

Bruikbaarheid van doorlatendheidsbepalingen uit historische put- en pompproeven voor REGIS II

HENK KOOI, JAN HUMMELMAN, JELLE BUMA, BRAM HOOGENDOORN EN PATRICK KIDEN.

TNO beschikt over een grote database met rapporten van historische put- en pompproeven. Deze rapporten bevatten waardevolle bepalingen van KD- en c-waarden van watervoerende pakketten en weerstandslagen. Er is onderzocht in hoeverre deze waarden gebruikt kunnen worden om de doorlatendheidswaarden van hydrogeologische eenheden in REGIS II te controleren of te verbeteren. In dit artikel wordt geïllustreerd dat daar veel haken en ogen aan zitten. En wat erbij komt kijken om een oordeel te vellen over de bruikbaarheid van de waarden uit put- en pompproefrapporten.

Artikel

Inleiding

Sinds 1990 ontwikkelt en beheert TNO Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem REGIS. Vanaf 1990 tot 1998 werd in samenwerking met het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en in nauw overleg met de provincies een eerste versie van REGIS ontwikkeld. Die bestond uit een set digitale kaartbestanden en software om deze kaartbestanden te raadplegen (REGIS I).

Sinds 1999 wordt er gewerkt aan het onderhouden, verbeteren en beheren van de set digitale kaarten die gezamenlijk het landelijke hydrogeologische ondergrondmodel (REGIS II) vormen. Met enige regelmaat worden nieuwe updates van REGIS II uitgebracht. Momenteel is versie 2.2 de laatst uitgebrachte REGIS II versie welke op zowel DINOLoket als het BROLoket vrij geraadpleegd en gedownload kan worden.

De informatie in REGIS II biedt ondersteuning bij regionale en nationale grondwaterstudies. REGIS II bestaat uit een lagenmodel gebaseerd op het landelijke Digitale Geologische Model (DGM) met een extra invulling van relatief goed- en slecht-doorlatende lagen, de hydrogeologische eenheden. Naast het vastleggen van de geometrie van deze hydrogeologische eenheden worden voor de meeste eenheden ook kaartbeelden met parameterwaarden en bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen samengesteld. Het gaat daarbij met name om het horizontale doorlaatvermogen (ook wel KD-waarde in m^2/d) van watervoerende pakketten en de verticale weerstand (c-waarde in d) van slecht doorlatende lagen. De KD-waarde is gelijk aan het product van de dikte van het watervoerende pakket (D in m) en de gemiddelde horizontale doorlatendheid (K_h in m/d) over de dikte D. De c-waarde is gelijk aan de verhouding van de 'effectieve' verticale doorlatendheid (K_v) over de dikte en de dikte (D).

De waarden in REGIS II zijn hoofdzakelijk gebaseerd op gemeten doorlatendheden aan monsters uit boringen. Hiermee wordt een catalogus ontwikkeld waarin voor iedere combinatie van lithoklasse¹ en stratigrafie de minimale, gemiddelde en maximale horizontale en verticale doorlatendheden worden opgeslagen en beheerd. De catalogus wordt gebruikt om gemiddelde doorlatendheidswaarden voor de hydrogeologische eenheden in boringen (en betrouwbaarheid) te berekenen met opschalingsmethoden. Deze doorlatendheden worden ruimtelijk geïnterpoleerd en vertaald naar KD- en c-waarden. Voor meer informatie wordt verwezen naar het totstandkomingsrapport voor REGIS II.

In put- en pompproeven² worden KD- en c-waarden afgeleid uit veldmetingen die directer aansluiten bij de schaal van watervoerende pakketten en van weerstandslagen dan de kleinschalige metingen aan boormonsters. Anders gezegd, de meetschaal van put- en pompproeven past in principe goed bij de 'parameterschaal' van KD- en c-waarden van REGIS II eenheden. Bovendien zijn geen schattingen nodig van de doorlatendheid van lithoklassen. Deze overwegingen maken dat resultaten uit put- en pompproefrapporten in potentie een waardevolle bron van informatie zijn voor toekenning en vooral ook verificatie van parameterwaarden aan REGIS II eenheden. Er wordt door TNO naar gestreefd om de put- en pompproefrapporten uit de DINO-database zo spoedig mogelijk beschikbaar te stellen. Het idee is dat met deze informatie doorlatendheidswaarden van REGIS II eenheden kunnen worden aangescherpt of laagschematisaties van rekenmodellen kunnen worden aangepast. Het gebruik van de hydraulische parameters uit put- en pompproeven voor dit doel blijkt echter verre van triviaal. Dit artikel illustreert twee aspecten die sterk bepalend zijn voor de bruikbaarheid van gerapporteerde parameterwaarden:

