

Onderzoek naar doorlatendheid groene infiltratiesystemen in Eindhoven

Geschreven door:
Jip Gravenberch



Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No. 730052 | Topic: **SCC-2-2016-2017: Smart Cities and Communities Nature based solutions**

Verantwoording

Titel	Onderzoek naar doorlatendheid groene infiltratiesystemen in Eindhoven
Opdrachtgever	Gemeente Eindhoven
Auteurs	Jip Gravenberch, Floris Boogaard
Medewerking	Luuk Postmes, Niels Kreb, Shahryar Ershad Sarabi
Datum metingen	31 mei 2021

Contents

.....	1
Verantwoording.....	2
1 Inleiding.....	5
2 Methode.....	6
2.1 Doelstellingen.....	6
2.2 Locaties.....	6
2.3 Overzichtskaart.....	7
2.4 Beschrijving meting.....	7
2.5 Meetapparatuur.....	8
3 Resultaten.....	12
3.1 Hermanus Boexstraat – boomspiegels.....	12
3.1.1 Visuele waarnemingen.....	12
3.1.2 Infiltratiecapaciteit FSIT.....	12
3.1.3 Conclusie.....	14
3.2 Vestdijk – groenstroken.....	15
3.2.1 Visuele waarnemingen.....	15
3.2.2 Infiltratiecapaciteit FSIT.....	15
3.2.3 Conclusie.....	17
3.3 Clausplein – raingarden.....	18
3.3.1 Visuele waarnemingen.....	18
3.3.2 Infiltratiecapaciteit FSIT.....	18
3.3.3 Conclusie.....	20
3.4 Waagstraat – groenstrook.....	20
3.4.1 Visuele waarnemingen.....	20
3.4.2 Infiltratiecapaciteit FSIT.....	20
3.4.3 Conclusie.....	22
3.5 Bilderdijklaan – waterpasserende verharding.....	23
3.5.1 Visuele waarnemingen.....	23
3.5.2 Infiltratiecapaciteit FSIT.....	23
3.5.3 Conclusie.....	24

3.6	NRE terrein – grasstenen	25
3.6.1	Visuele waarnemingen.....	25
3.6.2	Infiltratiecapaciteit FSIT	25
3.6.3	Conclusie	26
3.7	Parklaan – groenstrook.....	27
3.7.1	Visuele waarnemingen.....	27
3.7.2	Infiltratiecapaciteit FSIT	27
3.7.3	Conclusie	28
3.8	Dommelstraat – boomspiegels.....	29
3.8.1	Visuele waarnemingen.....	29
3.8.2	Infiltratiecapaciteit FSIT	29
3.8.3	Conclusie	32
4	Conclusie.....	33

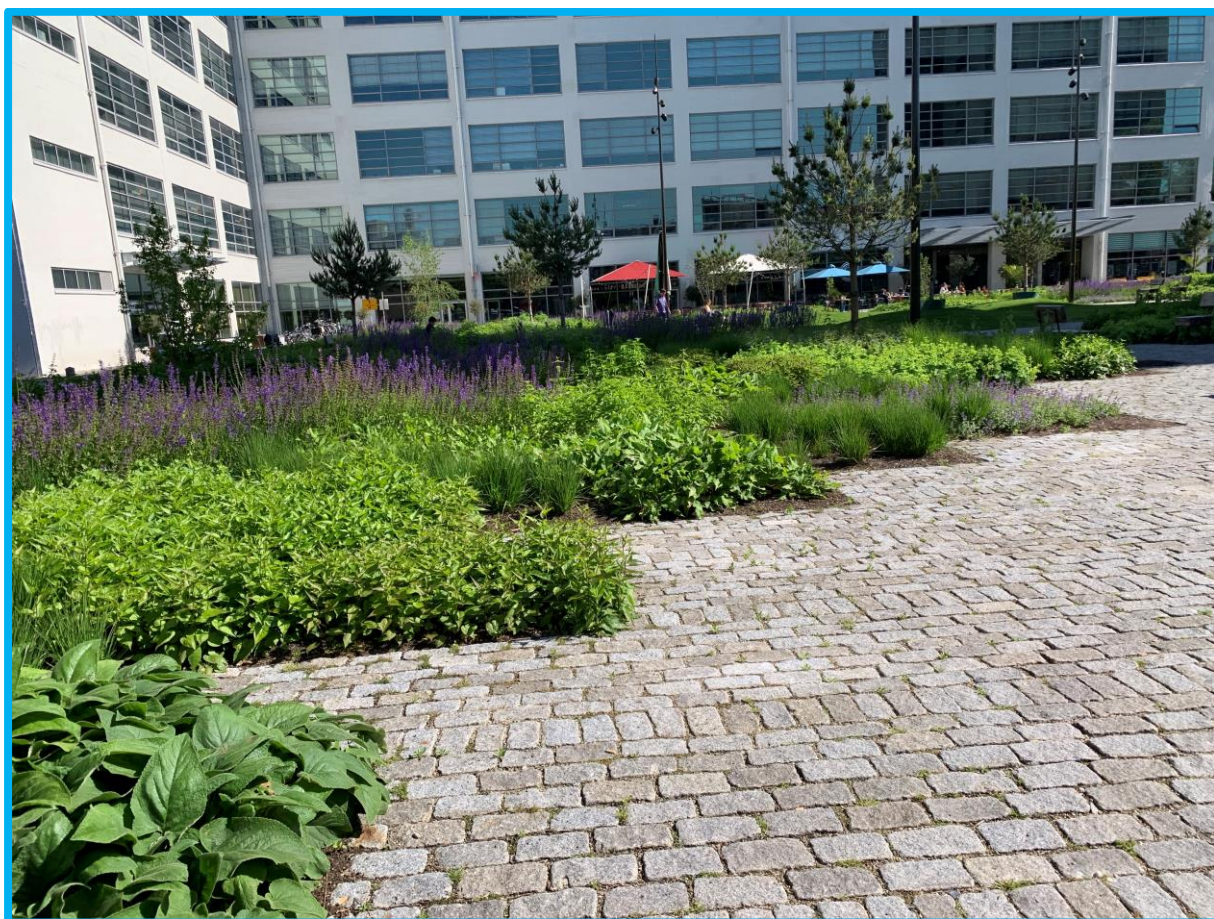
1 Inleiding

In samenwerking met de gemeente Eindhoven is er onderzoek verricht naar de efficiëntie en staat van verschillende infiltratievoorzieningen in de bestaande infrastructuur van de gemeente. Het onderzoek is verricht om meer kennis te vergaren over de infiltratiecapaciteit van doorlatende verhardingen en hemelwatervoorzieningen wanneer deze al enkele jaren in gebruik zijn.

Er zijn op 8 verschillende plekken systemen getest om de huidige staat en infiltratiecapaciteit van het systeem te bepalen. Op deze manier kan er geconstateerd worden op welke locaties het watermanagement goed onder controle is en op welke locaties er ruimte is voor nieuwe oplossingen of aanpassingen.

Er is gebruik gemaakt van de Full Scale Infiltration Test (FSIT) methode die een intensieve regenbui nabootst met behulp van een tankwagen op een deel van de weg, parkeergelegenheid of infiltratievoorziening.

Gegevens die zijn vergaard in dit onderzoek, zijn overzichtelijk te vinden op de online tool [ClimateScan](#). Bij elke test is een link bijgevoegd naar de resultaten op dit platform.



Figuur 1.1 - Infiltratievoorziening Clausplein

2 Methode

2.1 Doelstellingen

Het doel van dit onderzoek is om de doorlatendheid te bepalen van waterdoorlatende verhardingen van bestaande systemen in Tilburg. Ook andere klimaatadaptie systemen zoals regentuinen en wadi's worden aan de proef onderworpen. Hierbij horen de volgende doelstellingen:

- Het vinden van de huidige infiltratiecapaciteit in onverzadigde en verzadigde situatie.
- Het vinden van duidelijke oorzaken van achteruitgang in de prestatie van bestaande systemen.
- Het vinden van de huidige staat van de ondergrond om verbanden in de wisselwerking tussen het water en de ondergrond te vinden. Denk hierbij aan de invloed van vegetatie op *preferential flow* of dichtslibben door kleine deeltjes.

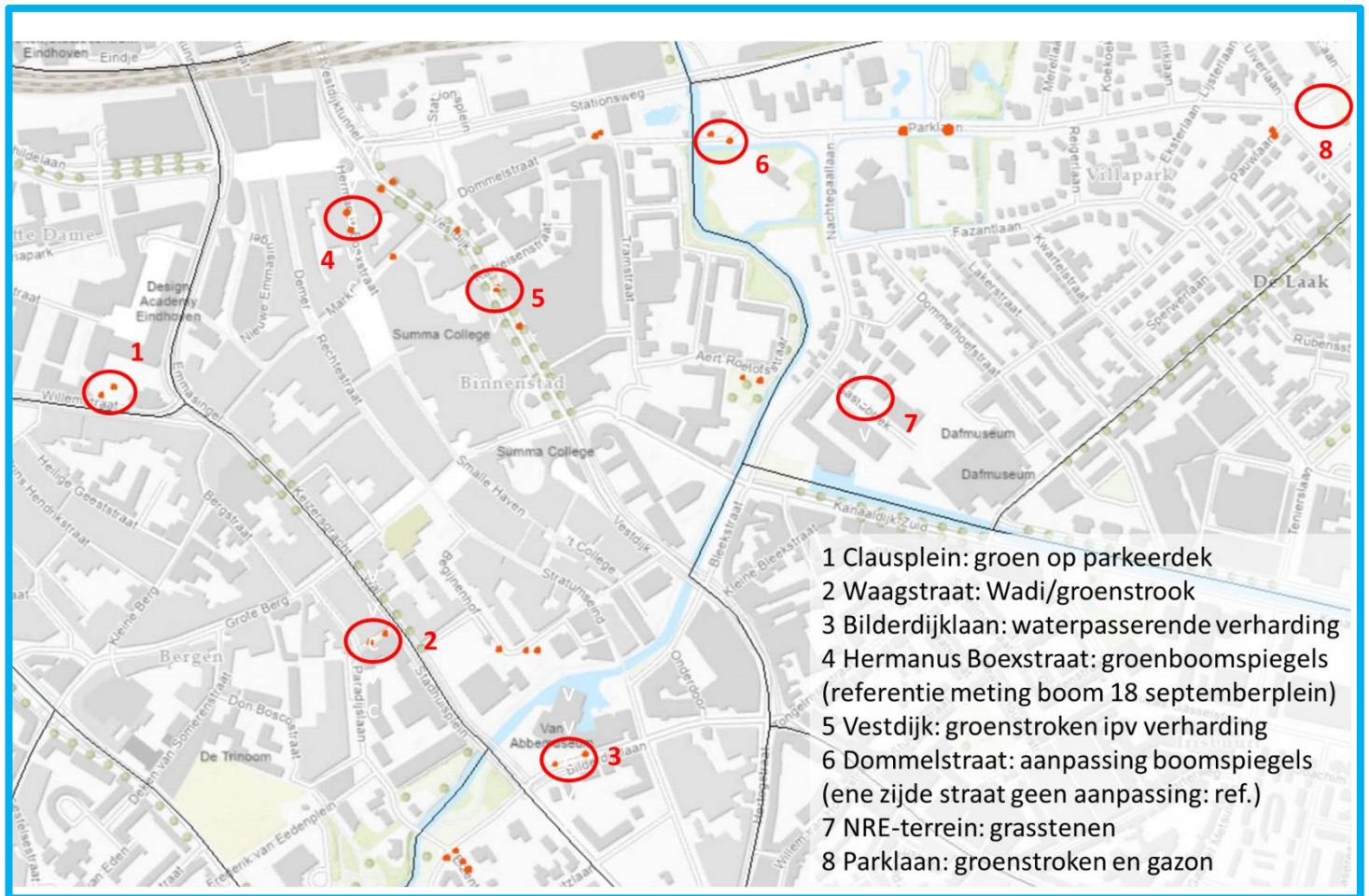
2.2 Locaties

Tabel 1 - Geteste locaties en type systemen

Locatie	Type
1. Hermanus Boexstraat	Boomspiegels
2. Vestdijk	Groenstroken
3. Clausplein	Groen op parkeerdek
4. Waagstraat	Groenstrook
5. Bilderdijklaan	Waterpasserende verharding
6. NRE-terrein	Grasstenen
7. Parklaan	Groenstroken
8. Dommelstraat	Boomspiegels

Tijdens de voorbereiding zijn er in samenspraak met de gemeente een aantal locaties geselecteerd om metingen uit te voeren. Op bovenstaande locaties zijn er uiteindelijk metingen uitgevoerd op 31 mei. In de volgende sectie is een overzichtskaart weergegeven van de locaties in Eindhoven.

