

Communicatie van statistische informatie over onzekerheid bij de beheersing van risico's van wateroverlast¹

P. MARIJN POORTVLIET, MARTIN KNOTTERS, JOËL VERSTOEP, JISKA VAN WIJK, PETRA BERGSMA

Onzekerheidsanalyse is niet vanzelfsprekend bij de onderbouwing van beslissingen in het strategisch kwantitatief waterbeheer. Toch is informatie over onzekerheid nuttig, omdat inzicht in risico's en daaraan gerelateerde kosten en baten bijdraagt aan de doelmatigheid van beslissingen. We onderzochten daarom de rol van statistische informatie over onzekerheid bij strategische beslissingen van waterschappen bij het beheersen van risico's van wateroverlast: hoe wordt deze informatie gepresenteerd, geïnterpreteerd en benut, en ook of de communicatie over statistisch gekwantificeerde onzekerheid kan worden verbeterd.

Artikel

Inleiding

Om onderbouwde beslissingen te kunnen nemen moeten waterbeheerders en -bestuurders worden geïnformeerd over de toestand van het water. Meestal krijgen zij niet de ruwe meetgegevens, maar worden deze eerst verwerkt met statistische technieken, hydrologische modellen etc., waarna schattingen, voorspellingen of uitkomsten van toetsen worden gepresenteerd. Dit is geen 'harde' informatie, zelfs niet als sprake is van *best estimates*. De nauwkeurigheid van de informatie kan worden uitgedrukt met statistieken zoals standaardfouten, betrouwbaarheidsintervallen en foutenpercentages. Deze statistieken, die onzekerheid over de werkelijke toestand uitdrukken, worden echter niet altijd gepresenteerd en benut.

Pappenberger en Beven (2006) presenteren zeven redenen waarom een deel van de professionals¹ in het waterbeheer geen onzekerheidsanalyse uitvoert:

1 "Onzekerheidsanalyse is niet nodig, gegeven fysisch realistische modellen".

Dit getuigt van een onwankelbaar geloof in de correctheid van modellen.

2 "Onzekerheidsanalyse is niet nuttig bij het begrijpen van hydrologische en hydraulische processen". Je kunt je hypothesen over hydrologische systemen toetsen met alleen modelvoorspellingen, zonder onzekerheid te beschouwen. Je vertrouwen in de uitkomsten van dergelijke toetsen hangt echter af van de sterkte van je geloof in de correctheid van het model.

¹ Dit artikel is een ingekorte, Nederlandstalige versie van een artikel in *Safety Science* (Poortvliet e.a., 2019)

- 3 "Beleidsmakers en het publiek begrijpen geen informatie over onzekerheid zoals kansverdelingen". In de context van dit artikel is deze reden interessant, omdat ze samenhangt met effectieve communicatie, (gebrek aan) begrip en de verschillende percepties van risico's en onzekerheid.
- 4 "Onzekerheidsanalyse kan niet worden opgenomen in het beslisproces", omdat wordt verondersteld dat informatie over onzekerheid nutteloos is bij beslissingen die binair van aard zijn, of dat een keuze tussen verschillende scenario's onmogelijk wordt als de onzekerheidsbanden groot worden.
- 5 "Onzekerheidsanalyse is te subjectief". Inderdaad kunnen meer of minder subjectieve keuzes nodig zijn, bijvoorbeeld over kansverdelingen. Als je echter daarom geen onzekerheidsanalyse uitvoert, dan veronderstel je impliciet dat deterministische modellering, waarbij geen rekening met onzekerheid wordt gehouden, objectief is.
- 6 "Onzekerheidsanalyse is moeilijk uitvoerbaar", dus wordt onzekerheidsanalyse niet uitgevoerd vanwege gebrek aan tijd, geld en een goede handleiding.
- 7 "Onzekerheid doet er niet toe bij de uiteindelijke beslissing". Misschien hebben beslisprocessen waarbij onzekerheid niet is beschouwd toch positief aan de beschaving bijgedragen, maar het kan niet worden ontkend dat onzekerheid een belangrijke rol speelt in discussies over klimaatverandering, bijvoorbeeld Patt en Dessay (2005).

Volgens Pappenberger en Beven (2006) houdt geen van deze redenen uiteindelijk stand. Een goede reden om statistische informatie over onzekerheid wél te benutten is dat doelmatiger beslissingen mogelijk zijn. Morgan e.a. (1990) laten zien dat beslissingen doelmatiger worden als je statistische informatie over onzekerheid betreft in je analyse, in plaats van alleen uit te gaan van een *best estimate* zoals een gemiddelde. Zij gebruiken hiervoor de *Expected Value of Including Uncertainty* (EVIU): het verwachte verschil in verlies (of nut) tussen een beslissing die gebaseerd is op onzekerheidsanalyse en een beslissing waarbij onzekerheid is genegeerd. Daarnaast geeft de *Expected Value of Perfect Information* (EVPI) aan wat het oplevert als je onzekerheid tot nul reduceert. De EVIU kan positief of zelfs groter zijn dan de EVPI, wat betekent dat het benutten van onzekerheidsinformatie doelmatig is en zelfs doelmatiger kan zijn dan het reduceren van onzekerheid.

Ondanks dat onzekerheidsanalyse kan bijdragen aan doelmatigheid, is het nog geen standaardonderdeel van beslisprocessen in het regionale waterbeheer. Sommige redenen die Pappenberger en Beven (2006) hiervoor geven impliceren dat de manier waarop mensen denken en beslissen een belangrijke factor is.

Ons doel is om met deze studie te analyseren hoe statistische informatie over onzekerheid aan professionals en bestuurders bij waterschappen wordt gepresenteerd en hoe deze informatie door hen wordt geïnterpreteerd en benut, teneinde aanbevelingen te kunnen geven voor verbetering van strategische beslisprocessen bij de beheersing van risico's van wateroverlast op lange termijn.

