



# bodeminzicht

## Rapport

### **infiltratieonderzoek** **Donksestraat 19 te St. Michielsgestel**

*Bezoekadres* Jekschotstraat 12  
*Postcode en plaats* 5465 PG Veghel  
*Telefoon* 0413 287068  
*e-mail* [info@bodem-inzicht.nl](mailto:info@bodem-inzicht.nl)  
*internet* [www.bodem-inzicht.nl](http://www.bodem-inzicht.nl)

*Projectnaam* Donksestraat 19 te St. Michielsgestel  
*Projectnummer* B2849

*Opdrachtgever* Reiger Developments  
*Postadres* Donksestraat 19  
5271 TN St. Michielsgestel  
*Contactpersoon* Dhr F. van Grinsven

*Status* Definitief  
*Versie* 1

*Aantal pagina's* 9 (exclusief bijlagen)  
*Datum* 15 december 2021

*Samenstelling rapport  
en kwaliteitscontrole* dhr. M. Gloudemans

*Paraaf*

## Inhoudsopgave

|          |                                                               |          |
|----------|---------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING .....</b>                                        | <b>3</b> |
| 1.1      | Algemeen .....                                                | 3        |
| <b>2</b> | <b>ACHTERGRONDEN .....</b>                                    | <b>4</b> |
| 2.1      | Terreingegevens .....                                         | 4        |
| 2.2      | Bodem- en geohydrologische gegevens .....                     | 5        |
| 2.3      | Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem..... | 5        |
| 2.4      | Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand.....                        | 6        |
| <b>3</b> | <b>UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN .....</b>                        | <b>7</b> |
| 3.1      | Werkzaamheden.....                                            | 7        |
| <b>4</b> | <b>RESULTATEN .....</b>                                       | <b>8</b> |
| 4.1      | Infiltratieproeven.....                                       | 8        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSIES EN ADVIES .....</b>                             | <b>9</b> |

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Topografische ligging onderzoekslocatie  
 Bijlage 2: Situatietekening met boorpunten  
 Bijlage 3: Boorprofielbeschrijvingen  
 Bijlage 4: meetresultaten en grafieken



## **1 INLEIDING**

### **1.1 Algemeen**

In opdracht van Reiger Developments BV heeft Bodeminzicht een infiltratieonderzoek uitgevoerd op een locatie gelegen in op het adres Donksestraat 19 te St. Michielsgestel gericht op de capaciteit van de bodem met betrekking tot de infiltratie van hemelwater.

Aanleiding voor het uitvoeren van het indicatief infiltratieonderzoek is de aanleg van een drietal wadi's binnen het projectgebied voor een nieuwbouwwijk.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de doorlatendheid (de K-waarde) en daarmee de infiltratiemogelijkheden van de bodem ter plaatse van de toekomstige voorzieningen.

In dit rapport wordt ingegaan op de beschikbare gegevens en de onderzoeksopzet, de uitvoering en de resultaten van het veldonderzoek.



## 2 ACHTERGRONDEN

### 2.1 Terreingegevens

De regionale ligging van de locatie is weergegeven in figuur 1. In onderstaand overzicht zijn de algemene gegevens van de locatie opgenomen. In figuur 2 is een weergave te zien van de beoogde inrichting van het plangebied.

Figuur 1: luchtfoto plangebied



Figuur 2: beoogde wadi's in blauw



|                         |                                        |
|-------------------------|----------------------------------------|
| Adres onderzoekslocatie | :Donksestraat 19 te St. Michielsgestel |
| Gemeente                | :St. Michielsgestel                    |
| Kadastrale registratie  | :Sint Michielsgestel H 594, 437 en 740 |
| Huidig perceelgebruik   | :agrarisch erf en landbouwgrond        |

## 2.2 Bodem- en geohydrologische gegevens

| Bodemopbouw                 |                                                                       |                          |             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------|
| deklaag                     | fijn tot matig grof zand. Plaatselijk komt leem, klei en veen voor.   | Holocene deklaag         | 0-30 m-mv   |
| eerste watervoerend pakket  | matig tot zeer grove grindrijke zanden, met plaatselijk een kleilaag. | Formatie van Kreftenheye | 30-85 m-mv  |
| scheidende laag             | kleihoudende afzettingen                                              | Kedichem/Tegelen         | 85-130 m-mv |
| hydrologie                  |                                                                       |                          |             |
| diepte freatisch grondwater | 2,0 m-mv                                                              |                          |             |
| stromingsrichting           | noordwestelijk                                                        |                          |             |

