

Overschatten we het hydraulisch functioneren van wadi's en doorlatende verharding?

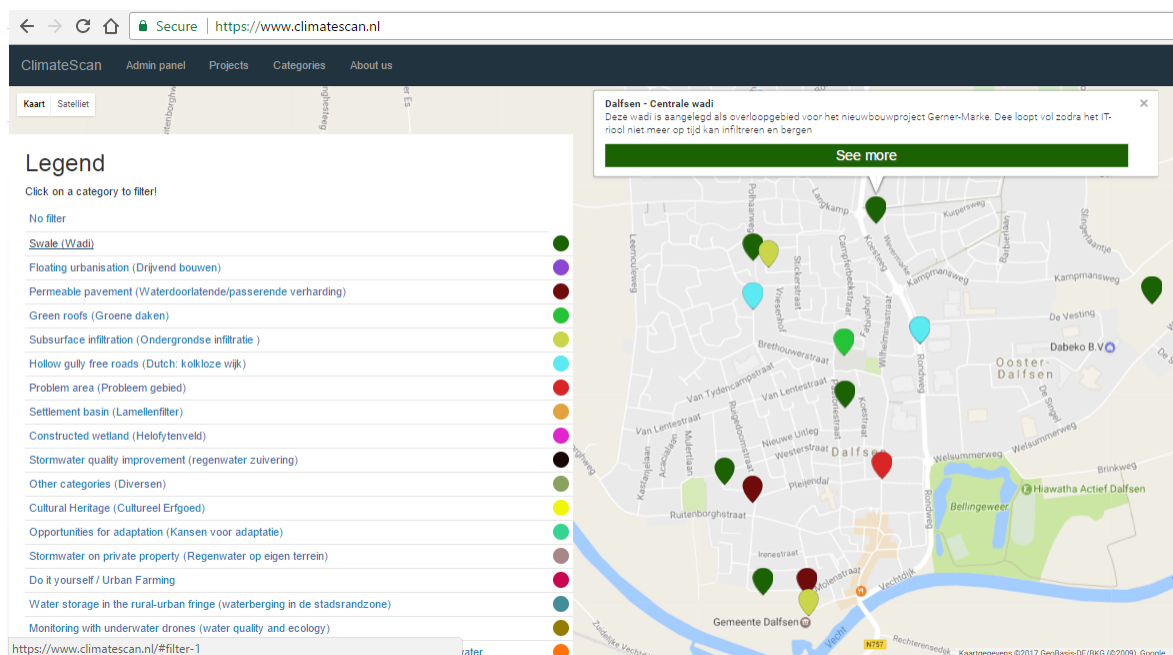
Floris Boogaard (Hanzehogeschool Groningen, Tauw), Bert Rozendaal (gemeente Dalfsen), Gerrit Pieter Roetert Steenbruggen (waterschap Drents Overijsselse Delta)

Overheden, kennisinstituten en adviesbureaus vragen zich af of de klimaatadaptieve regenwatervoorzieningen die de laatste decennia op veel plaatsen zijn aangelegd, ook op lange termijn goed zullen functioneren. Onderzoek in Dalfsen leert dat de infiltratiecapaciteiten van wadi's voldoende zijn om het water binnen enkele uren te verwerken. De infiltratiecapaciteit kan bij opeenvolgende buien echter tot een derde van de initiële capaciteit afnemen. Dit effect is bij velen onbekend en wordt vrijwel nooit in hydraulische modellen opgenomen. Hierdoor wordt het functioneren van regenwatervoorzieningen bij opeenvolgende (grote) buien vaak overschat.

RIVUS is een samenwerkingsverband in de afvalwaterketen in West-Overijssel, tussen de gemeenten Dalfsen, Deventer, Kampen, Olst-Wijhe, Raalte, Staphorst, Zwartewaterland en Zwolle en waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). RIVUS richt zich op nauwere contacten in het afvalwaterketenbeheer tussen alle overheden in West-Overijssel. Meer informatie: <https://www.rivus.net/over-rivus>

Het zichtbaar afvoeren en infiltreren van regenwater heeft bij veel actoren in waterbeheer de voorkeur boven conventionele riolering omdat het: de beleving en berging van water ten goede komt, foutieve aansluitingen voorkomt, het regenwater zuivert van verontreinigingen en een bijdrage kan leveren aan vermindering van hittestress, verhoging van de ecologische waarde en verbetering van de luchtkwaliteit. Tevens hoeft een klimaatbestendige inrichting niet duurder hoeft te zijn dan een traditionele inrichting [1]. Aangezien veel gemeenten minder ervaring met deze regenwatervoorzieningen hebben dan met conventionele riolering in buizen, zijn er echter vragen over het functioneren op lange termijn en het benodigd onderhoud van deze voorzieningen.

