

Klimaatbestendigheid van Nederland als waterland

Bij studies naar effecten van klimaatveranderingen worden meestal de klimaat-scenario's als uitgangspunt genomen. In de onderliggende studie van Deltares en Rijkswaterstaat Waterdienst beginnen we aan de andere kant van de effectketen en kijken vervolgens of en tot wanneer het huidige beleid effectief blijft. Hieruit blijkt onder andere dat klimaatverandering en zeespiegelstijging eerder bedreigend zijn voor de zoetwatervoorziening in West-Nederland dan voor de veiligheid tegen overstromingen. Natuurbeleid dat gericht is op behoud van soorten is niet te handhaven bij een veranderend klimaat. Deze resultaten zijn gebruikt door de Deltacommissie.

Aanpassing (adaptatie) van het Nederlandse watersysteem aan een veranderend klimaat staat in het middelpunt van de belangstelling. Zelfs onder de meest verregaande beperking van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen zal het klimaat in de komende eeuw veranderen en de zeespiegel blijven stijgen. De grootste directe effecten voor Nederland zullen gevolgen hebben voor het watersysteem. Dit besef heeft de aandacht gelegd op het ontwerpen van maatregelen in het watersysteem om de veranderingen het hoofd te bieden.

We moeten ons watersysteem aanpassen. De vraag is hoe en wanneer? De aanpak tot nog toe voor het ontwerpen van aanpassingen was om één of meerdere mogelijke klimaatscenario's te ontwikkelen en op grond daarvan de effecten te berekenen. Uitgaande van onder andere hydrologische randvoorwaarden werden ontwerpen gemaakt ten behoeve van strategieën voor het waterbeheer.

De omvang, snelheid en zelfs de richting van de klimaatverandering zijn omgeven met onzekerheden. De klassieke aanpak heeft dan ook als nadeel dat, zodra nieuwe inzichten ontstaan omtrent het veranderende klimaat, de randvoorwaarden

veranderen en daarmee de uitgangspunten van de eerder ontworpen strategie. Voorbeelden van zulk gewijzigd inzicht zijn de verschillen tussen de eerste generatie gebruikte klimaatscenario's in Nederland, de WB21-scenario's Laag, Midden en Hoog en de in 2006 gepubliceerde KNMI-scenario's G, G+, W en W+. Was de eerste generatie nog te kenschetsen als nat, natter, natst; de huidige generatie laat een meer divers beeld van de onzekerheid in de toekomstige ontwikkelingen zien. De scenario's omvatten combinaties van zeer uiteenlopende nattere en drogere condities. Zo leidt het KNMI'06-W-scenario tot nattere omstandigheden in de winter en veel drogere in de zomer. Ondanks een verdroging in de zomer nemen de zeldzame extreme buien in de zomer echter volgens het KNMI'06-W-scenario in omvang toe. In 2012 komt het KNMI met nieuwe scenario's, die waarschijnlijk opnieuw een bijstelling zijn van de eerdere scenario's. Robuust ontwerpen is met de klassieke aanpak bij dergelijke onzekerheden erg lastig.

Aanpak via de knikpuntenanalyse

In het project 'Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland' is een alternatieve aanpak gevolgd. Hier is begonnen met te onderzoeken hoeveel het klimaat kan veranderen voordat het huidige waterbeheer en -beleid niet meer toereikend zou zijn. Het is te beschouwen als een gevoeligheids-analyse van het watersysteem. Zo stellen we ons bijvoorbeeld de vraag hoeveel de zeespiegel zou kunnen stijgen voordat de Maeslantkering niet meer zou voldoen. Deze zeespiegelstijging vatten we op als een zogenaamd knikpunt voor het beleid. Een knikpunt is alleen afhankelijk van de omvang van de verandering en niet van de tijd. Hiermee zijn de uitkomsten onafhankelijk van de op dat moment gangbare klimaatscenario's.

