

Omgekeerde hydrologie

Naar aanleiding van de artikelen over numerieke verdroging^{1),2),3)} verscheen onlangs in *Stromingen* een reactie over het gebruik van de drainage- en voedingsweerstand⁴⁾. In dat artikel geeft Kees Maas expliciet aan het niet eens te zijn met het door ondergetekenden gehanteerde voorbeeld dat een weerstandsbiedende laag in het bodemprofiel bij een freatische winning tot gevolg heeft dat de stijghoogte onder deze laag meer beïnvloed wordt door de winning dan de stijghoogte boven deze laag³⁾. Daarnaast zegt Kees Maas het niet eens te zijn met de invloed van een weerstandsbiedende laag in het bodemprofiel op de spreidingslengte. In het artikel wordt het gebruik van tijdreeksanalyse voor het controleren van meetreeksen voorgesteld. In de ogen van ondergetekenden maakt de auteur enkele malen gebruik van de omgekeerde wereld.

Met betrekking tot de invloed van een weerstandsbiedende laagje wordt in het artikel van Maas⁴⁾ gebruik gemaakt van rekenresultaten die ook in een eerdere reactie naar voren zijn gekomen⁵⁾. De figuren waarop de conclusies zijn gebaseerd, zijn het resultaat van modelberekeningen. Een model is in een wetenschappelijke of technische context een vereenvoudigde voorstelling, beschrijving of nabootsing van (een deel van) de werkelijkheid. Een model kan formeel zijn (bijvoorbeeld een wiskundige vergelijking, een diagram of een tabel) of informeel (een beschrijving in woorden). Binnen de hydrologie is een model niets anders dan een aaneenschakeling van één of meerdere concepten die de werkelijkheid in vereenvoudigde vorm beschrijven en geformaliseerd zijn in de vorm van één of meerdere formules. Hierdoor is het niet mogelijk om op basis van modelberekeningen tot de conclusie te komen dat een fenomeen, dat in de werkelijkheid wordt waargenomen, niet kan bestaan. Indien in zo'n geval een model wordt gebruikt om aan te tonen dat iets niet voor kan komen, dan hebben we te maken met de omgekeerde wereld, waarbij

de praktische werkelijkheid moet voldoen aan de theorie, welke geformaliseerd is in een model. Het gebruik van een model als bewijs is derhalve niet mogelijk. Daarnaast dient te worden opgemerkt dat in het gehanteerde rekenvoorbeeld helemaal geen gelaagdheid is opgenomen.

Modellen worden overigens steeds complexer, waardoor het voor een modelleur steeds lastiger wordt om de interactie tussen de modelconcepten te beredeneren. Mede hierdoor wordt het model in toenemende mate gezien als de werkelijkheid, waarbij modellen bijvoorbeeld worden gebruikt om inzicht te verschaffen, terwijl het model eigenlijk een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid is. Daarnaast dient ook te worden opgemerkt, dat in modellen mechanismen of delen daarvan kunnen ontbreken of niet goed op elkaar aansluiten, hetgeen van invloed kan zijn op de modelresultaten.

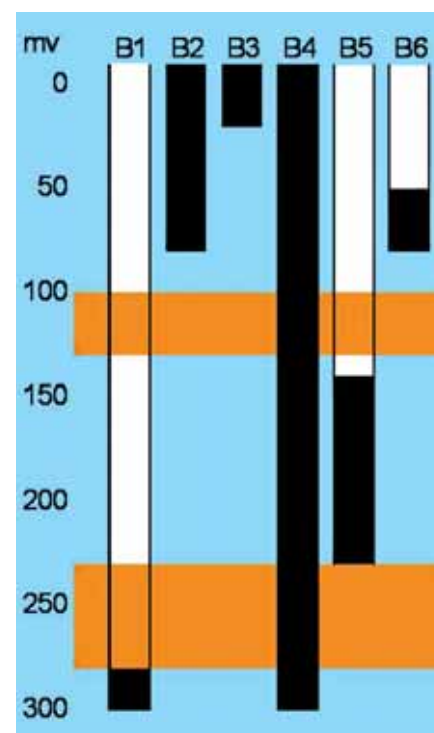
Metingen

Recentelijk zijn binnen het invloedsgebied van een drinkwaterwinning metingen uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van meerdere peilbuizen op verschillende dieptes op één locatie. Op deze locatie

zijn zes peilfilters geplaatst waarbij de filterstelling zo goed mogelijk is afgestemd op de bodemkundige situatie (zie afbeelding 1). De filters zijn weergegeven in de vorm van een zwarte kolom. In het bodemprofiel, een sterk lemige zeer fijnzandige humuspodzolgrond, komen enkele sterk tot zeer sterk lemige laagjes voor (veelal losleemlaagjes) die in de figuur met bruine banden zijn weergegeven. In afbeelding 2 zijn de meetgegevens voor de verschillende peilbuizen weergegeven.