1. *De relatie tussen een gerapporteerde parameterwaarde en REGIS II eenheden.* Wanneer de waarde niet eenduidig is te koppelen aan één REGIS II eenheid is het gebruik ervan ook niet eenduidig.
2. *De nauwkeurigheid van een gerapporteerde parameterwaarde.* Veel klassieke interpretatiemethoden zijn bijzonder praktisch en elegant, maar ook gebaseerd op vrij sterke vereenvoudigingen van het geohydrologische systeem. Bijvoorbeeld met betrekking tot de laagschematisatie, de interactie tussen watervoerende pakketten en berging in weerstandslagen. Deze vereenvoudigingen kunnen leiden tot een systematische fout in het resultaat. Wanneer dit aan de orde kan zijn, moet deze fout worden gekwantificeerd door heranalyse met een verondersteld 'beter' model, en kan het noodzakelijk zijn om een aangepaste schatting van de parameterwaarde te gebruiken.

¹ Geclassificeerde lithologieën die in de ondergrondmodellen van TNO-GDN worden gebruikt.

² Met putproef wordt hier bedoeld: een proef waarin de pompput ook fungeert als waarnemingsput zonder gebruik van externe waarnemingsputten, en met pompproef: een proef waarin ten minste één externe waarnemingsput buiten de actieve pompput wordt gebruikt. Tenzij apart vermeld wordt ook een aanvullende stopproef als integraal onderdeel beschouwd van de put- of pompproef.

De gekozen voorbeelden komen uit een recent afgeronde meerjarige studie in opdracht van TNO-GDN (Kooi e.a., 2020). Het eindrapport van die studie geeft een completere beschouwing van de bruikbaarheid van put- en pompproefrapporten dan kon worden opgenomen in dit artikel, en bevat een uitgebreidere set van bestudeerde rapporten en uitgevoerde analyses. De in de voorbeelden getoonde doorsneden en boorbeschrijvingen zijn afkomstig uit Dinoloket.

Pompproef bij Ederveen

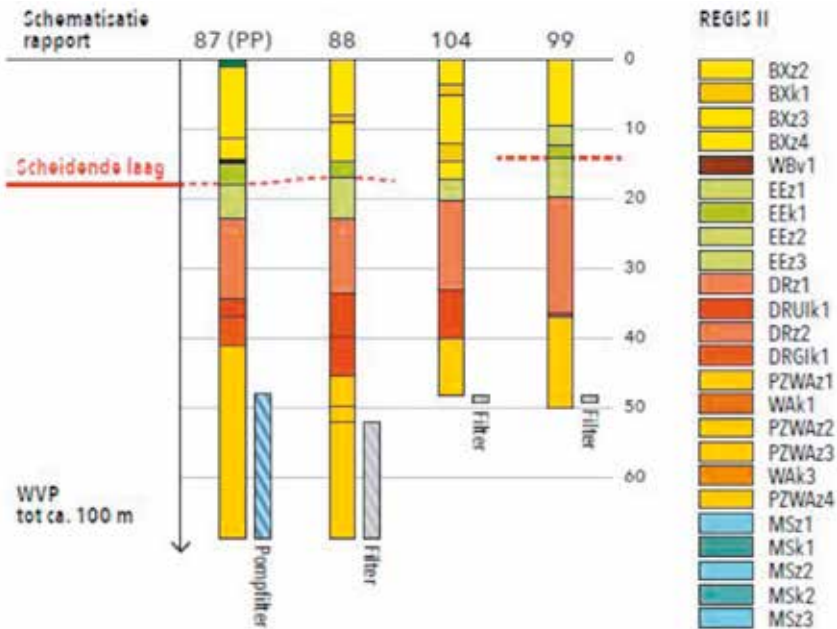
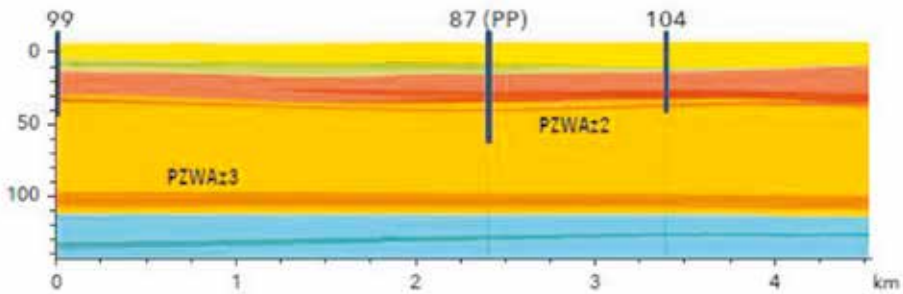
Bij Ederveen werd in 1973 een pomp- en stopproef uitgevoerd door het toenmalige Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID), in het kader van geohydrologisch onderzoek in de Gelderse Vallei (RID, 1974). Doel van de proef was KD-bepaling van "het diepe watervoerende pakket" en "de weerstand van de slecht doorlatende lagen". De duur van de pomp- en stopproef bedroeg respectievelijk 24 uur en 4 uur. De proef is geïnterpreteerd in termen van een KD-waarde en een spreidingslengte λ . Daarvoor is gebruik gemaakt van één van de methoden van Hantush voor de niet-stationaire respons van een 'leaky aquifer' zonder invloeden van berging in weerstandslagen. De methode is beschreven als "procedure 4.5" op p. 88 in Kruseman en de Ridder (2000).

