

19 3Di-ontwikkeling

3Di - techniek en mogelijkheden van geïntegreerd omgevingsmodel voor water in de stad

Binnen het onderzoeksprogramma 3Di Waterbeheer wordt een rekenmodel ontwikkeld dat afstroming van water in de buitenruimte en in de riolering integreert. Dankzij een robuust rekenschema geeft dit model in korte tijd een realistisch en zeer gedetailleerd (op 'stoeptegelniveau') beeld van de waterstroming in een gebied. Bovendien geeft het inzicht in de effecten van ingrepen in (afval)watersysteem en de buitenruimte. Daarmee gaat 3Di veel verder dan het doorrekenen van maatgevende regenbuien. Met het 3Di-rekenmodel zijn wateroverlastvraagstukken pragmatisch te benaderen. De werkelijkheid is na te bootsen en de resultaten zijn vrijwel direct te beoordelen, ook door een modelleringsleek. Dit artikel gaat in op de huidige stand van zaken rond 3Di. Hoe gaat het geïntegreerde omgevingsmodel eruitzien? Hoe zit het rekenschema erachter in elkaar? En wat kunt u er straks mee?

Inhoud

- 19.1 Virtuele maquette als stromingsmodel
- 19.2 Van modelinstrumentarium naar omgevingsmodel
- 19.3 Opbouw visualisatie in 3Di
- 19.4 Kijkje onder de 3Di-motorkap
- 19.5 3Di in de praktijk
- 19.6 De toekomst met 3Di in de stad

Auteurs

dr. ir. Elgard van Leeuwen (Deltares), elgard.vanleeuwen@deltares.nl

dr. ir. Wytze Schuurmans (Nelen en Schuurmans),

wytze.schuurmans@nelen-schuurmans.nl

19.1 Virtuele maquette als stromingsmodel

“Stel je een virtuele maquette voor van een landschap met steden en groen, waarin water als echt water stroomt. Waar je omheen kunt zitten, de vorming van buien ziet in wolken, het ziet regenen. Je gaat dan zelf dingen uitproberen: de straat verdiepen, groene daken of doorlatende straten maken, water van het dak direct de tuin in laten stromen. En dan, om je oplossingen te testen, het nóg iets harder laten regenen. Werken de ingrepen? Wat zijn de bij-effecten? Zo'n maquette is natuurlijk uiteindelijk wat we willen. Niet steeds opnieuw al die inspanning voor het maken van watersysteemmodellen. Modellen die je vervolgens door specialisten moet laten draaien en waarvan de resultaten eerst moeten worden geïnterpreteerd. Nee, het model moet betrekkelijk onzichtbaar voor de gebruiker gereedstaan in de vorm van een informatielaag, een slimme zichzelf steeds updatende kaart. Op die kaart moet de gebruiker dan direct water kunnen laten stromen.”

| 249

Dit beeld heeft professor Guus Stelling voor ogen. Hij is de inspirator en motor van het onderzoeksprogramma 3Di Waterbeheer (zie kader). Stelling formuleerde dit beeld tijdens een van zijn 3Di-colleges bij de start van de ontwikkeling medio 2010.



Figuur 19.1 Professor Guus Stelling geeft college 3Di (<http://bit.ly/1dNnU91>)

Professor Guus Stelling

Guus Stelling stond aan de wieg van de huidige generatie stromingsmodellen als Sobek, Sobek Urban, Delft FLS en Delft 3D. Hij is de succesvolle motor achter het 3Di-programma waarin hij zijn kennis van de fysica van de waterbeweging aan die van bijvoorbeeld wiskundige oplossingsmethoden koppelt. Zijn kracht ligt in zijn vermogen om valkuilen in de vorm van breed gedragen opvattingen en conventies creatief te omzeilen en uiteindelijk toch tot een praktisch resultaat te komen.

Het beeld past in de ontwikkeling van steeds realistischer stromingsmodellen. Van stationaire naar dynamische modellen, van ruimtelijk grove naar steeds fijner gedistribueerde modellen. Het doel is een model van een gebied dat in het gebruik zo intuïtief is dat het bruikbaar is in een ontwerpproces en dat zo in elkaar zit dat de resultaten betrouwbaar zijn. Een model dat bijna spelenderwijs inzicht geeft in de waterhuishoudkundige werking van (afval)watersysteem en de buitenruimte, én in de effectiviteit van ingrepen daarin. 3Di moet dergelijke gebieds- of omgevingsmodellen gaan genereren.

3Di-onderzoeksprogramma

Het onderzoeksprogramma 3Di Waterbeheer (www.3Di.nu) richt zich op de ontwikkeling van een instrumentarium waarmee waterstroming op realistische wijze in zeer grote mate van detail (op 'stoeptegelniveau') is te modelleren.

