

“De Infiltrerende stad”



TESTEN VAN INNOVATIES EN ONDERZOEK OP TESTLOCATIE WATERSTRAAT DELFT

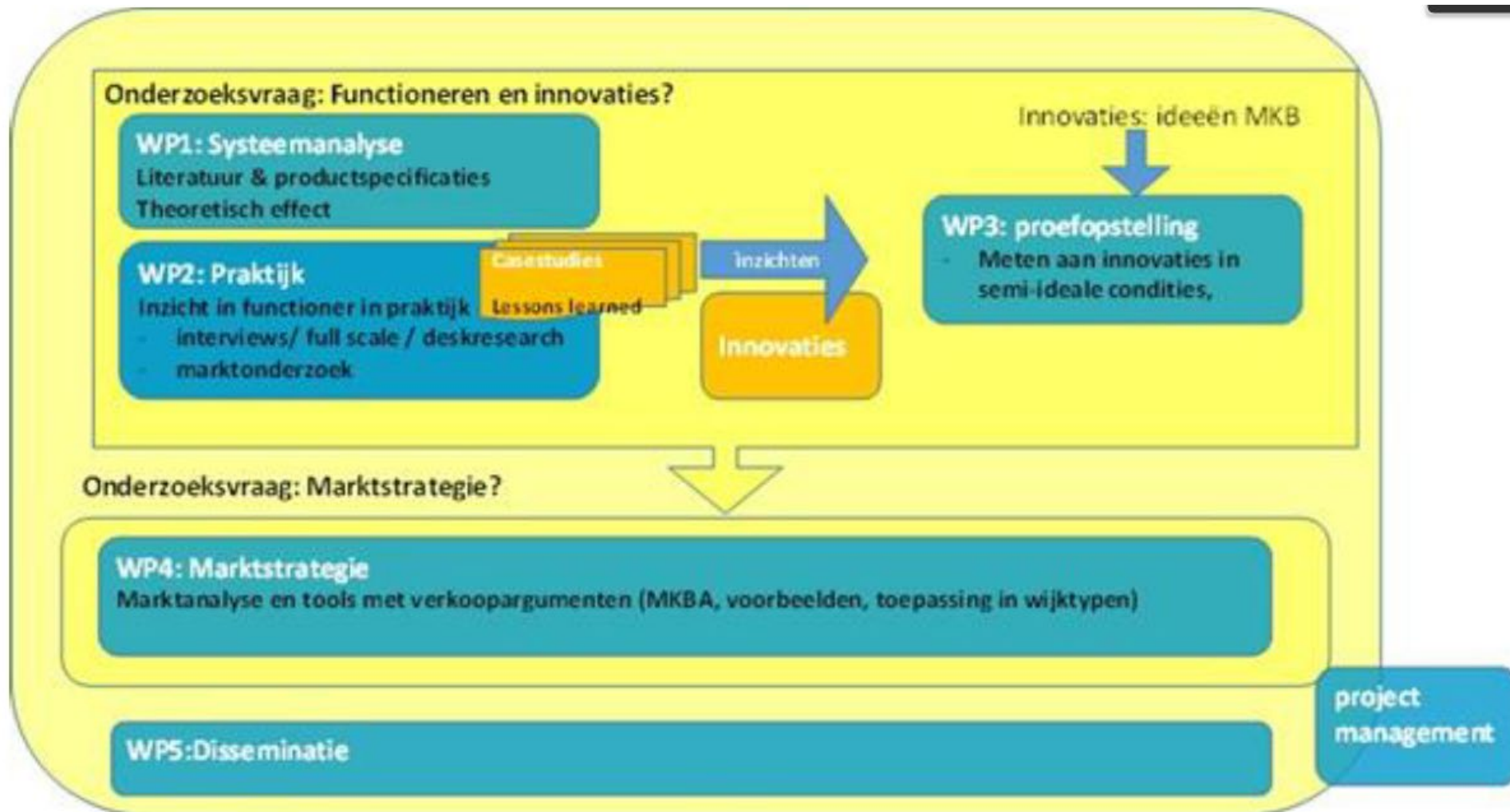
WAT U NOG NIET ZAG

Dr. Ir. Floris Boogaard
Lector Ruimtelijke Transformaties,
Hanzehogeschool Groningen en Deltares
Jonathan Lekkerkerk
Hogeschool Rotterdam



ONDERZOEKSOPZET

WP3



WERKPAKKET 3: INNOVATIES ONDERZOEKEN IN PROEFOPSTELLING

WP3

- De innovaties op de Waterstraat
- Meetmethodiek
- Meetresultaten
 - Algemene resultaten ondergrondse infiltratie en doorlatende verharding
- Voldoen ze aan richtlijnen?
- Vervolg

WERKPAKKET 3: INNOVATIES ONDERZOEKEN IN PROEFOPSTELLING

WP3

Het **doel** van dit werkpakket is om innovaties nader te onderzoeken en het functioneren aan te tonen of te verbeteren aan de hand van de inzichten.

We hebben gebruik gemaakt van de MKBs meetvoorzieningen op de Waterstraat op de Green Village van TU Delft, dank!

Hierin kunnen we onder semi-ideale omstandigheden innovaties onderzoeken en testen.

WERKPAKKET 3: ACTIVITEITEN

Activiteit 3.1: **Methodiek** onderzoek infiltratiecapaciteiten voor proefopstelling

Doel: Goede vergelijkbare onderzoeken kunnen uitvoeren aan innovaties in de proefopstelling

Activiteiten: Onderzoeksmethoden uit systeemanalyse vergelijken en afwegen. Meetplannen opstellen voor infiltratieproeven, voor proeven om de afname van infiltratiecapaciteiten ten gevolge van dichtslibben van voegen te onderzoeken en voor proeven om de effectiviteit van strategieën van beheer en onderhoud te onderzoeken. Voor deze onderzoeken maken wij gebruik van de Waterstraat.

Resultaat: Overzicht onderzoeksmethoden en prioritering voor toepassing in proefopstelling Waterstraat

“De Infiltrerende stad”



Figuur 4: Impressie van de Waterstraat, een unieke onderzoeksfaciliteit voor het testen van infiltrerende verharding

Activiteit 3.1: Methodiek onderzoek infiltratiecapaciteiten voor proefopstelling

Doel: Goede vergelijkbare onderzoeken kunnen uitvoeren aan innovaties in de proefopstelling
Activiteiten: Onderzoeksmethoden uit systeemanalyse vergelijken en afwegen. Meetplannen opstellen voor infiltratieproeven, voor proeven om de afname van infiltratiecapaciteiten ten gevolge van dichtslibben van voegen te onderzoeken en voor proeven om de effectiviteit van strategieën van beheer en onderhoud te onderzoeken (om de infiltratiecapaciteit goed te houden). Voor deze onderzoeken maken wij gebruik van de Waterstraat van VP Delta waar we semi-ideale omstandigheden kunnen instellen.
Resultaat: Overzicht onderzoeksmethoden en prioritering voor toepassing in proefopstelling Waterstraat

Activiteit 3.2: Onderzoek infiltratiecapaciteiten in proefopstelling

Doel: Inzicht in de infiltratiesnelheden van innovaties van systemen van infiltrerende verhardingen. Het gaat hierbij om de infiltratiecapaciteiten, de afname hiervan ten gevolge van dichtslibben en de het beheer en onderhoud om de infiltratiecapaciteit goed te houden. Welke factoren onderzocht gaan worden volgt uit activiteit 2.3.
Activiteiten: Meedenken met installatie van innovaties op proefopstelling - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren infiltratieproeven en andere bedachte proeven. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting.
Resultaat: Meetgegevens innovaties waaronder: infiltratiesnelheid, infiltratiecapaciteit, bodemvocht, invloed omgevingsfactoren op parameters

Apparatuur:

De fullscale metingen worden uitgevoerd zoals bij 2.3. Bij de voorzieningen in proefopstellingen worden tevens bodemvochtmeters aangebracht en vaste opstellingen voor time-lapse foto en video's. De dataloggers worden vast in kolken en putten aangebracht (H2go meters zodat de waterstanden elk moment door MKB zijn te bekijken op computer en of telefoon). Tevens wordt een (extra) weerstation op de waterstraat geïmplementeerd die de klimatologische omstandigheden per 5 min vastlegt (neerslag, temperatuur, verdamping, etc).

Resultaat: Meetgegevens bodemvocht, infiltratiecapaciteit, infiltratiesnelheid per locatie en onderverdeeld naar omgevingsfactoren

Activiteit 3.3: Onderzoek dichtslibben infiltrerende verhardingen

Doel: Inzicht verkrijgen in het dichtslibben van de voegen tussen de verhardingen
Activiteiten: Meetplan opstellen, meetplan uitvoeren. Participeren in de installatie van innovaties op de Waterstraat - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting. Hierbij wordt het slib verzameld tussen de voegen en geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Dit geeft een inzicht in de kleine fractie (atmosferische depositie ea) tov het granaat dat bij aanleg is toegevoegd (grovere fractie, afhankelijk van leverancier).
Resultaat: Metingen dichtslibben: snelheid en restcapaciteit. Invloed omgevingsfactoren.

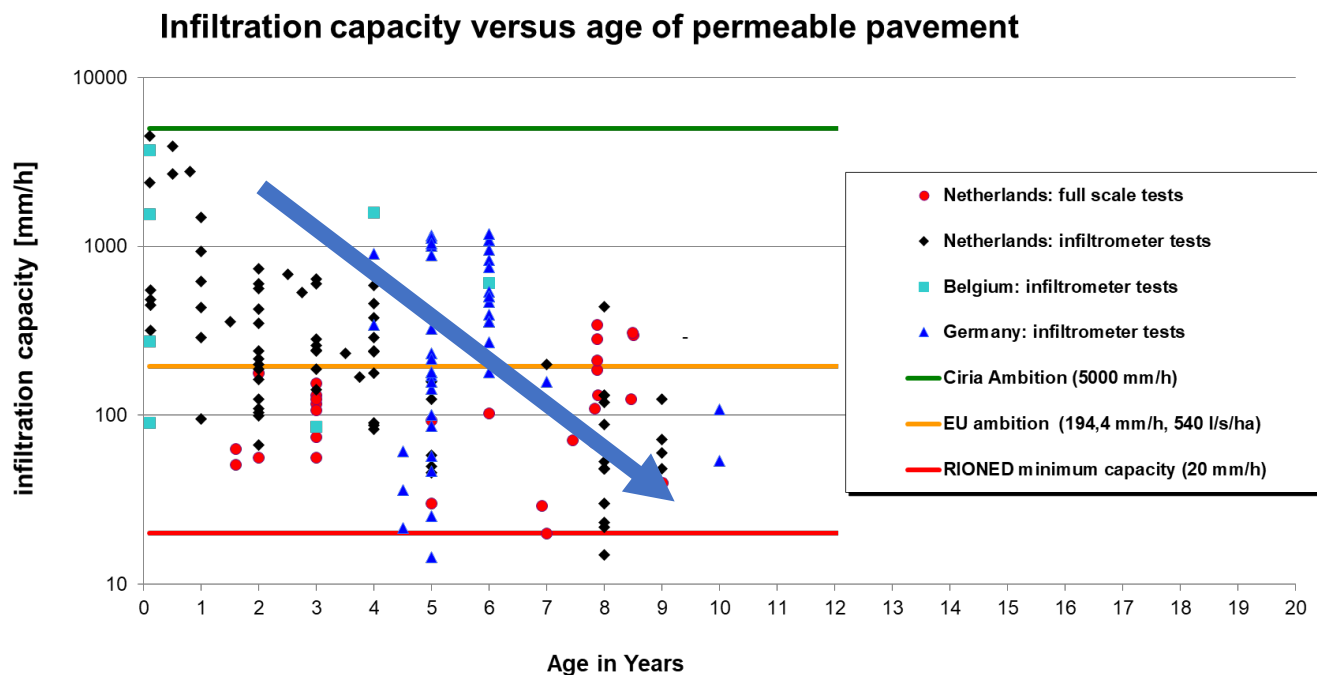
WERKPAKKET 3: ACTIVITEITEN

Activiteit 3.3: Onderzoek (dichtslibben) *infiltrerende verhardingen* en ondergrondse infiltratie (via kolken ipv verharding)

WP3

Status:

- Proeven uitgevoerd in praktijk (wp 2)
- literatuur



Bron: Floris Boogaard, Terry Lucke,: Long-term Infiltration Performance Evaluation of Dutch Permeable Pavements using the Full-Scale Infiltration Method, Water February 2019, 11(2), 320; doi: 10.3390/w11020320.