2.3 Overzichtskaart



Figuur 2.1 - Overzichtskaart testlocaties

2.4 Beschrijving meting

Bij de FSIT wordt er een regenbui nagebootst door middel van het vullen van een afgesloten gebied met water. Dit wordt gedaan met behulp van een tankwagen die het water op het te testen oppervlak stort. Deze test probeert een hevige bui na te bootsen op een oppervlakte dat kan verschillen aan de hand van het te testen systeem.

Om de infiltratiesnelheid te bepalen, worden er waterstandsmeters ofwel **divers** geplaatst. Deze worden geplaatst aan weerszijden van de verharding. De waterstand kan ook handmatig worden afgelezen. Met camera's kunnen er ook beelden worden gemaakt voor een beter inzicht op de doorlatendheid.

Om het water binnen het oppervlak te houden, worden er dammen aangelegd van plastic zakken met materiaal zoals potgrond. De dammen kunnen worden afgesloten door bestaande grenzen zoals het trottoir. Daarom zal een dam ook minimaal zo hoog moeten zijn als de trottoirband.

Kijkend naar de tijd die de testen innemen, is het voor de hand liggend om de Falling Head Full Scale (FHFS) uit te voeren. Bovendien blijkt uit de praktijk dat het lastig is om de waterstand op een constant niveau te houden. Het testoppervlak wordt hierbij onder water gezet tot het maximale toegestane waterpeil om overstroming over het trottoir te voorkomen. Bij een hellend oppervlak zal het waterpeil verschillen per plek. Over het algemeen zullen we de metingen uitvoeren op het laagste punt van het wegdek, waarbij het waterpeil dus het hoogste staat. Dit zal namelijk het meeste kritieke punt zijn met kans op dicht slibben en de laagste infiltratiecapaciteit.

Nadat het maximale waterpeil bereikt is, wordt de toevoer van water stopgezet. Vervolgens wordt de tijd geregistreerd die nodig is om het doorlatende wegdek volledig leeg te laten lopen. De infiltratiecapaciteit wordt berekend door de maximale waterstand te delen door deze geregistreerde tijd (mm/h).



Figuur 2.2 - FSIT Bilderdijklaan

2.5 Meetapparatuur

Bij het meten van de infiltratiecapaciteit is het van belang dat de vergaarde resultaten op een correcte manier verklaard kunnen worden. Daarom worden er tijdens de testen ook andere parameters gemeten. Deze kunnen ondersteuning bieden in het concluderen waarom een bepaalde waarde hoger of lager uitvalt dan verwacht. In tabel 2 is een overzicht weergegeven van de gebruikte meetapparatuur.

Om de infiltratiecapaciteit te bepalen maken we gebruik van mini Divers van VanEssen. Dit is een datalogger waarmee (grond)waterstanden en temperaturen kunnen worden gemeten. De Diver bestaat uit een drukopnemer voor het meten van de waterdruk, een temperatuursensor, een geheugen om de metingen in op te slaan

en een batterij. De Diver kan voorhandig geprogrammeerd worden waarbij de tijdstap in meten van te voren bepaald kan worden. Tijdens dit onderzoek is er gekozen om elke vijf seconden de waterdruk die gecreëerd wordt door de waterkolom te meten op het systeem.

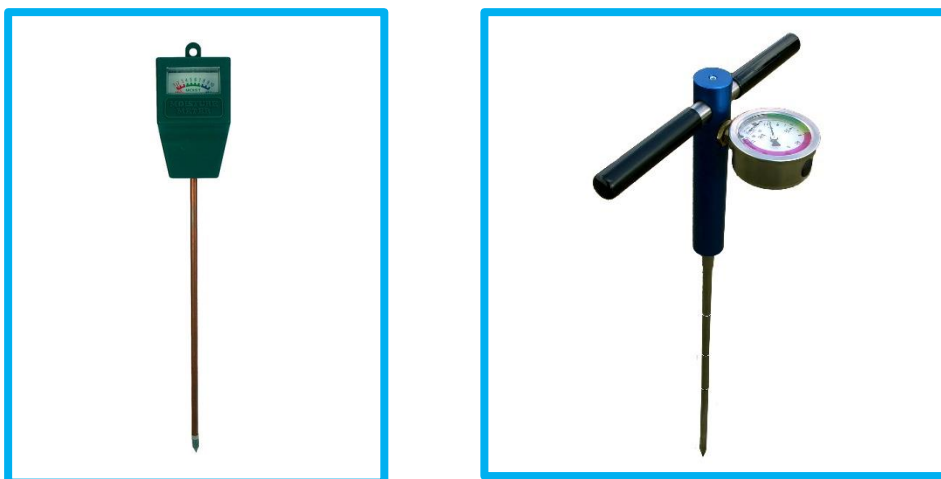


Figuur 2.3 - Mini Diver VanEssen

Tabel 2 - Overzicht van meetapparatuur en processen

Meting	Eenheid	Apparatuur
Infiltratiecapaciteit (on)verzadigd	mm/h	Divers, meetlatten, camera's
Bodemvochtigheid	Ratio	Bodemvochtigheidssensor
Indringingsweerstand grond	MPa	Penetrometer
Diepte vulmateriaal	mm	Schot, meetlatten
Type vulmateriaal	-	Zandliniaal, visueel
Gas compositie	%	bodemzuurstofmeter

De bodemvochtigheid wordt gemeten met een vochtigheidsmeter. Deze kan in de aarde worden gestoken, waarbij de naald de vochtigheid van de grond aangeeft op een schaal van 1 tot 10. De vochtmeter wordt voornamelijk gebruikt om te bepalen of beplanting genoeg water hebben gekregen. In dit onderzoek kan de vochtmeter ondersteuning bieden in het vinden van een relatie tussen de vochtigheid van de grond en de infiltratie capaciteit.



Figuur 2.4 - Links: bodemvochtmeter, rechts: penetrometer

Met een penetrometer kan de indringingsweerstand worden bepaald om de aanwezigheid van storende lagen op te sporen en geeft een indruk van het gemak waarmee wortels in de bodem kunnen groeien. De meting kan gemakkelijk ter plekke in het veld worden uitgevoerd.

Een veelgebruikte vuistregel bij de interpretatie van de meting is dat een indringingsweerstand van 3 MPa een grenswaarde is voor de worteldgroei. Bij hogere waarden kunnen wortels niet of nauwelijks doordringen in de bodem. Als er een verhoogde indringingsweerstand in de bodem wordt gemeten, kan er sprake zijn van een storende laag. Een storende laag kan er van nature zijn, bijvoorbeeld door textuurovergangen, maar kan ook het gevolg zijn van verdichting door berijding of grondbewerking. De indringingsweerstand kan ook worden gebruikt als een indirecte indicatie van de dichtheid en de porositeit van de bodem. Dit kan betekenen dat de infiltratie wordt belemmerd.

De penetrometer die tijdens de testen is gebruikt, was helaas beschadigd. Hierdoor waren de metingen verre van accuraat en kunnen deze resultaten niet worden meegenomen in de verwerking van het verslag.

Ook wordt er tijdens de proef gekeken naar het vulmateriaal. Zowel de diepte als het type van het vulmateriaal kan een rol spelen in de infiltratiecapaciteit. Om het type zand te bepalen kan er gemakkelijk een zandliniaal worden gebruikt. Dit is een schijf van doorzichtig materiaal met standaard voorbeeldmonsters en geeft een eerste aanwijzing van de korrelgrootteverdeling in het systeem.



Figuur 2.5 - Links: zandliniaal, rechts: bodemzuurstofmeter

De bodemzuurstofmeter bestaat uit een holle metalen lans die in de grond wordt gestoken. Via een pomp wordt de bodemlucht naar boven gezogen om vervolgens te kunnen worden afgelezen. Het optimale bodemzuurstofgehalte voor begroeiing ligt op minimaal 16% van de aanwezige bodemlucht. Bij lagere waarden (12-16%) zal de

groei en ontwikkeling van de boomwortels geremd worden en kunnen de wortels geheel afsterven (<12%). Een vermindering van wortelgroei in de bodem, kan zorgen voor verdichting van de grond en daarmee leiden tot een lagere infiltratiecapaciteit.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven die zijn opgedaan aan de hand van de verkregen meetdata. Per test wordt er een volledige beschrijving gegeven van de parameters, omgeving en omstandigheden om zo goed mogelijke conclusies te trekken.

Als extra beeld materiaal verwijzen wij ook nog naar het YouTube kanaal van [Climatecafe Climatescan](#). Hier vind u alle timelapses terug en verder beeldmateriaal van de testdag.

3.1 Hermanus Boexstraat – boomspiegels

3.1.1 Visuele waarnemingen

De eerste testen zijn uitgevoerd bij de boomspiegels in de Hermanus Boexstraat. Deze zijn omringd door metalen randen



Figuur 3.1 - Links: uitvoering test boomspiegel, rechts: bodemvochtmeter

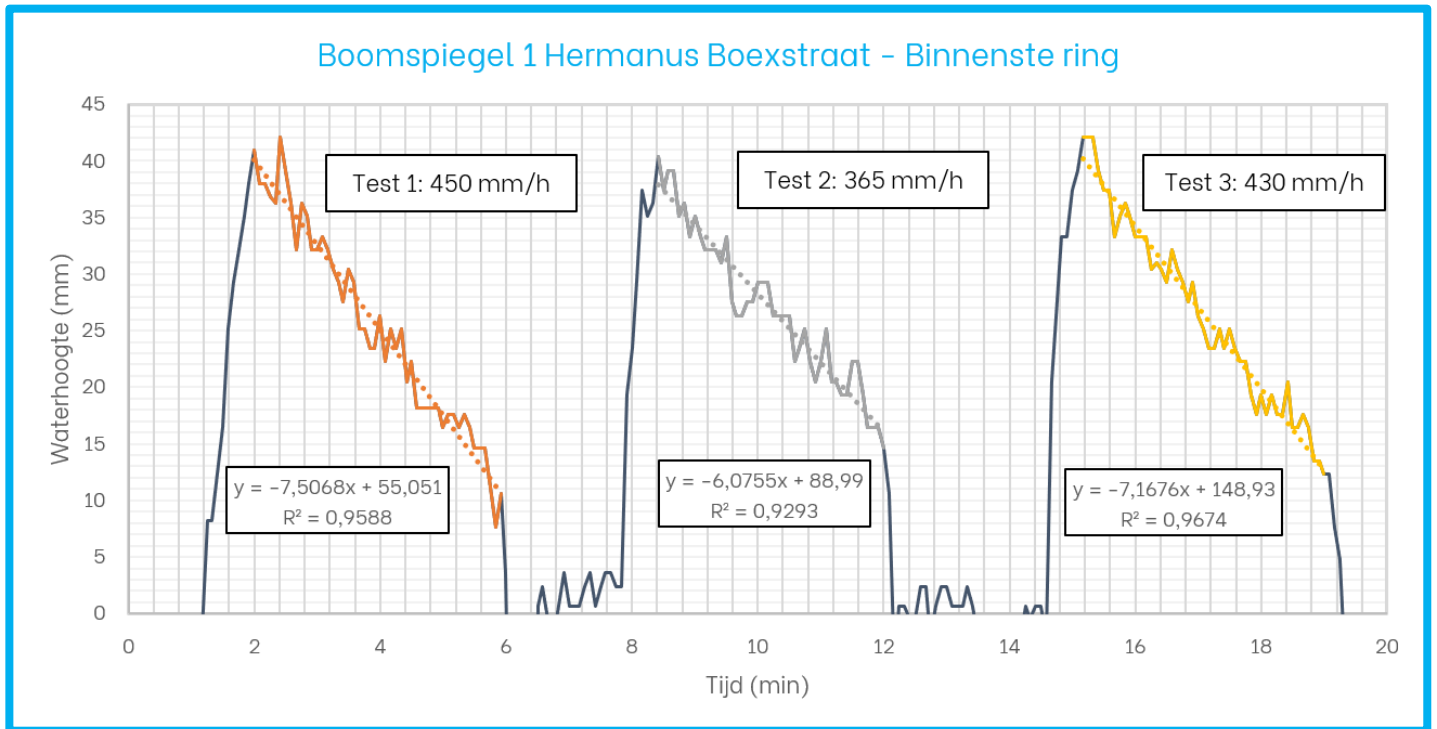
3.1.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

