
Onze Delta, onze toekomst

Staat en Toekomst van de Delta 2009

Voorwoord	5
Onze Delta, onze toekomst	7
Wat en voor wie?	8
Over de totstandkoming	9
Kennis en beleid: een interessant spanningsveld	10
1 Hoe veilig willen we zijn?	15
Waterveiligheid nu	16
Waterveiligheid straks	20
Maatregelen om risico's te verkleinen	23
2 Zand erover!	27
De staat van onze kust	28
Toekomst	31
Integraal zandbeheer	34
3 Na het zoet komt het zout	37
Vroeger en nu	38
Toekomst: meer zout en dus minder zoet water?	42
Kennis en kansen voor en door innovatie	46
4 Peilen op het Blauwe Hart	49
Het IJsselmeergebied nu	51
Plannen voor de toekomst	53
Slim maatregelen combineren	56

5 Intensieve infrastructuur	61
Mobiliteit en infrastructuur van vroeger tot nu	63
Op weg naar morgen	66
Technische innovaties	69
6 Bezint eer gij bebouwt	73
Bouwen in de delta	74
Uitdagingen voor de toekomst	77
Organisatie, risico's en kennis	78
Krediet voor de delta of de delta in diskrediet?	85
Colofon	92





Voorwoord

Meer dan de helft van de wereldbevolking woont in een delta. Het

leven in een deltagebied heeft veel voordelen zoals een vlakke

ondergrond en een vruchtbare bodem, maar er zijn ook nadelen.

Door de ligging nabij zee en rivieren is het gevaar op overstromingen

groter dan in andere gebieden. Bovendien zijn deltagebieden vaak zo

dicht bevolkt, dat de druk op de ruimte en het milieu groot is en de

wegen dichtslibben.

In Nederland willen we de ruimte in onze kleine delta zo goed mogelijk benutten om prettig te wonen in een veilige en mooie omgeving. Niet alleen voor onszelf, maar ook voor onze (klein)kinderen. Daarom zijn we voortdurend met de inrichting van ons land bezig en lopen daarbij tegen een aantal keuzes aan. Willen we de kuststrook wel of niet verbreden, willen we wel of niet bouwen in diepe polders, willen we meer wegen of onze huidige wegcapaciteit beter benutten. Alle alternatieven hebben voor- en nadelen en dat maakt het nemen van beslissingen niet eenvoudig.

Deltares heeft als taak kennis over het functioneren van deltagebieden toegankelijk en inzichtelijk te maken. Kennis over de toestand van de delta, over trends en ontwikkelingen en over de consequenties daarvan. Maar ook over het oplossen van knelpunten of creëren van kansen. Dit om uiteindelijk betere beslissingen te kunnen nemen. De kennis vormt als het ware het decor achter die beslissingen. Deltares wil de komende jaren, samen met andere deskundigen, dat kennisdecor in beeld brengen. Dat decor heeft als titel *de Staat en Toekomst van de Delta* meegekregen.

In dat kader verscheen in 2008 het boekje *Onze Delta - Feiten, Mythen en Mogelijkheden*. Deltares maakte daarvoor een selectie van onderwerpen en informatie. Het boekje dat nu voor u ligt is een vervolg hierop en bevat andere onderwerpen. We willen mensen bewust maken van de rol die het fysieke systeem van onze delta in besluitvormingsprocessen speelt en de keuzes die daarbij horen. Ook dragen we ideeën aan over manieren om onze delta veilig en leefbaar te houden. We hopen dat de inhoud van dit boekje in de discussie over onze delta een nuttige rol kan spelen.

De wereld om ons heen is een samenhangend geheel. De kennis van Deltares over de fysieke wereld kan dan ook niet op zichzelf staan, maar draagt bij aan het samenhangend inzicht in die fysieke wereld en de manier waarop we daarmee omgaan. Daarom werkt Deltares samen met andere kennisinstituten, universiteiten, overheden en bedrijven bij de ontwikkeling en inzet van kennis. Ik ben blij dat ook dit boekje tot stand is gekomen met de hulp van veel mensen buiten Deltares. Graag wil ik een ieder bedanken voor de enthousiaste bijdrage aan de discussies en voor het reviewen van de artikelen in deze uitgave.

Ik wens u veel leesplezier!

Harry Baayen, algemeen directeur Deltares



Onze Delta, onze toekomst

Kabinet moet ken

Onze Delta, onze toekomst

et nieuwe kabinet pleit terecht
or samenwerking tussen
ennisinstituten en organisaties
(bedrijven, overheid) die de
indingen moeten toepassen. De
raktijk is echter weerbarstig,
t Guido Enthoven.

Wat en voor wie?

Deltares wil met de Staat en Toekomst van de Delta een op feiten gebaseerd en onafhankelijk oordeel geven over de fysieke toestand van onze Delta en trends en ontwikkelingen identificeren die voor de toekomst van belang zijn. Daarmee geeft Deltares invulling aan haar rol van deltaverkenner en -evaluator. Staat en Toekomst van de Delta probeert een brug te slaan tussen praktijk, beleid en onderzoek. De centrale vraag daarbij is hoe kennis zo goed mogelijk kan bijdragen aan de kwaliteit van het beleidsproces en het daaruit resulterende beleid.

Deze uitgave is bedoeld voor een breed publiek: van bestuurders tot belangengroeperingen, van beleidsmakers tot beheerders, van onderzoekers die willen weten wat er in andere kennisvelden speelt tot iedereen die interesse heeft in de fysieke leefomgeving waarin wij wonen.

Nast dit boekje is er een website met achtergronddocumenten en verwijzingen:
www.staatvandedelta.nl.

Kennis en beleid: een interessant spanningsveld

Waar onderzoek lange tijd een zelfstandige tak van sport was, raakt het steeds meer verweven met beleid en politiek. Steeds meer groeperingen met hun eigen belangen en kennis raken betrokken bij beleidsvorming. Zoveel onderzoekers, zoveel meningen. De rol van kennis komt daardoor in een nieuw daglicht te staan.

Objectiviteit van kennis

Kennis werd eeuwenlang beschouwd als onafhankelijk, objectief, neutraal en gericht op voorspelling en verklaring. Onderzoekers gaven beleidsmakers objectieve informatie over problemen en oplossingen. Om vervolgens de effecten van die oplossingen op het fysieke systeem, de economie en de politiek te bepalen, voor de korte termijn én de lange termijn. Toch is de ontwikkeling van kennis nooit zo objectief geweest als onderzoekers vaak willen doen geloven. Het definiëren van problemen en de keuze voor de onderzoeksmethode omvatten allemaal waardeoordelen. Welke aannames maak je bij berekeningen? Op welk detailniveau laat je de resultaten zien? Stuk voor stuk lastige vragen die niet waardevrij zijn maar wel heel bepalend voor de uitkomst en conclusies van het onderzoek.

Op zoek naar een nieuwe interface

De laatste decennia raken kennis en beleid meer en meer met elkaar verweven. Dat komt doordat steeds meer partijen met ieder hun eigen perceptie van de werkelijkheid en hun eigen belangen en doelstellingen nauwer betrokken raken bij de beleidsvorming. De onafhankelijkheid van de expert en de objectiviteit van de kennis raken steeds meer in het geding. Toch proberen zowel beleidsmakers als onderzoekers te benadrukken dat kennis en beleid gescheiden zijn, omdat beide partijen daar belang bij hebben. Maar hoewel de kenniswereld de objectiviteit van onderzoek breed etaleert, proberen onderzoekers tegelijkertijd onderwerpen op de politieke agenda te krijgen die op hun onderzoeksterrein liggen. Ook beleidsmakers kunnen soms handig gebruik maken van wetenschappelijke bevindingen en adviesrapporten door conclusies te benadrukken die hun goed uitkomen. Het schijnbaar ontbreken van kennis kan ook worden aangegrepen om nader onderzoek te laten doen, daarmee tijd te kopen en beslissingen op de lange baan te schuiven. Kortom, kennis wordt steeds politieker en ook de rol van de onderzoeker verandert daardoor.



Nieuwe rollen van onderzoekers

De huidige onderzoeker zit niet meer in een kamertje langdurig te studeren, voordat hij of zij met resultaten naar buiten komt. Als er kennis nodig is voor beleid, dan moet er snel resultaat komen. Kennisontwikkeling wordt steeds meer een onderdeel van het beleidsproces. Die kennis zal vaak "niet volledig" zijn en nieuwe vragen oproepen. Het ontwikkelen van kennis is een langdurig proces en heeft een andere dynamiek dan het ontwikkelen van beleid. Met de komst van interactieve en participatieve planvormingsprocessen neemt ook de rol van burgers toe. Het besef groeit dat kennis niet meer het exclusieve domein van kennisinstellingen is, maar ook bij belangengroeperingen en burgers terug te vinden is, zeker als het om gebiedskennis gaat. Ook worden burgers steeds mondiger en nemen niet alles meer klakkeloos aan. Zeker niet als onderzoekers het onderling oneens zijn, wat in de wetenschapswereld de gewoonste zaak van de wereld is, maar bij buitenstaanders het beeld oproept van 'zij weten het ook niet!' Onzekerheden horen bij onderzoek. Een goed voorbeeld hiervan is de klimaatverandering. Het wetenschappelijke debat dat daarover gevoerd wordt roept immers de nodige twijfels aan geloofwaardigheid van de wetenschap op bij buitenstaanders.

Rollen van kennis in beleid

Kennis speelt op verschillende manieren een rol bij het tot stand komen van het beleid.

- Vaak lopen in maatschappelijke discussies feiten en meningen dwars door elkaar heen en worden meningen neergezet als voldongen feiten. Kennis kan 'feiten' nuanceren of relativeren door het uiteenrafelen van feiten, percepties en meningen.
- Fysieke veranderingen van de delta gaan vaak veel trager dan maatschappelijke processen. De kredietcrisis is al lang voorbij als de klimaatcrisis echt losbarst. Kennis over de delta kan deze verschillende tijdschalen verbinden zodat bestuurders het langetermijnbeeld mee kunnen wegen in de dagelijkse besluitvorming.
- Soms worden keuzevraagstukken en dilemma's niet als zodanig onderkend. Kennis helpt bij het identificeren en verscherpen van keuzevraagstukken en maakt consequenties van keuzes zichtbaar.
- Soms zoomen beleidsmakers snel in op één oplossingsrichting zonder dat andere mogelijkheden zijn bekeken. Dit roept vaak in een later stadium weer discussie op. Het is vaak ook de rol van de kenniswereld om een breed palet aan mogelijkheden te schetsen. Dit genereert creativiteit en vergroot de oplossingsruimte met nieuwe, innovatieve oplossingen.
- Van onderzoekers wordt vaak ook om argumenten gevraagd om het debat te ondersteunen.

Wisselwerking tussen kennis en beleid

Ondanks het feit dat kennis meer onderdeel wordt van het beleidsproces kan de wisselwerking tussen kennis en beleid toch nog beter. Op dit moment leveren onderzoekers dikwijls kennis als input voor beleid, maar op het moment dat de beleidsmaker echt aan zet is verdwijnt de onderzoeker uit beeld. Dit brengt een aantal problemen met zich mee. Waar kennis vaak is omgeven door onzekerheden, gebruiken beleidsmakers deze kennis als uitgangspunt voor keuzes, die soms verregaande gevolgen hebben. Bevindingen, waarvan onderzoekers de relativiteit onderkennen, krijgen eenmaal in de beleidswereld een harde en onwrikbare status en worden bouwstenen van het beleid. Toch is het de kern van het politieke werk om juist in onzekere situaties keuzes te maken en beslissingen te nemen en daar verantwoordelijkheid voor te nemen. Voor politici is het de kunst om de onderzoeker kritisch te bevragen op bandbreedtes en onzekerheden, en zich niet te laten leiden door zijn eigen kennis. De onderzoeker van zijn kant moet zich niet laten verleiden tot het innemen van een standpunt, maar genuanceerd en met begrip voor de maatschappelijke context de resultaten van het onderzoek helder neerzetten met de onzekerheden die daarbij horen.

Dit boekje

Met deze uitgave wil Deltares in vervolg op Staat en Toekomst van de Delta 2008 meer wisselwerking tot stand brengen tussen kennis en beleid, praktijk en publiek. De uitgave Onze Delta, onze Toekomst 2009 bevat zes artikelen over actuele onderwerpen. Deze beschrijven het systeem van onze delta, de ontwikkelingen die gaande zijn en de keuzevraagstukken voor de toekomst:

1 Hoe veilig willen wij zijn?

Welke normen vinden we acceptabel? Wat hebben we over voor onze veiligheid? Vragen waarover de maatschappelijke discussie de komende tijd nog moet losbarsten. Op dit moment zijn onderzoekers hard aan het nadenken over wat voor soort normen er mogelijk zijn en wat voor consequenties die hebben.

2 Zand erover!

Suppleren we precies zoveel zand dat de kust op zijn plaats blijft of gaan we de kust uitbouwen, ondanks dat dat voor de veiligheid niet noodzakelijk is? De huidige natuurwetgeving werkt belemmerend voor innovaties langs de kust, terwijl juist verwacht wordt dat die innovaties positieve effecten op flora en fauna hebben. Hoe kunnen we met dit spanningsveld omgaan?

3 Na het zoet komt het zout

Is het verbeteren van de waterkwaliteit in het Volkerak-Zoommeer ons meer waard dan de hoogwaardige zoete landbouw op Schouwen-Duiveland? De zuidwestelijke delta is een artificieel systeem dat met technische maatregelen in hoge mate te sturen is. Het gaat dus om keuzes maken, maar hoe kunnen we daarbij recht doen aan de verschillende belangen?

4 Peilen op het Blauwe Hart

Het voorstel om het IJsselmeerpeil te laten meestijgen met de zeespiegel tot maximaal 1,5 meter leidt tot veel maatschappelijke weerstand. De vraag is of er slimme combinaties van maatregelen mogelijk zijn waardoor de peilopzet van het IJsselmeer beperkt kan blijven. Wat zijn de consequenties van de verschillende maatregelen?

5 Intensieve Infra

Kunnen we de zaak in beweging houden of stevenen we af op een mobiliteitsinfarct? De druk op de infrastructuur neemt toe zolang de mobiliteit toeneemt. Het is dan ook belangrijk dat er aan de infrastructuur weinig onderhoud nodig is. Bij de realisatie daarvan speelt kennis en innovatie een belangrijke rol.

6 Bezint eer gij bebouwt

Bouwkosten rijzen vaak de pan uit, vaak door onvoorziene omstandigheden en risico's. Hoe kan dit voorkomen worden door het proces anders te organiseren en slimmer gebruik te maken van de aanwezige kennis?

In deze uitgave gaat het regelmatig over uitdagingen die spelen in de verre toekomst, maar ook op de korte termijn zijn er grote uitdagingen zoals de economische crisis. Daarom wordt de reeks artikelen afgesloten met een blik op de nabije toekomst: wat is de betekenis van een diepe recessie voor onze delta? Moeten we de crisis vooral als bedreiging zien of biedt die ook kansen? Kunnen we de crisis in ons voordeel aanwenden voor een duurzaam, robuust en flexibel beheer van onze delta?

Kortom

- *Kennis wordt steeds politieker en wordt steeds meer onderdeel van het beleidsproces.*
- *Kennis vervult meerdere rollen: feiten en meningen ontrafelen, het langetermijnbeeld schetsen, keuzevraagstukken en dilemma's verhelderen, een breed palet aan mogelijkheden schetsen, innovatieve oplossingen en argumenten aandragen.*
- *Onderzoeksbevindingen, waarvan onderzoekers de relativiteit onderkennen, veranderen eenmaal in de beleidswereld in bouwstenen van een beslissingsproces en krijgen daarbij een harde en onwrikbare status.*
- *Onderzoekers moeten met begrip voor de maatschappelijke context hun resultaten helder neerzetten met de onzekerheden die daarbij horen.*



1 Hoe veilig willen we zijn?



Ons land ligt voor bijna de helft onder de zeespiegel. Toch lijkt veilig wonen achter duin en dijk voor ons allemaal zo vanzelfsprekend. Maar ook staan er regelmatig berichten in de krant over overstromingen in het buitenland en voorspellingen over (extreme) zeespiegelstijging. Hoewel Nederland behoort tot de best beschermde delta's ter wereld, moeten we beseffen dat ook hier een overstroming nooit uit te sluiten is. De Commissie Veerman vindt dat de normen en de toetsingssystematiek moeten worden aangepast. In 2011 neemt het kabinet een principebesluit over nieuwe normen voor waterveiligheid. Om dat voor elkaar te krijgen worden momenteel veel onderzoek en verkenningen uitgevoerd. De maatschappelijke discussie moet nog losbarsten: een discussie die vooral zal gaan over hoe veilig we willen zijn en hoeveel geld we over hebben voor welk beschermingsniveau.

Waterveiligheid nu

Risicobenadering een halve eeuw oud

Na de watersnood van 1953 ging ons veiligheidsbeleid op de schop. Werden tot dan toe de dijken na elke overstroming opgehoogd tot een meter hoger dan de laatste hoogwaterstand, sinds 1960 gelden - op advies van de Deltacommissie - normen voor bescherming tegen overstromingen.

en het water

o-
ot
o.
el-
er-
ta-
de-
ege-

veiligheid achter de dijken moet 'met een factor 10' omhoog. Volgens Veerman is 30 procent van de keringen nu al te laag, terwijl 65 procent van het nationale vermogen of ruwweg 1800 miljard euro in overstroombaar gebied ligt. Staatssecretaris Tineke Huizinga (Waterstaat) gaf hem gelijk. „Ik wil wachten op een volgende ramp.”

Uit de eerste reacties uit de Tweede Kamer op diens advies was dat een positief. Rechts tot links reageerde Geel vindt dat een nieuw kabinet verdeling van geld aan dijkversterking en zoetwatervoorziening.

In de waterkeringwereld worden verschillende begrippen gehanteerd om de kans en de gevolgen van een overstroming te beschrijven. Dat is soms verwarrend voor niet-ingewijden. In *Onze Delta 2008* zijn deze begrippen uitgelegd. Samenvattend komt het er op neer dat de *overstromingskans* de kans is dat een gebied onderloopt door het bezwijken van een waterkering. De *overschrijdingskans* is de kans dat een combinatie van hoogwaterstand en golven die de dijk veilig kan keren wordt overschreden. Overschrijdingskansen zijn veel gemakkelijker te bepalen dan overstromingskansen en worden daarom tot nu toe nog steeds gebruikt bij het ontwerpen en toetsen van waterkeringen. *Overstromingsrisico* is de kans op een overstroming vermenigvuldigd met de gevolgen daarvan.

Voor de vaststelling van de normen voerde de Deltacommissie in de jaren vijftig een kosten-batenanalyse uit voor Centraal-Holland. De commissie keek daarin naar de combinatie van kans en omvang van een overstromingsramp, en noemde dit het overstromingsrisico. De commissie woog het overstromingsrisico af tegen de kosten van hogere bescherming. Als optimaal beschermingsniveau volgde hieruit een overstromingskans van 1/125.000 per jaar. Deze overstromingskans kwam volgens de commissie overeen met een kans van 1/10.000 per jaar op overschrijding van maatgevende omstandigheden waar de dijk op ontworpen is. Deze kans van 1/10.000 kennen wij nu als de norm.

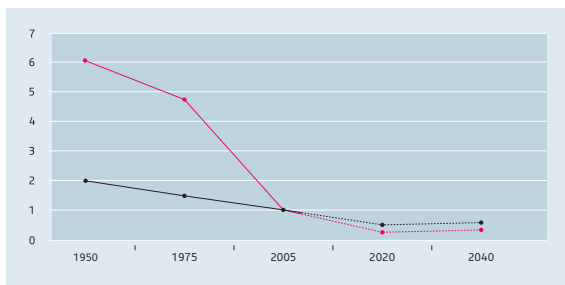
In 1996 zijn de normen waaraan dijken moeten voldoen vastgelegd in de Wet op de waterkering. Ook werd in de wet aangegeven dat het beter zou zijn om op termijn te gaan werken met de werkelijke overstromingskans in plaats van de overschrijdingskans.

Volgens de Wet op de waterkering moeten iedere vijf jaar de primaire waterkeringen worden getoetst aan de normen. In de toetsingsronde van 2006 voldeed een kwart van de waterkeringen niet aan de norm. De veiligheid van een derde van de dijken en duinen en de helft van de kunstwerken, zoals dammen, kon niet worden beoordeeld, bij gebrek aan gegevens.

Overstromingsrisico's

Hoe groot de overstromingskansen en -risico's in Nederland precies zijn, weet niemand. Daarvoor zijn er teveel onzekerheden. Recente schattingen wijzen erop dat de kans dat een dijkvak doorbreekt op de meeste plaatsen 2 tot 10 keer kleiner is dan de overschrijdingskans. Sommige waterkeringen blijken echter zwakke plekken te hebben. Deze zwakke plekken zijn bepalend voor de overstromingskans van een gebied.

Uit verkennend onderzoek blijkt wel dat de overstromingsrisico's sinds 1950 zijn gedaald. De mogelijke gevolgen van een overstroming zijn weliswaar toegenomen, want de economische waarde van Nederland is fors gestegen en er wonen nu meer mensen dan toen. Maar het afsluiten van zeearmen en het versterken van dijken heeft de overstromingskans enorm verkleind. Deze combinatie vertaalt zich in lagere slachtoffer- en schaderisico's.

