

Nogmaals typologie en afstromingsdiagram

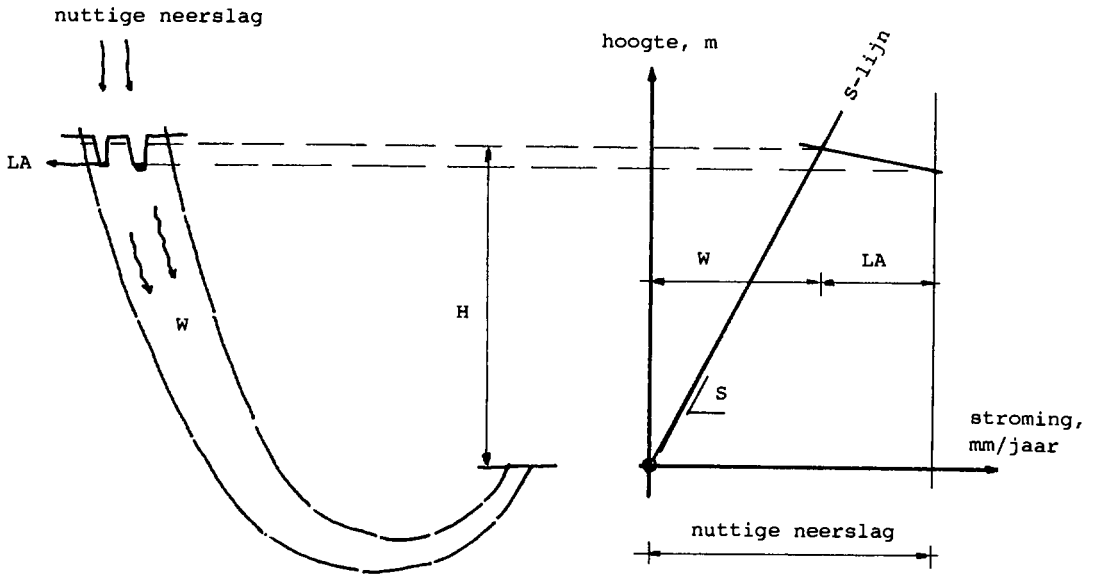
In STROMINGEN 2 (1996), nr 2 heb ik een aanzet gegeven voor een geohydrologische typologie, die zijn waarde grotendeels ontleent aan zijn weergave in het zogenaamde afstromingsdiagram. In dat diagram is een grote hoeveelheid globale maar wezenlijke informatie gegeven over een hydrologische situatie. De discussie waarmee het artikel eindigde, klonk nog wat aarzelend over de verticale schaal van het afstromingsdiagram en over de relatie met het stroomlijnenpatroon. Sindsdien heb ik die twee zaken duidelijker gekregen, vandaar deze aanvulling.

In figuur 1 is een stationaire (het hele verhaal is betrokken op een stationaire stroming) stroombuis geschetst. Deze heeft nu bewust geen constante doorsnede, maar wordt nauwer in benedenstroomse richting, zoals in werkelijkheid meestal het geval zal zijn. Het artikel ging nog over een constante doorsnede, maar die beperking is niet nodig. In figuur 1 is ook het betreffende deel van het afstromingsdiagram weergegeven. Het hoogteverschil H is het verval over de stroombuis. De systeemweerstand S is de weerstand die de stroming door de buis ondervindt. Bij een verandering van de grondwaterstand in het wegzijgebied, *zonder dat de grenzen van de stroombuis veranderen*, zal de nieuwe grondwaterstand steeds op de S -lijn liggen. De helling van de S -lijn geeft dan de zogenaamde elasticiteit van de wegzijging (of kwel) weer. Als aan de cursief gedrukte voorwaarde wordt voldaan, heeft de hoogteschaal van het afstromingsdiagram betrekking op het werkelijke systeemverval (verval over de stroomlijn tussen wegzij- en kwelgebied). De verticale schaal in figuren 4 en 5 van het artikel moet dus

