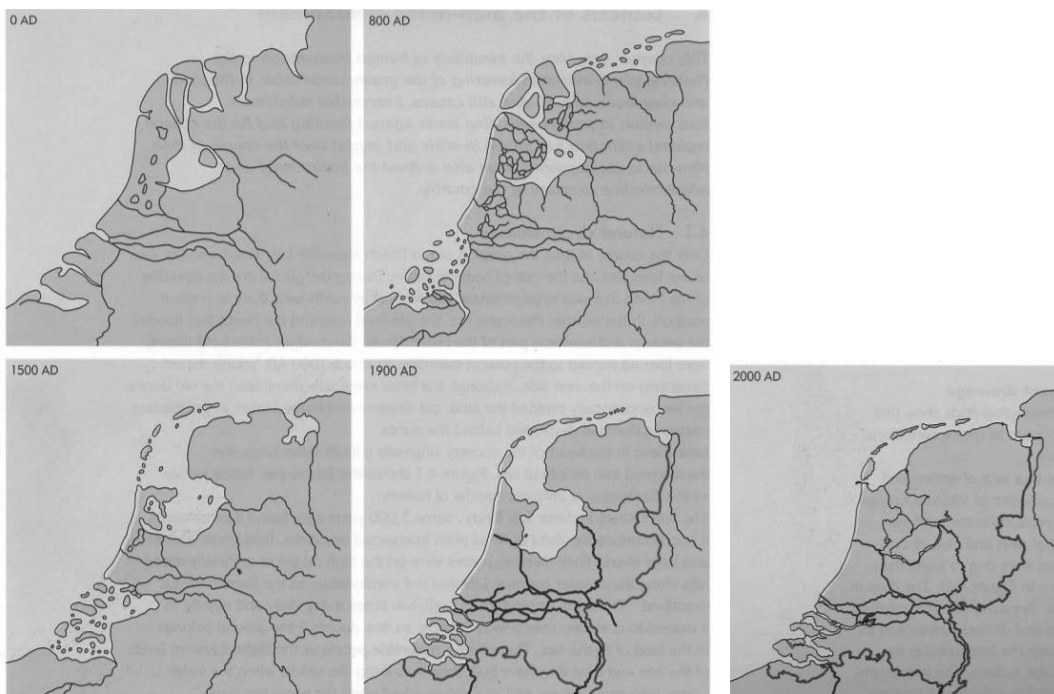


2. De waterhuishouding van Nederland in historisch perspectief

Nederland vertoont op het gebied van waterhuishouding enkele bijzondere kenmerken. Een groot deel van Nederland is door mensen drooggelegd en bruikbaar gemaakt. 25% van het landoppervlak ligt beneden gemiddeld zeeniveau, terwijl ongeveer 65% van het totale gebied zou kunnen overstromen als er geen dijken waren gebouwd. Het laagste gebied ligt op 6,5 m beneden gemiddeld zeeniveau. Gedurende zware stormen op de Noordzee kan het verschil tussen het laagste land en het peil van het nabijgelegen zeewater oplopen tot meer dan 10 m.

2.1. De vroege geschiedenis

De huidige situatie is ontstaan door ontwikkelingen gedurende de laatste 1000 jaar; als gevolg van natuurlijke processen en van menselijke activiteiten. Het natuurlijke landschap bestond uit het deltagebied gevormd door de rivieren Rijn, Maas en Schelde. Vanaf de 9^e eeuw werden door het graven van talloze sloten en kanalen de veengronden ontgonnen. Deze ontwatering zorgde voor een maaiveld daling die zich nu nog steeds voortzet. Omdat de aanvoer van sedimenten door rivieren en zee onvoldoende was om de bodemdaling te compenseren, heeft dit vooral tussen 800 en 1250 geleid tot veel landverlies. In deze tijd is Nederland veranderd van een gebied met een bijna gesloten kustlijn in een gebied dat in het zuidwesten en vanuit de Zuiderzee open lag voor invloeden van de zee. Fig. 2.1 laat de ontwikkeling zien van Nederland met een bijna gesloten kustlijn tot de huidige situatie met de grote rivieren.



Figuur 2.1 – Ontwikkeling van het Nederlandse gebied

De eerste vermelding van de lage landen

De eerste bewoners van het deel van Nederland dat nu onder zeeniveau ligt, bewoonden de zanderige natuurlijke oeverwallen van de rivieren. Langs de rivieren liggen hogere natuurlijke oevers en donken waarop men zich permanent kon vestigen (bijvoorbeeld de Vlaardingencultuur van ca. 3000 voor Chr.). Ook vestigde men zich op de hoger gelegen duingebieden (de vermaarde Kaninefaten). De veengebieden bestonden in die tijd nog voornamelijk uit bos (de benaming

'hout' in Lange Voorhout, Noordwijkerhout, etc. betekent veenbos), dat veel hoger gelegen was dan de tegenwoordige veenweidegebieden die ontstonden na afwatering en afgraving. Deze bossen waren vrijwel onbewoond. In Friesland en Groningen waren geen duinen en daar vestigden men zich op terpen (het Friese woord voor dorp), en wierden (het Groningse woord voor waard). Een waard is een van water afgeschermd gebied. Hoewel de Friezen en hun voorouders daar waarschijnlijk al vele eeuwen woonden, wordt de eerste historische vermelding pas door Plinius gemaakt (Plinius de oudere in *Naturalis Historia Liber XVI.2-3*, geschreven in 77 na Chr.). Hij trekt daar het leven van de Friezen (die hij Chauken noemt) een beetje in het belachelijke. Hij noemt ze 'een niet te benijden volk'. Ze moeten voor de opkomende oceaan vluchten op zelfgemaakte heuvels, lijden kou, verwarmen zich met het verbranden van gedroogde grond (veen) en kunnen geen vee houden. Tot overmaat van ramp moeten ze regenwater drinken uit kuilen die voor hun huizen liggen (zie text box 'Plinius over de Friezen in *Naturalis Historia*').