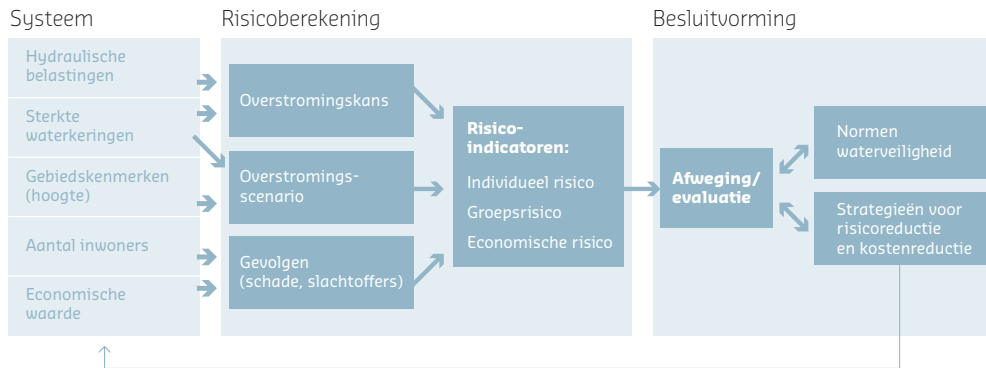


● = slachtofferisico ● = schaderisico

Overstromingsrisico 1950 - 2040

De situatie in 2005 is op 1 gesteld. De netto afname is gevolg van een betere bescherming in combinatie met een groeiende economie en een geleidelijk stabiliserende bevolking. Voor de jaren tot 2040 is uitgegaan van het WLO-scenario 'Transatlantic Market' en continuering van het huidige beleid.

De studie *Veiligheid Nederland in Kaart (VNK)*, die in 2001 is begonnen, zal een nauwkeuriger schatting opleveren van overstromingskansen en overstromingsrisico's. VNK heeft een methode ontwikkeld om de kansen op overstroming en de gevolgen ervan in termen van slachtoffers en schade te berekenen. In 2011 moeten de resultaten beschikbaar zijn. Maar intussen wordt er natuurlijk aan de waterkeringen gewerkt en worden de rivieren verruimd, waardoor de overstromingskansen en overstromingsrisico's verminderen. Naast VNK loopt het beleidstraject *Waterveiligheid 21^e eeuw (WV21)*. Daarin gaat het om het genereren van goede informatie op basis waarvan de maatschappelijke discussie over de nieuwe normen kan worden gevoerd.



Risicobeoordeling in stappen

De berekening van risico's vindt plaats in drie stappen:

- De *eerste stap* bestaat uit het kwantitatief beschrijven van de belasting op de waterkering, de sterkte van de waterkering en de eigenschappen van de dijkkringgebieden.
- De *tweede stap* is het berekenen van de risico's. Dit is product van de kans op het optreden van verschillende overstromingsscenario's en de gevolgen daarvan.
- De *derde stap* omvat het beoordelen van de risico's: welk risico is aanvaardbaar en welke kosten vinden we acceptabel om het risico verder te beperken?

Waterveiligheid straks

Nieuwe beschermingsnormen

De ontwerpbeleidsnota *Waterveiligheid* (2009) schetst de contouren van een nieuw waterveiligheidsbeleid. Dit berust op drie pijlers: overstromingen voorkómen, duurzame ruimtelijke inrichting en rampenbeheersing bij overstromingen. Dat betekent dat de waterkeringen op orde worden gehouden en dat de kwetsbaarheid niet mag toenemen. En mocht het onverhoopt mis gaan, dan moet de maatschappelijke ontwrichting beperkt blijven. De beleidsnota kondigt ook vernieuwing van het normenstelsel aan, te baseren op drie componenten:

- Een basisniveau van bescherming tegen overstromingen dat wordt geboden aan iedere burger die binnen een dijkkring leeft: *het plaatsgebonden risico*;
- Een maatschappelijk acceptabele bovengrens voor de kans op grote aantallen slachtoffers: *het groepsrisico*;
- *De vermeden schade ten opzichte van de kosten die daarmee gemoeid zijn.* Hierin worden directe en indirecte schade van een overstroming binnen en buiten het overstroomde gebied meegenomen. Daarbij gaat het ook om een monetaire waardering van ondermeer landschap, natuur en cultuur, van slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting.

Een belangrijke vraag is in hoeverre de normen mogen verschillen voor verschillende gebieden in Nederland. Ook nu al geldt niet overal hetzelfde beschermingsniveau. Zo is de Randstad beter beschermd dan de polders in het rivierengebied. De discussie over gewenste beschermingsniveaus zal veel emoties losmaken. Bewoners vinden het uiteraard moeilijk te verteren als hun gebied een lager beschermingsniveau krijgt dan een ander. Daarnaast zal blijken dat de risicobeleving van de burger vaak niet overeen komt met de wetenschappelijke definitie en beoordeling van risico's.

Normen economisch bekeken

In het geval van een 'economisch optimaal beschermingsniveau' wordt de hoogte van de normen zo gekozen dat er een optimale verhouding is tussen de kosten en de baten. In 2008 is hiernaar een verkenning afgerond, de Kengetallen kosten-batenanalyse (KKBA). In het noorden van Nederland worden de optimale beschermingsniveaus ruimschoots gehaald met de bestaande waterkeringen. Een strengere beschermingsnorm is hier vooralsnog niet aan de orde. Voor het rivierengebied en de dijkringen ten zuiden en zuidoosten van Rotterdam is een verhoging van het beschermingsniveau met een factor 2 tot 5 op economische gronden gerechtvaardigd. De nu berekende optimale beschermingsniveaus zijn indicatief. Nauwkeuriger conclusies komen uit een complete maatschappelijke kosten-batenanalyse, die WV21 in 2010 uitbrengt.

Wat de Commissie Veerman zegt over de hoogte van de nieuwe norm

‘Om iedereen hetzelfde basisniveau van veiligheid te geven, zal naar verwachting in de dijk-ringen van het rivierengebied de overstromingskans met een factor 10 verlaagd moeten worden. (...) Na zorgvuldige afweging komt de commissie tot het oordeel om de overstromingskansen voor alle dijkringen (...) ten opzichte van de huidige normen minimaal met een factor 10 te verminderen en dus het veiligheidsniveau met een factor 10 te verhogen. Deze huidige normen worden hierbij door de commissie geïnterpreteerd als overstromingskansen (...).’

Normen voor slachtofferrisico's

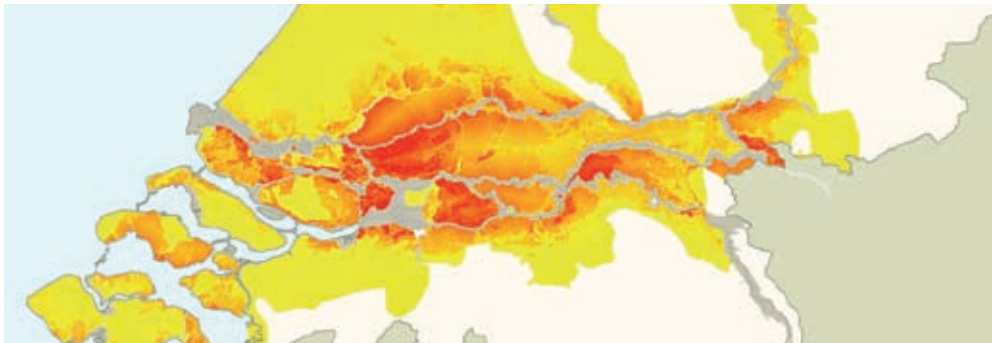
De Commissie Veerman (2008) meent dat het risico dat mensen overlijden als gevolg van een overstroming een grotere rol moet spelen bij het vaststellen van het gewenste beschermingsniveau. Veerman stelt dat ‘een mensenleven overal evenveel waard is en dat de kans op overlijden als gevolg van een overstroming daarom overal op een maatschappelijk overeen te komen basisniveau moet worden gerealiseerd’. In sectoren zoals industrie en transport, wordt dit plaatsgebonden risico al gehanteerd en wordt de waarde van één sterfgeval per miljoen mensen per jaar aangehouden. De commissie stelt voor om deze waarde ook te hanteren als het algemene basisniveau voor waterveiligheid.

Plaatsgebonden risico

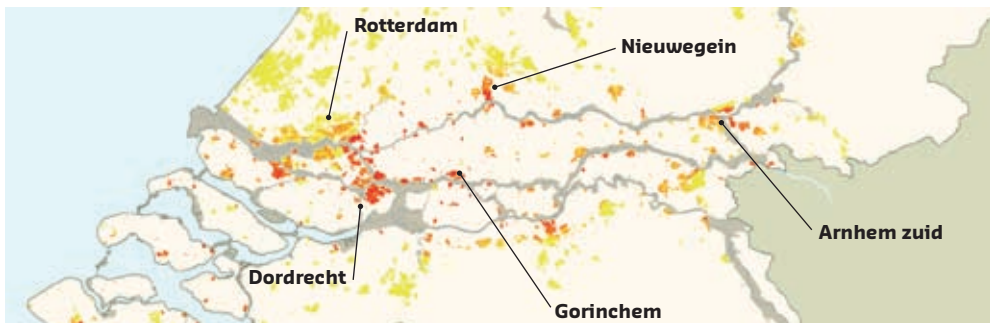
In de Randstad is de kans op een overstroming kleiner dan 1/10.000 per jaar. Bij een overstroming blijkt gemiddeld 1% van de achterblijvers te overlijden. Een overstroming vanuit zee komt waarschijnlijk te snel om een effectieve evacuatie mogelijk te maken. Dat levert voor de Randstad *gemiddeld* een plaatsgebonden risico op van één op een miljoen.

Voor het rivierengebied wees de Deltacommissie in 1960 al op de mogelijkheid tot tijdig evacueren, omdat een hoogwater zich dagen tevoren aankondigt. De ervaring van 1995 heeft echter geleerd dat niet iedereen zich laat evacueren en er 10% - 20% achterblijvers zijn. De overstromingskans in het rivierengebied mag dus 5 - 10 maal groter zijn dan in de Randstad om op eenzelfde plaatsgebonden risico uit te komen.

Behalve het plaatsgebonden risico is er het groepsrisico. Dat is de kans dat er veel mensen overlijden bij één ongeval of calamiteit. Het groepsrisico wordt weergegeven in een curve waarin het aantal personen op de x-as is afgezet tegen de kans per jaar op (tegelijk) overlijden op de y-as. Het groepsrisico is een indicatie van de maatschappelijke ontwrichting door een grote ramp en is een apart beoordelingscriterium naast het plaatsgebonden risico.



Relatieve verschillen in plaatsgebonden risico. Dit risico is het grootst dicht bij dijken, waar water snel komt en snel hoog staat (uit: De Bruijn, 2009).



Relatieve verschillen in groepsrisico. De plaatsen waar het groepsrisico groot is zijn sterk gerelateerd aan de verstedelijking (uit: De Bruijn, 2009).

Maatregelen om risico's te verkleinen

Drie soorten maatregelen

Er zijn drie soorten maatregelen om de risico's van een overstroming te verkleinen: de overstromingskans beperken, de blootstelling aan overstroming verminderen, en de gevolgen beperken.



Mogelijke maatregelen om risico's in het rivierengebied te beheersen.

Verkleinen van de overstromingskans

Een beproefde manier om de kans op overstromingen te verkleinen is dijkversterking en dijkverhoging. Op dijkversterking zijn diverse varianten mogelijk, zoals de aanleg van een doorbraakvrije dijk. Dit is een brede dijk die zodanig bestand is tegen erosie dat er in extreme situaties water overheen kan stromen zonder veel schade te geven.

Overstromingskansen nemen ook af als de belasting op de waterkering afneemt. Dat is bijvoorbeeld het geval bij buitendijkse voorlanden en ondiepten in de Waddenzee, die ervoor zorgen dat golven eerder breken en er minder water over de dijk slaat.

In het rivierengebied krijgt lokaal de rivier meer de ruimte door dijken terug te leggen of uiterwaarden te verdiepen zodat de rivier meer water kan afvoeren. Daardoor loopt de waterstand in de rivier minder hoog op met als gevolg een kleinere overstromingskans.

Beperking van blootstelling

Beperking van blootstelling kan bij voorbeeld door compartimentering: het opdelen van een grote dijkkring in kleinere compartimenten. Daardoor stroomt bij een overstroming een kleiner gebied onder water met als gevolg minder schade, minder getroffen inwoners en minder slachtoffers; maar wel lopen ze sneller vol en komt het water er snel hoog te staan. Een andere manier om de blootstelling te verkleinen is de al genoemde doorbraakvrije dijk. Overstroming treedt dan

langzamer op en leidt tot een kleiner overstroomd oppervlak en geringere waterdiepte. Ook maakt een doorbraakvrije dijk meervoudig ruimtegebruik mogelijk. Hier ligt dus een ontwerp-opgave als kans die in samenhang met de ruimtelijke ordening kan worden opgepakt.

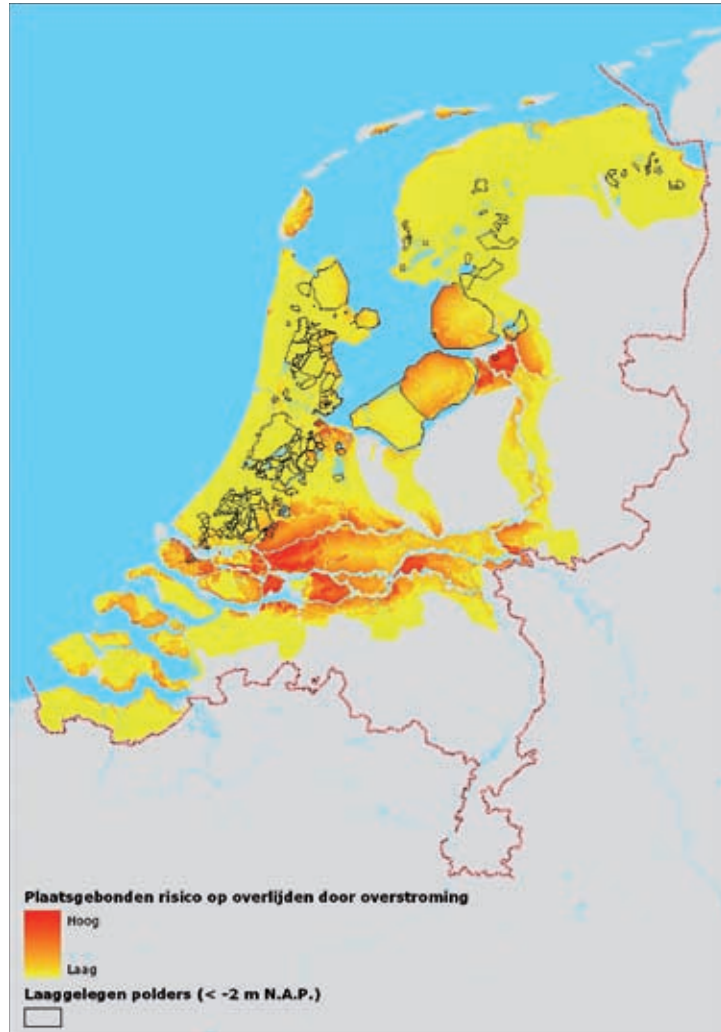
Beperken van gevolgen

Een manier om de gevolgen van een overstroming te beperken, is evacuatie. In het rivierengebied kan hoogwater tijdig worden voorspeld, maar aan de kust is dat voor een stormvloed veel lastiger. Een besluit tot evacuatie kan niet lichtvaardig worden genomen, want na enkele onnodige evacuaties vermindert de bereidheid van inwoners om te vertrekken en neemt het plaatsgebonden risico weer toe. De grootschalige rampenbestrijdingsoefening in 2008 heeft geleerd dat ook in organisatorisch opzicht een evacuatie nog geen gelopen race is.

Ook de ruimtelijke inrichting van Nederland kan bijdragen aan de beheersing van overstromingsrisico's. De verantwoordelijkheid daarvoor wordt bij provincies en gemeenten gelegd. Die moeten afwegen hoe ze in hun plannen rekening gaan houden met de kans op overstroming. Gestimuleerd door de Europese Hoogwaterrichtlijn ontwikkelen rijk, provincies, gemeenten en waterschappen gezamenlijk overstromingsrisicokaarten. Deze kaarten helpen bestuurders, beleidsmakers, planologen en bouwkundigen om zich bewust te worden van de risico's op overstromen en te kiezen voor optimale bouwlocaties en (waterrobuuste) bouwwijzen.

Hoe veilig is bouwen in diepe polders?

In Nederland woeden op dit moment hevige discussies over het al dan niet bouwen in diepe polders. Want als er onverhoopt een overstroming plaats vindt, dan loopt de waterstand hier snel hoog op. Er zijn bijna 3900 polders in Nederland, die samen meer dan de helft van het oppervlak van Nederland beslaan. De diepste polder van Nederland is de Zuidplaspolder met als diepste punt NAP -6,5 m. Flevoland bestaat in zijn geheel uit diepe polders en Schiphol ligt in de Haarlemmermeerpolder onder NAP -4 m. Vanuit het perspectief van veiligheid tegen overstromen lijkt bouwen in diepe polders risicovol. Het risico hangt niet alleen af van de diepte, maar ook van de afstand tot zee of rivier, de aanwezigheid van secundaire waterkeringen, en de toepassing van maatregelen om de gevolgen te beperken. De Commissie Veerman acht een verbod om te bouwen op fysiek ongunstige locaties dan ook niet nodig. Wel moet besluitvorming over nieuwbouwplannen plaatsvinden op basis van een integrale kosten-batenanalyse en mag geen afwenteling plaatsvinden naar de toekomst of naar andere gebieden. Het gaat daarbij naast veiligheid over wateroverlast door hevige neerslag en de gevolgen van bemalen voor de verzilting en verdroging van omliggend gebied.



Overstromingsrisico's in diepe polders. Uit dit kaartje blijkt dat de meeste diepe polders (zwart ingekaderd) geen hoog overstromingsrisico hebben. Alleen Flevoland en enkele kleine polders in Zuid-Holland lopen een matig overstromingsrisico.

Maatschappelijke discussie en de rol van kennis

Het ziet ernaar uit dat het beschermingsniveau tegen overstromen de komende jaren onderwerp van discussie zal zijn. Daarvoor moet nog de nodige kennis ontwikkeld worden:

- Het beschermingsniveau dat we willen, afgezet tegen de kosten om dat te bereiken. Het is daarbij de kunst om economische argumenten en slachtofferrisico's tegen elkaar af te wegen. De discussie zal ook gaan over het voorstel van de Commissie Veerman om het beschermingsniveau met een factor tien te verhogen. Hoe verhouden de kosten daarvan zich tot het adagium 'nuchter omgaan met risico's'?
- De mate van differentiatie van beschermingsniveaus tussen gebieden. Daarbij zullen niet alleen economische argumenten een rol spelen, maar ook maatschappelijke: welke verschillen zijn acceptabel?
- De keuze van maatregelen: wat is een zinvolle combinatie van maatregelen die kansen, blootstelling en gevolgen beperken?

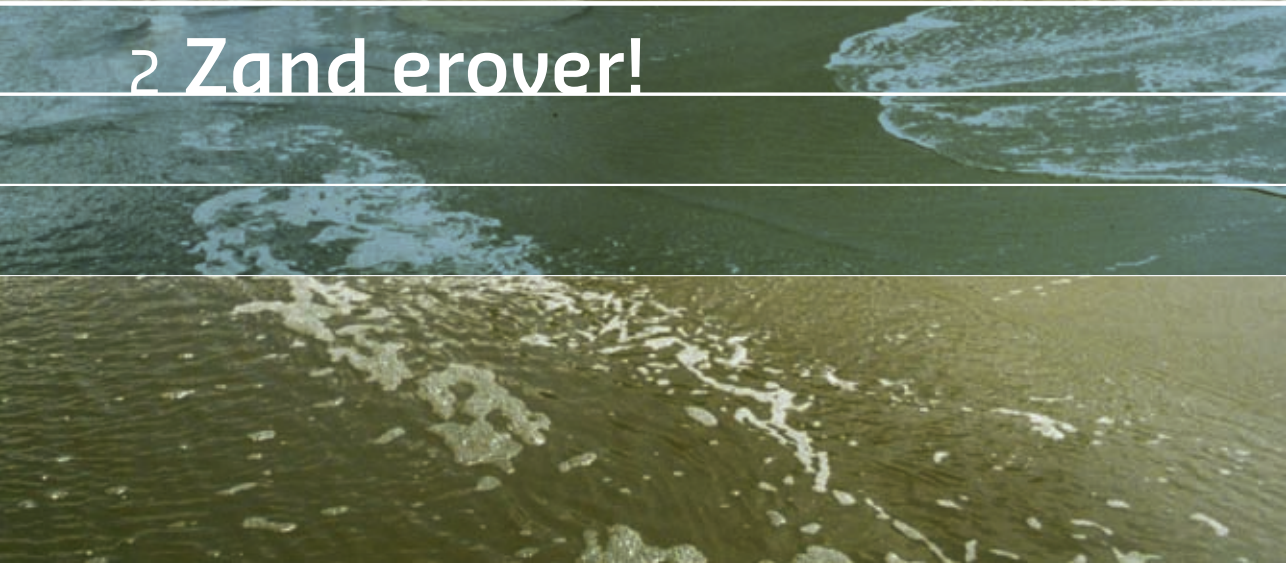
In de maatschappelijke discussie zullen wetenschappelijke argumenten, maatschappelijke afwegingen en publieke emoties dwars door elkaar lopen en besluitvorming lastig maken. Het is de taak van de kenniswereld om deze discussies te voeden met de uitkomsten van onderzoek. Daarmee krijgen de betrokkenen meer inzicht in de consequenties van voorgestelde maatregelen op korte termijn en in de verdere toekomst.

