

NEDERLANDSE MODELLEN OM SCHADES VAN OVERSTROMINGEN TE SCHATTEN: EMPIRISCHE VERSCHILLEN

Anne van der Veen en Wouter Vreeken*

■ Nederland is opgedeeld in 95 dijkringen. De dijkringen en de hoogte van de veiligheidsnormen zijn sinds 1996 vastgelegd in de Wet op de waterkeringen, en nu in de Waterwet. In 2008 heeft de Deltacommissie geadviseerd de normen aan te passen aan toegenomen inwoneraantallen en economische waarde. Daarbij werd als richtgetal een factor 10 genoemd. Het CPB werkte recent ook aan een methode voor het bepalen van het economisch optimale beschermingsniveau per dijkkring (Eijgenraam, 2005; Eijgenraam, 2006; Eijgenraam, 2008). Optimaal wil zeggen dat de totale kosten van investeringen en de verwachte schade over een langere periode werden geminimaliseerd. Voor dit type onderzoek werd gebruik gemaakt van het Hoogwater Informatie Systeem-Schade en Slachtoffermodule (Kok *et al.*, 2002; Kok *et al.*, 2005). Dit software programma HIS-SSM kent al een lange geschiedenis. Het programma is in staat voor een case directe en indirecte economische schade te berekenen. Het fungeerde als basis voor verschillende Maatschappelijke Kosten-Baten Analyses (MKBA) en heeft zo de discussie over de normering van de dijkringen verder vorm gegeven. Vanuit een governance perspectief zal via deze normeringen binnenkort de moeilijke draai gemaakt moeten worden om het gebruik van zogenaamde overschrijdingskansen in de Waterwet te vertalen naar overstromingskansen.

■ Recent is echter een alternatieve benadering, de Waterschade Schatter (WSS), op het toneel verschenen (STOWA, 2013), een model waarin schade geen welvaartstheoretische betekenis kent maar waar de verzekeringsgedachte wordt gevolgd. De inbedding van optimale dijkhoogte in een MKBA met een welvaartstheoretische aanpak verschilt natuurlijk van wat in de verzekeringswereld gebruikelijk is. Beide modellen zullen dus aanzienlijk van elkaar verschillen, maar toch is het interessant om beide naast elkaar te zetten. De reden is dat beide modellen vrijwel altijd in een *ex ante* situatie worden gebruikt om door te rekenen wat het effect is van bepaalde maatregelen om overstromingen/wateroverlast te voorkomen. Inzicht in de

eigenschappen van beide modellen is dus essentieel. Interessant is dan te bezien in hoeverre uitkomsten verschillen als de beide modellen op dezelfde case worden toegepast.

Doel van dit artikel is om inzicht in beide modellen te vergroten en de empirische verschillen tussen de *WaterSchadeSchatter* en het *HIS-SSM* te verklaren. Dat doen we door de werking van de modellen te bespreken en door de verschillen in de berekening van directe en indirecte economische schade toe te lichten. De schades zullen worden gevisualiseerd via een GIS-systeem. De verschillen in ruimtelijke detaillering tussen de twee modellen zullen daarom als laatste worden besproken. De verschillen worden toegelicht met behulp van de casus Zoetermeer.

* **Anne van der Veen**, Hoogleraar Ruimtelijke Economie, Faculteit Construerende Wetenschappen, Universiteit Twente, en **Wouter Vreeken**, Student Civiele Techniek en Management, Universiteit Twente. Beiden zijn werkzaam aan de Faculteit Construerende Wetenschappen, afdeling Waterbeheer, Universiteit Twente.