Relatie parameterwaarden – REGIS II eenheden

Voor de beoordeling van de relatie met REGIS II eenheden wordt de filterstelling van pomp- en waarnemingsputten gevisualiseerd samen met de REGIS II schematisatie en eventueel de boorbeschrijvingen waar de schematisatie op berust. Afbeelding 1 toont dat de filters van de pompput en van de waarnemingsputten zich in PZWAz2 zouden bevinden³. Boven PZWAz2 bevinden zich van beneden naar boven de volgende kleirijke lagen: WAK1 (te dun om goed zichtbaar te zijn in de boorprofielen), DRG1k1, DRUIk1 en EEk1. Het is echter onduidelijk welke van deze weerstandslagen de bovenkant van het watervoerende pakket zouden vormen waarvoor de KD-waarde met de pompproef is bepaald. WAK1 is de enige van de bovenliggende kleirijke lagen die in het REGIS II model aanwezig is in alle in de proef gebruikte putten. Deze laag is echter erg dun, sterk zandig ontwikkeld en mogelijk afwezig vanaf ca. 1 km ten noorden van de pompput. Volgens REGIS II heeft WAK1 een gering weerstand van rond de 50 dagen. DRG1k1 is afwezig in de westelijke (99) en oostelijke (104) waarnemingsput. DRUIk1 is afwezig in 99, en EEk1 afwezig in 104.

De onderzijde van het bepompte watervoerende pakket kan met wat meer vertrouwen worden gelijkgesteld aan de bovenzijde van WAK3 (oranje laag onder PZWAz2³ in de verticale doorsnede, ruim onder de basis van de boringen). De onvolkomenheid van de pompput en de afwezigheid van waarnemingen in diepere delen van het watervoerende pakket maken echter dat ook de basis van het watervoerende pakket ruimte laat voor interpretatie.

³ PZWAz2 staat voor de tweede zandige eenheid (z2) binnen de formatie van Peize en formatie van Waalre (PZWA). Kleiige eenheden kunnen worden herkend aan kleine letter k in de naam zoals in EEk1. Gebruikt in de tekst: DRG1 = formatie van Drente, laagpakket van Gieten; DRUI=formatie van Drente, laagpakket van Uitdam; EE = Eem formatie.



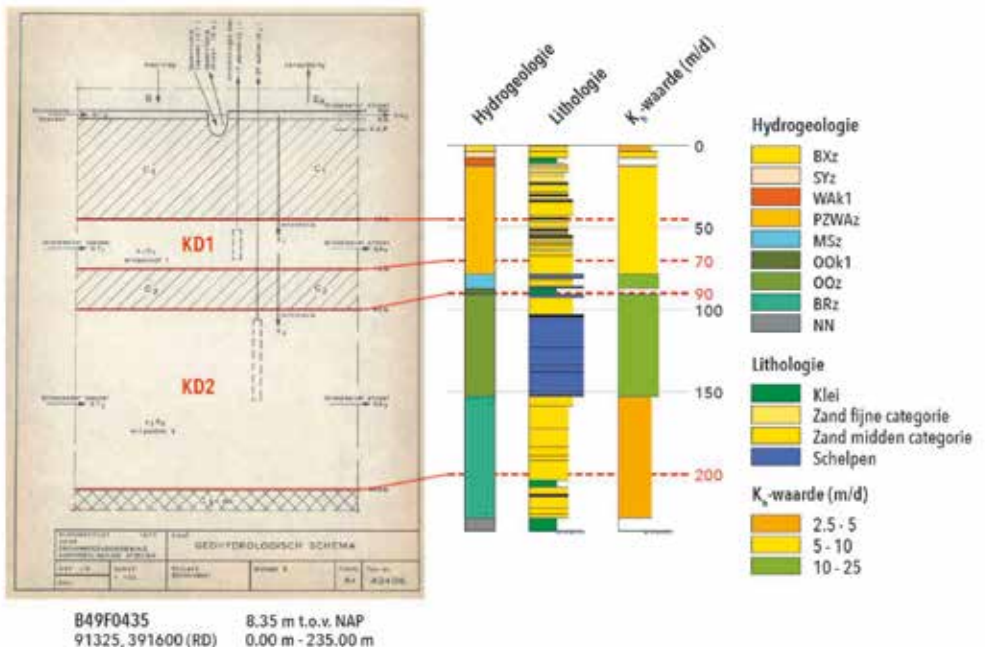
Afbeelding 1 Relatie tussen REGIS II-eenheden (rechts) en filterstelling van de pompput (PP) en de drie waarnemingsputten (WP), en de in het rapport vermelde 2-laags schematisatie voor de pompproef.