Kortom

- *We weten niet hoe groot de overstromingskansen en -risico's in Nederland precies zijn. Wel weten we dat de overstromingsrisico's sinds 1950 zijn gedaald. De mogelijke gevolgen van een overstroming zijn weliswaar toegenomen, maar de overstromingskansen zijn kleiner geworden.*
- *De beschermingsniveau's zijn niet overal hetzelfde, de Randstad is bijvoorbeeld beter beschermd dan de polders in het rivierengebied.*
- *Een belangrijke vraag is in hoeverre de normen mogen verschillen voor verschillende gebieden in Nederland.*
- *In het noorden van Nederland worden de optimale beschermingsniveaus ruimschoots gehaald met de bestaande waterkeringen. Voor het rivierengebied en de dijkringen ten zuiden en zuidoosten van Rotterdam is een verhoging van het beschermingsniveau met een factor 2 tot 5 op economische gronden gerechtvaardigd.*
- *Er zijn drie soorten maatregelen om de risico's van een overstroming te verkleinen: de overstromingskans beperken, de blootstelling aan overstroming verminderen, en de gevolgen beperken.*
- *Bouwen in diepe polders is niet altijd zo risicovol als misschien op het eerste gezicht lijkt.*



2 Zand erover!



Zand erover!

"Wurgende wetgeving remt bouwen met de natuur."

Zand is van levensbelang voor Nederland. De hele Noordzeekust van ons land is van zand. Het beschermt ons tegen overstromingen. Er is echter niet genoeg natuurlijke zandaanvoer om dit 'fundament van Nederland' op sterkte te houden en erosie van strand en duinen te voorkomen. Daarom is het nodig om zand kunstmatig vanuit de diepere Noordzee naar de kust te brengen. Dat brengt belangrijke keuzes met zich mee. Willen we de kust uitbouwen, zoals de Commissie Veerman adviseert, en als we dat willen, hoe doen we dat dan? Is het zinvol om steeds een 'beetje meer' zand te suppleren om de kust langzaam te laten groeien of om in één klap een hele berg neer te leggen? Dat laatste kost nu meer geld, maar de kust wordt direct breder. Om een antwoord te vinden op deze lastige vraagstukken is het goed als de proef 'de Zandmotor' nieuwe kennis over suppleties oplevert.

De staat van onze kust

Zand, zee en wind

Onze kust is telkens anders. Meestal is het rustig weer en brengen golven en stromingen het zand uit de brandingszone naar het strand. Daar groeien eerst het strand en daarna, met behulp van wind, ook de duinen aan. Maar wie bij storm op het strand is, ziet zand uit de zeereep wegslaan. Na de storm kan de zee dit zand weer naar de kust brengen, vaak naar een andere plaats. De kust past zich dus voortdurend aan en groeit op de ene plaats aan en erodeert op andere plekken. Hoeveel zand de zee oppakt, meevoert en weer neerlegt en op welke plekken precies, is telkens

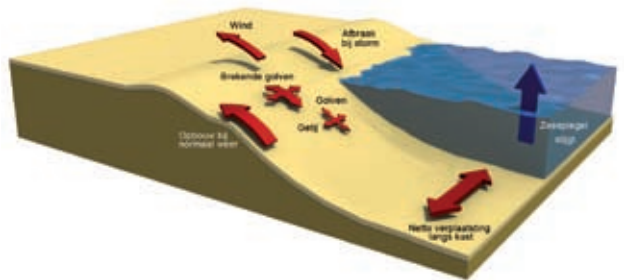
at
nt

derland een serieus probleem.
De jongste bevindingen worden
gedeeld door de Amerikaanse US
Geological Survey en een groep van
tweintig international experts, onlangs
geraadpleegd door de Nederlandse
overheid. Deze laatste club heeft
zorgwekkend genoeg ook laten weten
dat de stijging van de zeespiegel na
2100 doorgaat, als de CO₂-uitstoot
niet onder controle wordt gebracht.
Mocht de temperatuur vier graden
stijgen dan bestaat zelfs de kans dat in
een paar eeuwen al het ijs van

arte VN-klimaatcon-
ferentie in Kopenhagen.
Wetenschappers uit de
wereld zijn gekomen om de

weer anders. Daarbij spelen natuurlijke factoren, zoals zeespiegelstijging, of menselijke ingrepen zoals de aanleg van dammen een rol. Een indrukwekkend voorbeeld van menselijk ingrijpen is de Oosterscheldekering. Sinds de aanleg ervan zijn de stromingen in de Oosterschelde veranderd, en de geulen te ruim geworden. Hierdoor verdwijnt er zand van de hogere platen naar de geulen en gaan er zandplaten met waardevolle natuur verloren. Ook worden de golven bij een storm minder gedempt waardoor de dijken moeten worden versterkt.

Over langere tijd gezien zorgt de combinatie van zeespiegelstijging en bodemdaling voor structurele achteruitgang van de kust. Het stijgende water veroorzaakt een tekort aan zand. Als we dit zand niet aanvullen zal de kust zich landwaarts terugtrekken. Ons kustfundament wordt langzaam ondermijnd. Met de huidige zeespiegelstijging is circa 14 miljoen kubieke meter per jaar nodig om de kust stabiel te houden.

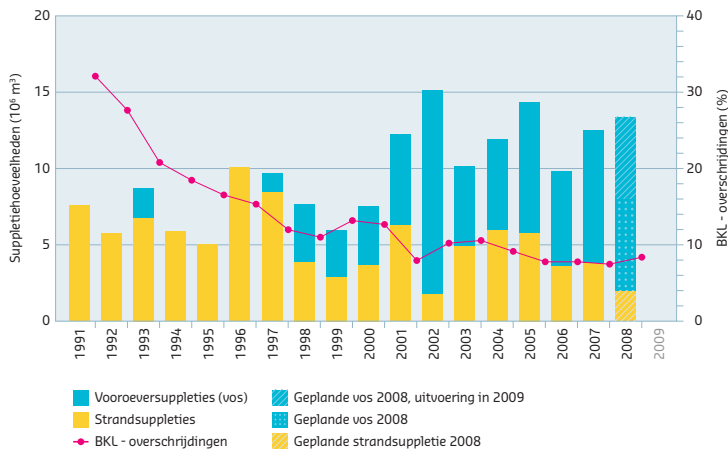


Kustbeheer is zandbeheer

Het suppleren van zand voorkomt structurele erosie en landwaartse terugtrekking van de kust. Er zijn grofweg drie soorten suppleties. Ze laten zich onderscheiden naar de plaats waar het zand wordt aangebracht: *strand- en duinvoetsuppleties*, *vooroeversuppleties* en *geulwandsuppleties*. De laatste twee soorten zijn suppleties onder water, in het gebied waar de zandbanken liggen of aan de rand van een geul, om die tegelijkertijd een beetje zeewaarts te 'drukken'. Meestal hebben suppleties onder water de voorkeur boven strandsuppleties. De kosten zijn doorgaans lager, de manier van uitvoeren sluit goed aan bij de natuurlijke dynamiek en strandrecreanten hebben er geen last van. Daar staat tegenover dat ze zelden leiden tot een breder strand, waar strand-suppleties wel, zij het tijdelijk, voor zorgen.

Gevolgen van ons zandbeheer

Sinds 1990 gaat de kust niet meer structureel achteruit, zo blijkt uit de jaarlijkse rapportages van Rijkswaterstaat. Er ontstaan soms nieuwe duintjes aan de duinvoet en er stuift zand door naar de achterliggende duinen. Metingen laten zien dat de hoeveelheid zand in de duinen flink is toegenomen op plaatsen waar regelmatig gesuppleerd wordt. De min of meer gelijkblijvende breedte van het strand wijst er op dat het strand als doorgeefluik van zand fungeert. Ook suppleren op het strand leidt maar één tot twee seizoenen tot een breder strand.



Hoeveelheid zand die sinds 1991 jaarlijks wordt gesuppleerd op het strand (gele balkjes) en onder water (blauwe balkjes). De rode lijn toont het percentage van de kust dat landwaarts van de basiskustlijn (BKL) ligt, ruwweg de kustlijn van 1990. Sinds de invoering van het suppletiebeleid is dit teruggebracht tot rond 8%. We vinden in Nederland maximaal 10% overschrijding acceptabel omdat het om tijdelijke erosie als gevolg van natuurlijke dynamiek gaat (bron: Kustlijnkaartenboek).

Toekomst

Kustbeleid

Nederland wil anticiperen op klimaatverandering. De klimaatscenario's gaan uit van een versnelde relatieve stijging van de zeespiegel. De Commissie Veerman houdt rekening met een zeespiegel die in 2100 zal zijn gestegen met een maximum van 65 tot 130 centimeter. Ze kiest voor 'meeontwikkelen met de klimaatverandering en andere ecologische processen'. De commissie wil proactief handelen: door nu via een overmaat van zand extra te investeren in kustveiligheid, komt er ruimte voor kustontwikkeling. Suppleties die groter zijn dan strikt nodig om erosie tegen te gaan worden ook wel 'Zandmotor' genoemd. Zandmotoren kunnen de vorm hebben van superduinen of eilanden die mogen wegspoelen of van opeenvolgende grote suppleties onder water. Het idee is dat de zee dat zand vervolgens neerlegt op de plaats waar de natuur er voor kiest, ofwel: 'bouwen met de natuur'. Ook in het *ontwerp Nationaal Waterplan* kiest het kabinet voor meegroeien met de zeespiegelstijging door zand toe te voegen. De suppletie strategie blijft primair gericht op veiligheid, maar verkend wordt of de suppleties meerdere doelen tegelijk kunnen dienen.

Een belangrijke vraag voor de toekomst is of grootschalige zandsuppleties de investering waard zijn, of dat het beter is op kleinere schaal te suppleren. Een andere vraag is of grootschalige suppleties in overeenstemming zijn met de natuurwetgeving.

Is het de investering waard?

Nederland kan de komende jaren ook met de huidige hoeveelheid suppletiezand voldoende veilig blijven, hoewel extra suppleties natuurlijk wel voor extra veiligheid zorgen. Verder biedt kustuitbouw meer ruimte voor andere functies, zoals natuur en recreatie. Overigens wil het kabinet geen woningbouw in een verbrede kust of op een eiland in zee. In de visie *Randstad 2040* staat dat de nadelen, die aan woningbouw op die plaatsen verbonden zijn, te groot zijn. Het zit de gewenste versterking van de steden en binnenstedelijke verdichting in de weg, sluit niet aan op het wegen- en spoorwegennet en doet afbreuk aan de landschappelijke kwaliteiten en de natuurwaarden van de kust.

Kosten en baten van natuurlijke kustuitbreiding

Voor het creëren van een nieuw duin is veel zand nodig. In 2009 wordt bij 's-Gravenzande een nieuw duingebied aangelegd van 35 hectare, als compensatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Voor dat stuk duin is zo'n 6,5 miljoen kubieke meter zand nodig voor een prijs van rond de twintig miljoen euro. Dat komt neer op meer dan een half miljoen per hectare. Nieuw land is dus niet goedkoop en met de huidige economische waarderingsmethoden voor natuurgebieden kan die investering nog niet gerechtvaardigd worden. Met nieuwe technieken en 'bouwen met de natuur' kunnen de kosten voor een hectare nieuwe kust wel terug worden gebracht. Feit blijft altijd dat de natuur tijd moet krijgen om haar deel van het bouwwerk te doen. Voor het duingebied bij 's-Gravenzande geldt dat het gebied er over een jaar of twintig uitziet zoals we willen.

Voor inzicht in nut en noodzaak zijn maatschappelijke kosten-batenanalyses behulpzaam. De strategie die de Commissie Veerman voorstelt omvat echter meer dan de aspecten die we in geld kunnen uitdrukken. De waarde van een klimaatbestendigere kust wordt voor een belangrijk deel pas duidelijk wanneer er ervaring mee is. Daarom is een experiment, zoals de Zandmotor voor de Delflandse kust, zo belangrijk. Naar verwachting zal de discussie over het nut en de noodzaak van kustontwikkeling de komende decennia niet verstommen. En dan is de extra ervaring en kennis die wordt opgebouwd met de pilots die nu starten, onontbeerlijk.

Goed voor natuur? Maar mag het dan wel?

Het algemene beeld is dat de effecten van suppleties op landschap, flora en fauna positief zijn, aangezien er wordt ingespeeld op de natuur. Toch is er nog veel onbekend. Dat geldt zowel voor de droge duinen als voor de natuur onder water. Door suppleties is kustafslag met doorbraken in het duingebied, gevolgd door natuurlijke opbouw zeldzaam geworden. De specifieke natuur die daarbij hoort komt nu minder voor dan vroeger. Bovendien wordt de natuur op de plaats waar wordt gesuppleerd, bedolven onder een laag zand. Wat daar aan leven is, gaat dood en er zijn jaren nodig voor herstel.

Suppleties hebben ook gevolgen op de plek waar het zand wordt gewonnen, op meer dan 20 meter diepte. De hoeveelheden zand die worden gewonnen zijn zo groot dat een grootschalig nieuw onderwaterlandschap wordt gecreëerd. Als dat goed wordt gedaan, geeft dat kansen, want gradiënten in de bodem stimuleren de soortenrijkdom.

Megasuppleties dragen voornamelijk bij aan de ontwikkeling van 'droge' natuur. Er ontstaan nieuwe strandvlakten en jonge duinen en dat is natuurwinst. Dit conflicteert met het behoud van

'natte natuur'. Dit is een tijdelijke situatie, want uiteindelijk zal de zeespiegelstijging de droge natuur weer vernatten. De zee voor de kust wordt tijdelijk voor een klein deel gedempt en wordt pas na zeespiegelstijging weer zee.



Het is daarbij niet alleen lastig een wetenschappelijke afweging te maken tussen de waarden van de droge en de natte natuur, er ligt ook een juridisch probleem. Want de natuurwetgeving voorziet niet goed in vervanging van de ene natuur door de andere natuur. In de wettekst zijn weliswaar 'prioritaire habitats (leefgebieden) en soorten' gedefinieerd, maar de wet bevat geen ranglijst voor meer of minder waardevolle typen natuur. Dat brengt het risico met zich mee dat natuurbehoud boven natuurontwikkeling wordt gesteld. Dit remt innovaties via bouwen met de natuur af.

Natuurwetgeving

De Natuurbeschermingswet stelt speciale beschermingszones vast. De Noordzeekustzone van Bergen tot de Duitse grens is zo'n beschermd gebied. Voor elke activiteit die mogelijk tot wezenlijke aantasting leidt, moet een passende beoordeling worden gemaakt. In een passende beoordeling wordt gekeken naar zogenaamde 'cumulatieve effecten'. De aantasting die een activiteit veroorzaakt wordt dan beoordeeld in het licht van andere aantastingen. Als het 'de druppel is die de emmer doet overlopen' kan de conclusie zijn dat die niet kan plaatsvinden. Een activiteit mag wel doorgaan als deze 'van groot maatschappelijk belang' is, maar er moet dan eerst compensatie plaatsvinden. Dit vereist onder meer onderzoek naar ecologische effecten van zandsuppleties. Dat moeten we combineren met onderzoek naar bouwen met de natuur zodat we ook meer inzicht krijgen in de positieve gevolgen.

Integraal zandbeheer

Hoe kunnen we het doen?

Het is verstandig om bij het maken van kustplannen te kiezen voor een integrale aanpak. Dat geldt vanaf het moment dat maatschappelijke doelen worden vastgesteld tot en met de uitvoering van plannen. Als politiek is vastgesteld 'waar het naartoe moet met een stuk kust' zijn onderzoekers, beheerders en uitvoerders aan zet. Wat zijn de beste mogelijkheden om, via wat we integraal zandbeheer kunnen noemen, de politieke doelen te bereiken en alle gebruiksfuncties van kust en zand optimaal te bedienen? En voor welke stukken kust is welke strategie het best? Is het zinvol om nu alvast meer te suppleren of is het beter om te wachten, omdat de flexibiliteit van zandsuppleties de ruimte daarvoor geeft.

Om dat soort vragen te beantwoorden, is het nodig om te weten hoe het kuststelsel reageert. Zandsuppleties en andere menselijke ingrepen veranderen stromingen, golven en getij. Die veranderingen beïnvloeden het zandtransport weer en het kan soms eeuwen duren voordat het kuststelsel na een ingreep stabiliseert. Samenspel van water en zand is een complex proces dat we overigens steeds beter in de vingers krijgen. Ook is kennis nodig over methoden van uitvoering, want dat kan winst in tijd en geld opleveren. Dat betekent dat baggeraars en beheerders meer dan nu met elkaar moeten meedenken.

Zacht of hard?

Het is interessant om te blijven kijken naar andere ingrepen dan alleen suppleren, bijvoorbeeld naar maatregelen die ervoor zorgen dat de natuur het zand naar de plaatsen brengt waar wij het nodig hebben. Harde constructies zoals dammen verbeteren soms de werkingsduur van suppleties of vergroten lokaal de veiligheid van het achterland. Dat is niet per se in strijd met het kustbeleid, dat als uitgangspunt heeft dat zand vrij langs de hele Nederlandse kust kan bewegen. In werkelijkheid is onze kust niet één 'zanddelend systeem' meer. Er zijn tal van blokkades aangebracht, zoals de Noorderdam bij de Maasvlakte, de havendammen van Scheveningen en de pieren bij IJmuiden.



Bron: West8, Rotterdam

Artist's view superduin met hotelaccommodatie.

Pilot Zandmotor (Delflandse kust)

Wat zijn de mogelijkheden om met een 'zandmotor' aangroei van de kust te bereiken? Daar gaat het om bij de pilot Zandmotor waarvoor de Provincie Zuid-Holland, het ministerie van Verkeer en Waterstaat, Hoogheemraadschap Delfland, gemeenten en Milieufederatie Zuid-Holland gezamenlijk het initiatief hebben genomen. De pilot heeft meerdere doelen: langdurig garanderen van veiligheid, ruimte creëren voor natuur en recreatie en stimuleren van innovatie. Bij dat laatste gaat het ook om het vroegtijdig betrekken van marktpartijen. Het inbrengen van technische kennis en realistische ramingen kan helpen bij het beoordelen van de kansrijkheid en realiseerbaarheid van alternatieven. Bovendien leidt vroegtijdige samenwerking tot het ontwerpen van een efficiënte en kosteneffectieve uitvoeringstrategie. Naast de pilot voor de Delflandse kust zijn er voorstellen voor pilottoepassingen in de kop van Noord-Holland en de zuidwestelijke delta. Doel is om het zandmotorconcept geschikt te maken voor het klimaatbestendig maken van de gehele Nederlandse kust. Daarbij gaat het niet alleen om het aangroeien van de kust, maar ook om het meegroeien van de zuidwestelijke delta en Waddenzee met de zeespiegelstijging. Behoud en verbetering van het gehele ecosysteem staan centraal.

Leren door proberen

Er is winst te behalen met efficiënt en effectief suppleren. Dit leerproces is nog lang niet beëindigd. Door steeds te meten wat er gebeurt met een stuk kust waar is gesuppleerd, kan de ontwikkeling van een nieuwe suppletie steeds beter worden voorspeld. Deze kennis draagt bij aan een betere planning en ontwerp van een suppletie. Zo blijkt uit metingen dat suppleties onder water het best kunnen worden uitgevoerd door het zand aan de zeewaartse kant van de buitenste zandbank aan te leggen.

Als het Nederland ernst is om via extra suppleties de kust zeewaarts te ontwikkelen, moeten we meer weten over het gedrag van grote suppleties. 'Gewoon een keer uitproberen' is nog steeds een goede methode om antwoord op allerlei vragen te krijgen, net zoals voor de reguliere suppleties. De zandmotor voor de kust van Delfland gaat uit van deze werkwijze. Ontwikkelt een grote suppletie zich net zoals de gebruikelijke suppleties? Ook als die als superduin of eiland boven water ligt? Welke natuur ontstaat er en welke natuurwaarden zijn verloren gegaan? Kennisontwikkeling blijkt steeds meer een zaak van allen te worden. Het onderzoeksprogramma 'Building with Nature' dat specifiek investeert op die zandmotor wordt mede betaald door Nederlandse baggermaatschappijen. Zo leren we met elkaar van bouwen met de natuur.

