
Maatgevende afvoeren, onzekerheden en wereldbeelden

Jaap Kwadijk, Nicole van Gemert, Marjolein van Asselt,
Willem van Deursen, Hans Middelkoop, Hendrik Buiteveld, Marjolein
Haasnoot en Jan Rotmans

Inleiding

De bescherming van het Nederlands rivierengebied tegen overstroming door de Rijn of de Maas is gebaseerd op een veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar. Volgens de Wet op de Waterkering (1996) dienen de dijken zo gedimensioneerd te zijn dat ze hoogwaterstanden kunnen weerstaan die gemiddeld slechts eens in de 1250 jaar overschreden worden. Het winterbed moet deze afvoeren kunnen verwerken zonder dat het achterliggende land overstroomt. De waterhoogtes zijn gerelateerd aan de zogeheten maatgevende afvoeren van de Rijn en Maas. Deze maatgevende afvoer wordt elke 5 jaar vastgesteld, de eerstvolgende keer zal dit jaar zijn. Dit gebeurt aan de hand van de jaarmaxima in de afvoerreksen bij de stations Borgharen (Maas) en Lobith (Rijn), die sinds 1911 resp. 1901 dagelijks gemeten worden. Omdat de meetreeksen waarover we kunnen beschikken ongeveer 100 jaar omspannen, wat in vergelijking met norm van 1250 jaar relatief kort is, is een nauwkeurige bepaling van de maatgevende afvoer statistisch niet mogelijk. Ook bestaan er geen alternatieve instrumenten (zoals hydrologische modellen) waarmee een nauwkeurige bepaling van gebeurtenissen met een dergelijke grote herhalingstijd met grote zekerheid bepaald kan worden. Dit is een probleem, omdat vanwege de hoge kosten die hoogwaterbescherming met zich meebrengt, een nauwkeurige bepaling wel gewenst is.

Als de onzekerheden groot zijn en niet op korte termijn met modellen of aanvullende waarnemingen verkleind kunnen worden, loont het de moeite om te onderzoeken hoe verschillende groepen mensen die zich professioneel bezighouden met hoogwater in de Rijn en Maas individueel de omvang van de maatgevende afvoeren inschatten. Gezien de expertise van deze groepen zijn we ervan uitgegaan dat ze in grote lijnen op de hoogte zijn van de onzekerheden in de te bepalen maatgevende afvoer. Wanneer hun schattingen op grond van dezelfde gegevens sterk uiteenlopen, verwachten we dat dit mede wordt veroorzaakt door hun eigen perceptie over het gedrag van de rivier. Dit betekent dat de door hen beoogde maatregelen ter voorkoming van overstromingen en de noodzaak tot het al dan niet nemen van maatregelen ook zullen samenhangen met deze perceptie. Een illustratie voor dit laatste zijn drie krantenartikelen, alle van (oud) ingenieurs bij RWS, waarin de wenselijkheid

Jaap Kwadijk is werkzaam bij WL|Delft Hydraulics en TU Delft, **Nicole van Gemert**, **Marjolein van Asselt** en **Jan Rotmans** bij ICIS/Universiteit van Maastricht, **Willem van Deursen** bij Carthago Consultancy, **Hans Middelkoop** bij Universiteit Utrecht, **Hendrik Buiteveld** en **Marjolein Haasnoot** bij RIZA.

(niet het effect!) van het instellen van retentie- of calamiteitenpolders onderwerp van discussie is.

Rivier moet ruimte krijgen, maar niet buiten de dijken

Het plan van vijf grote
overstroomingspolders
wordt uitgesteld in de komende jaren

De vijf grote polders
in de Rijn- en Maas-
delta die door de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

Deel polders open bij extreem hoog water

Overstromingsgebied is overbodig

De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010



De Rijn- en Maas-
delta worden nu
aanpak van de
overstroomingspolder
aanpak worden
aangelegd, worden
uitgesteld tot na 2010

Figuur 1: Krantenartikelen waarin verschillende visies over de noodzaak van retentiebekkens in Nederland uiteengezet worden

Doelstelling van het onderzoek

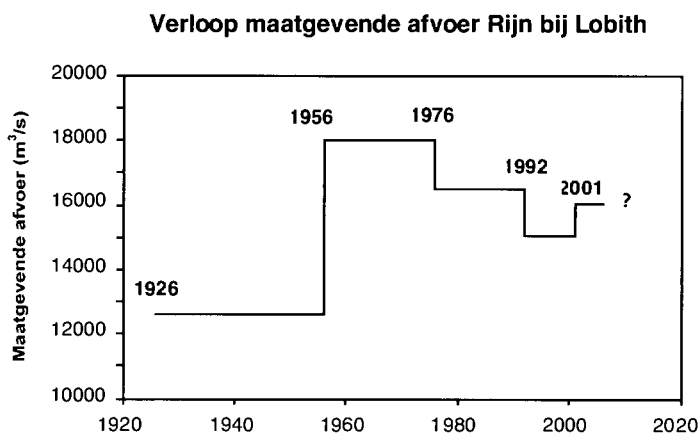
Doel van dit onderzoek is om een experimentele inventarisatie uit te voeren naar de schatting van de grootte van extreme afvoeren van Rijn en Maas en de variatie hierin door verschillende experts. Hierbij gaat de interesse niet zozeer uit naar de exacte omvang van de extreme afvoeren, maar meer naar de verschillen tussen de schattingen en de mate van onzekerheid die hierbij wordt aangenomen. Tegelijkertijd dienen de resultaten inzichtelijk te maken in hoeverre er onder de experts verschillende percepties bestaan omtrent extreme afvoeren in deze rivieren.

