

Boekbespreking

Complex confining aquifers: architecture and hydraulic properties of Holocene and Late Weichselien deposits in the fluvial Rhine-Meuse delta, The Netherlands.

Proefschrift van Henk J.T. Weerts, uitgave: The Royal Dutch Geographical Society/ Faculty of Geographical Sciences Utrecht University, november 1996; 198 pag, 86 figuren, 20 tabellen, ISBN 90-6809-233-2, f 44,50.

Grondwater-hydrologen denken in lagen, of nog erger, in homogene lagen. Zelfs numeriek rekenende hydrologen, die pretenderen enige mate van heterogeniteit in hun berekeningen te kunnen meenemen, maken vaak maar in beperkte mate van die mogelijkheid gebruik.

De natuur denkt niet, en al helemaal niet in lagen. Weliswaar is de natuur ons bij een aantal sedimentatieprocessen behulpzaam geweest, zodat een schematisatie in lagen meestal helemaal niet zo fout is, maar in een aantal gevallen is de bodem veel minder laagsgewijs opgebouwd dan onze modellen ons willen doen geloven.

Met name bij berekeningen naar stoftransport kan dat pijnlijk duidelijk worden. Wie wil uitrekenen hoe snel een verontreiniging bij een pompput terecht komt, heeft voor het eerste deel van de verontreiniging te maken met het best doorlatende deel van een grondwatersysteem, en voor het laatste deel met het slechtst doorlatende deel (nog even los van allerlei adsorptie-achtige verschijnselen).

Henk J.T. Weerts gaat in zijn onlangs verschenen proefschrift terug naar de basis: de manier waarop de betreffende sedimenten zijn afgezet, en wat daarvan de gevolgen zijn voor de doorlatendheid en weerstand. Zoals dat tegenwoordig hoort, bekijkt hij die vraag op verschillende schaalniveaus, en

past hij bewerkingen toe om van het ene naar het andere niveau te komen.

Als onderwerp van die studie neemt hij een complexe afdekkende laag in het riviereengebied, en dat is in mijn beleving gelijk zo'n beetje het moeilijkste wat er is. Persoonlijk zou ik altijd eerst met een makkelijke situatie beginnen, kijken wat er speelt, en vervolgens overwegen hoe de aanpak aangepast moet worden bij complexere situaties.

Het totale onderzoek betrof twee delen. Het eerste deel, dat is gerapporteerd in het proefschrift van Marc Bierkens, behandelt de stochastische analyse van de hydraulische eigenschappen op verschillende schaalniveaus. Het tweede deel, dat in dit proefschrift van Henk Weerts wordt beschreven, is een inventariserende studie naar de verdeling van de verschillende faciës, naar de hydraulische eigenschappen en grondwaterstroming in afzettingen uit het Laat-Weichselien en Holoceen in de Rijn-Maas-delta. Met de term 'faciës' wordt aangeduid: een eenheid in gesteente (waarmee ook sediment wordt bedoeld) dat zich onderscheidt in afzettingsproces of omgevingsfactoren. Zo wordt ook de term 'hydrofaciës' gebruikt, voor een eenheid in gesteente die zich onderscheidt door porositeit en doorlatendheid. Kernpunt in de doelstelling is het koppelen van 'zachte' geologische gegevens aan 'harde' meetgegevens.

Het proefschrift valt in drie delen uiteen:

- 1 identificatie en beschrijving van de faciës;
- 2 karakterisering van de hydraulische eigenschappen, identificatie van de hydrofaciës;
- 3 schatting van de invloed van geologische onzekerheden op de resultaten van een grondwatermodellering.

Hoofdstuk 2 geeft een algemene beschrijving van de faciës in de betreffende afdek-

kende laag, vanuit het perspectief van de ontstaansgeschiedenis. Hier valt gelijk de grondigheid op waarmee bestaande literatuur in het onderzoek wordt betrokken. Alleen al de eerste bladzijde van het hoofdstuk bevat meer dan dertig literatuurverwijzingen, en dat neemt niet structureel af. Daarbij gaat het niet alleen om verwijzingen voor de vorm: Weerts geeft de indruk alle literatuur daadwerkelijk gelezen en verwerkt te hebben. Steeds wordt aangegeven welke keuzes in het verleden door anderen zijn gemaakt, en welke daarvan door Weerts worden overgenomen. Uitvoerig wordt stil gestaan bij de mogelijke stromingspatronen van de rivier, en de afzettingen die daarvan het gevolg zijn.

In hoofdstuk 3 komt vervolgens de ruimtelijke variatie van de faciës aan de orde. Centraal staat de vraag of die in kaart te brengen is, of dat deze met behulp van statistiek benaderd moet worden. Hier neemt het aantal literatuurverwijzingen af; er wordt een eigen interpretatie aan een aantal zeer grondige meetprogramma's gegeven. Het blijkt dat bij de 'overbank'-afzettingen van meanderende rivieren de waarnemingen met tussenafstanden van 500 meter nog afhankelijkheid vertonen. Bij anastomoserende rivieren houdt dat bij 200 meter wel op. 'Floodplain'-afzettingen vergen een zeer gedetailleerd boorprogramma. In de lengterichting van de rivier zou een afstand van 100 meter nog kunnen, maar haaks op de rivier moet je toch echt een afstand van 25-30 meter aanhouden. Omdat dat praktisch niet haalbaar is, zou je hier statistische technieken moeten toepassen om de heterogeniteit toch in een model op te nemen.