De gerapporteerde KD-waarde zal waarschijnlijk in sterke mate worden bepaald door PZWAZ2 en PZWAZ3. Maar of er ook bijdragen zijn van ondiepere zandige eenheden (PZWAZ1, DRz1, DRz2, EEz2 en EEz3) is onduidelijk. De KD-waarde is in ieder geval niet te koppelen aan een specifieke REGIS II eenheid. De λ -waarde is per definitie gekoppeld aan meerdere lagen: het watervoerende pakket en de boven- en onderliggende weerstandslaag. Over al deze drie lagen bestaat hier onzekerheid.

In het RID- rapport wordt een schematisatie voorgesteld waarin de bovenkant van het watervoerende pakket (c.q. de onderkant van de bovenliggende weerstandslaag) op de locatie van de pompput samenvalt met de basis van EEK1. Dit is met de onderbroken rode lijn aangegeven in de figuur, en doorgetrokken naar de andere boringen. Er wordt geen onderbouwing voor gegeven. Over de basis van het watervoerende pakket wordt geschreven dat deze zeer globaal op 100 m -mv zal liggen. Dit past goed bij de diepte van WAK3.

Pompproof bij Roosendaal

Het bestudeerde rapport betreft een pomp- en stopproef in de omgeving van pompstation Borteldonk, ten zuiden van Roosendaal (RID, 1977). Op het pompstation werd water gewonnen uit twee winpakketten (Afbeelding 2). Tijdens de proef is het pompstation in bedrijf gehouden waarbij de onttrekkingen van de diverse pompputten zoveel mogelijk constant bleven. De pompproof betrof een extra onttrekking uit het 2^e winpakket. De stopproef betrof het buiten bedrijf stellen van twee pompputten in het 1^e winpakket. Voor elk van de winpakketten



Afbeelding 2 Relatie tussen REGIS II-eenheden (kolom Hydrogeologie) van de aanwezige boring (B49F0435) op het terrein van het pompstation en de in het rapport vermelde schematisatie (links). Merk op dat de diepteschaal die hoort de originele visualisatie in het rapport (links) niet lineair is.

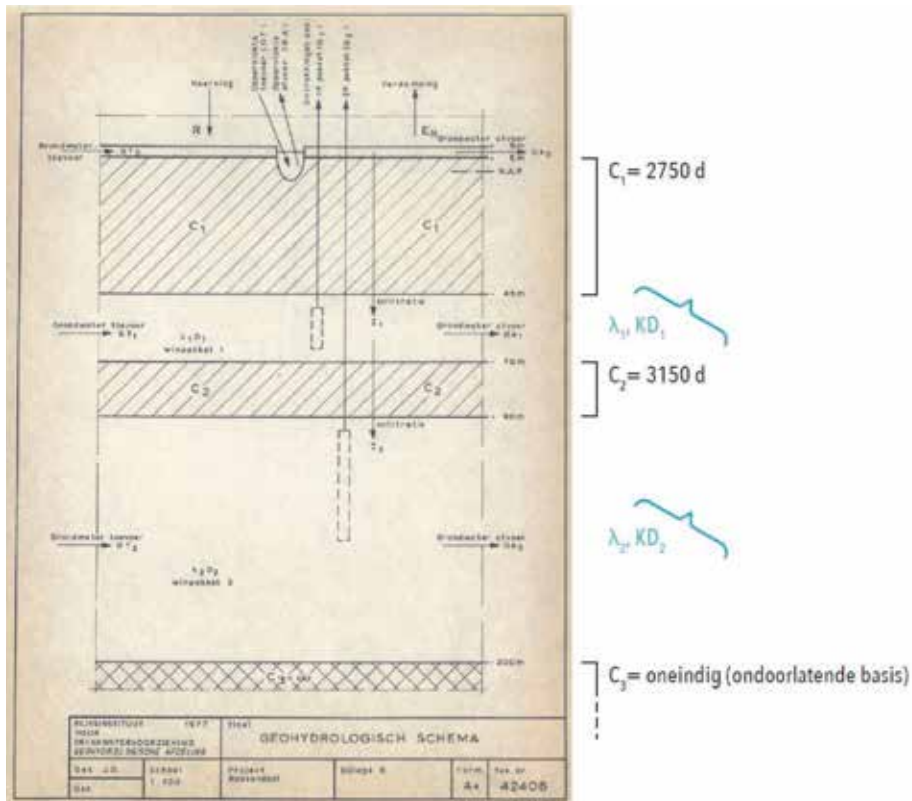
is op basis van 'eindverlagingen' een KD-waarde en een spreidingslengte λ bepaald met de methode van De Glee (paragraaf 4.1.1 in Kruseman en de Ridder, 2000). Deze parameterwaarden zijn vervolgens gebruikt om c-waarden te berekenen voor de weerstandslagen boven de twee winpakketten.