Vergelijkbaar onderzoek is eerder uitgevoerd naar de onzekerheden in klimaatveranderingen (Morgan en Keith, 1995; Hulme en Carter, 1999). Hierbij is geïnventariseerd hoe de verschillende experts de gemiddelde globale temperatuurstijging aan het aardoppervlak schatten indien de atmosferische CO₂-concentratie verdubbelt ten opzichte van de pre-industriële concentraties. Aan 16 experts werd gevraagd een kansverdeling te geven van de klimaatgevoeligheid. Uit de resultaten bleek dat de gemiddelden van de door de experts aangegeven kansverdelingen binnen de door het IPCC aangegeven bandbreedte vielen, maar de staarten van de verdelingen vielen daar aanzienlijk buiten.

Als achtergrond willen we eerst kort de huidige gevolgde methodes voor de bepaling van deze hoogwaters beschrijven. Deze beschrijving zal kort zijn, gedetailleerde uiteenzettingen kunnen worden gevonden in de onderzoeksrapporten Boertien I (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993), Boertien II (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995); Randvoorwaardenboek 2001 (in voorbereiding) en Bennekom en Parmet (1998).

Huidige methode voor de bepaling van de maatgevende afvoeren

Naar aanleiding van de overstromingsramp in Zeeland in 1953 is men voor de bescherming tegen overstroming in Nederland overgegaan op een probabilistische benadering, met een vooraf vastgestelde veiligheidsnorm die gedefinieerd is in termen van kansen op extreme situaties. Mede op grond van verwachte schades die kunnen optreden bij dijkdoorbraak van polderdijken is voor de grote rivieren een veiligheidsnorm gedefinieerd in de vorm van een piekafvoer met een vastgestelde gemiddelde herhalingstijd, die maatgevend is voor het dijkontwerp. Deze herhalingstijd, en de daarmee samenhangende afvoer, heeft in de loop van de 20^e eeuw sterk gevarieerd (figuur 1). Deze variatie hield niet zozeer verband met zorgvuldige analyses van de te verwachten schade, of met vernieuwde inzichten in de hydrologie van Rijn- en Maasgebied, maar meer met toevallige gebeurtenissen zoals het hoogwater van 1926, de overstroming van 1953 en de relatief lage afvoeren in de jaren 80 en de daarmee samenhangende maatschappelijke (en politieke) interesses.



Figuur 2: Verloop van maatgevende afvoer van de Rijn in de afgelopen eeuw

Aanvankelijk, in 1956 was voor het rivierengebied een veiligheidsnorm met een faalkans van 1/3000 per jaar vastgesteld. De bijbehorende maatgevende afvoer kwam uit op 18.000 m³/s. Dit betekende dat de rivierdijken flink opgehoogd (en verbreed) moesten worden, wat een kostbare en landschappelijk ingrijpende operatie vergde. In 1977 (Commissie Becht, 1977) is de veiligheidsnorm heroverwogen, en is men uitgekomen op een voor het rivierengebied acceptabele kans van 1/1250, wat betekende dat de maatgevende afvoer voor dimensionering van de dijken tot 16.500 m³/s daalde. Desondanks waren nog lang niet alle rivierdijken op veilige hoogte, maar voortgaande dijkverzwaring en de hiermee samenhangende landschappelijke schade leidden tot protesten bij de bewoners van het rivierengebied en discussies over de noodzaak van dijkverzwaring. De Minister stelde daarom de commissie Boertien-I in om de uitgangspunten van de dijkverzwaring opnieuw te toetsen. Het onderzoek van deze commissie leidde tot een nieuwe, lagere maatgevende afvoer. Ditmaal werd de norm (herhalingstijd) gehandhaafd, maar was de verandering het gevolg van de wijze

