Opinie

Aanleiding

Het nu volgende opiniestuk is niet alleen een reactie op Harry Boukes recensie van de afgelopen NHV-dag, die mijns inziens onrecht doet aan de hoge kwaliteit van het werk van drie van de vier sprekers, maar ook mijn visie hoe de modelleringpraktijk eruit zou moeten zien. Allereerst lijkt het me ook goed te vermelden dat ik helaas op de NHV-dag zelf niet aanwezig ben geweest. Dat had en tweetal redenen:

a ik had me reeds lang van tevoren opgegeven voor een cursus ArcGIS op dezelfde dag;
b ik was reeds op de hoogte van het werk van Te Stroet, Troch en Van Walsum.

Daar ik niet aanwezig was zal ik me niet uitspreken over de communicatieve vaardigheden van de drie sprekers, doch toen ik andere presentaties van ze bijwoonden (waar ze wel wat meer spreektijd tot hun beschikking hadden), kwamen ze op mijn zonder meer over als begenadigd sprekers.

Wat ik middels dit opiniestuk tracht te bereiken is het volgende:

1 Recht doen aan het werk van de drie sprekers (Helaas ken ik het werk van de heer Middelkoop te slecht om het mee te nemen in mijn analyse. Het past ook niet de discussie die ik wil voeren.);
2 De vraag te beantwoorden in hoeverre hun werk state-of-the-art is;
3 Het werk van de drie heren in een integraal kader plaatsen;
4 Het startschot geven voor een brede discussie over regionale, kwantitatief-hydrologische modellering;

Met name vraag 2 is natuurlijk een uitermate lastige. Criteria voor het bepalen van het "state-of-the-art"-gehalte van het wetenschappelijk werk van onderzoekers zijn er volgens mij niet. Wat dat betreft heeft mijn analyse een uiterst subjectief karakter. Het zij zo. Ik ga er dan ook vanuit dat mijn ingezonden brief de nodige discussie zal oproepen. Des te beter zou ik zeggen!

NITG-TNO

TNO heeft vanaf het promotiewerk van Van Geer (1987), gestaag doorontwikkeld aan methoden om grondwatermodellen geautomatiseerd[1] te optimaliseren[2], in termen van de parametrisatie. Dit heeft, via het promotiewerk van Te Stroet (1995), geleid tot de door Valstar (2000) ontwikkelde representer-methode. Als een onderdeel van Chris' presentatie als zijnde state-of-the-art zou mogen worden gekwalificeerd dan is het deze representer-methode wel. Dit is eenvoudig gezegd een inverse modelleringtechniek, waarbij zorg wordt gedragen voor een optimale afweging van verschillende informatiebronnen (gemeten en berekende stijghoogten, a priori inschattingen van de kD et cetera), om uiteindelijk te komen tot een geohydrologische parametrisatie. Zoals ik het begrijp 'vervolmaakte' Johan Valstar de techniek en implementeerde hem in de MODFLOW-code. Een nadeel van de techniek is dat hij in de modelcode geprogrameerd dient te worden en dus niet modelonafhankelijk te gebruiken is. Is dit alles nu state-of-the-art? Dat is een vraag die ik als volgt zou willen beantwoorden. De representer-methode:

I komt wiskundig bewijsbaar tot optimale

[1] Er zijn natuurlijk nog steeds hydrologen die 'niet geloven' in de waarde van automatische kallibratie. Deze wil ik graag doorverwijzen naar het proefschrift van Olsthoorn (1998), die een uitstekende opsomming geeft van redenen om dat ongeloof snel te laten varen.

[2] Gegeven een bepaalde modelleringdoelstellingen en daarvoor ter beschikking staande middelen (data, financiën, tijd en personeel).

parameter-waarden;

II is wetenschappelijk en internationaal gezien state-of-the-art;

III is getoetst door gerenommeerde leden van de hydrologische gemeenschap;

IV lost vele 'problemen' op die voorheen wel nog inherent waren aan inverse modelleringtechnieken (kan veel variatie aan zonder vast begrensde zones = zonering).