Relatie parameterwaarden – REGIS II eenheden

Afbeelding 2 toont de schematisatie die is gebruikt voor de interpretatie, samen met de REGIS II schematisatie en een boring. Net als bij de pompproof bij Ederveen bestaan ook hier onzekerheden over de relaties tussen de parameterwaarden en REGIS II eenheden. Het is bijvoorbeeld de vraag in hoeverre KD_1 betrekking heeft op PZWAz, een deel ervan, of ook een bijdrage van MSz bevat. In samenhang daarmee is ook onduidelijk of weerstand c_1 kan worden gebruikt voor WAK1, of dat er ook significante bijdragen zijn van met name lemige trajecten in BXz.

Nauwkeurigheid/betrouwbaarheid van gerapporteerde weerstandwaarden

Afbeelding 3 toont de systematiek in de berekening van de weerstanden c_1 en c_2 in het rapport. Eerst is c_2 berekend met de uit de pompproof bepaalde KD_2 en λ_2 . Daarbij is een klassieke aanname gedaan van een ondoorlatende basis. Vervolgens is c_1 berekend met de uit de stopproof bepaalde KD_1 en λ_1 , en de uit de vorige stap verkregen c_2 .



Afbeelding 3 Systematiek in de berekening van de weerstanden in het rapport van de pompproof. De gerapporteerde weerstanden zijn ook vermeld.

De formules hierbij zijn:

$$\lambda_2 = \sqrt{KD_2 \frac{c_2 \cdot c_3}{c_2 + c_3}} \text{ en } \lambda_1 = \sqrt{KD_1 \frac{c_1 \cdot c_2}{c_1 + c_2}} \quad (1)$$

Met de aanname van een ondoorlatende basis vereenvoudigt de eerste formule tot:

$$\lambda_2 = \sqrt{KD_2 \cdot c_2} \quad (2)$$

Formule (2) en de rechterformule van (1) zijn gebruikt in de oorspronkelijke analyse.

De gebruikte schematisatie met een ondoorlatende basis, is potentieel een sterke vereenvoudiging van het geohydrologische systeem. De filters van de pompput in het 2e watervoerende pakket bevinden zich in de Formatie van Oosterhout (OOZ). Er zijn bijzonder weinig boringen die informatie verschaffen over diepere afzettingen in de omgeving. Onder de Formatie van Oosterhout bevindt zich in ieder geval nog een dik pakket met zanden uit de Formatie van Breda met daarin kleilagen (Afbeelding 2). De aanname van een ondoorlatende basis is dus op zijn minst discutabel. Een alternatieve, waarschijnlijk meer realistische schematisatie, is daarom een schematisatie met een expliciete weerstandslaag 3 met een eindige c-waarde.

Afbeelding 4 toont herberekende waarden voor c_1 en c_2 onder verschillende aannamen voor de waarde van c_3 . De resultaten laten zien dat c_1 en c_2 in het rapport vrijwel zeker respectievelijk worden overschat en onderschat. Daarbij is de (systematische) fout van c_2 potentieel zeer groot. Dit voorbeeld laat zien dat een gerapporteerde waarde niet gebruikt kan worden zonder goede schatting van het betrouwbaarheidsinterval. Wat het voorbeeld nog meer laat zien is dat bij de bepaling van het betrouwbaarheidsinterval ook de onzekerheid van het gebruikte model (= set van aannamen) betrokken moet worden. Binnen de kaders van de oorspronkelijke interpretatiemethode, met een ondoorlatende basis, is de betrouwbaarheid van gerapporteerde c-waarden erg groot omdat deze alleen wordt bepaald door de betrouwbaarheid van de KD en λ waarden.

rapport

↓

gevoeligheid voor aanname

→

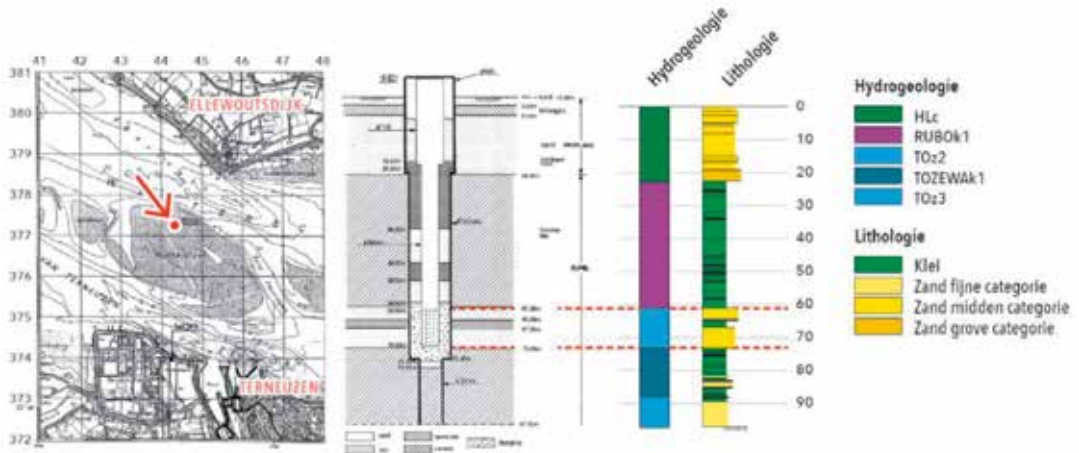
C_1	2754	1888	1835	1776	1709	1631	1541
λ_1	1150						
KD_1	900						
C_2	3150	6632	7372	8514	10500	14824	31500
λ_2	2100						
KD_2	1400						
C_3	oneindig	6000	5500	5000	4500	4000	3500

