

## **Advanced Simulation and Modelling for Urban Groundwater Management – UGROW**

*Onder redactie van Dubravka Pokrajac en Ken Howard, Urban Water series – UNESCO-IHP, UNESCO Publishing, Parijs, 2010, ISBN 978-0-415-45355-4 (pocket-boek). 183 pag. + bijlage + CD. € 38,00.*

Dit boek is ontstaan uit de samenwerking van een aantal experts op het gebied van stedelijk water, hydrogeologie en modellering, die zich hebben verenigd in het kader van een UNESCO-project (IHP-VI, 2002–2007) om te onderzoeken hoe het stedelijk grondwater beter beheerd kan worden. Uit ervaring was namelijk gebleken dat belangrijke termen van de grondwaterbalans in stedelijke gebieden bij de besluitvorming onvoldoende aandacht krijgen. Men wil een effectiever grondwaterbeheer mogelijk maken door het beschikbaar stellen van een computerprogramma waarmee meer inzicht kan worden verkregen in de wisselwerking tussen de verschillende stedelijke watersystemen, niet alleen tussen oppervlakte en grondwater, maar ook rekening houdend met de effecten van een lekkend waterleidingnetwerk en een drainerend en infiltrerend rioolstelsel.

Afgaand op de titel valt op dat “Simulation and Modelling” wat dubbel overkomt. Omdat met simulatie meestal het met de computer nabootsen (modelleren) van een situatie of proces in het verleden bedoeld wordt, zou “Simulation and Prediction” hier logischer zijn. Verder geeft het woord “UGROW” in de titel, samen met het CD-tje achterin, direct de verwachting met dit boek ook een nuttig computerprogramma gescoord te hebben. Dit wordt versterkt

door de opmerking op de achterzijde: “A CD-ROM containing a fully functional version of UGROW is included in the book”. Helaas bleek die verwachting wat te hoog gespannen.

De inhoud van het boek is in drie duidelijke stukken opgedeeld: Hoofdstuk 1 geeft een inleiding in stedelijke hydrologie en waarom deze afwijkt van die in andere gebieden, waarom het modelleren van stedelijk grondwater lastiger is, hoe dit modelleren tot dusverre wordt aangepakt en waarom er behoefte is aan een geïntegreerde aanpak met een programma zoals UGROW (UrbanGROUNDWater). In hoofdstuk 2 wordt eerst uitgelegd hoe UGROW globaal in elkaar steekt en vervolgens worden alle onderdelen tamelijk uitgebreid beschreven. Naast grondwaterstroming is dat ook stroming in de onverzadigde zone en oppervlakkige afstroming. Vervolgens komen de belangrijkste delen van de GUI (graphical user interface) aan de orde. Het hoofdstuk eindigt met enkele algemene opmerkingen, zoals de grote hoeveelheid benodigde gegevens (zelfs voor een redelijk klein deel van een stad), de onzekerheid van de ingevoerde gegevens, de noodzaak om te kalibreren en de onzekerheid van modelresultaten. Hoofdstuk 3 geeft drie voorbeelden van modelleringen met UGROW, die hier als het testen en valideren van de software worden opgevoerd:

- 1 – Een deel (2 km<sup>2</sup>) van Rastatt, een plaatsje dichtbij het Rijndal in Zuidwest-Duitsland, waar het lekke rioolstelsel tot aanzienlijke grondwaterverontreiniging leidt.
- 2 – Een ten noorden van Belgrado (Servië) aan de Donau grenzend intensief gedraineerd gebied (340 km<sup>2</sup>).
- 3 – Het wingebied van de drinkwatervoorziening van Bijeljina (Bosnië), dat sterk is verontreinigd door de lozing vanuit beerputten in een niet-gerioleerd

deel van het stadje.

In het boek wordt UGROW als een compleet en volledig-geïntegreerd computerprogramma voor de modellering van stedelijk grondwater gepresenteerd. De niet-stationaire berekeningen worden door drie rekenmodules uitgevoerd: GROW voor de verzadigde grondwaterstroming en stoftransport (maar waarschijnlijk wordt hiermee alleen de berekening van stroomlijnen bedoeld), UNSAT voor de stroming in de onverzadigde zone en RUNOFF voor de afstroming naar riolen en waterlopen. De grondwaterstroming wordt berekend met de eindige-elementmethode op basis van driehoekige elementen en kwadratische basisfuncties. Het is goed dat de schrijvers duidelijk aangeven van welke formules bij de berekening wordt uitgegaan en welke benaderingen hieraan ten grondslag liggen, maar aan de onderliggende theorie van dit deel wordt onevenredig veel aandacht besteed. Een grote beperking van UGROW is dat de verzadigde ondergrond tot één watervoerend pakket met eventueel bovenliggende slechtdoorlatende laag moet worden geschematiseerd. Daartegenover staat dat bij UGROW wel de verticale stroming in de onverzadigde zone in de berekening wordt meegenomen. Met behulp van de gebruikelijke relaties tussen de Van-Genuchten-parameters wordt de Richards'-vergelijking met de eindigedifferentiemethode opgelost. Uit de beschrijving wordt niet duidelijk hoe de discretisatie (ruimte, tijd) wordt gekozen (wel of niet afhankelijk van de berekening van de verzadigde stroming) en hoe de onderrandvoorwaarde precies werkt. Zou UGROW bijvoorbeeld kunnen worden gebruikt om bij een pompproef in een freatisch pakket het effect van de onverzadigde stroming mee te nemen? De RUNOFF-module volgt de neerslag die niet verdampt of infiltreert over het landoppervlak naar een waterloop of riool en