Kortom

- *Sinds 1990 gaat de kust niet meer structureel achteruit. Metingen laten zien dat de hoeveelheid zand in de duinen flink is toegenomen op plaatsen waar regelmatig gesuppleerd wordt.*
- *Een belangrijke vraag voor de toekomst is of grootschalige zandsuppleties de investering waard zijn, of dat het beter is op kleinere schaal te suppleren. Een andere vraag is of grootschalige suppleties in overeenstemming zijn met de natuurwetgeving.*
- *Nederland kan de komende jaren ook met de huidige hoeveelheid suppletiezand veilig blijven, hoewel extra suppleties natuurlijk wel voor extra veiligheid zorgen.*
- *Kustuitbouw biedt meer ruimte voor andere functies, zoals natuur en recreatie.*
- *We kunnen de tijd en ruimte gebruiken die het bouwen met de natuur ons biedt en met leren door proberen kijken wat de beste strategie is.*



3 Na het zoet komt het zout

Geen zout Volkerak oplossing is voor Z

Na het zoet komt het zout

door Jeffrey Kutterink, maandag 23 maart 2009 | 19.41 | Laats

THOLEN - Zeeuwse boeren en glastuinders i
Zoommeer zout wordt en er onvoldoende zo
die gemeenten, provincies, waterschappen, l
commissie voor Verkeer en V

De zuidwestelijke delta met zijn Deltawerken is wereldberoemd. Zeker de stormvloedkering in de Oosterschelde is een icoon van de Nederlandse strijd tegen het water. De Deltawerken hebben helaas ook nadelen, want met het verdwijnen van de dynamiek in de deltawateren ging de waterkwaliteit achteruit. Een goed voorbeeld daarvan is de situatie in het Volkerak-Zoommeer, waar de bloei van blauwalgen ieder jaar weer voor overlast zorgt. Daarom staat het Volkerak-Zoommeer in dit verhaal centraal. Voor dit meer zijn er vergevorderde plannen om zout water in te laten en zo de waterkwaliteit te verbeteren. Maar dat heeft consequenties voor de bedrijven die van zoet water afhankelijk zijn. Het is de uitdaging om na die ingreep over voldoende zoet water te blijven beschikken.

Vroeger en nu

Dit nooit weer!

Hoewel iedereen het over de zuidwestelijke delta heeft, is het eigenlijk geen delta. Waar echte delta's ontstaan doordat grote rivieren zand en slib als een waaier in zee neerleggen, is het zuidwesten van ons land ontstaan uit een veenmoeras. Een strandwal schermde dit moeras af van de zee, maar toen de zee oprukte na de laatste ijstijd, overspoelde deze het moerasgebied. Er ontstond een dynamisch gebied waar wind en zee een grillig patroon vormden van duinen, geulen, platen, slikken en schorren. Voor de bewoners was het niet eenvoudig in dit barre land het hoofd boven water te houden. Er werd veel land bedijkt en ingepolderd. Geen eeuw ging voorbij of

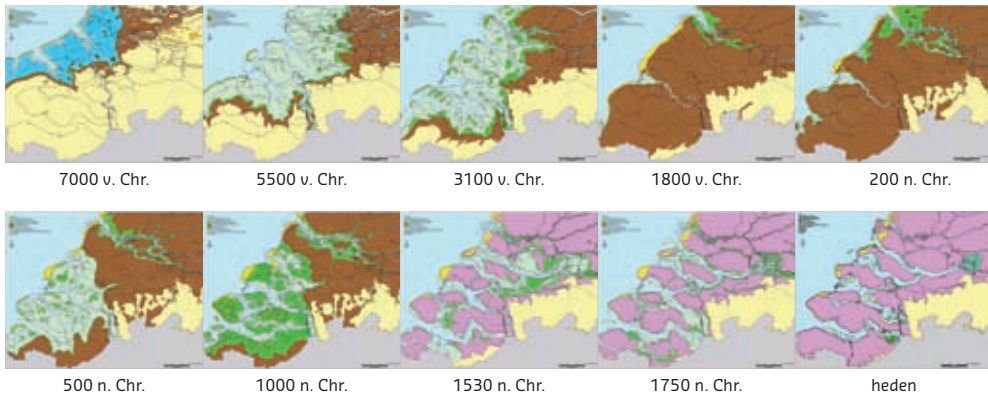
Ik voordat er een loet water

st bijgewerkt op: maandag 23 maart 2009 | 19:42

n het Westland kunnen wel inpakken als het Voll
et water voor handen is. Dat was vanmiddag de l
belangenorganisaties en deskundigen meegaven
Waterstaat.

De Kame

er moest land door stormvloeden opnieuw aan de zee worden prijsgegeven, zoals tijdens de Sint-Elisabethsvloed in 1421 waarbij de Biesbosch ontstond. Na de watersnoodramp van 1953 stond vast: dit mocht nooit meer gebeuren! Het Deltaplan voorzag naast dijkverhogingen in afsluitingen van zeegeten om zo de kustlijn te verkorten. De achterliggende watersystemen veranderden in compartimenten die of zoet of zout zijn geworden. Alleen de Nieuwe Waterweg en de Westerschelde zijn open verbindingen gebleven vanwege de scheepvaart. Het Haringvliet en Volkerak-Zoommeer werden zoet. De Grevelingen en de Oosterschelde bleven, na eerst ook als zoet water gepland te zijn, uiteindelijk toch zout.





Bron: Foto Berge, Gemeentearchief Schouwen-Duiveland

Het ontstaan van het Volkerak-Zoommeer

De vorming van het Volkerak-Zoommeer startte met de aanleg van de Grevelingendam, waarmee de verbinding met het Grevelingen werd verbroken. Met de aanleg van de Volkerakdam- en sluisen in 1969 was er ook geen open verbinding meer met het Hollandsch Diep. Vervolgens werd begin jaren zeventig de Schelde-Rijnverbinding aangelegd met Kreekraksluisen, mede ontworpen om het brakke water in de Antwerpse havens te scheiden van een, toen nog geplande, zoete Oosterschelde en later het zoete Zoommeer.

Toen na heftige discussie besloten werd dat de Oosterschelde zout bleef, werd met de aanleg van de Oesterdam en Philipsdam het Volkerak-Zoommeer als zoetwaterbekken voor de landbouw ontwikkeld. Dit was ook belangrijk voor een getijvrije doorvaart tussen Vlissingen en Rotterdam.

Keerzijde van de Deltawerken

De natuurlijke rijkdom van buitendijkse deltawateren hangt nauw samen met de dynamiek in waterstanden en getijden en met de kwaliteit van het water. Sinds de verschillende wateren niet meer in verbinding staan met elkaar, met de grote rivieren en met de Noordzee is de dynamiek grotendeels verdwenen. Door afname van getijdewerking verdwijnen ecologisch waardevolle intergetijdegebieden, resteren weinig gradiënten in zoutgehalte en is de natuurlijke verversing en doorspoeling sterk verminderd.



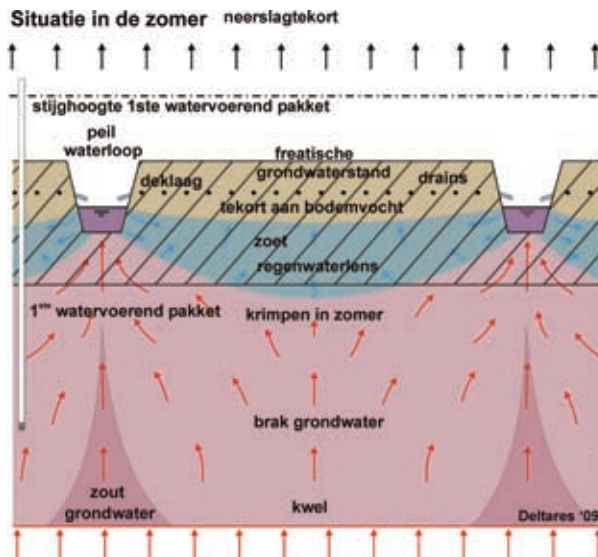
Bron: Marcel Tosserams, RWS Waterdienst

Een goed voorbeeld is het Volkerak-Zoommeer. In de zomer bloeien daar giftige blauwalgen. De combinatie van het warme, voedselrijke water en weinig schelpdieren, die de algen eruit filteren, leidt tot explosieve groei. In het najaar drijft een vieze groene drab, veroorzaakt door afstervende blauwalgen, op het water. De groene drab leidt tot minder licht onder water en remt de ontwikkeling van waterplanten. Alle zuurstof verdwijnt zo uit het water en dat leidt weer tot sterfte van planten en dieren. De giftige stoffen die vrijkomen veroorzaken de grootste overlast. De combinatie van achteruitgang van de natuur, stankoverlast en noodzakelijke zwemverboden jaagt toeristen en waterrecreanten weg. De algenbloei hindert ook de boeren omdat het water niet langer geschikt is voor de landbouw.

Toekomst: meer zout en dus minder zoet water?

Meer zout door droge zomers

Een van de risico's van klimaatverandering is dat dit leidt tot meer zomers met langdurig droge perioden en lage rivierafvoeren. In die droge zomers ligt het gevaar van verzilting op de loer. Enerzijds is dit de verzilting van het grondwater doordat er te weinig neerslag is. De regenwaterlenzen zijn op een aantal plekken de enige zoetwaterbronnen voor landbouw. Bij te weinig neerslag nemen de regenwaterlenzen in omvang af en komt het dieper liggende zoute grondwater omhoog. Dit proces wordt versterkt door de dalende bodem en de stijgende zeespiegel, die het zoute grondwater omhoog duwt. Dit is een langzaam maar nauwelijks omkeerbaar proces. Wat meerdere droge zomers achter elkaar precies betekenen voor het grondwater en voor de zoetwaterlenzen, vormt momenteel onderwerp van modelstudies.



In droge zomers is er ook gevaar voor verzilting via het oppervlaktewater. Bij lage rivierwaterstanden dringt zout water vanuit zee de riviermondingen binnen. Het huidige landgebruik in het noordelijk deltabekken zal onder druk komen te staan als het zoute water verder doordringt via de Nieuwe Waterweg tot aan het Spui en de Hollandsche IJssel.

Het streefbeeld van de zuidwestelijke delta

Het kabinet streeft in het *ontwerp Nationaal Waterplan* naar een duurzame en klimaatbestendige zuidwestelijke delta. Het moet een zo compleet mogelijk estuarien systeem worden. Dat betekent dat er meer uitwisseling van water is tussen de verschillende waterbekkens en dat er zo min mogelijk scheidingen zijn tussen zoet en zout. De verzilting van het water maakt nieuwe oplossingen nodig voor de regionale zoetwatervoorziening en voor het landgebruik dat daarvan afhankelijk is. Dit biedt kansen voor een nieuwe, duurzame zoutwatereconomie. Het kabinet ziet de delta als een proeftuin en etalage voor innovaties, met een uitstraling tot ver buiten onze landsgrenzen.

Toelaten zout water in het Volkerak-Zoommeer

Er lopen momenteel meerdere studies die zoeken naar oplossingen voor de problemen in de zuidwestelijke delta. Eén van de oplossingen is om weer zout water toe te laten in het Volkerak-Zoommeer door de verbinding met de Oosterschelde te herstellen. De aanvoer van vers zeewater verdunt het voedingsrijke water van het Volkerak-Zoommeer en verspreidt de overmaat aan voedingsstoffen over de hele delta. Naar verwachting ontstaat er dan een gezond en robuust zout ecosysteem met kansen voor mosselkweek.

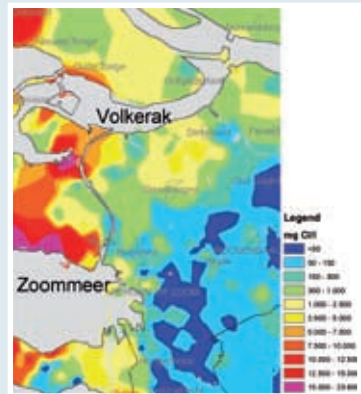
Het inlaten van zout water in het Volkerak-Zoommeer heeft echter ook keerzijden. Het waterbeheer is nu ingericht op een maximaal zoutgehalte van 450 mg Cl/l aan de zuidzijde van het meer, bij de Bathse Spuisluis. Het wordt geregeld via de inlaat van rivierwater vanuit het Hollandsch Diep. Landbouw en visserij zijn aangepast aan het zoete water. Door de nabijheid van zoet water kozen veel boeren voor kapitaalintensieve gewassen met lage zouttolerantie. Velen deden flinke investeringen, met afschrijvingstermijnen tot 30 jaar. Om deze reden heeft het Bestuurlijk Overleg Krammer-Volkerak geadviseerd dat het Volkerak-Zoommeer pas weer zout mag worden als er alternatieven zijn gevonden voor de huidige beschikbaarheid van zoet water.

Zout en Zeeuwse boeren

Zeeland kent al eeuwenlang succesvolle landbouw zonder zoetwateraanvoer. Beregenen van gewassen is vaak niet mogelijk, daarvoor is het slotwater te zout. Dat zorgt ervoor dat de boeren beperkt zijn in hun gewaskeuze. In welk opzicht, dat verschilt per gebied.

Onderstaande tabel laat zien 'hoe zout zout is' (in mg chloride per liter)

100	Rijnwater dat bij Lobith ons land binnenkomt.
150	Wettelijk vastgestelde grens voor drinkwater.
250	Veelgebruikte grenswaarde voor innamepunten in West-Nederland.
1000	Historisch geaccepteerde waarde voor grondwater in Zeeland, voor tolerantere gewassen, zoals suikerbieten en verschillende koolsoorten.
18.000	Zeewater.



Chlorideconcentratie aan onderkant van de deklaag (varieert tussen NAP - 5 en - 15m).
Kartering op basis van data uit TNO-DINO.

Effecten van verzilting per gebied

De waterhuishouding en het (historisch) watergebruik verschillen van gebied tot gebied. Dat betekent dat de invloed van het eventueel zout laten worden van het Volkerak-Zoommeer op het gebruik van zoet water ook varieert.

Voor *West-Brabant* geldt dat er altijd natuurlijke aanvoer van zoet water is geweest. Dat zal ook na het inlaten van zout water in het Volkerak-Zoommeer blijven lukken door aanvoer van zoet water vanuit het Hollandsch Diep via Roode Vaart, Mark en Vliet.

Schouwen is altijd afhankelijk geweest van zoet water uit de regenwaterlenzen. Landbouw met gewassen die gevoelig zijn voor zout vindt hier maar weinig plaats. In de diepste delen van de polders is brakke natuur ontwikkeld. Het weer zout laten worden van het Volkerak-Zoommeer heeft maar weinig invloed op Schouwen.



De situatie bij *Goeree-Overflakkee* is complex. Dit gebied kent een forse verzilting die door de klimaatverandering waarschijnlijk zal toenemen. Het gegarandeerde aanbod van zoet water uit het Volkerak-Zoommeer leidde echter tot investeringen in kapitaalintensieve gewassen. Bij een zout Volkerak-Zoommeer kan het Haringvliet de aanvoer van zoet water overnemen. Dan moet wel een ander risico beheerst worden: de zogenaamde achterwaartse verzilting van het Haringvliet. Dit treedt op als zout water uit het Volkerak-Zoommeer via de Volkeraksluizen 'weglekt' naar het Haringvliet en het Hollandsch Diep. Voorlopige modelstudies geven aan dat door dat wegglekken bij een droogte zoals die gemiddeld eens in de tien jaar voorkomt het zoutgehalte met maximaal 300 milligram per liter kan toenemen op de zuidrand van het Benedenrivierengebied. Die verzilting is na een regenperiode in de herfst weer opgeheven. De opgave is om in tijden van droogte verzilting in het Haringvliet tegen te gaan of op andere wijze te zorgen voor aanvoer van zoet water.

Kennis en kansen voor en door innovatie

De zuidwestelijke delta is artificieel en zal dat blijven, ook na herstel van zoet-zoutverbindingen. Vanuit dat perspectief moeten we dus niet bang zijn te zoeken naar technische oplossingen. Het zoetwatervraagstuk kan de zuidwestelijke delta de proeftuin voor innovaties maken, waar het kabinet naar streeft.

Waterschaarste in Nederland een mythe?

Het is de vraag of we snel een tekort zullen hebben aan zoet water. Er is in Nederland namelijk altijd voldoende zoet water aanwezig, alleen soms niet op de juiste plek of van de juiste kwaliteit. Zo wordt het overgrote deel van het zoete water dat met de rivieren wordt aangevoerd gebruikt om zout water weg te spoelen. In geval van een lage rivierafvoer van circa 1000 m³/s wordt circa 700 m³/s via de Nieuwe Waterweg afgevoerd om de verzilting van de Hollandse IJssel te voorkomen. En dat om uiteindelijk circa 35 m³/s via Gouda aan Zuid-Holland te leveren, wat neerkomt op een netto rendement van 5%. Tekort aan zoet water is daarom veeleer een probleem van afstand, efficiëntie en gebruik. Dat betekent dat er nog erg veel te winnen is via innovaties in gebruik, beheer en technische infrastructuur.

Tegengaan van achterwaartse verzilting

Een oude beproefde methode om het weglekken van water uit een zout Volkerak-Zoommeer naar het Hollandsch Diep te verhinderen is het gebruik van bellenschermen om zoutindringing bij scheepvaartsluizen tegen te gaan. In 1987 is dit bij de Volkeraksluizen toegepast, toen het Volkerak-Zoommeer nog zout was. Het weer in gebruik nemen van deze methode kan de zoutlast van het Hollandsch Diep aanzienlijk terugdringen, eventueel in combinatie met een beperkte inlaat van zoet water.

Innovaties in het land- en watergebruik

Zo zuinig mogelijk met zoet water omgaan, zeker in periodes van schaarste. Dat is de uitdaging voor de gebruikers van zoet water. In dat kader zijn de Zeeuwse fruittelers bezig met de beperking van hun waterbehoefte. Hoewel zij al zuinig omgaan met water door de toepassing van druppelbloeijing, zoeken de fruittelers naar manieren om watergebruik en watersystemen te optimaliseren. Dat komt ook omdat ze te maken hebben met nieuwe kwaliteitseisen en nieuwe voorschriften, zoals terugdringing van het gebruik van chemische middelen. Bovendien zet de toenemende kans op het optreden van weersextremen de ondernemers aan het denken.

In perioden van waterschaarste is het tijdelijk aanvoeren van zoet water van elders een optie, mits dat in economische termen verantwoord is. Er zijn ook innovatieve technieken die de 'waterkringloop sluiten'. Een interessant voorbeeld daarvan is de dit jaar gestarte pilot naar hergebruik van gezuiverd afvalwater in Zuid-Holland. Daarbij wordt onderzocht of met nieuwe technologie water kan worden geproduceerd dat bijvoorbeeld geschikt is voor de glastuinbouw.

Rekenen aan zout water

Men kan de waterstanden al enkele dagen vooruit voorspellen. Als dat ook voor het zoutgehalte van het water mogelijk is, levert dat in tijden van droogte veel informatie op voor waterbeheerders en voor het nationale crisisteam. Zij kunnen dan bijvoorbeeld beter kiezen of het rivierwater nog gebruikt wordt voor het wegdrukken van zout water of de waterinname tijdelijk stop zetten. Inzicht in zoet-zoutstromingen biedt ook de kans gebruik te maken van die stromingen. In de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas is eind jaren '60 en begin jaren '70 van de vorige eeuw de zogenaamde trapjeslijn aangelegd. Dit is een kunstmatig bodemprofiel over een traject van enkele tientallen kilometers met vier treden van circa 1 meter. Deze treden houden specifiek het zoutste en zwaarste water tegen, zodat de risico's op verzilting stroomopwaarts afnemen. Rekenmodellen voor zoutverdeling zijn echter nog lang niet zo nauwkeurig als de modellen die hoogwater voorspellen. Het voorspellen van de dynamiek en verdeling van zout is lastig, omdat er lagen met verschillende zoutgehalten in het water ontstaan die slecht mengen maar elkaar wel beïnvloeden. Het zoutste water is het zwaarst en ligt het diepst. Om aan zout water te rekenen moet een veel complexer rekenmodel worden opgezet dan bij hoogwatervoorspelling.

Kansrijk zout water

Waar de zoetwatervisserij verdwijnt als het Volkerak-Zoommeer zout wordt, ontstaan er kansen voor zoutwatervisserij en de kweek van schelpdieren zoals mosselen. Voor de afsluiting van het Volkerak van de Oosterschelde lagen er mosselkweekpercelen in dit gebied, het ging zelfs om 10% van de Zeeuwse productie. Een voordeel van de nieuwe situatie ten opzichte van die van voor de afsluiting is dat het water voedselrijker zal zijn en minder troebel. Nadeel is dat de getijdenstroming minder is dan toen. Maar een productie van gemiddeld 6 miljoen kilogram mosselen per jaar uit het Volkerak lijkt haalbaar, wat 20 % is van de totale mosselproductie in de Ooster-



schelde. De aanvoer van zoet water maakt het zoute Volkerak-Zoommeer waarschijnlijk bijzonder geschikt voor de productie en invang van mosselzaad. Daaraan is een schreeuwend gebrek, door de beperkingen op de mosselzaadvisserij in de Waddenzee.

Op sommige plaatsen biedt de overstap naar zoute landbouw perspectief, maar dit zal geen oplossing zijn voor de gehele delta. Daarvoor zijn er niet genoeg geschikte gebieden en is de afzetmarkt van zilte groenten te beperkt. Dat neemt niet weg dat het op kleinere schaal een heel interessante innovatie kan zijn. In een proefproject *Zeeuwse Tong* wordt momenteel onderzocht wat de kansen zijn van de kweek van tong in zoutwaterbassins op land.