De boomspiegels op deze locatie zijn dusdanig ontworpen dat de metalen randen als waterdichte afsluiting kan fungeren tijdens de test. Het systeem bevat een binnenste ring en een buitenste ring. Op elk van deze twee plekken is dan ook een diver geplaatst. Er zijn bij twee verschillende boomspiegels testen uitgevoerd. Helaas is de data verloren gegaan van de binnenste ring van boomspiegel 2. De rest van de data is wel goed verwerkt en terug te vinden in de grafieken deze sectie.

Tabel 3 - Proefgegevens Hermanus Boexstraat

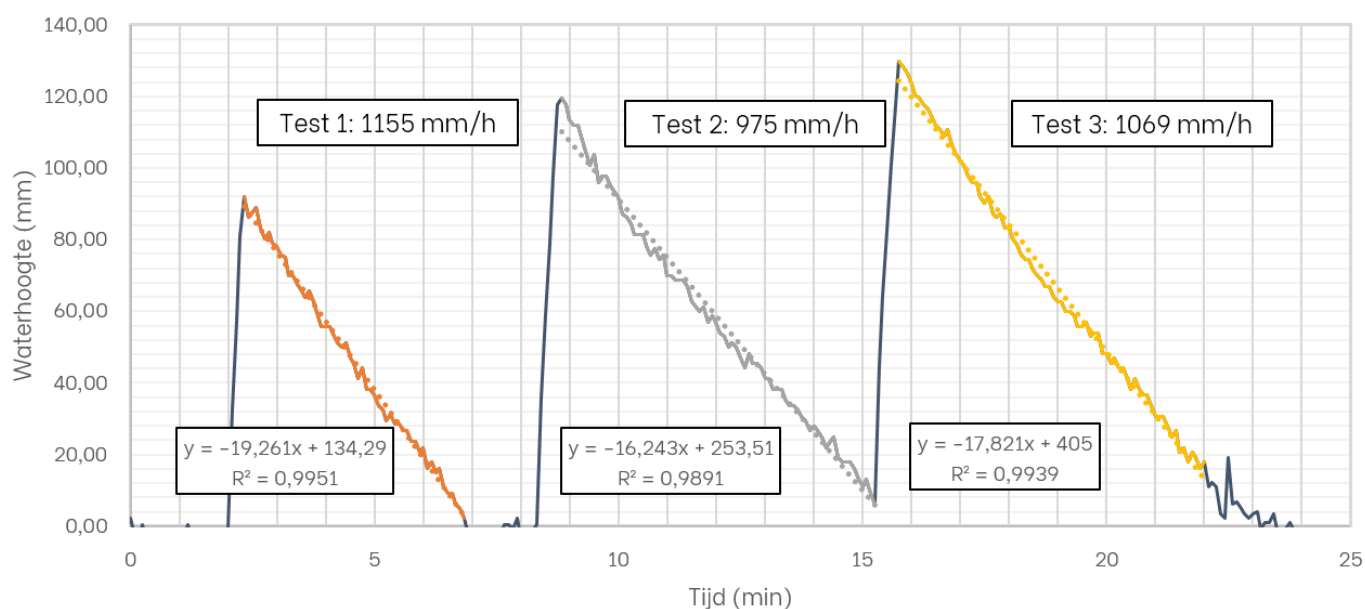
Basisgegevens

Oppervlakte	3-4 m ²
Infiltratiesysteem	Groenboomspiegels
Oppervlakte begroeiing	> 20%
Ondergrond	Zandgebied
Conditie	Beplanting is licht, conditie lijkt goed voor infiltratie
Bomen/struiken	Bomen en struiken aanwezig
Verkeersbelasting	Geen
Helling	Geen
Bodemvochtigheid	80% Vochtig
Volume water	± 200 l



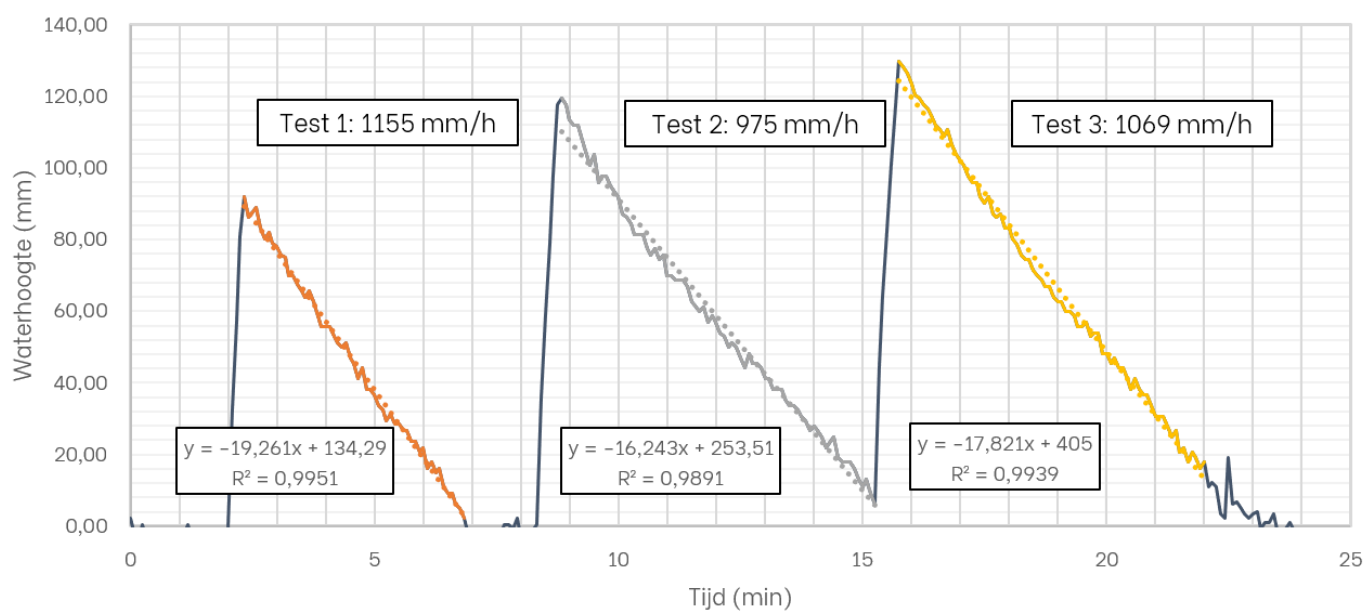
Figuur 3.2 - Infiltratiecurves locatie 1, diver 1

Boomspegel 1 Hermanus Boexstraat - Buitenste ring



Figuur 3.4 Infiltratiecurves locatie 1, diver 2

Boomspegel 1 Hermanus Boexstraat - Buitenste ring



Figuur 3.3 Infiltratiecurves locatie 1, diver 3

3.1.3 Conclusie

In de infiltratiecurves is te zien dat het water enkele minuten nodig heeft gehad om volledig weg te infiltreren. Tijdens deze proef waren er geen lekverliezen aanwezig

door de metalen gietrand om het systeem. Opvallend is dat bij beide bomen de infiltratiecapaciteit is afgenomen bij test 2, maar weer toeneemt bij test 3. Test 1 heeft in alle gevallen de hoogste waarde en is te wijden aan de onverzadigde situatie.

Het gebied in de binnenste ring heeft een veel lagere infiltratiecapaciteit dan in de buitenste ring. Dit is logischerwijs te wijden aan het veel kleinere oppervlak en de boomstam in het midden.

Er kan geconstateerd worden dat deze systemen voldoen aan de verwachtingen. Naast het snel afvoeren van water, heeft het ook de mogelijkheid om een deel van het water te bergen.

3.2 Vestdijk – groenstroken

3.2.1 Visuele waarnemingen

De tweede testen zijn uitgevoerd op de Vestdijk. Op deze locatie zijn verschillende groenstroken aanwezig. Zoals te zien is in figuur 3.6, is er veel begroeiing aanwezig in



Figuur 3.6 – Links: uitvoering test groenstrook, rechts: Monitoren van het vulmateriaal

dit systeem.

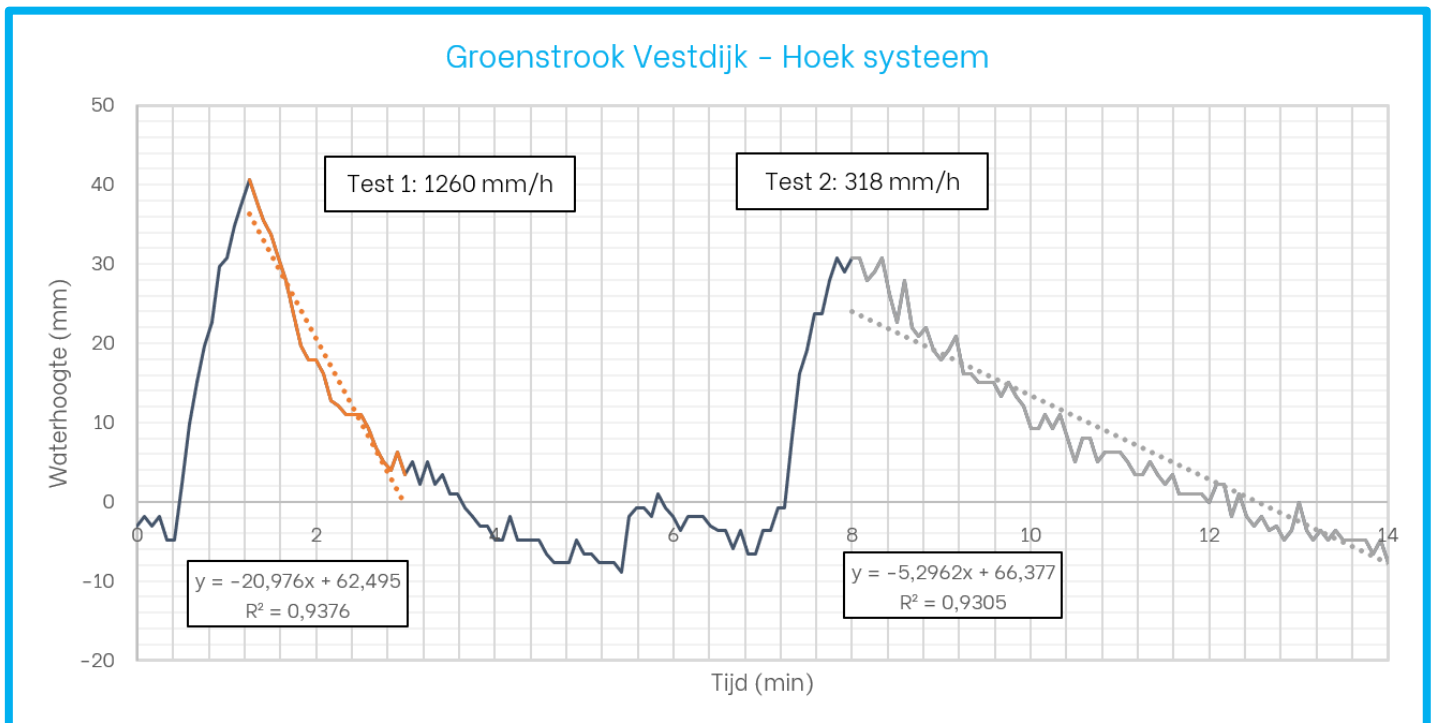
3.2.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

De oppervlakte van het te testen systeem was ongeveer $2.4 \times 5 = 12 \text{ m}^2$. Het systeem loopt af met een kleine helling richting de straatkant. Om lekverliezen te minimaliseren, is de metalen gietrand geplaatst met als ondersteuning een aantal zandzakken. Deze dam is alleen geplaatst aan laaggelegen gedeelte van het systeem.