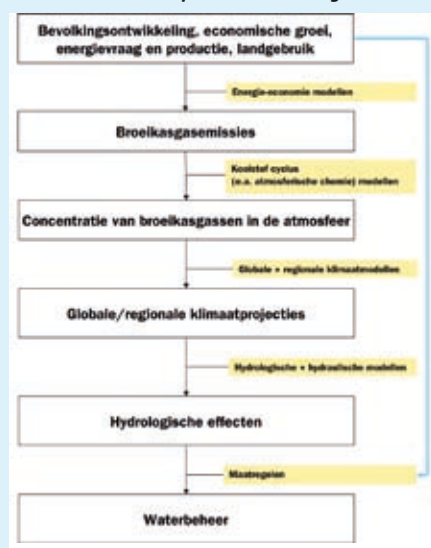
Het tijdsaspect wordt geïntroduceerd door bestaande scenario's te nemen om vast te stellen wanneer een dergelijke zeespiegelstijging op zijn vroegst of op z'n laatst te verwachten is. Hierbij vormen zowel de KNMI-scenario's als de scenario's waarvan de Deltacommissie en het voormalige Milieu- en NatuurPlanbureau in het rapport 'Nederland-Later' gebruik maakten, het uitgangspunt.

Deze aanpak levert inzicht in welke onderdelen van het waterbeheer het eerst getroffen worden door klimaatverandering en bovendien in welk deel van Nederland dit een rol speelt. Dit geeft een beeld van welke effecten van klimaatverandering het meest urgent zijn om maatregelen te treffen en welke minder. Toegepast op ruimtelijke orderingsvraagstukken gaat de methode in eerste instantie niet uit van klimaat-scenario's, maar begint met de vaststelling onder welke fysieke randvoorwaarden de voorgenomen inrichting van een gebied handhaafbaar is, met ander woorden hoeveel moet het klimaat veranderen voordat we een probleem hebben. Vervolgens worden de klimaatscenario's genomen om te onderzoeken wanneer de randvoorwaarden zodanig zijn veranderd dat aanpassing noodzakelijk is.

In feite vertalen we de bandbreedte in de omvang van klimaatverandering naar de bandbreedte tussen het moment waarop op zijn vroegst of op zijn laatst begonnen moet worden met de voorbereiding en implementatie van een alternatieve strategie.

De knikpunten zijn gevonden door voor het hoofdwatersysteem de gevoeligheid van veiligheid, watervoorziening en de natte

Afb. 1: Schema met top-down benadering.



'Een knikpunt is een moment waarop het huidige beleid heroverwogen zal worden'. Knikpunten kunnen maatschappelijke oorzaken hebben of het gevolg zijn van natuurlijke ontwikkelingen. Zo kan het handhaven van de beheersstrategie tegen fysieke, ruimtelijke en technische limieten oplopen óf onbetaalbaar geacht worden óf gepaard gaan met maatschappelijk onacceptabele ingrepen óf tegen (internationale) organisatorisch-bestuurlijke limieten aanlopen (dit type knikpunt is hier niet onderzocht) óf (enigszins afwijkend) een gebeurtenis betreffen waardoor grote maatschappelijke druk zal ontstaan om het beleid te heroverwegen (dit is zelf geen knikpunt, maar kan een knikpunt bespoedigen).

natuur te onderzoeken voor een verandering in klimaatparameters.

Voorbeelden uitwerking en resultaten

Suppleties en dijkversterking technisch geen probleem

Bij de voortzetting van het huidige beleid van zandsuppleties voor kustbescherming worden voorlopig geen knikpunten bereikt. Op de Noordzee is voldoende zand beschikbaar, de kosten zijn niet te hoog en het suppletiebeleid stuit niet op maatschappelijke bezwaren. Wel zijn er enkele aandachtspunten: ook andere functies op de Noordzee (bijvoorbeeld natuur, windmolens) leggen beslag op het zand en er zijn gebieden, zoals de oostelijke delen van de Waddeneilanden, waar zandsuppleties niet dé oplossing voor zeespiegelstijging zijn. Alternatieve strategieën als eilanden voor de kust of het bouwen van allerlei harde constructies in plaats van zand zijn vanuit het oogpunt van veiligheid overbodig. Eventuele andere argumenten voor de aanleg van eilanden voor de kust (ruimte, innovatie, export) zijn in deze verkenning buiten beschouwing gelaten.

Ook dijkversterking kunnen we nog heel lang volhouden: uit technisch oogpunt komt op lange termijn geen knikpunt in beeld. Maar er zijn ook andere factoren die het optreden van knikpunten voor dijkversterking bepalen: het moment waarop de ruimte voor dijkversterking te beperkt is, de kosten te hoog zijn of het landschap hierdoor teveel wordt aangetast. Deze knikpunten zullen het eerst worden bereikt waar al deze factoren samenkomen en waar de ondergrond slap is en gevoelig is voor bodemdaling; dit is onder andere het geval in de regio Rotterdam-Gouda.

