



# MULTI DISCIPLINARY CHALLENGE

Eindrapport dubbele ring infiltrometer proeven  
Rotterdam Lombardijen

IGO-MDC-Full-scale infiltratiemetingen

Docent: Rick Heikoop

Oskar Smaal (0916158), Stef de Waal (0951369), Koen Vianen  
(0980041), Remi Groeneweg (0981979), Mert Inci (0951167),  
Oualid Tarifit (0952090), Frank den Hartog (0997768)

29 april 2022

## 1 Inhoud

2	Inleiding.....	2
3	Probleembeschrijving .....	3
4	Onderzoeksvragen.....	4
5	Onderzoeksmethode .....	5
6	Resultaten infiltrometer proeven grasvelden.....	8
7	Conclusie .....	20
8	Bibliografie.....	21

## 2 Inleiding

Door de klimaatverandering als gevolg van het broeikaseffect worden er in de toekomst meer extreme weersomstandigheden verwacht, waaronder extreme neerslag en langere periodes van droogte. Het huidige watersysteem (riolering en oppervlaktewater) in Rotterdam is niet ontworpen op deze extremen. Zonder ingrijpen zal er vaker en meer wateroverlast ontstaan. Dit resulteert in enorme (economische) schade en overlast. Een methode om wateroverlast te voorkomen (door het watersysteem te ontlasten) is het toepassen van opvang- en infiltratievoorzieningen (Rotterdam, 2020).

Sinds 1992 worden er in Nederland wadi's aangelegd. Een wadi (vertaald vanuit het Arabisch, 'droog rivierdal') is een opslag en infiltratie voorziening voor hemelwater. In het Nederlands staat het voor Water Afvoer Drainage en Infiltratie. Water van aangesloten verhard oppervlak wordt naar de wadi gebracht i.p.v. naar het riool ('Een wadi kun je eigenlijk overal aanleggen', 2020). Deze wadi's worden ook in de stad Rotterdam aangelegd. De veelal kleiachtige ondergrond in Rotterdam in combinatie met hoog grondwater maakt het succesvol toepassen van wadi's tot een uitdaging (Maak een wadi, z.d.). De projectgroep van de Hogeschool Rotterdam gaat onderzoeken of een selectie van deze wadi's goed functioneren, door proeven uit te voeren op locatie. Hierbij wordt naast de infiltratiecapaciteit van de wadi's zelf ook gekeken naar de infiltratiecapaciteit van het omliggende grasland. Zo kan ingeschat worden of de wadi's aan het dichtslibben zijn en wordt het effect van verschil in maairegime nagegaan. In dit onderzoek wordt nauw samengewerkt samen met ervaringsdeskundigen van de Hanze hogeschool uit Groningen en met de Gemeente Rotterdam.

De proeven bestaan uit het meten van de infiltratiesnelheid in de wadi zelf en de omliggende grond. Het uitvoeren van deze proeven moet objectief kunnen bewijzen dat de geselecteerde wadi's in Rotterdam Zuid hydraulisch goed functioneren. In dit rapport worden de infiltratiemetingen rondom de wadi's en de resultaten hiervan beschreven. Hier worden uiteindelijk conclusies aan verbonden.

### 3 Probleembeschrijving

Op het moment is het klimaat drastisch aan het veranderen, de temperatuur op de aarde stijgt waardoor we steeds vaker en extremere hevige neerslag ervaren in Nederland. Om te voorkomen dat er overstromingen of andere vormen van wateroverlast plaatsvinden, worden er meerdere soorten maatregelen genomen. Een deel van deze maatregelen zijn voor het opvangen en bergen van hemelwater, zoals groene daken, waterpleinen en ondergrondse waterberging. Omdat deze hevige neerslagen zelden plaatsvinden is het belangrijk om zo nu en dan de maatregelen te testen.

Een van de maatregelen die wordt genomen is het aanleggen van wadi's. Deze hebben als functie om het bestaande watersysteem te ontlasten door water tijdelijk te bergen en te laten infiltreren. Als het water dat wordt geborgen te snel infiltreert (<1 dag), dan komt het met onvoldoende vertraging terecht in aangesloten oppervlaktewateren. Dit zou betekenen dat het bestaande systeem niet ontlast wordt. Deze moet de afvoer van de wadi dan tegelijk verwerken met alle andere afvoer (riool en directe afstroming). Ook mogen de wadi's niet te lang vol staan (>2 dagen). Als het water dat geborgen wordt niet voldoende snel infiltreert, dan kunnen nieuwe buien niet geborgen worden in de wadi. In Rotterdam is nog niet bepaald welke wadi's het best werken en welke variabelen hiervoor zorgen.

## 4 Onderzoeksvragen

Dit onderzoek bestaat uit een hoofdvraag en verschillende deelvragen. De hoofdvraag luidt als volgt:

- Wat is de doorlatendheid en infiltratiesnelheid van verschillende wadi's en het omliggende grasveld in Rotterdam?

De deelvragen hebben betrekking op de metingen die in het veld gedaan zijn. Hierbij worden de locaties van de wadi's, de eigenschappen van de wadi's en de meningen van de bewoners in de wijk van de wadi's besproken.

De deelvragen zijn als volgt op te delen:

- Waar liggen de wadi's en hoe dragen de wadi's bij aan de buurt?
- Hoe denken de buurtbewoners over de wadi's?
- Wat voor conclusies kunnen getrokken worden uit de resultaten van de infiltrometer proeven?

