

# DELTASCENARIO'S: REKENEN OP ONZEKERHEID

Willem Bruggeman en Aline te Linde \*

■ Het Deltaprogramma wil ervoor zorgen dat waterveiligheid en zoetwatervoorziening in de 21<sup>ste</sup> eeuw op orde zijn. Klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen worden over zo'n lange termijn gezien als zeer relevante maar tegelijk uiterst onzekere ontwikkelingen. Het Deltaprogramma gebruikt de vier Deltascenario's, ontwikkeld door CPB, KNMI, PBL, LEI en Deltares, om deze grote onzekerheden hanteerbaar te maken (zie de bijdrage van Deltacommissaris Wim Kuijken in dit nummer).

■ Scenario's kunnen houvast geven wanneer ze een bandbreedte beschrijven die voor de gebruikers, betrokkenen bij de besluitvorming, plausibel is. Maar de overvloed aan cijfers en ruimtelijke informatie die nodig is voor de berekening van effecten van maatregelen in het waterbeheer roept juist detail-discussies op. Hoe kunnen we voor strategievorming de grote lijnen in het oog houden en de onzekerheden serieus nemen?

## Kun je de toekomst voorspellen?

In het Nederlandse Deltaprogramma kijken we vijftig tot honderd jaar vooruit, en dat wordt zelden vertoond in beleidsprogramma's. Kunnen we wel iets zinnigs zeggen over die lange termijn? Neem klimaatverandering: hoe snel warmt de aarde op? Wat zijn de gevolgen, en zijn we het daarover eens? En wat te denken van sociaaleconomische en maatschappelijke ontwikkelingen. Hoe rijk zijn we over 50 en 100 jaar? Waar wonen en werken we?

Klimaatverandering is een relevante factor voor waterveiligheid: de kans op overstromingen neemt toe als de zeespiegel stijgt en extreme rivierafvoeren vaker gaan voorkomen. Ook voor de beschikbaarheid van zoetwater is klimaatverandering belangrijk: het vaker voorkomen van lange perioden met extreem weinig neerslag en lage rivierafvoeren brengt de toevoer van zoetwater in de knel, juist in tijden dat luchttemperatuur en verdamping hoog zijn. Landgebruik, infrastructuur en bevolkingsdichtheid bepalen in hoeverre wij kwetsbaar zijn voor overstromingen en watertekorten. Bovendien bepaalt ons welvaartsniveau in hoeverre wij bereid zijn om te investeren in waterbeheersmaatregelen. De onzekerheden zijn groot. Verschillende aannamen over de toekomstige mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot, afhankelijk van het verbruik van fossiele brandstoffen, verwerkt in globale klimaatmodellen, leveren een bandbreedte van enkele graden in een eeuw tijd. En het is niet simpel te berekenen wat de effecten zijn op het weer over 50 of 100 jaar in Nederland, op de extra stijging van de zeespiegel voor de kust, en

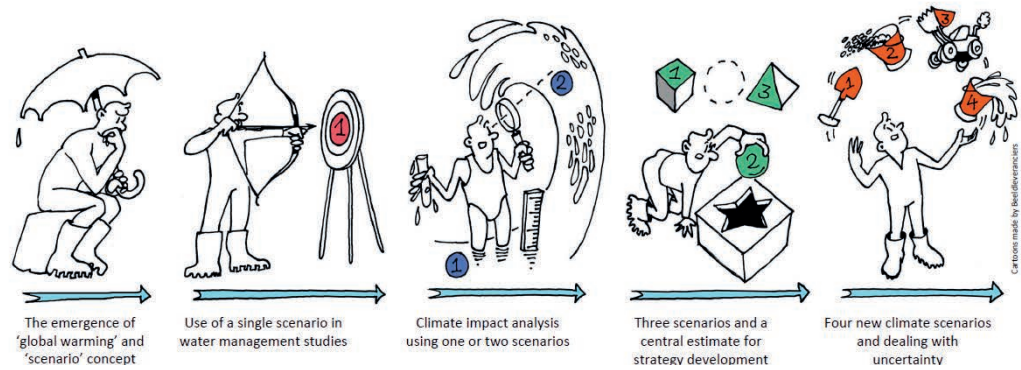
*'Scenario's beschrijven mogelijke toekomst, gebaseerd op extreme uitkomsten van onzekere factoren'*