Meerdere knikpunten voor Rijn en Maas tussen nu en 2200

De knikpunten voor de bovenrivieren zijn de momenten waarop hogere maatgevende afvoeren horen dan waar de dijken op zijn ontworpen (dus hoger dan de normkansen van 1/1250 per jaar). Voor de Rijn en Maas zijn de maatgevende afvoeren nu respectievelijk 16.000 en 4.000 kubieke meter per seconde. De kans op deze afvoeren neemt door klimaatverandering toe. Zodra de kans hierop groter is dan 1/1250 per jaar, worden nieuwe (hogere) maatgevende afvoeren vastgesteld. Dan is een knikpunt bereikt en zijn aanvullende maatregelen nodig. Er zijn al maatregelen op de lange termijn voorzien voor hogere maatgevende afvoeren van Rijn en Maas van respectievelijk 18.000 en 4.600 kubieke meter per seconde. Overschrijding van deze afvoeren berekent ook weer een knikpunt. Al deze knikpunten zullen op termijn, door klimaatverandering, worden bereikt. Zo is de in 2001 vastgestelde



maatgevende afvoer van 3.800 kubieke meter per seconde in 2006 verhoogd naar de genoemde 4.000 kubieke meter per seconde nadat de hoogwaters van 2002 en 2003 in de statistiek waren meegenomen.

Voor de Rijn zou een maatgevende afvoer van 18.000 kubieke meter per seconde op zijn vroegst tussen 2040 en 2045 bereikt kunnen worden. Hierbij moet wel een kanttekening worden geplaatst: doordat de dijken langs de Niederrhein relatief laag zijn, kan de afvoer bij Lobith, ook bij klimaatverandering, niet hoger worden dan 17.500 kubieke meter per seconde. Die situatie kan veranderen als de Duitsers hun dijken nog verder aanpassen dan nu voorzien, bijvoorbeeld als reactie op een grote overstroming (maatschappelijk knikpunt). De kans dat een dergelijk maatschappelijk knikpunt optreedt vóórdat een fysisch (afvoer) knikpunt wordt bereikt, is echter klein.

Voor de Maas worden knikpunten met kritische waarden voor maatgevende afvoeren op zijn vroegst (dus bij de meest extreme klimaatscenario's) in 2050 (4.200 kubieke meter per seconde) en 2100 (4.600 kubieke meter per seconde) bereikt. Deze knikpunten zouden echter ook veel verder in de toekomst kunnen liggen, tot zelfs twee eeuwen voor de afvoer van 4.600 kubieke meter per seconde.

Vervanging Maeslantkering tussen 2050 en 2060

De Maeslantkering is essentieel in de bescherming van het benedenrivierengebied tegen overstromingen. De kering is ontworpen op een zeespiegelstijging van maximaal 50 centimeter. In het meest extreme klimaatscenario wordt dit bereikt omstreeks 2060. Tot die tijd kan bij een stijgende zeespiegel de huidige veiligheidsnorm worden gehandhaafd door vaker te sluiten. Vaker sluiten van de Maeslantkering is gemarkeerd als een

knikpunt, omdat de kering is ontworpen op een sluitfrequentie van eens in de tien jaar. Bij 50 centimeter zeespiegelstijging is de geschatte sluitfrequentie omstreeks eenmaal in de drie jaar. Vaker sluiten betekent dat de kering zijn functie verliest. De toegang tot de de haven wordt dan namelijk ernstig belemmerd. Bij een zeespiegelstijging van 85 centimeter loopt de frequentie op tot één à twee keer per jaar; bij anderhalve meter zou zonder additionele maatregelen in het benedenrivierengebied globaal 30 maal per jaar gesloten moeten worden.

IJsselmeer kan de eerste 50 jaar nog spuien onder vrij verval

De zeespiegelstijging die er toe leidt dat niet meer onder vrij verval gespuid kan worden, vatten we op als een knikpunt. Dankzij de voorgenomen uitbreiding van de sluiscapaciteit van de Afsluitdijk wordt dit bereikt bij een zeespiegelstijging van 35 centimeter. Onder de meest extreme scenario's wordt het knikpunt voor het IJsselmeer in ieder geval niet in de eerste helft van deze eeuw bereikt. Daarna kan het IJsselmeer tot anderhalve meter zeespiegelstijging meestijgen, maar dit heeft consequenties voor veiligheid en natuur. Zo zullen ondieptes die erg belangrijk zijn voor vele soorten verdrinken en zal dijkversterking nodig zijn. Bij een zeespiegelstijging van 1,3 meter en een Rijnafvoer van 18.000 kubieke meter per seconde bij Lobith kan het peil bij de IJsselmonding bij Kampen toenemen met 60 centimeter.