“De Infiltrerende stad”



Figuur 4: Impressie van de Waterstraat, een unieke onderzoeksfaciliteit voor het testen van infiltrerende verharding

Activiteit 3.1: Methodiek onderzoek infiltratiecapaciteiten voor proefopstelling

Doel: Goede vergelijkbare onderzoeken kunnen uitvoeren aan innovaties in de proefopstelling
 Activiteiten: Onderzoeksmethoden uit systeemanalyse vergelijken en afwegen. Meetplannen opstellen voor infiltratieproeven, voor proeven om de afname van infiltratiecapaciteiten ten gevolge van dichtslibben van voegen te onderzoeken en voor proeven om de effectiviteit van strategieën van beheer en onderhoud te onderzoeken (om de infiltratiecapaciteit goed te houden). Voor deze onderzoeken maken wij gebruik van de Waterstraat van VP Delta waar we semi-ideale omstandigheden kunnen instellen.
 Resultaat: Overzicht onderzoeksmethoden en prioritering voor toepassing in proefopstelling Waterstraat

Activiteit 3.2: Onderzoek infiltratiecapaciteiten in proefopstelling

Doel: Inzicht in de infiltratiesnelheden van innovaties van systemen van infiltrerende verhardingen. Het gaat hierbij om de infiltratiecapaciteiten, de afname hiervan ten gevolge van dichtslibben en de het beheer en onderhoud om de infiltratiecapaciteit goed te houden. Welke factoren onderzocht gaan worden volgt uit activiteit 2.3.
 Activiteiten: Meedenken met installatie van innovaties op proefopstelling - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren infiltratieproeven en andere bedachte proeven. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting.
 Resultaat: Meetgegevens innovaties waaronder: infiltratiesnelheid, infiltratiecapaciteit, bodemvocht, invloed omgevingsfactoren op parameters

Apparatuur:

De fullscale metingen worden uitgevoerd zoals bij 2.3. Bij de voorzieningen in proefopstellingen worden tevens bodemvochtmeters aangebracht en vaste opstellingen voor time-lapse foto en video's. De datalogs worden vast in kolken en putten aangebracht (H2go meters zodat de waterstanden elk moment door MKB zijn te bekijken op computer en of telefoon). Tevens wordt een (extra) weerstation op de waterstraat geïmplementeerd die de klimatologische omstandigheden per 5 min vastlegt (neerslag, temperatuur, verdamping, etc).

Resultaat: Meetgegevens bodemvocht, infiltratiecapaciteit, infiltratiesnelheid per locatie en onderverdeeld naar omgevingsfactoren

Activiteit 3.3: Onderzoek dichtslibben infiltrerende verhardingen

Doel: Inzicht verkrijgen in het dichtslibben van de voegen tussen de verhardingen
 Activiteiten: Meetplan opstellen, meetplan uitvoeren. Participeren in de installatie van innovaties op de Waterstraat - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting. Hierbij wordt het slib verzameld tussen de voegen en geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Dit geeft een inzicht in de kleine fractie (atmosferische depositie e.a) tov het granaulaat dat bij aanleg is toegevoegd (grovere fractie, afhankelijk van leverancier).
 Resultaat: Metingen dichtslibben: snelheid en restcapaciteit. Invloed omgevingsfactoren.

VEEL GESTELDE VRAGEN

“De Infiltrerende stad”

- Waterstraat? Welke innovaties? Ondergrondse infiltratie via kolken?
- Voldoen de meetresultaten? Richtlijnen (OSKA)
- Literatuur, veldinventarisaties en metingen. Resultaten? → Rapport WP3 (en kennisbank RIONED)

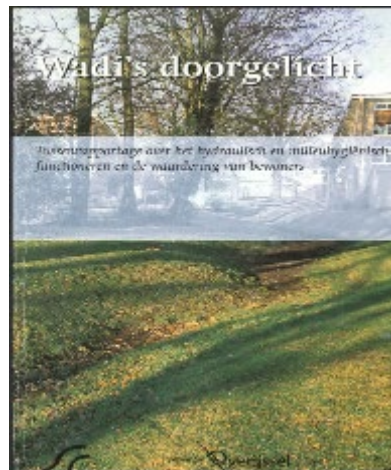
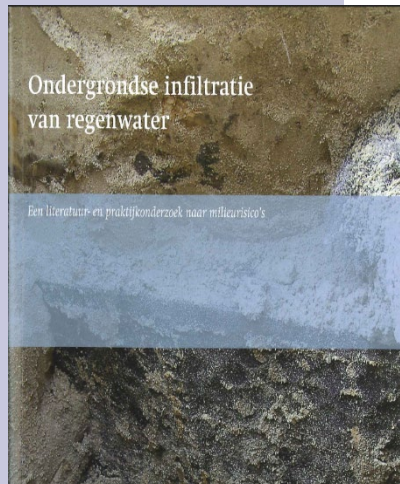


Veldinventarisaties:



Figuur 3 Vervuld gesloten bovenop de kratten.

Figuur 4 Het infiltratieriool dat ter vervanging van de kratten is aangelegd.



Figuur 1 Close-up van het ernstig dichtgeslibde gesloten.



Figuur 2 Krat gevuld met afval, bestaande uit verteerde bladeren, zand en voornamelijk ijzer (te zien aan de bruine kleur).

WP3

- › Filterhulp voorzieningen (*ronald wentink*)
- › Beschrijving van voorzieningen (*arnout linckens*)
 - › Vuilwaterriool (*johan bouma*)
 - › Hemelwaterstelsel (*ronald wentink*)
 - › Drainage (*arnout linckens*)
 - › **Ondergrondse infiltratie** (*arnout linckens*) **WP3**
 - › Wadi - een bovengrondse infiltratievoorziening (*johan bouma*)
 - › **Doorlatende verharding** (*floris boogaard*) **WP2**
- › Programma van eisen en de toetsing hieraan (*arnout linckens*)
- › Schetsontwerp (*arnout linckens*)
- › Voorlopig ontwerp (*arnout linckens*)
- › Definitief ontwerp (*arnout linckens*)
- › Technisch Ontwerp en aanleg (*arnout linckens*)
- › Beheer en onderhoud (*arnout linckens*)
- › Restanten (*arnout linckens*)

1. Aquaflow BV	Doorlatende verharding , praktijkproeven Flowsand TUD
4. Drainvast	Doorlatende verharding , praktijkproeven, Waterstraat/Egmond ed
8. EWB	Regenwaterzuivering en buffering Ondergrondse infiltratie/drainage met doorlatende verharding
2. Bufferblock BV	Ondergrondse waterberging infiltratie, waterstraat Geen doorlatende verharding
6. Water Innovation Consulting (Hemels water)	Waterbuffer en – kwaliteit. Modelberekeningen (Jeroen Kluck, waterwegen?)

Praktijk:
 Aquaflow: Breukelen, Zeist, ... (Waterstraat is Flowsand)
 Drainvast: Amersfoort, Egmond ...

RICHTLIJNEN (ONDERGRONDSE) INFILTRATIE

Indicator

Ingrijpmaatstaf

WP3

1

Infiltratiesnelheid verharding
 Ledigingstijd funderingslaag
 Ledigingstijd ondergrondse infiltratie
 Geen water op straat (visueel)

*‘berging binnen een dag
 leeg en geen
 grondwateroverlast’*

Parameter	eenheid	richtlijn/vuistregel
Ledigingstijd	uur	24
Afstand tot gevel	meter	1

Parameter	eenheid	Nederland	Duitsland [DWA 2005, LUB-W, 1998]	Engeland/USA [CIRA, 2004]	België [Vlario, 2005]
onverzadigd doorlatendheid toplaag (bij aanleg)	[m/h]	0.02 (0.5 m/d)	0.0036 < Kd < 3,6		>0.0036
afstand bodem tot GHG	[m]	>0.5	>1		
Filterlaagdikte/ruiper	[m]	0.3-0.5	>0.1 (nem 0.3)		0.3-0.5
afstand tot gevel (bij kruipruimten)	[m]	>1	>1.5 x diepte bouwput of talud 1:1 + 0.5 m		
Overstortingsfrequentie	[T; n/jr]	T=2-T=5	T=5		T=2-T=5
Wakine	[m]	0.1		0.15	
Ledigingstijd	[h]	<24	<24	Verblijftijd >10 min	<24 (-48)
AANDACHTSPUNTEN					
Geotextiel	[O ₂₀]	>300 um			
Doorlatendheid geotextiel	[s/m ²]	>35			
Overloopvoorziening (aantal)	[n]	n>1			

Bron: RIONED Kennisbank
 Boogaard F.C., Wentink R (Inter)nationale ervaringen met infiltratievoorzieningen, overzicht van 20 jaar monitoring in Nederland en een aanzet tot richtlijnen, WT afvalwater, februari 2012.

Disclaimer: toepassing van deze resultaten op andere locaties?

Resultaten zijn onder andere afhankelijk van:

- Ontwerp, aanleg en beheer van de (soort en dimensies van de) voorziening
- (Initiële) bodemvochtgehalte;
- Bodemeigenschappen, (soort, opbouw, textuur, structuur en porositeit);
- Geo hydrologische eigenschappen (grondwaterstanden, fluctuatie);
- Dikte (on)verzadigde zone;
- Conditie op het maaiveld, soort oppervlak en beheer ervan, en vegetatie;
- Karakteristieken van het neerslag evenement, waaronder intensiteit en duur;
- Chemische eigenschappen en temperatuur van bodem en water.
- ... **variaties** (onderwerp van deze presentatie)

Producent	Innovatie	Meer info
EWB	Urban Rainshell	https://www.thegreenvillage.org/projects/urban-rainshell en https://www.climatescan.org/projects/2400/detail laatste film impressie proef: https://www.youtube.com/watch?v=GCVSLdaBuqs www.ewb.solutions
Bufferblock	Bufferblock	https://www.vpdelta.nl/nl/nieuws/bufferblocks-in-proeftuin-de-waterstraat en https://www.climatescan.org/projects/2398/detail laatste film impressie proef: https://www.youtube.com/watch?v=atCN-pL23wc https://www.bufferblock.nl/
Hemelswater	Hemel(s)water	https://www.vpdelta.nl/nl/nieuws/hemelswater-test-op-de-waterstraat en https://www.climatescan.org/projects/4298/detail
Drainvast	Drainvast	https://www.vpdelta.nl/nl/innovaties/startup/drainvast-1
Aquaflow	flowsand	https://www.vpdelta.nl/nl/innovaties/startup/aquaflow

PROEFTUINEN INFILTRATIE

LOCATIE FILM FOTO RESULTATEN

← → ↻ [climatescan.org/#filter-7-72](https://www.climatescan.org/#filter-7-72)

Interactive map About ClimateScan

Start typing here to search for projects 🔍

Legend
Click on a focus group to filter the markers on the map. You can get more information on a specific focus topic by clicking the ⓘ-sign.