Hoofdstuk 4 geeft vervolgens een heel gedetailleerde beschrijving van de Bommelerwaard en het Land van Heusden en Altena. Er zijn zo'n 15.000 boringen geïnterpreteerd, en dat leidt tot een hoeveelheid gegevens die mijn bevattingsvermogen te boven

gaat. Ik vraag me hier af waar een dergelijke mate van detail toe moet leiden, zeker als het gaat om mededelingen in de orde van: "Het begin van de sedimentatie van de Waal tussen Tiel en Hurwenen werd gedateerd op 1815 ± 50 BP., en bij Brakel op 1795 ± 35 BP. Tornqvist dateerde macrofossielen bij Woudrichem, en vond een iets jongere datum: 1600 ± 50 BP." Aan het eind van het hoofdstuk concludeert Weerts dan ook "De fluviatiele architectuur van het gebied is nu bekend". Het lijkt me zacht uitgedrukt.

Hierna neemt het proefschrift een wending, die ik persoonlijk betreur, en naar ik aanneem de meeste hydrologen die in de praktijk worstelen met het vertalen van geologische gegevens naar model-invoer. Er is namelijk besloten om in hoofdstuk 6 met een fiktieve modelsituatie een aantal gevoeligheden door te rekenen. Het grote voordeel van een fiktieve situatie is de beheersbaarheid van de modelsituatie, maar in deze studie wordt niet van dit voordeel geprofiteerd.

Weerts formuleert voor een fiktief rivierengebied zes onzekerheden. Door voor alle zes onzekerheden een minimum- en maximumschatting te doen, ontstaat er gevoel voor de marges van het model. De gevoeligheid wordt afgemeten aan de voor de laag berekende c-waarde (die blijkt te variëren van 284 tot 2597 dagen) en de verticale stroming in het midden van het modelgebied (van 0,51 tot 0,98 mm/dag). Door 'ervaringskennis' van de afzettingen in te brengen, kan deze variatie aanzienlijk worden beperkt (resp. van 596 tot 791 dagen en van 0,96 tot 0,98 mm/dag). Het wordt echter niet duidelijk in hoeverre dit modelresultaat ook voor andere situaties opgaat. De belangrijkste conclusie — dat de onzekerheid van de modelresultaten aanzienlijk gereduceerd kunnen worden door gebruik te maken van gedetailleerde geologische informatie — is wel erg algemeen, en ligt ook wel erg voor de hand.

In hoofdstuk 5 gaat Weerts in op de wijze waarop hij het model van parameterwaarden heeft voorzien. En voor een fiktieve situatie werkt dat nu eenmaal anders dan in een werkelijke situatie. Bij een fiktief model is het toegestaan dat er voor een bepaald soort afzetting een homogene doorlatendheid wordt aangehouden. De methode van Weerts om voor die situatie parameterwaarden te bepalen is volledig verantwoord, en goed uitgewerkt. Alleen heb ik in de praktijk altijd te maken met heterogeniteit binnen een hydro-faciës zoals Weerts die formuleert: op de ene plaats is het 'medium to coarse fluvial sand in sensu stricto' grover ontwikkeld dan op een andere plaats. Het kan binnen een fiktieve situatie best verantwoord zijn om voor al dergelijke zanden slechts één doorlatendheidswaarde aan te houden. In een praktijksituatie is dat nog maar de vraag.

Als ik het proefschrift met één begrip moet karakteriseren, dan is het eerste wat bij me opkomt: 'grondigheid'. Wat ik verder heel sterk vind, is de enorme spanwijdte van het proefschrift: het hele modelproces van geologische afzetting tot praktisch modelleren komt aan de orde. Daarbij wordt er op diepgang niet bezuinigd, zodat de grootste prestatie misschien wel is dat het netto-proefschrift slechts 130 bladzijden dik is. De hoeveelheid informatie is indrukwekkend.

Verder is er vanuit een concrete visie gewerkt: hydrologische modellen kunnen beter worden als er rekening wordt gehouden met afzettingsspatronen en -vormen. Alleen dat al zijn verdiensten die de studie zeer waardevol maken.

Toch heb ik het gevoel dat de onderdelen niet helemaal bij elkaar komen. Het stoort mij met name dat de mate van detail van hoofdstuk 4 geen plaats krijgt in hoofdstuk 5. Misschien is dat voor één enkel proefschrift ook wel te veel gevraagd, maar persoonlijk heb ik dan het gevoel dat de opdracht nog niet volbracht is. Ik vraag me

ook af of het voldoende is om een hydro-faciës alleen met doorlatendheid en porositeit te karakteriseren. Juist binnen rivier-afzettingen lijkt me anisotropie ook zeer relevant, en ik denk dat je eigenlijk ook iets met de heterogeniteit op een kleiner schaalniveau zou moeten doen.

