Door Leon Valkenburg[1] en Emil Hartman[2])

Infiltreren 2.0

Naar een bewuster ontwerp en toepassing van infiltratievoorzieningen

Uit een recent afstudeeronderzoek van TU Delft, in samenwerking met DHV, is gebleken dat de huidige ontwerppraktijk van infiltratievoorzieningen zowel praktisch als wetenschappelijk achterhaald is. We rekenen in Nederland nog steeds met dezelfde aannames en ontwerpformules als in de pionierstijd van infiltratie van circa twintig jaar geleden. Daarentegen zijn de toepassingsmogelijkheden van infiltratievoorzieningen in de praktijk enorm verbreed.

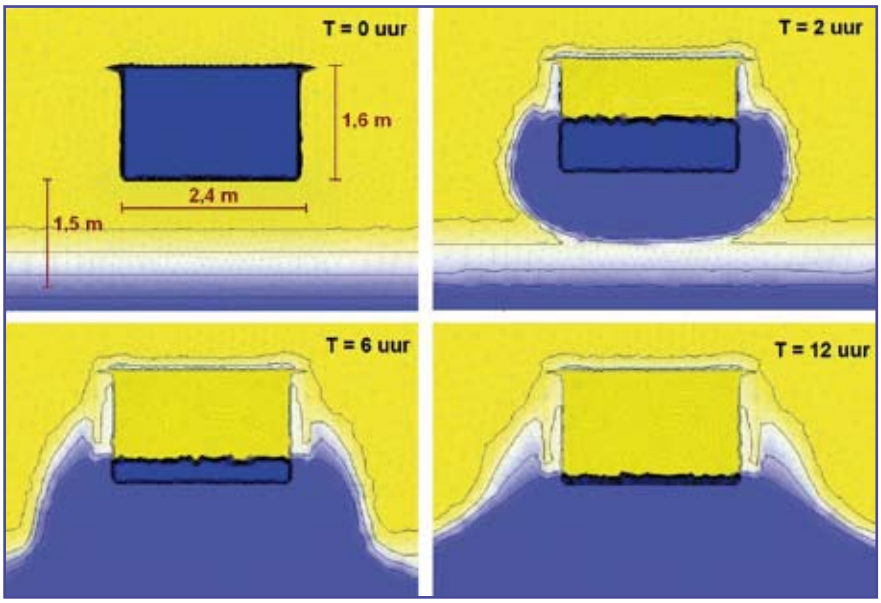
De laatste twintig jaar heeft de toepassing van infiltratievoorzieningen een grote vlucht genomen. In alle delen van Nederland worden tegenwoordig wadi's, doorlatende verhardingen en IT-riolen toegepast. Ondanks de jarenlange ervaring en nieuwe inzichten die zijn opgedaan, is de ontwerppraktijk van infiltratievoorzieningen nauwelijks veranderd. Is dit terecht of wordt het misschien tijd voor een verbetering van de ontwerppraktijk: infiltreren 2.0?

Het probleem van de huidige ontwerppraktijk

Het belangrijkste probleem van de huidige ontwerppraktijk is dat de infiltratiecapaciteit van een voorziening niet goed berekend wordt. De infiltratiecapaciteit is het debiet dat vanuit de voorziening de bodem in loopt. Voor de berekening van de infiltratiecapaciteit wordt uitgegaan van de wet van Darcy. Deze wet is oorspronkelijk bedoeld voor berekeningen aan de verzadigde grondwaterstroming. Een debiet berekend met Darcy is alleen afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en het hydraulische verhang van het water. Infiltratie speelt zich echter niet af in verzadigde, maar in de onverzadigde zone van de bodem. Bij infiltratie spelen daardoor nog meer processen een rol, zoals de zuiging van de droge grond, het initiële vochtgehalte, de waterdruk en de diepte van het grondwater. Deze aspecten worden in de wet van Darcy, en dus in de huidige ontwerppraktijk, niet als afzonderlijke factoren meegenomen. Het gevolg is dat een voorziening op de Veluwe, waar de grondwaterstand tien meter onder maaiveld zit, op dezelfde infiltratiecapaciteit wordt ontworpen als een voorziening op een plek waar de grondwaterstand maar 1,5 meter onder maaiveld zit. In werkelijkheid is de infiltratiecapaciteit van de voorziening op de Veluwe veel groter. Hoe groot de onderschatting van infiltratiecapaciteit met Darcy is, is bepaald met het computermodel Hydrus 2D.

