

Een numeriek, ruimtelijk verdeeld model is de beste voorspeller van grondwaterstandsfluctuatie-statistieken

Voor tal van werkzaamheden, die zich met name op het vlak van het strategische waterbeheer (zoals planvorming en beleidsontwikkeling) bevinden, is actuele informatie over de spatio-temporele dynamiek van het freatische vlak noodzakelijk. Dit heeft vooral te maken met het feit dat het freatische vlak in Nederland over het algemeen ondiep voorkomt. Daarom wordt het functioneren van bijvoorbeeld de functies landbouw en terrestrisch natuur sterk beïnvloed door de freatische grondwaterstandsdynamiek. Al in de jaren zestig is men daarom begonnen met het karakteriseren van het freatische grondwaterstandsverloop in de vorm van fluctuatie-statistieken: de GVG, GHG en GLG (GxG) (zie o.a. Finke e.a. (2002) voor de definities). In geaggregeerde vorm zijn deze fluctuatie-statistieken ook als informatie verwerkt op de bodemkaart 1:50.000, namelijk in de vorm van grondwatertrappen-classes (zie het 'nieuwe' Cultuurtechnische Vademecum (2000, blz. 47)).

In de jaren 80 & 90 is het besef breed doorgedrongen dat de Gt-informatie op de bodemkaart 1:50.000 in vele gebieden zeer verouderd was, omdat deze over het algemeen gekarteerd was in de jaren 70 en 80. Daarom zijn er toen Gt-actualisaties gestart. Dergelijke Gt-actualisaties worden overigens ook al vaak in het kader van gebiedsgerichte projecten (zoals ruilverkavelingen) uitgevoerd. Daar werd deze Gt-actualisatie over het algemeen gekoppeld aan het afleiden van de bodemkaart 1:10.000.

Alterra heeft toen het voortouw genomen in het ontwikkelen van methoden die als specifiek doel hadden de kartering van de

zogenaamde GD-informatie. Naast GVG, GHG en GLG omvat de term GD ook overschrijdingsduurlijnen en regime-curves (zie o.a. Finke e.a. (2002)). Daarvoor werd primair gebruik gemaakt van stochastische modellen en statistische methoden, zoals geostatistiek tijdsreeksanalyse en lineaire regressie. Deze methoden hebben als voordeel dat ze, naast een voorspelling van het freatische grondwaterstandsverloop, ook inzicht verschaffen in de nauwkeurigheid. De nauwkeurigheid van de voorspelling bleek soms tegen te vallen. Wat mensen zich daarbij echter vaak niet realiseerden is dat de Gt-informatie op de bodemkaart 1:50.000 met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ook een zekere (en misschien wel flinke) mate van onnauwkeurigheid bevatte, alleen werd die niet gekwantificeerd.

Door de ontwikkeling en gebiedsgerichte uitwerking van met name het GGOR-beleid kwam er in Nederland steeds meer vraag naar met name GxG-informatie. Daarnaast was niet alleen behoefte aan de huidige GxG (bv. voor het afleiden van de AGOR (Actueel Grond- en Oppervlaktewaterstand Regime)), maar ook aan methoden om scenario's (VGOR's) mee door te rekenen. Immers, er is geen planproces te bedenken waarbij er, na het uitvoeren van een knelpunten-analyse (op basis van een confrontatie tussen de ideale (OGOR) en huidige (AGOR) situatie), geen oplossingsrichtingen worden geformuleerd die vervolgens moeten worden doorgerekend.

Door deze vraag stortten zich ook andere partijen op het karteren van de GxG. Over het algemeen worden hiervoor zogenaamde deterministische modelcodes gebruikt, zoals MODFLOW en SIMGRO. Dit zijn codes die bij het berekenen van het freatisch grondwaterstandsverloop gebruik maken van fysische wetmatigheden en numerieke oplossingsmethoden. Gegeven het feit dat hydrologen al jarenlang met dergelijke

methoden aan grondwaterstroming rekenen een logische keuze, wellicht zelfs logischere dan een op statistiek gebaseerde aanpak.

De voordelen van deterministische technieken (t.o.v. statistische methoden) zijn duidelijk:

- I Ze zijn gebaseerd op fysische, parameteriseerbare relaties, waardoor de noodzaak tot stochastische simulatie verdwijnt;
- II Ze kunnen eenvoudig worden ingezet voor het uitvoeren van scenario-berekeningen;
- III Ze zijn eenvoudig(er) te begrijpen en te reproduceren door de gemiddelde hydroloog;
- IV De modelbouwdoorlooptijden zijn relatief kort (t.o.v. bv. de GD-kartering);
- V De bouw van een deterministisch model is (zeker tegenwoordig) relatief goedkoop;
- VI De gebruikte codes en software zijn over het algemeen gebruikersvriendelijk en op de markt beschikbaar;
- VII Er zijn vele aanbieders van deterministische technieken (bijna alle adviesbureau's en onderzoeksinstituten leveren dit soort 'diensten');
- VIII M.b.v. een aantal van de beschikbare deterministische methoden is het ook mogelijk om aan andere hydrologische doelvariabelen, noodzakelijk voor de onderbouwing van beleidsontwikkeling en planvorming, te rekenen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de waterbalanscomponenten en de faalkans van regionale watersystemen, d.w.z. de overschrijdingsfrequentie waarmee inundatie vanuit het oppervlaktewater plaatsvindt;
- IX M.b.v. een aantal van de beschikbare deterministische methoden is het ook mogelijk om hydrologisch te rekenen aan stedelijke watersystemen, wat zondermeer noodzakelijk is gegeven de NBW-doelstellingen en de urbanisatie-

graad van grote delen van Nederland.