Onderzoeksvragen zijn:

- 1 Bij welke onderdelen van de beheersing van risico's van wateroverlast wordt statistische informatie over onzekerheid gepresenteerd aan professionals van waterschappen, en in welke vormen?
- 2 Hoe wordt deze informatie geïnterpreteerd en benut door deze professionals, en wat is de invloed ervan op beslisprocessen bij waterschappen?
- 3 Hoe kan de communicatie over statistisch gekwantificeerde onzekerheid worden verbeterd?

We zochten naar antwoorden in drie deelstudies, waarvan de eerste twee zich richtten op hydrologen en beleidsmakers en de derde op bestuurders. Pas nadat we weten hoe professionals op het gebied van de beheersing van risico's van wateroverlast statistische informatie over onzekerheid verwerken, willen we nadenken over nieuwe methoden en richtlijnen voor onzekerheidsanalyse. Dit lijkt ons efficiënter en meer voldoening geven dan eerst methoden en richtlijnen ontwikkelen en vervolgens teleurgesteld vaststellen dat deze niet of nauwelijks worden toegepast.

Theoretisch kader

Twee aspecten van het menselijk gedrag zijn belangrijk in deze studie: de manier waarop mensen statistische informatie verwerken en de manier waarop mensen omgaan met onzekerheid. Voor het eerste aspect, informatieverwerking, gebruiken we het onderscheid dat in de psychologie wordt gemaakt tussen ervaringsgerichte en analytische informatieverwerking (Chaiken en Trope, 1999; Epstein, 1994; Marx e.a., 2007; Sloman, 1996; Slovic e.a., 2004). Bij de analytische, 'langzame' manier wordt informatie verwerkt met rede en logica, uitgedrukt in algoritmes en normatieve regels. Bij de ervaringsgerichte of, 'snelle' manier wordt informatie verwerkt met intuïtie en gevoel (Kahneman, 2011). Beslissingen onder tijdsdruk, wanneer er een extreme gebeurtenis dreigt, zullen meer op ervaring en gevoel worden genomen dan op analyse, logica en statistische gegevens. Bij beslissingen over de beheersing van risico's van wateroverlast op de lange termijn staat tijdsdruk een analytische informatieverwerking echter niet in de weg.

Voor het tweede aspect, omgang met onzekerheid, gebruiken we de 'monstermetafoor', geïntroduceerd door de filosofe Martijntje Smits (2002, 2006) en in de milieuwetenschappen geïntroduceerd door Van der Sluijs (2005). Deze metafoor is gebaseerd op het idee dat mensen de wereld ordenen in binaire, elkaar uitsluitende categorieën, zoals mensen tegenover dieren, leven tegenover dood. Valt iets in beide categorieën, dan groeit er een monster. De elkaar uitsluitende categorieën die Van der Sluijs (2005) onderscheidt op het raakvlak van wetenschap en milieubeleid kunnen ook van toepassing zijn op het raakvlak van toegepaste statistiek en het nemen van beslissingen over beheersing van risico's van wateroverlast: "kennis versus onwetendheid, objectief versus subjectief, feiten versus waarden, voorspelling versus speculatie, en wetenschap versus beleid". Van der Sluijs (2005) noemt vier strategieën om het monster

van onzekerheid te benaderen. Vertaald naar de manieren waarop professionals en bestuurders bij waterschappen omgaan met statistische informatie over onzekerheid bij de beheersing van risico's van wateroverlast zijn dit: (1) extra onderzoek en monitoring uitvoeren teneinde onzekerheid te reduceren (*monsteruitdrijving*); (2) rekening houden met onzekerheid door deze te kwantificeren (*monsteradaptatie*); (3) onzekerheid benadrukken, vanuit een holistisch of spiritueel gezichtspunt of om de uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek in perspectief te plaatsen (*monsteromarming*); (4) onzekerheid expliciet vermelden, manieren zoeken om met meerdere uitkomsten rekening te houden en keuzes transparant maken (*monsterassimilatie*). In tegenstelling tot monsteradaptatie is er bij monsterassimilatie niet één 'optimum' dat je kunt uitrekenen: er wordt gestreefd naar transparantie over de mogelijke opties en ambiguïteit en pluralisme gelden als onvermijdelijk in risicoanalyse. Aan deze vier strategieën voegen wij de mogelijkheid toe dat bestuurders onzekerheid ontkennen en de verantwoordelijkheid voor het nemen van beslissingen onder onzekerheid leggen bij de beleidsmakers (*monsterontkenning*).

Deelstudie 1

Deze studie begon met een verkenning naar hoe watersystemen worden getoetst aan normen voor regionale wateroverlast, en hoe gecommuniceerd wordt over onzekerheid. Met vier professionals (beleidsadviseurs of hydrologen) vonden semi-gestructureerde interviews plaats, over onder meer de rol van statistische informatie over onzekerheid in de praktijk, opleiding en trainingen, en de communicatie van statistische informatie over onzekerheid. Ten slotte konden de geïnterviewden reageren op vier casussen waarin statistische informatie over onzekerheid een rol speelt.

Vervolgens werden in een verdiepende fase professionals van acht verschillende waterschappen geïnterviewd, om inzicht te krijgen in hoe statistische informatie wordt gepresenteerd en geïnterpreteerd. Daarnaast analyseerden we hoe statistische informatie over onzekerheid wordt gepresenteerd in (interne) rapporten bij de betreffende waterschappen.

De waterschappen selecteerden we met een gestratificeerde aselecte steekproef, waarbij we onderscheid maakten tussen waterschappen met voornamelijk beheerste peilen in laag Nederland (50%) en waterschappen met voornamelijk vrije afwatering in hoog Nederland (50%).