aanname

Afbeelding 4 Herberekende weerstandwaarden c_1 en c_2 (in dagen) onder verschillende aannames voor de waarde van c_3 .

Putproef op de Middelplaat bij Terneuzen

Het bestudeerde rapport betreft een put- en stopproef die in 1992 is uitgevoerd op de Middelplaat in de Westerschelde (Grondmechanica Delft, 1992). Doel van de proef was het bepalen van de doorlatendheid van de Zanden van Berg – nu de tweede zandige eenheid van de Formatie van Tongeren (TOz2) - in het tracé van de aan te leggen Westerschelde tunnel. Voor dit rapport bestaat gezien de filterstelling en afdichting van het boorgat geen twijfel dat de gerapporteerde KD-waarde betrekking heeft op één REGIS II-eenheid, namelijk TOz2 (Afbeelding 5).



Afbeelding 5 Relatie tussen REGIS II-eenheden (rechts) en filterstelling van de pompput (midden) voor de putproef op de Middelplaat bij Terneuzen.

Bij de proeven is een geschikt startmoment gekozen zodat 'de correctie voor de getijdeinvloed tijdens de proef minimaal kon zijn'. De toegepaste correcties zijn niet gerapporteerd. Interpretatie is uitgevoerd met de Theis-Jacob methode (paragraaf 3.2.2 in Kruseman en de Ridder, 2000); éénmaal door toepassing op de verlagingen tijdens de pompfase (putproef), en éénmaal door toepassing op de restverlagingen via de 'recovery' methode van Theis-Jacob. De gerapporteerde KD-waarden voor de put- en stopproef zijn respectievelijk 44,7 en 40,7 m²/dag. In REGIS II bedraagt de KD-waarde voor TOz2 hier 25 tot 50 m²/dag.

Nauwkeurigheid van gerapporteerde KD-waarden

De nauwkeurigheid van de gerapporteerde waarde(n) is onderzocht door heranalyse van de (gecorrigeerde) verlagingen met het 'Aquifer Test Analysis' software pakket MLU (Hemker en Post, 2019).

De verlagingen en restverlagingen van de proef zijn handmatig gedigitaliseerd van een tijd-verlagingscurve in het rapport. Dit leverde een nieuwe set 'datapunten' die het verlagingsgedrag van de curve vertegenwoordigen; door de beperkte kwaliteit van het grafische materiaal konden de oorspronkelijke datapunten niet exact worden gereproduceerd. De put- en stopproef zijn vervolgens integraal gemodelleerd. Daarbij is stapsgewijs een aantal vereenvoudigingen die ten grondslag liggen aan de in het rapport gebruikte interpretatiemethode losgelaten. De integrale modellering levert één schatting in plaats van twee aparte schattingen voor de KD-waarde. De verkregen parameterwaarden en model fits zijn weergegeven in Tabel 1 en Afbeelding 6.

Model (a): 1-laags (confined) model dat het theoretische model van Theis-Jacob, zoals dat is toegepast in het rapport, zo dicht mogelijk benadert. Voor de bergingscoëfficiënt S is een waarde genomen voor een stijf zandpakket en de KD -waarde is het gemiddelde van de gerapporteerde waarden van de put- en stopproef. Dit model geeft een zeer slechte fit ; de gemeten verlaging tijdens de putproef is meer dan 100% groter dan dit model berekent (Afbeelding 6). Deze afwijking wordt niet opgemerkt met de klassieke Theis-Jacob methode, omdat daarin gebruik wordt gemaakt van de relatieve verschillen tussen de logaritme van verlagingwaarden en niet van de absolute waarden van de verlagingen. Een mogelijke verklaring voor de afwijking is dat er extra weerstand (skin) bij het filter aanwezig is. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door kleinerslag uit de boerspoeeling tijdens het boren van de put.

Model (b): In dit model is een skinfactor als parameter toegevoegd. Een vrij goede fit bleek daardoor mogelijk voor een KD -waarde binnen het bereik van gerapporteerde waarden. Daarvoor is wel een extreem hoge skin factor > 14 nodig, en ook S is onwaarschijnlijk hoog voor een ca. 10 m dik watervoerend pakket (Tabel 1).

