
Hatsi-kD

Grondwaterspiegelmorfologie en ruimtelijke grondwaterdynamiek in de natuur bieden veel inzicht in de overheersende processen die zich ondergronds afspelen.

Vuistregel 36 baseert zich op ongeveer alle Nederlandse hydrologische formules van de afgelopen eeuw:

Het verloop van de stijghoogte is meestal convex.

Dupuit, Forchheimer, De Vos, Vreedenburgh, Theis, Thiem, De Glee, Hantush, Hooghoudt, Ernst en anderen kwamen eerder op hetzelfde uit, zij het wat ingewikkelder. Alle gevallen waar het stijghoogteverloop niet bol is, verdienen de aandacht, want daar wordt afgeweken van de regel.

Waarom nu is het verloop van de stijghoogte meestal bol? De meeste vergelijkingen gaan uit van infiltratie: tussen twee evenwijdige sloten, op een hydrologisch volmaakt cirkelvormig eiland, radiale putstroming, noem maar op. Typisch Nederlandse gevallen, waarbij een neerslagoverschot af te voeren is.

Nu komen we bij topic nummer 1 van de Nederlandse ecohydrologie: kwel. Bij de acquisitie of regeneratie daarvan is het omgekeerde aan de hand. Hier willen we juist water conserveren en zoveel mogelijk water rechtstreeks uit de grond aanvoeren. Niet gehinderd door exacte formules en complexe getallen draaien we de bekende plaatjes van bovengenoemde heren gewoon om: het water stroomt de andere kant op – omhoog, dus dat klopt – en het verloop van de stijghoogte wordt hol.

Dit brengt ons bij

Tussenvuistregel 36a:

Bij kwelgebieden verloopt de stijghoogte meestal concaaf.

We kunnen opmerken dat hetzelfde ook met behulp van gemodificeerde Besselfuncties te bepalen valt voor bijvoorbeeld de polders, maar zelf draai ik sneller een plaatje ondersteboven.

Bij toepassing van de vuistregels is het van belang de zaak op de juiste schaal te beschouwen. Voorafgaande schermutselingen maakten duidelijk dat niet iedereen direct doorziet wat de juiste schaal is. Al snel wordt dan geconcludeerd dat de vuistregel niet altijd opgaat. Een voorbeeld: in een (regionaal) kwelgebied bevindt zich tussen de sloten (lokaal) een opbolling. Vergeten wordt dat tussen de sloten infiltratie plaatsvindt. Daarom is het verloop van de stijghoogte tussen de sloten bol, maar op regionaal niveau (kwelgebied) hol. Maar – roept iemand – in de Alblasserwaard staat het freatische water ook in droge perioden bol door de kweldruk. Ook hier gaat het water dat bol staat toch naar de sloten? Dan zal het toch eerst naar beneden moeten stromen! Dat noem ik voor het gemak toch maar infiltratie... (Een uitzondering maak ik wanneer het kwelwater voor 100% verdampst, maar dat lijkt me uitgesloten. Immers, dan verdampst er in het midden – waar het grondwater het ondiepst zit – het minst, omdat daar de kwel het geringst is.)

Veel discussiegevallen betreffen dus een probleem met de beschouwde schaal en het nesten van grondwatersystemen: tussen de sloten (infiltratie) of regionaal (kwel). Dit betekent ook dat op basis van een regionaal model weliswaar uitspraken gedaan kunnen worden over een regionale stromingsrichting, maar niet – of op z'n minst onder aannamen – over een lokale stromingsrichting. Die lokale situatie is nu juist van belang

voor de ecohydrologische standplaatstyping. Een ruimtelijk beeld van de grondwaterstroming op meerdere schaalniveaus blijkt soms toch moeilijk voorstelbaar – helemaal wanneer tijd een factor van belang is.

Waarom is het verhang vaker bol dan hol? De combinatie van vuistregel 36 met tussenvuistregel 36a geeft een antwoord op deze vraag.