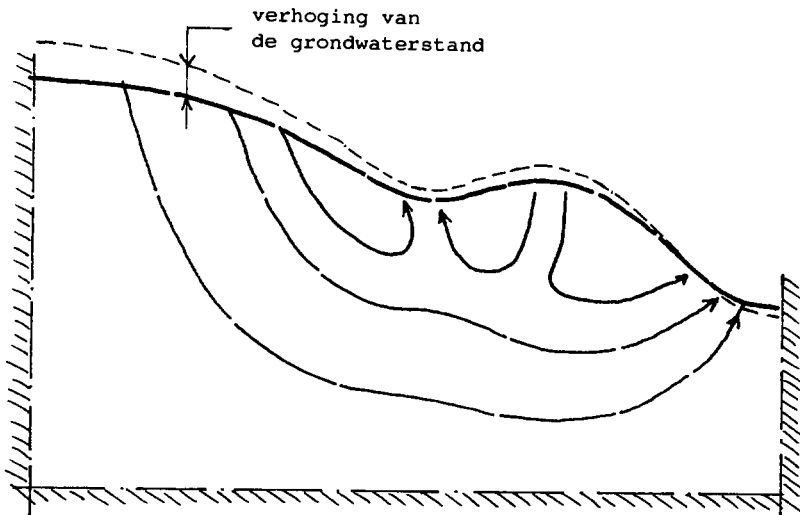
aangepast worden aan in werkelijkheid voorkomende vervallen: '20 m' in plaats van de oorspronkelijk aangegeven '5 m' in genoemde figuren.

Wanneer veranderen de stroomlijnen niet? Dat is eigenlijk heel eenvoudig: wanneer de verhoging van de grondwaterstand overal dezelfde fractie is van de oorspronkelijke grondwaterstand. In dat geval wordt namelijk een gelijkvormig stromingsbeeld op het oorspronkelijke gesuperponeerd. De verhoging moet gering zijn, opdat er geen veranderingen in de afmetingen van het stroomdomein optreden, zoals is vereist voor superpositie. In figuur 2 is een voorbeeld van een dergelijke verhoging op overdreven schaal geschetst (er zijn zeer veel mogelijkheden omdat het referentieniveau van de grondwaterstand vrij te kiezen is). Aan zo'n verhogingsbeeld wordt natuurlijk nooit precies voldaan. Aan de hand van het bovenstaande wordt echter wel duidelijk dat een nieuwe grondwaterstand ongeveer op de S -lijn zal liggen wanneer de verhoging zich ook over de naastliggende stroomlijnen over een groter gebied uitstrekt en er ook anderszins geen grote wijzigingen in het stroomlijnenpatroon optreden.

Wanneer het stroomlijnenpatroon zich (meer dan marginaal) wijzigt onder invloed van een verandering van de grondwaterstand, is de S -lijn geen maat voor de wegzijgelasticiteit. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer het gebied waarin de verandering plaats vindt, van beperkte omvang is. Het plaatselijke patroon van stroomlijnen zal zich dan duidelijk wijzigen, omdat er afstroming naar aanliggende gebieden met onveranderd peil op gang zal komen. In het NOV-14-rapport, dat aan mijn artikel vooraf ging, is aangegeven hoe in dat geval gebruik gemaakt kan worden van de 'perifere weerstand', maar daar ga ik hier niet verder op in.



Figuur 1: Wegzigsituatie met afstromingsdiagram



Figuur 2: Verhoging van de grondwaterstand waarbij het stroomlijnpatroon niet verandert.

Nu de verticale schaal beter is vastgelegd zijn de verbanden tussen hoogten, weerstanden en stromingen globaal te kwantificeren. In het afstromingsdiagram gebeurt dat grafisch tussen (1) de wegzijging of kwel, (2) de afstroming naar het lokale oppervlaktewater, (3) het systeemverval en (4) de systeemweerstand. Twee van die vier grootheden zijn al voldoende om de plaats in het diagram te bepalen. De andere twee kunnen dus ter controle gebruikt worden. Dat is een aanmerkelijke steun bij de plaatsbepaling in het diagram!

De lokale afstroming is globaal gerelateerd aan de dichtheid van het slootstelsel.

De lokale bodemopbouw en de (oorspronkelijke) natuurlijke vegetatie geven in veel gevallen een bruikbare aanwijzing voor kwel of wegzijging.