Water	🔵	●
Heat	🔴	●
Nature (Biodiversity)	🟢	●
Urban Agriculture	🟢	●
Air quality	⚫	●
Energy (climate mitigation)	🟡	●
People (Social and Economic Value)	⚪	●
Cultural Heritage	●	●
Opportunities for adaptation	●	●
Climate adaptive green	●	●
ART (related to climate adaptation)	●	●
EU pilot projects WaterCoG	●	●
Testing, ground Fieldlabs	●	●
ClimateScan: Community bonding	●	●
RECONNECT.eu pilots	●	●
Sketch city 2019	●	●
Water courses 2019	●	●
Sustainable entrepreneurship	●	●
Circular economy	●	●
Eco villages	●	●
NWOFLO	●	●
Disable all filters		

Switch to the community map → **Home** 🌐

Proeftuin waterstraat Sponge cities of "infiltrerende stad" met Floodfighting: full scale testing of permeable pavement and bio-swales op oa Waterstraat Delft

Focus topic: ● People (Social and Economic Value)
Category: ● Testing ground Fieldlabs

Floodfighting: full scale testing of permeable pavement and bio-swales

Waterstraat Delft

Netherlands

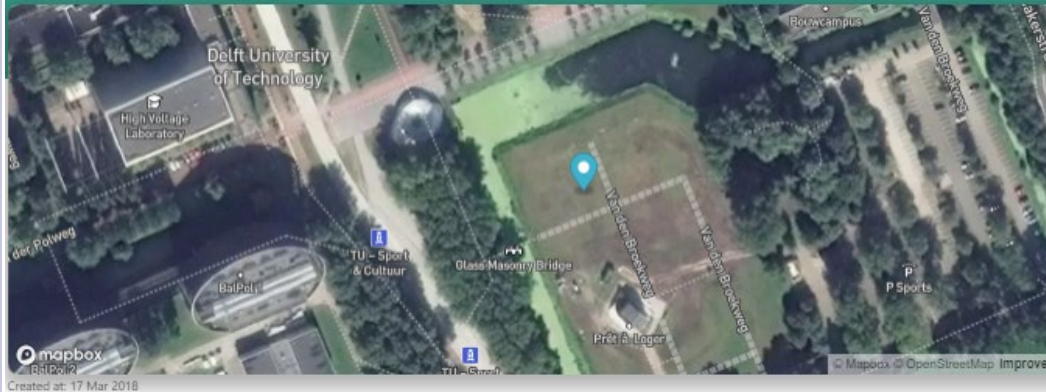
Belgium

Bron: <https://www.climatescan.org/#filter-7-72>

<https://www.climatescan.org/#filter-7-72>

Ecologisch waterbeheer op waterstraat, doorlatende verhardingen

Permeable pavement
Subsurface infiltration



Description

Ecologisch Waterbeheer op waterstraat, doorlatende verhardingen

Samenvatting (Dutch description)

Ecologisch Waterbeheer op waterstraat, doorlatende verhardingen

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images



Videos



About the author

Floris Boogaard

- Submitted 817 projects
- Expert at Water
- Netherlands

[View all 817 projects by this author](#) →

Downloads

No downloads added

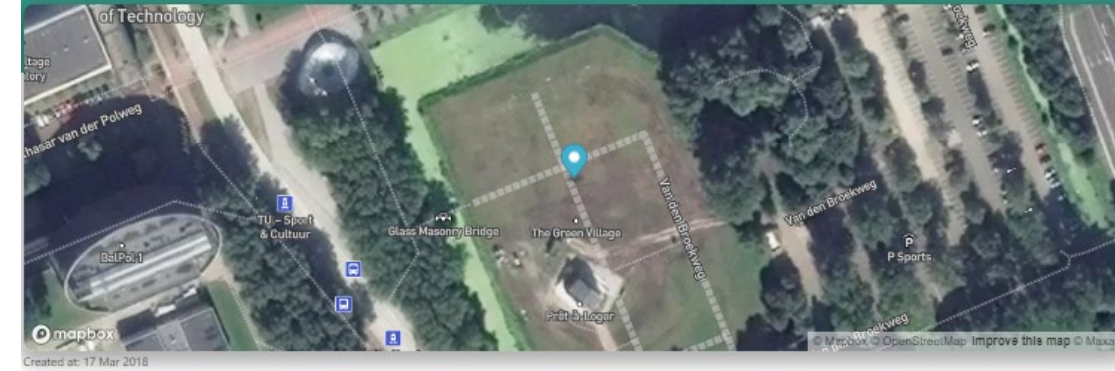
Websites

<https://www.ewb.solutions/>

“De Infiltrerende stad”

Bufferblock in de waterstraat, waterberging / ondergrondse infiltratie

Subsurface infiltration



Description

Bufferblock in de Waterstraat, waterberging / ondergrondse infiltratie

Samenvatting (Dutch description)

Bufferblock in de Waterstraat, waterberging / ondergrondse infiltratie

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images



Videos



About the author

Floris Boogaard

- Submitted 817 projects
- Expert at Water
- Netherlands

[View all 817 projects by this author](#) →

Downloads

No downloads added

Websites

<http://www.bufferblock.nl/>

VP delta: Bufferblocks in proeftuin de WaterStraat

VIDEO'S

WP3

<https://www.youtube.com/watch?v=GCVSLdaBugs>



EWB mei 2020 impression

“De Infiltrerende stad”



floris boogaard
@FlorisBoogaard

Hoe werken infiltratievoorzieningen? Informatieve metingen in de #WaterStraat #proeftuin @TheGrnVillage met partners als @VPdeltaNL @hhdelfland @hsrotterdam @Noorderruimte @HvAUrbanTech @tudelft @Bufferblock_BV @EWBCircularRain #watercog #sponge2020 Binnenkort de resultaten.

Translate Tweet



9 Retweets 18 Likes

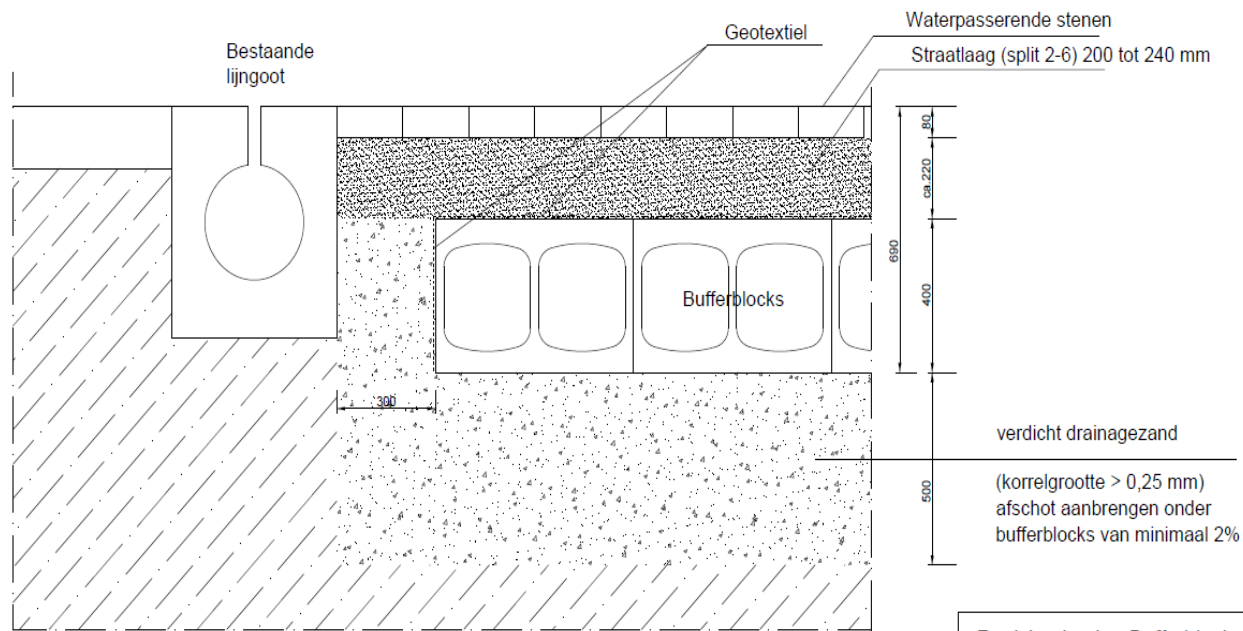
ONDERGRONDSE BERGING EN INFILTRATIE: BUFFERBLOK

“De Infiltrerende stad”