Voor wie dieper in de materie en het debat wil duiken dan in dit artikel mogelijk is, geven wij enkele suggesties. In het EU-onderzoeksproject Floodsite is methodische kennis samengebracht en overzichtelijk gerapporteerd (Messner *et al.*, 2007). Voorbeelden van methodologische aspecten betreffen het gebruik van directe en indirecte schadebegrippen (Bočkarjova, Steenge and van der Veen, 2004; van der Veen, 2004), het visualiseren van schade in de ruimte (van der Veen and Logtmeijer, 2005) en de rol van onzekerheid in de berekening van schades (Aerts *et al.*, 2008). Voor Nederland en de discussie rond de dijkringen ligt er uitgebreide literatuur over de berekening van kosten en baten van hoogwaterbescherming. Deze aanpak heeft uiteindelijk geresulteerd in een model dat voor Nederland berekent wat de optimale dijkhoogte is per dijkkring (Kind, 2011). Er zijn daarnaast veel rapporten met empirische toepassing binnen Nederland (Klijn *et al.*, 2007; Jonkman *et al.*, 2008; Gauderis and Kind, 2011).

Introductie van de modellen

De twee modellen verschillen wezenlijk van elkaar. Het HIS-SSM schat schade voor grote, langdurige overstromingen terwijl de WSS vooral is bedoeld om schade door wateroverlast te schatten. HIS-SSM neemt een MKBA-standpunt in, waarbij schade een welvaartseconomische betekenis krijgt, de WSS gaat uit van een benadering gebaseerd op verzekeringsschade.

DE WATERSCHADESCHATTER

De WSS is een online-applicatie voor het schatten van waterschade, gebouwd door adviesbureaus Nelen & Schuurmans en Deltares (www.waterschadeschatter.nl). Deze online-tool is, zoals wordt gesuggereerd, in staat een overzicht te geven van de kosten en de baten van een beschermingsmaatregel. De gebruiker moet de kosten van een maatregel berekenen, de baten worden door de WSS bepaald. De WSS legt een relatie tussen de optredende wateroverlast en de schade die ontstaat aan gebouwen, infrastructuur en gewassen. De baten zijn dan gelijk aan de met de maatregelen voorkomen schade.

De invoer van de WSS bestaat uit een ASCII-tabel met daarin per cel de waterstand t.o.v. NAP. De WSS werkt met een landgebruikskaart van 0,5m bij 0,5m en baseert dan ook de schade per onderscheiden schadecategorie op dit detailniveau. Het maakt daarbij niet uit welk detailniveau de ASCII-tabel hanteert, de WSS zet alle kaarten om in cellen van 0,5m bij 0,5m. Hierdoor is de WSS in staat met zeer gedetailleerde kaarten om te gaan. De waterstand van de ASCII-tabel wordt vervolgens verdeeld over de cellen van 0,5m bij 0,5m. Daarna wordt per 0,25m² berekend wat de schade op deze plek is. De formule die daarvoor wordt gebruikt luidt:

$$schade = max. directe schade * Y_{diepte} * Y_{duur} * Y_{seizoen} + indirecte schade per dag * hersteltijd$$

Y_{diepte} = reductiefactor van de waterdiepte
 Y_{duur} = reductiefactor van de duur van de inundatie
 $Y_{seizoen}$ = reductiefactor afhankelijk van het seizoen
 hersteltijd = de tijd die nodig is voor een schadecategorie om zich te herstellen

De formule gaat uit van twee soorten schade: directe en indirecte schade. Directe schade is de schade die ontstaat door direct contact met het oppervlaktewater. De indirecte schade is de schade die ontstaat als gevolg van de directe schade. Bijvoorbeeld doordat in de dagen na een wateroverlastgebeurtenis een gebouw met een winkelfunctie gedurende de herstelwerkzaamheden gesloten is. De misgelopen omzet minus kosten is dan indirecte schade. Deze schade is afhankelijk van de duur van de herstelwerkzaamheden (STOWA, 2013).

De directe en indirecte schade worden voor een gebeurtenis bepaald per schadecategorie. De schadecategorieën zijn landgebruiksfuncties op een kaart met daaraan gekoppeld een maximale schade. De maximale directe schade en de indirecte schade per dag zijn per schadecategorie verschillend. Of de maximale directe schade per categorie ook daadwerkelijk wordt berekend, hangt af van reductiefactoren die betrekking hebben op de waterdiepte, de duur van de wateroverlast en het seizoen (zie formule). De reductiefactor die bepaalt of de maximale indirecte schade wordt berekend, is de hersteltijd.