Plinius over de Friezen in *Naturalis Historia* (77 na Chr.)

Wat voor leven is het van mensen die moeten leven zonder bomen of struiken? We hebben eerder gezegd dat in het oosten, aan de kusten van de oceaan, een aantal rassen in zeer armoedige condities verkeren; maar dit geldt evenzeer voor de volkeren die we in het noorden aantreffen, die de Grote en Kleine Chauken worden genoemd. Daar stort zich de oceaan, twee keer per etmaal, met een snel getij over een onmetelijke vlakte, daarbij ingaand tegen de eeuwenoude natuurwet dat een gebied of tot het land of tot de zee behoort. Daar bewoont dit miserabele ras opgehoogde stukken grond, die ze zelf met de hand hebben aangelegd boven het niveau van het hoogst bekende getij. Levend in hutten gebouwd op de gekozen plekken, lijken zij op zeelieden in schepen als het water het omringende land bedekt, maar op schipbreukelingen als het getij zich heeft teruggetrokken, en rond hun hutten vangen ze vis die probeert te ontsnappen met het aflopende getij. Het is voor hen niet mogelijk om kuddes te houden en te leven op melk zoals de omringende stammen, ze kunnen zelfs niet met wilde dieren vechten, omdat al het bosland ver weg ligt. Ze vlechten touwen van zegge en biezen uit de moerassen om daarmee netten te kunnen uitzetten om vis te vangen, en zij graven modder (veen) op met hun handen en drogen dat veeleer aan de wind dan aan de zon, en met aarde (veen) als brandstof verwarmen zij hun voedsel en hun eigen lichamen, die verkleumd zijn in de noordenwind. Hun enige drank komt van het opslaan van regenwater in vijvers in de voorhof van hun huizen. En dit zijn de rassen die, als ze nu overwonnen worden door de Romeinse natie, zeggen dat ze vervallen tot slavernij! Het is maar al te waar dat het lot de mens spaart bij wijze van straf.

Bewoning

Vanaf 500 voor Chr. heeft er op de *terpen* permanent bewoning plaatsgevonden. De terpen groeiden van kleine heuvels uit tot dorpsterpen die tijdens overstromingen meestal gespaard bleven. Ze bereikten een hoogte van ongeveer 4 à 5 m +NAP en een enkele zelfs 8 m +NAP. Door verbeterde ontwatering werd het ook mogelijk de hogere gedeeltes van de veengebieden te bewonen. Hierdoor groeide de bevolking snel na het jaar 800. Wel woonde toen bijna de hele bevolking op het platteland, er waren nog nauwelijks steden. De eerste steden ontstonden op natuurlijke oeverwallen langs rivieren (o.a. Leiden en Utrecht) en getijdereken (o.a. Delft en Amsterdam), op donken en op uitlopers van de duinen (Den Haag).

Bedijking

Om de dreiging van het water in de lage veengebieden tegen te gaan, werden in de 11^e eeuw de eerste dijken gebouwd. Deze dijken waren lage kades die door aparte bewonerskernen werden gebouwd en later werden verhoogd en verenigd tot dijkeringen. Deze primitieve dijken waren vaak echter niet sterk genoeg om het achterliggende land te beschermen. Vanaf het begin van de ontginning in het rivierengebied ontstonden de eerste *polders*. Nieuw ontgonnen land werd door kaden omringd om het te beschermen tegen overstromingen. Langs de rivierkade werd een

dwarssloot gegraven waar de ontginningskanalen op uitkwamen. Deze dwarssloot mondde via een sluisje zo ver mogelijk stroomafwaarts in de rivier uit. In de 13^e eeuw werden de zeegaten groter, wat zorgde voor meer overstromingen. Het water werd namelijk in de zeegaten opgestuwd, waardoor het over de dijk heen stroomde. Dit had tot gevolg dat de dijken afkalfden en doorbraken. Doordat ook nog de vervening voor een sterke bodemdaling zorgde, werden de gebieden die overstromden steeds groter.

Dijkvallen

Door eb en vloed konden de zeegaten uitschuren tot geulen van wel 40 m diep. Op veel plaatsen liepen deze geulen langs dijken en hier konden dan dijkvallen plaatsvinden. De dijken hadden een ondergrond van klei maar rustten op dikke lagen fijn zand. Deze zandlagen kunnen hun draagkracht verliezen door onderloopsheid, waarbij het zandpakket gaat vloeien en de dijk instort. Omdat het lastig was de dijken tegen dijkvallen te beschermen, werd er achter de oorspronkelijke zeedijk een tweede dijk aangelegd, de *inlaagdijk*. Na een dijkval werd dit de nieuwe zeedijk, zodat de schade werd beperkt. Hoe groot het probleem van de dijkvallen was, blijkt uit het feit dat er in de 16^e eeuw ongeveer 60 vermeld zijn. Toen werd bijvoorbeeld de Oosterschelde in korte tijd sterk vergroot (zie text box 'Het Gat van Lodijke'). Het proces van de dijkvallen werd vaak door de bewoners nog versterkt doordat gewild zouthoudend veen onder de klei werd weg gegraven. De inlaag kon daardoor onder water komen te staan, wat weer nieuw gevaar opleverde voor de inlaagdijk.