Hydrus 2D

Met Hydrus 2D kan de infiltratie in de onverzadigde zone nauwkeurig berekend en gevisualiseerd worden (zie afbeelding). Daarbij rekent Hydrus met de meest recente wetenschappelijke formules van watertransport in de onverzadigde zone (namelijk de Richards-vergelijking). De resultaten van Hydrus laten zien dat de infiltratiecapaciteit van voorzieningen meer dan vijftien maal hoger kan zijn dan op basis van de huidige ontwerpformules wordt berekend. We rekenen dus extreem veilig wat leidt tot overdimensionering van voorzieningen. De invloed van de diepte van het grondwater bleek de grootste invloed te hebben op de infiltratiecapaciteit. Daarom is een nieuwe ontwerpformule ontwikkeld. Zo wordt in de nieuwe formule de infiltratie door de bodem en de wanden van de voorziening apart berekend. Daarnaast is de invloed van de waterstand in de voorziening, de zuiging van de grond en diepte van het grondwater meegenomen in de berekening van de infiltratiecapaciteit. De resultaten met de nieuwe ontwerpformule zijn vergeleken met het complexe Hydrus model. Daaruit bleek dat de berekeningsresultaten van infiltratievoorzieningen onder diverse omstandig-



Gesimuleerde leegloop van een infiltratiekrat met behulp van Hydrus 2D

De nieuwe ontwerpformule

De nieuwe ontwerpformule onderscheidt zich van de oude ontwerpformule door het volgende:

- de formule is niet meer gebaseerd op Darcy maar op Green-Ampt;
- de infiltratiecapaciteit door de bodem en de zijwanden van de voorziening worden apart beschouwd;
- de invloed van de diepte van het grondwater ten opzichte van de bodem van de infiltratievoorzieningen wordt meegenomen.

De nieuwe basisformule luidt:

$$Q_{uit}(t) = k\, i_{bodem}(t)\, A_{bodem} + k\, i_{wanden}(t)\, A_{wanden}(t)$$

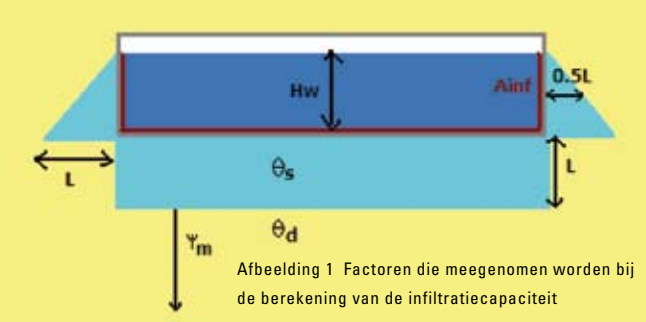
Waarin:

Q_{uit} = infiltratie capaciteit van de voorziening [m³ / dag]
k = doorlatendheid van de ondergrond [m / dag]
i_{bodem} (t) = hydraulische gradiënt voor de bodem van de voorziening [-]
A_{bodem} = infiltrerend bodemoppervlak van de voorziening [m²]
i_{wanden} (t) = hydraulische gradiënt voor de wanden van de voorziening [-]
A_{wanden} = infiltrerend wandoppervlak van de voorziening [m²]

De hydraulische gradiënt

De hydraulische gradiënt is gebaseerd op Green-Ampt en wordt dus niet meer standaard als één aangenomen. De gradiënt wordt apart bepaald voor de bodem en de zijwanden van de voorziening. Daarnaast verandert de grootte van de gradiënt gedurende het infiltratieproces zodat deze per tijdstap wordt bepaald. Op basis van de Green-Ampt benadering is de hydraulische gradiënt afhankelijk van:

- de waterdiepte in the voorziening (Hw)
- de zuigkracht van de bodem (ψm)
- de lengte van de bevochtigde zone (L)
- het vochtgehalte van de grond (θ_d) (af te lezen uit een pF curve).
- het verzadigde vochtgehalte van de grond (θ_s)
- Dit is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 1 Factoren die meegenomen worden bij de berekening van de infiltratiecapaciteit

heden (qua doorlatendheid van de bodem, diepte van het grondwater en verschillende hoogte– en breedteverhoudingen van de voorzieningen) goed overeenkwamen met de resultaten die berekend zijn met Hydrus 2D.