Kortom

- *Onze zuidwestelijke delta is kunstmatig en zal dat ook blijven omdat er geen weg terug bestaat naar de delta van voor 1953.*
- *Met de Deltawerken is de dynamiek in de deltawateren verdwenen waardoor de waterkwaliteit achteruit is gegaan.*
- *Met het inlaten van zout water in het Volkerak-Zoommeer kan een beetje van de oorspronkelijke estuariene dynamiek teruggebracht worden en kan de waterkwaliteit verbeterd worden.*
- *Om voldoende zoet water ter beschikking te houden voor de landbouw moet water van elders worden aangevoerd, bijvoorbeeld uit het Haringvliet.*
- *Door het kunstmatige karakter is de zuidwestelijke delta bij uitstek geschikt als proeftuin voor innovaties zoals optimalisatie van watergebruik en het sluiten van de waterkringloop.*
- *Ook biedt het zoute water weer nieuwe kansen zoals bijvoorbeeld zoutwatervisserij en het kweken van mosselen en schelpdieren.*



4 Peilen op het Blauwe Hart



Klimaat Op internationaal congres in Kopenhagen

Klimaatwetenschap

Peilen op het Blauwe Hart

"Help, het IJsselmeer verdrinkt!"

Hoewel de roep varieert van voorzichtig tot alarmistisch is de boodschap duidelijk. Politici moeten fluks ingrijpen om opwarming van de aarde tegen te gaan.

Door onze redacteur

Stijging kooldioxide, temperatuur en zeespiegel

Concentratie van CO₂ in atmosfeer (in ppm)

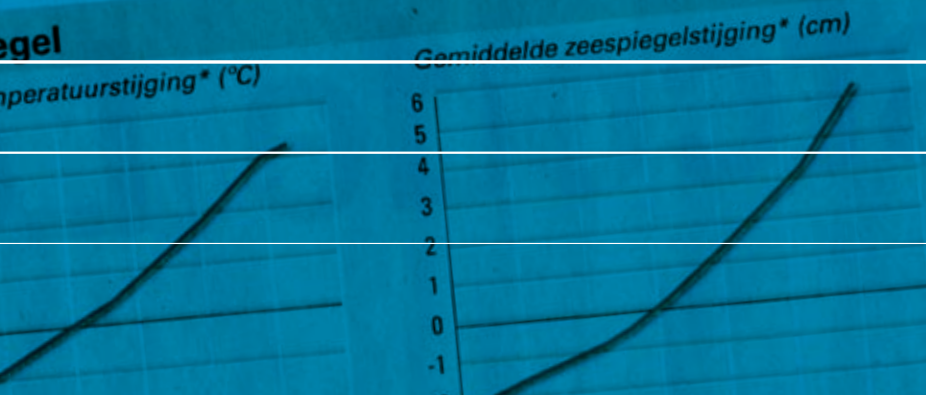
Concentratie van CO ₂ in atmosfeer (in ppm)	Gemiddelde temperatuur
360	0,0
370	0,1
380	0,2
390	0,3

De toekomst van het IJsselmeergebied, het Blauwe Hart van Nederland, staat volop in het nieuws. Het gaat daarbij vooral over de gevolgen over klimaatverandering en om manieren om hiermee om te gaan. Want als de zomers, zoals verwacht, droger worden en de grote rivieren minder water naar het IJsselmeer brengen, komt de zoetwatervoorziening van de noordelijke helft van Nederland onder druk te staan. En in de naar verwachting nattere winters komt er juist extra veel water vanuit de rivieren in het IJsselmeer terecht. Daarbij maakt een stijgende zeespiegel het steeds moeilijker om overtollig water vanuit het IJsselmeer te spuien naar de Waddenzee.

Maar bij alle aandacht voor de toekomst, mogen we het hier en nu niet vergeten. Want ecologisch gezien gaat het niet goed met het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer. Voor het laatste gebied worden er momenteel plannen gemaakt, om het systeem ecologisch robuust te maken en tegemoet te komen aan de wensen voor gebiedsontwikkeling. De uitdaging is om bij het verkennen van oplossingen voor de verre toekomst, ook de huidige problemen op te lossen.



ppers luiden de noo



Onzekerheid over
Een van de grootste risi
de opwarming van de a
de stijging van de zees
Het IPCC, het klimaatp
de Verenigde Naties, g
laatste rapport uit van
ging van 18 tot 59 cent
aan het einde van dez
Op het klimaatcongre
penhagen circuleerde
lopen dagen echter o
gere getallen – moge
dan een meter.
Stefan Rahmstorf, va
ittent in Pots

Het IJsselmeergebied nu

Veelzijdig meer

Het IJsselmeergebied is een prachtig natuurgebied met weidse uitzichten. Het vormt een oase van rust in ons drukke Nederland. Er is veel recreatie op en aan het water en langs de randen van het water wonen mensen. Historische havenstadjes zoals Hindeloopen, maar ook grote steden als Amsterdam en Almere geven het gebied een eigen identiteit. Het meer vormt bovendien een belangrijke zoetwatervoorraad voor ons land. Ruim 30% van Nederland is afhankelijk van water uit het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer. Het meeste IJsselmeerwater wordt aangevoerd door de IJssel, ongeveer 70 %. Hoeveel water precies uit de IJssel komt, hangt af van de hoeveelheid water die de Rijn afvoert en van de stand van de stuwen in de Nederrijn. Die verdelen het water over Waal, Nederrijn en IJssel. Bij hoog water voert de IJssel 1/9 deel van de Rijnafvoer af naar het IJsselmeer, bij laag water 1/3 deel. Het overtollige water wordt onder vrij verval (zonder te pompen) gespuid op de Waddenzee. Dit kan alleen bij laag water omdat het hoogteverschil tussen het IJsselmeer en de Waddenzee dan zo'n vijftig centimeter is. Het spuien gebeurt op meerdere plaatsen: het grootste deel stroomt via een complex van vijftien spuisluizen bij Den Oever en tien spuisluizen bij Kornwerderzand naar de Waddenzee.

Natuur heeft het moeilijk

Het IJsselmeergebied vormt een natuurgebied van internationale betekenis, onder andere voor trekvogels. Het grootste deel van het gebied is beschermd en maakt deel uit van het Europese Natura 2000 netwerk. Toch gaat het niet goed met de natuur in het IJsselmeer en in het Marker-

meer-IJmeer gaat het zelfs slecht. Dat hangt samen met het troebele water. Het meer is ondiep en al vanaf windkracht 3 woelen de golven het fijne bodemslib op. De mosselen die op de bodem leven krijgen dat grotendeels niet-verteerbare slib te verwerken, waardoor ze slecht groeien. En die mosselen zijn het voedsel voor veel watervogels. Andere natuurproblemen hangen samen met het peilbeheer en het spui-beheer. Het kunstmatige vaste waterpeil in combinatie met de harde dijken rondom de meren ondermijnt de vorming van jong riet, doordat de golven telkens op dezelfde hoogte hard tegen de dijken slaan. Onder water wervelt het slib door golfslag op en verdwijnt naar diepere delen. De meren kun je eigenlijk vergelijken met bakken met steile randen. De overgangen tussen deze 'bakken' zijn abrupt en voor waterfauna veelal niet te passeren. De natuur wordt daardoor minder divers want geleidelijke, van nature rijke overgangen tussen land en water zijn verdwenen. Bij het spuien op de Waddenzee spoelt er vaak veel vis mee, waardoor zoetwatervis sterft. Aan zout water aangepaste soorten als haring en spiering krijgen juist een klap van de golf aan zoetwater. Naar schatting sterft hierdoor 70.000 ton vis per jaar, 25% van de IJsselmeerpopulatie.

Peil is lastig te handhaven

Om ook in de zomer voldoende zoet water te kunnen leveren, wordt het IJsselmeerpeil in de zomer hoog gehouden. In de winter geldt juist een laag peil, om het risico op overstromen van de omliggende gebieden te beperken. Het streefpeil in de zomer ligt op -0,20 m NAP en in de winter op -0,40 m NAP. In een natuurlijke situatie is dat anders en zijn er in het voorjaar pieken in de waterstand en dalende peilen in de zomer.

De streefpeilen zijn echter lastig te handhaven. Vooral in de winter als er veel rivierwater in het IJsselmeer terecht komt worden de lage streefpeilen gedurende lange perioden niet gehaald. Het overtollige water kan bij overheersend noordwestelijke wind, als het water in de Waddenzee wordt opgestuwd, moeilijk gespuid worden. Maar ook in de zomer komt er soms te weinig water met de rivieren ons land binnen om in alle vraag te voorzien. Juist in droge zomers hebben we water nodig voor de drinkwater- en energievoorziening, landbouw, peilbeheer voor funderingen, natuur en scheepvaart en voor het doorspoelen van verziltende boezemwateren. Zo werd in de droge zomer van 2003 water uit het IJsselmeer zelfs naar het Groene Hart geleid omdat anders licht verzilt water moest worden ingelaten bij Gouda; daar was het zoutgehalte verhoogd omdat zeewater ver de riviermondingen binnen was gedrongen. Als er niet genoeg water is om in alle functies te voorzien is in het beleid afgesproken welke functies prioriteit hebben en dus als eerste water krijgen. Dit wordt de *verdringingsreeks* genoemd.

Categorie 1 Veiligheid en voorkomen van onomeerbare schade	Categorie 2 Nutsvoorzieningen	Categorie 3 Kleinschalig hoogwaardig gebruik	Categorie 4 Overige belangen (economische afweging, ook voor natuur)
<ol style="list-style-type: none"> 1. stabiliteit van waterkeringen 2. klink en zetting (veen en hoogveen) 3. natuur (gebonden aan bodemgesteldheid) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. drinkwatervoorziening 2. energievoorziening 	<ul style="list-style-type: none"> • tijdelijk beregening kapitaalintensieve gewassen • proceswater 	<ul style="list-style-type: none"> • scheepvaart • landbouw • natuur (zolang geen onomkeerbare schade optreedt) • industrie • waterrecreatie • binnenvisserij
			

De verdringingsreeks: prioriteiten in de zoetwatervoorziening

Plannen voor de toekomst

De nabije toekomst: focus op natuur- en gebiedsontwikkeling

Hoe kan de natuur in het Markermeer en IJmeer zich in de toekomst ontwikkelen en welke mogelijkheden zijn er daarbinnen voor stedelijke en recreatieve activiteiten? Deze vraag staat centraal in het project *Toekomstagenda Markermeer-IJmeer*.

In dat kader hebben de provincies Flevoland en Noord-Holland samen met regionale partijen, het Rijk, ANWB, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en de waterschappen het *Ontwikkelingsperspectief Markermeer-IJmeer* opgesteld. Uitgangspunt hierin is dat er wordt geïnvesteerd in een robuust ecosysteem, waarbij ook toekomstige gebiedsontwikkeling een plek kan krijgen. Bij 'ecologisch robuust maken' valt te denken aan het op grote schaal creëren van geleidelijke overgangen tussen land en water en aan ondiepe heldere zones met golfbrekers en vooroevers. Een andere manier is het herstellen van verbindingen tussen binnendijks en buitendijks gelegen water. Bij het ontwikkelen van geleidelijke land-waterovergangen (de zogenaamde wetlands), spelen er ook ideeën over het invoeren van een seizoensgebonden peilbeheer in het IJsselmeer-gebied. Daarbij wordt het peil in het voorjaar hoger opgezet, waarna het in de zomer zakt. Dat is ook belangrijk voor de zoetwatervoorziening.

De verre toekomst: omgaan met klimaatverandering

Ook het IJsselmeer zal de gevolgen van klimaatverandering ondervinden. De Rijn zal in de winter meer water afvoeren dan nu, waardoor de waterstanden in het IJsselmeer oplopen. Tegelijkertijd wordt het onder vrij verval spuien op de Waddenzee steeds moeilijker, omdat de zeespiegel stijgt. Het kwijtraken van overtollig water zal in de toekomst dus een nog grotere uitdaging worden. In de zomer zullen juist meer droge perioden voorkomen waarin er minder water door de rivieren stroomt. Het veiligstellen van een voldoende zoetwatervoorraad vormt daarmee een tweede uitdaging voor de toekomst.

Beleid

De Commissie Veerman stelt in haar advies nadrukkelijk dat vraagstukken van teveel en te weinig water in het IJsselmeer nauw aan elkaar gekoppeld zijn en dus ook in samenhang opgelost moeten worden.



Artist's view van Almere buitendijks

Het *ontwerp Nationaal Waterplan* gaat uit van een uitbreiding van de spuicapaciteit op de Afsluitdijk, om het spuien onder vrij verval naar de Waddenzee zo lang mogelijk vol te houden. Om ook op de langere termijn te kunnen spuien op de Waddenzee wil het kabinet het peil van het IJsselmeer laten meestijgen met de zeespiegel met maximaal 1,5 meter. Een hoger peil helpt ook om de strategische functie van het IJsselmeer als grote zoetwatervoorraad te versterken. Maar voordat het kabinet hierover in 2015 besluit, zullen er eerst onderzoeken worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld naar de toekomstige waterbehoefte in Nederland, en naar verschillende peilvarianten en de gevolgen hiervan.

Een ander beleidsvoornemen is het loskoppelen van het peilbeheer van het Markermeer-IJmeer en het IJsselmeer. Daardoor ontstaan er twee compartimenten met verschillende hoofdfuncties: natuur en buitendijkse ontwikkelingen in Markermeer-IJmeer, tegenover zoetwatervoorziening in het IJsselmeer. Dat betekent voor de korte termijn dat de plannen voor buitendijkse ontwikkelingen in het Markermeer, waaronder recreatie en stedelijke ontwikkeling van Amsterdam en Almere, makkelijker uitvoerbaar en goedkoper worden.

Het loskoppelen betekent ook dat er een hogere peilopzet op het IJsselmeer nodig is om een vergelijkbare zoetwatervoorraad te realiseren. Gezien het oppervlak van het Markermeer ten opzichte van het IJsselmeer scheelt dit ongeveer een factor 1,5 in de benodigde peilopzet.

Reacties uit de maatschappij

De overweging om het IJsselmeerpeil te verhogen, roept zeer diverse reacties op. Positieve reacties klinken uit de hoek van de landbouworganisaties, die blij zijn met het veiligstellen van de zoetwatervoorraad. Maar omliggende provincies maken zich zorgen over de gevolgen die de peilopzet heeft voor de ruimtelijke inrichting en het gebruik langs het IJsselmeer, bijvoorbeeld doordat er extra dijkverhoging nodig is. Natuurorganisaties maken zich zorgen om verdrinkende natuur. Ook veel waterbeheerders vragen zich af of het wel nodig is het peil zoveel te verhogen en of ontkoppeling van Markermeer en IJsselmeer gewenst is. Een weloverwogen keuze kan volgens de waterbeheerders pas gemaakt worden als de consequenties voor de omgeving van de verschillende beleidsvarianten goed zijn afgewogen.

Slim maatregelen combineren

De nabije toekomst: inzicht in het functioneren van het ecosysteem

Om iets te doen aan de achteruitgang van de natuur moet er voldoende inzicht zijn in het ecosysteem, de waterbewegingen en de slibhuishouding van het Markermeer. Een slibmodel kan daarbij helpen. Zo'n model bootst na hoe het meer in de loop van het jaar bij variërende weers- en windomstandigheden van helder naar troebel en weer terug verandert. Het model kan ook de effecten laten zien van ingrepen die tot doel hebben het water minder troebel te maken. Zo kan de beste plek worden bepaald voor putten die slib vangen en voor dammen die als windbrekers langs oevers luwtes creëren. Het is nog wel de vraag of er geen gevaar is voor algenbloei, zoals die geregeld in het Volkerak-Zoommeer optreedt.

Ander punt van onderzoek is het biotisch deel van het ecosysteem: het voedselweb van algen, watervlooiën, mosselen en vis. Welke maatregelen kunnen ervoor zorgen dat het systeem tegen een stootje kan?

De verre toekomst: adaptatiestrategieën

Dat het klimaat verandert, daarover is bijna iedereen het wel eens. Maar hoeveel en hoe snel is nog onduidelijk. Om met dergelijke onzekerheden om te gaan, is het verstandig om maatregelen te kiezen die flexibel kunnen worden ingezet en gemakkelijk kunnen worden aangepast. Zodat latere generaties hun eigen doelen en maatregelen kunnen bepalen op basis van de dan geldende situatie. De Commissie Veerman en het *ontwerp Nationaal Waterplan* hebben het peilbeheer van het IJsselmeer op de politieke agenda gezet. Want op de lange termijn moet er iets gebeuren om overtollig water uit het IJsselmeer kwijt te kunnen en om met de verwachte zomerdroogtes om te gaan. Vanaf 2035 kunnen we voor sommige klimaatscenario's van het KNMI het veiligheidsniveau niet meer garanderen met behulp van spuien onder vrij verval. Er is dus enige urgentie maar er is nog tijd om verschillende oplossingen én de gevolgen ervan te onderzoeken, alvorens een definitief besluit te nemen. Het is daarbij vooral zaak om nu geen oplossingen onmogelijk te maken.

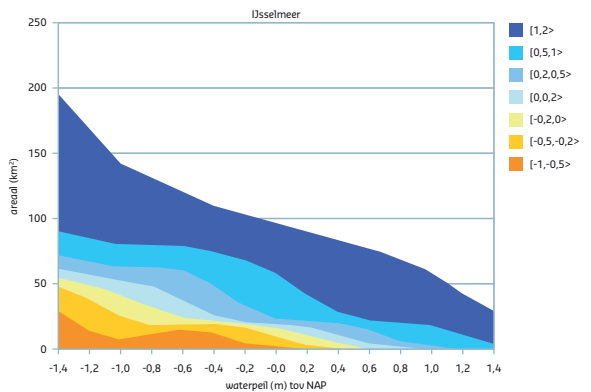
Een greep uit de mogelijkheden

Het oplossen van de watervraagstukken is een grote uitdaging en er zijn al heel veel mogelijkheden geopperd. In het *ontwerp Nationaal Waterplan* wordt gekozen voor peilopzet. De grootte van de peilopzet moet nog ingevuld worden en is zeker ook gezien de reacties uit de maatschappij nog een punt van discussie. Daarom is het interessant om te kijken of een combinatie van beperkte peilopzet en andere maatregelen misschien hetzelfde effect hebben als een grote peilopzet. De kenniswereld kan hieraan een bijdrage leveren. In dat kader worden hieronder de

consequenties van de peilopzet beschreven, evenals twee mogelijkheden die in combinatie met de peilopzet op lange termijn interessant kunnen zijn.

Peilopzet tot maximaal 1,5 meter

Als het IJsselmeerpeil flink omhoog gaat, zullen er allerlei aanvullende maatregelen nodig zijn. Denk aan de aanpassing van bruggen, sluizen en havens en sterkere gemalen om het water uit de regio te lozen. Bovendien zullen de waterkeringen langs het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer moeten worden versterkt, om bescherming te bieden tegen hogere waterstanden. Aangezien de peilopzet ook leidt tot een verhoogde waterstand van de IJssel en de Vecht zullen ook de waterkeringen langs deze rivieren moeten worden versterkt. De uitstraling van historische stadjes verandert hierdoor. Ook veel gemalen zullen niet meer voldoen. Door het hogere peil in het IJsselmeer moet in de wintersituatie het water uit de regio worden uitgemaal en moet de pompcapaciteit omhoog. Ook zal er een gemaal op de Houtribdijk moeten komen, om het waterpeil in het Markermeer-IJmeer op het huidige niveau te kunnen handhaven. Dit betekent een extra negatieve impact voor het ecologisch functioneren van het IJsselmeer-systeem. Een variant op het beleidsvoornemen is dat het Markermeerpeil meestijgt en met een kleinere peilverhoging op het IJsselmeer kan worden volstaan. Dat betekent wel dat ook de dijken rondom het Markermeer, IJmeer, Gooimeer en Eemmeer moeten worden versterkt. Dit is lastig gezien de grote dijk lengte in relatie tot het oppervlak en de complexiteit van dijkverhogingen in stedelijk gebied. Een hoger meerpeil heeft ook gevolgen voor de natuur die we nu langs de oevers vinden. Deze natuur verdringt als het ware. Het is echter een illusie om ervan uit te gaan dat de natuur hetzelfde kan blijven als nu. Natuur is per definitie dynamisch en past zich aan aan de situatie. Het is een uitdagende (ontwerp)opgave om het gebied zodanig in te richten, dat de natuur dynamisch kan meebewegen met het stijgende peil.



Oppervlakte van dieptezones in het IJsselmeer.

Blauwe kleuren en positieve waarden zijn onder water (in meters), gele kleuren en negatieve waarden boven water. Hoe hoger het waterpeil, hoe geringer het oppervlakte van de voor de natuur interessante ondiepe zones. Bij een waterpeil hoger dan NAP+0,6m is een groot deel van deze zones verdwenen en is de diversiteit aan habitats klein.

Bron: M. Haasnoot, 2008.

Pompen in combinatie met peilopzet 0,5-1 meter

Het water kan ook naar de Waddenzee worden gepompt met gemalen op de Afsluitdijk. Zolang de gemalen maar voldoende capaciteit hebben kunnen piekafvoeren van de IJssel te allen tijde worden geloosd, ook als noordwestenwind het water in de Waddenzee opstuwt. In de huidige situatie bij spuien onder vrij verval zorgen deze omstandigheden in extreme situaties voor een stijging van het peil in het IJsselmeer van 0,5 tot 1 meter. Daar zijn de dijken rondom het IJsselmeer opgebouwd. Een peilopzet van 0,5 tot 1 meter is dus geen probleem, mits je een oplossing zoals pompen achter de hand hebt. Deze optie helpt dus niet alleen om overtollig water kwijt te raken, het kan ook helpen een extra bufferhoeveelheid zoetwater te creëren. Bij deze variant kan mogelijk de waterbuffering om perioden met droogte op te vangen worden gecombineerd met een natuurlijker peilbeheer. Ontkoppeling van IJsselmeer en Markermeer-IJmeer kan eventueel achterwege blijven.