W.U.R.

Peter Troch houdt zich (met name) bezig met stroomgebiedshydrologie, wat mijns inziens vraagt om een andere aanpak bij de optimalisatie van de modelperformance. Data-assimilatie is daarbij een uitstekend hulpmiddel gebleken. Bierkens (2003) definieert data-assimilatie als volgt: "Data-assimilation stands for merging observations and model predictions to arrive at physically consistent and (nearly) optimal predictions of state variables.".

Bij data-assimilatie ligt de focus dus meer dan bij inverse modellering (dat als doel heeft parameter-optimalisatie) bij de optimalisatie van de initiële en randvoorwaarden tijdens een forward modellering run. Hoewel oorspronkelijk ontwikkeld binnen de meteorologie en oceanografie, is het thans ook veelvuldig toegepast bij hydrologische modellering (zie voor overzichten o.a. Troch en Van Loon, 2001l; McLaughling, 2003; Troch e.a. 2003.) Deze overzichten alleen al tonen reeds aan dat Peter Troch (en zijn leerstoelgroep) zich in de voorhoede bevindt van dat deel van de hydrologische gemeenschap dat zich bezighoudt met data-assimilatie.

Een interessante toepassing die met name voor Nederlandse hydrologen en waterbeheerders van belang kan zijn is het gebruik van data-assimilatie bij het optimaliseren van de voorspelling van topsysteem toestandsvariabelen. En dan bedoel ik niet alleen verdamping en bodemvochtgehaltes, maar ook freatische grondwaterstanden. Het werk van een deel van de bij Peter werkende en promoverende mensen zal zeker een significante bijdrage leveren aan het verwezenlijken van dat doel. Een stap voorwaarts wordt bijvoorbeeld reeds beschreven in Van Loon e.a., 2002, en Schuurmans e.a., 2003.

Alterra

De state-of-the-art onderwerpen die in Paul's presentatie aan bod kwamen betroffen zich naar mijn idee het regionale hydrologische model SIMGRO (Veldhuizen e.a., 1998), alsmede het Waterwijs-instrumentarium (Van Walsum e.a., 2002).

De modelcode SIMGRO is naar mijn mening zonder meer het meest complete kwantitatief-hydrologische modelinstrumentarium dat we in Nederland kennen en tevens op vrij grote schaal gebruiken. Gegeven het feit dat het zowel geschikt is voor de modellering van regionale grondwaterstroming, het uitvoeren van neerslag-afvoerberekeningen, alsmede het vaststellen van waterbalansen op verschillende ruimte- en tijdschalen maakt de modelcode bij uitstek geschikt voor het beantwoorden van alle aan de beleidslijnen GGOR (inclusief verdroging!), WB21 en Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) gerelateerde vragen.

Waterwijs is een techniek die bij de planning van grondgebruikersfuncties voor het waterschap waar ik werkzaam ben (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) van veel nut geweest. Verder is de techniek, met name in gebieden die een sterke verweving van conflicterende functies en belangen kennen, van grote potentiële waarde bij het vaststellen van de GGOR. Door zijn objectieve karakter kan de techniek helderheid verschaffen, wanneer door het complex aan belangen en processen de hydrologen, beleidsmakers en bestuur-

ders bij het afwegen van inrichtingsvarianten en functies even door de bomen het bos niet meer zien.

Integraal, state-of-the-art raamwerk?