Waterschappen

In het begin was het beheer van dijkkringen en afwateringsstelsels in handen van de buurtschappen. Omdat er door de toenemende dreiging van het water meer en grotere werken gebouwd moesten worden en er dus een betere organisatie nodig was, ging het bestuur tussen 1300 en 1600 over op zogenaamde streekwaterschappen. De meeste waterschappen hadden óf dijkbeheer óf de zorg voor regionale afwateringsstelsels tot taak. Ondanks dat er al vroeg een wijdvertakt en gestructureerd beleid voor het waterbeheer bestond, had dit niet het gunstige effect dat men zou verwachten. Men zag wel in dat het grote aantal overstromingen veroorzaakt werd door het ingrijpen van de mens, maar de grote economische belangen die hierbij een rol speelden, verhinderden een effectieve uitvoering van maatregelen tegen overstromingen. De grafelijke regering had zelf bijvoorbeeld veel inkomsten uit het verlenen van vergunningen voor juist een verdere exploitatie van het land achter de dijken. Van dit geld werden dan vaak de dijken weer hersteld!

Het gat van Lodijke (1530)

In de zestiende eeuw kwamen er regelmatig dijkvallen voor. Vaak was dit het gevolg van slecht onderhoud of van slecht management, zoals levendig beschreven door Andries Vierlingh, een bekend waterbouwkundige uit die tijd.

Toen er bij Lodijke (nabij Reimerswaal langs het Schelde estuarium) tijdens een stormvloed in 1530 water over de dijk stroomde, weifelde de dijkgraaf het gat middels zandzakken en krammatten te dichten. Dat had gemakkelijk gekund omdat "men er nog de eerste drie of vier getijden met hoge schoenen door kon lopen". Maar volgens Vierlingh vond de Heer van Lodijke het wel best omdat hij dacht dat er zo een "mooi haventje zou uitschuren". "Maar", schreef Vierlingh, "het haventje schuurde zó uit dat de Heer van Lodijke al zijn land verloor en het gehele land bewesten Yerseke". Vierlingh beklagt zich vervolgens over het gebrek aan verantwoordelijkheidsgevoel en kennis van de dijkgraven, die volgens hem niet bekwaam zijn:

"Maar de dijkgraven kijken nergens anders naar om dan om de dijken een mooi aanzien voor het oog te geven. Zonder te letten op de hoogte, waarvan toch alle welvaart van het land afhankelijk is. Er is geen erger ding dan mensen in de positie van dijkgraaf stellen die geen ervaring hebben en die, om hun autoriteit te tonen, ook geen goede adviezen willen horen. Ik heb zulke dijkgraven vaak moeten meemaken, lieden die nooit de zee, eb of vloed hebben gezien, die geen winden kennen of weten te benoemen. Sommigen kwamen van Westerwolde, anderen van Waals-Brabant of uit de Kempen en zij wisten evenveel van zeewater of dijken als een zeug weet van eten met een lepel. En voor ze het hebben geleerd brengen deze heren het land op grote kosten en de arme huisman moet het allemaal betalen"

Helaas is deze klacht van Vierlingh nog altijd actueel.

2.2. Waterbeheersing vanaf het begin van de 17^e eeuw

Het proces van bedijkingen werd in de 17^e en 18^e eeuw voortgezet. Het terugwinnen van land dat eerder verloren was gegaan, was daarbij een belangrijk doel. In Zuidwest-Nederland werd bijvoorbeeld het eiland Noord-Beveland langzaam teruggewonnen. In het noorden van Holland viel na bedijking de Wieringerwaard droog wat een landaanwinst van 1800 ha opleverde. In Groningen werd het gebied van de Dollard polder voor polder teruggewonnen.

Verveningen

Toen er niet meer voldoende brandhout beschikbaar was, omdat alle bossen gekapt waren, stapte men over op turf. Turf bleef de belangrijkste brandstof tot de fossiele brandstoffen (kolen, olie en gas) de rol van standaard brandstof overnamen. De turf werd gestoken uit veen en kon zowel boven als onder de grondwaterspiegel worden gewonnen. Door de grote vraag naar turf, moest de gestoken turf per schip vervoerd worden. Voor dit vervoer moesten er sloten gegraven worden in het veen, deze sloten hadden een extra voordeel: ze zorgden voor ontwatering van het gebied, waardoor het veen droog kon worden gewonnen. In de middeleeuwen waren al grote veengebieden afgegraven; door de grote bevolkingsgroei in West Nederland en de toename van industriële activiteiten ging de vervening echter nog sneller. Door de natte vervening die vooral in Zuid Holland plaats vond, zijn er grote plassen ten noorden van Rotterdam ontstaan. Deze plassen werden zo groot dat ze steeds meer een bedreiging voor de omliggende steden vormden. Het besef groeide dan ook dat het noodzakelijk was de veengebieden weer droog te maken, om het gevaar van uitbreiding van de plassen en overstromingen tegen te gaan. Dit heeft geleid tot de *droogmakerijen*, die apart zullen worden toegelicht.