In modellen a en b is er geen waterlevering door of vanuit de boven- en onderliggende lagen. In werkelijkheid zal er altijd enige waterlevering vanuit deze lagen zijn. In modellen c en d is onderzocht of deze toevoeging tot een andere schatting van KD kan leiden.

Model (c): Er is een weerstandslaag toegevoegd (boven of onder het watervoerende pakket is niet relevant) met bergingscoëfficiënt S' . De bergingscoëfficiënt van het watervoerende pakket is, net als in model a, vastgezet op $S=10^{-5}$ en de andere parameters zijn geoptimaliseerd. Dit levert een goede fit met een wat kleinere, maar nog steeds erg hoge skin factor. De KD -waarde is ca. 30% lager dan de gerapporteerde waarde.

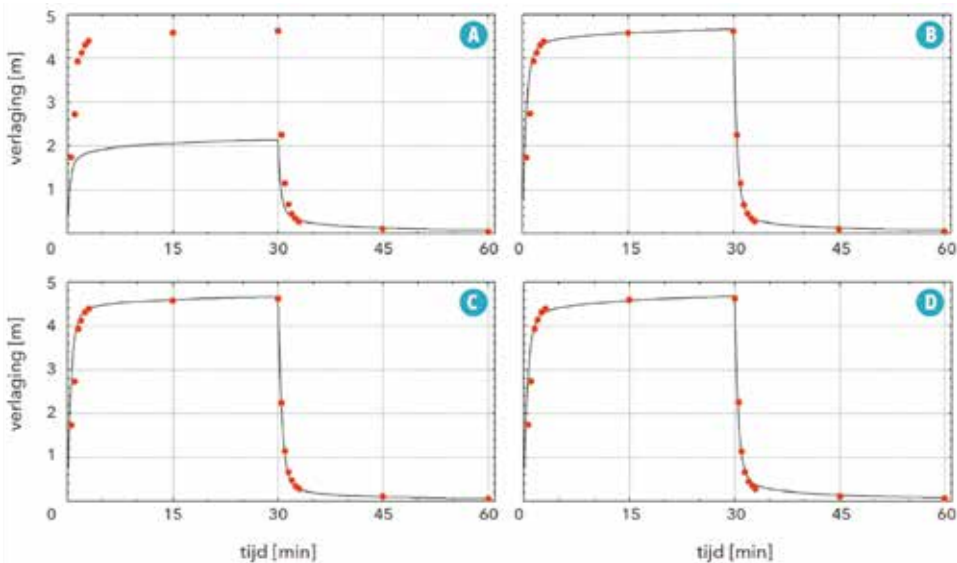
Model (d): In plaats van één zijn twee weerstandslagen met berging gebruikt en er is gezocht naar een zo goed mogelijke fit met een aanzienlijk lagere skinfactor rond de 1. Dit levert een goede fit (lage SSE) waarbij de KD -waarde ca. 55% lager is dan de gerapporteerde KD -waarde. De benodigde bergingscoëfficiënt S voor dit resultaat is echter onrealistisch laag. Dit lijkt erop te wijzen dat er bij deze pompproef een grote extra weerstand rond het filter aanwezig was.

Tabel 1 Parameterwaarden van de modellen voor putproef Middelpaalt. Waarden in de gele cellen zijn vastgezet in de berekeningen, waarden in oranje cellen zijn geoptimaliseerd.

model	KD (m ² /d)	S (-)	C (d)	S' (-)	Skinfactor	SSE (m ²)
rapport	40.7-44.7					
a	42.7	10^{-5}	-	-	0	39.1
b	43.2	$5 \cdot 10^{-3}$		-	14.2	1.72
c	28.8	10^{-5}	1006	10^{-3}	6	1.89
d	19.5	$9 \cdot 10^{-7}$	3000 1200	$3 \cdot 10^{-5}$ $8 \cdot 10^{-5}$	1.3	1.57

*SSE = squared sum of errors

Model c laat zien dat waterlevering vanuit berging in weerstandslagen leidt tot lagere schattingen van KD. In dit geval mogelijk met ca. 30%. Analyses van andere put- en pompproeven geven aan dat KD-waarden door verwaarlozing van berging in weerstandslagen met meer dan 50% kunnen zijn overschat ten opzichte van de gerapporteerde KD-waarden.



Afbeelding 6 'Metingen' (punten) en model-berekende stijghoogteverlaging (curve) voor de put- en stopproef op de Middelpaat bij Terneuzen. Verlaging (drawdown) is positief. Resultaten a t/m d corresponderen met modellen a t/m d in de tekst.

Tot slot

De gepresenteerde voorbeelden zijn representatief voor de in de studie beschouwde rapporten. Over het algemeen hebben gerapporteerde individuele KD-waarden betrekking op meerdere REGIS II eenheden of delen daarvan. Verder is gevonden dat KD-waarden systematisch lijken te worden overschat in de meeste put- en pompproefrapporten doordat waterlevering uit berging in weerstandslagen wordt verwaarloosd in de klassieke interpretatiemethoden. Tot slot blijken aannamen omtrent de onderrandvoorwaarde van grote invloed op de gerapporteerde weerstanden.