Het 3Di-ontwikkelteam bestaat uit specialisten van de TU Delft, Deltares en Nelen & Schuurmans. Zij hebben ieder hun taak in het bedenken van de nieuwe concepten en het ontwikkelen en testen van prototypen in de 3Di-casestudies. Die casestudies worden onder meer uitgevoerd in de beheergebieden van de 'launching customers': het Hoogheemraadschap van Delfland en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Beide waterschappen investeren in het onderzoek, geven mede sturing aan het onderzoeksprogramma en houden het team scherp met hun praktijkgerichte eisen en wensen.

De steden Amsterdam, Rotterdam en Den Haag en de OAS De Groote Lucht zijn medefinanciers in de ontwikkeling van 3Di.

Inmiddels zit 3Di in zijn vierde ontwikkeljaar en zijn al veel bouwstenen van de virtuele maquette gerealiseerd, zoals:

- Een 3D-stereovisualisatie van waterbeweging, die een realistisch beeld geeft van het water in de stad.
- Het automatisch genereren van modelschematisaties uit geografische informatie, gecombineerd met gegevens over de opbouw en capaciteiten van rioolnetwerken.
- Het naar de 'cloud' uploaden van geografische informatie, bijvoorbeeld door data uit verschillende bronnen te combineren.
- Het aansturen van het 3Di-rekenhart via de iPad.

Hoogste tijd voor een tussenstand en een blik vooruit. Waarom is zo'n geïntegreerd omgevingsmodel van belang? Hoe gaat het eruitzien? Hoe zit het rekenschema erachter in elkaar? En wat kunt u er straks mee?

19.2 Van modelinstrumentarium naar omgevingsmodel

Stromingsmodellen spelen al decennia een centrale rol bij de analyse van watersystemen, waaronder rioolssystemen. Ze worden ontwikkeld als tool voor de specialist en bieden de mogelijkheid om vanuit de kennis van stroming uit te rekenen welke waterstanden en afvoeren bij een bepaalde neerslagsituatie zullen optreden. Dat is handig bij het dimensioneren van systemen. Hiermee is namelijk te checken of het (toekomstige) systeem goed zal reageren op een bepaalde maatgevende bui, een referentiesituatie waarbij bijvoorbeeld 'net geen water op straat mag blijven staan'. De ijsituatie die voortkwam uit het feit dat met water op straat niet goed was te rekenen.

Omdat elke bui een bepaalde kans van optreden heeft, is vervolgens vast te stellen hoe vaak het systeem(ontwerp) naar verwachting zal falen. De modellen om dergelijke analyses te doen, zijn steeds verbeterd. Toch bleven deze gericht op de stroming binnen de riolering. En daarmee zijn vragen van ontwerpers, specialisten calamiteitenbeheer en rioleringsbeheerders afdoende te beantwoorden. Want als de riolering een bui niet goed kan verwerken, wat gebeurt er dan op straat? Welke delen staan blank? Wat doet de riolering bij een overstroming? Waar stroomt het water uit het riool op straat? Welke maatregelen kunnen we onder- en bovengronds treffen, zodat overlast en schade beperkt blijven? Om dergelijke vragen te beantwoorden, zijn modellen nodig die behalve de riolering ook de buitenruimte als integraal onderdeel meenemen én die bruikbaar zijn voor watertechnische leken.

| 251

Model voor leken

Over het gebruik van technische modellen door leken is altijd veel discussie, vooral bij waterspecialisten. Moet iemand die de kwaliteit van een model niet kan beoordelen zelf wel simulaties uitvoeren? Het antwoord is ja, mits het gebiedsmodel de mogelijkheid biedt om:

- 1 De werking van het systeem te leren kennen via visualisatie. En dan gaat het niet alleen om extreme situaties, maar juist om alledaagse stromingspatronen. Momenteel wordt daaraan binnen 3Di al gewerkt.
- 2 De huidige situatie te toetsen met een bekende historische bui om via ervaring met knelpunten in de praktijk vertrouwen te krijgen in het rekenmodel.
- 3 Maatregelen te testen.

De kracht van realistische en meer gedetailleerde gebiedsmodellen ligt juist in de verifieerbaarheid door leken. Als de gebruiker (dan in de rol van modelleur) wordt gewezen op grote afwijkingen tussen meting en gebiedskennis aan de ene kant en de berekende waarden aan de andere kant, is de kans op slechte modellen kleiner dan nu vaak bij de door specialisten gebouwde grove modellen.