Waterlinies

Nederlanders hebben zich niet alleen moeten verdedigen tegen het water, ze hebben vanaf de 16^e eeuw ook het water gebruikt om zich te verdedigen tegen opmarsen van buitenlandse troepen. De eerste keer dat ze het water hiervoor gebruikten was tijdens het ontzet van Leiden in 1573, als gevolg waarvan de Spaanse troepen zich moesten terugtrekken. Daarna is in de 17^e eeuw tijdens een oorlog met Engeland, Frankrijk, Munster en Keulen de Hollandse Waterlinie tot stand gekomen (het rampjaar 1672). Voor deze waterlinie werden de laag gelegen polders tussen de Maas en de Zuiderzee onder water gezet, zodat de Franse en Duitse troepen niet op konden trekken naar Holland. Belangrijk bij de waterlinie was dat de laag water te diep was om doorheen te waden, maar te ondiep om overheen te varen. De Spaanse successieoorlog (18^e eeuw) en de bezetting van de zuidelijke Nederlanden, waren de aanleiding om een nieuwe waterlinie te realiseren: De *Grebbelinie*. Voor deze linie werd door vervening, drassig geworden land tussen de Rijn en de Zuiderzee onder water gezet. Het voordeel van deze linie was dat Utrecht nu ook beschermd was. De *Nieuwe Hollandse Waterlinie* werd aangelegd in de 19^e eeuw en bestond uit een gebied van de Zuiderzee tot aan de Biesbosch waarbinnen ook de stad Utrecht lag. Deze linie heeft echter nooit veel betekenis gehad vanwege de ontwikkelingen op militair gebied.

2.3. Grote werken

Zoals uit het historisch overzicht blijkt, is de wateroverlastproblematiek altijd kenmerkend geweest voor de waterbeheersing in Nederland. De altijd aanwezige dreiging van het water heeft in de 20^e eeuw geleid tot de realisatie van een aantal grootschalige projecten. De Zuiderzeewerken en de Deltawerken hebben de topografie en het milieu van meer dan een kwart van Nederland grondig gewijzigd. Door bijvoorbeeld de afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee is 166.000 ha nieuw land gewonnen dat geschikt blijkt voor landbouw, stedelijke ontwikkeling, recreatie en natuurbouw.

In de estuaria van Waddenzee, Zuiderzee en de rivierendelta probeerde de zee steeds verder landinwaarts door te dringen. De eerste plannen om hier wat aan te doen dateren (voor zover bekend) uit 1667 en waren afkomstig van Hendric Stevin, zoon van de wiskundige Simon Stevin. Vooral door een gebrek aan technische kennis en middelen konden deze voorstellen toen niet worden gerealiseerd.

2.3.1. De Zuiderzeewerken

In 1891 publiceerde Cornelis Lely zijn plan voor het afsluiten van de Zuiderzee en het droogleggen van een gedeelte van deze zee. In zijn plan kwamen voor de waterbeheersing verschillende nieuwe elementen naar voren, die tot veel meningsverschillen hebben geleid. Lely was zowel ingenieur als politicus: hij was minister van Waterstaat van 1891-1901 en van 1913-1918. Pas in 1918, geholpen door de Watersnood van 1916, kon hij zijn plan voor de afsluiting en inpoldering van de Zuiderzee goedgekeurd krijgen. Vanuit de bevolking kwamen er toen nauwelijks bezwaren, alleen vanuit de visserij, aangezien de vissers hun enige bron van inkomsten zouden verliezen als de Zuiderzee zoet zou worden. Op technisch gebied zijn er wat betreft de uitvoering van het plan nog een aantal belangrijke discussies en knelpunten geweest. Ten eerste was het onduidelijk of er voldoende vaste en stijve klei te vinden zou zijn. Dit werd opgelost door de vondst van keileem, die in grote hoeveelheden voorkomt. Het tweede discussie punt was de mogelijke waterstijging langs de kusten van Friesland en Groningen door de afsluiting van de Zuiderzee. Door deze afsluiting zou de Waddenzee eerder vollopen, wat een hogere waterstand tot gevolg zou hebben. Na uitgebreid onderzoek bleek dat de waterstand ongeveer 1,20 m zou stijgen, deze stijging is meegenomen in het ontwerp van die zeedijken. Naast discussies over de uitvoering, werden er ook verschillende discussies gevoerd over de

nieuwe polders zelf. Belangrijke punten hierin waren de kwaliteit van de toekomstige landbouwgronden, de benodigde drainage, de duur van de ontzilting, de verkaveling en de uitgifte en de bewoning van het nieuwe land.

Een zeer belangrijk aspect in de nieuwe polders was de wijze waarop men de ontwatering regelde. De Wieringermeer kreeg daarbij als oudste polder een functie als proefgebied voor latere polders. Problemen waarmee men te maken kreeg waren o.a.:

- Hoe zou de voormalige zeebodem ontzilten?
- Welke gewassen kunnen er worden verbouwd?
- Hoe groot is de kwel naar de Wieringermeer?
- Welke capaciteit moeten de gemalen krijgen in samenhang met de benodigde polderpeilen en berging in de waterlopen?

