



Floodfighting in Almere: onderzoeksresultaten hydraulisch functioneren wadi's en doorlatende verharding

Floris Boogaard (Tauw, Hanzehogeschool Groningen, TU Delft), Klaas Feringa, Arjo Hof (gemeente Almere), Jeroen Kluck (Hogeschool van Amsterdam)

Veel waterschappen en gemeenten vragen zich af of de regenwatervoorzieningen die de laatste decennia op veel plaatsen zijn aangelegd, op lange termijn goed functioneren en of de implementatie kosteneffectief is. Onderzoek in Almere leert dat de infiltratiecapaciteiten van wadi's voldoende zijn om het water binnen enkele uren te verwerken. Bij doorlatende verharding wordt vaak dichtslibbing aangetoond, maar ook na enkele jaren kunnen de infiltratiecapaciteiten nog boven de ingrijpmaatstaf liggen. Bij goed ontwerp, aanleg en beheer kunnen deze regenwatervoorzieningen een goede bijdrage leveren aan het vasthouden, bergen en afvoeren van regenwater in het stedelijk gebied.

In veel gemeenten, zoals bijvoorbeeld in Almere, zijn regenwatervoorzieningen aangelegd als alternatief voor een regenwaterriool om het regenwater vast te houden, te bergen en af te voeren. De aangelegde voorzieningen in de wijk Homeruskwartier zijn onder andere wadi's (voor waterafvoer, drainage en infiltratie van regenwater) en doorlatende verhardingen zoals wegen en pleinen.

Veel gemeenten en waterschappen vragen zich af of deze regenwatervoorzieningen na enkele jaren nog goed functioneren en of onderhoud benodigd is. Voor de gemeente Almere was dit de aanleiding om de hydraulische capaciteit van de voorzieningen te onderzoeken met *full scale* testen waarbij de voorzieningen geheel vol water worden gezet en het leegloopgedrag in detail wordt bestudeerd. Almere kan (inter-)nationaal worden gezien als een interessante 'worse case'-gemeente voor infiltratie vanwege de geohydrologische omstandigheden. Aan infiltratie in gebieden met hoge grondwaterstanden en lage doorlatendheid en oppervlakkige afvoer in het platte polderlandschap wordt vaak getwijfeld. Recent zijn diverse (inter-)nationale onderzoeken opgestart waar de onderzoeksresultaten worden toegepast, zoals:

- Nationaal RAAK-project 'de klimaatbestendige stad, inrichting in de praktijk' waarbij een duurzame klimaatbestendige inrichting van het stedelijk gebied centraal staat. Centrale vraag: hoe lang functioneren deze klimaatbestendige regenwatervoorzieningen en wat zijn de kosten bij aanleg maar ook bij beheer?
- Internationaal Interregionaal VB-project WaterCoG (governance bij implementatie van regenwatervoorzieningen). Centrale vraag: hoe houden we de diverse stakeholders in waterbeheer betrokken bij de aangelegde regenwatervoorzieningen?
- Internationaal project [INXCES](#) (INnovations for eXtreme Climatic EventS) [1]. 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?

Doelstelling en onderzoeksvragen

De doelstelling van dit onderzoek is meer inzicht krijgen in het langetermijnfunctioneren van regenwatervoorzieningen zoals (infiltrerende) verharding en wadi's in de gemeente Almere. Hierbij is met name aandacht besteed aan het bepalen welke infiltratiecapaciteit de regenwatervoorzieningen hebben na enkele jaren en hoe deze infiltratiecapaciteit zich verhoudt tot andere onderzoeksresultaten op andere meetlocaties in Nederland.

Onderzoeksmethodiek full scale testen

Om de infiltratiecapaciteit te onderzoeken van bovengrondse infiltratievoorzieningen zoals 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 wordt gemeten in de middelste ring (*constant of falling head*). Nadeel van deze methode is dat het een klein oppervlak beslaat dat niet representatief hoeft te zijn voor het gehele oppervlak, waardoor voor een nauwkeurig meetresultaat meerdere metingen nodig zijn die vaak enkele uren duren. Bij wadi's kan het verplaatsen van de ring van enkele meters al een afwijkende infiltratiecapaciteit van een factor honderd 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. Deze methode (ook wel *floodfighting* genoemd) 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 Almere in 2 dagen 11 voorzieningen onderzocht (zie tabel 1). Een voorbeeld van zo'n full scale test aan doorlatende verharding in de David Livingstonestraat en wadi aan de Homeruslaan is te zien in afbeelding 1.