*De specialisten (...) schetsen hun scenario's veelal in een verhalende vorm, waarin trends en onzekere factoren verwerkt zijn. Ze kunnen dienen als inspiratie voor vernieuwing en opportuniteiten, maar ook als middel om de houdbaarheid of robuustheid van de bestaande (...) strategie aan te toetsen. Scenario's moeten (...) uitdagen en het denken in wellicht ondenkbare extremen stimuleren, en zo impliciete en expliciete toekomstverwachtingen ter discussie durven stellen.*

*De wereld is niet maakbaar, maar je kunt wel rekening houden met onzekerheden en trends die je te wachten staan'*  
Citaat uit Boardroom IT, een commerciële bijlage van ICT MEDIA, verspreid door het Financieel Dagblad, 8 november 2012

\* **Willem Bruggeman** (Deltares, willem.bruggeman@deltares.nl) is inhoudelijk coördinator voor de ontwikkeling van de Deltascenario's. **Aline te Linde** (Twynstra Gudde, voorheen Deltares, aln@tg.nl) was verantwoordelijk voor de hydrologische aspecten.

**Afbeelding 1.**  
**Het gebruik van scenario's in waterbeleidstudies in Nederland door de tijd heen<sup>1</sup>**



op de kans op extreem hoge of lage neerslag in het internationale stroomgebied van de grote rivieren. Ook sociaaleconomische ontwikkelingen zijn onzeker; dat de huidige economische crisis door bijna niemand voorspeld was laat dat goed zien. Of denk eens aan hoe ons land er rond 1900 uitzag, met 5 miljoen inwoners, waarvan de helft op het platteland woonde. Nauwelijks auto's, paarden in vuile straten, en gaslantaarns in de stad die 's avonds met de hand werden aangestoken. Had men zich destijds het dichtbevolkte, 'high-tech' Nederland van nu kunnen voorstellen?

**Klimaat: het zekere voor het onzekere nemen?**

Tot voor kort was het gebruikelijk om het waterbeleid en concrete waterbeheersmaatregelen af te stemmen op de ergst denkbare situatie, of op de meest waarschijnlijke toekomst. Het Deltaprogramma gebruikt alternatieve scenario's om kansrijke strategieën te toetsen op hun effectiviteit in de toekomst, en om flexibele adaptatiepaden te ontwikkelen. Dat kunnen we zien als een omslag in het waterbeheer (Afbeelding 1). Maar dat gaat niet vanzelf.

In het Nationaal Waterplan 2009 - 2015 zien we die overgang. Daarin wordt verwezen naar diverse klimaatscenario's, waarbij het erop lijkt dat er per thema één bepaald scenario gekozen moet worden als maatgevend voor het beleid. *“Bij de keuze van het scenario speelt het maatschappelijk risico een belangrijke rol. Dat is voor veiligheid groot, voor wateroverlast veel kleiner bijvoorbeeld. Bij een lage flexibiliteit en een hoog maatschappelijk risico verdient het de voorkeur om rekening te houden met de bovengrens van de klimaatverwachtingen. Dan geldt vaak: liever voor langere tijd in één keer goed dan herhaaldelijk ingrijpen.”*

Enerzijds wordt voor veiligheid verwezen naar het advies van de Deltacommissie (2008) die een 'plausibele bovengrens' hanteert, maar anderzijds wordt gesteld: *“Bij grootschalige 'in één keer goed' maatregelen voor de lange termijn is er een risico dat we meer geld uitgeven dan strikt noodzakelijk als de klimaatverandering minder sterk doorzet dan we nu denken en wordt aanbevolen om een gevoeligheidsanalyse uit voeren voor alle vier de KNMI'06- scenario's.”*

Voor de overige beleidsthema's, waaronder zoetwater, wordt 'als basis uitgegaan van de meer gematigde