Antwoorden op deze vragen moesten veelal proefondervindelijk worden gevonden.

De Zuiderzee onderging twee grote wijzigingen: de verandering van zout- naar zoetwater en de beëindiging van de getijdenbeweging die werd vervangen door een min of meer constant peil. Door het ontstaan van een zoetwaterreservoir, kwamen er grote mogelijkheden voor de drinkwater- en zoetwatervoorziening. Het IJsselmeer moest ook de rol overnemen die de voormalige Zuiderzee had in opvang van water dat vanuit de IJssel of de omliggende gebieden werd aangevoerd. In verband met de berging van water en de watervoorziening van de omliggende gebieden in de zomer, was vaststelling van de grootte van het IJsselmeer van wezenlijk belang. De grootte van de oorspronkelijke Zuiderzee bedroeg 370.000 ha. Lely toonde aan dat een grootte van 120.000 ha in de toekomst voldoende zou zijn. Na de sluiting van de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad is deze grootte ook ongeveer bereikt. Voor de groei van gewassen was het belangrijk te weten met welke snelheid de verzoeting van het IJsselmeer plaatsvond. Men had berekend dat na ongeveer twee jaar het chloridgehalte laag genoeg zou zijn; in de praktijk bleek dit gehalte veel te hoog en pas vijf jaar na sluiting van de Afsluitdijk werd een acceptabel chloridgehalte bereikt.

Tegenwoordig heeft het IJsselmeer naast de waterhuishoudkundige functie ook een aantal andere functies gekregen. Recreatievaart is naast de beroepsvaart steeds belangrijker geworden. Water uit het meer wordt als koelwater gebruikt en het meer speelt een grote rol voor de natuur.

2.3.2. De Deltawerken

Nadat het afsluiten van de Zuiderzee had bewezen dat zulke grote projecten mogelijk waren, is men serieus gaan onderzoeken of het Deltagebied ook afgesloten kon worden. De eerste plannen bestonden uit meerdere kleinere projecten in het noorden van het gebied.

Een van de grootste rampen in Nederland, de watersnoodramp in 1953, heeft voor een snellere besluitvorming voor het Deltagebied geleid. De hoogste waterstand die tijdens die nacht is gemeten is 3,85m +NAP, dit is 57 cm hoger dan de tot dan toe hoogste. Uit een frequentieanalyse bleek dat deze waterstand gemiddeld eens in de 300 jaar voorkomt. De schade van de ramp was groot; er vielen 1835 doden, 72000 mensen moesten worden geëvacueerd, 800 km dijk was beschadigd en 200.000 ha land was onder water gelopen. De meeste dijken braken door omdat de kruinen te laag waren. Door het overlopende water werd het binnentalud weggeschuurd, waardoor de dijken van binnenuit afkalfden en bezweken.

Behalve dat alle schade moest worden gerepareerd, vond men ook dat er een plan moest komen om dit soort rampen in het vervolg te voorkomen. Daarom werd in 1958 de *Deltawet* aangenomen, waarin het Deltaplan staat beschreven dat de veiligheid in het Deltagebied moest verhogen. Er

waren twee opties om de veiligheid te verhogen: dijkverhoging of zeearmen afsluiten. De Nieuwe Waterweg en de Westerschelde moesten in verband met scheepvaart in elk geval open blijven, dus werd hier voor dijkverhogingen gekozen. De rest van de zeearmen besloot men af te sluiten. Een belangrijk gevolg van de afsluiting was dat de Nieuwe Waterweg voortaan de totale afvoer van Rijn en Maas voor zijn rekening moest nemen. Aangezien de capaciteit van de Nieuwe Waterweg hiervoor niet voldoende was, werden er in de Haringvlietdam spuisluizen gemaakt, waardoor het overtollige water kon worden geloosd.

Bij de afsluiting van de Oosterschelde kwam een ander aspect naar boven. De maatschappij werd zich aan het eind van de jaren '60 steeds meer bewust van de natuur- en milieuwaarden van bepaalde gebieden. Door de Oosterschelde af te sluiten, zou het unieke brakke milieu met het bijbehorende natuurgebied van de Oosterschelde verdwijnen. In 1979 is daarom besloten een stormvloedkering met beweegbare schuiven te maken: bij normale omstandigheden staan ze open, bij hoge waterstanden worden ze gesloten. In technisch opzicht is hiermee een bijzonder en innovatief kunstwerk verkregen waarmee zeer hoge kosten waren gemoeid.

Na de uitvoering van het Deltaplan, is in 2007 een nieuw Deltaplan verschenen, hierin is het oude Deltaplan aangepast aan nieuwe eisen. De belangrijkste punten die uit dit rapport naar voren komen zijn het achterstallig onderhoud aan de dijken, het advies om de dijken en kustverdediging op te hogen naar een nieuwe deltahoogte in verband met zeespiegelrijzing en hogere afvoeren in de Rijn en de Maas en het feit dat er steeds meer behoefte is aan waterberging en dat hier ruimte voor moet worden gezocht.