Nadelig is het feit dat deze modellen vaak veel data vragen en dat ze gekalibreerd en gevalideerd moeten worden. Nu is het zo dat Nederland qua geo-informatievoorziening op eenzame hoogte staat (denk aan het AHN, top10vector, de bodemkaart 1:50.000, LGN et cetera). In combinatie met de ontwikkeling van GIS-software voor de geautomatiseerde bouw van modellen (bijvoorbeeld AlterraAqua (www.alterraqua.alterra.nl) of Visual MODFLOW) heeft dit ertoe geleid dat numerieke modellen relatief snel en goedkoop kunnen worden gebouwd. Blijft over het vraagstuk van de nauwkeurigheid en de parameteroptimalisatie. Om met dit laatste te beginnen: De Nederlandse onderzoekswereld heeft de afgelopen jaren in significante mate bijgedragen aan de ontwikkeling van automatische parameter-optimalisatie-technieken. Denk daarbij o.a. aan het promotiewerk van Valstar (2000) en Vrugt (2004). De eerste leverde de Representer-methode op, de tweede de SCEM-UA-, MOSCEM-UA- en het SODA-algoritmes. Al deze methoden zijn in tal van projecten met succes toegepast, dus de parameter-optimalisatieproblematiek is geen reden om deterministische modellen niet in te zetten voor GxG-actualisaties. Dan de nauwkeurigheid: Zowel de door Vrugt ontwikkelde algoritmes als de Representer-methode leveren, naast geoptimaliseerde parameterwaarden, schattingen van de nauwkeurigheid, in elk geval op alle meetlocaties. In die zin is, net als bij de GD-karteringsmethode van Alterra, een voorspelling van de nauwkeurigheid inherent aan de methode. Voor het vlakdekkend schatten van de nauwkeurigheid kunnen geostatistische nabewerkingen worden uitgevoerd. In die zin is een deel van de technieken die worden gebruikt bij de GD-kartering ook bruikbaar bij de numerieke aanpak, maar dan als post-processing techniek. Ook voor

het opschalen van parameterwaarden is geostatistiek een zeer bruikbaar tool. Een voor integrale hydrologische modellen belangrijk kaartbeeld dat met een slimme combinatie van monitoring, inventarisatie en geostatistiek zou kunnen worden geconstrueerd is een bodemfysische kaart van Nederland. Verder kunnen tijdsreeksanalyse-technieken worden gebruikt bij bv. het postprocessen van meetgegevens die voor parameter-optimalisatie worden gebruikt.

Denk dan aan het filteren van fouten uit de meetreeksen (en zodoende het reduceren van die foutenbron bij de parameter-optimalisatie), maar ook het maximaal benutten van de informatie-inhoud van de grondwaterstandsmeetreeks, door van een 14-daagse meetreeks een voorspelde 1-daagse meetreeks te maken. Immers, de belangrijkste verklarende variabele voor de freatische grondwaterstand is het neerslagoverschot, en die is op dagbasis bekend.

Statistische kennis die uiteindelijk moet leiden tot nauwkeurigere modellen komt natuurlijk ook al om de hoek kijken bij het ontwerpen van monitoring-systemen. De monitoring-doelstelling zou dan (mede) moeten luiden: 'Het verkrijgen van data voor de kalibratie en validatie van een gedistribueerd hydrologisch model.'

Indien we een nog genuanceerder beeld van het freatische vlak willen krijgen, bijvoorbeeld een gedetailleerd inzicht in de opbolling op perceelsschaal, dan is het zeker interessant om na te gaan of de analytische elementen-methode inzetbaar is binnen het

in dit stuk geschetste raamwerk. Ook op dit vlak is er in Nederland genoeg expertise aanwezig.

Bovenstaande voordelen van numerieke technieken, in combinatie met stochastische pre- en postprocessors, laten duidelijk zien dat dit de te volgen weg is voor het afleiden van actuele GxG- en Gt-informatie (en andere, hydrologische informatie), vanuit een oogpunt van doorlooptijd, kosten, multi-inzetbaarheid en waarschijnlijk ook nauwkeurigheid. Vanuit deze gedachtengang zouden de Nederlandse onderzoeksinstituten hun kennis moeten gaan doorontwikkelen, in nauwe samenwerking met de gebruikers van GxG-informatie.

Literatuur

- Finke, P.A., M.F.P. Bierkens, D.J. Brus, J.W.J. van der Gaast, T. Hoogland, M. Knotters en F. de Vries (2002)** Klimaatsrepresentatieve grondwaterdynamiek in Waterschap De Dommel; Alterra-rapport 381, Wageningen.
- Valstar, J. (2000)** Inverse modelling of groundwater flow and transport; proefschrift Technische Universiteit Delft.
- Vrugt, J. (2004)** Towards improved treatment of parameter uncertainty in hydrologic models; proefschrift Universiteit van Amsterdam.

Joost Heijkers