Eisen aan omgevingsmodel

Maar de stroming van water in stedelijk gebied is gedetailleerd en ingewikkeld. Het is een complexe mix van afvoerprocessen over wegen en onverhard gebied en van infiltratie in de bodem. En dan zijn er de vele typen verbindingen op een relatief kleine oppervlakte, zoals de verbindingen tussen daken, terrassen en riolering, en de werking van kolken in de wegen. Al deze factoren moet de gebruiker op juiste wijze in het gebiedsmodel meenemen. Bovendien vraagt het om verwerking van zeer veel beschikbare geografische informatie. De afvoer van individuele daken naar het riool en andere detailinformatie zijn niet stuk voor stuk met de hand in te voeren, dat is veel te tijdrovend en foutgevoelig. Hiervoor zijn geautomatiseerde GIS-bewerkingen noodzakelijk. Als die bewerkingen eenmaal zijn ontwikkeld, kan de gebruiker latere veranderingen in systemen steeds weer automatisch in het gebiedsmodel doorvoeren. Ook het invullen van ontbrekende informatie ('best guess') is hiervan een belangrijk onderdeel. De beschikbare informatie is namelijk vaak niet volledig. Die 'best guess' moet natuurlijk ook voor de gebruiker zichtbaar zijn, zodat te allen tijde is na te gaan op welke informatie de resultaten 'steunen'.

252 |

19.3 Opbouw visualisatie in 3Di

De basis om in 3Di op 'stoeptegelniveau' te kunnen modelleren, zijn de gedetailleerde grondgebruikgegevens uit het stedelijk gebied en de hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). Beide leveren 'achter de schermen' de parameters voor een gedistribueerd stromingsmodel met een hoge resolutie. Ten opzichte van de oude AHN-gegevens en de grove modellering van de buitenruimte brengt het gebruik van de detailinformatie ons als het ware van Duplo naar Lego. Die verfijning is noodzakelijk om kleinschalige maatregelen in de stedelijke buitenruimte te testen, zoals het verhogen van stoepranden, aanpassen van straatprofielen en aanleggen van infiltratiezones. Dit zijn maatregelen die vaak op het lijstje staan bij klimaatadaptatiestudies.



Figuur 19.2 Visualisatie data uit een digital elevation model (DEM) van stedelijk gebied

Om het detail- en integratieniveau van de beschrijving van stromingen in de diverse compartimenten te bereiken, is 'onder de motorkap' meer nodig dan de huidige snelle uitwisselingsprotocollen van gegevens tussen de verschillende modelbouwstenen. Daarmee halen we nooit de superperformance die nodig is voor het beoogde omgevingsmodel. Niet voor niets vormen het verwerken en upgraden van grote datasets binnen het 3Di-programma de basis. Een omgevingsmodel is op te bouwen vanuit een uitgebreid datamodel waarvan de beschrijving van de waterbeweging slechts een component is. Dat die beschrijving snel en accuraat moet zijn en bovendien 'aan tafel' direct voor antwoorden op watervragen moet zorgen, volgt uit de eisen vanuit de beslissings-ondersteuning: snel een begrijpelijk gevisualiseerd antwoord op 'wat als'-vragen.

Realistisch

De basis van het datamodel waarop 3Di rekt, is het nieuwe hoogtebestand AHN2. Dit is een bestand met maaiveldhoogten op een hoge ruimtelijke resolutie (tegels van 0,5 x 0,5 m). Het datamodel vormt zo een grid onder het gebiedsmodel. Van elke tegel of gridcel afzonderlijk worden meerdere eigenschappen in het model meegenomen:

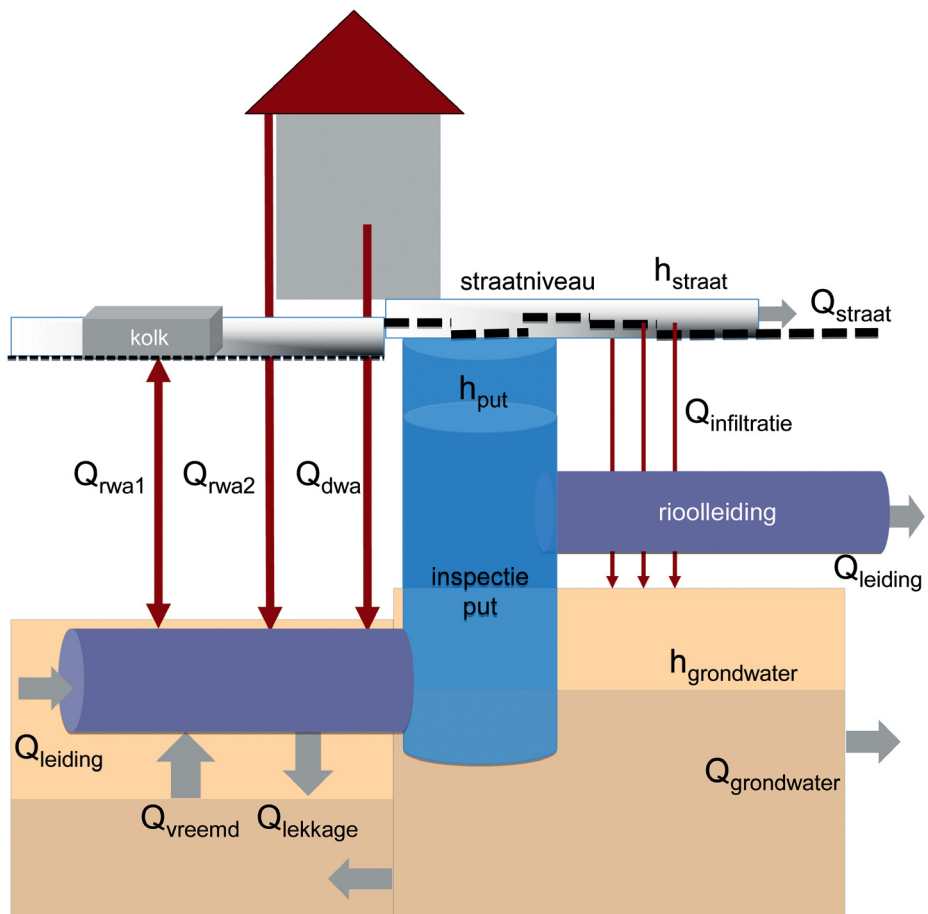
- hoogteligging;
- grondgebruik;
- berging op maaiveld;
- stromingsweerstand;
- infiltratie;
- opbouw van de onverzadigde zone;
- ondiepe grondwaterstand;
- kwel en wegzijging naar het diepe grondwater.