Het systeemverval en de systeemweerstand kunnen uit het stroomlijnenpatroon worden geschat. Het stroomlijnenpatroon is in veel gevallen bekend uit eerdere studies en systeemanalyses (NITG-TNO heeft een landsdekkende kartering gemaakt). Daarnaast kan de ligging van een stroomlijn vaak globaal worden afgeleid uit het ruimtelijke patroon van wegzijg- en kwelgebieden. Stationaire stroomlijnen kunnen elkaar immers niet kruisen. Een stroomlijn die, bijvoorbeeld, begint midden in een wegzijggebied van grote omvang zal tenminste onder dat gebied door moeten duiken en dus een aanmerkelijke lengte hebben. Andersom zullen stroomlijnen die beginnen vlak bij kwelgebieden vaak oppervlakkig zijn en kort. Er zijn overigens ook stroomlijnenpatronen die niet zo makkelijk te doorzien zijn. De orde van grootte van de systeemweerstand S kan worden geschat uit de lengte van de stroombuis (heel ruwweg enkele jaren per km voor wegzijggebieden; voor kwelgebieden duidelijk minder vanwege de tapvorm van de stroombuizen) en het voorkomen van weer-

standbiedende lagen daarin. De weerstandbiedende lagen spelen een hoofdrol bij systemen met een geringe uitgebreidheid. Een kenner van een concreet gebied kan er dus vrij eenvoudig rekening mee houden.

Hoewel vooral het globale karakter van de hydrologische typologie in een behoefte voorziet, lijkt nog onvoldoende duidelijk hoe je er in de praktijk plezier van kunt hebben. Daaraan wordt gewerkt: in het kader van het NOV-programma is een project van start gegaan waarin de aanpak zal worden getoetst aan de hand van een aantal concrete gebieden.

A.P. Bot

Söderblomplaats 348
3069 SL Rotterdam
Tel (010) 2200883
Fax (010) 4567272

Laatste reactie op:

'Waarom zijn kD-waarden rondom pompstations altijd hoger?', door Wim de Lange in *Stromingen* (2) 1996, nr. 4, en de reactie van de auteur op mijn eerder ingezonden reactie.

Nog éénmaal wil ik terugkomen op het bovengenoemde artikel, omdat ik om mij heen zie dat naar dit artikel wordt verwezen, om volstrekt onverantwoorde schematisaties bij geohydrologische modellen te onderbouwen. In mijn eerdere reactie heb ik aangegeven dat het mij niet is gelukt om de formules te reproduceren die de auteur heeft afgeleid. Na het lezen van de afleiding door de auteur is mij ook duidelijk geworden waarom het mij niet is gelukt: de auteur heeft te sterk vereenvoudigd. Ik ben er dan ook stellig van overtuigd dat de wijze waarop dat de auteur het 'verschijnsel' wil verklaren niet correct is.

De auteur heeft willen afleiden dat kD-waarden rondom pompstations hoger lijken, doordat de pompputten de beter doorlatende lagen doorsnijden. Hij heeft hierbij de theorie dat door dit doorsnijden van de grovere lagen, vlakbij de pompput de grondwaterstroming met name plaats vindt door de grovere delen van het watervoerende pakket. Op grotere afstand waar de grovere delen weer zijn ingesloten door de fijnere afzettingen, zal daarentegen de natuurlijke grondwaterstroming weer optreden. Bij deze natuurlijke grondwaterstroming vindt de stroming weer plaats door het volledige pakket, dus zowel door de fijnere lagen als de grovere lagen. De auteur wil deze gedachte vangen in een formule. Hierbij schematiseert hij het watervoerende pakket tot een 'geblokt' systeem, waarbij beter doorlatende blokken zijn ingebed in een slechter doorlatende afzetting. Vervolgens wordt alleen één element van het gehele systeem beschouwd; het deel van het grofzandige blok vanaf de pompput tot aan het verst liggende slecht doorlatende 'wandje'.

Hierbij wordt verwaarloosd dat voor ca. 50% van het gehele doorsneden pakket het slecht doorlatende 'wandje' veel dichter bij de pompput ligt. Hierdoor zal een tijdens een pompproef gemeten stijghoogte bij de pompput sterker verlagen en resulteren in een lagere kD-waarde. In feite heeft de auteur met zijn benadering alleen de verhouding tussen een zuiver gelaagd watervoerend pakket en een 'geblokt' watervoerend pakket afgeleid.

Bovendien wil het er bij mij niet in dat de kD-waarde groter zal lijken als de stroming hoofdzakelijk plaatsvindt door een kleiner deel (het grofzandiger deel) van het watervoerende pakket. En omgekeerd, dat de kD-waarde kleiner zal worden indien op grotere afstand het volledige pakket weer aan de stroming deelneemt.

