecten van ingrijpende rivierverbeteringen. Hoewel er over de globale aanpak eenstemmigheid bestond, was een plan dat nauwgezet aan de gegeven waterstandseisen voldeed, niet exact van tevoren te beramen. Het verbeteren van rivieren bleek in 1930 nog grotendeels een ervaringskunst te zijn, een kunst die draaide om uitproberen, herhaaldelijk meten en zo nodig bijstellen. Het toen maar net bestaande Waterloopkundig Laboratorium werd niet bij de plannen betrokken. Wellicht was de capaciteit ervan toen nog onvoldoende om een heel riviersysteem als de Brabantse Maas te kunnen modelleren. In plaats van een modelmatige benadering stelden de ontwerpers een proefondervindelijke aanpak voor. Het zomerbed zou eerst op basis van empirische formules tot een conservatieve 110 meter worden verbreed en vervolgens zou men kijken en meten hoe de nieuwe rivier zich bij hogere afvoeren gedroeg.

Bij aanwijzingen dat bij afvoeren als in januari 1926 ($3200 \text{ m}^3/\text{sec.}$) het water hoger zou komen dan het peil waarop de dijken waren

berekend, konden alsnog aanvullende maatregelen op kosten van het Rijk worden getroffen. Die maatregelen konden verdere verruiming van het zomerbed of dijkverhoging zijn. Tot dijkverhoging zou pas ‘in het uiterste geval’ worden overgegaan.³⁴

De geschiedenis van de opheffing van de laatste grote overlaat, van het ‘definitief’ terugdringen van de Maas binnen haar oude dijken, is dus een verhaal van rivierbeheer volgens de negentiende-eeuwse traditie. Zelfs de uitvoering, die deels in werkverruiming plaatsvond, had soms een pre-industriële uitstraling. Ook de afleiding van de maatgevende afvoer, de grondslag van het ontwerp, werd op traditionele wijze gepleegd - op grond van de maximale waargenomen afvoer. Het gevaar van een dergelijke afleiding ligt voor de hand gezien de geheel onvoorziene gebeurtenissen van 1926. Het rivierkundige meesterschap dat pas in de jaren dertig in de boezem van de Studiedienst voor de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten werd ontwikkeld - om van het gebruik van hydraulische schaalmodellen maar te zwijgen - kwam dus net te laat om van de Maasverbetering een waarlijk twintigste-eeuws project te maken.

Stuw te Lith

Aan de stuw te Lith werd vanaf 1934 gebouwd, dus ruim na de voltooiing van de andere Maasstuwen en in een periode waarin de Nederlandse sluisbouw zich al aan de tucht van buitenlandse leermeesters had ontworsteld. De gang van zaken rond het ontwerp van Lith laat zien dat dat voor de stuwbouw nog niet opging. De afhankelijkheid van Duitse ontwerpers en stuwbouwers was nog groot, al was er hier weer sprake van een terugkeer naar een Nederlandse constructie.

In 1932 stuurde de arrondissementsingenieur ir. P.Ph. Jansen (de latere droogmaker van Walcheren, de toekomstige Delftse hoogleraar en het eerste hoofd van de Deltadienst) directeur-generaal J.A. Ringers zijn ontwerp voor een stuw te Lith. De 60 meter doorvaartwijdte, die de toepassing van grote elementen in alle eerdere doorgaande Maasstuwen had verijdeld, lapte Jansen aan zijn laars. Hij achtte een doorvaartwijdte van 40 meter ruim voldoende, hoewel de nieuwe stuw in exact dezelfde nautische situatie verkeerde als Grave, waarvoor Schlingemann nog geen zeven jaar eerder de eis van 60 meter met hand en tand had verdedigd. Met die 40 meter kwam het ontwerp echter net binnen het bereik van de grote elementen uit Duitsland en daar ging het hier ook blinkbaar om. Een summier betoog over de onwenselijkheid van stuwtypen met kleine elementen bracht Jansen spoedig in de voetsporen van Klink, de ‘ontwerper’ van Borgharen. Een kritische rondgang langs de voornaamste systemen van afsluiting met grote elementen rondde het beschouwende deel van zijn betoog af. Tot slot beschreef hij de offertes voor afsluiting met grote elementen van vier eerder aangeschreven constructiewerkplaatsen (drie Duitse en één Nederlandse, N.V. Werkspoor). In zijn beoordeling van de voorstellen bleek Jansen geheel in de ban van de nieuwe hydrodynamica. Hij rept van potentiaalstromingen, van stromingsdiagrammen langs het stuwlichaam en hij is zeer bevreesd voor de destructieve werking van resonanties en trillingen. Hier is heel duidelijk de invloed van de Duitse post-Prandtl-vloeistofmechanica te bespeuren. Dit nog steeds zeer academische wetenschapsgebied was sinds 1928 voor praktische

waterbouwkundigen toegankelijker geworden. In dat jaar publiceerde prof. H. Kulka van de Technische Hochschule Hannover zijn veel geciteerde handboek, *Der Eisenwasserbau*, waarin Prandtl's grenslaagtheorie op de praktische noden van de waterbouwkunde werd toegespitst.³⁵ Vanuit dit enigszins Olympisch perspectief bekeek Jansen nu de verschillende tenders. Werkspoor had twee voorstellen ingediend, één dat sterk leek op de dubbele schuiven in de vier bovenste Maasstuwen en één dat sterk op Borgharen was geïnspireerd. Het eerste voorstel vond Jansen te iel, 'wat tot zeer gevaarlijke trillingen der constructies aanleiding kan geven'.³⁶ Bij het tweede voorstel ging Werkspoor duidelijk gebukt onder de octrooipositie van de Dortmunder Union, waardoor de meest voor de hand liggende constructies moesten worden vermeden. Het Nederlandse bedrijf moest dus met een afwijkende detaillering van het concept komen.

Werkspoor ontwierp een zogenaamde 'tolklep' boven op de schuif. Hier ging het wat Jansen betrof faliekant mis:

'Een dergelijke oplossing is voorzover mij bekend, nog nimmer toegepast en m.i. terecht.... De klep is nl. een lang slap ding dat slechts in de uiteinden kan worden opgelegd.... Men kan zich voorstellen dat er, mits men potentiaalstrooming vooropstelt, een zoodanige vorm aan de klep is te geven, dat zij in een bepaalden (geopenden) stand geen weerstand tegen dien waterstroom biedt... Er zal zeker wel meer dan één stand voorkomen waarbij het stroomingsbeeld niet stationair zal zijn. Men krijgt het aanleunen van de straal tegen den klepwand en het daarop volgende loslaten hiervan. Bij een rythmisch terugkeeren van aanleunen en afwijking ontstaat de gevreesde trilling.'³⁷

Jansens slotoordeel is vernietigend:

'De door NV Werkspoor ingediende projecten hebben vele groote bezwaren. Zij getuigen van weinig of geen ondervinding op het gebied van de stuwbouw.

De vormgeving der schuiven is hydraulisch gezien zeer gebrekkig, de details zijn voorzover ze nieuw zijn niet te aanvaarden.'³⁸

Het debuut van Werkspoor als stuwontwerper liep dus uit op een fiasco. Dat hoeft geen verwondering te wekken aangezien het Nederlandse bedrijf het hier moest opnemen tegen een drietal op het gebied van stuwbouw zeer ervaren Duitse bedrijven met belangrijke octrooi-posities. De Duitse aanbiedingen bestonden uit verschillende stelsels-met-ijsklep: wielschuiven, cilinderwalsen en segmentschuiven. Jansen bleek niet bij machte om hier een heldere keus tussen te maken en stelde voor om nadere prijs-offertes af te



Naast elke Maasstuw werd een grote schutsluis gebouwd om de scheepvaart bij gesloten stuw doorgang te geven. Deze sluisen waren volgens de nieuwste inzichten ontworpen en gebouwd, met vooral een ruim gebruik van - in hoofdzaak ongewapend - beton. Bouwmaterialen werden in de bouwput met een rijdende kabelbaan aangevoerd. In latere jaren, zoals hier bij Roermond is te zien, zijn er extra sluisen bijgebouwd.

wachten. Om een keus te onderbouwen, zou voorts ‘een kort bezoek aan enkele, volgens de in aanmerking komende systemen gebouwde, stuwen in het buitenland... niet achterwege kunnen blijven’.³⁹ In het programma van eisen dat als leidraad voor de aanbiedingen gold, werd overigens bepaald dat de aanbieder moest aangeven welke onderdelen van het ontwerp door Nederlandse firma's konden worden gemaakt en met welke Nederlandse firma's te dien einde kon worden samengewerkt. Het vertrouwen in de nationale nijverheid op onderscheiden gebieden kwam tot uitdrukking in de bepaling dat het constructiewerk van het eigenlijke afsluitlichaam geheel door Nederlandse bedrijven moest worden uitgevoerd en zoveel mogelijk ook de bewegingsinrichtingen en het elektrische gedeelte. Er is hier dus sprake van zowel het bevorderen van de nationale nijverheid (en een mogelijke herkansing voor Werkspoor) als een gedwongen ‘technology transfer’.

Het antwoord van Ringers op het verslag van Jansen en hoofdingenieur J.W. de Vries van het Bureau Maasverbetering was enigszins verrassend. Hij leek weinig haast met de uitvoering te hebben en vroeg de heren om hun afkeer van kleine elementen nog eens in overweging te nemen. Zelf had Ringers van eigen dienststreizen in Frankrijk een hoge dunk van het kleppenstelsel volgens Chanoine-Pascaud overgehouden en hij beval dat nu in de belangstelling van zijn ondergeschikten aan. Systemen met kleine elementen werden nog steeds veel gebouwd en werden door velen nog geheel levensvatbaar geacht - getuige ook de goede resultaten die inmiddels met de stuw te Grave waren behaald. Dit in de Nederlandse context toch tegendraadse standpunt verdween echter weer spoedig van het toneel.

De verdere gang van zaken draaide om het punt of de ingenieurs van het Bureau Maasverbetering nu met een eigen ontwerp moesten komen of dat zij met een ontwerp van een van de constructiebedrijven in zee moesten gaan. Het voornaamste argument tegen een eigen ontwerp was dat, gezien de technische opties en de octrooien die er lagen, de uitkomst vermoedelijk veel op de aanbieding van de Dortmunder Union zou gaan lijken - waarna er over cruciale patenten toch nog zou moeten worden

onderhandeld. Iets nieuws zou er hoe dan ook niet uitkomen. Ook zag het ernaar uit dat Jan en Alleman klaarstond om zich met een eventueel eigen ontwerp te gaan bemoeien: prof. Van Mourik Broekman aan de Technische Hogeschool, het pas opgerichte 'Bruggenbureau' van de Rijkswaterstaat en wellicht anderen. Het Bureau Maasverbetering bleek daar weinig behoefte aan te hebben. Uitbesteden aan een Duits bedrijf stuitte echter op steeds meer bezwaren vanwege het ontluikend 'industriële nationalisme'.

Rijkswaterstaat zou dan bovendien met handen en voeten aan een door octrooien omgeven ontwerp zijn gebonden. Na veel correspondentie over en weer kwam Ringers met een uitweg. Hij stelde voor om met een stuw met schuif en klep volgens het systeem van de Dortmunder Union in zee te gaan 'indien tenminste volledige vrijheid kan worden verkregen om dat systeem naar inzicht van de Rijkswaterstaatsdienst al dan niet gewijzigd te bezigen en alle werkzaamheden in Nederland en door

Nederlandsche werkkrachten te doen uitvoeren'.⁴⁰ Dat kwam neer op het kopen van een ontwerp van de Dortmunder Union (op voorwaarde van vrije beschikking over de geotrooieerde delen) en daarna volgens de aloude aanpak - het opmaken van een eigen bestek en aanbesteding. Ringers probeerde de Technische Hogeschool Delft via prof. Van Mourik Broekman nog in het spel te betrekken, door hem als adviseur op te laten treden bij het maken van een eigen parallel ontwerp door het Bureau Maasverbetering. Het idee was blijkbaar om ook een eigen inheems leerproces op gang te krijgen, waardoor het verlies aan ervaring als gevolg van het betrekken van een ontwerp vanuit het buitenland, enigszins kon worden gecompenseerd. Dit voorstel werd door het Bureau Maasverbetering verworpen met het argument dat zij hun handen vol zouden hebben aan het ontwerpen van het vaste gedeelte van de stuw: de stuwvloer en de pijlers. Dit bleek inderdaad het geval, want bij de inrichting van deze onderdelen werd gepoogd om gesignaleerde tekortkomingen op het gebied van uitschuring en trilling bij de oudere Maasstuwen te vermijden. Dat vergde vele proeven in het Waterloopkundig Laboratorium.

Net op het moment dat Jansen zijn bestek klaar had en het Bureau Maasverbetering op het punt stond om tot openbare aanbesteding in Nederland over te gaan, roerde zich een andere speler binnen de Rijkswaterstaat, het sinds 1928 met staalconstructies belaste Bruggenbureau. In een brief aan Ringers gaf het bureau te kennen zich inzake de uitvoering van Lith onterecht buitengesloten te voelen en stelde zich op als het aanspreekpunt bij uitstek voor al het door de Rijkswaterstaat aanbestede staalconstructiewerk. Het Bruggenbureau voerde aan dat het in alle grote constructie-ateliers van Nederland speciale opzichters had geplaatst die op de uitvoering van de door de Rijkswaterstaat aanbestede constructies toezagen en die met de omstandigheden in de fabrieken goed bekend waren. Het leek volgens het Bruggenbureau nergens op dat het Bureau Maasverbetering, zonder speciale expertise en toezichtmogelijkheden, op eigen houtje de uitbesteding van een belangrijk constructiewerk als Lith wilde gaan uitvoeren. Het Bruggenbureau keurde openbare aanbesteding hoe dan ook af. Op basis van het bestek - waar veel elektrisch laswerk in voorkwam, destijds nog een riskante innovatie - kwam volgens het bureau alleen Werkspoor in aanmerking. Ringers gaf het Bruggenbureau gelijk en het project werd vervolgens onder hun hoede 'ondershands' aan Werkspoor uitbesteed. Zo werd de arbeidsdeling bij de bouw van infrastructuur tastenderwijs verfijnd. Zo ook werkte de Rijkswaterstaat mee aan het behoud van werkgelegenheid en de 'technische opvoeding' van Nederlandse bedrijven, overigens zonder op de technische kwaliteit van hun nieuwe stuw te hoeven beknibbelen.

Dankzij de doorvaartopening van slechts 40 meter kon de stuw te Lith volgens de allerlaatste stand der techniek worden ontworpen en opgetrokken. De toepassing van staalconstructies, gewapend beton en elektrische aandrijving waren gewone zaken geworden.

Ook de nieuwste hydrodynamische inzichten waren in het ontwerp verwerkt. Niettemin is het een vreemde geschiedenis.

De gang van zaken verraadt ten eerste een overgangssituatie binnen de Rijkswaterstaat waarin specialistische kennis al her en der was geconcentreerd, maar waarbij de verantwoordelijkheid voor het ontwerpen van kunstwerken nog primair bij de lokale diensten lag. Daar leken ze niet geheel tegen te zijn opgewassen - een conclusie die ir. Klink al eerder naar aanleiding van het ontwerp van de stuw te

Borgharen had getrokken. Maar evenmin waren er op dat moment elders binnen de Rijkswaterstaat, of daarbuiten, diensten of organisaties die een project als Lith wel probleemloos aankonden. Ook de Nederlandse industrie bleek te onervaren om met goede plannen te komen - hoewel hun constructievaardigheid kennelijk niets te wensen overliet.

Het verhaal verraadt ten tweede een groot verschil in zelfvertrouwen en kunnen tussen het bouwen van rivierstuwen enerzijds en schut- en uitwateringssluizen anderzijds. Verwarde toestanden als bij de stuw te Lith waren ver te zoeken bij de tegelijkertijd lopende grote schutsluisprojecten. Bij de bouw van schutsluizen werd in de jaren dertig nog wel eens gekeken naar voorbeelden uit het buitenland, maar dankzij het Waterloopkundig Laboratorium had de ontwikkeling toen al een eigen, inheemse dynamiek gekregen. Dat moest in de stuwbouw nog gebeuren en de manoeuvres rond Lith zijn te zien als een poging om de kennisachterstand - met name op het gebied van constructies die voornamelijk hydrodynamische krachten moesten trotseren - geforceerd in te halen. Dat dit uiteindelijk op spectaculaire wijze lukte, daarvan getuigt de in het volgende hoofdstuk beschreven ontwerpgeschiedenis van de laatste grote rivierstuwen die in Nederland zijn gebouwd, de markante vizierstuwen in Nederrijn en Lek.

C. Disco

Eindnoten:

- Archief Directie Algemene Dienst Rijkswaterstaat 1930-1956. ARA 2, 2.16.74, Inv. 88, 90.
Archief Hoofddirectie van de Rijkswaterstaat, 1930-1949. ARA 2, 2.16.22.01, Dossiers 74 en 75.
Archief van de Rijkswaterstaat in Limburg. Rijksarchief Limburg. Ingang 07.h05, Inv. 562.
- 1 Hoofdingenieur-directeur van de Waterstaat in Limburg. Brief # 10230, d.d. 25 aug. 1862 aan Hoofdinspecteur van de Waterstaat. (Opgenomen als bijlage tot het *Plan Keurenaer* uit 1902.) Rijksarchief Limburg. Archief van de Rijkswaterstaat in Limburg. Ingang 07.h05, Inv. 562.
 - 2 Mits zij niet van doen hadden met vetes, onverzoenlijke tegenstellingen van inzicht, of juist een overmaat aan eensgezindheid. In dergelijke gevallen verviel de onafhankelijkheid van verslagen en commentaar en moest ijverig tussen de regels door worden gelezen in een poging het kaf van het koren te scheiden. Vermoedelijk wisten inspecteurs daar wel raad mee.
 - 3 *Rapport Keurenaer* 1904, RAL, Archieven van de Rijkswaterstaat in Limburg, inv. 562.
 - 4 *Rapport Keurenaer*.
 - 5 *Rapport Keurenaer*.
 - 1 N. Nanninga, *Enige Grepen uit de Ontwikkeling van de Waterbouwkunde. Inaugurele rede*, (Delft, 1947) 11.
 - 2 K.E. Hilgard, 'Die Beweglichen Wehre', hoofdstuk III, band 2, deel 3 van G. Franzius *et al.* (red.) *Handbuch der Ingenieurwissenschaften*, (Leipzig: 1912) 206.
 - 6 *Rapport Keurenaer*.
 - 7 Overigens gold dit evenzeer voor andere waterbouwkundige kunstwerken als sluizen, keringen en bruggen. Dit betoog is toegespitst op stuwen, maar geheel analoge ontwikkelingen voltrokken zich ook bij deze andere soorten kunstwerken. Zie ook hoofdstuk 7.
 - 8 Zie voor een omschrijving: G.J. Arends, *Sluizen en Stuwen. De ontwikkeling van de sluis en stuwbouw in Nederland tot 1940*. Reeks bouwtechniek in Nederland 5. (Delft, 1994).

- 9 Voor een uitvoerig verslag van het congres zie: A. Déking Dura en H. Wortman, 'Het XIE Internationale Scheepvaartcongres in mei 1908 te St.-Petersburg', in: *Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1909-1910. Verhandelingen*: 1-40. Vermoedelijk verschenen dergelijke verslagen in de ingenieursbladen van vele van de 34 lidstaten, zodat de basis voor een wereldwijde consensus inzake stuwbouw zeker aanwezig was.
- 10 Nederlands-Belgische Commissie. *Register van ingekomen en uitgaande stukken 1906-1910*. RAL, RWS Limburg, 1673.
- 11 Déking Dura en Wortman, *Scheepvaartcongres*.
- 12 Deze vijf commissieleden vormden samen de zogenaamde subcommissie die in het bijzonder belast was met de technische voorbereiding van het rapport en die zich langdurig over de keuze van een geschikt stuwtype boog. Na het overlijden van Keurenaer in december 1911 werd zijn plaats in deze subcommissie ingenomen door de nieuwe hoofdingenieur-directeur in Limburg, ir. W.K. du Croix.
- 13 Nederlands-Belgische Commissie. *Register*.
- 14 *Rapport van de Nederlandsch-Belgische Commissie, ingesteld tot onderzoek van de kanalisatie van de gemeenschappelijke Maas*. 's-Gravenhage, 1912: 19.
- 15 *Rapport Ned.-Belg. Cie. 22*.
- 16 *Rapport Ned.-Belg. Cie. 21*.
- 17 *Rapport Ned.-Belg. Cie. 105*.
- 18 De 'opening met verhoogden drempel' was een derde soort opening, naast de scheepvaart- en afvoeropening, die in het plan van de Nederlands-Belgische Commissie voorkwam. Ze had een hogere drempel dan de scheepvaartopening, maar werd wel met jukken en schuiven afgesloten. Ze was dus noch voor doorvaart bij gestreken stuw, noch voor regeling van de afvoer bij gesloten stuw geschikt. De functie ervan was uitsluitend om bij het strijken van de stuw, de rivier zoveel mogelijk haar normaalprofiel weer terug te geven.
- 19 Brief Minister van Waterstaat aan inspecteurs-generaal RWS en HID Limburg, 9 mei 1925. ARA 2, Archief van de Inspecteurs van de Rijkswaterstaat 2.16.07. Pakket 8401, 8450.
- 20 Brief Minister van Waterstaat aan Inspecteurs-generaal Rijkswaterstaat, 27 mei 1925. ARA, Inspecteurs RWS, 8524.
- 21 Minister Waterstaat aan Inspecteurs RWS 27/5/1925.
- 22 Deze doorvaartwijdte, immers, was allesbepalend voor de toepasbaarheid van grote elementen. De grens waarboven afsluiting met een enkel element niet meer routineus mogelijk was, schoof in de loop van de jaren twintig snel omhoog. Ten tijde van Borgharen/Grave lag hij al tussen de 30 en 40 meter, met speculaties over mogelijke breedten tot zelfs 60 meter.
- 23 Brief Minister van Waterstaat aan Inspecteurs RWS 27/5/1925.
- 24 Schlingemann aan HID Baucke, 2/6/1925. ARA, Inspecteurs RWS, 8559
- 25 Brief Inspecteurs-generaal Rijkswaterstaat aan de Minister van Waterstaat, 5 juni 1925. ARA, inspecteurs RWS, 8568.
- 26 Brief Minister van Waterstaat aan inspecteurs-generaal van Rijkswaterstaat, 23 juni 1925. ARA, Inspecteurs RWS, 8681.
- 27 Brief Minister van Waterstaat aan Inspecteurs-generaal van Rijkswaterstaat, 23 juni 1925.
- 28 Brief Inspecteurs-generaal Rijkswaterstaat aan Minister van Waterstaat, 14 juli 1925. ARA, Inspecteurs RWS, 8816.
- 29 Brief Minister van Waterstaat Bongaerts aan Inspecteurs-generaal Rijkswaterstaat, ARA, Inspecteurs RWS, 8980.
- 30 C.W. Lely, 'De Verbetering van de Maas voor groote afvoeren', in: *De Ingenieur* 24, 1931 (12/6/31), B.147.
- 31 Geciteerd in *De Ingenieur*, 46, 1929 (16/11/29), A.46.
- 32 Lely, Verbetering Maas, B.147.
- 33 Lely, Verbetering Maas, B.148.
- 34 Lely, Verbetering Maas.
- 35 H. Kulka. *Theorie und Konstruktion der beweglichen Wehre*. Band I, *Der Eisenwasserbau*. (Berlin 1928).
- 36 P.Ph. Jansen, 'Beschouwingen betreffende de keuze der afsluitende elementen voor de stuw bij Lith'. Bijlage bij brief J.W. de Vries aan Dir. Generaal J.A. Ringers, d.d. 28/4/32, no. 743. ARA 2, Archief Hoofddirectie van de Rijkswaterstaat 1930-1949, Ingang 2.16.22.01, Dossier 75, Doos 350, Inv. 350: 4.
- 37 Jansen, Beschouwingen.
- 38 Jansen, Beschouwingen 13-14.

39 Jansen, Beschouwingen 24-25.

40 Brief Dir. Gen. J.A. Ringers aan HID Limburg, d.d. 10/4/33. ARA 2, Archief Hoofddirectie van de Rijkswaterstaat, 1930-1949. Dossier 75, Doos 350.



De Deltawerken betekenden een enorme ingreep in de getij- en rivierstromen in het Zeeuwse, Brabantse en Zuid-Hollandse deltagebied. Om de zoutwaterstromen en de zoetwaterstromen te scheiden, werden er uitgebreide zogeheten compartimenteringswerken tot stand gebracht. De nieuwe verhoudingen worden bij dit winterse overzicht van de Haringvlietdam wel duidelijk: de zoete kant is bevroren, de zeezijde is nog open.

5 De verdeling van zoet water over heel Nederland 1940-1970

Een eeuw van systemen

Het IJsselmeer

Stuwen in de Nederrijn - 'Een smal lint in de rivier'

De Haringvlietsluizen

De twintigste eeuw is een eeuw van grootschalige systemen. Dat heeft twee kanten. Ten eerste zijn er in de loop van de eeuw steeds meer fysische en maatschappelijke processen als samenhangende systemen opgevat en geanalyseerd. Deze zienswijze hangt vooral samen met een steeds indringender 'wetenschappelijke' kijk op natuur en samenleving. Op basis van dit systeemperspectief is vervolgens in die 'natuurlijke' systemen ingegrepen en zijn er bovendien vele min of meer kunstmatige, technische systemen tot stand gebracht - bijvoorbeeld het telefoon- of het elektriciteitsnet. Waterstaat is een domein waarin natuurlijke en kunstmatige systemen op een ingewikkelde wijze door elkaar lopen. Dat geldt zeker voor het rivierbeheer.

Een eeuw van systemen

In de loop der eeuwen werd in Nederland steeds vaker in de rivieren ingegrepen - aanvankelijk vooral in de kleinere rivieren. Dijken, dammen en kribben werden aangelegd en er werd gebaggerd, allemaal om de grillige natuurlijke toestand meer naar 's mensens hand te zetten. Men begon stroomdalen als samenhangende afvoersystemen te zien en door het organiserend vermogen van waterschappen was men uiteindelijk in staat daar ook strategisch naar te handelen. Zodoende ontstonden vanaf de negentiende eeuw voor kleinere rivieren als de Regge, de Dinkel, de Overijsselse Vecht, de Oude IJssel en de Linge samenhangende projecten om de afwatering beter te regelen.

Dit gebeurde allemaal tegelijkertijd met de aanpak door de Rijkswaterstaat van de grote rivieren en de zeearmen als landelijk hoofdafvoersysteem. De kleinere riviertjes en ook veel polders waterden op dit systeem af. Van de grote rivieren en zeearmen kwam ook, goedschiks of kwaadschiks, het grote water. Het normaliseren van rivieren en vooral de scheiding van Maas en Waal, met als sluitstuk de verlegging van de Maasmond, laat zien dat de Rijkswaterstaat tegen het einde van de negentiende eeuw een zeer gedegen systeemgerichte kijk op de grote rivieren had ontwikkeld, althans als afvoer- en vaarwegen. Die manier van kijken en de daaraan verwante systematische aanpak van 'verbeteringen' werd in de twintigste eeuw voortgezet.

De Rijkswaterstaat met zijn primaire oriëntatie op afwateringsvermogen en scheepvaart had echter geen monopolie op het kijken naar water. Verscheidene groepen en instanties waren ook op hun manier met water bezig. Ook hier ontwikkelde men een steeds indringender systeem-perspectief op het water en begon men de aanvankelijk lokale systemen meer in een samenhangend, regionaal of nationaal perspectief te zien.

Een voorbeeld: Vanouds onttrok de stad Rotterdam haar drinkwater aan de langs haar voordeur stromende Maas.

Dat was logisch en makkelijk. Haar afvalwater loosde ze echter op diezelfde rivier, aanvankelijk via de stadsgrachten en later via een rioolbuizenstelsel. Dat was ook wel makkelijk, maar stond op gespannen voet met haar drinkwatervoorziening. De voor de hand liggende en voor dergelijke situaties zeer gebruikelijke oplossing was om het lozingspunt van rioolwater zo ver mogelijk benedenstrooms te kiezen en de drinkwaterinlaat, de 'prise d'eau', zo ver mogelijk bovenstrooms. Maar zo simpel was het hier helaas niet, want de Maas is een getijdenrivier en dat betekent dat hij tweemaal per dag enkele uren lang in een tegengestelde richting stroomt. Daardoor werden niet alleen rioolstoffen, maar ook wisselende hoeveelheden zout water in de richting van de 'prise

d'eau' gevoerd. De oplossing was om de drinkwaterinlaat tijdens hoogwater dicht te houden en alleen bij laagwater (als de rivier naar zee afstroomde) open te zetten. Daartoe dienden een inlaatsluis en spaarbekkens aan de oostzijde van Rotterdam.

Die inlaatsluis moest natuurlijk zorgvuldig worden bediend.

Zo plooidde de gemeente Rotterdam haar natuurlijke spijsverteringssysteem rond het specifieke riviersysteem van de Maas. Nieuwe problemen deden zich voor op het moment dat ter wille van een ander Rotterdams belang, de scheepvaart, de uitmonding van de Maas in zee naar de Nieuwe Waterweg werd verlegd.

Daardoor kon per getij steeds meer (zee)water naar binnen dringen en werd de snelheid en de duur van de 'stroomopwaartse' waterbeweging steeds groter. De tijdsduur waarin drinkwater kon worden ingelaten, werd steeds korter. Toen de Rotterdamse bevolking in de jaren tachtig van de vorige eeuw in aantal toenam, bleek alras dat de twee grote slokken per dag steeds vaker tekortschoten. De voorlopige oplossing was om de waterberging uit te breiden en een veel grotere inlaatsluis te bouwen.

Uiteraard was dit maar een tijdelijke maatregel. De voortdurende uitdieping en verbreding van de Nieuwe Waterweg vergrootte telkens weer de invloed van de getijden in Rotterdam en bedreigde steeds opnieuw de drinkwatervoorziening door de oprukkende verzilting van de Rotterdamse Maas.

De moraal van het verhaal is allereerst te vinden in de verstrengeling van drinkwatervoorziening en rioolwaterafvoer. Die twee facetten grijpen in het geval van Rotterdam wel erg hecht in elkaar, maar andere grote steden verkeerden in soortgelijke situaties. Strubbelingen rond het bezwaren met rioleffluent van wateren waar anderen weer voor hun drinkwater op waren aangewezen, waren schering en inslag.¹ Zo loosde Amsterdam op een Zuiderzee die, toen deze IJsselmeer werd, als drinkwaterwinplaats (met name ook voor Amsterdam) in aanmerking kwam. Utrecht gebruikte de Vecht, waar Amsterdam weer benedenstrooms water aan onttrok, als open riool. Kortom, met de toename van de bevolking begonnen voorheen opzichzelfstaande waterhuishoudingssystemen op elkaar in te grijpen. De aldus ontstane overkoepelende systemen leenden zich vervolgens - mits aan bepaalde juridische en organisatorische voorwaarden werd voldaan - voor nieuwe en grootschaliger ingrepen.

De tweede moraal van het verhaal is dat het tere lokale evenwicht tussen vuil en schoon water makkelijk verstoord kon worden door allerlei waterstaatkundige ingrepen ter wille van andere belangen. Dat gaf dan ook aanleiding om te overwegen of dergelijke ingrepen wel toelaatbaar waren en, zo niet, hoe ze dan konden worden aangepast. Het gaf natuurlijk ook een mogelijkheid om de hele situatie nóg systematischer te bezien en aan te pakken - om bijvoorbeeld tijdens werken ten bate van de scheepvaart of de afwatering, ook aan de gevolgen voor drinkwatervoorziening en afvalwaterlozing te denken.

Een ander leerzaam voorbeeld van in elkaar grijpende processen die in deze eeuw gaandeweg in systeemverband werden gezien, waren de verschillende oorzaken voor de toenemende verzilting van boezem- en slootwater. Verzilting kwam rechtstreeks vanuit zee, als gevolg van het steeds verder landinwaarts dringen van zout water in de verschillende zeegaten. De Nieuwe Waterweg, die ter wille van de Rotterdamse haven voortdurend werd verdiept en verbreed, was met zijn oprukkende 'zouttong' de grootste boosdoener. Via het water werd de haven aldus de vijand van de landbouw

en de drinkwatervoorziening. Verzilting kwam ook voor als een toename van ‘zoute kwel’ in de bodems van diepe polders in de kuststreken, bijvoorbeeld de Haarlemmermeerpolder, de oude Noord-Hollandse droogmakerijen en de Wieringermeerpolder.

Hydrologen beweerden al vroeg in de eeuw dat de massale onttrekking van drinkwater aan de duinen door de Haagse, Amsterdamse en Haarlemse drinkwaterleidingbedrijven hier voor een deel debet aan was. Het oppompen van zoet water zou een soort hydrostatische balans verstoren, bestaande uit de weerstand van een bult zoet water onder de duinen tegen de ondergrondse zoutwatertoevoer vanuit zee. Naarmate die bult slonk, zou de infiltratie van zout water toenemen. Zo werd ook de drinkwatervoorziening de vijand van de landbouw en in een verdere toekomst van zichzelf. Het aan de oppervlakte verschijnen van zout, zij het rechtstreeks in de vorm van wellen of via diffusie door de grond, was nog niet eens zo schadelijk voor de gewassen in de polder zelf, want de natuurlijke neerslag spoelde het zout grotendeels weer weg. Het zout kwam zodoende uiteindelijk in de sloten en via bemaling in de boezems terecht. Problemen ontstonden pas als men dat boezemwater voor de glastuinbouw wilde gaan gebruiken of in droge tijden voor beregening en als drinkwater voor vee. De enige redding was dan het ‘doorspoelen’ van de boezem, maar dat vereiste wel een zeer grote slok zoet water. En hoe kwam men daar nog aan? De voormalige directeur van de Amsterdamse Drinkwaterleiding, de eminente hydroloog en ook al bij eerdere gelegenheden de Cassandra van het drinkwaterwezen, ir. J.M.K. Pennink, schreef in 1933: ‘Laat men nu toch eindelijk ronduit erkennen, dat men in een moeilijk parket is geraakt, waaruit slechts te ontkomen is door het maken van een liefst groot en werkelijk zoetwatermeer. Dat is niet zo eenvoudig als velen wel denken.’²²

Pennink had natuurlijk het net afgesloten IJsselmeer in gedachten en was tegen de aanleg van de Noordoostpolder in de pen geklommen vanwege de verwachte zoutuitstoot uit die nieuwe polder.

De verschillende belangen en zorgen waren lang verkokerd gebleven. Rond 1870 ontstond er echter een drinkwaterwereld die zich druk maakte over het toenemende tekort aan vindplaatsen van veel en schoon drinkwater. Die wereld werd op nationaal niveau gebundeld door de oprichting in 1899 van de Vereeniging

voor Waterleidingsbedrijven in Nederland, in 1913 gevolgd door het stichten van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening.

Vanaf ongeveer 1870 was er ook een toenemende bezorgdheid over de organische en anorganische vervuiling van oppervlaktewateren, allereerst in de grote steden vanwege het gevaar voor cholera en tyfus, maar later ook in Oost-Groningen en in Noord-Brabant in verband met de vervuilende uitstoot van respectievelijk de strokartonfabrieken en de leerlooierijen. Voor de centrale ondersteuning van de verontreinigingsbestrijding werd in 1920 het Rijksbureau voor Zuivering van Afvalwater (RIZA) opgericht. De toenmalige taakstelling ervan luidde: ‘... de waterverontreiniging te bestrijden en te voorkomen en wel door het verrichten van onderzoeken zowel aan het instituut zelf als aan proefinstallaties elders en door andere werkzaamheden...’ Een derde maatschappelijke actor die zich steeds meer om de samenstelling en niet alleen de hoeveelheid van water begon te bekommeren, was de landbouw. Voor de landbouw was met name het toenemende zoutgehalte van grond- en beregeningswater een groot punt van zorg. Dit niet alleen vanwege de voortgaande verzilting, maar ook vanwege de toenemende gevoeligheid van nieuwe agrarische technieken, en dan met name de glastuinbouw, waar doorspoeling van de bodem door natuurlijke neerslag niet meer plaatsvond en alle ellende zich in de grond ophoopte.

Het IJsselmeer

De planmatige verstrengeling van belangen en het ontstaan van grootschalige systemen rond de verdeling van zoet water kregen een grote impuls door de totstandkoming van het IJsselmeer. De oorspronkelijke motieven voor de afsluiting en inpoldering van de Zuiderzee waren overwegend agrarisch geweest: landaanwinning en het scheppen van een zoetwaterboezem ter wille van de afwatering en van het inlaten van water en de doorspoeling van boezems in droge tijden. Na de watersnood van 1916 kwam daar ook, in ieder geval om tactische redenen, nadrukkelijk de beveiliging tegen overstromingen bij. Na de afsluiting in 1932 werd het IJsselmeer in 1936 nominaal verzoet verklaard. Daarmee ontstond in het gebied een hele nieuwe ‘waterhuishouding’, een begrip dat met name in de jaren in en rond de Tweede Wereldoorlog een veel bredere betekenis dan voorheen zou krijgen.

‘Waterhuishouding’ doelde nu ook op de zorg voor de kwaliteit en niet alleen de kwantiteit van het water. Bij het nieuwe IJsselmeer ging het er onder meer om het prille ‘natuurlijke’ systeem te doorgronden en om naar wegen te zoeken om de kwaliteit van het zoete water aan de behoeften van verschillende gebruikers te laten beantwoorden.

De totstandkoming van het nieuwe IJsselmeer ontketende een verbeterde strijd. Iedereen zag in de grote, nominaal zoete plas de oplossing voor zijn zoetwaternoden. Daarbij deden zich twee problemen voor: ten eerste zou de hoeveelheid water wel eens ontoereikend kunnen zijn en ten tweede zou de kwaliteit ervan, vooral op het punt van zoutgehalte en organische en anorganische verontreinigingen, te wensen kunnen overlaten. Het conflict was niet een simpele strijd tussen sectoren, maar meer een strijd tussen tegenstrijdige functies die soms door één en dezelfde gebruiker

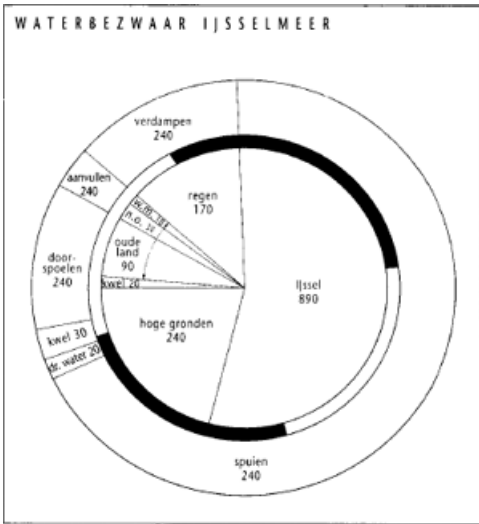
werden verlangd. Het hoofdriool van Amsterdam loosde bijvoorbeeld op het IJmeer. Tegelijkertijd zag Amsterdam het IJsselmeer als een mogelijke nieuwe bron van ruw water voor de drinkwaterbereiding. De landbouw wenste meer bouwland, dus inpoldering, maar het water dat uit de nieuwe polders uitgeslagen zou worden, dreigde zoveel zout te bevatten dat het IJsselmeerwater ongeschikt zou kunnen worden voor het doorspoelen (en dus zoethouden) van de eveneens verzilte boezems waar de boeren hun beregeningswater aan onttrokken.

De eisen voor ruwwater voor de drinkwaterbereiding waren echter nog veel scherper en de drinkwatersector stond dus op het punt van verdergaande inpoldering op nog gespannener voet met de agrariërs dan de agrariërs met zichzelf.

Op 8 april 1931 vergaderde de Vierde Afdeling van het KNAW, die van de Geologisch-Geografische Wetenschappen, over de gevolgen van de onttrekking van drinkwater aan de duinen. De derde spreker, ir. J.G. Bijl, een specialist op het gebied van de water- en zouthuishouding van polders, sprak aan het einde van zijn rede over het belang van het IJsselmeer als zoetwaterreservoir. Hij was bezorgd, net als Pennink twee jaar later, over de zoutbalans en in het bijzonder over de wijsheid van inpoldering in dat licht:

‘Wanneer tevens op de vele uiteenlopende en tegenstrijdige eischen gelet wordt, die thans reeds aan dit meer gesteld worden, als zuiveringsplaats voor afvalwater, prise d'eau voor waterleiding, enz. dan wil spreker eindigen in de hoop, dat een volgende generatie met evenveel dankbaarheid als de tegenwoordige met rechtmatigen trots zal spreken over de groote agrarische onderneming, welker welslagen allen ter harte gaat en niet daaraan de boerenwijsheid zal toevoegen: “Jammer dat men twee ruggen uit één varken heeft willen snijden”.’³

De mogelijke verdeling van het IJsselmeerwater bleef een heet hangijzer zelfs toen de inpoldering van de Noordoostpolder ver gevorderd was en de twee zuidelijke polders aan de orde kwamen. In een bijeenkomst op 21 november 1940 van de Afdeling voor Gezondheidstechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (de club waarin de civieltechnische kanten van de drinkwatervoorziening en riolering regelmatig werden besproken) kwam het tot een eerste treffen. Verschillende watergebruikers, de Dienst der Zuiderzeewerken en de Rijkswaterstaat sloegen elkaar om de oren met uiteenlopende opvattingen over de inrichting en inpoldering van het nieuwe meer. Tijdens de beraadslagingen beschreef één van de sprekers, ir. C. Biemond, directeur van de Amsterdamse



Het beheer van het nieuwe IJsselmeer vereiste nieuwe kennis. In deze figuur wordt het 'waterbezwaar' van het meer gemiddeld per maand over de jaren 1932-1936 weergegeven. De totale aanvoer (en afvoer) bedroeg 1.300 miljoen kubieke meter. De binnenste cirkel geeft de verdeling van aanvoer aan, de buitenste ring de verdeling van afvoer. Op de geblokte ring ertussen vertegenwoordigt ieder blok een hoeveelheid water gelijk aan een schijf van 10 cm over de oppervlakte van het meer. De IJssel nam verreweg de grootste toevoer van water voor zijn rekening, gevolgd door de hoge gronden. Bijna driekwart van de toevoer werd weer via de Afsluitdijk of de Amsterdamse grachten gespuid. Dat liep overigens op tot bijna 90% in de zomermaanden.

Waterleiding, de verwickelingen in termen die sterk anticipeerden op de complexiteit van het huidige 'integraal waterbeheer'.

Biemond vond de verschillende eisen zo tegenstrijdig dat hij opperde om de doelstelling drinkwater maar te laten vallen.

'De toekomstige beheerder van het IJsselmeer zal een zware taak krijgen. Wij hebben gehoord, dat de paling visscherij in het voorjaar een flinke loozing (van zoet water uit het IJsselmeer door de sluisen naar zee, CD) wenscht; de boezembeheerders in Noord-Holland en Friesland willen niet gerantsoeneerd worden in hun aftappingsen, de scheepvaart op den Neder-Rijn vraagt in droge tijden een flinke opstuwing van den IJssel, bovendien wenscht men het IJsselmeer zo zoet mogelijk te houden, het water van de Zuidelijke polders elders heen te zenden, waar ook bezwaren zullen worden gemaakt en tusschen al die klippen zal de beheerder moeten doorzeilen.

Zijn taak zal in niet geringe mate verzaagd worden, wanneer men hem bovendien met de pijnlijke zorgen voor de drinkwatervoorziening belast.

Daarom heeft spreker dat een ongewenste nevendoelelstelling genoemd.²⁴

Andere sprekers leken optimistischer en achtten het snijden van twee ruggen uit dit ene varken misschien toch wel mogelijk. De waterbiologe dr. N.L. Wibaut-Isebree Moens, een van de weinige vrouwen in deze mannenwereld, gaf een beschouwing over het verrassende zelfreinigende vermogen van het nu zoete IJsselmeer aan de hand van reeksen metingen van de vervuiling van de Amsterdamse rioolmond in het IJmeer. Vanuit een biologisch standpunt achtte zij zulke lozingen geen bedreiging

voor de zoetheid van het IJsselmeer, maar ze hield een slag om de arm wat het drinkwater betrof: ‘Nu van het zuidelijk gedeelte van het IJsselmeer nog alles gemaakt kan worden, wat het algemeen belang kan dienen, kan de rechterhand weten, wat de linkerhand doet.

Het moet een voorrecht zijn, aan deze toekomstige bron van zoet water te mogen bouwen.’⁵

Ir. V.J.P. de Blocq van Kuffeler, hoofdingenieur van de Dienst der Zuiderzeewerken, stelde de aanwezigen ten slotte gerust met de mededeling dat - zonder in details te treden - ook zijn Dienst de drinkwatervoorziening van groot gewicht achtte en in het vervolg zijn werkzaamheden in en om het IJsselmeer mede daarop zou afstemmen:

‘Bij een ontwerp dat de toestanden voor langen tijd vaststelt, mag dus ook de mogelijkheid, dat drinkwater aan het IJsselmeer zal worden ontleend, niet over het hoofd worden gezien. Deze beschouwingen leiden tot de conclusie dat het zeker nodig is bij het ontwerpen van Zuiderzeewerken te bevorderen, dat het IJsselmeerwater zo zoet mogelijk zal zijn.’⁶

Om greep op deze situatie te krijgen, was het voor de IJsselmeerbeheerders vanuit de systeemgedachte noodzakelijk om de ‘natuurlijke’ eigenschappen van hun nieuwe schepping te doorgronden. Het IJsselmeer liet zich in eerste instantie beschrijven in termen van een kwantitatieve waterhuishouding.

Hoeveel water kwam er in het IJsselmeer en waar kwam het vandaan? Hoeveel water ging er weer uit en langs welke wegen?

Op basis van een aantal jaren ‘proefdraaien’ met het IJsselmeer had prof. ir. J.Th. Thijssen, hoofdingenieur bij de Dienst Zuiderzeewerken en baas van het Waterloopkundig Laboratorium, een aantal mooie plaatjes van de kwantitatieve waterhuishouding gemaakt. Op de eerste figuur (zie pag. 114) is te zien dat aan de Gelderse IJssel omstreeks de helft van de gehele aanvoer kon worden toegeschreven.

Het tweede plaatje (zie pag. 115) geeft de toenmalige zoutbalans weer. De nieuwe polders waren zonder twijfel de grote boosdoeners. Zelfs de voornaamste bron van ‘zoet water’, de Gelderse IJssel, droeg haar steentje bij, maar haar zoutaandeel was belangrijk kleiner dan haar wateraandeel. Haar zoutgehalte, dat met het zoutgehalte van de Rijn overeenkwam en in Duitsland en Frankrijk werd (en wordt) bepaald, was evenwel laag genoeg om haar bijdrage aan het geheel als een sterk verzoetende invloed te zien. Hoe meer IJsselwater hoe beter.

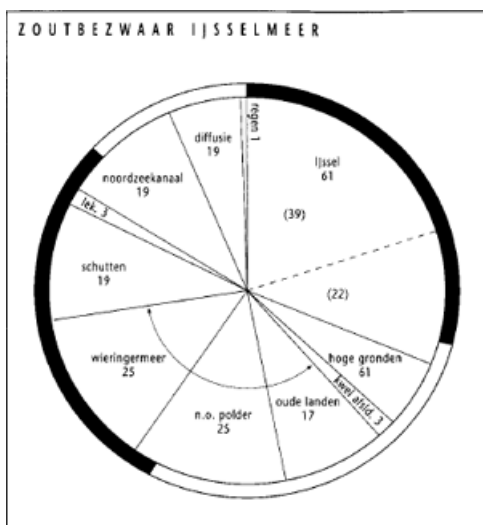
Daar wong de schoen echter weer op een geheel andere plaats. De plannen van de Rijkswaterstaat met de Gelderse IJssel en eigenlijk met het algehele rivierbeheer uit een oogpunt van waterverdeling en scheepvaart, gingen vooralsnog een andere richting uit.

Iets daarvan is zichtbaar in de zojuist geciteerde uitspraak van ir. Biemond. Wat was het geval? Een rechtstreekse verbinding tussen Twente en de Waal, die het moeilijk bevaarbare stuk tussen Zutphen en de IJsselkop zou omzeilen, ging niet door. Toch moest er wat gebeuren met de bevaarbaarheid van de IJssel, wilde men het bestaande gedeelte van de Twentekanalen optimaal benutten. In navolging van de Maasplannen van dertig jaar eerder was er daarom een plan tot kanalisatie van de IJssel uitgedroefd. Dat werd per wetsontwerp van 11 april 1940, nog net voor de Duitse bezetting, bij de Tweede Kamer aangekaart.

De voorgenomen IJsselkanalisatie zou ook een belangrijke uitwerking hebben op de verdeling van het Rijnwater. Na binnenkomst in Nederland splitst de Rijn zich in de Waal en het Pannerdens Kanaal. Vlak voor Arnhem splitst het Pannerdens Kanaal zich wederom bij de IJsselkop in de Nederrijn en de IJssel. Een gedeelte van het Rijnwater stroomt dus via de Waal naar het Hollands Diep, een ander gedeelte via de IJssel naar het IJsselmeer en nog een ander gedeelte via de Nederrijn en de Lek naar de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. Kanalisatie van de Gelderse IJssel zou nu een zekere opstuwning van de rivier, ook aan de IJsselkop, met zich meebrengen. In droge tijden zou daardoor vrijwel geen water door de IJssel stromen. Bijna al het water van het Pannerdens Kanaal zou via de Nederrijn en Lek westwaarts afstromen. Dat leek aanvankelijk gunstig, want het euvel van de verzilting in het Westen vanuit zee was zeker al sinds 1930 in agrarische kringen een punt van grote zorg. Een toename van de afvoer van Rijnwater via de Nederrijn-Lek-route zou vooral de ontluikende glastuinbouw in het Westland zeer ten goede komen. De oprukkende zoutgrens zou als het ware door spoeling met zoet Rijnwater weer teruggedrongen kunnen worden.

Nu echter, in de discussie over de bestemming van het IJsselmeer, bleek de uit scheepvaart- en ontziltingsbelangen voortgekomen IJsselkanalisatie een bedreiging voor de zoutbalans van het IJsselmeer. Thijsse en andere betrokkenen beargumenteerden evenwel dat kanalisatie en de bijbehorende normalisatie per saldo over een jaarcyclus van droge en natte tijden genomen geen verschil in toevoer zou betekenen. Dat was echter geen bewijs dat de IJssel niet dienstiger aan de IJsselmeerbelenen kon worden gemaakt dan ze van nature al was.

Op deze wijze kwamen de nog steeds verkokerde belangen van riolering, drinkwatervoorziening en landbouw toch weer samen in een discussie over de optimale inrichting van een overkoepelend nationaal systeem van zoetwaterverdeling. Het begrip 'waterhuishouding' kreeg in deze periode in civiel-ingenieurskringen een veel bredere betekenis dan voorheen. De toenmalige directeur-generaal



De toekomstige zoutbalans van het IJsselmeer kwam begin jaren veertig ook sterk in de aandacht. In deze figuur wordt een voorspelling gewaagd van de verdeling van zoutbronnen voor het jaar 1950. In totaal werd 196 miljoen kilogram chloor per maand verwacht. De blokken in de buitenste cirkel geven deze hoeveelheid aan als concentraties; elk blok vertegenwoordigt 50 mg chloor per liter water. Grote boosdoeners zijn de nieuwe polders, vooral de Wieringermeer, maar ook het oude land laat zich niet onbetuigd. Het schutten via de Afsluitdijk en het Noordzeekanaal draagt een flinke zoutkorrel bij.

van de Rijkswaterstaat, dr. ir. L.R. Wentholt, zag in deze brede opvatting van waterhuishouding een schone taak voor zijn dienst weggelegd. Al in november 1940 noemde Wentholt twintig verschillende aspecten van de waterhuishouding die betrekking hadden op 'de voeding van kanalen, de vervuiling van openbare wateren, de verzilting in West- en Noord-Nederland en de drinkwatervoorziening van verschillende grote steden'.⁷ Wentholt was van mening dat al deze aspecten nu centraal gecoördineerd moesten worden in een nationaal plan voor de waterhuishouding dat in een optimale benutting van het beschikbare rivierwater zou moeten voorzien.

Hij ging te rade bij verschillende hoofdingenieurs-directeur van zijn dienst en bij de Dienst der Zuiderzeewerken. Alras bleek dat de voorgenomen IJsselkanalisatie een nadelige invloed zou kunnen hebben op de waterhuishouding van het IJsselmeer. Al vrij snel werd het alternatief van de kanalisatie van de Nederrijn geopperd. Thijsse werd gevraagd om dit uit te werken en op 17 december 1940 kwam hij met een kanalisatieplan waarop drie stuwen prijkten.

Een stuw in de Nederrijn niet te ver van de IJsselkop zou de Rijkswaterstaat in staat stellen om juist meer water dan van nature

het geval zou zijn, de IJssel op te sturen. Zo zou zelfs in droge tijden vrijwel al het water dat vanuit de Rijn op het Pannerdens Kanaal kwam, via de IJssel naar het IJsselmeer kunnen worden geloosd. Daarmee zou niet alleen de zoutbalans op het IJsselmeer kunnen worden gered maar ook de bevaarbaarheid van de IJssel. Vanwege de kanalisering zou ook de Nederrijn onder alle omstandigheden bevaarbaar blijven. Vooral Amsterdam was hier groot voorstander van.

Hoewel Noord-Holland, Friesland en Drenthe nu dankzij een zoeter IJsselmeer voor chronische verzilting en verdroging waren behoed, nu het uitzicht op een IJsselmeer als drinkwatervoorraad gehandhaafd bleef en de verdere inpoldering toch gewoon kon doorgaan, zorgde de kanalisatie van de Nederrijn elders echter weer voor problemen. Het hele gebied van de benedenrivieren, maar met name het Westland met zijn gevoelige glastuinbouw, was sterk afhankelijk van afvoer via de Nederrijn-Lek voor het beheersen van de verzilting - in het bijzonder van de oprukkende ‘zouttong’ in de Nieuwe Waterweg.

Als het aan dr. ir. Johan van Veen lag, zou daar spoedig verandering in komen. In het kader van zijn functie bij de Studiedienst der Benedenrivieren hield hij zich bezig met het meten en simuleren van het systeem van de benedenrivieren en met het uitbroeden van plannen om daar verbeteringen in aan te brengen. Die plannen behelsden voornamelijk de afdamming van zeegaten. De verbeteringen hadden aanvankelijk de verhoging van veiligheid tegen overstroming tot doel met, uiteraard, zoveel mogelijk behoud van bevaarbaarheid. Vanaf 1936, toen Van Veen op het verziltingsgevaar in het Westland werd geattendeerd, werd ook dat als een belangrijke doelstelling toegevoegd. In een nota aan Wentholt van april 1941 presenteerde Van Veen een aantal plannen om tot een betere toestand in het gebied onder de Nieuwe Waterweg te komen. Wentholt en ir. F.L. Schlingemann, toen hoofdingenieur-directeur van de Directie Benedenrivieren, gaven de voorkeur aan een plan dat voorzag in de afsluiting van de Brielsche Maas, de Oude Maas, het Spui en de Hollandse IJssel, een plan dat later zou uitgroeien tot het ‘Vijfeilandenplan’. Het idee daarachter was om enerzijds de afvoer naar zee te beperken zodat meer van het Lekwater door de Nieuwe Waterweg zou stromen, anderzijds om door middel van afsluiting van de killen tussen de eilanden en afsluiting van de Hollandse IJssel de zogenaamde ‘vloedkom’ van de Haringvliet en de Nieuwe Waterweg zodanig te verkleinen dat er per getij veel minder zout water naar binnen zou stromen. Met deze aanpassingen van het natuurlijke systeem kon het Westen het periodieke afknijpen van de Nederrijn wel aan.

Wentholt zag de plannen van Van Veen en Schlingemann als een integraal onderdeel van de nieuwe waterhuishouding van Nederland, een door middel van kunstwerken totstandgebracht overkoepelend kunstmatig systeem van ‘de verdeling van het water over heel Nederland’.

Stuwen in de Nederrijn - ‘Een smal lint in de rivier’

De wisselwerking tussen het algemene beleidsniveau en het projectniveau komt in bovenstaand verhaal goed tot uitdrukking. Op een derde niveau, dat van de afzonderlijke kunstwerken, kwam nu ook meer activiteit op gang. Het werd een

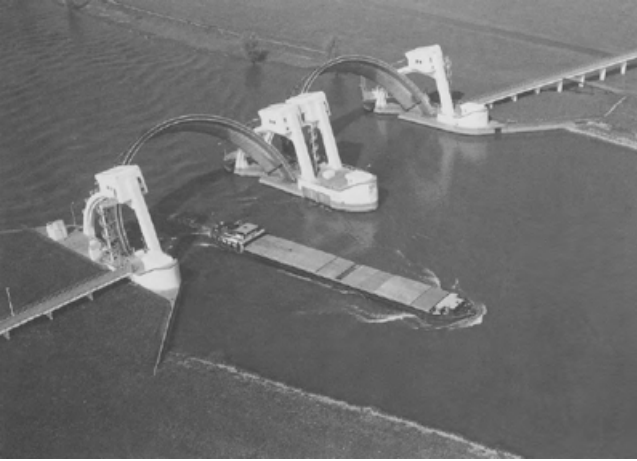
moeilijke materie, want de Rijnkanalisatie was veel ingewikkelder dan de eerdere Maaskanalisisatie. Ten eerste was de Rijnkanalisatie geprojecteerd tussen een bovenrivier met voortdurend wisselende waterstanden en een benedenrivier (de Lek) die aan getijden onderhevig was.

Ten tweede had de Rijnkanalisatie een belangrijke rivierhydraulische en niet alleen een nautische functie. De stuwen in de Nederrijn en de Lek moesten, met andere woorden, niet alleen een zekere vaardiepte (peil) in de stuwpannen handhaven, maar ook de afvoer van de rivier als geheel (en inderdaad ook van de IJssel) regelen. Er werd dan ook meer van deze stuwen gevraagd dan destijds van de stuwen in de Maaskanalisisatie. De Rijnstuwen moesten niet alleen aan de eisen van de moderne scheepvaart voldoen, maar ook aan de eisen van een moderne waterhuishouding op nationale schaal. En ze moesten, zoals blijken zal, eigentijds zijn.

De bouwstop van juli 1942 ontnam elk zicht op een snelle uitvoering van Thijses plan. Wel werd al in de oorlog bij de Directie Bovenrivieren te Arnhem - door ingenieurs van het daarheen gevluchte district 'Tunnelbouw Velsen' - een voorontwerp gemaakt voor de drie Rijnstuwen. De bombardementen in het kader van 'Operation Market Garden' maakten daar evenwel een einde aan; de plannen en tekeningen gingen letterlijk in rook op. Pas in 1950 werd de Rijnkanalisatie weer officieel ter hand genomen. Het nieuwe ontwerptraject voor de stuwen begon met een recapitulerend verslag van ir. A. Eggink, ingenieur van de splinternieuwe Directie Sluizen en Stuwen, aan hoofdingenieur-directeur ir. J.H. van der Burgt van de Directie Bovenrivieren. Onder diens directie ressorteerde namelijk het Arrondissement Rijn en IJssel dat als eerstverantwoordelijke voor de Rijnkanalisatie optrad.

Eggink was reeds bij de eerste voorontwerpen van de stuwen in 1944 betrokken geweest. In zijn verslag uit 1950 meldde hij dat de keuze destijds op de constructie was gevallen die in de scheepvaartopeningen van de bovenste Maasstuwen was toegepast: Poiréejukken met schuiven. Hoewel dit misschien principieel minder wenselijk leek, waren de ervaringen met de Maasstuwen zo gunstig dat er geen praktisch bezwaar tegen ingebracht kon worden. Bovendien was het de goedkoopste en esthetisch 'de beste' oplossing. Grote stuwelementen leken niet in aanmerking te komen omdat men ook hier naar een doorvaartwijdte van ten minste 60 m streefde.

In zijn nota recapituleerde Eggink de redenering die tot dit - op het eerste gezicht toch enigszins merkwaardig - resultaat had



Tussen 1954 en 1970 werden in de Nederrijn en Lek drie grote stuw-sluiscomplexen aangelegd. De bovenste stuw te Driel wordt hier afgebeeld bij een hoge rivierstand en met de markante 'vizierschuif' geheven. Bij kleine afvoeren op de Rijn wordt deze stuw nagenoeg gesloten, waardoor zoveel mogelijk water in de IJssel en het IJsselmeer terecht komt. De overige twee stuwen van de Nederrijnkanalisatie te Mourik en Hagestein dienen hoofdzakelijk om ook bij lage afvoer de vaardiepte te handhaven.

gevoerd. Hij merkte op dat bij het entameren van een nieuwe stuw, een confrontatie met de reeds in de Nederlandse Maas gebouwde stuwen onvermijdelijk was. In het bijzonder doelde hij op het stuwtype te Linne, vanwege de 60 m brede scheepvaartopening. Eggink gaf niet aan welke eisen aanvankelijk aan de doorvaartopeningen voor de Rijnstuwen waren gesteld, maar vermoedelijk waren die dermate streng dat de aandacht vanzelf naar de oorspronkelijke Maasstuwen uitging - en niet naar die van bijvoorbeeld Borgharen of Lith, die doorvaartopeningen van respectievelijk slechts 30 m en 38 m hadden gekregen. Toch was het terugvallen op het reeds twintig jaar oude ontwerp van Linne wel onbevredigend:

‘Het was eveneens onvermijdelijk, dat hierop een reactie volgde, die ten dele een gevolg is van de gevoelsoverweging het anders en dus beter te willen doen, ten dele van de redelijke overweging, dat bij het Poiréetype enige waterbouwkundige dogma's met voeten worden getreden. Er zijn immers moeilijk bereikbare draaipunten onder water, er zijn jukken, die op de stuwrempel geklapt worden zonder dat de zekerheid bestaat dat zich hierop geen zand, grind of voorwerpen bevinden, welke tot onbekende spanningen in draaipunten en jukken aanleiding kunnen geven.’⁸

De ervaring met de Maasstuwen had deze bange voorgevoelens echter gelogenstraft.⁹ Bovendien, wist Eggink te melden, was de hoofdingenieur-directeur van de Directie Benedenrivieren, ir. J. de Vries, destijds hoofdingenieur in het Arrondissement Maas, een ‘warm voorstander van dit type’.¹⁰ Dat de keus alweer op Poiréestuwen viel, is een gevolg van ‘het inzicht, dat de redelijke overwegingen, gezien de vermelde ervaring, niet zwaar mochten wegen’. Bovendien, zei Eggink, was het Poiréetype verreweg het goedkoopste alternatief.¹¹

De esthetische criteria, die toch wel belangrijk lijken te zijn geweest, werden nog eens aangezet in een slotbeschouwing: ‘De stuw bij Doorwerth en die bij Eck en Wiel zullen in de nabijheid van natuurschoonrijke gebieden worden gebouwd. De

Poiréestuw, welke zich slechts als een smal lint in de rivier aftekent, geeft aesthetisch... de fraaiste oplossing.^{9,12}

De plannen van Josephus Jitta

Ir. J.P. Josephus Jitta, die wij reeds kennen van de bouw van de Noordersluis te IJmuiden, had zich ontpopt als de Nederlandse autoriteit bij uitstek op het gebied van sluizen en stuwen. In 1946 werd hij hoofdingenieur van het nieuwe District Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat, gevestigd te Utrecht. Merkwaardig genoeg werd hij, omstreeks de tijd dat het district in 1948 tot directie werd opgewaardeerd, tot hoofdingenieur-directeur bij de Directie van de Waterstaat benoemd - weliswaar nog steeds met Utrecht als standplaats. Als lid van wat het beste als een soort 'waterstaatskabinet' rond de directeur-generaal omschreven kan worden, bewoog hij zich als een soort 'libero' bij het ontwerpen van alle op stapel staande grote stuwen en sluizen. Dat werd hem, binnen een Rijkswaterstaat waarin steeds meer specialistische diensten en directies elkaars intellectuele bevoegdheden betwisten, niet zonder meer in dank afgenomen.

Op 12 mei 1951 informeerde Josephus-Jitta directeur-generaal ir. W.J.H. Harmsen betreffende de keuze van het stuwtype voor de

Nederrijn en Lek. Van de nota werd een afschrift in vijfvoud aan de hoofdingenieur-directeur in de Directie Bovenrivieren, ir. J.H. van der Burgt, verstuurd. Josephus Jitta had zich sinds de jaren dertig in het construeren van zeer grote schuiven bekwaamd en had zeer weinig op met de kleine elementen uit de oude Franse school. Met de Noordersluis te IJmuiden en de grote schutsluizen voor het Amsterdam-Rijnkanaal had hij naam gemaakt. Dit was dan ook precies de kant die hij met de Rijnstuwen op wilde: één of meer grote wielschuiven. Gezien de voorgestelde breedte van de schuiven (minstens 60 m) zou het constructief en hydrodynamisch ongunstig zijn om ze steeds op de loopwielen te laten rusten. Daar kwam volgens Jitta zijn zelfontworpen 'afdrukinrichting' goed van pas. De bestaande toepassing ervan in de Beatrix- en Irenesluizen in het Amsterdam-Rijnkanaal stond het afdrukken (en dus bewegen) echter alleen toe als er nagenoeg geen peilverschil over de deuren stond. Dit was natuurlijk een onzinnige beperking voor een stuw waar vaak mee moest worden gemanoeuvreed. In een vervolgschrijven verzekerde Josephus Jitta hoofdingenieur-directeur Van der Burgt dat een afdrukinrichting die onder alle omstandigheden de grote schuiven kon afdrukken (en dus hefbaar kon maken), 'reeds door mij onder ogen is gezien'.¹³ Aanvankelijk was Jitta aangekomen met een ontwerp voor een schuif van maar liefst 90 m overspanning. Hij vroeg Van der Burgt nu of hij prijs stelde op een voorontwerp van een grote schuif van 80 m.

Zoals gezegd, was het voor de Rijnstuwen direct verantwoordelijke dienstonderdeel niet dat van Josephus Jitta, maar het Arrondissement Rijn en IJssel - en later de Dienst Rijnkanalisatie - onder leiding van de hoofdingenieur ir. L. van Bendegom.¹⁴ Op 26 juni 1951 adviseerde Van Bendegom zijn chef Van der Burgt omtrent de voorstellen van Josephus Jitta. Van Bendegom stelde dat naar zijn idee een voorontwerp voor een schuif van 80 m op dat moment voorbarig was. Hij beriep zich op de noodzaak van voorbereidend modelonderzoek in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium. Daar zouden verscheidene varianten, waaronder ook een grote schuif in de geest van Jitta, onderzocht en onderling vergeleken kunnen worden. Wanneer op grond van het modelonderzoek de keuze op zo'n grote schuif zou vallen, dan kon 'een nadere berekening' volgen.¹⁵ Van Bendegoms advies hield Jitta voorlopig op een veilige afstand, zonder hem bij voorbaat uit te sluiten. De as van het ontwerptraject werd op deze wijze wel door Van Bendegom bevestigd als een lijn tussen het Arrondissement Rijn en IJssel (via de hoofdingenieur-directeur van de Directie Bovenrivieren) en het Waterloopkundig Laboratorium. Rond deze as groepeerden zich echter steeds meer deskundige personen en onderdelen van de Rijkswaterstaat.