Op basis van deze gegevens worden 3Di-schematiseringen zo veel mogelijk automatisch gegenereerd.

Op de grid wordt een 1D-netwerkschematisatie van de open waterlopen gelegd. De koppeling van de beide structuren gebeurt grotendeels automatisch op het niveau van het oplossen van de stromingsvergelijkingen. Hierdoor zijn de verschillende transport-netwerken feitelijk geïntegreerd. Hiermee is de eerdergenoemde vertragende werking van koppelingen op een hoger niveau verleden tijd. Dat 1D-stroming naast 2D-stroming in het model wordt opgenomen, komt door de snelle wijze waarop 1D-stroming met de huidige generatie modellen is te beschrijven. Die snelheid is nauwelijks te verhogen. Het trage in de huidige generatie 1D/2D-modellen zit hem hoofdzakelijk in het 2D-rekenen (dat in 3Di veel sneller is, zie paragraaf 4) en de koppeling 1D/2D die binnen 3Di fundamenteel anders wordt uitgevoerd.

De riolering (figuur 19.3) wordt dus als 1D-netwerk geïntegreerd in de 2D-buitenruimtebeschrijving van 3Di. Dit 1D-netwerk van het rioolstelsel wordt gekenmerkt door:

- putten, met hoogte en berging;
- strengen, met een bepaalde doorsnede (alle typen via algemene beschrijving te definiëren) met daaraan gekoppeld de mogelijkheid van intredend grondwater of weglekkend rioolwater;
- kunstwerken, gemalen en door de gebruiker te definiëren kunstwerk (stuw of onderlaat);
- inloopputten (kolken en huisaansluitingen) om de inloop in of uitstroom uit het riool te beschrijven.



Figuur 19.3 Voorbeeld modellering stedelijk gebied met leidingen, putten en straatkolken op basis van detailgrid van landgebruik en hoogte

Voor de uitwisseling met het grondwater en de neerslag en verdamping wordt ook gerekend met een tegelgrid. De koppeling van 1D en 2D maakt ook het beschrijven van drainage mogelijk.

Het uitvoerformaat voor de berekeningen komt ook per ruimtelijke eenheid beschikbaar in het netCDF-formaat. Door de waterstanden en debieten ook op hoge resolutie te berekenen, ontstaat een dataset die zich op realistische wijze laat visualiseren.

Niet toetsen maar testen

Het 3Di-model is niet primair bedoeld om watersystemen te toetsen aan een bepaalde normbui, maar om inzicht op te bouwen in de werking van systemen en om het effect van aanpassingen in watersystemen inclusief de buitenruimte in beeld te brengen.

| 255

Een typische toepassing is nagaan hoe de straat een hevige bui opvangt en hoe dit verandert als de rioleringscapaciteit wordt uitgebreid of de buitenruimte anders wordt ingericht. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om de effecten van water op straat bij een hevige bui in situaties mét en zonder een verhoogde stoepranden.

De berekende waterstanden zijn ook in een speciaal geprepareerde 'point cloud' te projecteren, waardoor resultaten in 3D stereo zijn te tonen. De hoogtedata in de puntenwolk zijn ingekleurd aan de hand van luchtfoto's, waardoor het realistische beeld ontstaat. Met een 3D-bril is het gebied dan te zien alsof je er als het ware overheen vliegt (zie figuur 19.4).