De peilfilters zijn onderling op enkele meters afstand geplaatst (zie foto). In het totaal geperforeerde filter is een drukopnemer geplaatst, wat is weergegeven in de vorm van een doorgetrokken lijn (zie afbeelding 2). Op ongeveer tien meter afstand staat een peilbuis (28HL0050) die waargenomen wordt in het kader van een drinkwaterwinning. De stijghoogte in deze peilbuis komt goed overeen met het diep geplaatste peilfilter (locatie B1). In de grafiek zijn de stijghoogteverschillen tussen de verschillende peilbuizen duidelijk waarneembaar. Om een indruk te krijgen van de verschillen tussen de stijghoogte in een diep geplaatst

Afb. 1: Schematische weergave van de filterstelling.



De meetlocatie onder natte omstandigheden (23 januari 2008).



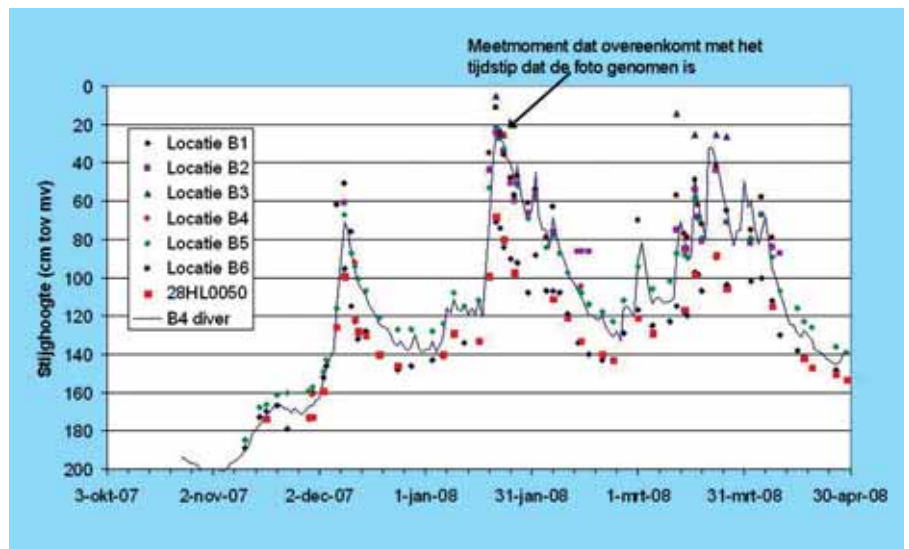
peilfilter en de freatische grondwaterstand is een frequentieverdeling gemaakt van het maximale verschil (zie afbeelding 3). Hieruit blijkt dat de verschillen in de gemeten stijghoogten tussen de diverse peilbuizen langdurig kunnen voorkomen en zelfs op kunnen lopen tot ongeveer een meter. Daarnaast kan worden opgemerkt dat de gemeten stijghoogteverschillen voor het merendeel betrekking hebben op een situatie waarbij zowel de diepe als de ondiepe stijghoogte boven het niveau van de leemlaag(en) die het merendeel van het peilverschil veroorzaken uitkomen. Hierdoor kan men aannemen dat het voornamelijk om een verzadigde situatie gaat en niet of nauwelijks gesproken kan worden over een schijngrondwaterstand. Ook blijkt dat het gebruik van een totaal geperforeerd filter een min of meer gemiddelde grondwaterstand aangeeft en in deze situatie ook de freatische grondwaterstand niet reëel weergeeft. Dit kan tot gevolg hebben dat het incidenteel meten van de grondwaterstand met behulp van open boorgaten, de zogenaamde gerichte opnames, indien te diep is doorgeboord, niet altijd overeen hoeven te komen met de freatische grondwaterstand. De meetgegevens geven ook aan dat het correleren van incidentele metingen aan peilbuizen bedenkelijk is en dat het resultaat wordt bepaald door het moment van opname en de filterstelling van de peilbuizen die gebruikt worden bij de correlatie.