In de verkennende fase gaven alle vier de respondenten aan dat (a) communicatie over onzekerheid heel relevant maar complex is en weinig plaatsvindt, en (b) communicatie over onzekerheid kan leiden tot onrust en extra onzekerheid (zie ook Nakayach e.a., 2018). De volgende vijf redenen om onzekerheid niet te communiceren werden genoemd: (1) gebrek aan kennis over statistiek, (2) 'onzekerheid' suggereert dat je geen kennis van, of grip op de zaak hebt, (3) door tijdgebrek heeft communicatie van onzekerheid weinig aandacht, (4) de waarde van informatie over onzekerheid wordt niet onderkend en (5) communicatie van onzekerheid is te complex. Alle respondenten wezen op de kloof tussen partijen die statistische informatie over onzekerheid presenteren (adviesbureaus, onderzoeksinstituten en technisch waterschapsmedewerkers) en partijen die – later in

de keten – deze informatie moeten interpreteren: technisch medewerkers, beleidsmedewerkers en –adviseurs en bestuurders bij waterschappen. Zij krijgen geen formele statistische training aangeboden. Als oplossingen om de kloof tussen beide partijen de dichtstbijzijnde respondenten opfriscursussen over statistiek, de noodzaak van meer kennis over de beslisproblemen van waterschappen en herformulering van onderzoeksopdrachten die waterschappen geven.

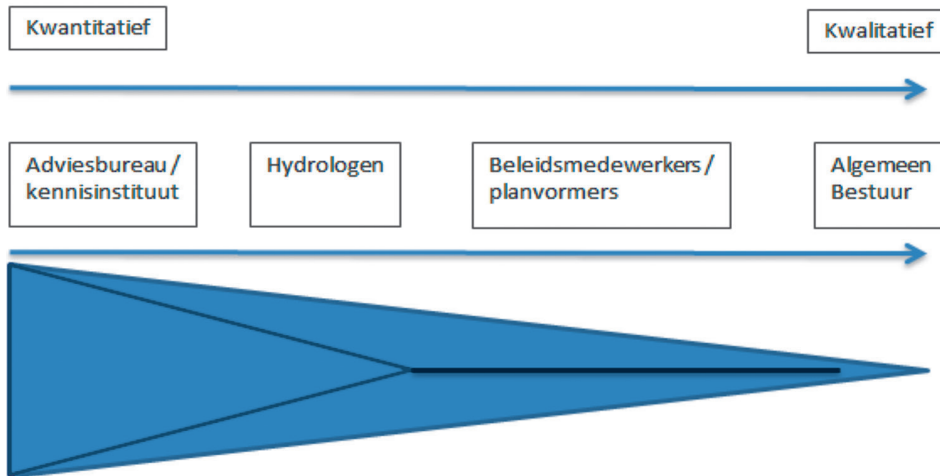
Ten slotte gaven de respondenten aan dat zij er de voorkeur aan geven dat statistische informatie over onzekerheid wordt gepresenteerd aan technisch medewerkers en hydrologen en vervolgens geïmplementeerd in hun adviezen aan bestuursleden, maar dat dit wel een gedachtenverschuiving vereist: een advies wordt ingewikkelder wanneer 'harde getallen' gepaard gaan met bandbreedtes, al kunnen deze soms met behulp van visuele hulpmiddelen helder worden weergegeven.

De vier respondenten kregen ook vier casussen voorgelegd, waarbij hen werd gevraagd verschillende vormen van statistische informatie te interpreteren. Bij de eerste case werden absolute overschrijdingsfrequenties (herhalingstijden), relatieve frequenties (percentages) en overschrijdingskansen van een waterstand voorgelegd. De respondenten vonden herhalingstijden het meest gebruikelijk om de overschrijdingskans van een waterstand weer te geven. Kansen op een gebeurtenis werden niet als gebruikelijk of aantrekkelijk gezien. Relatieve frequenties kunnen een aantrekkelijk alternatief zijn. De tweede casus betrof bandbreedtes, zoals betrouwbaarheidsintervallen en foutenmarges. De respondenten bleken meer ervaring met 95%-betrouwbaarheidsintervallen te hebben dan met marges die het gemiddelde plus of min de standaardfout weergeven. Het concept 'standaardfout' en de relatie ervan met het 95%-betrouwbaarheidsinterval bleken niet bekend te zijn. In de derde casus werden twee kaarten voorgelegd die weergeven waar een hoogwaternorm wordt overschreden. De ene kaart bevatte informatie over onzekerheid, namelijk de *kans* dat ergens de norm voor regionale wateroverlast wordt overschreden, terwijl de andere kaart alleen aangaf waar volgens de modeluitkomsten deze norm wordt overschreden. Hoewel kaarten de respondenten meer aanspraken dan getallen of grafieken, bleek correcte interpretatie van de kanskaart moeilijk te zijn. De laatste casus betrof het statistisch toetsen van een watersysteem aan een norm voor wateroverlast. Alle respondenten vonden dat dit type beslisprobleem zelden voorkomt en hadden moeite om de vraag te beantwoorden. Dit is opmerkelijk, omdat in het tactisch-strategische waterbeheer vaak aan normen moet worden getoetst.

In de verdiepende fase vonden gestructureerde interviews plaats met professionals van acht waterschappen. Daaruit bleek dat de volgende stappen in de communicatie van statistische informatie over onzekerheid kunnen worden onderscheiden binnen een waterschap:

- 1 Adviesbureaus en onderzoeksinstituten naar waterschapshydrologen;
- 2 Waterschapshydrologen naar beleidsadviseurs bij waterschappen;
- 3 Beleidsadviseurs bij waterschappen naar waterschapsbestuurders.

Kwantitatieve informatie over onzekerheid gaat in die stappen over in kwalitatieve, terwijl de communicatie over statistisch gekwantificeerde onzekerheid afneemt, bij het ene waterschap sterker dan bij het andere (afbeelding 1).



