

Huidige overstromingsmodellen voldoen niet meer

Beslissingen over maatregelen voor het vergroten van de waterveiligheid zijn voor een groot deel gebaseerd op de uitkomsten van overstromingsmodellen. In Nederland wordt voor de dijkringen nu nog gebruik gemaakt van overstromingsmodellen met een resolutie van 100 x 100 meter en standaardaanname voor de bresgroei. De vraag is of de resultaten goed genoeg zijn om te gebruiken als fundament voor alle besluiten, zoals het toekennen van veiligheidsnormen aan dijken en besluiten tot evacuaties. Onderzocht is welke onzekerheden er zijn en hoe deze doorwerken in beslissingen. Uit deze analyse blijkt dat de huidige modellen met een resolutie van 100 x 100 meter niet meer voldoen om belangrijke besluiten op te baseren. De hoogheemraadschappen van Delfland en Hollands Noorderkwartier hebben daarom besloten om gebruik te maken van veel nauwkeurigere overstromingsmodellen.

Het waterveiligheidsbeleid in Nederland wordt in belangrijke mate bepaald door de verwachte schade bij doorbraak van waterkeringen. Deze schade wordt bepaald met overstromingsmodellen. Zo zijn de veiligheidsnormen waaraan de primaire en secundaire keringen in Nederland moeten voldoen, één op één afgeleid van schadeberekeningen die met deze overstromingsmodellen worden gevoed. Het basisprincipe is dat dijken die dichtbevolkte en economisch waardevolle gebieden beschermen, minder vaak mogen bezwijken dan dijken die alleen weilanden beschermen. Hoe overstromingsmodellen worden toegepast om verwachte schade te bepalen, is uitgewerkt in leidraden.

Tabel 1 geeft bijvoorbeeld aan hoe de veiligheidsnormklasse gekoppeld is aan de verwachte schade en het beveiligingsniveau¹⁾. De verwachte schade is berekend met overstromingsmodellen op basis van waterdieptes en landgebruik²⁾.

Een ander voorbeeld is 'Waterveiligheid in de 21e eeuw'³⁾. Dit project heeft, naar aanleiding van aanbevelingen in het Deltaprogramma, onder meer tot doel om de discussie over

veiligheidsnormen van primaire keringen te ondersteunen met informatie over overstromingsgevolgen. Ook hier spelen uitkomsten van overstromingsmodellen een centrale rol. De overstromingsbeelden die hieruit volgen, vormen de directe basis voor het bepalen van de schades en slachtoffers en het afleiden van nieuwe veiligheidsnormen. Andere voorbeelden van het gebruik van overstromingsmodellen voor het vaststellen van veiligheidsnormen zijn te vinden in de werkwijzen voor het normeren van voorland- en compartimenteringskeringen⁴⁾.

Modelonzekerheid

De vraag is of de overstromingsscenario's voldoende betrouwbaar zijn om als onderbouwing te dienen voor de veiligheidsnormen. Dit geldt niet alleen voor de normering maar bijvoorbeeld ook voor de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR)⁵⁾. Is het verantwoord dat bij het maken van overstromingsrisicokaarten voor ROR met 'oude' overstromingsscenario's worden gewerkt?

Om deze vraag te beantwoorden is de dataset van meer dan 10.000 overstromingsscenario's binnen de Landelijke Database Overstromingsrisico's⁶⁾ gebruikt voor een

| veiligheidsnorm | verwachte schade (miljoen euro) | beveiligingsniveau (jaar) |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------|
| I | 0-8 | 1/10 |
| II | 8-25 | 1/30 |
| III | 25-80 | 1/100 |
| IV | 80-250 | 1/300 |
| V | >250 | 1/1000 |

Tabel 1: Veiligheidsklassen voor regionale keringen met het principe: hoe hoger de verwachte (= berekende) schade, hoe hoger de norm (beveiligingsniveau) van de kering¹⁾.

gevoeligheidsanalyse. Hierin is eerst gekeken op welke locaties meerdere overstromingsscenario's beschikbaar zijn. Vervolgens is achterhaald welke modelaannames en uitgangspunten van deze scenario's bekend waren. Tenslotte is gekeken welke van deze modelaannames voor grote variatie in de overstromingsbeelden zorgen.