Figuur 19.4 Visualisatie 2D overstromingsberekening met 3Di voor Waterland (ruimtelijke resolutie van 0,5x0,5 m)

19.4 Kijkje onder de 3Di-motorkap

Onder de motorkap van het 3Di-instrumentarium gaan innovaties schuil die het mogelijk maken om:

- interactief en op hoog detailniveau te rekenen;
- geografische informatie te verwerken en te combineren;
- de datamodellen geautomatiseerd aan te maken en te updaten.

Nieuw geïntegreerd rekenhart

Het 3Di-model gebruikt een robuust rekenschema dat de stroming over land en in waterlopen, bodem en riool geïntegreerd beschrijft. Dit netwerk behandelt op rekenhartniveau 2D-stroming hetzelfde als de 1D-stroming in waterlopen en riolering. Het stedelijk gebied wordt binnen 3Di opgedeeld in tegels van zo'n 1 m². Hierover worden rekenvolumes aangemaakt (de zogenaamde quadtrees, figuur 19.5) die onderling door zogenaamde flowlinks zijn verbonden. Aanvullend worden 1D-netwerken over de tegelgrids gelegd om stroming in drie typen kanalen te beschrijven, afhankelijk van de uitwisseling tussen die kanalen en hun omgeving. Ten slotte is er een 1D-netwerk voor riolering. Doordat het model koppelingen op het diepste niveau in het rekenhart legt, vinden de berekeningen uiteindelijk allemaal in hetzelfde rekenhart plaats.

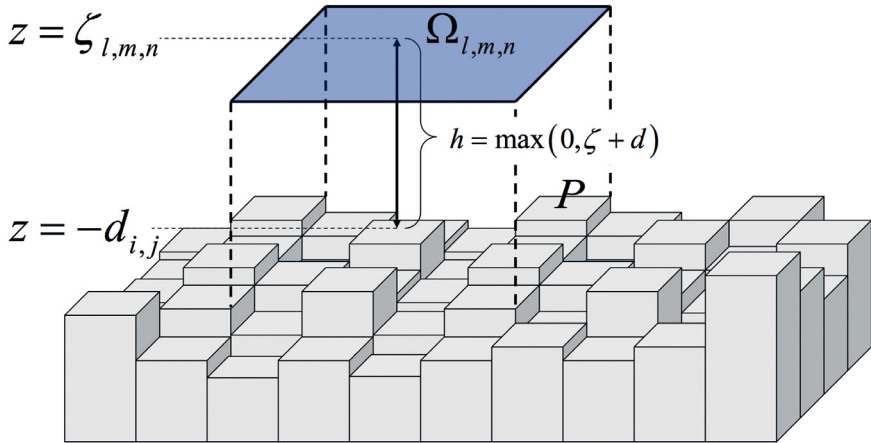
De figuur toont het beeld voor en tijdens een voor die stad gewone regenbui in Singapore (figuur 19.6). De interactie tussen oppervlaktewater en riolering is volledig. Het rekenhart bevat zowel de 2D- als 1D-netwerken. Er wordt dus niet gekoppeld, het geheel is één model.

Sneller en nauwkeuriger

Een van de eerste ambities van 3Di was een rekenhart te ontwikkelen dat honderd keer sneller zou rekenen dan de conventionele rekenharten. Die eis is inmiddels ruimschoots ingewilligd. Simulaties duren inmiddels niet langer dan 1/20.000 van de werkelijke fysische tijd. Dat betekent vaak meer dan duizend keer sneller. Overigens is de 2D-berekening hier nog steeds de beperkende factor. De snelheid van 1D-stromingsberekeningen is nauwelijks nog te versnellen. Maar er is ook aan de nauwkeurigheid van de modelresultaten gewerkt. 'Onder de motorkap' blijkt dit uit het hanteren van strikt massabehoud. Dit betekent dat geen water verloren mag gaan of mag ontstaan door de manier waarop stroming wordt berekend. De volumefout in 3Di is nu minder dan een borrelglas bij een overstroming met een waternverplaatsing van 1 miljard m³.