Dit bleek al uit de lijst van genodigden voor een bespreking op 7 juli 1951 ten burele van de Directie Sluizen en Stuwen te Utrecht. De bijeenkomst was aangekaart door directeur-generaal Harmsen en moest de nota van Josephus Jitta bespreken. Naast ingenieurs van de Directie Bovenrivieren waren uitgenodigd ir. Josephus Jitta, Prof. ir. P.Ph. Jansen van de Technische Hogeschool Delft, Ir. J.B. Schijf van de Centrale Studiedienst, het hoofd en een ingenieur van de Directie Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat. Met de keuze van dit gezelschap ontstond een verbreding van de deliberaties over de stuwontwerpen voor de Rijnkanalisatie binnen de Rijkswaterstaat. Ir. Schijf van de Centrale Studiedienst was weliswaar al eerder via afschriften van brieven op de hoogte gehouden, maar nu werd ook voor het eerst de

Directie Sluizen en Stuwen formeel bij de afwegingen betrokken. Grote afwezige was nog de sedert 1935 bestaande Directie Bruggen.

Kort hierna informeerde Van Bendegom zijn chef Van der Burgt over zijn eigen visie op de nota in het licht van de bespreking.

Hij zegt het werk van Josephus Jitta te waarderen 'hoewel de conclusies niet ten volle worden onderschreven'.¹⁶ Ook wanneer de voorgestelde zeer grote schuiven niet bij de Stuw te Hagestein worden toegepast, behoudt de nota haar waarde, meent Van Bendegom. 'Uit de nota blijkt namelijk dat grote afsluitorganen ook voor eventuele andere doeleinden mogelijk zijn bij toepassing van buisliggers en speciale afdrukinrichtingen.'¹⁷ Van Bendegom doelt hier op de kering in de Hollandse IJssel die in het kader van Van Veens 'Vijfeilandenplan' al in een vergevorderd stadium van ontwerp was, en misschien ook al op de uitwateringssluizen in de Haringvliet, waar Josephus Jitta zich ook over ontfermde.

Van Bendegom stemt in met Jitta's opvatting dat kleine elementen te Hagestein niet op hun plaats zouden zijn. Hoewel het dan uiteindelijk toch op grote vlakke schuiven zou kunnen uitdraaien, vindt Van Bendegom echter dat de afwijzing van andere grote stelsels in de nota niet voldoende is onderbouwd. Zowel cilinderschuiven als segmentschuiven zijn in ieder geval tot breedten van 50 m te bouwen. Nader onderzoek op dit punt is gewenst. Naast de grote scheepvaartschuif van 90 m had Josephus Jitta nog twee kleinere openingen van 10 m voor de fijnregeling van de afvoer geprojecteerd. Hij had daarvoor aan weerszijden van de scheepvaartopeningen twee kleine segmentschuiven gedacht.

Van Bendegom oppert dat ook de gebruikelijke constructie van dubbele wielschuiven in de overwegingen moet worden betrokken. Het grootste probleem met het voorstel van Josephus Jitta is volgens Van Bendegom niet zozeer de wijze van afsluiting, als wel de configuratie van de openingen. Die 'kan niet worden aanbevolen in verband met hydraulisch alsmede constructief- en beheerstechnische bezwaren'.¹⁸ Aantasting van de oevers en aanzanding in de rivieras is te verwachten. Bovendien is de constructie van de schuif geen routinekwestie. 'Niet gering moet worden gedacht over de constructieve bezwaren, verbonden aan een overspanning van 90 m.' Hoewel de scheepvaart beter gediend is met één enkele grote opening dan met twee kleinere, weegt dit voordeel waarschijnlijk niet op tegen het feit dat met één grote schuif het niet 'onder alle omstandigheden' mogelijk zal zijn de scheepvaart-

opening vrij te maken. Gezien de scheepvaartbelangen kan in ieder geval de oplossing met de grote opening ‘nog niet geheel worden afgewezen’.

Josephus Jitta had ook nog een tweede configuratie voor ogen.

Deze oplossing telde ook drie openingen: twee scheepvaartopeningen van 50 m waartussen een afvoeropening van 10 m. Met de aantekening dat de afvoeropening wellicht te krap is gedimensioneerd, stelt Van Bendegom zich achter deze configuratie. ‘Dit type komt in de eerste plaats voor nader onderzoek in aanmerking.’

In de rest van de brief tast Van Bendegom naar een werkbare verdeling van zeggenschap over het ontwerpproces - een verdeling waar in ieder geval geen plaats meer moet zijn voor het ongeleide projectiel Josephus Jitta. ‘Naar gemeend wordt kan hiermede het algemene onderzoek naar de mogelijke stuwtypen worden afgesloten, zodat de taak van de Heer Jitta als voltooid kan worden beschouwd.’¹⁹ Het ‘nadere onderzoek’ naar de tweede oplossing zou volgens Van Bendegom door het Waterloopkundig Laboratorium en door de constructeur van het kunstwerk dienen te geschieden. Het Waterloopkundig Laboratorium had reeds opdracht gekregen tot het verrichten van modelonderzoek. De constructeur voor de sluisen en stuwen was nog niet aangewezen. Van Bendegoms opvatting is dat ‘deze werkzaamheden ressorteren onder de Directie Sluisen en Stuwen’.

Daags na deze missive reageerde Josephus Jitta in een brief aan de directeur-generaal op eerdere bezwaren van Van der Burgt inzake de onmogelijkheid om de stuwschuiven voor de Nederrijn ook bij groot verval op te trekken. Naar Jitta de directeur-generaal laat weten, acht Van der Burgt het bovendien wenselijk om de meest stroomafwaartse stuw bij Krimpen zelfs bij averechts verval (vanwege de daar nog heersende getijden) vrij te kunnen maken. Bovendien werd een schuif van 80 m, in plaats van Jitta's oorspronkelijke 90 m, voldoende geacht. Jitta beklagt zich bij de directeur-generaal dat zelfs na zijn verzekering aan Van der Burgt dat ‘een en ander te verwezenlijken is zonder principiële wijziging der plannen’, Van der Burgt het ‘niet nodig achtte van mij een geamendeerd plan te ontvangen’.²⁰ Desondanks heeft Jitta dat plan verschaft omdat de daarin verwerkte afdrukinrichting toch moest worden uitgewerkt voor ‘de door mij ontworpen stormstuwen’.²¹ Er volgen enkele technische details en een raming van de kosten. Hij laat de directeur-generaal weten dat afschriften van de brief en het ontwerp zijn verstuurd aan Van der Burgt, aan prof. ir. P.Ph. Jansen en aan de ambtsvoorganger van de nieuwe directeur-generaal, ir. A.G. Maris. ‘Op verzoek’, sluit Jitta ten slotte af, is ook een exemplaar van brief, ontwerp en de eerdere nota verstuurd aan prof. J.Th. Thijsse, hoofd van het Waterloopkundig Laboratorium. Jitta deed duidelijk zijn best om in ieder geval niet ongemerkt van het toneel te verdwijnen.

In de vergadering van 7 juli had Van der Burgt, geheel in de geest van Van Bendegom, een pleidooi gehouden voor het overhevelen van het ontwerpwerk naar de Directie Sluisen en Stuwen. Hij prees het werk van Josephus Jitta dat ertoe had geleid dat de keuze van het toe te passen stelsel nu sterk was ingeperkt. Toch, zoals hij de directeur-generaal in een nabeschuiving op 28 juli 1951 schreef:

‘Met alle waardering voor de door Ir. Josephus Jitta in deze verrichte arbeid, ben ik van mening, dat het thans gewenst is, de verdere uitwerking van dit probleem op te dragen aan de directie Sluisen en Stuwen in nauwe

samenwerking met de Dienst van de Rijnkanalisatie en de adviseurs op hydraulisch en riviertechnisch gebied.’²²

Van der Burgt gaf de directeur-generaal tot slot in overweging:

1) om Josephus Jitta mede te delen dat zijn opdracht in deze zaak is voltooid, maar ‘dat ik, wanneer dit nodig mocht zijn, nog gaarne t.z.t. een beroep op hem zal doen’;
2) om de hoofdingenieur-directeur van de Directie Sluizen en Stuwen opdracht te geven tot uitwerking van de plannen voor de sluizen en stuwen in de Nederrijn, een en ander in nauwe samenwerking met de hoofdingenieur belast met de dienst van de Rijnkanalisatie (Van Bendegom) en zijn adviseurs op hydraulisch en riviertechnisch gebied (J.B. Schijf enerzijds en ir. K. van Til en prof. P.Ph. Jansen anderzijds).

In ‘Besprekingsrapport no. 1’ van het mondeling onderhoud op het Waterloopkundig Laboratorium van 2 augustus 1951 wordt door ir. Van Til van de Studiedienst van de Directie Bovenrivieren medegedeeld dat de proeven voor de stuw te Vreeswijk (later Hagestein) binnenkort zullen aanvangen. Begonnen wordt met een proef in de glazen goot om ‘het idee-Van Bendegom’ te toetsen. Dit idee was een gebogen schuif in de afvoeropening - het eerste spoor van de markante constructie die uiteindelijk gekozen zou worden.

Daarna geven de archieven enige tijd niet thuis. Dit hangt vermoedelijk samen met de opvolging van Van der Burgt door ir. E.M.H. Schaank. Op 2 november 1951 werd een tweede bijeenkomst te Utrecht gewijd aan de bekende nota van Josephus Jitta. Schaank, die voorzat, begon met Jitta te vragen in hoeverre hij met Van der Burgts brief van 28 juli kon instemmen. Jitta constateert dat in het algemeen de conclusies uit zijn nota zijn overgenomen. Hij geeft toe dat een door hem geopperde wielschuif van 110 m met vijf secundaire schuiven een wat ingewikkelde constructie is, maar houdt vol dat een schuif van 80 m met aan weerszijden een segmentschuif aan alle eisen voldoet. De aangevoerde hydraulische bezwaren berusten zijns inziens op het misverstand dat de gehele maximale afvoer van $800 \text{ m}^3/\text{sec}$. door de twee kleine zijopeningen zou moeten. De bedoeling is echter om met de grote schuif grof te regelen en de kleine openingen alleen voor fijnregelen te gebruiken. Aldus kan de afvoer over de gehele breedte van de rivier worden verdeeld. ‘Deze wijze van regelen is, aldus ir. Jitta, mogelijk geworden, doordat de grote schuif



Met de ingebruikneming van de Haringvlietsluizen in 1971 werd het hoofdsysteem voor de verdeling van het Rijn- en Maaswater over “heel Nederland” voltooid. Sleutelconstructies waren de stuw te Driel en de Haringvlietsluizen. De stuw te Driel verdeelde het water van het Pannerdens Kanaal over de IJssel (en het IJsselmeer) en de Nederrijn-Lek. De Haringvlietsluizen konden Maas- en Rijnwater naar de Nieuwe Waterweg dirigeren om het indringen van zout water te bestrijden.

van 80 m bij het grootste verval bewogen kan worden.²³ Jitta wijst erop dat deze laatste mogelijkheid tijdens de laatste vergadering niet bekend was en dat dat de oorzaak van de kritiek is geweest.

Na cilinder- en segmentschuiven als minder wenselijke alternatieven terzijde te hebben geschoven, protesteerde Jitta tegen de voorgenomen toedeling van taken. In de notulen staat:

‘Vervolgens, aldus ir. Jitta, lees ik in meergenoemde brief van ir. Van der Burgt, dat ik, met alle waardering voor de in deze door mij verrichte arbeid, aan de dijk word gezet. Ir. Jitta is het hier niet mee eens en vindt, dat het nader onderzoek tot zijn taak behoort.²⁴ Schaank oppert wijselijk dat dit ‘een kwestie is van het beleid van de directeur-generaal’ en dat het deze vergadering niet aangaat.

Daarna ontstaat een discussie over de configuratie van openingen, waarin prof. Jansen zich achter twee openingen van 50 m schaart in plaats van één grote opening van 80 m. ‘Men moet niet vergeten ... dat een stuwafsluiting van 80 m ver uitgaat boven wat normaal gebruikelijk is, terwijl men bovendien bij één grote afsluiting alles op één kaart zet.’²⁵ Van Bendegom voegt toe dat uit scheepvaartogpunt zelfs twee openingen van 45 m toelaatbaar zijn.

Afsluitend concludeert de voorzitter dat hij akkoord kan gaan met de brief van zijn ambtsvoorganger Van der Burgt, behoudens de aantekening van Josephus Jitta over de afvoer.

In de rondvraag komt Jitta terug op zijn claim dat het nader onderzoek tot zijn competentie behoort. Hij acht zich in staat om binnen een maand een verslag over cilinder- en segmentstuwen gereed te hebben. Schaank herhaalt dat ‘zijns inziens het voorbereidend werk gereed is en dat hij meent de brief van ir. Van der Burgt te

kunnen aanhouden... en dat naar zijn mening hetgeen verder gedaan moet worden het beleid van de directeur-generaal betreft'.²⁶

Onder regie van de Directie Sluizen en Stuwen

Directeur-generaal Maris liet er geen gras over groeien en in een derde bijeenkomst op 12 maart 1952 zorgde hij dat er spijkers met koppen werden geslagen. Inrichting en dimensionering van de stuwen werden, althans voorlopig, vastgesteld. De twee openingen van circa 45 m zouden vermoedelijk het beste met wielschuiven kunnen worden afgesloten. Modelproeven in het Waterloopkundig Laboratorium zouden uitsluitsel geven. Aangaande de verdeling van verantwoordelijkheden werd bepaald dat de Dienst Rijnkanalisatie zou optreden als algemene coördinerende directie. De dienst zou samen met zijn adviseurs en aan de hand van de modelproeven de nautische en rivierkundige eisen voor de stuw vaststellen.

De Directie Sluizen en Stuwen zou optreden als constructeur.

Josephus Jitta had geen formele taak, maar mocht vermoedelijk zijn licht laten schijnen waar en wanneer hem dat goeddunkte.

Helaas was het Waterloopkundig Laboratorium zwaar overbelast en was er voorlopig geen plek om een bruikbaar model op te stellen. Vervolgens kwam de watersnood van februari 1953, waardoor een grote wissel op beschikbare faciliteiten en menskracht werd getrokken. Daardoor stokte de Rijnkanalisatie.

Bij de dienst zelf werd echter doorgedacht en op 28 oktober 1953 kwam Van Bendegom met een nota over de doelstellingen van de Rijnkanalisatie en de daarvan af te leiden wijze van afvoer.

Vanwege de primaire doelstelling van de kanalisatie - regeling van de afvoer via de IJssel met behoud van bevaarbaarheid van de Nederrijn - zou het kunnen voorkomen dat, ondanks een hoog peil bij de IJsselkop, er nog steeds een minimumafvoer door de Nederrijn (en dus een maximale afvoer door de IJssel) nagestreefd zou worden. Voor de bovenste stuw in de kanalisatie zou dat betekenen dat er over een bovenpeilverschil van ongeveer 3 m steeds de minimumafvoer zou moeten kunnen worden aangehouden. Van Bendegom stelde dat zoiets, met de tot dan toe heilig verklaarde overstort, constructief onmogelijk zou zijn. Na complexe overwegingen over de functies en ligging van alle drie de stuwen concludeert Van Bendegom dat de grote schuiven volgens het principe van onderafvoer moeten werken. De schuiven kunnen dan geleidelijk uit het water worden gelicht, om grove trappen in waterafvoer te realiseren. De nauwkeurige regeling van

afvoer en peilen zou dan met een fijnregeling in de middenpielen moeten geschieden. Deze fijnregeling moet zowel voor onder- als bovenafvoer geschikt zijn. Van Bendegom deed vrij laconiek over de keuze voor onderafvoer. De reden is waarschijnlijk de inmiddels opgedane ervaring met onderafvoer bij het heffen van de Maasstuwen, bij de uitwateringssluizen in de Afsluitdijk en met de verschillende grote sluisdeuren uitgevoerd als hefbare vlakke wielschuif, zoals te Born in het Julianakanaal en in de Twentekanalen. Al deze sluisen lozen rechtstreeks door het heffen van de deuren (dus niet via riolen) en de ervaring met de optredende stroombeelden en turbulentie is kennelijk voldoende geruststellend om op een meer ontspannen manier dan vroeger over onderafvoer te denken. De tijden waren in vele opzichten veranderd, met name omdat er nu modelproeven konden worden gedaan om verschillende stroombeelden ‘uit te proberen’.

De complexiteit van de Rijnkanalisatie vergde vernuftige maar bovenal handzame en eenvoudig te bedienen stuwen. Ze vergde ook een integrale kijk op het IJssel-Nederrijn-Lek-complex als een samenhangend systeem van peilen en afvoeren. De bediening van elke stuw was niet langer eenvoudig een kwestie van het handhaven van een bepaald peil, maar moest worden uitgedokterd aan de hand van steeds wisselende vragen naar water en steeds wisselende waterstanden op het Pannerdens Kanaal. Het ambachtelijke ‘oog van de stuwmeester’ kon in een zodanig waterstaatkundig gecompliceerde setting als de Nederrijnkanalisatie niet langer borg staan voor een adequate bediening. Ook deze functionaris moest zijn werkelijkheid voortaan naar de eisen van een model inrichten. Zoals Van Bendegom het stelde:

‘Bij een gecompliceerde kanalisatie als van de Neder Rijn-Lek is het niet meer mogelijk aan het oog van de stuwmeester over te laten welke waterstand boven de stuw moet worden ingesteld. De te verrichten manipulaties moeten worden afgeleid uit afvoertabellen, die van te voren moeten worden opgesteld, en die wellicht wijzigingen zullen ondergaan aan de hand van de praktijk.’²⁷

De Haringvlietsluizen

De kanalisatie van de Nederrijn was in eerste instantie bedacht vanuit de behoefte om bovenstreams iets aan de toestroom van water naar het IJsselmeer te doen. Daarbij kwam de toevoer naar de Nieuwe Waterweg in de knel, hetgeen de verzilting aldaar geen goed deed. De voorgenomen oplossing tot aan februari 1953 was Van Veens ‘Vijfeilandenplan’. Dat hield in dat het getijdenwater tegen de onderste stuw van de Nederrijnkanalisatie te Hagestein zou klotsen. Om het verziltingsgevaar in die streken op afstand te houden, zou een zekere minimumafvoer via de Nederrijn moeten worden gehandhaafd. De daar nog heersende getijden gaven extra complicaties bij het ontwerpen van Hagestein, met name in extreme situaties, omdat dan af en toe hoogwater aan de ‘verkeerde kant’ gekeerd zou moeten worden.

Met het Deltaplan veranderde alles. De afsluitingen van de zeegaten werden nu verder zeewaarts gepland en door middel van ‘compartimentering’ zou achter met name de Haringvlietdam een groot zoetwaterbekken ontstaan bestaande uit de Haringvliet en het Hollands Diep. Daar mondde zowel de Maas als de Waal op uit. Met de veelzijdige spuisluizen in de Haringvlietdam, die eigenlijk ook als stuwen dienst deden, kon het peil van dit zoetwaterbekken binnen zekere grenzen worden geregeld. Het bekken was via de Dordtse Kil en de Noord verbonden met het Nederrijn-Lek-Nieuwe Maas-systeem en van daaruit ook met de Nieuwe Waterweg.

Dit gaf weer nieuwe mogelijkheden tot het verdelen van rivierstromen en het bestrijden van verzilting langs de Nieuwe Waterweg. Door het gesloten houden van de schuiven in de Haringvlietluis kon het peil van de boezem Haringvliet-Hollands Diep worden opgezet, waardoor het daarin opgeslagen Waal- en Maaswater via de route Dordtse Kil-Noord-Nieuwe Waterweg naar zee zou stromen. De stuw te Hagestein voorkwam dat het water de Nederrijn op stroomde. Door deze alternatieve routing van Rijn- en Maaswater en de opslag van een grote zoetwatervoorraad in het zuidwesten (een soort tweede IJsselmeer), was ter bestrijding van verzilting in het Westen de afvoer van Rijnwater via de Nederrijn niet langer nodig en kon voortaan in droge tijden al het aan de IJsselkop beschikbare water via de IJssel naar het immer dorstige IJsselmeer toe worden geloofdst.

C. Disco

Eindnoten:

- 1 Dit verhaal gaat voorbij aan een andere mogelijkheid om de spanning te reduceren en dat is natuurlijk de zuivering van het rioolwater. Daar is ook in deze eeuw zeer veel aan gedaan, met een ware hausse in de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties in de jaren zeventig.
- 2 J.M.K. Pennink, ‘Over den Noord-Oost-Polder en de drinkwatertoekomst’, in: *De Ingenieur*, 9, 1933 (3/3/33), A. 87.
- 3 J.G. Bijl, Toespraak bij een conferentie van de Vierde Afdeling KNAW, Geologisch-Geografische Wetenschappen. ‘De verdeling van zoet en zout water in Nederland's bodem en de invloed, daarop uitgeoefend door menselijk ingrijpen’, in: *De Ingenieur* 19, 1931 (8/5/31), A. 167.
- 4 C. Biemond, ‘Vraagstukken op het gebied der Gezondheidstechniek die aan het IJsselmeer verbonden zijn’. Voordracht gehouden voor de Afdeling Gezondheidstechniek van het KIVI 21/11/40. In: *De Ingenieur* 13, 1941 (21/3/41). G. 54.
- 5 N.L. Wibaut-Isebree Moens, ‘Het IJsselmeer als ontvangbassin voor afvalwater, in verband met zijn zelfreinigend vermogen’. Voordracht gehouden voor de Afdeling Gezondheidstechniek van het KIVI, 21/3/40. In: *De Ingenieur*, op. cit., G. 37.
- 6 V.J.P. de Blocq van Kuffeler, ‘Beraadslagingen bij de vergadering van de Afdeling Gezondheidstechniek van het KIVI, 21/3/40’. In: *De Ingenieur*, op. cit., G. 47.
- 7 A. Waalewijn, *Achter de Bres. De Rijkswaterstaat in Oorlogstijd* ('s-Gravenhage 1990), 81.
- 8 A. Eggink, ‘Rijnkanalisatie. Typen en Afmetingen van de Stuwen’. Nota bij brief HID R. Mulder aan HID H.J. van der Burgt, d.d. 22/3/1950, nr. 1132. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren (ingang 0377), Inv. 613.
- 9 Dit doet de vraag rijzen in hoeverre de steeds terugkerende litanie van de gevaren en tekortkomingen van kleine elementen deel uitmaakt van een ideologie die werd gepropageerd door waterbouwkundigen die geen eer zagen in het ontwerpen van stuwen volgens bekende en bescheiden principes.

- 10 Dit lijkt moeilijk te rijmen met diens stugge verzet tegen Ringers' denkbeeld om 'kleine elementen' (met name het kleppensysteem van Chanoine-Pascaud) toe te passen bij de Stuw te Lith. Het lijkt niet aannemelijk dat De Vries kleine elementen verwierp slechts om het goede humeur van zijn ondergeschikte P.Ph. Jansen te bewaren.
- 11 Het is misschien niet vergezocht om de vigerende oorlogsomstandigheden bij de evaluatie van de gedane keuzes te betrekken. De wens om iets oorspronkelijk Nederlands te doen (althans niet al te expliciet bij anderen afgekeken), het gebrek aan perspectief op een nationale staalconstructie-industrie die in staat zou zijn om de nodige grote elementen te fabriceren, de onzekerheid over financiën, ze zullen allemaal wel een stempel hebben gedrukt op de besluitvorming omtrent het meest geschikte stuwtype.
- 12 Eggink, 'Nota Rijnkanalisatie', 4.
- 13 Brief Hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat, ir. J.P. Josephus Jitta, aan Hoofdingenieur-directeur in de Directie Bovenrivieren, ir. J.H. van der Burgt, d.d. 15 juni 1951. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren, Inv. 613.
- 14 Van Bendegom had met Eggink en ir. J. van de Kerk samengewerkt aan het nooit voltooide voorstel voor de Rijnkanalisatie uit 1944.
- 15 Brief Hoofdingenieur Arrondissement Rijn en IJssel, L. van Bendegom, aan HID Bovenrivieren, 26 juni 1951. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren.
- 16 Brief Hoofdingenieur L. van Bendegom aan HID Bovenrivieren J.H. van der Burgt, 19 juli 1951. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat, Directie Bovenrivieren.
- 17 Van Bendegom aan Van der Burgt 19/7/51. Met deze opmerking geeft Van Bendegom aan welke specifieke technische middelen Josephus Jitta in staat stelden om zulke grote schuiven te ontwerpen. De 'buisligger' is een soort vakwerkligger die is samengesteld uit buizen (in plaats van de traditionele - en asymmetrisch vervormbare - L-, T-, I- en U-profielen). Buisvormige elementen zijn nu mede mogelijk vanwege de sterk toegenomen vaardigheid in het maken van elektrisch gelaste verbindingen. De 'afdrukinrichtingen' zijn constructies waardoor de statische krachten die op de schuif worden uitgeoefend en die in normaal bedrijf door de sponningen en drempels in het stuwlichaam worden opgevangen, tijdelijk door wielen worden opgevangen, waardoor de schuif op en neer kan worden bewogen.
- 18 Van Bendegom aan Van der Burgt 19/7/51.
- 19 Van Bendegom aan Van der Burgt 19/7/51.
- 20 Brief HID Josephus Jitta aan Directeur Generaal RWS, 20 juli 1951. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren. Inv. 613.
- 21 Jitta aan DG 20 juli 1951. Vermoedelijk doelt Jitta hier op schuiven die in kunstwerken van de voorlopers van het Deltaplan zouden worden gebruikt. De stormvloedkering (die Jitta terecht nog een stormstuw noemt) in de Hollandse IJssel, waar al in december 1953 een aanvang mee werd gemaakt, is een vlakke schuif van 80 m breedte.
- 22 Brief HID Bovenrivieren Van der Burgt aan directeur-generaal RWS, 26 juli 1951. Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren, Inv. 613.
- 23 'Kort verslag van de 2e bespreking van de nota van ir. J.P. Josephus Jitta, betreffende de keuze van het stuwtype voor de Neder-Rijn en de Lek, op Vrijdag 2 november 1951, te Utrecht', Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren, Inv. 613.
- 24 'Kort Verslag 2e bespreking'.
- 25 'Kort Verslag 2e bespreking'.
- 26 'Kort Verslag 2e bespreking'.
- 27 Nota behorende bij brief Van Bendegom aan HID Bovenrivieren, 28 oktober 1953, Rijksarchief Gelderland, Archief Rijkswaterstaat Directie Bovenrivieren. Inv. 613.



De vaarverbinding tussen Amsterdam en de Rijn onderging in de negentiende en twintigste eeuw drie keer een ingrijpende verandering. Tussen 1931 en 1952 kwam de derde uitvoering, het Amsterdam-Rijnkanaal, tot stand. Allerlei kunstwerken waren nodig om de belendende waterschappen aan de nieuwe situatie aan te passen, waaronder dit gemaal te Ravenswaay tegenover Wijk bij Duurstede.

6 Grote projecten en subtiële afwatering^{end}

Een olifant in een porseleinkast: het Amsterdam-Rijnkanaal
Provinciale invloed: de afsluiting van de Lauwerszee
Zelfde ontwerp, andere functie: de Twentekanalen
Zelfde functie, ander ontwerp: de afwatering van de Dongepolders
Het waterschapsbestel onder druk

Na het mislukken van de geallieerde luchtlandingen bij Arnhem in september 1944 bleek Nederland in een uithoek van het oorlogsfront te liggen.¹ Het zuiden werd in de maanden daarna bevrijd.

Het noorden raakte steeds meer ontwricht. Het verkeer lag stil, er was gebrek aan voedsel, steenkolen, gas en elektriciteit en de bevolking leed honger. Er dreigde nog een ander gevaar. Het gebrek aan energie zou de gemalen tot stilstand dwingen. De rioolgemalen in de steden waren al stilgelegd. De andere werden met kunst- en vliegwerk gaande gehouden. In Noord- en Zuid-Holland bleek dat slechts mogelijk door kleine hoeveelheden achtergehouden dieselolie te vermengen met teerolie van de stilliggende asfaltfabrieken.² Het baatte niet. Een aantal poldergemalen kwam stil te staan; de rest zou binnen enkele weken volgen. Alleen op de ouderwetse windmolens kon nog worden vertrouwd. Delen van Noord-Nederland liepen reeds onder water. Vanaf begin 1944 hadden de Duitsers bovendien een reeks inundaties gesteld om een invasie van geallieerde troepen te voorkomen. Het mooie weer, de onverwacht snelle capitulatie van Duitsland op 4 mei en het feit dat de bevrijders dieselolie meebrachten voor de gemalen, voorkwamen echter op het nippertje een ramp.³

Deze vergeten geschiedenis toont de kwetsbaarheid van Nederland. Zonder waterkeringen en bemaling zou de helft van het land geregeld onder water staan. Een complex systeem creëert een kunstmatig land dat zorgt voor droge voeten. Het systeem is niet alleen kwetsbaar, maar ook subtiel. Elke sloot vervult erin essentiële functies, namelijk de afwatering van een perceel en de handhaving van een gunstige grondwaterstand. Een gunstige grondwaterstand is nodig om tot een optimale productie in de landbouw te komen. Met een slecht onderhouden sloot benadeelt de boer niet alleen zichzelf, maar ook zijn collega's. Het waterschap houdt er dan ook scherp toezicht op.

Afwatering is een worsteling met een groot aantal functies en belangen: veiligheid, landbouw, scheepvaart, bewoning en economie. Het omgaan hiermee brengt subtiële verhoudingen voort, verhoudingen die zijn beoefend in een eeuwenlange praktijk. Door de omgevingsdynamiek stond deze praktijk voortdurend onder druk. In de twintigste eeuw waren de beproevingen veelvuldig: grote projecten, technische veranderingen, sterke actoren, grote rampen, een groeiende bevolking, uitbreidende steden, economische groei en industriële vervuiling. In dit hoofdstuk zijn wij geïnteresseerd in de gevolgen van grote projecten voor de lokale afwatering. Grote waterstaatkundige en infrastructurele projecten zetten de lokale situatie vaak volledig op zijn kop en vereisen een nauwgezette inpassing.

end Rijksarchief Utrecht, archief Rijkswaterstaat in Utrecht. inv. no. 794 en 795.

Hoe verlopen dergelijke processen binnen de Nederlandse omstandigheden?

Een olifant in een porseleinkast: het Amsterdam-Rijnkanaal

Rijk, provincie en waterschap kwamen pas rond 1900 tot harmonieuze verhoudingen in de waterhuishouding. Voorheen echter genoten de waterschappen, de centrale actoren in de afwatering, een hoge mate van autonomie. Zij stonden onder direct toezicht van de provincies, die ook hadden gezorgd voor een meer uniforme waterschapsreglementering. Het Rijk had het oppertoezicht. Rijk en provincies hadden vooral invloed door het verstrekken van subsidies voor ingrepen die de draagkracht van de



Ook in de negentiende eeuw vroeg de bouw van grote, infrastructurele projecten om inpassing in de lokale waterstaatkundige toestand. Dat was vaak een moeizaam proces. Bij de aanleg van het Merwedekanaal tussen 1881 en 1889 onderhandelde de Rijkswaterstaat met meer dan 40 instanties. Resultaat was onder andere deze grondduiker die een sloot onder het nieuwe kanaal moest voeren.

waterschappen te boven gingen. Verder moesten de waterschappen zich houden aan de wetgeving die de gang van zaken rond belangrijke waterstaatkundige problemen regelde, bijvoorbeeld de rivierenproblematiek. Voor het overige echter hadden hogere overheden weinig zeggenschap over de waterschappen. Het Rijk werd daar in de negentiende eeuw meer dan eens mee geconfronteerd. Wanneer waterbouwkundige projecten na langdurige besluitvorming uiteindelijk het parlement waren gepasseerd, begon een geheel nieuw traject met de waterschappen. Het algemeen belang kon hier het lokale belang zeker niet gemakkelijk ter zijde schuiven.

Zo had de Rijkswaterstaat bij de aanleg van het Merwedekanaal - de voorganger van het Amsterdam-Rijnkanaal - tussen 1881 en 1889 moeten onderhandelen met 43 instanties, voor het merendeel waterschappen. Dat ging moeizaam, vooral omdat de waterschappen wisten dat zij eisen konden stellen. Het Rijk moest gaande het proces hoge compensatiebedragen betalen en buitengewone werken bouwen.⁴ Het beschikte niet over de juridische middelen om de organisaties tot een compromis te dwingen.

Ook bij de aanleg van de spoorwegen tussen 1860 en 1890 was men op dit probleem gestuit. Het was de aanleiding voor de Belemmeringenwet van 1899. Tot dan toe moest het Rijk met elk waterschap een notariële overeenkomst aangaan waarin werken en voorwaarden werden omschreven. Het afdwingen was een lange weg. Na 1899 kwam de aanvraag van Rijksweg voor een ontheffing of een vergunning nog altijd bij het waterschap terecht. De lagere overheden waren nu echter verplicht de ontheffing te verlenen indien de werkzaamheden nodig waren voor het werk 'in het openbaar belang bevolen of ondernomen'. Hetzelfde gold voor de vergunning. Wel konden voorwaarden worden gesteld, maar die moesten in direct verband staan met de werken.⁵ Dat betekende overigens niet dat het Rijk nu een vrijbrief kreeg.

De Rijkswaterstaat realiseerde zich terdege dat de invloed van de waterschappen was beknot, maar ook dat zij nauwgezet, zorgvuldig en open met de waterschappen moest omgaan.

Na verloop van tijd voldeed het Merwedekanaal niet meer aan de behoeften van de scheepvaart zodat een nieuw kanaal gewenst was. Dit werd het Amsterdam-Rijnkanaal. Pas bij de bouw ervan kwam de Rijkswaterstaat de

waterschappen weer tegen; het waren er nu 25 op het gedeelte tussen Amsterdam en Vreeswijk. Tijdens de besluitvorming over het nieuwe kanaal, die van 1915 tot 1931 duurde, speelden de waterschappen echter geen rol van betekenis. Hier figureerden ondernemers, Kamers van Koophandel, provincies, Defensie, gemeenten, het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en anderen. Nadat het traject en de hoofdlijnen van het ontwerp door het parlement bij wet waren vastgesteld, begonnen de onderhandelingen over de verdere uitwerking van de financiering, de grondverwerving, de uitvoering, het beheer en de detaillering van het kanaal. Nu kwamen de waterschappen in actie en wederom diverse gemeenten, provincies en Defensie.⁶ Die onderhandelingen brachten nieuwe elementen in het ontwerp.

Zo eiste Defensie de nodige voorzieningen omdat het nieuwe kanaal dwars door de Nieuwe Hollandse Waterlinie liep. Dat betekende dat de afmetingen van de dijken langs het kanaal aangepast moesten worden en er enkele keer- en schutsluizen nodig waren. Daarnaast moest even ten zuiden van de splitsing tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het Lekkanaal bij Jutphaas een 'plofsluis' worden gebouwd. Dat was een betonnen bak met een dunne bodem, gevuld met stortsteen, op pijlers in het kanaal. In geval van oorlog en inundatie kon met springladingen de

bodem uit de bak worden geblazen en zou het stortsteen het kanaal in één keer afsluiten. Dat zou voorkomen dat het inundatiewater via het Amsterdam-Rijnkanaal zou wegstromen.⁷

Voor de meeste waterschappen had de afwatering van hun gebied vanzelfsprekend de hoogste prioriteit. Deze prioriteitstelling zien we terug in de door hen aan het Rijk verstrekte vergunningen.

Allereerst waren er bepalingen die betrekking hadden op de aanleg van werken. Nauwkeurige omschrijvingen werden opgenomen van dijkprofielen, maten van duikers, afmetingen van bermsloten, aansluitingen van oude op nieuwe watergangen, de bouw van gemalen en het verbinden van doorsneden polders door grondduikers onder het kanaal door. Alles zoveel mogelijk op kosten van het Rijk. In zeer veel gevallen wilden de waterschappen de volgorde van de aanleg van werken binnen hun gebied meebepalen. Verder eisten zij in een aantal gevallen een beproeving van de nieuwe situatie voordat de definitieve vergunning werd afgegeven. In alle gevallen was bepaald dat het oude bemalingssysteem niet mocht worden geruimd of vergraven vóór de nieuwe situatie door het waterschap in orde was bevonden. Dan nog wenste het waterschap garanties voor de doelmatigheid in de toekomst alsook gevrijwaard te worden voor alle schade die mogelijk nog kon ontstaan. Een tweede categorie van voorwaarden had betrekking op het beheer, onderhoud en toezicht. Het beheer van afsluitbare duikers, keersluizen en dergelijke moest door de waterschappen gebeuren. Het onderhoud van de nieuwe werken was meestal voor het Rijk, evenals de kosten daarvan. Het waterschap verlangde verder toezicht op het werk, of vrije toegang tot het werk door bestuursleden. Tot slot was er een categorie voorwaarden die meer specifiek waren gericht op afzonderlijke waterschappen, bijvoorbeeld het aanleggen van een jaagpad langs het nieuwe kanaal, het herstel van een wegverbinding door een pontveer of het maken van een loswal met een beklinkerde opslagplaats voor wegebouwmateriaal.⁸

In de onderhandelingen lieten sommige waterschappen zich bijstaan door een zelfstandig ingenieursbureau of door het Technisch Bureau van de Unie van Waterschapsbonden (het huidige TA UW). Soms waren de voorwaarden voor het Rijk (lees: de Rijkswaterstaat) onaanvaardbaar en moest er verder worden onderhandeld of diende de minister eraan te pas te komen. In een aantal gevallen werd bepaald dat bij verschil van mening het advies van de hoofdingenieur van de Provinciale Waterstaat bindend zou zijn. Hoewel er veel en moeizaam onderhandeld moest worden met de waterschapsbesturen, kreeg de Rijkswaterstaat toch ‘veel medewerking’, constateerde ir. C. de Groot, hoofdingenieur-directeur. ‘Wel zagen zij zeer scherp toe dat de belangen van de polders niet werden geschaad, maar dat was hun goed recht.’⁹

De zorgvuldigheid en de gedetailleerdheid van de vergunningen zijn opmerkelijk. Op zichzelf is dat niet zo verwonderlijk, omdat door het Amsterdam-Rijnkanaal de waterhuishouding ingrijpend veranderde. Zo zouden veel waterschappen ten westen van het kanaal erop gaan lozen, terwijl dat eerst op ander boezemwater gebeurde. Dat vereiste aanpassingen van het afwateringssysteem en zelfs een reorganisatie van de waterschappen. Daardoor ontstonden zelfs een aantal nieuwe waterschappen, samengesteld uit delen van vroegere waterschappen. Het betekende echter ook dat de waterschappen in laatste instantie een belangrijke inbreng hadden in het ontwerp

van het nieuwe kanaal. Een inbreng die voor de buitenwereld grotendeels onzichtbaar is gebleven. Het Amsterdam-Rijnkanaal is beslist een scheepvaartkanaal, maar wel een van een heel bijzondere aard: een scheepvaartkanaal innig verweven met een subtiel vormgegeven Nederlands poldergebied.

Provinciale invloed: de afsluiting van de Lauwerszee

De waterschappen werden doorgaans pas in de onderhandelingen en procedures betrokken als de besluitvorming van grote projecten was afgerond. De provincies speelden juist in die besluitvormingsfase een rol en behartigden daarin onder meer de belangen van de lokale afwatering. Hoe groot die rol was, hing af van het project. Zo zagen we bij de verlegging van de Maasmond dat de provincie een waterschap oprichtte en een financiële bijdrage leverde.¹⁰ Groter was de inbreng van de provincie Utrecht bij de bepaling van het tracé van het Amsterdam-Rijnkanaal in de jaren dertig. Het ontwerp van ir. A. Mussert van de provinciale waterstaat werd uiteindelijk uitgevoerd.¹¹

Nog veel belangrijker was de rol die de noordelijke provincies speelden in de besluitvorming rond de afsluiting van de Lauwerszee. Dat project zou in het kader van de Deltawerken plaatshebben, maar kende niet de voortvarendheid van de afsluitingen in Zuidwest-Nederland. Terwijl in Zuid-Holland en Zeeland al volop werd gewerkt, stond op de begroting voor 1959 slechts *f*125.000 voor onderzoek en in 1960 helemaal niets meer.

De studie was volgens de toelichting op de begroting voltooid, maar de geruchten gingen dat de Dienst Lauwerszeewerken zou worden opgeheven. Dat alles spoorde de drie noordelijke provincies (Groningen, Friesland en Drenthe) aan om tot actie over te gaan. Ze nodigden de leden van de Vaste Commissie voor Verkeer en Waterstaat en Deltazaken van de Tweede Kamer uit voor een tweedaags bezoek. Behalve een excursie stonden er lezingen van de Commissarissen van de Koningin in Friesland en Groningen en de hoofden van de provinciale waterstaatsdiensten op de agenda. Er werd een handtekeningenactie georganiseerd en de provincie Friesland toonde zich bereid 'naar redelijkheid en binnen de grenzen van de financiële mogelijkheid' bij te dragen in de kosten van de afsluiting.¹²



De Twentekanalen konden onmogelijk de afvoer van alle Twentse beken en riviertjes verwerken. Sommige moesten hun oude bestemmingen ongestoord kunnen bereiken. Hier wordt de Schipbeek onder het nieuwe kanaal geleid door drie naast elkaar liggende duikers van gewapend beton. Goed te zien zijn de vele afvoerleidingen voor de uitgebreide bronbemaling, die in de diepe en zandige bouwput enorme voordelen boven traditionele bemaling bood.

De afsluitdijk van de Lauwerszee zou niet alleen de veiligheid van de noordelijke provincies vergroten, hij zou ook de steeds problematischer wordende afwatering van diezelfde provincies sterk verbeteren. Bijna heel Friesland waterde af op Friesland's Boezem en hier had men te maken met een te geringe bemalingscapaciteit. Dat was deels het gevolg van een ander groot rijkswerk, de afsluiting van de Zuiderzee. Groningen kampte met een te krappe boezemoppervlakte. Voor beide provincies zou een afgesloten Lauwerszee een oplossing zijn. Voor Friesland's Boezem betekende het dat er een boezemmeer zou ontstaan dat enkele decimeters lager lag, waardoor praktisch altijd geloosd kon worden. Groningen zou een aanmerkelijk grotere waterboezem krijgen.

Meebetalen aan een afsluiting en na oplevering beheer en onderhoud overnemen van het Rijk waren voor de provincies daarom acceptabel. Over de hoogte van de bijdrage was echter wel enige discussie, want Zuidwest-Nederland hoefde die niet te betalen.¹³

Zelfde ontwerp, andere functie: de Twentekanalen

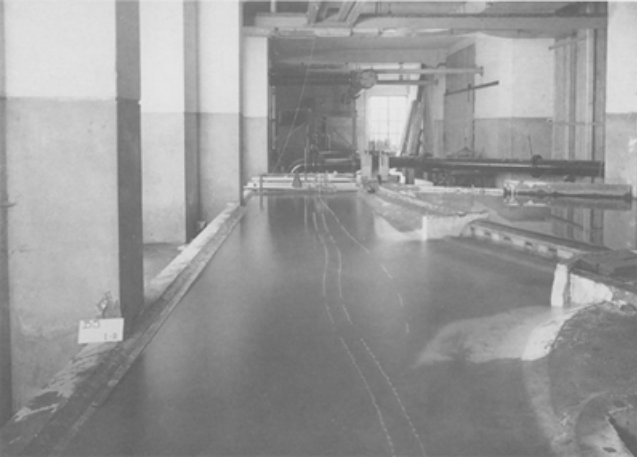
De inbedding van waterstaatkundige projecten in lokale situaties vereist in Nederland naast technische, organisatorische en financiële inspanningen, ook een forse maatschappelijke inspanning. Het definitieve resultaat kan daardoor zelfs aanzienlijk verschillen van hetgeen aanvankelijk voor ogen stond. In het geval van het Amsterdam-Rijnkanaal stond het uitgangspunt van het project, een scheepvaartkanaal, niet ter discussie. Dat is niet altijd het geval. Tijdens de onderhandelingen kunnen geheel nieuwe behoeften opkomen, die geheel nieuwe eisen aan het waterstaatkundig project stellen. Het is iedere keer weer de vraag wat er met deze maatschappelijke

inbreng wordt gedaan en wat de effecten ervan zijn op het ontwerp. Een fraai voorbeeld is de aanleg van de Twentekanalen.¹⁴

Ook hier betrof het scheepvaartkanalen, waartoe ondernemers en de Kamer van Koophandel te Enschede in 1906 het initiatief hadden genomen en die vervolgens door verschillende steden en de provincies Overijssel en Gelderland op de nationale agenda waren geplaatst. In 1919 keurde het parlement een ontwerp voor de Twentekanalen goed.

In de eerste plannen voor een scheepvaartkanaal was echter ontwatering al direct een thema. De riviertjes de Berkel, de Schipbeek en de Regge traden regelmatig buiten hun oevers. Aan het eind van de negentiende eeuw werd dat steeds meer als overlast ervaren. Zomervloeden stonden een toenemende behoefte aan beter weide- en hooiland in de weg, zodat rond de eeuwwisseling hiervoor maatregelen waren genomen. De veel grotere wintervloeden wilden de boeren aanvankelijk wel behouden, omdat tijdens de overstromingen een vruchtbaar laagje slib werd afgezet dat zorgde voor bemesting. De introductie van kunstmest bracht echter een andere bedrijfsvoering met zich mee en maakte de winterse inundaties overbodig en zelfs ongewenst. De wintervloeden werden aan het begin van de twintigste eeuw dus ook een probleem. Bovendien bracht de komst van kunstmest een grootscheepse ontginning van woeste gronden op gang, waardoor het bergend watervermogen van het gebied afnam en een grotere en snellere waterafvoer plaatsvond. De riviertjes en hun zijtakken waren hier niet op berekend.

De Twentekanalen zouden een cruciale rol in deze problematiek kunnen gaan spelen indien zij tevens als afwateringskanalen konden dienen. Een staatscommissie had in 1917 deze suggestie echter van de tafel geveegd: 'In beginsel verdient het geen aanbeveling een scheepvaartkanaal tevens te doen dienen voor afwatering...'.¹⁵ Zo stond het ook in de leerboeken van ingenieurs en in de rapporten van de Rijkswaterstaat. Gemengde kanalen waren uit den boze en zouden strijdig zijn met de scheepvaartbelangen, bijvoorbeeld als bij grote waterafvoer hoge stroom-



De aanleg van de Twentekanalen was een van de eerste grote projecten die volop konden profiteren van het in 1928 geopende Waterloopkundig Laboratorium te Delft. Dat kwam onder andere van pas bij het beoordelen van de effecten op de scheepvaart van de afwateringsfunctie van het kanaal. De afbeelding toont een model van het aflaatwerk van de Bolksbeek. De lichtstrepen in het midden laten de koersafwijkingen zien van de steven en achterboeg van een langsvarend scheepsmodel.

snelheden gingen optreden en het scheepvaartverkeer daar ernstige hinder en vertraging door ondervond. Na het wettelijk besluit van 1919 ging de discussie hierover door. De Rijkswaterstaat bleef echter vasthouden aan zijn ontwerpregime, waarin het samengaan van een scheepvaart- en een afwateringskanaal niet mogelijk was. De verschillende plannenmakers uit gemeenten en provinciale staten van Overijssel en Gelderland, de waterschappen en de landbouworganisaties legden zich hierbij neer. Alleen de hoofdingenieur van de provinciale waterstaat van Overijssel, ir. A. van Linden van den Heuvel, hield vol en slaagde erin het bestaande ontwerpregime te doorbreken. De afwateringsfunctie bleek uiteindelijk zelfs cruciaal voor de realisering van de Twentekanalen. De bezuinigingen in de jaren twintig en dertig dreigden de aanleg stop te zetten, maar rendementsberekeningen toonden de voordelen van de verbeterde waterafvoer en de haalbaarheid van het project aan. De Twentekanalen vervulden na de totstandkoming tot ieders volle tevredenheid twee functies: scheepvaart en afwatering. De aanpassingen van het kanaalontwerp bleken achteraf minimaal. Wel werden aanzienlijke werken uitgevoerd voor de verbetering van de afwatering in de stroomgebieden van de riviertjes en het lozen op het kanaal.

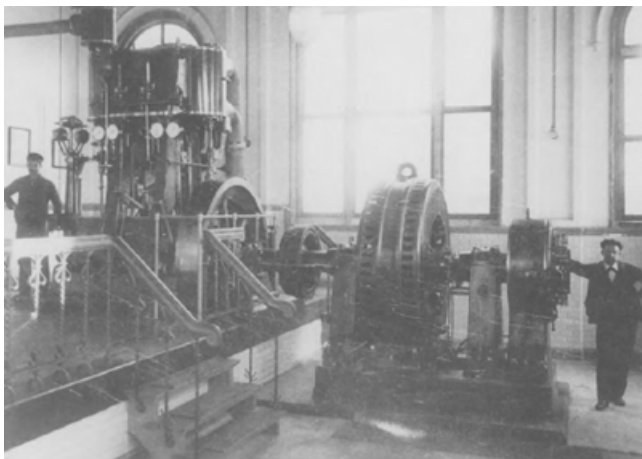
Waterschappen speelden in de onderhandelingen opmerkelijk genoeg een beperkte rol. Dat kwam deels omdat een waterschap als 'De Schipbeek' nauwelijks invloed bezat, deels omdat een invloedrijker waterschap als 'De Regge' zijn eigen plan trok en onafhankelijk van de Rijkswaterstaat en de Twentekanalen oplossingen bedacht. De volharding van de provincie kwam voort uit haar zorg voor de waterhuishouding voor de gehele provincie.

Zo mocht het waterschap 'De Regge' dan wel een oplossing voor zijn gebied hebben gevonden, maar het verplaatste daarmee het probleem naar een ander waterschap. De gevolgen van de functieverandering van de Twentekanalen voor de waterschappen waren ingrijpend: scheiding van stroomgebieden van riviertjes, nieuwe toedeling van sommige gronden, reorganisatie van het waterschap 'De Regge', professionalisering van het waterschap 'De Schipbeek', etc.¹⁶

Zelfde functie, ander ontwerp: de afwatering van de Dongepolders

Nadat er principebesluiten waren genomen, veranderden waterstaatkundige projecten vaak ingrijpend tijdens de uitwerking van de plannen in de lokale context. In het geval van de Twentekanalen ging het om een toegevoegde functie. In andere gevallen ontstonden geheel nieuwe ontwerpen en was er soms zelfs sprake van een radicale innovatie. Zo leidden de scheiding van Maas en Waal en de verlegging van de Maasmond onbedoeld tot de eerste toepassing van elektriciteit in de bemaling.

De wet bestond in 1883 maar uit één artikel en dit artikel klonk ook heel simpel: Maas en Waal moesten worden gescheiden.¹⁷ In feite betrof het een zeer omvangrijk project. Er zou een nieuw stuk rivier worden gemaakt en de Amer zou worden genormaliseerd om de Maas een nieuwe afvoerrichting te geven. Daarnaast was er de zorg voor de afwatering van de gronden langs de nieuwe rivier, waarvoor kanalen, sluizen en gemalen moesten worden gebouwd. Ook moesten doorgesneden verkeersverbindingen worden



De aanleg van twee elektrische centrales voor bemaling bij de verlegging van de Maasmond betekende een behoorlijke besparing op arbeidskosten. Vanuit de centrales werden kleinere gemalen op afstand bediend. De elektrische installaties werden overigens gewoon op stoomkracht aangedreven, maar de machinist en elektriciens van dit gloednieuwe gemaal voor de Dongepolders te Dussen hoefden zich niet meer zo vuil te maken als de stoker.

hersteld. De provincie Noord-Brabant was enthousiast en had geld ter beschikking gesteld. Een nieuw waterschap ‘tot bevordering der verbetering van den waterstaatstoestand in het noordoostelijk deel van Noord-Brabant’ was opgericht.

De situatie was echter complex en de plannen werden in het overleg met de provinciebesturen van Noord-Brabant en Gelderland en de vele betrokken waterschapsbesturen herhaaldelijk bijgesteld. Zo lag er het plan om de lage polders in het stroomgebied van de rivier de Donge in vier afwateringsgebieden in te delen, elk voorzien van een stoomgemaal. De vele takken van de rivier verdeelden het land in een aantal langgerekte stukken, die elk weer in diverse polders waren onderverdeeld. Al die polders loosden langs natuurlijke weg op de zijtakken van het riviertje, maar lagen zo laag dat er vrij snel wateroverlast ontstond. Alle polders onderbrengen in één maalgebied was niet haalbaar. Het maken van vier bemalingsgebieden via herverkaveling van het land en de aanleg van waterwegen en kunstwerken was technisch mogelijk, maar duur in aanleg en exploitatie.

De Internationale Elektriciteitstentoonstelling te Frankfurt in 1891 had echter elektriciteit als krachtbron pregnant in beeld gebracht, met name omdat daar de mogelijkheden van drie-fasen wisselstroom uitgebreid werden getoond. Gelijkstroom, destijds dominant, kon slechts met moeite en met veel verliezen over grote afstand worden getransporteerd. Dat gold niet voor wisselstroom, die met een transformator op hoge spanning gebracht kon worden, hetgeen de transportverliezen drastisch beperkte. ‘Toen verloor het begrip “afstand” bij krachtontwikkeling zijne betekenis en de techniek nam eene vlucht als wellicht nooit was aanschouwd’, aldus rijkswaterstaatsingenieur M. Bongaerts.¹⁸ In het voorjaar van 1894 gingen twee rijkswaterstaatsingenieurs die zich met de problematiek van de Dongepolders bezighielden, op studiereis naar Duitsland en Zwitserland om elektromotoren te bestuderen. Het resultaat van de reis was een plan dat financieel gunstiger uitviel dan de stoombemaling en waar Rijk, provincie en waterschappen mee waren ingenomen. Er kwamen 32 gemalen, de meeste voorzien van één pomp en enkele van twee pompen. De toegepaste centrifugaalpompen waren er in vier maten en

werden laag geplaatst, dat wil zeggen in een kelder in het pomphuis. De motor en de overbrenging stonden een verdieping hoger, 'boven stormvloedhoogte'. De pompen werden aangedreven door elektromotoren, die van stroom werden voorzien door één centrale, die stond bij Raamsdonksveer, op het kruispunt van de rijksweg en de Donge, gemakkelijk te land en te water bereikbaar voor de aanvoer van steenkool en ander materiaal. Verreweg de meeste pompen werkten automatisch, doordat een vlotter de pomp binnen bepaalde marges in- en uitschakelde. Enkele grote pompen moesten handmatig in- en uitgeschakeld worden, maar konden zonder toezicht blijven werken. Voor de 32 gemalen én de centrale waren vier personen in dienst en enkele arbeiders die tussen hun gewone werk een wakend oog op het bemalingssysteem hielden.

Een vijftal gemalen had een telefonische verbinding met de centrale teneinde de bedrijfsvoering te optimaliseren. Behalve dat de exploitatie van de gemalen door de lage personele bezetting gunstig was, hoefde er niet te worden ingegrepen in de polders.

Grondgebruik was minimaal, en de aanleg van nieuwe waterwegen

of kades overbodig. Na een jaar ervaring in de Dongepolders werd de bemaling van de naburige Bleek- en Oostkil gebouwd.

Hier kwamen een elektrische centrale en 21 pompstations die polders en boezems bemaalden.

De maalgieden liepen uiteen van 5 tot 1.700 hectare en de opvoerhoogten varieerden tussen 1,30 en 2 m. Er werden motoren in zes maten geplaatst. Waar de zomerpeilen dat toelieten, werden zuinigheidshalve ook wel twee gebieden op één pomp geplaatst.

De drie grootste gemalen werden bediend door het personeel van de elektriciteitscentrale, de rest werkte automatisch. Elektrische bemaling, zo bleek hier, was een uiterst flexibel systeem.

Het waterschapsbestel onder druk

De kerntaak van het waterschapsbestel was sinds mensenheugenis waterkering en afwatering, dat wil zeggen veiligheid en de beheersing van het waterpeil. De subtiele infrastructuur die hiervoor werd ontwikkeld, stond in de twintigste eeuw voortdurend onder druk door de uitvoering van een groot aantal waterstaatkundige en infrastructurele projecten. Veelvuldige, soms eindeloos lijkende onderhandelingen stonden borg voor een zorgvuldige inpassing van dergelijke grote projecten in de lokale omgeving. Het vereiste tal van aanpassingen en uitbreidingen van het oorspronkelijke plan. Soms leidde het tot totaal nieuwe concepties, toevoeging van geheel nieuwe elementen en radicale innovaties. Waterschappen hadden soms een actieve rol, maar vaker een afwachtende of reactieve houding. Zij waren hoe dan ook betrokken bij werken in hun gebied, vanwege het verlenen van ontheffingen en vergunningen. Provincies drukten in nagenoeg alle gevallen hun eigen stempel op de onderhandelings-processen. Zij vertegenwoordigden wel duidelijk waterschapsbelangen, maar dan vanuit een regionaal perspectief, dat de belangen van individuele waterschappen oversteeg.

Lokale inbedding had effect op grote projecten, maar ook andersom zorgden grote projecten voor dynamiek in het waterschapsbestel. Deze projecten leidden tot aanpassingen, soms



De Twentekanalen een waterwingebied? Dit bord op de sluis te Delden verraadt dat naast de oorspronkelijke scheepvaart- en afwateringsfuncties de Twentekanalen nu ook dienen ter aanvoer van water voor de drinkwaterbereiding. De kanalen werden ook al gebruikt voor aanvoer van landbouwwater en als afvoer voor een aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties. Deze vele functies zijn mogelijk omdat naast elke sluis destijds eenemaal was gebouwd om schutverliezen te compenseren. In 1997 is bij de sluis te Delden evenveel water opgepompt als afgevoerd.

zelfs tot grondige veranderingen in de waterhuishouding.

Zij waren de oorzaak van de opheffing, het samengaan of de oprichting van waterschappen of zij brachten nieuwe taken en nieuwe technieken met zich mee. Ook stimuleerden zij de samenwerking tussen de waterschappen.

Niet alleen de uitvoering van grote projecten was de oorzaak voor de veranderingen in het waterstaatsbestel in de twintigste eeuw.

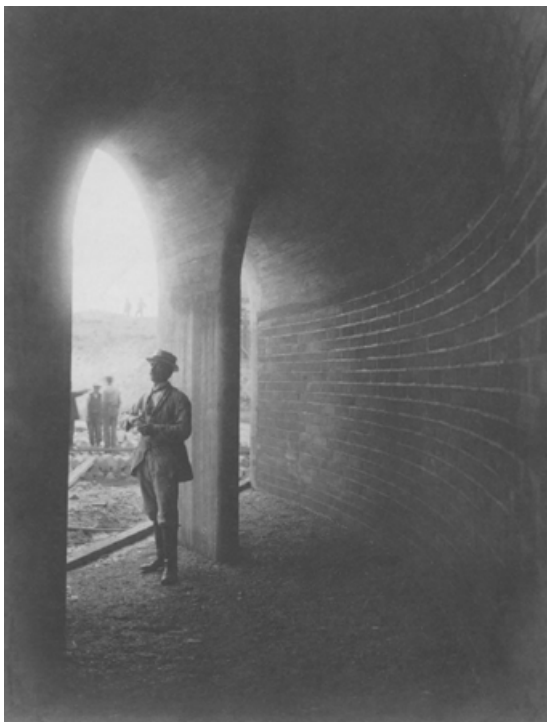
Watersnoden zoals die van 1953, technische ontwikkelingen en veranderingen in de landbouw droegen daar ook toe bij. Zij zullen uiteindelijk leiden tot een totale herziening van het bestel. In hoofdstuk 9 wordt hieraan uitvoerig aandacht besteed.

H.W. Lintsen en M.L. ten Horn-van Nispen

Eindnoten:

- 1 Voordracht van A.J.A.M. Segers, voorzitter Unie van Waterschappen, ter gelegenheid van het tienjarig bestaan van de Nederlandse Gemalenstichting, op 22 oktober 1997 te Nijkerk.
- 2 L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog* ('s-Gravenhage 1969-1991). De Jong wijdt aan deze benarde situatie in zijn monumentale werk slechts één zin, waarnaar hier verwezen wordt.
- 3 K. Groen, 'Hoe laag Nederland in 1945 aan een ramp ontsnapte', in: *Het Waterschap* 83 (1998) 373-379.
- 4 P.H. Kemper, *Beschrijving van het kanaal van Amsterdam naar de Merwede. Op last van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid* (Den Haag z.j.).
- 5 G.J.C. Schilthuis, *Waterschapsrecht* (Alphen a/d Rijn 1960) 240-257.
- 6 Rijksarchief Utrecht, archief Rijkswaterstaat in Utrecht, inv. no. 794 en 795.
- 7 K.E. Baars, *Varend vervoeren. Van Amsterdam tot de Rijn; 100 jaar Merwedekanaal* (Utrecht 1991) 102-105.
- 8 Rijksarchief Utrecht, archief Rijkswaterstaat in Utrecht, inv. no. 794, aanvragen voor vergunningen en correspondentie daarover.
- 9 C. de Groot, 'Het Amsterdam-Rijnkanaal', in: *De Ingenieur* 64 (1952), A388, A391.
- 10 M. Bongaerts, *Scheiding van Maas en Waal onder verlegging van de uitmonding der Maas naar den Amer* ('s-Gravenhage 1909), 34.
- 11 Zie o.a. G.J. Borger, *Staat van land en water. Provinciale waterstaat van Utrecht 1882-1982* (Zutphen 1982), 204.
- 12 Artikelen in *Land en Water* (1959) november; C. van der Burgt en P. Terpstra, *De Lauwerszee is dicht* (Leeuwarden 1969) 34, 73.
- 13 D.H. Schortinghuis, 'De afsluiting van de Lauwerszee en de Deltawet', in: *Waterschapsbelangen* (1961), 65-67; 'Afsluiting Lauwerszee', in: *Waterschapsbelangen* (1962), 5, 60.
- 14 Zie voor het navolgende: G.H.M. te Lindert, *De Twenthekanalen. Een techniek-historische analyse van een veelzijdig artefact* (Afstudeerscriptie Universiteit Twente 1995).
- 15 Staatscommissie Jolles, *Verslag der Staatscommissie, ingesteld op 3 maart 1914 om te onderzoeken welk tracé uit een technisch en economisch oogpunt het meest in aanmerking komt voor een kanaal tot verbinding van Twenthe met de scheepvaartwegen in Nederland* ('s-Gravenhage 1917), 61.

- 16 Scheepvaart en afwatering waren niet de enige functies die de Twentekanalen vervulden. Ook recreatie, zoetwatervoorziening, landsverdediging en landschappelijke schoonheid speelden een rol. Met name de laatste functie, het landschapselement, deed nog het nodige stof opwaaien en had invloed op de landschappelijke inpassing van de kanalen. Zie: Te Lindert, *Twenthekanalen*, 65-77.
- 17 Zie voor het navolgende: M. Bongaerts, *Scheiding van Maas en Waal onder verlegging van de uitmonding der Maas naar den Amer* ('s-Gravenhage 1909).
- 18 M. Bongaerts, 'Electrische bemaling van polders en boezems in Noord-Brabant'. Handelingen van het Tiende Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres te Arnhem in 1905. Een overdruk van zijn inleiding is onder andere te vinden in: Bongaerts, *Scheiding van Maas en Waal*.



Bij veel technische constructies is de werking aan de buitenzijde niet of nauwelijks zichtbaar. Dit geldt in nog sterkere mate voor waterbouwkundige constructies, waarvan grote delen vaak onder de waterlijn schuil gaan. Zo zijn de middelen tot kolkvulling bij schutsluizen doorgaans aan het oog onttrokken. In de grote Maassluizen verliep het vullen en ledigen via in de muren uitgespaarde kokers, riolen genaamd. De enorme omvang ervan wordt door deze ingenieur uit 1921 getoond, die in de splinternieuwe riooluitmonding van de sluis te Heumen in het Maas-Waalkanaal poseert.

7 Uitwaterings- en schutsluizen 1900-1940

Oude regimes in een nieuw landschap

Middensluis IJmuiden 1899: elektrische tractie en licht

De Rijkswaterstaat en gewapend beton

Nieuwe staalconstructies: roldeuren in de schutsluizen van het Kanaal door Zuid-Beveland

Maas-Waalkanaal: sluizen te Heumen en te Weurt

Noordersluis IJmuiden

Uitwateringssluizen in de Afsluitdijk

Naar een nieuw technisch regime: gewapend beton met elektrisch aangedreven hefdeuren

De sluiswachter - elektrificatie van een oud beroep

Het openluchtlaboratorium, de bibliotheek en het dorpsplein

Uitwateringssluizen en schutsluizen zijn waterbouwkundige constructies die de anderszins ondoordringbare vaste waterkeringen (dijken en dammen) op gezette tijden doorlaatbaar maken voor water of voor schepen. Daarmee worden de uitwatering van landerijen en de scheepvaart gediend. Het spreekt voor zichzelf dat in een laagliggend, nautisch bedrijvig en met vaste waterkeringen doorkruist land als Nederland, uitwaterings- en schutsluizen belangwekkende objecten zijn.

In dit hoofdstuk gaan wij na hoe in de twintigste eeuw het ontwerp en de bouw van deze constructies drastisch zijn veranderd. Dat geldt evengoed, zoals uit hoofdstuk 4 blijkt, voor verwante constructies als stuwen. Het thema van verandering wordt ook in de volgende twee hoofdstukken voortgezet. In hoofdstuk 8 gaat het om nieuwe vormen en bronnen van technische kennis, in hoofdstuk 9 om nieuwe organisatievormen in het waterbouwkundig bedrijf.

Oude regimes in een nieuw landschap

De traditionele wijze van het bouwen van sluizen stoelde op het gebruik van baksteen en houten balken voor de sluislichamen, houten en incidenteel ijzeren constructies voor de deuren en schuiven, smeedijzer voor het beslag (bijvoorbeeld klinken en taatsen) en verschillende soorten natuursteen voor de meest aan slijtage onderhevige delen zoals dorpels, aanslagen en de randen van schutkolken. De deuren, kleppen en schuiven werden met hand- of waterkracht in beweging gebracht. Beide krachtbronnen werden via mechanische overbrengingen aan de bewegende delen gekoppeld.

Deze technische tradities hielden na de eeuwwisseling niet lang meer stand. Nieuwe waterbouwkundige eisen en de opkomst van nieuwe basistechnieken zorgden voor een revolutie in de constructie van sluizen. Dankzij de nieuwe trits van constructies van (gewapend) beton, staalconstructies en elektrische aandrijving werden sluizen grootschaliger en robuuster terwijl tegelijkertijd hun bediening en onderhoud eenvoudiger en goedkoper werden.

De nieuwe kunstwerken waren daardoor gediensstig aan de modernisering en opschaling van de scheepvaart en stelden waterbouwkundigen in staat om steeds

ambitieuzer projecten als de Zuiderzeewerken en de Deltawerken tot een goed einde te brengen.

