

Overstromingsmodellen met een hoge resolutie

De aandacht voor overstromingsmanagement is de afgelopen jaren toegenomen, mede door de verandering in het klimaat en regelmatig terugkerende wateroverlast in Europa en de Verenigde Staten. De economische groei en de toename van de bevolking zorgen er bovendien voor dat de gevolgen van een overstroming steeds groter worden. Om de toegenomen risico's het hoofd te kunnen bieden, moet de bescherming tegen overstromingen worden verbeterd en de calamiteitenbestrijding effectiever worden.

Overstromingsberekeningen vormen het fundament waarop de beschermings- en calamiteitenmaatregelen zijn gebaseerd. Een fundamentele vraag, waaraan vaak voorbij wordt gegaan, is hoe nauwkeurig deze berekeningen zijn en of deze nauwkeurigheid niet kan of moet worden verbeterd?

Een belangrijk element in de nauwkeurigheid van een overstromingsmodel is het schaalniveau waarop het te overstromen gebied wordt gemodelleerd. Daarom is voor een verderop besproken casus systematisch onderzocht wat de meerwaarde is van overstromingsmodellen met 'een hoge resolutie'.

De achilleshiel van overstromingsmodellen

De overstromingsmodellen die thans in Nederland worden gebruikt, hebben vaak een resolutie van 100 x 100 meter. Dit

betekent dat het gebied wordt geschematiseerd in 'tegels' met een oppervlakte van 10.000 m² (drie voetbalvelden). Voor grootschalige landbouwgebieden is deze resolutie wellicht acceptabel, maar in stedelijke gebieden wordt het veel lastiger om een realistische weergave van het terrein te verkrijgen met dergelijke grote 'tegels'. Idealiter komt de resolutie van de schematisatie overeen met het schaalniveau van de inrichting van het gebied.

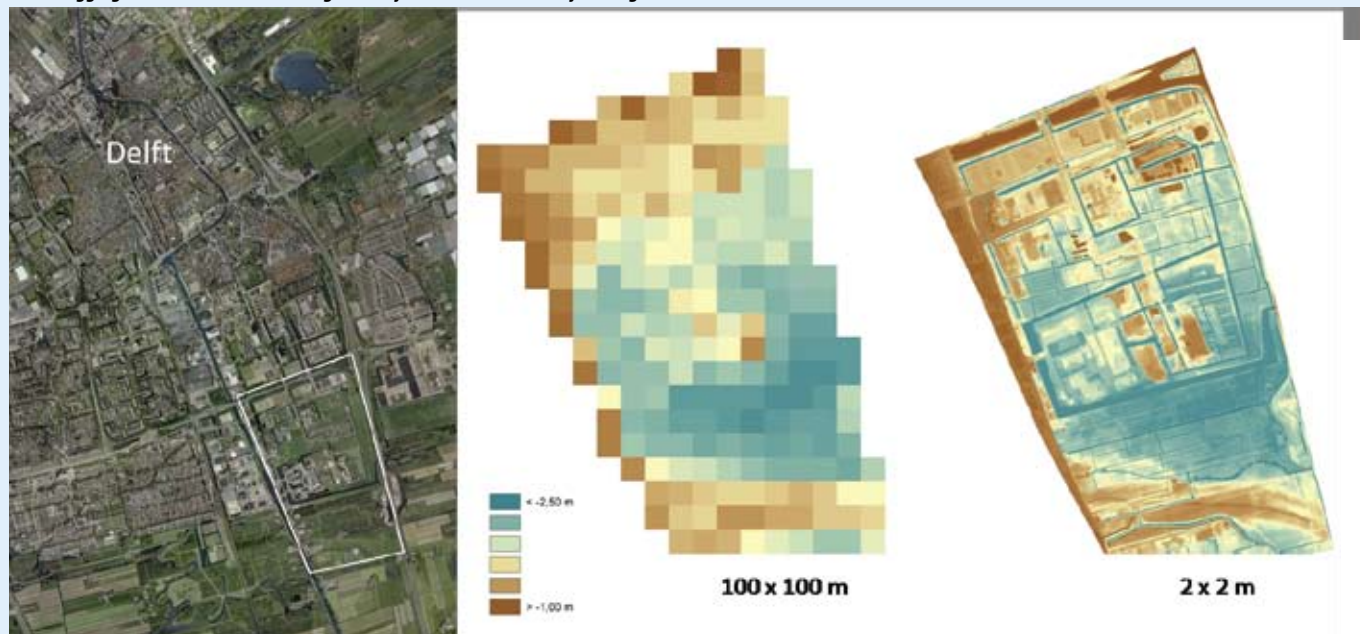
De belangrijkste parameters voor een gebied zijn de bodemhoogte en de weerstand. De bodemhoogte is afkomstig uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Recentelijk is het hoogtebestand van Nederland vernieuwd (AHN-2). De nieuwe hoogtedata zijn actueler, maar vooral ook veel gedetailleerder met een resolutie van 0,5 x 0,5 meter ten opzichte van de oude AHN (5 x 5 meter). Dit betekent dat de basisdata beschikbaar zijn om de resolutie van overstromingsmo-

dellen te verbeteren. De vraag van deze studie was of het nodig is om te gaan werken met hogere resolutie overstromingsmodellen.