HOOGWATER INFORMATIE SYSTEEM-SCHADE EN SLACHTOFFER MODULE

Het Hoogwater Informatie Systeem-Schade en Slachtoffermodule (HIS-SSM) is een programma waarmee de verwachte schade en het verwachte aantal slachtoffers ten gevolge van een overstroming kunnen worden bepaald (Groot Zwaafink and Dijkman, 2007). Het programma combineert informatie over ruimtegebruik met een overstromingsscenario via schadefuncties en maximale schadebedragen.

Een belangrijk onderdeel binnen HIS-SSM is de zogenaamde Standaardmethode (Kok *et al.*, 2005). Hierin zijn landschapskaarten, de schadecategorieën, de schadebedragen, de schadefuncties en de wegingsset van het model opgenomen. Sommige onderdelen, zoals de schadefuncties, zijn niet aan te passen door de gebruiker. De Standaardmethode is 'goed' afgeschermd waardoor het voor de gebruiker moeilijk is om de methode aan te passen.

Het HIS-SSM is in staat een schade te berekenen in tabellen met waterstanden die een detailniveau hebben van 100m bij 100m. Als een gedetailleerdere kaart wordt ingevoerd wordt deze opgeschaald, zodat het detailniveau alsnog 100m bij 100m wordt.

Schadegroep HIS-SSM	Bepalende/correlerende variabelen van schadebedrag
Grondgebruik (landbouw, recreatie, vliegvelden)	• Directe schade: waarde kapitaalgoederenvoorraad • Indirecte schade: toegevoegde waarde landbouw
Infrastructuur	• Waarde grond-, weg- en waterbouwkundige werken (GWW)
Huishoudens (woningen en auto's)	• Waarde kapitaalgoederenvoorraad – woningen (gebouwen) • Waarde kapitaalgoederenvoorraad – vervoermiddelen
Bedrijven	• Directe schade: – waarde kapitaalgoederenvoorraad – bedrijfsgebouwen; – waarde kapitaalgoederenvoorraad – machines en installaties. • Indirecte schade: toegevoegde waarde
Overig (gemalen, waterzuivering)	• Waarde grond-, weg- en waterbouwkundige werken (GWW)

Figuur 1:
Bepalende waarden maximaal schadebedrag HIS-SSM
(Gauderis & Kind, 2011)

De gebruikte formule van HIS-SSM is:

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_i n_i S_i$$

Waarin,

S = totale schade

α_i = schadefactor categorie i

n_i = aantal eenheden in categorie i

S_i = maximale schade per eenheid in categorie i

Net als bij de WSS werkt HIS-SSM met maximale directe- en indirecte schadebedragen per schadecategorie. α is een schadefactor en is vergelijkbaar met de reductiefactor van de WSS. De schadefactor kan echter afhankelijk zijn van andere factoren.

De maximale schadebedragen zijn gebaseerd op herbouwwaarde voor gebouwen en vervangingswaarde voor kapitaalgoederen, inboedels of bijvoorbeeld vliegtuigen en marktwaarde voor landbouwproducten (Kok *et al.*, 2002; Kok *et al.*, 2005). Zie Figuur 1.

Uit de Figuur blijkt dat HIS-SSM werkt met directe schades, indirecte schades en met schade door bedrijfsuitval. Met directe schade wordt de schade bedoeld die ontstaat als gevolg van een overstroming. Indirecte schade bestaat uit schade bij toeleverende en afnemende bedrijven buiten het dijkgebied door het deels wegvallen van de omzet en door schade vanwege het doorsnijden van aan- en afvoerroutes. Dit laatste wordt benaderd via reistijdverlies (Schrojenstein Lantman, 2007). Bedrijfsuitval is de schade die optreedt doordat een bedrijf bijvoorbeeld geen omzet meer kan genereren. Alhoewel dat eigenlijk theoretisch minder juist is, wordt in de volgende paragraaf bij het vergelijken van de modellen de categorie “bedrijfsuitval” geschaard onder indirecte schade aangezien de WSS de twee categorieën samen neemt (zie ook Kind, 2011).