Watervoorziening Zuidwest-Nederland problematisch voor 2050

Het benedenrivierengebied is cruciaal als het gaat om de zoetwatervoorziening (drinkwater, landbouw) van Zuidwest-Nederland. Een stijgende zeespiegel en afnemende rivierafvoeren in droge zomers leiden tot extra verzilting van het grond- en oppervlaktewater. Een knikpunt in dit gebied treedt op indien de zeespiegelstijging in

combinatie met lagere rivierafvoeren ertoe leidt dat de zoutnormen voor sleutelfuncties niet meer kunnen worden gehandhaafd.

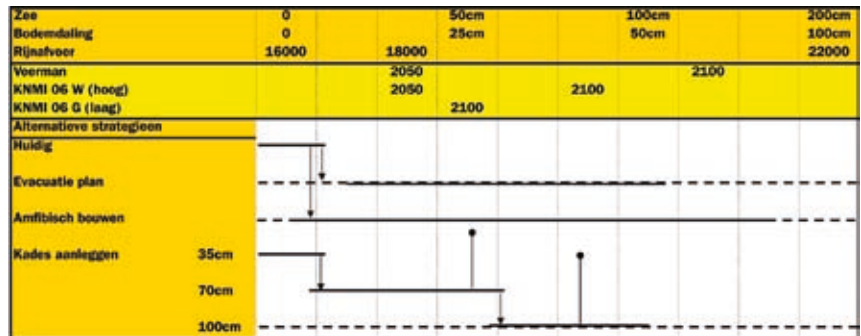
De zoutnormen blijken bij een zeespiegelstijging van 35 centimeter overschreden te worden. Volgens de huidige KNMI'06-scenario's zal dit op zijn vroegst omstreeks 2040 (en op zijn laatst omtrent 2100) het geval kunnen zijn voor de inlaatpunten op de Nieuwe Maas, Oude Maas (tot aan het Spui) en Hollandsche IJssel. Alternatieve strategieën moeten derhalve op zijn vroegst over 30 jaar operationeel zijn.

Eerste knikpunt natuur nu al bereikt

Het huidige natuurbeleid is gericht op de handhaving van de huidige soorten. De kans is groot dat de verandering van de randvoorwaarden door klimaatverandering er toe leidt dat beleidsdoelen niet gehaald worden en dus een knikpunt wordt bereikt. Andere effecten van menselijk handelen blijken overigens zeker zo belangrijk zijn voor de natuur als de gevolgen van klimaatverandering. Het feit dat sommige knikpunten al zijn gepasseerd, komt niet door klimaatverandering maar door de invloed van de mens, zoals emissies, strak peilbeheer, drainage en harde grenzen in het landschap.

Voor het IJsselmeer en Markermeer is het peilbeheer de meest kritische factor: voor de natuur wordt een knikpunt bereikt als peilstijging in het voorjaar en de zomer leidt tot het verdrinken van ondiepe habitats. Wat de concentratie algen betreft is al een knikpunt bereikt: in de huidige en toekomstige situatie bij klimaatverandering zullen de natuurdoelen voor wat betreft de concentratie algen niet gehaald worden. Een afname van het slibgehalte met 25 tot 50 procent markeert, vooral in combinatie met een afname van de stikstofbelasting, een positief knikpunt voor de waterkwaliteit. Afhankelijk van de diersoort, wordt voor de watertemperatuur een knikpunt bereikt bij 20 tot 26°C.

Voor de kust wordt een knikpunt bereikt als platen, slikken en schorren/kwelders niet langer met de zeespiegelstijging kunnen meegroeien en verdrinken. Dit knikpunt wordt niet bij alle morfologische eenheden bij dezelfde zeespiegelstijging bereikt: voor platen kan dit al bij drie tot tien millimeter zeespiegelstijging per jaar gebeuren, terwijl schorren en kwelders tien tot 13 millimeter zeespiegelstijging per jaar kunnen bijhouden. De zeespiegelstijging volgens de huidige KNMI'06-scenario's (30 tot 85 centimeter deze eeuw) is kritisch: bij een nog snellere stijging wordt voor de platen, slikken en schorren/kwelders zeker een knikpunt bereikt.



