

Wadi's en waterpasserende verhardingen – onderzoek naar ervaringen en de werking

Milou Loret van Luijk
De Haagse Hogeschool
14077310@student.hhs.nl

SAMENVATTING

Om in te spelen op weersextremen als gevolg van de opwarming van de aarde wordt steeds vaker gekozen voor een infiltratievoorziening. Volgens Waterpas Civiel Adviesbureau komt een onjuiste werking van deze voorzieningen mede door de aangenomen waterdoorlatendheid bij het ontwerp ervan. Uit de enquête blijkt dat de ervaringen over infiltratievoorzieningen vaak niet gebaseerd zijn op metingen. Aan de hand van een proefopstelling is de waterdoorlatendheid van droge gronden van een wadi en waterpasserende verharding getest. Hieruit blijkt dat de waterdoorlatendheid van een wadi hoger en van een waterpasserende verharding lager is dan de theorie.

INTRODUCTIE

In Nederland nemen de weersextremen toe als gevolg van de opwarming van de aarde. Dit veroorzaakt risico's voor de economie, gezondheid en veiligheid. Hevige regenbuien, hitte en droogte zijn gevolgen van deze klimaatverandering. De schade in steden kan oplopen tot zeventig miljard euro, wanneer er geen maatregelen genomen worden (Deltacommissaris, 2018) (Provincie Zuid-Holland, 2012).

Bij de (her)ontwikkeling van gebieden moeten daarom klimaatbestendige en waterrobuuste maatregelen vanzelfsprekend zijn.

Regelmatig worden wadi's, waterpasserende bestratingen en infiltratiekratten toegepast om wateroverlast in de toekomst te beperken en de sponswerking van een stad te vergroten. Het functioneren van wadi's en waterpasserende verhardingen komt vaak niet overeen met de dimensionering van het infiltratiesysteem (Bogaard, 2006).

Momenteel lopen verschillende onderzoeken door bijvoorbeeld TAUW, de Hogeschool van Amsterdam, Hogeschool Rotterdam en Hanzehogeschool Groningen, om de werking van infiltratievoorzieningen te verbeteren (Hogeschool van Amsterdam, 2019) (TAUW, 2019). Bij deze onderzoeken ligt de focus op het beheer van infiltratievoorzieningen.

'Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted under the conditions of the Creative Commons Attribution-Share Alike (CC BY-SA) license and that copies bear this notice and the full citation on the first page''

SRC 2019, December 5, 2019, The Netherlands.

PROBLEEMOMSCHRIJVING

Bij Waterpas Civiel Adviesbureau bestaat het vermoeden dat de wadi's en waterpasserende verhardingen (op lange termijn) niet volledig voldoen aan de verwachting. Volgens het adviesbureau is er een hiaat tussen de praktijk en de toegepaste rekenmethodiek van RioNED wat betreft de waterdoorlatendheid van droge gronden, waardoor de ontworpen infiltratievoorziening niet voldoet aan de verwachting. Door deze verschillen denkt Waterpas dat er nog veel onduidelijkheid is over de werking van infiltratievoorzieningen onder ontwerpers, aannemers en beheerders. De werking van infiltratievoorzieningen moet daarom in beeld gebracht worden.

Vanuit het probleem is een tweetal probleemstellingen opgesteld:

1. Waarop baseren ontwerpers, aannemers of beheerders van infiltratievoorzieningen hun ervaring over de prestatie van infiltratievoorzieningen?
2. In hoeverre komt de aangenomen waterdoorlatendheid in het ontwerpproces van infiltratievoorzieningen overeen met de waterdoorlatendheid in de praktijk?

Tijdens het onderzoek wordt alleen onderzoek gedaan naar de werking van wadi's en waterpasserende verhardingen.