*klimaatscenario's*. Zo ook in de actualisatie van het Nationaal Bestuursakkoord Water in 2008. De tendens lijkt te zijn: We moeten steeds één klimaatscenario kiezen uit de beschikbare scenario's om het beleid en de daarop volgende maatregelen te baseren. En als het beleid voor langere tijd gevolgen heeft, kunnen we beter het zekere voor het onzekere nemen, met een risico op overinvestering. Het Deltaprogramma breekt noodgedwongen met deze traditie. De onzekerheden over zo lange termijn worden domweg te groot. De oplossing wordt gezocht in 'adaptief deltamangement': nuchter, flexibel, realistisch: zie kader 'Besluitvorming in onzekere tijden'

**Sociaaleconomische ontwikkelingen hebben grote invloed**

In het rapport 'Risico's in bedijkte termen'<sup>2</sup> werd duidelijk gemaakt dat Nederland misschien wel heel veilig is voor overstroming, in de zin dat de kans daarop klein is, maar dat groei van bevolking en economie sinds de jaren '50 (1<sup>ste</sup> Deltacommissie) de mogelijke gevolgen van een overstroming veel ernstiger hebben gemaakt. Het overstromingsrisico, uitgedrukt als kans maal gevolg, is daardoor toegenomen. Een aanpassing van de veiligheidsnormering kwam daarmee in beeld. De 2<sup>e</sup> Deltacommissie is in 2008 daarop ingegaan. Daarmee wordt niet alleen klimaatverandering, maar zeker ook sociaaleconomische ontwikkeling heel relevant voor waterveiligheid. Ook voor zoetwater geldt dit: hoeveel zoetwater heeft bijvoorbeeld de landbouw in de toekomst nodig? Welke economische schade wordt er geleden als er langdurige droogte heerst en verzilting toeneemt?

Op verwante beleidsterreinen binnen hetzelfde ministerie van Infrastructuur en Milieu wordt al rekening houden met uiteenlopende economische ontwikkelingen. In het MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) is het al gebruikelijk om de twee meest van elkaar verschillende sociaaleconomische scenario's tot uitgangspunt te nemen om de effectiviteit van verschillende planvarianten te bepalen (leidraad OEI).

Maar in het waterbeheer in Nederland lijkt er nog enige terughoudendheid te zijn om met de onzekerheid in sociaaleconomische ontwikkelingen en de uitwerking daarvan op ruimtegebruik en water

rekening te houden. In het overleg met gebruikers van de Deltascenario's bleek dat daarvoor uiteenlopende argumenten worden gehanteerd. Zoals:

- 'Het ruimtegebruik verandert niet zo snel: wat er eenmaal staat blijft ook heel lang staan.'
- 'De economische ontwikkeling op lange termijn is zo onzeker, daar kunnen we geen enkele zinnige uitspraak over doen.'
- 'Ruimtelijke ordening is onderwerp van beleid; daar kunnen we toch in sturen!'

Het lijkt erop dat het expliciteren van de onzekerheid niet erg welkom is ....

### Adaptief Deltamanagement

Menig onderzoek naar de robuustheid van water-beheersmaatregelen op de lange termijn houdt wél rekening met de effecten van zowel klimaatverandering als sociaaleconomische ontwikkelingen. Een betrekkelijk nieuwe lijn (sinds 2008) is de knikpunten-benadering<sup>3</sup>. De centrale vraag daarin is: Hoe lang zal het in gang gezette beleid nog houdbaar zijn? Wanneer, of liever gezegd: onder welke omstandigheden, bij welke ontwikkelingen, is het niet meer effectief of te kostbaar? Een bekend voorbeeld is adaptief beheer van de Thames Estuary<sup>4</sup>. Adaptief Deltamanagement<sup>5</sup> is een werkwijze die daarop aansluit: zorg ervoor dat je tijdig kunt overstappen op een andere strategie (beleid, maatregelen), als duidelijk wordt dat de ingezette strategie eindig is. Zo bouw je flexibiliteit in. Het is dan niet meer nodig om het beleid voor lange termijn vast te zetten op één gekozen 'worst case' scenario, noch om te bepalen wat voor de lange termijn de meest kosteneffectieve strategie is op basis van een 'meest waarschijnlijk' scenario. En zo komt er eindelijk ruimte om de overduidelijk aanwezige onzekerheden in de meest relevante ontwikkelingen serieus te nemen.