draagt daar bij aan de waterbalans van een punt in een dergelijk netwerk. Er vindt geen berekening plaats van de stroming in de waterlopen en riolen, dus peilveranderingen en droogval moeten als randvoorwaarden worden ingevoerd.

Het eerste testmodel is bedoeld om te laten zien dat de complexiteit van grondwaterstroming in een stedelijk gebied even goed (en liefst beter) aangepakt kan worden door een met UGROW gemaakt geïntegreerd model dan met een gekoppelde groep programma's, waarbij modellen van verschillende deelsystemen gegevens moeten uitwisselen. Van het Rastattgebied is namelijk al eerder een gekalibreerd grondwatermodel gemaakt met als kern het programma FEFLOW, en verder enkele hulpprogramma's (UVQ, NEIMO) en een GIS voor de koppeling. De oorspronkelijk in FEFLOW gemodelleerde twee watervoerende pakketten zijn in UGROW samengevoegd. Uit een vergelijking van de resultaten van beide modellen blijkt onder andere:

- De berekende verdamping is in UGROW veel kleiner (97 mm/jaar in plaats van 175 mm/jaar).
- De grondwatervoeding vanuit de neerslag is erg gevoelig voor aangenomen waarden van de afvoercoëfficiënt en de parameters voor de onverzadigde zone. Bij bepaalde combinaties van invoerwaarden worden onrealistische resultaten verkregen.
- De uit lysimeter-onderzoek bekende netto aanvulling van 340 mm/jaar voor onverhard oppervlak, en de geschatte 90 mm/jaar in stedelijk gebied, kan met verschillende combinaties van invoerparameters voor de onverzadigde zone worden verkregen. Gemiddeld over het gehele modelgebied werd een voeding van 190 mm/jaar berekend.
- De gevoeligheidsanalyse van het

UGROW-model is door tijdgebrek niet afgerond.

- De berekende waterbalanstermen en grondwaterstroming van UGROW en FEFLOW komen bij gelijke invoer in het algemeen goed overeen, maar tussen de modellen en de metingen zijn significante verschillen blijven bestaan (na trial-and-error kalibratie). Men denkt deze significante verschillen alleen te kunnen oplossen als er meer tijd in de kalibratie wordt gestoken en als men het modelgebied groter maakt.

Over de andere twee gepresenteerde testmodellen valt weinig op te merken. In beide modellen speelt de onverzadigde zone en het rioolsysteem geen of geen noemenswaardige rol, en beide modelleringen zouden ook heel goed met elk ander eindige-elementenprogramma voor grondwaterstroming kunnen zijn uitgevoerd. Bij het laatste model valt op dat in de figuren een vierhoekennetwerk wordt getoond terwijl, voor zover vermeld, UGROW alleen met driehoeken rekent. Bovendien kan uit de figuren met de berekende intrekgebieden en reistijden worden opgemaakt dat stroomlijnen alleen 2D worden berekend, dus zonder verticale component.

Bij de bouw, bij de kalibratie en bij de toepassing van grondwatermodellen blijkt dat ze vaak tientallen keren met iets gewijzigde invoer moeten worden doorge-rekend. Vooral bij niet-stationaire modellen kan de totale rekentijd dan aardig oplopen. Bij een grondwatermodel waarbij ook de onverzadigde stroming is betrokken, zal de rekentijd verder toenemen. Nergens in de beschrijving van UGROW wordt echter een aanwijzing gegeven over de benodigde rekentijd van de beschreven modellen.

Over de gebruikersvriendelijkheid van UGROW staat vermeld dat ook gebruikers

die niet bij de ontwikkeling zijn betrokken succesvol met het programma kunnen werken, mits voldoende ondersteuning beschikbaar is. Wie die ondersteuning zou moeten geven, wordt niet vermeld. Op het meegeleverde CD-tje staat behalve het installatie-programma ook het bestand Appendix.pdf. Dit is de UGROW “User Manual”, die qua inhoud echter precies overeenkomt met paragraaf 2.7 (“User Interface”) van het boek.