Afbeelding 1. Full scale test aan doorlatende verharding in de David Livingstonestraat en een wadi aan de Homeruslaan.

In onderstaande tabel staan de diverse voorzieningen die onderzocht zijn inclusief de leeftijd en de bepaalde infiltratiecapaciteit van de voorzieningen.

Tabel 1. Onderzoekslocaties en kenmerken

Meetpunt	Voorziening/omschrijving	Jaar van aanleg	Infiltratiecapaciteit [mm/uur]
1.1	Infiltratiegoot, doorlatende verharding, afvoer	2010	19
1.2	infiltratiegoot	2010	30
1.3	infiltrerend plein/afvoer	2008	4
2.1	infiltrerend plein/afvoer	2008	6
2.2	Weg met doorlatende verharding	2008	20
2.3	wadi 1	2009	13
2.4	wadi 2	2009	121
2.5	wadi 3, wadi met speeltoestellen wadi 4, wadi bij particuliere	2009	10
2.6	woningen met bruggetjes wadi 5, kleine wadi bij particuliere	2009	266
2.7	woningen	2009	58
2.8	wadi 6	2009	8

Onderzoeksresultaten doorlatende verharding

De onderzoekslocaties 1.1 t/m 2.2 zijn uitgerust met doorlatende verharding op pleinen, goten en wegen. Hieruit blijkt dat de pleinen een relatief lage(re) infiltratiecapaciteit hebben (4 en 6 mm/u). Dit is onder andere te verklaren door het kleinere infiltratieoppervlak per vierkante meter (grote tegels). De infiltratiecapaciteit van de infiltratiegoot in de Centaurenstraat van 19 mm/u en de doorlatende verharding David Livingstonestraat (20 mm/u) liggen in de orde van de ingrijpmaatstaf van 20,8 mm/u [2] waarbij onderhoud geadviseerd als afvoer alleen door infiltratie kan plaatsvinden. Van wateroverlast is hier namelijk geen sprake aangezien de oppervlakken onder verhang liggen, zodat deze bij onvoldoende infiltratiecapaciteit ook het water afvoeren en er geen wateroverlast zal ontstaan (zie afbeelding 2).

De hoogste infiltratiecapaciteit na 5 jaar werd gemeten op de Apollostraat: 30 mm/u. Ten opzichte van overige onderzoeken in Nederland [3] waarbij infiltratiecapaciteiten werden gemeten tussen 29 en 342 mm/u is dit aan de lage kant. Bij dit onderzoek werden acht doorlatende verhardingen die zes tot acht jaar in gebruik waren geselecteerd voor onderzoek in de gemeenten Zwolle, Utrecht, Werkendam, Breda en Delft. Op basis van literatuur en visuele inspecties werd geconcludeerd dat de infiltratiecapaciteit in de eerste jaren flink afneemt [3]. Dit kan veroorzaakt worden door diverse factoren (bladval, atmosferische depositie etc). Een lage infiltratiecapaciteit na jaren vormt echter geen probleem als de oppervlakkige afvoer bij grote buien goed is ontworpen en aangelegd, zoals in Almere (afbeelding 2).



Afbeelding 2. Infiltrerend afvoerend plein (links), afvoer vanaf doorlatende verharding via goten naar oppervlaktewater bij gesimuleerde hevige bui (rechts).

Onderzoeksresultaten wadis

In Almere zijn 6 wadi's geselecteerd (2.3 t/m 2.8 in tabel 1) voor dit onderzoek die allen zes jaar in gebruik waren voor de uitvoering van de full scale testen (aanleg 2009). Bij deze onderzoekslocaties zijn infiltratiecapaciteiten tussen 0.19 en 6.38 m/dag bepaald. De onderzochte wadicompartmenten variëren in grootte maar zijn alle voorzien van gras als begroeiing en slokops om bij intensieve buien het surplus aan water via andere waterafvoermogelijkheden af te voeren.

Ten opzichte van overige onderzoeken in Nederland [3] waarbij infiltratiecapaciteiten werden gemeten tussen 0,08 en 2,16 m/dag liggen de meeste bepaalde infiltratiecapaciteiten rond het gemiddelde, met enkele hoge uitschieters op de Homeruslaan en Trojestraat (afbeelding 2). Vaak is lokale grondverbetering of drainage de reden voor lokaal hogere infiltratiesnelheden.