In veel (RIVUS-) gemeenten (zie kader), zoals bijvoorbeeld in Dalfsen, zijn regenwatervoorzieningen aangelegd als alternatief voor een regenwaterriool om het regenwater vast te houden, te bergen en af te voeren. De aangelegde voorzieningen in Dalfsen zijn onder andere wadi's (voor waterafvoer, drainage en infiltratie van regenwater) en doorlatende verhardingen (op een parkeerterrein). De locaties van de regenwatervoorzieningen ziet u in afbeelding 1, afbeelding 2 laat (hydraulische) testen zien bij enkele voorzieningen.



Afbeelding 1. Diverse regenwatervoorzieningen in Dalfsen (bron: www.climatecan.nl [2])

Veel gemeenten en waterschappen vragen zich af of deze regenwatervoorzieningen na enkele jaren nog goed functioneren en of onderhoud nodig is. Voor waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD) en de gemeente Dalfsen was dit aanleiding om tijdens het klimaatsymposium 20 april als demonstratie de hydraulische capaciteit van de voorzieningen te onderzoeken met *full scale* testen, ook wel *floodfighting* genoemd. Bij deze testen worden de voorzieningen geheel vol water gezet zodat men kan zien hoe snel het water infiltreert. Deelnemers aan het symposium konden het functioneren ervaren en bediscussiëren, wat bijdraagt aan hun kennis over deze voorzieningen.

Doelstelling en onderzoeksvragen

De doelstelling van dit onderzoek is meer inzicht krijgen in het langetermijnfunctioneren van regenwatervoorzieningen zoals (infiltrerende) verharding en wadi's. Hierbij is met name aandacht besteed aan het bepalen van de infiltratiecapaciteit van de regenwatervoorzieningen na enkele jaren en hoe deze infiltratiecapaciteit zich verhoudt tot andere onderzoeksresultaten op andere meetlocaties in Nederland. Uniek bij deze proeven in Dalfsen is het bepalen van de effectiviteit van de voorzieningen bij (het simuleren van) meerdere (grote) buien achter elkaar.

Onderzoeksmethodiek *full scale* testen

Om de infiltratiecapaciteit te onderzoeken van bovengrondse infiltratievoorzieningen als wadi's en doorlatende verhardingen wordt vaak de infiltrometertest gebruikt. Deze onderzoeksmethode bestaat uit twee ringen die gevuld worden met water en waar de waterstandsverlaging in de tijd (*constant of falling head*) wordt gemeten in de middelste ring. Een nadeel van deze methode is dat deze een klein oppervlak beslaat dat niet representatief hoeft te zijn voor het gehele oppervlak. Voor een nauwkeurig

meetresultaat zijn daarom meerdere metingen nodig, die vaak enkele uren duren. Bij wadi's kan het verplaatsen van de ring van enkele meters al een afwijkende infiltratiecapaciteit van een factor 100 geven. Om betere en kosteneffectieve meetresultaten te krijgen is een nieuwe testmethode ontwikkeld: *full scale* testen [3]. Hierbij wordt de gehele wadi gevuld met water of wordt een groot deel van het straatoppervlak (van doorlatende verharding, vaak in de orde van 50-60 m²) onder water gezet. Dit levert nauwkeurigere meetresultaten vanwege het grotere meetoppervlak en relatief kleinere lekverliezen bij de afdichting. De methode kan ook meer informatie in kortere tijd leveren. Zo zijn in Dalftsen in een dag een locatie met doorlatende verharding en vier wadi's getest. Hierbij is ervoor gekozen om niet zoveel mogelijk voorzieningen te testen, maar vier wadi's vier maal achter elkaar te vullen om het leegloopverloop bij meerdere (grote) buien op een dag te testen (zie tabel 1). Een voorbeeld van zo'n *full scale* test aan doorlatende verharding en wadi is te zien in afbeelding 2.