waarop de bijbehorende afvoer werd vastgesteld. Werd eerder een exponentiële verdeling gebruikt voor extrapolatie van de extreme afvoeren (Commissie Becht, 1977), nu gebeurde extrapolatie op grond van meerdere kansverdelingen van extreme waarden waaronder de exponentiële verdeling. De uiteindelijke maatgevende afvoer werd door middeling van de uitkomsten bepaald en vervolgens werd een getal bijgeteld (1000 m³/s voor de Rijn) als geschat effect van de toegenomen kanalisatie op de afvoerpiek. Hierdoor verlaagde de maatgevende afvoer tot 15.000 m³/s. Bij de eerstvolgende vaststelling van de maatgevende afvoeren in 2001 (Randvoorwaardenboek 2001) zijn de extreme hoogwaters van 1993 en 1995 toegevoegd aan de meetreeks waarop de extremen gebaseerd worden. Dit zal ertoe leiden dat (bij dezelfde norm en met dezelfde extreme waarden verdelingen) de maatgevende afvoer weer zal stijgen tot ongeveer 16.000 m³/s. Voor het Randvoorwaardenboek 2001 is veel aandacht besteed aan een betere kwantificering van de effecten van kanalisatie, is een extra verdeling gebruikt en is de wijze van weging van de uitkomsten van de gebruikte verdelingen aangepast (op grond van goodness-of-fit). Ook is een schatting gemaakt van de maximaal te verwachten afvoer op grond van dijkhoogten in Duitsland.

Tabel 1: Schatting van de 1000-jarige afvoer bij Lobith volgens verschillende verdelingen van extreme waarden.

Verdeling	Centrale schatting	Bovengrens (90%)	Ondergrens (10%)
Gumbel	15.200	19.000	13.000
Pearson3	14.000	18.000	12.000
Exponentieel	15.200	19.000	13.500
Pareto	16.000	> 20.000	< 10.000
Log-normaal	14.000	17.000	12.000

Tabel 2: Schatting van de 1000-jarige afvoer bij Borgharen volgens verschillende verdelingen van extreme waarden.

Verdeling	Centrale schatting	Bovengrens (90%)	Ondergrens (10%)
Gumbel	3.900	4.500	3.400
Pearson3	3.600	4.400	2.800
Log-3 normaal	3.600	4.400	2.900
Exponentieel	3.900	4.600	3.200

Momenteel wordt een project uitgevoerd waarin een neerslaggenerator voor het Rijngebied wordt gemaakt (Brandsma en Buishand, 1997, 1998, 1999; Beersma en Buishand, 1999; Parmet e.a., 1999).

Deze wordt gekoppeld aan een hydrologisch model en een hydraulisch model. Hiermee zouden meer fysisch gebaseerde maatgevende afvoeren moeten worden gegenereerd. Ook de duur van de maatgevende hoogwatergolf kan hiermee bepaald worden. De verwachtingen zijn hoog gespannen, echter enige voorzichtigheid is op z'n plaats onder meer omdat het hydrologische model wordt toegepast aan de rand of zelfs buiten het bereik waarvoor het is gekalibreerd en gevalideerd. Tenslotte heeft onderzoek naar de effecten van klimaatverandering uitgewezen dat als een klimaatverandering in de komende eeuw zal doorzetten, de maatgevende afvoeren van de Rijn en de Maas zullen stijgen (Werkgroep Klimaatverande-

ring en Bodemdaling, 1997; Middelkoop, 2000). De onzekerheid rond de mate van stijging en de snelheid waarmee dit gebeurt is echter nog groot.

Al met al bestaat er dus een grote onzekerheid omtrent de maatgevende afvoer van Rijn en Maas in de toekomst, veroorzaakt door het stochastische karakter van het afvoerproces, de relatief korte set van waarnemingen van extreme afvoeren, inhomogeniteit van de meetreeksen, statistische onzekerheid bij de extrapolaties, modelonzekerheid, en onzekerheden omtrent toekomstige ontwikkelingen.

Concept van de perspectivische benadering bij onzekerheid

Het uitgangspunt van dit onderzoek naar de percepties rond de maatgevende afvoer en de onzekerheden hierin vormt de Culturele Theorie (Douglas, 1969; Douglas en Wildavsky, 1982; Douglas, 1982; Rayner, 1984, 1991 en 1992; Swarz en Thompson, 1990 en Thompson e.a., 1990). Deze theorie gaat uit van de veronderstelling dat groepen mensen te onderscheiden zijn op grond van hun verschillende wereldbeelden of 'perspectieven' op de wereld. De theorie onderscheidt in totaal 5 wereldbeelden waarvan wij er drie toepassen, welke hieronder kort beschreven worden. Voor een meer diepgravende beschouwing van deze wereldbeelden en de toepassing ervan in milieuonderzoek zij verwezen naar Rotmans en De Vries (1997), Rotmans en Van Asselt (1998), Van Asselt (2000). Hoekstra (1998) geeft voorbeelden van toepassingen op watergebied in de stroomgebieden van de Zambesi en de Ganges-Brahmaputra.