## 5 Onderzoeksmethode

### 5.1 Metingen op grasvelden

De wadi's in de wijk Lombardijen in Rotterdam bevinden zich binnen grasvelden met elk hun eigen eigenschappen. De bodemopbouw van grasvelden lijken enigszins op de bodemopbouw van de wadi's, behalve dat de grasvelden vanzelfsprekend hoger liggen. Wel kan de bodemopbouw verschillen t.o.v. wadi's, omdat er in wadi's soms grondverbetering toegepast wordt, wat bij de grasvelden niet gebeurt. Bij wadi's 4 en 5 is namelijk zand en mest toegevoegd om de kans van vegetatie te verbeteren. Voor het onderzoek zijn ondiepe boringen gedaan in de grasvelden. Deze zijn in het hoofdstuk Resultaten te zien. De bodemopbouw is van grote invloed op de infiltratiesnelheid (slecht doorlatend klei tegen goed doorlatend zand). Ook doorworteling van de bodem speelt een belangrijke rol in de infiltratiecapaciteit.

Voor grasvelden heeft de Gemeente Rotterdam drie maaieregimes: intensief maaien (20-26x per jaar), extensief maaien (10x per jaar) en bloemrijk (1-2x per jaar). Deze maaieregimes hebben invloed op de infiltratiesnelheid, door verschil in vegetatie ontwikkeling) en verdichting van de bodem door maaimachines. In totaal zijn er op vijf verschillende grasvelden metingen gedaan. Later in dit verslag zal worden ingegaan op de locaties en de eigenschappen van deze grasvelden.

### 5.2 Dubbele ring infiltrometingen

Om de invloed van het maaieregime, bodemstructuur en bodemtextuur op de verticale infiltratiesnelheid van de topgrond te kunnen bepalen, worden er op grasvelden rondom de wadi's metingen gedaan met behulp van een dubbele ring infiltrometer (DRI). Een DRI is geschikt om de infiltratiesnelheid van de toplaag te meten. Voor de infiltratiesnelheid in grasvelden is het meten van deze infiltratiesnelheid in de toplaag voldoende. Voor het onderzoek wordt er per grasveld ook gekeken naar wat voor vegetatie het betreft. Uit de resultaten van alle metingen en observaties kan uiteindelijk een conclusie getrokken worden.

De waterniveaus in de buitenste en binnenste ring worden handmatig gelijk gehouden door de buitenste ring waar nodig aan te vullen. Het water in de binnenste ring infiltreert de grond. Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de infiltratiesnelheid is het belangrijk dat het water alleen in de diepte infiltreert. De buitenste ring werkt als een barrière waarlangs het water uit de middelste ring niet kan infiltreren (Eijkelkamp, z.d.). De ringen worden gevuld met water uit jerrycans en emmers die in de buurt van het onderzoek uit sloten gevuld zijn. De metingen worden gedaan door de waterhoogte in de binnenste ring te monitoren over de tijd (fallinghead). Dit wordt gedaan met zowel divers (digitaal) als visueel door de student zelf.

Een diver is een zogenoemde "water level logger". Dit apparaat meet de druk en op die manier kan de waterdiepte worden bepaald. De diver-metingen worden in Excel gecorrigeerd met de luchtdruk (van de droge diver), aangezien deze ook in de tijd varieert en anders de metingen verstoort. Daarna wordt in een Excel bestand de waterhoogte uitgezet tegen de tijd, op deze manier kan vervolgens de infiltratiesnelheid worden bepaald.

Voor het visuele onderzoek is er in de binnenste ring een meetlint aangebracht waarop de waterdiepte kan worden afgelezen. Hier wordt om de drie minuten de waterdiepte met de hand genoteerd, totdat al het water geïnfiltreerd is of als er 30 minuten zijn verstreken. Net als bij de divers, kan ook op deze manier de infiltratiesnelheid worden bepaald. In principe wordt alleen de data van de divers gebruikt, omdat deze nauwkeuriger is. De visuele metingen dienen voornamelijk ter controle van de digitale metingen.



*Figuur 1, dubbele ring infiltrometers*

### 5.3 Locaties infiltrometer proeven

In deze paragraaf worden de locaties van de wadi's en infiltrometer proeven in kaart gebracht. Deze verschillende locaties bevinden zich in de Rotterdamse wijk Lombardijen. Rotterdam staat naast de Rotterdamse Haven en de rivier de Maas ook bekend om haar auto centrische infrastructuur ontwerp. Daarnaast bevindt deel van Rotterdam zich onder de zeespiegel. Om die reden worden testen uitgevoerd in Rotterdam door middel van infiltrometers op de grasvelden en full-scale testen in wadi's .

Rotterdam is druk bezig om de stad te vergroenen, ook in de wijk Lombardijen. Deze wijk bestaat voornamelijk uit 'tuinsteden', waar naast bebouwing ook veel groen aanwezig is. Ook is er relatief veel oppervlaktewater, dit is te zien in figuur 1 en 2. De locaties van de wadi's zijn in figuren 2 en 3 weergegeven.

De infiltrometer proeven worden zo dichtbij mogelijk bij de wadi met hetzelfde maaieregime gemeten. Dit wordt gedaan om de metingen in het gras goed met de metingen in de wadi te kunnen vergelijken. In de figuren in het hoofdstuk "Resultaten snelheid" is visueel te zien waar er werd gemeten en bij welk wadi de behorende infiltrometer proeven horen.