Tabel 4 - Proefgegevens Hermanus Boexstraat

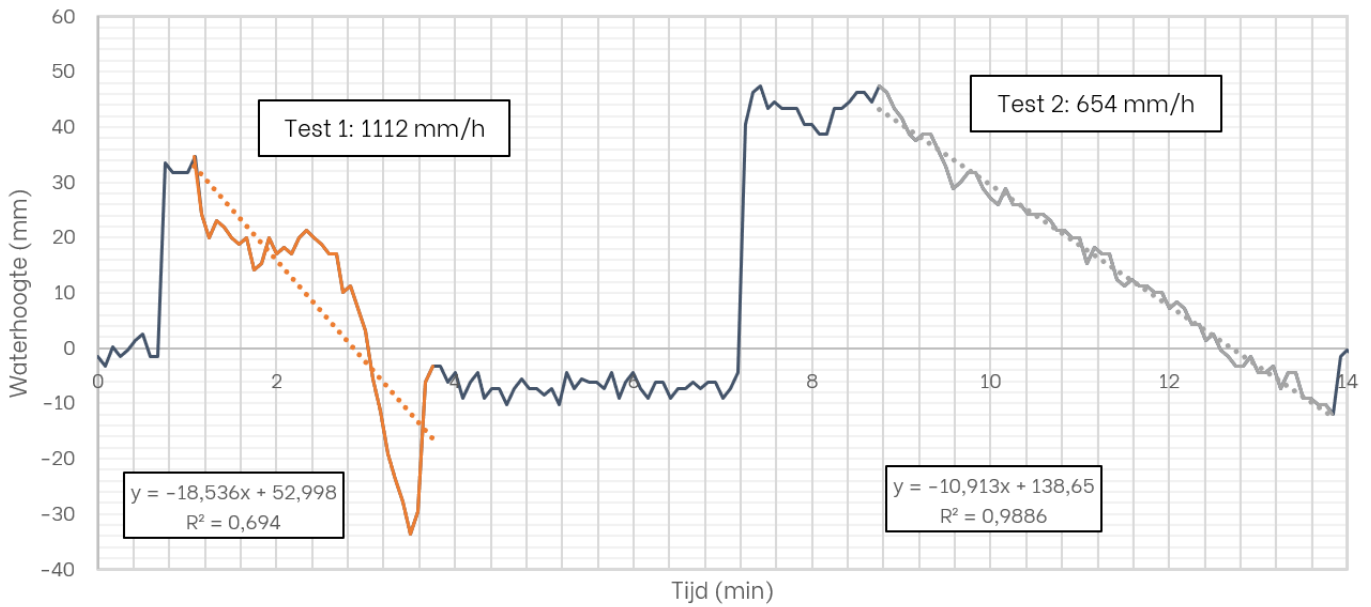
Basisgegevens

Oppervlakte	12 m ²
Infiltratiesysteem	Groenstroken
Oppervlakte begroeiing	> 80 %
Ondergrond	Boomgrond
Conditie	Bepanting is rijk, conditie lijkt erg goed voor infiltratie
Bomen/struiken	Bomen en struiken aanwezig
Verkeersbelasting	Geen
Helling	Lichte helling richting de weg
Bodemvochtigheid	60% Vochtig
Volume water	± 150 l
Zuurstof	21-16.5 % Aflopend van toplaag naar beneden
Korrelgrootte zand	250-355 μ



Figuur 3.7 Infiltratiecurves locatie 2, diver 1

Groenstrook Vestdijk – Midden systeem



Figuur 3.8 Infiltratiecurves locatie 2, diver 2

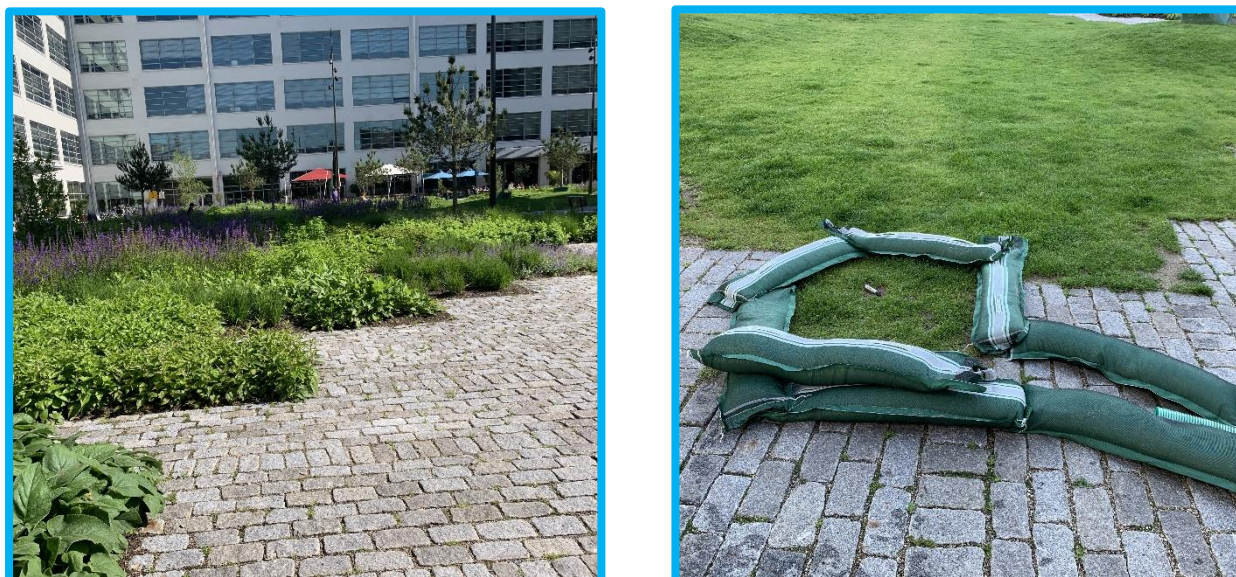
3.2.3 Conclusie

Ook in dit systeem is aan de infiltratiecurves te zien dat het water enkele minuten nodig heeft gehad om volledig weg te infiltreren. Tijdens deze proef waren lekverliezen aanwezig op de hoekpunten van de metalen gietrand. Opvallend is dat de diver in het midden van het systeem een onregelmatige curve weergeeft. De rest van de curves zien er consistent uit. Ook is goed te zien dat de infiltratiesnelheid afneemt na verzadiging. Er kan geconstateerd worden dat deze systemen voldoen aan de verwachtingen.

3.3 Clausplein – raingarden

3.3.1 Visuele waarnemingen

Vervolgens zijn er testen gedaan op het heringerichte Clausplein. Op deze locatie is een groot deel van de versterking vervangen door duurzaam groen. Zoals te zien is in



Figuur 3.10 – Links: groenstrook, rechts: Uitvoering test op het gras

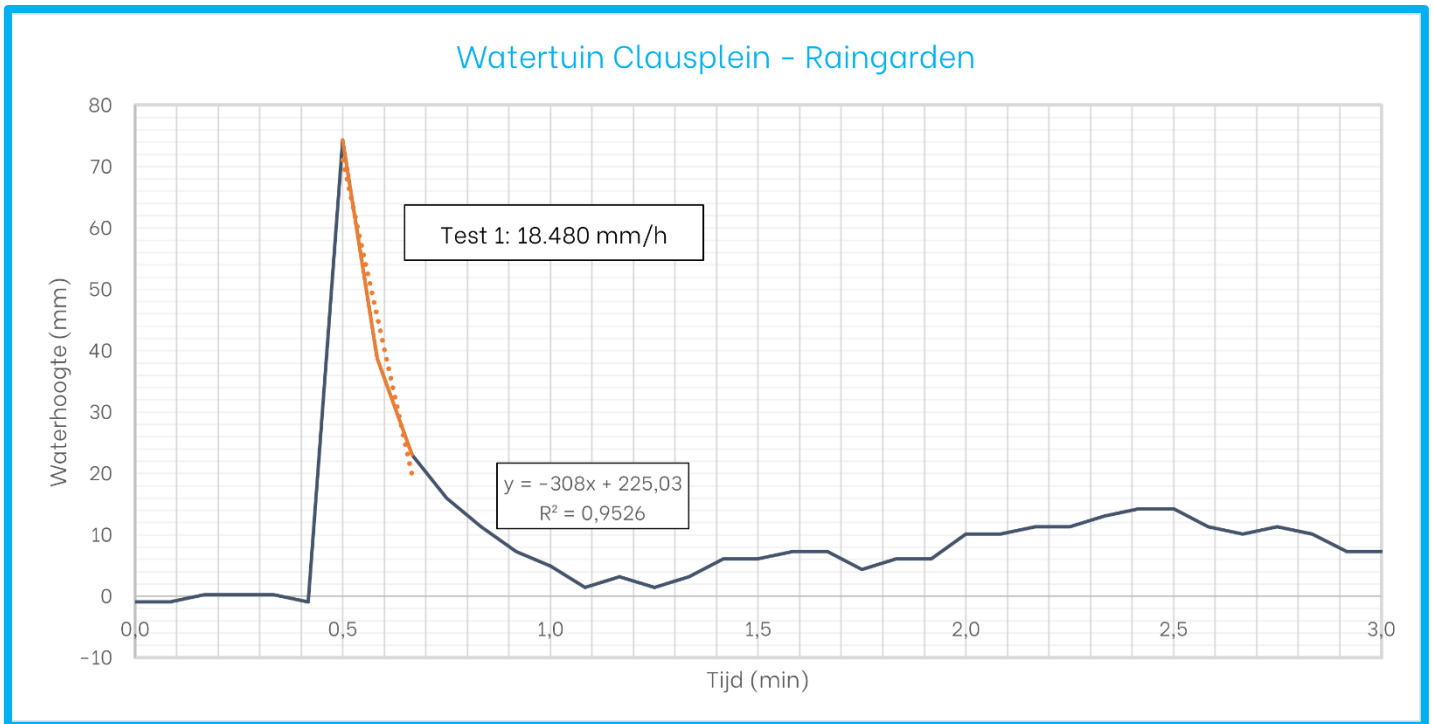
figuur 3.10, zijn planten, gras en bomen aanwezig. Op dit plein wordt het hemelwater hergebruikt dat afkomstig is van de daken van omliggende gebouwen. Op het dak van de onderliggende parkeergarage is een waterretentiesysteem aangelegd.