Afb. 1: Overstromingsbeeld twaalf uur na de doorbraak bij een variatie in de duur van de verticale bresgroei. Duur verticale bresgroei een half uur.



Duur verticale bresgroei één uur.



Duur verticale bresgroei twee uur.



Bresgroei

Een belangrijke onzekerheid in een overstromingsberekening is de bresgroei. Uit diverse publicaties⁷⁾ blijkt dat de aannames die voor de bresgroei in een overstromingsmodel worden gekozen, grote invloed hebben op de uitkomst van overstromingsberekeningen. Aankomsttijden van water kunnen uren verschillen en overstromingsbeelden kunnen wezenlijk anders zijn. Instellingen die gedaan kunnen worden om de bresgroei te simuleren, zijn onder andere de maximale diepte die de bres kan bereiken, de duur waarover deze maximale diepte wordt bereikt, de initiële bresbreedte en het materiaal van de kering. De bresgroei is zo gemodelleerd dat de bres eerst - volgens opgegeven waarden - groeit naar een bepaalde bresdiepte en -breedte. Vervolgens groeit de bres 'automatisch' verder afhankelijk van de stroomsnelheid die ontstaat en het materiaal van de dijk. Van het begin van een bresgroei is weinig bekend, omdat hiervan weinig meetdata beschikbaar zijn. Daarom wordt gerekend met een aantal standaardwaarden. De verticale bresgroei in de eerste fase van de bres wordt bijvoorbeeld standaard op een uur gezet, terwijl andere waarden een heel ander overstromingsbeeld en bijbehorende schades en slachtoffers kunnen opleveren (zie afbeelding 1 en tabel 2).

Gridgrootte

Een andere belangrijke factor is de keuze voor de gridgrootte van het overstromingsmodel. Het hoogteverloop van een gebied is geschematiseerd als een verzameling 'vierkante tegels', met binnen een tegel een gelijke maaiveldhoogte. Uit de analyse blijkt dat het overstromings-

beeld aanzienlijk kan verschillen wanneer de grootte van de tegels wordt aangepast van bijvoorbeeld 100 bij 100 meter in 5 bij 5 meter. Afbeelding 2 toont duidelijk wat het verschil kan zijn tussen beide gridgroottes. Bij een hoger detailniveau ziet het overstromingsbeeld er radicaal anders uit. Het prepareren van deze hoogtemodellen is volgens de landelijk gangbare werkwijze gedaan. Dit houdt in dat rekening is gehouden met het interpoleren van 'gaten' in de basishoogtekaart en dat de verhoogde landschapselementen niet zijn 'weggefliterd' bij de opschaling naar 100 meter.

Belangrijkste reden voor dit verschil is dat verhoogde landschapselementen, die zeer bepalend zijn voor het overstromingsverloop, niet goed geschematiseerd kunnen worden bij een gridgrootte van 100 meter. In verhoogde landschapselementen, zoals spoorwegen of oude 'slaperdijken', zijn vaak lokale laagtes aanwezig die ervoor zorgen dat in werkelijkheid het water zich kan verspreiden naar achterliggende gebieden terwijl dat in de modellen niet gebeurt. Duidelijk laagtes, zoals speciaal aangelegde coupures of wegdoorgangen, kunnen over het algemeen nog ondervangen worden, maar andere laagtes niet. Deze laagtes hebben een schaalgrootte orde één tot tien meter. Dergelijke belangrijke details blijven bij grovere modellen altijd buiten beeld (zie afbeelding 3).