WP3



Bufferblock Waterstraat Delft



Revisietekening Bufferblock

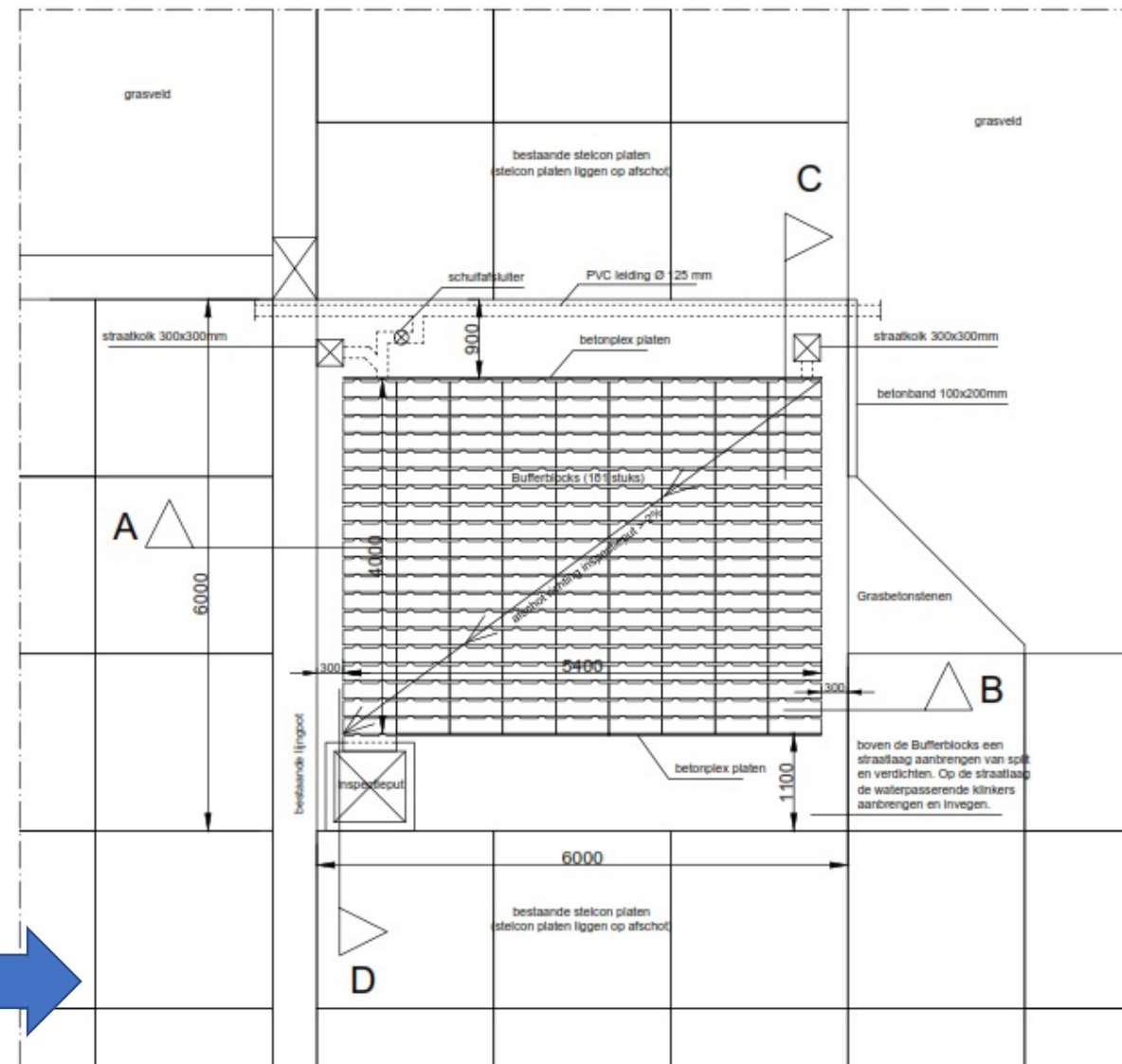
project: TGV 12-03-2018

Detail A

Schaal 1:10, maten in mm

A3

Deze tekening mag zonder schriftelijke toestemming van Bureau Delft niet gekopieerd, vermenigvuldigd, of aan derden ter inzage gegeven worden. Auteursrechten voorbehouden.

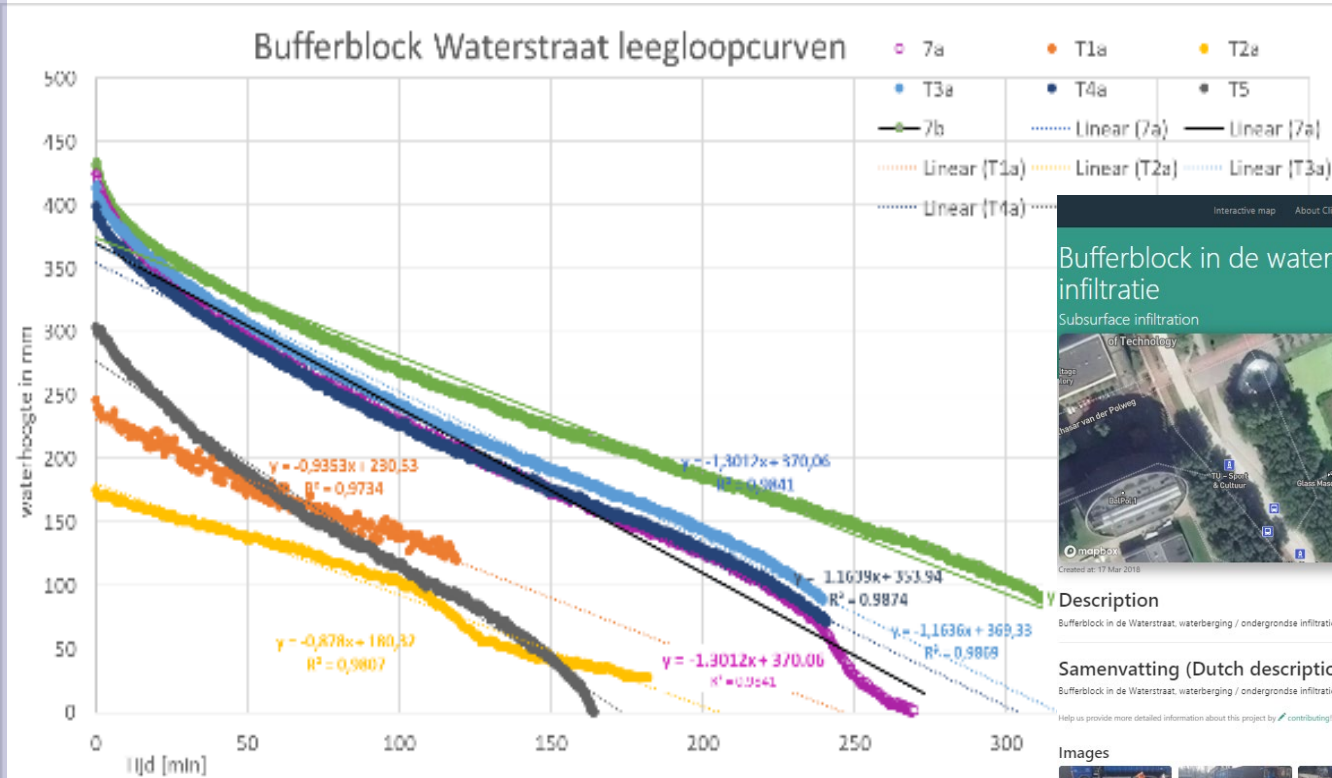


Dwarsdoorsnede

Bovenaanzicht

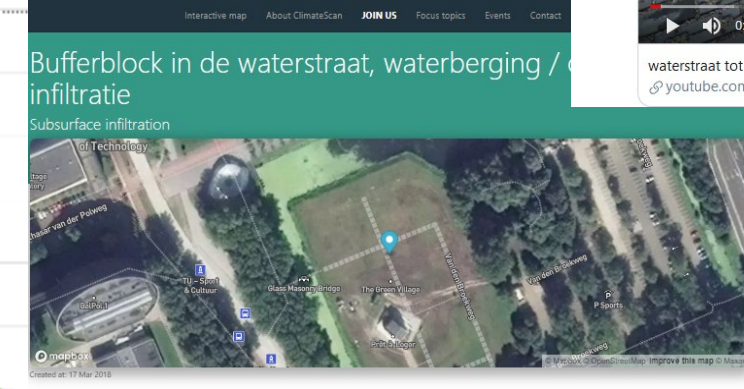
ONDERGRONDSE BERGING EN INFILTRATIE: BUFFERBLOK

WP3



“De Infiltrerende stad”

Bufferblock @Bufferblock_BV · Aug 14
Dagje infiltratietesten Bufferblock met onderzoekers Jonathan Lekkerkerk, Floris Boogaard en Judith (Wareco)



Description
Bufferblock in de Waterstraat, waterberging / ondergrondse infiltratie

Samenvatting (Dutch description)
Bufferblock in de Waterstraat, waterberging / ondergrondse infiltratie

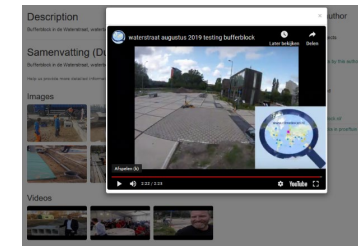
About the author
Floris Boogaard
• Submitted 817 projects
• Expert at: Water
• Netherlands
View all 817 projects by this author →

Downloads
No downloads added

Websites
<http://www.bufferblock.nl/>
VP delta: Bufferblocks in proeftuin de WaterStraat

Images

Videos



floris boogaard @FlorisBoogaard

Hoe werken infiltratievoorzieningen? Informatieve metingen in de #WaterStraat #proeftuin @TheGrnVillage met partners als @VPdeltaNL @hhdelfland @hsrotterdam @Noorderruimte @HvAUrbnTech @tudelft @Bufferblock_BV @EWBCircularRain #watercog #sponge2020 Binnenkort de resultaten.

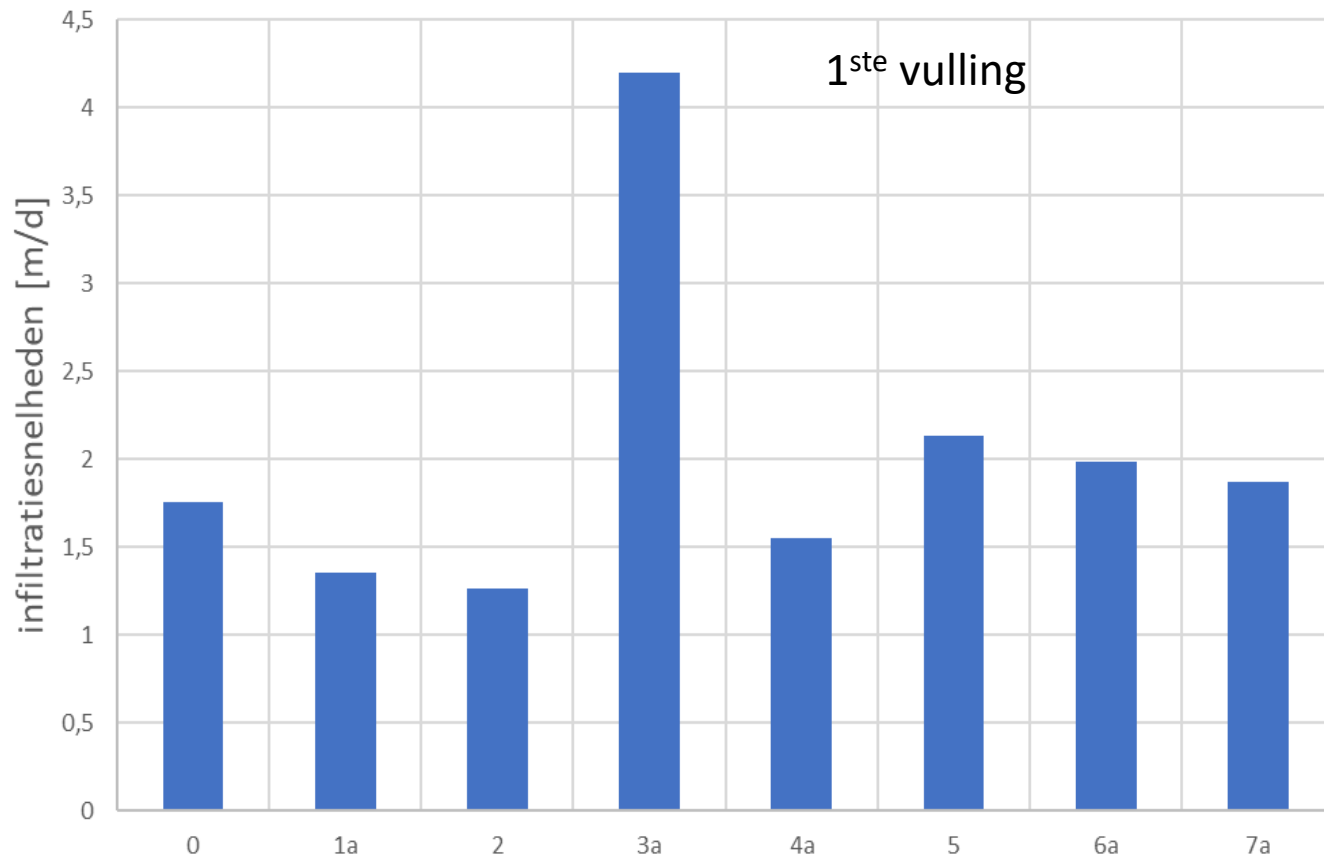
Translate Tweet

7:57 AM · Jun 16, 2020 · Twitter Web App

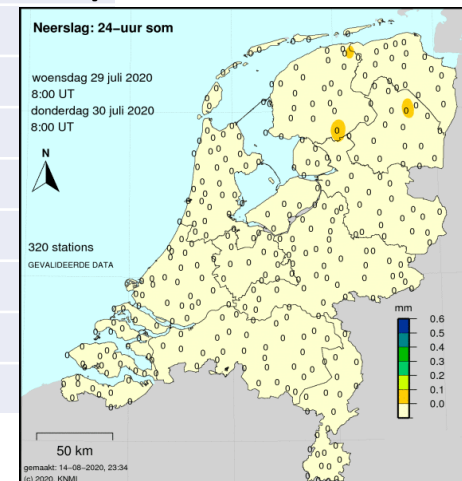
9 Retweets 18 Likes

Resultaten Bufferblock

infiltratiesnelheden Bufferblock Waterstraat Delft [m/d]