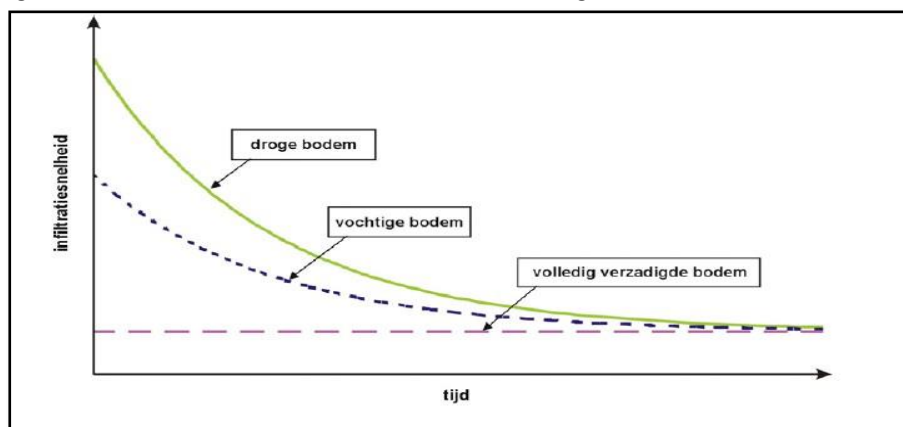
## 2.3 Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem

De infiltratiecapaciteit van de ondergrond verschilt per type ondergrond. Bij de dimensionering van een infiltratievoorziening is het van belang uit te gaan van een zo correct mogelijke inschatting van de infiltratiecapaciteit. Infiltratietesten zijn een hulpmiddel om een inschatting te maken van de infiltratiecapaciteit van de ondergrond. Het heeft echter weinig zin om de infiltratiecapaciteit te testen van gronden waarvan op basis van literatuurgegevens een veel te kleine doorlaatbaarheid wordt verwacht (klei, leem en veen).

De ondergrond bestaat uit een onverzadigde en een verzadigde zone. De doorlaatbaarheid (of doorlatendheid of infiltratiecapaciteit) van beide zones wordt gekarakteriseerd door de hydraulische geleidbaarheid  $K$ . In de verzadigde zone is de hydraulische geleidbaarheid een constante ( $K_{sat}$ ), in de onverzadigde zone is dit niet het geval. In de onverzadigde zone speelt de zuigcapaciteit van de bodem een belangrijke rol en is de hydraulische geleidbaarheid een functie van die zuigcapaciteit, die op haar beurt weer een functie is van het watergehalte van de bodem. Zo zal bij een initieel drogere bodem de infiltratiesnelheid groter zijn dan bij een initieel vochtige bodem. De infiltratiesnelheid zal afnemen naarmate het watergehalte in de bodem stijgt, totdat de bodem verzadigd raakt en de infiltratiesnelheid een constante waarde benadert. Het is aan te raden deze constante waarde te gebruiken als (veilige) waarde voor de infiltratiecapaciteit bij de dimensionering en de berekening van het ledigingsdebiet van de infiltratievoorziening.

Figuur 3 geeft aan dat de infiltratiecapaciteit van een droge bodem veel groter is dan de infiltratiecapaciteit van een volledig verzadigde bodem. Dit betekent dat het beter is te voorkomen dat de infiltratie leidt tot langdurige vernatting, omdat dit de effectiviteit van een infiltratievoorziening sterk vermindert. Bij de interpretatie van infiltratiemetingen als door ons uitgevoerd (omgekeerde boorgatmethode) wordt met bovengenoemde processen rekening gehouden. De capaciteit van een infiltratievoorziening verminderd met de tijd door colmatatie (dichtslibbing), een goede aanleg en onderhoud zijn noodzakelijk om de infiltratiecapaciteit te blijven garanderen.

Figuur 3: Infiltratiesnelheid met verschillende initiële watergehaltes



#### 2.4 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand.

De boringen zijn doorgeboord tot visueel de ingeschatte GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) is bereikt.

Per boring is een boorbeschrijving conform NEN 5104 opgesteld.