De foto toont het werkelijke zijaanzicht van een binnendijk waarin een laagte te zien is. De figuren daaronder geven de representatie van deze dijk weer in respectievelijk een 100 meter en een 5 meter rastermodel. Hierin is

| duur verticale bresgroei (uren) | verwachte schade (miljoen euro) | verwachte slachtoffers |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 0,5 | 120 | 20 |
| 1 | 93 | 8 |
| 2 | 53 | 3 |

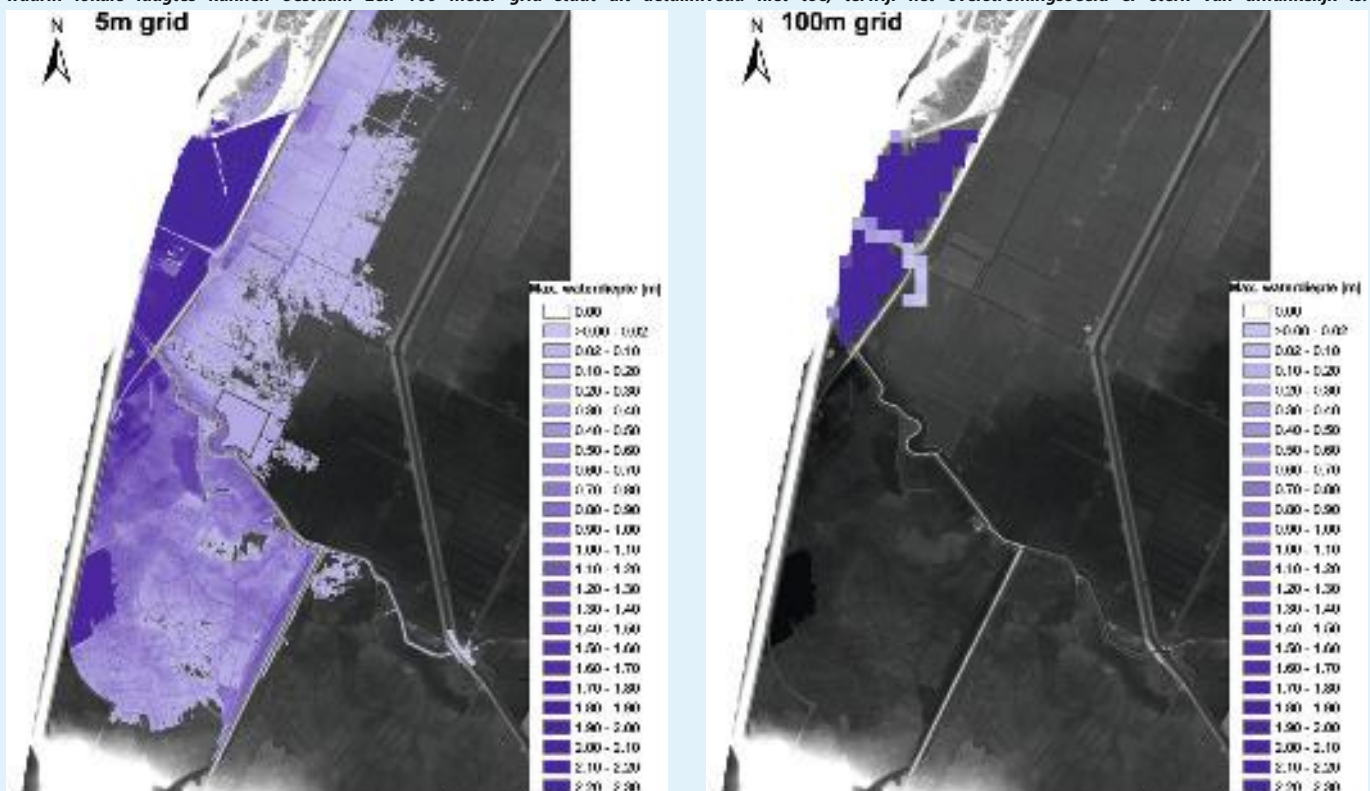
Tabel 2: Verwachte schade en slachtoffers twaalf uur na de doorbraak bij een variatie in de duur van de verticale bresgroei volgens de landelijke schade- en slachtoffersmodule²⁾.

te zien dat de lokale laagte in de dijk 'wegvalt' bij een schematisering van een 100 meter raster, terwijl het 5 meter rastermodel de laagte wel toont.