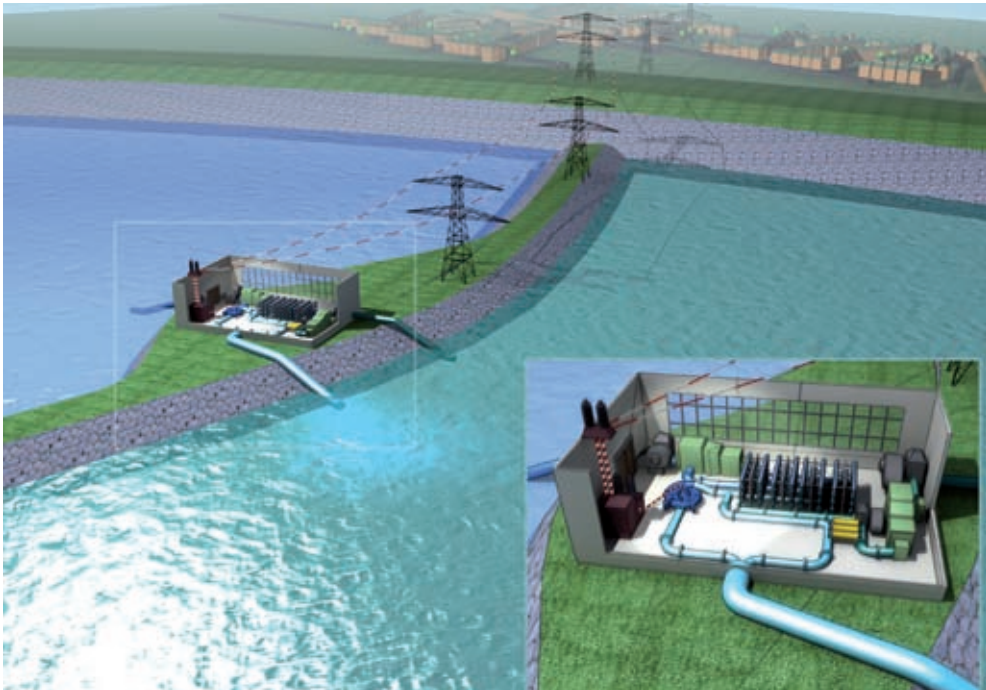
Nadeel van pompen is dat het veel energie kost. Maar de investeringen in gemalen en de energie die nodig zijn om te pompen zijn waarschijnlijk lager dan de kosten die moeten worden gemaakt bij een peilverhoging van het IJsselmeer.

Geraamde kosten per variant (contante waarde 2040)

(Naar Witmond, 2008)

	Totaal (miljoen Euro)	Investering (%)	Onderhoud (%)
Peilopzet IJsselmeer en Markermeer-IJmeer	1000	99	1
Peilopzet in IJsselmeer	700	98	2
Pompen (en beperkte peilopzet)	450	89	11

Afhankelijk van het klimaatscenario kunnen 5 tot 10 zeer grote windmolens de jaarlijkse energiebehoefte voor het pompen leveren. Het verspreiden van de pompen over de Afsluitdijk heeft als voordeel dat het water dat de Waddenzee instroomt meer gespreid wordt in de tijd en de ruimte. Dat is beter voor de natuur in de Waddenzee. Ook een zeer uitdagend en kansrijk perspectief, is het winnen van energie door het verschil in zoutgehalte van zoet en zout water. Met dit 'Blue Energy' concept kan de overgang van het zoete IJsselmeerwater naar de zoute Waddenzee energie opleveren en via dezelfde energie-installatie kan water naar zee worden weggepompt.



Bron: M. Bruggers, WINN Energie uit Water 2008

Artist's view van een Blue Energy-centrale

Afvoerverdeling aanpassen in combinatie met beperkte peilopzet

Een andere manier om de peilopzet te beperken, is het aanpassen van de verdeling van de afvoer over de Rijntakken. Dit vergt een stevige ingreep op de Pannerdense kop, waar de Rijn zich splitst in de Waal en het Pannerdensch kanaal. Bij lage afvoer wordt er bijvoorbeeld meer water richting Pannerdensch kanaal (en daarmee de IJssel) gestuurd en bij hoge afvoer meer over de Waal. Hierdoor krijgt het IJsselmeer in droge tijden meer water beschikbaar zodat er een minder grote zoetwaterbuffer nodig is, en wordt het in natte tijden juist ontzien. Dat is echter gemakkelijker gezegd dan gedaan. Bij lage afvoeren zal de scheepvaart op de Waal meer hinder ondervinden en het zoute zeewater zal nog verder het land indringen, zodat voor zoetwaterinlaatpunten in Rijnmond alternatieven nodig zijn. De afvoerverdeling moet zeer zorgvuldig worden geregeld, om bij hoge afvoeren de veiligheid van het achterland niet in gevaar te brengen. De haalbaarheid daarvan moet nog onderzocht worden.

Gezamenlijke kennisontwikkeling

In het IJsselmeergebied komen veel van de uitdagingen die het Nederlandse waterbeheer in de toekomst te wachten staan bij elkaar: het omgaan met te veel en te weinig water en het combineren van functies in en om het water zoals natuurontwikkeling en stedelijke ontwikkeling. Meer dan waar dan ook vraagt dit om een integrale aanpak, met zowel het heden als toekomst in het vizier. Er is sprake van grote ingrepen en grote samenhangende, maar soms ook conflicterende belangen. De omgeving volgt de ontwikkelingen dan ook kritisch. Juist in zo'n situatie is de rol van kennis cruciaal. De kenniswereld kan en moet zorgen voor een gedeelde kennisbasis en voor een gedeelde kennisagenda. Eén van de elementen van die kennisagenda is het zorgvuldig onderbouwen van de maatregelen met een maatschappelijke kosten-batenanalyse voor het gehele IJsselmeergebied. Het is daarbij van belang in te zetten op een open proces waarbij gezamenlijk nieuwe kennis ontwikkeld wordt om te komen tot gedragen oplossingen.

Kortom

- *Het streefpeil in het IJsselmeer ligt in de zomer op NAP -0,20 m en in de winter op NAP -0,40 m. In een natuurlijke situatie is dat anders en zijn er in het voorjaar pieken in de waterstand en geleidelijk dalende peilen in de zomer. Het vaste peil verhindert natuurontwikkeling langs de randen.*
- *Het spuibeheer zorgt ook voor problemen met de natuur omdat veel vis sterft door spuien.*
- *Nu al worden lage streefpeilen in de winter gedurende lange perioden niet gehaald omdat spuien vaak lastig is en is er soms in droge zomers te weinig water beschikbaar om aan alle vraag te voldoen.*
- *Het ontwerp Nationaal Waterplan stelt voor het peil te laten meestijgen met de zeespiegel met maximaal 1,5 meter om bij te dragen aan de veiligheid in de winter en een zoetwaterbuffer voor de zomer te creëren.*
- *Om een peilopzet van meer dan een halve meter te realiseren zijn ingrijpende maatregelen in de omgeving nodig. Ook heeft dit grote negatieve effecten op de natuur.*
- *Het is interessant om te kijken naar combinaties van maatregelen (pompen, afvoerdeling aanpassen), omdat de peilopzet dan beperkter kan zijn.*



5 Intensieve infrastructuur

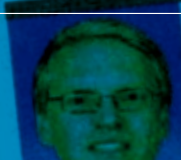


Intensieve infrastructuur

"Verzakkende wegen belemmeren mobiliteit."

• Herstel kost jaarlijks miljoene

Spoorbeheerder ProRail is jaarlijks miljoenen euro's kwijt aan herstel van verzakkingen van



"Als je niks aan den treinen strak over het spoor."

Bochtige snelwegen, wegen die doodlopen tegen de bergflanken, hoge passen... wie in de bergen op vakantie is, staat er pas goed bij stil hoe plat Nederland is en hoe uitgebreid de infrastructuur is. Wat dat betreft mogen we blij zijn dat we in een deltagebied leven. De grond is goed bewerkbaar en grondlichamen kunnen gemakkelijk worden opgeworpen. Maar omdat het er zo prettig wonen is, is de bevolkingsdichtheid hoog. Dat leidt tot veel mobiliteit van mensen en goederen – en tot files. Het fileprobleem is niet levensbedreigend, zoals hoogwater, en wereldwijd gezien kunnen we spreken van een luxeprobleem. Toch vraagt ook het fileprobleem om oplossingen: de capaciteit van de infrastructuur moet beter benut worden of de infrastructuur dient uitgebreid te worden. Maar wel op zo'n manier dat de kosten en de overlast voor de maatschappij beperkt blijven. En daarbij komt een ander kenmerk van delta's naar voren: de slappe ondergrond van klei- en veenpakketten. Zware constructies als wegen en spoorwegen kunnen gemakkelijk verzakken.



Mobiliteit en infrastructuur van vroeger tot nu

Ontwikkeling van de infrastructuur

Van oudsher zoeken mensen deltagebieden op om te wonen. De strategische ligging aan rivieren en de zee maakt deze gebieden aantrekkelijk. In de loop der tijd groeide de bevolking in deltagebieden dan ook enorm. Er kwam steeds meer transport, vooral goederen zoals voedsel en brandstof, en recenter ook verkeer van mensen. Om hierin te voorzien werd steeds meer infrastructuur aangelegd. Het autosnelwegennet breidde zich uit van 100 kilometer in 1950 tot 2500 kilometer in 2008. Het huidige spoorwegennet is van vergelijkbare lengte, en we hebben 130.000 kilometer aan secundaire wegen.

Ondanks alle infrastructuur zijn er geregeld 'verstoppingen'. Het autobezit is in 30 jaar gegroeid van 3 miljoen naar 7 miljoen. Files en vertragingen zijn een normaal verschijnsel van onze samenleving geworden. Daarnaast zorgt het drukke gebruik van de wegen voor geluidsoverlast en luchtvervuiling. Maar ondanks de files reizen we op dit moment veel sneller tussen dorpen en steden dan enkele tientallen jaren geleden. Sinds de jaren zeventig zijn de reistijden ruwweg gehalveerd.

De wegen en spoorwegen in de Randstad worden buitengewoon intensief gebruikt. Dit is nu juist het deel van Nederland waar de ondergrond vaak bestaat uit 'slappe' lagen klei en veen. Relatief zware constructies als wegen en spoorwegen zakken in de slappe grond weg, en tot overmaat van ramp niet overal even hard. De ongelijkmatige zetting maakt dat de weg gaat golven. Dat rijdt oncomfortabel en zorgt voor onveilige verkeerssituaties. Bij spoorwegen leidt het ongelijkmatig zakken van de grond tot wisselstoringen en bij overgangen naar en van bruggen en viaducten tot ernstige slijtage aan baan en materieel.



*Het Nederlandse hoofdwegennet
geprojecteerd op de grondslag*

Slappe grond

Voor het Gemeentefonds is de ondergrond 'slap' als er in de bovenste acht meter een laag van minimaal vijf meter veen of klei voorkomt. Technisch gesproken is grond slap indien hij veel vervormt wanneer je er een gewicht boven oplegt, bijvoorbeeld een meter zand bij het bouwrijp maken van een woonwijk. Slappe grond in Nederland ligt ruwweg ten westen van de lijn Roosendaal - Roodeschool.

Knakkende buizen

Als gemeentelijke wegen verzakken, zakken de eronder gelegen rioolbuizen mee. Die kunnen daardoor gaan lekken. En omdat de buizen in het westen van Nederland meestal in het grondwater liggen, gaan ze als drainageleiding werken. Dat betekent dat het grondwater via de riolering wegstroomt en dat de grondwaterstand daalt. De bodem klinkt dan in en daalt nog verder. De zetting kan ook voor problemen zorgen met het afschot (de helling) van het riool. Als het afschot te klein wordt, stroomt het riool niet meer goed door.

Vijftien procent van het goedertransport in Nederland bestaat uit leidingtransport van gassen en vloeistoffen. Bij het ontwerp van deze leidingen wordt rekening gehouden met vervorming van de ondergrond, want te veel vervorming veroorzaakt breuk en lekkage. Dat probleem komt bijvoorbeeld voor bij gasaansluitingen van woonhuizen op slappe grond. Het huis is onderheid en zakt dus niet, maar de gasleiding loopt door de tuin en zakt wel. Ter plaatse van de doorvoer door de funderingsbalk kan de leiding dan afbreken. Bij grote gasleidingen speelt een ander probleem. Al bestaat de leiding uit een zware stalen buis, dan nog is deze lichter dan de omgeving. De buizen hebben daardoor de neiging om te gaan drijven in het grondwater. Om dat te voorkomen moet de buis zijn afgedekt met een dikke laag grond.

Hoge kosten

De kosten van bouwen op grond met dikke veenlagen kunnen oplopen tot meer dan drie maal de kosten van bouwen op zand. Bouwen op slappe grond is niet alleen veel duurder in de aanleg, er is ook langdurig meer onderhoud nodig. Riolering, kabels en leidingen bijvoorbeeld zijn eerder aan vervanging toe dan bij wegen die op stevige grond gebouwd zijn. Waar wegen op zandgrond na 30 of 50 jaar aan groot onderhoud toe zijn, is dit voor wegen op de slappe ondergrond van het Groene Hart vaak al na 10 jaar het geval.

Gemeenten op slappe grond, die verantwoordelijk zijn voor het onderhoud van de lokale wegen en de riolering, lopen tegen hoge onderhoudskosten aan, met structurele begrotingsproblemen als gevolg. Maar ook de maatschappelijke kosten zijn hoog. Wie raakt er niet geïrriteerd als de weg weer is opgebroken? Bedrijven hebben bovendien te maken met inkomstenderving.

Zand als fundering: cunet

Een typisch Nederlandse oplossing om een weg of spoorweg aan te leggen in een gebied met slappe grond is om eerst een 'kanaal' te graven en dat vol te storten met zand. Zo'n constructie heet een cunet. Veel oude wegen, zoals de A4 langs Leiden en de A2 tussen Amsterdam en Utrecht zijn zo aangelegd. Probleem is dat er onder het zandlichaam nog klei- en veenlagen liggen en dat het geheel blijft zakken. Zand is immers zwaar.



Bij wegverbredingen is het lastig om dit soort funderingen te verbreden. Als er een nieuw kanaal naast het cunet zou worden gegraven, schuift het bestaande zandlichaam er in weg. Daarom wordt in zo'n geval een flinke berg zand naast de weg gelegd die onder zijn eigen gewicht in de ondergrond zakt en daar een verbrede fundering vormt. Voor dat doel hebben er bij Leiden jarenlang grote bergen zand naast de A4 gelegen. Deze methode werkt niet probleemloos, vanwege onvoorspelbare horizontale bewegingen. Bovendien duren zettingsprocessen erg lang. Zonder bijzondere maatregelen kan het tientallen jaren duren voor de zaak een nieuw evenwicht heeft gevonden. En bij een tussentijdse ophoging begint de tijd opnieuw te tellen...

Op weg naar morgen

Meer verkeer?

In de toekomst zal het aantal reizigers blijven groeien en ook de vraag naar vervoer van goederen neemt toe. De transportcapaciteit moet dan ook omhoog. Dat is mogelijk door de bestaande infrastructuur intensiever te benutten door verkeerskundige maatregelen als betere afstelling van verkeerslichten en technische ingrepen zoals wegverbredingen, verbetering van aansluitingen en aanleg van spitsstroken. Ook het 'spreiden' van de spits door variabele werktijden draagt bij aan een intensiever benutting, een proces dat overigens ook spontaan al plaatsvindt. Om de vraag te sturen in tijd en plaats is daarnaast het 'prijsbeleid' in opkomst.

Maar zowel de toenemende mobiliteit als de daaruit voortvloeiende maatregelen hebben nadelige gevolgen. Denk bijvoorbeeld aan overlast, aan fijn stof en aantasting van de natuur. Wegwerkzaamheden vormen zelf bovendien een bron van files. Het mobiliteitsprobleem vraagt om innovatieve oplossingen. Bevordering van telewerken bijvoorbeeld vermindert de transportvraag in absolute zin en draagt zo ook bij aan een vermindering van de milieukosten.

Robuust wegennet

De ANWB pleit voor een 'robuust wegennet': een wegennet dat tegen een stootje kan. Zo'n robuust net biedt het verkeer alternatieve routes langs secundaire wegen. Dat is bijvoorbeeld een oplossing in geval van calamiteiten, als de snelweg wordt afgesloten. Met de bewegwijzering van deze routes wordt nu al geëxperimenteerd.

De regionale wegen moeten dan wel fysiek in staat zijn het (zware) verkeer te verwerken. Want een enkele (te) zware vrachtwagen kan onevenredig veel schade aan de weg veroorzaken.



Ander voordeel van een goed regionaal wegennet is dat regionaal verkeer niet via de snelweg hoeft te reizen. De snelweg wordt dan het exclusieve domein van het langeafstandsverkeer. Dat voorkomt onnodige opstoppingen en verhoogt zo de capaciteit van de snelweg. Keerzijde is dat regionale wegen vaak dicht langs bebouwing liggen. Meer verkeer betekent dan ook relatief veel overlast.

Verwachtingen voor 2020

- Personenmobiliteit neemt toe met 20%;
- Snelheid vervoerssystemen neemt nauwelijks nog toe;
- Goederenvervoer neemt toe met 50%;
- Niet-zakelijk verkeer in de spits neemt toe;
- Woon-werkafstanden worden groter.

(Bron: Welvaart en Leefomgeving (2006) mobiliteit, middenscenario)

Efficiënt omgaan met ruimte

Infrastructuur neemt veel schaarse ruimte in beslag en legt de inrichting van een gebied voor tientallen jaren vast. Om de ruimte optimaal te benutten, is meervoudig ruimtegebruik veelbelovend. Voorbeeld daarvan is een 'bovengrondse tunnel', die enkele jaren geleden bij Leidschendam is aangelegd. De weg ligt op de begane grond en op 'één hoog' bevinden zich woningen en winkels. Bij Leidsche Rijn wordt op dit moment hetzelfde gerealiseerd met de A2. En ook tunnels zoals de Hubertustunnel in Den Haag en de Statentunnel in Rotterdam hebben hetzelfde doel. Naast het meervoudig gebruik van de ruimte scheppen deze overkapte wegen ook de mogelijkheid benzinedampen, CO₂ en fijn stof effectief af te voeren.

Het ondergronds brengen van verbindingswegen of aanleggen van ecoducten helpt ook om ruimtelijke versnippering te voorkomen. Want hoewel wegen een verbinding vormen tussen dorpen en steden, vormen ze tegelijkertijd een barrière dwars daarop. In steden is vooral de spoorinfrastructuur oorzaak van versnippering. Deze infrastructuur werd honderdvijftig jaar geleden buiten de stadskernen aangelegd maar is inmiddels opgeslokt door stadsuitbreidingen. In het landelijk gebied versnipperd de infrastructuur leefgebieden van planten en dieren, waardoor populaties te zwak worden om te overleven. Naarmate het voller wordt in (het westen van) Nederland wordt dit een dringender probleem. Om het karakteristieke veenweidelandschap van het Groene Hart te sparen, zullen bijvoorbeeld de hogesnelheidstreinen tussen Leiderdorp en Hazerswoude straks door een ruim 7 kilometer lange tunnel rijden.

Over honderd jaar?

Als er de komende honderd jaar net zo veel verandert als de afgelopen eeuw, dan gaat het er heel anders uitzien. Hoe, dat weet niemand. Dat hangt samen met allerlei andere ontwikkelingen, zoals de beschikbaarheid aan energie. Scheepvaart, luchtvaart en automobilititeit zijn als geen ander afhankelijk van goedkope energie, vooral van specifieke vloeibare brandstoffen als diesel, kerosine en benzine. Als deze brandstoffen in de toekomst schaars en dus duur worden, of als de overheid er in de toekomst voor kiest om de inzet van fossiele brandstoffen te beperken, heeft dat grote invloed op de vervoerswereld én de infrastructuur. Het kan leiden tot minder autoverkeer en meer gebruik van trein, tram en metro. Het zou ook kunnen leiden tot een waterstofeconomie of elektrische auto's zodat een vergelijkbare weginfrastructuur als de huidige nodig blijft. Nog een andere mogelijkheid is een substantiële verschuiving naar telewerken zodat de fysieke mobiliteitsvraag sterk afneemt. Voor goedertransport behoort een verdere verschuiving naar buisvervoer tot de mogelijkheden.

Technische innovaties

Om bestaande wegen beter te benutten, zijn snel en onderhoudsarm bouwen en hindervrij onderhoud en verbreding van bestaande wegen essentieel. Dat maakt de aanleg vaak wel duurder. Bij het ontwikkelen van betaalbare en duurzame oplossingen, speelt kennis een centrale rol.