Figuur 2, plattegrond wadi's 1 t/m 3



Figuur 3, plattegrond wadi's 4 en 5

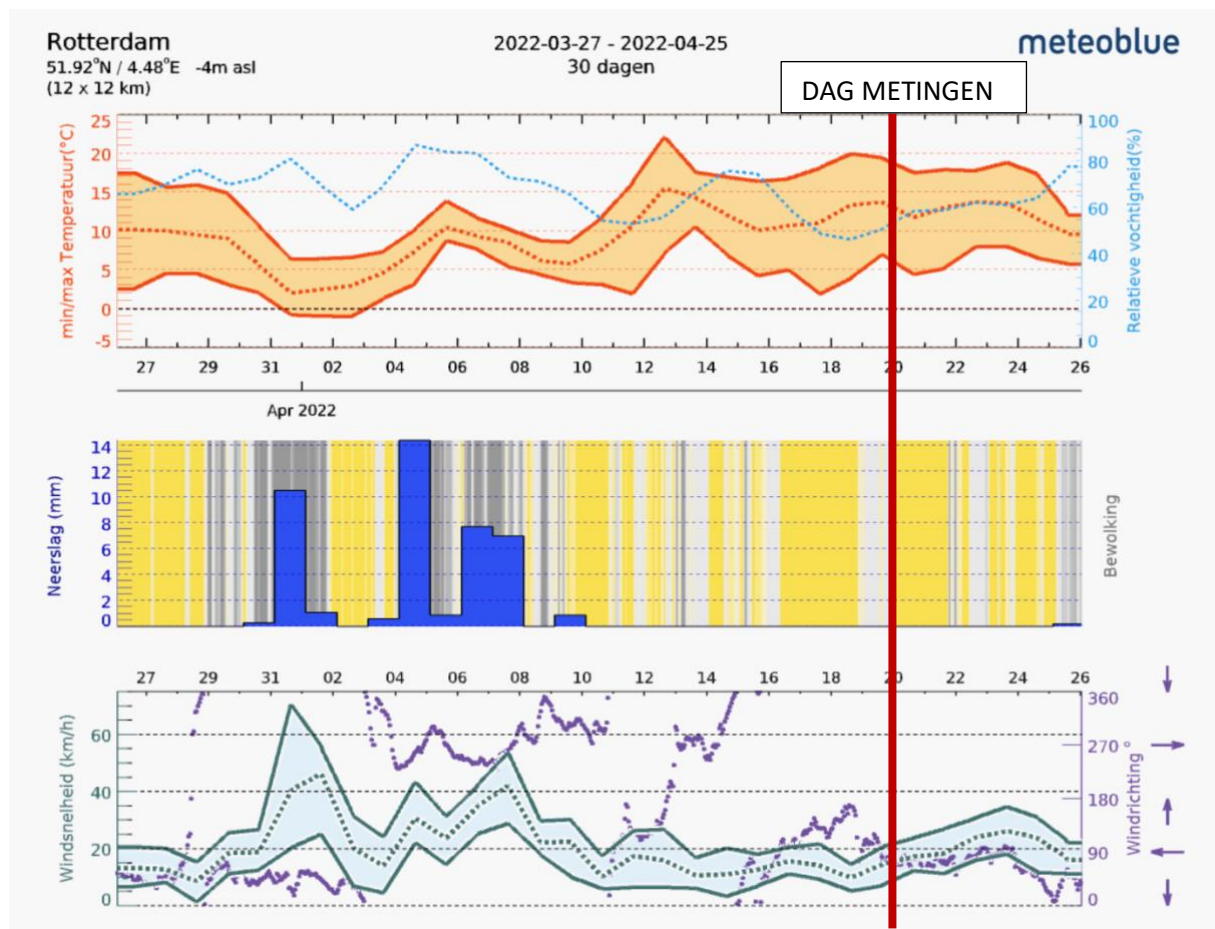


## 6 Resultaten infiltrometer proeven grasvelden

### 6.1 Weersomstandigheden

In Figuur 4 zijn de weersomstandigheden van de maand april 2022 te zien in Rotterdam. De rode lijn geeft de dag van de metingen aan (20 april 2022). De weersomstandigheden kunnen invloed hebben op de resultaten van de infiltratiemetingen. Daarom is het van belang dat die omstandigheden bekend zijn.

Op de grafieken is te zien dat april relatief een droge maand was met veel zon. Dit betekent dat de bodem toen zeer droog was. In de resultaten is te zien dat aan het begin van de meting de infiltratiesnelheid zeer hoog was. Wanneer de bodem verzadigd is met water neemt de infiltratiesnelheid af. De resultaten van de metingen worden berekend vanaf wanneer de grond verzadigd is met water, omdat dit de waarde is die ook in mindere gunstige (nattere) condities geldt.



Figuur 4, weersomstandigheden april 2022 (bron: meteoblue)

## 6.2 Locatie 1 (Homerusstraat)

### 6.2.1 Gebiedsomschrijving

De eerste locaties van onze infiltratiemetingen bevinden zich op grasvelden in ten oosten en westen van wadi 1. Dit grasveld ligt langs de Homerusstraat. Het veldje bestaat uit voornamelijk hoog gras met andere vegetatie (zoals klavers), het geldt als bloemrijk grasland. Het gras is geworteld in een laag zand. Deze laag zand biedt goede infiltratiemogelijkheden, maar dieperliggende lagen op ca. 30 cm onder maaiveld bestaan uit klei. Deze dieperliggende lagen zullen ervoor zorgen dat het water na de eerste 30 cm langzamer zal infiltreren.