Uit gegevens van een nabijgelegen monitoringspeilbuis (PB B45D0260-001, t.h.v. Bosscheweg 55, afstand tot onderzoekslocatie 600 m), blijkt dat het maaiveld zich op 5,22 m+NAP bevindt, de filterstelling bevindt zich op 2,39 tot 2,89 m-mv. De GHG op ca 2,65 m-mv (2,57 m+NAP) wordt ingeschat.

Uit gegevens van een nabijgelegen monitoringspeilbuis (PB B45D1247-001, t.h.v. Pettelaarseweg, afstand tot onderzoekslocatie 1.600 m), blijkt dat het maaiveld zich op 3,95 m+NAP bevindt.

De GHG op ca 2,45 m-mv (1,50 m+NAP) wordt ingeschat.

Uit grondwaterstandmetingen in het kader van het verkennend bodemonderzoek B2847 wordt de grondwaterstand op 29 november gemeten variërend van 0,90 m-mv ter plaatse van het erf tot 0,50 m-mv ter plaatse van de landbouwgrond, roestvorming van de grond wordt aangetroffen op 0,50 m-mv. Dit duidt op een plaatselijke GHG van 0,50 m-mv.



### 3 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Op 29 november 2021 zijn de veldwerkzaamheden uitgevoerd. Ten tijde van uitvoering van het onderzoek was de wijze van infiltreren bekend.

Om een beeld van de doorlatendheid van de bodem ter plaatse van de infiltratievoorzieningen te verkrijgen, zijn infiltratieproeven uitgevoerd.

#### *Proefopstelling infiltratie*

In het proefgat is een PVC-filter geplaatst tot de ingeschatte GHG (volledig geperforeerd, diameter 6,3 cm). Het filtermateriaal zorgt ervoor dat het boorgat niet instort tijdens de proef. Allereerst is de grond rondom het filter verzadigd door een ruime hoeveelheid water via het filter te laten infiltreren, waarbij het boorgat enige tijd volledig vol water staat.

Nadat de bodem verzadigd is, is per boring een infiltratieproef uitgevoerd. Bij één boring is ter verificatie van de betrouwbaarheid van de resultaten een duplo-bepaling uitgevoerd. De uitgevoerde proef is een niet steady-state infiltratieproef (omgekeerde boorgat-methode) waarmee de verzadigde doorlatendheid wordt bepaald. Vanwege de praktisch zeer moeilijk uit te voeren steady-state proef (constant debiet en waterpeil) is gekozen voor de niet steady-state infiltratieproef waarbij het waterniveau in het boorgat afneemt in de tijd.

Het filter in het boorgat wordt wederom gevuld met water waarna per deeltraject van 5 cm de verstreken tijd wordt gemeten. Hiermee wordt de snelheid bepaald waarmee het water uit het boorgat de bodem in zakt. De maximale duur van de proef bedraagt 15 minuten.

Op basis van de metingen wordt de doorlatendheid van de bodem bepaald.

De positie van de in dit onderzoek verrichte boringen zijn ingemeten met GPS op 1 cm nauwkeurig en op de situering in bijlage 2 weergegeven.

#### 3.1 Werkzaamheden

Figuur 1: proefopstelling infiltratieproef meetpunt 102



Bij elke beoogde infiltratievoorziening (Wadi) wordt een infiltratieproef verricht met de geperforeerde buizen zoals op de foto te zien is. De onderkant van de buis is geplaatst op de GHG.

De proeven zijn verricht bij regenachtig weer en met een verzadigde bovengrond. Duplo-metingen zijn daarom niet verricht. Meting 101 is verricht op het erf ter plaatse van de huidige ruwvoerplaat, metingen 102 en 103 zijn verricht op de landbouwgrond. In bijlage 2 zijn de meetpunten weergegeven op een situatieschets.

Voor de bodemopbouw per meetpunt wordt verwezen naar bijlage 3.

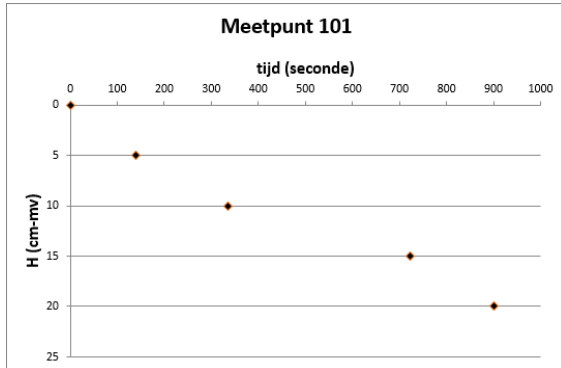
Voor de meetgegevens van infiltratieproeven per meetpunt wordt verwezen naar bijlage 4.