3.3.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

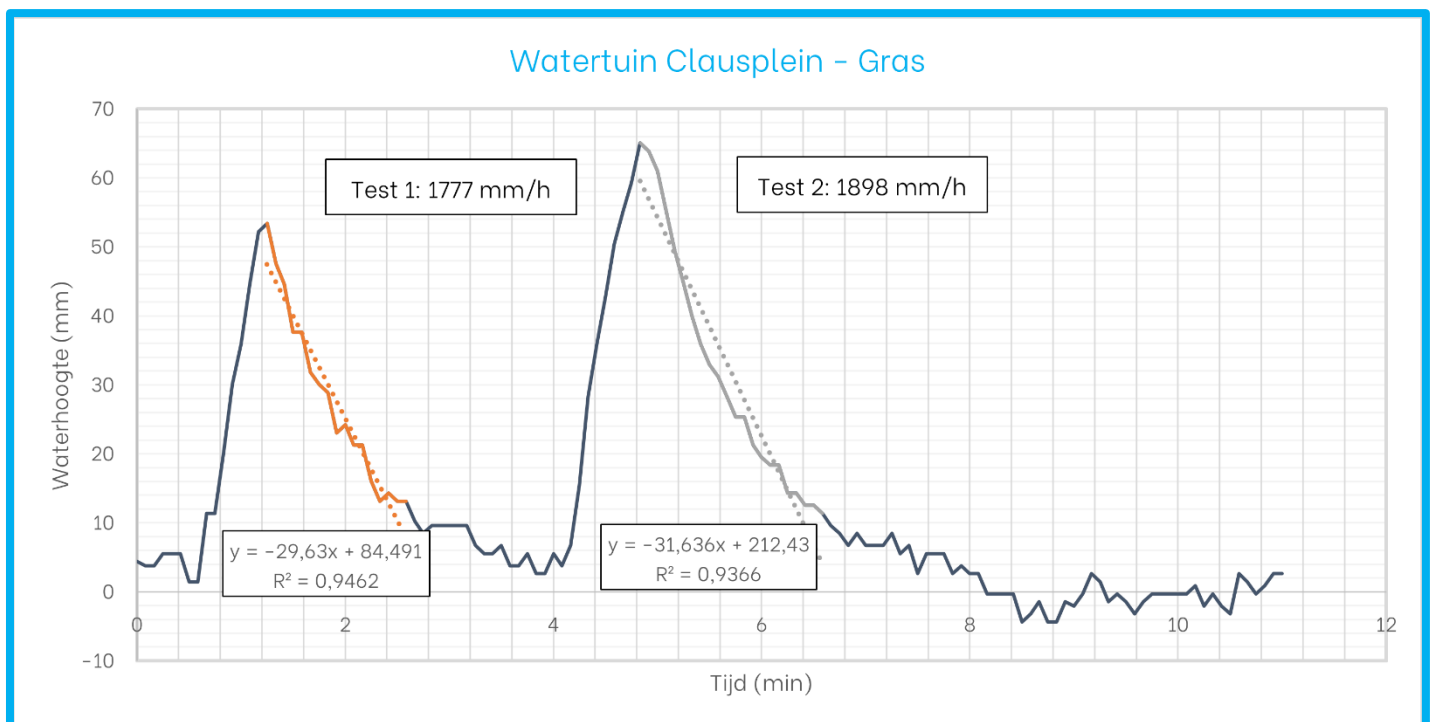
Op het Clausplein is zowel een raingarden als het gras getest. Bij de raingarden was er geen extra materiaal nodig om lekverliezen te komen. Bij de gras test moest echter wel een dam worden gemaakt.

Tabel 5 – Proefgegevens Clausplein

Basisgegevens	
Oppervlakte	25 m ² , 1 m ²
Infiltratiesysteem	Raingarden en grasveld
Oppervlakte begroeiing	> 95 %
Ondergrond	“Sponge layer”
Conditie	Beplanting is rijk, conditie lijkt erg goed voor infiltratie
Bomen/struiken	Bomen, struiken, gras, bloemen
Verkeersbelasting	Geen
Helling	Geen
Bodemvochtigheid	100%
Volume water	± 300 l, 30 l



Figuur 3.12 Infiltratiecurve locatie 3, diver 1



Figuur 3.11 Infiltratiecurves locatie 3, diver 2

3.3.3 Conclusie

Door de sponsachtige toplaag en de overvloed van biodiversiteit, kan het water hier met een extreem hoge snelheid infiltreren. Dit is terug te zien in alle infiltratiecurves. We kunnen stellen dat de curves van het grasveld iets minder betrouwbaar zijn, door de lekverliezen die visueel zijn waargenomen. Toch kan er gesteld worden dat beide systemen erg goed functioneren.

3.4 Waagstraat – groenstrook

3.4.1 Visuele waarnemingen

De Waagstraat is zo'n vier jaar geleden gerenoveerd van steen naar groenstroken. Zoals te zien is in figuur 3.6, zijn planten, gras en bomen aanwezig. De toplaag van de



Figuur 3.14 – Links: groenstrook, rechts: Uitvoering test op het gras

groenstrook ziet er redelijk compact uit.

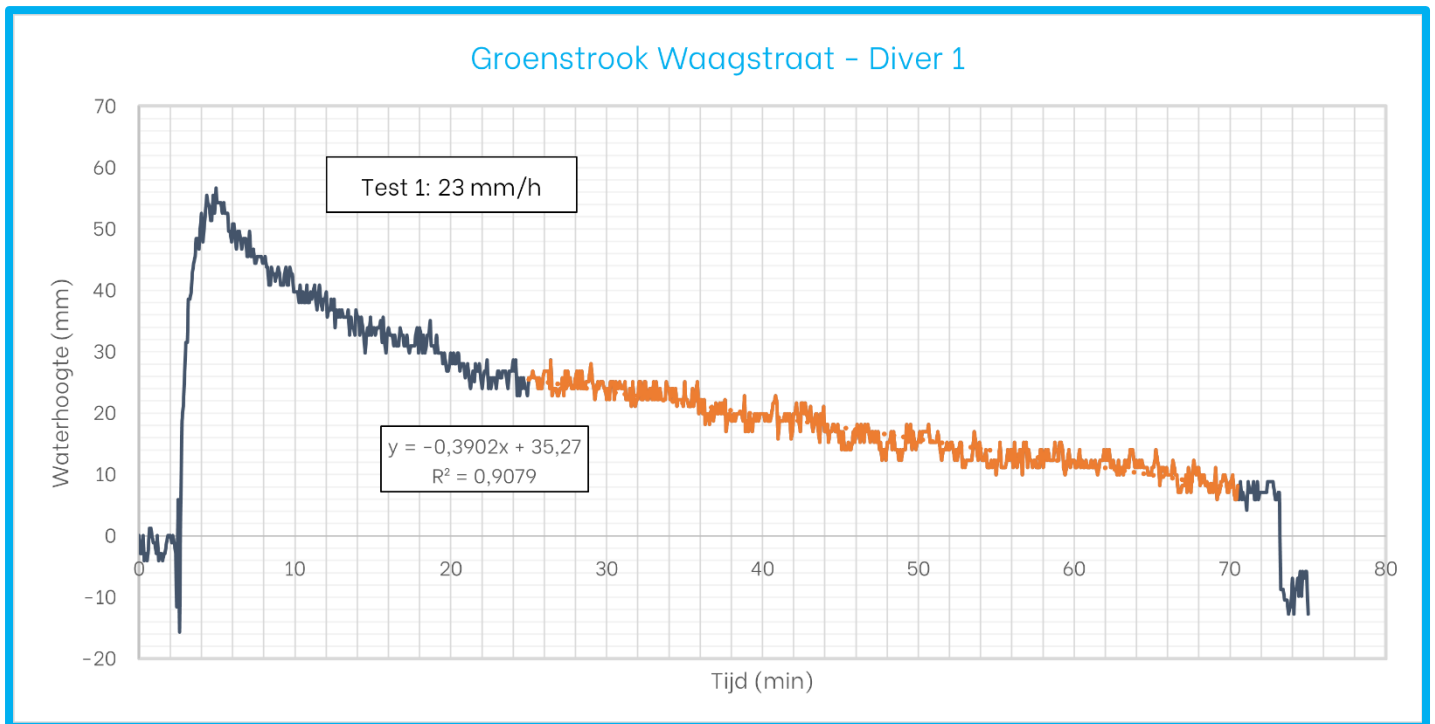
3.4.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

Op deze locatie was het wederom niet noodzakelijk om extra dammen aan te leggen om lekverliezen te voorkomen. Het oppervlak van de test betrof zo'n 7 m².

Tabel 6 - Proefgegevens Clausplein

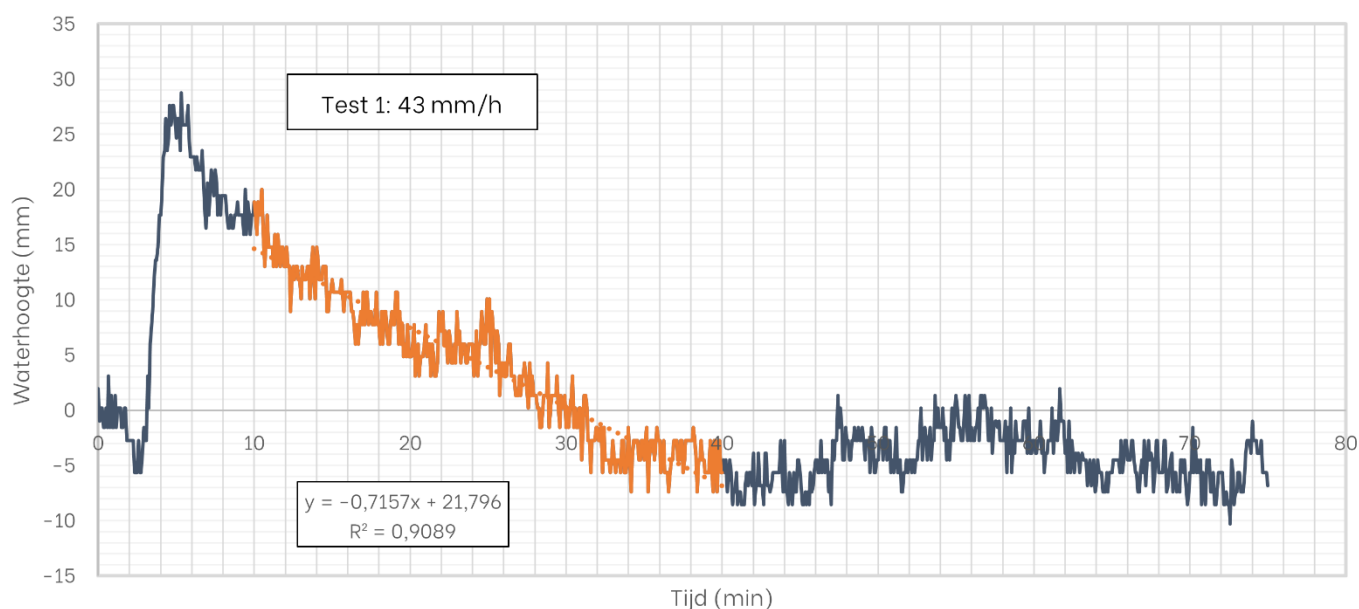
Basisgegevens

Oppervlakte	7 m ²
Infiltratiesysteem	Groenstrook
Oppervlakte begroeiing	> 80 %
Ondergrond	Zwaar verdicht
Conditie	Bepplanting is rijk, conditie lijkt niet goed voor infiltratie
Bomen/struiken	Bomen, struiken, bloemen
Verkeersbelasting	Geen
Helling	Geen
Bodemvochtigheid	70% Nat
Volume water	± 350 l



Figuur 3.15 Infiltratiecurve locatie 4, diver 1

Groenstrook Waagstraat - Diver 2



Figuur 3.16 - Infiltratiecurves locatie 4, diver 2

3.4.3 Conclusie

De test op de Waagstraat bedroeg meer dan een uur. Dit is niet wenselijk voor een groenstrook die water hoort te infiltreren. Gezien de ligging van de groenstrook, stroomt het water tijdens een regenbui richting deze strook. Het zou dus van belang zijn om hier gepast onderhoud op uit te voeren. Hier kan worden gekeken naar het ontwerp van de overige groenstroken die zijn getest en wel met erg goede resultaten zijn gekomen. Toch is het opvallend dat de bodem hier zo verdicht is, terwijl de biodiversiteit erg hoog is.