Afbeelding 2. Full scale test aan doorlatende verharding bij gemeentehuis Dalftsen (links) en een wadi (foto's: Thomas Klomp)

Het leegloopverloop is bepaald met twee drukloggers per locatie, geverifieerd door handmatige metingen, (onderwater)camera's en visuele inspecties. Tevens zijn van veel van de locaties timelapseopnamen gemaakt die het leegloopverloop in ruimte en tijd visualiseren. In onderstaande tabel staan de onderzoeksresultaten van de vijf onderzochte voorzieningen inclusief de leeftijd en de bepaalde infiltratiecapaciteit van de eerste en laatste test van de voorzieningen.

Tabel 1. Kenmerken onderzoekslocaties en onderzoeksresultaten

Meetpunt	Voorziening/omschrijving	Jaar van aanleg	Infiltratie-capaciteit [mm/uur] proef 1 (onverzadigd)	Infiltratie-capaciteit [mm/uur] proef 4 (verzadigd)	Verskil in leeglooptijd na 4 x vullen
1	Doorlatende verharding gemeentehuis	2015	56	Nvt	nvt
2	Wadi, Koestraat	2017	81	38	47%
3	Wadi links	2010	79	26	32%
4	Wadi midden	2010	149	28	19%
5	Wadi rechts	2010	77	39	51%
				gemiddeld	37%

Onderzoeksresultaten doorlatende verharding

De eerste onderzoekslocatie met doorlatende verharding (tabel 1 en afbeelding 2) is een hoek van het parkeerterrein waar geen scheiding is aangebracht tussen groenvoorziening en doorlatende verharding. Ervaring leert dat door het uitspoelen van gronddeeltjes de doorlatende verharding op korte termijn kan dichtslibben. De gemeten infiltratiecapaciteit van dit kleine ‘worse case’-stuk verharding was gemiddeld 56 mm per uur. Deze capaciteit twee jaar na aanleg kan zoals verwacht als ‘laag’ worden bestempeld ten opzichte van andere locaties.

Ten opzichte van overige onderzoeken in Nederland werden namelijk bij vergelijkbaar onderzoek [3] acht doorlatende verhardingen die zes tot acht jaar in gebruik waren geselecteerd voor onderzoek, in de gemeenten Zwolle, Utrecht, Werkendam, Breda en Delft. Hier werden infiltratiecapaciteiten gemeten tussen 29 en 342 mm/u (hoogste waarde in nabijgelegen Zwolle). Vergeleken met deze waarden is die in Dalfsen (na 2 jaar) aan de lage kant.

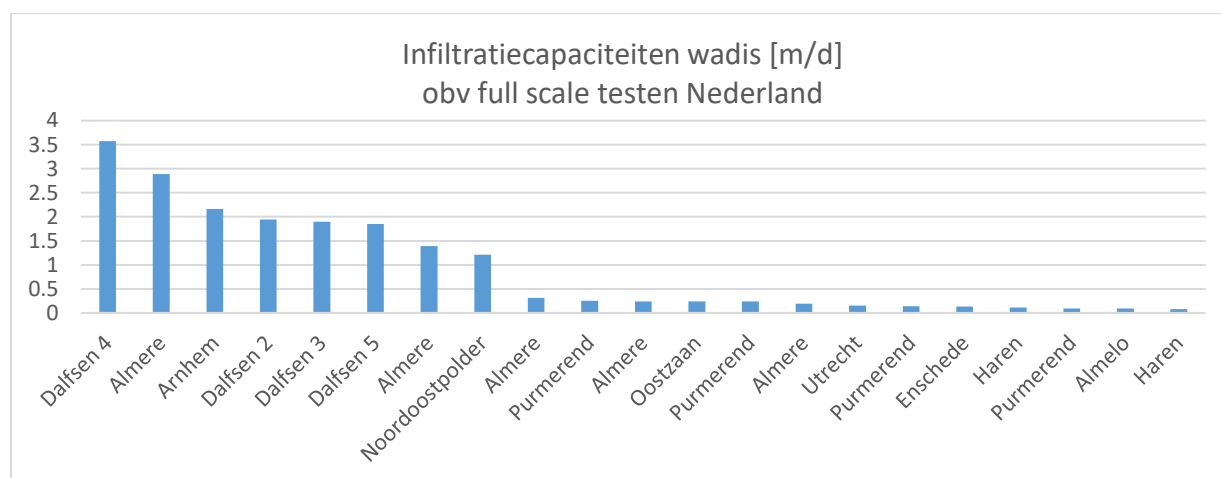
Op basis van (internationale) literatuur en visuele inspecties werd geconcludeerd dat de infiltratiecapaciteit in de eerste jaren (flink) kan afnemen door dichtslibbing [3]. Dit kan veroorzaakt worden door diverse factoren (bladval, atmosferische depositie, verharding dicht bij tuinen of groenvoorzieningen). Een lage infiltratiecapaciteit na jaren vormt echter geen probleem als de oppervlakkige afvoer goed is ontworpen en of overloopvoorzieningen zijn aangelegd.