2.3.3. De grote rivieren

Tot het eind van de 19^e eeuw was in Nederland veel aandacht gericht op het tegengaan van rivieroverstromingen. Die eeuw kwamen er namelijk vier keer grote delen van het rivierengebied onder water te staan. Vaak waren deze overstromingen het gevolg van ijssdammen die zich vormden in vernauwingen van het rivierprofiel. Het werd allengs duidelijk dat onregelmatigheden in de rivierbedding moesten worden rechtgetrokken om water en ijs afdoende naar zee af te voeren. Ook de afvoer van de Maas verliep moeizaam. De hoofdarmp van de Rijn, de Waal, vloeide met de Maas samen bij Loevestein. Omdat de Waal tot in juni zelf veel water afvoerde, was het voor de Maas in het voorjaar onmogelijk om water te lozen. Met als gevolg dat de Maasdijken regelmatig bezweken.

In 1825 ontstond het eerste initiatief om het rivierstelsel te verbeteren, namelijk door het maken van een gedetailleerde kaart waarop de oeverlanden nauwkeurig in kaart konden worden gebracht. Daarnaast werden er riviercommissies aangesteld die als taak hadden om voorstellen tot verbetering naar voren te brengen, dit met als uitgangspunt dat rivieren zelfstandig water en ijs konden afvoeren. Dit heeft geleid tot de normalisering van vele riviertakken. Voor elke riviertak werd een optimale breedte vastgesteld die naar de monding toe steeds breder werd. Hierdoor zouden de kleine eilanden en zandplaten in de rivierbedding wegschuren. Toen in 1848 politiek gezien een stabiele periode aanbrak, waren er veel mogelijkheden voor structurele werkzaamheden aan het rivierstelsel. In deze periode werd de Nieuwe Merwede gegraven die voldoende capaciteit had om het water van de Waal en de Maas af te voeren.

Na verschillende werkzaamheden aan de Rijntakken, vormde deze rivier geen gevaar meer voor overstromingen en kon men beginnen met verbeteringen aan de Maas. Om overstromingen te voorkomen werden de meeste bochten afgesneden, waardoor de lengte van een aantal

riviertakken sterk afnam. Tenslotte heeft kanalisatie van de Nederrijn en Lek voor een belangrijke verbetering gezorgd voor de waterbeheersing van Nederland.

Scheepvaart

Naast het voorkomen van overstromingen, zag men later ook het grote belang in van goede en betrouwbare scheepvaartwegen. De eerste normalisering van de Rijn zorgde echter niet voor verbetering voor de scheepvaart. De polders moesten namelijk nog afwateren door middel van natuurlijk verval, wat betekende dat de waterstand in de rivier laag moest blijven. Bij het graven van de Bergse Maas als Maasmond was het voor het eerst mogelijk om ook echt rekening te houden met de scheepvaart. Ook bij de *normalisatie* van de Maas werden gelijk stuwen en sluizen gebouwd ten behoeve van de scheepvaart.

2.3.4. Droogmakerijen

Droogmakerijen zijn polders die zijn ontstaan door droogmaking van gebieden die daarvoor permanent onder water stonden. Nederland telt 445 droogmakerijen met een gezamenlijk oppervlak van meer dan 300.000 ha. Het grootste deel hiervan ligt in de provincies Flevoland, Friesland, Noord-Holland en Zuid-Holland. Droogmakerijen zijn in twee hoofdgroepen in te delen. De eerste omvat de droogmakerijen die zijn ontstaan door het droogleggen van meren of gedeelten van de zee, zoals bij de Zuiderzeewerken. Hierbij horen ook de kleine meertjes aan de binnenzijde van zeedijken die na een dijkdoorbraak konden ontstaan. De tweede groep bestaat uit droogmakerijen waarbij meren of plassen zijn drooggemaakt die waren ontstaan door *vervening*. Bijvoorbeeld de Zuidplaspolder en de Prins Alexanderpolder ten noorden van Rotterdam.

Droogmaking van meren

Vaak was schade door overstromingen een doorslaggevende factor bij het tot stand komen van grote droogmakingprojecten. Veel droogmakingen zijn dan ook gerealiseerd kort nadat de betreffende gebieden te maken hadden gehad met ernstige schade. Zoals bij de Haarlemmermeer; een zware zuidwesterstorm gevolgd door een noordoosterstorm gaven in 1836 de doorslag voor droogmaking. Ten gevolge van deze stormen overstroomde meer dan 10.000 ha land bij Amsterdam en Leiden. Een andere belangrijke reden voor droogmaking was het feit dat meestal zeer goede grond werd verkregen door de vruchtbaarheid van de zeeklei.

De stand van de techniek had natuurlijk grote invloed op het aantal en de omvang van droogmakerijen. Windmolens spelen hierbij een belangrijke rol. In de 16^e eeuw hadden de molens nog maar een geringe *opvoerhoogte*, zodat alleen ondiepe plassen konden worden drooggemaakt. In het begin van de 17^e eeuw is de molenwiek sterk verbeterd en werden bij de droogmaking van diepere meren de molens in serie geplaatst. De ene molen maalde water naar de andere molen toe, zodat een grotere opvoerhoogte kon worden bereikt (bv. de Kinderdijk). In het midden van de 19^e eeuw kreeg de stoommachine steeds meer toepassingen (bv. het gemaal De Cruquius in de Haarlemmermeer). Bij de polderbemaling leidde dit tot grote mogelijkheden. Veel grotere en diepere meren en plassen konden worden drooggemaakt.