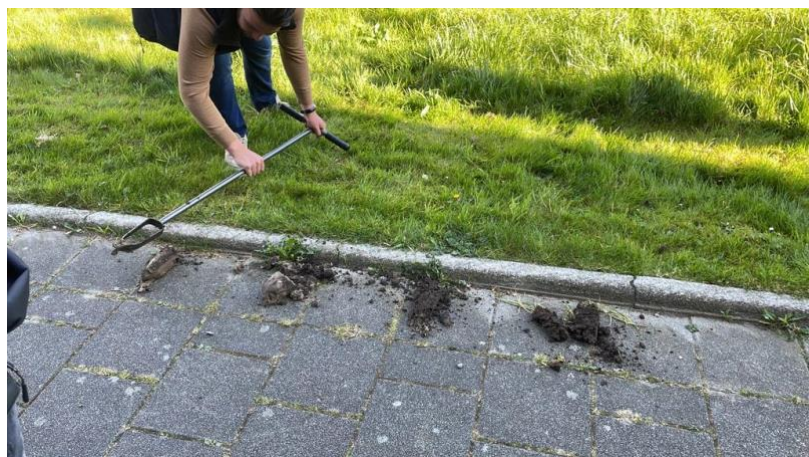
Figuur 5: Wadi locatie 1



Figuur 6: Gebied infiltrometing wadi 1



Figuur 7: Dubbele ring meting 1



Figuur 8: Grondsoort infiltrometer 1

Tabel 1 boring 1 rondom wadi 1

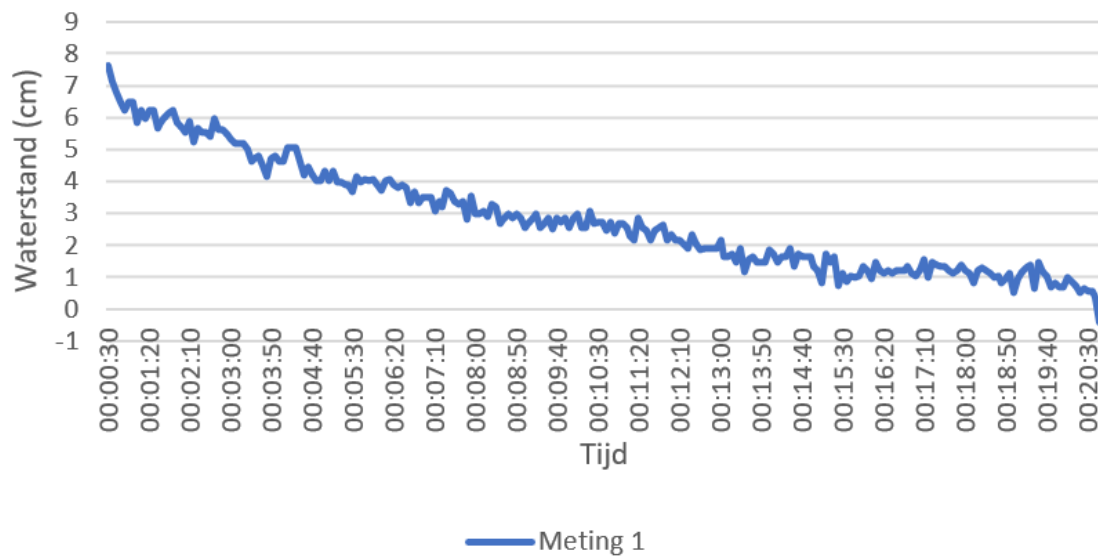
Diepte vanaf maaiveld	Grondsoort
15 centimeter	Kleiig zand + wortels
30 centimeter	Kleiig zand
45 centimeter	Zandig klei
60 centimeter	Klei
75 centimeter	Klei + bouwpuin

Tabel 2 boring 2 rondom wadi 1

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Kleiig zand + wortels
30 centimeter	Kleiig zand
45 centimeter	Zandig klei
60 centimeter	Zandig klei + klei
75 centimeter	Klei + bouwpuin