Casus

Voor een gebied in de Zuidpolder van Delfgauw zijn vijf overstromingsmodellen opgesteld met resoluties variërend van 100 x 100, 25 x 25, 10 x 10, 5 x 5 en 2 x 2 meter. Daarbij is gebruik gemaakt van de AHN-2 voor de terreinschematisatie en het rekenmodel Sobek 1d/2d. In het onderzoek is er vanuit gegaan dat het model met de hoogste resolutie (2 x 2 meter), het nauwkeurigst is, omdat deze de details van het terrein het beste meeneemt. Afbeelding 1 geeft de ligging van het projectgebied weer en de schematisatie van de bodemhoogte met een lage resolutie, 100 x 100 meter, en met een resolutie van 2 x 2 meter. De rekentijdstep is zodanig gekozen dat het Courantgetal, een maat voor de numerieke nauwkeurigheid, gelijk blijft,

Afb. 1: Ligging en schematisatie van het gebied bij 100 x 100 meter en bij het hoge resolutiemodel van 2 x 2 meter.



Overzicht van de resultaten.

resolutie	aantal rekenpunten	rekentijd (sec.)	maximumdiepte (m.)	maximumsnelheid (m./sec.)	vertraging inundatietijd (min.)
100 x 100 meter	391	93	1,37	0,61	-53
25 x 25 meter	6.440	199	1,60	1,70	-31
10 x 10 meter	40.250	1.537	2,14	3,19	-14
5 x 5 meter	161.000	15.910	2,00	5,72	-13
2 x 2 meter	1.006.250	417.870	2,62	8,66	-



Afb. 2: Visualisatie van eenzelfde overstroming met een laag resolutiemodel (links) en een hoog resolutiemodel (rechts).

zodat alleen het effect van een nauwkeurige schematisatie meeweegt.

Resultaten van het onderzoek

Het aantal rekenpunten neemt kwadratisch met de resolutie toe, omdat het gebied in vierkante vlakken wordt geschematiseerd. De rekentijd neemt meer dan kwadratisch toe, omdat de rekentijd van de 'matrix solver' in het Sobek-rekenhart meer dan lineair toeneemt met het aantal rekenpunten. Ter illustratie: de 100 x 100 meter-schematisatie rekent over een overstroming van twaalf uur ruim een minuut, terwijl dezelfde berekening met een hoge resolutie van 2 x 2 meter bijna vijf dagen duurt. De vraag is wat deze langere rekentijd ons oplevert. Wanneer naar de resultaten wordt gekeken, zoals de maximale inundatiediepte, de maximale stroomsnelheid en tijd tot de eerste inundatie, zijn de verschillen opmerkelijk. Dit komt doordat in het 100 x 100 meter-model alle lokale 'oneffenheden' worden gladgestreken. Lokale depressies met een grotere diepte of locaties met grotere stroomsnelheden komen niet aan het licht. Uit deze casus blijkt dat deze lokale verschillen er wel zijn. De werkelijke maximale waterdiepte blijkt, in dit voorbeeld, bijna het dubbele te zijn (2,62 versus 1,37 meter). De verschillen in maximale stroomsnelheid zijn met een factor 10 nog groter (0,61 versus 8,61 meter per seconde). Hoewel deze uitschieters lokaal zijn, zijn deze 'afwijkingen van het gemiddelde' bepalend voor de werkelijke schade en slachtoffers ten gevolge van de overstroming. Wanneer we ten slotte kijken naar de tijd tot de eerste inundatie (een maat voor de vluchtijd), zijn er ook grote verschillen.

De tabel laat zien dat locaties bijna een uur eerder inunderen bij berekening met een 100 x 100 meter-resolutiemodel dan in werkelijkheid (benaderd met het hoge resolutie (2 x 2 meter)-model. Dit betekent concreet dat er meer tijd is voor een evacuatie dan berekend.