Afbeelding 1 Schema van de afname van communicatie van onzekerheid bij waterschappen. Aanvankelijk is er veel communicatie van kwantitatieve informatie over onzekerheid. Richting de fase waarin bestuurders beslissingen nemen, neemt de hoeveelheid gecommuniceerde informatie af en verandert van kwantitatief in kwalitatief (studie 1). Bij circa 50% van de waterschappen verloopt deze afname volgens de zwarte lijnen.

Naast een verschuiving van kwantitatieve naar kwalitatieve informatie, bleek ook een verschuiving van analytische naar ervaringsgerichte informatieverwerking. Experts van adviesbureaus en onderzoeksinstituten verwerken statistische informatie meer analytisch, terwijl beleidsadviseurs en waterschapsbestuurders zich meer baseren op oorzaak-gevolgrelaties, levendige beelden en heuristieken – vooral de recentheids-, beschikbaarheids- en affectheuristiek (Slovic e.a., 2004; Tversky en Kahneman, 1973).

Als positieve aspecten van communicatie van statistische informatie over onzekerheid werden genoemd: (1) het biedt transparantie, (2) er wordt bewust met gegevens omgegaan en het voorkomt valse zekerheden, (3) bandbreedtes bieden het bestuur ruimte, mits het bestuur hier goed mee om kan gaan en (4) het maakt doelmatiger beslissingen mogelijk, men kan geld besparen. Als negatief werd genoemd: (1) ontbreken van meerwaarde en doel, (2) onzekerheid veroorzaakt onrust, (3) onzekerheid geeft onbegrip, (4) onzekerheid kost tijd en geld en (5) het werk wordt makkelijker als je onzekerheid weglaat.

Deelstudie 2

Beleidsadviseurs van waterschappen werden geïnterviewd om de vraag te beantwoorden hoe zij statistische informatie over onzekerheid interpreteren en benutten. Vooral wilden we onderzoeken welke presentatievorm het beste zou worden geïnterpreteerd door beleidsadviseurs.

Evenals bij Studie 1 werden acht waterschappen geselecteerd met een gestratificeerde aselecte steekproef: vier in laag en vier in hoog Nederland. Allereerst werd met een beleidsadviseur van elk van deze waterschappen een semi-gestructureerd interview gehouden, waarbij werd gesproken over de gebruikte vormen van statistische informatie, het niveau van statistische kennis bij medewerkers en bestuurders en de afstemming van statistische informatie op de doelgroep. Ook werden de vier casussen weer voorgelegd waarbij verschillende vormen van statistische informatie over onzekerheid moesten worden geïnterpreteerd.

De interviews maakten duidelijk dat wettelijke en beleidsvoorschriften en maatschappelijke belangen de belangrijkste drijfveren zijn voor waterschappen, efficiëntie en duurzaamheid werden als minder belangrijk beoordeeld. Normen zijn op nationaal niveau als herhalingstijden gedefinieerd. Professionals van waterschappen hebben te maken met maatschappelijke partijen waarvoor formuleringen als 'eens in de vijftig jaar' herkenbaar zijn. Dat verklaart de positieve beoordeling van herhalingstijden als presentatievorm.

Hoewel de respondenten bekend zijn met toetsen aan normen, hadden zij moeite met het interpreteren van de resultaten van een statistische toets en vonden zij deze informatie het moeilijkst interpreteerbaar van alle presentatievormen die in de cases waren voorgelegd. Meestal wordt een gemiddelde vergeleken met een norm. Als het gemiddelde niet voldoet aan de norm dan wordt nader onderzoek gedaan en, indien nodig, worden maatregelen genomen. Met het risico van foute conclusies – ten onrechte concluderen dat wel of niet aan de norm wordt voldaan – wordt geen rekening gehouden. Dientengevolge worden de risico's van ten onrechte investeren in aanvullend onderzoek of in maatregelen niet beheerst. Hierdoor zijn inefficiënte of suboptimale beslissingen niet ondenkbaar. Bovendien blijkt hieruit dat de statistische informatie over onzekerheid die kan worden verkregen met de methodiek voor Berekenen van Onzekerheid van de Wateropgave (BOWA, Kallen e.a., 2012) niet wordt benut bij het toetsen van watersystemen, wat de intentie was van BOWA.

De meeste respondenten zijn zich bewust van het nut van informatie over onzekerheid. Communicatie hierover vindt echter vaak plaats met actoren met weinig of geen kennis van statistiek: bestuurders, burgers, boeren. Het op peil houden van statistische kennis heeft daarom vaak geen prioriteit. De meeste respondenten zeiden dat hun statistische kennis tijdens hun studie beter was, en dat het daarna verwaterde. Op de vraag of onderzoeksinstituten voldoende informatie over onzekerheid en nauwkeurigheid verstrekken om beleidsmakers hun werk naar behoren te kunnen laten doen, antwoordde een aantal respondenten dat zij met onderzoeksinstituten en hydrologen overeen zijn gekomen in welke vorm zij deze informatie willen ontvangen. Het niveau van statistische kennis bij waterschapsbestuurders werd in het algemeen als laag ingeschat.

Deelstudie 3

Deze studie richtte zich op waterschapsbestuurders: in hoeverre en op welke manier spelen communicatie en interpretatie van statistische informatie een rol in hun beslisprocessen?

Negen bestuurders, verbonden aan de acht geselecteerde waterschappen (vier in laag, vier in hoog Nederland), werden geïnterviewd. De interviews van circa een uur waren semi-gestructureerd: van tevoren was vastgesteld welke onderwerpen ter sprake zouden komen en hoe de vragen zouden worden gesteld, met volop ruimte voor eigen inbreng van de respondent. Onderwerpen/vragen waren: (1) hoe definiëren bestuurders onzekerheid bij het nemen van beslissingen voor de beheersing van risico's van wateroverlast? (2) welke rol speelt statistische informatie over onzekerheid als bestuurders beslissingen nemen? en (3) hoe wordt onzekerheid gecommuniceerd met bestuurders, en zijn er mogelijkheden ter verbetering? Bij elk interview werd gevraagd naar voorbeeldprojecten binnen het betreffende waterschap, om de antwoorden zo concreet mogelijk te maken.