Hoe kan dit alles nu in een samenhangend kader worden geplaatst? Laat ik daarvoor het mijns inziens ideale modelleringsraamwerk presenteren. Dit bestaat uit de volgende te nemen stappen en componenten:

1 Definiëren doelstelling, bv. vaststellen van kaartbeelden, op de schaal van de AHN-pixel, van:
a de verdampingsreductie;
b GLG;
c inundatie-diepten.
2 Een geschikte modelcode; gegeven de doelstelling dient het model zowel als grondwater model te kunnen functioneren, maar ook als neerslag-afvoermodel. Verder dient het model met kleine rekenstappen te kunnen rekenen, althans voor het topsysteem. Tenslotte dient het model voorzien te zijn van een onverzadigde zone module. Als we dan kijken wat de Nederlands markt ons biedt komen we automatisch uit bij SIMGRO;
3 Dataverzameling;
4 Datacontrole en -editing; om dit gestructureerd te kunnen doen heeft Alterra het zgn. Alterraqua-instrumentarium ontwikkeld (op een een ArcView 3.2 platform);
5 Modelbouw;
6 Modeltoets; subjectief (door gebiedskenners) en/of objectief, door toetsing aan gemeten waterbalansen, of door middel van patroonherkenningstechnieken (Grayson e.a., 2001);
7 Kallibratie en validatie; om geohydrologische parameterwaarden te optimaliseren kan de representer-methode worden toegepast. Daarvoor is dan wel een stationair MODFLOW-model nodig, maar als men de data voor een SIMGRO-model reeds op orde heeft, is de bouw van een MODFLOW-schematisatie kinderspel; De topsysteem-parameters, voor de neerslag-afvoer, en onverzadigde zone-berekeningen, dienen naar mijn idee op een andere wijze te worden geoptimaliseerd. Ik ben op dat vlak nog niet tot werkelijk sluitende conclusies gekomen, maar het Shuffled Complex Evolution Metropolis (SCEM-UA) optimization algorithme (Vrugt et al. 2003) lijkt veelbelovend;
8 Onzekerheidsanalyse; bijvoorbeeld toepassing van de GLUE-methodiek (Beven e.a., 2001) waarmee inzicht kan worden verschaft in de mogelijkheden die het model al dan niet biedt om met een zekere waarschijnlijkheid zinnige scenario-resultaten te genereren;
9 Data-assimilatie, voor een fine-tuning van de modeloutput; een toepassing van de SIMGRO-modelcode en een assimilatie-techniek wordt beschreven in Schuurmans e.a., 2003;
10 kaartbeeldvervaardiging in een GIS, gebruikmakende van geostatistiek, en ander neer- en opschalingstechnieken (zie o.a. Bierkens e.a., 2000), liefst op een zodanige wijze dat er per kaarteenheid, bijvoorbeeld de AHN-pixel, een maat voor de nauwkeurigheid van de bepaling kan worden gekwantificeerd.

Wil men vervolgens met scenario-berekeningen aan de slag dan kan ook het Waterwijs-instrumentarium worden ingezet.

Conclusie

Einstein zei het al: "Everything should be made as simple as possible, but not simpler".

Ik proef (wellicht onterecht) in Harry's recensie dat hij het liefst hydrologische methoden zo simpel mogelijk wil houden, maar daarmee loop je dus het gevaar dat ze

te simpel zijn. Althans, wanneer we de huidige en toekomstige problemen op het gebied van het waterbeheer werkelijk adequaat willem aanpakken, om uiteindelijk te komen tot een goed ontwerp, inrichting, beheer en onderhoud van onze regionale en hoofdwatersystemen.
Zowel TNO als Alterra hebben methoden ontwikkeld die ons daarbij goed van pas kunnen komen.

De Wageningse universiteit levert daarbij meer fundamentele kennis op het vlak van data-assimilatie-technieken, Remote Sensing, neerslag-radar et cetera. Sommige van deze methoden en technieken zijn qua functionaliteit mijns inziens uniek in de wereld, of ik moet (in mijn rol als waterschapshydroloog) mijn research wel heel slecht doen. Dus Harry's claim dat TNO en Alterra zich zullen moeten voegen naar de technieken van de rest van de wereld klopt mijns inziens zeer zeker niet. Ik zou eerder zeggen: wil de rest van de wereld op hetzelfde ruimtelijke en temporele niveau uitspraken kunnen doen over de dynamiek van hydrologische toestandsvariabelen dan kunnen ze daarvoor zeer zeker putten uit de in Nederland ontwikkelde kennis.