Naast de materialen en constructies werd ook de eigenlijke waterstaatkundige bouwpraktijk in de eerste decennia van deze eeuw overhoop gehaald. Nieuwe technieken als bronbemaling, het gebruik van ijzeren damwanden en machinaal grondverzet gaven bouwputten in de jaren twintig en dertig een geheel ander aanzien dan voor de Eerste Wereldoorlog. Toonaangevend voor de nieuwe bouwwijze was het toenemend gebruik van beton, zowel het gewone giet- en stampbeton als het met staal gewapend beton. Dit stelde waterbouwers in staat om de bouw van hun kunstwerken op een industriële in plaats van op een ambachtelijke leest te schoeien. In plaats van een klein leger van hooggekwalificeerde timmerlieden en metselaars, zag men nu in de nieuwe bouwputten relatief ongeschoolde arbeiders. Zij stampten onder het toezicht van bekwame opzichters - en in samenwerking met ter plaatse opgestelde betonfabriekjes, centrale stortinrichtingen, kabelbanen en hijskranen - de moderne kunstwerken in volcontinue bouwprocessen uit de grond.

In dit hoofdstuk zullen wij de vier onderling verweven

omwentelingen in constructie en bouwtechniek traceren. Wij doen dat aan de hand van de ontwerpgeschiedenis van een aantal exemplarische uitwaterings- en schutsluizen. Daarbij valt een onderscheid te maken in projecten waarin een nieuwe techniek of aanpak wordt geïntroduceerd en projecten waarbij het gebruik van een nieuwe techniek wordt geconsolideerd en met andere vernieuwingen wordt geïntegreerd. Projecten van het eerste soort dienen om de belofte van een bepaalde vernieuwing beter in te schatten; in opeenvolgende projecten van het tweede soort worden de contouren van een nieuw technisch regime steeds beter gedefinieerd.

In het navolgende worden zeven groepen van projecten op het gebied van uitwaterings- en schutsluizen besproken. Bij de eerste vier gaat het om projecten waarin een nieuwe techniek (meestal afzonderlijk) voor het eerst wordt toegepast. Bij de laatste drie gaat het om de consolidatie van verschillende nieuwe technieken en hun onderlinge integratie. Dit legt de basis voor een ‘regime-verschuiving’ op het gebied van de sluisbouw.

Middensluis IJmuiden 1899: elektrische tractie en licht

Toen in 1887 de grootste van de twee uit 1871 daterende zeesluizen in het Noordzeekanaal reeds te klein werd bevonden, werd een derde sluis op de agenda gezet, 225 m lang, 25 m breed en met een slagdrempeldiepte van 10,25 m. Zoals toen in Nederland voor zeesluizen gebruikelijk was, werd de geprojecteerde sluis van geklonken ijzeren puntdeuren voorzien - en vanwege de dubbelkerende werking werden dat er twaalf in aantal. Tijdens de bouw rees de vraag hoe de grote deuren moesten worden bewogen.

Waarom kwam deze vraag hier aan de orde? Waarom werd niet gewoon de gebruikelijke oplossing toegepast?

Het blijkt dat de gebruikelijke oplossing in Nederland nog steeds handkracht was, weliswaar overgebracht op de sluisdeuren via verschillende stelsels van wielen, stangen, kettingen, tandwielen, tandheugels en kaapstanders, maar toch nog met menselijke krachtsinspanning aan de basis. Deze gangbare oplossing kwam bij de nieuwe sluis te IJmuiden in de knel, deels vanwege de in Nederland ongehoorde afmetingen van de sluis, deels vanwege nieuwe maatschappelijke en technische ontwikkelingen. De vloeddeuren van de nieuwe sluis waren 14,5 m breed en 15 m hoog. De daarbij horende massa's en krachten waren te groot om met handbediening nog een voldoende vlotte sluisgang te krijgen, zeker voor een sluis in de toegang tot een commerciële hoofdader. Daarnaast klemde ook het tijdsgewricht. De deuren van schutsluizen met dergelijke afmetingen en ligging werden in Engeland, Amerika en Duitsland overwegend met mechanische, in het bijzonder hydraulische, kracht bediend. De grote zeesluizen in die landen beschikten doorgaans over een eigen stoommachine die het perswater voor de aan de deuren gekoppelde hydraulische motoren leverde. Het was niet meer ‘modern’ om op een van de grootste sluisen ter wereld en aan de voordeur van 's lands tweede haven een soort middeleeuws gezwog ten toon te stellen.

Een jaar of twee, drie eerder had een keuze voor het type mechanische aandrijving voor de hand gelegen: een door een stoommachine (of gasmotor) aangedreven

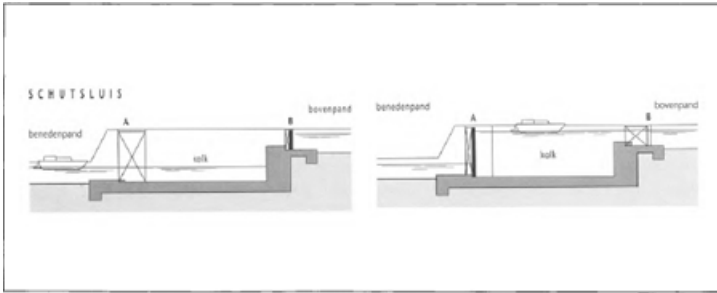
hogedruk-waterpomp, een accumulatorvat om het ‘perswater’ onder druk op te slaan en een leidingnet naar de in de machinekamers van de sluisdeuren opgestelde hydraulische motoren of cilinders. Deze laatste brachten tot slot via mechanische overbrengingen de sluisdeuren in beweging. Men had kunnen putten uit de Duitse of Engelse ervaring met dit soort systemen en vervolgens met vrijstelling van leergeld een bijdetijdse aandrijving kunnen kopen of er zelf een ontwerpen. Het liep anders omdat juist in die tijd ook in Nederland elektrische tractie sterk in de belangstelling stond.

Het lijkt erop dat de gangmakers van elektrotechnisch Nederland bij de Rijkswaterstaat aanklopten met het verzoek om voor de nieuwe sluis te IJmuiden ook elektrische aandrijving op de proef te mogen stellen. De Nederlandse elektrotechnici waren juist toen bezig zich nationaal te organiseren in een pendant van het nog overwegend civieltechnische Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Hun nieuwe organisatie (die in 1900 met het KIVI zou fuseren) heette de Nederlandse Vereniging voor Electrotechniek (NVE). De gangmakers van deze organisatie, onder wie de energieke prof. dr. J.A. Sniijders CJzn., hoogleraar elektrotechniek te Delft, lieten geen kans ongemoeid om nieuwe toepassingen voor elektriciteit te propageren. Met name krachttoepassingen werden na de geruchtmakende Internationale Electriciteitstentoonstelling te Frankfurt in 1891 zeer veelbelovend geacht. De kans om in IJmuiden daarvan getuigenis af te leggen, wilden de Nederlandse elektrotechnici zich niet laten ontgaan. Wij zien Sniijders bijvoorbeeld vlijtig aan het werk in een commissie van de Rijkswaterstaat, ingesteld om ingezonden ontwerpen voor de ‘bewegingswerktuigen der schutsluis te IJmuiden’ te beoordelen.¹

Tegen het einde van 1894 kon de commissie uit de vele inzendingen een viertal plannen met een eerste prijs bekronen.

Deze vier plannen werden vervolgens door de Rijkswaterstaat aangekocht ter verdere uitwerking. Twee plannen hadden een hydraulische basis, de andere twee waren elektrische systemen. De twee hydraulische voorstellen waren van buitenlandse komaf: één uit Engeland en één uit Duitsland. Van de elektrische kwam er één ogenschijnlijk uit Nederland (Figgie te Haarlem samen met elektrotechnisch bureau P.H. ter Meulen te Amsterdam) en één uit Duitsland (Siemens und Halske te Berlijn).² Een van de vurigste partizanen der elektrotechniek, de Delftse ingenieur Van Loenen Martinet, schreef in een commentaar in *De Ingenieur*.

‘Mochten wij in het volgend jaar eens... kunnen memoreren



Schutsluizen

Schutsluizen zijn waterbouwkundige constructies die een doorgaande scheepvaart tussen wateren van verschillend peil mogelijk maken. Schutsluizen worden gebouwd in kanalen, tussen rivierpanden (vaak parallel aan stuwen), bij de ingangen van sommige havens of havendokken, tussen grote watervlakten als onderdeel van compartimentering, tussen poldervaarten en het buitenwater en in poldervaarten van polders waarin verscheidene peilen worden gehandhaafd.

Een schutsluis bestaat uit twee tegenover elkaar geplaatste beweegbare waterkeringen met daartussen een min of meer waterdicht bassin, de schutkolk genaamd. Het water in de kolk kan afwisselend met het water aan de ene of de andere zijde van de sluis worden verbonden en daardoor het overeenkomstige peil aannemen. Het schutten verloopt als volgt: Het water in de kolk wordt met het lagere buitenwater aan kant A verbonden waardoor het kolkpeil na verloop van tijd op peil A komt te staan. Kering A wordt nu geopend en een schip vaart de kolk binnen. Kering A wordt gesloten en de kolk wordt met het hogere buitenwater aan kant B verbonden. Hierdoor stijgt het waterpeil in de kolk en daarmee ook het schip. Wanneer de kolk op peil B is gekomen, wordt kering B geopend en het schip vervolgt zijn weg.

De constructieve details van schutsluizen verschillen al naar gelang de soort en intensiteit van het scheepvaartverkeer, hun ligging en de stand van de verschillende toeleverende technieken. Dat geldt met name voor de kolkmuern, de sluishoofden en de deuren alsmede de manier waarop de kolk met het buitenwater wordt verbonden.

Eeuwenlang werden schutsluizen geconstrueerd als gemetselde kolken met aan weerszijden houten puntdeuren. Met dit stelsel zijn aanzienlijke schutkolkbreedten tot wel 25 meter bereikt. Tot diep in de negentiende eeuw was er eigenlijk geen alternatief voor de met bakstenen gemetselde kolken. Het dure natuursteen was voorbehouden voor plekken die aan hevige slijtage werden blootgesteld, zoals aanslagen van deuren en soms de binnenwanden en bovenranden van de kolk zelf.

Wel werden diverse constructies met houten balken toegepast om de kolkvloer tegen oppersing te wapenen. Pas in de negentiende eeuw werd af en toe beton voor de kolkvloer toegepast. Ook begon men gietijzer in plaats van natuursteen voor deuraanslagen te gebruiken.

Schutsluizen staan, veel meer dan uitwateringssluizen of stuwen, bloot aan de kritiek van gebruikers. Dat is niet verwonderlijk gezien de zeer directe betrokkenheid van de scheepvaart. Voor schippers is elke schutsluis een noodzakelijk kwaad, een tijdrovend en lastig obstakel. Of ze zijn te klein, of te langzaam, of te talrijk - het kan altijd beter. Vanaf het midden van de negentiende eeuw nam zowel het volume van de scheepvaart als de fysieke omvang van de schepen toe. Dat gaf druk op de ketel. Schutsluizen moesten steeds grotere vervallen overbruggen, zij moesten sneller open en dicht, vol en leeg, en bovenal moesten zij breder, langer en dieper worden. Dit enigszins tegenstrijdige maar toch bij verschillende gelegenheden goed gearticuleerde eisenpakket was een enorme uitdaging voor twintigste-eeuwse waterbouwkundigen.

dat in 1895 tot elektrische beweegkracht der sluisdeuren te IJmuiden werd besloten.... wij willen niet ophouden te hopen!³

Zijn wens kwam in zoverre in vervulling dat de Rijkswaterstaat besloot tot een proefneming met elektrische aandrijving (maar wel op de minder kritieke middendeuren van de sluis). De proef zou worden uitgevoerd met het systeem van de meest Nederlands ogende combinatie: Figuee plus P.H. ter Meulen. De proef werd door de elektrotechnici uitgelegd als noodzakelijk om de bij sluisbediening optredende krachten te bepalen. Door minder vooringenomen waarnemers werd het omschreven als een beproeving van de werkbaarheid en deugdelijkheid van elektrische beweegkracht voor waterbouwkundige kunstwerken zonder meer. Maar Van Loenen Martinet verkneukelde zich:

‘De uitkomsten dezer proefnemingen mogen zeker met belangstelling tegemoet gezien worden en zullen - waaraan wij niet twijfelen - op overtuigende wijze het feit staven dat elektrische beweegkracht voor dergelijke doeleinden met voordeel de hydraulische beweegkracht kan vervangen.’⁴

Zijn toekomstige schoonvader, de eerdergenoemde prof.

J.A. Sniijders, haalde de proefnemingen nog eens aan in zijn toespraak tijdens de oprichtingsvergadering van de NVE. Sniijders stelde dat wanneer de proeven zouden lukken, ‘waar bijna niet aan te twijfelen valt’, en de sluis daadwerkelijk van elektrische beweegkracht zou worden voorzien,

‘... dan zal deze sluis de eerste zijn van die afmetingen, die elektrisch bewogen wordt en dan zullen de Nederlandsche electrotechniek en zij, die haar in de gelegenheid gesteld hebben dit werk uit te voeren, met trots op dien arbeid kunnen wijzen als een, die voor de electrotechniek in het algemeen een nieuwe baan geopend heeft. Hel is een feit, Mijne Heren, dat in het buitenland, met name in Engeland, waar het hydraulisch stelsel zijn triomfen heeft gevierd, met belangstelling wordt nagegaan hoe in ons kleine Nederland dit belangrijke werk wordt uitgevoerd en afgewacht wordt hoe het slaagt, om onmiddellijk, zoo al niet het hydraulische systeem terzijde te stellen, dan toch het elektrische eveneens te gaan toepassen, waar daartoe de gelegenheid zich voordoet.’⁵

Uiteindelijk kwam het zover en ging de Middensluis te IJmuiden de geschiedenis in als een van de eerste schutsluizen ter wereld die van een elektrische bewegingsinrichting werden voorzien. Deze gebeurtenis stond aan de wieg van een ontwikkeling die binnen zeer korte tijd tot de ondergang van het hydraulisch stelsel zou leiden.⁶

De inrichting te IJmuiden bestond uit twee stoommachines die waren gekoppeld aan gelijkstroomdynamo's, een zaal vol accumulatorenbatterijen en twaalf elektromotoren, één voor elke puntdeur. Toch was het imposante geheel weer niet de wereldprimeur waar zo vurig op werd gezinspeeld. Het is meer dan waarschijnlijk dat de hele inrichting op de reeds in 1894 ter hand genomen elektrificatie van de

nieuwe schutsluizen bij Sault Ste. Marie aan de grens van Canada en de Verenigde Staten was geïnspireerd.

Elektriciteit had het voordeel van simpele (vorst- en corrosievrije, flexibele) en goedkope leidingen, geen geringe overweging wanneer men - zoals te IJmuiden - de energie van een centrale stoommachine naar twaalf aparte machinekamers moest leiden.

Door de sluis ook meteen maar elektrisch te verlichten, kon men bovendien twee vliegen in één klap slaan. Daarmee kon tegelijkertijd de beschikbare capaciteit van de lokale centrale ook gelijkmatiger worden benut (een gunstiger 'load-factor'). Het grote nadeel van elektriciteit tegenover het hydraulische systeem was de problematische opslag van energie. Opslag was nodig omdat anders de installatie óf continu moest lopen óf bij elke schutting opnieuw moest worden opgestart - een bij stoommachines te tijdrovende klus. Er moest dus naar accumulatorenbatterijen worden omgekeken en voor gelijkstroom worden gekozen. De elektromotoren voor de deuren werden dus feitelijk door de opgeslagen accustroom aangedreven. Met de komst van gemeentelijke elektriciteitscentrales verdween deze dure en omslachtige aanpak. Men beschikte vanaf dat moment over elektrische kracht wanneer dat maar nodig was. Elektriciteit, vooral in de vorm van driefasen-wisselstroom, werd een flexibele en alomtegenwoordige bron van bewegingsenergie op allerlei soorten waterbouwkundige kunstwerken.

In de loop der tijd werd elektriciteit ook vanzelfsprekend, maar kennelijk nog niet direct want nog in 1925 werd de sluis naast de stuw te Grave - die buiten de doorgaande scheepvaartroute via het Maas-Waalkanaal lag - van enkel handbediening voorzien. Men kreeg alsnog spijt toen in 1937, dankzij de Maasverbetering en de nieuwe sluis te St.-Andries, een alternatieve vaarroute naar de Waal via Grave totstandkwam. De handbediening werd toen, zoals een leerboek uit 1963 het stelt, als een 'onvolkomenheid' aan de sluis ervaren, die 'natuurlijk extra tijdverlies' met zich meebracht.⁷

De Rijkswaterstaat en gewapend beton

IJzer- en staalconstructies en elektrische aandrijving hadden rond 1900 in de Nederlandse waterbouw duidelijk al voet aan de grond gekregen. Met de derde technische pijler van de toekomstige sluisbouw - de toepassing van beton en in het bijzonder van gewapend beton - liep het zo'n vaart nog niet.

Gewapend beton was een vinding van de Franse tuinman Claude Monier. Een generiek octrooi uit 1878 stelde hem in staat zijn vinding via licenties in het buitenland te verspreiden. Vanaf die tijd waren ingenieurs over de hele wereld met man en macht in de weer om het bouwen in het nieuwe materiaal op een heldere en

betrouwbare leest te schoeien. Aannemers, opdrachtgevers, ingenieursverenigingen, hoogleraren en toezichthoudende overheidsinstanties bonden allemaal de strijd aan. Dat was geen wonder, want het materiaal beloofde veel: sterke, duurzame, arbeidsarme, onderhoudsvrije en qua vormgeving zeer plastische constructies tegen een fractie van de gangbare materiaalkosten.

Daarmee leek het de beste eigenschappen van ijzerconstructies en metselwerk niet alleen te verenigen, maar zelfs te overtreffen. Het nadeel was dat de gangbare mechanica nauwelijks houvast bood om constructies in gewapend beton door te rekenen. De theorie van een dergelijk composietmateriaal was al weerbarstig genoeg, terwijl de waarden van een aantal belangrijke constanten, bijvoorbeeld de elasticiteitsmoduli van beton, nog onzeker waren. Verder was er nauwelijks standaardisatie in de samenstelling, afmetingen en plaatsing van het wapeningsijzer en in de samenstelling van betonspecie, een tweetal onzekerheden waardoor zelfs de meest nauwkeurige berekening er makkelijk met een factor twee of drie naast kon zitten.

De achilleshiel van gewapend beton in de waterbouw was de onzekere duurzaamheid bij blootstelling aan (zout) water. Het was iedereen duidelijk dat in een op trek belaste gewapendbetonconstructie de ijzeren (of stalen) wapening veel meer kon uitrekken dan het beton, waardoor het beton op een gegeven moment op trekbelasting zou komen te staan. Als die trekkracht op het beton te groot zou worden, zou het beton (wellicht onzichtbaar) gaan scheuren. De grote vrees was nu dat via de haarscheurtjes water tot de wapening zou doordringen en een roestproces op gang zou brengen, met als gevolg de ondergang (op termijn) van de gewapendbetonconstructie. Deze angst was des te meer gegrond naarmate constructies vaker onder water, en vooral onder zout water, dienst moesten doen. Het gebruik van gewapend beton voor sluizen, en dan met name voor zeesluizen, was dus verre van gesneden koek - zelfs al had men een betrouwbare berekeningsmethodiek voorhanden gehad.

In april 1902 maakte de inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat W.F. Leemans een lijst van in gewapend beton gespecialiseerde aannemers in Nederland waar volgens hem de Rijkswaterstaat zaken mee kon doen. Op de lijst kwamen acht bedrijven voor.

Slechts de Amsterdamse Fabriek van Cementijzerwerken uit 1891 onder leiding van L.A. Sanders en de nieuwe firma van de Delftse civiel-ingenieur A.C.C.G. van Hemert, de Hollandsche Maatschappij tot het maken van Werken in Gewapend Beton, werden door Leemans in staat geacht om grote projecten als een sluis of een steiger te ontwerpen en te bouwen.

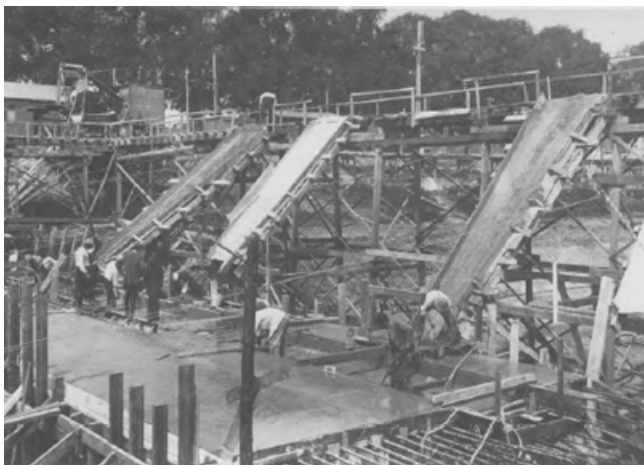
Rond 1900 was er dus kennis en expertise op het gebied van gewapend beton in Nederland aanwezig. Er was aandrang van de aannemers in gewapend beton om in de natte waterbouw te werken. Er was interesse in het nieuwe materiaal van de zijde van de waterbouwers. Maar eer deze constellatie van belangen en behoeften tot een vanzelfsprekend technisch regime in gewapendbetonbouw kon leiden, moest er nog een proefondervindelijk leerproces worden doorlopen.

Waterbouwers moesten eigenlijk langs twee fronten tegelijk werken, wilden ze de vruchten van het nieuwe materiaal plukken. Zij moesten ten eerste tot een heldere berekeningsmethodiek zien te komen die met de gangbare beginselen van de toegepaste mechanica kon worden verzoend. Ten tweede moesten zij aantonen, of

gaan geloven, dat ondanks de theoretische en praktische bezwaren, duurzame en economische gewapendbetonconstructies mogelijk waren. Het eerste, theoretische, project ontspoon zich vanaf het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw in boeken en in talloze artikelen in vooraanstaande civielingenieurstijdschriften - het Nederlandse tijdschrift *De Ingenieur* inbegrepen. Het tweede front riep om proefprojecten. Reeds in 1893 had de arrondissementsingenieur van de Rijkswaterstaat bij de Werken tot Verlegging van de Maasmond, R.P.J. Tutein-Nolthenius, toestemming gekregen om een ontlast/keersluis in een nieuwe dijk langs de Maas in gewapend beton uit te voeren. De Firma Wayss & Co. uit Berlijn werd ingeschakeld om een ontwerp te maken en het uit te voeren. Tutein sloeg de vorderingen nauwlettend gade en deed daarnaast ook een hele serie proeven met gewapendbetonbalken. Hij deed verslag in het *Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs* en lichtte zijn bevindingen nog eens mondeling toe in een plenaire vergadering van ditzelfde instituut.

De duiker was uit waterhuishoudkundig oogpunt geen strategisch object en had ook tamelijk bescheiden afmetingen (ongeveer 3 m breed en 4 m hoog). Hij voldeed uitstekend maar werd dan ook nauwelijks gebruikt. Strengere proefnemingen waren aan de orde. Daartoe ontbrak kennelijk de animo totdat *De Ingenieur* in 1900 een groot overzichtsartikel publiceerde over de prestaties van het Franse Maison Hennebique, dat onder meer een reeks spectaculaire gebouwen in gewapend beton voor de Parijse Wereldtentoonstelling van 1900 had ontworpen. Hennebique had volgens veler inschatting een indrukwekkend nieuw systeem van 'monolithische bouw' en daarbij ook een voor hem bruikbare, zij het voor anderen obscure, berekeningsmethodiek ontwikkeld. Tot zijn uitgevoerde werken behoorden ook een aantal havenkades in gewapend beton. Deze maakten diepe indruk onder Nederlandse waterbouwkundigen.

De eerdergenoemde W.F. Leemans werd in september 1900 inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat. Dit stelde hem in staat zijn belangstelling voor gewapend beton binnen de Rijkswaterstaat wat meer de vrije loop te geven. Twee reeds voorgenomen projecten, een steiger in de vissershaven te IJmuiden (zout water) en een schutsluis in het Merwedekanaal ten oosten van Utrecht, werden gebrandmerkt als proefobjecten voor de toepassing van gewapend beton. Het jaar daarop werd Leemans' eerder getorpedeerde 'Gewapend Beton Commissie' alsnog ingesteld om



Naast de eigenlijke Maaskanalisisatie omvatte de Maasverbetering onder meer ook nog rond Maastricht een nieuw verbindingskanaal tussen de opgestuwde Maas en de Zuid-Willemsvaart door het Bossche Veld en, naar het zuiden toe, een sluis naar het kanaal Luik-Maastricht. Het storten van beton voor deze (van een hangende roldeur voorziene) St.-Pieterssluis was in 1926 voor een deel gerationaliseerd, hoewel de kruiwagen nog een essentiële schakel lijkt te zijn.

het gebruik van gewapend beton in de Franse en Engelse waterbouwkunde te bestuderen. De voor de steiger en de schutsluis verantwoordelijke ingenieurs waren lid van de Gewapend Beton Commissie. De commissie ging heen en deed verslag. De minister stuurde het verslag vervolgens door naar het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, dat het in zijn *Tijdschrift* publiceerde. De minister vroeg bovendien 25 overdrukken, die hij intern aan de inspecteurs en de hoofdingenieurs van de Rijkswaterstaat uitdeelde. De commissie kwam in haar slotoordeel tot de conclusie dat:

‘... bij de uitvoering van werken het gebruik van beton-ijzer in de meeste gevallen de voorkeur verdient boven het gebruik van hout, steen, of ijzer. In het algemeen is het bij gelijke sterkte belangrijk minder kostbaar dan eenig ander materiaal, terwijl het onderhoud zich bepaalt tot de oppervlakte en bijzonder geringe kosten vordert. Praktische en oordeelkundige toepassing heeft intusschen reeds zoo talrijke bewijzen geleverd van de voortreffelijkheid van het materiaal, dat op den duur een ruim gebruik, ook in ons land, niet achterwege kan blijven.’⁸

Bij de beide proefprojecten te IJmuiden en Utrecht heeft de Rijkswaterstaat veel steun gehad van de deskundigheid van het gespecialiseerde bedrijfsleven, net als bij de elektrische bewegingsinrichting voor de middensluis te IJmuiden. In beide gevallen ging het behalve om het kunstwerk zelf, ook om het leren omgaan met gewapend beton in de waterbouw. De Rijkswaterstaat wilde op zijn minst voldoende competentie in huis hebben om in de toekomst de offertes van verschillende aannemers op hun merites te kunnen beoordelen.

Het eerste plan voor de steiger ontsproot uit contacten van de verantwoordelijke ingenieur H. van Oordt met Maison Hennebique. Maar met twee ter zake kundige aannemers in Nederland, kon de minister bezwaarlijk de steiger zomaar aan een buitenlandse onderneming gunnen. Daarop werden aan zowel De Amsterdamse

Fabriek van Cementijzerwerken (Sanders) als de Hollandse Maatschappij tot het maken van Werken in Gewapend Beton (Van Hemert) offertes gevraagd. Van Oordt zag weinig in Van Hemerts Hennebique-achtige ontwerp, maar werd ronduit geestdriftig over wat hij noemde Sanders' 'compleet nieuwe' voorstel. De steiger, die als spoorwegsteiger was ontworpen, werd door de Amsterdamse Fabriek in samenwerking met de natte aannemer Van Hattum volgens Sanders' originele 'putten en platen'-systeem gebouwd. Hij voldeed uitstekend en is nog steeds in gebruik.

Een sluis in gewapend beton was nog nergens ter wereld uitgevoerd. Wel had Hennebique diverse kademuren in gewapend beton ontworpen en uitgaande van het idee dat een sluis kolk eigenlijk niet veel meer is dan twee tegenover elkaar geplaatste kademuren, was een schutsluis van gewapend beton heel goed denkbaar. Een ontwerp met offerte werd ondershands (dus zonder openbare aanbesteding) na voorbereidende gesprekken met Van Oordt aan Van Hemert gevraagd. Bij de bekendmaking van de plannen kwam er onmiddellijk verzet van de Nederlandse Vereeniging van Baksteenfabrikanten, die probeerde gewapend beton af te doen als 'een buitenlands fabrikaat'. Het protest maakte toch zodanig indruk bij de Rijkswaterstaat dat er voor de sluis ook een traditioneel ontwerp in gemetselde baksteen werd gemaakt.

Dit kostte allemaal veel tijd en tegen september 1903 begon de

hoofdingenieur-directeur in de Directie Utrecht, ir. W.J.S.W. Blom, nattigheid te voelen. Hij klom in de pen om de minister op de oorspronkelijke (experimentele) bedoeling met de sluis te wijzen:

‘Het is wenselijk dat de nieuwe wijze van constructie (gewapend beton, CD) in een groot werk wordt beproefd, of preciezer, dat een voorbeeld wordt gegeven van de nieuwe wijze van constructie, en daarvoor acht ik de sluisbouw te Utrecht buitengewoon geschikt.’⁹

De sluis kwam er, in 1906, en was daarmee de eerste sluis in Nederland waarin gewapend beton werd gebruikt; vooralsnog alleen voor de kolkmuur en niet voor de vloer of de sluishoofden. Wie zou denken dat daarmee het hek van de dam was, komt bedrogen uit. Terwijl om de waterbouwkunde heen het bouwen in gewapend beton welig tierde, bleef het bij de Rijkswaterstaat en de provinciale waterstaten op dit front buitengewoon stil. Tot na de Eerste Wereldoorlog vonden de twee proefprojecten - hoewel ze allebei glansrijk slaagden - geen navolging. Dit is minder verwonderlijk dan het lijkt. Vóór de oorlog stonden er nauwelijks omvangrijke werken op de waterstaatsagenda - in ieder geval geen werken waarmee vrijelijk kon worden geëxperimenteerd.

Gedurende de oorlog ontnam de schaarste aan ijzer en cement elke hoop op uitvoering van waterbouwkundige kunstwerken van enige omvang - laat staan in gewapend beton.

Nieuwe staalconstructies: roldeuren in de schutsluizen van het Kanaal door Zuid-Beveland

Na 1910 werd de gevestigde positie van puntdeuren in Nederlandse schutsluizen aangetast. De aanval werd gepleegd binnen de niche van grote zeesluizen en steunde op de ontwikkeling van nieuwe staalconstructies. Het ging hierbij niet alleen om de deuren zelf, maar meer nog om de vervolmaking van gelagerde wielen en looprails, waardoor niet alleen schuifdeuren maar ook verschillende soorten roldeuren tot de waaier van betrouwbare afsluitmiddelen gingen behoren. Zoals ook bij elektriciteit en gewapend beton het geval was, werd eerst een stadium van behoedzaam experimenteren doorlopen eer de nieuwe deurtypen vanzelfsprekend werden voor een bepaalde categorie van afsluitingen. Dat proces begon rond 1911 met de introductie van stalen roldeuren voor de twee nieuwe zeesluizen aan beide uiteinden van het Kanaal door Zuid-Beveland.

Het Kanaal door Zuid-Beveland was onderdeel van een internationale binnenvaartweg tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen. Een verdrag tussen Nederland en België legde Nederland de verplichting op deze vaarweg te onderhouden en zo nodig aan te passen aan de ontwikkeling van de scheepvaart.

Gedurende het eerste decennium van deze eeuw werd duidelijk dat: 1) de bestaande dubbele sluisen onvoldoende capaciteit hadden, waardoor de vaart soms stagneerde; 2) de bestaande sluismuur ernstige verzakkingen vertoonden en hun reparatie onduidelijke stremmingen van de vaarweg zou veroorzaken. De minister leek het

daarom verstandig een derde sluis naast de twee bestaande te bouwen, zowel te Wemeldinge als te Hansweert. Hij gaf daar in 1910 zijn fiat voor.

Het kanaal mondde aan beide einden op zout getijwater uit. Het paalwormgevaar pleitte vanzelf voor ijzeren of stalen deuren - die nog maar vijf of tien jaar eerder vrijwel zeker puntdeuren zouden zijn geweest. Tegen 1910 was een andere oplossing voor deuren in 'getij'-sluizen echter nauwelijks meer te omzeilen. In het buitenland was men inmiddels zeer te spreken over zogenaamde schuif- of roldeuren. A.E. Kempees en J.A. Ringers, de voor de nieuwe sluizen verantwoordelijke ingenieurs, gaven de volgende definitie:

‘Een rol- of schuifdeur is een stevige kist van voldoende grootte om, steunende in de wederzijdse sluishoofdmuren en tegen den onderaanslag, het sluishoofd te sluiten. De deur wordt, om gelegenheid tot doorvaart te geven, in de richting harer lengteas in de daarvoor bestemde deurkas getrokken.

Geschiedt die verplaatsing schuivend over een schuifbaan, dan spreekt men van een schuifdeur. Bij roldeuren wordt de verplaatsing vergemakkelijkt door rollen, welke onder water onder de deur of boven water op een brug kunnen zijn aangebracht.’¹⁰

Waarom werd er hoe dan ook naar roldeuren gekeken? Kempees en Ringers noemen ten opzichte van de gebruikelijke puntdeuren bij gewone schutsluizen een groot aantal voordelen (en ook enkele nadelen). Roldeuren zouden eenvoudiger zijn te berekenen, een veel korter sluishoofd vereisen en dus meer nuttige kolk lengte geven, gesloten kunnen worden bij deining, ongevoeliger zijn voor muurzettingen, een kleiner aantal reserve deuren vereisen, eenvoudige droogzetting van de hele sluis toestaan, een makkelijke gelegenheid tot het maken van een oeververbinding over de gesloten deuren bieden, eenvoudige bewegingsinrichtingen vereisen en zeer grote vervallen kunnen verdragen. Het grootste voordeel wordt echter met name bij een zeesluis behaald, waar vanwege het getijverloop het water meestal afwisselend naar twee kanten toe moet worden gekeerd en er dus per sluishoofd twee stel puntdeuren geplaatst moeten worden.

‘Een roldeur keert naar beide zijden en vervangt dus in het onderhavige geval, waar de kanaalwaterstand ligt tussen de hoog- en laagwaters buiten de sluizen, vier puntdeuren (twee eb- en twee vloeddeuren). In eenig geval, waarin ook stormdeuren noodig zijn, zou een roldeur zelfs zes puntdeuren kunnen vervangen.’¹¹

In 1910 bezochten Kempees en Ringers verschillende grote schut- en stroomsluizen die voorzien waren van rol- en schuifdeuren in België en Duitsland. Onder de roldeuren bevonden zich exemplaren waarbij de rollen aan de deur of aan de drempel



Het Kanaal door Zuid-Beveland, dat dateert van 1866, kreeg tussen 1910 en 1928 een derde stel sluisen aan de mondingen te Hansweert en Wemeldinge. Bij de aanleg werden diverse nieuwe technieken toegepast, bijvoorbeeld elektrische bronbemaling. De sluisvloer was van gewapend beton en voor de afsluitingen werden de eerste stalen roldeuren in Nederland toegepast. Op de foto is de in Nederland gebouwde roldeur voor Hansweert te zien, vlak voor het indrijven in de deurkas.

waren bevestigd. In hun verslag concludeerden de Nederlandse waarnemers dat de schuif- en roldeuren overal hadden voldaan.

Men was tevreden. Vervolgens werden de schuifdeuren met de roldeuren vergeleken. De auteurs stelden dat schuifdeuren, wegens het ontbreken van kwetsbare rollen, de grootste bedrijfszekerheid boden. Daarom werden zij ook stevast door de Duitse marine voor haar oorlogshavens te Kiel, Wilhelmshaven en Holtenau (in ontwerp) voorgeschreven. De betreffende sluisen waren respectievelijk 30 meter, 40 meter en 45 meter breed. De enorme gevaarten van deuren waren echter alleen door zeer grote krachten over hun relatief stroeve glijbanen in beweging te krijgen. Bij de nieuwste sluisen te Wilhelmshaven werden die krachten door het in- en uitpompen van water in de deurkassen opgewekt; de deuren werkten dan als een soort zuiger die door de ontstane drukverschillen heen en weer werden geschoven. Volgens Kempees en Ringers ging dit met enorme energieverliezen gepaard. De schuifdeuren mochten dan wel bedrijfszeker zijn, ze leken verre van economisch. Voor een drukke binnenvaartweg als het Kanaal door Zuid-Beveland genoten makkelijk te bewegen deuren met rollen verreweg de voorkeur, al was de werking wat minder zeker. Hiermee werd voor het eerst in Nederland de kwestie van gelagerde rollen op sluisdeuren aan de orde gesteld.¹² De beheersing van deze techniek zou doorslaggevend zijn voor de nieuwe sluisconstructies van de jaren twintig en dertig. In 1911 hadden Kempees en Ringers alleen nog maar een betrouwbaar en economisch werkende roldeurconstructie te Hansweert voor ogen. Zij beseften evenwel dat het hier om een experiment ging en dat wat zij hier presteerden, door anderen nauwlettend zou worden gevolgd:

‘De toepassing van roldeuren bij sluisen in ons land is nog nieuw en kan, als proef opgevat, voor later te bouwen sluisen nog kostbare gegevens opleveren. Nu zal nader kunnen blijken ... of werkelijk bij een besparing van 1 à 2 tonnen gouds zal kunnen worden verkregen een modern uitgeruste, zeker en snelwerkende sluis.’¹³

Roldeuren bleken inderdaad een economische, moderne en robuuste oplossing te zijn. Na Hansweert en Wemeldinge werden horizontale stalen roldeuren sterke mededingers voor de afsluitingen van schutsluizen die naar twee kanten moesten keren, dus vooral zeesluizen en sluizen aan rivieren met wisselende waterstanden. Zij waren met hun vakwerkconstructie en hun gelagerde rollen in zekere zin ook de wegbereiders voor de latere hefdeuren die in de jaren dertig de toon aangaven.

Maas-Waalkanaal: sluizen te Heumen en te Weurt

In aansluiting op de Maaskanalisisatie en ter vervolmaking van de 'kolenroute' van Limburg naar het westen en noorden van het land, werd rond 1920 een hoofdscheepvaartweg tussen Heumen aan de Maas en Weurt (bij Nijmegen) aan de Waal geprojecteerd. Dit zogeheten Maas-Waalkanaal werd aan beide einden door schutsluizen van de rivieren gescheiden. De onderling verschillende constructies van de twee schutsluizen verraden hoe inmiddels in Nederland roldeuren een standaardoplossing voor dubbelkerende schutsluizen waren geworden. Roldeuren werden nu zichtbaar bij een dergelijke sluisligging - in de regel - vanzelf-



De eerste sluis die in het kader van de Maaskanalisisatie werd voltooid, te Linne, had in al zijn betonnen naaktheid een moderne aanblik, maar moest het verder doen met gewone puntdeuren. De reusachtige doorgaande langsriolen met zijspruiten zorgden in combinatie met een elektrische aandrijving van de rioolschuiven voor een rustige ligging van de schepen van de schutkolk ondanks de korte vultijd. De langsriolen vereisten ook enorm dikke muren, waardoor een constructie in gewapend beton onrendabel en overbodig werd.

sprekend boven puntdeuren gekozen. Het gebruik van roldeuren werd in de hand gewerkt doordat ook elektrische aandrijving gemeengoed was geworden.

Er is echter nog een reden om bij deze twee sluizen stil te staan.

Hier werd voor het eerst in Nederland een nieuwe en rationele bouwwijze voor schutsluizen toegepast, een bouwwijze gebaseerd op het continu storten van beton. De vernieuwing betrof dus niet zozeer de constructie van schutsluizen op zichzelf, maar de manier waarop zij werden gebouwd. Dat was wel voor een groot deel afhankelijk van de vervanging van traditionele materialen - vooral metselwerk - door stortbeton. De bouwtrant van de sluizen in het Maas-Waalkanaal was in feite nog een mengvorm tussen metselen en betonstorten, maar het wees al duidelijk de weg naar de ophanden zijnde industriële betonbouw bij de Maassluizen en de Noordersluis te IJmuiden.

Het waterstandenverloop van de twee rivieren ter plaatse van de geplande uitmondingen van het Maas-Waalkanaal zou heel verschillend zijn. Het peil van de gekanaliseerde Maas te Heumen zou door de stuw te Grave op een vastgestelde hoogte worden gehouden. Dit zou alleen bij hoge afvoeren merkbaar worden overschreden. Het kanaalpeil kon daarom op dit stuwpeil worden ontworpen waardoor de sluis te Heumen onder normale omstandigheden open kon blijven staan - beslist een meevaller voor de scheepvaart. De sluis zou alleen bij hoge - of bij onverhoopt lage - Maasstanden dienst hoeven doen. De ongekanaliseerde Waal vertoonde daarentegen sterk wisselende waterstanden. De sluis te Weurt zou dus vrijwel continu in werking moeten zijn. Bovendien zou die sluis naar twee kanten moeten keren: de waterstand in de Waal zou soms hoger, soms lager dan het kanaalpeil zijn.

In 1918 werd met het ontwerpen een aanvang gemaakt; een jaar later kon met de bouw worden begonnen. Beide sluizen werden op de standaardbreedte voor de Maaskanalisisatie ontworpen: 14 meter. De sluis te Heumen kreeg in ieder sluishoofd een stel stalen puntdeuren, vanzelfsprekend met de punt naar de Maas toe gericht.

Voor de zekerheid werd in een tussenhoofd nog een stel 'ebdeuren' geplaatst om het kanaal tegen leeglopen te behoeden, mocht de stuw te Grave het begeven. De puntdeuren werden op inmiddels conventionele wijze elektrisch bediend. De sluis te Weurt was andere koek, want deze moest zoals gezegd 'dubbelkerend' werken. Daardoor kwam deze sluis - net als tien jaar eerder de sluizen in het Kanaal door Zuid-Beveland - in aanmerking voor roldeuren. Dit type deur was er - getuige Heumen aan het andere einde van het kanaal - niet in geslaagd voor het gewone werk de puntdeuren te verdringen. Zij werden nu echter wel vrijwel zonder omhaal in deze speciale 'niche' toegepast. De deuren te Weurt kwamen qua grootte en constructie redelijk overeen met hun voorgangers te Hansweert en Wemeldinge. Alleen de toevoeging van een smeerinstallatie onder water voor de glijlagers van de loopwielen kon als vooruitgang worden aangemerkt.

Rond 1920 lijkt dus de toepassing van roldeuren en elektrische aandrijving (in bepaalde niches) vanzelfsprekend en routineus te zijn geworden. Dat lag geheel anders met de constructie van sluiskolken en -hoofden. Deze stond nog op losse schroeven vanwege de zegetocht van de nieuwe Amerikaanse bouwtrant aan het begin van de jaren twintig. Tussen 1906 en 1914 hadden de Amerikanen

het Panamese echec van de Fransen weten om te zetten in een glorieuze overwinning, dankzij een dubieuze buitenlandse politiek, de systematische verdelging van ziektedragende muggen, uitgekiende logistiek, massa's beton en een Tayloristische arbeidsorganisatie. Dit alles maakte wereldwijd een diepe indruk en werd in het bezuinigings- en efficiencyklimaat van na de Eerste Wereldoorlog ook in Nederland een lichtend voorbeeld. Vooral bij de nieuwe grote sluizen en stuwen die door de opschaling van de scheepvaart werden afgedwongen, kon efficiënt en snel werken heel veel geld besparen.

De 'Panama-stijl', om het zo maar te noemen, verfoeide elk constructief raffinement en zocht robuustheid in brute betonmassa. De sluismuren werkten volgens hetzelfde principe als de eveneens in Amerika populaire 'zwaartekracht'-stuwdammen; gewicht en omvang zorgden voor stabiliteit - niet zozeer de constructieve vorm.¹⁴ Bovendien lieten de Amerikanen - onbekommerd om esthetiek als ze waren en niet in de waan dat hun kunstwerken de eeuwigheid moesten trotseren - de betonnen dagvlakken van hun kunstwerken onbekleed. Dit betekende al een enorme besparing op bak- of natuursteen en op de geschoolde arbeid van metselaars. De grootste besparing kwam echter door de wijze van aanmaak, aanvoer en storten van de benodigde massa's beton. Naast de bouwput werden betonfabrieken ingericht. Het beton werd vervoerd en gestort door middel van over de bouwput heen gespannen (en soms rijdende) kabelbanen. Tot slot werd er steeds binnen een project zoveel mogelijk van gelijke basisvormen uitgegaan, zodat de bekistingselementen steeds opnieuw konden worden gebruikt.

Deze dynamische aanpak werd in Nederland voor het eerst, zij het slechts in aanzet, bij de bouw van de sluis te Heumen toegepast, hoewel het hele Maas-Waalkanaalproject in hetzelfde teken stond, evenals de ongeveer gelijktijdig lopende werken van de Maaskanalisation. De basisaanpak was een ruim gebruik van stampbeton - bijvoorbeeld 40.000 m³ voor elke sluis in het Maas-Waalkanaal. Gewapend beton werd - in de sluizen althans - zeer spaarzaam gebruikt. In de stuwen van de Maaskanalisation kwam gewapend beton al wel meer voor. Een reden voor het kwistige gebruik van stampbeton was ongetwijfeld de overvloed aan zand en grind in de onmiddellijke nabijheid van de werken, waardoor het goedkoop was. Een andere reden was dat op dat tijdstip de bouw van een sluis van deze afmetingen geheel in gewapend beton technisch en economisch nog moeilijk was te overzien.

Bij de twee sluizen in het Maas-Waalkanaal werd de 'Panama-stijl' nog niet geheel doorgevoerd. Wel werd er een betonfabriek ingericht en werden er uit Duitsland geïmporteerde kabelbanen opgesteld. De sluismuren waren echter nog afgedekt met een laag van ter plekke gegoten betonstenen.¹⁵ De stenen hadden een speciale samenstelling waardoor ze bijzonder hard en slijtvast werden. Tegelijk met het optrekken van een kolkmuur van deze stenen, kon daarachter het eigenlijke betonnen sluismuur-lichaam laag voor laag worden gegoten. Op deze manier verving de cementstenen muur wel een dure bekisting.

Bij de sluizen in de Maaskanalisation werd de 'Panama-stijl' radicaler doorgevoerd. Het beton werd in grote verticale moten tussen steeds opnieuw inzetbare plaatijzeren bekistingselementen gegoten.

De sluizen in de Maas vertonen net als die in het Panamakanaal een zeer dikke trapsgewijze opbouw van de sluismuren, stalen puntdeuren en onbekleed beton.¹⁶

Bovendien werd het werk, net als bij het Maas-Waalkanaal, volgens de nieuwste Amerikaanse inzichten uitgevoerd. Beton uit de naast de bouwput opgerichte betonfabrieken werd met kabelbanen op de plaats van bestemming gestort. De Amerikaanse invloed is deels te verklaren uit een studiereis langs Amerikaanse sluizen en stuwen in 1916 van de hoofdingenieur van de Dienst Maaskanalise, F.L. Schlingemann, maar zeker ook door de geweldige uitstraling van het Panamakanaal in de toenmalige waterbouwkundige wereld.

De sluizen van het Maas-Waalkanaal en de Maaskanalise leken in een ander opzicht ook op de Panamese sluizen. Net als andere grote sluizen uit die tijd waren ze voorzien van zogenaamde langsriolen om de schutkolk te vullen en te ledigen. Dit waren tunnels die in de lengte door de sluiswanden en -hoofden liepen. Ze konden via grote kleppen beurtelings met het boven- of onderwater buiten de sluis worden verbonden. Via een groot aantal zijspruiten stonden zij met de schutkolk in verbinding.¹⁷

Door nu één van de grote rioolschuiwen te openen en de andere te sluiten, werd het langsriool met het boven- of onderwater verbonden en kon de kolk via de vele zijspruiten rustig vol- of leeglopen. Dit systeem, dat toentertijd werd geacht een voorwaarde te zijn voor de rustige ligging van schepen tijdens het schutten, bevorderde de ontwikkeling van slanke, materiaalbesparende schutkolkmuern van gewapend beton allermint. De grote riolen vereisten op zichzelf al een zodanige doorsnede dat uitvoering van de muern als een gewapendbetonconstructie overbodig en oneconomisch zou zijn. Daar kwam spoedig verandering in.

Noordersluis IJmuiden

Een commissie onder voorzitterschap van de vermaarde ingenieur, hoogleraar en ex-minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, Jacob Kraus, vergaderde tussen 1909 en 1911 over de vraag of de grote sluis te IJmuiden uit 1897 inmiddels te klein was geworden en of er een nieuwe en nog grotere moest worden gebouwd. De rechtstreekse aanleiding was de voorgestelde maatvoering voor de sluizen van het Panamakanaal (lang 305 m, wijd 33 m en diep 13,30 m). Er waren plannen om ook het Suezkanaal volgens deze

standaard op te schalen en in Duitsland was men met nog grotere sluizen bezig. In 1911 werd voor IJmuiden een sluis met een lengte van 360 m, een breedte van 40 m en een diepte van 14 m voorgesteld. Ten tijde van de behandeling van het wetsontwerp in 1915 was de sluis al tot 400 m lengte en 45 m breedte uitgegroeid en was een diepte van 15 m in onderzoek. Uiteindelijk werd in 1921 nog een halve meter aan de diepte en vijf meter aan de breedte toegevoegd. Daarmee zou de nieuwe Noordersluis te IJmuiden jarenlang de grootste schutsluis ter wereld gaan worden. De constructie en de bouw bevestigden de veranderingen die binnen het technisch regime van schutsluizen gaande waren. Er werd ook, in de gedaante van korte omloopriolen, een belangrijke innovatie toegevoegd die de weg baande voor een veel uitgebreider gebruik van gewapend beton in schutsluisconstructies.

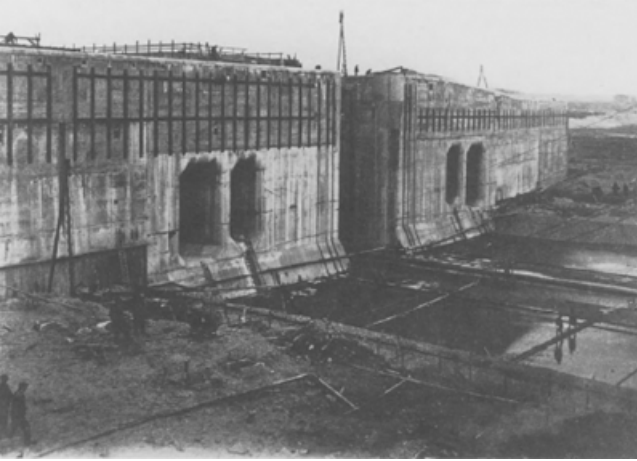
Al in 1911 werd voor de nieuwe reuzensluis een afsluiting met ijzeren roldeuren aanbevolen, ongetwijfeld mede gebaseerd op de voorgenomen toepassing ervan voor de sluizen in het Kanaal door Zuid-Beveland. Dit concept werd door alle opschalingen heen aangehouden. In 1921 werden door de verantwoordelijke ingenieurs, onder wie ook weer J.A. Ringers, verschillende grote zeesluizen en roldeuren in Duitsland bezocht. Die zagen te Wilhelmshaven een schuifdeur voor een keersluis van niet minder dan 70 m lang, 13 m hoog en 8 m dik. De deuren te IJmuiden werden uiteindelijk een maatje kleiner, 'slechts' 53,50 m lang, 20,35 m hoog en 7,30 m dik. Ook werden zij als roldeur uitgevoerd, min of meer in de stijl van de deuren te Hansweert en Wemeldinge en te Weurt in het Maas-Waalkanaal. De uitzonderlijke grootte van de deuren was natuurlijk een aparte uitdaging, maar het is duidelijk dat het principe en veel van de details van een dergelijke afsluiting in 1925 nauwelijks meer opzien baarden. De deuren waren ontworpen door de Directie van de Dienst Noordersluis, in samenwerking met de Technische Bureaux van de Nederlandsche Scheepsbouw Maatschappij en Werkspoor, 'zoodat volledig met de eischen van modernen scheepsbouw en fabriekspractijk was rekening gehouden'.¹⁸ Wederom werden de deuren ook in Nederland gebouwd, en wel door N.V. Burgerhout's Scheepswerf en Machinefabriek te Rotterdam. Na voltooiing werden zij over zee naar IJmuiden gesleept, daar in de nieuwe sluisolk zelf rechtstandig gekanteld en de kassen ingevaren. Een mooi staaltje vond men dat. Het waren wel hele grote deuren, maar verder brachten zij niet heel veel nieuws onder de zon. Wel vernieuwend was de bemalingstechniek die moest worden toegepast om de sluis 'in den droge' op een paalfundering te bouwen. De drempeldiepte van bijna 15 meter vereiste een enorm diepe bouwput en er moest, gezien de belangen van de Amsterdamse Duinwaterleiding bij de handhaving van de grondwaterstand te IJmuiden, een zeer vernuftig systeem van ondergrondse afdamming en bronbemaling worden bedacht. In eerste instantie was dan ook aan een 'nat' ontwerp met afzinkbare caissons van gewapend beton de voorkeur gegeven. Die op zichzelf ingewikkelder aanpak werd pas verlaten toen bleek dat een onschadelijke bronbemaling mogelijk was.

Radicaal vernieuwend - voor Nederland althans - was het besluit om bij een sluis van deze afmetingen af te zien van doorgaande langscriolen. Dit was eigenlijk een gevolg van de enorme schaal van de sluis, waardoor elke constructieve beperking in een hoofdonderdeel enorme besparingen teweeg kon brengen. De sluiswanden waren om die reden een dankbaar doelwit voor dit soort soberheid. In principe kon men voor de wanden kiezen tussen een fundering op staal (direct op een dragende zandlaag) en een fundering op palen (onderheid). Gezien de ligging van de zandlagen zou een

fundering op staal pas op N.A.R -19,50 m mogelijk zijn. De gewenste stabiliteit van een dergelijke muur van om en nabij de 25 meter hoog en de noodzaak tot beperking van gronddruk zouden vervolgens ook een aanzienlijke breedte vereisen - kortom, erg veel baggerwerk en beton. Nautisch gezien hoefden de muren eigenlijk niet dieper te gaan dan N.A.P. -7,50 m, maar dit zou dan onderheing met betonpalen vereisen - ingewikkeld, maar al met al toch een veel goedkopere oplossing.

De adders in het gras waren de langsriolen en zijspruiten in de kolkmuur. Deze liepen gewoonlijk op het niveau van de kolkvloer, in dit geval dus N.A.P. -15,5 m. Dat stond beslist op gespannen voet met een muur die niet dieper dan N.A.P. -7,50 m hoefde te reiken. Ringers zoon in het bezuinigings- en efficiëntiejaar 1921 dan ook op manieren om de hogere muur te handhaven zonder een rustige kolkvulling (lees langsriolen) prijs te geven. Hij vroeg zich af of de beperking van zijspruiten tot slechts de middelste 100 meter van de kolk, waardoor de riolen in de overige circa 300 meter boven N.A.P. -7,50 m konden worden gebouwd (en dus daar de goedkopere muurconstructie kon worden gehandhaafd), geen oplossing zou bieden. Proeven met gedeeltelijke afsluiting van de zijspruiten van de langsriolen in de bestaande grote sluis te IJmuiden leken dat vermoeden te bevestigen. Uitsluitel gaven ze echter niet.

Het besef van het oplossend vermogen van waterloopkundige modelproeven op kleinere schaal, zoals die al sinds de eeuwwisseling in Duitsland waren uitgevoerd, begon juist in die tijd ook tot Nederland door te dringen (zie hoofdstuk 8). Ringers kreeg toestemming om zijn vraagstelling volgens deze methode in Duitsland tot klaarheid te brengen en belandde met zijn in latere jaren even vermaarde collega, ir. J.P. Josephus Jitta, via Delftse adviezen bij de Preussische Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau van dr. H. Krey, te Berlijn. Krey had vlak voor de Eerste Wereldoorlog voor een soortgelijke kwestie inzake de grote zeesluis te Brunsbüttelkoog gestaan en was op grond van schaalproeven tot de verrassende slotsom gekomen dat langsriolen en zijspruiten in de kolk geheel overbodig waren. Korte omloopriolen in de sluishoofden bleken voldoende, mits men de mondingen juist richtte en profileerde. Het model voor



De explosieve groei in de gemiddelde tonnage van zeeschepen en vervoerde tonnage maakte begin 20e eeuw de aanleg van een derde schutsluis te IJmuiden noodzakelijk. De bouw van deze 'Noordersluis' nam ruim tien jaar in beslag. Hier is een van de sluishoofden te zien, met in het midden de deurkas voor een van de grote roldeuren met aan weerszijden de uitmondingen van de 'omloopriolen'. Een klein stuk van de hooggelegen kolkmuur in gewapend beton sluit links aan.

Brunsbüttelkoog stond er nog en kon zonder veel omhaal voor IJmuiden worden aangepast. Ook hier bleek dat omloopriolen voldeden, zij het dat belangrijke verbeteringen in vorm en doorsnede ten opzichte van de riolen te Brunsbüttelkoog mogelijk bleken. Bevrijd van de lastige langscriolen en zijspruiten konden Ringers en Jitta nu hoogliggende en lichte kolkmuuren gaan ontwerpen. Daarmee bespaarden zij naar eigen zeggen één miljoen gulden, een heel bedrag in 1921! Dit was niet alleen voor IJmuiden een doorbraak, maar leek het hele technische regime van grote schutsluizen op zijn grondvesten te doen beven. Ringers: 'De vraag zal nu worden gesteld of het maken van riolen met zijspruiten over de gehele lengte overbodig is. In het algemeen kan deze vraag bevestigend beantwoord worden.'¹⁹

Het betonbedrijf te IJmuiden stond, net als de betonbedrijven bij de Maaskanalise en het Maas-Waalkanaal, ook geheel in het teken van de Amerikaanse industriële waterbouw. De werken werden allemaal in onbekleed beton uitgevoerd. Portaalkranen zorgden voor de aanvoer van verschillende bouwmaterialen. Een grote betonfabriek voedde een uit Amerika geïmporteerde centrale stortinstallatie die via een stelsel van draaibare goten het beton tot in alle uithoeken van de bouwput kon afleveren. Een markant verschil met de andere werken was wel het zeer ruime gebruik van gewapend beton. De muren, de sluisvloer, de hoofden en de deurkassen waren allemaal gewapendbetonconstructies. Gezien de mogelijkheid tot fundering op betonnen palen (ook van gewapend beton), was de veel lichtere bouwtrant in gewapend beton ook wel de aangewezen methode. Kennelijk was het bouwen van (zelfs zee-) sluisen in gewapend beton niet langer een kwestie van experimentele toepassingen - zoals dat in 1905 bij de sluis in het Merwedekanaal ten westen van Utrecht nog het geval was - maar een te beredeneren en berekenen technische en financiële keuze.

Toch bleef IJmuiden - net als de sluis bij Utrecht - een werk uit het voorland van de gewapendbetonbouw. Het ging hier (nog) niet om de monolithische constructies waarbij gewapend beton juist zo goed tot zijn recht kwam, maar om een samenstel van losse onderdelen die niet, of slechts zeer summier, aan elkaar werden verbonden. Dat komt ook tot uiting in het feit dat de diverse constructiedelen aan verschillende

aannemers konden worden uitbesteed - wat ongetwijfeld ook een streven van de directie naar een brede verdeling van werk en ervaring verraadt. Ook de Rijkswaterstaat moest aan zijn toekomst bouwen en het vergroten van het aantal ter zake kundige aannemers was beslist in zijn belang.

Uitwateringssluizen in de Afsluitdijk

Het IJsselmeer zou een groot boezemmeer worden dat via natuurlijke weg (dus zonder bemaling) op de Waddenzee moest lozen. Het IJsselmeer zou worden bezwaard met de afvoer van de IJssel en door al het water dat door omringende polders erop werd uitgeslagen. Dat kon bij tijd en wijle heel veel water zijn en om het peil tussen de afgesproken marges te kunnen handhaven, moest een evenredig grote doorsnede aan uitwateringssluizen in de afsluitdijk worden gebouwd. Op zichzelf was de grote doorsnede geen bijzondere uitdaging. Dat was gewoon een kwestie van het

naast elkaar plaatsen van voldoende sluiskokers om de maximale watertoevoer te kunnen verwerken.

De situatie van de sluizen maakte de zaak wel wat ingewikkelder. Ten eerste waren er bij zo'n grote boezem vele belangen met de nauwkeurige handhaving van het peil gemoed. Te hoge waterstanden konden op termijn op veel plaatsen voor wateroverlast zorgen. Te lage waterstanden veroorzaakten problemen met de waterinlaat in droge tijden. De sluizen moesten dus nauwkeurig regelbaar en absoluut bedrijfszeker zijn. Indien nodig, moest het gehele kokerprofiel snel beschikbaar komen. Afgezien van een deugdelijke deurconstructie was de gevoeligheid voor verstopping door ijs en drijvende voorwerpen bepalend. Die gevoeligheid was in hoofdzaak afhankelijk van de breedte van de kokers. De ontwerpers stonden dus onder druk om dit te maximaliseren.

Voordien waren in Nederland geen kokers breder dan 5 meter gebouwd; bij de Lorentz- en Stevinsluizen werd de breedte van de kokers in één klap meer dan verdubbeld - tot 12 meter.

Het falen van de uitwateringssluizen bij stormvloeden was natuurlijk de grootste nachtmerrie. Dat zou feitelijk neerkomen op een doorbraak van de Afsluitdijk, met als gevolg zeer hoge waterstanden op het IJsselmeer en indringing van zout water. Dit zou mogelijk secundaire overstromingen in de hand werken. Een dergelijk falen moest daarom worden uitgesloten; de uitwateringssluizen mochten niet de zwakke schakel in de dijk worden. Ze moesten in staat zijn de allerhoogste stormvloeden feilloos te keren. Dat stond in wezen op gespannen voet met de wens om de openingen zo breed mogelijk te maken. Bredere openingen veronderstelden deuren met grotere overspanningen. Dergelijke deuren zouden zonder meer zwaarder worden en een robuustere bewegingsinrichting vorderen. De grotere kerende oppervlakten droegen ook grotere krachten over op de sponningen en drempels. De hele koker- en slagstijlconstructie moest daaraan worden aangepast. Om dit in de hand te houden, moest een grote wissel op de technische reserves worden getrokken.

De bouwers van eerdere grote uitwateringssluizen kampten uiteraard met dezelfde tegenstrijdige eisen. Afgaande op de inrichting van de grote uitwateringssluis te Katwijk uit 1809, was er wel een stramien ontwikkeld dat veiligheid combineerde met goede regelbaarheid. Te Katwijk bestond de eigenlijke waterkering uit een reeks kokers afgesloten met puntdeuren. Deze keerden weliswaar het hogere buitenwater, maar waren ongeschikt voor het regelen van de afvoer. Bovendien waren ze, zoals alle puntdeuren, buitengewoon gevoelig voor golfslag vanwege het gevaar van 'klapperen'. Daarom werd er nog een tweede rij kokers op korte afstand stroomafwaarts in het uitwateringskanaal geplaatst. Deze werden van vijf meter brede houten hefdeuren voorzien die in sponningen liepen en door middel van tandheugels en lieren op en neer konden worden bewogen. De zeer zware deuren werden daartoe met contragewichten uitgebalanceerd. De puntdeuren konden nu in beschut water hun kerend werk doen. Bij stormvloed werden de schuiven gesloten zodat er een dubbele beveiliging ontstond. Onder normale omstandigheden werd met de schuiven zodanig gemanoeuvreerd dat de binnenwaterstand juist op peil bleef. Het spreekt voor zichzelf dat de schuiven en de sponningen voor een dubbelkerende werking waren uitgevoerd.

Een soortgelijke gedachtegang heeft ook het ontwerp van de Stevin- en Lorentzsluizen in de Afsluitdijk beheerst. Hier zijn echter de puntdeuren en de

schuiven in dezelfde 30 m lange koker verwerkt en is bovendien nog een extra stel binnenschuiven geplaatst. Beide hefschuiven (13 × 7 m) zijn elektrisch aangedreven, maar ook voorzien van een nood-handbediening. Dit is mogelijk omdat de zware schuiven met contragewichten zijn uitgebalanceerd. Het eigenlijke keer- en uitwateringswerk wordt normaliter uitsluitend door de hefschuiven gedaan waarbij, net als te Katwijk, afwisselend naar twee kanten toe kan worden gekeerd. De puntdeuren zijn echter ook uitgerust om automatisch hoog buitenwater te keren. Door middel van een zogeheten wachter worden zij bij hoger buitenwater een eind uit hun kassen gedreven. Daardoor krijgt eventueel binnenstromend water makkelijk vat op de deuren en klappen zij dicht. Tijdens spuien drukt het uitstromende water de deuren weer open en terug in hun kassen. Bij storm kunnen de deuren in de kassen worden vergrendeld en nemen de twee schuifdeuren de kerende werking over.²⁰

De opschaling die in deze uitwateringssluizen werd doorgevoerd, getuigt van een groot vertrouwen in de nieuwe basistechnieken van staalconstructie, elektrische aandrijving en (gewapend) beton. Eerdere ervaringen in de sluis- en stuwbouw hadden dit constructief vertrouwen geschraagd. Tegen de tijd dat het definitieve ontwerp van de Stevin- en Lorentzsluizen moest worden gemaakt (omstreeks 1925), had men al enkele jaren gunstige ervaringen met de 17 m brede Stoneyschuiven bij de Maaskanalatie; ook was men op de hoogte van de Duitse vorderingen op het gebied van grote rol-hefschuiven voor stuwen - waarvan zeer binnenkort de 30 m brede rolschuif te Borgharen zou getuigen. Op Stoneyschuiven was inmiddels - en ondanks de goede resultaten te Linne - echter veel kritiek gekomen. Wat daarvan waar was, is moeilijk uit te maken, maar hun dagen waren beslist geteld. Betere lagers en nieuwe smeersystemen hadden de veel simpeler en goedkopere gelagerde wielen zowel technisch als economisch concurrerend gemaakt. De hefschuiven in de Stevin- en Lorentzsluizen waren dan ook, net als die te Borgharen, van gelagerde wielen voorzien die langs rails in de pijlers liepen.

Elektrische aandrijving van schuiven en deuren was, zoals gezegd, na de Eerste Wereldoorlog vanzelfsprekend geworden.

Toch leek het bij een zo gevoelige toepassing wat al te riskant en de mogelijkheid tot nood-handbediening werd consequent gehandhaafd - net als bij de meeste cruciale



De Afsluitdijk bevat twee complexen van uitwateringssluizen, de Lorentzsluizen te Kornwerderzand en de Stevinsluizen bij Den Oever. De Stevinsluizen tellen drie groepen van vijf kokers van 12 m breedte en 50 m lengte. Elke koker bevat twee in verticale sponningen opgehangen elektrisch beweegbare stalen schuiven met daartussen een stel automatisch sluitende puntdeuren. Tussen de groepen sluizen ligt een dijkvak van 88 m.

kunstwerken uit die tijd, de Maasstuwen inbegrepen.

Gewapend beton werd voor de meest kritieke delen van de uitwateringssluizen toegepast: een doorlopende vloerplaat per sluisgroep van 1,30 m dik \times 50 m breed \times 88 m lang, de afdekking van de afzonderlijke kokers en de heftorens. De wanden van de kokers, uitgevoerd als gestroomlijnde pijlers, waren van gewoon stampbeton. Ook hier zien we dat waar trekkrachten in het spel komen en de betondoorsnedes binnen de perken moeten worden gehouden, gewapend beton uitkomst bracht. Waar dat niet nodig was, werd teruggevallen op gewoon ongewapend beton. Het gevolg was een ‘pastiche’-constructie, deels van gewapend beton, deels van stampbeton, waarbij het monolithisch potentieel van gewapend beton nog niet werd uitgebuit. Daar waren destijds goede constructieve en financiële redenen voor.