De interviews met bestuurders geven een beeld van hoe zij onzekerheid begrijpen, waarbij het volgende naar voren komt: (1) niet alles kan bekend zijn, (2) over een beslissing kan twijfel en onzekerheid bestaan, (3) het systeem is onvoorspelbaar: situaties verschillen en het is onmogelijk om alle omstandigheden te kennen en deze informatie te benutten bij het nemen van beslissingen, (4) bij het nemen van beslissingen en bij implementatie van beleid is er een inherente onzekerheid, omdat het nemen van maatregelen afhangt van financiën en van mensen waarover niet op voorhand voorspellingen kunnen worden gedaan.

Bestuurders zijn zich ervan bewust dat beslissingen nemen met risico's gepaard gaat. Zij geven aan dat zij beslissingen moeten nemen in beleidsproblemen die goed tot matig gestructureerd zijn en waarbij kennis het beslisproces kan ondersteunen.

In goed gestructureerde beleidsvraagstukken bestaat zekerheid over de relevante kennis en consensus over waarden. Statistisch gekwantificeerde onzekerheid wordt hierbij vaak gecommuniceerd. Bij matig gestructureerde beleidsvraagstukken kunnen zich echter gebrek aan kennis en informatie voordoen (Petersen, 2012, p. 83).

De interviews laten zien dat bestuurders op verschillende manieren omgaan met onzekerheid: (1) ze vragen om (aanvullend) onderzoek en monitoring om onzekerheid te reduceren (monsteruitdrijving), (2) ze proberen goede vragen te stellen en proberen de beslissingsproblemen goed te begrijpen (monsterassimilatie) of (3) zij investeren meer in het proces van het nemen van beslissingen onder onzekerheid dan in onderzoek om onzekerheid te reduceren (monsteromarming). In aanvulling op de strategieën die Van der Sluijs (2005) voorstelt zagen we dat respondenten ook (4) onzekerheid ontkennen en de verantwoordelijkheid voor het nemen van beslissingen leggen bij de beleidsmakers (monsterontkenning).

De strategie van monsteradaptatie (Van der Sluijs, 2005) – omgaan met onzekerheden door deze te kwantificeren – kwam niet naar voren als een strategie die gebruikt wordt door bestuurders van waterschappen. De interviews laten zien dat er in het beslisproces weinig aandacht wordt gevraagd voor het onder-

zoek zelf, de onderliggende waarden en bandbreedtes. Ook is een spanning waar te nemen tussen de verschillende soorten beslisproblemen en de rol van kennis daarin. De meeste beslissingen worden gekwalificeerd als goed of matig gestructureerd: er is consensus over de doelstellingen, terwijl de informatie over onzekerheid aangeeft dat er verschillende beslissingen mogelijk zijn. Waterschapsbestuurders noemen echter ook het belang van communicatie over onzekerheid bij beslissingen waarbij er geen consensus is over waarden: in discussies over waarden bestaat het risico dat onzekerheid een kleine rol speelt, of zelfs volledig wordt gebagatelliseerd.

Discussie

De resultaten van de deelstudies laten zien dat het benutten van statistische informatie over onzekerheid in strategisch kwantitatief waterbeheer afhangt van een scala aan factoren, variërend van hoe individuen denken tot hoe beslisprocessen verlopen. Bovendien blijken deze factoren onderling afhankelijk te zijn.

Het psychologische onderscheid tussen experiëntiële en analytische verwerking van informatie (Kahneman, 2011) helpt te begrijpen hoe professionals en bestuurders van waterschappen statistische informatie over onzekerheid interpreteren: niets menselijks is hen vreemd. De manier van informatieverwerking hangt af van het stadium in de communicatieketen die loopt van professionals van adviesbureaus en waterschapshydrologen via beleidsadviseurs naar bestuurders: er is een verschuiving te zien van analytische naar experiëntiële informatieverwerking. Statistische informatie over onzekerheid bereikt de bestuurders aan het eind van de keten. Niettemin zijn zij zich bewust van het risico dat inefficiënte beslissingen worden genomen als gevolg van onzekerheid en vinden discussies plaats over de noodzaak en kosten van maatregelen in relatie tot onzekerheid. Bij het nemen van beslissingen vertrouwen bestuurders op de kennis van experts.

De monstermetafoer (Smits, 2002, 2006; Van der Sluijs, 2005) helpt te begrijpen hoe waterschapsbestuurders omgaan met statistische informatie over onzekerheid, als onderdeel van organisaties met een eigen cultuur en traditie. Monsterassimilatie bleek relevant: expliciet vermelden van onzekerheid, proberen om rekening te houden met meerdere mogelijke uitkomsten, en keuzes transparant maken. Volgens Van der Sluijs (2005) wint monsterassimilatie aan terrein in beleidsontwikkeling, wat een prominentere rol impliceert voor de communicatie van onzekerheden.