Bij het 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]. Bij deze onderzoeken zijn de meeste wadi's gevuld met tankwagens, tenzij langetermijmetingen beschikbaar waren door middel van continue waterloggers en regenmeters. De resultaten zijn tevens opgenomen in afbeelding 3 voor een onderlinge vergelijking.



Afbeelding 3. Onderzoeksresultaten full scale test bij wadi's in Almere vergeleken met onderzoek in andere gemeenten.

Alle infiltratiecapaciteiten zijn voldoende om het regenwater binnen 1 à 2 dagen te verwerken, relatief lage infiltratiecapaciteiten kunnen eventueel worden verhoogd door bijvoorbeeld bodemverbetering of andere vegetatie [4].

Conclusies Almere

De proeven hebben meer inzicht verschaft in het langetermijnfunctioneren van deze regenwatervoorzieningen in de gemeente Almere. Bij de proeven zijn enkele detail-aandachtspunten naar voren gekomen die als 'quick wins' worden opgepakt om de afvoer- en regensystemen te optimaliseren. De infiltratiecapaciteiten kunnen per locatie sterk uiteenlopen. Dit moet nader worden onderzocht in een vervolgonderzoek, waarbij ook dieper wordt ingegaan op de gemeten afwijkingen ten opzichte van vergelijkbaar onderzoek in andere gemeenten. Bij geen van de voorzieningen is direct onderhoud nodig, aangezien de afvoer bij intensieve buien goed verloopt (zie afbeelding 3).

Op de gemeten locaties is voornamelijk ingezet op het oppervlakkig afvoeren van regenwater. Want infiltratie is in de polder met zijn hoge grondwaterstanden geen doel op zich. Het zichtbaar afvoeren en infiltreren van regenwater komt de beleving en berging van water ten goede, voorkomt foutieve aansluitingen, zuivert het regenwater van verontreinigingen en kan een bijdrage leveren aan vermindering van hittestress, verhoging van de ecologische waarde en verbetering van de luchtkwaliteit. Uit de metingen bij doorlatende verharding is gebleken dat speciale waterpasserende stenen door verontreinigingen door de grondslag, klei, snel aan infiltratiecapaciteit inboeten. Hierdoor komen de *life cycle*-kosten een factor in de orde van 2,5 ten opzichte van traditionele klinkerbestrating te liggen. De gemeente gaat daarom meer inzetten op het mogelijk maken van oppervlakkige afvoer en of aanpassen van straatprofiel om bij buien van hogere intensiteit in goede banen te kunnen leiden. Dit is in overeenstemming met conclusies bij andere gemeenten en praktijkvoorbeelden waarbij een klimaatbestendige inrichting niet duurder hoeft te zijn dan een traditionele inrichting [5].

(Inter-)nationale kennisuitwisseling

De resultaten van deze testen in laag Nederland zijn van groot belang, aangezien vaak getwijfeld wordt aan de infiltratiemogelijkheden bij lage doorlatendheid van de bodem en hoge grondwaterstanden. De

onderzoekresultaten zullen in het kader van de eerder genoemde internationale projecten zoals WaterCoG, INXCES en het nationale RAAK-project 'de klimaatbestendige stad, inrichting in de praktijk' met diverse stakeholders in waterbeheer worden uitgewisseld [5]. 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 en het vasthouden, bergen en afvoeren van regenwater in het stedelijk gebied.

De onderzoeken en onderzoekresultaten in Almere en andere gemeenten kunt u in timelapsefilms bekijken op diverse locaties op de website www.climatescan.nl en [floodfighting](http://www.youtube.com/watch?v=R14BajCwU6w) in Almere: <https://www.youtube.com/watch?v=R14BajCwU6w>

Referenties

1. <https://www.era-learn.eu/network-information/networks/waterworks/era-net-cofunded-call/innovations-for-extreme-climatic-events>, geraadpleegd mei 2016
2. RIONED, Beheer van infiltratievoorzieningen – Leidraad mogdule C3200, december 2006. Ede.
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. 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
5. Kluck, J. et. Al. (2016), 'Voor hetzelfde geld klimaatbestendig. Voorbeelden klimaatbestendige inrichting voor veelvoorkomende karakteristiek straten', Hogeschool van Amsterdam.
<http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/k/nl/n88/news/view/1682/317/voorbeeldenboek-voor-hetzelfde-geld-klimaatbestendig.html>