De controlist (Hierarchist)

De controlist representeert de bureaucraat. Stabiliteit speelt een belangrijke rol in het denkbeeld van de controlist. Hij tracht continuïteit te creëren middels wetgeving en normstellingen die gebaseerd zijn op expertise en onderzoek, teneinde verrassingen te vermijden. Veiligheid heeft bij de controlist de hoogste prioriteit. In het wereldbeeld van de controlist is de natuur kwetsbaar, maar door strenge regulering kunnen risico's worden vermeden. Als echter een bepaalde grens wordt overschreden kan het natuurlijk evenwicht zwaar worden verstoord. De controlist kan worden geassocieerd met een houding t.a.v. de relatie tussen de mens en de natuur waarbij de wederzijdse afhankelijkheid tussen beiden wordt benadrukt. De balans tussen de mens en de natuur neemt daarom in het controlistisch perspectief een centrale plaats in.

De Milieudenker (Egalitarian)

De milieudenker neemt de natuur als uitgangspunt. Hij ziet de natuur als bijzonder kwetsbaar en alle milieurisico's moeten daarom worden gemedend. De bij dit perspectief behorende managementstijl kan worden gekarakteriseerd als preventief. De milieudenker legt de nadruk op het belang van coöperatie en streeft naar sociale gelijkheid op basis van vrijwilligheid. We moeten veel bewuster consumeren en zo de economie als middel en niet als doel gebruiken.

De Marktoptimist (Individualist)

De marktoptimist is een pionier, een marktdenker. Centraal staat bij hem de autonomie van individuen en het principe van vrije handel en open markt. Hij ziet economische groei en technische ontwikkeling als vooruitgang. De managementstijl van de marktoptimist kan worden gekarakteriseerd als adaptief. Problemen en onzekerheid vormen een uitdaging en zijn oplosbaar. Vanuit de optiek van de marktoptimist kan de natuur wel tegen een stootje en staan de natuurlijke bronnen in dienst van de mens.

Uitvoering

Bij het onderzoek is een experiment uitgevoerd waarbij we twee groepen onderzoekers uit het Rijn- en Maasgebied ondervroegen naar hun schatting van de grootte van de 1000-jarige afvoer van de Rijn en de Maas bij verschillende afvoerstations.

Het eerste experiment is uitgevoerd bij de afdeling Zoetwatersystemen van WL|Delft Hydraulics. Bij deze afdeling werken ongeveer 100 onderzoekers. Alle respondenten zijn nu of waren vroeger betrokken bij rivierkundige of hydrologische onderzoeksprojecten in grote rivieren. Het merendeel van de ondervraagden heeft zich met het Rijn- en Maasstroomgebied bezig gehouden. Op grond van de resultaten en het commentaar zijn de vragen uit dit eerste experiment aangepast voor het tweede experiment. Om deze reden zijn de uitkomsten van beide experimenten niet volledig vergelijkbaar en zullen de uitkomsten apart worden beschouwd. Een verschil is ook de beantwoording bij experiment 1 niet anoniem was, terwijl dat in experiment 2 wel het geval was.

Het tweede experiment is uitgevoerd bij het IRMA-SPONGE-congres, in Maastricht op 29 en 30 juni 2000. Het mede door de EG gefinancierde IRMA-SPONGE-project bestaat uit een serie van 13 deelonderzoeken waarin de hoogwaterproblematiek in het Rijn- en Maasgebied centraal staan. De onderzoeken beperken zich niet tot de schatting van maatgevende afvoeren maar richten zich vooral op mogelijke schades en uiteenlopende rivierkundige en ruimtelijke planningsmaatregelen ter voorkoming van overstromingen. Bij het congres kwamen de onderzoekers van de verschillende projecten bij elkaar om informatie uit te wisselen. De onderzoekers waren afkomstig uit Duitsland, Nederland, België, Frankrijk en Zwitserland. De Nederlandse onderzoekers vormden meer dan de helft van de groep.

In beide gevallen werd de experts tevens gevraagd naar hun visie ten aanzien van maatregelen ter voorkoming van schade door overstroming en klimaatverandering. Deze vragen in beide experimenten hadden tot doel het wereldbeeld van de expert te bepalen. De meningen waaruit gekozen kon worden, zijn geformuleerd op grond van resultaten van eerdere workshops (Van Asselt, 2000). In vraag 1 representeert antwoord 1 de mening van de controlist, mening 2 die van de milieudenker en mening 3 die van de marktoptimist. In experiment 2 geldt hetzelfde. In vraag 2 representeert antwoord 1 de mening van de milieudenker, 2 de mening van de controlist en 3 die van de marktoptimist.

De twee volgende vragen spreken voor zich. In vraag 4 wordt de expertise bepaald om de uitkomsten te wegen naar verschil in expertise.

Naar aanleiding van opmerkingen door de ondervraagden in experiment 1, is in het tweede experiment extra informatie toegevoegd. Zo zijn de gemeten hoogste afvoeren van de afgelopen eeuw als extra informatie toegevoegd. Dit is gedaan om de ondervraagden enig zicht

te geven op het gedrag van de beide rivieren. Ook wordt een schatting gevraagd voor de afvoer van de Rijn bij Basel. Tevens is de formulering van vraag 1 in het tweede experiment aangepast omdat uit opmerkingen bleek dat bij een kosten-batenanalyse de natuurwaarden wel degelijk een grote rol speelden bij de beantwoording.