Bodemwrijving

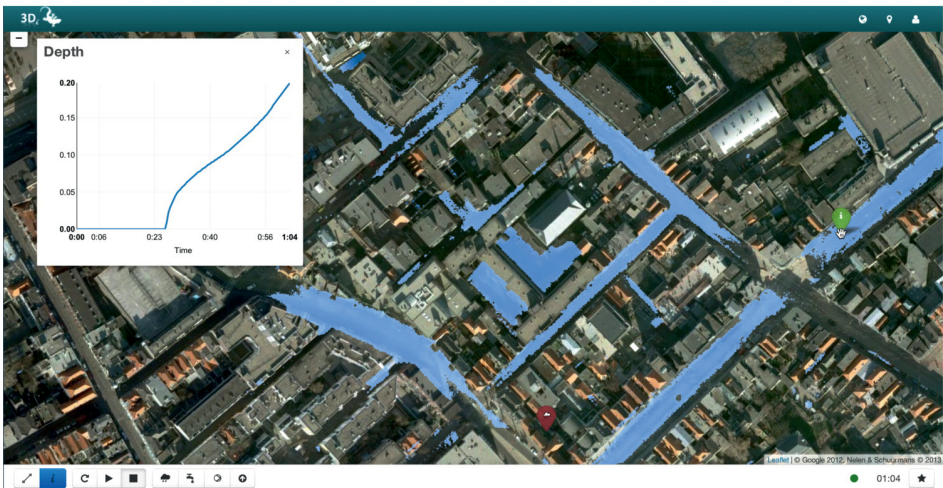
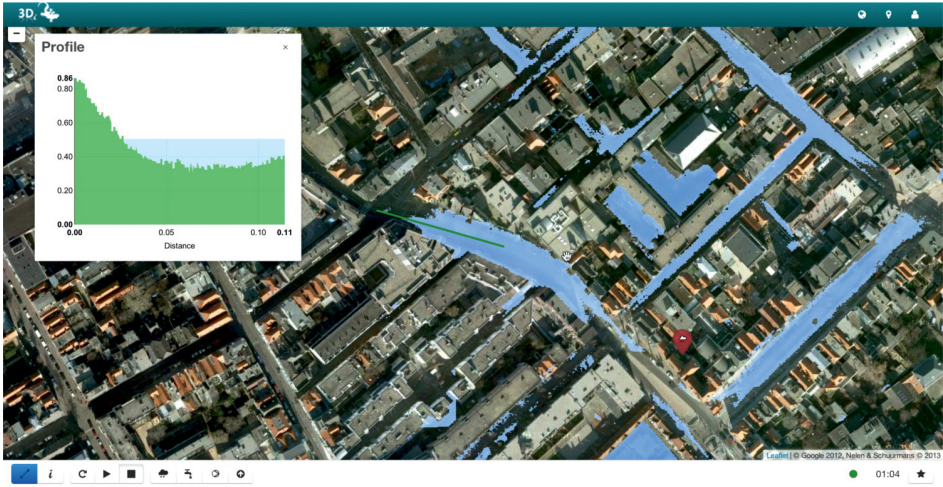
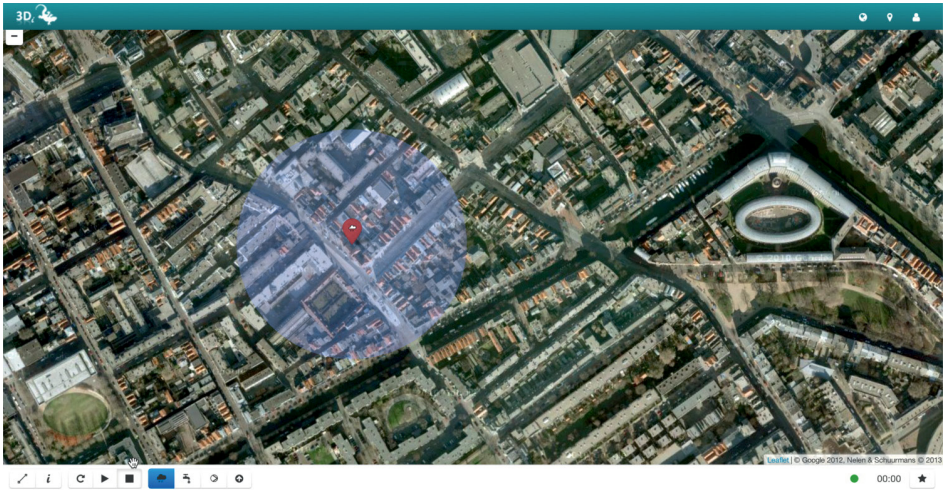
Bij het simuleren van waterbeweging in stedelijk gebied, zoals bij een overstroming of bij wateroverlast door hevige regen, is het erg belangrijk om de bodemwrijving op de juiste wijze te verdisconteren. Over- of onderschatting van de bodemwrijving geeft namelijk afwijkende stromingsverlopen. Stroming verloopt dan veel langzamer of



Figuur 19.5 Quadtrees (rekencellen) met onderliggende hoogtecellen uit digitaal elevation model



Figuur 19.6 Effect van een gewone regenbui in Singapore.



juist veel sneller dan in werkelijkheid. In 3Di wordt de bodemwrijving zeer nauwkeurig meegenomen, geïntegreerd vanuit de wrijving op 'stoeptegel' niveau, en dus niet eenvoudigweg uniform verondersteld. Op basis van de geometrie van het rekenvolume opgebouwd uit 'stoeptegels' met verschillende hoogteligging wordt een realistischer snelheidsverdeling aangenomen en wordt de dus wrijving vervolgens 'netjes' uit integratie bepaald. Op de grovere 'waterstandsgebiedjes'-grootte leidt dit tot een veel realistischer stromingspatroon. Bovendien blijft de benodigde rekentijd binnen de perken.