Snelheid rekenmodellen

Deze bevindingen geven aan dat het nodig is om te rekenen met verschillende mogelijke bresgroei-instellingen en een fijner rekengrid. Waarom gebeurt dat nu niet? Het antwoord is dat we het wel zouden willen, maar dat de rekentijden van huidige overstromingsmodellen dit niet toestaan. In principe zouden we meerdere berekeningen willen uitvoeren, naar analogie van de 'ensemble-berekeningen' van weermodellen. Er ontstaat dan een 'pluim' van mogelijkheden. Hieruit is dan direct af te leiden welk gebied altijd onderloopt, wel gebied nooit onderloopt en van welk gebied we het niet precies weten. Alleen de lange rekentijden van de huidige modellen weerhouden ons hiervan en bij een fijner rekengrid zijn de rekentijden helemaal niet meer te overzien.

Afb. 2: Grote verschillen in overstromingsbeeld bij een grof en een fijn grid. Belangrijkste reden voor het verschil zijn de verhoogde landschapselementen waarin lokale laagtes kunnen bestaan. Een 100 meter grid staat dit detailniveau niet toe, terwijl het overstromingsbeeld er sterk van afhankelijk is.



Ter illustratie: de rekentijd van één overstromingsanalyse is nu al in de orde van dagen en bovendien kan de huidige versie van Sobek met een maximum van 1.000.000 gridcellen rekenen.

Supersnel model

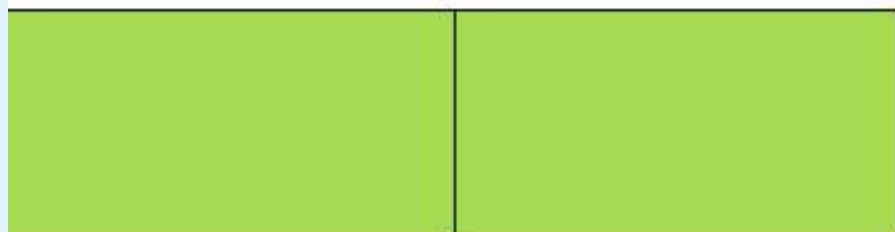
Dankzij een aantal nieuwe technieken is het sinds kort mogelijk om 100 keer gedetailleerder en toch tien keer sneller overstromingen te berekenen. Het onderzoek

waarbinnen deze technieken worden ontwikkeld, is 3Di Waterbeheer van het consortium TU Delft, Deltares en Nelen & Schuurmans. De hoogheemraadschappen van Delfland en Hollands Noorderkwartier en Waterkader Haaglanden zijn nauw bij deze ontwikkeling betrokken. De eerste resultaten tonen aan dat de nieuwe technieken ook tot nieuwe besluiten leiden. Meer inzicht in details voorkomt dat steeds 'het zekere voor het onzekere' moet worden gekozen wat het waterbeheer effectiever en goedkoper maakt.

Anne Leskens (Nelen & Schuurmans)
Elgard van Leeuwen (Deltares)
Jan Strijker (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

NOTEN

- 1) Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen (2007). STOWA.
- 2) HIS - Schade en Slachtoffer Module versie 2.1 (2004). Rijkswaterstaat. DWW.
- 3) Waterveiligheid 21ste Eeuw, gevolgenspoor (2010). Deltares.
- 4) Richtlijn normering compartimenteringskeringen (2007). STOWA.
- 5) Richtlijn 2007/60/EG van het Europees Parlement en de Raad (2007). Publicatie van de Europese Unie.
- 6) Landelijke Database Overstromingsrisico's. Interprovinciaal Overleg (IPO).
- 7) Pleumeekers O. en J. Verbree (2010). Overstromingsmodellen met een hoge resolutie. H₂O nr. 21, pag. 20-21.



Afb. 3: Zijaanzicht van een binnenkering met een lokale laagte (boven), met daaronder aangegeven hoe dit zijaanzicht eruit komt te zien in een opgeschaald hoogtemodel met een grof detailniveau (hoogste waarde, of kleinste waarde) en een fijn detailniveau.

Het hoog gedetailleerde 3Di-model.