Drooggemaakte verveningen

Omdat in de tweede helft van de 15^e eeuw turf een belangrijk handelsartikel begon te worden, werd steeds meer grond verveend. Hierdoor ontstonden plassen die in toenemende mate schade veroorzaakten aan aangrenzende gebieden. Als maatregel werden de verveners verplicht om na het gereedkomen van de vervening de ontstane plassen weer droog te maken. Zo ontstonden de veendroogmakerijen die aanvankelijk door de verveners zelf, en later door het Rijk tot stand

werden gebracht. Door de opkomst van de stoommachine konden ook grote verveende gebieden worden drooggemaakt. Voorbeelden hiervan zijn de Zuidplaspolder en de Prins Alexanderpolder.

Ontwatering

Bij de oude droogmakerijen moest, na het droogmalen, de boer zelf zijn grond in cultuur brengen en eventueel aanvullende sloten of greppels aanbrengen. Dit gaf vaak grote problemen omdat de kale vlakten in het begin nog niet geschikt waren voor landbouw.

Hierdoor zijn de IJsselmeerpolders door de Staat in cultuur gebracht en daarna pas aan de gebruikers uitgegeven. Bij de IJsselmeerpolders zijn ook voor het eerst aparte ontwateringmaatregelen genomen tijdens de ontginning. Hierdoor zou de grond sneller rijpen. Aanvankelijk vond ontwatering plaats door middel van greppels die later voor een groot deel werden vervangen door drainagebuizen.

Afwatering

Het doel van een afwateringsysteem in een droogmakerij is het bergen van water en het water naar de gemalen voeren. Om dit te realiseren worden in een droogmakerij sloten, tochten en vaarten gegraven, die samen afwateren op de boezem. In de eerste kleine droogmakerijen kwamen alleen smalle slootjes voor, naar mate de droogmakerijen groter werden, kwamen daar ook tochten en vaarten bij.

Door het aanleggen van zo'n watersysteem is het mogelijk om een *polderpeil* vast te houden. Het niveau van dit polderpeil en het wel of niet kunnen handhaven is erg belangrijk voor de opbrengst van de gewassen. Bij de eerste droogmakerijen kon men alleen een zomerpeil aanhouden, aangezien er dan onder natuurlijk verval werd geloosd. Met de komst van de stoomgemalen was het ook mogelijk om een winterpeil, dus een compleet polderpeil, te handhaven.

De bergingscapaciteit van een polder is afhankelijk van de hoeveelheid openwater in de polder. Vroeger zag men wel de relatie tussen de bergingscapaciteit en de hoeveelheid open water, maar men had nog nooit uitgerekend hoeveel openwater er vereist was. Dit had tot gevolg dat er verschillende droogmakerijen zijn met een te klein percentage openwater.

Bemaling

Bij bemaling wordt het overtollige water uit de droogmakerij omhoog gebracht door een opvoerwerktuig. In het begin werden hier uitsluitend windmolens voor gebruikt, deze hadden echter een zeer beperkte capaciteit. Simon Stevin kwam op het idee om verschillende windmolens achter elkaar te plaatsen (molengang) om de bemaling van dieper gelegen polders mogelijk te maken. Droogmakerijen zijn juist zulke diepgelegen polders, zodat de molengang hier jarenlang kenmerkend is geweest. In 1844 is voor het eerst een polder geheel drooggemalen met behulp van een stoomgemaal. Enkele jaren daarna is op veel grotere schaal de Haarlemmermeer drooggemalen met behulp van stoomgemalen. Later heeft de toepassing van dieselmolens en elektrische gemalen ingang gevonden bij de droogmakerijen.

Waterbezwaar

De overtollige hoeveelheid water in een polder noemt men het waterbezwaar van de polder. Dit kan naast neerslag door nog een aantal andere factoren worden veroorzaakt, zoals kwel, schut- en lekwater en afvalwater.

Kwel

Grondwater dat door een opwaartse druk uittreedt, noemt men kwel. Als bijvoorbeeld bij een droogmakerij een naburige polder een hoger polderpeil heeft, kan dit water via

grondwaterstroming in de droogmakerij naar boven komen. Ook kan water van een aangrenzende waterloop door het dijklichaam naar de droogmakerij stromen.

Kwel kan een aanzienlijk waterbezwaar opleveren. Een voorbeeld is het Naardermeer, dat in 1883 drooggemaakt is met een stoomgemaal. De hoeveelheid kwelwater was hier zo groot dat men drie jaar later de polder weer onder water heeft gezet.

Afvalwater

Van industrie en huishoudens afkomstig spoel- en afvalwater kan worden geloosd op waterlopen van een droogmakerij. Als dit water is onttrokken aan het waterleidingnet, een aangrenzend gebied, of uit het diepe grondwater is gepompt zal dit bijdragen tot het waterbezwaar in de polder.

Schut- en lekwater

Door scheepvaartsluizen kan schutwater de polder binnen stromen en waterbouwkundige constructies kunnen lekwater tot gevolg hebben. Meestal dragen deze factoren maar voor een klein deel bij tot het waterbezwaar.