Men kan de eigenschappen en het gebruik van een enigszins complex computerprogramma natuurlijk niet alleen uit een boekje leren. Voor software geldt “The proof of the pudding ...”. In dit geval heb ik echter alleen aan de pudding kunnen ruiken. De installatie verliep vlekkeloos. Er worden ook vier (test)modellen meegeleverd, waarvan er één het model ten noorden van Belgrado blijkt te zijn. Twee andere modellen komen ook bekend voor omdat ze gebruikt zijn voor figuren in het boek. Wanneer (de database van) een model is ingelezen, gaat het inzoomen en het 2D en 3D bekijken van het model eenvoudig. Veranderen van enkele individuele modelwaarden en aanpassen van de manier waarop sommige onderdelen worden getoond, blijkt in bepaalde gevallen ook goed te doen, maar dit geeft weinig inzicht in hoe het programma verder moet worden gebruikt. Bij pogingen om een meegeleverd model stationair door te rekenen, worden de namen van zeven bestanden getoond die op dat moment kennelijk ontbreken. Bij niet-stationair rekenen volgt tevens een mededeling van mijn besturingssysteem (Windows XP Pro) dat er een fout is opgetreden en dat moet worden afgesloten (wat bij weggelijken van de melding overigens niet gebeurt). Ook een poging om zelf een eenvoudig nieuw model op te zetten liep vast omdat niet duidelijk is in welke volgorde de noodzakelijke handelingen

moeten worden uitgevoerd en de uitgevoerde stappen tot niets (b)lijken te leiden. De Help-functie geeft alleen een copyright-vermelding; echte helpschermen zijn kennelijk nog niet ingebouwd. Na een uurtje of twee spelen zonder veel succes, rijst vanzelf de vraag waarom de ontwikkelaars van deze software wel het programma meeleveren, maar niet een handleiding voor beginners, waarin stap voor stap wordt voorgedaan hoe een eenvoudig model kan worden opgebouwd. Jammer. Ook op Internet heb ik dit niet kunnen vinden. Wel trof ik de aankondiging van een korte UGROW-cursus (University of Aberdeen, 11 september 2007) waarin de demonstratie van zo'n stap-voor-stap opbouw van een een-

voudig model staat genoemd. Kortom, wie niet van de software gebruik wil maken, maar wel wil weten wat de stand van zaken is op het gebied van de modellering van grondwater in stedelijke gebieden, krijgt met dit boek een aardig beeld. Met z'n uiterst gedetailleerde afleiding van de gebruikte eindige-elementenformules en tevens een inleidende woordenlijst waarin de eenvoudigste begrippen worden gedefinieerd (en soms onjuist, bijv. Groundwater flow = Movement of water in an aquifer) is het niet duidelijk welke groep lezers de auteurs voor ogen hebben.

*Kick Hemker*

---

### **Modern Hydrology and Sustainable Water Development**

*door S.K. Gupta; 2010, gebonden, 437 pag, Wiley-Blackwell, Chichester, ISBN 978-1-4051-7124-3, GBP 45,00.*

Wanneer ik een boek tegenkom met een tamelijk algemene titel als 'Modern Hydrology and Sustainable Water Development', ben ik meestal wat sceptisch. Negen van de tien keer betreft het een verzameling van verhalen van auteurs van verschillend pluimage, opgetekend na een bijeenkomst van deskundigen. De bijeenkomst had meestal een specifiek thema of richtte zich in het bijzonder op één of meer stroomgebieden of technieken. Het gaat dan eerder om 'enige beschouwingen omtrent ...' dan dat het in de titel van het boek beloofde overzicht wordt geboden. Alsof er 'groentewinkel' op het raam staat, maar er binnen alleen door de familie speciaal bereide schorseneren te koop zijn die je alleen nog maar kunt opwarmen. Kortom, de geïnteresseerde lezer wordt geconfronteerd met een

onaangekondigde beperking van de titel, die derhalve niet wordt waargemaakt.

Eén op de tien keer wordt de titel wél waargemaakt. 'Modern Hydrology and Sustainable Water Development' doet dat ook. Het blijft daarbij niet oppervlakkig – wat vervolgens vaak het euvel is van boeken met een dergelijk brede titel – maar biedt in feite een compendium met de basis van wat hydrologie is, en nog wat meer. Ik had graag nog hoofdstukken gezien over neerslag, verdamping en gletsjers. De auteur heeft deze onderwerpen zeker niet vergeten, maar behandelt ze in het hoofdstuk over oppervlaktewater – dat lijkt me verdedigbaar. Verdamping komt overigens in meer hoofdstukken nog aan bod; ook logisch.

Ik noemde dit boek een compendium dat niet oppervlakkig blijft. Veel hoofdstukken zijn bijna als een basishandleiding te beschouwen, omdat op relatief weinig pagina's een scala aan onderwerpen met de nodige diepgang wordt beschouwd, inclusief de beschikbare wiskunde. Hoofdstuk 4 legt bijvoorbeeld in één pagina uit wat pompproeven zijn