Drainage- en voedingsweerstand

Door grondwateraanvulling stijgt de grondwaterstand. Indien de grondwaterstand stijgt tot boven de ontwateringsbasis, wordt een grondwaterstroming opgewekt naar de ontwateringsmiddelen (sloten/buisdrainage). Een deel van de grondwateraanvulling kan als wegzijging het gebied verlaten, of er kan water van elders worden aangevoerd (kwel). Verschillen in oppervlaktewaterpeilen kunnen eveneens een grondwaterstroming opwekken. Bij de berekening van effecten van ingrepen in het hydrologisch systeem is de weerstand van het systeem van belang. In de praktijk worden de begrippen drainageweerstand en voedingsweerstand gebruikt. Beide weerstanden verschillen van elkaar indien sprake is van een weerstandbiedende laag in de ondergrond. De drainageweerstand (c_d) omvat de totale weerstand die de afvoer van het neerslagoverschot ondervindt vanaf het freatisch vlak naar de waterlopen. De voedingsweerstand (c^*) heeft betrekking op de totale weerstand tussen het ontwateringssysteem en het watervoerend pakket en is met name gedefinieerd om grondwaterstandsverlagingen te berekenen bij een onttrekking aan het watervoerend pakket⁶⁾. De voedingsweerstand is dus gelijk aan^{7),8)}:

$$c^* = c_d + c^9)$$

Ook Ernst⁹⁾ geeft aan dat de drainageweerstand in vereenvoudigde vorm meegenomen kan worden in analytische berekeningen indien een afzonderlijke beschouwing van elk ontwateringsmiddel achterwege blijft. Voor grotere deelgebieden, die intern als homogeen worden



Afb. 2: Tijd-stijghoogtelijnen voor alle peilfilters.

aangenomen, kan de drainageweerstand als fictieve c -waarde (c^*), in de vorm van een diffuse bron, aan de bovenzijde van het geologische profiel meegenomen worden^{9),10)}.

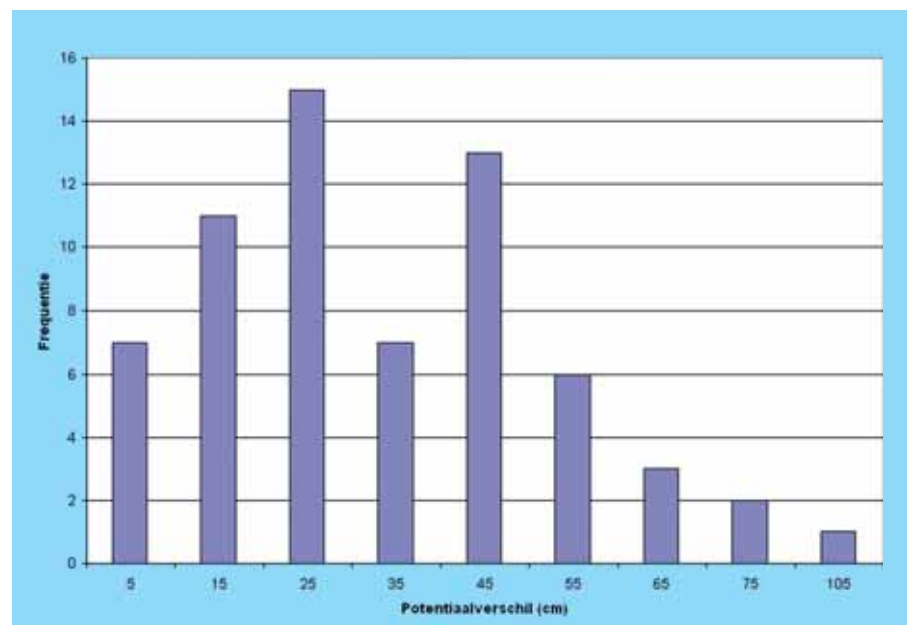
In het artikel van Maas is gebruik gemaakt van het proefschrift van Ernst. Op basis hiervan wordt de afleiding gegeven om te komen tot een voedingsweerstand. Het is echter opmerkelijk dat Maas hierbij in tegenstelling tot het bovenstaande tot de omgekeerde conclusie komt, namelijk dat de voedingsweerstand altijd kleiner is dan de drainageweerstand, terwijl onder andere Ernst in 1983 een afleiding heeft gegeven voor de voedingsweerstand en deze per definitie juist gelijk of hoger is dan de drainageweerstand^{8),9),11),12)}.

Tijdreeksanalyse

In het artikel van Maas wordt voorgesteld om tijdreeksanalyse te gebruiken om meetreeksen te controleren en/of te corrigeren voor neerslag en verdamping.

