
Hatsi-kD

In reactie op de vorige aflevering van Hatsi-kD wees Kick Hemker mij er terecht op dat de vuistregels, waarmee ingeschat kan worden of de aanname van Dupuit toelaatbaar is, ook in zijn proefschrift te vinden zijn.

Mijn inleiding wekte misschien de indruk dat de regels nieuw waren, maar daarmee zou ik teveel eer opeisen. Ik citeerde weliswaar uit het hoofd, maar ik had vergelijkbare redeneringen eerder gezien, al wist ik niet precies waar. Dit is een mooie gelegenheid om de lezer erop te attenderen dat inzendingen niet origineel hoeven te zijn; het gaat in deze rubriek in de eerste plaats om de gebruikswaarde.

De volgende bijdrage is van Sake van der Schaaf.

Vuistregel 44

In een dik onverzadigd pakket is de doorlatendheid ongeveer gelijk aan het gemiddelde neerslagoverschot.

Daaraan ligt de volgende redenering ten grondslag:

- Het effect van afwisselende natte en droge perioden dempt met de diepte uit
- De neerwaartse fluxdichtheid nadert daardoor met toenemende diepte tot een constante waarde die gelijk is aan het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot.
- Op grond van de wet van Darcy geldt, dat

$$v = -k \frac{dH}{dz}$$

waarin

v	=	verticale fluxdichtheid	[LT^{-1}]
k	=	doorlatendheid	[LT^{-1}]
H	=	stijghoogte	[L]
z	=	afstand in verticale richting	[L]

- Omdat H de som is van drukhoogte h_p en plaatshoogte z , geldt:

$$v = -k \left(1 + \frac{dh_p}{dz} \right)$$

- Verwacht mag worden, dat bij een min of meer constante fluxdichtheid v de waarde van $\frac{dh_p}{dz}$ met de diepte weinig verandert. Gemiddeld zal h_p aan maaiveld ongeveer

overeenkomen met die bij veldcapaciteit (dus ca. -1 m); in de winter zal de grond aan maaiveld meestal vochtiger zijn en in de zomer droger. Op de grondwaterspiegel geldt per definitie $h_p = 0$. Van maaiveld naar grondwaterspiegel zal de waarde van h_p geleidelijk veranderen van ongeveer -1 m naar 0 m. Bij een grondwaterstandsdiepte van vele meters is dus $\left| \frac{dh_p}{dz} \right| \ll 1$, waarmee

$$v \approx -k$$

hetgeen te bewijzen was.

Bij een bekende relatie tussen k en het vocht-gehalte θ zoals die bv. uit de Staringreeks (Wösten e.a., 1994) te halen is, is nu ook de gemiddelde verblijftijd van water in een meters dikke onverzadigde zone te berekenen.

Een grove zandondergrond bijvoorbeeld bevat bij een doorlatendheid van 1 mm d^{-1} een volumefractie water in de orde van grootte van 0,1 zodat de effectieve stroomsnelheid bij een gemiddeld neerslagoverschot van 1 mm d^{-1} ongeveer 1 cm d^{-1} zal bedragen. Bij een matig zware klei komt de volumefractie water volgens dezelfde bron op ongeveer 0,48. Afgezien van verschijnenselen als zogenaamde dual porosity e.d. verplaatst zich in zo'n laag het water ongeveer 5x zo langzaam.

Literatuur

Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, en J.

Stolte (1994) Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks; Vernieuwde uitgave 1994, SC-DLO, Technisch Document 18, 66 pag, Wageningen.

Sake van der Schaaf
Vakgroep Waterhuishouding
Wageningen Universiteit

Flip Witte schrijft het volgende over een 'Waterdraad'.

De waterdraad

In het vorige nummer van Stromingen schreef Kees Maas dat deze rubriek ook open staat voor de beschrijving van merkwaardigheden. Ik maak graag van dit aanbod gebruik en wil het hebben over een verschijnsel in het oppervlaktewater dat veruit de meeste hydrologen niet kennen. Zelfs gerenommeerde afvoerhydrologen kijken eromte ongelofwaardig aan als ik het aan hen voorleg: "nog nooit gezien, nog nooit van gehoord". Tot nu toe slechts één hydroloog tegen gekomen die het verschijnsel kent, een oude rot met veel veldervaring, maar hij wist er geen verklaring voor te geven. Ik heb het tot nu toe waargenomen in de Zwarte beek in België, in de Renkumse beek komt het vrij veel voor, en tijdens mijn vakantie in Oost-Polen kwam ik het weer tegen, in een schoon zijriviertje van de Bierbza. Het wordt tijd om er eens een stukje aan te wijden, dacht ik bij de laatste keer.