### Interactie tussen gebruikers en ontwikkelaars

Scenario's moeten op maat gesneden zijn voor de gebruiker. Maar in het Deltaprogramma is ook

samenhang een groot goed. Alle deelprogramma's baseren daarom hun werk op dezelfde mogelijke toekomstbeelden voor klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen: de Deltascenario's<sup>6</sup>. De Deltascenario's zijn in 2010 gebruikt voor de probleem-analyse, in 2011 voor het ontwikkelen van strategieën, en momenteel worden ze gebruikt om de robuustheid van de verschillende strategieën te testen om zo te komen tot kansrijke strategieën en uiteindelijk een voorkeursstrategie. Bovendien kunnen de scenario's gebruikt worden om de strategieën te plaatsen in een adaptief deltamangement plan, als onderbouwing van de Deltabeslissingen in 2015.

Over Adaptief Deltamanagement:  
*Besluitvorming in onzekere tijden*  
*Het Deltaprogramma kent een nuchtere werkwijze.*  
*Nuchter betekent: ingrepen niet dimensioneren op het*  
*ergst denkbare scenario en niet uitgaan van een vast*  
*eindbeeld voor 2100.*

*De onzekerheden over toekomstige ontwikkelingen en de wens om financieel verantwoord te investeren leiden tot een flexibele en realistische benadering: 'adaptief deltamangement'. De onzekerheden zijn immers groot: zowel de sociaaleconomische ontwikkelingen als het tempo van de klimaatverandering zijn lastig voorspelbaar. Met zekerheid uitspraken doen over de verre toekomst kan niet.*

Kuijken, W., Het Deltaprogramma: werken aan de toekomst van de delta. In dit nummer van Water Governance

De Deltascenario's zijn ontwikkeld voor de 'zichtjaren' 2050 en 2100 en hebben daarnaast vier voorwaarden meegekregen. Ten eerste moeten ze plausibel zijn. Ten tweede moet het aantal scenario's hanteerbaar en werkbaar zijn. Ten derde moeten ze zowel kwantitatief beschikbaar zijn als kwalitatief beschreven worden. En tot slot zijn de scenario's beleidsarm opgesteld; ze geven de externe context weer.

Vooral de plausibiliteit en het aantal scenario's gaf tijdens de ontwikkeling van de Deltascenario's veel discussie tussen de gebruikers van de scenario's (afgevaardigden van alle deelprogramma's) en de ontwikkelaars (onderzoekers en adviseurs van

**Afbeelding 2:**  
**De vier**  
**Deltascenario's**  
**in de eerste**  
**versie van 2011**

Alle deelprogramma's baseren hun werk op dezelfde mogelijke toekomstbeelden voor klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen: de vier deltasenario's (Druk, Stoom, Rust en Warm). De eerste versie van deze scenario's ontstond in 2011 door klimaatscenario's van het KNMI te combineren met de sociaaleconomische scenario's van de samenwerkende planbureaus. De vier toekomstbeelden variëren in enerzijds matige dan wel sterke klimaatverandering en anderzijds sociaaleconomische groei of krimp.



kennisinstellingen Deltares, KNMI, PBL, WUR-LEI en CPB). Tijdens verschillende workshops is gebouwd aan consensus. Hieronder volgt een illustratie van de discussiepunten.

*“VIND JIJ DIT PLAUSIBEL? IK NIET.”*

Op basis van de best beschikbare kennis kun je met veel rekenen aan klimaat, hydrologie, economie, demografie en landgebruik, een ‘plausibele’ bandbreedte van toekomstbeelden laten zien. Dat wil zeggen, een marge die door velen geloofwaardig wordt geacht. Totdat er nieuwe inzichten zijn ...

Zo werd economische ‘krimp’ tot enkele jaren geleden niet waarschijnlijk geacht voor een langere periode dan enkele jaren. En olieprijsen zouden in de oorspronkelijke WLO-scenario's niet structureel boven de 40 dollar per vat kunnen uitkomen. Voorspellen is moeilijk, maar ook scenario's plegen meer te zeggen over de periode waarin ze gemaakt zijn, dan over de verre toekomst.