Afb. 2: Voorbeeld strategiebeoordelingsheet voor de veiligheid tegen overstromingen in het buitendijkse stadshavengebied in Rotterdam.

De volgende stap?

De resultaten van deze studie zijn onder meer gebruikt door de Deltacommissie om de urgentie van de gevolgen van klimaatverandering vast te stellen. De volgende stap is om alternatieve strategieën op te stellen die ingezet kunnen worden nadat het huidige beheer en beleid niet meer houdbaar is.

Verschillende strategieën zijn mogelijk bij de verwachte veranderingen. Ten aanzien van de waterveiligheid heeft de commissie Veerman overdimensionering als strategie gekozen. Dit is een robuuste strategie bij grote onzekerheden. Ze gaat uit van het meest ongunstige denkbare scenario voor zeespiegelstijging en formuleert op grond daarvan een serie maatregelen. De commissie beveelt verder aan om het IJsselmeergebied voor te bereiden op een stijging van maximaal 150 centimeter. Dit om de watervoorziening voor laag-Nederland veilig te stellen en het peilbeheer door middel van spuien naar de Waddenzee te regelen. Gezien de robuustheid van deze maatregel ziet de commissie ook de watervoorziening als veiligheidsprobleem.

Overdimensionering als oplossingsstrategie om om te gaan met onzekerheden in het klimaat, heeft als nadeel dat het mogelijk leidt tot grote uitgaven die op termijn niet noodzakelijk blijken te zijn. Ten aanzien van het risico van overstromingen is dit nadeel minder groot. Indien de zeespiegel minder hard stijgt, zullen de maatregelen leiden tot een kleinere kans op overstroming. Dit is ook zonder klimaatverandering gunstig, omdat de economische groei de gevolgen van overstromingen laat toenemen. Bovendien is er een trend in de samenleving waarbij steeds minder risico's worden geaccepteerd. Overdimensionering beantwoordt deze trend.

Aanbevelingen Deltacommissie voldoende?

Door de kans op hoge, op termijn onnodige uitgaven, is voor andere sectoren overdimensionering uitgaande van het slechtst denkbare scenario echter in het algemeen

niet verstandig. Voor andere sectoren worden daarom momenteel alternatieve waterbeheerstrategieën geïnventariseerd. De verschillende alternatieven worden op een vergelijkbare wijze geanalyseerd als eerder beschreven. Voor elke strategie wordt onderzocht tussen welke grenzen van de klimaatverandering deze nog werkzaam is. Om dit inzichtelijk te maken, maken we gebruik van zogeheten strategiebeoordelingsheets (zie afbeelding 2 voor een voorbeeld van een dergelijk figuur voor de veiligheid tegen overstromingen in het buitendijkse stadshavengebied in Rotterdam).

Uiteindelijk levert dit een verhaal op hoe Nederland met klimaatverandering om kan gaan dat tamelijk onafhankelijk is van nieuwe scenario's. Het voordeel hiervan is dat het beleid gemakkelijker kan anticiperen op die nieuwe scenario's. Eventuele beleidsaanpassingen worden naar voren of naar achteren gezet, afhankelijk van het tempo van de veranderingen.

NOTEN

- 1) Deltacommissie (2008). Samen werken met water. Bevindingen van de Deltacommissie 2008.
- 2) Kwadijk J., A. Jeuken en H. van Waveren (2008). Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland: Knikpunten in beheer en beleid voor het hoofdwatersysteem. Tussenrapportage project T2447. Deltares.
- 3) Jeuken A. en H. van Waveren (2008). Drie perspectieven voor een klimaatbestendig Nederland. Adaptatiemaatregelen voor het Nederlandse waterbeheer. Tussentijdse rapportage voor de Deltacommissie, project T2447. Deltares.
- 4) KNMI (2006). Klimaat in de 21e eeuw. Vier scenario's voor Nederland.
- 5) Milieu- en Natuurplanbureau en WL|Delft Hydraulics (2007). Nederland Later; Tweede duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland.

Jaap Kwadijk, Marjolijn Haasnoot, Marco Hoogvliet, Ad Jeuken, Rob van de Krogt, Niels van Oostrom, Harry Schelfhout, Emiel van Velzen en Marcel de Wit (Deltares) Harold van Waveren (Rijkswaterstaat Waterdienst)