Uitwateringssluizen met hefschuiven lozen hun water door onderstroom, dat wil zeggen: onder de schuif door; de sluizen in de Afsluitdijk waren geen uitzondering op deze regel. Dit was echter wel een principieel verschil met de tot dan toe in Nederland gebouwde stuwen, die zoveel mogelijk hun water via overstort afvoerden. De gedachte daarbij was dat overstort uitschuring van de bodem onder de stuw tot een minimum zou beperken. Nu waren de vervallen bij de Afsluitdijk doorgaans minder dan over de gemiddelde Maasstuw, maar bij laagwater ontstond er toch een flinke en potentieel schadelijke stroming door de sluiskokers.

Daartoe moest de bodem aan de buitenzijde van de sluizen over een zekere afstand met zinkstukken worden verdedigd. Deze grootschalige ervaring met onderstroom was om twee redenen leerzaam. Ten eerste bleek dat het kon, al werd het stromingspatroon ondanks schaalproeven niet goed ingeschat en ontstond er een gevaarlijke afkalving van de oevers aan weerszijden van de sluiscomplexen. Ten tweede bleek het belang van hydrodynamische oplettendheid wanneer het om kunstwerken ging die grote hoeveelheden snelstromend water moesten verwerken. Bij het in bedrijf stellen van de Stevinsluizen in 1929 bleek dat de schalmen van de ophangkettingen, nadat de schuif eerst een paar centimeter was geheven, over de kettingwielen slipten. Onderzoek wees uit dat het onder de deur snel afstromend

water een zuigende werking op de deur uitoefende waardoor het schijnbaar veel zwaarder werd. Met dit toch welbekende verschijnsel was onvoldoende rekening gehouden. De elektromechanische aandrijving was ontworpen om vrijwel uitgebalanceerde deuren te heffen en kon nu dus onvoldoende kracht overbrengen. Het euvel kon in dit geval worden verholpen door de onderkant van de deur een ander profiel te geven, een profiel dat werd vastgesteld met behulp van schaalmodelproeven in het gloednieuwe Waterloopkundig Laboratorium te Delft.

Naar een nieuw technisch regime: gewapend beton met elektrisch aangedreven hefdeuren

In 1921 viel het besluit om de nog steeds ongekanaliseerde Grensmaas te laten voor wat hij was en een geheel nieuw lateraalkanaal te graven tussen Maastricht en Maasbracht, het Julianakanaal. Het werk werd met verve aangepakt; het ontwerp vertolkte de allerlaatste stand der techniek op kanaalbouwgebied.

Om de scheepvaart zo min mogelijk te hinderen, werd zoals altijd naar een minimumaantal sluizen gestreefd. Aangezien in het geval van een nieuw te graven kanaal de keuze van een lengteprofiel (aantallen stuwen en gemiddeld verval per km) niet door bestaande oeverbelangen werd gehinderd, waren de ingenieurs van de Dienst Julianakanaal alleen aan technische en financiële randvoorwaarden gebonden. Dat waren ten eerste de technische grenzen aan het maximale verval en vervolgens de kosten van uitgravingen beneden de sluizen, van dijkaanleg boven de sluizen, van het aanbrengen van een waterdichte bodem- en wandafsluiting en van de schutsluizen zelf.

Het getuigt van technische bravoure dat het totale verval van 23,60 m tussen Maastricht en Maasbracht in slechts drie panden werd overbrugd. Bovendien was de verdeling over de sluizen ongelijk, zodat sluis nr. III te Born niet minder dan 11,35 m zou moeten keren. Een dergelijk verval was in Nederland zelfs bij benadering nog nooit vertoond en dat was uiteraard een uitdaging voor de ontwerpers. Toch stonden ze daar niet alleen voor. Als onderdeel van de Rijnkanalisatie bij Bazel had men een sluis met een verval van 17 m onderhanden en in het Wolga-Moskoukanaal in de Sovjet-Unie zelfs één van 19,70 m. De nestor van de Nederlandse sluisbouw, ir. J.P. Josephus Jitta, weet dit in 1946 aan een nieuw ontwerp- en bouwregime; het ging bij sluisvervallen niet meer om wat men kon, maar om wat men wilde:

‘Met de tegenwoordig ter beschikking staande materialen en hulpwerktuigen (grondwerk) en de onderzoeken in waterbouwkundige laboratoria betreffende de vulling van de schutkolk in verband met de rustige ligging van de schepen in de sluis, is men niet meer aan... kleine vervallen gebonden.

Men kan tegenwoordig gevoegelijk van de stelling uitgaan, dat *een schutsluis steeds aan het verval is aan te passen.*’ (cursivering Josepus Jitta)²¹

Uit een voorlopig ontwerp voor de schutsluis te Born uit 1927 blijkt dat de ingenieurs ook hier de voordelen van dezelfde korte omloopriolen als bij IJmuiden wilden benutten.²² Proeven in het ‘Versuchsanstalt’ te Berlijn hadden bewezen dat zelfs bij een verval als te Born een snelle vultijd (9 minuten) gepaard kon gaan met geringe troskrachten op de schepen. In hun verslag concludeerden de ontwerpers opgelucht:

‘Nu gebleken is dat in de schutkolkmuuren de doorgaande riolen met zijspruiten kunnen worden gemist, konden deze muuren worden ontworpen als wanden van gewapend beton, waardoor een groote besparing op de aanlegkosten zal worden bereikt.’²³

Over de aard van de deuren of de sluisvloer werd in dit stadium van het ontwerp nog niet gerept.

Omstreeks deze tijd begon men in Duitsland aan experimenten met hefdeuren voor schutsluizen met grote vervallen. Voor de grote binnenvaart, die haar hoge masten en zeilen al lang overboord had gezet, was de onvermijdelijke beperking van de doorvaarthoogte geen punt meer. Afgezien van de robuustheid, de tweezijdige kering en de mogelijkheid om zelfs in stromend water en bij enig verval te schutten, bleken

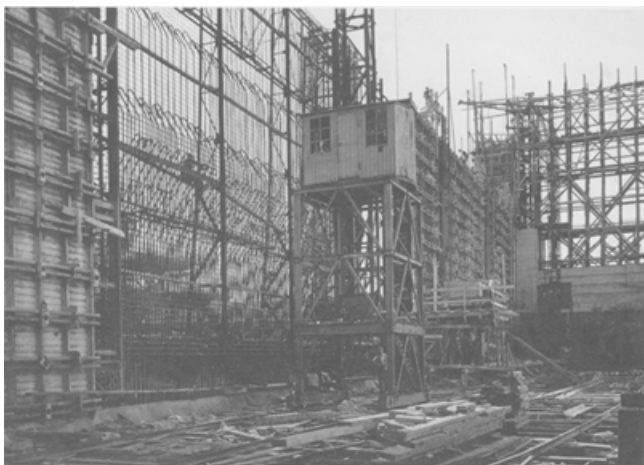
hefdeuren nóg een bijzonder voordeel te hebben: zij konden - in samenhang met speciale drempels en op een kier gezet - dienen om de kolk te vullen.

Daardoor werden riolen in het geheel overbodig. Een dergelijke hefdeur-vulsysteem werd in 1928 voor het eerst in de nieuwe sluis te Ladenburg in de gekanaliseerde Neckar gerealiseerd. De sluis, met een verval van 10 m, had een speciaal gevormde 'woelkamer' vóór de onderdorpel van de hefdeur in het bovenhoofd, waardoor de levende kracht van het binnenstromende water werd vernietigd. In 1929 publiceerde een ingenieur van de Rotterdamse Gemeentewerken, C. Franx, een artikel in *De Ingenieur* getiteld 'De nieuwere gezichtspunten inzake schutsluizen'. Franx preeft de overgang naar korte omloopriolen, maar voorspelde aan de hand van de resultaten van de sluis te Ladenburg een nog grotere toekomst voor sluizen met hefdeuren waarmee tegelijk de kolk kon worden gevuld:

'Zulk een sluis kan bij het drukste verkeer en onder de moeilijkste omstandigheden door één man bediend worden. Besparing van aanlegkosten, eenvoudige bediening en een overzichtelijk bedrijf zijn dan ook de groote voordelen, die aan dit type verbonden zijn.'²⁴

De bouw van het Julianakanaal veronderstelde opstuwning van de Maas te Maastricht (stuw te Borgharen) en dat vereiste een nieuwe schutsluis naar de Zuid-Willemsvaart in het Bossche Veld net ten noorden van de stad. De situatie en functie van de sluis verzetten zich niet tegen de nieuwere gezichtspunten en het werd niet alleen de eerste Nederlandse schutsluis met hefdeuren, maar ook de eerste sluis waarmee de kolk direct door middel van het openen van de deuren werd gevuld. Gezien het bescheiden verval van 3,60 m en de evenredig bescheiden risico's is het aannemelijk dat het hier ook een praktijkexperiment betrof. Er werd in ieder geval breeduit in *De Ingenieur* over gerapporteerd.²⁵

Bij de werken in en om de Maas toonden Rijkswaterstaatsingenieurs, vanwege de in de nabije omgeving verkrijgbare en dus goedkope grondstoffen voor beton en vanwege de mogelijkheid tot fundering op staal, een affiniteit voor massieve stampbetonconstructies. Zo ook de Bossche sluis, die in dit opzicht geheel in de traditie van de sluizen in het Maas-Waalkanaal en de Maaskanalisis paste. Elders lag dat anders. Bij de werken in de Wieringermeer rond 1928-29, bijvoorbeeld. Josephus Jitta beschreef de sluisbouw aldaar als een keerpunt: 'radicaal is het roer omgegooid bij de 7,35 m breede schutsluis de Haukes aan den rand van den Wieringermeerpolder'.²⁶ Daar werd in 1929 veel zuiniger met beton omgesprongen. Dat betekende allereerst gewapend beton en, om het onderste uit de kan te halen, doorgaande wapening tussen de vloer en de muren. 'Daarbij zijn de muren in de vloer



Een nieuw lateraalkanaal van de Maas tussen Maastricht en Maasbracht, het Julianakanaal, werd tussen 1925 en 1935 gerealiseerd. Een van de drie schutsluizen kwam te Born - met het grootste verval in Nederland, maar liefst 11,60 m! De grote hefdeuren, waarmee de kolk ook werd gevuld, waren vormgegeven in het Waterloopkundig Laboratorium. De vloer en de wanden van de 136 m lange en 16 m brede schutkolk waren één buigvast geheel van gewapend beton, zoals dit beeld van de wapening laat zien.

geklemd. Zij zijn dus niet op zichzelf stabiel: het wapenings-ijzer vormt een voor de stabiliteit onmisbaar element.²⁷ Hoewel in eerdere sluizen als de Noordersluis te IJmuiden ook veel gewapend beton werd gebruikt, was de Haukes de eerste sluis (of stuw) die als monolithische gewapendbetonconstructie werd uitgevoerd.

Na de min of meer experimentele innovaties bij de schutsluizen in het Bossche Veld en bij de Haukes was het hek van de dam.

Spoedig daarna werd een aantal zeer grote binnenvaartsluizen gebouwd met kolkvulling via elektrisch aangedreven hefdeuren en een doosconstructie van gewapend beton. Het nieuwe regime in de bouw van schutsluizen kreeg hiermee handen en voeten. Het definitieve ontwerp voor de sluis te Born uit 1933 was exemplarisch voor dit stramien. Bij het ontwerpen en bouwen van grote sluizen als die tussen Maas en Waal te St.-Andries (1931-34), in de Twentekanalen (1930-36) en in het Amsterdam-Rijnkanaal (de Irene- en de Beatrixsluizen 1933-37), toonden Nederlandse ingenieurs een groot elan en zelfvertrouwen.²⁸ Het leek alsof de langdurige afhankelijkheid van de Duitse waterbouwkunde eindelijk was overwonnen. Er werd nu niet alleen over een eigen en volkomen moderne reeks kunstwerken beschikt die doorlopend op de testbank stonden, maar ook over een vooraanstaand waterloopkundig laboratorium dat bij het ontwerpen van nieuwe constructies op aanschouwelijke wijze het kaf van het koren kon scheiden.

Na de Tweede Wereldoorlog

Gedurende de Tweede Wereldoorlog, in ieder geval na de bouwstop van 1942, is er weinig vooruitgang geboekt in de bouw van grote kunstwerken. Na de bevrijding werd de draad weer snel opgepakt. De Nederrijn-Lek-kanalisatie werd weer ter hand genomen en de watersnood van 1953 zette de ambitieuze Deltawerken op een hoofdspoor. In het Noorden werd een afsluiting van de Lauwerszee beraamd. Met name de afsluitingsprojecten behelsden naast de bouw van verschillende soorten

dammen, ook de constructie van enkele zeer grote uitwateringssluizen en een groot aantal schutsluizen.

De naoorlogse sluisbouw geeft een zeer gedifferentieerd beeld te zien. Er is geen sprake van een dominant sluisstype en er is veel met verschillende constructies en materialen geëxperimenteerd.

De grote lijn van de jaren dertig werd doorgetrokken in de zin dat er voor de grotere sluisen veel gebruik werd gemaakt van gewapend beton, verschillende soorten wielschuiten en elektrische aandrijving en bediening. Puntdeuren werden echter ook nog veel gebruikt waar eenzijdige kering aan de orde was. Handbediening kwam ook nog veel voor, zij het in hoofdzaak op kleinere sluisen. Van radicale vernieuwingen kon men niet echt spreken en ook het proces van opschaling leek tot stilstand te zijn gekomen. Qua afmetingen overtrof geen van de naoorlogse schutsluizen die uit het Interbellum.

De vooruitgang wordt zichtbaar door het gebruik van nieuwe materialen en technieken, van vernuftige systemen voor de scheiding van zoet en zout water (luchtbellenschermen en spaarbekkens) en nieuwe systemen van verkeersgeleiding en sluisbeheer. Vooral de opkomst van elektronische communicatiemiddelen als de marifoon en de microcomputer heeft de bediening en het gebruik van schutsluizen (en ook andere typen kunstwerken)

grondig veranderd. Maar dit is een verhaal voor een toekomstige geschiedenis der techniek.

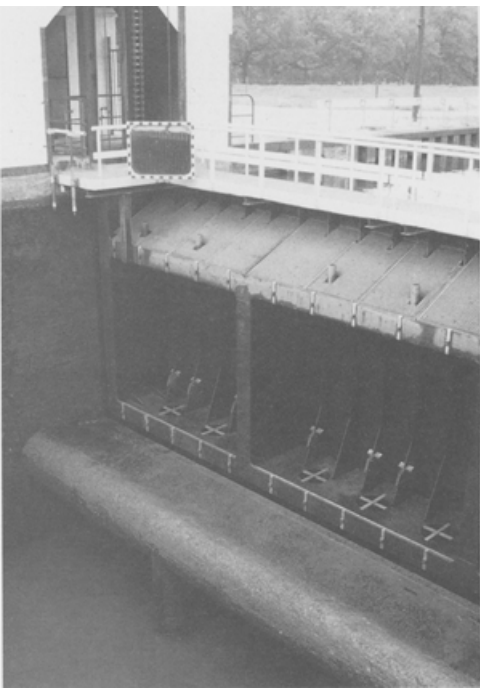
De sluiswachter - elektrificatie van een oud beroep

Het vernieuwde regime had niet alleen effecten op de scheepvaart. Het betekende ook een nieuwe fase in de transformatie van het bedienen van grote kunstwerken. Het bedienen van de nieuwe grootschalige schutsluizen vergde dus ook een omslag in het werk van de sluiswachters.

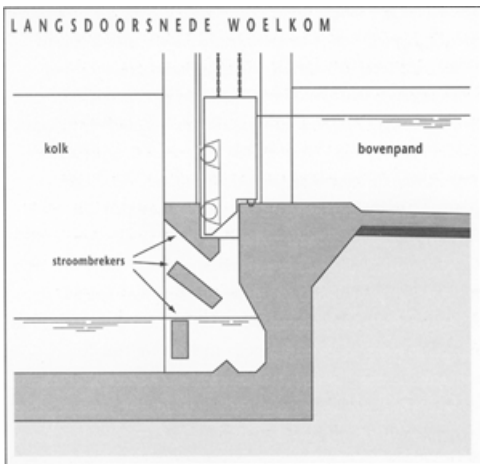
Deze omslag bleef aanvankelijk tot de allergrootste sluizen beperkt, want veel van de kleinere sluizen werden nog als vanouds met de hand bediend. Handbediening van de deuren en van de schuiven die dienden tot het vullen en ledigen van de kolk, vergde behalve enige spierkracht ook een zeker inzicht van de sluiswachter in de plaatselijke scheepvaart en in de nukken van zijn sluis.²⁹ De sluiswachter moest vaarsnelheden goed kunnen inschatten, de indeling van schepen in de kolk regelen, lijnen van de schepen aanpakken en met beleid op de goede bolders beleggen en inzicht hebben in de optredende troskrachten bij lege en volle schepen om aan de hand daarvan de snelheid van vullen en ledigen te kunnen bepalen. Daarbij kwam ook de nodige diplomatieke vaardigheid goed van pas. Het was maatwerk en het sluiswachten was in deze handmatige context nog een apart ambacht.

De toegenomen schaal van de nieuwe grote schutsluizen, de afmetingen van de daarvan gebruikmakende schepen, de enorme krachten die nu in het spel waren en de cruciale economische betekenis van ongestoorde doorvaart, maakten het werk van de nieuwe sluiswachters veel risicovoller. Dat was voor beheerders dan ook een belangrijke aanleiding om de bediening zo te organiseren dat fouten zo goed als uitgesloten waren. Men had aan de opleiding en training van sluiswachters het nodige kunnen verbeteren, maar de toepassing van elektriciteit als aandrijfkraft gaf de mogelijkheid tot een 'technische fix', dat wil zeggen: een oplossing verankerd in de technische structuur van de sluis zelf.

Met de komst van de elektrische aandrijving en zwakstroomtechniek ontstond er een nieuwe kloof tussen enerzijds de werking en het onderhoud van grote apparaten en anderzijds de routineuze bediening daarvan. Bij grote stoommachines was die afstand nauwelijks aanwezig. De machinist die het apparaat bediende, zorgde doorgaans ook voor het onderhoud, de afstelling en zelfs de eenvoudige reparaties. Tijdens het bedrijf hield hij toezicht op de werking (die nog redelijk inzichtelijk was) en hij kon op allerlei manieren in het proces ingrijpen. Deze ambachtelijke relatie tot het apparaat verdween steeds meer met de komst van elektrische tractie en bediening. De eigenlijke werking van het apparaat werd



Hefdeuren maakten het na 1930 mogelijk om schutsluizen snel en toch rustig te vullen en te ledigen - eenvoudig door de deuren iets te lichten. Dat gaf in het bovenhoofd problemen omdat het naar binnen spuitende water zeer grote trosskrachten op de afgemeerde schepen uitoefende. Meestal werd er daarom een zogeheten 'woelkom' gebouwd die de waterstroom afboog en het water op een indirecte wijze de kolk in liet stromen. Afgebeeld is het zichtbare deel van de woelkom in het bovenhoofd van de sluis te Delden in de Twentekanalen.





Bij het heffen van de benedendeuren in de sluisen van de Twentekanalen spuit het water uit de leeglopende kolk met grote kracht onder de geheven deuren door. Hier zien we de situatie bij de sluis te Delden kort na aanvang van de heffing. Om de verwoestende werking van de waterstroom te beteugelen, zijn speciale drempels in de betonnen bodemconstructie gemaakt, waardoor er grote turbulentie ontstaat. Daardoor worden wachtende schepen ontzien en de bodem en oevers tegen erosie en ontgroning beschermd.

steeds meer een ‘zwarte doos’ welks toestand gerepresenteerd werd door een aantal lampjes en meters op een soms ver verwijderd bedieningspaneel. Dit opende echter wel de mogelijkheid om bediening als activiteit radicaal te scheiden van onderhoud, procesbewaking, diagnose en reparatie van technische installaties. Kortom, de bediening van complexe apparaten als grote sluisen werd dankzij de toepassing van elektriciteit niet ingewikkelder maar juist eenvoudiger - en dus nog steeds aangepast aan ongeschoolde sluiswachters.

Zo konden beheerders van kunstwerken - in ieder geval voor de bediening zelf - op het bestaande personeel terugvallen. De elektrische bediening van de schutsluisen in het Maas-Waalkanaal moest bijvoorbeeld aan de volgende eis voldoen: ‘met de bediening en het onderhoud (moest) belast kunnen worden technisch ongeschoold personeel, het normale sluiswachterspersoneel’.³⁰

De meest vergaande strategie was om de bediening zo te construeren, dat het oordeel van de sluiswachter zo volledig mogelijk werd vervangen door de geheel voorspelbare en deels autonome werking van het kunstwerk zelf. Daardoor kon de bediening niet alleen routine worden, maar een grotendeels door elektro-mechanische verbindingen, signalen, beveiligingen en vergrendelingen afgedwongen programma van handelingen.

Waar de innerlijke discipline van de mens tekortschoot, zou de ijzeren discipline van pallen en schakelingen zijn doen en laten op het rechte pad moeten houden.

Het scheppen van een dergelijke situatie werd in de hand gewerkt door de ontwikkeling van de nieuwe schutsluisen met hefdeuren.

De kolkvulling kon nu in principe met één handeling - het langzaam heffen van de bovendeur - plaatsvinden. Dergelijke sluizen werden doorgaans geroemd om de eenvoud van de bediening:

‘... de enige manipulatie, die de sluisknecht heeft uit te voeren, bestaat in het aanzetten van den deurmotor. Hij kan dus verder al zijn aandacht besteden aan de scheepvaart, eventueel aan het landverkeer, het geven van seinen en de ontvangst der sluisgelden. Zulk een sluis kan bij het drukste verkeer en onder de moeilijkste omstandigheden door één man bediend worden.’³¹

Een mooi voorbeeld is de inrichting van de bediening van de schutsluis in het Bossche Veld te Maastricht. Dit was de eerste Nederlandse schutsluis met hefdeuren. Deze was ook, uiteraard, elektrisch bediend. Wij zullen dit nu meer in detail bekijken.

De hefdeuren en de wijze van vulling bij de schutsluis in het Bossche Veld stelde nieuwe eisen aan het schutten, vooral het aanhouden van een bepaald hefschema voor de deur. Omdat vullen en ledigen van de schutkolk door middel van het heffen van de deuren plaatsvond, waarbij het water via een speciale woelkom onder de deur door de kolk in- of uitstroomde, moest het heffen volgens een vooraf proefondervindelijk opgesteld schema plaatsvinden. In het begin van het vullen of ledigen, wanneer het peilverschil tussen kolk en buitenwater nog het grootst was, moest het heffen langzaam plaatsvinden en slechts tot een kleine hoogte boven de drempel. Pas als het peilverschil aan weerszijden van de deur nagenoeg gelijk was, kon de deur op volle snelheid verder worden geheven. Het ging er dus om de deur niet sneller te heffen dan met het oog op de veiligheid van de schepen toelaatbaar was, maar ook weer niet zo langzaam dat het economisch voordeel van een korte schutduur werd prijsgegeven. Gegeven een bepaalde toelaatbare turbulentie in de kolk, uitgedrukt als maximaal toegestane troskrachten op de afgemeerde schepen, was het dus in principe mogelijk geweest om een hefschema op te stellen, het nodige bedieningsinstrumentarium in te bouwen en van de sluiswachter een stipte naleving van het schema te eisen.

Echter, het heersende wantrouwen in de (ongeschoolde) bedienende mens en de nieuwe mogelijkheden van regelen en seinen die door de elektrotechniek beschikbaar waren gekomen, deden de Rijkswaterstaat ertoe besluiten een deel van de voorspelbaarheid

in de eigenlijke structuur van de bewegingsmechaniek te stoppen. Om een beter beeld te krijgen van de wijze waarop het elektro-mechanische bedieningssysteem het gedrag van de sluiswachters bij het schutten bepaalde, volgen wij de gang van zaken bij een schutting.

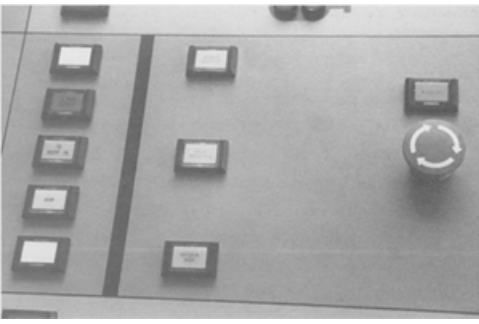
Op het Bossche Veld vond de bediening op een toen uitermate moderne wijze plaats, namelijk vanuit één centraal op de sluis geplaatst bedieningshuisje. De sluiswachter stond achter een bedieningspaneel dat voorzien was van een aantal zeer moderne drukknoppen, een bijna even groot aantal ‘transparanten’, oftewel met tekst beschreven oplichtende plaatjes die de fase waarin het schutproces verkeerde weergaven, en een aantal meters die verschillende toestanden van het elektrische systeem aangaven.

Het enigszins art deco-achtig geheel zou in een film als Metropolis van Fritz Lang niet hebben misstaan.

‘De gang van zaken is nu als volgt. Stel, de bovendeur moet worden geopend. De persoon, die de sluis bedient, steekt het contactsleuteltje in en draait dit in de richting “op”, waardoor de hulpstroomketen gesloten wordt. Gelijktijdig verschijnt op een transparant het opschrift “langzaam op”. Deze beweging wordt in gang gebracht door het indrukken van den naast het bedoelde transparant geplaatsten drukknop, waardoor de kleine motor wordt ingeschakeld. Zoodra de beweging is begonnen, verdwijnt het opschrift “deur dicht”.

De beweging “langzaam op” duurt voort, gedurende zooveel tijd als bij de grootste schuthoogte nodig is om het verval voor de deur tot 0,20 m te doen afnemen. Daarna wordt zij automatisch uitgeschakeld, waarbij het opschrift “langzaam op” verdwijnt en op een der andere transparanten het opschrift “snel op” zichtbaar wordt. Deze beweging wordt in gang gezet door het indrukken van den naast dit transparant geplaatsten drukknop..... de groote motor wordt ingeschakeld, en dus de “snel op” beweging begint. Deze beweging duurt voort, totdat de deur in den hoogsten stand is aangekomen, waarna zij automatisch uitschakelt.... Gelijktijdig verdwijnt het opschrift “snel op”, terwijl het opschrift “deur open” zichtbaar wordt.’³²

Een aantal zaken valt op. Allereerst wordt de sluiswachter door de transparanten steeds van de toestand van de deuren op de hoogte gesteld. In feite kan de hele operatie worden doorlopen zonder een blik op de deur te slaan. Bediening van installaties omvat een eigen afgesloten systeem van menselijk en niet-menselijk handelen dat slechts via signaallampen en meters met de installatie zelf is verbonden. Dit is een tendens die in de verdere loop van de eeuw in vele domeinen terrein gaat winnen. Ten tweede wordt door de oplichtende transparanten steeds de te verrichten handeling aangegeven, maar deze wordt pas na een druk op de naastliggende knop feitelijk uitgevoerd. De bedienende mens wordt door het systeem de juiste weg gewezen, maar wordt niet precies gezegd



De vormgeving van deze hedendaagse bedieningsconsole is strakker en moderner, maar het doel van de knopjes en de gang van zaken verschilt nauwelijks van de oorspronkelijke bedieningsinrichting uit 1935. In de huidige bedieningsconsole van de sluis te Delden in de Twentekanalen zijn de lampjes en de drukknoppen geïntegreerd en is de noodknop ergonomisch verantwoord. De sluismeester moet echter nog steeds bij elke sluisgang de 130 meter tussen de twee bedieningshuisjes afleggen terwijl de deur aan het andere einde van de kolk langzaam tot de 50 cm hoge vulstand wordt geheven.

wanneer de volgende stap moet worden gezet. Ten derde wordt de deur tweemaal automatisch tot stilstand gebracht, de eerste keer nadat het verschil tussen kolkpeil en buitenwater tot 20 cm is gereduceerd; de tweede maal wanneer de deur na 'snel op' zijn bovenste stand heeft bereikt. Verschillende transparanten geven beide automatische verrichtingen weer.

Nu is de eerste automatische uitschakeling feitelijk tijdsafhankelijk; de 'langzaam op'-beweging komt tot stilstand na de tijd die bij de grootste schuthoogte nodig is om het verschil tot 20 cm te verkleinen. Bij kleinere schuthoogten (dus bij een lagere Maasstand) is die tijd korter en zou zonder verdere maatregelen de schutting onnodig lang gaan duren. Tijd is geld. De oplossing werd gevonden in een op de deur gemonteerde kwikschakelaar, die bij het bereiken van een peilverschil van 20 cm een stroomketen sluit die een transparant op het bedieningspaneel met het opschrift 'stoppen' doet oplichten. Zonder ingrijpen van de sluiswachter op dit moment zou tijdverlies optreden. Door echter op de knop naast het 'stoppen'-transparant te drukken, wordt de langzame heffing uitgeschakeld - maar nu handmatig. Nu licht de transparant 'snel op' weer op en zijn wij weer beland op dezelfde plek als hierboven aangegeven. Het is duidelijk dat ook bij deze strategie om de schutduur tot een minimum terug te brengen, de richting steeds door de transparanten van het systeem wordt aangegeven, terwijl het feitelijke initiatief aan de sluiswachters wordt gelaten. Doen zij niets, dan staakt het proces. Maar ook, vergeten zij iets, dan staakt het proces evengoed. En tot slot, doen zij iets verkeerd of in de verkeerde volgorde, dan reageert het systeem in het geheel niet. Rest nog te melden dat onbevoegden helemaal worden geweerd door middel van het novum van een

contactsleutel, die de hele stroomketen onderbreekt.

Bij de iets later totstandgekomen hef-schutsluis te Zutphen in de Twentekanalen werd van de modernistische stijlfiguur van één centrale bedieningspost afgezien. In plaats daarvan waren twee bedieningskasten ontworpen, elk in de onmiddellijke nabijheid van een van de deuren. Kennelijk was er toch behoefte om de bedienende sluiswachter dicht bij de kolk, de deur en de schepen te brengen. Elke deur werd dus door een apart stel schakelaars bediend. Er was echter een uitzondering. Beide deuren konden vanuit de bedieningspost op het andere einde van de sluis op ‘langzaam op’ worden gezet.

Wat was hiervan de diepere betekenis? De betrokken ingenieurs geven in hun beschrijving aan dat het daardoor mogelijk is

‘om, nadat een schip de sluis is binnengevaren en de beambte de deur achter het schip heeft doen zakken tot den drempel, de deur in het andere hoofd op “langzaam op” te zetten, terwijl hij dan naar dit hoofd moet lopen voordat de deur op “snel op” gezet kan worden.’³³

Met andere woorden, de ‘langzaam op’-verbinding heft een groot nadeel van twee bedieningsposten op, namelijk het tijdverlies dat optreedt doordat de sluiswachter van de ene bedieningspost naar de andere moet lopen, toch een afstand van 140 meter. Daar men de bediening door één man wilde laten geschieden en van sluiswachters niet bij voortduring sprintprestaties konden worden verlangd, werd er een extra kabel gelegd. Maar let wel, de opdracht ‘langzaam op’ was wel vergrendeld. Om te voorkomen dat beide deuren tegelijk open zouden komen te staan - met desastreuze gevolgen - kon de opdracht ‘langzaam op’ voor de verre deur alleen worden gegeven nadat de nabije deur ‘tot den drempel’ was gezakt. Dan pas werd de stroomketen die de twee bedieningsposten met elkaar verbond, gesloten.

In beide gevallen zien we dat ontwerpers in het nieuwe sluisbouwregime aan het schipperen waren tussen het in principe volstrekt voorspelbare en elektro-mechanisch beheersbare sluisstelsel en de grilligheden van waterstanden, de scheepvaart en het bedieningspersoneel. Een soort georganiseerd wantrouwen voerde hen naar het opstellen van dwingend draaiboeken, deels in de vorm van teksten (reglementen en voorschriften) en deels in de vorm van de constructie van het elektro-mechanische bedieningssysteem zelf. Daarmee poogden zij een gestandaardiseerd en voorspelbaar proces te creëren dat toch nog flexibel genoeg was om de wisselvalligheden van het schutten aan te kunnen.

Het openluchtlaboratorium, de bibliotheek en het dorpsplein

In de eerste decennia van de eeuw evolueerden de technische regimes van uitwatering, schutten en rivierkanalisatie steeds stukje bij beetje - telkens in het kader van het ontwerpen en de bouw van afzonderlijke kunstwerken. Werd er bijvoorbeeld besloten dat ergens een schutsluis moest worden gebouwd, dan werd eerst de specifieke situatie in kaart gebracht en werden de nautische eisen geïnventariseerd. Daarna werd gekeken hoe elders met soortgelijke situaties en eisen werd omgesprongen. Vervolgens werden

verschillende mogelijkheden op een rij gezet en geëvalueerd en uiteindelijk werd een keuze gemaakt. Soms mondde dat uit in voor Nederland geheel nieuwe constructies; meestal echter niet.

Ging het om een wezenlijke vernieuwing, dan werd het betreffende kunstwerk bij de bouw en in het gebruik nauwlettend gevolgd. Voldeed het aan de verwachtingen, dan werden de nieuwe inzichten ook in andere constructies, soms in iets gewijzigde vorm, toegepast. Uiteindelijk werden de nieuwe inzichten en benaderingen gebruikelijk en dus onderdeel van een vigerend technisch regime.

Deze zeer praktische wijze van techniekvernieuwing is nog steeds belangrijk, maar wordt heden ten dage alom overschaduwd door het gebruik van op theoretische grondslagen gebaseerde wiskundige modellenbouw en door computersimulaties. Ook dit is een verworvenheid van de twintigste eeuw waar we in het volgende hoofdstuk op terug zullen komen. In de eerste decennia van de eeuw was dit in de waterbouwkunde nog geen gangbare praktijk. Waterbouwkundige vernieuwing was toen nog een kwestie van ‘jagen en verzamelen’. Dat gebeurde op drie locaties, die wij benoemen als het ‘openluchtlaboratorium’, de ‘bibliotheek’ en het ‘dorpsplein’.

Het wereldwijde openluchtlaboratorium omvatte alle in aanbouw zijnde en werkende sluizen en stuwen. Het was een laboratorium omdat alle bestaande kunstwerken niet alleen een praktische maar ook een technisch-wetenschappelijke functie vervulden. Elke stuw en sluis was ook een object van studie en analyse. Hoe goed werd de functie vervuld? Wat waren de problemen en tekortkomingen? In welke mate werden de beloften van de ontwerpfase in de praktijk waargemaakt? Welke aanpassingen waren nog nodig om bediening en onderhoud efficiënter te maken? In het openluchtlaboratorium konden waterbouwers met eigen ogen aanschouwen hoe verschillende stelsels en constructies het in de praktijk deden. De opstellingen lagen vanzelfsprekend nogal verspreid en dat maakte kijken en vergelijken tot een tijdrovende en kostbare aangelegenheid. De voor de hand liggende oplossing was om de voor buitenstaanders interessante aspecten van het ontwerp, de bouw en de praktische werking van verschillende kunstwerken op te schrijven en te publiceren - om ervoor te zorgen dat overal ter wereld waterbouwkundige bibliotheken beschikbaar waren. Dat was uiteraard al lang een professioneel belang geweest van de waterbouwkundigen zelf. Vanaf het midden van de negentiende eeuw ontstond uitgebreide internationale literatuur op het gebied van de civiele bouw- en waterbouwkunde. In ieder toonaangevend



Jan Netel (1922), oud-sluismeester, en zijn zoon Ewold Willem Netel (1962), hoofd verkeers- en sluisdienst van de Oranjesluizen te Schellingwoude

Met zulke klauwen op die kleine toetsenbordjes

Jan Netel: Met de oude sluisen was alles nog op het handje. Draaien. Ik heb aan de lieren gedraaid, die werkten helemaal mechanisch, dus tandwiel op tandwiel.

Ewold Willem Netel: Vroeger had je een deur met kettingen, diezelfde deur werd later door een tandheugel mechanisch bediend. Toen kwam er een elektrisch machientje op, die verving de slinger, dus ook de man die moest draaien, en die slinger is later weer vervangen door hydrauliek. Geleidelijk aan, per kolk werd er steeds meer gemoderniseerd, met als gevolg dat er steeds minder mensen nodig waren.

Jan: In 1965 had je nog geen marifoons en moesten alle schippers zich eerst melden bij de wacht. Dan voeren ze de sluis in en gingen wij alle gegevens noteren. Naam van het schip, waar het vandaan kwam, tonnage, lading en bestemming. Wij schreven dat allemaal op in een klein boekje. Die boekjes werden dan overgeschreven en later getypt in een groot boek.

Ewold: Wij kregen ineens een computer voor de binnen-IJzijde. En buiten-IJ schreef je dan nog. Kijk, niemand wist wat van PC's. Maar diezelfde mensen die vroeger een deur draaiden en die zelfs daarvoor hebben gevaren - die hebben hele grote handen van het werken - die zitten nu met zulke klauwen, met van die dikke vingers op die kleine toetsenbordjes te typen.

Ewold: In 1992 werden we gekoppeld aan de computers van de overige sluisen. Alle ontwikkelingen leiden ertoe dat je steeds verder van die schepen komt af te staan, in de zin van het menselijk contact. Na 2000 wordt alles hier op afstand bediend, via het grafische scherm. Dan loopt er niemand meer op de sluis en gaat het zoals hier op de post, je ziet ze niet meer, je spreekt ze niet meer, alleen dan via de marifoon. Dat is een enorme verandering.

Jan: Het ging in mijn tijd allemaal zoveel rustiger, eerst melden, dan weer aan boord, schepen bleven langer in de sluis liggen, schippers wachtten rustig een half uur op elkaar. Ik kwam dan zelf van de scheepvaart, je kon iedereen, he? Heb je die en die ook gezien? Dat is er niet meer.

Ewold: Dat wordt best als negatief ervaren. Sommige schippers zeggen het ook: 'Jullie zitten altijd maar in zo'n hok.' Er is geen contact meer, maar daar is ook helemaal geen tijd meer voor. Het is een voortdurend gejaag, zo'n schipper vaart steeds meer op een spoorboekje. De containervaart is daar een heel goed voorbeeld van. Laden om 13.15 en de volgende dag om 14.10 staat de kraan klaar om te lossen. Dus dan moet ie er wezen. Dat is de troef van de binnenvaart ten opzichte van de vrachtwagen. Ze kunnen veel meer vervoeren, en als je maar zorgt dat je op tijd levert, dan kan je concurreren. Dus de scheepvaart moet steeds groter en sneller. Dat is ook een ontwikkeling waar de verkeerspost steeds meer aandeel in krijgt.

Het begeleiden, regelen, het volgens een schema laten gaan, het wordt steeds strakker. Als je nu een schipper hebt die zegt: 'Ik blijf vannacht eens lekker aan de steigers liggen, ik ga lekker Amsterdam in', dan zet hij zijn baan op het spel. Dat kan niet meer.



Heel wat Nederlandse mannen kregen in de crisis van de jaren dertig hardhandig te maken met kruitwagens en schop. Een reeks van civieltechnische werken werd in het kader van de werkverruiming uitgevoerd, vooral werken waar veel grondwerk aan te pas kwam. Deze voormalige werklozen bij Maasbommel in 1935 kunnen het beamen.

waterbouwkundig land verschenen tijdschriften waarin de mondiale ontwikkeling op het gebied van sluis- en stuwbouw op de voet kon worden gevolgd.

Ingenieursverenigingen, polytechnische scholen, arrondissementen van de Rijkswaterstaat en vaak ook individuele waterbouwkundigen waren op één of meer van die tijdschriften geabonneerd. Ingenieurs die met een mooi kunstwerk bezig waren, leken grote aandacht te hebben om vakgenoten daarvan kond te doen. Op een wat systematischer wijze droegen ook docenten in de waterbouwkunde bij aan de verspreiding van kennis via overzichtswerken en leerboeken. Deze wijdverbreide teksten stelden ingenieurs over de hele wereld in staat om van elkaars successen en mislukkingen te leren zonder hun plaatselijke bibliotheek te hoeven verlaten.

Dit voordeel had echter ook een nadeel. In gepubliceerde teksten had men de neiging om fouten, misvattingen, onenigheid en twijfel te verdoezelen. Er werd vaak geschreven alsof alle paden onverwijld naar de uiteindelijk uitgevoerde constructie leidden.

De dwaalwegen en de onvermijdelijke vuile was bleven verborgen. Sluis- en stuwbouwers (en technici in het algemeen) waren nu juist in die dwaalwegen en de vuile was geïnteresseerd, want daar zaten de ontsporingen en tekortkomingen die ze zelf zo graag wilden vermijden. Ir. G.P. Nijhoff, oud-ingenieur bij de Maaskanalisaie, zei het als volgt:

‘De beschrijvingen der uitgevoerde werken zijn bijna altijd zeer onvolledig. Meestal geven zij niets meer dan een korte omschrijving van het werk, zooals dit werd uitgevoerd, worden allerlei zaken vermeld, waar een andere ontwerper niets aan heeft, maar worden de meest belangrijke punten vergeten, te weten, welke overwegingen tot een bepaalde constructie hebben geleid, om welke redenen bijvoorbeeld juist de gebezigde funderingsmethode werd toegepast en geen andere, welke misrekeningen zijn gemaakt bij het ontwerp, zoodat tijdens de uitvoering het plan gewijzigd diende te worden.’³⁴

Zelf kijken was daarom het adagium voor succesvol jagen en verzamelen. Met de werken zelf voor ogen kon een ingenieur onvermoede details bestuderen en kon hij zijn technische intuïtie de loop laten. Hij kon ook profiteren van de getuigenis van sluis- en stuwwachters, van de verantwoordelijke ingenieurs en beleidsmakers, van schippers enz. De toenmalige wereld van de sluis- en stuwbouw was dus verbonden door studiereizen langs vele kanalen en rivieren.

Tot slot: tussen verslagen lezen en zelf kijken lag nog de tussenvorm van internationale congressen, de evenementen op het dorpsplein van de waterbouwkunde. Daar kreeg men weliswaar ook meestal keurige en gekuiste verhalen te horen, maar dat moet in de wandelgangen vaak wel goed te maken zijn geweest. Een goed georganiseerd congres bood ook kansen om bepaalde thema's met vereende kracht en dus grondig en veelzijdig te bestuderen. Het waren gelegenheden om eens een onderzoekende blik over het gehele openluchtlaboratorium en de bibliotheken te werpen en tot een aantal gemeenschappelijke conclusies te komen over goede en minder goede praktijken. Internationale congressen konden op die manier een broedplaats worden voor bijstelling en vernieuwing van technische regimes.

In de bovenstaande verhalen over uitwaterings- en schutsluizen in

Nederland zien we hoe de besluitvorming over nieuwe constructies en techniek op deze drie pijlers berust. Het technisch peil van de Nederlandse sluisbouw liep aan het begin van deze eeuw duidelijk achter bij met name dat van de Duitse en Amerikaanse sluisbouw. Nederland bleek een toegewijde leerling en een nauwlettende volger. Om de achterstand in te halen en moderne kunstwerken neer te zetten, moest veel nieuwe kennis in huis worden gehaald. Nederlandse waterbouwkundigen werden van de weeromstuit frequente bezoekers van het ‘openluchtlaboratorium’, de ‘bibliotheken’ en het ‘dorpsplein’. In het volgende hoofdstuk zien we hoe de Nederlandse kennisinfrastructuur op een aantal waterstaatsgebieden werd gemoderniseerd en hoe Nederlandse waterbouwkundigen erin slaagden een eigen innovatiedynamiek op gang te krijgen.

C. Disco

Eindnoten:

- 1 Behalve Snijders hadden zitting; de hoofdingenieur van de RWS in het 9e District, R.O. van Manen (voorzitter), de hoogleraar in de werktuigkunde te Delft, prof. H.A. Ravenek, en twee ingenieurs van de RWS, A.A. Bekaar en W.K. du Croix. Zie bericht in *De Ingenieur*, 1894.
- 2 Aangezien P.H. ter Meulen de Duitse firma Schuckert und Co. te Nürnberg vertegenwoordigde, was het elektrische gedeelte van de eerste offerte ook van Duitse komaf.
- 3 J.J.W. van Loenen Martinet, ‘De electro-techniek in 1894’, in; *De Ingenieur*, 10, 4 (26 jan. 1895) 38.
- 4 J.J.W. van Loenen Martinet, ‘De bewegingswerktuigen voor de sluisdeuren te IJmuiden’, in: *De Ingenieur* (1895) 120.
- 5 J.A. Snijders CJzn., ‘Toespraak bij de oprichtingsvergadering van de Nederlandse Vereeniging voor Electrotechniek’, in: *De Ingenieur* (1895) 492.
- 6 ‘Zodra daarentegen de electriciteit als krachtdrager werd ingevoerd, veroorzaakte noch de krachtoverdracht noch de bediening van uit één punt moeilijkheden van welke aard dan ook. Dit tijdperk moge reeds (1913) zijn aangevangen, en daarmee hebben de hydraulische bewegingsinrichtingen nu nog slechts historische waarde.’ L. Brennecke, ‘Die Schiffsleusen’ 8e band, Deel III, in: *Handbuch des Ingenieurwissenschaften* (Leipzig 1914) 269.
- 7 W.H.J. Hol. *Inleiding tot de Waterbouwkunde. Twintig eeuwen strijd om de beheersing van land en water in de lage landen* (Amsterdam 1963).
- 8 H.F. Beijerman *et al.* ‘Toepassing van Hennebique-Constructies. Uittreksel van een verslag van de ingenieurs van 's-Rijkswaterstaat, Beijerman, van Oordt en van Panhuys’, in: *Tijdschrift van het KIVI*, 1901-2, 133.
- 9 Brief Ir. W.J.S.J. Blom aan de Minister van WHN. 5 sept. 1903, ARA, Waterstaat A, Doss. 5, Doos 210, Arrest Nov. 7, 1903.
- 10 A.E. Kempees en J.A. Ringers, ‘Rol- en schuifdeuren in België en Duitsland’, in: *De Ingenieur* 26, 19 (13 mei 1911) 489.
- 11 Kempees en Ringers, ‘Rol- en Schuifdeuren’, 490.
- 12 Rond 1893 werd de inlaatsluis voor de Rotterdamse drinkwater-voorziening voorzien van zogenaamde ‘Stoney-rolschuiven’. Nadien waren nog enkele inlaat- en uitwateringssluizen in Overijssel op deze wijze afgesloten. Stoneyschuiven zijn bij de Maaskanalisisatie besproken.
- 13 Kempees en Ringers, ‘Rol- en schuifdeuren’ 506.
- 14 Donald Jackson, *Building the Ultimate Dam* (Lawrence (Kansas) 1995).

- 15 J.A. van der Kloes, 'Nieuwe Bouwtrant van sluismuren bij het Maas-Waal Kanaal', in: *De Ingenieur*, (1921), 28: 543-547.
- 16 J.R. Josephus Jitta, *Sluizen en andere waterbouwkundige kunstwerken in en langs kanalen*, Haarlem 1947) 216.
- 17 De 'zijspruiten' in de sluizen van Gatun en Miraflores in het Panamakanaal liepen door onder de bodem van de schutkolk en mondden daarin uit. Dit was een buitengewoon dure - en naar later zou blijken - overbodige maatregel. Dit vulsysteem is in deze vorm in Nederland nimmer toegepast.
- 18 J.A. Ringers, 'De bouw van de nieuwe schutsluis te IJmuiden' (inleiding tot een bezoek aan de werken door de Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van het KIVI, 21 okt. 1925), in: *De Ingenieur* 40, 42 (17 okt. 1925) 887.
- 19 J.A. Ringers, 'Voorbereiding van den Bouw' (Hoofdstuk I van 'De bouw van de nieuwe schutsluis te IJmuiden'), in: *De Ingenieur*, (1924), 39: 755.
- 20 G.J. Arends, *Sluizen en Stuwen. De ontwikkeling van de sluis- en stuwbouw in Nederland tot 1940*. Reeks 'Bouwtechniek in Nederland' 5 (Delft 1994) 61, 80.
- 21 Jitta, *Sluizen*, 9.
- 22 D. Klink, 'De nabij Maastricht in uitvoering zijnde werken van het Julianakanaal', in: *De Ingenieur* 24, (1927) 529-544.
- 23 Klink, 'Julianakanaal', 531-2.
- 24 C. Franx, 'De nieuwere gezichtspunten inzake schutsluizen', in: *De Ingenieur*, 8 (1929) B. 50.
- 25 C.F. Egelie, 'De hefdeuren, de bewegingsinrichtingen en de elektrische installatie van de schutsluis in het Bossche Veld te Maastricht', in: *De Ingenieur*, 31 (1932) B 145-155.
- 26 Jitta, *Sluizen*, 216.
- 27 Jitta, *Sluizen*.
- 28 De hefdeuren in de Irene- en Beatrixsluizen waren uitgerust met een door Josephus Jitta ontworpen afdrakinrichting waardoor de deuren alleen tijdens het heffen en zakken op de wielen rustten en voor het overige vlak tegen de dorpels en stijlen sloten. Deze voorziening belette echter het bewegen van de deuren onder waterdruk en daarom moest de waterstand aan weerszijden van de deuren telkens eerst gelijk worden gemaakt alvorens de afdrakinrichting in werking te stellen en de deur te heffen. Dat maakte kolkvulling door middel van heffing van de bovendeur onmogelijk. Toch werden dure riolen vermeden door de deuren van rinketten, kleinere schuiven in de deuren zelf, te voorzien. Dit in wezen ouderwets systeem kreeg hier nieuw leven ingeblazen vanwege de grootschaligheid en de toepassing van een woelkom waardoor de hinderlijke waterbewegingen in toom konden worden gehouden.
- 29 Iedereen die wel eens op de kleine Franse kanalen heeft gevaren, waar sluizen vaak nog door ter plekke woonachtige en soms zeer eigenzinnige sluiswachters worden bediend, heeft aan den lijve kunnen ondervinden hoe persoonlijk een dergelijke sluisbediening kan zijn. Iedere sluiswachter kent na jaren praktijk zijn sluis op zijn duim en heeft zijn - in sommige gevallen ook haar - eigen soms verrassende stijl van openen en sluiten, ledigen en vullen. Er is echter minder verschil dan men zou denken met de van elke menselijke bediening gespeende *écluses automatiques*.
- 30 H. Lohr, 'Inleiding tot de bezichtiging van het electrisch gedeelte der bewegingswerktuigen van de sluizen van het Maas-Waalkanaal.' Voordracht voor de KIVI, Afd. Electrotechniek d.d. 8/3/28. In: *De Ingenieur*, 29 (1928) E. 92.
- 31 Franx, 1929, B. 50.
- 32 C.F. Egelie, 'De hefdeuren, de bewegingsinrichtingen en de elektrische installatie van de schutsluis in het Bossche Veld te Maastricht', in: *De Ingenieur* 31 (29/7/1932) B. 154.
- 33 J.W. Akkerman en W. Whitlau, 'Bewegingswerktuigen voor de hefdeuren van de sluis der Twenthe-kanalen bij Zutphen', in: *De Ingenieur* 23 (3/6/32) W. 99.
- 34 G.P. Nijhoff, 'De ontwikkeling der waterbouwkunde', in: *De Ingenieur*, (1921) 2: p. 31. Het geciteerde artikel is het eerste in een reeks van drie door Nijhoff in deze jaargang van *De Ingenieur* gepubliceerd. De vervolgtitels luiden: 'Ontwikkeling van het modelonderzoek op waterbouwkundig gebied' en 'Een Nederlandsch waterbouwkundig proefstation'. Nijhoff was, naast J.A. Ringers en J. van Veen, een van de belangrijke voorvechters van een 'wetenschappelijke' waterbouwkunde. Hij speelde later ook een belangrijke rol als adviseur bij de Deltawerken.



Vanwege de dringende behoefte aan een groot openluchtlaboratorium op schaal werd in 1951 een nevenvestiging van het Waterloopkundig Laboratorium in de Noordoostpolder gesticht. Op het terrein van 86,5 ha was er ruimte voor de grote en gedetailleerde modellen van rivieren en het deltagebied. In de jaren zestig verrezen hier, evenals te Delft, grote hallen. Maar aanvankelijk was het in De Voorst bijna echt veldwerk, ook bij deze Deltagoot, waar onder meer de gevolgen van golfoploop en golfslag gemeten werd.

8 Modern ontwerpen

Onderzoek in het buitenland

Onderzoek in Nederland

Meten, rekenen en schaalmodellen

Van incidentele ‘tuinproeven’ naar een permanente proeftuin

Een methodenstrijd: wiskundige, elektrische en schaalmodellen

Computersmodellen

In het voorjaar van 1871 klonken er met geregelde tussenpozen gewerschoten over het water tussen Walcheren en Zuid-Beveland. Even onder de waterlijn dreven houten bollen van ongeveer dertig centimeter doorsnede, van binnen met lood verzaard en onderling met een koord verbonden. Hun posities in het water werden aangegeven door rood geverfde kurken. Een metronoom van Mälzel tikte geduldig. Verscheidene ogen waren op de kurken en de metronoom gericht. Bij elk gewerschot werden aantekeningen gemaakt. 's Rijks Waterstaat was op jacht. Op jacht naar gegevens over stroomsnelheden en -richtingen, noodzakelijk voor de afdamming van het Sloe.¹

Hydrologische kennis was tot in het begin van de twintigste eeuw veelal gebaseerd op ervaringen, waarnemingen en ook metingen. Waar de parate kennis tekortschoot, joegen waterbouwkundigen op stromen, golven, waterdiepten. Zij verzamelden gegevens uit waarnemingen en sloegen die op in tabellen. Hieruit konden dan in het gunstigste geval patronen en formules worden afgeleid. Er werd volop gemeten en gepeild om het gedrag van water te bepalen. De wiskunde kwam er beperkt aan te pas evenals experimenten met schaalmodellen. Zo ging de Staatscommissie 1892 voor de bepaling van de hoogte van een eventuele Afsluitdijk uit van een golfoploop van 2,7 m. Ze baseerde zich hierbij op waarnemingen bij de noorderdijk van Drechterland tijdens stormen in december van 1883. Hoe gevaarlijk het was zich op ‘hoogst voorgekomen vloed’ te baseren ter bepaling van afmetingen van nieuwe kunstwerken, bleek toen bij de januaristorm van 1916 de golven over diezelfde Drechterlandse dijk heen sloegen. Waarnemingen in het veld waren echter veelal het enige houvast dat men had.

Voor sommige niet te complexe waterbewegingen waren wel min of meer exacte formules ontwikkeld. Dit gebeurde vooral in Frankrijk, dat tegen het eind van de achttiende eeuw Europees koploper was geworden voor wat betreft hydrodynamische kennis.² Hiertoe hadden de Ecole du Corps Royal du Génie Militair (opgericht in 1749) en de Ecole des Ponts et Chaussées (1775) sterk bijgedragen. De oprichting van de Ecole Polytechnique in 1795 was een nieuwe impuls voor het wetenschappelijk waterbouwkundig onderwijs; de opleiding trok de meest prominente onderzoekers aan. Exponenten van deze Franse suprematie in de theoretische waterbouw waren ingenieurs als Antoine de Chézy (1718-1798), Joseph Louis Lagrange (1736-1813) en Henri Darcy (1803-1858).

Onder andere ontwierpen zij respectievelijk een rekenmethode voor de eenparige bewegingen van water in open kanalen, een wiskundige berekening van de golfsnelheid in een ondiep kanaal en een theoretische methode om de weerstand van de wand in pijpen te bepalen. Deze basisformules, die later werden uitgebreid, waren

echter eerder empirische samenvattingen met theoretische aanvullingen dan zuiver theoretische vergelijkingen. Als de nodige voorzichtigheid werd betracht bij de extrapolatie van de cijfers en bovendien de marges van nauwkeurigheid in ogenschouw werden genomen, hadden deze weerstandsformules desondanks hun waarde.³

Veelal echter werd aan de ervaring de meeste waarde gehecht, zoals nog eens bleek aan het begin van de twintigste eeuw ten aanzien van de invloed van een afsluitdijk op de hoogte der waterstanden in de Waddenzee. Die werd beschouwd als iets dat moest worden aangenomen op basis van ervaring en niet te berekenen viel. Ingenieur H.E. de Bruijn schreef bijvoorbeeld over dit onderwerp in 1911 dat men 'de vergroting der vloedhoogte... uit de aard der zaak niet wiskundig [kan] bewijzen. Men moet die op

grond van hetgeen op andere plaatsen voorkomt en van studie op dit gebied als het ware voelen.⁴ Ook minister C. Lely stelde in 1918 nog dat het bepalen van stormvloedhoogten eerder op basis van intuïtie dan op exacte cijfers moest geschieden.⁵

Onderzoek in het buitenland

Evenals het rekenen aan waterstromen was ook het waterloopkundig modelonderzoek tot het begin van de twintigste eeuw een incidenteel verschijnsel in ons land. Ook hier liep het buitenland, aanvankelijk met name Frankrijk, voorop. De rivierproblematiek zou in dat land gedurende de gehele negentiende eeuw tot schaalproeven aanleiding geven. Pierre Louis George du Buat (1734-1809) experimenteerde al in de Napoleontische tijd met een houten goot die 18 duim breed en diep en 132 voet lang was.⁶

In Engeland had de overgang van de zeil- naar de stoomvaart in de scheepsbouwkunde geleid tot het nemen van weerstandspoeven met scheepstypen. Eén van de voortrekkers, de Schotse scheepsbouwer John Scott Russell (1808-1882), zag echter niets in het doen van modelproeven en sleepte prototypen op ware grootte met behulp van paarden door een kanaal. De impopulariteit van schaalproeven werd vooral veroorzaakt doordat goede verhoudingsgetallen ontbraken voor factoren als afmetingen, snelheid en weerstand. De vertaalslag van model naar ware grootte kon dientengevolge niet goed worden gemaakt. Een eerste oplossing hiervoor, in 1852 in Engeland aangedragen door Ferdinand Reech (1805-1880), bereikte de scheepsbouwers nauwelijks. In de jaren rond 1860 werden de bevindingen van Reech herontdekt door de civiel-ingenieur William Froude (1810-1879). Ook toen leidde dit echter niet tot een opwaardering van het onderzoek met schaalmodellen. Een commissie, in 1868 benoemd door de British Association for the Advancement of Science, adviseerde om alleen proeven op ware grootte te doen.

Pas zes jaar later zou een publicatie van Froude een omslag in het denken over modelproeven in Engeland teweegbrengen.⁷

Osborne Reynolds (1842-1912) komt de eer toe als eerste de schaalwaarden in het waterbouwkundig modelonderzoek juist te hebben gekozen. Zijn onderzoek naar een verbetering van de rivier de Mersey deed hem de waarde van modelproeven inzien. Anderen bleven echter sceptisch. Waterbouwkundige modelproeven behielden in Engeland dan ook een incidenteel karakter.⁸

In Frankrijk werd het gebruik van schaalmodellen voor de berekening van waterlopen op een hoger niveau getild toen de eerdergenoemde Henri Darcy en Henry Emile Bazin (1829-1917) in 1856 gingen samenwerken als ingenieur, respectievelijk hoofdingenieur bij het kanaal van Bourgogne te Dijon. Darcy deed in dat jaar al waterloopkundige proeven in een buizenstelsel en toen hij in 1858 overleed, zette Bazin diens onderzoeken voort. In 1866 publiceerde laatstgenoemde zijn bevindingen in een beroemd geworden *Mémoire* aan de Académie des Sciences. Het Franse ministerie van Openbare Werken zag het nut van de schaalmodellen in en stond Bazin toe een waterloopkundig proefstation dicht bij Dijon in te richten. Het model bestond uit een houten bak van twee meter breed, 95 centimeter diep en maar liefst 450 m lang. Het water werd afgetapt uit het kanaal van Bourgogne en er na afloop

van de proeven ook weer naar toe geleid. De vele gegevens die deze proeven opleverden, werden tussen 1888 en 1898 in de *Annales des ponts et chaussées* gepubliceerd.⁹ Al eerder waren de bevindingen van de Franse ingenieur Jérôme Fargue (1827-1910) omtrent riviernormalisering getoetst. Hij deed in de jaren zestig en zeventig proeven voor de verbetering van de toegang tot de haven van Bordeaux in een modelrivier (schaal 1 op 100). De schaalfactoren waren door Fargue nog geheel willekeurig gekozen. Ook experimenteerde Fargue in 1872 met een soort centrifuge om de beweging van water en zand in bochten te onderzoeken.¹⁰

In Duitsland werd Hubert Engels (1854-1945) in 1890 hoogleraar in de Hydraulica aan de polytechnische school te Dresden. Zijn experimenteel modelonderzoek leidde tot de inrichting van een Flussbaulaboratorium in de kelder van de school. In tegenstelling tot in Engeland, waar het modelonderzoek incidenteel bleef, kreeg het Dresdener waterloopkundig laboratorium een permanent karakter. Ook het feit dat het was verbonden aan een opleidingsinstituut voor ingenieurs, was een belangrijk onderscheid. Een hele generatie studenten leerde zo al tijdens de opleiding de waarde van het wetenschappelijk modelonderzoek kennen. Ook de studenten aan de technische hogeschool te Karlsruhe konden vanaf 1901 experimenteren in het waterloopkundig laboratorium van hun school. Dit stond onder leiding van de hoogleraar Theodor Rehbock (1864-1950). In Berlijn ten slotte verscheen in 1903 (onafhankelijk van enige onderwijsinstelling) de Preußische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffsbau onder leiding van prof. H. Krey.¹¹

Onderzoek in Nederland

Aan Nederland was het systematisch modelonderzoek grotendeels voorbijgegaan. Eén van de eerste waterloopkundige modelproeven in ons land werd gedaan door C. Lely en de Delftse hoogleraar J.M. Telders begin jaren negentig van de negentiende eeuw. Ze wilden de ontzilting van een afgesloten Zuiderzee aantonen.¹²

Hydraulische modellen bleven ook hierna echter een uitzondering. Eén daarvan was een model van de mond van de Rotterdamse Waterweg dat in 1907 de tuin van het bureau van ingenieur C.A. Jolles in Den Haag sierde. Het op diepte houden van die Waterweg was al sinds het graven een probleem. Met als drijvers de nog onrijpe kersen die aan een boom in dezelfde tuin groeiden, werd



Waterloopkundig modelonderzoek werd pas na de eeuwwisseling in Duitsland een nuttig hulpmiddel bij het waterbouwkundig ontwerpen. Na de Eerste Wereldoorlog raakten ook Nederlandse ingenieurs steeds meer in de ban ervan. Tot aan de stichting van een eigen proefstation in 1927 moesten Nederlandse waterbouwkundigen hun toevlucht tot Duitse laboratoria nemen of zelf experimentele opstellingen maken - zoals deze houten golfgoot in de achtertuin van de Dienst der Zuiderzeewerken in Den Haag, gefotografeerd in 1919.

geprobeerd de stromingen in de riviermond in kaart te brengen.¹³ Voor het overige werd uitgeweken naar Duitsland, waar bijvoorbeeld het Dresdener laboratorium beschikte over een model van de buitenhavenmond te IJmuiden. Hiermee werd bestudeerd of de vorming van zandbanken niet verminderd kon worden door de havendammen een andere vorm te geven.¹⁴

Het schrijnend contrast tussen het modelonderzoek in Nederland en dat in Duitsland was er de oorzaak van dat de president van het KIVI, E.H. Stieltjes en de hoofdredacteur van *De Ingenieur*, R.A. van Sandick, reeds in 1908 vroegen om een waterloopkundig laboratorium bij de technische hogeschool in Delft.¹⁵

Metten, rekenen en schaalmodellen

De stormvloed van 13 en 14 januari 1916 werkte als een katalysator in de ontwikkeling van de waterbouwkunde in ons land.

De afsluiting van de Zuiderzee kreeg er een zetje door in de rug.

De studie naar waterstanden en -bewegingen niet minder.

De Rotterdamse Waterweg had tijdens de stormvloed ongekend hoogwater te zien gegeven. Omdat de deskundigen onaangenaam waren verrast door de voorgekomen waterstanden en men niet wist of de grens hiermee was bereikt, werd een onderzoek ingesteld. De vrees bestond dat de hoge waterstanden werden veroorzaakt door het uitdiepen van de Waterweg ten behoeve van de scheepvaart. De vaargeul was tussen 1876 en 1916 verdiept van 4,8 m tot 10 m beneden hoogwater. Aangezien er een wetsontwerp aanhangig was om die diepte naar 12,5 m te brengen, leek het met het oog op de gebeurtenissen in januari 1916 raadzaam een onderzoek in te stellen naar de gevolgen van verbeteringswerken op de waterstanden. Een staatscommissie onder leiding van de oud-hoogleraar Wis- en Natuurkunde te Leiden, H.G. van de Sande Bakhuijzen, werd hiermee belast. Dat een wis- en natuurkundige tot voorzitter werd benoemd en bijvoorbeeld niet de inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat, is tekenend voor de richting die de commissie werd geacht te bewandelen. Ook de

benoemingen van G.H. de Vries Broekman, hoogleraar in de theoretische Hydraulica in Delft en van J.M. Phaff, hoofd van de afdeling hydrografie van het departement van Marine, duiden op de wens het vraagstuk zo breed en theoretisch mogelijk te beschouwen. Overigens waren ook de Rijkswaterstaat en het KNMI ruim in de commissie vertegenwoordigd.

Een paar maanden na de installatie publiceerde De Vries Broekman een artikel waarin hij aantoonde dat het mogelijk moest zijn ‘den invloed van eb en vloed op benedenrivieren door berekening te bepalen en hoe dit kan geschieden’.¹⁶ De commissie besloot zijn methode voor de Rotterdamse Waterweg op juistheid te testen. Naast De Vries Broekman werden J.J. Canter Cremers en C.W. Lely hiermee belast. Canter Cremers had al in 1911 een verhandeling over de benedenrivieren geschreven, waarvoor hij in 1916 de prestigieuze Conrad's Premie van het KIVI in ontvangst mocht nemen. Hoewel hij op dat moment ingenieur bij de rijksvissershaven te IJmuiden was, werd hij vanwege zijn kennis van en interesse voor de theorie van waterbewegingen tot lid van de commissie benoemd.

Al snel bleken de theoretische beschouwingen van de Delftse hoogleraar juist. Het zou echter te veel tijd vergen om de berekeningen op de Waterweg met zijn kribben, havenkommen en dergelijke toe te passen. Alleen al voor een vereenvoudigde stroom onder normale omstandigheden zouden twee personen twee tot twee en een half jaar nodig hebben om de invloed van een verdieping op de waterstanden te berekenen.