3.5 Bilderdijklaan – waterpasserende verharding

3.5.1 Visuele waarnemingen

Op de Bilderdijklaan zijn twee testen uitgevoerd. Hier zijn verschillende waterpasserende verhardingen aanwezig.



Figuur 3.17 - Uitvoering test Bilderdijklaan

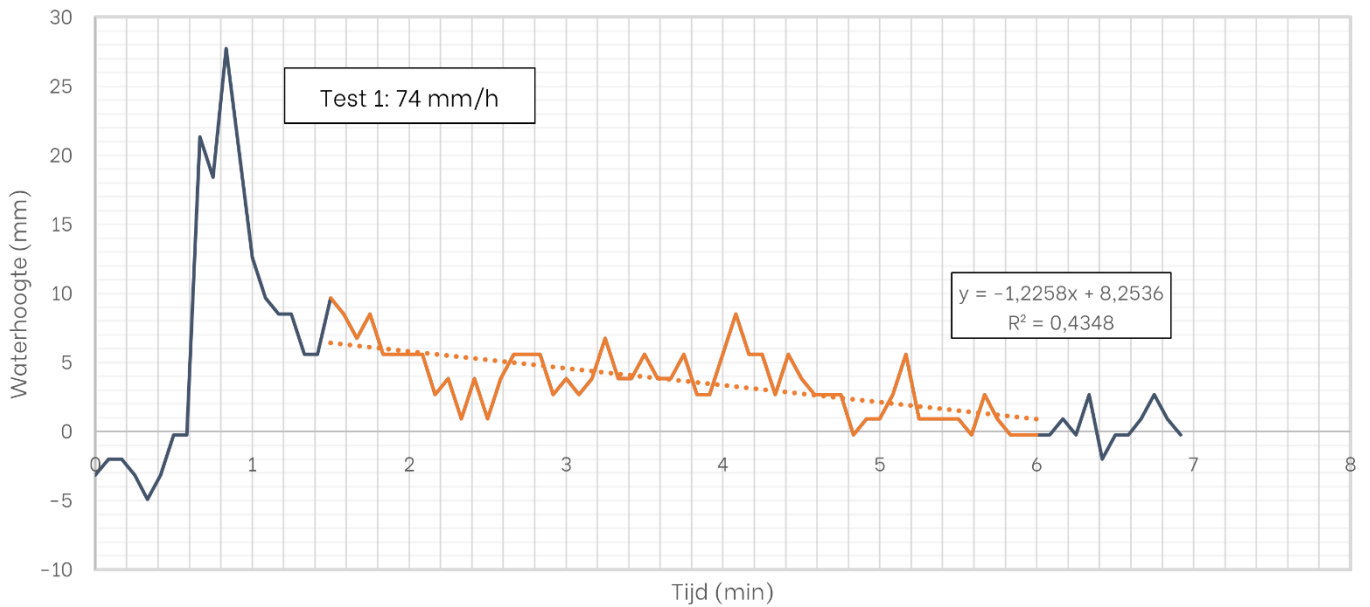
3.5.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

De oppervlakte van het te testen systeem was ongeveer 8 m². Het systeem loopt af met een kleine helling richting de straatkant. Om lekverliezen te minimaliseren, zijn er zandzakken geplaatst. Er is gebleken dat enkel deze zandzakken niet genoeg verdichting bied om verliezen te voorkomen.

Tabel 7 - Proefgegevens Bilderdijklaan

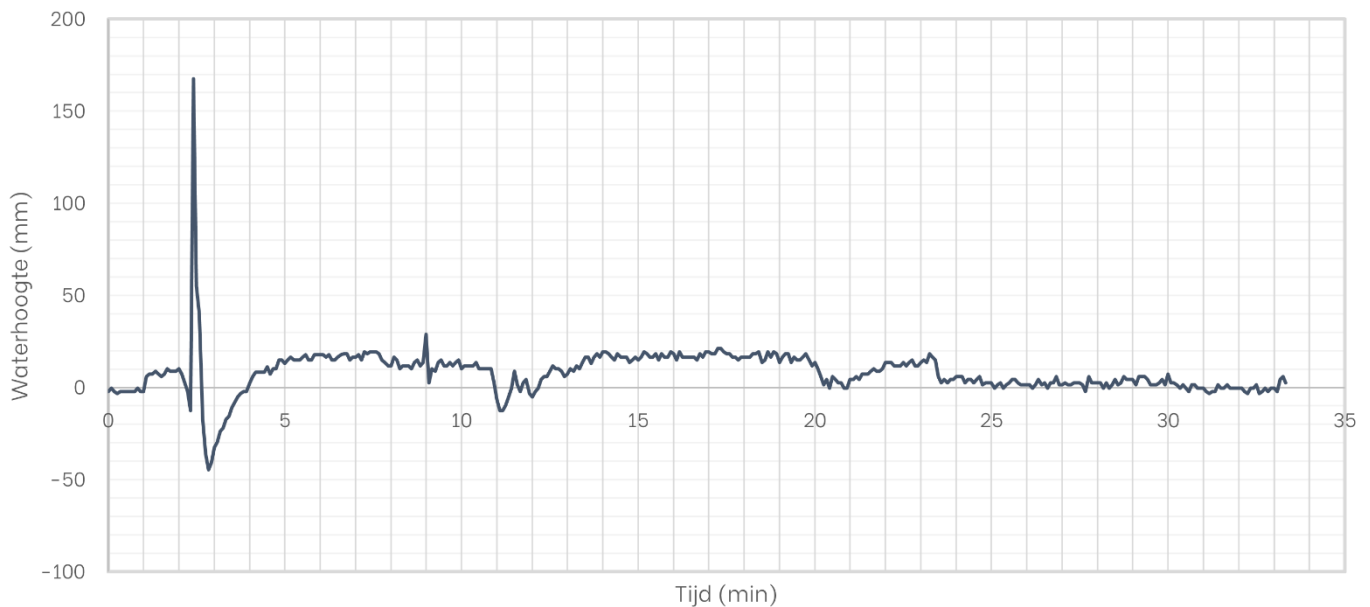
Basisgegevens	
Oppervlakte	8 m ²
Infiltratiesysteem	Waterpasserende verharding
Oppervlakte begroeiing	< 5 %
Ondergrond	Zandbedfundering
Conditie	Lijkt verdicht
Bomen/struiken	Geen
Verkeersbelasting	Parkeren
Helling	Lichte helling richting de weg
Bodemvochtigheid	- Lijkt droog
Volume water	-

Waterpasserende verharding Bilderdijklaan - Diver 1



Figuur 3.19 Infiltratiecurves locatie 2, diver 1

Waterpasserende verharding Bilderdijklaan - Diver 2



Figuur 3.18 Infiltratiecurves locatie 2, diver 2

3.5.3 Conclusie

Ondanks dat de testen visueel gezien niet veel tijd innamen, kan er gesteld worden dat het is mislukt om waardevolle infiltratiecurves te verkrijgen. Bij de eerste proef zijn er teveel verliezen opgetreden. Hierdoor geef de eerste grafiek geen goed beeld van

de werkelijkheid. Bij de tweede test is de diver geplaatst in een depressie. Helaas is de curve zo onregelmatig, dat hier geen infiltratiecapaciteit kan worden uitgetrokken.

3.6 NRE terrein – grasstenen

3.6.1 Visuele waarnemingen

Het NRE-terrein is een gebied tussen de Nachtegaallaan en de Dommelhoefstraat te Eindhoven. Hier zijn grasstenen geplaatst op plekken rondom bomen. Er zijn op het



Figuur 3.22 Links: uitvoering test NRE-terrein, rechts: gehele systeem grasstenen.

terrein veel kolken aanwezig en de oppervlaktes van de grasstenen zijn klein. Het lijkt er daarom op dat de stenen niet geplaatst zijn om de waterstress van het gebied te verminderen, maar om extra water te kunnen laten infiltreren naar de wortels van de bomen.

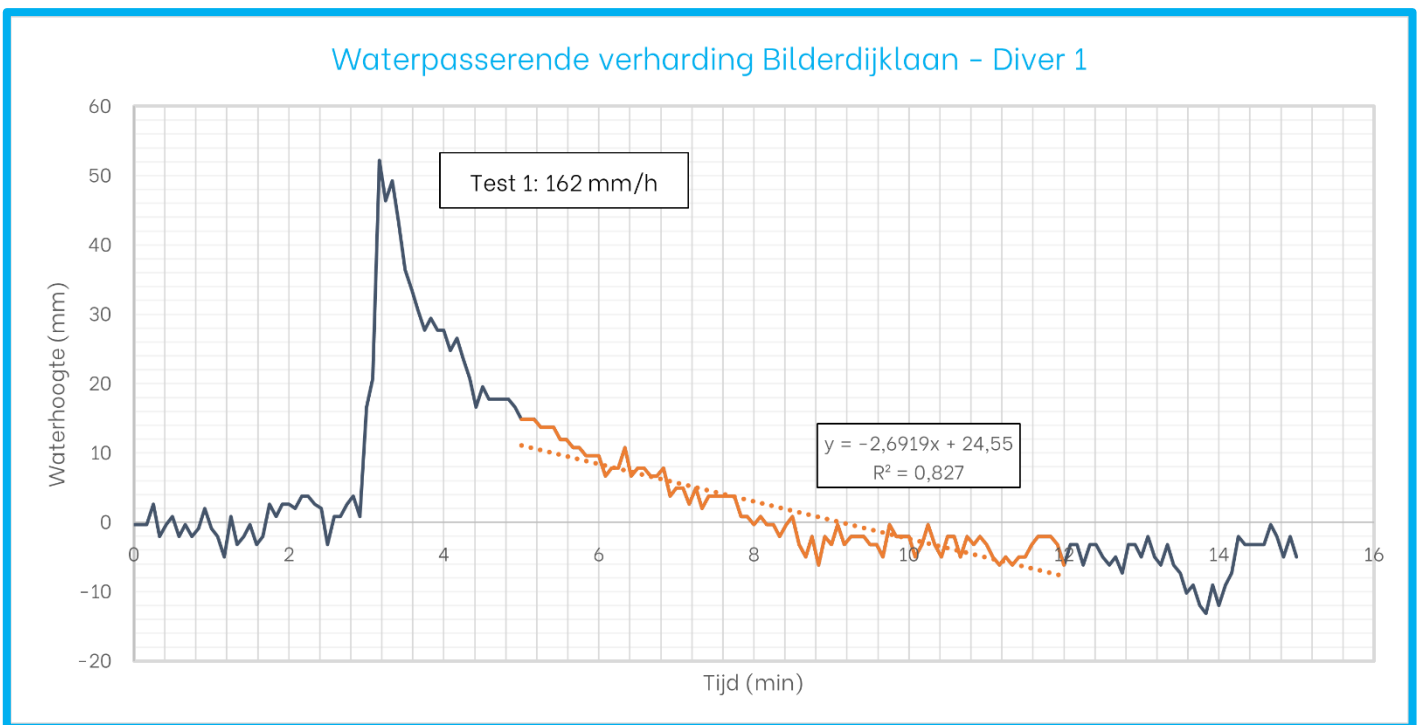
3.6.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

Het te testen oppervlak moest worden omringd door dammen, zie figuur 3.22. De zandzakken alleen boden niet genoeg weerstand om het water binnen het oppervlak te houden. Daarom biedt de infiltratiecurve een verminderd goed beeld van de werkelijkheid. Er was wel goed te zien dat het systeem moeite had met infiltreren. Ook was het oppervlak dusdanig klein, dat de verwachting is dat er weinig water infiltreert tijdens een regenbui.