*VIER KEER VIER IS VIER*

Of toch zestien? Op grond van een (kwalitatieve) gevoeligheidsanalyse weergegeven in een impact-onzekerheidsdiagram, zijn de twee meest relevante onzekerheden voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening in Nederland gedefinieerd: klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling. Deze twee variabelen bepalen de assen van het assenkruis, waaruit in theorie vier scenario's volgen. De Deltascenario's zijn echter gebaseerd op vier KNMI'06 klimaatscenario's<sup>7</sup> en

vier sociaaleconomische WLO scenario's<sup>8</sup>, wat een combinatie van 16 scenario's levert. Vanuit het perspectief van de ontwikkelaars zijn al die scenario's plausibel en relevant: voor alle KNMI en WLO scenario's bestaat een goede onderbouwing. Maar voor de gebruikers is 16 scenario's veel te veel, niet te bevatten en daardoor niet werkbaar. Gekozen is om de hoogste en laagste klimaat- en sociaaleconomische scenario's te combineren tot vier scenario's, elk gekarakteriseerd door een eenlettergrepige titel. Zie afbeelding 2.

*KWANTITATIEF EN KWALITATIEF*

Er zijn verhaallijnen nodig om de scenario's als mogelijke toekomstbeelden aannemelijk te maken. Deze moeten plausibel, consistent, relevant en onderscheidend zijn; inspirerend ook, en vertaalbaar in ruimtelijke beelden. Kaarten, tekeningen en foto's helpen daarbij. Maar er wordt meer verlangd. Vanuit de Deltascenario's moeten ook databestanden gegenereerd worden die dienen als invoer voor het landsdekkende Deltamodel en het daarmee samenhangende Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI). Daarmee wordt de landelijke waterhuishouding in de toekomst beschreven. Belangrijke invoergegevens zijn bijvoorbeeld de kansverdeling voor extreme rivierafvoeren in de toekomst, de stijging van de zeespiegel en de daling van de bodem in de komende eeuw, en het grondgebruik, verdeeld over meer dan vijftien klassen met een ruimtelijke detaillering van 250 bij 250 m. En dat alles voor twee zichtjaren (2050 en 2100) bij vier scenario's... Ook de demografische cijfers en de ontwikkeling van

economische sectoren dienen zodanig gekwantificeerd te worden dat de effecten, kosten en baten van verschillende maatregelen en strategieën kunnen worden uitgerekend. Per scenario verschillend, maar wel graag eenduidig en reproduceerbaar!

Deze wens tot gedetailleerde kwantificering kan gemakkelijk gezien worden als een absurde poging om grip te krijgen op onvermijdelijke onzekerheid. Maar dat is niet terecht. De voornaamste reden is eerder de behoefte van het Deltaprogramma om uniforme uitgangspunten te hanteren en *wishful thinking* te voorkomen. Elk deelprogramma dient nu zijn kansrijk geachte strategieën te toetsen aan dezelfde scenario's. Des te belangrijker is het dat die scenario's tezamen het hele scala van mogelijk geachte toekomstbeelden beschrijven.

#### BELEIDSARM

De Deltascenario's beschrijven de externe context, bijvoorbeeld veranderend afvoergedrag van de grote rivieren of veranderingen in ruimtelijke druk. Ze bevatten echter geen nieuwe waterbeheersmaatregelen op nationale schaal. De scenario's gaan wel uit van de nu bestaande maatregelen, zoals de huidige dijkhoogten en regionaal waterbeheer in polders, waardoor de term beleidsarm misleidend kan zijn. Bodemdaling bijvoorbeeld, beschouwd als een autonome ontwikkeling, in veengebieden wel een meter per eeuw, wordt sterk bevorderd door de gewoonte het waterpeil regelmatig te verlagen om de bovenlaag droog te houden, vooral voor de landbouw. De landbouw zal in de toekomst op sommige plaatsen sterk afhankelijk zijn van de toevoer van zoetwater. Waar houdt autonome ontwikkeling op en begint het beleid? Strategieën en scenario's zijn niet helemaal onafhankelijk van elkaar. Wellicht zijn sommige strategieën niet goed te verenigen met bepaalde maatschappelijke scenario's.