Nieuwe solver

In hydrodynamische modellen wordt per tijdstap een stelsel stromingsvergelijkingen opgelost. Dit gebeurt met een zogenaamde 'solver', een algoritme dat steeds de oplossing van de waterstanden en debieten voor een bepaald tijdstip in de simulatie uitrekent. Er zijn twee typen solvers: directe solvers (zoals Gauss) en de zogenaamde iteratieve solvers. Beide hebben hun specifieke toepassingsgebied.

| 259

De iteratieve solvers zijn te verdelen in: de matrix splitting-methoden en de conjugate gradiënt-methoden. Door handig gebruik te maken van de eigenschappen van de matrix die het stelsel op te lossen vergelijkingen beschrijft (zoals diagonaal dominantie), wordt binnen 3Di een combinatie van de directe Gauss-methode en de conjugate gradiënt-methode toegepast. De precieze combinatie bepaalt het rekenhart al rekenend automatisch. Hiervoor heeft de gebruiker dus geen expertkennis nodig. Gevolg is dat bij hoge nauwkeurigheid toch zeer hoge rekensnelheden zijn te realiseren.

Rekenen in de 'cloud'

Naast het rekenhart dat de kern van het instrumentarium vormt, wordt gewerkt aan een informatieraamwerk dat als interface rond het rekenhart fungeert. Het rekenhart draait in de 'cloud', op een server gekoppeld aan het internet. De gebruiker kan dit rekenhart via een webapplicatie vanuit een geografische interface aansturen. Figuur 19.7 toont de gevolgen van een locale zware regenbui in het centrum van Den Haag.

Naast het toevoegen van een debiet op de kaart, kan de gebruiker een bui boven het gebied simuleren (met een klik op de kaart op de iPad). Via de iPad stuurt de gebruiker het 3Di-model in de cloud aan. De resultaten van de modelberekening worden direct, al rekenend, teruggestuurd naar het iPad-scherm.

Figuur 19.7 (links) Gevolgen van een zware regenbui in Den Haag met klik op de iPad (boven: situatie, midden: waterdiepte in langsprofiel en onder: waterdiepte op een locatie).

De webapplicatie bevat ook tal van innovaties op het gebied van visualisatie en informatiebeheer. Leken kunnen immers alleen vertrouwen op de resultaten als intuïtief gebruik leidt tot betrouwbare resultaten onder alle omstandigheden. Verder kan de gebruiker ook historische buien gebruiken die via radarmetingen ruimtelijk gedistribueerd beschikbaar zijn.

19.5 3Di in de praktijk

De geografische interface van 3Di is inmiddels al in diverse workshops met hydrologen, planvormers, stedenbouwkundigen, bestuurders, calamiteitenbeheerders, rioleringsbeheerders, adviseurs, burgers, wetenschappers gepresenteerd en getest. Steeds zijn de reacties uitermate positief. Met name de mogelijkheid om fenomenen op verschillende ruimtelijke schalen te combineren, spreekt tot de verbeelding. Denk bijvoorbeeld aan overstromingen en wateroverlast door hevige neerslag.

Voor ons als ontwikkelaars waren vooral de ontwerpssessies met stedenbouwkundigen en planvormers spannend. Zij wilden aan de slag met concrete maatregelen in het kader van klimaatadaptatie en zagen in 3Di de mogelijkheid ‘eindelijk’ de effectiviteit van innovatieve, duurzame maatregelen als groene daken en waterpleinen te toetsen.

Maar ook de calamiteitenoefeningen waren leerzaam (figuur 19.8). Vooral de sessie bij waterschap Noorderzijlvest was interessant omdat daar een eventuele doorbraak van



Figuur 19.8 In de Calamiteitenworkshop Fivelingoboezem stonden de effecten van een dijkdoorbraak van het Eemskanaal centraal.

de dijk van het Eemskanaal centraal stond. De betrokkenen hadden de meest voor de hand liggende ingrepen voor deze situatie nog paraat omdat deze de revue waren gepasseerd bij de recente doorbraakdreiging.

De mogelijke overstromingsbeelden en het effect van eventuele maatregelen zaten nog fris in het geheugen. Dit gaf ons als ontwikkelaars de mogelijkheid de realiteitswaarde van de overstromingsbeelden te toetsen.