Monsteradaptatie – omgaan met onzekerheden door ze te kwantificeren – kwam niet als strategie van bestuurders naar voren. Uit de interviews blijkt dat er in de besluitvorming weinig aandacht wordt gevraagd voor onzekerheid in het onderzoek zelf, waardeoordelen die eraan ten grondslag liggen en bandbreedtes. Er is spanning merkbaar tussen de verschillende soorten problemen en de rol die kennis daarin speelt. De meeste beslissingsproblemen worden omschreven als goed of matig gestructureerd: er is consensus over de doelen en de aangeleverde informatie schetst verschillende mogelijke keuzes. Bestuurders noemen echter ook het belang van het communiceren van onzekerheid in besluiten waar

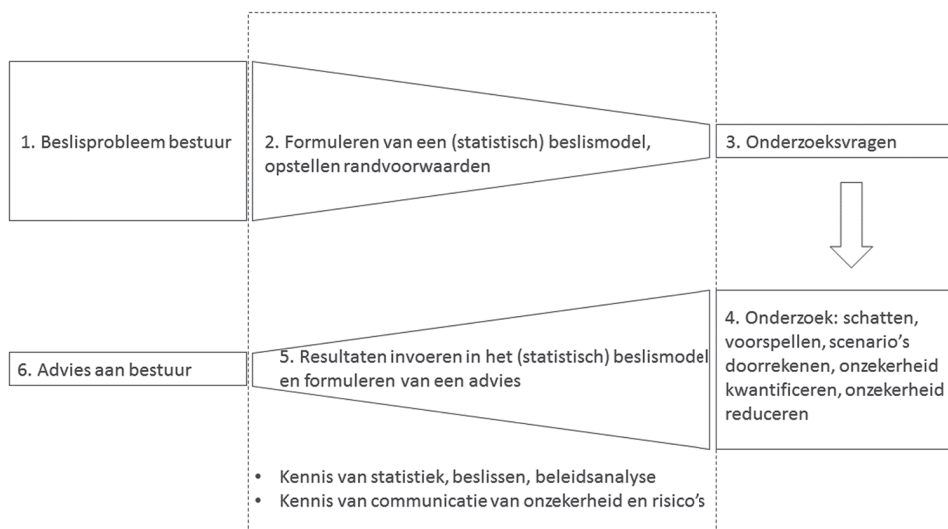
geen consensus bestaat over waarden: bij discussies over waarden bestaat het gevaar dat onzekerheid een kleinere rol speelt of ondergesneeuwd raakt. De strategie van monsteradaptatie zal vooral succesvol zijn als beslissingsproblemen goed gestructureerd zijn, gestreefd wordt naar kosteneffectiviteit en de omstandigheden voor analytische verwerking van statistische informatie optimaal zijn. Ondanks dat bestuurders de meeste beslissingsproblemen classificeerden als (relatief) goed gestructureerd, en ondanks hun streven naar kosteneffectiviteit, is de strategie 'monsteradaptatie' nog niet geworteld in het beleid om risico's van wateroverlast op lange termijn te beheersen. Dit komt mogelijk doordat de omstandigheden voor analytische verwerking van statistische informatie niet optimaal zijn: beslissingen worden genomen onder tijdsdruk, er is gebrek aan kennis van statistiek en statistische informatie is slecht gepresenteerd. Andere oorzaken kunnen liggen in cultuur en traditie ('we nemen beslissingen altijd op deze manier'), status (omdat deskundigheid wordt verwacht, worden onzekerheden niet gecommuniceerd), en beleid (de geldende richtlijnen en overeenkomsten vragen niet om communicatie van onzekerheden). Benutting van statistische informatie over onzekerheid hangt af van diverse, onderling afhankelijke factoren. Daarom zal een coherente set maatregelen in verschillende stadia van communicatie en op verschillende niveaus van besluitvorming effectiever zijn dan het aanbieden van een enkele richtlijn voor onzekerheidsanalyse (zie Pappenberger en Beven, 2006).

Praktische aanbevelingen

- 1 Benut expertise over statistiek en besliskunde vroegtijdig. De afstand tussen experts en bestuurders kan worden overbrugd door statistische expertise beter in te kaderen en te contextualiseren in het beslisprobleem van de bestuurder. Voorbeelden zijn toepassing van hypothesetoetsen en gebeurtenis-beslissingsbomen. Hiervoor is kennis van statistiek en besliskunde nodig. Daarom bevelen we aan om beslisproblemen voorafgaand aan een project te analyseren samen met een expert in statistiek en besliskunde. Daarna kunnen waterschapsbestuurders keuzes maken over de maximaal aanvaardbare risico's en financiële randvoorwaarden. Beleidsmedewerkers en waterschapshydrologen kunnen vervolgens, ondersteund door deze expert, onderzoekopdrachten formuleren en voorstellen voor ingrepen en maatregelen ontwikkelen. Afbeelding 2 geeft dit schematisch weer.
- 2 Ontwikkel kennis op het gebied van statistisch redeneren en beslissen, voor zowel technisch-vakinhoudelijke professionals als voor beleidsmedewerkers en bestuurders. De weinige cursussen waarbij statistische kennis kan worden opgefrist worden vooral bezocht door technisch-vakinhoudelijk gerichte professionals. Het accent van deze opleidingen en cursussen ligt vooral op het toepassen van statistische methoden (tijdreeksanalyse etc.). Veel minder ligt de nadruk op statistisch redeneren en beslissen. Uit psychologisch onderzoek blijkt echter dat statistische problemen ook voor leken inzichtelijker kunnen worden door Bayesiaans te redeneren met absolute frequenties (Gigerenzer en Hoffrage, 1995; Gigerenzer en Edwards, 2003; Zhu en Gigerenzer, 2006). Wij bevelen aan om in bijscholings- en opfriscursussen het accent te leggen

op statistisch redeneren en beslissen: wat betekent statistische informatie over onzekerheid voor een besluit? Om zelfselectie te vermijden bevelen we aan om de gehele doelgroep te overtuigen van het nut van deze kennis.