Meten is weten?

Het bestuderen van infiltratie met alleen een theoretisch model als Hydrus kent beperkingen. Aspecten als het dichtslibben van de bodem van de voorziening of de heterogeniteit van de grond, zijn immers moeilijk te modelleren. Daarom kunnen meetgegevens van infiltratievoorzieningen in de praktijk meer inzicht geven in het werkelijk functioneren van voorzieningen. In de Nederlandse praktijk blijkt voor het monitoren van voorzieningen echter nauwelijks aandacht te zijn. In het kader van het afstudeeronderzoek zijn 90 gemeenten benaderd voor het verstrekken van meetgegevens van infiltratievoorzieningen. Daarvan gaven slechts vier gemeenten aan dat enige vorm van monitoring was uitgevoerd. De meetdata waren echter ongeschikt voor gebruik in het onderzoek vanwege onvolledigheid van de meetopzet.

Twee infiltratievoorzieningen in Ede zijn uiteindelijk getest om bruikbare metingen voor het onderzoek te verzamelen. Een krattensysteem uit 2001 en een zakput uit 1980 zijn met tankwagens gevuld en de leegloop is gemeten met waterstandsmeters en bodemvochtmeters. De meetresultaten laten zien dat beide infiltratievoorzieningen goed functioneren, want ze waren respectievelijk binnen twee en twaalf uur leeg. Een belangrijke conclusie was daarnaast dat de bodems van beide voorzieningen niet dichtgeslibd bleken te zijn, ondanks de levensduur van de voorzieningen. Ook bleek uit het onderzoek dat de werkelijke leegloopsnelheid van beide voorzieningen goed kon worden gereproduceerd met de nieuw ontwikkelde ontwerpformule. Controle van de nieuwe formule met metingen van voorzieningen waarbij de grondwaterstanden voor ondieper zijn, moet nog plaatsvinden.

Naar Infiltreren 2.0

De ontwikkelde infiltratieformule is een veelbelovende stap om tot een verbeterde ontwerppraktijk te komen. De grootste onzekerheid van de nieuwe formule is of de invloed van de diepte van het grondwater goed wordt meegenomen. Dit is voor de Nederlandse praktijk erg belangrijk, omdat het grondwater meestal dicht onder bodem van de voorziening staat.

Op dit moment krijgt het monitoren van infiltratievoorzieningen en het delen van ervaringen te weinig aandacht. Juist die metingen en ervaringen kunnen helpen om de uitkomsten van het onderzoek te ondersteunen en uit te werken. Daarom pleiten wij voor een vervolgonderzoek waarin vele voorzieningen (die verschillen qua type, bodem, diepte grondwater, ouderdom en type aangesloten verhard oppervlak) worden getest. De tests kunnen gedaan worden op de wijze zoals die ook in Ede is toegepast. Daarbij kan de leegloopsnelheid (en dus indirect de infiltratiecapaciteit) en eventueel het verloop van het bodemvochtgehalte gemeten worden. Ook zal een goede bepaling van de samenstelling en doorlatendheid van de grond en de diepte van het grondwater moeten worden uitgevoerd. Uiteindelijk zal de nieuwe ontwerpformule samen met het voorgestelde vervolgonderzoek een goede basis voor een nieuwe ontwerppraktijk leggen. Bovenal zal de ontwerper met de nieuwe ontwerppraktijk een duidelijke keuze hebben: een overgedimensioneerd ontwerp op basis van weinig gegevens of een nauwkeuriger ontwerp op basis van aanvullend onderzoek. Dit is een belangrijke stap naar een bewuster ontwerp en toepassing van infiltratievoorzieningen. ■

Neem voor meer informatie contact op met Leon Valkenburg (l.valkenburg@witteveen-bos.nl) of Emil Hartman (emil.hartman@dhv.com).

[1]) Emil Hartman is senior adviseur stedelijk waterbeheer bij DHV B.V.
[2]) Leon Valkenburg is adviseur stedelijk waterbeheer bij Witteveen+Bos