Het boek is compact geschreven, en dat moet ook wel met zo veel informatie. De figuren blinken ook uit in efficiëntie. Hoewel er nergens kleur is gebruikt, is de boodschap vrijwel altijd in één oogopslag duidelijk, en dat is knap. Alleen, dat Engels, wat is dat slecht... Letterlijke vertalingen uit het Nederlands verraden dat de auteur het Engels vooral in de schoolbanken heeft opgedaan, en dat is te weinig om een studie van formaat te rapporteren. Het is bijna aanwijsbaar op welke plaatsen het woordenboek is geraadpleegd, als uit de geboden mogelijkheden net het verkeerde woord is gekozen. Ik kan mij niet voorstellen dat deze wijze van formuleren het proefschrift internationaal status geeft, en dat verdient het wel. Rapportage in het Nederlands, met daarna een Engelse vertaling door een deskundige zou veel meer recht doen aan de prestatie van de onderzoeker.

Tot slot: wie moet het boek aanschaffen? Iedereen die een hydrologische studie in het rivierengebied gaat doen, vindt in het boek belangrijke achtergrondinformatie over ontstaansgeschiedenis en sedimentatie-patronen. Iemand die hier regelmatig studies doet, moet het boek kennen. Verder geeft het boek aanknopingspunten om die ontstaansgeschiedenis naar hydrologische parameters te vertalen. Die vertaling zelf is nog niet klaar, maar iedereen die over dit soort problemen wil nadenken, vindt in het boek een grondige, goed onderbouwde aanzet (en afbakening) van het probleem.

Harry Boukes

Nieuwe versie van MODFLOW

Over de hele wereld blijkt het aantal computerprogramma's voor het doorrekenen van grondwaterproblemen redelijk beperkt te blijven. Dat is een goede zaak, want niemand heeft er baat bij als hij of zij steeds weer moet aantonen dat het gebruikte programma goed werkt. In Nederland kennen we eigenlijk alleen MODFLOW, MICRO-FEM, TRIWACO, MLAEM en SIMGRO als erkende modellen. Van deze programma's is MODFLOW het oudste, en wereldwijd het meest verspreid.

MODFLOW kenmerkt zich door robuustheid. Het is een programma in de oude zin van het woord, waarvoor er de laatste tijd wel pre- en postprocessors op de markt komen. In hoofdzaak slikt, verwerkt en spuit het programma cijfers, en verder niks. Toch zweren een aantal gebruikers erbij, omdat het zo helder gestructureerd, geprogrammeerd en beschreven is. Dat maakt het programma met name aantrekkelijk voor mensen die in het binnenste van het programma willen kijken, en al helemaal voor degenen die daarin zelf willen sleutelen.

Nu loopt een programma dat in 1984 voor het eerst op de markt kwam, bijna vanzelfsprekend achter bij de laatste ontwikkelingen. Er zijn een aantal kleine aanpassingen geweest, en er zijn wat losse routines aangepast, zodat volgens mij eigenlijk niemand meer een originele MODFLOW in huis heeft.

Daarom heeft de USGS besloten om de bezem door het programma te halen, en de meest recente versie van het programma onder de naam MODFLOW-96 op de markt te brengen. En wat heet op de markt brengen: het is gewoon gratis via Internet af te halen, inclusief documentatie! Wie onder <http://water.usgs.gov/software> gaat kijken, vindt een aantal mogelijkheden om een

gecompileerde of bron-versie te downloaden. Hoewel ik alleen de broncode dacht over te halen, bleek dat de PostScript-versies van de documentatie waren bijgevoegd.

Omdat ik deze bestanden via mijn printer niet kan uitdraaien, heb ik nog niet in detail gekeken wat er nu precies veranderd is. Behalve nieuwe versies van de bekende BAS, BCF, WEL, RIV, DRN, GHB, EVT, RCH, SIP en SOR modules, is uiteraard ook de PCG2-oplosmodule opgenomen. Daarnaast is de Stream-routine en de D4-oplosmodule toegevoegd. Tenslotte zijn er een aantal modules, met vooralsnog voor mij geheimzinnige namen als CHD en GFD opgenomen. Jammer genoeg hebben ze het MODFLOW-deel nog niet bijgevoegd, en dat had volgens mij best gekund.

Het self-extracting bestand stond in een paar minuten tijd op mijn computer, inclusief handleiding en test-problemen. Komende tijd zal ik de nieuwe mogelijkheden van MODFLOW eens verkennen, en als daar tijd en aanleiding voor is, u ervan op de hoogte brengen.

Al met al weer een fantastisch staaltje informatie-verspreiding via Internet. En laten we eerlijk zijn: als de overheid voor de ontwikkeling van een produkt betaald heeft, waarom zou je het dan niet verder gratis verspreiden. Daar zouden we in Nederland nog een hoop van kunnen leren.

Een moderne hydroloog kan volgens mij niet meer zonder Internet. Om de informatie voor hydrologen te stroomlijnen zal de NHV binnenkort zelf ook op het net verschijnen. Ook daarvan houden we u op de hoogte.

Harry Boukes