Datzelfde gold voor de toepassing van een gedeeltelijk theoretische, gedeeltelijk empirische methode die door Canter Cremers

was ontwikkeld. Uit aangenomen getijlijnen werden verhanglijnen en snelheidskrommen bij verschillende dwarsprofielen afgeleid.¹⁷

Deze methode werd als minder nauwkeurig beoordeeld. ‘De commissie heeft dan ook een anderen weg ingeslagen en getracht, door theoretische overwegingen gesteund, uit de uitkomsten der waarnemingen af te leiden, hoe de hoogten der hoogwaterstanden waarom het hoofdzakelijk te doen is, uit de grootheden, waarvan zij afhankelijk zijn, kunnen worden bepaald.’¹⁸ Die grootheden, zo had onderzoek van C.W. Lely geleerd, waren vooral: de gemiddelde zeestand, het tijverschil in zee en de stand der bovenrivieren. Door deze gegevens te meten en te vergelijken vóór en na belangrijke verbeteringswerken aan de Waterweg, kon de invloed van het uitdiepen worden bepaald.¹⁹

Hoewel de staatscommissie uiteindelijk dus voor een empirische benadering koos, was een theoretische oplossing louter om praktische en niet om principiële redenen afgewezen. De Vries Broekman had als eerste een rekenmethode ontwikkeld waarmee, voortbouwend op een aantal basisformules, de berekening van getijden in ondiepe zeeën en rivieren in principe mogelijk werd.²⁰ Van niet minder belang was bovendien de ervaring die jonge ingenieurs van de Rijkswaterstaat als Canter Cremers en Lely jr. hadden opgedaan met het theoretisch benaderen van de benedenrivieren.

Gedeeltelijk parallel aan het werk van de commissie-Van de Sande Bakhuijzen rekende een andere staatscommissie aan waterstromen. Niet de rivierdelta was haar onderzoeksobject, maar de Waddenzee. In het besluitvormingsproces over de afsluiting van de Zuiderzee speelde de vraag naar de gevolgen voor de waterstanden op de Waddenzee een rol. De Leidse hoogleraar Natuurkunde en Nobelprijswinnaar H.A. Lorentz werd voorzitter van die commissie. Voor een deel bestond die uit dezelfde mensen als de commissie-Rotterdamse Waterweg: C.W. Lely, J.M. Phaff en de drie meteorologen van het KNMI. Canter Cremers werd geen lid van de commissie-Lorentz. Hij bleef zich met de benedenrivieren bezighouden en kreeg de leiding over de verbetering van de Rotterdamse Waterweg opgedragen. In die hoedanigheid zou hij onder andere een zandvanger ontwerpen waarmee hij sedimenttransport onderzocht. Daarnaast deed hij modelproeven om een zoute onderstroom te demonstreren.

Ook de commissie-Lorentz hanteerde verscheidene methoden voor het bepalen van de waterstanden in het Waddengebied naast elkaar. De methoden van de meteoroloog P.H. Gallé en die van C.W. Lely waren ‘traditioneel’ in die zin dat ze uitgingen van afleidingen uit waarnemingen. Een andere methode daarentegen was puur wiskundig. Waar de commissie-Rotterdamse Waterweg nog uit praktische overwegingen voor een empirische methode had gekozen, volhardde de commissie-Lorentz in de wiskundige weg. Ze kon de wrijvingsweerstand lineair maken en daarmee de getijstromen eenvoudig doorrekenen. Het waren vooral Lorentz zelf en de tweede secretaris, J.Th. Thijsse, de latere directeur van het Waterbouwkundig Laboratorium, die zich met de ontwikkeling van deze methode bezighielden.²¹

Terzelfdertijd - en in samenhang met andere ontwikkelingen binnen de waterbouwkunde - kwam in de jaren twintig de theoretische kennis van het gedrag van stromend water in relatie tot kunstwerken tot bloei. De theoretische hydraulica ging een steeds grotere rol spelen bij het ontwerpen van kunstwerken. Het was het

begin van een soort ‘hydraulische cultuuromslag’ binnen dit onderdeel van de waterbouwkunde. Het boek *Die Eisenwasserbau* uit 1927 van de Duitser H. Kulka markeerde deze doorbraak van de theoretische hydraulica van de praktische waterbouwkunde.

Hoezeer sedert de jaren dertig modelonderzoek aan ontwerpen van kunstwerken ten grondslag zou gaan liggen, zou blijken bij het (voor)ontwerp van de stuwen in het kader van de kanalisatie van de Nederrijn en Lek en bij de Haringvlietsluizen.

Van incidentele ‘tuinproeven’ naar een permanente proeftuin

Het vooronderzoek ten behoeve van de Afsluitdijk betekende niet alleen een doorbraak in de hydrometrie maar ook een krachtige impuls voor het waterbouwkundig modelonderzoek in ons land. In de traditie van (opnieuw) de Rotterdamse Waterweg werden de eerste proeven door de Dienst der Zuiderzeewerken in de tuin van het bureau van de Dienst genomen. Ingenieur Ligtenberg had in opdracht van directeur-generaal ir. H. Wortman een houten bak ontworpen van $15 \times 1,5 \times 1$ m die aangesloten was op een waterleiding. Aan het uiteinde ervan werd een dijkbeloop nagebootst dat in te stellen was in verschillende hellingshoeken en bovendien met wisselende profielen. Aan het andere einde stond ‘een inrichting tot het opwekken van verschillende golfbewegingen’. Het gevaarte kostte fl. 2750 en zou, zo verwachtte Wortman, enkele maanden worden gebruikt.²²

Dat bleek een misvatting. De proefbak was er twee jaar later nog, zij het met een ander doel. In het voorjaar van 1922 waren in die bak houten schaalmodellen (1 op 250) van de uitwateringssluizen en van de sluisplateaus opgesteld. Vanwege de kosten waren de modellen van hout gemaakt. Dat maakte de resultaten, gezien de andere materiaaleigenschappen, vrij onbetrouwbaar. Om toch nog zoveel mogelijk nuttige informatie aan de experimenten te kunnen onttrekken, had men buitenlandse tijdschriftartikelen over dergelijke proeven geraadpleegd. Het was vooral prof. Th. Rehbock van het Wasserbaulaboratorium te Karlsruhe, die op dit terrein als expert gold.²³

De met twijfels bezwangerde resultaten die met de houten sluismodellen werden verkregen, duiden op een zeer geringe invloed van de vorm van het sluisplateau op het afvoervermogen van de

sluis. De proeven werden door de Dienst zelf echter als te onbetrouwbaar gezien.

‘Waar het nu een zoo belangrijke vraag geldt als het vermogen der afwateringssluizen van het IJsselmeer, schijnt er wel aanleiding te bestaan om in deze richting een meer nauwkeurig onderzoek te doen instellen met behulp van model-proeven in een goed ingericht waterloopkundig laboratorium’, oordeelde Wortman. Hij vroeg daarom belet om in Duitsland proeven te mogen doen, bij voorkeur op het eerder genoemde laboratorium van Rehbock.²⁴

In oktober van dat jaar vertrokken Wortman en De Blocq van Kuffeler naar Karlsruhe. Professor Th. Rehbock was niet alleen zeer geïnteresseerd maar bleek tevens goed bekend met de Zuiderzeelannen, omdat zijn in Amsterdam woonachtige broer, H.C. Rehbock, hem op de hoogte hield. Hoewel Wortman de minister moest bekennen dat de Duitse expert niet goedkoop was, adviseerde hij hem wel met het Karlsruher laboratorium in zee te gaan. Voor fl. 12.000 per jaar stelde Rehbock zijn laboratorium onbeperkt beschikbaar. Zo konden ook ‘andere vraagpunten welke bij de voorbereiding der afsluitingswerken reeds zijn gerezen en waarschijnlijk nog wel zullen rijzen, door proeven in het laboratorium nader tot oplossing worden gebracht’, beargumenteerde Wortman. Hij verwachtte maximaal twee jaar proeven te moeten doen, waarbij niet alleen de vorm van de sluisen maar ook de bezinkingen in de breedte van de sluitgaten en de zoutwaterinstroom bij schuttingen aan experimenten op schaal zouden worden onderworpen.²⁵

Opmerkelijk, en ook wel tekenend voor de scepsis die er bij velen nog bestond ten aanzien van modelproeven, was de reactie van de Zuiderzeeraad. De Raad betuigde ‘gaarne zijne instemming... met het voornemen van den Directeur-Generaal om ten aanzien van de meest wenschelijken vorm der te bouwen sluisplateaux laboratoriumproeven te doen ondernemen’, maar wenste anderzijds niet na te laten

‘te wijzen op de betrekkelijke waarde van zoodanige proeven op zeer beperkte schaal. Te dezer zal toch niet mogen worden voorbijgezien, dat tal van sluisen zoowel hier te lande als in het buitenland (b.v. de Nijlstuwdammen) een reeds in de praktijk beproefd voorbeeld ter zake van den bouw van sluisplateaux geven, waaruit wellicht vele belangrijke gegevens voor de Zuiderzeewerken zullen kunnen worden afgeleid.’²⁶

Van het ‘openluchtlaboratorium’ werd kennelijk meer verwacht dan van schaalmodellen.

De proeven die in het laboratorium te Karlsruhe waren verricht, werden in de praktijk gecontroleerd bij de sluisen bij Steenenhoek (juli '23 en april '24). De grote overeenkomsten in de uitkomsten tussen de proeven op schaal en die ‘op ware grootte’ deden het wantrouwen tegen modelproeven enigszins afnemen.²⁷

Een nieuw waterloopkundig laboratorium

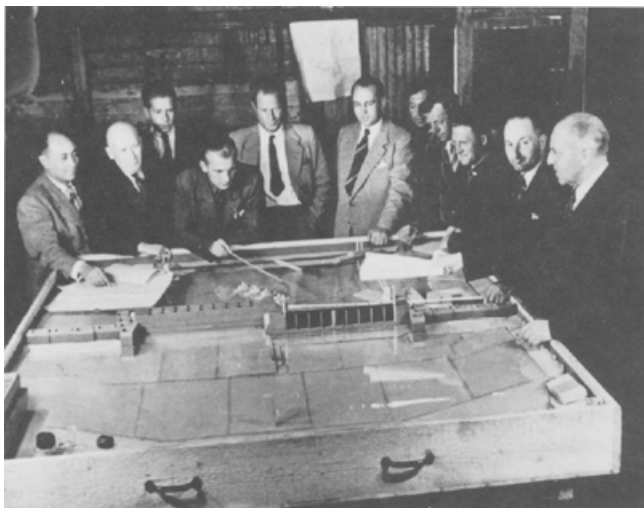
Het gebrek aan een waterbouwkundig laboratorium speelde ook de commissie-Lorentz parten toen die ter bepaling van de opwaaiingshoogte in de Waddenzee modelproeven wilde doen.

De commissie wilde inzicht krijgen in het verband tussen opwaaiing en stroomsnelheid enerzijds en waterdiepte anderzijds. Ook wilde men de invloed bestuderen van diepe geulen op windstuwing. In februari 1920 vroeg prof. E. van Everdingen, lid van de commissie, aan Lorentz toestemming om gebruik te mogen maken van ‘de eenige inrichting, welke zich leent tot het nemen van proeven in den gewenschten zin, hier te lande’: de windtunnel van de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart te Amsterdam. De directeur van de dienst, E.B. Wolff, had Van Everdingen zijn volledige medewerking toegezegd. Lorentz speelde het verzoek door aan de minister, die zijn fiat gaf.²⁸

De verantwoordelijken voor de Zuiderzeewerken moesten zich dus behelpen met provisorische oplossingen voor het houden van modelproeven. Het gemis van een regulier waterloopkundig laboratorium werd na de Eerste Wereldoorlog steeds sterker gevoeld. Een van de felste pleitbezorgers was de bij de Maaskanalisisatie gelouterde ingenieur G.P. Nijhoff. In 1921 wijdde hij in *De Ingenieur* een drietal artikelen aan het belang van modelonderzoek. Hem was opgevallen dat de waterbouwkunde zich, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de elektrotechniek of de machinebouw, traag ontwikkelde. Als een van de oorzaken zag hij de geringe ervaring die kon worden opgedaan, aangezien grote, innovatieve projecten slechts nu en dan werden uitgevoerd. Het verrichten van modelproeven zou dit probleem kunnen verhelpen.²⁹

Inmiddels was in 1923 het gebouw van de afdeling voor Weg- en Waterbouwkunde van de technische hogeschool aan het Oostplantsoen in Delft gereedgekomen. Vanaf het begin was het de bedoeling om de kelderruimte in te richten als waterloopkundig laboratorium. Door de bezuinigingspolitiek begin jaren twintig kwam daar aanvankelijk niets van terecht. Toen echter bleek dat de dure modelproeven in Duitse laboratoria (bijvoorbeeld ten behoeve van de Noordersluis te IJmuiden, de Maaskanalisisatie, het Julianakanaal en de Zuiderzeewerken) succesvol waren en een leemte in de Nederlandse waterbouwkunde vulden, besloten de ministers van Onderwijs en Waterstaat gezamenlijk dat Nederland ook een waterloopkundig laboratorium moest krijgen. In september 1927 konden de eerste proeven in de kelder van het Weg- en Waterbouwgebouw te Delft worden gedaan.³⁰ Behalve van Rijkswaterstaatswerken waren er ook al opdrachten van andere openbare lichamen en van particulieren binnengehaald. Naast onderzoekingen met stromend water werden ook proeven uitgevoerd met stilstaand water, zoals voor het meten van gronddruk, hevel en dergelijke.

Het kelderlaboratorium was 80 meter lang; buiten diende een bak van gewapend beton als laagwaterreservoir. Elektrische pompen,



Tot begin jaren vijftig werd Zeeuws-Vlaanderen doorkliefd door de Braakman, een zijtak van de Westerschelde. Eind jaren veertig begon men aan de afdamming met het oog op kustlijnverkorting. Vanwege de enorme getijstroomingen werd een sluitgat met twee Phoenix-caissons geprojecteerd, waarvan er één met doorlaatschuiven werd uitgerust. Dit was een nieuwigheid die de nodige voorstudies vereiste. Hier zien we de heren ingenieurs als staalmeesters rond een maquette van de afsluiting gegroepeerd. Aandacht wordt gevraagd voor de 'doorlaatcaisson'.

geplaatst onder het trappenhuis, voerden het water naar de diverse modellen in het laboratorium. Al in de eerste paar jaren van het bestaan kreeg het laboratorium zoveel opdrachten dat de ruimte te klein dreigde te worden en nieuwbouw noodzakelijk werd.³¹ Het was de bescheiden start van een Waterloopkundig Laboratorium dat wereldvermaard zou worden.

Een methodenstrijd: wiskundige, elektrische en schaalmodellen

In 1939 schreef ir. Johan van Veen dat 'het meest ingewikkelde getij geen hindernis meer [was]'. Het punt was bereikt

‘dat de nauwkeurigheid der berekeningen die der waarnemingen evenaart en zelfs af en toe overtreft.... De mogelijkheid, dat deze groote nauwkeurigheid bereikt kon worden, is te danken aan de zorg, waarmee dit onderdeel van den Waterstaat behandeld is.’³²

Van Veen, die in 1929 bij het arrondissement Dordrecht van de directie Grote Rivieren van de Rijkswaterstaat was aangesteld om onder andere het werk van Canter Cremers voort te zetten, had hierin een belangrijke rol vervuld. Hij paste daarmee tot op zekere hoogte in de traditie van het werk van De Vries Broekman, Canter Cremers en Lorentz. Tot op zekere hoogte, want Van Veen markeert ook een belangrijke verandering. Vanaf 1930 ging onder zijn hoede het hydrologisch onderzoek in getijwateren, dat voorheen een ad hoc karakter had gehad, meer systematiek vertonen.

Raadgevend ingenieur Nijhoff, dezelfde die zich sterk had gemaakt voor een waterloopkundig laboratorium, benadrukte in 1929 de noodzakelijkheid van een

systematisch onderzoek van de Westerschelde. Hij vond bij de nieuwe baas van de Rijkswaterstaat, J.A. Ringers, een gewillig oor. Zelfs meer dan dat. In 1930 werd de Studiedienst van de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten opgericht. Deze dienst kreeg al snel het onderzoek van het hele kustgebied met al zijn samenhangende verschijnselen als stromingen, sedimenttransport en verzilting opgedragen.

Opnieuw ging de Rijkswaterstaat op jacht. Zelfs naar gegevens over de historische ontwikkeling van de delta. Het bleef nu echter niet bij meten, peilen en voorzichtig extrapoleren. Het doel was op basis van wiskundige berekeningen de gevolgen van huidige en toekomstige ingrepen in de delta te kunnen bepalen. Want ingegrepen in de delta werd er genoeg. Er werd volop gebaggerd, zowel ten behoeve van de toegankelijkheid van de havens van Rotterdam en Dordrecht als ten gevolge van de zogenaamde ‘zandhonger’ van de aannemers. Met het verdiepen en verbreden van de geulen werd het zoute water steeds verder landinwaarts gehaald en veranderden zowel richting als sterkte van de stromen. Een studie naar de gevolgen voor veiligheid, verzilting en scheepvaart vergde in de eerste plaats veel, maar bovendien ook nauwkeurige waarnemingen. Vooral de automatische tijdsregistratie bij oudere peilschalen was vaak echter vijf tot tien minuten onnauw-

keurig, wat Van Veen een snerende opmerking aan het adres van de fabrikanten van dit soort instrumenten ontlokte. Het feit dat men geen klokken kon maken die nauwkeurig liepen, zou er volgens hem toe hebben geleid dat eertijds Canter Cremers liever van getijberekeningen dan van getijmetingen was uitgegaan, ondanks de toen nog lang niet volmaakte formules. Bij de metingen die vanaf 1930 werden verricht, werd een afwijking van één minuut niet langer getolereerd.³³

Niet alleen werden er nieuwe eisen aan meetgegevens gesteld, ook de rekenmethode van Lorentz bleek niet zonder meer geschikt voor toepassing op de benedenrivieren. In tegenstelling tot de Waddenzee waren de benedenrivieren druk bevaren, zodat veranderingen in stroomsnelheden en -richtingen veel exacter bepaald moesten worden dan met de methode-Lorentz mogelijk was. Het was dus nodig ofwel de lineaire methode van Lorentz uit te breiden zodat deze toepasbaar werd voor de delta, ofwel een geheel nieuwe methode te ontwikkelen. De directie Benedenrivieren koos voor het laatste.

Samen met de bij de studiedienst aangestelde wiskundige J.J. Dronkers, leidde Van Veen uit de waarnemingen formules af die, aan de praktijk getoetst, zeer nauwkeurig bleken. De buitengewoon bewerkelijke methode, die Lorentz ook al op beperkte schaal had gebruikt, zou onder de naam ‘exacte methode’ de geschiedenis ingaan. In 1935 publiceerde Dronkers deze werkwijze in *De Ingenieur*.³⁴ Hoewel de naam iets anders suggereert, was deze methode in wezen een benaderingsmethode. Wel was het mogelijk de benaderingen binnen zelf gekozen grenzen te brengen.

J.P. Mazure, ingenieur bij de Dienst der Zuiderzeewerken, ging op zoek naar een minder bewerkelijk alternatief. Hij breidde de methode-Lorentz uit, zodat deze ook toepasbaar zou worden op het stelsel der benedenrivieren.³⁵ Hij werd hierin gesteund door J.Th. Thijsse, sinds 1932 hoofdingenieur bij de Dienst der Zuiderzeewerken, en per 1 december 1933 directeur van de nieuwe Stichting Waterbouwkundig Laboratorium. Thijsse opteerde openlijk voor de minder omslachtige lineaire methode van Lorentz-Mazure en Thijsse was invloedrijk. Hij had zijn sporen verdiend in de commissie-Lorentz en doceerde vanaf 1936 theoretische en praktische Hydraulica aan de technische hogeschool te Delft. Dat docentschap werd in 1938 omgezet in een buitengewoon hoogleraarschap in de theoretische en experimentele Hydraulica.³⁶

Dronkers en Van Veen hadden in de lineaire methode weinig vertrouwen. De Studiedienst had aanvankelijk ook getracht van de methode-Lorentz gebruik te maken, maar ‘telkens bleek hoe groot de verschillen met de werkelijkheid waren’. De vele verwaarloosde grootheden in de formules van Lorentz (opperwaterafvoer, hellende bodem, veranderlijke diepte ten gevolge van getijwisselingen) maakten deze methode volgens Van Veen en Dronkers minder betrouwbaar voor de benedenrivieren. Zo ontstond er midden jaren dertig een debat in *De Ingenieur*, waarin de Dienst der Zuiderzeewerken en die der Benedenrivieren tegenover elkaar stonden voor wat betreft de beste methode van getijberekeningen. Van Veen en Dronkers schreven bijvoorbeeld:

‘Het gaat hier niet om propaganda te maken voor de een of andere school, doch om de voorspellingen zoo nauwkeurig mogelijk te doen zijn. Dat de grens van toepassing of de grens der nauwkeurigheid van beide methoden dezelfde zou zijn, wordt dezerzijds op grond van ervaring met beide

methoden op het gebied van het berekenen van de getijden in onze benedenrivieren ontkend.³⁷

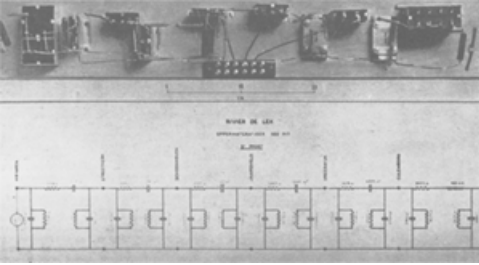
Het elektrische model

Intussen was Van Veen nog een heel andere weg opgegaan bij de berekening van getijstromen. Voortbordurend op de vele overeenkomsten tussen water- en elektrische stromingen, had hij in 1930 het plan opgevat om met behulp van koperdraden, weerstanden, condensatoren en zelfinductiespoelen het gedrag van het Nederlandse rivierenstelsel weer te geven.

‘Door het geven van voorrang aan andere problemen en ook doordat ik meende eerst de theorie der getijden, zooals die zich hier te lande langs wiskundigen weg in de praktijk van den Studiedienst der Benedenrivieren ontwikkelde tot de zogenaamde exacte methode, een volledige kans te moeten geven, dus door te wachten tot geenerlei geheimenissen van de getijleer meer aanwezig zouden zijn, kwam van uitvoering van het oorspronkelijke plan voorlopig niets’,

schreef hij in 1946. Hij was bezig met een studie naar zandverplaatsingen in de Noordzee, waarop hij in 1936 te Leiden zou promoveren. Toch had hij al in 1937 kans gezien in een nota over de afsluiting van de Brielse Maas zijn ‘electrische methode’, die werkte volgens het principe van de analoge rekenmachine, uiteen te zetten.³⁸

Hoewel hij dus naar eigen zeggen aanvankelijk nauwelijks toekwam aan het uitwerken van zijn denkbeelden, maakten zich wel al snel de eerste tegenstanders kenbaar, met name van deskundigen die veel ervaring hadden met de methode-Lorentz.³⁹ Ir. J.C. Schönfeld, hoofdingenieur-directeur van de directie Benedenrivieren, vroeg de ingenieurs J.Th. Thijsse en J.P. Mazure, beiden werkzaam bij de Dienst der Zuiderzeewerken, om advies. Dit pakte voor Van Veen niet best uit. Zijn methode werd door Mazure als onbetrouwbaar afgedaan.⁴⁰ Van Veen liet zich niet kennen en somde in 1937 de voordelen van zijn methode ten opzichte van de methode-Lorentz nog eens op. Hij noemde er vijf: de methode was veel eenvoudiger; de gewone wet van de kwadratische weerstand kon worden toegepast; de werkelijk voorkomende, niet-sinusoïdale getijlijnen konden worden aangehouden; de afvoer van opperwater oefent geen storende



De analogie tussen elektrische stromen en waterstromen leidde na de Tweede Wereldoorlog tot pogingen om waterstromen met elektrische schakelingen te modelleren. Deze aanpak was goedkoper en sneller dan schaalmodellen of rekenen. Het eerste succes, uit 1946, bootste de Lek na door middel van schakelingen van weerstanden en condensatoren. Dit prototype leidde in de jaren vijftig tot grote 'analogons' die het hele deltagebied konden modelleren om de effecten van verschillende ingrepen in te schatten.

invloed uit en, ten slotte, de getijrivieren kunnen trechtervormig blijven.⁴¹

Hoe was Van Veen te werk gegaan? Hij had de natuurkundig ingenieur van de AVRO, J.J. Geluk, gevraagd een elektrotechnische nabootsing van de Lek te maken. Van Veen en zijn medewerkers hadden daartoe alle waterstaatkundige gegevens omgezet in elektrotechnische grootheden en Geluk bouwde op een paneeltje de Lek na met eenvoudige elektrotechnische middelen. Voor dit riviervak tussen Krimpen en Wijk bij Duurstede was hetzelfde gevraagd aan de Telegraaf-ingenieur, W.H. van Zoest. Vanaf de 'zeezijde' werd nu wisselstroom door het schakelschema gestuurd, terwijl vanaf de 'landzijde' gelijkstroom werd ingeschakeld. In een doosje van 3 dm² was daarmee de gehele Lek nagebootst en kon men de invloeden meten van veranderingen die werden aangebracht. Op deze manier kon het gehele Nederlandse rivierenet worden nagebootst. Als men dan bijvoorbeeld de invloed van een afdamming van de Brielse Maas op het verticale en horizontale getij waar dan ook wilde weten, schakelde men deze rivier eenvoudigweg uit en konden de nieuwe waarden worden afgelezen.⁴²

Volgens Van Veen leverde de 'electrische methode' in veel gevallen nauwkeuriger uitkomsten dan de methode-Lorentz. Hij erkende echter dat als men uiterste nauwkeurigheid tot in details wilde bereiken, de exacte methode gehanteerd diende te worden. Voor de meeste getijberekeningen in het kader van de rivierverbeteringen was de elektrische methode echter zeer geschikt, vanwege de eenvoud en de hoge mate van nauwkeurigheid, aldus de jonge doctor. Wel vond hij het aanbevelenswaardig altijd twee methodes te hanteren en de uitkomsten te vergelijken.⁴³

Eindelijk kon 'aan de vragen der practijk tijdig tegemoet... worden gekomen', aldus Van Veen.

'Elk rivierenplan van eenige beteekenis vereischt niet een, doch tientallen getijberekeningen en elke berekening duurde met een man of 10 toch spoedig een aantal maanden. De zg. exacte methode... neemt evenals de lineaire methode veel tijd in beslag. Met de bovenomschreven nabootsingen kunnen wij het "doode rekenwerk" uitschakelen.'

Voor Van Veen was het duidelijk dat deze 'rekenmachine' de toekomst had waar het getijberekeningen betrof. Wel besepte hij 'dat het voor diegenen, die zich in de

oudere voorstellingswijze hebben vastgewerkt, eenige moeite zal kosten de eenvoudiger zienswijze der praktische electrotechniek te aanvaarden'.⁴⁴

De wiskundige benadering

Een van de critici van Van Veen was zijn vroegere medestander in het debat tussen de lineaire en exacte methode, J.J. Dronkers. Deze was sceptisch over de nauwkeurigheid die Van Veen voorspelde.

Bovendien stelde deze het rekenwerk bij de exacte methode wel al te traag voor, vond Dronkers. Door de oorlogsomstandigheden was hij niet in de gelegenheid geweest de ontwikkeling van de elektrische methode bij de directie Benedenrivieren mee te maken. Van Veen vroeg geduld.

‘Wat wij nodig hebben is een snellere oplossing om rivierveranderingen te kunnen ontwerpen. Men verdrinkt in het doode rekenwerk... Dr. Dronkers kan het wel voorstellen alsof het rekenwerk wat meevalt, maar het is om van te rillen.’

De elektrische methode zou sneller werken en minder saai werk vergen. ‘Give me the tools... wait and see’, gaf Van Veen zijn collega mee.⁴⁵

Voorlopig was echter het hoogste woord aan de theoretisch wiskundigen en de wiskundige benadering. Bij de droogmaking van Walcheren konden die hun methode in de praktijk toepassen. Hoewel het hier een noodsituatie betrof, onder organisatorisch verre van ideale omstandigheden, werd toch niet zonder voorafgaande studie besloten tot het dichten van de dijkgaten.

Begin 1945 werden met gebrekkige middelen metingen uitgevoerd. Kort daarna kreeg het onderzoek meer systematiek. Zo werden in maart van dat jaar de getijstromingen op acht plaatsen op het ondergelopen land gemeten, zodat getijlijnen konden worden opgesteld. Ook werden de in- en uitstromende waterhoeveelheden in de respectieve gaten gemeten. Met deze gegevens werd de gewenste volgorde van de dichtung van de gaten bepaald. Ook konden zo de te verwachten stroomsnelheden in de sluitgaten worden voorspeld. Dronkers' bevindingen werden getoetst in het Waterloopkundig Laboratorium, waar een model van Walcheren was gebouwd.⁴⁶

Bij de berekening van de getijbeweging gebruikte Dronkers - vanzelfsprekend - de exacte methode. Hij beargumenteerde deze keuze door te wijzen op de sterke vervorming van het getij bij de voortplanting ervan. Hierdoor was de (nog niet uitgebreide)

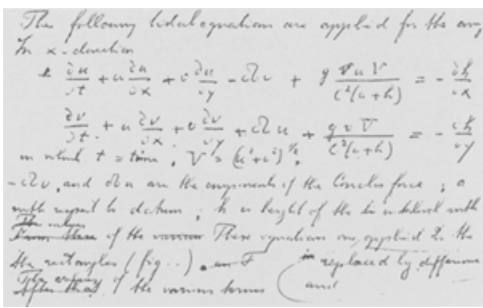
lineaire methode niet toepasbaar en was het wenselijk uit te gaan van het werkelijk voorgekomen getij.⁴⁷ Kort daarna presenteerde zowel Dronkers als H.J. Stroband uitbreidingen van de lineaire methode, waardoor vrij nauwkeurige benaderingen mogelijk werden. Nu kon ook met vroeger verwaarloosde grootheden als partiële getijden rekening worden gehouden.⁴⁸ De minder bewerkelijke lineaire methode - later omgedoopt in harmonische methode - werd nu acceptabel in steeds meer complexe getijsituaties, zoals bij het stelsel der benedenrivieren. Bovendien vergde ze minder rekenwerk dan de exacte methode. Toch zou laatstgenoemde methode in een aantal gevallen nog onontbeerlijk blijken. Ook de exacte methode werd daarom door Dronkers omstreeks dezelfde tijd nog eens verbeterd. Onder de naam iteratiemethode leefde ze voort.⁴⁹

Wellicht nog meer dan de droogmaking van Walcheren illustreert de afsluiting van de Brielse Maas het toegenomen belang van het rekenen aan waterstromen. Slechts op twee plaatsen werden hier de getijlijnen gemeten. Alle overige krommen werden vervolgens berekend. Aangezien twee dammen moesten worden gebouwd, was het van belang te weten hoe de aanleg van de ene dam de stroomsnelheden in de buurt van de andere in aanleg zijnde dam beïnvloedde. Als dit vooraf kon worden berekend, kon de gewenste volgorde van werken worden vastgesteld. Zo werd duidelijk dat de Botlekdam in ieder geval vóór de dam in de Brielse Maas gesloten moest worden. Anderzijds kwam naar voren dat een gedeeltelijk gebouwde dam in de Brielse Maas de stroomsnelheden in de Botlek sterk zou verminderen, waardoor het sluiten van de Botlekdam eenvoudiger zou worden. Sluitgaten in de dam in de Brielse Maas en in de Botlekdam van respectievelijk 300 m² en 200 m² zouden, volgens de berekening, de meest ideale situatie opleveren.⁵⁰

Onderzoek met schaalmodellen

Ook in het hydraulisch modelonderzoek gingen de ontwikkelingen vanaf de jaren dertig hard. Moesten Nederlandse waterbouwkundigen in de jaren twintig nog een beroep doen op buitenlandse waterloopkundige laboratoria, drie decennia later werden in ons land waterbouwkundige situaties uit verre buitenlanden op schaal nagebouwd. In 1955 konden de 180 deelnemers uit 27 landen aan het zesde congres van de in 1935 opgerichte International Association for Hydraulic Research (IAHR), dan ook met de nodige trots in ons land worden ontvangen.⁵¹ Voor de op stapel staande grootschalige projecten hoefde men geen beroep meer te doen op ‘tuinproeven’ met onrijpe kersen. In het Waterloopkundig Laboratorium was men in 1947 bijvoorbeeld begonnen met de bouw van een schaalmodel van het noordelijk Deltagebied.⁵²

Het waterloopkundig modelonderzoek werd inmiddels grofweg in vier categorieën onderverdeeld, afhankelijk van de schaal van de

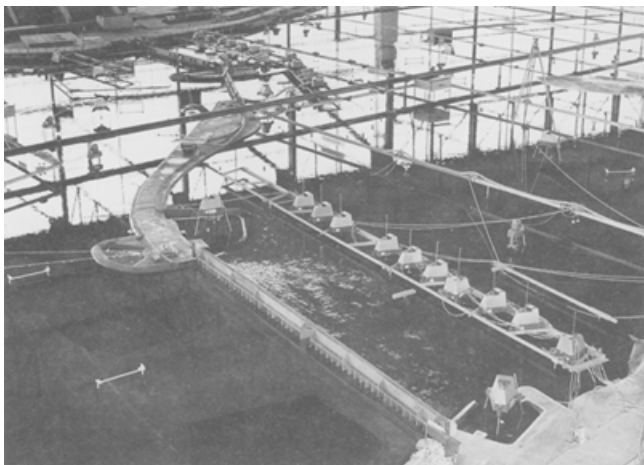


Al tijdens de voorbereidingen van de Zuiderzeewerken was door de commissie-Lorentz aangetoond dat wiskundige modellen behulpzaam konden zijn bij de berekening van te verwachten waterstanden en daarmee de vereiste dijkhoogten. Binnen de studiedienst van de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten van de Rijkswaterstaat ontstond in de jaren dertig een wiskundige afdeling onder leiding van dr. J.J. Dronkers, die zich toelegde op de taak om de complexe stromingen in het Deltagebied wiskundig te beschrijven.

modellen. Een model met een schaal van 1:1000 of meer kan in grote lijnen de (veranderingen in de) stromingstoestand in een gebied weergeven. Het getijmodel van de Nederlandse benedenrivieren had een dergelijke schaal en werd gebruikt om de grote lijn van het Deltaplan uit te zetten. Modellen met een schaal van 1:100 tot 1000 leveren meer details over de stroomveranderingen. Ze lagen (mede) ten grondslag aan de verschillende projecten binnen het gehele Deltaplan. In dergelijke modellen is de diepteschaal meestal afwijkend van de lengteschaal omdat anders de bak te ondiep zou zijn om het water de ‘werkelijke’ bewegingen te laten maken. Het model is daarom twee- tot driemaal dieper dan de lengte zou doen verwachten. Bij een dergelijk model wordt voor de bodem vaak gebruik gemaakt van zacht materiaal, zodat de geulvorming kan worden bestudeerd. Als echter het gedrag van het water moet worden bestudeerd in en nabij een sluis of sluitgat, dan is schaal 1:10 tot 100 nodig. Een dergelijk model moet wel in verhouding zijn. Ten slotte is het nog mogelijk situaties na te bootsen vrijwel of geheel op ware grootte. Dit zogenaamde criteria-onderzoek dient vooral ter bestudering van eigenschappen en gedrag van materialen.⁵³

De Haringvlietsluizen als voorbeeld

Voor het ontwerp van de Haringvlietsluizen maakte de studiedienst van de directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat in februari 1954 een inventarisatie van het modelonderzoek dat men nodig achtte. Het onderzoek moest meer duidelijkheid verschaffen over de plaats van de uitwateringssluizen, de afmetingen van de uitwateringssluizen, de vormgeving van de kunstwerken, de sterkte en vormgeving van de beweegbare keringen, de bewegingsinrichting van de kunstwerken, het lozingsprogramma,



In 1927 werd het Waterloopkundig Laboratorium te Delft opgericht. Al spoedig werden hier voor vrijwel alle grote waterbouwkundige werken in den lande proefnemingen verricht. Er kwam hydraulica aan te pas, maar ook veel elektronica, instrumentarium, metsel- en timmerwerk. Een goed model was een technische prestatie op zichzelf, zoals dit van de Oosterscheldekering uit 1974.

de bouwput, de uitvoering van de afsluiting en de vormgeving van de dammen alsook de normalisatie van het Haringvliet en het Hollands Diep.

Naast het al eerdergenoemde bestaande model van de benedenrivieren dat in 1948 met de naam M284 in gebruik was genomen, moest er nog meer worden gebouwd: een golfmodel van de mond van het Haringvliet (MG), een model van de mond van het Haringvliet voor stromen en zandtransport (MH), een detail-model van de uitwateringssluizen (MS) en een windgoot of goot met golfschotten (MW).⁵⁴

Ter bestudering van een goede toe- en afstroming naar en van de te bouwen Haringvlietssluisen, werd in het laboratorium 'De Voorst' in de Noordoostpolder een model van het Haringvliet gebouwd. Het laboratorium te Delft had daar sinds 1951 als proef (en drie jaar later definitief) een dependance gekregen. Het laboratorium 'De Voorst' voorzag in de behoefte om steeds groter wordende projecten op schaal te kunnen blijven bouwen. Ook werd hiermee aan de wens van veel opdrachtgevers tegemoetgekomen om modellen langer te handhaven.⁵⁵

Het model van het Haringvliet kende een horizontale schaal van 1:150 en een verticale schaal van 1:50. De constructie van de sluis zelf werd onderzocht met behulp van grootschaliger modellen. De twee voornaamste problemen die bestudeerd moesten worden, waren de ontgronding achter de sluis en de golfaanval op de sluis. Dit laatste probleem was ontstaan toen de plaats van de sluizen werd verlegd in de richting van de mond van het Haringvliet. Al in de jaren 1951-1954 was namelijk een stuwsluis ontwikkeld bij Tiengemetten, die de naam Stuw X had gekregen. Het simpelweg verplaatsen van deze stuw richting zee was niet mogelijk zonder voorzieningen te treffen tegen de golfaanval tijdens stormen.

Aangezien een golfbreker ook al geen optie was omdat daarmee met name de afvoer van ijs door het Haringvliet te veel hinder zou ondervinden, moest een constructie worden ontworpen die zelf bestand zou zijn tegen het geweld van de zee. Hiertoe zou veel onderzoek worden gedaan in de windgolfgoten in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft en in 'De Voorst'.⁵⁶ In een bak waarin betonnen blokken in de vorm van de sluizen (schaal van 1:40) waren geplaatst, konden daar, met behulp van een ventilator, golven worden opgewekt. De druk van

de golven op de constructie kon elektronisch worden gemeten en vertaald in werkelijk optredende spanningen in de constructie. Dit zogenaamde golfklap-onderzoek werd vervolgens uitgebreid en gecontroleerd door de betonnen blokken te vervangen door een constructie die het materiaal van de te bouwen sluis beter nabootste.⁵⁷

Computermodellen

Door getijberekeningen te combineren met elektrische en hydraulische modellen, was het in de jaren vijftig mogelijk geworden relatief snel een overzicht te krijgen van de veranderingen die in de stromingstoestanden van de benedenrivieren zouden optreden tijdens gefaseerde uitvoeringen van het Deltaplan.⁵⁸

Met de ontwikkeling van de computer zou de methodestrijd uiteindelijk worden beslist in het voordeel van Dronkers reken-

methode. In 1964 verscheen een boek van zijn hand dat lange tijd zou gelden als standaardwerk.⁵⁹ Niet lang daarna promoveerde zijn voormalige leerling J.J. Leendertse op het gebruik van rekenkundige computermodellen in de kust-waterbouw.⁶⁰ De ‘tools’ waar Van Veen ooit om had gevraagd, stelden de wiskundigen in staat het ‘dode rekenwerk’ terug te brengen tot een fractie van wat het drie decennia daarvoor was geweest. Hiermee waren ze hun ‘concurrenten’ in het voorspellen van waterbewegingen niet alleen in nauwkeurigheid maar voortaan ook in snelheid de baas.⁶¹ Niet alleen nam de computer bijna al het rekenwerk over, hij maakte ook veel modelproeven overbodig. Computersimulaties gaven vanaf de jaren tachtig inzicht in rivieren en zeearmen zonder dat daar een druppel water aan te pas hoefde te komen.

Weliswaar konden niet alle modelproeven in simulaties worden omgezet, maar de behuizing van het Waterloopkundig Laboratorium kon desalniettemin sterk worden ingekrompen.

Ook de computer was echter slechts een nieuw medium, net als wiskundige formules, schaalmodellen of elektrische analogons, voor de denkmodellen van waterbouwers. Het voordeel van de computer - net als destijds Van Veens analogons - is dat meer verschillende denkmodellen sneller en goedkoper kunnen worden ‘doorberekend’. Ook de complexiteit van modellen is nu doorgaans veel groter; veel meer factoren en parameters kunnen worden verwerkt en tegelijkertijd gevarieerd.

Dit heeft een paradoxale uitwerking gehad op het ‘jagen en verzamelen’. Ofschoon nu in principe hele reeksen modelwaarden kunnen worden geëxtrapoleerd vanuit een bescheiden aantal waarnemingen ‘in de natuur’, is het ‘jagen en verzamelen’ geenszins overbodig geworden - integendeel. Dat heeft te maken met zowel de veelheid als de complexiteit van de denkmodellen die vanwege de computer mogelijk zijn geworden. Om praktisch nuttig te zijn, moeten alle denkmodellen ergens aan de werkelijkheid worden opgehangen. De waarden van een aantal basisparameters in de modellen moeten met andere woorden overeenkomen met de corresponderende waarden in de natuur.

Als er nu een modelleringsmedium ontstaat dat een rijke schare aan complexe modellen verdraagt - een medium als de computer - dan wordt de druk op het verzamelen van gegevens, het doen van metingen in natuurlijke en kunstmatige systemen, per saldo alleen maar groter.

Wat de waterbouwkunde betreft, geldt dit met name ook voor modellen waarin de kwaliteit(en) van water in het geding zijn. Het modelleren van de complexe scheikundige en biologische wisselwerkingen in watersystemen vergt niet alleen grotere software-programma's en krachtiger computers, maar ook veel meer meetgegevens om die complexe modellen enig werkelijkheidsgehalte te geven. De toenemende complexiteit van modellen maakt ze ook gevoeliger voor meetfouten en vereist in ieder geval veel uitgebreider en systematischer vergelijkingen met uitkomsten in de werkelijkheid. Dit kan gepaard gaan met uitgebreide meetprogramma's die jaren in beslag nemen.

Kortom, de nieuwe model- en simulatiemogelijkheden hebben de meettechniek niet overbodig gemaakt maar juist weer flink opgejaagd. De jagers en verzamelaars van weleer zien hun traditionele jachtvelden tot in het oneindige uitdijen: van globale

klimaatverandering tot aan organische, scheikundige processen in slootwater. Dankzij hun nieuwe ‘tools’ ook zal de buit aan gegevens navenant zijn.

E. Berkers

Eindnoten:

Algemeen Rijksarchief, Familiearchief Telders

Algemeen Rijksarchief, departement van Waterstaat 1906-1929

Rijksarchief Zeeland, Deltadienst directiearchief

Driemaandelijke berichten Deltawerken

Driemaandelijke berichten Zuiderzeewerken

De Ingenieur. Orgaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs

- 1 P.J. Neyt, ‘De afdamming van het Sloe’, in: *Tijdschrift van het KIVI* (1872/73), 212.
- 2 J.M. Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid* (Den Haag 1977), 47.
- 3 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 66-67; J.Th. Thijsse, *Theorie en experiment in de hydraulica* (Delft 1938), 8-9.
- 4 H.E. de Bruijn, ‘Invloed van de afsluiting van de Zuiderzee op de vloedhoogte buiten den afsluitdijk’, in: *De Ingenieur* 26 (1911), 29; zie ook A. Nijholt en J. van den Ende, *Geschiedenis van de rekenkunst, van kerfstok tot computer* (Schoonhoven 1994), 124.
- 5 A. Bosch, W. van der Ham e.a., *Twee eeuwen Rijkswaterstaat* (Zaltbommel 1998).
- 6 Zie G.P. Nijhoff, ‘Ontwikkeling van het modelonderzoek op waterbouwkundig gebied’, in: *De Ingenieur* (1921), 49.
- 7 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 64-65.
- 8 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 66.
- 9 R.A. van Sandick, ‘Een monument voor Henry Bazin’, in: *De Ingenieur* 36 (1921), 142-144; Nijhoff, ‘Ontwikkeling van het modelonderzoek’, 50.
- 10 Nijhoff, ‘Ontwikkeling van het modelonderzoek’, 51.
- 11 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 69-70; H. Engels, *Die Wasserbaulaboratorien Europas* (Berlin 1926).
- 12 ‘Toespraak van ir. J.H. Telders tijdens een informeel samenzijn van betrokkenen bij de afsluiting der Zuiderzee (zonder datum)’, in: ARA, Familiearchief Telders, inv. no. 4.
- 13 ‘Het leiden der getijstroomen in of vóór den mond van benedenrivieren, tot het verkrijgen van diepe en regelmatige geulen, en het verplaatsen der zandneerzettingen buiten die geulen’, in: *De Ingenieur* 24 (1909), 190-192.
- 14 R.A. van Sandick, ‘De hoofden van IJmuiden in het Dresdener laboratorium der rivierwaterbouwkunde’, in: *De Ingenieur* 23, (1908), 362-363.
- 15 Van Sandick, ‘De hoofden van IJmuiden’, 363; ‘Het leiden der getijstroomen’, 200.
- 16 G.H. de Vries Broekman, ‘Invloed van eb en vloed op benedenrivieren’, in: *De Ingenieur* 31 (1916), 544.
- 17 *Verslag van de Staatscommissie Rotterdamschen Waterweg*, 275-279.
- 18 *Verslag van de Staatscommissie Rotterdamschen Waterweg*, 20.
- 19 *Verslag van de Staatscommissie Rotterdamschen Waterweg*, 345 en 355.
- 20 J.Th. Thijsse, *Theorie en experiment in de hydraulica* (Delft 1938), 18.
- 21 *Verslag Staatscommissie Zuiderzee 1918-1926* (s-Gravenhage 1926), met name 83 e.v.; J.Th. Thijsse, ‘De verwachtingen omtrent waterbeweging bij de afsluiting van de Zuiderzee op grond van het verslag der staatscommissie Lorentz en van de verrichtte modelmetingen’, in: *De Ingenieur* 42 (1927), 713-724; Thijsse, ‘Geschiedenis van golfstudies’, 638.
- 22 ‘Wortman aan de minister, d.d. 2-10-1919’, in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2176.
- 23 ‘Wortman aan de minister, d.d. 8-8-1922’, in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2184.

- 24 'Wortman aan de minister, d.d. 8-8-1922', in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2184.
- 25 'Wortman aan de minister, d.d. 19-10-1922', in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2184.
- 26 'Rapport van de Zuiderzeeraad aan de minister, d.d. 21-11-1922', in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2184.
- 27 *De uitvoering der Zuiderzeewerken in het tienjarig tijdvak 1919-1929* ('s-Gravenhage 1929), 60-61; Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 91.
- 28 'Van Everdingen aan Lorentz, d.d. 26-2-1920', in: ARA, departement van Waterstaat 1906-1929, inv. no. 2176, en 'Lorentz aan de minister, 28-2-1920', in hetzelfde dossier.
- 29 G.P. Nijhoff, 'De ontwikkeling der waterbouwkunde', in: *De Ingenieur* 36 (1921), 29-32.
- 30 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 92-93.
- 31 *De Technische Hoogeschool te Delft van 1905 tot 1930*, 34 (Delft 1930); J.Th. Thijsse, *Theorie en experiment in de hydraulica* (Delft 1938), 14.
- 32 J. van Veen, 'De nauwkeurigheid der tegenwoordige getijberekening', in: *De Ingenieur* 54 (1939), B90-91.
- 33 *Afvoerbepalingen in de Benedenrivieren in 1930-1934* ('s-Gravenhage 1936).
- 34 J.J. Dronkers, 'Een getijberekening voor benedenrivieren', in: *De Ingenieur* 50 (1935), B181-B187; J. van den Ende en F. de Jong, 'Rekenen aan waterstromen, getijden-onderzoek in Nederland, 1920-1950', in: *Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek* 6 (1989), 195-196.
- 35 J.P. Mazure, 'Getijberekening voor benedenrivieren', in: *De Ingenieur* (1935), B 212; Van den Ende en De Jong, 'Rekenen aan waterstromen', 196.
- 36 A. Waalewijn, 'Johannes Theodoor Thijsse', in: *Biografisch woordenboek van Nederland*, dl. 4, 494-495.
- 37 J.Th. Thijsse, 'De toepassings-mogelijkheden van verschillende getijberekeningen', in: *De Ingenieur* 50 (1935), B 259-261 en Van Veen en Dronkers, 'Naschrift' (bij dit artikel), B 261.
- 38 Joh. van Veen, 'Electrische nabootsing van getijden', in: *De Ingenieur* 58 (1946), B 17; Van den Ende en De Jong, 'Rekenen aan waterstromen', 197-198.
- 39 Van Veen, 'Electrische nabootsing', B 17.
- 40 W. van der Ham, RWS-200 [Typoscript], 35.
- 41 Joh. van Veen, 'Getijstroomberekening met behulp van wetten analoog aan die van Ohm en Kirchhoff', in: *De Ingenieur* 52 (1937), B73.
- 42 Van Veen, 'Electrische nabootsing', B18-19.
- 43 Van Veen, 'Getijstroomberekening', B73 en B81; Van Veen, 'Naschrift bij J.M. Burgers, "Getijstroomberekeningen met behulp van wetten analoog aan die van Ohm en van Kirchhoff"', in: *De Ingenieur* 52 (1937), B113.
- 44 Van Veen, 'Electrische nabootsing', B20.
- 45 J.J. Dronkers, 'Electrische nabootsing van getijden', en Van Veen, 'Naschrift', in: *De Ingenieur* 58 (1946), B 70-73 (citaten B 73).
Zie ook: A. Nijholt en J. van den Ende, *Geschiedenis van de rekenkunst, van kerfstok tot computer* (Schoonhoven 1994), 124-126.
Zie over de omvang van het rekenwerk in het debat alsmede de organisatorische kwesties binnen de Rijkswaterstaat die daarmee samenhangen: Van den Ende en De Jong, 'Rekenen aan waterstromen', 198-207.
- 46 P.Ph. Jansen, 'Mededelingen inzake de droogmaking van Walcheren', in: *De Ingenieur* 58 (1946), B 10-12.
- 47 J.J. Dronkers, 'De waterbeweging op het geïnundeerde Walcheren', in: *De Ingenieur* 58 (1946), B95.
- 48 H.J. Strobant, 'Een bijdrage tot de kennis van de getijberekening op benedenrivieren en zeearmen', in: *De Ingenieur* (1947), B 89-95; J.J. Dronkers, 'Methoden van getijberekening', in: *De Ingenieur* 59 (1947), B 127-137.
- 49 Dronkers, 'Methoden van getijberekening', B 124-127.
- 50 J.J. Dronkers, 'Berekeningen over de afsluiting van de Brielsche Maas en Botlek met practische beschouwingen over getijbewegingen in het algemeen', in: *De Ingenieur* 63 (1951), B138-B139; M. de Bruijn, 'De afdamming van de Brielsche Maas', in: *De Ingenieur* 63 (1951), B48.
- 51 H.J. Schoemaker, 'VIe Congres van de International Association for Hydraulic Research (IAHR) 30 augustus - 6 september 1955 te 's-Gravenhage gehouden', in: *De Ingenieur* 68 (1956), A95-A97.

- 52 Dirkwager, *Water. Van natuurgebeuren tot dienstbaarheid*, 117.
- 53 E.W. Bijker, 'Waterloopkundig modelonderzoek ten behoeve van de Deltawerken', in: *Land en water* (1959), 59-60.
- 54 'Brief van de studiedienst van de dir. Benedenrivieren aan de hid dir. Benedenrivieren, d.d. 26-2-1954', in: RAZ, Deltadienst directie, inv. no. 815.
- 55 E.W. Bijker, 'Doel van waterloopkundige onderzoekingen', in: *Land en water* (1957), 53-58.
- 56 J.E. Prins, 'Greep op 't ongrijpbare (V). Waterloopkundig onderzoek bij beweegbare stuwen en stroomsluizen', in: *Land en water* 10 (1966), 293-294.
- 57 Bijker, 'Waterloopkundig modelonderzoek', 61-62.
- 58 Bijker, 'Doel van waterloopkundige onderzoekingen', 53-58; Van den Ende en De Jong, 'Rekenen aan waterstromen', 201-202.
- 59 J.J. Dronkers, *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters* (Amsterdam 1964).
- 60 J.J. Leendertse, *Aspects of a Computational Model for Long-Period Water Wave Propagation* (Santa Monica/Delft 1967).
- 61 E.W. Bijker, 'History and heritage in coastal engineering in the Netherlands', in: N.C. Kraus (ed.), *History and heritage of coastal engineering* (American Society of Civil Engineers 1996), 403.



De aanleg van de Twentekanalen bracht een drastische reorganisatie van de waterhuishouding van een groot deel van Overijssel met zich mee. Onder leiding van de provincie pasten aanpalende waterschappen hun waterlopen aan op de nieuwe situatie. In veel gevallen betekende dat 'verbetering', waaronder bochtafsnijdingen en normaliseren. Zo ook op de Regge, hier afgebeeld in 1931.

9 Het dynamische waterstaatsdomein

Renovatie van een monument: de Rijkswaterstaat
Voorstellen voor reorganisatie
Regionale en specialistische diensten
Een nieuwe uitvoerder: de grote aannemer
‘Wonderlijke verhoudingen’ en een ‘zonderling voorstel’
De Haringvlietsluizen als voorbeeld van samenwerking
Dynamiek in het waterschapsbestel

Het waterstaatsdomein in de twintigste eeuw is een toneel niet alleen van technische omwentelingen, maar ook van ingrijpende institutionele veranderingen. De in de loop van de negentiende eeuw gestabiliseerde verhoudingen, kwamen in de twintigste eeuw onder druk te staan. Het betrof spanningen tussen de verschillende actoren op het domein en spanningen binnen de verschillende organisaties en instellingen. In de eerste decennia van deze eeuw leidden spanningen binnen de Rijkswaterstaat tot een groeiend ongenoegen over het functioneren van de dienst en uiteindelijk tot een reorganisatie in 1930. Een ander belangrijk spanningsveld ontstond met de opkomst van grote aannemers, die in deze eeuw mede de ontwikkelingen in de waterstaat gingen bepalen. Ten slotte voltrokken zich opmerkelijke verschuivingen in het waterschapsbestel, een bestel met een eeuwenlange traditie.

Deze drie thema's komen in dit hoofdstuk aan bod.

Renovatie van een monument: de Rijkswaterstaat

Een bouwwerk ‘waarvan in 1798 de grondvesten waren gelegd en waaraan sedertdien verder is gebouwd. Het geheele gebouw mogen we dan wel is waar beschouwen als een monument, dat herinnert aan de grootheid van vroeger tijden, het is nochtans een monument dat niet enkel bestemd is om door belanghebbenden bezichtigd te worden en de herinnering aan het verleden levendig te houden.’ Aldus typeerde P.H.A. Rosenwald, administrateur op het ministerie van Waterstaat, in 1924 de Rijkswaterstaat. Een monument dus, dat enerzijds bewondering opwekte maar anderzijds een relict was uit vervlogen tijden. Minister G.J. van Swaay had kort daarvoor de essentie van de veranderende tijden voor de Rijkswaterstaat samengevat: de toenemende technische specialisatie, de gewijzigde verhoudingen tussen opdrachtgever en uitvoerder en het wegvraagstuk. Hoe moest het monument op die veranderingen reageren? Rosenwald werd benoemd tot voorzitter van een commissie die hierop een antwoord moest zien te vinden.¹

Veranderingen in de technische omgeving hadden zich natuurlijk voltrokken zolang 's rijks Waterstaat bestond. De organisatie van de dienst had deze ontwikkelingen slechts beperkt gevolgd. Begin jaren tachtig van de negentiende eeuw had de laatste grote ingreep plaatsgevonden. De splitsing van taken tussen de Rijkswaterstaat en de provinciale waterstaatsdiensten was voltooid, het ingenieurs-corps had een salarisherziening gekregen die paste bij de status en ten slotte was de dienst onder de leiding van één hoofdinspecteur komen te staan. In de jaren daarna werden ook

de arbeidsvoorwaarden voor de technisch ambtenaren aangepast en kwamen enkele kleinere reorganisaties tot stand.² In essentie was de structuur van de dienst tot 1923 echter ongewijzigd gebleven. De Rijkswaterstaat was een regionaal georganiseerde dienst, die sterk hiërarchisch van opzet was. De ingenieurs wisselden in hun carrière om de paar jaar van regio en van vakgebied. De dienst kon daardoor steeds beschikken over een grote groep allrounders. Desondanks was de Rijkswaterstaat wel in staat gebleken tot indrukwekkende, bovenregionale (bouw)prestaties.

Begin twintigste eeuw rezen er echter twijfels of de organisatie van de dienst nog wel paste bij de grote projecten die op stapel stonden. Rond 1910 werden in de Kamer vragen gesteld over de opleiding voor civiel ingenieur en de verdere ontwikkeling van ingenieurs binnen de Rijkswaterstaat. Steeds vaker bleek het

immers nodig om buiten de Rijkswaterstaat technische adviezen in te winnen. Dit leidde tot de vraag of meer specialisering binnen het ingenieurscorps van de Rijkswaterstaat niet wenselijk was. De bouw van de Afsluitdijk maakte in die jaren de discussie pas goed los. Zo werd er geopperd de conservatieve ontwerptraditie van de Rijkswaterstaat te doorbreken en ‘nieuwe gedachten in de ontwerpen te brengen’. Door het inzenden te stimuleren van vrije ontwerpen naast de inschrijvingen voor het bestek zou de kans worden verminderd dat bestaande werken slaafs werden nagevolgd. Bovendien zou hierdoor de band tussen de ingenieursbureaus en de aannemersfirma's in de hand worden gewerkt, ‘hetgeen aan de economische uitvoering van groote werken ten goede zou komen’.³

Opnieuw rezen er twijfels omtrent de organisatie van de Rijkswaterstaat toen in 1926 de Wegenbelastingwet in de Kamer aan de orde was. Verscheidene Kamerleden drongen aan op een aparte, centrale dienst voor de wegeaanleg ‘zoals al voor de Zuiderzeewerken in het leven was geroepen’. Men achtte een snelle, stevige aanpak van het wegeenvraagstuk noodzakelijk en verwachtte die niet van de Rijkswaterstaat. ‘Er zijn er, die meenen, dat geen scherper tegenstelling mogelijk is dan tusschen Waterstaat en vlotheid!’ meende de Kamer. En op de opmerking van de minister dat een commissie (Rosenwald) een rapport over de Rijkswaterstaat had uitgebracht, merkte een Kamerlid op dat dat rapport voor de ‘organisatie vernietigend’ was. Zijn eigen conclusie voegde hij eraan toe: ‘De organisatie is totaal verouderd en onhoudbaar!’⁴

De waterbouwkundige praktijk was sterk in ontwikkeling en de Rijkswaterstaat kreeg, naast de traditionele spelers als de Rijkswaterstaat, de provinciale waterstaten en de waterschappen, ook te maken met een in belang toenemende ‘vrije waterstaatsmarkt’.

Ofschoon ingenieurs in dienst van aannemers en onafhankelijke raadgevende ingenieursbureaus geen nieuw verschijnsel was, had vooral de invoering van nieuwe materialen als staal en gewapend beton deze tendens versterkt.⁵ Bovendien nam de schaal van ingenieursbureaus omstreeks de Eerste Wereldoorlog merkbaar toe. Om twee voorbeelden te noemen: in 1917 fuseerden de bureaus A.D. van Heederik v/h Schotel te Rotterdam en Dwars, Groothoff en Verhey te Utrecht onder de naam ‘Vereenigde Ingenieursbureaux voor Bouw- en Waterbouwkunde’ (later bekend als DHV).⁶ In datzelfde jaar werd de NV Ingenieursmaatschap ‘Eigen Beheer’ opgericht. W. Elenbaas, oud-buitengewoon-hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft, vormde met twee oud-hoofdingenieurs van de Waterstaat te Indië de beherende directie. De maatschap stelde zich tot doel op te treden als adviserend ingenieursbureau, maar ook nieuwe flexibele aanbestedingsstelsels in ons land te introduceren en zelf werk aan te nemen.⁷

De pers, ten slotte, liet zich niet onbetuigd bij het bekritisieren van de Rijkswaterstaat. Dit bleek onder andere uit een voorpagina-artikel in het *Algemeen Handelsblad* van 20 augustus 1928, getiteld ‘De leiding van “Waterstaat”’: een voortdurend sterker aan den dag tredende misstand’.

Voorstellen voor reorganisatie

De reactie van de Rijkswaterstaat op de kritiek uit het parlement en op de veranderende technische omgeving zou moeten liggen in een wijziging van de organisatiestructuur in de richting van meer specialisatie en centrale diensten. Dat zou echter haaks staan op de klassieke regionale en hiërarchische inrichting, met ingenieurs die van alle markten thuis waren. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de Rijkswaterstaat in opstand kwam.

Dat begon toen minister Lely in 1917 een reorganisatie voorstelde door 'het zwaartepunt van den Rijkswaterstaatsdienst, dat thans geacht kan worden te liggen in het zamenstel der hoofdingenieurs-directeuren, over te brengen naar de ingenieurs, met de bedoeling, deze ambtenaren de volle verantwoordelijkheid voor hun werk te doen dragen'.⁸ Hiermee zou de hele laag van hoofdingenieur-directeuren uit de organisatie verdwijnen. Deze personen waren, volgens de beide inspecteurs-generaal Ramaer en Wortman, in het traditionele waterstaatsbestel echter essentieel in de verhouding tussen het Rijk en de provincie. Met het argument dat het verdwijnen van de hoofdingenieurs-directeuren de macht en invloed van de Rijkswaterstaat in de provincie zou doen afnemen, verzetten zij zich dan ook tegen de reorganisatievoorstellen.⁹

Het voorstel van Lely ging niet in de richting van specialisatie of centrale diensten, maar moest de lijnen in de organisatie verkorten. De instelling van een afzonderlijke, rechtstreeks aan de minister verantwoordelijke Dienst der Zuiderzeewerken, loste Lely's probleem voor de Zuiderzee wel op maar kreeg een slecht onthaal bij de Rijkswaterstaat.

Begin jaren twintig werd de minister ook vanuit een andere hoek onder druk gezet om de Rijkswaterstaat te reorganiseren.

De rijksoverheid werd namelijk met begrotingstekorten geconfronteerd, waardoor bezuinigingen niet konden uitblijven.

Op 28 februari 1923 ontbood minister G.J. van Swaay de inspecteur-generaal in algemene dienst bij de Rijkswaterstaat G. Rooseboom. De minister had twee concrete reorganisatiemaatregelen in gedachten: de instelling van een centraal bouwbureau en tevens de opheffing van de functie van hoofdingenieur-directeur. Met betrekking tot het bouwbureau meende de minister 'dat wegens de tegenwoordig zoo groote uitgebreidheid der techniek het op economische wijze verkrijgen van goede ontwerpen minder goed verzekerd is door de bestaande inrichting van den dienst, welke medebrengt dat arrondissements-

ingenieurs meermalen komen te staan voor het feit dat zij vraagstukken hebben op te lossen en ontwerpen hebben te maken betreffende werken, waarvan zij geen ervaring noch een bijzondere kennis hebben’.

Een gespecialiseerde ambtenaar of een bureau dat zich uitsluitend met ontwerpen zou bezighouden, zou volgens de minister daarom wenselijk zijn.¹⁰ Zoals eerder Ramaer en Wortman, zo verzette zich nu ook Rooseboom tegen de reorganisatievoorstellen. Hij schreef een lijvig rapport met als conclusie dat de Rijkswaterstaat in 1923 nog steeds niets voelde voor een centraal bouwbureau noch voor het opheffen van de functie van hoofdingenieur-directeur. De omvang en de aard van de werkzaamheden van de dienst zouden zich niet lenen voor een centrale behandeling vanuit één bouwbureau. Grote waterstaatswerken zouden toch projectbureaus ter plekke blijven vereisen. De Rijkswaterstaat vreesde verder dat het onttrekken van nieuwe grote werken aan de gewone dienst door het bouwbureau de positie van de ingenieurs minder aantrekkelijk zou maken, waardoor de kwaliteit van de ingenieurs wel eens kon afnemen.¹¹ Een centraal bouwbureau zou leiden tot eenvormigheid van opvattingen, tot beperking van ervaringen en tot oplossingen die met de invloed van plaatselijke factoren onvoldoende rekening zouden houden. De Rijkswaterstaat moest, naar de mening van de dienst zelf, zo min mogelijk centraal georganiseerd zijn. Door een decentrale organisatie zouden technische vraagstukken, die meestal meer dan één oplossing toelieten en waarvan de beste niet bij voorbaat vaststond, met de meeste kans van slagen aangepakt kunnen worden, zo werd betoogd.¹²

Toen minister Van Swaay zijn begroting voor 1924 presenteerde, werd vanuit de Kamer sterk aangedrongen op besparingen door middel van een herstructurering van de Rijkswaterstaat. De minister, in de tang tussen een eisende Kamer en een onwillige Rijkswaterstaat, deed wat in dit soort gevallen gewoonte is: hij benoemde een commissie van onderzoek. Deze commissie kreeg na lang zoeken en vele bedankjes uiteindelijk een voorzitter in de persoon van de chef van de afdeling Waterstaat T op het ministerie, ir. P.H.A. Rosenwald. De opdracht was om antwoord te geven op de vraag of de toenmalige opzet van de Rijkswaterstaat kon blijven bestaan en zo niet hoe deze dan gewijzigd diende te worden.

Ofschoon de opdracht aan de commissie breed was geformuleerd, gaf de minister wel duidelijk aan waar het hem concreet om ging. Zou een meer functioneel ingerichte Rijkswaterstaat niet beter op de veranderende omstandigheden kunnen inspelen dan een dienst waarvan het zwaartepunt lag bij de regionale directies? De commissie kwam tot de conclusie dat dit inderdaad zo was. Ze oordeelde dat binnen de bestaande organisatie de Rijkswaterstaat ‘het gebied der techniek, waarop zich schier dagelijks belangrijke veranderingen voltrekken’ niet voldoende kon beheersen. Het



De aanleg van de Twentekanalen was binnen de Rijkswaterstaat in een aparte dienst ondergebracht. Hier zien we de hoofdingenieur van de dienst, dr. ir. L.R. Wentholt, op 1 juli 1933 de openingstoespraak voor het gemaal bij Delden houden. Even later zal mevr. Wentholt (naast hem bij de grote pomp) vanaf het bordes het gemaal officieel in werking stellen. De gemalen, één per sluis, dienden aanvankelijk alleen om in droge tijden schutverliezen te compenseren.

advies was dan ook: specialisering. De oprichting van speciale bureaus zou ertoe leiden dat makkelijker op nieuwe ontwikkelingen zou kunnen worden ingesprongen. Naast de Algemene Dienst, de Directie Grote Rivieren en het district Wegentechniek zouden er ook specialisten moeten komen op elektrotechnisch gebied en op het gebied van de sluisen- en bruggenbouw. De praktijk zou moeten uitwijzen of de specialisatie zich zou dienen te beperken tot adviseren of dat men daadwerkelijk de richting van een 'objectendienst' op zou moeten. Dit zou trouwens ook per deelgebied kunnen verschillen.