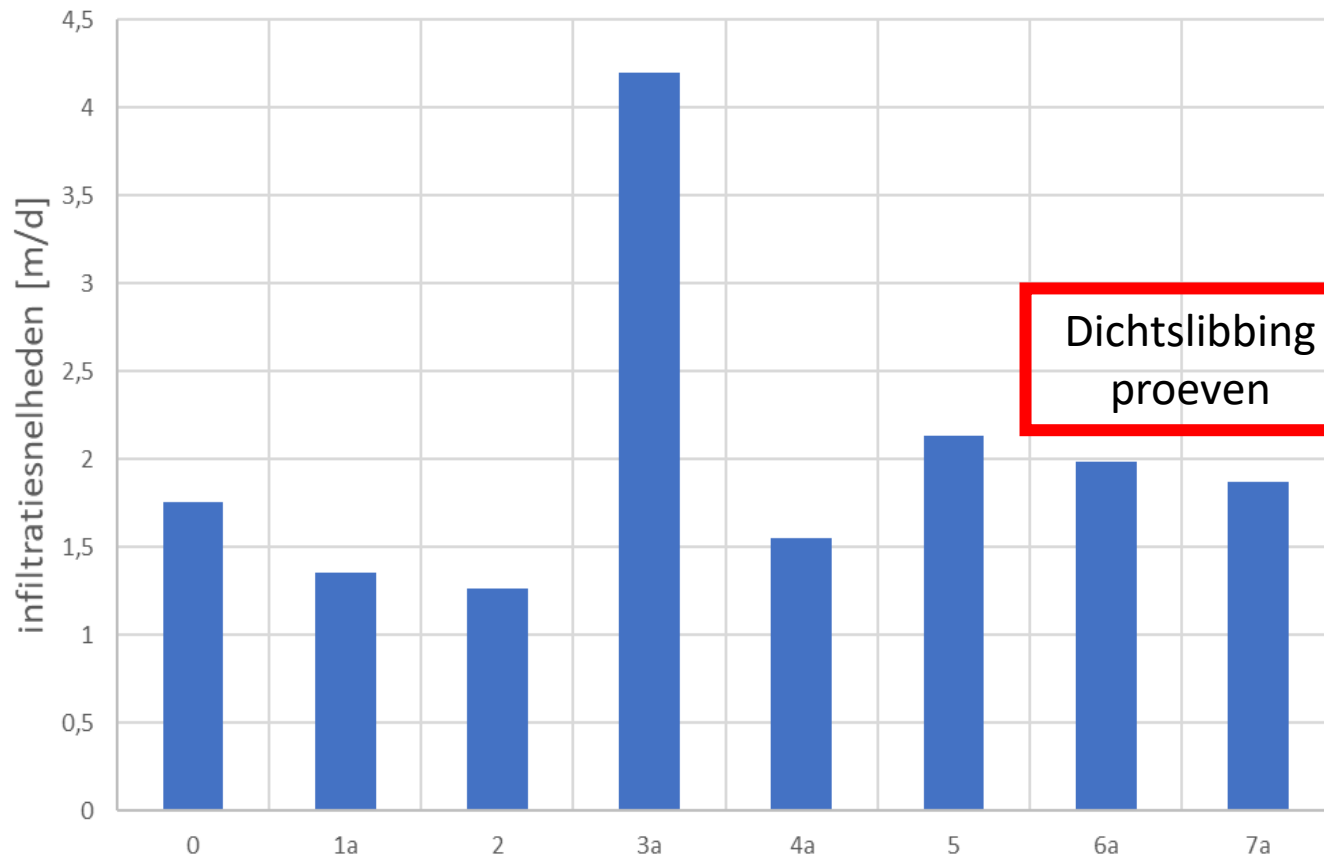


min	0,79 m/d
max	4,2 m/d
gem (1ste vulling)	2,01 m/d
meting	infiltratiesnelheden [m/d]
0	1,75
1a	1,35
1b (2 ^{de} vulling)	0,79 (bui na bui)
2	1,26
3a	4,2 (droge periode)
3b	2,42
4a	1,55
4b (2 ^{de} vulling)	1,23
5	2,13
6a	1,98
6b (2 ^{de} vulling)	1,52
7a	1,87
7b (2 ^{de} vulling)	1,35



Resultaten Bufferblock volgens verwachting?

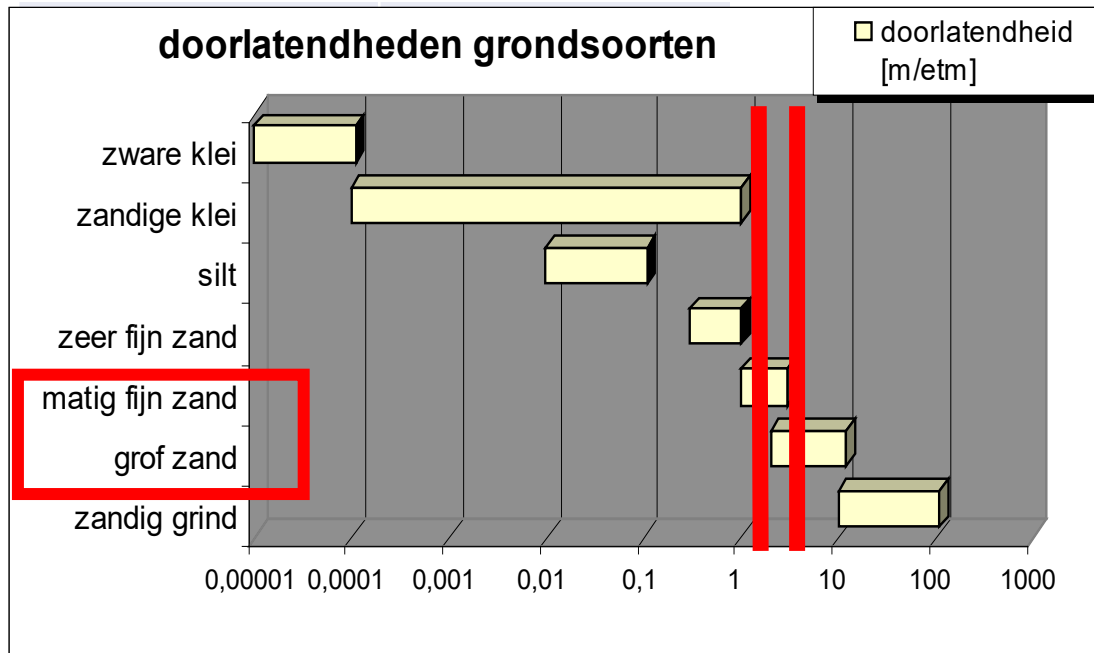
infiltratiesnelheden Bufferblock Waterstraat Delft [m/d]



min	0,79 m/d
max	4,2 m/d
gem (1ste vulling)	2,01 m/d
meting	infiltratiesnelheden [m/d]

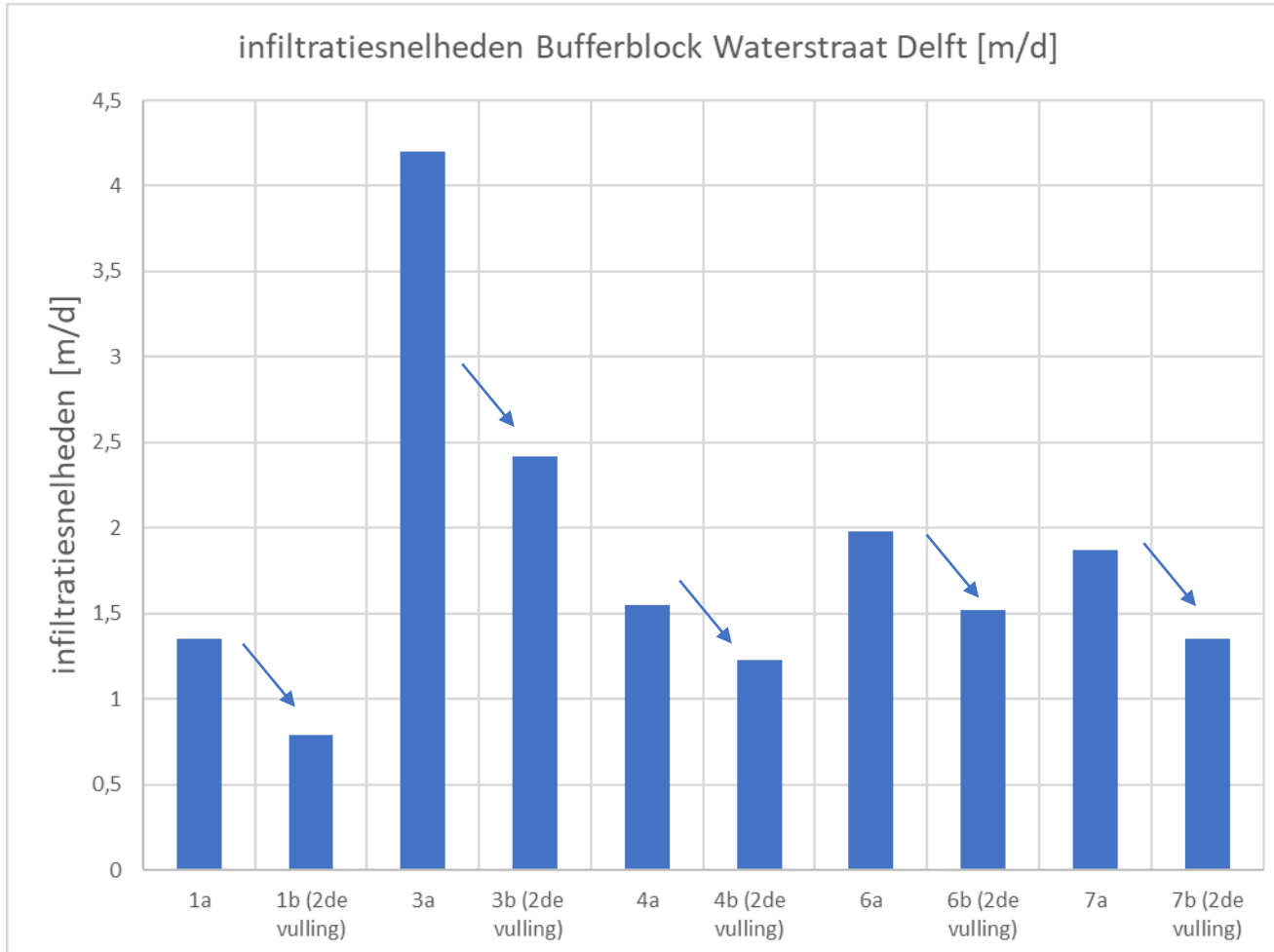


doorlatendheden grondsoorten



Bufferblock geen beperking voor gewenste infiltratie

Resultaten Bufferblock infiltratiecapaciteit 'bui na bui'