Veel vragen beantwoorden

Het meest verrassende resultaat van de ontwerpworkshops was overigens dat stedenbouwkundigen en planvormers eigenlijk geen helder beeld hebben van de situatie in een stedelijk gebied bij zeer hevige neerslag. Op zich niet vreemd, want natuurlijk kunnen maar weinig mensen beschikken over ruime ervaring met buien die (nu nog) een herhalingstijd hebben van 100 jaar. Maar ook over de gewenste situatie tijdens dergelijke neerslagcalamiteiten bestaat vaak geen duidelijke (gedeelde) opvatting. Welke wegen zouden tijdens die grote hoeveelheid regen eigenlijk met voorrang vrij moeten blijven van water? Is gebruik van particulier terrein voor tijdelijke waterberging in dergelijke situaties effectief en wenselijk? Tijdens de sessies is gebleken dat 3Di ook bruikbaar is om dit soort vragen te beantwoorden.

| 261

Overigens is ook gebleken dat het ‘interactief modelleren’ (een ‘nieuw’ element van 3Di dat hier nog niet aan bod is gekomen) de kwaliteit van de ondersteuning sterk verbetert. Interactief modelleren betekent dat de gebruiker ‘ter plekke’ maatregelen kan uitvoeren, zelfs tijdens een berekening. Hij pauzeert dan het model, voert de maatregel in en start daarna het model weer. Deze nieuwe functionaliteit werd meteen vanzelfsprekend en achteloos gebruikt, een kenmerk van een succesvolle functionaliteit.

19.6 De toekomst met 3Di in de stad

3Di faciliteert feitelijk een nieuwe werkwijze waarin u als gemeente gebiedsdekkend kunt modelleren met de focus op het water in de buitenruimte. Door het hoge detailniveau en de buitenruimtemodelleren kunt u met dit instrument veel verder gaan dan maatgevende events doorrekenen. U kunt namelijk kijken welke gevolgen de events hebben in het stedelijk gebied. Hierin verschilt 3Di dus wezenlijk van modellen voor normtoetsing of voor het hydraulisch ontwerp van de (deel)systemen. Ontwerpmodellen zijn gericht op toetsing van systeemgedrag in een bepaalde normsituatie. Daarmee toetst u of de situatie niet te vaak uit de hand loopt en stemt u systeemcapaciteiten af op de norm. Wat er daadwerkelijk gebeurt als normsituaties of nóg zeldzamer gebeurtenissen optreden, blijft buiten beeld. Daarvoor wordt het water in de buitenruimte te grof gemodelleerd.

Bij 3Di staat juist het water in de buitenruimte centraal. U kunt kijken wat de effecten zijn van een 'buiten de norm'-situatie. En dat is interessanter dan het lijkt. Het maakt betrokkenen in een kritische situatie namelijk niet zo veel uit wat de kans op die situatie is, als de schade en overlast die dan optreden maar beperkt kunnen blijven. Interessant is dan om te kijken hoe die overlast en schade te beperken zouden zijn geweest door bijvoorbeeld een andere inrichting van de buitenruimte. Misschien door water langer vast te houden op privaat terrein of door water slim te verdelen binnen een bepaalde wijk, via infiltratievoorzieningen in wegen. Of door straten zodanig te profileren en aan te leggen dat water gecontroleerd afstroomt naar minder kwetsbare gebieden.

Schakel ontwerp-beheer

262 |

3Di maakt het mogelijk wateroverlastvraagstukken pragmatischer te benaderen. Omdat de berekeningen niet vooraf sterk hoeven worden vereenvoudigd, kunt u de werkelijkheid nadoen en de resultaten beoordelen zonder modelleringsvaardigheden. Zo kunt u de invloed van bijvoorbeeld waterpleinen, infiltrerende verharding, groene daken, andere straatprofielen en wadi's vooraf beter inschatten. In die zin kan 3Di het communicatiemiddel gaan vormen tussen de ruimtelijke planvormers en de waterspecialist. De vertaling van de mooie 'voorbeeldenboeken' van ontwerpers naar de praktische kosten-batenanalyse van de (afval)waterbeheerder. Wat is het effect van infiltratievoorzieningen en waterpleinen? Hoe willen we eigenlijk dat de stad extreme hoeveelheden water afvoert? Dit soort analyses zijn in de nabije toekomst met 3Di op te pakken. Niet alleen door modelleurs, maar ook door ontwerpers en planvormers. Gewoon via de iPad.

Literatuur

Stelling, Guus S., Quadtree flood simulations with sub-grid digital elevation models (ICE), November 2012, ICE Publishing

Casulli, V., Stelling, Guus S., A semi-implicit numerical model for urban drainage systems

May 2013, Vincenzo Casulli, International Journal for Numerical Methods in Fluids

Tapping into intelligent technology for flood casting - New modelling software in development aims to forecast flood events.

Why are decisions in flood disaster management so poorly supported by information from flood models? (Environmental Modelling & Software)