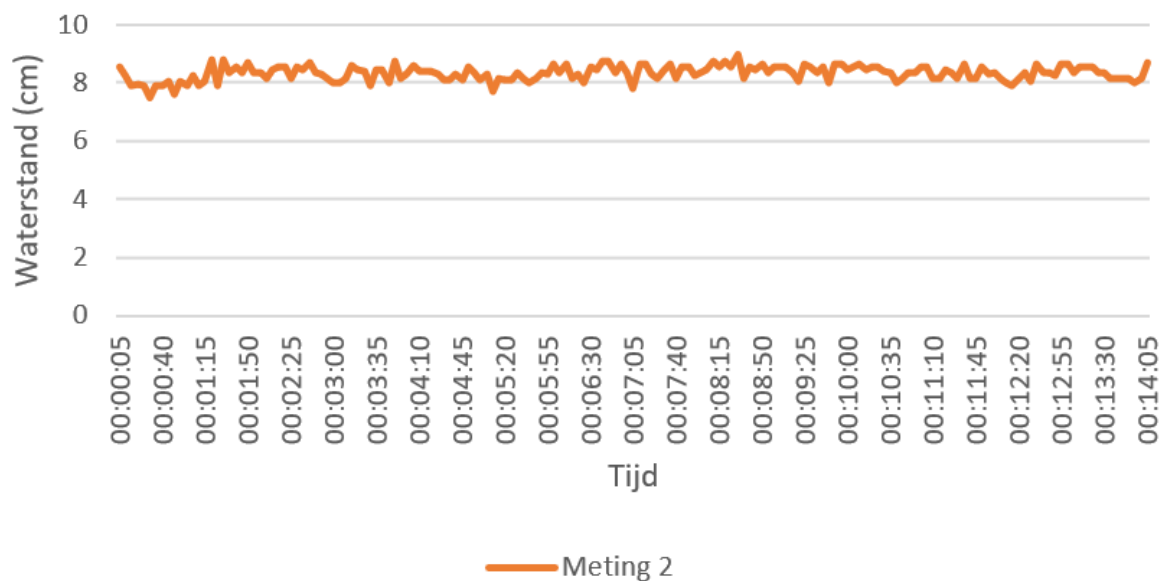
## 6.2.2 Resultaten infiltratiesnelheid

### Infiltrometer proeven locatie 1



Figuur 4, infiltrometer proeven locatie 1

### Infiltrometer proeven locatie 1 in wadi



Figuur 5, infiltrometer proeven locatie 1 in wadi



Figuur 6, locaties metingen locatie 1

Er zijn drie metingen gedaan rondom wadi 1 waarvan er 1 mislukt was. **Meting 1** is gedaan op het grasveld aan de andere kant van de weg, dit veld heeft een infiltratiesnelheid van **28 mm/uur**, hier is te zien dat het water de eerste 20 minuten vrij rap infiltreert ten opzichte van de andere meting. De **tweede meting** is gedaan tegenover wadi 1 (naastgelegen wadi waar geen full-scale test is gedaan), hier was een infiltratiesnelheid van rond de **1 mm/uur**, de reden van deze infiltratiesnelheid is dat de meting gedaan is op stuk grond dat slecht infiltreert. Eén meter naast deze meting in de wadi had het water wel een stuk sneller geïnfiltreerd.

## 6.3 Locatie 2 (Petrarcastraat)

### 6.3.1 Gebiedsomschrijving

De tweede meting is uitgevoerd op het grasveld naast de Petrarcastraat ten noordwesten van wadi 2. Dit grasveld wordt intensief gemaaid, maar heeft desondanks ook veel bloemen (madeliefjes en paardenbloemen). Deze vegetatie ligt geworteld in een laag humeuze klei. Deze laag klei humeuze klei (ca. 15 cm) wordt gevolgd door een kleilaag tot aan ca. 75 cm onder maaiveld. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat water slecht de bodem in infiltreert.



Figuur 9: Wadi 2



Figuur 10: Gebied infiltrometing wadi 2



Figuur 11: Dubbele ring meting 2



Figuur 12: Grondsoort infiltrometing wadi 2

### Intensief maairegime

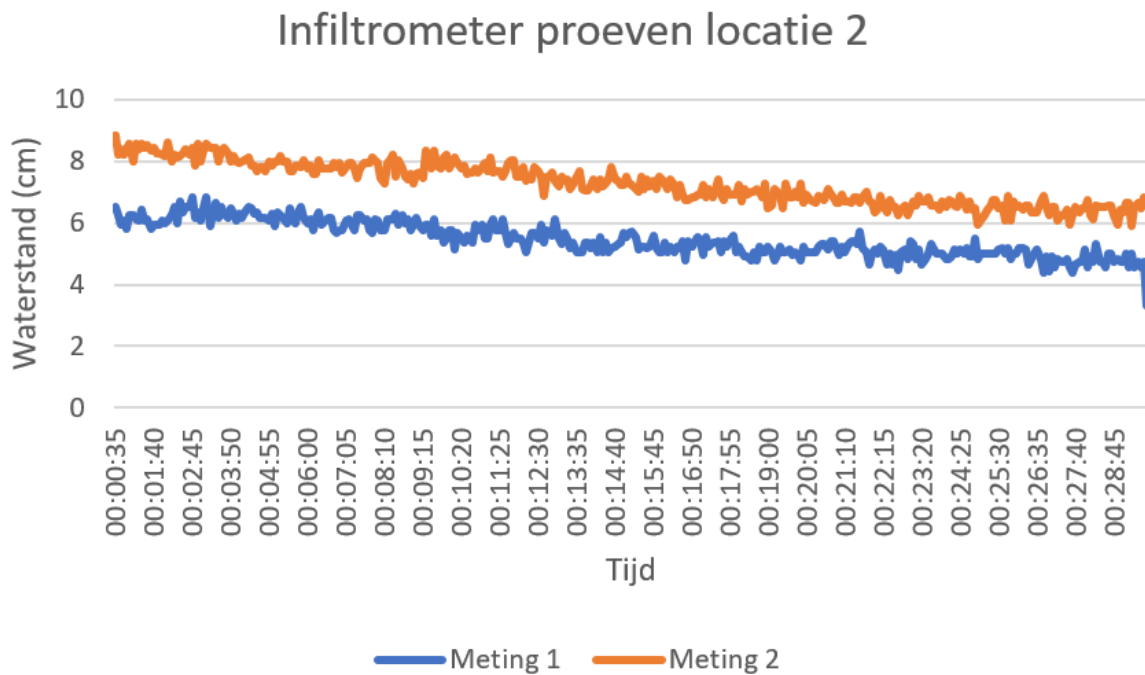
Tabel 3 Boring 1 rondom wadi 2

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Klei + wortels
30 centimeter	Klei
45 centimeter	Klei
60 centimeter	-
75 centimeter	-

Tabel 4 Boring 2 rondom wadi 2

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Klei + wortels
30 centimeter	Klei + wortels
45 centimeter	Klei
60 centimeter	Klei
75 centimeter	Klei

### 6.3.2 Resultaten infiltratiesnelheid



Figuur 7, infiltrometer proeven locatie 2

Ook hier hebben twee metingen plaatsgevonden. Deze twee metingen zijn gedaan op het grasveld naast de wadi. De eerste meting heeft een infiltratiesnelheid van **2,9 mm/uur** en de tweede een snelheid van **3,2 mm/uur**.