## 4 RESULTATEN

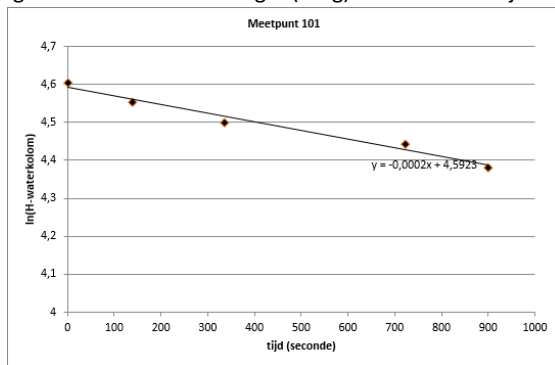
### 4.1 Infiltratieproeven

Bij het uitwerken van de meetgegevens is uitgegaan van een benadering "met een afnemend infiltrerend oppervlak", aangezien het volledige boorgat met water is gevuld en is voorzien van filtermateriaal.

Figuur 2: infiltratiecurve van meetpunt 101.



Figuur 3: relatie kolomhoogte (Nlog) en verstreken tijd meetpunt 101



Het debiet dat uit het boorgat de bodem inloopt volgt, in samenhang met de vergelijking van Darcy, uit de volgende vergelijking:

$$Q(t) = K * A(t) = -\pi * r^2 * dh/dt$$

met:

K = doorlatendheid (m/sec)

A = oppervlakte waarover water infiltreert in de bodem (m<sup>2</sup>)

h = waterniveau in het boorgat (m)

t = tijd (s)

Omgekeerde boorgat methode (met afnemend infiltrerend oppervlak)

$$K_{sat} = r/2 * ((\ln(h(t1)) - \ln(h(t2))) / (t1 - t2))$$

K<sub>sat</sub> = verzadigde horizontale doorlatendheid

r(boorgat) = straal boorgat (cm)

h(t1) = hoogte waterkolom op t=1 (cm)

h(t2) = hoogte waterkolom op t=2 (cm)

t1 = tijdstip begin van de meting (sec)

t2 = tijdstip einde van de meting (sec)



## 5 CONCLUSIES EN ADVIES

### *K<sub>sat</sub>-waarde*

Uit de verrichte infiltratieproeven kan de doorlaatbaarheid bij een volledige verzadigde bodem worden vastgesteld.

In de onderstaande tabel 1 zijn de berekende k-waarden weergegeven.

Tabel 1: verzadigde horizontale doorlaatbaarheid

| Omschrijving | Meetpunt | meettraject in<br>cm-mv | Diameter in<br>cm | Voorbenatting<br>in liters | Richtingscoëf-<br>ficient trend-<br>lijn | Ksat in m/dag |
|--------------|----------|-------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------|
| wadi 1       | 101      | 0-90                    | 7                 | 10                         | 0,0002                                   | 0,30          |
| wadi 2       | 102      | 0-50                    | 7                 | 10                         | 0,00005                                  | 0,08          |
| wadi 3       | 103      | 0-50                    | 7                 | 10                         | 0,0002                                   | 0,30          |