Een ander discussiepunt met gebruikers betreft mogelijke extreme rivierafvoeren op de grote rivieren, die in alle Deltascenario's bij gelijkblijvende herhalings-tijden in meerdere of mindere mate toenemen. In het rivierengebied is het moeilijk te verkopen om nu weer rekening te gaan houden met nog hogere Rijnafoeren bij Lobith dan 16.000 of 18.000 m<sup>3</sup>/s die horen bij een kans van 1/1250 per jaar (de huidige veiligheidsnorm van de dijkringen langs de rivieren in Oost-Nederland).

Een absolute bovengrens is wel zo praktisch, en scenario's lijken direct het bestaande waterveiligheidsbeleid ter discussie te stellen.

#### Regionale uitwerking en integratie in 2012

De eerste versie van de Deltascenario's, die eind 2010 gereed kwam, kenmerkte zich door een onderling strikt onafhankelijke invulling van klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling annex ruimtegebruik. In wezen werden de twee meest uiteenlopende klimaat-scenario's (W+ en G) gecombineerd met de twee meest uiteenlopende sociaaleconomische scenario's (Global Economy en Regional Communities). Daardoor werden de vier gewenste combinaties verkregen: Stoom, Druk, Warm en Rust. In deze eerste benadering werd voorbijgegaan aan het besef dat er een oorzakelijke verband zou zijn tussen bevolkingsgroei, economische ontwikkeling en klimaatverandering, en dat dit zijn weerslag zou kunnen hebben op sectoren als landbouw, energievoorziening en scheepvaart in Nederland, en daarmee ook op het ruimtegebruik.

In de tweede versie van de Deltascenario's, die eind 2012 gereed zal zijn, wordt veel meer recht gedaan aan de onderlinge afhankelijkheid van die twee grote drijvende krachten. Zo ontstaan vier geïntegreerde verhaallijnen die resulteren in sterk verschillend ruimtegebruik. Schaarste aan grondstoffen en energie, met de bijbehorende technologische ontwikkeling, is voor die verschillen tussen scenario's de belangrijkste onderscheidende factor. Deze tweede versie van de Deltascenario's is geïnspireerd door verschillende regionale uitwerkingen van de eerste versie, o.a. door DP Rijnmond-Drechtsteden, DP Zuidwestelijke Delta, DP Kust en DP Rivieren, en de discussies met de gebruikersgroep van de scenario's over plausibiliteit, bandbreedte en consistentie. Uit die discussies werd duidelijk dat er behoefte was aan een verdergaande regionale differentiatie voor bijvoorbeeld landbouw en verstedelijking en een specificatie van sectorale ontwikkelingen als scheepvaart en energievoorziening.

#### Kleine kansen, grote gevolgen ...

De Deltascenario's laten zien waar autonome ontwikkelingen op lange termijn toe kunnen leiden.

Ze houden rekening met mogelijke geleidelijke ombuigingen en versterkingen van huidige trends, fysisch en sociaaleconomisch, en rekenen die consequent en in samenhang door. Het eindresultaat is een set van alternatieve scenario's die een bescheiden en daardoor plausibele bandbreedte beschrijft. Echte trendbreuken en doorkruisende gebeurtenissen hebben hierin geen plaats. Zo wordt er geen rekening gehouden met langdurige economische krimp, wel met een zeer bescheiden groei. Een zeespiegelstijging van meer dan een meter in een eeuw tijd, door de Deltacommissie beschouwd als een 'plausibele bovengrens' wordt niet in beschouwing genomen. Oorlogen en natuurrampen komen er niet in voor. Dat betekent niet dat dergelijke verschijnselen zich niet zouden kunnen voordoen in een eeuw tijd. Kijk maar naar het recente verleden. Het zou dus op zijn minst 'onhandig' zijn om te doen alsof alles wat buiten de randen van de Deltascenario's ligt niet aan de orde is, want onmogelijk. De effecten van dergelijke onverwachte gebeurtenissen kunnen juist heel groot zijn, ook al is de kans erop klein. Wat zouden de gevolgen zijn als er toch een equivalent van 20.000 kubieke meter water per seconde door het Rijn dal stroomt? De kans daarop is heel klein, naar schatting minder dan 1/4.000 per jaar bij snel doorzettende klimaatverandering, maar de gevolgen van overstromingen in Duitsland zijn groot, uiteindelijk ook voor het Nederlandse deel van het stroomgebied. Het is dan niet meer voldoende om alleen te kijken naar de hoeveelheid water die zich tussen de dijken bij de Nederlandse grens voortbeweegt. Ook de zoetwatervoorziening van Nederland is in droge tijden geheel afhankelijk van voorraadvorming en retentie bovenstrooms, in het buitenland. Als de Deltascenario's iets laten zien, is het dat Nederland te klein is voor een Deltaprogramma.