## 6.4 Locatie 3 (Petrarcastraat)

### 6.4.1 Gebiedsomschrijving

De infiltratiemeting die is uitgevoerd bij wadi 3 is uitgevoerd ten noordwesten van de wadi. Het grasveld waarop de meting is uitgevoerd heeft laag gemaaid gras en is vergelijkbaar met locatie 2. Het verschil tussen de deze locaties zit in het maairegime. In plaats van intensief wordt het extensief gemaaid. Het gras is geworteld in een kleilaag. Deze kleilaag scheidt het maaiveld van een laag zand. Dit zou kunnen zorgen voor een lage infiltratie snelheid.



Figuur 13: Gebied infiltrometing wadi 3



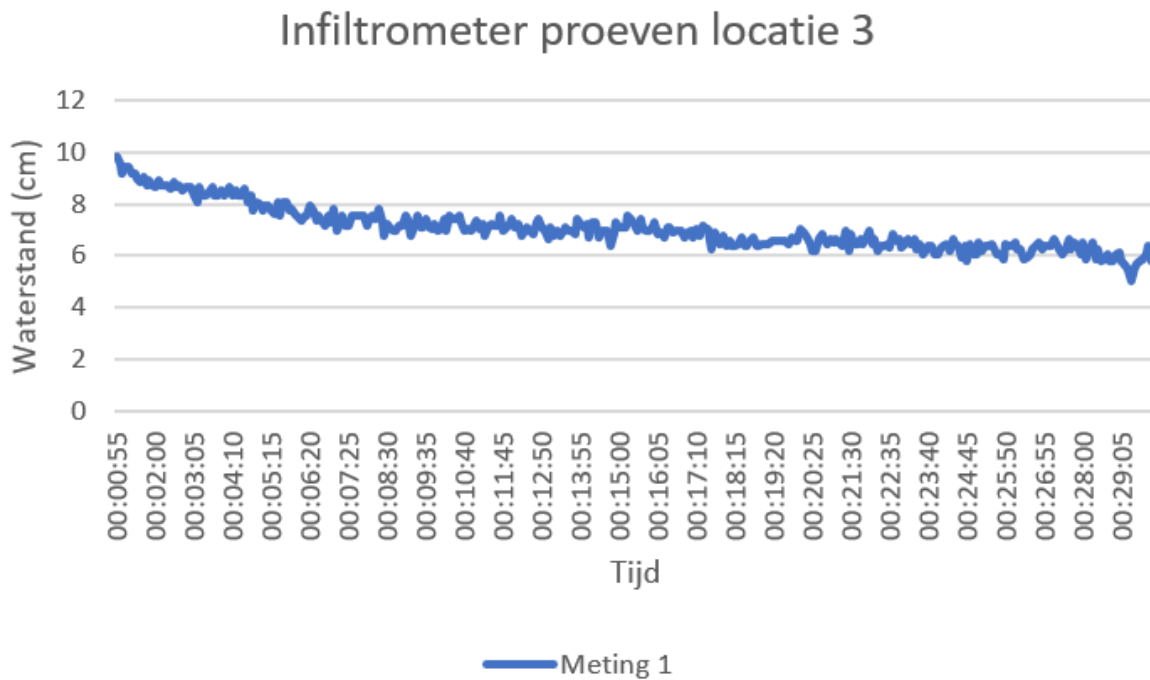
Figuur 14: Wadi 3



Figuur 15: Grondsoort infiltrometing 3

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Zandig klei + wortels
30 centimeter	Zandig klei
45 centimeter	Kleiig zand
60 centimeter	Kleiig zand
75 centimeter	Zand

## 6.4.2 Resultaten infiltratiesnelheid



Figuur 8, infiltrometer proeven locatie 3

Bij wadi 3 is er maar een enkele infiltrometing uitgevoerd. Het maaregime is bij locatie 3 vergelijkbaar als bij locatie 2 en heeft daarom een vergelijkbaar resultaat als bij locatie 2. Omdat het maaregime vergelijkbaar is, is 1 metingen op deze locatie voldoende. Deze meting heeft plaatsgevonden aan de andere kant van het grasveld van wadi 2. Hierbij was de infiltratiesnelheid **3,5 mm/uur**.



## 6.5 Locatie 4 (Augustinusstraat)

### 6.5.1 Gebiedsomschrijving

De infiltratiemetingen voor wadi 4 zijn uitgevoerd ten westen van de van de Plotinusstraat. De vegetatie bestaat uit extensief gemaaid gras geworteld in een laag klei. Deze laag loopt over naar een laag zand.