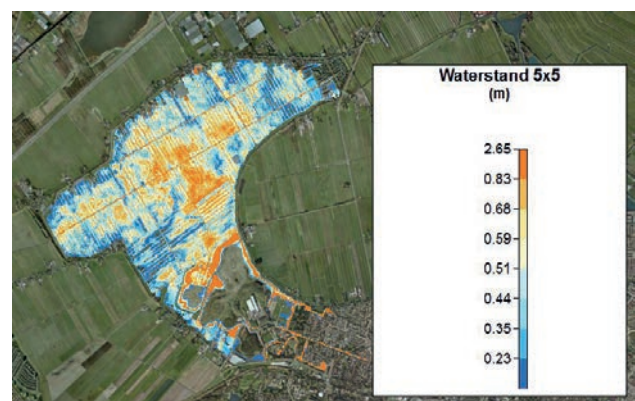
De stroomsnelheid en de wegingsset van de indirecte schade zijn twee belangrijke variabelen waar de gebruiker invloed op heeft en die daadwerkelijk effect hebben op de schade. De wegingsset kan gezien worden als een soort multiplier van schade in het economische systeem (Bočkarjova, Steenge and van der Veen, 2004; van der Veen and Logtmeijer, 2005).

De stroomsnelheid is een variabele om goed in het oog te houden. Omdat HIS-SSM werkt met grootschalige overstromingen, kan de stroomsnelheid een omslag teweeg brengen in de schadeberekeningen. In het algemeen wordt aangenomen dat bij een snelheid van meer dan 8,0 m/s gebouwen zullen instorten; echter voor eengezinswoningen, boerderijen en laagbouw woningen is aangenomen dat dit reeds bij 1-2 m/s zal voorkomen. Dat impliceert dat het volledige bedrag aan herbouw als schade wordt ingecalculleerd.

De casus Zoetermeer

Er is door ons gezocht naar een geschikt gebied om de verschillen tussen HIS-SSM en WSS nader te bezien. Een doorbraak van een dijk bij Zoetermeer levert volgens ons interessante gegevens op.

In Figuur 2 laten we op een detailniveau van 5x5 meter de diepte van de gesimuleerde overstromingen zien. De duur van de overstroming is op drie dagen gezet. Het blijkt dat de overstroming beperkt blijft tot een landbouwgebied en een paar straten in Zoetermeer.



Figuur 2: Waterstanden in meters na een gesimuleerde overstroming met een duur van drie dagen bij Zoetermeer

Voor de WSS kan, zoals eerder besproken, informatie op een raster van 0,5 bij 0,5 meter worden ingevoerd.

* In input-output modellen in de economische wetenschap geven multipliers aan in hoeverre economische sectoren van elkaar afhankelijk zijn. Niet alleen toeleverende sectoren zijn afhankelijk van stagnatie in productie, maar ook afnemers kunnen in de knel komen.

Tabel 1:
Directe schade
door een over-
stroming van
3 dagen bij
Zoetermeer. Links
het HIS-SSM
model; rechts
de WSS.

HIS-SSM			WSS		
Categorie	Eenheid	Bedrag (€)	Categorie	Oppervlakte	Bedrag (€)
Landbouw	422 ha	3.659.957	Woonfunctie	0,1 ha	114.312
Glastuinbouw	2,8 ha	528.615	Industriefunctie	0,0 ha	40.560
Stedelijk gebied	2,0 ha	663.044	Kassen	0,0 ha	2.369
Recreatie extensief	13,9 ha	759.618	Bijeenkomstfunctie	0,0 ha	12.832
Recreatie intensief	2,3 ha	95.979	Sportfunctie	0,0 ha	6
Overige wegen	0,2 ha	105.861	Overig <50 m²	0,1 ha	25.856
Spoorwegen	56 m	649.099	Overig >50 m²	0,2 ha	75.458
Vervoermiddelen	74 stuks	19.595	Secundaire wegen	1,0 ha	642
Eengezinswoning	58 stuks	1.397.576	Tertiaire wegen	8,1 ha	5626
Laagbouwwooning	23 stuks	2.058.779	Begraafplaats	0,1 ha	77
Boerderijen	2 stuks	210.979	Agrarisch gras	367 ha	147.930
Handel	117 abp ¹	41.072	Mais	5,4 ha	10.293
Transport/Communicatie	30 abp	328.667	Glastuinbouw	0,0 ha	9
Banken/Verzekeringen	58 abp	90.755	Gras overig	12,4 ha	4.942
Industrie	7 abp	38.957	Woongebied	1,3 ha	886
			Winkelgebied	0,6 ha	399
			Bedrijventerrein	1,0 ha	675
			Sportterrein	0,5 ha	285
			Volkstuinen	1,3 ha	1.275
			Glastuinbouwterrein	0,0 ha	3
			Begraafplaats	0,1 ha	132
Totaal		10.648.553	Totaal		444.566