56 mm/u is ongeveer drie maal zo hoog als de ingrijpmaatstaf van 20,8 mm/u [4] waarbij onderhoud wordt geadviseerd als afvoer alleen door infiltratie kan plaatsvinden. Van wateroverlast is hier geen sprake, aangezien de oppervlakken onder verhang liggen. Water kan zo bij onvoldoende infiltratiecapaciteit naar plekken met hogere infiltratiecapaciteit stromen. Dit is in Dalfsen het geval: er zijn tijdens het symposium visuele testen verricht op de verharding in de rijbaan van de parkeerplek die een grotere infiltratiecapaciteit lieten zien.

Onderzoeksresultaten wadi's

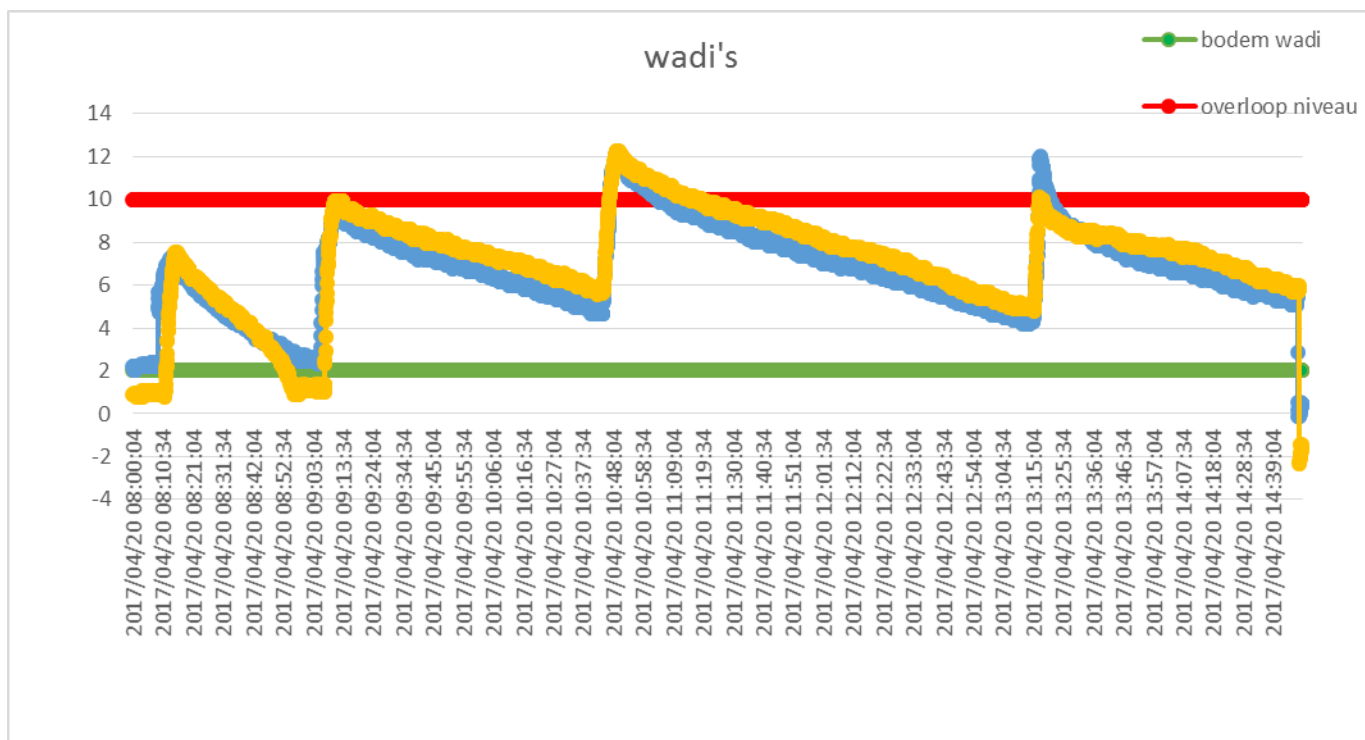
In Dalfsen zijn voor dit onderzoek vier wadi's geselecteerd voor de uitvoering van de *full scale* testen die zeven jaar in gebruik waren (met uitzondering van locatie 2, die slechts 1 jaar oud was). Bij deze onderzoekslocaties is de berging van de wadi's vier maal gevuld en zijn de infiltratiecapaciteiten in de tijd gemeten. De infiltratiecapaciteit bij de eerste vulling (onverzadigd) varieerde van 77 en 149 mm/uur (zie tabel 1). De wadi's liggen slechts enkele meters bij elkaar vandaan en laten toch een groot verschil in infiltratiecapaciteit zien. De onderzochte wadicompartimenten variëren in grootte maar zijn alle voorzien van gras als begroeiing en slokops om bij intensieve buien het overtollige water via andere mogelijkheden af te voeren.