Figuur 16: Gebied infiltrometing wadi 4



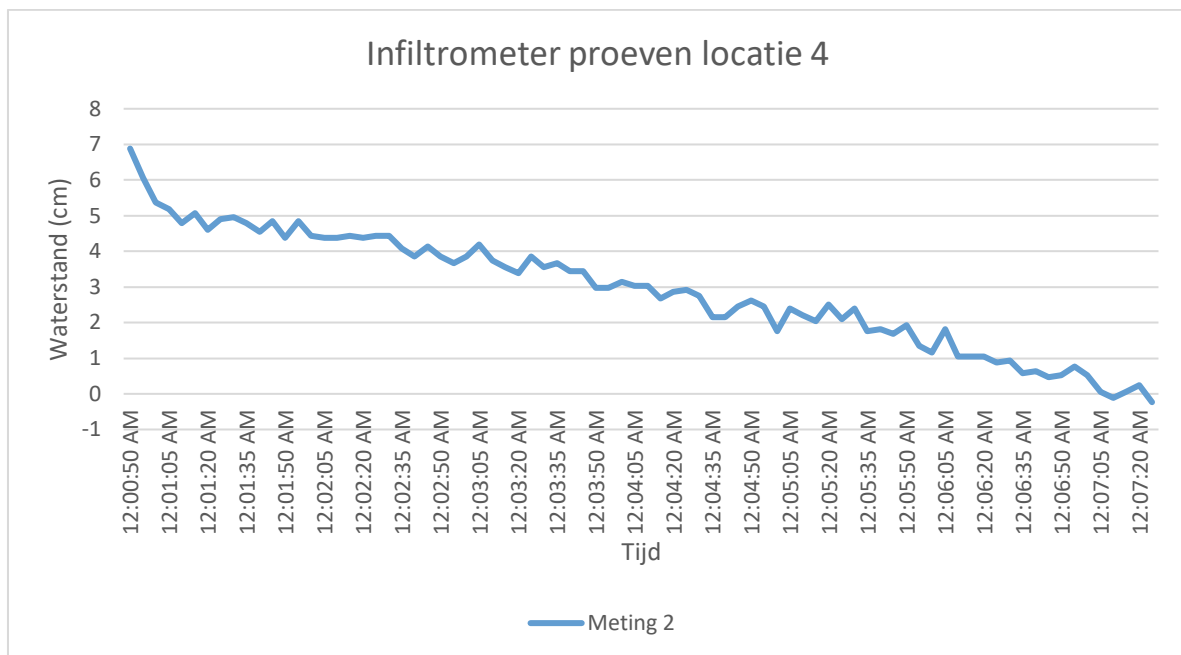
Figuur 17: Wadi 5



Figuur 18: Grondsoort infiltrometing 5

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Zandig klei + wortels
30 centimeter	Zandig klei
45 centimeter	Kleiig zand
60 centimeter	Kleiig zand
75 centimeter	Kleiig zand

## 6.5.2 Resultaten infiltratiesnelheid



Figuur 9, infiltrometer proeven locatie 4

Tabel 5 Visuele meting locatie 4 meting 1

Tijd	Waterniveau in centimeter
00:00	7
00:03	5
00:06	3,2
00:09	2
00:12	0

Rondom wadi 4 zijn er 2 infiltrometingen gedaan op het grasveld die ernaast ligt. Deze metingen hebben uiteenlopende resultaten. De eerste meting heeft een stijgende lijn en wordt daarom ook niet meegenomen in de resultaten, de rede hiervoor is dat er waarschijnlijk een lekkage heeft plaatsgevonden. In de tabel hierboven is een visuele meting te zien waarbij het waterniveau wel duidelijk zakt. Dit laat zien dat de eerste meting onbetrouwbaar is en maar dat de tweede meting wel de betrouwbare is. Hierbij is de infiltratiesnelheid **52 mm/uur**.

## 6.6 Locatie 5 (Plotinusstraat)

### 6.6.1 Gebiedsomschrijving

De infiltrrometingen bij de 5<sup>e</sup> wadi zijn ten zuidwesten en ten oosten van de wadi gedaan. De grondopbouw bestaat aan de bovenkant uit kleilig zand en dit loopt tot aan de onderkant van de boring geleidelijk over naar klei. Zoals op de afbeeldingen te zien is, staat het gras op deze grasvelden vrij hoog en is er maaisel aanwezig. Het gras wordt 10x per jaar gemaaid en valt onder het extensieve maaieregime.



Figuur 19: Wadi 5



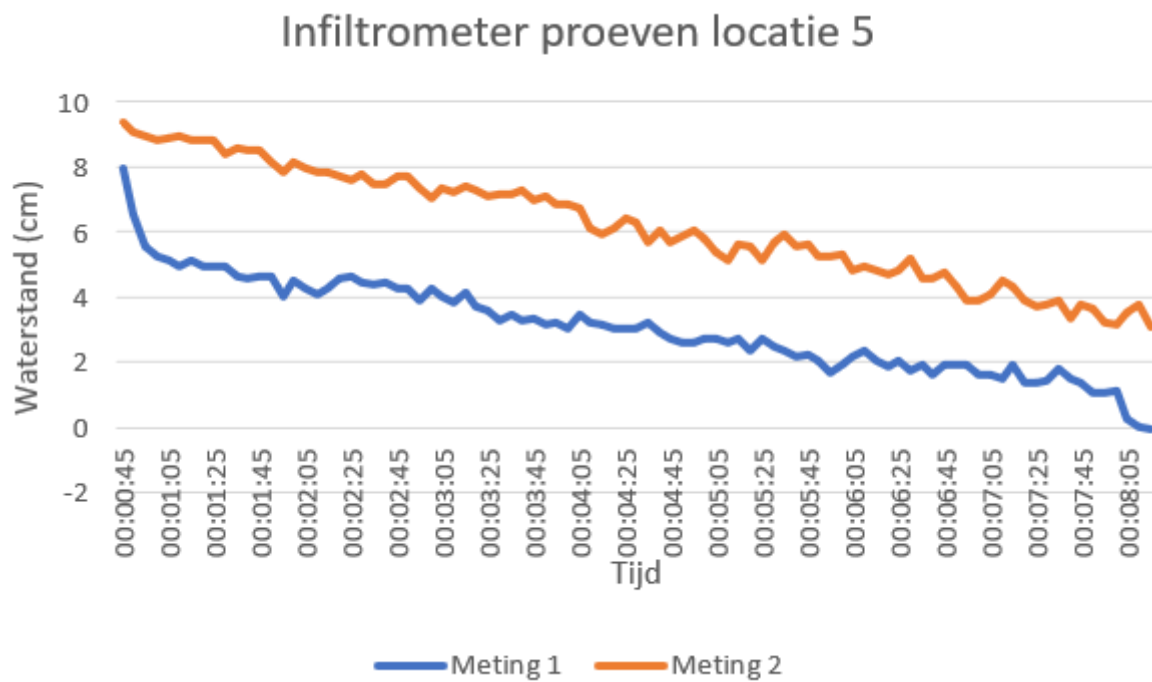
Figuur 20: Gebied infiltrrometing wadi 5