Tabel 8 - Proefgegevens NRE -terrein

Basisgegevens

Oppervlakte	3 m ²
Infiltratiesysteem	Grasstenen
Oppervlakte begroeiing	> 5 %
Ondergrond	Verdicht
Conditie	Grasgroei in voegen
Bomen/struiken	Geen
Verkeersbelasting	Licht
Helling	Geen
Bodemvochtigheid	-
Volume water	-



Figuur 3.23 - Infiltratiecurves locatie 6, diver 1

3.6.3 Conclusie

Als het systeem puur is ontworpen voor het extra infiltreren van water, dan kan er gesteld worden dat het niet werkt naar behoren. Er stroomt weinig water tussen de voegen en het vulmateriaal is erg verdicht.

3.7 Parklaan – groenstrook

3.7.1 Visuele waarnemingen

Over de gehele parklaan zijn groenstroken aanwezig. Zoals te zien is in figuur 3.14, zijn planten, gras en bloemen aanwezig. De toplaag van de groenstrook ziet er wat droog



Figuur 3.25 – Links: groenstrook, rechts: Uitvoering test op het gras

en compact uit. Het lijkt erop het systeem veel ruimte heeft om voor een goede infiltratiecapaciteit te zorgen.

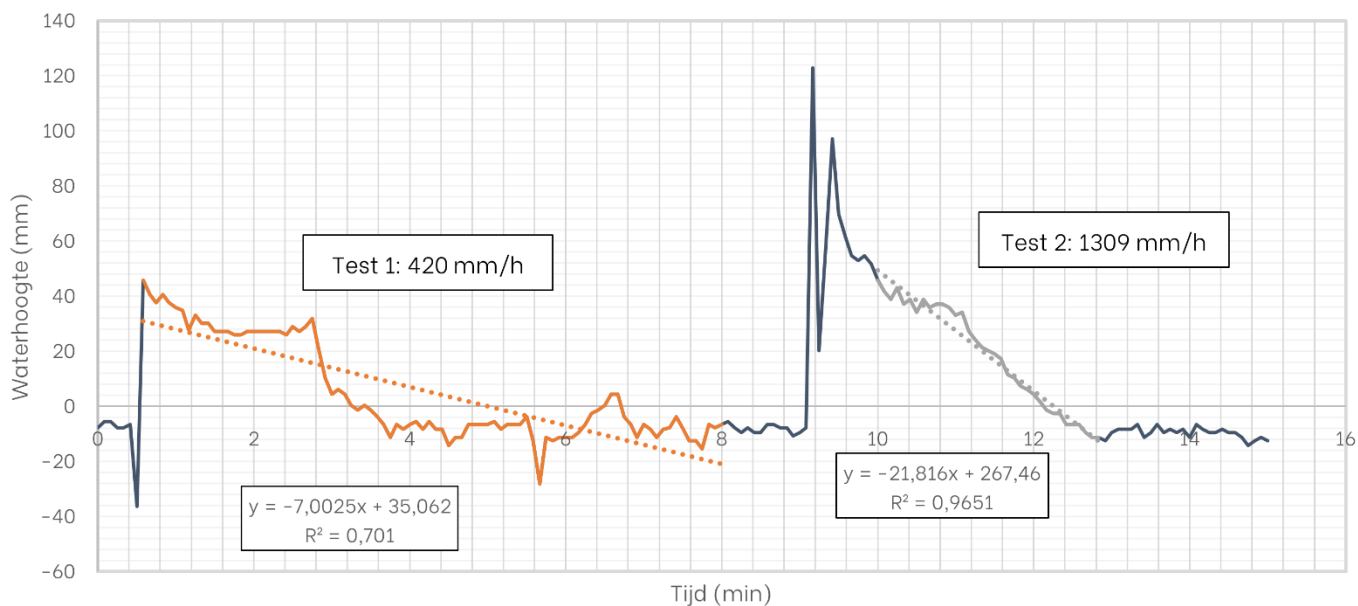
3.7.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

Ook op deze locatie was het niet noodzakelijk om dammen aan te leggen om lekverliezen te voorkomen. Het oppervlak van de test betrof zo'n 18 m².

Tabel 9 – Proefgegevens Parklaan

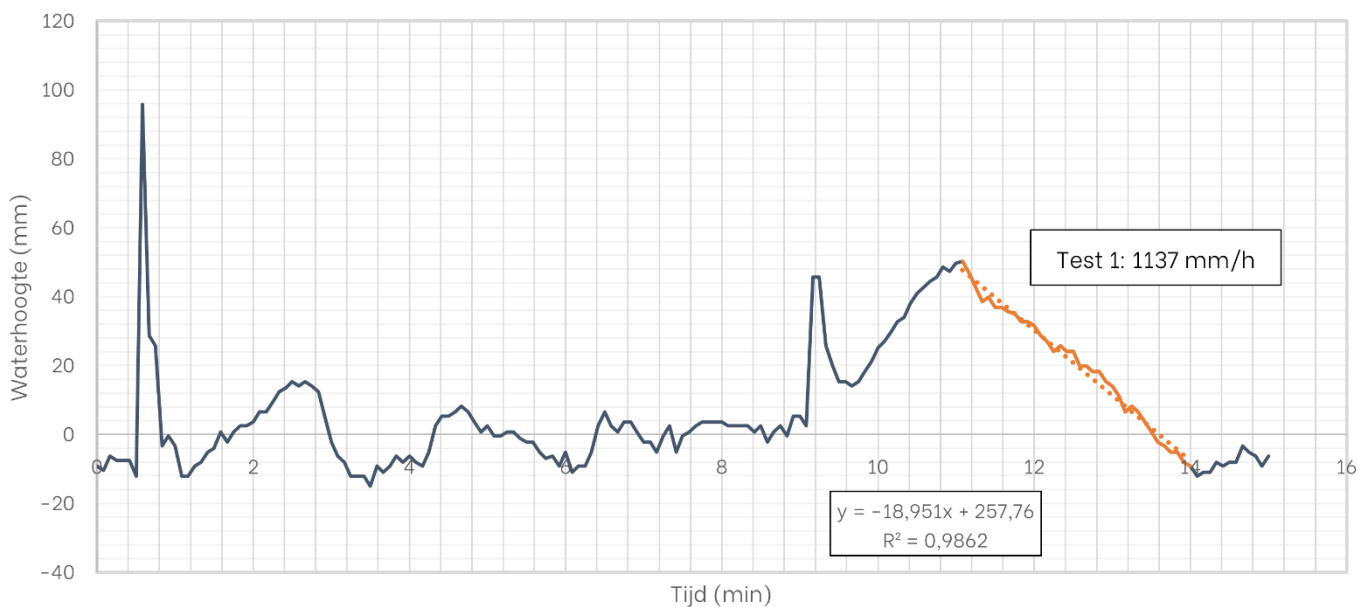
Basisgegevens	
Oppervlakte	18 m ²
Infiltratiesysteem	Groenstrook
Oppervlakte begroeiing	> 80 %
Ondergrond	Licht verdicht
Conditie	Bepanting is rijk, conditie lijkt naar behoren voor infiltratie
Bomen/struiken	Struiken, bloemen
Verkeersbelasting	Geen
Helling	Geen
Bodemvochtigheid	40% Nat
Volume water	± 400 l

Groenstroken Parklaan - Diver 1



Figuur 3.27 - Infiltraiecurve locatie 7, diver 1

Groenstroken Parklaan - Diver 2



Figuur 3.26 - Infiltratiecurve locatie 7, diver 2

3.7.3 Conclusie

Bij beide divers is te zien aan de infiltratiecurve dat de eerste test niet soepel verloopt. Een waarschijnlijke oorzaak is hiervan dat bij deze test veel water is doorgestroomd verder langs de groenstrook. Hierdoor kon het waterniveau boven de divers vrij snel

zakken. Bij de tweede test is dit beter gegaan en zijn er duidelijkere verbanden te zien. Volgens deze test voldoet het systeem uitstekend naar behoren.

3.8 Dommelstraat – boomspiegels

3.8.1 Visuele waarnemingen

De laatste testen zijn gedaan op verschillende boomspiegels. In de Dommelstraat zijn oude en nieuwe boomspiegels. Hier is het dus interessant om te zien wat voor effect



Figuur 3.29 - Links: test nieuwe boomspiegels, rechts: test oude boomspiegels.

de nieuwe boomspiegels hebben ten opzichte van de oude. In figuur 3.25 is te zien dat de nieuwe boomspiegels ook veel beplanting rondom de boom heeft liggen. Het lijkt erop dat het systeem veel ruimte heeft om voor een goede infiltratiecapaciteit te zorgen.

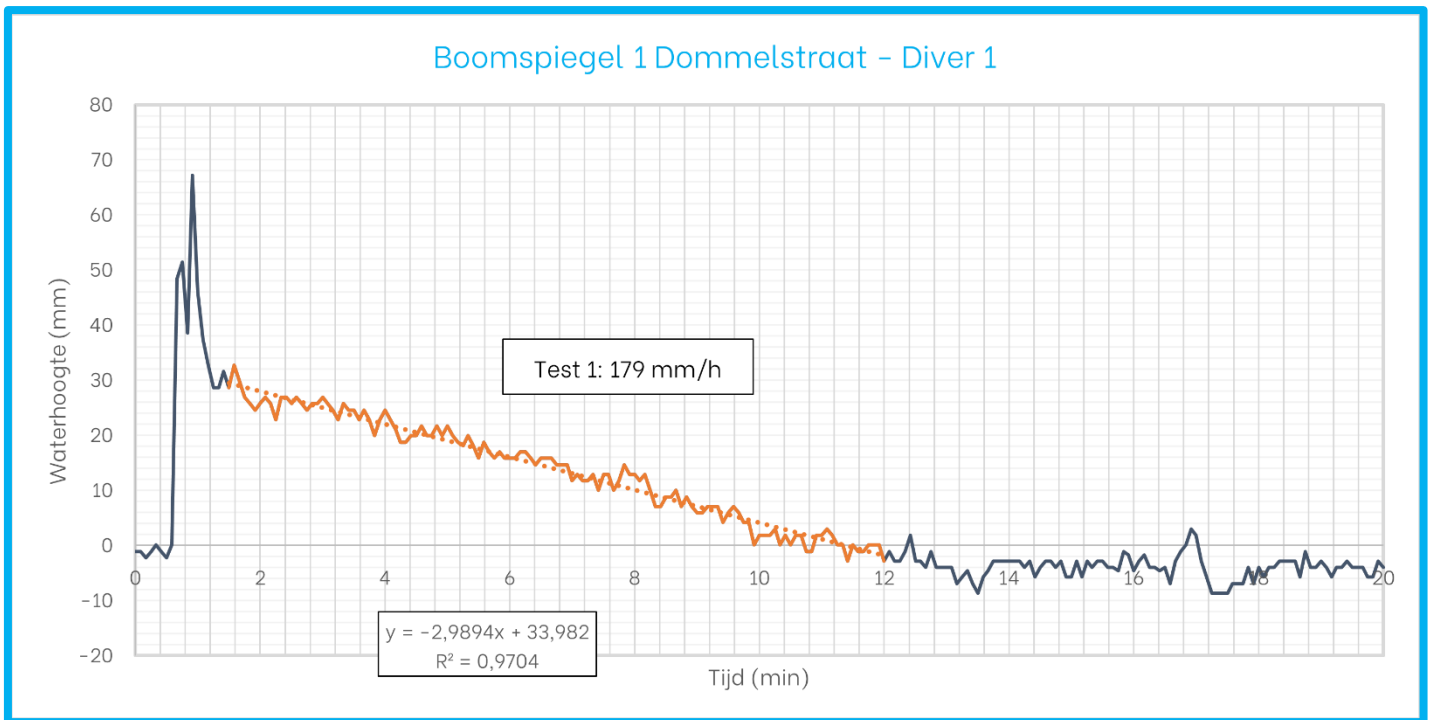
3.8.2 Infiltratiecapaciteit FSIT

Op de oude boomspiegels was het niet nodig om dammen aan te leggen. Bij de nieuwe boomspiegels is er weer gebruik gemaakt van de metalen gietrand. Deze heeft enigszins voor minder lekverliezen gezorgd, al was de rand niet perfect geplaatst. Voor een optimaal resultaat is het van belang dat de gietrand dieper de grond in wordt geplaatst. Hiervoor zul je inkepingen moeten maken in het systeem.