OMSCHRIJVING VAN HET ONDERZOEK

Om antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen is gebruik gemaakt van een enquête, literatuuronderzoek, interviews, experimenteel onderzoek en observatieonderzoek. De enquête is gebruikt om een beeld te krijgen van de meningen van ontwerpers, aannemers en beheerders over de werking van infiltratievoorzieningen. Ook is op deze manier bepaald waarop zij hun ervaringen baseren. In totaal zijn 673 bedrijven of overheden benaderd. Hieronder vallen alle gemeenten, provincies en waterschappen in Nederland. Daarnaast zijn 62 adviesbureaus en 218 aannemers gemaïld met de vraag de enquête in te vullen.

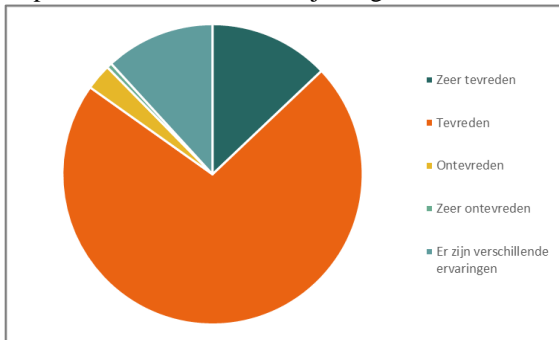
Voor de tweede onderzoeksvraag is een proefopstelling gebouwd. Het bestaat globaal uit een druppelaar om een regenbui na te bootsen, een transparante buis waarin een grondopbouw nagebootst wordt en een trechter om het water op te vangen in een maatbeker. Er is één grondopbouw van een wadi en één grondopbouw van een waterpasserende verharding nagebootst. Iedere opbouw is driemaal getest. Bij de proeven is gebruik gemaakt van een protocol, zodat continu dezelfde stappen worden genomen en bijvoorbeeld de verdichtingsgraad van de grond in alle drie de proeven gelijk is. Met de proefopstelling wordt de

waterdoorlatendheid van een droge grondopbouw gemeten. Deze gegevens zijn vervolgens vergeleken met de verwachte waterdoorlatendheid en infiltratiecapaciteit volgens de theorie.

RESULTATEN

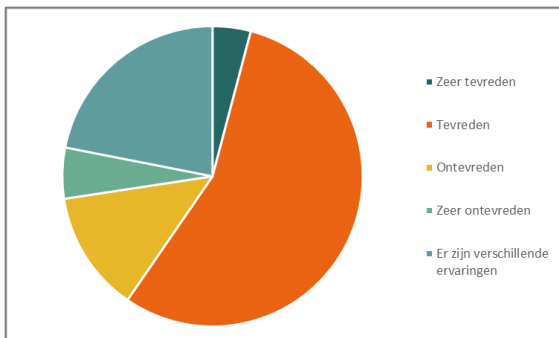
Ervaringen infiltratievoorzieningen

In totaal zijn er 223 respondenten op de enquête. 178 respondenten hebben hun ervaring gedeeld over wadi's. Over de waterpasserende verhardingen zijn 146 reacties binnengekomen. Bijna zeventig procent van de respondenten is werkzaam bij een gemeente.



Figuur 1: Algemeen oordeel over werking van wadi's

Over het algemeen zijn de respondenten tevreden tot zeer tevreden (bijna 85%) over de werking van wadi's. De ontevreden respondenten denken voornamelijk dat het ontwerp beter had gekund. Opvallend is dat ruim zestig procent van de respondenten zijn ervaring heeft gedeeld die niet gebaseerd is op monitoring of metingen.

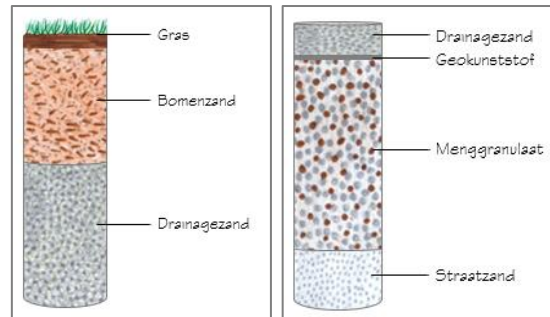


Figuur 2: Algemeen oordeel over werking van waterpasserende verhardingen

Nog geen zestig procent van de respondenten is tevreden over de waterpasserende verharding. Vaak worden extra maatregelen toegepast om de infiltratievoorziening beter te laten functioneren. De ontevreden respondenten denken dat de slechte werking wordt veroorzaakt door het onjuiste beheer. Een vaak genoemde maatregel is het toepassen van kolken. Ook deze ervaringen zijn voor bijna zestig procent gebaseerd op het wel of niet krijgen van klachten en dus niet op metingen of monitoring.