Resultaten

Respons en voorbereiding

EXPERIMENT 1

Zevenentwintig van de 101 benaderde personen hebben de vragen beantwoord. Twee van hen wilden geen antwoord geven op de vragen 1 en 2 omdat hun inziens hun mening niet werd vertegenwoordigd. Deze onvolledige vragenlijsten zijn wel gebruikt behalve uiteraard voor de analyse naar een verband tussen wereldbeeld en maatgevende afvoer. Eén van de zevenentwintig heeft geen antwoord gegeven op de vragen naar de expertise.

Slechts weinig respondenten achten zichzelf expert op het gebied van de maatgevende hoogwaters. Derhalve is de onderverdeling van expertise beperkt tot de volgende klassen:

- (zeer) deskundig (1 en 2)
- middelmatig deskundig (3 en 4)
- weinig deskundig (5)

Van drie respondenten zijn de schattingen van de 1000-jarige afvoeren buiten beschouwing gelaten, omdat deze zeer ver afwaken van de berekende waarden op grond van de 100-jarige reeks. Wel is gebruik gemaakt van de schattingen omtrent de relatieve onzekerheid rond de 1000-jarige afvoer. De grote afwijkingen hebben ertoe geleid in het tweede experiment meer informatie met betrekking tot het rivierregime toe te voegen.

Op grond van de antwoorden van vraag 1 en 2 blijkt dat de het merendeel van de beantwoorders in de categorie milieudenkers en controlisten vallen.

EXPERIMENT 2

Vierenveertig deelnemers aan het congres hebben de vragenlijst ingeleverd, geen van de getourneerde formulieren zijn volledig uitgesloten van verder gebruik. Zesentwintig vragenlijsten zijn volledig beantwoord en acht gedeeltelijk. Deze acht zijn slechts beperkt gebruikt. Twee beantwoorders van de acht hebben alleen de vragen 1 en 2 beantwoord. Vijf van de acht wilden geen eenduidig antwoord op vraag 1 geven. Hierbij vulden drie van de vijf niets in en twee gaven meerdere antwoorden. Drie beantwoorders wilden geen schattingen geven voor de 1000-jarige afvoeren. Twee van deze drie omdat ze de beschikbare informatie te beperkt vonden voor statistische bepaling, een derde vond een afvoer met een herhalingsstijd van 1000 jaar sowieso onbepaalbaar.

Ook zijn er respondenten die slechts voor een of twee stations een schatting voor de afvoeren wilden geven, mogelijk omdat ze zichzelf te weinig deskundig achten voor schattingen voor andere stations. Deze voorzichtige inschatting van de eigen deskundigheid wordt ook geïllustreerd in de beantwoording van de vraag 5. Voor de Rijn bij Lobith achten zich slechts 4 beantwoorders zich deskundig, terwijl 13 zich weinig tot niet deskundig beschouwen. Voor de Rijn bij Basel en de Maas bij Borgharen zijn deze cijfers respectievelijk 2 om 33 en 4 om 30. Dit is opmerkelijk te noemen gezien het onderwerp van het congres

en de achtergrond van de deelnemers. Vermoedelijk is bij de beantwoording vooral de deskundigheid ten opzichte van andere deelnemers aan het congres geschat in plaats van de deskundigheid ten opzichte van een gemiddelde bewoner van het Maas en Rijnstroomgebied.

Ook bij dit experiment hebben we het aantal klassen voor de deskundigheid beperkt:

- (zeer) deskundig (3 en 4)
- middelmatig deskundig (2)
- weinig deskundig (1)

Op grond van de antwoorden van vraag 1 en 2 blijkt dat de het merendeel van de beantwoorders in de categorie milieudenkers en controlisten vallen. De groep marktoptimisten lijkt volledig afwezig omdat geen van de deelnemers op de vragen 1 en 2, inening 3 preva- leert.

Kwantitatieve resultaten

Bij dit experiment ging de interesse uit naar de verschillen in schattingen van extreme afvoeren en hun onzekerheden tussen experts onderling en of dergelijke verschillen moge- lijk samenhangen met wereldbeelden. De resultaten zijn derhalve op de volgende wijze gerangschikt:

- opinie van de experts, de 1000 jarige afvoeren en de mate van nauwkeurigheid van deze schatting bij de verschillende stations;
- opinie van de verschillende groepen, gerangschikt naar antwoorden op vraag 1 en 2 voor de 1000 jarige afvoeren bij de verschillende stations.

EXPERT-OPINIE

Tussen de experts blijkt een tamelijk groot verschil te zijn in de inschatting van de 1000- jarige afvoeren bij Lobith, Borgharen en Basel. Dit is verklaarbaar omdat de geleverde informatie summier was. Wanneer de door de experts gegeven antwoorden worden gemid- deld blijkt deze gemiddelde waarde zeer dicht te liggen bij de huidige gehanteerde waardes van 15000 m³/s voor Lobith, en 3800 m³/s voor de Maas bij Borgharen.