Door deze complicaties is de bruikbaarheid van doorlatendheidsbepalingen uit historische put- en pompproeven voor REGIS II beperkt. Ook waar een eenduidige relatie met REGIS II eenheden kan worden gelegd, is een heranalyse noodzakelijk om een gerapporteerde waarde 'op waarde te schatten'. En waar met heranalyse verbeterde schattingen gemaakt zijn, is het belangrijk dat de REGIS II gebruiker deze schattingen zelf kan beoordelen en vergelijken met de REGIS II waarden. Daarom zullen historische put- en pompproefrapporten uit de DINO-database en eventuele heranalyses apart beschikbaar worden gemaakt. Voor veel put- en pompproefrapporten is heranalyse helaas niet goed mogelijk omdat essentiële informatie ontbreekt of niet nauwkeurig genoeg kan worden gekwantificeerd uit grafisch materiaal. Hoewel de (on)nauwkeurigheid dan niet

kan worden onderzocht, moet natuurlijk wel rekening worden gehouden met een beperkte nauwkeurigheid. Een uitgebreidere set van heranalyses kan ons meer leren over de grootte van fouten die kunnen voortkomen uit het gebruik van diverse klassieke analysemethoden. Omdat dit met bestaande put- en pomp-proefdata beperkt mogelijk is, lijkt het zinvol om dit modelmatig te onderzoeken. Daarin kan eerst een set van virtuele pomp-proefdata worden verkregen uit een zo compleet mogelijk grondwatermodel, waarvoor de parameterwaarden exact bekend zijn, en kunnen vervolgens (klassieke) interpretatiemethoden worden gebruikt om te bestuderen in hoeverre deze waarden worden gereproduceerd.

De beperkte informatiewaarde van historische put- en pomp-proefrapporten voor REGIS II heeft drie hoofdoorzaken: (1) beperkte documentatie, (2) het feit dat de proeven niet specifiek waren ingericht op parameterschattingen van REGIS II eenheden en (3) een vaak groot betrouwbaarheidsinterval van parameterschatting uit heranalyse als gevolg van onzekerheid over het te gebruiken hydrogeologische model. De beperkte informatiewaarde is niet inherent aan put- of pomp-proeven als parameterschattingsmethode. Wij willen daarom een oproep doen voor investering in nieuwe put- en pomp-proeven die goed gedocumenteerd zijn én gericht op parameterschatting van REGIS II eenheden.

Literatuur

- Hemker, K., en V. Post** (2019) MLU for Windows; well flow modeling in multi-layer aquifer systems; www.microfem.com.
- Grondmechanica Delft** (1992) Putproeven op de Middelpaalt en nabij Terneuzen Westerschelde oeververbinding. Rapport nr CO-228680/23.
- Kooi, H., J. Hummelman, J. Buma en P. Kiden** (2020) Bruikbaarheid van resultaten uit put- en pomp-proefrapporten voor REGIS II parametrisatie; Deltares rapport 11202997-003-BGS-003.
- Kruseman, G.P. en N.A. de Ridder** (2000) Analysis and evaluation of pumping test data; ILRI publication 47, 2e editie, Wageningen.
- RID** (1974) Nota inzake de resultaten van de in april 1973 gehouden pomp-proef te Ederveen, RID rapport 1974-27.
- RID** (1977) Rapport inzake een geohydrologisch onderzoek naar de mogelijkheid tot uitbreiding van de huidige grondwaterwinning door het pompstation Borteldonk, G.E.W.B. Roosendaal, RID rapport 1977-19.

Summary Usability of hydrogeological parameter estimates in historic reports of well tests and pumping tests for REGIS II

The Geological Survey of the Netherlands, part of the Organisation for applied scientific research TNO, possesses a large database of reports of historic well tests and pumping tests. These reports contain valuable estimates of aquifer transmissivities (Dutch: KD values) and resistances of confining layers (Dutch: c values). Research has been conducted to clarify to what extent these estimates can be used to improve or verify estimates in the regional hydrogeological model REGIS II. This article illustrates that there are a lot of snags. And what needs to be done to assess the usability of the estimates of the well test and pumping test reports.

Auteurs

Henk Kooi
Deltares Utrecht
henk.kooi@deltares.nl

Jan Hummelman
TNO – Geologische Dienst Nederland
jan.hummelman@tno.nl

Jelle Buma
TNO – Geologische Dienst Nederland
jelle.buma@tno.nl

Bram Hoogendoorn
TNO – Geologische Dienst Nederland
bram.hoogendoorn@tno.nl

Patrick Kiden
TNO – Geologische Dienst Nederland
patrick.kiden@tno.nl