Hierbij wordt gesteld dat indien geen tijdreeksmodel van een meetlocatie kan worden gemaakt, deze niet geschikt is om hiermee een grondwatermodel te kalibreren. Ook dit is een voorbeeld van de omgekeerde wereld. In plaats van het toetsen van een model aan de metingen worden de metingen getoetst aan een model om de kwaliteit van de metingen te bepalen. Het gevolg hiervan is, dat de metingen dienen te voldoen aan onze modelconcepten. Dit betekent ook dat wij niet of nauwelijks meer in staat zijn om afwijkende (lokale) hydrologische processen in het landelijk gebied te kunnen verklaren. Indien een veel gebruikt lineair tijdreeksmodel de meetgegevens onvoldoende op basis van het neerslagoverschot kan verklaren, kan dit mogelijk juist een interessante meetlocatie zijn. Er dient hierbij wel te worden opgemerkt dat het ook mogelijk is dat de metingen kunnen afwijken, omdat metingen niet kloppen of het peilfilter verstopt zit, waardoor de reactie op een neerslagimpuls niet correct tot uiting komt in de metingen. Voorts kan het

Afb. 3: Frequenties van het maximale potentiaalverschil tussen de diepe peilbuis (B1) en één van de ondiepere peilfilters.



juist interessant zijn als het een meetlocatie betreft, waarvan de grondwaterstand periodiek wordt beïnvloed door een storende laagje, een textuursprong of andere afwijkende lagen in het bodemprofiel, waardoor allerlei niet-lineaire effecten op kunnen treden. Dit kunnen dan juist weer interessante locaties voor bepaalde vegetatietypen zijn of juist locaties waar de agrariër periodiek wateroverlast ondervindt, wat hem beperkt in zijn bedrijfsvoering. Door meetgegevens te toetsen aan onze modelconcepten kunnen op den duur dit soort interessante meetlocaties verdwijnen, omdat ze niet voldoen aan onze kennis van het systeem en als niet-buikbare meetlocatie komen te vervallen. De screening van meetgegevens met modellen heeft ook tot gevolg dat we alleen maar locaties overhouden die op vergelijkbare manier, conform onze modelconcepten, reageren op een neerslagimpuls, waardoor we in Nederland gelijksoortige hydrologische meetlocaties van de grondwaterstand overhouden. Dit kan weer tot gevolg hebben dat we keer op keer door onze gescreende meetgegevens worden bevestigd in het gelijk van het model, aangezien geen

meetgegevens meer voorhanden zijn die het tegendeel bewijzen. Uiteindelijk heeft dit tot gevolg dat de praktijk en theorie steeds verder uit elkaar groeien, waardoor de grondgebruiker met al zijn bodemkundige problemen niet of nauwelijks meer wordt begrepen, hetgeen van invloed kan zijn op het draagvlak voor maatregelen.

Jaco van der Gaast, Henk Vroon en Harry Massop (Alterra)

NOTEN

- 1) Van der Gaast J., H. Vroon en H. Massop (2006). Verdroging veelal systematisch overschat. H₂O nr. 21, pag. 39-43.
- 2) Van der Gaast J., H. Massop en H. Vroon (2007). Kwantificering verdroging. H₂O nr. 3, pag. 25-28.
- 3) Van der Gaast J., H. Vroon en H. Massop (2008). Oorzaak en gevolg van numerieke verdroging. H₂O nr. 5, pag. 51-56.
- 4) Maas K. (2008). Drainageweerstand en voedingsweerstand van een freatische aquifer. Stromingen nr. 2.
- 5) Maas K., J. van Asmuth en H. Runhaar, (2008). Kanttekeningen bij 'Oorzaak en gevolg van numerieke verdroging'. H₂O nr. 9, pag. 22-24.

- 6) Technische werkgroep grondwaterplan (1985). Rapport van de technische werkgroep grondwaterplan deel 1, 2 en 3. Provinciaal bestuur van Drenthe.
- 7) Wit K., H. Massop en J. te Beest (1991). Relatie tussen oppervlaktewater en grondwater in de provincie Drenthe. DLO Staring Centrum. Rapport 134.
- 8) Van Drecht G. (1997). Modellen voor diffuse ontwatering in de toplaag. Stromingen nr. 2, pag 5-16.
- 9) Ernst L. (1983). Wegzijging en kwel; de grondwaterstroming van hogere naar lagere gebieden. ICW. Rapport 7.
- 10) Van der Schaaf S. (1995). Snelle oudjes: toepassing van Mazure's oplossingen voor eerste effectschattingen van waterhuishoudkundige veranderingen. H₂O nr. 25, pag. 750-753.
- 11) Lange W. (1997). Nieuwe inzichten in het gebruik van voedingsweerstand of drainageweerstand in de randvoorwaarde van een grondwatermodel. Stromingen nr. 2.
- 12) Groenendijk P., W. de Lange en K. Kovar (2002). Modelconcepten voor de interactie tussen verzadigd grondwater en oppervlaktewater. Stromingen nr. 2.