min	0,79	
max	4,2	
gem (1ste vulling)	2,01	
meting	infiltratiesnelheden [m/d]	reductiefactor [%]
0	1,75	
1a	1,35	
1b (2 ^{de} vulling)	0,79	41%
2	1,26	
3a	4,2	
3b	2,42	42%
4a	1,55	
4b (2 ^{de} vulling)	1,23	21%
5	2,13	
6a	1,98	
6b (2 ^{de} vulling)	1,52	23%
7a	1,87	
7b (2 ^{de} vulling)	1,35	28%



Floris Boogaard

climate adaptation: applied science

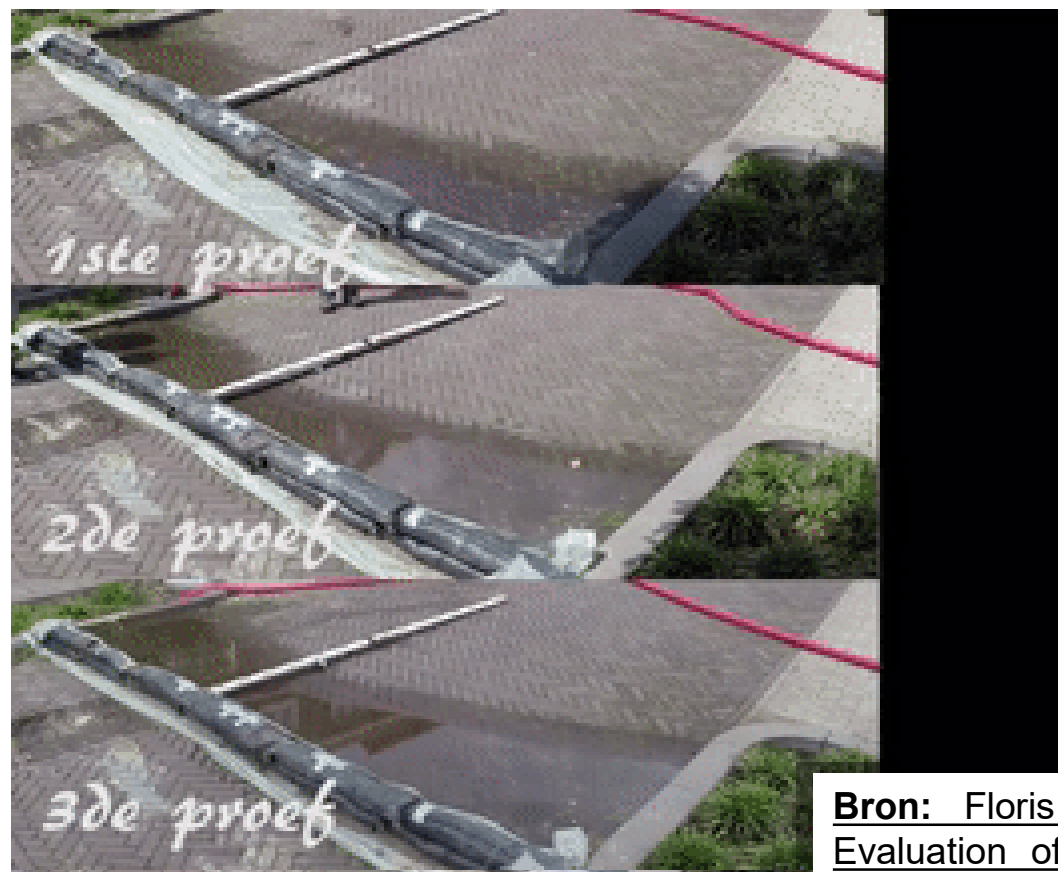
2mo • Edited •

Je zet mijn straat 5 keer onder water, maar wat levert het op?

Er zijn al meer dan 100 straten met doorlatende verharding onder water gezet, toch is de Reestraat in Arnhem bijzonder. Niet alleen vanwege de 5 verschillende waterpasserende verhardingen in 1 straat maar ook de interactie met raingardens (aanleg 2017). Het onderzoek richt zich op de kosteneffectiviteit en het lange termijn functioneren waarbij het vastleggen van het dynamische karakter van infiltratiesnelheid centraal staat. In modellen wordt bijvoorbeeld vaak 1 doorlatendheid toegekend aan regenwatervoorzieningen, maar na een bui of in een droge periode reageert een voorziening anders. De infiltratiecapaciteit kan meer dan halveren zoals beschreven in publicatie https://lnkd.in/ea_yPhj. Het effect is vastgelegd in deze video. Zien is geloven?

Link naar doorlatende verharding en literatuur

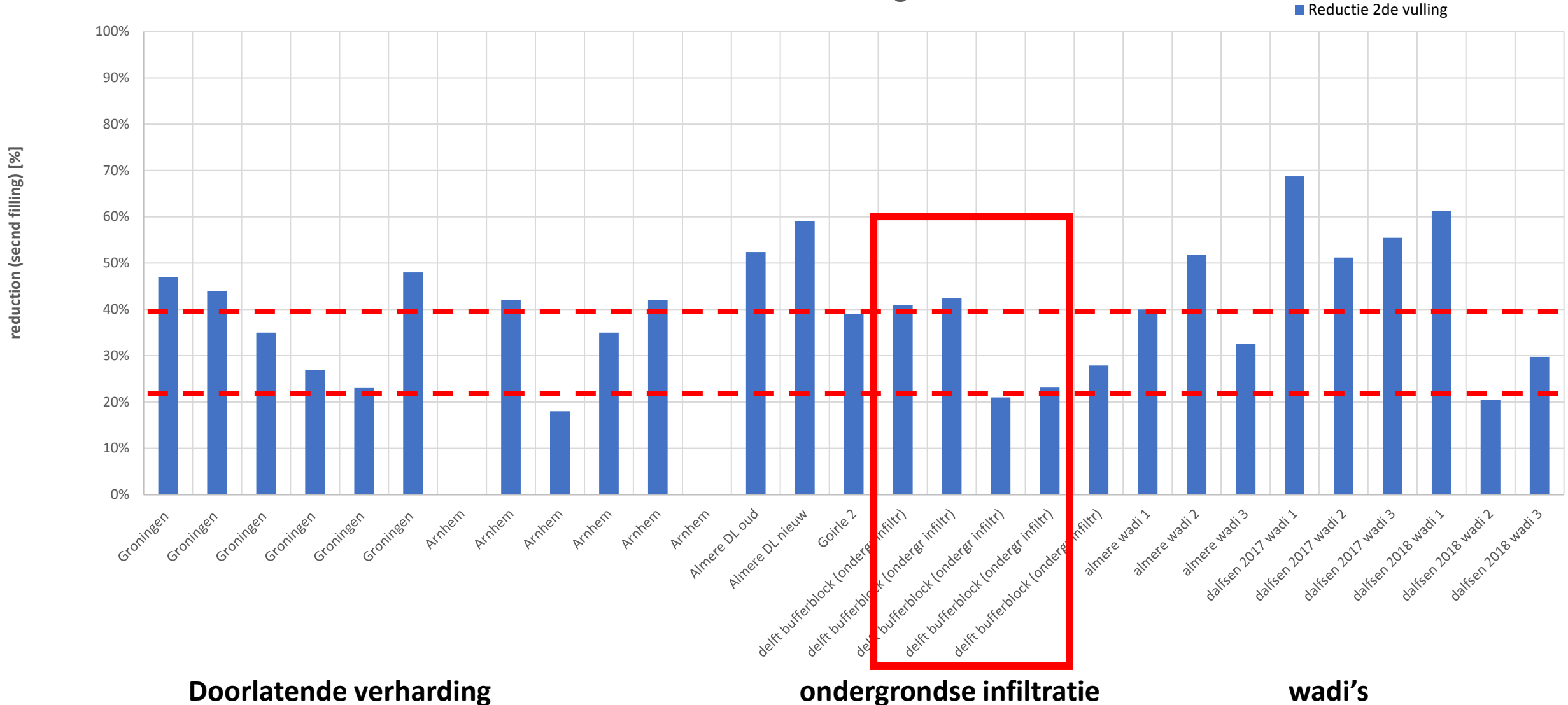
- **Locatie:** Reestraat in Arnhem: 5 verschillende waterpasserende verhardingen en raingardens.
- Onderzoek focus: **vastleggen van het dynamische karakter van infiltratiesnelheid.**
- In modellen wordt bijvoorbeeld vaak 1 doorlatendheid toegekend aan regenwatervoorzieningen, maar na een bui of in een droge periode reageert een voorziening anders.
- De infiltratiecapaciteit van 2^{de} bui zal ca 1/3 zijn en kan meer dan halveren



Bron: Floris Boogaard, Terry Lucke,: Long-term Infiltration Performance Evaluation of Dutch Permeable Pavements using the Full-Scale Infiltration Method, Water February 2019, 11(2), 320; doi: 10.3390/w11020320.