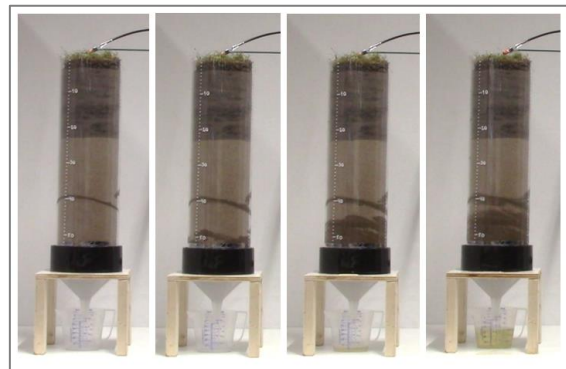
Proeven waterdoorlatendheid wadi

De geteste wadi-opbouw bestaat uit een grasmat met daaronder twintig centimeter bomenzand en dertig centimeter drainagezand.



Figuur 3 en 4: Grondopbouw wadi en waterpasserende verharding

Uit de proeven blijkt de weerstand van de droge grond lager is dan verwacht werd volgens de theorie. Omdat de weerstand lager is, is de waterdoorlatendheid hoger. De waterdoorlatendheid van de droge grond van de wadi is tussen de 270 en 330 procent hoger dan de aangenomen waterdoorlatendheid in de theorie. Bij alle drie de proeven is de maximale hoeveelheid hangwater dat haalbaar is volgens de theorie, niet gehaald. Doordat de hoeveelheid hangwater niet in de buurt komt van de berekende hoeveelheid, kan gezegd worden dat de infiltratiecapaciteit van de wadi op deze manier niet optimaal gebruikt wordt. Dit is ook zichtbaar in figuur 5. De grond raakt niet volledig verzadigd. In de droge grond wordt slechts een vijfde deel van de totale hoeveelheid poriën gebruikt om water vast te houden.

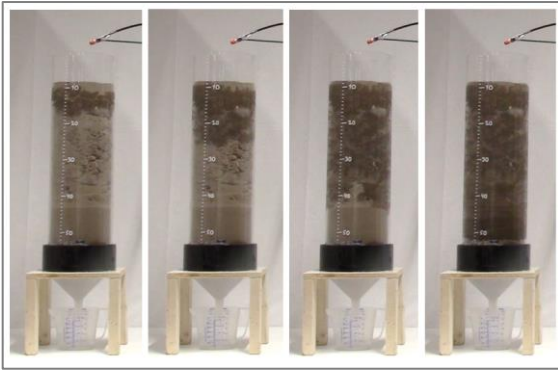


Figuur 5: Waterverloop wadi

Het regenwater verplaatst zich sneller verticaal dan horizontaal. Dit kan onderbouwd worden aan de hand van de theorie van Horton. Wanneer regenwater gaat infiltreren in droge gronden, moet de lucht uit de poriën van de grond ontsnappen. De lucht zoekt de route van de minste weerstand (Horton, 1941). Het bomenzand heeft meer poriën dan het ondergelegen drainagezand. Doordat het bomenzand daardoor geen afsluitende laag vormt, kan de lucht uit het bomenzand én het drainagezand eenvoudig via het grondoppervlak uit de poriën ontsnappen. Dit zorgt ervoor dat het regenwater zich gemakkelijk verticaal kan verplaatsen.