Ten opzichte van andere onderzoeken in Nederland, waarbij infiltratiecapaciteiten werden gemeten tussen 3,3 en 90 mm/u [3], zijn de in Dalfsen bepaalde capaciteiten 'hoog' te noemen (zie afbeelding 3).



Afbeelding 3. Infiltratiesnelheden Nederlandse wadi's vergeleken

Bij dit vergelijkbare onderzoek op andere locaties zijn twaalf wadi's onderzocht, verspreid over Nederland, in de gemeenten Oostzaan, Haren, Purmerend, Noordoostpolder, Almelo, Enschede, Utrecht en Arnhem [3]. In Dalfsen zijn de hoge infiltratiecapaciteiten voornamelijk te verklaren door het feit dat de geohydrologische omstandigheden voor infiltratie beter zijn (relatief hogere doorlatendheid van de bodem en lagere grondwaterstand) dan op de andere locaties. Als de wadi's echter worden belast door meerdere buien na elkaar neemt de infiltratiecapaciteit af tot 51 of wel 19 procent van de onverzadigde situatie na de eerste vulling (zie tabel 1 en afbeelding 4). Dit is een belangrijk gegeven, aangezien dit effect vaak niet in hydraulische modellen wordt meegenomen. Hierdoor kan het functioneren van regenwatervoorzieningen in natte perioden worden overschat.



Afbeelding 4. Afname infiltratiecapaciteit in de tijd bij herhaaldelijk volledig vullen van wadi

Conclusies

De proeven hebben meer inzicht verschaft in het langetermijnfunctioneren van de regenwatervoorzieningen in de gemeente Dalfsen ten opzichte van die in andere gemeenten. Bovendien hebben veel aanwezigen op het symposium de proeven bijgewoond. Hierdoor is de kennis omtrent het functioneren en het beheer van (klimaatadaptieve) regenwatervoorzieningen verhoogd.

Uniek zijn de onderzoeksresultaten omtrent de infiltratiecapaciteiten van wadi's bij opeenvolgende (grote) buien. Deze nemen na drie vullingen af tot gemiddeld 37 procent van de capaciteit bij eerste vulling. Dit effect, dat ook bij andere voorzieningen zoals doorlatende verharding is geconstateerd, is belangrijk bij het inschatten van de infiltratiecapaciteiten van deze voorzieningen (in model en praktijk), om overschatting van het functioneren van deze voorzieningen in natte omstandigheden te voorkomen. Ook hier bleek dat infiltratiecapaciteiten per locatie en individuele wadi sterk uiteen kunnen lopen (3 gelijke wadi's lagen enkele meters naast elkaar en de infiltratiecapaciteit kan een factor 2 verschillen: 79 t.o.v. 149 mm/u).

Bij de proeven zijn enkele detail-aandachtspunten naar voren gekomen die als 'quick wins' kunnen worden opgepakt om de afvoer- en regensystemen te optimaliseren. Bij geen van de voorzieningen is direct onderhoud nodig, aangezien de afvoer bij intensieve buien goed verloopt zonder dat er wateroverlast ontstaat. Alle infiltratiecapaciteiten in Dalfsen zijn voldoende om het regenwater binnen een dag te verwerken. Relatief lage infiltratiecapaciteiten bij wadi's kunnen eventueel worden verhoogd door bijvoorbeeld bodemverbetering of andere vegetatie [4].