Reductie doorlatendheid 'bui na bui'

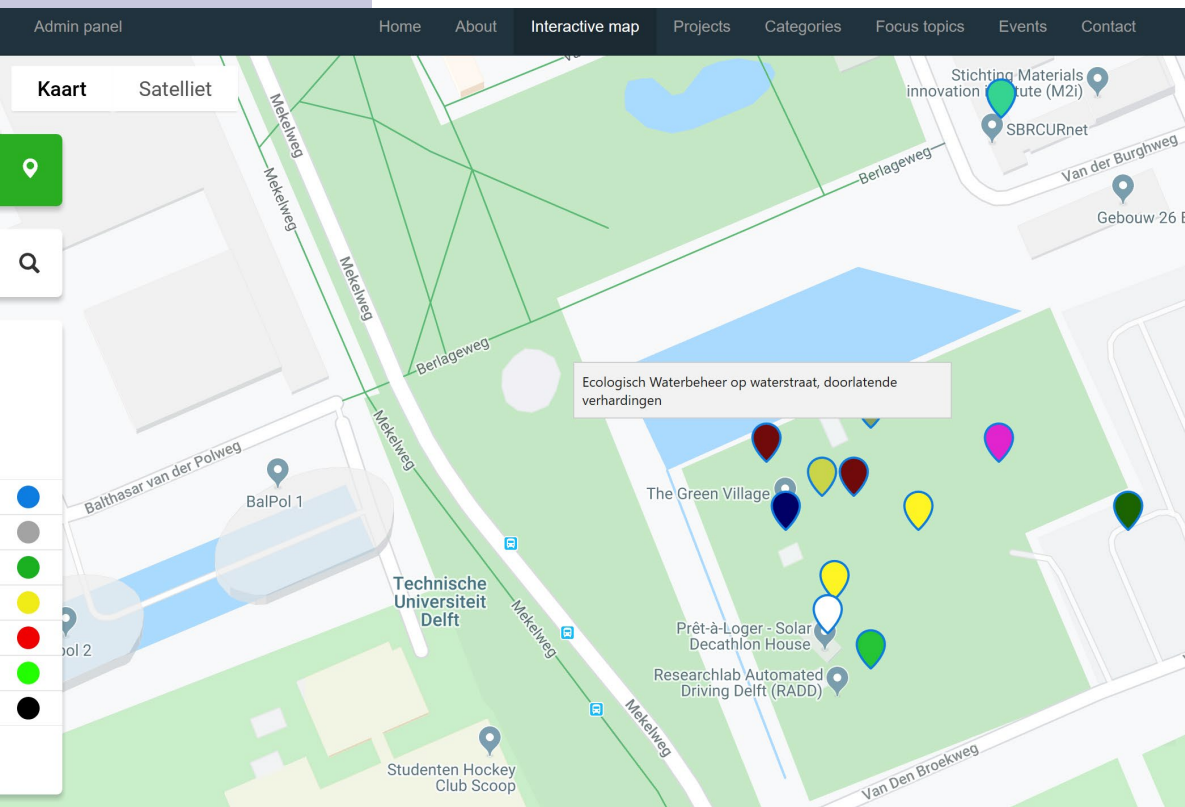
Reductie xde vulling



location

EWB URBAN RAINSHELL (GESLOTEN SYSTEEM)

WP3



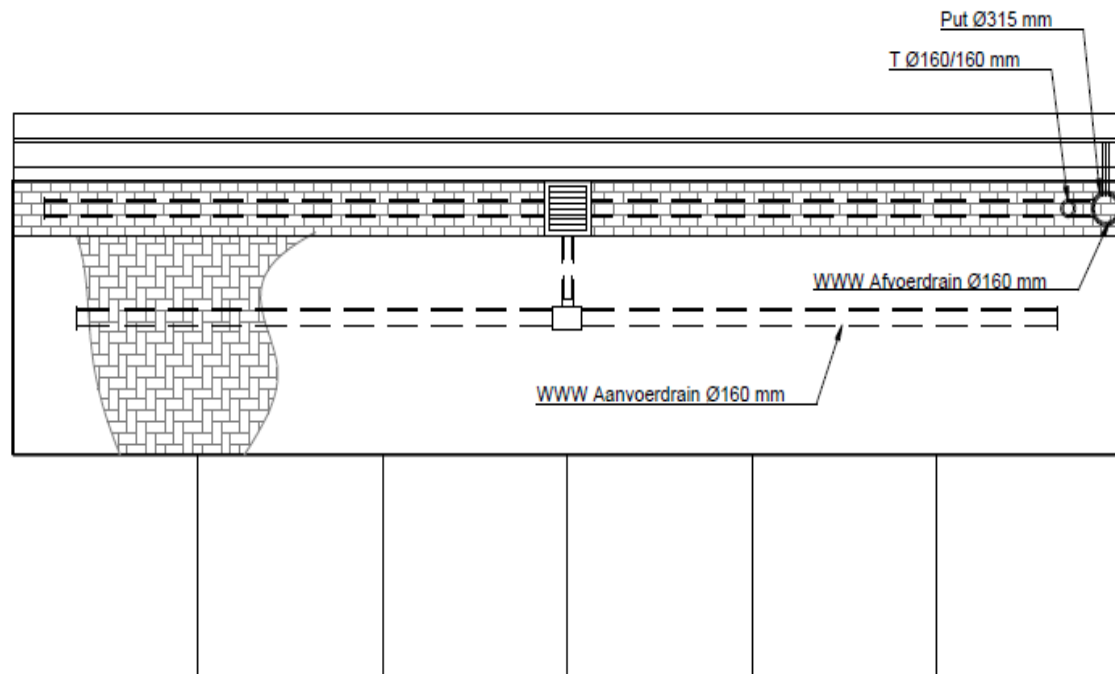
“De Infiltrerende stad”

EWB in de Waterstraat



- **Demonstratie** water-innovaties voor klimaatadaptatie in de stad;
- **Onderzoek** TU Delft, HvA, HvR, KWR, etc. (technisch, marktbelemmeringen, etc.);
- **Versnelde acceptatie en opschaling** van innovaties;
- **Betrokkenheid eindgebruikers** (gemeentes, waterschappen, particulieren, bedrijfsleven, etc.)

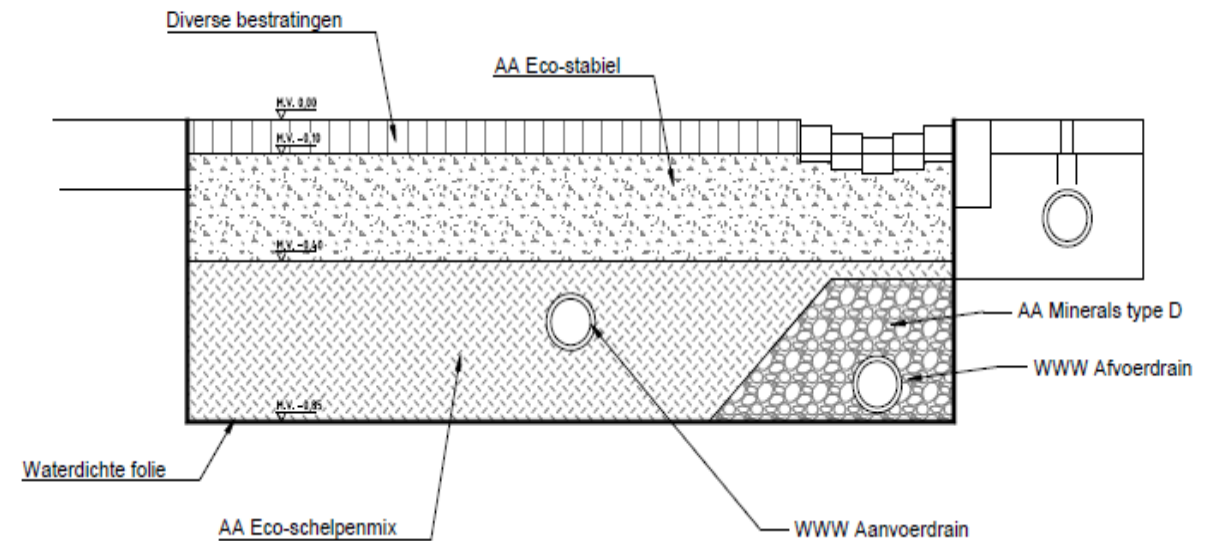
EWB in Delft, waterstraat



Bovenaanzicht

SCHAAL 1:50

Testlocatie EWB
Waterstraat VP Delta,
HH Delfland, TU Delft
The Green Village
d.d. 6-2-2018



Dwarsdoorsnede

SCHAAL 1:16

Testlocatie EWB
Waterstraat VP Delta,
HH Delfland, TU Delft
The Green Village
d.d. 6-2-2018

EWB RAINSHELL

“De Infiltrerende stad”



EWB RESULTATEN

WP3

Enkele individuele resultaten zijn al gepubliceerd (Bron: <https://www.ewb.solutions/nieuws>)

HOGESCHOOL ROTTERDAM ONDERZOEKT URBAN RAINSHELL

Als onderdeel van onderzoeksproject 'De Infiltrerende Stad' werd op Wereld Waterdag, donderdag 21 maart 2019, een aantal aspecten van de Urban Rainshell onder de loep genomen door onderzoekers van de Hogeschool Rotterdam, de Hogeschool van Amsterdam en de Hanzehogeschool Groningen. De full scale proef met de Urban Rainshell die in december 2017 is gerealiseerd in de WaterStraat op de TU Delft, liet zien dat met een systeem van 24m² binnen één uur tijd ruim 7m³ regenwater kan worden gebufferd en gezuiverd (na 1,5 jaar zonder enig onderhoud te hebben gepleegd). Daarmee overtreft de test onze eigen verwachtingen, aangezien de Urban Rainshell op de WaterStraat gedimensioneerd is om een 50 mm bui van 125 m² verhard oppervlakte te kunnen bufferen én zuiveren (bijna 6m³). De proef op 21 maart laat echter zien dat het systeem nog meer water kan verwerken. Het wachten is nu op de definitieve uitwerking van de resultaten. In vervolgonderzoeken als onderdeel van 'De Infiltrerende Stad' zal ondermeer ook nog gekeken worden naar het benodigde beheer en onderhoud van de Urban Rainshell en andere innovaties die onderdeel uitmaken van het onderzoeksproject.



Diverse testen (incl herhaling) Volgens verwachting?

- Afvoer in de orde van 50 m/d
- Bui naar bui: minder/geen invloed (afvoer, geen infiltratie)
- Geen dichtslibbing (nog) zichtbaar in data.
- Dataset (bodemvocht) interessant: nadere model analyse

Grondsoort	Doorlatendheid [m d ⁻¹]	Grondsoort	Doorlatendheid [m d ⁻¹]
Zware klei	1 · 10 ⁻⁴	Schelpen	30
Matig zware klei	1 · 10 ⁻²	<u>Fijn zand</u>	1 - 10
Zandige klei	5 · 10 ⁻²	Duinzand	7
Veen	1 · 10 ⁻³ - 0.1	Grof zand	10 - 50
Leem/löss	5 · 10 ⁻²	Fijn grind	1 · 10 ³ - 1 · 10 ⁴
Lichte zavel	0.5	Grof grind	1 · 10 ⁴ - 1 · 10 ⁵

CONCLUSIES ALGEMEEN

Belangrijke inzichten (voor ontwerper tot beheerder):

- Alle initiële leeglooptijden binnen 1 dag leeg
- De leeglooptijden vertonen variaties in tijd
 - Verzadiging/onverzadiging ca 33% en kan halveren
 - U weet dit nu, vertel het uw model (Horton)
- Tijdelijk en op beperkte afstand effect op grondwaterstand < 0.5 m afstand

Aanbevelingen:

- monitoring (inrichting: pb, vochtgehalte)
- regel functies: om in te spelen op toekomstige ontwikkelingen en bijvoorbeeld langere verblijftijd of droogte/hitte: hergebruik, hoger (zuiverings)rendement

VERVOLG NA PROJECT

- Vervolgonderzoeken op Waterstraat en ‘praktijk’
 - TKI, RAAK, PPS, ...
- (wetenschappelijke) Publicaties
 - Metingen onderbouwen nieuwe richtlijnen (Overleg Standaarden Klimaatadaptatie, OSKA)
- Info: rapportage infiltrerende stad, climatescan.nl en (diverse bronnen uit) deze presentatie

MEER INFO?

www.climatescan.nl (voorbeeld)

Boogaard F.C. [Stormwater characteristics and new testing methods for certain sustainable urban drainage systems in The Netherlands](#), Delft 2015.