Tabel 3: Resultaten voor de 1000-jarige afvoeren en bijbehorende onzekerheidsmarges voor de Rijn bij Lobith door de experts (experiment 1).

n = 10	Experts		
	1000-jarige afvoer	Bovenlimiet onzekerheid	Onderlimiet onzekerheid
Gemiddelde	14.000	16.044	11.778
Standaardafwijking	2.345	2.611	2.774
10% percentiel	16.000	18.400	15.000
90% percentiel	11.600	13.600	8.600

Tabel 4: Resultaten voor de 1000-jarige afvoeren en bijbehorende onzekerheidsmarges voor de Rijn bij Lobith door de experts (experiment 2).

n = 13	Experts		
	1000-jarige afvoer	Bovenlimiet onzekerheid	Onderlimiet onzekerheid
Gemiddelde	16.808	19.462	15.077
Standaardafwijking	4.211	6.398	4.536
10% percentiel	19.200	20.000	14.800
90% percentiel	15.000	16.000	13.200

Tabel 5: Resultaten voor de 1000-jarige afvoeren en bijbehorende onzekerheidsmarges voor de Maas bij Borgharen door de experts (experiment 2).

n = 11	Experts		
	1000-jarige afvoer	Bovenlimiet onzekerheid	Onderlimiet onzekerheid
Gemiddelde	4.136	5.486	3.323
Standaardafwijking	1.376	3.630	978
10% percentiel	5.000	7.000	3.700
90% percentiel	3.500	3.600	2.500

Interessant is de bandbreedte van de onzekerheid voor deze afvoer volgens de verschillende experts. Dit wordt geïllustreerd in de tabellen 3, 4 en 5. De onzekerheid wordt door de experts gemiddeld kleiner ingeschat dan de onzekerheid afgeleid uit de berekeningen met behulp van extreme waarde verdelingen. Onderling lopen de meningen van de experts uiteen. Om de opgegeven bandbreedtes onderling te vergelijken zijn ze uitgedrukt als percentage van de door hen opgegeven 1000-jarige afvoer. In experiment 1 is de grootste opgegeven marge voor de Rijn en de Maas respectievelijk 67% en 53%, terwijl de minimum opgegeven bandbreedte voor Rijn en Maas respectievelijk 6% en 17% bedraagt. In experiment 2 lopen de onzekerheidsmarges voor de Rijn bij Lobith uiteen van 13 tot 40%, voor de Maas van 17 tot 125% en voor de Rijn bij Basel van 6 tot 80%.

1000-JARIGE AFVOEREN IN VERSCHILLENDE WERELDBEELDEN

Als tweede analyse zijn de resultaten geordend naar de beantwoording van de vragen 1 en 2. Omdat de beantwoording van vraag 1 en 2 suggereert dat de groep marktoptimisten niet vertegenwoordigd was, kunnen alleen de eventuele verschillen tussen de controlisten en de milieudenkers onderzocht worden.

De uitkomsten laten zien dat de 1000 jarige afvoeren door milieudenkers voor alle stations hoger ingeschat worden dan door de controlisten. De verschillen in de standaardafwijking laat zien dat onderling de milieudenkers sterker in hun schattingen verschillen dan de controlisten. Op grond van de mate van onzekerheid is geen eenduidig beeld. Alleen voor de Rijn bij Lobith wordt de bovengrens door de milieudenkers duidelijk hoger ingeschat dan door de controlisten. De marge is voor controlisten en voor milieudenkers van vergelijkbare breedte.

Uit de beantwoording van de vragen 1 en 2 in het eerste experiment konden de controlisten en milieudenkers niet goed worden onderscheiden. Degenen die klimaatverandering als een belangrijk probleem zagen, schatten ook de 100 jarige afvoer van de Rijn groter in dan diegenen die klimaatverandering minder urgent vonden. Voor de Rijn (maar niet voor de Maas) was deze trend in experiment 1 ook aanwezig binnen de groep experts. In experiment 2 was een dergelijke trend binnen de groep experts niet zichtbaar.

Voor de Rijn bij Lobith en de Maas wordt de opgegeven marge rond de 1000-jarige afvoer, als percentage van de geschatte afvoer, in experiment 2 groter geschat door de milieudenkers dan door de controlisten. Voor de Rijn bij Basel is er vrijwel geen verschil.

7 Conclusies en discussie

De steekproef is klein en experimenteel, en de vragenlijst is erg kort. De uitkomsten hebben dan ook een voorlopig karakter en moeten dan ook gezien worden als een startpunt voor discussie. De uitkomsten suggereren het volgende:

- Er is een groot verschil tussen experts onderling, niet alleen in de gemiddelde schatting maar ook in de mate van onzekerheid van een 1000-jarige afvoer. De gemiddelde schatting ligt echter dicht in de buurt van de gehanteerde maatgevende afvoer
- Er bestaat een neiging van milieudenkers om extreme afvoeren hoger in te schatten dan controlisten; binnen de eerste groep zijn echter grote onderlinge verschillen
- Binnen de onderzoeksgroepen naar het beheer van de stroomgebieden van Rijn en Maas ontbreken markt-optimisten.
- De experts schatten de onzekerheidsband voor extreme afvoeren gemiddeld kleiner in dan de berekende statistische onzekerheid.