Deze detaillering zien we terug in de berekende schades. HIS-SSM kan alleen werken met een detaillering van 100 bij 100 meter. Dit onderscheid wordt duidelijk als vanuit Tabel 1, waar de totalen per schadecategorie staan, vervolgens naar de ruimtelijke verdeling in Figuur 3 wordt gekeken. In Figuur 3 worden dus schades gekleurd voor resp. 0,25 m² voor WSS en 1 ha voor HIS-SSM. In vergelijking met Figuur 1 is opvallend dat door het HIS-SSM nu schades voor huizen in urbaan gebied worden weergegeven die niet overeenkomen met de waterstanden.

Verschillen tussen de modellen in directe schades

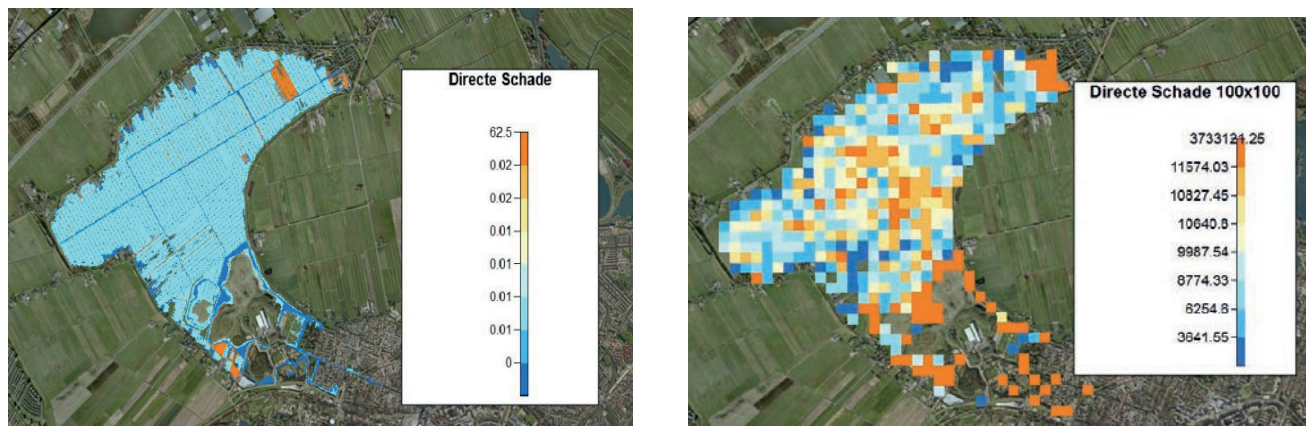
Door verschillen in gebruikte eenheden is het in sommige gevallen lastig om de beide modellen op een correcte wijze te vergelijken: De WSS baseert zijn schade altijd op het oppervlak dat hinder ondervindt van het water. Bij HIS-SSM kan de schade afhankelijk zijn van o.a. de oppervlakte, aantal arbeidersplaatsen en van stroomsnelheid

De uitkomsten van onze berekeningen zijn gemaakt op basis van de standaardinstellingen van beide modellen, met één uitzondering: In de WSS is de inundatieduur op drie dagen gezet. In de praktijk wordt namelijk in de meeste gevallen gerekend met een inundatieduur van drie dagen. Het blijkt dat bij een inundatieduur van 3 dagen alle schadecategorieën meegenomen worden in de berekening. Bij een inundatieduur van één uur ontbreken de landbouwgewassen en de zogenaamde gebiedscategorieën. Bij gebiedscategorieën valt te denken aan woongebieden, bedrijventerreinen, sportterreinen, glastuinbouwterreinen enz. Na een inundatieduur van drie dagen is “Agrarisch gras” de grootste kostenpost bij de doorbraak van de gekozen dijk bij Zoetermeer, terwijl deze categorie na één uur

nog geen schade laat zien. Doordat HIS-SSM bij de berekening geen rekening houdt met de duur van de overlast, hoeft dit model niet te worden aangepast.