Boogaard, F., Lucke, T., Beecham, S. (2013) Effect of Age of Permeable Pavements on Their Infiltration Function. CLEAN Soil Air Water, 42, 146–152.

Boogaard, F., Lucke, T (2019). Long-term infiltration performance evaluation of Dutch Permeable pavements using the full-scale infiltration method. Water, 11, 320, doi:10.3390/w11020320

Boogaard, F., Lucke, T., Van de Giesen, N., Van de Ven, F. (2014). Evaluating the infiltration performance of eight Dutch permeable pavements using a new full-scale infiltration testing method. Water, 6, 2070-2083. doi:10.3390/w6072070

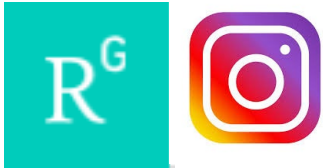
Borgwardt, S. (2006). Long-term in-situ infiltration performance of permeable concrete block pavement. 8th International Conference on Concrete Block Paving, November 6-8, 2006, San Francisco, California, USA.

Lucke, T., Beecham, S., Boogaard, F., Myers, B. (2013). Are Infiltration Capacities of Clogged Permeable Pavements Still Acceptable? <https://www.researchgate.net/publication/262567315>

Winston, R.J., Al-Rubaei, A.M., Blecken, G.T., viklander, M., Hunt, W.F. (2016). Maintenance measures for preservation and recovery of permeable pavement surface infiltration rate – The effects of street sweeping, vacuum cleaning, high pressure washing, and milling. Journal of Environmental Management 169 (2016) 132-144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.12.026>

MEER INFO?

WP3



Dr. Ir. F (Floris) Boogaard
Floris@noorderruimte.nl
[+31641852172](tel:+31641852172)
Floris.boogaard@Deltares.nl

“De Infiltrerende stad”

The screenshot shows the ClimateScan website interface. At the top, there's a navigation bar with 'ClimateScan' and 'About us'. Below that, a world map is displayed with various colored markers (dots) indicating climate data points across different regions. A vertical legend on the left side of the map lists various colors corresponding to different climate types or data series. At the bottom of the screenshot, there's a navigation menu with links: 'WELCOME TO CITY CLIMATESCAN CAFÉ', 'HOW WE WORK', 'WHO ARE WE?', 'NEWS', 'PARTNERS', and 'CONTACT'. Below the menu, there's a photograph of a group of people standing in front of a building entrance, with a sign that reads 'CLIMATE CAFÉ'.

“De Infiltrerende stad”

De Infiltrerende Stad wordt in samenwerking met de volgende partijen uitgevoerd: Hogeschool van Amsterdam, Hanzehogeschool Groningen, Aquaflow BV, Bufferblock BV, Building Changes, Drainvast, Germieco, Water Innovation Consulting (Hemels water), Markus BV, EWB, Van Gelder Aannemingsbedrijf, Gemeente Bergen, Gemeente Groningen, Gemeente Rotterdam en het Hoogheemraadschap van Delfland.



WERKPAKKET 3: ACTIVITEITEN

Activiteit 3.2: Onderzoek **infiltratiecapaciteiten** in proefopstelling

Doel: Inzicht in de infiltratiesnelheden van innovaties van systemen van infiltrerende verhardingen. Het gaat hierbij om de infiltratiecapaciteiten, de afname hiervan ten gevolge van dichtslibben en de het beheer en onderhoud om de infiltratiecapaciteit goed te houden. Welke factoren onderzocht gaan worden volgt uit activiteit 2.3.

Activiteiten: Meedenken met installatie van innovaties op proefopstelling - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren infiltratieproeven en andere bedachte proeven. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting.

Resultaat: Meetgegevens innovaties waaronder: infiltratiesnelheid, infiltratiecapaciteit, *bodemvocht*, invloed omgevingsfactoren op parameters



Figuur 4: Impressie van de Waterstraat, een unieke onderzoeksfaciliteit voor het testen van infiltrerende verharding

Activiteit 3.1: Methodiek onderzoek infiltratiecapaciteiten voor proefopstelling

Doel: Goede vergelijkbare onderzoeken kunnen uitvoeren aan innovaties in de proefopstelling
Activiteiten: Onderzoeksmethoden uit systeemanalyse vergelijken en afwegen. Meetplannen opstellen voor infiltratieproeven, voor proeven om de afname van infiltratiecapaciteiten ten gevolge van dichtslibben van voegen te onderzoeken en voor proeven om de effectiviteit van strategieën van beheer en onderhoud te onderzoeken (om de infiltratiecapaciteit goed te houden). Voor deze onderzoeken maken wij gebruik van de Waterstraat van VP Delta waar we semi-ideale omstandigheden kunnen instellen.
Resultaat: Overzicht onderzoeksmethoden en prioritering voor toepassing in proefopstelling Waterstraat

Activiteit 3.2: Onderzoek infiltratiecapaciteiten in proefopstelling

Doel: Inzicht in de infiltratiesnelheden van innovaties van systemen van infiltrerende verhardingen. Het gaat hierbij om de infiltratiecapaciteiten, de afname hiervan ten gevolge van dichtslibben en de het beheer en onderhoud om de infiltratiecapaciteit goed te houden. Welke factoren onderzocht gaan worden volgt uit activiteit 2.3.
Activiteiten: Meedenken met installatie van innovaties op proefopstelling - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren infiltratieproeven en andere bedachte proeven. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting.
Resultaat: Meetgegevens innovaties waaronder: infiltratiesnelheid, infiltratiecapaciteit, bodemvocht, invloed omgevingsfactoren op parameters

Apparatuur:

De fullscale metingen worden uitgevoerd zoals bij 2.3. Bij de voorzieningen in proefopstellingen worden tevens bodemvochtmeters aangebracht en vaste opstellingen voor time-lapse foto en video's. De dataloggers worden vast in kolken en putten aangebracht (H2go meters zodat de waterstanden elk moment door MKB zijn te bekijken op computer en of telefoon). Tevens wordt een (extra) weerstation op de waterstraat geïmplementeerd die de klimatologische omstandigheden per 5 min vastlegt (neerslag, temperatuur, verdamping, etc).

Resultaat: Meetgegevens bodemvocht, infiltratiecapaciteit, infiltratiesnelheid per locatie en onderverdeeld naar omgevingsfactoren

Activiteit 3.3: Onderzoek dichtslibben infiltrerende verhardingen

Doel: Inzicht verkrijgen in het dichtslibben van de voegen tussen de verhardingen
Activiteiten: Meetplan opstellen, meetplan uitvoeren. Participeren in de installatie van innovaties op de Waterstraat - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting. Hierbij wordt het slib verzameld tussen de voegen en geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Dit geeft een inzicht in de kleine fractie (atmosferische depositie ea) tov het granaulaat dat bij aanleg is toegevoegd (grovere fractie, afhankelijk van leverancier).
Resultaat: Metingen dichtslibben: snelheid en restcapaciteit. Invloed omgevingsfactoren.

WERKPAKKET 3: ACTIVITEITEN

Activiteit 3.3: Onderzoek **dichtslibben** infiltrerende verhardingen

Doel: Inzicht verkrijgen in het dichtslibben van de voegen tussen de verhardingen

Activiteiten: Meetplan opstellen, meetplan uitvoeren. Participeren in de installatie van innovaties op de Waterstraat - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren *nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting. Hierbij wordt het slib verzameld tussen de voegen en geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Dit geeft een inzicht in de kleine fractie (atmosferische depositie ea) tov het granulaat dat bij aanleg is toegevoegd (grovere fractie, afhankelijk van leverancier).*

Resultaat: Metingen dichtslibben: snelheid en restcapaciteit. Invloed omgevingsfactoren.



Figuur 4: Impressie van de Waterstraat, een unieke onderzoeksfaciliteit voor het testen van infiltrerende verharding

Activiteit 3.1: Methodiek onderzoek infiltratiecapaciteiten voor proefopstelling

Doel: Goede vergelijkbare onderzoeken kunnen uitvoeren aan innovaties in de proefopstelling
Activiteiten: Onderzoeksmethoden uit systeemanalyse vergelijken en afwegen. Meetplannen opstellen voor infiltratieproeven, voor proeven om de afname van infiltratiecapaciteiten ten gevolge van dichtslibben van voegen te onderzoeken en voor proeven om de effectiviteit van strategieën van beheer en onderhoud te onderzoeken (om de infiltratiecapaciteit goed te houden). Voor deze onderzoeken maken wij gebruik van de Waterstraat van VP Delta waar we semi-ideale omstandigheden kunnen instellen.
Resultaat: Overzicht onderzoeksmethoden en prioritering voor toepassing in proefopstelling Waterstraat

Activiteit 3.2: Onderzoek infiltratiecapaciteiten in proefopstelling

Doel: Inzicht in de infiltratiesnelheden van innovaties van systemen van infiltrerende verhardingen. Het gaat hierbij om de infiltratiecapaciteiten, de afname hiervan ten gevolge van dichtslibben en de het beheer en onderhoud om de infiltratiecapaciteit goed te houden. Welke factoren onderzocht gaan worden volgt uit activiteit 2.3.
Activiteiten: Meedenken met installatie van innovaties op proefopstelling - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren infiltratieproeven en andere bedachte proeven. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting.
Resultaat: Meetgegevens innovaties waaronder: infiltratiesnelheid, infiltratiecapaciteit, bodemvocht, invloed omgevingsfactoren op parameters

Apparatuur:

De fullscale metingen worden uitgevoerd zoals bij 2.3. Bij de voorzieningen in proefopstellingen worden tevens bodemvochtmeters aangebracht en vaste opstellingen voor time-lapse foto en video's. De dataloggers worden vast in kolken en putten aangebracht (H2go meters zodat de waterstanden elk moment door MKB zijn te bekijken op computer en of telefoon). Tevens wordt een (extra) weerstation op de waterstraat geïmplementeerd die de klimatologische omstandigheden per 5 min vastlegt (neerslag, temperatuur, verdamping, etc).

Resultaat: Meetgegevens bodemvocht, infiltratiecapaciteit, infiltratiesnelheid per locatie en onderverdeeld naar omgevingsfactoren

Activiteit 3.3: Onderzoek dichtslibben infiltrerende verhardingen

Doel: Inzicht verkrijgen in het dichtslibben van de voegen tussen de verhardingen
Activiteiten: Meetplan opstellen, meetplan uitvoeren. Participeren in de installatie van innovaties op de Waterstraat - teneinde de juiste sensoren te kunnen plaatsen. Uitvoeren nader onderzoek naar dichtslibben voegen ten gevolge bv vervuiling, bladval, verkeersbelasting. Hierbij wordt het slib verzameld tussen de voegen en geanalyseerd op korrelgrootteverdeling. Dit geeft een inzicht in de kleine fractie (atmosferische depositie ea) tov het granulaat dat bij aanleg is toegevoegd (grovere fractie, afhankelijk van leverancier).
Resultaat: Metingen dichtslibben: snelheid en restcapaciteit. Invloed omgevingsfactoren.