Vuistregel 37:

Er zijn meer infiltratiegebieden dan kwelgebieden.

Maar waarom is dat nu weer? Nu wordt het lastig. Allereerst zijn er natuurlijk meer gebieden die geen polder zijn, dan gebieden die wel polder zijn. Echter, ook onder natuurlijke omstandigheden zijn kwelgebieden kleiner in voorkomen dan infiltratiegebieden. De crux zit 'm misschien in het feit dat men zich meestal slechts met terrestrische hydrologie bezighoudt. Wanneer gemiddeld zeeniveau het knikpunt tussen hol en bol is, bevinden we ons dus primair op een infiltratiegebied. Slechts door wat oneffenheden hier en daar – kuiltjes in de bolling – is er kwel.

Volgens een andere theorie is er een limiet aan de (natuurlijke) aanvulling, namelijk de neerslag, terwijl er voor het verlies van water geen bovengrens bestaat: exfiltratie-intensiteiten kunnen vele malen de intensiteit van de neerslag overtreffen, en vaak doen ze dat ook. Omdat de waterbalans moet kloppen, moet de oppervlakte waarover de (beperkte) aanvulling plaatsvindt veel groter zijn.

We kunnen ook denken dat het grondwater de weg van de minste weerstand kiest en zich daardoor concentreert bij de kwelgebieden – infiltrerend water heeft meestal minder keus. Is het u overigens wel eens opgevallen dat de 'beste' Nederlandse infiltratie-

gebieden ook meer neerslag ontvangen dan de kwelgebieden?

Samenvattend wilden we tot de volgende twee vuistregels komen :

Vuistregel 38a:

Een bol verloop van de stijghoogte wijst op aanvulling.

Vuistregel 38b:

Een hol verloop van de stijghoogte wijst op verlies.

Toch leverde dit ook bij sommigen bezwaren op. Wij hoorden dat deze vuistregels alleen bij een ééndimensionale benadering opgaan.

Immers, $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = -\frac{\text{aanvulling}}{kD}$ en één-

dimensionaal wordt dat $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = -\frac{\text{aanvulling}}{kD}$.

Hiervoor gelden de Dupuit-aannamen, dus gaat vuistregel 38 fout bij niet-uniforme stroming zonder aanvulling, zoals bij een put in een volkomen afgesloten aquifer. Maar dat is theorie voor een vrijwel onnatuurlijke situatie waarvoor we de vlucht-vuistregel hebben die altijd opgaat:

Vluchtvuistregel 39:

Een bol verloop van de stijghoogte wijst op een toename van het specifiek debiet.

Een toename van het specifieke debiet wijst bijna altijd op aanvulling van een aquifer. (Zo niet, dan is er sprake van een sterke afname van de doorlatendheid. Vergeet die rare put nou maar even...) Aanvulling vindt meestal van bovenaf plaats. Verlies werkt analoog: de hoogste uitwisselingsdynamiek vindt toch ondiep plaats.

Bevat een regionaal model grote laterale verschillen in doorlatendheid, dan moet dat

in het regionale isohypsenpatroon terug te vinden zijn. Zijn de modellagen uniform, maar zijn er golven in het stijghoogtelandschap, dan is er sprake van kwel of infiltratie.

Zoals u ziet valt er al heel wat te leren over een grondwatersysteem door met een schuin oog langs de isohypsen te staren. In feite worden e-machten en spreidingslengten omgezet naar eenvoudig te hanteren vuistregels die men echter niet als hoofdloze loopvogels moet hanteren. We moeten kortom goed naar een gebied luisteren.

Michael R. van der Valk

Kent u leukere – of gewoon andere – vuistregels? Zendt deze dan aan:

Kees Maas

Kiwa Onderzoek en Advies

Postbus 1072

3430 BB Nieuwegein

E-mail: kmaas@kiwaoa.nl