Los van alle 'kritiek' dwingt Harry's recensie ons denk ik wel tot nadenken over het format van de volgende NHV-dag. Ik denk dat in elk geval de redactie-raad van Stromingen zich over deze issue zal moeten gaan buigen, want ik geloof zeker niet dat Hary alleen staat in de door hem in zijn recensie geventileerde zienswijze.

Literatuur

Beven, K. en J. Freer (2001) Equifinality, Data assimilation, and uncertainty estimation in mechanistic modeling of complex environmental systems using the GLUE methodology; in: *Journal of Hydrology*, vol 249, pag 11-29.

Bierkens, M.F.P. (2003) Some trends and directions in Geographical Hydrology; Department of Physical Geography, Utrecht University, Utrecht.

Bierkens, M.F.P., P.A. Finke en P. de Willigen (2000) Upscaling and Downscaling methods for Environmental Research; Kluwer Academic Publsihers, Dordrecht.

Geer, F.C. van (1987) Applications of Kalman filtering in the analysis and design of groundwater monitoring networks; Proefschrift Technische Universiteit Delft.

Grayson, R., Blöschl, G., Western, A. en T. McMahon (2002) Advances in the use of observed spatial patterns of catchment hydrological response; in: *Advances in Water Resources*, 25(8), pag 1313-1334.

Loon, E.E. van, en P.A. Troch (2002) Tikhonov regularization as a tool for assimilating soil moisture data in distributed hydrological models; in: *Hydrological Processes* 16(2), pag 531–556.

Loon, E.E. van en P.A. Troch (2001) (red) International Workshop on Catchment-Scale Hydrological Modeling en Data Assimilation (CAHMDA) Book of Abstracts; Sub-department of Water Resources, Wageningen University, Report N. 101, Wageningen.

Mclaughlin, D. (2003) An integrated approach to hydrologic data assimilation: interpolation, smoothing en filtering; in: *Advances in Water Resources*, 25, pag 1275–1286.

Olsthoorn, T. N. (1998) Groundwater modelling: calibration and the use of spreadsheets; Proefschrift Technische Universiteit Delft.

Schuurmans, J.M., P.A. Troch, A.A. Veldhuizen, W.G.M. Bastiaanssen en M.F.P. Bierkens (2003) Assimilation of remotely sensed latent heat flux in a distributed hydrological model; in: *Advances in Water Resources*, 26 (2), pag 151-159.

Stroet, C.B.M. te (1995) Calibration of Stochastic Groundwater Flow Models, Estimation of System Noise Statistics en Model Parameters; Proefschrift Technische Universiteit Delft.

Troch, P.A., C. Paniconi en D.B. McLaughlin (2003) Data assimilation and catchment-scale hydrological modeling; in: *Advances in Water Resources*, 26 (2), pag 131–135.

Valstar, J.R. (2000) Inverse modeling of groundwater flow en transport; Proefschrift Technische Universiteit Delft.

Veldhuizen, A.A., A. Poelman, L.C.P.M. Stuyt en E.P. Querner (1998) Software documentation for SIMGRO V3.0; Regional water management simulator; Technical document 50, SC-DLO Wageningen.

Vrugt, J.A., S.C. Dekker, en W. Bouten (ingediend, 2003) Identification of Rainfall Interception Model Parameters from Measurements of Throughfall en Forest Canopy Storage; in: *Water Resources Research*.

Walsum, P.E.V. van, J.F.M. Helming, E.P.A.G. Schouwenberg, L.C.P.M. Stuyt, P. Groenendijk, C.J.A.M. de Bont, P.H. Vereijken, C. Kwakernaak, P.J.T. van Bakel, L.C. van Staalduinen en K.W. Ypma (2002) Waterwijs: Plannen met water op regionale schaal; Alterra-rapport 433, Wageningen.

Joost Heijkers