Specialisatie zou bovendien tot centralisatie leiden, hetgeen de commissie als noodzaak zag. De commissie had dus een stelsel van specialistische bureaus, staande onder een centraal bureau, voor ogen. In een dergelijke organisatiestructuur had de Dienst der Zuiderzeewerken wel binnen de Rijkswaterstaatsdienst gepast, zo werd benadrukt. 'Thans is dit niet meer mogelijk', oordeelde de commissie met spijt in het hart, om eraan toe te voegen dat ze 'ernstig in overweging [geeft] voortaan geen waterstaatswerkzaamheden buiten den Rijkswaterstaatsdienst te houden.'¹³

Nog steeds was de reactie van de Rijkswaterstaat op meer specialisatie en centralisatie ronduit negatief. ‘Niets meer dan bloote leuzen’ schreven de inspecteurs-generaal over het rapport van de commissie-Rosenwald.¹⁴ Mede door die negatieve houding van de top van de dienst durfde ook de nieuwe minister van Waterstaat, H. van der Vegte, de ‘hem te ingrijpend voorkomende’ voorstellen van de commissie niet over te nemen. Hij vond het een ‘te gewaagde proef, niet in het minst ook, nu de sedert 1926 sterk toegenomen werkzaamheden op velerlei gebied den dienst ten zeerste in beslag nemen’. Hij wilde wel tot de aanstelling van een directeur-generaal overgaan, maar hij vond in het algemeen de centralisatiegedachte in het rapport een te grote plaats innemen.¹⁵ In deze terughoudende opstelling ten aanzien van een reorganisatie werd hij overigens gesteund door de Bezuinigingscommissie van de rijksoverheid. Die vond eveneens dat voorzichtig moest worden omgesprongen met experimenten met een zo sterk in de traditie gewortelde dienst, zeker als er niet te veel gerekend moest worden op besparingen. Wel was ook de Bezuinigingscommissie voorstander van de herinvoering van de éénhoofdige leiding.¹⁶

Regionale en specialistische diensten

Toch duurde het nog drie jaar voordat een aarzelende minister de knoop doorhakte en een directeur-generaal benoemde. Deze laatste moest vervolgens een verdere reorganisatie van de Rijkswaterstaat voorbereiden.

J.A. Ringers werd in 1930 de eerste directeur-generaal van de Rijkswaterstaat en daarmee was feitelijk de toekomstige koers bepaald. Ringers had zich steeds een fel pleitbezorger getoond van een toenemende wetenschappelijke component binnen de Rijkswaterstaat. Hij had zich in een vroeg stadium sterk gemaakt voor zowel de oprichting van een waterloopkundig laboratorium als voor een studiedienst bij de directie Benedenrivieren. Onder zijn leiding voltrok zich, volgens sommigen althans, het te lang uitgesteld proces van functionalisering en specialisering. Als geen ander zag Ringers dat het onmogelijk was voor de ingenieurs van de Rijkswaterstaat om als allrounders en generalisten een rol van betekenis te spelen in de nieuwe waterbouwkundige praktijk. Met de instelling van bouwdiensten, specialistische diensten en studiediensten moest de Rijkswaterstaat die veranderde praktijk het hoofd gaan bieden.

In hun aard waren de speciaal opgerichte bouwdiensten ten behoeve van de vele grote bouwactiviteiten niet nieuw. Ook eind negentiende eeuw werden er tijdelijke bouwdiensten (voor de Nieuwe Waterweg, het Merwedekanaal en de verlegging van de Maasmond) opgericht. Vanaf het Interbellum begon dat echter regel te worden. Of het nu de wegenverbetering of de ‘natte’ waterstaat betrof, grote projecten werden voortaan geleid vanuit bouwdiensten: de bruggenbouw over de grote rivieren, de Maaskanalisisatie, de sluis te IJmuiden, de aanleg van de Twentekanaalen, de Maasverbetering, het Amsterdam-Rijnkanaal, de Velsertunnel, de droogmaking van Walcheren. Na de Tweede Wereldoorlog werd het ontwerpen van sluizen en stuwen aan een apart district (vanaf 1948 directie) opgedragen. Een Deltadienst kreeg de leiding over het Deltaplan.

Een regelrecht contrast met de negentiende- en begin twintigste-eeuwse praktijk vormde de wijze waarop de organisatie van de Rijkswaterstaat kennis verwierf. De oprichting van een waterloopkundig laboratorium geschiedde nog buiten de organisatie van de Rijkswaterstaat om. Vanaf 1930 werd in de organisatiestructuur van de rijksdienst zelf ruimte geschapen voor systematische studies. De Algemene Dienst, traditioneel belast met het verzamelen van algemene gegevens omtrent de Nederlandse waterstaat, werd in 1931 aangevuld met een Meetkundige Dienst.

Bovendien kregen diverse onderdelen van de organisatie eigen studiediensten. De Dienst der Zuiderzeewerken, weliswaar formeel buiten de Rijkswaterstaatsorganisatie, kende al een hydrografische dienst, die tot taak had een gebied van ruim 1000 km² Zuiderzee in kaart te brengen. Aan de directie Grote Rivieren werd in 1930 een Studiedienst van de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten toegevoegd. In 1932 werd de directie gesplitst in een Directie Beneden- en een directie Bovenrivieren; beide werden van een studiedienst voorzien.

In 1950 telde de Rijkswaterstaat vijf studiediensten. Behalve de beide zojuist genoemde konden de directie Zeeland en het sedert 1945 onder de Rijkswaterstaat vallende Technisch Bureau der Domeinen over een eigen studiedienst beschikken. Onder de Studiedienst van de Directie Benedenrivieren ressorteerde bovendien de studiedienst 'Hoorn'. Maar ook andere directies, zoals de Algemene Dienst en de Dienst der Zuiderzeewerken, verrichtten nog steeds hydrologisch onderzoek. Teneinde overzicht te kunnen houden op het nu verspreide onderzoek dat bij de Rijkswaterstaat plaatsvond, werd in 1950 besloten tot de oprichting van een Centrale Studiedienst, verbonden aan de Directie van de Waterstaat. Met uitzondering van 'Hoorn' bleven de overige studiediensten wel bestaan. Het onderzoeksgebied van de Studiedienst van de Directie Benedenrivieren werd beperkt tot het eigen beheersgebied. De Centrale Studiedienst moest het onderzoek van 'de rivieren, zeearmen, zeestromen, kusten, sedimentverplaatsingen en alle problemen, die daarmee samenhangen' stroomlijnen.¹⁷ Hoofdingenieur J.B. Schijf kreeg de leiding over de nieuwe dienst, waartoe onder meer de wiskundige J.J. Dronkers en zes rekenaars behoorden. De dienst was 'bevoegd zich inzake de studie-aangelegenheden te begeven op het ambtsgebied der onderscheidene directies en tot dat doel gebruik te maken van in deze en andere directies dienend personeel', zo werd

bepaald.¹⁸ Een van de eerste taken was het inventariseren van het lopende onderzoek en de plannen van de diverse diensten.¹⁹

In 1959 gingen de taken van de Centrale Studiedienst over naar de nieuw gevormde directie Waterhuishouding en Waterbeweging.²⁰ In de organisatie van de Rijkswaterstaat gingen de specialistische diensten en de bouwdiensten een steeds belangrijker rol spelen naast de regionale directies. De structuur met de regio's bleef bestaan, wat een informele concurrentie opleverde binnen de dienst. Hoewel formeel op één lijn in de organisatie, plaatsten de specialisten zich toch meestal een stapje hoger. Het *Jaarbericht 1993* maakte de organisatiestructuur duidelijk:

‘De regionale directies vormen de kern van Rijkswaterstaat. Zij zijn verantwoordelijk voor onderhoud, beheer en aanleg van de hoofdinfrastructuur en voor de praktische uitvoering van het beleid... De specialistische directies houden het innovatief vermogen van de organisatie op niveau en ondersteunen de uitvoering.’²¹

Een nieuwe uitvoerder: de grote aannemer

In 1922 spraken twee oude bekenden elkaar: Jean Henri Telders, zoon van de Delftse hoogleraar waterbouwkunde Jean Marie Telders, en Cornelis Lely, voormalig minister van Waterstaat.

J.H. Telders en Lely's zoon Jan waren studiegenoten van de Polytechnische School en hadden als tieners de plannen van hun beider vaders met de Zuiderzee bewonderd. Nu was Cornelis Lely voorzitter van de Zuiderzeeraad en stond Jean Henri Telders aan het hoofd van de aannemerscombinatie Van Hattum en Blankevoort.²² Tijdens hun ontmoeting kwam onder andere ter sprake hoe Lely zich de organisatie van de uitvoering van de bouw van de afsluitdijk had gedacht. Naar eigen zeggen heeft Telders hem toen gevraagd of hij er niets voor voelde de bouw op te dragen aan een groep van vooraanstaande Nederlandse baggerbedrijven. ‘Zijn antwoord was uiterst bemoedigend’, aldus Telders, ‘hij had voor deze gedachte altijd veel gevoeld, maar voorzag dat het niet zou meevallen om zo'n consortium bijeen te brengen, want hij had aannemers in de loop der jaren leren kennen als mannen met een uiterst individualistische instelling.’²³

Een dergelijk gesprek was in 1922 alleszins begrijpelijk. Voor de legitimering van de te maken technische keuzes alsook voor het welslagen van het project was een uitvoering noodzakelijk die de grootst mogelijke zekerheid leek te bieden. De Staat had omtrent de uitvoering bepaald dat ‘om technische redenen eene groote plooibaarheid verzekerd [moet] zijn, zoodat zonder bedenkelijke financieele of administratieve gevolgen staande de uitvoering die - wellicht zeer vergaande - wijzigingen in plannen en werkprogram kunnen worden gebracht, die noodzakelijk blijken’. Bovendien vond het kabinet het van het grootste belang dat ‘de volksvertegenwoordiging de overtuiging [moest] krijgen, dat de gekozen oplossing aanbevolen zoowel door de Rijksautoriteiten als door de deskundige aannemers inderdaad de meest aanbevelenswaardige is’.

Ook de aannemerij had er echter belang bij de aanbesteding van het grootschalige project goed met de rijksoverheid door te spreken. Traditioneel geschiedde de keuze van de aannemer bij openbare aanbesteding. Een groot project werd gesplitst in een aantal deelprojecten, waarop aannemers konden intekenen. De opdrachtgever was op die manier verzekerd van de goedkoopste werkwijze. Gecombineerd met de voor de aannemer allesbehalve gunstige Algemeene Voorschriften voor aanbesteed werk, verkeerde de aannemer in een relatief kwetsbare positie: geringe winstmarges en grote risico's. Waartoe dit kon leiden, toonde de bouw van de Amsteldiepdijk, de eerste fase in het kader van de afsluiting van de Zuiderzee. Dit werk was op de traditionele manier aanbesteed, waarbij de Hollandsche Aanneming Maatschappij bijvoorbeeld de aanleg van het derde perceel van het Balgzandkanaal had binnengehaald. Het project zou de aannemer uiteindelijk alleen maar verlies opleveren. Deze aannemer was niet de enige. Ook andere bedrijven leden forse verliezen bij de werken aan de Amsteldiepdijk. Eén bedrijf ging er zelfs failliet aan. De aannemerij klaagde dat ze te grote risico's liep doordat ze, via de Algemeene Voorschriften voor aangenomen werk, verantwoordelijk werd gesteld voor de vele onzekere factoren die met de werken gepaard gingen. Het Rijk zag in dat het ook zelf op termijn technische en financiële risico's liep met uitvoeren bij openbare aanbesteding, zeker waar het de grote afsluiting betrof.²⁴ Een 'moderne' overeenkomst met een solide aannemerscombinatie leek daarom zowel voor opdrachtgever als uitvoerder de enige oplossing.

Lely's sceptische houding ten spijt probeerde Telders een aantal grote Nederlandse aannemers op één lijn te krijgen. Hij zocht contact met L. Volker Azn. te Sliedrecht, Baggermaatschappij A. Bos Pzn. te Dordrecht en de NV Hollandsche Aanneming Maatschappij te 's-Gravenhage. En hij boekte succes. De op dat moment grootste Nederlandse aannemersfirma's van waterwerken sloegen de handen ineen. De combinatie voerde de naam Maatschappij tot Uitvoering van de Zuiderzeewerken (MUZ) en ging op 4 september 1926 een zogenaamde grondovereenkomst aan met de Staat. Vastgelegd werd dat de MUZ de afsluitdijk zou bouwen en de Wieringermeer zou droogmaken met alle bijkomende werken. Het project werd verdeeld in een aantal kleinere projecten waarvoor steeds afzonderlijke overeenkomsten met de MUZ werden gesloten. Het verschil met de traditionele methode van aanbesteding was dat nu één aannemer(scombinatie) verzekerd was van de uitvoering. Alleen over de prijs moest men het telkens eens zien te worden. Als dat niet lukte, moest een arbitragecommissie met leden benoemd



Het welslagen van de afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee hing voor een groot deel af van een goede verstandhouding tussen het Rijk en de aannemers. In 1926 werd een aannemersconsortium gevormd, de Maatschappij tot Uitvoering van Zuiderzeewerken (MUZ), met aan het hoofd niemand minder dan ir. W.F. Leemans, de toenmalige inspecteur-generaal van de Rijkswaterstaat. Hier zien we de vloot van de MUZ (met enige aanpassingen voor de hoge gasten) feestelijk stoom afblazen bij de sluiting van het laatste stroomgat in de Afsluitdijk op 28 mei 1932.

door de Staat en de aannemer een oplossing trachten te vinden.

Maar ook als die er niet uit kwam, mocht de MUZ toch het werk uitvoeren, zij het op kosten van de Staat en volgens de aanwijzingen van de directeur-generaal van de Zuiderzeewerken. Het winstpercentage voor de MUZ was in zo'n geval vastgesteld op vijf procent. In de gevallen dat wel overeenstemming werd bereikt, zou een winst of verlies van meer dan zes procent gedeeltelijk (en progressief) voor het Rijk zijn. Minder dan zes procent was winst of verlies voor de MUZ. Ofschoon zowel vanuit de Kamer als de niet-betrokken aannemerij vragen rezen over deze nieuwe vorm van aanbesteden, zou op deze manier ruim driekwart van het werk binnen de Zuiderzeewerken tot 1932 de MUZ ten deel vallen.²⁵

Een dergelijk contract schiep het kader waarbinnen een grootschalig project als de Afsluitdijk kon worden uitgevoerd: zonder al te grote risico's voor beide partijen en met een optimaal gebruik van de ervaring die tijdens het werk werd opgedaan. Een consequentie was dat de traditionele opdrachtgever, de Dienst der Zuiderzeewerken, een gedeelte van de autonomie die hij bezat in de ontwerpfase moest opgeven. Wel had men er zich van tevoren van verzekerd dat de aannemer met de keuze voor een kleidam instemde. Bovendien werd de leiding over de aannemerscombinatie opgedragen aan J.A. Ringers, ingenieur bij de Rijkswaterstaat en in 1930 de eerste directeur-generaal. De inbreng van de (Nederlandse) aannemer bij een door de Staat gefinancierd project was met een dergelijke contractvorm niettemin aanmerkelijk vergroot.

Het welslagen van het project, waarbij de inzet van veel en groot materieel en de opgedane ervaringen tijdens de uitvoering onontbeerlijk bleken, lijkt de keuze voor een dergelijke constructie van uitvoering te billijken. De prijzen die de MUZ echter in rekening bracht, waren relatief hoog en het werktempo daarentegen laag, vond V.J.P. de Blocq van Kuffeler, directeur-generaal van de Zuiderzeewerken, achteraf. Hij adviseerde om die reden na de voltooiing van de Afsluitdijk niet langer met de MUZ in zee te gaan en bijvoorbeeld de werken ten behoeve van de Noordoostpolder op een andere wijze aan te besteden.²⁶

Toch zou het Rijk noodgedwongen nog een keer dankbaar gebruikmaken van de kennis, de ervaring en het materieel van de MUZ, namelijk bij de droogmaking van Walcheren in 1945.

‘Wonderlijke verhoudingen’ en een ‘zonderling voorstel’

In de jaren dertig was de klad gekomen in de natte aannemerij.

De wereldwijde economische crisis en de inmiddels moordende

concurrentie hadden geleid tot aannemingssommen onder de kostprijs. Niet alleen werd er geen winst meer gemaakt, maar bovendien kon hierdoor het materieel niet of slechts ternauwernood worden onderhouden. Om te voorkomen dat de complete natte aannemerij op deze manier te gronde zou gaan, besloten J.H. Telders en 22 baggeraars in 1935 tot de oprichting van een belangenvereniging, het 'Centrale Baggerbedrijf' genaamd. Het doel van de vereniging was 'verbetering te brengen in de inkomsten, die door eigenaren van baggermaterieel uit het bezit van dit materieel kunnen worden verkregen'.²⁷ De Rijkswaterstaat reageerde aanvankelijk vrij argwanend op deze krachtenbundeling in de natte aannemerij. Men was bang voor prijsafspraken en kartelvorming.²⁸

Vanaf circa 1936 leefde de natte aannemerij weer wat op. Lang zou dit echter niet duren omdat de Tweede Wereldoorlog de 'normale' ontwikkelingen beïnvloedde. Niet alleen slonk de opdrachtenportefeuille, veel baggeraars raakten ook materieel kwijt aan de Duitsers door de oorlogshandelingen of door confiscatie. Zo was het complete magazijn van Van Hattum en Blankevoort door de nazi's leeggehaald.

Toen Walcheren drooggemaakt moest worden, verkeerde niet alleen de natte aannemerij in een moeilijke positie, ook de opdrachtgever, de Rijkswaterstaat, was sterk gehavend. In het bevrijde Nederland was slechts één hoofdingenieur beschikbaar die voldoende ervaring had: P.Ph. Jansen, hoofd van het Bureau Dijkverhogingen, dat in Breda was gevestigd. De directie Zeeland beschikte weliswaar over de hoofdingenieurs J. Moll en A.H. Fabius, maar die hadden de handen vol aan ander herstelwerk in de provincie. Jansen werd door de autoriteiten dan ook gevraagd de leiding van de op te richten Dienst Droogmaking Walcheren (DDW) op zich te nemen.

Aannemers waren er in het bevrijde Zuiden echter nauwelijks. Naast enige Belgische bedrijven waren er de firma Den Breejen van den Bout en de firma Bos en Kalis. Jansen stelde als voorwaarde voor zijn aanstelling dat hij J.J. (Kobus) Kalis van laatstgenoemde firma in dienst mocht nemen. Hoewel een dergelijk verzoek waarschijnlijk nog nooit was voorgekomen, werd het vanwege de buitengewone omstandigheden geaccepteerd.²⁹

Hiermee werd bovendien de noodzakelijke steun verkregen van de directeur van de Britse vestiging van de NV Baggermaatschappij Bos en Kalis, geleid door E.J. Kalis, de broer van J.J. Kalis. Een noodzakelijke steun omdat het benodigde materieel om de dijksgaten te dichten voornamelijk uit Engeland moest komen.

Nadat minister ir. Th.P. Tromp van Waterstaat eind april 1945 met eigen ogen had gezien dat het karwei op Walcheren met de bestaande, gebrekkige hulpmiddelen niet was te klaren, kwam de organisatie onder vuur te liggen. De situatie vroeg om drastische maatregelen. Typerend voor de uitzonderlijke omstandigheden is een passage uit een gezamenlijke brief van de NV Baggermaatschappij Bos en Kalis en de NV Hollandsche Aanneming Maatschappij (HAM) aan de minister van Waterstaat in Londen uit mei 1945 met betrekking tot de droogmaking van Walcheren. Ze zeiden het te 'betreuren dat zij onder de huidige omstandigheden niet tot een gebruikelijke aanneming der werken kunnen overgaan en stellen Uwe Excellentie in stede daarvan voor, de uitvoering ter hand te nemen op de navolgende wijze en voorwaarden'.³⁰ De Rijkswaterstaat kon weinig anders dan een dergelijke 'graag-of-niet'-opstelling van de aannemers accepteren. Hoofdingenieur P.Ph. Jansen vond 'dat het voorstel

wat zonderling is en dat hierdoor allerlei wonderlijke verhoudingen ontstaan doch dat de aannemers niet voor het hoofd kunnen worden gestoten met de kans dat zij zich terugtrekken, omdat wij hun medewerking in het belang van het werk noodig hebben'.³¹

Wat was nu het onorthodoxe in het voorstel van de aannemers? Het hoofd van de Dienst Droogmaking Walcheren, Jansen, was en bleef verantwoordelijk voor het ontwerp en de methode van afsluiting van de dijksgaten. Bedongen werd echter dat de Dienst over het ontwerp en 'zeer zeker over de methode van de sluiting der dijksgaten' zou overleggen met een in het leven te roepen Commissie van Uitvoering.³² Deze zou bovendien de algemene leiding van en het toezicht op de werken hebben. Dit was ongekend. De Commissie van Uitvoering werd namelijk gevormd door vertegenwoordigers van de aannemers Bos en Kalis en de HAM. Verder werd voorgesteld dat de Rijkswaterstaat de werklieden zou werven en voor hun huisvesting zou zorgen, alsmede voor het verkrijgen en de aan- en afvoer van het materieel. De Commissie van Uitvoering zou bepalen welk materieel nodig was en had het recht werklieden naar eigen goeddunken aan te nemen en te ontslaan. Ze droeg geen enkele verantwoordelijkheid voor een niet-tijdige aanvoer van materieel, materialen en arbeidskrachten. Tegenover al deze eisen stond wel dat de aannemerij tegen kostprijzen zou werken.

J.J. Kalis zou als hoofduitvoerder vier uitvoerders, voor elk dijksgat één, ter beschikking krijgen. Een probleem hierbij was wel dat de dichting bij Westkapelle al in een eerder stadium was opgedragen aan de firma Ackermans en Van Haaren. Deze zou er waarschijnlijk weinig voor voelen plots onder een Commissie van Uitvoering te worden geplaatst, waarin andere aannemers zitting hadden.

De minister vroeg de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in Zeeland om een reactie op dit voorstel van de aannemers. Hoewel ook deze van mening was dat de buitengewone omstandigheden om onorthodoxe oplossingen vroegen, vond hij dat toch wel erg veel aan de aannemers werd tegemoetgekomen.

Volgens hem werd er 'te veel nadruk gelegd op de belangrijkheid van den invloed der heeren aannemers op de gang van het werk.

De z.g. directie, die toch aansprakelijk is voor alle financiële gevolgen, wordt daarbij min of meer terzijde gesteld.³³ Het leek hem daarom verstandiger om ir. Jansen als voorzitter van de

Commissie van Uitvoering te laten optreden. Hij verwachtte daarvan ‘een beter begrijpen van elkaars moeilijkheden, en daardoor een vlotter verloop van de gang van zaken. Bovendien zal deze vorm het gemakkelijker maken om ook andere aannemers voor het werk te interesseren.’³⁴

De bevrijding van heel Nederland maakte het de Rijkswaterstaat mogelijk zich minder afhankelijk van de aannemerij op te stellen. Meer materieel en materialen kwamen beschikbaar en de nog steeds bestaande MUZ kon uiteindelijk op Walcheren worden ingeschakeld. Ingenieur Jansen hield de volle eindverantwoordelijkheid over de werken. De noodsituatie die de droogmaking was en het hierdoor noodzakelijke geïmproviseer bleven de traditionele verhoudingen tussen opdrachtgever en uitvoerder echter sterk beïnvloeden. Hoewel de Rijkswaterstaat aanvankelijk wel moest wennen aan de nieuwe verhoudingen en de ‘directie en aannemers vaak met het mes op tafel onderhandelden’, is er gaandeweg een toenemend respect en vertrouwen gegroeid. ‘Bij de latere grotere waterbouwkundige werken heeft men daarop met vrucht kunnen voortbouwen’, aldus Rijkswaterstaatsingenieur H.A. Ferguson, die intensief bij de Deltawerken betrokken was.³⁵

De Haringvlietsluizen als voorbeeld van samenwerking

De diepgang van de veranderingen in de uitvoeringspraktijk van grote waterstaatswerken sedert het begin van de twintigste eeuw, bleek bij de Deltawerken. Raadgevende ingenieurs en aannemers speelden in de (voor-)ontwerpfase een niet meer weg te denken rol. In de Deltacommissie, die ruim twee weken na de ramp werd ingesteld, zaten bijvoorbeeld naast ingenieurs van de Rijkswaterstaat twee raadgevende ingenieurs, te weten G.P. Nijhoff en R. Verloren van Themaat (laatstgenoemde namens Van Hasselt en De Koning), alsmede de directeur van de Hollandsche Aanneming Maatschappij, ingenieur C.L.C. van Kretschmar van Veen.³⁶ De commissie zelf kon nog advies vragen aan ir. W.A. Bos van de firma Bos en Kalis.³⁷

De oprichting en inrichting van de Deltadienst (1956) getuigde van de grote interne veranderingen die de Rijkswaterstaat sedert de jaren twintig had doorgemaakt. Alleen al het feit dat de Deltawerken in tegenstelling tot de Zuiderzeewerken wel binnen de Rijkswaterstaat werden geïncorporeerd, sprak boekdelen.³⁸

De Deltadienst zelf was qua structuur een toonbeeld van functionaliteit en specialisatie. Er kwamen twee bouwdirecties, de directie Deltawerken Noord en de directie Deltawerken Zuid, beide met een hoofdingenieur-directeur aan de top. De Directie Benedenrivieren werd aanvankelijk opgenomen in de Deltadienst en zou het beheer krijgen opgedragen. Ondersteunende studie- en stafdiensten zouden de Deltadienst, die als geheel geleid zou worden door een hoofdingenieur-directeur, completeren.

In september 1954 - dus nog voor de Deltadienst bestond - kreeg de directie Sluizen en Stuwen van de directeur-generaal van de Rijkswaterstaat de opdracht om, in overleg met de directie Benedenrivieren, een spuisluis voor de afsluiting van het Haringvliet te ontwerpen. Een half jaar later kon A. Eggink, hoofdingenieur-directeur van de directie Sluizen en Stuwen, een negental voorontwerp-varianten voorleggen.

Ook de hoofdingenieur-directeur bij de directie van de Waterstaat, J.P. Josephus Jitta, éminence grise op het gebied van de sluisbouw, vervaardigde twee voorontwerpen.³⁹ Zowel Eggink als Josephus Jitta drong er bij de directeur-generaal op aan het ontwerp goed uit te laten werken alvorens de aannemers in te schakelen. ‘De ervaring opgedaan bij de bouw van de marinehaven te Den Helder, de tunnels te Velsen en de afsluiting van de Hollandsche IJssel, heeft mij doordrongen van de noodzaak om het gehele werk te hebben gedetailleerd alvorens tot aanbesteding wordt overgegaan’, aldus Eggink.⁴⁰

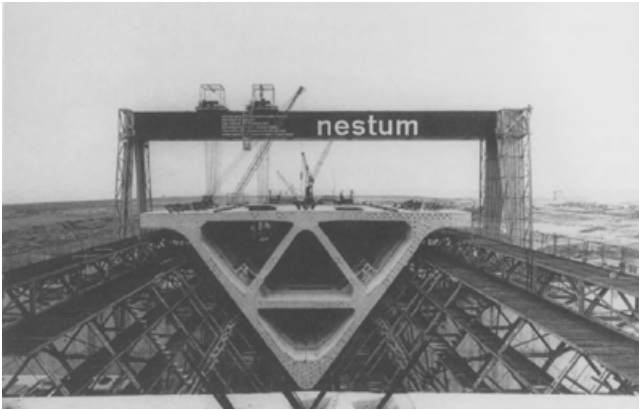
Josephus Jitta voegde daaraan toe: ‘Dit is mij uit het hart gegrepen. Al te vaak blijkt, dat een “bouwheer” meent, dat zodra de opdracht gedefinieerd is, het bestek als het ware gereed kan zijn. Niets is minder juist dan dat! Eerst na het kristalliseren van de opdracht kan met serieuze ontwerp-arbeid worden begonnen.’⁴¹

Nog in het voorjaar van 1955 werd uit deze alternatieven in een gezamenlijke vergadering van de Deltadienst, de directie Sluizen en Stuwen, de directie Bruggen en Josephus Jitta een keuze voor segmentschuiven gemaakt. De directie Sluizen en Stuwen werkte verder aan haar voorontwerp no. IIIe, segmentschuiven scharnierend aan een stalen Nabla-ligger.⁴² Ook Josephus Jitta zette zich weer achter de tekentafel om zijn voorontwerp met segmentschuiven verder uit te werken. Nadat de directie Bruggen beide ontwerpen aan een nader onderzoek had onderworpen en een vergelijkende kostenraming had opgemaakt, werd in de zomer van 1956 besloten het gewijzigde ontwerp van de directie Sluizen en Stuwen volledig uit te werken. De directies Sluizen en Stuwen en Bruggen werden hiermee ‘in verder overleg met de Deltadienst’ belast.⁴³

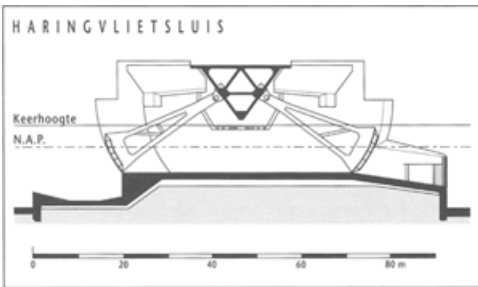
Uitwerken van het ontwerp

Bij het ontwerpproces waren voornamelijk de specialistische diensten van de Rijkswaterstaat betrokken geweest. De bijdrage van het Waterloopkundig Laboratorium bestond tot dan uit voorlopige conclusies, omdat het modelonderzoek nog in volle gang was. Over een aantal hoofdvragen bestond dan ook nog geen duidelijkheid. In de herfst van 1957 uitte Eggink zijn bezorgdheid over deze trage gang van zaken en het feit dat zijn directie niet verder kon.

‘Over de gang van zaken maak ik mij ongerust. Enerzijds komt dit voort uit de omstandigheid, dat de voornaamste gegevens ontbreken of vaag zijn opgegeven, waardoor het niet mogelijk



Het hart van de Haringvlietsluizen is de zogeheten “Nabla-ligger”, een gewaagde, uit driehoekige moten opgebouwde constructie van voorgespannen beton. De ligger wordt gedragen door de pijlers en vangt op zijn beurt de krachten op van de lange armen van de zware segmentschuiven. Over de ligger loopt ook een autoweg. Het ontwerp is het resultaat van een hechte samenwerking tussen de aannemerscombinatie NESTUM, de Deltadienst en de Dienst Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat en het Ingenieurs-Bureau voor Industrie Service (Ibis).



is vaste grond onder de voeten te krijgen en een tekenzaal aan het werk te zetten. Anderzijds doet een twijfel of het op aannamen gebaseerde ontwerp gehandhaafd kan blijven, zodra de uitkomsten van de onderhanden zijnde onderzoeken bekend worden, afbreuk aan de gewenste voortgang.’⁴⁴

De oorzaak van deze trage gang van zaken zag hij in het unieke van het project, waardoor niet op ervaring kon worden voortgebouwd.

‘Het inleven in en het uitwerken van de problemen, welke zich voordoen vraagt voor de betrokkenen aan het front - de studiediensten en de laboratoria - meer tijd dan viel te voorzien. Bovendien moeten zij zich op elkander leren instellen. Hetzelfde geldt voor hen, die de uitkomsten moeten toetsen en verwerken.’⁴⁵

Met name bestond er nog steeds grote onzekerheid over de krachten die de golfaanval op het kunstwerk zou kunnen uitoefenen. Dit was immers van groot belang voor de berekeningen die ten grondslag lagen aan het ontwerp van de schuiven en de Nabla-liggers. De verantwoordelijke hoofdingenieur-directeur stelde vast dat daarover nog steeds niets definitiefs vast stond. ‘Het is mij niet bekend welke maximale krachten kunnen optreden, noch of een golfbreker tot een beperking van de optredende

krachten zal leiden. Evenmin is bekend het verband tussen de afmetingen van de golfbreker en de reductie van de krachten.⁹⁴⁶

De krachten die de Nabla-liggers moesten weerstaan, waren bovendien afhankelijk van de afmetingen van de schuiven. Zowel de exacte hoogte van de bovenzijde van de deuren alsook hun breedte was nog in onderzoek bij het Waterloopkundig Laboratorium. De directies Sluizen en Stuwen en Bruggen drongen er bij de Deltadienst op aan zo snel mogelijk duidelijkheid over deze en enige andere gegevens te verschaffen, teneinde verder te kunnen.

De brandbrief miste zijn uitwerking niet. In het najaar van 1957 vonden er verscheidene besprekingen plaats waarbij de genoemde kwesties aan bod kwamen. Nog steeds bleek de golfaanval op de buitensluis het grootste probleem. Men ging daarbij uit van een maximale golfdruk. Mocht die onverhoeds toch groter blijken dan gedacht, dan kon altijd nog een beteugelingsdam in de mond van het Haringvliet worden gelegd, was de redenering.

Omdat een dergelijke dam echter pas zou worden aangelegd als de sluizen al gebouwd waren, zouden die dus minstens enkele seizoenen blootgesteld zijn aan de rechtstreekse golfaanval. Daarom leek het toch meer gewenst om de sluizen zelf robuuster te maken. Dit zou echter weer een zwaardere constructie opleveren, wat op zijn beurt extra eisen stelde aan de Nabla-liggers. Het verlagen van de buitenschuif tot 4 m + NAP in combinatie met het verhogen van de binnenschuif tot 4,5 m + NAP was dan weer een optie om het

gewicht binnen de perken te houden. Ook werd overwogen om de vorm van de sluis te veranderen door het naar de zee gekeerde vlak af te ronden naar binnen dan wel om dempende bekleding aan te brengen.⁴⁷

Extra onderzoek nodig

Welke mogelijke oplossingen ook werden overwogen, feit is dat de Rijkswaterstaat weinig greep had op de mogelijke krachten die de Nabla-liggers moesten weerstaan. ‘Teneinde deze problemen zo goed en zo economisch mogelijk op te lossen, is het zaak, dat mede gebruik wordt gemaakt van de kennis en ervaring, welke in Nederland te dien aanzien buiten de Rijkswaterstaat (directie Bruggen) aanwezig is’, concludeerde A. Eggink in het najaar van 1957.⁴⁸ Hij stelde daarom voor om naast het onderzoek door het Waterloopkundig Laboratorium dat in samenwerking met TNO werd verricht, ook het Ingenieurs-Bureau voor Industrie Service NV (Ibis) te Scheveningen in te schakelen. Dit bureau was gespecialiseerd op het gebied van voorgespannen beton en was geen onbekende in de wereld van de (water)bouw. Het was onder meer door de directie Bruggen van de Rijkswaterstaat al eens geraadpleegd voor de brug over het Pannerdens Kanaal. Ook bij een aantal viaducten van de Nederlandse Spoorwegen en bruggen die waren gebouwd door diverse provinciale waterstaatsdiensten, was Ibis betrokken geweest. Als lid van de internationale Freyssinet-organisatie kon Ibis voorts bogen op de nodige buitenlandse ervaring. Het verzoek van Eggink werd door het hoofd van de Deltadienst ondersteund en aan het bureau werd een aantal opdrachten verstrekt. Bovendien stelde Eggink voor dat:

‘zodra het bouwen van de spuisluis in het Haringvliet zal zijn aanbesteed en de aannemer bekend zal zijn,... ook hij bij het onderzoek [zal] worden ingeschakeld. Er zal dus een team ontstaan, bestaande uit leden van mijn directie, van T.N.O., van Ibis en van het aannemersbedrijf, waardoor naar mijn mening al die krachten onder leiding van mijn dienst zijn gebundeld, die nodig zijn om tot een verantwoorde constructie en uitvoering te komen.’⁴⁹

Het feit dat de aannemer in het team werd opgenomen, maakte het bovendien mogelijk nog eens een studie van twee tot drie jaar aan de Nabla-ligger te wijden. De aannemer bleef zodoende tijdens het bouwen op de hoogte van de vorderingen van het onderzoek en kon gaandeweg eventueel aanpassingen verrichten. De kosten van het extra onderzoek zouden circa f200.000 bedragen, driekwart procent van de totale kosten van de Nabla-liggers.⁵⁰

Aanbestedingsperikelen

Eind 1957 ging de aannemerij ervan uit dat de bouw van de Haringvlietssluis openbaar zou worden aanbesteed. De N.V. Nederlandse Tunnel Maatschappij - een

consortium van zes aannemers, opgericht om bij de bouw van de Coen- en IJtunnel al te scherpe concurrentie te voorkomen⁵¹ - kwam in december 1957 bijeen om te bespreken of men ook bij de aanbesteding van de Haringvlietsluizen zou kunnen samenwerken. De reacties waren verdeeld, waarop werd besloten dat alle aannemers in eerste instantie individueel de onderhandelingen met de Rijkswaterstaat zouden ingaan.⁵²

Een maand later gooiden de gewijzigde verhoudingen tussen opdrachtgever en aannemer van grote projecten al roet in het eten. De Rijkswaterstaat voelde namelijk niets voor een openbare aanbesteding. Vanwege het unieke van het project stelde de Rijkswaterstaat hoge eisen aan de aannemer. Er werd teamwork vereist en een snel bouwproces, omdat elk jaar vertraging zes tot tien miljoen gulden aan bodembescherming zou vorderen. Alleen een aannemer die beschikte over 'een ervaren wetenschappelijke en uitvoerende staf en derhalve een goed lopende organisatie weet op te bouwen' en die bovendien kon putten 'uit een goed voorzien materieel park' en bereid en in staat was om een aantal investeringen te doen, kon het werk in zes jaar uitvoeren, oordeelde de Rijkswaterstaat.⁵³

Het werk werd te groot en te riskant geacht voor één aannemersbedrijf. De aanbesteding van de IJtunnel te Amsterdam had naast de N.V. Nederlandse Tunnel Maatschappij nog twee andere combinaties doen ontstaan, die door de Rijkswaterstaat als mogelijke kandidaten werden beschouwd. Het betrof de N.V. Waterbouwkundige Werken West-Europa⁵⁴ en de N.V. Koninklijke Nederlandsche Maatschappij voor Havenwerken, die samenwerkte met vier buitenlandse firma's.⁵⁵ 'De enige Nederlandse groep, die geacht kan worden in staat te zijn het werk op de juiste wijze en binnen de gestelde tijd uit te voeren, is die genoemd onder 1 [Dit betrof de Nederlandse Tunnel Maatschappij, E.B.]', concludeerde de Rijkswaterstaat in een bespreking op 21 januari 1958. De Nederlandse bedrijven die lid waren van de Waterbouwkundige Werken West-Europa N.V., waren belangrijk kleiner dan de twee Duitse bedrijven waarmee werd samengewerkt. De Rijkswaterstaat vreesde daarom dat als het werk aan deze groep werd gegund het grootste deel van de bouw alsmede de leiding ervan in buitenlandse handen zou komen. Dit werd om een aantal redenen niet gewenst geacht. Ten eerste zou een buitenlandse onderneming in een andere verhouding staan tot de Rijkswaterstaat dan een Nederlands bedrijf, 'die weet hiervan min of meer afhankelijk te zijn (eerder arbitrage enz.)'. Ten tweede zou een groot deel van de winst en de huur van het materieel in buitenlandse handen verdwijnen. De opgedane ervaring zou bovendien voor ons land verloren gaan. Ten slotte was het ook voor Nederlandse aannemers praktisch onmogelijk om in onze grote buurlanden werken gegund te krijgen.⁵⁶ Bovendien:

'Een uitvoering door buitenlandse bedrijven zal internationaal worden uitgelegd als een discriminatie door het rijk van de Nederlandse aannemers hetgeen zakelijk zal worden uitgebuit.

De positie van de Nederlandse aannemers in internationaal verband zal zeer versterkt worden, indien zij, evenals de grote buitenlandse bedrijven, kunnen bogen op een verworven ervaring in de bouw van grote en bijzondere kunstwerken. In Europees verband voelt ieder land zich verplicht zijn positie zo sterk mogelijk te maken; dit geldt mede ten aanzien van de bouw van grote werken in onderontwikkelde gebieden, enz..

Nederland moet hiermede rekening houden.⁵⁷

Ook in waterstaatskringen werd de nationale concurrentiekracht goed in de gaten gehouden.

Het werd dus zowel voor de Nederlandse aannemerij als voor de Rijkswaterstaat zelf van groot belang geacht dat dit prestigieuze werk door Nederlanders werd uitgevoerd. De aannemerij zou hierdoor niet alleen op korte termijn winst boeken, ze zou bovendien een schat aan kennis en ervaring opdoen, die haar een sterke internationale concurrentiepositie zou bezorgen. De Rijkswaterstaat zelf had er bovendien alle belang bij dat er met Nederlandse bedrijven kon worden samengewerkt. Mede met de nog te verstrekken opdrachten in het kader van het Deltaplan in het vooruitzicht, werd van Nederlandse aannemers een welwillende opstelling verwacht.

Hiermee stond de wijze van aanbesteden al grotendeels vast. Bij openbare aanbesteding zou namelijk de kans bestaan dat de buitenlandse firma's als goedkoopste uit de bus kwamen. Ook bij onderhandse aanbesteding echter was het, nadat een keuze uit de openbaar opgeroepen gegadigden was gemaakt, moeilijk om de buitenlandse bedrijven te weren. Daardoor bleef nog slechts één mogelijkheid over: rechtstreekse onderhandelingen met de meest gewenste aannemerscombinatie. Mochten die onderhandelingen te stroef verlopen, dan had men de andere, buitenlandse combinaties nog als stok achter de deur, 'terwijl een afbreken van de onderhandelingen niet betekent dat het werk "besmet" is'.⁵⁸

Een kleine maand later vond er een bespreking plaats tussen Eggink en vertegenwoordigers van de Nederlandse Tunnel Maatschappij. Naar aanleiding hiervan werd in een vertrouwelijke brief aan de firma's nog eens bevestigd dat, als de onderhandelingen tot een voor het Rijk gunstig resultaat zouden leiden, besloten zou worden de combinatie het werk op te dragen.⁵⁹ Begin april 1958 was men het eens over de aannemingssom, te weten 96 miljoen gulden. Twee dagen daarvoor was het contract met het ingenieurs-bureau Ibis gesloten waarbij men de uitwerking van het ontwerp van de Nabla-liggers opgedragen had gekregen. Dit contract bepaalde onder meer dat de aannemer bij het uitwerken van het project van de Nabla-ligger werd betrokken. Sterker nog: de aannemer zou met voorstellen moeten komen met betrekking tot voorspan-systemen, bouwwijzen enz., die door Ibis zouden worden onderzocht. De uiteindelijke keuzes dienaangaande zouden door de Rijkswaterstaat, als directievoerende, worden gemaakt.⁶⁰

Was bij de Zuiderzeewerken het initiatief tot samenwerken nog door de aannemers genomen, bij de Haringvlietsluizen werd een bijna verbroken samenwerking in de aannemerij door de Rijkswaterstaat weer hersteld. De N.V. Nederlandse Sluis- en Tunnelbouw Maatschappij (Nestum) was geboren. Ze vormde samen met de betrokken diensten van de Rijkswaterstaat, het Waterbouwkundig Laboratorium, TNO en ingenieursbureau Ibis een team dat uiteindelijk verantwoordelijk zou zijn voor het

ontwerp en de bouw van de Haringvlietsluizen. Een speciale Nabla-commissie, ingesteld door de Rijkswaterstaat, trad op als intermediair tussen de aannemer en de andere bij het ontwerp van de Nabla-ligger betrokken instellingen. De samenwerking tussen de betrokkenen verliep overigens niet altijd vlekkeloos. Zo kwam de Nestum in juli 1958 in plaats van de Nabla-ligger met nog een geheel andere variant, die de Rijkswaterstaat al in een veel eerder stadium had verworpen en ook ditmaal afkeurde.⁶¹ Wellicht mede naar aanleiding hiervan vroeg de Raad van Bestuur van de Nestum zich drie weken later af hoe men zich ten opzichte van de rijksdienst moest opstellen. Geconcludeerd werd:

‘de RWS voldoende mededelingen doen, opdat zij op de hoogte is van onze werkzaamheden, zonder echter de RWS te doen treden op het beleidsgebied, hetwelk wij aan ons zelf moeten houden. Mededelingen over de gang van zaken en over gemaakte ontwerpen enz. zijn noodzakelijk teneinde te voorkomen, dat de RWS achteraf zich erop kan beroepen geheel onkundig te zijn gelaten.’⁶²

Ondanks dit zoeken naar de eigen plek binnen de nieuwe verhoudingen en de soms tegenstrijdige belangen die de kop opstaken, bleek de complexiteit van de Haringvlietsluizen steeds te nopen tot het doorbreken van de traditionele verhoudingen.

De opdrachtgever had al in de ontwerpfase gespecialiseerde ingenieursbureaus, wetenschappelijke onderzoeksinstituten en een ervaren en goed uitgeruste aannemer nodig. Traditionele en strikte scheidingen in ontwerp- en bouwproces werden daarmee doorbroken. De Nabla-driehoek, onderdeel van het logo van de N.V. Nestum, symboliseert de gewijzigde organisatie van de waterbouwkundige praktijk. Opdrachtgever, wetenschapper en aannemer waren als drie zijden in het ontwerpproces onlosmakelijk met elkaar verbonden geraakt.⁶³

Dynamiek in het waterschapsbestel

Twee trends domineerden de ontwikkelingen in het waterschapsbestel in de twintigste eeuw: samenwerking en concentratie.

Oorzaken waren: de grote projecten en de grootschalige bouwactiviteiten; de watersneden van 1916 en 1953; de veranderingen in de landbouw, in het bijzonder de ruilverkavelingsoperaties,⁶⁴ en ten slotte de opkomst van nieuwe

bemalingstechnieken. Dit plaatste de waterschappen voor keuzevraagstukken die de deskundigheid in eigen huis te boven gingen.⁶⁵ Met name de kleinere waterschappen kregen de behoefte aan een krachtiger stem in het maatschappelijk krachtenveld, aan meer financiële armslag en meer technische, juridische en bestuurlijke expertise.

In de jaren twintig werden per provincie verenigingen van waterschappen opgericht: de provinciale waterschapsbonden. Zij behartigden de belangen van de aangesloten waterschappen op provinciaal niveau. In 1927 kwam er een organisatie op landelijk niveau, de Unie van Waterschapsbonden. Hiervan werden de provinciale bonden lid, niet de afzonderlijke waterschappen. Unie en enkele bonden gaven een eigen blad uit. De concentratie van waterschappen was in de jaren zestig zover gevorderd dat de opzet van de Unie in 1968 gewijzigd werd. Afzonderlijke waterschappen konden lid worden; de naam werd dan ook Unie van Waterschappen.

Ook vond samenwerking plaats op technisch gebied. In 1924 stond de Vereniging van Noordhollandse Waterschappen voor het vraagstuk van elektrische of dieselmaling. Daar de lokale deskundigheid onvoldoende was, werd een technische adviescommissie in het leven geroepen. Deze werd in 1928 door de Unie van Waterschapsbonden omgezet in een landelijk adviesbureau, met als naam 'Technisch Adviesbureau der Unie van Waterschapsbonden' oftewel TAUW. Het bureau adviseerde waterschappen met betrekking tot de bemaling, behandelde vergunningsaanvragen van de Rijkswaterstaat, werd ingeschakeld bij werkzaamheden in het kader van de werkverschaffing, bereidde ruilverkavelingsprojecten voor met de Cultuurtechnische Dienst, deed opdrachten voor derden, onder andere in het buitenland. In februari 1953 zorgde het TAUW enkele dagen na de ramp voor een noodbemalingsdienst in overleg met de waterschappen en de provinciale waterstaat. Daarna was het bureau actief betrokken bij de herstelwerkzaamheden over het hele rampgebied. In datzelfde jaar kreeg het TAUW een afdeling zuivering van afvalwater toegevoegd, daar bleek bij de waterschappen steeds meer behoefte aan te bestaan. In 1955 werd de NV TAUW opgericht en de oude maatschap ontbonden. De Unie werd aandeelhouder. Later werd de NV omgezet in TAUW Infra Consult BV en ontstond een raadgevend ingenieursbureau op een breed terrein: onder andere natte waterbouw, zuiveringstechniek, waterschapskadasters, landinrichting en automatisering van bemaling.

Samenwerking vond eveneens plaats op financieel gebied. De financiële middelen van een waterschap bestonden uit de waterschapslasten of de omslag, die werd geheven over de belanghebbenden. Verder waren er inkomsten uit brug- en sluisgelden en dergelijke. Ook verleenden Rijk en provincies subsidies voor werken die het lokale belang te boven gingen.

Toch waren deze inkomsten niet altijd voldoende. Een van de taken van de provinciale waterschapsbonden en de Unie was dan ook het verstrekken van geldleningen. In 1953 kwam het tot de oprichting van een eigen bank, de Waterschapsbank. De watersnoodramp had de oprichting versneld, daar plotseling grote sommen geld nodig waren voor het herstel van de dijken en andere werken. Een andere stimulans was in de periode daarvoor uitgegaan van het grote aantal ruilverkavelingen. Deze brachten kostbare aanpassingen met zich mee, die de financiële middelen van veel kleine waterschappen te boven gingen.

Samenwerking was de ene tendens in het waterschapsbestel in de twintigste eeuw, concentratie was de andere. Het aantal waterschappen was aanvankelijk toegenomen

tot circa 2700 in 1940, mede door de oprichting van nieuwe waterschappen in hoog Nederland. Al langer bestond echter de vraag of een dergelijk aantal wel een adequate waterstaatszorg mogelijk maakte, met name waar het ging om de vele kleine waterschappen met nauwelijks deskundigheid en toch grote verantwoordelijkheid voor het beheer van zee- en rivierdijken. Bij iedere calamiteit werd die vraag weer actueel. De watersnood van 1953 zette uiteindelijk een proces in gang dat tot een grootscheepse concentratie van waterschappen leidde. Dat ging overigens uiterst moeizaam. Het betrof immers een precaire zaak, namelijk de autonomie van een eerbiedwaardig historisch instituut. Nadat enkele ambtelijke commissies en werkgroepen zich over de waterschapsfinanciën hadden gebogen, werd begin 1969 de studiec commissie-Kranenburg geïnstalleerd. Deze commissie - de 'Diepdelverscommissie' genoemd omdat ze de zaak zo grondig aanpakte - kwam in 1974 met een rapport. Zij concludeerde dat voor het kleine waterschap geen plaats meer was. Het waterschap van de toekomst zou een breder takenpakket moeten krijgen. Naast waterkwantiteit (waterkering en afwatering) was ook de waterkwaliteit aan de orde. Schaalvergroting was noodzakelijk om die taken goed te kunnen uitvoeren.⁶⁶

De commissie anticipeerde daarmee op een kwestie die inmiddels hoogst actueel was geworden, namelijk de onrustbarende vervuiling van het oppervlaktewater. De kwestie was in feite al erg oud. In de negentiende eeuw speelde ze vooral in de steden in relatie tot de volksgezondheid en was ze aanleiding voor de aanleg van rioleringen en waterleidingen. De opkomende natuurbescherming en milieubeweging rond 1900 maakte er een bredere problematiek van en drong aan op wettelijke maatregelen, onder andere voor de lozing van afvalwater. Daar kwam lange tijd niets van terecht, ondanks het feit dat de situatie deels verergerde, deels van karakter veranderde door de sterke bevolkingsgroei en de voortschrijdende industrialisatie. Wel kwam in 1920 het (Rijks) Instituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA) tot stand met als opdracht 'de waterverontreiniging te bestrijden en te voorkomen'. Aan de ernstige vervuiling van vele polder- en boezemwateren besteedden aanvankelijk alleen de grotere waterschappen zoals



In de twintigste eeuw is de kwaliteit van het water even belangrijk geworden als de kwantiteit. Uit het oogpunt van landbouwbelangen, drinkwatervoorziening en natuurwaarden is de chemische en biologische samenstelling van water steeds centraler komen te staan. Aan de basis van het beheer ligt het vaststellen van normen en het verrichten van metingen volgens gestandaardiseerde procedures. Daartoe zijn bij verschillende waterbeheerders laboratoria opgericht.

Delfland en Rijnland aandacht. In 1950 kreeg het waterschap De Dommel de zorg voor de waterzuivering in het stroomgebied van de gelijknamige rivier en kwam het zuiveringsschap De Donge tot stand, het eerste waterschap dat uitsluitend was belast met de waterzuivering.⁶⁷ De meeste waterschappen konden echter nauwelijks iets aan de watervervuiling doen. Instrumentarium en uitrusting ontbraken. De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren van 1970 betekende een doorbraak op wetgevend gebied. De zorg voor de kwaliteit van het water, met inbegrip van een vergunningenbeleid voor afvalwaterlozing en de bouw van waterzuiveringsinstallaties, werd opgedragen aan de provincies. Zij hadden de bevoegdheid die taken over te dragen aan bestaande waterschappen of aan speciaal daarvoor bestemde, nieuwe waterschappen, de zuiveringsschappen. Uiteindelijk zouden alle provincies dit doen, mede onder invloed van de ‘Diepdelverscommissie’ en de concentraties van de waterschappen. Van de 2700 waterschappen uit 1940 zijn er in 1998 nog slechts 66 over en die zijn nog nauwelijks te vergelijken met het oude instituut. Zij kennen sinds de Waterschapswet van 1991 een brede vertegenwoordiging van belanghebbenden (huisbezitters, ondernemers, ingezetenen en anderen) en zijn niet meer een organisatie van alleen grondbezitters met vooral landbouwbelangen. Zij moeten werken met doelstellingen en normen die zijn opgesteld door het Rijk en binnen het kader van provinciale waterkwantiteits- en waterkwaliteitsplannen. Voor het moderne waterschap is integraal waterbeheer een gevelegeld begrip. Het staat voor de interne functionele samenhang van de kwantiteits- en kwaliteitszorg van het oppervlaktewater en de zorg voor het grondwater, de waterbodems en de oevers. Het heeft betrekking op de externe, functionele samenhang tussen het waterbeheer en beleidsterreinen zoals de ruimtelijke ordening, natuur en milieu, recreatie, volksgezondheid en landinrichting.

Daarnaast houdt integraal waterbeheer de samenwerking in tussen Rijk, provincie en waterschappen op dit terrein.

E. Berkers en M.L. ten Horn- van Nispen

Eindnoten:

Algemeen Rijksarchief, Deltacommissie
Algemeen Rijksarchief, Familiearchief Telders
Algemeen Rijksarchief, departement van Waterstaat 1906-1929
Algemeen Rijksarchief, directie van de Waterstaat 1930-1950
Rijksarchief Zeeland, Deltadienst, directie
Rijksarchief Zuid-Holland, Rijkswaterstaat directie Benedenrivieren
Archief Hollandsche Beton Groep n.v., archief NESTUM
Driemaandelijkse berichten Deltawerken
Driemaandelijkse berichten Zuiderzeewerken
Handelingen der Staten-Generaal
De Ingenieur. Orgaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs

- 1 *Verslag van de Commissie Rosenwald* ('s-Gravenhage 1926), 18-19.
- 2 Deze wijzigingen geschieden bij K.B., o.a. d.d. 24-2-1881, 14-4-1894, 21-7-1917, 20-12-1918. Zie ook: H.W. Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de Negentiende Eeuw. Een streven naar erkenning en macht* ('s-Gravenhage 1980) 267-274.
- 3 *Handelingen der Staten-Generaal* (1915/16), Bijlage A, hfdst. IX, no. 18 (Voorlopig Verslag), 4.
- 4 *Handelingen Staten-Generaal*, Tweede Kamer, vergadering van 26 oktober 1926, 177, 186-187, 195, 209.
- 5 J.J.G. van Hoek, 'De civiel- en bouwkundig ingenieur in het bouwbedrijf', in: *De Ingenieur* 68 (1956), B128-B129.
- 6 *De Ingenieur* 32 (1917), 20.
- 7 *De Ingenieur* 32 (1917), 20.
- 8 'Brief van de inspecteurs-generaal Ramaer en Wortman aan de minister, d.d. 24-4-1917', in: ARA, departement van Waterstaat, inv. no. 2688, port. no. 25, bundel 7.
- 9 'Brief van de inspecteurs-generaal aan de minister, d.d. 24-4-1917', in: ARA, departement van Waterstaat, inv. no. 2688, port. no. 25, bundel 7.
- 10 'Verslag van de bespreking van Rooseboom met de minister, opgemaakt door Rooseboom, d.d. 1-3-1923', in: ARA, departement van Waterstaat, inv. no. 2688, port. no. 25, bundel 12.
- 11 *Verslag van de Commissie Rosenwald*, 10.
- 12 *Verslag van de Commissie Rosenwald*, 11. Bijkomende argumenten tegen de instelling van een bouw bureau waren de vrees om niet voldoende specialisten te kunnen aantrekken, gezien de salarissen die het Rijk betaalde. Bovendien verwachtte men geen tijdwinst omdat er tussen het bouw bureau en de plaatselijke directie voortdurend overleg nodig zou zijn. Een bouw bureau voor staalconstructies of constructies van gewapend beton had wellicht nog enige zin, ware het niet dat het in deze gevallen verstandiger was de ontwerpen door gespecialiseerde aannemers te laten maken.
- 13 *Verslag van de Commissie Rosenwald*, 46-47.
- 14 'Brief met bijlagen van de inspecteurs-generaal aan de minister, d.d. 24-8-1926', in: ARA, departement van Waterstaat, inv. no. 2689, port. no. 25, bundel 13.
- 15 *Handelingen Staten-Generaal* (1928/29), Bijlage A, hfdst. IX, no. 13 (Memorie van Antwoord), 1.
- 16 'Verslag van de Bezuinigingscommissie aan de ministerraad, betreffende het Verslag van de Commissie Rosenwald, d.d. 16-2-1927', in: ARA, departement van Waterstaat, inv. no. 2689, port. no. 25, bundel 13.
- 17 'Ministeriële beschikking, d.d. 13-2-1950'.
- 18 'Brief van de dir.-gen. van de Rijkswaterstaat aan de hoofden van de diensten, d.d. 24-4-1950', in: RAZ.-H., Directie Benedenrivieren van RWS, inv. no. 649.
- 19 'Circulaire van de hid, afd. N. van de Directie van de Waterstaat, d.d. 30-5-1950', in: RAZ.-H., Directie Benedenrivieren van RWS, inv. no. 649.

- 20 J. van de Kerk, *Zestig jaren veranderingen in de organisatie van de rijkswaterstaat* (Rijkswaterstaat-serie nr. 45, 's-Gravenhage 1985), 31.
- 21 *Jaarbericht Rijkswaterstaat* 1993, 6.
- 22 'Toespraak van ir. J.H. Telders tijdens een informeel samenzijn van betrokkenen bij de afsluiting der Zuiderzee', (zonder datum) in: ARA, Familie-archief Telders, inv. no. 4.
Van Hattum en Blankevoort is nu een dochteronderneming van Volker Stevin Nederland BV.
- 23 J.H. Telders, 'Excellentie, Uw opdracht is uitgevoerd, de Zuiderzee is afgesloten. Enkele herinneringen van een aannemer die betrokken was bij het grote werk', in: *Land en Water* (1957), 94.
- 24 J.A. van Kretschmar, *Vijftig jaar Hollandsche Aanneming Maatschappij (1909-1959)*, (niet gepagineerd).
- 25 D.M. Ligtermoet en H. de Visch Eijbergen, *Uitvoering en uitbesteding. Ontwikkelingen in de organisatie van waterbouwkundige werken bij de Rijkswaterstaat* (Rijkswaterstaat-serie nr. 52, Amsterdam 1990), 24-26.
- 26 Ligtermoet en De Visch Eijbergen, *Uitvoering en uitbesteding*, 27-28.
- 27 Artikel 2 van de statuten. Geciteerd in: 'Centrale Baggerbedrijf in het zilver', in: *Land en Water* 4 (1960), 230.
- 28 'Centrale Baggerbedrijf in het zilver', 230.
- 29 A. Waalewijn, *Achter de bres. De Rijkswaterstaat in oorlogstijd* ('s-Gravenhage 1990), 170-171.
- 30 In: ARA, directie van de Waterstaat 1930-1950, inv. no. 299.
- 31 'Aanteekeningen betreffende besprekingen droogmaking Walcheren, d.d. 15 en 16 mei 1945', in: ARA, directie van de Waterstaat 1930-1950, inv. no. 299.
- 32 'Brief van NV Bos en Kalis en NV HAM aan de minister, ir. Th. Tromp, d.d. 3-5-1945', in: ARA, directie van de Waterstaat 1930-1950, inv. no. 299; en 'Brief van de minister aan ltn.-kol. ir. H. van der Veen, hoofd sectie IX van het militair gezag te Breda, d.d. 4-5-1945', in hetzelfde dossier.
- 33 'Brief van de hoofding.-dir. in de dir. Zeeland aan de minister van Waterstaat, d.d. 10-5-1945', in: ARA, directie van de Waterstaat, 1930-1950, inv. no. 299.
- 34 'Brief hid Zeeland aan de minister, d.d. 10-5-1945'
- 35 H.A. Ferguson, *Delta-visie. Een terugblik op 40 jaar natte waterbouw in zuidwest-Nederland* (Rijkswaterstaat-serie nr. 49, Den Haag 1988), 21.
- 36 'Ministerieel Besluit van oprichting Deltacommissie, d.d. 18-2-1953'. Zie voor mutaties in de commissie: ARA, archief Deltacommissie, inv. no. 1.
- 37 ARA, archief Deltacommissie, inv. no. 117.
- 38 Zie hierover bijv. Ferguson, *Delta-visie*, 51-52, Ligtermoet en De Visch Eijbergen, *Uitvoering en uitbesteding*, 36-38.
- 39 'Nota betreffende de afsluiting van het Haringvliet van A. Eggink, maart 1955', in: RAZ, Deltadienst, directie, inv. no. 812.
- 40 'Nota Eggink, d.d. maart 1955'.
- 41 'Opmerkingen naar aanleiding van de nota van A. Eggink door J.P. Josephus Jitta, d.d. 25-4-1955', in: RAZ, Deltadienst directie, inv. no. 803.
- 42 Nabla-liggers: holle, in doorsnee driehoekige liggers. Op de bovenliggende zijde was ruimte om behalve een autosnelweg ook een weg voor langzaam verkeer te maken. W. Metzelaar, *Nederland Deltaland* (Culemborg 1985) 130.
- 43 'Brief van Eggink aan het hoofd van de Deltadienst, J.W. de Vries, d.d. 26-7-1956', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 803.
- 44 'Brief van de hid dir. Sluizen en Stuwen aan het hoofd van de Deltadienst, d.d. 2-10-1957', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 803.
- 45 'Brief hid Sluizen en Stuwen, d.d. 2-10-1957'.
- 46 'Brief hid Sluizen en Stuwen, d.d. 2-10-1957'.
- 47 'Brief van de hid dir. Noord van de Deltadienst aan de hid dir. Sluizen en Stuwen en de hid dir. Bruggen, d.d. 1-11-1957', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 803.
- 48 'Brief van A. Eggink aan de dir.-gen. van RWS, d.d. 14-11-1957', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 803.
- 49 'Brief van Eggink, d.d. 14-11-1957'.
- 50 'Brief van Eggink, d.d. 14-11-1957'.
- 51 Bestaande uit: Van Hattum en Blankevoort N.V.; Christiani en Nielsen N.V.; N.V. Hollandsche Beton Maatschappij; N.V. Amsterdamsche Ballast Maatschappij; N.V. Nederlandsche Beton Maatschappij BATO; N.V. Internationale Gewapend Betonbouw, I.G.B.

- 52 'Notulen van de vergadering van de Raad van Bestuur van de N.V. Nederlandse Tunnel Maatschappij, d.d. 4-12-1957', in: Bedrijfsarchief Hollandsche Beton Groep n.v., archief Nestum, voorlopig no. 2. Met dank aan HBG voor het beschikbaar stellen van het archief.
- 53 'Aide-mémoire van een bespreking, d.d. 21-1-1958 betreffende de wijze van aanbesteden van de spuisluis in het Haringvliet', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 804.
- 54 Bestaande uit: N.V. Bataafsche Aanneming Maatschappij, v/h fa. J. v.d. Wal en zn; N.V. Nederlandsche Aanneming Maatschappij, v/h fa. Boersma; Aannemersbedrijf v/h J.P. Broekhoven; N.V. tot Aanneming van Werken, v/h H.J. Nederhorst; Hollands Aannemersbedrijf Zanen Verstoep N.V. (in samenwerking met twee bouwbedrijven uit Frankfurt am Main: Philip Holzmann A.G. en Wayss und Freytag A.G.).
- 55 Te weten: Entreprise Fougerolle S.A. te Parijs; Grün und Bilfinger A.G. te Mannheim; Ackermans en Van Haaren te Antwerpen; en Compagnie Industrielle de Travaux S.A. te Parijs.
- 56 'Aide-mémoire van een bespreking op 29-1-1958 betreffende de wijze van aanbesteden van de Haringvlietsluizen', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 804.
- 57 'Aide-mémoire, d.d. 29-1-1958'.
- 58 'Aide-mémoire, d.d. 29-1-1958'.
- 59 'Vertrouwelijke brief van A. Eggink aan zes aannemingsbedrijven, d.d. 25-2-1958', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 804.
- 60 'Contract tussen RWS en Ibis, d.d. 8-4-1958', in: RAZ, Deltadienst, inv. no. 804.
- 61 'Notulen Raad van Bestuur Nestum, d.d. 8-7-1958', in: Bedrijfsarchief HBG, archief Nestum, inv. no. 2.
- 62 'Notulen Raad van Bestuur Nestum, d.d. 29-7-1958', in: Bedrijfsarchief HBG, archief Nestum, inv. no. 2.
- 63 Overigens was de aannemer in de betonwereld veel vaker 'ontwerper' dan bij staalconstructies.
- 64 Opgemerkt moet worden dat veel waterschappen in de loop van decennia de plattelandswegen hebben doen verharden. Dit aspect speelde na 1960 bij ruilverkavelingen ook nadrukkelijk een rol.
- 65 Wat betreft de bemalingstechniek deden zich in de twintigste eeuw de volgende ontwikkelingen voor. Rond 1900 werd Nederland met twee basistechnieken drooggehouden: 41% van de te bemalen oppervlakte met wind en 59% met stoom. Hoewel het hier om beproefde technieken ging, werd er nog voortdurend aan gesleuteld. In de jaren twintig en dertig leefde de belangstelling voor de windmolentechniek weer op en werd er druk geëxperimenteerd om de efficiëntie te vergroten.
- Een noviteit was bijvoorbeeld de windmotor, geïnspireerd op de Amerikaanse windmolen. Deze bezat een groot aantal bladen en een windvaan, zodat de molen zich automatisch naar de wind stelde.
- Nieuwe technieken die zich inmiddels hadden aangediend, waren de zuiggas-, diesel- en elektromotoren. Deze laatste waren - zoals wij zagen - voor het eerst met succes toegepast rond de eeuwwisseling bij de bemaling van de Dongepolders en de Bleek- en Oostkil. De eerste dieselmotor werd in 1904 in een poldergemaal geplaatst.
- Zuiggasmotoren werden eveneens vanaf het begin van de eeuw op beperkte schaal voor bemaling gebruikt. De motor zoog generatorgas aan, dat uit antraciet, stoom en lucht werd gemaakt en voor de verbranding zorgde. Molens, machines en motoren waren gekoppeld aan opvoerwerktuigen. Er kon worden gekozen uit schepraders, vijzels (ook wel Archimedische schroeven genoemd) en centrifugaalpompen, alle reeds voor 1900 ontwikkeld en in de 20e eeuw verder verbeterd. Schroefpompen, gebaseerd op het principe van de vijzel, kwamen in Nederland sinds 1915 voor. Zij hebben een sneldraaiende rotor, die het water opvoert.
- De keuze uit deze mogelijkheden en combinaties was een zeer complex vraagstuk voor de waterschapsbesturen. Doel van de waterhuishouding was onder andere het scheppen van goede groeicondities voor de gewassen en een goede afwatering in verband met aanwezige bebouwing en infrastructuur. Een optimaal waterbeheersingssysteem hing echter af van tal van factoren: het polderpeil, het percentage open water, de bemalingscapaciteit, de grondsoort, de aard en waarde van de gewassen, de aanlegkosten van het bemalingssysteem, de onderhouds- en bedieningskosten, het bedieningsregime, de opbrengstreducties en de schade bij niet optimale waterstanden. Het vraagstuk werd ook nog gecompliceerd door onzekerheid rond de introductie van nieuwe technieken. Er werd veel gerekend en geanalyseerd, maar ook veel afgegaan op ervaring en intuïtie. Subtiële 'details' bepaalden vaak het lot van een nieuwe techniek.
- Zo leek voor de elektrische bemaling aan het begin van de 20e eeuw een fraaie toekomst weggelegd. Dat kwam er echter lange tijd niet uit. Aanvankelijk moesten er aparte centrales

worden gebouwd, omdat elektrische gemalen doorgaans ver van de stedelijke elektriciteitsnetten lagen. De elektrificatie van het platteland tussen 1920 en 1930 bracht verbetering, hoewel voor de vaak afgelegen gemalen nog steeds voedingskabels over lange afstanden moesten worden aangelegd.