De bedragen in Tabel 1 verschillen enorm. Als we de verschillen duiden naar hun oorzaak, ontstaat het volgende beeld:

- De WSS is een model dat is gemaakt om schade door wateroverlast te berekenen. Hierbij zijn de maximale schadebedragen van gebouwen dan ook niet gebaseerd op de vervangingswaarde van het gebouw maar op de herstellkosten. De totale schade ligt bij de WSS dan ook lager dan bij HIS-SSM.
- HIS-SSM is een model dat is gemaakt om de schade van overstromingen te berekenen. Dat wil zeggen dat men er bij de berekening van de schade vanuit gaat dat de maximale bedragen per categorie slechts bij hoge waterstanden kunnen worden gehaald. Hierdoor zijn de maximale bedragen bij HIS-SSM gebaseerd op de herbouwwaarden van de gebouwen. Dit houdt in dat bijvoorbeeld de categorie “hoogbouw” pas zijn volledige maximale schadebedrag berekent wanneer er een waterdiepte van 14,0m is.
- De schade aan woningen ligt bij HIS-SSM op 3,4 mln euro. Dat bedrag is nog laag, aangezien we een lage stroomsnelheid (2 m/s) hebben opgegeven. Bij een stroomsnelheid van 3 m/s gaat dit bedrag echter, zoals eerder aangegeven, plotsklaps omhoog tot 23,0 mln. Alle huizen worden dan verondersteld totaal vernietigd te zijn. Ook bij 6 m/s en 10 m/s blijft de schade op 23,0 mln. Deze toename met 600% vanaf 2 m/s impliceert dat schade aan woningen in MKBA's extreem gevoelig is voor deze aanname. De grens lag in het verleden op 8 m/s, maar is later bijgesteld. Dat kan betekenen dat de



Figuur 3: Directe schade per ruimtelijke eenheid in €. Links WSS, rechts HIS-SSM

recente berekeningen voor een optimale dijkhoogte gevoelig zijn voor deze aanname.

- HIS-SSM is een model dat de totale schade toerekent aan een gebied door middel van 100m bij 100m kaarten. Wanneer er een waterstandkaart wordt ingevoerd met een ander detailniveau, dan schaaft het programma de kaart op naar een raster van 100m bij 100m. Bij onze casus Zoetermeer werden invoerkaarten gebruikt met een detailniveau van 5m bij 5m en van 100m bij 100m. Door opschaling worden op sommige plekken, waar oorspronkelijk geen waterstand in de tabel is opgenomen, nu wel schades berekend. Ook het omgekeerde komt voor; dat bij 100m bij 100m geen schade wordt berekend, terwijl hier oorspronkelijk wel een waterstand aanwezig is.
- De landgebruikskaarten van beide modellen blijken te verschillen. Hierdoor wordt schade aan verschillende schadecategorieën toegerekend. Daarnaast zijn de landgebruikskaarten met andere categorieën gespecificeerd. Het HIS-SSM detailleert in woon- en bedrijfscategorieën. De WSS brengt meer onderscheid aan in typen landbouwgewassen.
- Wat betreft het schatten van landbouwschade, zijn de verschillen overigens opmerkelijk. Ook bij een overstromingsduur van drie dagen, komt de WSS niet verder dan een schade van ongeveer 0.2 mln, terwijl HIS-SSM een schade berekent rond de 4 mln. Dat zijn verschillen in schadefuncties die niet meer verklaarbaar zijn. Immers, het is niet aanneemelijk dat boven 0.5 meter de precieze waterstand er nog veel toe doet.