Figuur 20: Grondsoort infiltrrometing 5

Diepte	Grondsoort
15 centimeter	Kleilig zand + wortels
30 centimeter	Kleilig zand
45 centimeter	Zandig klei
60 centimeter	Klei
75 centimeter	Klei

## 6.6.2 Resultaten infiltratiesnelheid



Figuur 10, infiltrometer proeven locatie 5

Bij wadi 5 zijn er ook weer twee metingen uitgevoerd. Deze twee metingen zijn uitgevoerd op het grasveld dat direct langs de wadi ligt. De infiltratiesnelheid van de eerste meting is **89,6** mm/uur en bij de tweede meting **90,7** mm/uur.

## 7 Conclusie

De grasvelden rondom de wadi's hebben voornamelijk een kleiige bodemopbouw, met deels zand in het klei in de bovenste 15 cm. Wat er geconcludeerd kan worden is dat bij meer klei in de grondopbouw de infiltratiecapaciteit lager wordt. Bij de eerste wadi (Homerusstraat) zie je dat er bij een kleiig zand de infiltratiecapaciteit hoger ligt dan bij alleen klei (wadi 2: Petrarcastraat). De kleiige grondopbouw betekent niet gelijk dat er wateroverlast zal ontstaan bij hevige regenbuien. Bij voorkeur genereert een grasveld geen afstroming bij hevige neerslag (20 tot 50 mm per uur), dit is dan ook de gewenste de infiltratiecapaciteit.

De doorlatendheid van de grasvelden bij de eerste wadi is hoog, dit komt doordat de grond voornamelijk uit zand bestaat. De grasvelden bij de tweede wadi is daarentegen het tegenovergestelde, de grondopbouw bestaat vooral uit klei waardoor het langzaam infiltreert. Uit de metingen kan hier geconcludeerd worden dat het grasveld bij wadi 1 een infiltratiesnelheid van 28 mm/uur heeft, bij het grasveld van wadi 2 is dit slechts 3 mm/uur. Dit is een heel groot verschil waar de grondopbouw de aanleiding van is. Het grasveld bij wadi 3 heeft een infiltratie snelheid van 3.5 mm/uur. Dit grasveld heeft maar iets meer zand in de grond waardoor de infiltratiesnelheid heel weinig is gestegen.

De laatste twee grasvelden bevinden zich ca. 700 meter verder in de wijk (Augustinusstraat). Hier is de verhouding tussen klei en zand kleiner dan bij de eerste drie grasvelden, er is meer zand dan klei. De velden bestaan uit zowel zand als klei, waardoor de infiltratiesnelheid niet te snel of te langzaam is. De infiltratiesnelheid is wel sneller dan de wadi 1 t/m 3. Het grasveld bij wadi 4 heeft een gemiddelde infiltratiesnelheid van 52 mm/uur. Dit grond bestaat uit zandig klei. Het grasveld bij wadi 5 heeft een gemiddelde infiltratiesnelheid van 90 mm/uur.

Tabel 6, overzicht resultaten per grasveld

Locatie	Grondsoort (voornamelijk)	Infiltratiesnelheid(mm/uur)	Maabeleid grasvelden
Grasveld wadi 1	Kleiig zand + wortels	28	Bloemrijk
Grasveld wadi 2	Klei	3	Intensief
Grasveld wadi 3	Zandig klei	3.5	Extensief
Grasveld wadi 4	Kleiig zand	52	Extensief
Grasveld wadi 5	Kleiig zand	90	Extensief

Als de grondsoort bestaat uit klei is de infiltratiesnelheid en doorlatendheid het laagst en bij kleiig zand het hoogst. Dus hoe meer zand des te hoger de infiltratiesnelheid. Wanneer naar het maairegime wordt gekeken, kan er geconcludeerd worden dat dat in dit onderzoek niet echt invloed heeft op de infiltratiesnelheid. De grondsoorten zijn maatgevend voor de infiltratiesnelheid en de doorlatendheid. Bij dit onderzoek zijn de verschillen in infiltratiesnelheid en grondsoorten zo hoog dat het maairegime verwaarloosbaar is. Om een goed onderzoek te kunnen doen naar de invloed van maairegimes op de infiltratiesnelheid en doorlatendheid, moet er onderzoek gedaan worden naar grasvelden met dezelfde grondsoorten, maar verschillende maairegimes.

## 8 Bibliografie

- 'Een wadi kun je eigenlijk overal aanleggen'. (2020, 6 15). Opgeroepen op 4 29, 2022, van Klimaatadaptatie Nederland: Rotterdamse strategie voor klimaatadaptatie Eijkelkamp. (z.d., z.d. z.d.). *Double ring infiltrometer*. Opgeroepen op 4 28, 2022, van Eijkelkamp: <https://en.eijkelkamp.com/products/field-measurement-equipment/double-ring-infiltrometer.html>
- Maak een wadi*. (z.d., z.d. z.d.). Opgeroepen op 4 29, 2020, van Klimaat Klaar: <https://klimaatklaar.nl/jij/maak-wadi/>
- Rotterdam, G. (2020, 8 4). *Rotterdamse strategie voor klimaatadaptatie*. Opgeroepen op 4 29, 2022, van Duurzaam 010: <https://duurzaam010.nl/verhalen/rotterdamse-strategie-voor-klimaatadaptatie/>