- 3 Verbeter de structuur van beslissingsproblemen door ze te formuleren in raamwerken voor het nemen van beslissingen zoals hypothesetoetsen en gebeurtenis-beslissingsbomen. Hoewel in het waterbeheer normen worden gehanteerd, wordt het goed gestructureerde raamwerk van een statistische toets zelden toegepast. Daardoor zijn de risico's van foute beslissingen niet bekend en niet beheerst, wat kan leiden tot inefficiënte beslissingen, zoals verkeerde investeringen of maatregelen die tot financiële claims kunnen leiden. Door toetsing aan normen in een statistische hypothesetoets te gieten, en door de kansen op foute conclusies daarbij te vertalen in financiële risico's, kunnen de risico's van foute beslissingen worden beheerst. Wij bevelen aan om hierbij een gebeurtenis-beslissingsboom te gebruiken en de verschillende opties uit te drukken in monetaire of andere waarden die relevant zijn voor professionals in het waterbeheer.
- 4 Presenteer niet alleen herhalingstijden, maar ook kansen op optreden binnen een bepaalde periode. Herhalingstijden bleken veel te worden gebruikt om de kans op wateroverlast uit te drukken. Volgens verschillende respondenten kunnen herhalingstijden echter gevoelig zijn voor misinterpretatie, bijvoorbeeld wanneer een waterstand met een herhalingstijd van bijvoorbeeld eenmaal per honderd jaar twee keer kort achter elkaar voorkomt. Ook Bell en Tobin (2007) en Serinaldi (2015) wijzen op misinterpretaties. Wij bevelen aan om zowel herhalingstijden te presenteren als kansen op optreden binnen een bepaalde periode. Deze kunnen worden ingevoerd in een beslismodel waarbij statistische kansen worden vermenigvuldigd met schade tot risico's.



Afbeelding 2 Schema van de aanbevolen werkwijze om statistische informatie over onzekerheid bij te laten dragen aan doelmatige beslissingen in het tactisch-strategische waterbeheer

Conclusies

- 1 Statistische informatie over onzekerheid (betrouwbaarheidsintervallen, standaardfouten of kansen op type-I- of type-II-fouten etc.) zijn moeilijk te interpreteren en daarom niet bruikbaar voor veel planvormers, beleidsmakers en bestuurders in het tactisch-strategische waterbeheer.
- 2 De huidige praktijk waarbij beslissingen worden onderbouwd met deskundigenoordeel en ervaring kan leiden tot inefficiënte beslissingen, omdat de risico's van onjuiste beslissingen, zoals ondoelmatige investeringen, niet zijn gekwantificeerd en niet kunnen worden beheerst.
- 3 De huidige praktijk van normtoetsing, waarbij een gemiddelde wordt vergeleken met een norm zonder de nauwkeurigheid van het geschatte gemiddelde en de risico's van onjuiste conclusies te kennen, kan leiden tot ondoelmatige beslissingen (onnodige maatregelen, overbodig extra onderzoek of nalaten van noodzakelijk extra onderzoek, schadeclaims).
- 4 In de huidige praktijk wordt statistische informatie niet benut bij het nemen van beslissingen, omdat beslisproblemen van waterschapsbestuurders niet zijn vertaald in een statistisch beslismodel, waardoor beslisproblemen minder goed gestructureerd zijn dan mogelijk is. Statistische informatie over onzekerheid wordt los van een beslisprobleem aangeleverd, en niet als invoer voor een model om dat probleem op te lossen. In plaats daarvan worden beslissingen onderbouwd met best estimates, deskundigenoordeel en ervaring. Best estimates hoeven echter niet te leiden tot effectieve maatregelen (Morgan e.a., 1990), deskundigenoordeel kan leiden tot vertekeningen (Sjöberg, 2009; Tversky en Kahneman, 1974), terwijl beslissingen op basis van heuristieken die uit ervaring voortkomen niet optimaal hoeven te zijn (Kahneman, 2011).
- 5 Waterschapsmedewerkers en -bestuurders geven aan dat statistische informatie over onzekerheid tot onrust kan leiden, maar zien tegelijkertijd in dat statistische informatie over onzekerheid een nuttige aanvulling is op ervaringen en inzichten van experts en dat communicatie over onzekerheid bij langetermijnbesluitvorming uiteindelijk doelmatiger is. Hieruit concluderen we dat er onder waterschapsmedewerkers en -bestuurders draagvlak is om statistische informatie over onzekerheid te benutten bij het nemen van beslissingen.

Dankwoord

De auteurs bedanken STOWA voor de ondersteuning van het onderzoek dat tot dit artikel heeft geleid (Knotters e.a., 2017). In het bijzonder bedanken wij Ronald Hemel, Joost Heijkers en Dolf Kern die namens STOWA dit onderzoek hebben begeleid.

Literatuur

Bell, H.M. en G.A. Tobin (2007) Efficient and effective? The 100-year flood in the communication and perception of flood risk; in: *Environmental Hazards*, volume 7, pag 302-311.