Proeven waterdoorlatendheid waterpasserende verharding

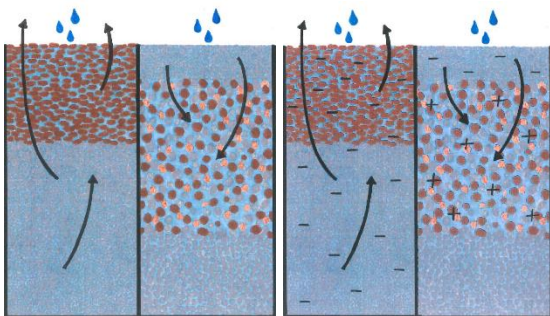
De waterpasserende verharding bestaat uit drainagezand, geokunststof, menggranulaat en straatzand. Zie figuur 4.



Figuur 6: Waterverloop waterpasserende verharding

Bij deze infiltratievoorziening is de gemeten weerstand hoger dan de berekende weerstand volgens de theorie. De bijbehorende waterdoorlatendheid is daardoor ook lager dan de gegevens uit de theorie. De waterdoorlatendheid van de droge grond ligt zo'n zestig procent lager dan de verwachting. Indien de grond nat is, is de waterdoorlatendheid juist hoger dan voorspeld. Tijdens de proeven is tachtig tot negentig procent van de berekende infiltratiecapaciteit bereikt. Doordat de infiltratiecapaciteit juist wordt benut, heeft dit een negatief effect op de instabiliteit van de weg. Door het water in de fundering is de kans groot dat de pakking (de manier waarop korrels tegen elkaar aan liggen) verandert, wat instabiliteit veroorzaakt.

De verplaatsing van het regenwater verloopt bij een waterpasserende verharding eerst horizontaal en indien alle poriën horizontaal gevuld zijn met water gaat het water zich pas verticaal verplaatsen. Wanneer regenwater op droge grond komt, verplaatst de lucht zich naar de plek met de minste weerstand (Horton, 1941). In dit geval is dat vanuit het drainagezand naar de ondergelegen grondlaag met veel poriën: het menggranulaat. Hier hoopt de lucht zich op en vormt het een verhoogde luchtdruk, waardoor het regenwater zich eerst horizontaal gaat verplaatsen. De drainagezandlaag vormt in dit geval een afsluitende laag. Vervolgens komt het regenwater in het menggranulaat. Omdat de ondergelegen zandlaag kleinere poriën heeft, stroomt het water weer eerst horizontaal, voordat het verticaal infiltreert. De kleinere poriën vormen dan een belemmering (Horton, 1941).



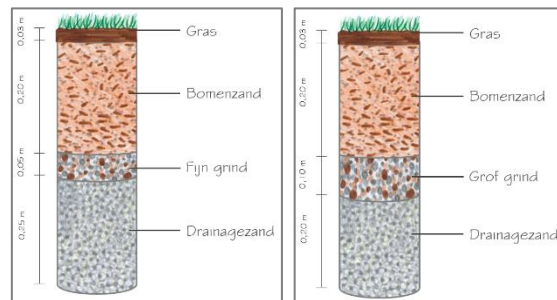
Figuur 7: Luchtdruk in de wadi en waterpasserende verharding

Hieruit blijkt dat een grondopbouw van fijne naar grove korrels de waterdoorlatendheid doet afremmen. Een opbouw van grove naar fijne korrels verhoogt de waterdoorlatendheid. Zie figuur 7. De pijlen geven de route

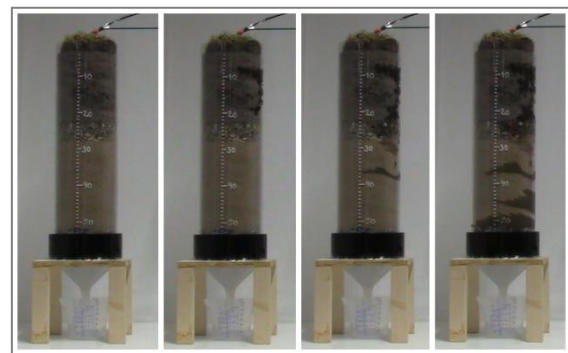
van de lucht aan. De plus- en mintekens geven een toe- of afname van de luchtdruk aan. Omdat de infiltratiecapaciteit van de wadi niet volledig wordt benut en het vertragend effect van de wadi niet optimaal is, is na het inleveren van de scriptie meer onderzoek gedaan naar een verbeterde grondopbouw. De resultaten zijn gepresenteerd bij het assessment.