Uit de reactie van de auteur lees ik overigens dat deze zichzelf tegenspreekt ten opzichte van de aannamen in het artikel. In het artikel wordt uitgegaan van grotere structuren die tot een inhomogeen 'geblokt' watervoerend pakket worden geschematiseerd; de lengte in de orde van de spreidingslengte. Hierdoor dient de dikte minimaal meerdere meters te bedragen, anders wordt namelijk de kans te groot dat (in de natuur) de minder doorlatende boven- en onderbegrenzing van het goed doorlatende blok elkaar raken. In de reactie wordt echter gesteld dat het om zulke kleinschalige structuren gaat dat deze niet uit boorbeschrijvingen (beschrijvingen per meter boorkolom) kunnen worden afgeleid.

Persoonlijk denk ik dat er beter onderbouwde verklaringen zijn voor het te hoog zijn van de uit pompproeven afgeleide kD-waarden.

Eén van deze verklaringen hangt samen met de putconstructie van met name de oudere putten die bij de pompproeven zijn gebruikt. Tegenwoordig wordt er bij de constructie van pompputten en waarnemingsputten vrij algemeen voor gezorgd dat klei-

leem- en lemige/kleiige zandlagen die worden doorboord, achteraf in het boorgat weer worden afgedicht met klei-proppen. Bovendien wordt boven en onder ieder filter eveneens een kleirop aangebracht.

Vroeger was deze praktijk evenwel minder algemeen en werd het boorgat aangevuld met het uitgeboorde materiaal of (dat ging sneller) met aanvulgrind. Ik kan me daarom voorstellen dat tijdens pompproeven door de aanvulling rond de putten kortsluitstroming optrad, waardoor de stijghoogte minder kon verlagen. Dit zal dan bij de interpretatie geresulteerd hebben in een te grote kD-waarde.

Verder is het opvallend dat de te hoge kD-waarden met name worden afgeleid in gebieden zonder goed ontwikkelde aaneengesloten weerstandbiedende afdekkende lagen, waarbij tevens het grondwaterpeil sterk beheerst wordt door het oppervlaktewatersysteem. Hierdoor is een sterkere variatie in de voeding van het grondwater door het oppervlaktewatersysteem een veel aannemelijker verklaring dan de invloed van sedimentatiestructuren in het watervoerend pakket.

Hierbij leert mijn ervaring dat in dergelijke gebieden soms juist het tegenovergestelde van wat de auteur wilde aantonen wordt bepaald. Bij niet-stationaire pomp-proef-interpretaties van gemeten tijd-stijghoogtelijnen in waarnemingsputten met analytische formules, waarbij het hydrologisch systeem wordt geschematiseerd tot oneindig uitgestrekte homogene lagen, lijkt de kD-waarde met de afstand tot de pomppte vaak juist toe te nemen en wel tot volstrekt irreële waarden van ruim 10.000 m²/dag.

Ik wil niet uitsluiten dat als gevolg van hydraulische eigenschappen van het watervoerende pakket, die gerelateerd zijn aan sedimentatiestructuren, de kD-waarde die wordt afgeleid uit een pompproef groter lijkt

dan op basis van boorbeschrijvingen mag worden verwacht.

De auteur heeft mij daarvan met zijn artikel echter in het geheel niet overtuigd, bovendien heeft hij mijns inziens ook op geen enkele wijze aannemelijk gemaakt dat er een theoretische onderbouwing te geven valt.

Ik zal dan ook met spanning wachten op een degelijk onderbouwde en dichtgetimmerde theorie over het genoemde 'verschijnsel'. Tot die tijd kan ik een ieder alleen maar adviseren het artikel te beschouwen als aanleiding tot een discussie en het niet te gebruiken als een 'wetenschappelijke' onderbouwing van onverantwoorde aanpassingen van geohydrologische modellen om deze gekalibreerd te krijgen.

Assen, september 1997

ir. N.L. van der Moot,

Het Kanaal 260F
9401 CK Assen
Tel (0592) 31 40 70.

(Geo-hydroloog bij de N.V. Waterleidingmaatschappij 'Drenthe'
Postbus 18
9400 AA Assen
Tel (0592) 39 55 55).

Naschrift van de redactie

De waarschuwing van Van der Moot lijkt ons terecht: er bestaan allerlei redenen waarom de kD-waarde uit een pompproef fout kan zijn. Voor het systematisch afwijken van de kD-waarden rondom pompstations in Drenthe komen dus ook andere verklaringen in aanmerking. Het is opmerkelijk dat De Lange desondanks op een nieuwe verklaring gekomen is, die sinds kort ook elders de aandacht van hydrologen begint te trekken. Onlangs hield bijvoor-