Verschillen tussen de modellen in indirecte schade

Een belangrijk verschil tussen beide modellen voor schatting van de indirecte schade wordt veroorzaakt door de hierboven vermelde wegingsset die wordt gebruikt in het HIS-SSM. Deze is aanpasbaar en staat standaard op 0,25. De indirecte schade is bij HIS-SSM

gebaseerd op de schade bij toeleverende en afnemende bedrijven buiten het dijkkringgebied, veroorzaakt door het deels wegvallen van de omzet en door schade vanwege het doorsnijden van aan- en afvoerroutes (schade benaderd via schatting van reistijdverlies). Het aanpassen van de wegingsset maakt het mogelijk de economische importantie van de bedrijven buiten het dijkkringgebied (en dus de wederzijdse afhankelijkheid) mee te nemen in de berekening. De indirecte schade komt bij het HIS-SSM uit op 4,1 mln. en bij de WSS op 0,05 mln.

Evaluatie

Voor het ontwerpen van beleid of bij het evalueren van de effectiviteit van bestaande instrumenten wil een beleidsmaker blind kunnen varen op de betrouwbaarheid en validiteit van onderliggend onderzoek. In het geval van waterbeleid gaat het om het ontwerpen van beschermingsmaatregelen tegen hoog water en het voorkomen van economische schade. Berekeningen over aantallen slachtoffers en directe en indirecte economische schade zijn de belangrijkste factoren bij de afweging van nieuwe beschermingsmaatregelen. In de MKBA Waterveiligheid 21^e eeuw gaat het uiteindelijk om de normering van de hoogte van dijken.

Er is in Nederland geen verschil van mening (meer) over de methodologie van het berekenen van economische schade. Wel liggen er nu twee modellen (software pakketten) die economische schade van wateroverlast en overstromingen kunnen berekenen. De vraag die aan de orde is of beide modellen hun werk goed doen: Leveren beide modellen valide en betrouwbare munitie voor het ontwerpen en evalueren van waterbeleid? Voor extreme posities zal het zeer waarschijnlijk zo zijn dat beide modellen hun werk uitstekend doen: In een 1953-situatie met springtij, harde wind en enorme overstromingen met hoge stroomsnelheden zal HIS-SSM een goed beeld geven van de economische schade voor Nederland. Voor een situatie met wateroverlast zal op haar beurt de WSS vanuit een verzekeringsperspectief een goed beeld geven van schade die huishoudingen leiden.

De case Zoetermeer lijkt echter aan te tonen dat er situaties zijn waar beide modellen niet goed raad mee weten, situaties die tussen bovengenoemde extremen in liggen. In de eerste plaats verschilt de resolutie van beide modellen teveel. Het lijkt erop dat de resolutie van HIS-SSM te laag is waardoor schades kunnen worden overschat. In de tweede plaats verschillen de schades aan landbouwgewassen aanzienlijk bij een overstromingsduur van drie dagen. Wij kunnen ons niet voorstellen dat schadefuncties zozeer van elkaar kunnen verschillen. In de derde plaats heeft de overgang binnen HIS-SSM van de stroomsnelheid van 1-2 m/s naar 3 m/s een enorme impact op schade.

Aanbevelingen

In Nederland zijn er momenteel twee modellen om economische schade van overstromingen te berekenen, de Waterschade schatter en het HIS-SSM model. Beide modellen verschillen in hun uitgangspunten. WSS is bedoeld voor wateroverlast en met HIS-SSM worden gevolgen van grote overstromingen doorgerekend. Toch laat een vergelijking van beide modellen op een en dezelfde casus onverklaarbare verschillen zien. Verder heeft de overgang van stroomsnelheid van 2 m/s naar hogere snelheden een enorme impact op de economische schade binnen HIS-SSM. Het is daarom in de eerste plaats verstandig om te overwegen om een derde tussenmodel te bouwen dat niet geënt is op extreme situaties, maar dat ook onderzoek met kleinere overstromingen kan bedienen. Dat betekent dat de ruimtelijke resolutie aangepast moet worden. In de tweede plaats zullen in de WSS en HIS-SSM de onderliggende schadefuncties voor landbouw onder de loep genomen moeten worden.