Elektromotoren waren met een eenvoudig regelmechanisme (een vlotter) automatisch aan te sturen, zodat er op arbeidskosten aanzienlijk bespaard kon worden. In praktijk lag de situatie anders, daar een molenaar of machinist anticipeerde op veranderende weersomstandigheden en niet zozeer op veranderende peilstanden. Hij zag een fikse regenbui aankomen en maalde daarom een 'gat' in de polder, zodat de neerslag opgevangen kon worden. Een automatisch elektrisch gemaal reageerde gewoonlijk te laat.

Elektrische gemalen zijn pas in de laatste decennia tot hun recht gekomen door een verdere automatisering van het waterbeheersingssysteem. Een centrale post staat via een modem in verbinding met de poldergemalen en registreert peilstand, aantal maaluren en de bedrijfssituatie (storingen en dergelijke). De gemalen kunnen in- en uitgeschakeld worden door een programma gebaseerd op peilstanden of door het controlerend personeel van de centrale post. In deze situatie kan de besparing op arbeidskosten volledig worden uitgebuit. Naast het controlerend personeel is er nog slechts personeel nodig voor het onderhoud van de gemalen en het verhelpen van storingen. Omstreeks 1900 was per gemaal nog steeds ten minste één persoon nodig. Automatisch waterkwantiteitsbeheer houdt tegenwoordig in dat slechts enkele mensen zich met het waterpeil bezighouden en meerdere gemalen bedienen.

66 Rapport van de Studiecommissie Waterschappen, *Het waterschap en zijn toekomst* (Den Haag 1974) 46.

67 A. Bosch en W. van der Ham, *Twee eeuwen Rijkswaterstaat* (Zaltbommel 1998) 186.



De veelal verwoestende invloed van de afsluitingen in het kader van de Deltawerken op het bijzondere zout-zoete milieu van de voormalige zeearmen, was voor velen al gauw zichtbaar. De wijdverbreide bewondering en steun voor de werken hield stand, maar er kwam steeds meer kritiek op de uitvoering. Oester- en mosselkwekers en de natuurbeweging kwamen eindjaren zestig in opstand tegen de plannen voor de totale afsluiting van de Oosterschelde. De vissers uit Ierseke gingen daarvoor zelfs op jacht naar politici, beleidsmakers en het oog van de camera.

10 Op weg naar een integraal waterbeheer

Lauwerszee

Regge en Dinkel

De Markerwaard

De Oosterscheldedam

Naar een integraal waterbeheer

In vorige hoofdstukken is al veel van de complexiteit van het waterbeheer en de waterhuishouding zichtbaar geworden. Wat daarbij opvalt, is de veelheid aan functies die aan een en hetzelfde watervoorkomen kunnen worden toegedicht en de veelheid aan actoren die met elkaar wedijveren om die functies als doelstellingen gerealiseerd te zien. Zo greep de Provincie Overijssel de Twentekanalen aan, aanvankelijk zuiver als scheepvaartweg ontworpen, om haar afwatering te verbeteren. Het werd daardoor een ander kanaal en Overijssel in waterbouwkundig opzicht prompt ook een andere provincie. De afsluiting van de Zuiderzee ontketende een strijd tussen vele belanghebbenden over de bestemming van het nieuwe zoetwatermeer. De zichtbaar wordende tegenstellingen konden alleen het hoofd worden geboden door de inrichting van een nationaal systeem van zoetwaterverdeling. In deze strijd was niet alleen de hoeveelheid maar ook de kwaliteit van het water in het geding.

Deze en soortgelijke episoden zijn gelegenheden geweest om ervaring op te doen met wat in de jaren tachtig en negentig tot de doctrine van integraal waterbeheer uitgeroepen zou worden.

Integraal waterbeheer stoelt op de gedachte dat grond- en oppervlaktewater (inclusief de bodems en de oevers) in fysieke zin en als media voor de uitwisseling van stoffen als hechte systemen moeten worden gezien. Die systemen zijn samengesteld uit fysische, chemische en biologische facetten en interacties en een verstandige beheerder dient daar allemaal rekening mee te houden. De integrale gedachte gaat echter nog verder. Waar eerst alleen het (grond)water (inclusief bodems en oevers) als multidimensionaal fysiek systeem werd gezien, hoort nu steeds meer ook het maatschappelijke veld van belangen, functietoekenningen, technische uitvoering en evaluatie tot één overkoepelend fysiek-bestuurlijk watersysteem.¹

Deze laat-twintigste-eeuwse aanpak is niet zomaar kant en klaar uit het brein van geniale waterbeheerders ontsproten, maar heeft veel voeten in de historische aarde. Zoals zovele van de technische en bestuurlijke innovaties rond waterbeheer en waterhuishouding in deze eeuw, is de nieuwe aanpak gegroeid uit reflectie op problemen die bij (en na) de uitvoering van concrete projecten werden ervaren. Aan de sprong naar integraal waterbeheer ligt nadrukkelijk ook nog de ‘culturele omslag’ van de jaren zeventig ten grondslag. Het verzet van actiegroepen, burgers en politici leidde tot een bezinning op de klassieke achterliggende waarden van het nijvere verbond en tot nieuwe manieren om waterstaatsbeleid in te richten en uit te voeren.

In het navolgende worden enkele episoden uit de recente waterstaatsgeschiedenis uitgelicht die in zekere zin als schuchtere voorlopers van het integraal waterbeheer gezien kunnen worden. Niet zozeer omdat de nieuwe aanpak in die episoden als zodanig erg zichtbaar is, maar omdat de betrokkenen worstelen met problemen waar

het integraal waterbeheer in zekere zin een antwoord op had kunnen geven. Die problemen hadden te maken met het systeemkarakter van water, waterbodems en oevers, met de botsing van functies en belangen ten aanzien van water en met de afstemming van verschillende bestuurslagen op elkaar. Het ontbreken van een technisch en bestuurlijk kader (en een legitimerende ideologie) als integraal waterbeheer speelde in elke episode de verschillende bestuurders parten en leidde in sommige gevallen tot grote conflicten en politieke schade. De gedachte is dat deze (en soortgelijke) episoden het bankroet van het oude en verbrokkelde, maar toch autoritaire waterstaatsbeleid steeds duidelijker aan de kaak stelden, waardoor een technische en bestuurlijke omslag steeds onafwendbaarder werd.

Lauwerszee

In 1951 legde ir. J. van der Ham, hoofd van de directie Rijkslandaanwinningswerken in Friesland, een viertal plannen op tafel voor bedijking en inpoldering van de Lauwerszee. Daaruit sprak de wens van het Rijk om de, voor zijn rekening plaatshebbende, landaanwinning door middel van aanslibbing langs de Friese en Groningse Lauwerszeekusten te beëindigen. In plaats daarvan zou een afsluiting van de Lauwerszee kunnen komen. Van der Hams varianten verschilden onderling nogal wat in termen van de omvang en de kwaliteit van de gronden die zouden worden opgeleverd. De plaats van de afsluitdijk was daarvoor doorslaggevend.

De plannen hadden ook gevolgen voor de uitwatering van de Friese en Groningse boezems. Over de plannen werd daarom reeds in het najaar van 1951 overlegd met de provinciale waterstaatsdiensten van Friesland en Groningen. De provincie Groningen voorzag grote moeilijkheden met de afwatering via Zoutkamp en vroeg om onderzoek. Ook Friesland verwachtte problemen met de waterlozing bij Dokkumer Nieuwe Zijlen.²

Na de watersnoodramp van 1953 trad een geheel nieuwe doelstelling voor de afsluiting op de voorgrond. De Friese en Groningse zeedijken bleken nu ook veel te laag en een afsluiting van de Lauwerszee zou de voorkeursstrategie van kustlijnverkorting (boven dijkverhoging) ook in het Noorden gestalte geven. In drie nieuwe plannen stond de veiligheid nu voorop en diende de voorgenoemde dam in eerste instantie als middel tot kustlijnverkorting. Het werk werd in 1957 opgenomen in de Deltawet.

Een afsluitdijk die was ontworpen naar de eis van een zo kort mogelijke kustlijn, hield in dat een groter gebied (met nogal wat zandgrond) achter de afsluitdijk zou komen te liggen. Daarmee zou ook een grotere bergboezem voor Friesland en Groningen beschikbaar kunnen komen. Veiligheid en afwatering waren al onverbreekelijk aan elkaar gekoppeld. De vraag was nu of er nog inpoldering plaats zou vinden en in het algemeen wat voor bestemming het land en het water achter de nieuwe afsluitdijk zouden krijgen. De keuze van bestemmingen, gezien als een bepaald patroon van gebruiksfuncties, zou de toekomstige waterhuishouding van het gebied grotendeels gaan vastleggen. De vraag was welke relatie er precies tussen een bepaalde planologische bestemming en het te voeren waterbeheer moest zijn en of de verschillende bestemmingen uit een oogpunt van waterbeheer wel goed konden samengaan. Dit is vanuit een later perspectief te herkennen als een probleem van integraal waterbeheer.

Landinrichting

In de aanvankelijke inrichtingsplannen voor de droog te leggen gronden, voerde de landbouw de boventoon. De vruchtbare kleigronden in het zuidelijke deel van het gebied waren daarvoor bestemd. De uitgestrekte zandgronden werden toebedeeld aan de recreatie, een functie die vooral na de Tweede Wereldoorlog in de belangstelling kwam.

Het opstellen van plannen voor de verkaveling, afwatering en inrichting van het gebied werd onder leiding van de Directie Wieringermeer (later Rijksdienst

IJsselmeerpolders, RIJP) uitgevoerd. Die had zojuist de Noordoostpolder onderhanden gehad en kon bogen op een zekere ervaring op dit gebied.³ Een andere belangrijke actor was Staatsbosbeheer, dat bij het maken van een landschapsplan werd betrokken. De eerste plannen bevatten nog enkele nieuwe dorpskernen. Halverwege de jaren vijftig kwam Defensie met een plan voor een militair oefenterrein. Dit verdween in 1957 weer van tafel, maar zoals later bleek niet voorgoed.

Pas in 1960 verscheen het project op de rijksbegroting. De prioriteiten van de minister waren duidelijk: het ging om veiligheid en dus kustlijnverkorting - niet om landaanwinning. Er waren geen fondsen beschikbaar voor inpoldering of inrichting van het Lauwersmeergebied. Er zouden vanzelf enkele zandplaten droogvallen en droogblijven. Daartussen liepen oude stroomgeulen, nu in de vorm van kreken. Langs de randen van het gebied was vruchtbare klei aangeslibd en daar kon men misschien wat mee. 's Rijks financiën maakten uitsluitend een 'plan tot afsluiting van de Lauwerszee zonder inpoldering' mogelijk. Dat hield in dat er geen polderkaden aangelegd zouden worden, waardoor alleen de hooggelegen gronden in cultuur gebracht konden worden voor land- of bosbouw. In de gebieden die net boven het boezempeil kwamen te liggen, zouden riet of grienden aangeplant kunnen worden. Voor de provincie Friesland was dit plan niet aantrekkelijk, zij achtten afsluiting zonder inpoldering niet rendabel. Groningen zag voordelen voor recreatie en natuur plus de mogelijkheid eventueel later tot inpoldering over te gaan.⁴

Dit gaf weer grotere kansen aan niet-agrarische functies.

Natuurbeschermers en watersporters waren heel tevreden. Er zou een groot gebied beschikbaar komen 'waarin de natuur een kans zou krijgen zelf iets volslagen nieuws te vormen, hierbij behoedzaam bijgestaan door de mens'.⁵ De hoofdingenieur-directeur van Staatsbosbeheer in Friesland en Groningen schreef in een artikel dat het vooral voor de watervogels een ideaal gebied zou worden. In die sfeer ontwikkelde Staatsbosbeheer een plan voor het Lauwerszeegebied. Aan de randen zou landbouw kunnen komen, het hele middengebied, voor zover het niet tot het geulenstelsel hoorde, was bestemd voor grote bossen en een natuureservaat.

Staatsbosbeheer was echter niet de enige die een plan ontwikkelde voor het gebied. Een commissie van de Rijksdienst voor het Nationale Plan stelde voor om delen van de Lauwerszee (toch) in te polderen, waardoor Defensie er vrijwel de hele uitbreiding aan



Ook de Waddenzee bij Friesland en Groningen vormde een reële bedreiging voor de kustgebieden, zoals de stormramp van 1953 had aangetoond. Daarom vond ook hier verkorting van de kustlijn plaats. In 1960 viel het besluit de Lauwerszee, een diepe inham, in te dijken, een onderneming die in 1969 gereed kwam. De beproefde caissontechniek vond andermaal toepassing. Hier liggen de 15 caissons in de inmiddels onderwater gezette bouwput klaar om successievelijk uitgevaren en afgezonken te worden.

oefenterreinen kon krijgen die ze nodig dacht te hebben. Het gebied was dus weer in beeld bij Defensie. In november 1964 verscheen een plan waarin naast wat landbouwgebieden aan de randen, grote terreinen voor militaire oefeningen en als schietbanen bestemd zouden worden.

Nadat Defensie zich eind jaren vijftig aanvankelijk had teruggetrokken, waren de provincies Friesland en Groningen ook aan een inrichtingsplan begonnen. Zij stelden de recreatiefunctie centraal zonder met eventuele militaire bestemmingen rekening te houden. Ook de Dienst Lauwerszeewerken van de Rijkswaterstaat verkende deze mogelijkheid in een interne nota uit 1959.⁶ Dankzij de sterk toegenomen mobiliteit en vrije tijd en het recreatief succes van het Brielse Meer, leek dit een maatschappelijk aantrekkelijke optie. In februari 1964 presenteerde de Fries-Groningse Recreatiecommissie haar ontwerp voor het Lauwerszeegebied. Zij sloot hierbij aan bij een rapport van de Rijksdienst voor het Nationale Plan over Recreatieruimten in Nederland. Behalve flinke stukken langs de randen voor landbouw, kwamen er veel bosgebieden in voor, aanlegplaatsen voor vaartuigen, plaatsen voor dagrecreatie en de nodige wegen en fietspaden.

In 1964 lagen er dus drie inrichtingsplannen op tafel. Alledrie hielden ze rekening met de landbouwbelangen. De meest vruchtbare en wat hoger gelegen randen van het gebied waren voor landbouwareaal bestemd. De verschillen betroffen het resterende centraal gelegen deel van het gebied, inclusief de getijgeulen en de zandgronden. De plannen van Staatsbosbeheer en van de Fries-Groningse Recreatiecommissie gingen uit van alleen afsluiten zonder inpoldering, maar zagen verschillende bestemmingen voor de lage platen en geulenstelsels.

Staatsbosbeheer zag daar bossen en een natuurgebied, de Recreatiecommissie een ‘natuurlandschap’ voor recreatie-doeleinden. Het plan van de Rijksdienst voor het

Nationale Plan ging uit van gedeeltelijke inpoldering en zag daar een prachtig oord voor een militair oefenterrein.

De drie plannen lagen ten grondslag aan overleg tussen de partijen onder voorzitterschap van de Vaste Commissie van de Rijksdienst voor het Nationale Plan. Dit mondde uit in een schetsplan, dat eind september 1966 door de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) werd gepresenteerd in de *Tweede Nota over de Ruimtelijke Ordening in Nederland*. De nota stelde vast dat naast veiligheid en verbetering van de waterbeheersing, het gebied ruimte bood voor recreatie en defensie.

Landbouwgronden zouden op beperkte schaal langs de zuid- en ooststrand kunnen worden ingericht.⁷

De Wet op de Ruimtelijke Ordening trad in 1965 in werking.

Daarin werd onder meer de niet eerder vastgestelde grens tussen Friesland en Groningen in de Lauwerszee zelf officieel vastgesteld - en daarmee het toekomstige Lauwersmeergebied tussen de twee provincies verdeeld. Onder de wet was iedere provincie bevoegd om een streekplan voor de hele provincie of delen ervan te maken. De minister van VRO verzocht Friesland en Groningen ieder om

een - op elkaar afgestemd - streekplan voor het Lauwersmeergebied in te dienen.

De streekplannen, die in juni 1968 verschenen, vermeldden een groot aantal bestemmingen; natuurgebieden zouden het grootste deel van het gebied in beslag nemen. De term 'natuurgebied' was in die tijd echter nog weinig uitgekristalliseerd en dekte nog een veelheid aan (vanuit een hedendaagse optiek soms tegenstrijdige) gebruiksmogelijkheden. In de streekplannen werd het begrip 'natuur' op verschillende manieren en met verschillende toegevoegde bestemmingen door elkaar gebruikt. Er was duidelijk nog geen overeenstemming over een kwalitatieve, laat staan een kwantitatieve, omschrijving van 'natuur'. Natuur lijkt meer te worden gezien als een menselijke belevingswaarde dan als verschillende soorten autonoom functionerende en intrinsiek waardevolle ecosystemen. In de streekplannen is sprake van 'natuurgebied', 'natuurgebied met beperkt agrarisch gebruik' (Fr. = alleen Friesland), 'natuurgebied met landbouwwetenschappelijk gebruik' (Gr. = alleen Groningen), 'natuurgebied met' - afwisselend - 'dagrecreatie, verblijfsrecreatie, verblijfs- en dagrecreatie, militair en (beperkt) recreatief gebruik, recreatief en beperkt militair gebruik' (Gr.). Daarnaast waren er agrarische gebieden, agrarische gebieden met landschappelijke betekenis (Gr.) en agrarische gebieden met bijzondere landschappelijke, natuurwetenschappelijke en cultuurhistorische betekenis (Fr.).

Verder werden onderscheiden: militaire terreinen (Gr.), havengebied (Gr.), woonkern (Gr.), nederzettingen, watersportcentrum, recreatiesteunpunt, wegen, zeekering en kaden. Wat betreft wegen en kaden waren de tracés globaal aangegeven.⁸

De diverse bestemmingen werden in facetplannen verder uitgewerkt. Al in 1969 verscheen een facetplan voor de recreatie, gevolgd in 1981 door een facetplan voor de bestemming natuur.

Nog vóór dit laatste facetplan was er een integrale inrichtingsstudie uitgekomen. Al deze rapporten waren opgesteld en uitgegeven door de in 1979 binnen de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders opgerichte Projectgroep Inrichting Lauwerszeegebied.

Het facetplan Natuur had aanzienlijke vertraging opgelopen door verschil van inzicht tussen Defensie en de provincie Groningen over de aanleg van een militair oefenterrein in de Marnewaard.⁹

Hoewel de facetplannen slechts een inrichtingsmogelijkheid (en niet een inrichtingsplan) boden, moesten ze wel rekening houden met de andere facetten (bestemmingen). Het facetplan Natuur vermeldde echter dat met de invloed van de militaire activiteiten nauwelijks rekening te houden was, vanwege het ontbreken van gegevens over de inrichting van de militaire oefenterreinen.

Na de afsluiting van de Lauwerszee eind mei 1969, werden in de eerste helft van de jaren zeventig de gronden aan de randen van het gebied voor landbouw uitgegeven. Vanaf eind 1987 werd begonnen met uitgifte van particuliere landbouwbedrijven in de Kollumerwaard (zuidelijk deel Lauwersmeer).

In de jaren daarvóór was de openluchtrecreatie voortvarend ter hand genomen: jachthavens, eilandjes en aanlegsteigers, zomerhuisjes en campings schoten als paddestoelen uit de grond. Er was bijna 1.000 ha bos aangeplant, fiets- en wandelpaden waren aangelegd en op verschillende plaatsen waren stranden gemaakt. Met een enkele doorgraving hier en daar waren gescheiden takken van het

geulenstelsel met elkaar verbonden en daarmee aantrekkelijker voor de watersporters gemaakt.

Voor Defensie werd in 1983 begonnen met de inrichting van de Marnewaard (oostnoordoost). Nadat in juli 1987 de eerste oefeningen waren gehouden, werd in november 1987 het gebied overgedragen. Op de Kollumerplaat (zuidoost) werd een aantal schietbanen gepland, met vlak ernaast de kruitfabriek van Muidenchemie.

De overige gebieden kregen tot slot de bestemming natuur. In de eerste tien jaar na de afsluiting van de Lauwerszee bestond het natuurbeheer op de platen grotendeels uit ‘niets doen’.¹⁰ Daarna werd begonnen met gedeeltelijke beweiding. Omdat het ontziltingsproces in de verschillende delen van het Lauwerszeegebied verschilde in tempo, ontstonden diverse typen landschappen, elk met eigen flora en fauna.

Behoeftte aan een integrale benadering

Bij de inrichting van het Lauwerszeegebied waren zeer veel en soms tegenstrijdige functies en belangen in het geding. Complexe besluitvormingsprocessen leidden er desondanks toe dat aan vrijwel alle functies en belangen althans ten dele is tegemoetgekomen. Strikt genomen, behoorden deze processen tot het domein van de planologie, maar de voor de hand liggende koppeling met de nieuwe waterhuishouding van het gebied, de nadruk op natuurbestemmingen voor water en oevers en de diversiteit aan overheidsinstanties die conflicterende bestemmingen voor het gebied kwamen aandragen, maakten de Lauwerszee ook tot een proeftuin en leerschool voor wat later integraal waterbeheer werd genoemd.

Dit is ook erkend in een Rijkswaterstaatsnota uit 1987 waarin de stand van zaken in het integraal waterbeheer wordt opgemaakt.¹¹

De nota constateert ten aanzien van het Lauwersmeergebied:

‘Nu de inrichtingswerkzaamheden door de rijksdiensten hun voltooiing naderen groeit de behoefte aan beheersplannen, waarin de verschillende activiteiten en aspecten zodanig op elkaar worden afgestemd dat deze optimaal naast elkaar kunnen functioneren.’¹²

Vooraf de bestemming ‘natuur’ leek een knelpunt te worden:

‘Het gebruik van de gronden in het Lauwersmeergebied is zeer uiteenlopend. In het bekende gedeelte (4.000 ha) is grondgebruik te onderscheiden voor landbouw, militaire doeleinden, verblijfsrecreatie, wonen en infrastructuur. Het gedeelte dat bestaat uit water, dan wel periodiek onder water loopt, wordt gebruikt door

de recreatie, scheepvaart en visserij, maar is voorts grotendeels aangeduid als natuurgebied. In het structuurschema Natuur en Landschapsbehoud zijn delen van het Lauwersmeergebied aangegeven als een grote eenheid natuurgebied (GEN).¹³

De nota meldt dat er een projectgroep van start is gegaan om een definitief inrichtingsplan op te stellen. Leden van de projectgroep zijn de beide betrokken provincies en de departementen Landbouw en Visserij, Defensie en Verkeer en Waterstaat (RIJP). De werkzaamheden van de projectgroep worden nu een proeve voor de benadering van integraal waterbeheer:

‘De Rijkswaterstaat beschouwt het Lauwersmeergebied als proefproject beleidsontwikkeling inzake Integraal Waterbeheer. De uitwerking van de eerdergenoemde inrichtingsschets biedt een geschikt kader voor de integrale beleidsontwikkeling tussen de verschillende betrokken overheidsinstanties.’¹⁴

Regge en Dinkel

Ook op het vlak van de lokale waterstaatszorg ontstonden steeds vaker complexe situaties waarin verscheidene functies aan water en watergebieden werden toegekend, waarin systeemwerking werd onderkend en waarin belangen botsten. Ook daar werden processen in gang gezet die doen denken aan wat nu integraal waterbeheer wordt genoemd, maar die destijds met etiketten als de ‘verbrede kijk op waterbeheer’ werden getooid. Een van de vele voorbeelden geeft het Waterschap Regge en Dinkel, dat aanvankelijk de afwatering (waterkwantiteit) maar later ook de waterzuivering (waterkwaliteit) van Twente voor zijn rekening nam en neemt.

Om de afwatering te verbeteren, waren in het verleden vele beken en riviertjes genormaliseerd. Naarmate de landbouw intensiever werd, werden ook de eisen ten aanzien van afwatering en grondwaterpeil verscherpt. Dat stimuleerde doorlopende pogingen tot verbetering van de waterstaatkundige toestand. Met de gedeeltelijke herbestemming van de Twentekanalen voor af- en bewatering kon, zoals we hebben gezien, het hoofdwaterlopenstelsel van het waterschap op een geheel nieuwe leest worden geschoeid.

De kwaliteit van het water in de Twentse beken en riviertjes liet vanaf de industrialisatie van het gebied in het midden van de vorige eeuw zeer te wensen over. Daar werd lange tijd weinig of niets aan gedaan. De volgende getuigenis over de toestand van de Dinkel is onthutsend, maar waarschijnlijk in zijn algemeenheid van toepassing op vele Nederlandse watergangen tot in de jaren zestig:

‘Dat was echt vies. Vroeger kon je ze zien, de textiel fabrieken in Gronau, die net aan de andere kant van de grens staan, daar kon je zien wat voor een kleren ze die dag gemaakt hadden.’

Die kleuren water kwamen ook door de Dinkel. Of het geel was of blauw of geel-groen wat in de mode was. Dat kan ik me nog herinneren. Blauw kan ik me nog heel goed voorstellen.¹⁵

In 1962 werd het Waterschap De Regge ook met de zorg voor de waterkwaliteit belast, waarna een aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) werden gebouwd. De toestand verbeterde, maar de nog steeds overvloedige stikstof- en fosforverbindingen en de meststoffen uit de landbouwgronden bevorderden overmatige planten- en algengroei. Dat betekende veel vaker maaien, teneinde vooral in de traag stromende benedenlopen van de beken voldoende afvoerprofiel te houden. Ook veroorzaakte de algengroei grote schommelingen in het zuurstofgehalte, wat soms plotselinge vissterfte tot gevolg had. Een ander probleem werd veroorzaakt door het inlaten van Rijnwater via de Twentekanalen voor beregening van akkers in droge zomers. Dit zogenaamde 'gebiedsvreemde water' verstoorde de bestaande chemische samenstelling van de verschillende waterlopen - soms, maar zeker niet altijd, met positief resultaat. Voorts werd geconstateerd dat ook de waterbodems de industriële erfenis nog niet geheel hadden verwerkt. Verontreinigd slib met ontoelaatbare concentraties van zware metalen werd in de bodems van verschillende waterlopen geconstateerd. Tot slot was er nog het probleem van de niet op rioleringen aangesloten woningen en bedrijven in buitengebieden die hun effluents direct - dus geheel zonder zuivering - in de bodem dan wel op waterlopen loosden.

De slechte kwaliteit van de beken - hun water, oevers en bodems - was niet zonder meer voorbestemd om een probleem voor het waterschap te worden. Dat hing af van de vigerende prioriteiten en criteria. Zolang het waterschap, zijn ingelanden en de politieke omgeving de opvatting koesterden dat zijn primaire roeping de waterhuishoudkundige ondersteuning van de landbouw betrof, was er bestuurlijk gezien niets aan de hand. Waterkwaliteit of de natuur behoeft immers altijd een menselijke vertolker om in het spel van functies en belangen te kunnen meespelen. Vóór de jaren zeventig was die er nauwelijks, en toen die eindelijk begon te spreken, gaf het waterschap aanvankelijk niet thuis. De overgang naar een besef van de waarde van natuur en milieu ging niet zonder slag of stoot. In een retrospectieve reflectie op zijn wandel schrijft het in 1970 uit de fusie van twee kleinere waterschappen gevormde Waterschap Regge en Dinkel:

‘Vanuit de taakopvatting - het verzorgen van een optimale ontwatering van de agrarische gronden - had het waterschap bij de uitvoering van werken vroeger weinig op met belangen van milieu en natuurbescherming.

De landbouworganisaties die een beslissende stem in het waterschapsbestuur hadden, voelden weinig voor de eventuele beperkingen die door de natuurbescherming aan de landbouw konden worden opgelegd. Echter met het stijgen van de



Na 1945 kwam het kwaliteitsbeheer van water in opgang naast het aloude kwantiteitsbeheer. In de jaren tachtig kwam het begrip “integraal waterbeheer” in zwang: bij het beheer van oppervlakte- en grondwater werd aan alle gebruikers, beheerders en functies gedacht. Natuurbeheer en ruimtelijke ordening staan naast afwatering en scheepvaart. In dit kader mogen beken ook weer meanderen en afkalven, zoals hier de Dinkel, die in 1993 weer zijn vrije beloop kreeg, zij het bewaakt en geconditioneerd.

welvaart nam de belangstelling van de bevolking voor milieu en natuurbescherming toe. Er kwam protest tegen het Waterschap Regge en Dinkel dat als een van de laatste waterschappen in Nederland nog bouwde aan zijn (hoofd)infrastructuur en dat af en toe (zeer) rigoureuze ingreep in het landschap. Eind jaren zeventig namen de meningsverschillen met de natuurbeschermingsorganisaties, gemeenten en de provincie Overijssel sterk toe.... Mede daardoor heeft het bestuur van het waterschap... in de jaren tachtig het roer radicaal omgegooid.... Het integraal waterbeheer - dat toen overigens nog niet zo werd genoemd - werd niet meer als lastig ervaren, maar als een nieuwe uitdaging gezien....

Sindsdien is de kans op behoud en verdergaand herstel van watersystemen toegenomen en is de belevingswaarde van de oude Twentse beken en van de nieuw aangelegde waterlopen alleen maar verbeterd.¹⁶

Het verhaal van Regge en Dinkel laat zien dat ook lokale waterbeheerders - al of niet gedwongen - in een vroeg stadium al bezig waren met het afwegen van de verschillende functies die aan de door hen beheerde wateren en waterlopen waren toegeschreven door verschillende belanghebbenden. Dat ging aanvankelijk met hetzelfde gebrek aan systematiek als bij grote landelijke projecten, maar het ging. Het was toen nog, zoals Regge en Dinkel het formuleert, een verhaal van vallen en opstaan:

‘In 1962 vormt de koppeling van de taken van kwantiteitsbeheer en kwaliteitsbeheer binnen één organisatie een eerste begin van wat later integraal waterbeheer zal worden genoemd. Aanvankelijk staan de ontwatering voor de landbouw en de bouw van rwzi's nog centraal, maar onder druk van de samenleving wordt er met steeds meer

belangenorganisaties overleg gevoerd. Vanaf 1982 begint het waterschap met de toepassing van integraal waterbeheer avant la lettre. Er worden diverse experimenten gestart waarbij de zogenoemde verbrede kijk op het waterbeheer wordt uitgeprobeerd. Voorbeelden zijn de aanleg van de eerste plasbermen, beschaduwingsproeven, restauratiewerk in houtwalbeken, de opstelling van onderhoudsbeheersplannen en begrazingsproeven in de watergang met Chinese graskarpers.

Omdat er van de genoemde experimenten dan nog nauwelijks voorbeelden voorhanden zijn, wordt de trial en error methode toegepast, waarbij men telkens leert van de voorgaande proeven.¹⁷



Siebe van der Woude (1938), actief lid van de Natuurbescherming, versus Gerard Nijmeier (1948), veehouder aan de Dinkel

Steenanjer aan De Dinkel

Gerard Nijmeier: De Dinkel stroomde tien, twintig jaar geleden ook over, maar nu gaat ie er met 25 mm neerslag al uit. Ik weet nog dat hij ook 60 mm regen kon lijden.

Siebe van der Woude: De boer in dit gebied zit met een natuurlijke handicap. Een natuurlijke handicap die we als natuurbescherming niet kunnen wegnemen. Het is zo ongeveer de laatste laagland-regenrivier die we hebben in een ongeveer natuurlijk verloop; dat ding is dermate waardevol, daar moet je met je vingers van afblijven. De Dinkel wordt nog steeds niet geaccepteerd als riviersysteem en daar zit het knelpunt tussen landbouw en natuur. Het schone water is geen punt, iedereen wil schoon water, niemand heeft bezwaar tegen planten en ook niet tegen vis maar wel bezwaar tegen de aanwezigheid van een Dinkel die doet waar ie zin in heeft.

Gerard: In 1970 waren er nog mensen die het durfden te hebben over kanalisatie. Als je dat nu doet, dan word je onmiddellijk opgepakt. De natuur komt nummer één te staan en de landbouw wordt daaraan ondergeschikt gemaakt.

Siebe: We willen terug naar de originele, schrale vegetatie van dat gebied, dus groeimogelijkheden voor onder andere de steenanjer. Daarnaast heb je, om het Dinkeldal te houden zoals het nu is, landschappelijk gezien, de boeren nodig, want heb ik er geen boeren in en maai ik niet, dan groeit het vol met bosjes en boompjes en dan ontstaat er een landschap dat niet meer bij de cultuurhistorie van dit land hoort. Dit is een tweeslachtig verhaal.

Op het moment dat je zegt: we willen de natuurlijke Dinkel terug, dan geldt dat voor de dynamische rivier. Als we het hebben over het cultuurlandschap, dan hebben we het over het landschap dat dankzij het boerengebruik rond 1920 bestond. Wij willen een landschap dat ontstaat en dat gebruikt kan worden maar waarbij de gebruiker het ontstaan niet belemmert. Dat er soms ergens drie meter van een weiland afspoelt, en dat die elders weer als een bult zand terechtkomt, en daar ook mag blijven liggen.

Gerard: Ik had aan de Snoeyingsbeek (een zijbeek van de Dinkel) twee percelen, waar helemaal houtwallen omheen lagen. Van houtwallen heb je enorm veel schade, onder een boom groeit meestal heel weinig en wat er dan groeit is rotzooi. Dus daar word je niet echt rijk van. Buren zeiden wel tegen me: kap die rotbomen toch om. Dat is er nooit van gekomen, dan word je een vijand van je eigen leefomgeving. Maar uiteindelijk, nu ik dat land met Natuurmonumenten heb omgeruild voor een andere Es, heb ik die bomen hartstikke goed betaald gekregen. Ze waren wild op dat gebied.

Gerard: Ik vraag mij af: weet de maatschappij wel wat men wil? Nederland is een parklandschap. En of je het hier in het groot bekijkt zoals de boeren het land bewerken, hoe mooi en hoe strak en hoe recht die akkers allemaal zijn. Dat is hetzelfde als het gazonnetje dat de mensen zelf voor de deur hebben liggen en waar ze zo hartstikke gek mee zijn. Wat is echte natuur? Ja, dan moet je zeggen, we halen de landbouw er maar helemaal van af en laat het maar wild worden. Maar dan komt nog de gewone man er niet aan te pas. Want wat hier allemaal ligt, is nauwelijks toegankelijk voor mensen waar het in gedachten voor bedoeld is. Alles wat nu is opgekocht door Staatsbosbeheer en

Natuurmonumenten, daar kan niemand komen, behalve wat vee dan. Die instanties hebben heel veel grond in gebruik waar eigenlijk niemand van kan genieten.

Siebe: Voor de mens is de Dinkel niet waardevol, maar ook dat is een historisch verhaal. De Dinkel is nooit bevangen en er hebben nooit paden gelegen. Je hebt het over toegang voor mensen die niet in dit gebied thuishoren, die hebben daar dus ook niks te zoeken, het is hun grond ook niet, het is grond van de boeren.

De Markerwaard

Ook op landelijk vlak onderscheidden de vroege jaren zeventig zich door een dramatische versnelling van het maatschappelijk leerproces rond de waterstaatszorg. Dat het inrichtingsproces van het Lauwerszeegebied uiteindelijk binnen de kaders van het integraal waterbeheer is getrokken, is alleen te danken aan de lange duur van de besluitvorming. Situaties als deze, waarbij verscheidene actoren aan een bepaald waterstaatkundig geheel verschillende functies toekenden en uiteenlopende claims op tafel legden, waren ongetwijfeld een stimulans voor de ontwikkeling van het integrale waterbeheer. Toch gaven zij niet de doorslag. De uitvinding en opkomst van integraal waterbeheer is ook te danken aan het in zekere zin mislukken van twee grote projecten: de inpoldering van de Markerwaard en de afsluiting van de Oosterschelde. Het ging hier nu niet om technisch falen maar om het nogal plotseling wegvallen van politieke legitimiteit. In kritieke fases van de uitvoering raakten beide projecten in de ban van een nieuwe populaire gevoeligheid ten aanzien van natuur- en recreatiewaarden en was er geen regering meer die aan een ongewijzigde voortzetting haar vingers wilde branden. De Markerwaard kwam er niet en de Oosterschelde moest op een radicaal andere leest worden geschoeid.

Hoe kon dat zomaar gebeuren? In het gedenkboek ter gelegenheid van het tweehonderdjarig bestaan van de Rijkswaterstaat in 1998 wordt beschreven hoe de grote waterbouwkunde, aangevoerd door de Rijkswaterstaat en de grote natte aannemerij, aan de top van haar roem en kunnen, ten prooi viel aan de politieke en culturele omslag van eind jaren zestig, begin jaren zeventig.¹⁸ Wij kunnen hier niet ingaan op de achtergronden van deze maatschappelijke aardverschuiving. Voldoende is om vast te stellen dat de Rijkswaterstaat en zijn aanhang op het politieke vlak werd vereenzelvigd met de arrogantie van de macht. Dat heette op dramatisch-ruimtelijke wijze zichtbaar te zijn in wat men ervoer als de autoritaire verovering en herschepping van wateren en landstreken. Op cultureel vlak werden de grote waterbouwers geassocieerd met de natuurverslindende en vernielzuchtige kant van de moderne industriële beschaving: ‘Al dat gelul van jullie zogenaamde deskundigen vernietigt het leven in Nederland. Glas, ijzer en beton, dat is jullie cultuur!!’ aldus een anonieme brief aan de Rijkswaterstaat uit de jaren zeventig.¹⁹ Het lijkt alsof de waterbouwers en hun projecten - waarschijnlijk juist vanwege de tastbare destructie die soms met waterbouwkundige constructie gepaard ging - ineens symbool werden voor wat als een paternalistische, bemoeizuchtige en immer moderniserende beschaving werd ervaren. Daar wilde men om verschillende redenen vanaf en een van de koppen van Jut werd het georganiseerde waterstaatswezen.

Het eerste slachtoffer van de nieuwe gevoeligheid ten aanzien van milieu en de natte natuur was de Markerwaard, de laatste van de ooit geprojecteerde vijf polders in het voormalige Zuiderzeegebied. De op één na laatste polder, Zuidelijk Flevoland, werd in 1968 gedicht en zodanig uitgevoerd dat de dijken voor de Markerwaard in één moeite door konden worden aangesloten bij Lelystad Haven. Er was echter een probleem. Niemand wist eigenlijk waartoe het nieuwe land moest dienen. Gezien de overproductie in de landbouw, lag een agrarische bestemming voor de vruchtbare delen niet voor de hand. Bij de Rijkswaterstaat sprak men over het ontsluiten van Noord-Holland door verbetering van de verkeersinfrastructuur rond het IJsselmeer, over het bouwen van woonkernen om de overvolle Randstad te ontlasten en over

bosaanplant en uitgebreide recreatiegebieden in het hart van het land. De klassieke agrarische legitimatie had het veld geruimd voor een multifunctionele planologische rechtvaardiging. De Dienst Zuiderzeewerken was in 1971 al een aardig eind gevorderd met de dijk Enkhuizen-Lelystad (een stukje vooruitgang dat door vissers, de beroepsvaart en het snel toenemende aantal waterrecreanten op zichzelf al met lede ogen werd aangezien) toen er één functie te veel aan de Markerwaard werd toegekend. De commissie-Fonteyn vond de nieuwe Markerwaard namelijk een prachtlocatie voor een tweede nationale luchthaven. De Markerwaard - samen, uiteraard, met de twee Flevolanden - begon de contouren aan te nemen van een tovermiddel tegen de planologische dichtslibbing van de Randstad.

Het luchthavenvoorstel zorgde voor de definitieve vorming van een concrete maar veelvormige oppositie bestaande uit tegenstanders van een nieuwe luchthaven in hun 'achtertuin', watersporters die gewend waren aan een 'groot' IJsselmeer en een groeiende groep milieu-activisten - althans, tegenstanders van ongeremde groei en niet-aflatende modernisering van infrastructuur. Er werden vragen gesteld in het parlement en de bestemming van de Markerwaard werd ook in politieke kringen een veelbesproken onderwerp. Nog in datzelfde jaar werd de Stichting Markerwaard van de Kaart opgericht, in 1972 veranderd in Vereniging tot Behoud van het IJsselmeer. De nieuwe vereniging streefde een brede doelstelling na: 'Het behoud van het IJsselmeer en naaste omgeving in landschappelijk, waterhuishoudkundig, recreatief en milieu-hygiënisch opzicht, c.q. de wijziging of intrekking van de Wet tot afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee van 17 juni 1918 (de zogenaamde Zuiderzeewet).' Op korte termijn kwam dit neer op de eis tot onmiddellijke stopzetting van de inpoldering van de Markerwaard.

Na de presentatie van een doemscenario door de vereniging - waarin werd aangetoond dat voltooiing van de dijk Enkhuizen-Lelystad op termijn lijnrecht tot inpoldering en compartimentering van de Markerwaard zou moeten leiden - was de bal weer bij de Rijkswaterstaat. Niet alleen moest deze het doemscenario van de Vereniging tot Behoud van het IJsselmeer ontzenuwen, er

moest nu ook in allerijl een reeks bestemmingen voor de nieuwe polder worden aangegeven, die ten opzichte van een zoetwatervlakte een meerwaarde vertegenwoordigde. De Rijkswaterstaat kwam met zes alternatieven. In alle alternatieven was de dijk Enkhuizen-Lelystad voltooid - volgens de Rijkswaterstaat een basiselement voor elke denkbare waterhuishouding in het IJsselmeergebied.

Twee van de varianten stelden een nagenoeg open Markermeer voor; de overige varianten behelsden een Markerwaardpolder van diverse vormen en afmetingen. De voordelen van inpoldering waren volgens de Rijkswaterstaat: de mogelijkheid tot verbetering van de wegen-infrastructuur en de ontlasting van de Randstad door woon- en recreatiebestemmingen en mogelijk een tweede luchthaven.

De Vereniging tot Behoud van het IJsselmeer kwam vervolgens in 1974 met het plan 'Waterlely', dat vanuit een visie op een open Markermeer de planologische uitgangspunten van de Rijkswaterstaat aan de kaak stelde en alternatieven aandroeg. Ook van andere zijden werden plannen opgeworpen om van het IJsselmeer iets moois - of althans mooiers - te maken. De Rijkswaterstaat was zijn gezag over de vormgeving van de Nederlandse waterstaatsagenda in een onbegrijpelijk snel tempo aan het kwijtraken.

In 1974, het jaar van het plan 'Waterlely' en tijdens de regeerperiode van het eerste kabinet-Den Uyl, stelde de politieke partij D66 voor om een aantal van de meest ingrijpende infrastructurele werken als 'planologische kernbeslissingen' aan te merken en onder een aparte besluitvormingsprocedure onder te brengen. De Markerwaard werd als zodanig aangemerkt, met als gevolg dat een complexe reeks inspraakronden wettelijk verplicht werd gesteld.

Daarin werd de Rijkswaterstaat gedwongen om uit te leggen waartoe de Markerwaard bestemd zou worden en welk belang dat diende. Dat leek niet evident op te wegen tegen de waarde van het al bestaande water.

De werken werden na de voltooiing van de dijk Enkhuizen-Lelystad gestaakt, met als gevolg dat de Zuiderzeewerken nog altijd niet zijn voltooid. De compartimentering van het Markermeer heeft overigens in geen velden of wegen de voorspellingen van de doemdenkers van 1974 waargemaakt. Maar dat is ironisch genoeg misschien ook aan een verbetering van de toevoer te danken. De Rijn werd veel schoner en veel agrarische vervuiling werd aan de bron aangepakt. Het IJsselmeer heeft in de laatste jaren daarom ook veel minder te lijden gehad dan in 1974 kon worden bevroed. Het baanbrekende van dit geval is, zoals *Leefbaar Laagland* het stelt, dat het niet ging over de kosten en baten van landwinst, zoals bij eerdere inpolderingen, maar over de kosten van waterverlies.²⁰

Dat was toen nog uniek en markeert een duidelijke breuk met de klassieke waterbouwkundige waarden. Het ging hier echter wel om zoet water, dat zijn eigen intrinsieke gebruikswaarde had. Markant is ook de aard van de kosten (van waterverlies) die door de tegenstanders van inpoldering werd genoemd. Dat ging over verlies aan zelfreinigend vermogen, aan boezemcapaciteit voor de opvang van IJssel- en polderwater, aan recreatiemogelijkheden, aan lege en niet door de mens geordende en vervuilde ruimte. Het ging echter (nog) niet over het verlies aan unieke ecologische systemen of over het noodzakelijke behoud van bepaalde biologische soorten. Beide doelstellingen, het behoud van zoet of juist zout water en het behoud van ecosystemen ter wille van de natuur op zichzelf, werden pas bij de controverse over de afsluiting van de Oosterschelde voor het eerst bepalend voor het ontwerp

van de sluiting zelf. Daar lag de echte bakermat, het laboratorium en de leerschool van het integraal waterbeheer, althans op landelijk niveau.

De Oosterscheldedam

Met de Oosterschelde gebeurde, zoals wellicht bekend, iets heel merkwaardigs. De open pijlerdam die daar ontstond, was technisch en politiek gezien een waardig sluitstuk voor de Deltawerken, maar belangrijker op termijn was de nasleep onder de waterbouwers en -beleidsmakers. Bij het bouwen van de pijlerdam werden de Rijkswaterstaat en zijn aannemers voor het eerst tijdens de uitvoering van een groot project gedwongen om biologische en ecologische criteria gelijk te stellen aan veiligheidscriteria. Een goede dam was nu niet alleen een veilige dam met een kleine faalkans, maar ook een dam die een bepaald economisch-ecologisch systeem in stand kon houden.

Het Deltaplan voorzag in de potdichte afsluiting van een aantal zearmen (estuaria) in Zuidwest-Nederland. Al in de jaren zestig waren vragen gesteld - ook in de Tweede Kamer - over de wijsheid van de algehele afsluiting van de Oosterschelde. Uit een oogpunt van veiligheid was er namelijk een werkbaar alternatief dat én de mosselen én de unieke estuariene natuurwaarden zou kunnen sparen, namelijk dijkverhoging rond de Oosterschelde. De Rijkswaterstaat had echter ingezet op afsluiting als voorkeurs-aanpak, een houding die zeker ook ontsproot aan de diepere waterhuishoudkundige betekenis van de Deltawerken zoals die al voor de Tweede Wereldoorlog in de drie- en vijfelandenplannen werd vastgesteld. De grote zoetwaterbekkens die door de afsluitingen zouden ontstaan, moesten een belangrijke rol in de zoetwaterhuishouding en de strijd tegen de verzilting gaan spelen. De oppositie tegen een vaste dam in de Oosterschelde werd gevoerd door een strategische coalitie tussen voorstanders van een specifiek lokaal belang (de Zeeuwse mossel- en oestervisserij) en de landelijke (en zelfs mondiale) ecologische beweging.²¹ Deze coalitie was om twee redenen sterk. Ten eerste werden meer - en meer diverse - actoren bij de oppositie betrokken. Ten tweede werd het 'kortzichtige' en 'particuliere' lokale belang aan een

universele en ‘belangeloze’ strijd (voor behoud van natuur) gekoppeld. De oppositie won daardoor zowel aan kracht als aan legitimiteit. Hetzelfde patroon deed zich overigens ook bij de Markerwaard voor. In het geval van de Markerwaard waren de lokale (deel)belangen: het behoud van vaarwater en het weren van een tweede nationale luchthaven in de nieuwe polder.

Het toenemende milieubewustzijn zette in 1972 de afsluiting van de Oosterschelde op de politieke agenda. Vooralsnog zagen regering en parlement geen aanleiding om de Deltawerken te vertragen. De installatie van het eerste kabinet-Den Uyl bracht daar snel verandering in. De nieuwe linkse regering - die milieu hoog in het vaandel had - greep de Oosterscheldekwestie aan als een bewijs van haar voortvarendheid op dit terrein. De commissie-Klaasesz werd ingesteld om de afsluiting te heroverwegen. Opzienbarend was dat slechts twee van de acht leden civiel-ingenieur waren. De overige leden waren een milieudeskundige, een bioloog, een visserijdeskundige, een econoom en een planoloog. Het onderhandelen tussen deskundigen uit verschillende disciplines over functies van en belangen in watersystemen - ook een kenmerk van integraal waterbeheer - werd hier reeds beproefd.

De commissie-Klaasesz kwam in 1974 met een voorstel voor een doorlaatbare stormvloedkering. De Rijkswaterstaat zag er officieel geen heil in maar verzocht desondanks de doorgewinterde aannemerscombinatie DOS om de technische uitvoerbaarheid van een dergelijke stormvloedkering in studie te nemen. Deze stap was kennelijk voldoende voor de Tweede Kamer om in november 1974 met een krappe meerderheid een Wet tot Afsluiting van de Oosterschelde met een doorlaatbare stormvloedkering aan te nemen. Wel was er een aantal ontbindende voorwaarden ten aanzien van technische uitvoerbaarheid, kosten en opleveringstermijn.

In 1976 diende de Rijkswaterstaat de zogenaamde Witte Notitie in. Deze bevatte een vergelijking van de drie mogelijke opties (een open Oosterschelde, een stormvloedkering of een vaste dam) op basis van de twee inmiddels voornaamste criteria, veiligheid en milieu. Visserij, economie en kosten waren even tussen haakjes gezet. Om de effecten van de drie opties op het ecosysteem te peilen, schakelde de Rijkswaterstaat de beroemde Amerikaanse ‘think tank’ Rand Corporation in. Dit bedrijf, dat toen nog weinig van de ecologie maar juist veel van methodische benaderingen van systemen af wist, slaagde erin op basis van een systeemanalyse van de Oosterschelde-ecologie een ondergrens te bepalen voor de ‘natte doorsnede’ van een stormvloedkering. Onder deze grens zouden nadelige effecten voor het milieu optreden. Dit gaf voor het eerst houvast ten aanzien van de ecologische dimensionering van de stormvloedkering. Rand concludeerde dat een gesloten Oosterscheldedam uit ecologisch oogpunt geen optie was, maar dat er tussen een open Oosterschelde en een stormvloedkering met een opening van meer dan 6.500 m² ecologisch gezien geen onderscheid kon worden gemaakt.

Dit ervoeren de milieuvorstanders binnen en buiten de Rijkswaterstaat als een geruststelling en het stelde de politici in staat hun moeizaam tot stand gebrachte politieke compromis vlottend te houden. In juni 1976 werd vervolgens door het parlement definitief voor een regelbare stormvloedkering gekozen, ondanks een rapport waaruit bleek dat dijkverhoging sneller en goedkoper zou zijn.

De Rijkswaterstaat moest nu wel. Maar niet dát het moest, maar wát het moest worden zou baanbrekend zijn. De Rijkswaterstaat moest nu voor het eerst een groot en buitengewoon ingewikkeld kunstwerk gaan ontwerpen dat niet alleen een klassieke waterkerende functie moest vervullen, maar ook een expliciet gedefinieerde ecologische toestand moest bestendigen.

Dat vereiste kennis en een denkwijze die bij de oude garde waterbouwers vrijwel geheel ontbrak. Aangaande het bouwen van een veilige stormvloedkering ging de Rijkswaterstaat en de grote aannemers kennelijk geen zee te hoog. Het bouwen van een ecologisch verantwoorde stormvloedkering was echter beslist andere koek. Allereerst moest worden vastgesteld wat voor leefmilieu de Oosterschelde eigenlijk was en welke ecologische effecten verschillende afsluitingsregimes teweeg zouden brengen. De civiel-ingenieurs waren inmiddels wel bekwaam in het voorspellen van stromingen, waterverversing en getijverschillen bij bepaalde doorlaatopeningen; de ecologie echter was binnen het vakgebied een onbekende grootheid.

Om dit toch in kaart te krijgen, werd door de Deltadienst een beroep gedaan op de eigen Milieudienst. Deze dienst was destijds in het leven geroepen om de effecten van de afsluiting op het milieu te bestuderen (en te laten bestuderen) en om raad te geven bij het beheer van het gebied na afsluiting. Het was een klein bastion van biologen en ecologen binnen een verder door civiel-ingenieurs beheerste organisatie. Het was nimmer de bedoeling geweest dat de Milieudienst ook daadwerkelijk bij het ontwerpen betrokken zou raken, maar dankzij de politiek en de milieubeweging was dat nu wel het geval.

Vanuit de ecologische eisen ten aanzien van de stormvloedkering lagen er vier soorten vragen op tafel: Hoe groot moest de totale doorstroomopening zijn? Welk regime van openen en sluiten van de schuiven moest worden aangehouden? Met welke ecologische overwegingen moest tijdens de bouw rekening worden gehouden? Hoe moest het gebied na de totstandkoming van de stormvloedkering worden beheerd? Om deze vragen te beantwoorden, moest de Milieudienst verschillende modellen en simulaties van het ecosysteem van de Oosterschelde maken. De grote onafhankelijke variabele in al die modellen was het resterende tijverschil en dat kon weer via bestaande hydrologische modellen worden afgeleid van de grootte van de gekozen doorstroomopening. Daarna echter



De Oosterscheldekering, symbool van een nieuw tijdperk in de waterstaatszorg: de overwinning op de waterwolf en een nieuwe benadering van waterstaatkundige problemen. De kering gaat alleen dicht als er zeer hoog water dreigt. Dat is slechts één of twee keer per jaar het geval. Deze opname van de gesloten kering dateert van 1990.

kwamen de biologische en ecologische puzzels. De Mileudienst ontplooidde een volwaardige ecosysteembenadering in het BALANS-project (1980-87); hiermee moest met name de beheersstrategie voor de Oosterschelde worden onderbouwd. De bioloog en het toenmalige hoofd van de Milieudienst, H.L.F. Saeijs, promoveerde in die periode (1982) op de dissertatie *Changing Estuaries; A Review and New Strategy for Management and Design in Coastal Engineering*. Zijn uitgangspunt was dat het sturen en monitoren van ecologische verandering een geïntegreerde systeembenadering vereist.

Naar een integraal waterbeheer

Diezelfde Saeijs was hoofdauteur van een notitie van de Rijkswaterstaat uit 1985 getiteld *Omgaan met Water*.²² Daarin werd de integrale benadering van het waterbeheer voor het eerst systematisch uitgewerkt als een technische en bestuurlijke oplossing voor de complexe multifunctionaliteit van watersystemen zoals die in situaties als de ‘verdeling’ van het IJsselmeerwater, de bestemming van de afgesloten Lauwerszee, de inpoldering van de Markerwaard en de afdamming van de Oosterschelde naar voren kwam. De aanpak lag in het verlengde van een analyse en een formalisering van de oplossende benadering die bij het ecologische ontwerp van de Oosterscheldekering is toegepast. Terwijl de Oosterschelde dus als het eigenlijke laboratorium voor de ontwikkeling van integraal waterbeheer aangemerkt kan worden, zijn flankerende processen (bijvoorbeeld de Markerwaard, het Lauwersmeergebied, het lokale beheer door de waterschappen) en ervaringen uit het verleden zeker ook van groot belang geweest.

In de gevallen van de Twentekanal en het IJsselmeer ging het om een strijd om verschillende en conflicterende functies van water. Daar was natuurlijk al eerder

ervaring mee opgedaan, maar in deze beide situaties werden aan de verschillende functies kwantitatief meetbare voorwaarden verbonden (stroomsnelheid en zoutgehalte). Kwantificeerbaarheid (en standaardisatie) van functie-gebonden parameters werd ook een van de hoekstenen van het integraal waterbeheer. Het geval van de Lauwerszee gaat in hoofdzaak over de strijd om de verschillende mogelijke functies die door belanghebbenden aan de droogvallende (of in te polderen) gronden werden toegekend. Het is ogenschijnlijk een planologisch verhaal, maar vanwege de waterrijkdom van het gebied en de innige interacties tussen de verschillende mogelijke bestemmingen (juist via het water) is het eigenlijk ook een waterhuishoudkundig verhaal. Dat werd echter tot aan de jaren tachtig niet duidelijk onderkend, behalve voor wat betreft de functie van afwatering. Nu, onder het regime van integraal waterbeheer, kan

een veel scherpere definitie van de hydrologische voorwaarden voor een natuurgebied worden gegeven. Ook kunnen - in ieder geval in theorie - grenzen worden gesteld aan gebruiksfuncties van het watersysteem Lauwersmeer die de ontplooiing van de geoormerkte natuurgebieden dreigen te dwarsbomen. Problemen met de integratie van waterkwantiteit en -kwaliteit op het lokale niveau komen in het verhaal over het Waterschap Regge en Dinkel aan de orde. Daar zien we dat vasthouden aan de smalle criteria van het oude, agrarisch georiënteerde waterbeheer - ondanks de installatie van rioolwaterzuiveringsinstallaties - tot steeds verdergaande verslechtering van waterkwaliteit leidde en uiteindelijk tot een politieke crisis. Het waterschap startte zelf met (verbrokkelde) verbeteringsmaatregelen, die later als basis-tactieken van het integrale beekbeheer erkenning zouden krijgen. Wat vooralsnog ontbrak, was een systematische aanpak, de afstemming op de regionale en landelijke waterhuishouding en een landelijk leerproces op basis van gericht onderzoek en evaluatie van een veelheid aan lokale ervaringen.

De laatste twee besproken gevallen hebben een uitgesproken dramatisch verloop en kunnen worden gezien als de politieke aanleiding tot het integrale waterbeheer. De Markerwaard leek alweer over planologie te gaan, met name de bestemming van een nieuwe polder, maar in feite ging de discussie over de aard en toekomst van het watersysteem IJsselmeer en over afstemmingen tussen de verschillende denkbare functies van het water. Markant - en een schok voor de Rijkswaterstaat - was de nieuwe expertise onder de actiegroepen. Zij dongen nu mee in de gunst van het volk en de politiek - niet alleen als de 'verbeelding aan de macht' maar ook als contra-deskundigen op waterhuishoudkundig, planologisch en milieukundig gebied. Er was voor het eerst een gezaghebbende 'second opinion' over allerlei waterstaatszaken. De Rijkswaterstaat en de aannemers moesten ook in het Oosterscheldeconflict met de billen bloot. Een verschil was dat het hier op een leerzame koerswijziging en niet op een algehele stopzetting uitdraaide. Een deel van die koerswijziging was de integratie van ecologische criteria in de bestaande, op veiligheid georiënteerde aanpak. De bouw en het beheer van de pijlerdam in de Oosterschelde was belangrijk voor de ontwikkeling van met name de technisch-ecologische aspecten van het integraal waterbeheer. Afgezien van de optredende leerprocessen waren de Markerwaard en de Oosterschelde echter bestuurlijke trauma's en in die zin een belangrijke aansporing voor een aanpak die politiek en bestuurlijk gezien robuuster was dan de bestaande project-gewijze aanpak. Ook dat was een achtergrond van het integrale waterbeheer.

Saeijs' *Omgang met Water* moet niet alleen worden gezien als een reflectie op dit soort episoden, maar ook als een bijdrage aan een evoluerend beleid inzake de waterhuishouding zoals dat in verschillende parlementaire en extra-parlementaire nota's en notities is vastgelegd. De ruggengraat van deze stroom nota's is zonder twijfel de door het parlement uitgevaardigde serie *Nota's Waterhuishouding*, waarvan de derde in 1989 verscheen en de vierde bij het schrijven van dit boek gereed is doch nog niet in de Kamer behandeld. Als algemene beleidsstukken oefenen ze een zekere dwang uit op de actoren in het veld en hebben ze als zodanig ook daadwerkelijke ombuigingen in de doelstellingen en techniek van de waterhuishouding tot gevolg gehad. De nog steeds versnipperde wettelijke instrumenten bestaan in hoofdzaak uit de Wet op de Verontreiniging Oppervlaktewateren uit 1970, de Grondwaterwet van 1981, de Wet Bodembescherming en laatstelijk de Wet op de Waterhuishouding uit

1990. De beleidsnota's werden voorbereid en gedetailleerd via een groot aantal interne en publieke nota's en notities van de Rijkswaterstaat en de provincies (bijvoorbeeld de nota van Saeijs uit 1985).

In 1968 verscheen de *Eerste Nota Waterhuishouding*. Daarin werd de hoeveelheid beschikbaar zoet water nog als centraal probleem gesteld. Dat zoete water was nodig voor de landbouw, voor de drinkwatervoorziening en voor de strijd tegen verzilting. Dit 'technisch regime van zoetwatervoorraad' beheerste de aanleg van de toen nog lopende grote infrastructurele werken die de verdeling van zoet water in Nederland moesten regelen: de kanalisatie van Nederrijn en Lek en de Deltawerken. Er werd in de nota ook gesproken over de kwaliteit van water, maar alleen uit een oogpunt van anorganische verontreiniging en dan voornamelijk zout.

De kwaliteit van het water stond weer voorop in de Wet op de Verontreiniging Oppervlaktewateren, die in 1970 in werking trad.

Hier ging het ook om de organische verbindingen en de wettelijke verplichting tot zuivering van afvalwater hetzij aan de bron, hetzij door grote rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). Dit op zichzelf zeer nuttige beleid werd toen nog niet systematisch in de aanpak van de waterhuishouding geïntegreerd. De waterschappen, echter, die naast hun oude taak van kwantiteitsbeheer nu ook nog een zuiveringstaak kregen opgelegd, zoals hierboven gemeld, hadden op lokaal niveau al met wisselwerkingen en complexiteiten te maken die een veel meer geïntegreerde aanpak van het onder hun hoede ressorterende water noodzakelijk maakten.

De *Tweede Nota Waterhuishouding* verscheen in 1984, één jaar voor Saeijs' notitie *Omgaan met Water*. Het was een strategische reactie op de milieustrijd uit de jaren zeventig, in die zin dat het een deel van de doelstellingen van de toenmalige protestgroepen in het reguliere waterbeheer trachtte in te kapselen. Het was echter ook een reactie op de hete en vooral droge zomer van 1976, toen niet alleen de beschikbare hoeveelheid maar ook de kwaliteit (van met name drink- en zwemwater) in een schrikbarend tempo achteruitholde. Het bestaande (en gloednieuwe) waterhuishoudkundige hoofdsysteem was kennelijk nog niet tegen extreme omstandigheden opgewassen. De zojuist ook bij de



Het meten van de kwaliteit en kwantiteit van water in de waterlopen was traditioneel een belangrijk kennisdomein van de Rijkswaterstaat. De veelal kleine waterschappen waren daartoe niet uitgerust en moesten ter voorbereiding van grotere ingrepen bij de Rijkswaterstaat te rade gaan. Hier zijn twee medewerkers van de rijksdienst in 1951 bezig met metingen in de Sallandse Weteringen, oude waterlopen in het stroomgebied van de IJssel.

Oosterschelde betrokken Rand Corporation kreeg samen met het Waterloopkundig Laboratorium de opdracht om in samenwerking met de Rijkswaterstaat een beleidsanalyse te maken van de waterhuishouding in Nederland. Deze zogenaamde PAWN-studie (Policy Analysis for the Water Management of the Netherlands) nam zes jaar in beslag en legde een gedegen basis onder een nieuwe systematische en multidimensionale aanpak van de waterhuishouding. De PAWN-studie inventariseerde de watergebonden belangen van de samenleving als geheel en van de verschillende gebruikers in het bijzonder. ‘Doel van het project was de samenhang en de verhouding tussen de verschillende belangen duidelijk te maken, knelpunten te signaleren en beleidsaanbevelingen te doen.’²³ De lange studie, die een ophanden zijnde bestuurlijke omwenteling in het waterbeheer van een beleidsmatig fundament voorzag, lag aan de basis van de *Tweede Nota Waterhuishouding*. Tot uitdrukking kwam daarin ‘een eerste aanzet voor een integrale systeembenadering, waarbij grond- en oppervlaktewater, waterkwantiteit en waterkwaliteit in hun onderlinge samenhang worden beschouwd’.²⁴ Saeijs' verwerking van de Oosterschelde-aanpak in de nota *Omgaan met Water* ging echter nog een belangrijke stap verder en betrok ook de biologie, met name de watergebonden ecosystemen, bij het idee van ‘watersysteem’. Slechts vier jaar later verscheen de *Derde Nota Waterhuishouding*, waarin deze stap werd geformaliseerd in een geïntegreerd beheersmodel.