Versnellen van de zetting

De ondergrond is sneller geschikt voor de aanleg of verbreding van wegen, als het proces van zetting wordt versneld. Normaal is dat een langdurig proces omdat de grond tamelijk ondoorlatend is en het in de grond aanwezige water niet weg kan. Dit proces kan worden versneld door het water sneller te laten uittreden: draineren dus. Van de verticale drains die bij wegverbredingen worden toegepast zie je vaak het uiteinde als plastic strookjes boven de grond uitsteken. Het aansluiten van pompen aan de drains versnelt de wateronttrekking. Er ontstaat dan een onderdruk waardoor het water sneller naar de drains stroomt. Omdat de grond zo ondoorlatend is, komt bovendien de hele grondlaag op onderdruk te staan. Daardoor werkt ook de luchtdruk mee bij het samenspersen van de grond. Dat effect kan worden versterkt door de grond af te dekken met plastic folie. Voordeel van het aanbrengen van onderdruk is dat de horizontale vervorming daarbij relatief klein is.



Verticale drain



Gebruik van lichte materialen

Een andere manier om de zetting van de grond te verminderen, is het gebruik van lichter materiaal voor de fundering dan zand. Voorbeelden daarvan zijn BIMS of EPS. BIMS is vulkanische as met een laag soortelijk gewicht, dat onder andere wordt gewonnen in Italië en in IJsland. Een extremere oplossing is het gebruiken van EPS (piepschuim). Dat weegt 'niks' en de wegconstructie kan gewichtsneutraal worden gemaakt. Dat wil zeggen dat de wegconstructie in totaliteit niet zwaarder is dan de uitgegraven en verwijderde grond. Nadeel is dat het expertkennis vraagt om de EPS-blokken stijf tegen elkaar te krijgen en dat het later lastig te repareren is, bijvoorbeeld bij een nieuwe rioolaansluiting.

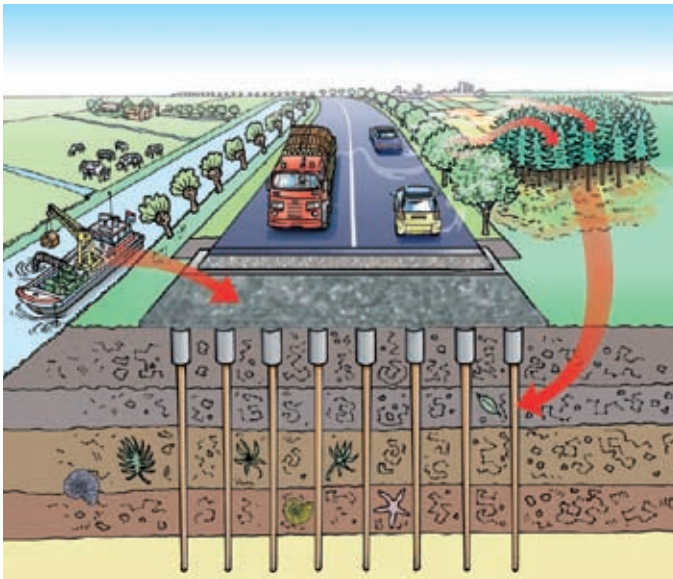
De drijvende weg

In klei- en veengebieden kan ook 'water' als fundering worden gebruikt, om de zetting van de ondergrond te omzeilen: een drijvende weg. Een drijvende weg kan lijken op de ouderwetse schipbrug, die plaatselijk wordt ondersteund door drijflichamen in plaats van vaste steunpunten. Maar de weg kan ook een drijvende constructie zijn in een gebaggerde sloot: leg er een rij aan

elkaar gekoppelde pontons in en de bovenkant van de pontons kan direct door het verkeer bereden worden. In 2003 liet het ministerie van Verkeer en Waterstaat bij wijze van test de eerste drijvende weg voor auto's te water. Deze drijvende waterweg ligt bij Hedel en is zeventig meter lang. Auto's kunnen met 80 kilometer per uur over deze weg rijden. Tot nu toe heeft het initiatief nog geen navolging gevonden.

Meekoppelen met milieudoelen

Half Nederland staat op palen, dus waarom zouden we wegen niet onderheien? Dit wordt vaak als 'te duur' afgedaan, maar de recente innovatie van de 'paalmatras' heeft dat beeld doorbroken. Een paalmatras is een wegconstructie die bestaat uit een soort matras gevuld met zand, ondersteund door palen. Deze techniek is aantrekkelijk vanwege de korte bouwtijd en het feit dat geen zetting optreedt.



Kyotoweg

Een variant hierop is de *Kyotoweg*. Dat is een milieuvriendelijke weg waar de matras is gevuld met bewerkte baggerspecie en die is gefundeerd op houten palen. De eigenschappen van de aanvankelijk karnemelkachtige specie worden hiervoor veranderd, waardoor de bagger een

bruikbaar bouw materiaal wordt. Het hout dat als funderingspaal in de grond gebracht wordt draagt verder bij aan de CO₂-reductiedoelen omdat de CO₂ voor heel lang (eeuwen) aan de koolstofkringloop wordt onttrokken. De meerkosten van een paalmatrassysteem zijn minder dan 10%.

Een ander voorbeeld van een milieuvriendelijk alternatief is de *Baggerspeciematras*. Dit is een duurzame wegconstructie met verontreinigde baggerspecie als basisbouwstof, waaraan een schuimvormer, een stabilisator en een katalysator is toegevoegd. Regenwater en natuurlijke processen zorgen in de loop van de tijd voor reiniging van de baggerspecie. De Baggerspeciematras is licht van gewicht, sterk en waterdoorlatend en daarmee uitermate geschikt als fundering voor wegen en spoorwegen op een slappe ondergrond.

Kortom

- *Ook al zijn er meer files dan 25 jaar geleden, de mobiliteit is toegenomen.*
- *De drukstbereden infrastructuur van Nederland ligt op de slapste grond.*
- *Een robuust wegensysteem stelt hoge fysieke eisen aan het onderliggende secundaire wegennet.*
- *Meervoudig ruimtegebruik helpt om de barrièrewerking van infrastructuur tegen te gaan.*
- *De langetermijnhinder van zetting is te verminderen door bij aanvang een versnelde zetting te forceren, of door met gebruik van lichtgewicht bouwmaterialen het optreden van zetting te voorkomen.*
- *Het aanleggen van zettingsarme wegen is heel goed te combineren met milieu- en klimaatvriendelijke maatregelen.*



6 Bezint eer gij bebouwt

'Stop met bouwen

Bezint eer gij bebouwt

"Bouwput valkuil voor bestuurders."

NEDERLAND MOET stoppen met bouwen in de Randstad, omdat de overstromingsrisico's toenemen

De verstedelijking in de wereld neemt snel toe. Voor het eerst in de geschiedenis is op wereldschaal het aantal mensen in steden gelijk aan dat op het platteland. Meer dan 80% van de grote stedelijke agglomeraties concentreert zich in gebieden, die zijn aan te merken als delta's. In 2030 zal de helft van de wereldbevolking binnen 100 kilometer van een kust wonen. Daar zal dan ook flink gebouwd gaan worden, ook in Nederland. Bouwen in delta's is echter een onderneming met risico's. Regelmatig gaat het niet zoals gepland, met grote kosten en moeilijkheden tot gevolg. Deels is dat gevolg van de ongunstige bodemomstandigheden. Voor een belangrijk deel is het geen typisch deltaprobleem maar heeft het te maken met de manier waarop we met elkaar omgaan, plannen maken, kennis delen en samenwerken.

Bouwen in de delta

Slappe grond

Veel bewoners ondervinden de gevolgen van slappe bodem aan den lijve: grondwateroverlast in kruipruimtes, scheuren in oudere panden die niet op palen zijn gefundeerd en verzakkende wegen en trottoirs. In woonwijken zinken de tuinen weg ten opzichte van de huizen. Alles wat niet onderheid is, zakt in de loop der jaren weg, en alles wat wel onderheid is rijst, zo lijkt het, langzaam op uit de ondergrond. De oorzaak ligt grotendeels in het samendrukken van slappe bodemlagen, zodra ze worden belast. Nieuwbouwwijken en bedrijventerreinen worden bouwrijp gemaakt door

en in Randstad'

leggen van betere infrastructuur naar het achterland, met name naar Noord Nederland. Dat haalt de druk van de Randstad en stimuleert economie in het noor-

ze op te hogen met een laag zand. Soms alleen de wegen, soms integraal. Ophoging is nodig om voldoende boven het grondwater uit te komen, maar de zandlaag is zwaar en dat leidt tot langdurige zetting. Ook verlaging van de grondwaterstand leidt tot zetting door het eigen gewicht van de grond. Dit is een onomkeerbaar proces. Weliswaar zijn er allerlei technieken beschikbaar voor bouwen op slappe grond -beschreven in het hoofdstuk over infrastructuur- maar zij worden vaak niet gebruikt omdat ze de aanleg duurder maken. Deze zuinigheid leidt tot hoge onderhoudskosten in de gebruiksfase, en daarmee tot kostenoverschrijdingen en begrotingsproblemen. Ook als de gemeente betaalt is er ergernis voor de individuele burger, want de nieuwe riolering gaat ten koste van het nieuwe sportveld.

Slechte samenwerking

Een bouwproject bestaat uit verschillende fasen: iemand neemt het initiatief, er komt een plan, een (voor)ontwerp, een bestek en uiteindelijk wordt er gebouwd. Daarna volgt de gebruiksfase, die verreweg het langst duurt. In de huidige praktijk werken er aan deze fasen steeds verschillende mensen, na elkaar. En ook binnen een fase werken bestuurders, planvormers, ontwerpers en beheerders meestal los van elkaar. Waarbij ontwerpers ook nog eens uit verschillende disciplines komen: groen, riolering, wegen en water. Ze werken nauwelijks samen, laat staan dat er een integraal ontwerp komt. Zo wordt in de initiatief- en planfase zelden rekening gehouden met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond. En omdat zetting een traag proces is komen de kosten pas aan het oppervlak als we al jaren in de gebruiksfase zitten en de afdeling Beheer van de gemeente wordt geconfronteerd met de zuinigheid van de afdeling Nieuwbouw.



Kloof tussen weten en doen

Ideëën over risicomanagement en bouwkundige technieken te over, maar het omzetten van weten naar doen, blijkt een hardnekkig probleem te zijn in de bouwsector. De prikkels om daadwerkelijk te vernieuwen ontbreken vaak. Dat komt onder andere doordat organisaties in de bouwsector zelf maar beperkte voordelen ondervinden van innovaties. Hoe onzekerder het is dat een innovatie wordt toegepast, hoe terughoudender een ondernemer zal zijn met investeringen. De overheid is een belangrijke opdrachtgever en oogst dan ook de grootste baten van innovatie en zou deze moeten stimuleren. Maar overheden zijn vaak risicomijdend en willen geen launching customer zijn: de opdrachtgever die het lef heeft om de eerste klant te zijn van een innovatief product. Zonder launching customer is het voor de ondernemer moeilijker een investering in de markt terug te verdienen. Daarnaast is vooral de aannemer beducht voor het wegleggen van zijn kennis en kent de bouwsector geen traditie van octrooien. De uitdaging is om samen te werken aan condities die innovatie wel op gang brengen.

Uitdagingen voor de toekomst

Ruimtedruk en klimaatverandering

Is er in de huidige omstandigheden al noodzaak voor verbetering, in de toekomst komt er nog een aantal uitdagingen bij, zoals toenemende druk op de ruimte en klimaatverandering. De druk op de ruimte en de noodzaak om te bouwen hangen af van een aantal factoren: hoe de economie zich ontwikkelt, hoeveel de bevolking groeit en hoe het klimaat verandert. Deze factoren zijn omgeven door onzekerheden. In 2006 publiceerden de gezamenlijke planbureaus de WLO-studie *Welvaart en Leefomgeving*. Deze studie beschrijft vier toekomstscenario's voor Nederland tot 2040. In de meeste scenario's vlakt de groei van de bevolking na 2020 af. In één scenario leidt dit zelfs tot een afname van de druk op de fysieke omgeving. In alle scenario's zien we een uiteindelijke daling van de groei van bedrijventerreinen tot zelfs krimp. Gezien de lange voorbereidingstijd en de lange levensduur van bedrijventerreinen, is het zaak om hier nu vast rekening mee te houden. Voor woningbouw wordt geen krimp verwacht, omdat er een trend is naar grotere woningen en naar kleinere huishoudens.

Klimaatverandering is een onzekere factor. In alle IPCC-scenario's stijgt de zeespiegel sneller dan in de afgelopen decennia, is er een grotere kans op piekafvoeren van de grote rivieren in de winter en zullen er extremere regenbuien vallen. Echter in de zomer neemt de kans op droogte en langere hittegolven toe. In combinatie met hogere watertemperaturen verhoogt dit de kans op waterkwaliteitsproblemen, botulisme, verzilting en zoetwatertekorten. Dit alles stelt extra eisen aan het waterbeheer en de ruimtelijke inrichting, ook in de stad. In de stad blijft warmte blijft hangen en creëert een zogenaamd Urban Heat Island (UHI), ook wel 'hitte-eilandeffect' genoemd. Vooral in de nacht is dat te merken; de stad koelt niet af en kan tot 8 °C of meer warmer blijven dan de omgeving! Bij de (her)inrichting van de steden of de bouw van nieuwbouwwijken kan hier rekening mee gehouden worden door bijvoorbeeld de wijk ruimer op te zetten, meer ruimte voor groen te creëren en de huizen niet te dicht op elkaar te zetten, maar dit is direct in strijd met de genoemde ruimtedruk. Droogte en hoge temperaturen leiden bovendien tot een dalende grondwaterstand. Dit leidt tot extra problemen met zettingen en aantasting van houten paalfunderingen.

Organisatie, risico's en kennis

Kansen en risico's in kaart

Bij bouwprojecten kan veel mis gaan om heel verschillende redenen. Het is daarom zaak om de kansen en risico's al aan het begin van een project, dat wil zeggen al in de initiatieffase, in te schatten, samen met alle betrokkenen bij het project. Toch vindt gestructureerd kansen- en risicomangement naar schatting slechts bij één procent van de bouwprojecten plaats, terwijl bekend is dat 50% van de grote kostenoverschrijdingen het gevolg is van onvoldoende rekening houden met de ondergrond. Daarnaast bleek bij een analyse van 40 bouwprojecten waar iets substantieel misging, dat in twee derde van de gevallen de benodigde kennis wel bestond, maar niet op de bouwplaats aanwezig was.



Diepste punt van Nederland

Het analyseren van kansen en risico's en het identificeren van benodigde en beschikbare kennis voor verschillende varianten van een project kost in het begin van dat project natuurlijk tijd en geld. Maar je verdient dit terug in de kosten en kwaliteit van het gehele project. Naarmate er in de eerste fasen van een project die relatief kort duren meer varianten worden onderzocht dalen de kosten in de latere fasen. Daarbij duurt de gebruiksfase het langst. Het probleem hierbij is echter dat de partij die de extra beginkosten moet dragen niet dezelfde is als de partij die later de baten geniet. Een gezamenlijke aanpak kan daarbij helpen omdat dan een gezamenlijk verantwoordelijkheidsgevoel ontstaat.

Onderwerpen die aan de orde komen bij een risicoanalyse voor bouwprojecten zijn:

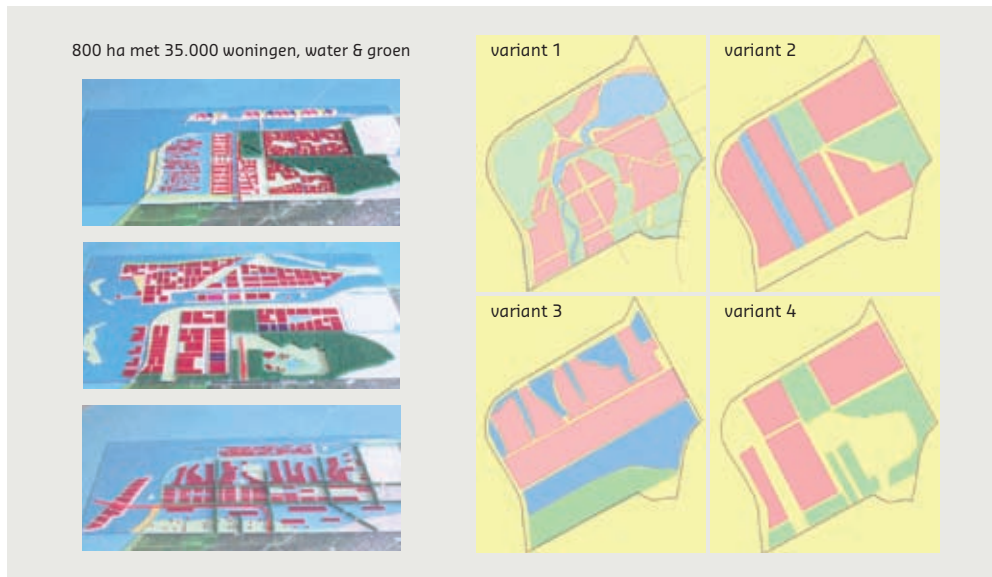
- De risico's van de omgeving zoals de slapheid van de ondergrond, overstromingen, grondwateroverlast, infrastructuur, funderingen, bebouwing, bodemverontreiniging, ecologie, archeologie;
- De wensen en eisen van betrokkenen zoals bewoners en bedrijven in en rond het plangebied, overheden, financiers en ontwikkelaars. Waar willen ze aan bijdragen en waartegen zullen ze zich wellicht gaan verzetten?
- De gevolgen van mogelijke politieke en economische ontwikkelingen;
- Kansen voor lagere kosten, snellere aanleg of extra kwaliteit voor de leefomgeving.

De kenniswereld kan een belangrijke inbreng hebben bij de analyse van deze risico's. Veel van de benodigde kennis van techniek en ondergrond is beschikbaar. Kennis perkt niet alleen de risico's in, maar identificeert ook de kansen voor innovatieve oplossingen. Tenslotte kan kennis bijdragen aan het bevorderen van een goede samenwerking tussen plannenmakers, ontwerpers en beheerders door ondermeer het creëren van een gezamenlijk begrippenkader.

Bij inrichten rekening houden met de ondergrond

Het schatten van de risico's van de ondergrond is een belangrijk onderdeel van risicoanalyse. De kosten van het opstellen van een globaal ondergrondmodel zijn vaak verwaarloosbaar: van grote delen van het land zijn voldoende boringen en sonderingen beschikbaar om zo'n model op te stellen. Daarmee kan een globale zettingskaart worden gemaakt: een kaart met voorspellingen van het zetten van de ondergrond door het geplande project. Met de uitkomsten kunnen slimme keuzen voor de ligging en ontwerp van het project bepaald worden.

De gemeente Almere heeft een dergelijke analyse gemaakt voor het uitbreidingsgebied Pampus. Van dit gebied is een kwantitatief ondergrondmodel gemaakt en een globale zettingskaart. Deze



informatie is bruikbaar voor het bouwrijp maken van de grond en voor de aanleg en het beheer van infrastructuur. Deze kaart geeft eveneens aan waar grondwater opkwelt en waar water juist de grond inzigt. De stedenbouwkundige ontwerpen van verschillende bureaus zijn aan de hand van deze kaart geoptimaliseerd. Hierdoor kan nu tot 300 miljoen euro bespaard worden.

Voor het vijf keer grotere Almere Oost zijn de gemeente Almere en het waterschap Zuiderzeeland nog een stap verder gegaan. Zij hebben een ontwerpatelier met externe experts georganiseerd, waarin ook de watersituatie in de polder en uitgangspunten voor duurzaamheid zijn meegenomen.

Onzekerheden in kaart

Bedrijventerreinen worden gepland voor een periode van zo'n 50 jaar, woningbouwcorporaties schrijven af over 30 jaar. Op een termijn van 30 tot 50 jaar kan veel veranderen. Hoe precies, dat valt niet te voorspellen. Wel kan een ontwerp soms tegen relatief geringe meerkosten robuust of flexibel worden gemaakt, zodat het in meerdere scenario's goed blijft functioneren of kan worden aangepast op basis van nieuwe inzichten. Deze flexibiliteit speelt een rol bij zowel de locatiekeuze als bij het ontwerp van een wijk en de gebouwen.

Daarbij komen vragen aan de orde als: verwachten we op langere termijn een bevolkings-toename? Is de bufferende capaciteit van het stedelijke watersysteem in 2100 voldoende? Blijft de hitteproblematiek in stedelijk gebied met een integrale ruimtelijke planning en inrichting beheersbaar?

Als een ontwikkel- en bouwproces het mogelijk maakt flexibel te zijn tijdens de gebruiksfase, kan ingespeeld worden op nieuwe inzichten en veranderende condities. Het is verleidelijk om alleen rekening te houden met korte termijn economische belangen, maar gezien de levensduur van de constructies zijn lange termijn scenario's belangrijk. Zo'n transitie vraagt om bestuurlijk lef. Vroegtijdig alle betrokkenen aan tafel brengen maakt het mogelijk dat soepel ingespeeld kan worden op veranderende inzichten en omstandigheden. 'Bezint eer gij bebouwt': dat bespaart uiteindelijk heel veel tijd en geld.