(Inter-)nationale kennisuitwisseling

De resultaten van deze testen zijn in de laaggelegen delen van Nederland van groot belang, aangezien vaak getwijfeld wordt aan de infiltratiemogelijkheden (hoge grondwaterstanden en lage doorlatende bodem). Tevens is er nog weinig kennis omtrent de variatie van infiltratiecapaciteiten in tijd en ruimte zoals hier is onderzocht. De onderzoeksresultaten zullen tijdens internationale congressen (b.v. IWA/IAHR International conference on urban drainage (ICUD), 10-15 September in Praag [2,6]) en in het kader van internationale projecten zoals WaterCoG en INXCES met diverse stakeholders in het waterbeheer worden uitgewisseld:

- Internationaal Interregionaal VB-project WaterCoG (governance bij implementatie van regenwatervoorzieningen). Centrale vraag: hoe houden we de diverse stakeholders in het waterbeheer betrokken bij de aangelegde watervoorzieningen? (meer info: www.northsearegion.eu/watercog).
- Internationaal project [INXCES](http://www.inxc.es) (INnovations for eXtreme Climatic EventS). Centrale vraag: hoe functioneren regenwatervoorzieningen onder extreme weersomstandigheden (intensieve buien) en onder diverse klimatologische omstandigheden (project met Zweden, Noorwegen en Roemenië) na een aantal jaren? (meer info: www.inxc.es).

De omstandigheden in Nederland worden vaak als ‘worse case’ gezien in het buitenland en zijn daardoor bemoedigend voor de implementatie van deze *sustainable urban drainage systems* (SUDS) in de wereld. Bij goed ontwerp, aanleg en beheer kunnen deze regenwatervoorzieningen een goede bijdrage leveren aan de uitdagingen van het vasthouden, bergen en afvoeren van regenwater in het stedelijk gebied.

Meer informatie:

Verslag symposium WDOOD: www.wdodelta.nl/actueel/persberichten/@22236/gevolgen/
www.rivus.net/over-rivus
www.northsearegion.eu/watercog
www.inxc.es
 floodfighting: <https://www.youtube.com/watch?v=R14BajCwU6w>

De onderzoeken en onderzoeksresultaten in Dalfsen en andere gemeenten zijn in timelapsefilms te bekijken op de website www.climatescan.nl en alle films van Dalfsen zijn te bekijken op: www.climatescan.nl/projects/933/detail

Referenties

1. Kluck, J. et. al. (2016). ‘Voor hetzelfde geld klimaatbestendig. Voorbeelden klimaatbestendige inrichting voor veelvoorkomende karakteristiek straten’, Hogeschool van Amsterdam en Groningen. www.ruimtelijkeadaptatie.nl/k/nl/n88/news/view/1682/317/voorbeeldenboek-voor-hetzelfde-geld-klimaatbestendig.html
2. Boogaard, F. C. et al. (2017). Web-based international knowledge exchange tool on urban resilience and climate proofing cities: climatescan, 14th IWA/IAHR international conference on urban drainage (ICUD), 10-15 September 2017, Prague.

3. Boogaard, F.C. (2015). *Stormwater characteristics and new testing methods for certain sustainable urban drainage systems in The Netherlands*, TU Delft.
<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:d4cd80a8-41e2-49a5-8f41-f1efc1a0ef5d/>
4. RIONED, *Beheer van infiltratievoorzieningen – Leidraad module C3200*, december 2006. Ede (wordt binnenkort herzien).
5. Boogaard, F.C., Jeurink, N., Gels, J.H.B (2003). *Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's. Inrichting, functioneren en beheer*, rapportnummer 2003-04, ISBN 90.5773.207.6, Stowa, Utrecht.
http://stedelijkwaterbeheer.stowa.nl/Upload/publicaties2/2003_04.pdf
6. Boogaard, F.C. , Harten F., Lucke, T. (2017). *Long term infiltration capacity of permeable pavement determined with new full scale test method*, 14th IWA/IAHR international conference on urban drainage (ICUD), 10-15 September 2017, Prague.