Een ander aspect van de hoge resolutie-modellen is dat de overstroming letterlijk scherper in beeld wordt gebracht. In afbeelding 2 is het resultaat van een 100 x 100 meter-resolutiemodel vergeleken met die van een 2 x 2 meter-resolutiemodel. In dit voorbeeld is bijvoorbeeld te zien dat een evacuatieleroute beschikbaar is, maar deze is in de linker figuur (rode lijn) volledig onzichtbaar. Dit betekent dat hoge resolutie-

modellen zich veel beter lenen voor maatwerk inzake calamiteitenbestrijding dan de thans gebruikte lage resolutiemodellen.

Discussie

Uit de uitgevoerde studie blijkt dat een hoge resolutie-overstromingsmodel meer gedetailleerde informatie geeft die bovendien relevant is voor de bepaling van schade en slachtoffers. Tevens blijkt dat het overstromingsproces in de tijd anders verloopt dan voorheen berekend, waardoor er in dit geval meer tijd is voor bijvoorbeeld evacuatie. Voor een hoge resolutie-overstromingsmodel is meer gedetailleerde terreininformatie nodig; met de komst van de nieuwe AHN-2 is deze informatie beschikbaar gekomen. Het grote nadeel van de hoge resolutiemodellen is dat de rekentijden sterk toenemen, waardoor het praktisch niet (altijd) mogelijk is om hoge resolutie modellen te gebruiken. Wanneer echter wordt gekeken naar de investeringen die worden gedaan in waterkeringen en calamiteitenplannen die gebaseerd zijn op onnauwkeurige informatie is duidelijk dat het wenselijk is om over te stappen naar hoge resolutie-overstromingsmodellen.

Voor (grootschalige) onbebouwde gebieden is een resolutie van 25 x 25 meter voldoende, maar voor bebouwde gebieden is een resolutie van 5 x 5 meter nodig. Om deze overstap in de praktijk mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat de rekensnelheid van de computermodellen significant omhoog gaat. In het kader van het 3Di-waterbeheerproject wordt hier momenteel hard aan gewerkt. Tegelijkertijd voert men verbeteringen door op andere fronten, zoals een verbeterd schade- en slachtoffermodel, een verbeterde presentatie van overstromingen via internet en een realistische weergave van de gevolgen via stereo 3d-visualisatie.

De nauwkeurigheid van de gebruikte overstromingsmodellen kan en moet dus worden verbeterd. De betere informatie van de hoge resolutie-overstromingsberekeningen zullen leiden tot betere besluiten ten aanzien van het voorkomen en/of het omgaan met overstromingen in de calamiteitenzorg.

**Olga Pleumeekers (Nelen & Schuurmans)
Jan-Maarten Verbree (TU Delft / Nelen & Schuurmans)**

De TU Delft, Deltares en Nelen & Schuurmans menen dat de nauwkeurigheid van overstromingsmodellen kan en moet worden verbeterd, mede gelet op de grote investeringen die hierop zijn gefundeerd. In het project 3Di-waterbeheer wordt daarom een nieuwe generatie modellen ontwikkeld die geschikt zijn voor hoge resolutie berekeningen. Het project duurt vier jaar. De hoogheemraadschappen van Delfland en Hollands Noorderkwartier, Waterkader Haaglanden en het programma Kennis voor Klimaat ondersteunen het. Het doel is een integraal model te maken voor wateroverlast die veroorzaakt wordt door neerslag en/of kadebreuken. Het model wordt 100 keer sneller dan de huidige modellen door het gebruik van nieuwe numerieke technieken en door gebruik te maken van een grafische processor. Een neven doel is betere communicatie naar burgers, bestuurders en specialisten. Dat is mogelijk door gebruik te maken van een realistische driedimensionale visualisatie.

NOTEN

- 1) Graaf R., N. van de Giesen en F. van de Ven (2007). Alternative water management options to reduce vulnerability for climate change in the Netherlands. Natural Hazards.
- 2) Hesselink A., G. Stelling, J. Kwadijk en H. Middelkoop (2003). Inundation of a Dutch River polder, sensitivity analysis of a physical inundation model using historical data. Water Resources Research nr. 9.
- 3) Pleumeekers O. (2010). Staying ahead of the flood; the influence of higher resolution flood simulation models on the accuracy and visualisation of information. Master thesis Civil Engineering, TU Delft.
- 4) Rijkswaterstaat (2004). Risico's in bedijkte termen. Een thematische afweging van het Nederlands veiligheidsbeleid tegen overstromen. Milieu- en Natuurplanbureau - RIVM.
- 5) Stelling G. en S. Duijnmeijer (2003). A staggered conservative scheme for every Froude number in rapidly varied shallow water flows. International journal for numerical methods in fluids nr. 43, pag. 1329-1354.