Tabel 10: Proefgegevens Dommelstraat

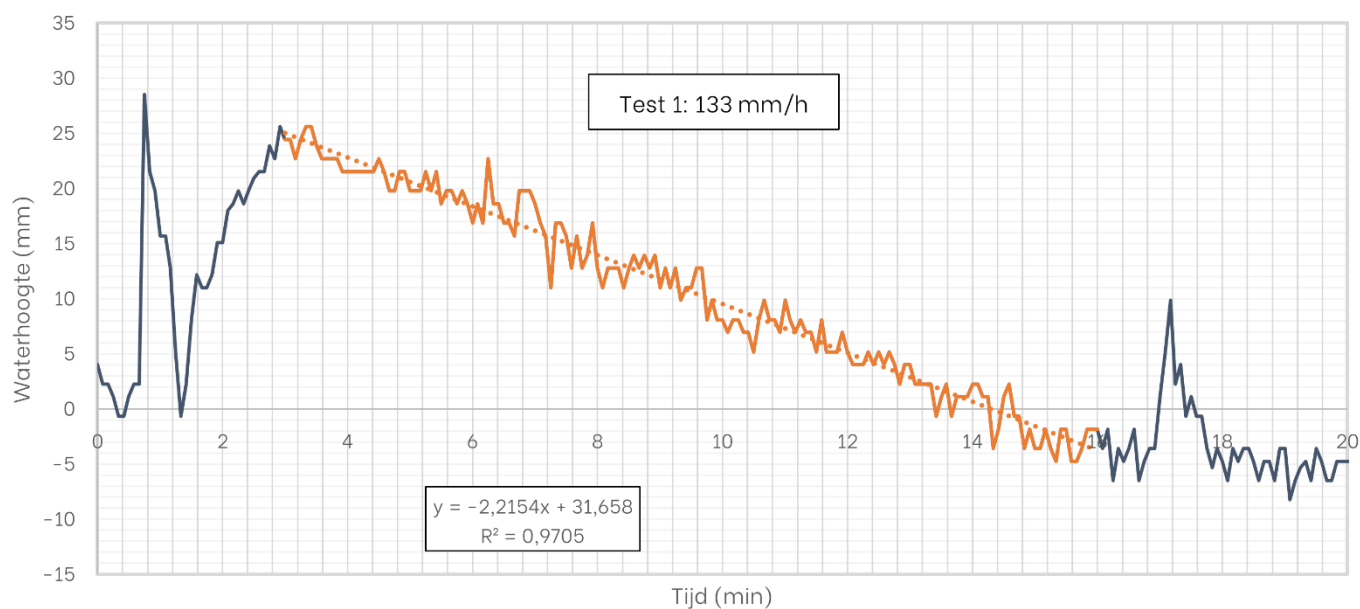
Basisgegevens

Oppervlakte	3,3 m ²	
Infiltratiesysteem		Boomspiegels
Oppervlakte begroeiing	> 40 %	
Ondergrond		Licht verdicht
Conditie	Bepanting is rijk, conditie lijkt naar behoren voor infiltratie	
Bomen/struiken		Struiken, bloemen
Verkeersbelasting		Geen
Helling		Geen
Bodemvochtigheid	40%	Nat
Volume water	-	



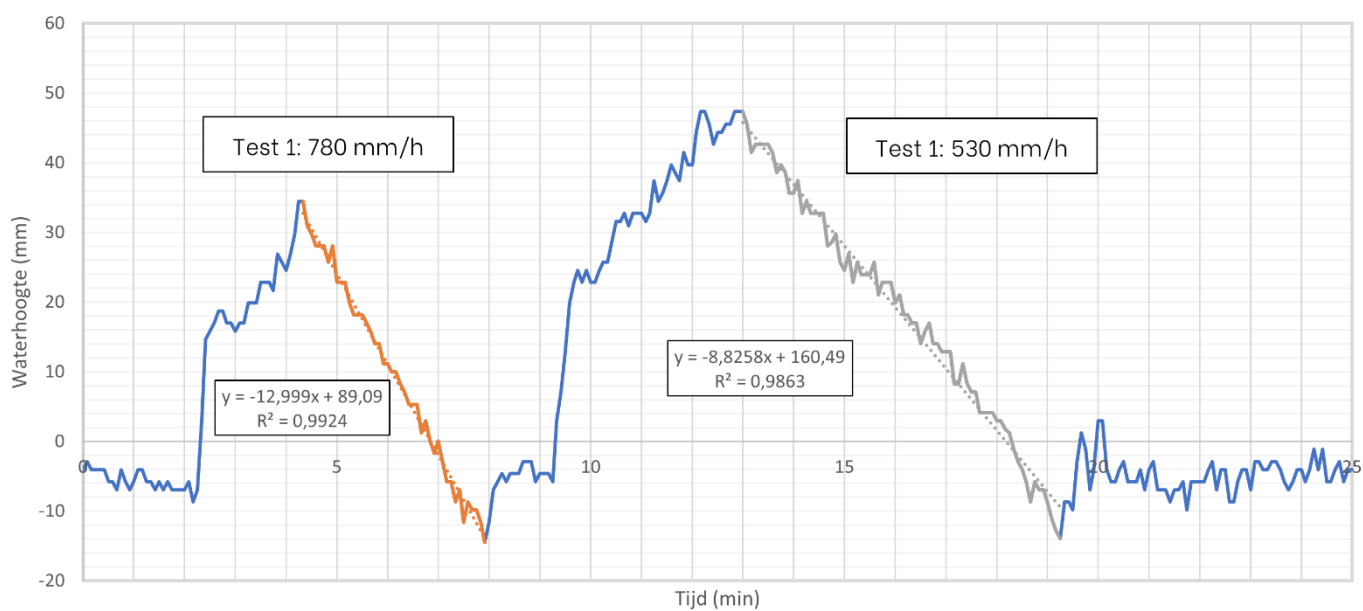
Figuur 3.30 – Infiltratiecurve locatie 8, diver 1, oude boomspiegel

Boomspegel 1 Dommelstraat - Diver 2



Figuur 3.32 - Infiltratiecurve locatie 8, diver 2, oude boomspegel

Boomspegel 2 Dommelstraat - Diver 1



Figuur 3.31 Infiltratiecurve locatie 8, diver 1, nieuwe boomspegel

3.8.3 Conclusie

De testen bij de boomspiegels zien er betrouwbaar en reëel uit. Er is goed te zien dat de nieuwe boomspiegels voor verbetering zorgen in de infiltratiecapaciteit. De nieuwe infiltratie valt vele malen hoger uit. Er waren enkele lekverliezen aanwezig door de metalen gietrand. Ondanks dat kan er wel geconstateerd worden dat het nieuwe systeem erg naar behoren werkt. Er wordt aangeraden om ook de oude boomspiegels te renoveren.

4 Conclusie

In samenwerking met studenten, de gemeente Eindhoven en Deltares is er onderzoek verricht naar de infiltratiecapaciteit van nature based solutions in Eindhoven. Deze proeven zijn uitgevoerd op 31 mei 2021. Het onderzoek is verricht om meer kennis te vergaren omtrent de infiltratiecapaciteit van deze systemen wanneer deze al enkele jaren in gebruik zijn geweest.

Het is gelukt om bij elk systeem de huidige infiltratiecapaciteit in onverzadigde situatie te vinden. Ook is bij enkele systemen een volgende test uitgevoerd om inzicht te geven in de verzadigde situatie.

Er is geëxperimenteerd met een metalen gietrand. Hieruit kunnen we concluderen dat deze idealer zou werken met meer tijd. Ook zijn er nog steeds veel openingen onder aan de rand, waardoor het van belang is om deze goed af te sluiten. Er is gebleken dat zandzakken hiervoor niet voldoende is. Er zou dus onderzoek moeten worden gedaan naar het waterdicht maken van deze testopstelling. In het vervolg zou er kunnen gedacht worden aan het gebruik van kleiachtig materiaal.

Ondanks dat de testen te maken hadden met lekverliezen, is er waargenomen dat de meeste systemen naar behoren werken.

Meetresultaten	<i>Gemiddeld e infiltratie mm/h</i>	<i>R-waarde (betrouw baarheid)</i>	<i>Saturatie infiltratie mm/h</i>	<i>R-waarde (betrouw baarheid)</i>
<i>Hermanus Boexstr. – spiegel binnen</i>	450	0.96	365	0.93
<i>Hermanus Boexstr. – spiegel buiten</i>	1155	0.99	975	0.99
<i>Vestdijk – groenstroken</i>	1186	0.82	486	0.96
<i>Clausplein – gras op parkeerdek</i>	1777	0.95	1898	0.94
<i>Wagstraat – groenstroken</i>	33	0.91	-	-
<i>Bilderdijklaan –waterpasserende verh.</i>	74	0.43	-	-
<i>NRE terrein – grasstenen</i>	162	0.83	-	-
<i>Parklaan – groenstroken</i>	420	0.70	1223	0.97
<i>Dommelstraat – boomspiegel oud</i>	156	0.97	-	-
<i>Dommelstraat – boomspiegel nieuw</i>	780	0.99	530	0.99

Het is opgevallen dat de hoogste waarden te vinden zijn bij nieuwe groenstroken en boomspiegels. Hier wordt steeds vaker gebruik gemaakt van sponsachtig en organisch materiaal wat voor een hoge doorlatendheid zorgt. Te zien is dat de verouderde systemen vooral moeite hebben met het infiltreren. Dit was voornamelijk in de wagstraat. Ook is goed te zien hoe in de Dommelstraat de vernieuwde boomspiegel voor een verbetering zorgt.

Er is bewezen dat men veel verschillende testen uit kan voeren op een meetdag. Echter gaat dit wel ten koste van de betrouwbaarheid van de testen. In het vervolg zal er dus onderzoek moeten worden gedaan naar het vinden van de juiste balans tussen een niet te moeilijke maar wel betrouwbare testopstelling.

Ook is er gebruik gemaakt van verschillende meettechnieken. Deze hebben extra inzicht gegeven in het gedrag van de desbetreffende systemen. Als deze meettechnieken op een meer reguliere basis zullen worden uitgevoerd in een vervolg onderzoek, kunnen er verbanden worden gevonden in de doorlaatbaarheid van een systeem en verschillende eigenschappen.