Op basis van de beschikbare meetgegevens en met de bestaande wetenschappelijke methoden en technieken is het onmogelijk een precieze schatting te geven van de grootte van een 1000-jarige afvoer in de Rijn of de Maas. De bandbreedte rond de mogelijke toekomstige maatgevende afvoer hangt af van verschillende soorten onzekerheden. Onderling bestaan er grote verschillen tussen de meningen van experts over de grootte van een 1000-jarige afvoer in de Rijn en de Maas en de daarmee samenhangende onzekerheid. De resultaten van dit onderzoek geven een beeld van subjectiviteit die een rol speelt bij het vaststellen van maatgevende afvoeren. In eerste instantie is er natuurlijk sprake van subjectiviteit bij de vaststelling van de herhalingsstijd van de maatgevende afvoer. Hierbij is de houding van de beleidsmaker ten opzichte van een te nemen risico van belang. Daarnaast ligt er een zekere subjectiviteit in het toepassen en de keuze van kansverdelingen voor de extrapolatie van de beperkte reeks jaarmaxima naar een 1000-jarig hoogwater. Veranderingen in piekafvoer door klimaatverandering moeten gezien worden als scenario's, zonder dat hieraan een waarschijnlijkheid gekoppeld kan worden. Het al dan niet meenemen van mogelijk toenemende piekafvoeren door klimaatverandering bij het vaststellen van de maatgevende afvoer is ook weer een subjectieve keuze. Ook is er subjectiviteit bij het voorstellen van beschermende maatregelen, de haalbaarheid ervan en hun effectiviteit.

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat de grootte van de schatting van extreme afvoeren mede afhankelijk is van het wereldbeeld van de onderzoeker. Dit geeft aan dat subjectiviteit een rol speelt bij de bepaling van de afvoer die hoort bij een (extreem) lange herhalingsstijd, en ook bij de noodzaak voor maatregelen tegen overstroming. Dergelijke subjectiviteit wordt tot nu toe niet onderkend, en is niet eerder in beeld gebracht.

Bij onderzoek naar te nemen maatregelen om overstromingen tegen te gaan zal de door onderzoekers geadviseerde omvang van de maatregelen dan ook niet alleen afhankelijk zijn van objectieve wetenschappelijke waarnemingen (die niet tot een eenduidig resultaat lei-

den, maar in brede onzekerheidsbanden resulteren) maar ook van het wereldbeeld van de onderzoeker. Zo bleken de milieudenkers uit dit onderzoek piekafvoeren hoger in te schatten en tevens een grotere onzekerheid aan te geven dan de controlisten. Hierbij is het belangrijk vast te stellen dat markt-georiënteerde groepen niet alleen in dit onderzoek, maar ook binnen de waterbeheerders en -experts lijken te ontbreken. Met betrekking tot integraal stroomgebiedsbeheer is dit een ongewenste situatie.

Praktisch zou het tot problemen kunnen leiden in de bestuurlijke implementatie van een pakket maatregelen dat vanuit een perspectief van Milieudenkers of Controlisten opgesteld is. Indien beleidsmakers van bijvoorbeeld Ministeries van Verkeer en Waterstaat de onderzoeksaanbevelingen overnemen en het pakket maatregelen uiteindelijk ter beoordeling komt van het Ministerie van Financiën, waar vermoedelijk meer marktgeoriënteerde mensen werken, kan het ontbreken van de mening van Marktoptimisten leiden tot vertragingen in de uitvoering.

We kunnen de interpretaties combineren met de waarneming dat de gemiddelde schatting van experts dicht ligt bij de statistisch bepaalde maatgevende afvoeren. Gezien de inherente onzekerheden aan de bepaling hiervan en de vermoedelijke bestaande subjectiviteit blijktens dit onderzoek, is het vreemd dat zoveel aandacht in de vaststelling van maatgevende afvoeren gaat naar technische zaken zoals de keuze van de extreme waardeverdeling(en), de weging van deze verdelingen onderling, welke historische afvoeren wel en welke niet moeten worden meegenomen in de berekening, etc. etc. De wens om een nauwkeurige bepaling van deze afvoeren brengt een druk met zich mee om aan de uiteindelijke maatgevende afvoer een hogere mate van zekerheid te verbinden dan feitelijk bestaat. De positie van de hydrologisch onderzoeker wordt hierdoor onduidelijk. Hij of zij is expert in hydrologie en de methoden hiervan, maar wordt in feite in de rol gedrukt van beslisser. Gezien de onzekerheden kan een hydrologisch onderzoeker niet veel meer doen dan een keuze aanbieden. Extreem gesteld kan de maatgevende afvoer ook worden vastgesteld door binnen een bepaalde bandbreedte een afvoer te kiezen. In de groep van kiezers dienen dan wel de verschillende wereldbeelden vertegenwoordigd te zijn. Deze keuze kan dan net zo goed door politici worden gedaan als door hydrologen.