In de derde plaats valt te overwegen een analyse te doen naar het effect van stroomsnelheid in de voorliggende MKBA WV 21^e eeuw. Het zou kunnen zijn dat de huidige berekeningen van de economisch optimale dijkhoogte gevoelig zijn voor deze aanname.

ABSTRACT

Computing economic damage from flooding is important in designing measures for prevention. In the Netherlands, the most important model to compute damage is HIS-SSM, geared to major and severe floodings. Recently a new model has been designed to compute damage from small floodings. This paper compares the two models on a case in the Netherlands with characteristics that can be handled by both models. It appears that the differences between the models might reveal shortcomings that need to be investigated. Firstly, HIS-SSM applies a very low spatial resolution. This disturbs sometimes damage estimation. Secondly, damage to agriculture with the same level of water leads to totally different estimations. Thirdly, assumptions on flow speed in HIS-SSM lead to sudden extreme jumps in damage estimation. Given the importance of damage to houses in Cost-Benefit Analyses there is a need to reconsider this assumption.

REFERENTIES

- Aerts, J. C. J. H., W. Botzen, A. van der Veen, J. Krywkow and S. Werners (2008). "Dealing with Uncertainty in Flood Management Through Diversification." *Ecology and Society* 13(1): 41. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art41/>,
- Bočkarjova, M., A. E. Steenge and A. van der Veen (2004). *Flooding And Consequent Structural Economic Effects; A Methodology*. Flooding in Europe: Challenges and Developments in Flood Risk Management, Kluwer Academic Publishers.
- Eijgenraam, C. J. J. (2005). *Veiligheid tegen overstromen, Kosten-batenanalyse voor Ruimte voor de Rivier deel 1*. Den Haag, CPB.
- Eijgenraam, C. J. J. (2006). *Optimal safety standards for dike-ring areas*; CPB Discussion Paper 62. Den Haag, CPB.
- Eijgenraam, C. J. J. (2008). *Toetsnorm voor waterveiligheid op basis van kosten-batenanalyse*; CPB Memorandum 5/2008/2. Den Haag, CPB.
- Gauderis, J. and J. Kind (2011). *Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21^e eeuw. Bijlage D: Bewerkingen van schadegegevens*. Delft, Deltares.
- Groot Zwaafink, M. E. and M. Dijkman (2007). *HIS-Schade en Slachtoffers Module versie 2.4; Gebruikershandleiding*. Geodan.
- Jonkman, S. N., M. Bočkarjova, M. Kok and P. Bernardini (2008). "Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands." *Ecological Economics* 66: 77-90
- Kind, J. (2011). *Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21^e eeuw (MKBA WV21)*. Delft, Deltares.
- Klijn, F., P. J. A. Baan, K. M. De Bruijn and J. Kwadijk (2007). *Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat*. Delft, Delft Hydraulics.
- Kok, M., H. Huizinga, A. Vrouwenvelder and W. van den Braak (2005). *Standaardmethode 2005 -Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen, HKV LIJN IN WATER en TNO Bouw*.
- Kok, M. H., T. Huizenga, T. Meijerink, A. Vrouwenvelder and V. van Eck (2002). *Standaardmethode 2002 Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen. Deel2: Achtergronden*. Technical Report PR582.10. Lelystad, HKV lijn in water en TNO Bouw.
- Messner, F., E. Penning-Rowsell, C. Green, V. Meyer, S. Tunstall and A. van der Veen (2007). "Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods." *FLOODsite-Report T09-06-01*,
- Schroyen Lantman, J. P. (2007). *Overstromingsschade in Dijkkring 14; Een koppeling van het Hoogwater Informatie Systeem aan de Ruimtescanner*. Bilthoven, Milieu en Natuur Planbureau.
- STOWA (2013). *WaterSchadeSchatter (WSS); gebruikershandleiding*. Amersfoort, STOWA.
- van der Veen, A. (2004). "Disasters and economic damage: macro, meso and micro approaches." *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 13#4: 274-280
- van der Veen, A. and C. J. J. Logtmeijer (2005). "Economic hotspots: visualising vulnerability to flooding." *Natural Hazards* 36(1-2): 65-80. 1573-0840. ■