Innovatief bouwen

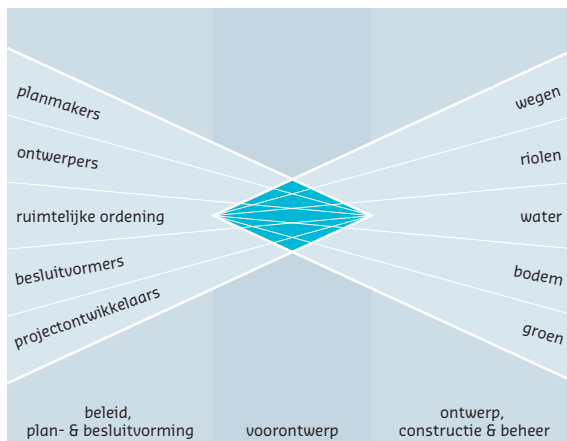
Er zijn vele bouwkundige oplossingen om problemen met de ondergrond, wateroverlast en grondwateroverlast te beheersen. Het recent verschenen rapport *Waterrobuust bouwen* geeft daarvan een goed overzicht. De meest voor de hand liggende oplossing is 'verhoogd bouwen'. Het grote voordeel is dat wateroverlast daarmee grotendeels wordt vermeden. Dit is natuurlijk alleen een oplossing voor nieuwbouwlocaties; bestaande bouw zal alleen tijdens herstructurering en vernieuwing kunnen worden aangepakt.

Bestuurders, beleidsmakers, planologen en bouwkundigen moeten bij de inrichting van gevoelige gebieden rekening houden met de gevolgen van een eventuele overstroming en wateroverlast. Het 'klimaatbestendig' maken van gebieden wordt gezien als één van de grootste ruimtelijke opgaven van de eenentwintigste eeuw.

Als er bijvoorbeeld gekozen wordt voor het bouwen in risicovolle gebieden, moeten gebouwen, wijken en wegen zo worden ontworpen dat ze langere tijd bestand zijn tegen water. Er zijn diverse ideeën voor aangepast bouwen, zoals drijvend bouwen, bouwen op terpen, waterdicht afsluitbare ramen en deuren, installaties op zolder. Deze ideeën gaan er vanuit dat mensen waterbewust zijn en het wonen met een bepaald risico accepteren.

Procesinnovatie

Voor een succesvol project is het essentieel dat planners, ontwerpers en beheerders met elkaar samenwerken in alle stadia van een project. Er mogen geen schotten zijn tussen afdelingen en specialismen. Een permanente samenwerking kan leiden tot forse besparingen op de faalkosten van een project. Vertrouwen is daarbij een sleutelbegrip.



Samenwerking tussen overheden en marktpartijen is ook nodig om de condities te scheppen, die marktpartijen prikkelen tot innovatie. Daarbij is het belangrijk dat bouwers en projectontwikkelaars worden geconfronteerd met de kosten van het beheer, en dat zij die kosten in het ontwerp meenemen. Het toepassen van een BIM (Building Information Model) is hiervoor een prachtig hulpmiddel. Dat is een virtuele omgeving waarin alle betrokken partijen samenwerken.

Kennis over ondergrond, water en klimaatverandering speelt een belangrijke rol bij het vaststellen van de onzekerheden rondom nieuwbouwprojecten. Gezien de levensduur van de constructies zijn lange termijn scenario's belangrijk, hoewel de verleiding groot is vooral rekening te houden met economische belangen op de korte termijn. Zo'n transitie vraagt om bestuurlijk lef. Vroegtijdig alle betrokkenen aan tafel brengen maakt het mogelijk dat soepel ingespeeld kan worden op veranderende inzichten en omstandigheden. 'Bezint eer gij bebouwt' bespaart uiteindelijk veel tijd en geld.

Kortom

- *Bouwen op slappe ondergrond kan leiden tot vervelende problemen zoals grondwateroverlast in kruipruimtes, scheuren in oudere panden die niet op palen zijn gefundeerd en verzakkende wegen en trottoirs.*
- *Klimaatverandering leidt tot extra zettingen en aantasting van houten paalfunderingen en het hitte-eilandeffect in de stad.*
- *Rekening houden met de ondergrond bij de inrichting van een gebied leidt tot grote kostenbesparingen.*
- *Gestructureerd kansen- en risicomanagement vindt naar schatting slechts bij één procent van de bouwprojecten plaats, terwijl bekend is dat 50% van de grote kostenoverschrijdingen het gevolg is van onvoldoende rekening houden met de ondergrond.*
- *Bij een analyse van 40 bouwprojecten waar iets substantieel misging, bleek dat in twee derde van de gevallen de benodigde kennis wel bestond, maar niet op de bouwplaats aanwezig was.*
- *Een permanente samenwerking tussen plannenmakers, ontwerpers en beheerders over verschillende afdelingen en specialismen heen in alle stadia van een bouwproject leidt tot forse besparingen op de faalkosten.*





**Krediet voor de delta
of de delta in diskrediet?**



Het herstel van Krediet voor de delta of de delta in diskrediet?

Crisis in klimaat en economie

In het voorgaande, en ook in de Staat en Toekomst van de Delta 2008, komt veelvuldig naar voren dat wij voor een groot aantal uitdagingen staan die te maken hebben met het fysiek bestaan in onze delta. Het klimaat verandert en dat merken wij eerst en vooral aan het stijgen van de zeespiegel en toenemende rivierafvoeren. Naast die existentiële uitdaging - houden wij het droog - komt er een aantal andere uitdagingen aan de orde zoals de zoetwatervoorziening van ons land, de ecologie van de Zeeuwse wateren, de ruimte om te bouwen en de mobiliteit. In mondiaal kader gezien misschien luxeproblemen, maar voor ons land beslist fikse uitdagingen.

Uit de voorgaande hoofdstukken en uit de Staat en Toekomst van de Delta 2008 komen ook legio voorbeelden naar voren voor een duurzame reactie op de uitdagingen die op ons afkomen. Duurzaam, robuust en flexibel. Duurzaam in de zin dat we onze kinderen tenminste evenveel nalaten als wat ons is nagelaten. Robuust in de zin dat we gesteld staan voor de uitdagingen, ook als ze wat groter blijken of sneller op ons afkomen. Flexibel in de zin dat we geen beslissingen nemen waarmee we de toekomst van de volgende generatie dichttimmeren.

De economische crisis die ons sinds de zomer van 2008 overspoeld heeft, heeft het bewustzijn van deze problemen deels naar de achtergrond van ons collectieve geheugen geschoven: de kranten staan bol van de economische crisis. Toch blijkt uit recent onderzoek dat bijna driekwart van de Nederlanders de klimaatcrisis even belangrijk vindt als de economische crisis. Dit is opmerkelijk aangezien we de gevolgen van de economische crisis op dit moment ondervinden en deze heel concreet tastbaar zijn terwijl de gevolgen van klimaatverandering vooral op langere

deze economie een ramp

en de consumenten niet
de wereld.

zamenlijke prognoses van de Europese auto
industrie vinden we hieraan weinig referentie
consument moet eraan geloven: iedere drie
een nieuw model en een op de vier Europese
een auto, kinderen inbegrepen.
die door de crisis niet gebeurt en de

termijn zichtbaar zullen zijn en ook omgeven zijn met allerlei onzekerheden. De wetenschappelijke opinies over de ernst van de klimaatverandering convergeren steeds meer ook omdat metingen beschikbaar komen waaruit blijkt dat de opwarming sneller gaat dan verwacht, ook in Nederland (Staat van het Klimaat 2008). Naast het klimaat speelt er nog een aantal andere uitdagingen zoals de opkomst van China en India als nieuwe economie met nieuwe producten, concurrenten en een nieuwe afzetmarkt. Ook bestaat de noodzaak om efficiënt om te gaan met de steeds schaarser wordende grondstoffen, zoals energie en schoon water en daaraan gerelateerd ook voedsel. De toenemende wens om onze economie om te buigen tot een meer duurzame economie met minder uitstoot van koolstofdioxide vormt een andere uitdaging van formaat. Deze uitdagingen tezamen maakten de roep om innovatie in de deltatechnologie-sector al groot, de economische crisis doet daar nog een schepje bovenop. Hoe kunnen we zo reageren op de economische crisis dat we er op de lange termijn beter voorstaan?

De crisis als katalysator voor nieuwe ontwikkelingen of juist niet?

Joseph Schumpeter zei in 1943 al dat recessies een platform voor innovaties en economische groei bieden doordat de creativiteit sterk gestimuleerd wordt. Het verleden leert ons dat perioden van economische crisis vaak ook leiden tot ontwikkeling van nieuwe technologie en nieuwe manieren van werken. Ondernemers en innovatoren onder ons zien in een crisis vooral kansen. Het is een soort survival of the fittest: bedrijven die niet naar de werkelijke behoeften van de klanten hebben gekeken en er dus niet op inspelen gaan ten onder en maken de weg vrij voor de bedrijven die dat wel hebben gedaan. Ook geeft het bedrijven een kans nog eens goed onder de

loep te houden waar nu echt mee door te gaan en waar niet en de strategie kritisch te herzien. Al met al worden bedrijven gedwongen meer te focussen op waar ze echt goed in zijn.

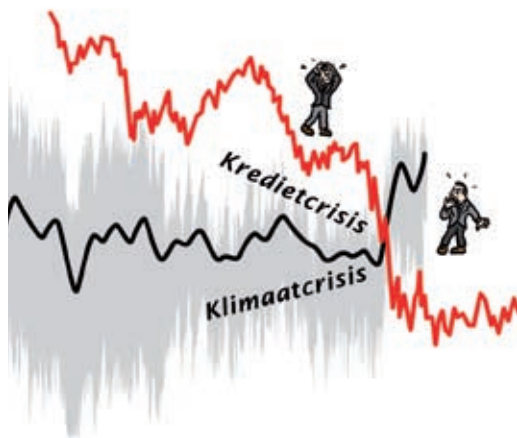
Daarbij is wel een duidelijk verschil te zien in grote en kleine bedrijven. Grote bedrijven reageren op innovatiegebied vaak behoudend omdat innoveren risico's met zich meebrengt. Kleine verbeteringen, vooral gericht op kostenreductie, wil men nog wel proberen, maar echt zoeken naar radicale vernieuwingen, in de vorm van nieuwe producten en diensten, wordt zeker in grote bedrijven op een laag pitje gezet. Voor kleinere bedrijven ligt het anders. Een crisis brengt alles in beweging en dit geeft uitgelezen kansen om door te breken. Innoveren is niet langer meer een kwestie van heel veel geld, maar vooral van inventiviteit, lef en daadkracht.

De overheid is op een heel andere manier met de economische crisis bezig dan bedrijven. Waar de private sector zoekt naar antwoorden op bovenstaande vragen om de crisis zo goed mogelijk of überhaupt te overleven, is de overheid bezig met het optimaliseren van de verdeling van de kommer en kwel. Het zou goed zijn als de overheid zich ook uitgedaagd voelt scherpe keuzes te maken en slim extra te investeren om lange termijn problemen het hoofd bieden. Het kabinet heeft al toegezegd te komen met extra investeringen voor nieuwbouw en infrastructuur. De economische crisis zou eveneens een goed moment zijn voor de overheid om dit soort investeringen eens goed onder de loep te nemen om te bezien waar in het ontwerp- en realisatieproces financiële en efficiencywinsten te behalen zijn. Het is van belang dat het bedrijfsleven samen met de kennisinstellingen op hun beurt de bal oppakt om meer win-win oplossingen te zoeken en slimme innovaties te vinden die geld besparen voor de maatschappij en geld opleveren voor het bedrijfsleven. De overheid zou dat dan op haar beurt als *launching customer* ook actief kunnen stimuleren.

De crisis maakt zaken bespreekbaar die in beton gegoten leken te zijn. De hypotheekrentefaf trek en de AOW-leeftijd zijn spraakmakende voorbeelden. De crisis zou kunnen helpen sectorale belangen uit de loopgraven te trekken. Veel belanghebbenden in beleidsprocessen hebben de neiging hun belang als een vanzelfsprekendheid neer te zetten en zich daarin in te graven. Ook de sectoraal georganiseerde wetgeving helpt daaraan mee. De vloer moet glad, want dan kan je hem beter schoonhouden. De vloer moet ruw, want anders glijd je erop uit. Dit leidt er toe dat de oplossingsruimte vaak beperkt is of er zelfs helemaal geen oplossing is. Met de crisis kunnen we ons 'geen oplossing' even niet permitteren. Kennis kan helpen partijen uit de loopgraven te trekken en een creatieve derde weg te vinden. Van belang is daarbij te onderkennen dat de rollen van onderzoekers en belanghebbenden gescheiden blijven, maar dat de activiteiten op een goede manier vervlochten worden.

Wat betekent de economische crisis terugkijkend op de artikelen?

Natuurlijk is het koffiedik kijken hoe lang de economische crisis zal aanhouden en wat de precieze gevolgen van de crisis voor de delta zullen zijn. Eén ding is zeker: de economische crisis is van tijdelijke aard en als je op echt lange tijdsschaal kijkt is het een rimpel in de geschiedenis. Toch zijn er ook voor de onderwerpen die in deze uitgave aan de orde zijn geweest wel een aantal effecten te verwachten van de economische crisis.



Veiligheid

Eén van de gevolgen van de economische crisis is dat de waarde in gebieden minder snel toeneemt doordat minder nieuwbouw en andere kapitaalinvesteringen plaatsvinden. Uitgaande van de definitie 'risico is kans maal gevolg' zal het schaderisico minder snel toenemen dan wanneer er geen crisis zou zijn. Dit klinkt misschien vreemd maar als de veiligheidsrisico's minder snel toenemen ten gevolge van de economische crisis zijn investeringen in extra preventieve maatregelen om de kans op schade te verkleinen op korte termijn minder hard nodig.

Investeringen in nieuwbouw en infrastructuur

Als gevolg van de economische crisis kan het zijn dat werken zoals nieuwbouw en infrastructuur voor opdrachtgevers goedkoper worden. Dit heeft te maken met marktwerking: investeringen in de bouw lopen terug waardoor bouwers het minder druk krijgen. Bij nieuwbouw zijn de onzekerheden in terugverdienmogelijkheden groot, omdat het onduidelijk is hoe de markt zich ontwikkelt. Bij infrastructuur zit de overheid aan het roer en kan de werken die toch al gepland staan nu versneld uitvoeren, zowel vanuit het oogpunt van kostenefficiency van de overheid als van continuïteit in de bedrijfsvoering van de private sector. Extra voordeel hierbij is dat het aantal files toch al gedaald is door de crisis. In de eerste maanden van 2009 was er ongeveer 5% minder filelengte dan in dezelfde periode een jaar geleden. Als gekeken wordt naar de filedruk is zelfs een grotere daling waar te nemen, met ruim 18%. Daardoor blijft de overlast door de werkzaamheden nog beperkt.



Kustsuppleties

Niet alleen voor nieuwbouw en infrastructuur geldt dat de werken versneld uitgevoerd zouden kunnen worden maar ook voor kustsuppleties. Die werken moeten toch gebeuren om onze kustlijn te handhaven. Dit zou vanuit dat oogpunt ook een goed moment zijn om het experiment van de Zandmotor te starten. Op dit moment nemen de grootschalige waterbouwwerkzaamheden zoals in Dubai sterk af. Het op korte termijn inzetten van de vrijkomende schepen voor kustsuppleties aan onze eigen kust is daarom voor overheid en private sector interessant. Met de extra investering die het kabinet nu beschikbaar heeft gesteld kan versneld worden gestart met het inhalen van achterstallig onderhoud aan de kust.

IJsselmeer

De ontwikkelingen in het IJsselmeer spelen op een dusdanige lange termijn dat het niet te verwachten is dat de economische crisis daarop veel invloed zal hebben. Het Markermeer-IJmeer daarentegen vraagt om snelle actie. Daar waar al heel snel met de uitvoering van plannen kan worden begonnen kan de uitvoering wel te lijden krijgen van de crisis, want er moeten nog investeerders worden gevonden voor de forse investeringen die ook de natuur ten goede komen. Die investeerders zouden hun terugverdienmogelijkheden halen in de buitendijkse gebiedsontwikkeling en woningbouw. Als de markt daarvoor onzeker is, kan de financiering van de plannen op de tocht komen te staan.

Nu investeren voor later

De uitdaging is om de investeringen die we nu extra doen niet alleen aan het hier en nu ten goede te laten komen maar ook om ons voor te bereiden om onze eigen delta ook op de lange termijn veilig en leefbaar te houden en wereldwijd onze concurrentiepositie te versterken. Het kabinet heeft in het aanvullende regeerakkoord ook gekozen om te investeren in het bevorderen van innovaties. In de artikelen zijn diverse innovaties al de revue gepasseerd die hieraan kunnen bijdragen:

- Experimenteeruimte voor de Zandmotor
- Innovaties in snelle, hindervrije aanleg van onderhoudsarme wegen en spoorwegen
- Innovaties in zoute landbouw
- Innovaties in energie uit water (IJsselmeer)

Om dat te doen moeten we vanuit de overheid, het bedrijfsleven en de kenniswereld de handen ineen slaan om samen de crisis te lijf te gaan en te overwinnen. Met de betrokkenheid van vele partijen bij het tot stand komen van dit boekje hopen we op dat pad een goede stap gezet te hebben.

Kortom

- *Drie kwart van de Nederlanders acht de klimaatcrisis even belangrijk als de economische crisis.*
- *Andere uitdagingen zijn de opkomst van China en India, het omgaan met schaarser wordende grondstoffen en overstappen op een duurzame economie.*
- *Recessies zijn een platform voor innovaties en economische groei doordat de creativiteit sterk gestimuleerd wordt.*
- *Publieke, private en kennispartijen moeten de handen ineen slaan om samen sterker uit de crisis te komen.*
- *De overheid wordt uitgedaagd scherpe keuzes maken om slim extra te investeren om lange termijn problemen het hoofd bieden (infrastructuur, achterstallig onderhoud aan de kust, innovaties).*
- *Het bedrijfsleven en de kennisinstellingen worden uitgedaagd slimme innovaties te vinden die geld besparen voor de maatschappij en geld opleveren voor het bedrijfsleven.*

Colofon

Onze Delta, onze toekomst Staat en Toekomst van de Delta 2009

Deltares, juni 2009

ISBN 978-90-814067-3-4

Aan de samenstelling van deze uitgave is veel zorg besteed. Overnemen van de tekst of delen daarvan is welkom, mits met bronvermelding. Hergebruik van de informatie is uiteraard de verantwoordelijkheid van de gebruiker.

Adres voor reacties

Staat en Toekomst van de Delta
Deltares
Postbus 177
2600 MH Delft

www.staatvandedelta.nl
staatvandedelta@deltares.nl

Redactie

Jurjen van Deen (Deltares)
Sonja Karstens (Deltares)
Moniek Löffler (Bureau Landwijzer)
Marcel Taal (Deltares)
Henk Wolters (Deltares)

Beeldmateriaal

Thomas van der Linden
Rens van den Bergh
Otto Levelt

Grafische verzorging

TOPIQ, Amsterdam

Druk

JB&A van Driel, Rotterdam

De artikelen zijn tot stand gekomen met medewerking van

1 Hoe veilig willen we zijn?

Karin de Bruijn (Deltares)
Bas Jonkman (Royal Haskoning)
Jarl Kind (Deltares)
Frans Klijn (Deltares)
Matthijs Kok (HKV Lijn in Water)
Anne-Margreet de Leeuw (Deltares)
Ben van den Reek (Provincie Noord-Brabant)
Harry Schelfhout (Deltares)

3 Van zoet naar zout

Herman Haas (Rijkswaterstaat Waterdienst)
Erik de Goede (Deltares)
Simon Groot (Deltares)
Carla Michielsens (ZLTO)
Gualbert Oude Essink (Deltares)
Lodewijk Stuijt (Alterra)
Ies de Vries (Deltares)
Jeroen Wijsman (Imares)

5 Intensieve infrastructuur

Jan-Anne Annema (KIM/ TU Delft)
Klaas-Jan Bakker (COB)
Willem Bruggeman (Deltares)
Jeroen Haver (DG MO V&W)
Ben Immers (TNO)
Cissy Lehnen (Deltares)
Thomas van der Linden (Deltares)
Joris van Ruijven (Deltares)

2 Zand erover!

Stefan Aarninkhof (Boskalis)
Martin Baptist (Imares)
Jarl Kind (Deltares)
Quirijn Lodder (Rijkswaterstaat Waterdienst)
Gertjan Nederbragt (Provincie Noord-Holland)
Rob Steijn (Alkyon)
Joost Stronkhorst (Deltares)
Dirk-Jan Walstra (Deltares)

4 Peilen op het blauwe hart

Eelco van Beek (Deltares)
Arnold Hebbink (Rijkswaterstaat Waterdienst)
Frans Klijn (Deltares)
Antoon Kuijpers (Wetterskip Fryslân)
Jaap Kwadijk (Deltares)
Laura van Loon (Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied)
Jacco Maissan (Ministerie LNV)
Gerda Lenselink (Deltares)
Titian Oterdoom (Provincie Fryslân)
Ronald Roosjen (Deltares)
Hein Sas (IMSA)
Charles van Schaik (Innovatienetwerk Agro en Groen)

Bart Witmond

(ECORYS)

6 Bezint eer gij bebouwt

Dan Bekker (Gemeente Utrecht)
Maaike Bos (Deltares)
Erik Mischgofsky (Deltares)
Nico Pieterse (Planbureau voor de Leefomgeving)
Frans van de Ven (Deltares)
Chris Zevenbergen (Dura Vermeer)

Verder hebben bijgedragen

Harry Baayen, Willem Bruggeman,
Lucas Janssen, Jarl Kind,
Annebeth Lasseur, Hans Roode,
Margriet Roukema, Hans Vissers,
Manfred Wienhoven (allen Deltares)