- Botzen, W.J., J.C. Aerts en J.C. van den Bergh** (2009) Dependence of flood risk perceptions on socioeconomic and objective risk factors; in: *Water Resources Research*, volume 45, W10440, doi:10.1029/2009WR007743.
- Chaiken, S. en Y. Trope** (1999) *Dual-process theories in social psychology*; Guilford Press, New York.
- EFSA (European Food Safety Authority) Scientific Committee, D. Benford, T. Halldorsson, M.J. Jeger, H.K. Knutsen, S. More, H. Naegeli, H. Noteborn, C. Ockleford, A. Ricci, G. Rychen, J.R. Schlatter, V. Silano, R. Solecki, D. Turck, M. Younes, P. Craig, A. Hart, N. von Goetz, K. Koutsoumanis, A. Mortensen, B. Ossendorp, L. Martino, C. Merten, O. Mosbach-Schulz en A. Hardy** (2018) Guidance on uncertainty analysis in scientific assessments; in: *EFSA Journal*, volume 16, 5123. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5123.
- Epstein, S.** (1994) Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious; in: *American Psychologist*, volume 49, pag 709-724.
- Gigerenzer, G. en A. Edwards** (2003) Simple tools for understanding risks: From innumeracy to insight; in: *British Medical Journal*, volume 327, pag 741-744.
- Gigerenzer, G. en U. Hoffrage** (1995) How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats; in: *Psychological Review*, volume 102, pag 684-704.
- Kahneman, D.** (2011) *Thinking, fast and slow*; Farrar, Straus and Giroux, New York.
- Kallen, M. J., A.A.J. Botterhuis en H. Hakvoort** (2012) Rekenmodule ten behoeve van de toetsing watersystemen aan regionale wateroverlast. Berekenen onzekerheid van de wateropgave (BOWA); STOWA-rapport 2012-05, Amersfoort.
- Knotters, M., P.M. Poortvliet, J. Verstoep, J. van Wijk en P. Bergsma** (2017) *Communiceren van statistische informatie over onzekerheid in het tactisch-strategische waterkwantiteitsbeheer*; rapport 2017-21, STOWA, Amersfoort.
- Marx, S.M., E.U. Weber, B.S. Orlove, A. Leiserowitz, D.H. Krantz, C. Roncoli en J. Phillips** (2007) Communication and mental processes: Experiential and analytic processing of uncertain climate information; in: *Global Environmental Change*, volume 17, pag 47-58.
- Morgan, M.G., M. Henrion en M. Small** (1990) *Uncertainty: A guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis*; Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nakayachi, K., B.B. Johnson en K. Koketsu** (2018) Effects of acknowledging uncertainty about earthquake risk estimates on San Francisco bay area residents' beliefs, attitudes, and intentions; in: *Risk Analysis*, volume 38, pag 666-679.
- Pappenberger, F. en K.J. Beven** (2006) Ignorance is bliss: Or seven reasons not to use uncertainty analysis; in: *Water Resources Research*, volume 42, W05302, doi:10.1029/2005WR004820.
- Pasman, H.J., W.J. Rogers en M.S. Mannan** (2017) Risk assessment: What is it worth? Shall we just do away with it, or can it do a better job?; in: *Safety Science*, volume 99, pag 140-155.

- Patt, A. en S. Dessai** (2005) Communicating uncertainty: Lessons learned and suggestions for climate change assessment; in: *Comptes Rendus Geoscience*, volume 337, pag 425-441.
- Petersen, A.C.** (2012) *Simulating nature: A philosophical study of computer-simulation uncertainties and their role in climate science and policy advise*; proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Poortvliet, P.M., M. Knotters, P. Bergsma, J. Verstoep en J. van Wijk** (2019) On the communication of statistical information about uncertainty in flood risk management; in: *Safety Science*, volume 118, pag 194-204.
- Serinaldi, F.** (2015) Dismissing return periods!; in: *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, volume 29, pag 1179-1189.
- Sjöberg, L.** (2009) Are all crowds equally wise? A comparison of political election forecasts by experts and the public; in: *Journal of Forecasting*, volume 28, pag 1-18.
- Sloman, S.A.** (1996) The empirical case for two systems of reasoning; in: *Psychological Bulletin*, volume 119, pag 3-22.
- Slovic, P., M.L. Finucane, E. Peters en D.G. MacGregor** (2004) Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality; in: *Risk Analysis*, volume 4, pag 311-322.
- Sluijs, J. van der** (2005) Uncertainty as a monster in the science-policy interface: Four coping strategies; in: *Water Science and Technology*, volume 52, pag 87-92.
- Smits, M.** (2002) *Monsterbezwering: De culturele domesticatie van nieuwe technologie*; proefschrift, Universiteit Twente.
- Smits, M.** (2006) Taming monsters: the cultural domestication of new technology; in: *Technology in Society*, volume 28, pag 489-504.
- Tversky, A. en D. Kahneman** (1973) Availability: A heuristic for judging frequency and probability; in: *Cognitive psychology*, volume 5, pag 207-232.
- Tversky, A. en D. Kahneman** (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases; in: *Science*, volume 185, pag 1124-1131.
- Zhu, L. en G. Gigerenzer** (2006) Can children solve Bayesian problems: The role of representation in mental computation; in: *Cognition*, volume 98, pag 287-308.

Summary On the communication of statistical information about uncertainty in flood risk management

Uncertainty analysis is not typically performed in hydrological and hydraulic modelling. This is problematic because this may lead to inefficient decision making in water management. We therefore explored the role of statistical knowledge on uncertainty in decision-making processes in long term flood risk management within the context of regional water boards in the Netherlands. Research questions were: (1) in which parts of flood risk management statistical information about uncertainty is presented to professionals of regional water boards, and in which forms?; (2) how is this information interpreted and used by these professionals, and how does this influence decision-making processes in regional water boards?; and (3) how can communication about statistically quantified uncertainty be improved? To answer these questions we conducted interviews and surveys among professionals

and board members of Dutch regional water boards. Results suggest that statistical information on uncertainty is hard to interpret by professionals. The amount of statistical information on uncertainty strongly reduces during the decision making process, during which the information transforms from quantitative to qualitative. As a result the statistical information on uncertainty is not utilized to solve flood risk management decision problems. These decision problems are not formulated within statistical frameworks for decision making, and statistical information on uncertainty is not collected and presented with the purpose to be input of such frameworks. Practical recommendations for long term flood risk management are discussed.

Auteurs

MARIJN POORTVLIET

Communication, Philosophy, & Technology, Wageningen University
marijn.poortvliet@wur.nl

MARTIN KNOTTERS

Wageningen Environmental Research
martin.knotters@wur.nl

JOËL VERSTOEP

Communication, Philosophy, & Technology, Wageningen University

JISKA VAN WIJK

Communication, Philosophy, & Technology, Wageningen University

PETRA BERGSMA

Communication, Philosophy, & Technology, Wageningen University