Referenties

- Asselt, M.B.A. van (2000)** Perspectives on Certainty and Risk: The PRIMA-approach to decision support; proefversie van proefschrift.
- Beersma, J.J. en T.A. Buishand (1999)** Rainfall Generator for the Rhine Basin: Nearest-neighbour resampling of daily circulation indices and conditional generation of weather variables; in: *KNMI-publication* 186-III, KNMI, De Bilt.
- Bennekom, A. van en B.W.A.H. Parmet (1998)** Bemessungsabfluß in den Niederlande: Menschliche Einflüsse und andere Unsicherheiten; in: *BfG Mitteilungen*, nr 16, BfG Koblenz, pag 125–131.
- Brandsma, T. en T.A. Buishand (1997)** Rainfall Generator for the Rhine Basin: Single-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling; in: *KNMI-publication* 186-I, KNMI, De Bilt.

- Brandsma, T. en T.A. Buishand (1998)** Simulation of extreme precipitation in the Rhine basin by nearest-neighbour resampling; in: *Hydrol. Earth Systems Science*, nr 2, pag 195–209.
- Brandsma, T. en T.A. Buishand (1999a en b?)** Rainfall Generator for the Rhine Basin: Multi-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling; in: KNMI-publication 186-II, KNMI, De Bilt.
- Commissie Becht (1977)** Titel?
- Douglas, M. (1969)** Environmental Risk; in: J. Beuthall (red) *Ecology: The Shaping Enquiry*; Longman, London.
- Douglas, M. (1982)** Essays in the Sociology of Perception; Routledge and Kegan Paul, London.
- Douglas, M. en A. Wildavsky (1982)** Risk and Culture: Essays on the Selection of Technical and Environmental Dangers; University of California Press, Berkeley.
- Hoekstra, A.Y. (1998)** Perspectives on Water: An integrated model-based exploration of the future; proefschrift, International Books, Utrecht.
- Hulme, M. en T.R. Carter (1999)** Representing uncertainty in climate change scenarios and impact studies: Discussion paper 1; in: T.R. Carter, M. Hulme en D. Viner (red) *Representing uncertainty in climate change scenarios and impact studies*; ECLAT workshop Report No. 1, Helsinki, Finland, 14–16 April 1999. CRU, UEA, Norwich, pag 11–37.
- Middelkoop, H. (2000) (red)** The impact of climate change on the river Rhine and the implications for water management in the Netherlands: Summary report of the NRP project 952210; RIZA report 2000.010/ICG-report 00/04, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1993)** Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen: Deelrapport 2 maatgevende belastingen; WL/RAND, Den Haag.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1994)** Onderzoek watersnood Maas: Deelrapport 4 Hydrologische aspecten.
- Morgan, M.G. en D. Keith (1995)** Subjective judgements by climate experts; in: *Environment, Science and Technology*, jrg 29, pag 468–476.
- Parmet, B.W.A.H., A.T. Buishand, T. Brandsma en R. Mülders (1999)** Design discharge of the large rivers in the Netherlands: towards a new methodology; in: IAHS Publication no 255, pag 269–272.
- Rayner, S. (1984)** Disagreeing about Risk: The Institutional Cultures of Risk Management and Planning for Future Generations; in: S. G. Hadden (red) *Risk Analysis, Institution and Public Policy*; Associated Faculty Press, Port Washington.
- Rayner, S. (1991)** A Cultural Perspective on the Structure and Implementation of Global Environmental Agreements; in: *Evaluation Review*, jrg 15, nr 1, pag 75–102.
- Rayner, S. (1992)** Cultural Theory and Risk Analysis; in: G.D. Preagor (red) *Social Theory of Risk*; Westport.
- Rotmans, J. en H.J.M. de Vries (1997)** Perspectives on Global Change: The TARGETS approach; Cambridge University Press, Cambridge.
- Rotmans, J. en M.B.A. van Asselt (1999)** Perspectives on a Sustainable Future; in: *International Journal for Sustainable Development*, jrg 1, nr 3, pag ?.
- Schwarz, M., en M. Thompson (1990)** Divided We Stand: Redefining Politics, Technology and Social Choice; Harvester Wheatsheaf, New York.
- Thompson, M., R. Ellis en A. Wildavsky (1990)** Cultural Theory, Westview Press, Boulder.

Werkgroep Klimaatverandering en Bodemdaling (1997) Klimaatverandering en bodemdaling: gevolgen voor de waterhuishouding van Nederland. Resultaten van een onderzoek in het kader van de voorbereiding van de Vierde Nota Waterhuishouding; Rijkswaterstaat, Den Haag.