Waar gaat het nu om? Om een prachtig en boeiend natuurverschijnsel dat ik maar de 'waterdraad' heb gedoopt. Op het oppervlaktewater van schone, stromende beken en riviertjes lijken soms draden te liggen. Vooral met tegenlicht kun je ze goed waarnemen, doordat je dan duidelijk ziet hoe de spiegeling in het water door de waterdraad wordt gebroken. Voor de goede orde: het zijn geen echte draden, maar door de breking van het licht lijkt het alsof er een draad op het water ligt. De vorm kan een licht gebogen lijn zijn, maar ook kunnen er enkele kronkels in de draad voorkomen. De lengte varieert van naar schatting enkele dm's tot ruim 1 m. Waarschijnlijk gaat het om een zeer kleine en abrupte verlaging van de waterspiegel (al schrijvende, van achter mij PC, schat ik minder dan 1 mm verval over een afstand van ca. 1 mm). Roer je met een stok door zo'n draad, dan verdwijnt hij om

enkele seconden later op precies dezelfde plaats weer terug te keren.

Waterdraden kunnen zeer stabiel en vormvast op een bepaalde plaats liggen. Soms reiken ze van de ene beekoever naar de andere, zonder dat er een duidelijke verandering in het beekprofiel te zien is. Vaak ook, zie je ze stroomopwaarts liggen van een obstakel, bijvoorbeeld een tak in een beek. Dit is echter geen regel; ze kunnen ook stroomafwaarts van zo'n obstakel voorkomen. Tijdens mijn vakantie in Polen ontdekte ik bovendien dat waterdraden niet persé op een bepaalde plaats hoeven te liggen; ze kunnen ook met de stroom meebeewegen, al is hun snelheid is dan wel lager dan de stroomsnelheid aan de waterspiegel. In het Poolse riviertje kolkte het water enigszins en de kolken bewogen gewoon door de waterdraad heen. Zulke meestromende waterdraden lijken uit het niets te ontstaan om vervolgens enkele meters stroomafwaarts in het niets op te lossen, schijnbaar zonder enige aanleiding. Meestromende waterdraden zijn niet vormvast, ze veranderen heel geleidelijk van vorm. Ze zijn spannend om naar te kijken.

Uit een beperkt aantal waarnemingen maak ik op dat waterdraden gebonden zijn aan schoon water met een stroomsnelheid van 1 tot enkele dm's per seconde. Een snelheid van 0.5 dm/s lijkt beslist te laag, terwijl een snelheid van meer dan 5 dm/s te hoog lijkt. Twee eenvoudige veldmetingen (ik doe dit ook maar in mijn vrije tijd) leverden waarden op van 1 dm/s (Renkumse beek) en 3 dm/s (Polen).

Ik vermoed dat de fysische verklaring voor het verschijnsel te vinden is in de breking van de oppervlaktetenspanning bij een kritische waarde van de stroomsnelheid.

Aan de ene kant van de waterdraad zou de stroomsnelheid dan net iets lager zijn zodat de watermoleculen aan de oppervlakte netjes naast elkaar blijven liggen, terwijl aan de andere kant de snelheid zo hoog is dat de samenhang tussen de watermoleculen aan de oppervlakte wordt verbroken. Oppervlaktetenspanning als sleutel tot een fysische verklaring maakt het ook begrijpelijk dat het verschijnsel alleen in schoon oppervlaktewater optreedt. Deze theorie laat zich echter niet zo makkelijk verenigen met het feit dat waterdraden ook in licht kolkend water kunnen voorkomen.

Bij deze doe ik een oproep aan de lezers om waarnemingen van waterdraden via de e-mail aan mij door te geven, liefst voorzien van enkele relevante cijfers, zoals over de stroomsnelheid en de waterkwaliteit. Nog mooier zou het zijn als iemand een fysische verklaring voor het verschijnsel weet te geven, en kan vertellen onder welke voorwaarden waterdraden ontstaan. Zijn waterdraden een goede graadmeter voor een nauw bereik van de stroomsnelheid en een goede waterkwaliteit? Is het iemand ooit gelukt om een duidelijke foto van het verschijnsel te maken? Afhankelijk van de reacties zal in een van de volgende nummers op dit wonderbaarlijke fenomeen worden teruggekomen.

Jan-Philip (Flip) Witte

E-mail: flip.witte@users.whh.wag-ur.nl

Stuur al uw bijdragen voor deze rubriek aan:

Kees Maas,

E-mail: kmaas@kiwaoa.nl