2.4 Waterbeheersing 21e eeuw

2.4.1 Integraal waterbeheer

Integraal waterbeheer is het afstemmen van de vraag naar waterfuncties met de mogelijkheden die het watersysteem ons biedt. Deze watervraag betreft drie zaken: waterhoeveelheden (te veel of te weinig), watergedrag (streefpeilen, water dynamiek) en waterkwaliteit. De watervraag wordt bepaald door maatschappelijke behoeftes, ecologie en economie. In onze huidige samenleving wordt integraal waterbeheer steeds belangrijker, omdat de verschillende functie-eisen steeds moeilijker met elkaar zijn te verenigen. De beschikbare ruimte wordt steeds minder en de maatschappij stelt steeds hogere eisen aan het gedrag en de kwaliteit van het water. Integraal waterbeheer komt onder andere in de volgende aspecten naar voren.

Complete cyclus

In de geschiedenis zijn waterprojecten vaak opgezet met één doel: of zorgen voor beter drinkwater, of voorkomen van overstromingen, of irrigatie en drainage van landbouwgrond. Tegenwoordig wordt er echter bij projecten veel meer naar de complete watercyclus gekeken, en naar een scala van verschillende maatschappelijke doelen (multi-objective). Dit kan alleen via een intersectorale en interdisciplinaire benadering.

Stroomgebied benadering

Tot voor kort werden projecten vaak afgestemd op het gebied waar het probleem zich voordeed. Nu wordt er bij het oplossen van lokale en regionale problemen veel meer gekeken naar het gehele stroomgebied. Lokale veranderingen, bijvoorbeeld in een stroombed van een rivier kunnen (onbedoelde) gevolgen hebben voor andere gedeeltes van het stroomgebied.

Duurzaamheid

In de huidige maatschappij speelt duurzaamheid een steeds grotere rol: steeds meer mensen beseffen dat de (economische) ontwikkeling snel zal afnemen als we op dezelfde manier door blijven gaan. Daarom wordt er steeds meer aandacht besteed aan duurzame oplossingen, waarbij efficiënter gebruik wordt gemaakt van water, energie en grondstoffen.

Inspraak

Een integrale benadering betekent ook dat alle betrokkenen in de planvorming en implementatie betrokken worden. Tegenwoordig moeten er in Nederland verschillende stappen van inspraak worden doorlopen, voordat een project uitgevoerd mag worden. Verschillende actoren kunnen hier hun verschillende meningen kwijt, die voor een (groot) gedeelte in de plannen verwerkt moeten worden. Hierdoor is het lastiger en kost het meer tijd om een verandering uit te voeren, maar worden wel alle onderdelen van het systeem belicht.

2.4.2 Mondiale ontwikkelingen

De gedachtevorming over integraal waterbeheer heeft over de laatste 40 jaar plaatsgevonden. Vanaf midden jaren 60 van de vorige eeuw hebben er op het gebied van water(management) verschillende wereldwijde congressen plaatsgevonden. Tijdens deze congressen werden afspraken gemaakt over het gebruik van water en is er gesproken over recente ontwikkelingen op het gebied van watermanagement. Hieronder staan de belangrijkste bijeenkomsten kort beschreven.

1965-1974 International Hydrological Decade

Opgezet door UNESCO met als doel het verbeteren van de internationale samenwerking op het gebied van hydrologie

1970 Helsinki Rules on the use of international rivers

Hierin zijn richtlijnen vastgelegd voor het beheer van internationale rivieren. Voornamelijk worden benadrukt: het gezamenlijk gebruik van het water en het principe geen schade te berokkenen aan andere landen in het stroomgebied.

1977 UN Water Conference, Mar del Plata

Onderwerpen van deze VN conferentie waren onder andere de toegang tot waterbronnen, watergebruik en sanitaire voorzieningen. De uitkomst was dat alle landen plannen moesten maken, zodat iedereen voor 1990 veilig drinkwater en goede sanitaire voorzieningen zou hebben. Dat is uiteraard niet helemaal gelukt.

1981-1990 International Drinking Water Supply and Sanitation Decade

Deze periode had als doel om de plannen die in de VN conferentie in 1977 waren gemaakt, alsnog (op tijd) te verwezenlijken (ook niet helemaal gelukt).

1992 UN Conference on Water and the Environment, Dublin

Op deze conferentie wordt integraal waterbeheer gedefinieerd en worden de 4 Dublin Principles aangenomen: 1. integraal waterbeheer; 2. participatief waterbeheer; 3. water als economisch goed; 4. de centrale rol van vrouwen in het waterbeheer.

1992 UN Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro

Dit is de eerste conferentie waarbij de sterke link tussen milieu en ontwikkeling wordt gelegd, de prioriteit van water blijft echter klein (Chapter 18 in Agenda 21). Wel wordt er een commissie opgericht om de uitkomsten van de conferentie te realiseren.

2000 2nd World Water Forum, Den Haag

Tijdens deze conferentie realiseerde men zich voor het eerst dat er meer integraal waterbeheer nodig was en dat water een prioritaire zaak is die iedereen aangaat.

2000 UN millennium declaration.

Hier werden de MDGs (de Millennium Development Goals) geformuleerd, die tot doel hadden honger armoede en watergebrek drastisch te reduceren. Een van de millenniumdoelen is: in 2015 een halvering tot stand te brengen van het aantal mensen dat geen toegang heeft tot veilig drinkwater.

2003 3rd World Water Forum, Kyoto

De belangrijkste onderwerpen tijdens deze conferentie waren integraal waterbeheer en de vervuiling van waterbronnen.