Wat is nu de essentie van integraal waterbeheer als nieuw leidend principe? Hoewel de *Derde Nota Waterhuishouding* het begrip tot in detail trachtte te definiëren en daar ook praktische regels en procedures aan verbond, bleef en blijft de aanpak tegelijk iets ongewis hebben. Ten eerste moest het behalve formeel gedefinieerd ook in een vaak troebele praktijk worden verwezenlijkt. Daarbij traden allerlei onvoorziene

verschuivingen en amenderingen op. De *Derde Nota* had de daarvoor benodigde wijsheid echter reeds voor een deel in pacht, want in een voorbereidende nota uit 1987 was al gesteld dat integraal waterbeheer niet in één klap kon worden ingevoerd, maar dat verschillende praktische leerprocessen de aanpak tot klaarheid en volwassenheid moesten brengen. De evaluatie van speciaal daartoe toegewezen projecten (bijvoorbeeld de voortgaande inrichting van het Lauwersmeergebied in samenhang met het waterbeheer



Van een samenhangend net van afvalwaterzuiveringsinstallaties was in de jaren vijftig nog geen sprake. Ondanks de totstandkoming van het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater (RIZA) in 1920, waren slechts enkele bedrijven en industriegemeenten tot de aanleg van zuiveringsinstallaties overgegaan. Na 1950 kregen de waterschappen een taak op dit terrein. De eerste zuiveringsinstallaties kwamen vooral op het platteland, zoals deze van het Waterschap de Dommel te Sint-Michielsgestel omstreeks 1960.

aldaar) werd nu even belangrijk als de oorspronkelijke projectdoelen zelf.²⁵

Ten tweede was en is integraal waterbeheer niet alleen een praktische aanpak-in-de-maak maar ook een stuk beleidsretoriek, een bestuurlijke vlag die vele ladingen kon dekken en waaraan verschillende deelnemers en belanghebbenden verschillende betekenissen toekenden. De aanbiedingsbrief bij het boekwerk *Integraal Waterbeheer: vallen en opstaan* van het Waterschap Regge en Dinkel, verradt deze veelvormige retorische lading:

‘Integraal waterbeheer: dé toverwoorden in de moderne wereld van het water. Geen zichzelf respecterende waterbeheerder kan het zich veroorloven ze te negeren. Maar wat mag integraal heten? We stellen nu veel hogere eisen dan tien jaar geleden. Integraal waterbeheer heeft zich ontwikkeld. Met vallen en opstaan.’²⁶

Eenzijds kon de vlag worden opgevat als een modernistische aansporing om in steeds omvattender systemen te gaan denken en om bij elke ingreep in en om het water de koppelingen tussen allerlei subsystemen te analyseren en door te rekenen. In deze opvatting kon integraal waterbeheer worden uitgelegd als een vervolmaking van het traditionele mandaat van de waterbouwkundige systeembouwers. Anderzijds kon de vlag worden gezien als een anti- of postmodernistische aansporing om vooral de zorg voor milieu en natuur toe te voegen aan het beheer van watersystemen die voor de rest al af waren, maar die, juist vanwege hun modernistisch stramien, milieu en natuur systematisch in de hoek drukten. In deze laatste betekenis was integraal waterbeheer een hart onder de riem van milieu-activisten en ecologen die ook een professioneel belang hadden in een herschikking van de watergebonden belangen. Een dergelijke kritische houding ten opzichte van het waterbouwkundige modernisme uit het recente verleden bleek ook uit de samenvatting van de nota:

‘Bij de waterregulering en ingrepen in de infrastructuur hebben steeds de belangen van veiligheid, landbouw, bebouwing en scheepvaart voorop gestaan. Deze inmiddels vrijwel voltooide waterhuishoudkundige conditionering van het land heeft ook haar ongewenste neveneffecten. Natuurgebieden zijn verdroogd; stuwen, sluizen en abrupte zoet-zoutovergangen zijn onneembare barrières voor trekkende vissen; door harde oeverconstructies en afdammingen zijn vele leefmilieus verdwenen die behoren bij de overgang van water naar land en van zoet naar zout water.’²⁷

De nota onderscheidt twee belangrijke pijlers van het integraal waterbeheer. De eerste is de watersysteem-benadering en de tweede is de bestuurlijke integratie van heterogene belangen, verantwoordelijkheden en organisaties op verschillende bestuursniveaus. ‘Integraal’ duidt dus enerzijds op een bepaalde aanpak van het object ‘watersysteem’ en anderzijds op een samenhangende bestuurlijke aanpak van het beheer van ‘watersystemen’ die uiteenlopende en soms tegenstrijdige functies vervullen.

Dit denkbeeld wordt wel eens zeer schematisch in een zogenaamde ‘watersysteemkubus’ uitgebeeld. De kubus stelt een matrixstructuur voor van drie dimensies die elk in drie categorieën zijn opgedeeld. Twee dimensies betreffen het fysieke watersysteem zelf. Langs de eerste dimensie worden drie verschillende elementen (water, bodem, oevers) van het water-

systeem onderscheiden en langs de tweede dimensie drie verschillende aspecten (fysisch, chemisch, biologisch). De derde dimensie - die niet altijd wordt afgebeeld - geeft de drie bestuurslagen weer (Rijk, provincie, waterschap) die het waterbeheer bedenken en uitvoeren. De fijnproever kan in dit stelsel 27 verschillende categorieën onderscheiden, elk bestaande uit één element, één aspect en één beheerslaag. Het idee is ten eerste dat er geen systematische gaten in het waterbeheer moeten vallen en ten tweede dat de samenhangen tussen de verschillende elementen en aspecten in concrete beheersplannen moeten worden verdisconteerd.

Om dit te verwezenlijken en vooral om een funeste eigen richting binnen het lokale waterbeheer tegen te gaan, werd in de *Derde Nota* (en in haar vervolgdetailleringen) veel aandacht besteed aan het opstellen van kwaliteitsnormen voor de verschillende elementen en aspecten van watersystemen. De basis bestond uit enkele beheersfuncties die aan watersystemen konden worden toegekend (bijvoorbeeld: vaarwater, zwemwater, viswater, drinkwater, natuurwater). Per functie werden kwaliteitsnormen opgesteld voor de verschillende combinaties van elementen of aspecten. Daar werden vervolgens weer zogenaamde ‘streefbeelden’ van afgeleid, die per specifiek watersysteem de wenselijke toestand op grond van een aantal meetbare parameters vaststelden.

Nu waren tot aan de strubbelingen met de Oosterschelde de meest verwaarloosde elementen van watersystemen doorgaans de oevers en de bodem en het meest verwaarloosde aspect het biologische - met andere woorden: oevers en bodems als leefsysteem. Om verschillende beheersopties terzake te kunnen evalueren, moest allereerst een kwantitatieve en liefst aanschouwelijke systematiek voor de beoordeling van aquatische leefsysteem worden ontworpen. Biologische kwaliteit was mede afhankelijk van de fysische en chemische kwaliteit, en daarmee kon een maat voor soortenrijkdom en -verdeling ook worden gezien als indicatief voor de andere twee kwaliteitsdimensies. Dit werd gevisualiseerd in de zogenaamde AMOEBE-aanpak (Algemene Methode voor OEcologische BESchrijving). Met de Amoebes kon men op een overzichtelijke grafische wijze de absolute populaties van een aantal kritieke biologische soorten binnen een bepaald watersysteem en op een bepaald tijdstip vergelijken met hun aantallen in een referentiejaar. De referentiejaar werden gekozen op basis van een compromis tussen voldoende betrouwbare gegevens en de relatieve ongereptheid van het aquatische leefsysteem. Voor de rivier-Amoebes werd dat het jaar 1900 en voor de zee-Amoebes het jaar 1930. In totaal werden zestig biologische soorten in een ecologische doorsnede van het betreffende ecosysteem opgenomen, inclusief algen, planten, insecten, vissen, zoogdieren en vogels. De aantallen voor de referentiejaar werden vervolgens uitgezet op een cirkel van een bepaalde straal; het aantal van een bepaalde soort voor het tijdstip van onderzoek in proportionele afstanden langs de straal waarop de soort in de referentiecirkel voorkwam. Door vervolgens de eindpunten van deze afstanden met elkaar te verbinden, ontstond de omtrek van de Amoebe. (Zie de illustratie op pagina 196 voor de algemene zee-Amoebe uit 1988.) De Amoebes verschenen in allerlei notities en zijn belangrijke beleidsinstrumenten binnen het integraal waterbeheer geworden omdat zij snel inzichtelijk zijn, een dramatische boodschap van natuurvernietiging overbrengen en omdat ze expliciet de waterhuishouding koppelen aan de integriteit van voor-menselijke biologische systemen (en niet aan de meer traditionele chemische of fysische systemen). De Amoebes lenen zich bovendien niet alleen voor diagnose,

maar ook voor het snel kwantificeren en visualiseren van beleidsdoelstellingen - met als immer aanwezig ideaal de referentiesituatie toen de invloed van de mens op natuurlijke ecosystemen nog gering werd geacht.

De tweede pijler van het integraal waterbeheer behelst verbetering in het proces van besluitvorming over watersystemen en hun beheer. Men was allesbehalve tevreden over de gang van zaken bij projecten als de Markerwaard en de Oosterschelde (om van diverse confrontaties over andere typen infrastructuur als nieuwe snelwegen maar te zwijgen). Ook op waterschapsniveau was men inmiddels beducht voor (voornamelijk agrarische) oppositie tegen maatregelen om de waterkwaliteit te beschermen. De confrontaties van de jaren zeventig en tachtig hadden de waterbouwers en -beheerders alleen gezagsverlies en de dreiging van een beperking van hun autonomie opgeleverd. De waterbeheerders erkenden nu dat watersystemen niet alleen vele gedaanten en aspecten konden hebben, dat ze onderling functioneel en hiërarchisch waren verbonden en dat de verschillende bestuurslagen naar een gecoördineerd beheer moesten streven, maar ook dat een veelheid aan gebruiksfuncties en een veelheid aan gebruikers in dat proces geïntegreerd moesten worden.

De zogenaamde externe functionele samenhangen van watersystemen moesten in het waterbeheer worden geïntegreerd door afstemming met andere beleidsterreinen en actoren. De *Derde Nota* was echter geenszins een pleidooi voor een populistische waterstaatsdemocratie. Het vormgeven van het integrale waterbeheer zou beslist door de reguliere waterbeheerders, weliswaar na inspraak van verschillende belangengroepen, moeten plaatsvinden. Systematische procedures die in het kader van integraal waterbeheer waren ontwikkeld, zouden borg moeten staan voor een vreedzaam en evenwichtig verloop van de planning en implementatie. Het overwicht van overheidsinstanties werd in de nota benadrukt:

‘Essentieel voor de benadering zijn de wisselwerking en onderlinge afstemming van het waterhuishoudkundig beleid en beheer en het beleid van de andere betrokken beleidsterreinen; dit vindt plaats door middel van harmonisatie van beleid en beheer van de betrokken overheden.’²⁸



Doelmatig integraal waterbeheer vereist samenwerking van vele betrokkenen, maar bovenal overeenstemming over de huidige en de wenselijke toestand. De zogeheten Amoebe-benadering voorziet daarin door de omvang van bestaande populaties van geselecteerde biologische soorten op een visueel toegankelijke manier uit te zetten tegen de omvang van dezelfde populaties in een referentiejaar. In deze zoutwater-Amoebe worden naast ideaal en werkelijkheid ook de op termijn haalbare streefcijfers voor verschillende soorten in het plaatje verwerkt.

Hier werd echter tevens een probleem gesignaleerd. De verschillende beheersvormen en de in elkaar verlopende bevoegdheden in het gelaagde Nederlandse waterbeheer zouden de uitvoering van een samenhangend integraal waterbeheer ook kunnen frustreren. De *Derde Nota* constateert:

‘Concurrerende beheersvisies tussen waterbeheerders onderling vergroten de kans op meningsverschillen met betrekking tot onder andere de verdeling van financiële middelen, de keuze van integrale oplossingen en de interpretatie van onderzoek. Als gevolg daarvan is het waterbeheer niet zelden een verdeelde sector, verloopt de gezamenlijke besluitvorming traag en worden integrale maatregelen niet genomen of moeten deze worden uitgesteld.’²⁹

Een doelstelling van de *Derde Nota* was daarom ook de integratie van het provinciale en lokale waterbeheer met het integrale waterbeheer op rijksniveau. Om dit voor elkaar te krijgen, werd door middel van de Wet op de Waterhuishouding de Provinciale Staten opgedragen binnen een bepaalde termijn één of meer hoofdfuncties toe te kennen aan alle wateren binnen hun gebied.

Uiteraard moesten daarvoor de verschillende waterschappen worden geraadpleegd. Ook bij de detaillering van functietoekenning en de uitwerking van verschillende projecten in het kader van een integraal waterbeheer speelden de waterschappen een belangrijke rol. Het integrale waterbeheer betrof dus niet alleen een visie op watersystemen, maar ook op het politiek-bestuurlijke proces waardoor die watersystemen werden beheerd en zo nodig aangepast. Het streven was om ook de tot dan toe uiteenliggende elementen van het waterstaatsbestel zoveel mogelijk tot een zelfregulerend en duurzaam beleidssysteem te maken.³⁰ Het leidt geen twijfel dat de omslag naar een integraal waterbeheer als een algemene regime-verschuiving in de Nederlandse waterbouwkunde kan worden gezien. Het gaat hier niet slechts

om nieuwe ontwerpen en oplossingen op een deelterrein, maar om de toevoeging van geheel nieuwe doelstellingen en werkwijzen. In feite is er een nieuwe code toegevoegd aan het cluster van technische regimes die tezamen het scheppend vermogen in de natte waterstaat vertegenwoordigen. Al die regimes - stuw- en sluisbouw, kustverkorting, zoetwaterhuishouding, kanalisatie, afwatering en dijkenbouw - staan nu onder druk om structureel te veranderen.³¹ Vooral de zorg voor ecosystemen als integraal onderdeel van de waterhuishouding getuigt hiervan. Deze regimeverschuiving betekent dat vanaf het begin van de jaren negentig andere waarden en doelstellingen het waterstaatsbeleid en het ontwerp van waterstaatswerken zijn gaan sturen. Ook zijn er nieuwe (meet)methoden en is nieuwe disciplinaire kennis ontwikkeld om integraal waterbeheer in de praktijk te brengen.

Gezien de breedte en diepte van de omwenteling is het tot slot interessant om te speculeren over haar mogelijke oorzaken en effecten. Een leidraad daarbij is de verbondenheid van de omwenteling met een legitimatie-crisis van het klassieke waterbeheer. Het ehech van zowel de Markerwaard als de oorspronkelijke Oosterscheldeplannen kwam bij de verantwoordelijke waterbouwkundigen als een donderslag bij heldere hemel. In de jaren zestig waren zij nog vol vertrouwen in de ingesleten koers. Het langgekoesterde hoofdwaterhuishoudkundige systeem begon vorm te krijgen en in de *Eerste Nota Waterhuishouding* werd zelfs nog een reeks aanvullende maatregelen voorgesteld. Men was begaan met het milieu, maar had wel de zaken 'in perspectief'. Toen kwamen de Markerwaard en de Oosterschelde (en Amelisweerd en de Leidse Baan) en plotseling waren de waterbouwers het initiatief kwijt. In plaats van het naar eigen inzicht kunnen uitdragen van weloverwogen en doordachte plannen, werden zij de speelbal van in der haast opgerichte actiegroepen en van linkse bewindvoerders. Vooral de Rijkswaterstaat met zijn ingrijpende grootschalige projecten kreeg nu de wind van voren en het leek even of de ganse waterbouwkunde onder curatele van radicale milieu-ideologen zou komen te staan.

In het licht van deze geschiedenis is de uitvinding van het integrale waterbeheer ook te beschouwen als een strategische hergroepering van de waterbouwers - lees Delftse civiel-ingenieurs - omwille van het behoud van gezag binnen hun traditionele

arbeidsveld. Dat had een prijs. Voortaan zouden zij de macht met voormalige waterbouwkundige ‘leken’ als scheikundigen, biologen en ecologen moeten gaan delen. Alles wijst erop dat deze onderscheiden disciplines inderdaad hun kans schoon zagen toen de Oosterscheldedam een ecologisch aanvaardbare stormvloedkering moest worden. Toch stelde bijvoorbeeld de Milieudienst van de Deltadienst onder de bioloog Saeijs zich uiterst loyaal op en vatte zijn nieuwe taak op als een ecologische en waterbouwkundige uitdaging en niet als een overwinning op de oude orde.³² De nieuwe disciplines binnen de Rijkswaterstaat bleken bereid naar buiten toe de rijen gesloten te houden en het centralistische gezag van de Rijkswaterstaat over het waterstaatsveld te steunen. In ruil daarvoor kregen zij een gevestigde plaats binnen een hervormde waterbouwkundige wereld. De adoptie van het integrale waterbeheer kan dus ook worden gezien als een reactie op dreigende uitverkoop van de waterstaatszorg aan civieltechnische amateurs als milieugroepen en linkse politici. Alleen door middel van her-professionalisering op een veel bredere leest, door een samenwerking met professionele biologen en ecologen, konden de klassieke waterbouwers de populaire oppositie de wind uit de zeilen nemen. De bestuurlijke betekenis van integraal waterbeheer is dus ook het wederom afsluiten van het waterstaatsdomein voor nieuwe populistische initiatieven in naam van milieu of natuur. De gezaghebbende spreekbuizen van milieu en natuur binnen het integrale waterbeheer zijn ook volledig geprofessionaliseerde organisaties als de Stichting Milieudefensie en de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten. Alles loopt nu (weer als vanouds) op de bestuurlijke rollen van het integrale beheerssysteem, waarin alle belangen op een ordentelijke en vooral door deskundigen georganiseerde wijze volgens vooraf opgestelde en geaccordeerde criteria tot uitdrukking kunnen komen.

Milieugroepen hebben niet langer op ecologisch gebied de wijsheid in pacht; dat hebben nu ook de institutionele pijlers van het integrale waterbeheer als RIZA (zelfs herdoopt in Rijksinstituut voor *Integraal* Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling) of TAUW (Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen) of de nieuwe grote geprofessionaliseerde water- en zuiveringsschappen. Er lijkt in de afgelopen 25 jaar niets minder dan een nieuw nijver verbond te zijn ontstaan, nog steeds verboden voor onbevoegden, maar waarin de natuur (en de ecologen) een gewijde en naar het lijkt voorlopig onwrikbare plaats heeft gekregen.

C. Disco en M.L. ten Horn-van Nispen

Eindnoten:

- 1 M. Verbeek, *Integraal Waterbeheer tussen Ongestoorde Sturing en Ongestuurde Storing*. Dissertatie Universiteit Twente (Enschede 1997).
- 2 D.F. Wouda. *Over de afwatering van Friesland en haar geschiedenis* (Sneek 1951). Hierin geeft Wouda een overzicht van de problematiek, met de nadruk op de 19e en 20e eeuw.

- 3 50 jaar onderzoek door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. *Flevobericht* 163, (1980) 53-56. *Driemaandelijke Berichten Deltawerken*, afl. 1 (aug. 57), 47.
- 4 G. Winkler, 'Groningen en het Lauwerszeeproject', in: *Land en Water*, (nov. 1959), 196-197. G.L. Walther, 'Friesland en de afsluiting van de Lauwerszee', in: *Land en Water*, (nov. 1959) 189.
- 5 C. van der Burgt, *De Afsluiting van de Lauwerszee* (Meppel 1969) 100.
- 6 Het recreatieplan van de Rijkswaterstaat ging nog uit van de aanleg van polderkaden rond de drooggevalle gronden. Dit plan wekte overigens belangstelling in Duitsland als een typisch voorbeeld van vooruitziende staatsplanning in Nederland. Zie een publicatie van ir. J.J. Pilon, de opsteller van de Rijkswaterstaatsnota uit 1959. Jan J. Pilon, 'Erholungsplan für die Lauwerszee', in: *Hilfe durch Grün* (1962).
- 7 *Tweede nota ruimtelijke ordening in Nederland*, 3e druk (1967) 63-64, 65.
- 8 *Fries-Groningse streekplannen voor het Lauwerszeegebied*, (juni 1968), 1-5.
- 9 Tj. Reitsma, *Facetplan voor de bestemming natuur voor de voormalige Lauwerszee*, *Flevobericht* 131, 5.
- 10 N.J. Beemster, H.J. Drost en M.R. van Eerden, *Evaluatie van het beheer in het Lauwersmeer in de periode 1982-1987*, *Flevobericht* 303 (Lelystad 1989) 7.
- 11 Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA. *Integraal Waterbeheer: Stand van Zaken dec. 1986*, Nota nr. 87.024 (Lelystad 1987).
- 12 RWS, *Integraal Waterbeheer* (1987) 28.
- 13 RWS, *Integraal Waterbeheer* (1987) 28.
- 14 RWS, *Integraal Waterbeheer* (1987) 29.
- 15 Interview Esse Dijks met Gerard Nijmeier (boer en oeverbewoner van de Dinkel), juni 1998.
- 16 M. Zonderwijk, *Integraal Waterbeheer: Vallen en Opstaan*. (Almelo, Waterschap Regge en Dinkel 1995) 5-6.
- 17 Zonderwijk (1995).
- 18 A. Bosch en W. van der Ham, *Twee Eeuwen Rijkswaterstaat*. (Zaltbommel 1998), hoofdstuk 8.
- 19 Geciteerd in Bosch en Van der Ham, 266.
- 20 G.P. van de Ven, (red.) *Leefbaar Laagland. Geschiedenis van de Waterbeheersing en Landaanwinning in Nederland*. (z. pl. 1993).
- 21 Deze paragraaf stoelt op hoofdstuk 6 uit de dissertatie van Ibo van de Poel, *Changing Technologies*, Deel 1 Mumford Reeks (Enschede 1998). De oppositievereniging 'Samenwerking Oosterschelde' (SOS), die begin jaren zeventig werd opgericht, rekende een bonte verzameling van specifieke belangengroepen op het gebied van visserij en recreatie tot haar leden, samen met algemene milieuorganisaties. Aangesloten bij de SOS waren Actiegroep Oosterschelde Open, Algemeen Hengelaarsverbond, Koninklijk Nederlandse Watersportverbond, Natuurbehoud is Zelfbehoud, Nederlandse Onderwatersportbond, Milieufederatie Brabant, Zeeuws Coördinatieorgaan voor Natuur-, Landschaps- en Milieubescherming, Studiegroep Oosterschelde, Vereniging Milieudefensie, Vereniging Milieu en Leefbaarheid West-Brabant, Vereniging Milieuhygiëne Zeeland, Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, Vereniging van de Mosselhandel, Vereniging van Oesterkwekers en -exporteurs en de Vereniging Zeeuwse Visserijbelangen. Elk van deze groepen had een eigen insteek en een eigen definitie van de wenselijke functies van de Oosterschelde - die natuurlijk wel overlapt op het punt dat de Oosterschelde een zoutwatergetijdengebied moest blijven. Zoals Van de Poel opmerkt, leunde de presentatie naar buiten echter zwaar op de ecologische functie, omdat die meer aansprak dan de botte economische belangen en daarom een groter politiek effect teweeg kon brengen.
- 22 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Omgaan met Water*, ('s-Gravenhage 1985). Voor de toeschrijving aan Saeijs zie Van de Poel (1998) 198.
- 23 Van de Ven, *Leefbaar Laagland*, 178.
- 24 Tweede Kamer Staten-Generaal, *Derde Nota Waterhuishouding*, ('s-Gravenhage 1989) 22.
- 25 RWS *Integraal Waterbeheer* (1987).
- 26 Waterschap Regge en Dinkel, Aanbiedingsbrief bij boekwerk *Integraal Waterbeheer: vallen en opstaan*. (29 januari 1996).
- 27 *Derde Nota Waterhuishouding*, 6.
- 28 *Derde Nota Waterhuishouding*.
- 29 *Derde Nota Waterhuishouding*, 41.
- 30 Verbeek, *Integraal Waterbeheer*.

- 31 Van de Poel (1998); W. Smit, *Intervening in Military Technological Development; A Comment on Donald MacKenzie's Inventing Accuracy*. *Science and Public Policy*, 20, 6: 396-404.
- 32 Van de Poel (1998).



De Haringvlietsluizen zijn een veelzijdig kunstwerk van formaat. Behalve voor uitwatering dienen zij ook als stuw voor het regelen van de toevoer van Rijn- en Maaswater naar de Nieuwe Waterweg. De opstelling van de reusachtige segmentschuiven - per opening één naar de zeezijde en één naar de binnenzijde gekeerd - is flexibel genoeg gebleken om steeds afgemeten hoeveelheden zeewater in te laten om zodoende in de Haringvliet weer een biologisch interessante zoet-zout-grens tot stand te brengen. Zo zal er van de aanvankelijk gesloten dam een heuse stormvloedkering worden gemaakt.

11 ‘Een volk dat leeft, bouwt aan zijn toekomst’

Het nijvere verbond in de twintigste eeuw Drie breuken

Nadat op 28 mei 1932 de laatste grijper keileem in het sluitgat van De Vlieter terecht kwam, gaf de toeschouwende vloot schepen zich over aan een minuten-durend stoomfluitconcert. Die dag werd er overal in het land gevlagd. Er hebben in deze eeuw ter ere van waterstaatkundige wapenfeiten nog wel vaker fluiten geschald, vlaggen gewapperd en koninklijke toespraken plaatsgevonden. De strijd tegen het water, en met name tegen de zee, heeft tot de verbeelding gesproken en het volk telkens in vervoering gebracht. Die strijd heeft miljoenen kubieke meters zand, aarde en beton gekost. Ontelbare kilowatturen en zeeën van diesolie zijn opgegaan in het bemalen van polders en het regelen van stuwen, uitwateringssluizen en stormvloedkeringen. Het oude verbond is alweer met nieuwe middelen voortgezet. Dat is - voor wat de waterstaat betreft - ontegenzeggelijk de dominante karaktertrek van deze eeuw. Het nijvere verbond leeft.

Het nijvere verbond in de twintigste eeuw

Wij leven nu achter een kustlijn die - zeker in geval van nood - nog geslotener is dan die van het jaar 800 en maar half zo lang als die van 1900. Aandachtig de wijze raad van de oude Andries Vierlingh, ‘De meeste salicheijt hanght aen de hoochte van eenen dijck’,¹ zijn de dijken waarachter wij leven hoger dan ooit - ‘gegarandeerd’ om maar eens in de tienduizend jaar door een stormvloed te worden overspoeld. Bij de rivieren lijkt het de laatste jaren wel een gevecht tegen de bierkaai van elkaar opvolgende record-afvoeren. Evenwel zijn dankzij de vele rivierverbeteringen van deze en de vorige eeuw majeure rampen toch uitgebleven ook al was het soms maar op het nippertje. Prompt wordt aan alweer een nieuwe ronde van dijkversterking en verbetering-nieuwe-stijl gewerkt in het kader van het zogenaamde ‘Deltaplan Grote Rivieren’. Het nijvere verbond leeft.

Uit waterstaatkundig oogpunt zijn wij twintigste-eeuwers erfgenamen van wat vorige generaties totstandbrachten. Ook zij bouwden aan hun toekomst. Hun nalatenschap was een ontwikkelde en grotendeels bewoonbare delta; een subtiele waterbouwkundige constructie die met veel organisatorische ijver en technisch vernuft gaande kon worden gehouden. Het was met al zijn subtiliteit ook een constructie die, misschien meer dan ooit, in één klap ten prooi kon vallen aan de zoute en de zoete waterwolven. Dit is steeds de tragedie geweest van het nijvere verbond. Nieuwe technieken boden niet alleen de mogelijkheid om het bedreigde te behouden, maar ook om steeds kwetsbaarder stellingen in het spel tussen water en land in te nemen. Dat voerde naar een toekomst die niet altijd werd voorzien en her en der uitmondde in een tamelijk deerniswekkende erfenis.

Alleen, die toekomstige generaties waren zich de aard van hun nalatenschap niet altijd zomaar bewust. De feiten spraken niet altijd voor zichzelf, maar moesten steeds door tijdgenoten worden uitgedroefd en vertolkt. Het was maar al te makkelijk, na

een generatie zonder overstromingen, om zich veilig achter onkwetsbare dijken te wanen en om waarschuwende tijdgenoten voor onrust-stokende Cassandra's uit te maken. Zo werd in ieder geval dr. ir. Johan van Veen getypeerd toen hij al vóór de Tweede Wereldoorlog begon te waarschuwen dat het merendeel van de dijken in Midden- en Zuidwest-Nederland veel te laag was.² Zijn typering was raak, want zelfs in ingenieurskringen was men in slaap gesust door het sinds 1916 uitblijven van bedreigende stormvloed en door een soort modernistisch



De toegang tot de Amsterdamse haven te IJmuiden bleef in deze eeuw een doorlopende zorg. De grootste ingreep was de bouw van de reusachtige Noordersluis die in 1928 werd opgeleverd. Pas in de jaren dertig begon men zich ernstig zorgen te maken over de enorme hoeveelheid zout water die met het schutbedrijf telkens naar binnen stroomde. Om de hoeveelheid zoet water te beperken die vanuit het IJsselmeer en elders moest worden aangevoerd om het zoute water op afstand te houden, werd na de oorlog ook met luchtbellenschermen in de sluis zelf geëxperimenteerd, maar zonder het gewenste resultaat.

onschendbaarheidsgevoel. In een standaardleerboek voor HTS Waterbouwkunde trof men in de eerste vier drukken, tot aan 1953, de volgende geruststellende mededeling aan:

‘Dijksdoorbraak door directe overstroming van de kruin, tengevolge van een te lage ligging hiervan, behoort thans tot het verleden, daar aangenomen mag worden dat onze zeedijken van voldoende hoogte zijn.’³

Zo moest het bewijs van onveiligheid in de Nederlandse geschiedenis keer op keer door de natuur zelf worden geleverd.

Zo is het ook tot zes maal toe (en bijna meer) in deze eeuw gegaan: in 1906, 1916, 1926, 1953, 1993 en 1995. Uit voorgaande hoofdstukken is duidelijk hoe effectief deze rampen waren in het uitkristalliseren van vage voornemens, in het sluiten der rijen, in het richten der neuzen en in het openen der beurzen. De overstromingen van 1916 in Noord-Holland leidden linea recta tot het aannemen van de Zuiderzeewet, de overstromingen van 1926 in het rivierengebied tot een wet op de Maasverbetering, de watersnood van 1953 tot de Deltawet en de overstromingen langs Maas en Waal in 1993 en 1995 tot het Deltaplan (nb!) ‘Grote Rivieren’.

De feitelijke waterstaatkundige toestand is één ding. De waarschuwingen en raadgevingen van deskundige Cassandra's een ander. Een overstromingsramp weer iets anders. Tussen deze feiten en de opstelling van een eenduidige agenda voor de voortzetting van het nijvere verbond, ligt een schemergebied van articulatie van percepties, van definities van behoeften, van politieke wilsvorming, van verzet en van wetgeving. Dit schemergebied kent zijn eigen regels en zijn eigen ‘ins and outs’. De dynamiek ervan is als een politieke geschiedenis van infrastructurele besluitvorming op te tekenen. Dat proces levert vroeg of laat politiek robuuste opdrachten die zo goed en zo kwaad als het gaat, een antwoord geven op de feiten. Dat antwoord is soms kortzichtig en soms verziend. Het is meestal in ieder geval een uitdaging aan het technische vernuft van de dan dienstdoende generatie waterbouwkundigen.

De waterstaatsagenda, een vertaling van de opdrachten van de politiek, is één van de sturende elementen voor het doen en laten van de waterbouwkundige gemeenschap. Het andere element is de stand van de techniek, of wat de waterbouwkundigen van die stand kunnen maken. De in voorgaande hoofdstukken opgetekende geschiedenis laat vele voorbeelden zien van het schipperen tussen wat men (politiek) mag, of moet, en wat men (technisch) vermag. Ze laat ook zien dat Nederlandse waterbouwkundigen op beide fronten niet altijd tevreden waren. De

rijkst bedeeden waren echter ingekapseld in de ambtelijk geordende Rijkswaterstaat en zo gehouden om des ministers wil zoal niet tot in de puntjes, dan toch in ieder geval naar de letter uit te voeren. Hun vrijheid vonden zij voornamelijk op het terrein van het vinden van goede technische oplossingen voor de reeds geagendeerde taken. Dat was ook hun politieke mandaat en daar werden ze in feite voor betaald. Andere leden van de Nederlandse waterbouwkundige gemeenschap, zoals aannemers, waterschappen, provinciale waterstaten, publieke werken bij gemeenten, laboratoria, raadgevende ingenieursbureaus, vertegenwoordigers van belangengroepen of hoogleraren, waren veel vrijer om kritiek te leveren op de nationale waterstaatsagenda, maar in het algemeen minder bij machte om wezenlijk aan de stand der techniek te tornen. In sommige gevallen waren zij bovendien in financiële of staatkundige zin afhankelijk van de Rijkswaterstaat en dus ook bij voorbaat aan de heersende waterstaatsagenda gecommitteerd.

Dit complex van organisaties en individuen, met de Rijkswaterstaat als stuwend middelpunt, was de drager van de technische vernieuwing op het domein van de waterstaat in deze eeuw.

Aanvankelijk was er een overzichtelijke, zeg maar negentiende-eeuwse, arbeidsdeling zoals die nog bij de Verlegging van de Maasmond te zien was. De Rijkswaterstaat maakte de plannen en trad als bouwdirectie bij de uitvoering op. Aannemers verschafften materieel, bouwstoffen en werklieden en richtten het feitelijke bouwproces in. Waterschappen droegen zorg voor de afwatering en de bouw en het onderhoud van dijken. Iedere organisatie zorgde op eigen terrein voor de nodige technische vernieuwing.

Het is duidelijk dat deze arbeidsdeling allengs complexer werd.

Met de invoering van gewapend beton voor kunstwerken, bijvoorbeeld, werd de Rijkswaterstaat (en incidenteel de waterschappen) ook al tijdens de ontwerpfase volstrekt afhankelijk van gespecialiseerde aannemers. Later bleek dit ook het geval te zijn bij de staalconstructies voor de 'state of the art' stuwen in de Maas en bij grote stalen sluisdeuren. De bijdragen van aannemerscombinaties als de MUZ bij de Zuiderzeewerken en de NESTUM bij de Haringvlietsluizen illustreren hoezeer de innovatieve impulsen van directie en aannemerij steeds meer verstrengeld raakten. Bij het berekenen van getij-effecten in verband met de uitdieping van de Nieuwe Waterweg en de afsluiting van de Zuiderzee moest ook een beroep worden gedaan op hooggeleerde deskundigheid. Grotere kunstwerken met navenante prijskaarten stelden hoge eisen aan nauwkeurige voorspellingen van gedragingen en aan zuinigheid in de constructie en uitvoering. De Rijkswaterstaat moest aanvankelijk met Duitse waterbouwkundige laboratoria in zee om daar uitsluitsel over te krijgen. Kortom, in de loop van de eeuw zien we het centrum van de technische vernieuwingsdrang in de waterbouwkunde steeds diffuser worden. De Rijkswaterstaat bleef in zekere zin de regie houden - al was het maar vanwege zijn mandaat en middelen - maar de eigenlijke innovatieve inspanning werd steeds vaker over meer organisaties gespreid. Om dit te kunnen behappen, moest de Rijkswaterstaat ook intern gaan specialiseren, de zogenaamde functionele organisatie, die in de jaren twintig een bescheiden aanvang nam en zich na de Tweede Wereldoorlog explosief ontwikkelde.

Parallel hiermee wordt de innovatie van de inheemse waterbouwkunde steeds meer een nationale aangelegenheid. Aan het begin van de eeuw zien we kleine groepjes 'algemene' ingenieurs in de arrondissementen van de Rijkswaterstaat steeds met

grote technische vraagstukken worstelen. Bij gebrek aan eigen ervaring, het meest in het oog lopend bij het ontwerpen van de grote beweegbare stuwen, wendden zij zich tot de meest geavanceerde praktijk. Die was destijds in het buitenland te vinden, op de vele locaties van het 'openluchtlaboratorium'. Zij raadpleegden ook de literatuur en bezochten internationale congressen. Het gevolg was dat grote delen van de Nederlandse waterbouwkunde - met name het ontwerpen en bouwen van kunstwerken - van buitenlandse vernieuwingsdrang en zelfs van buitenlandse bouwers afhankelijk werd. Veel van de grote Nederlandse kunstwerken uit de jaren twintig en dertig waren, zo niet van Duitse makelij, dan wel redelijk getrouwe imitaties van wat daar al eerder werd gepresteerd. Pas nadat men in Nederland in de jaren dertig eigen ervaring met deze nieuwe kunstwerken ging opdoen en er geleidelijk aan een gedifferentieerde waterbouwkundige infrastructuur voor onderzoek en ontwikkeling ontstond - met als brandpunt het nieuwe Waterloopkundig Laboratorium te Delft - kwam een eigen nationale innovatiedynamiek goed van de grond. Deze liet zich na de Tweede Wereldoorlog in de strijd om de herovering van Walcheren en bij de begeleiding van de Deltawerken niet onbetuigd.

Nemen wij nu de twee kanten van de medaille samen - de ontluikende agenda en de technische innovaties - welk beeld ontstaat er dan van het verloop van het waterstaatsbestel in deze eeuw?

1895-1914

In de periode vóór de Eerste Wereldoorlog giste het van de grootse waterbouwkundige plannen. Er werd ijverig gewerkt aan het opstellen van een nieuwe waterstaatsagenda na de ambitieuze kanalisatieprojecten, rivierverbeteringen en droogmakerijen van de tweede helft van de negentiende eeuw. Tussen 1902 en de aanvang van de oorlog was men onophoudelijk bezig met plannen voor de Maaskanalisisatie. De afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee stond nog steeds, onder aanvoering van de Zuiderzeevereniging, volop ter discussie; in 1907 kwam het zelfs tot een eerste (spoedig weer ingetrokken) wetsvoorstel. In 1911 kwam de commissie-Kraus met een voorstel voor een nieuwe grote sluis te IJmuiden. In Twente raakte men over een vaarweg naar de Rijn



Enkele grote projecten in het laatste kwart van de negentiende eeuw bewezen het nut van mechanisch grondverzet. De ontwikkeling van lichte en krachtige verbrandingsmotoren in combinatie met hydraulische pompen en cilinders gaf een nieuwe impuls aan deze apparaten. Ze werden mobieler, krachtiger en veel flexibeler. De afbeelding toont de drie-eenheid van het twintigste-eeuwse gemechaniseerde grondverzet: de dragline, de kiepwagen en de bulldozer, hier gezamenlijk in actie in de buurt van Almelo rond 1935.

en de IJssel maar niet uitgepraat. Veel kiemen dus, die in of na de Eerste Wereldoorlog zouden ontspruiten.

Ondertussen werden er hier en daar - tegen de achtergrond van het afronden van de verlegging van de Maasmond - ook kleinere werken uitgevoerd en nieuwe ervaringen opgedaan. De elektrificatie van de bewegingsinrichting van de Grote (nu Midden-) sluis te IJmuiden en de nieuwe sluisen met roldeuren in het Kanaal door Zuid-Beveland kwamen in hoofdstuk 7 ter sprake. Daar werd ook melding gemaakt van de twee proeven van de Rijkswaterstaat met gewapend beton: de steiger in de Vissershaven te IJmuiden en de schutsluis in het Merwedekanaal ten westen van Utrecht, die beide in de periode 1902 tot 1907 speelden. Tussen 1896 en 1907 werden door het Rijk in de Overijsselsche Vecht 69 bochtafsnijdingen uitgevoerd. Het steilere verhang en het daardoor sneller afstromende water veroorzaakten verdroging van de oeverlanden wegens daling van de grondwaterstand. De rivier werd toen door middel van vijf beweegbare stuwen tussen 1907 en 1916 gekanaliseerd. In Brabant, tot slot, werd tussen 1910 en 1916 het Wilhelminakanaal, geheel volgens traditioneel recept, gegraven. Op de achtergrond, aan het natte front zelf, verliep de geleidelijke vervanging van wind- en stoombemaling door diesel en elektra geheel geruisloos.

1915-1918

In de Eerste Wereldoorlog lukte het Nederland om neutraal te blijven. Behalve in het geval van de Maaskanaliseatie vanwege de noodzakelijke betrokkenheid van België bij werken aan de Grensmaas, was er geen politiek of militair beletsel om door te gaan met waterstaatsprojecten. De obstakels waren eerder economisch: aanvankelijk de hoge prijzen, later het geheel ontbreken van bouwmaterialen. De oorlogsperiode werd dus een tijd van doorstuderen, doorplannen en voorbereidende wetgeving. In 1914 werd in Limburg een apart arrondissement 'Maas' opgericht, dat onmiddellijk in de weer ging met voorstudies, studiereizen in Zwitserland en de Verenigde Staten en proefnemingen voor de uitvoering van een beperkte

Maaskanalisisatie. Vanaf 1915 werden al diverse percelen langs de Maas onteigend. In 1916, na de overstromingen in Noord-Holland, kwam een tweede, nu beklivend wetsontwerp voor de afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee, in 1918 gevolgd door een definitieve kaderwet. De nieuwe sluis te IJmuiden werd in 1917 door het parlement definitief op de waterstaatsagenda geplaatst, na eerst in 1915 in een wetsvoorstel te zijn aangekaart.

1919-1929

In de jaren twintig werd de door de oorlogsjaren veroorzaakte achterstand vlijtig ingelopen. Vijf grote projecten werden in die jaren gedetailleerd en geheel of gedeeltelijk uitgevoerd.

Maaskanalisisatie: In 1918 kwam er een wet op de Maaskanalisisatie en werd daarvoor binnen de Rijkswaterstaat een dienst ingesteld. Tussen 1919 en 1928 werd de kanalisisatie voltooid. Parallel daaraan werden ook het Maas-Waalkanaal en het Kanaal Wessem-Nederweert gegraven.

Julianakanaal: In 1921 gaf het parlement zijn fiat aan de plannen voor het Julianakanaal - waardoor in feite de netelige Grensmaas-kwestie werd omzeild. De werken namen in 1926 een aanvang en werden in 1935 voltooid.

Noordersluis te IJmuiden: De bouw van deze nieuwe zeesluis ging in 1921 - na voorstudies, studiereizen en proefnemingen in het waterloopkundige laboratorium van Krey te Berlijn - van start.

De grootste schutsluis ter wereld werd in 1929 opgeleverd.

Zuiderzeewerken: De Zuiderzeewerken liepen in 1920 hard van

stapel. Technische tegenslagen bij de Amsteldiepdijk, een crisis in de overheidsfinanciën en groeiende scepsis over het economische nut van de droogmakerijen leidden in 1921 tot een fase van beperkte uitvoering. Vanaf 1926 werden weer alle zeilen bijgezet. In 1930 was de Wieringermeer bedijkt en in 1932 werd de Afsluitdijk tussen Wieringen en Zurich gesloten.

Twentekanalen: Na vele debatten over het tracé en de afwaterings-kwestie werd in 1928 met de aanleg begonnen. Het werk duurde tot 1936.

Daarnaast werd er gedurende het hele decennium heftig over de Amsterdam-Rijnverbinding gediscussieerd en werden er verschillende plannen gemaakt. Ook werd in 1927 besloten tot de Verbetering van de Maas voor Grote Afvoeren en werden daarvoor de eerste plannen gemaakt.

In deze periode lukte het de Nederlandse waterbouwkundigen de technische vorderingen in vooral Duitsland en de Verenigde Staten in een eigen en zeer dynamische praktijk te integreren. De Duitsers gaven het voorbeeld voor de nieuwe inrichting van kunstwerken en de toepassing van de nieuwe waterbouwkundige trits: staal, elektrische aandrijving en gewapend beton. De Amerikanen gaven het voorbeeld voor de efficiënte en zuinige inrichting van bouwprocessen, vooral op het gebied van arbeidsbesparing - hetgeen ook in een soort Nieuwe Zakelijkheid in de constructie zelf tot uitdrukking kwam. Dit liep parallel met de eveneens op Amerikaanse toestanden geïnspireerde 'bezuinigings- en efficiëntie'-beweging uit het begin van de jaren twintig.

Van de Duitsers werden ook nieuwe ontwerpmethoden afgekeken, in het bijzonder de toepassing van schaalmodelonderzoek bij het ontwerpen van waterbouwkundige kunstwerken. Tegelijkertijd waren Nederlandse ingenieurs op eigen houtje bezig met het leren berekenen (en dus voorspellen) van waterbewegingen, getijregimes en zandtransporten. Een en ander kwam samen in de steeds luider wordende roep om een eigen waterloopkundig laboratorium. Dat werd uiteindelijk in 1928 in de vorm van een onafhankelijke stichting aan de Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van de TH Delft opgericht. Daarna verliep het waterbouwkundige ontwerpen in Nederland langs geheel andere lijnen dan voorheen.

1930-1939

De jaren dertig waren een periode van consolidatie van verworvenheden en van de verdere vormgeving van een wezenlijk twintigste-eeuwse waterbouwkundige techniek. Dat wil zeggen: een techniek gebaseerd op nieuwe materialen en energiebronnen, constructief uitdagend, systeemgericht en onderbouwd met wiskundige en modelmatige analyses en voorspellingen. Een aantal grote projecten uit de jaren twintig liep door en onderging nog belangrijke wijzigingen en detailleringen in de jaren dertig.

De ontwerpen voor de sluizen van het Julianakanaal en het Twentekanaal zijn in feite pas begin jaren dertig totstandgekomen.

De verbetering van de Maas voor grote afvoeren werd in 1931 ter hand genomen en in 1942 met succes voltooid. De in dat project opgenomen stuw te Lith was de eerste stuw in Nederland die in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft werd

gemodelleerd en met inachtneming van hydrodynamische criteria werd ontworpen. Het was ook het eerste staaltje 'neue Wehrbau' dat geheel door Nederlandse firma's werd uitgevoerd (al is het wel op basis van een Duits ontwerp). In 1931 viel het besluit over het tracé en de inrichting van het Amsterdam-Rijnkanaal, dat vervolgens in 1939 - althans tussen Amsterdam en Vreeswijk - werd opengesteld. Het jaar daarvoor al waren de grote hefschutsluizen te Vreeswijk en te Wijk bij Duurstede opgeleverd - de meesterwerken van ir. Josephus Jitta.

De Zuiderzeewerken bereikten een voorlopige apotheose met de drooglegging van de Wieringermeerpolder (1930) en de dichting van de Afsluitdijk (1932). Terwijl ze in Wieringerwerf nog maar nauwelijks aan het oogsten waren, was de Dienst der Zuiderzeewerken al bezig met de indijking van de Noordoostpolder en lagen de plannen voor de resterende polders op de tekentafels. De Noordoostpolder werd, ondanks de oorlogsomstandigheden, in 1942 droog gelegd.

De feitelijke uitvoering van werken in de jaren dertig vertoonde op sommige plaatsen een schrille tegenstelling met de fanatieke drang naar moderniteit en efficiëntie van het decennium ervoor. Dat kwam vanwege de zogenaamde 'werkverruiming', een plan van de overheid om de werkloosheid te bestrijden. Nu ging het niet om efficiëntie, maar juist om zoveel mogelijk ongeschoold handwerk.

Dat betekende zo min mogelijk arbeidsbesparende machinerie en waar mogelijk een terugkeer naar de schop en de kruiwagen.

Sommige van de bouwlocaties van de Twentekanalen, het Amsterdam-Rijnkanaal en de Maasverbetering waren daardoor weer getuige van ouderwets gezwoeg.

Behalve door de 'state of the art' constructies die nu overal in Nederland verschenen, werden de jaren dertig ook gekenmerkt door een nieuwe stijl van nadenken over waterstaatkundige ingrepen en een nieuwe stijl van ontwerpen. Na de instelling van een eenhoofdige leiding bij de Rijkswaterstaat in 1930 - met ir. J.A. Ringers als eerste directeur-generaal - ontstonden er verschillende studiediensten bij de Rijkswaterstaat (zie hoofdstukken 8 en 9). Nu werden enkele ingenieurs volledig vrijgesteld om te 'jagen en verzamelen' en om de verzamelde gegevens in wiskundige en fysieke modellen van waterstaatkundige situaties en constructies te integreren.

Een van de nieuwe denktanks werd de Studiedienst voor de Zeearmen, Benedenrivieren en Kusten en deze hield zich onder meer bezig met het meten aan en modelleren van het ingewikkelde stelsel van estuaria, getijdenrivieren en -geulen in het zuidwesten van het land. De vele studies van de dienst leidden tot voorspellingen over mogelijke waterstanden die de hoogte van veel



Grootschalige afdammingen in de twintigste eeuw hebben de lengte van de Nederlandse kustlijn enorm doen slinken. Was de kust in 1930 nog 1950 km lang, na de Zuiderzee- en Deltawerken was dat maar 850 km geworden. Slechts drie inhammen bleven over: de Eemsmonding, de Westerschelde en de Nieuwe Waterweg. In de laatste werd nog in 1997 de Maeslantkering geplaatst, die in termen van de schaal van de beweegbare elementen, de twee enorme drijvende segmenten van 210 m lengte, alles overtreft wat tot dusverre in de Nederlandse natte waterbouw tot stand is gebracht.

van de bestaande dijken in het gebied ruimschoots overtroffen. De uit modellen voorspelde kwetsbaarheid van het gebied bleek op lokaal niveau niet goed op te lossen - bijvoorbeeld door plaatselijke dijkverhoging - en men zocht op middelen om in ieder geval de meest kwetsbare en dichtbevolkte delen van het gebied tegen stormvloed te beschermen. Dat mondde uit in wat later de voorlopers van het Deltaplan genoemd zouden worden, verschillende plannen om kritieke riviertakken en killen af te dammen. Die plannen werden reeds in deze jaren ook al gekoppeld aan de verziltingsbestrijding. Er wordt vaak met verbazing teruggekeken op de snelheid waarmee de Rijkswaterstaat na de watersnoodramp van 1953 met het Deltaplan op tafel kwam - zeker in vergelijking met het getob over de Zuiderzeewerken. De verklaring ligt besloten in de studies en voorstellen uit de jaren dertig - en uit de Tweede Wereldoorlog.

De andere cruciale vernieuwing in de Nederlandse waterbouwkunde uit de jaren dertig is de absoluut centrale rol van schaalmodelonderzoek bij het beramen en uitwerken van plannen en ontwerpen. Ergens doet het werken met schaalmodellen van rivieren of schutsluizen natuurlijk wel wat primitief aan.

Schaalmodellen zijn misschien wel de oudste en meest naïeve manier van representeren van fysieke processen. Men vermoedt op zijn minst een hoog gehalte aan jongens-vermaak. Maar juist de grijpbaarheid van natuurgetrouwe schaalmodellen, de intuïtieve greep op processen en de materie die zij nog toestaan, moet een belangrijke factor zijn geweest voor hun populariteit onder ingenieurs. Enigszins in weerwil van de niet aflatende pogingen door het Waterloopkundig Laboratorium om steeds wiskundige en theoretische beschrijvingen van de in modellen waargenomen verschijnselen af te leiden, is de kracht van veel modellen juist geweest hun vermogen om een kwalitatief en integraal beeld van een nieuwe situatie of constructie te geven. Dat bevorderde ook de interpretatie van het manipuleren met kritieke variabelen.

Hoe wordt de bodem uitgeschuurd als we hier (of daar) een leidam plaatsen en welke vorm is de beste? Onder welke omstandigheden komt dit onderdeel van een stuw in trilling en welke vormgeving is de meest gunstige? Wat zijn de effecten op de troskrachten van in schutsluizen afgemeerde schepen bij verschillende vulsystemen en -programma's? Dergelijke praktische vragen konden met schaalmodellenonderzoek worden beantwoord.

Dit ontketende een renaissance van de eigenwijsheid in de Nederlandse waterbouwkunde. Ingenieurs hoefden niet langer voorzichtigheidshalve alleen maar voort te borduren op bestaande en beproefde, vaak buitenlandse, constructies. Zij konden nu in principe tegelijkertijd voorzichtig én innovatief zijn. De eenvoud en serene kracht die waterbouwkundige constructies uit de jaren dertig nog steeds uitstralen, is rechtstreeks te danken aan de empirische bezinning op schaalmodellen. Alles lijkt op zijn plaats en er staat geen steen te veel.



Het rivierbeheer op grote schaal was een negentiende-eeuwse loot aan de stam van het nijvere verbond. Ondanks vele verbeteringen zorgden de grotere en kleinere rivieren in deze eeuw nog steeds voor overlast - op de Maas in 1926 en ook hier bij Boxmeer in 1993. Voor een deel zijn aanhoudende overstromingen toe te schrijven aan 'verbeteringen' in de Duitse en Belgische stroomgebieden waardoor neerslag en smeltwater veel sneller naar de rivieren wordt afgevoerd. De laatste watersnood voerde naar het 'Deltaplan Grote Rivieren', dat in versnelde dijkverhoging voorziet.

1940-1945

De bezetting van Nederland door de Duitsers en de oorlogshandelingen aan het begin en einde van die periode hadden uiteraard grote effecten op de waterstaatszorg en -dynamiek. In het algemeen bleven waterstaatsystemen en -organisaties tot aan de hongerwinter intact; daar had de bezetter immers ook belang bij. Door de snelheid van de 'Blitzkrieg' van mei 1940 gingen de meeste geplande strategische inundaties van de bestaande waterlinies niet door. De 'verdedigende schade' uit waterstaatsoogpunt bleef beperkt tot versperringen van waterwegen door de vele scheepswrakken en opgeblazen bruggen. Na de capitulatie werd echter de kolenroute uit Limburg zeer spoedig weer opgeruimd. Reeds op 1 juli 1940 werd een vervoersvolume bereikt dat gelijkstond aan dat van 1938.⁴

Na de veiligstelling van de kolenaanvoer - mede van groot belang voor de continuïteit van stoom- en elektrische bemaling - ging men in de waterstaatswereld zo goed mogelijk op de gebruikelijke voet door. Aan de Velsertunnel, aan de sluis bij Tiel in het Amsterdam-Rijnkanaal en aan de Noordoostpolder werd verder gewerkt, ondanks bedenkingen over de beschikbaarheid van bouwstoffen. Eind 1940 kwam de Noordoostpolder nog dicht en men ging over tot droogmalen, enigszins aarzelend weliswaar, omdat er vele tonnen kolen mee waren gemoeid en er geen duidelijk perspectief op ontginning en bebouwing was. Op 1 juli 1942 legde de bezetter een algeheel bouwverbod op, waardoor alle bouwactiviteiten onmogelijk werden gemaakt.

Frappant is echter de onbekommerdheid waarmee de toenmalige directeur-generaal dr. ir. L.R. Wentholt (uitvoerder van het Maas-Waalkanaal en de Twentekanal) met grootscheepse plannenmakerij voor de waterhuishouding van Nederland voor de dag kwam. Het is moeilijk een voorstelling te maken van het toekomstperspectief dat hij voor ogen had. Wellicht was de gedachte dat de waterstaatszorg hoe dan ook

haar eigen eisen zou blijven stellen, ongeacht het toekomstige politieke landschap. Het in hoofdstuk 5 beschreven systeem van nationale waterverdeling vond in de periode 1940-42 zijn oorsprong. Ook de koppeling van de Nederrijnkanalisatie met de afsluitingsvoorstellen van Van Veen bij de Studiedienst Benedenrivieren kwam in die periode tot stand. Gedurende heel de oorlog werd daar verder op gestudeerd. De ontknoping van de bezetting had desastreuze gevolgen voor de waterhuishouding van Nederland. Beide kampen gebruikten kunstmatige overstromingen (inundaties) als wapen om de ander een hak te zetten. Om de 'Atlantikwal' te schragen, voerden de Duitsers in 1944 een groot aantal inundaties uit, vooralsnog door oordeelkundig en vaak slim gebruik van sluizen en andere kunstwerken. Daarvoor moest het IJsselmeerpeil tijdelijk worden verhoogd, een verzoek waaraan de Dienst der Zuiderzeewerken mokkend maar toch stipt gehoor gaf.⁵ Dienstdoend personeel op strategische posten als de Oranjesluizen en de sluizen te IJmuiden weigerde in vele gevallen medewerking. Op menige sluis ontsponnen zich dramatische taferelen. Bij de latere terugtrekking van de Duitse troepen uit het Westen werd ook een aantal 'wilde' inundaties gepleegd, onder meer door middel van het bombarderen van de Wieringermeerdijk, waardoor een groot deel van de polder volliep. Ook de geallieerden lieten zich allesbehalve onbetuigd. Zonder de Nederlandse regering in ballingschap te

raadplegen, werden op 3, 7 en 11 oktober 1944 de zeedijken om Walcheren op vier plaatsen gebombardeerd. Het doel was om de Duitse stellingen aldaar onhoudbaar te maken en zo de scheepvaartweg naar Antwerpen vrij te krijgen. De droogmaking van Walcheren zou de eerste grote waterbouwkundige klus van na de bevrijding worden en een leerschool voor wat daarna kwam.

Dat project liep uiteraard parallel aan het algehele herstel van de waterstaatkundige infrastructuur, die verschrikkelijk had geleden onder uitgesteld onderhoud en de vernielzuchtige terugtocht van de bezetter.

1945-1972

In deze periode, die samenviel met de naoorlogse wederopbouw, een aangrijpende watersnoodramp en een welvaartstoename als nooit tevoren, beleefde het nijvere verbond een gouden tijd. In de schaduw van de bezetting en de watersnoodramp leek de vitale scheppingsdrang van waterbouwkundig Nederland een brandpunt van nationale eenheid en trots. Nederland was vrij en kon weer terugvechten op een domein dat als geen ander het zijne was. In deze periode kregen waterbouwers ruim baan en ongekende budgetten om het water - voor de zoveelste maal - aan te pakken. Daartoe waren ze technisch beter dan ooit uitgerust.

Voortbouwend op de verworvenheden van de jaren twintig en dertig werden hoogst gedurfde en originele oplossingen gevonden voor uitdagingen van een geheel nieuwe schaal en complexiteit.

Voor de Rijkswaterstaat, de provinciale waterstaten en de waterschappen betekende de bevrijding allereerst de kans om de oorlogsschade te herstellen en het hoogstnodige achterstallige onderhoud te plegen. Walcheren, waar het heen en weer schuren van getijstromen steeds diepere geulen in de vier dijkgaten veroorzaakte, had de hoogste prioriteit; herovering vóór de winter van 1945-46 werd noodzakelijk geacht. De betekenis van de daar gebezigde caisson-sluitingen voor toekomstige afdammingen kan moeilijk worden overschat. Vooralsnog lag er echter nog geen goedgekeurd plan voor die afdammingen.

Na Walcheren kon de blik weer op nieuwe werken worden gericht. Het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal werd weer ter hand genomen. Ook werd vanaf 1950 de reeds in de oorlog bestudeerde Nederrijnkanalisatie opnieuw aangepakt. In het kader van de kustlijnverkorting en het terugdringen van de verzilting werden verschillende afsluitingen gerealiseerd: de Brielse Maas en Botlek (1951), de Zuid-Sloe (1949) en de Braakman (1952). Van Veen had zojuist op 29 januari 1953 een voorontwerp voor een veel omvangrijker reeks afsluitingen (Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde) ingediend toen de dag daarop de beruchte februari-storm de zee over de dijken joeg. Daarmee werd in één klap het hele waterstaatkundige landschap op zijn kop gezet.

‘De ramp van 1 februari 1953 bracht de nog sluimerende afdammingsplannen in de openbaarheid. Nederland was plotseling opgeschrikt door de geheel onverwachte overrompeling door de zee, door de grote verwoestingen, door het grote aantal doden en misschien nog

meer door de verworven zekerheid dat ons dijkstelsel in het geheel geen afdoende veiligheid bood.⁶

De Nederrijnkanalisatie kwam op een laag pitje te staan, want alle zeilen moesten worden bijgezet om de circa 100 dijkbressen in Zuid-Holland en Zeeland te dichten. Dankzij de ervaringen op Walcheren lukte dat nog vóór de volgende winter. Ondertussen was de Deltacommissie benoemd en in 1957 kwam het tot de Deltawet. Deze kaderwet voorzag in een kolossaal project dat een hele generatie waterbouwers verzwolg en uiteindelijk pas in 1986 met het huzarenstuk van de open Oosterschelddedam tot een goed einde werd gebracht. Naast de sluiting van de zeegaten in het zuidwesten van Nederland kwam ook de afsluiting van de Lauwerszee op de Delta-agenda. Die afsluiting werd in 1969 voltooid.

Tijdens de uitvoering van de Deltawerken werden nog verderreikende plannen uitgebreid. Men voorzag op termijn ook de afsluiting en inpoldering van de Waddenzee. Dit werd in de toen nog gangbare zonnig-optimistische Polygoon-journaal-stijl in leerboeken verkondigd:

‘Na het Deltaplan zal men waarschijnlijk te zijner tijd met het Waddenplan beginnen. Daarmee zal dan de droom van Henric Stevin en van dr. ir. Johan van Veen verwezenlijkt zijn: de gesloten kustlijn van Walcheren tot Delfzijl, alleen onderbroken door de Nieuwe Waterweg en de Texelstroom.’⁷

Voor de verdere toekomst gaven de nog voortdurende bodemdaling en een vooralsnog onvoorspelbare zeespiegelrijzing aanleiding tot somberheid. De bestaande zee- en rivierdijken zouden op termijn ook ontoereikend zijn. Visionaire verhalen van een soort superdijk enkele kilometers uit de huidige kust doen nog regelmatig de ronde. Johan van Veen zelf, onder de geuzennaam Dr. Cassandra, had voor de verre toekomst van het nijvere verbond een nog veel apocalyptischer visie:

‘... a short but well-defended coastline could hold the sea at bay for perhaps another thousand years, but the salt, creeping underneath that strong coastal defence, would make the low country infertile. So, after a few centuries, our tools should perhaps be such that the Netherlands could be heightened by pumping sand into them at no unduly great cost. This would be a great task, about 600,000 millions cubic yards for a layer of 30 yards thickness... We could do that now if we wanted to. No wild-horsiness in this, as would say Stevin, nor technical difficulties to speak of.’⁸

Vergeleken met de spannende uitdaging waar hij en zijn tijdgenoten zelf voor stonden, zag Van Veen in dit toekomstbeeld alleen maar technische treurigheid: ‘We do not envy the future engineers. Pumping a thick layer of sand and silt into the

Netherlands, burying all its history as it were, must be dull task compared to the present, which is a fighting one against the tides.⁹⁹ Hoe de verdere toekomst van het nijvere verbond zich gaat ontwikkelen, weten wij niet. Als het verleden iets leert, is het dat iedere generatie dankzij grote offers en technische en organisatorische vindingrijkheid de dreigende (letterlijke) ondergang steeds voor een deel op het conto van de toekomst heeft weten af te schuiven. Misschien kan dat, net als de staatsschuld, tot in lengte van jaren zo doorgaan.

Wat feitelijk nog na de voltooiing van de Deltawerken in 1986 aan Stevins en Van Veens 'gesloten' kustlijn is toegevoegd, is niet de afdamming van de Waddenzee - dat is op dit moment vrijwel ondenkbaar - maar juist de mogelijkheid tot noodafsluiting van één van de twee gaten die nog open zouden blijven: de Nieuwe Waterweg. In navolging van de stormvloedkering in de Hollandse IJssel is in de Nieuwe Waterweg in 1997 de Maeslandtkering totstandgekomen, een futuristisch hoogstandje dat doet denken aan een reusachtig stel waaierdeuren voor een schutsluis. Daarmee kan bij stormvloed nu de hele kust met uitzondering van de Westerschelde en de Eemsmonding worden afgesloten.

1972-1998

Nu, aan het einde van deze meest recente periode, lijkt het klassieke nijvere verbond voorlopig te zijn voltooid - dat is althans een gangbare opvatting. Het waterhuishoudkundig hoofdsysteem kwam in deze jaren gereed en de nadruk kwam te liggen op het verfijnen van het waterbeheer en op het behoud en de verbetering van de kwaliteit van water, waterbodems en de verschillende ecosystemen die met water te maken hebben. De vlag die deze lading dekt, is het integrale waterbeheer. De nog voortgaande totstandkoming ervan is in het vorige hoofdstuk beschreven.

Drie breuken

Welk globaal patroon valt er nu in deze geschiedenis te onderkennen? Aan het einde van het vorige hoofdstuk werd beschreven hoe de uitvinding van integraal waterbeheer en de verheffing ervan tot wettelijke leidraad bij het entameren en ontwerpen van waterstaatsprojecten op verschillende beheersniveaus, gezien kan worden als een poging een nieuwe code, een nieuw leidend principe te introduceren in de verschillende technische regimes die in het domein van de waterbouw leven.

Voorzover er op deze kleine historische afstand conclusies kunnen worden getrokken, lijkt dit een belangrijke en fundamentele omslag te zijn. Er is vanaf het midden van de jaren tachtig heel bewust volgens andere regels, normen en waarden in de waterbouw ontworpen dan voorheen.

Uit bovenstaande chronologie blijkt dat soortgelijke basale omwentelingen tweemaal eerder in deze eeuw hebben plaatsgevonden. Dat wil zeggen, tweemaal eerder in deze eeuw zijn nieuwe leidende principes in het waterstaatsdomein

geleidelijk aan, door schade en schande, steeds scherper geformuleerd en tegelijkertijd als een nieuwe en vrijwel onontkoombare code in de vigerende technische regimes geïntroduceerd. De eerste maal was rond de eeuwwisseling met de introductie van de drie nieuwe basistechnieken: staalconstructies, (gewapend) beton en elektrische aandrijving. Dit heeft een nieuwe schaal, robuustheid en economie in kunstwerken mogelijk gemaakt waardoor ook de schaal en de capaciteit van waterbouwkundige projecten dramatisch kon toenemen. De tweede maal was in de tweede helft van de jaren twintig en de eerste helft van de jaren dertig, toen Nederlandse waterbouwkundigen zich de nieuwe ontwerpbenaderingen van hun Duitse collega's eigen gingen maken en ook op eigen houtje aan simulaties van waterbewegingen en getijden gingen werken. Hydraulica, waterloopkundig modelonderzoek en berekeningen van waterbewegingen, getijdenpatronen en zandtransport veroorzaakten een revolutie in de zoekprocessen die ingenieurs ten dienste stonden bij het vinden van optimale oplossingen voor steeds neteliger vraagstukken. Deze strategisch ontwikkelde technisch-wetenschappelijke vangnetten gaven Nederlandse waterbouwkundigen de moed om steeds vaker (weliswaar wankelend en soms ook huiverend) langs de rand van de onwetendheid naar nieuwe technische oplossingen te zoeken.

De derde breuk, zoals gezegd, werd veroorzaakt door de integratie van kwaliteitsaspecten bij het waterbeheer.

De drie breuken hadden dus elk een verschillende lading: de eerste betrof nieuwe materialen en krachtbronnen, de tweede nieuwe ontwerpbenaderingen en de derde nieuwe normen en doelstellingen. De eerste twee veroorzaakten een revolutie in het technisch vermogen van de waterbouwkunde en leidden samen tot een periode van hoog-technische dynamiek die omstreeks 1930 inzette en tot het midden van de jaren tachtig voortduurde (met als verrassingstoetje de Maeslandtkering, gereed in 1996). De laatste, de verschuiving naar waterkwaliteit, veroorzaakte een revolutie in doelen en criteria en lijkt te gaan leiden tot een extensivering en intensivering van het waterbeheer, grotendeels op basis van de waterhuishoudkundige hoofdinfrastructuur die er nu al is. Samen hebben ze een laat-twintigste-eeuwse waterbouwkunde geschapen die tot de tanden is gewapend met kennis en technieken - en een schijnbaar onbeperkt vermogen om beide naar believen uit te breiden - en die tastenderwijs op zoek is naar bestemmingen die de veiligheid garanderen, de economie haar aandeel geven en die ook tegelijkertijd de natuur een handje helpen om in het geweld van de moderne beschaving te overleven.

C. Disco

Eindnoten:

- 1 A. Vierlingh, *Tractaet van Dyckagie*, ('s-Gravenhage 1920) 111.
- 2 J. van Veen, *Dredge, Drain, Reclaim. The Art of a Nation*, ('s-Gravenhage 1962, vijfde druk).
- 3 W.H.J. Hol, *Inleiding tot de Waterbouwkunde: Twintig Eeuwen Strijd om de Beheersing van Land en Water in de Lage Landen*. (Deel A van Weg en Waterbouwkunde, studieboek voor het Hoger Technisch Onderwijs) (Amsterdam 1963), (6e uitgave), 222. De eerlijkheid gebiedt te vermelden dat deze zinsnede in de zesde uitgave in zelfkritische zin wordt geciteerd juist om

aan te tonen hoe zelfgenoegzaam men kon worden bij het uitblijven van 'herinneringen' door de natuur.

- 4 A. Waalewijn, *Achter de Bres. De Rijkswaterstaat in Oorlogstijd.* ('s-Gravenhage 1990) 52.
- 5 Waalewijn (1990) 140-141.
- 6 Hol (1966) 222.
- 7 Hol (1966) 237.
- 8 Van Veen (1962) 195.
- 9 Van Veen (1962) 195.