Verbeterde grondopbouw voor een wadi

Om de infiltratiecapaciteit beter te benutten, is een tweetal verbeterde grondopbouwen getest. De opbouwen zijn beide eenmaal getest. De eerste opbouw bestaat uit een grasmat met twintig centimeter bomenzand, vijf centimeter fijn grind en vijftientig centimeter drainagezand. De andere opbouw bestaat uit tien centimeter grof grind. Beide opbouwen hadden een hogere infiltratiecapaciteit. Dit is ook te zien in figuur 10, want de grond is meer verzadigd. De optimale opbouw is niet gevonden, maar de laag grind heeft zeker een positief effect op de infiltratiecapaciteit.



Figuur 8 en 9: Verbeterde grondopbouwen, (1) en (2)



Figuur 10: Waterverloop eerste verbeterde grondopbouw

CONCLUSIE

Uit het onderzoek is gebleken dat ontwerpers, aannemers en beheerders hun ervaringen over wadi's en waterpasserende verhardingen frequent niet baseren op metingen of monitoring. De ervaringen over wadi's en waterpasserende verhardingen zijn voor ongeveer veertig procent gebaseerd op metingen.

De aangenomen verticale waterdoorlatendheid van de infiltratievoorzieningen komt niet overeen met de verticale waterdoorlatendheid in de praktijk. De droge waterdoorlatendheid van de wadi is 270 tot 330 procent hoger dan de voorspelde waterdoorlatendheid. De waterdoorlatendheid van een droge waterpasserende verharding is vijftig tot zestig procent lager dan de waterdoorlatendheid volgens de theorie. De sponswerking van de grond wordt niet optimaal gebruikt.

ROL IN ONDERZOEK

Waterpas gaf tijdens het kennismakingsgesprek aan dat 'vele partijen niet tevreden zijn over infiltratievoorzieningen'. Zelf was ik benieuwd in hoeverre dit juist is en daarom heb ik besloten om een extra hoofdvraag toe te voegen en een enquête te verspreiden. Daarnaast heb ik verschillende proefopstelling tegen elkaar afgewogen, zelf een proefopstelling gemaakt en een keuze gemaakt tussen de verschillende grondopbouwen. Tot slot was ik nieuwsgierig of ik de opbouw van de wadi kon verbeteren en daarom ben ik weer het lab ingegaan. Het gehele onderzoek heb ik zelfstandig uitgevoerd.

BRONNEN

Bogaard, F. (2006) *Wadi's: aanbevelingen voor ontwerp, aanleg en beheer*. Ede: RioNED

Deltacommissaris. (2018) *Ruimtelijke adaptatie*. Opgeroepen op 16 december 2018, van Deltacommissaris: <https://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/gebieden>

-en-generieke-themas/ruimtelijke-adaptatie

Hogeschool van Amsterdam. (2019) *Infiltrerende Stad*. Opgeroepen op 8 april 2019, van Hogeschool van Amsterdam: <https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/projecten/projecten-algemeen/infiltrerende-stad.html>

Horton, R. (1941) *An approach toward a physical interpretation of infiltration-capacity* (P. 18). Soil science society proceedings 1940

Provincie Zuid-Holland. (2012) *Klimaatadaptatie in Zuid-Holland*. 6 juni 2012, Stowa

TAUW. (2019) *Straat in Deventer onder water gezet voor onderzoek naar klimaatbestendigheid*. Opgeroepen op 8 april 2019, van TAUW: <https://www.tauw.nl/actueel/nieuws/straat-in-deventer-onder-water-gezet-voor-onderzoek-naar-klimaatbestendigheid.htm>