Klimaatverandering is een langzaam voortschrijdend proces. In de praktijk zien we ook nu al 'extreme' gebeurtenissen als langdurige droogte, hevige neerslag of stormen met bijna-overstromingen optreden. De scenario's geven aan dat de kans daarop groeit en dat de gevolgen ernstiger kunnen zijn. Het zijn deze extreme gebeurtenissen waar de maatschappij op reageert en waar de *governance* op gericht zou moeten zijn. De scenario's zijn dan niet alleen invoer voor deterministische modeexercities en kosten-batenanalyses, maar vooral uitdagende en inspirerende toekomstbeelden. ■

---

## ABSTRACT

The Delta Programme aims to ensure water safety and fresh water supply in 2050 and 2100 in the Netherlands. The future, however, is very uncertain in such a long time span. To acknowledge this uncertainty and explore future changes, four Delta scenarios were developed. The projected changes are a combination of climate change, resulting in sea-level rise and increased flood and drought probabilities, and socio-economic developments, resulting in land-use change and increased vulnerability to hazards. For each scenario, a qualitative and inspirational story line is accompanied by quantified information that can be used as modeling input. Some issues on how to use the scenarios are discussed here, such as: 'Do we consider the highest or lowest scenario, when designing structures?', and 'What about low-probability extreme events that lie outside the plausible band width of the scenarios?'

---

- 1 Haasnoot, M. and Middelkoop, H.: A history of futures: A review of scenario use in water policy studies in the Netherlands. *Environmental Science & Policy* 19-20 (2012) 108 – 120 (graphical abstract).
- 2 Ten Brinke, W.B.M. en Bannink, B.A., 2004. Risico's in bedijkte termen, een thematische evaluatie van het Nederlandse veiligheidsbeleid tegen overstromen, Milieu en Natuurplanbureau – RIVM, Bilthoven.
- 3 Kwadijk, J.C.J., Haasnoot, M., Mulder, J.P.M., Hoogvliet, M.M.C., Jeuken, A.B.M., van der Krogt, R.A.A., van Oostrom, N.G.C., Schelfhout, H. A., van Velzen, E. H., van Waveren, H. and de Wit, M.J.M, 2010: Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise, a case study for in the Netherlands, *Wiley Interdisciplinary Reviews*, doi: 10.1002/wcc.64.
- 4 Reeder, Tim and Nicola Ranger. "How do you adapt in an uncertain world? Lessons from the Thames Estuary 2100 project." *World Resources Report*, Washington DC. Available online at <http://www.worldresourcesreport.org>.
- 5 Van der Brugge, R., Roosjen, R., Morselt, T. en Jeuken, A., 2012. Case Study Adaptief Deltamanagement. *Water Governance* 2/2012, p 35-40.
- 6 Bruggeman, W., Haasnoot, M., Hommes, S., Te Linde, A., Van de Brugge R., Rijken, B., Dammers, E., en Van den Born, G., 2011. Deltascenario's. Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012, Deltares en PBL, Utrecht.
- 7 KNMI, 2006. Klimaat in de 21e eeuw. Vier scenario's voor Nederland, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt
- 8 Janssen, L.H.J.M., Okker, V.R. and Schuur, J., 2006. Welvaart en Leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040, Centraal Planbureau, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.