## Bijlage 1

### Topografische ligging onderzoekslocatie





8elle6roek

CD'n 'Horzik

Keerdijk

4.5

Horzik

Flaas

Het Schild

Manege

116

Beemdweg

tDen Dungen

Hoek

5.4

onderzoekslocatie

Mâpska, ntje

Vennenhof

Brandsestraat

Bosschebaan

't Huy's Krakenstein

Hoogstraat

5.3

W aud

Lammershof

Ijzeien Poortweg

S

## Bijlage 2

### Situatietekening met boorpunten





## Bijlage 3

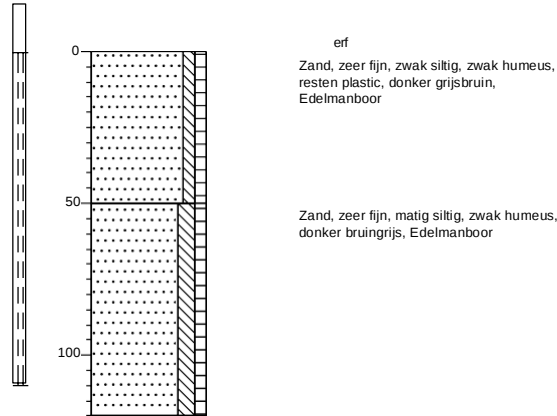
### Boorbeschrijvingen



Bijlage: Boorprofielen

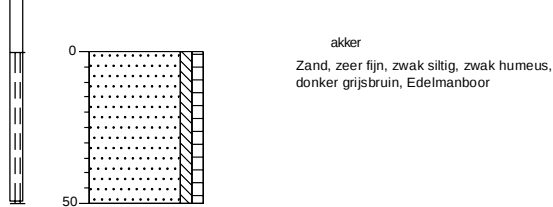
Boring: 101

Datum: 29-11-2021  
Boormeester: Michel Gloudemans



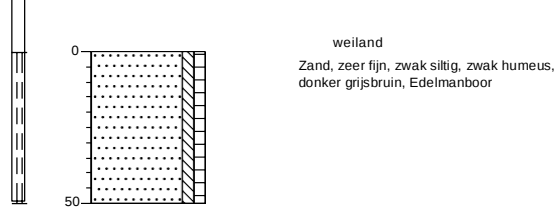
Boring: 102

Datum: 29-11-2021  
Boormeester: Michel Gloudemans



Boring: 103

Datum: 29-11-2021  
Boormeester: Michel Gloudemans



Projectnaam: Donksestraat 19 te Sint-Michielsgestel

Projectcode: B2847

## Legenda (conform NEN 5104)

### grind

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | Grind, siltig         |
|  | Grind, zwak zandig    |
|  | Grind, matig zandig   |
|  | Grind, sterk zandig   |
|  | Grind, uiterst zandig |

### zand

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Zand, kleiig         |
|  | Zand, zwak siltig    |
|  | Zand, matig siltig   |
|  | Zand, sterk siltig   |
|  | Zand, uiterst siltig |

### veen

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Veen, mineraalarm  |
|  | Veen, zwak kleiig  |
|  | Veen, sterk kleiig |
|  | Veen, zwak zandig  |
|  | Veen, sterk zandig |

### klei

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Klei, zwak siltig    |
|  | Klei, matig siltig   |
|  | Klei, sterk siltig   |
|  | Klei, uiterst siltig |
|  | Klei, zwak zandig    |
|  | Klei, matig zandig   |
|  | Klei, sterk zandig   |

### leem

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Leem, zwak zandig  |
|  | Leem, sterk zandig |

### overige toevoegingen

|  |               |
|--|---------------|
|  | zwak humeus   |
|  | matig humeus  |
|  | sterk humeus  |
|  | zwak grindig  |
|  | matig grindig |
|  | sterk grindig |

### geur

|  |               |
|--|---------------|
|  | geen geur     |
|  | zwakke geur   |
|  | matige geur   |
|  | sterke geur   |
|  | uiterste geur |

### olie

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | geen olie-water reactie     |
|  | zwakke olie-water reactie   |
|  | matige olie-water reactie   |
|  | sterke olie-water reactie   |
|  | uiterste olie-water reactie |

### p.i.d.-waarde

|  |        |
|--|--------|
|  | >0     |
|  | >1     |
|  | >10    |
|  | >100   |
|  | >1000  |
|  | >10000 |

### monsters

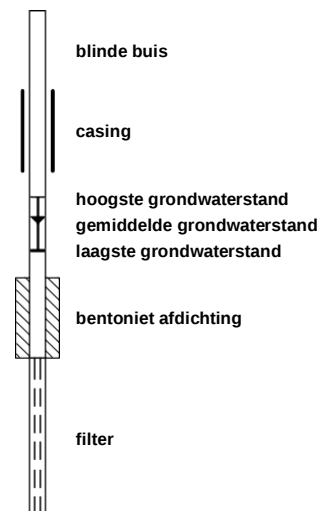
|  |                   |
|--|-------------------|
|  | geroerd monster   |
|  | ongeroerd monster |

### overig

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
|  | bijzonder bestanddeel             |
|  | Gemiddeld hoogste grondwaterstand |
|  | grondwaterstand                   |
|  | Gemiddeld laagste grondwaterstand |

|  |       |
|--|-------|
|  | slib  |
|  | water |

### peilbuis

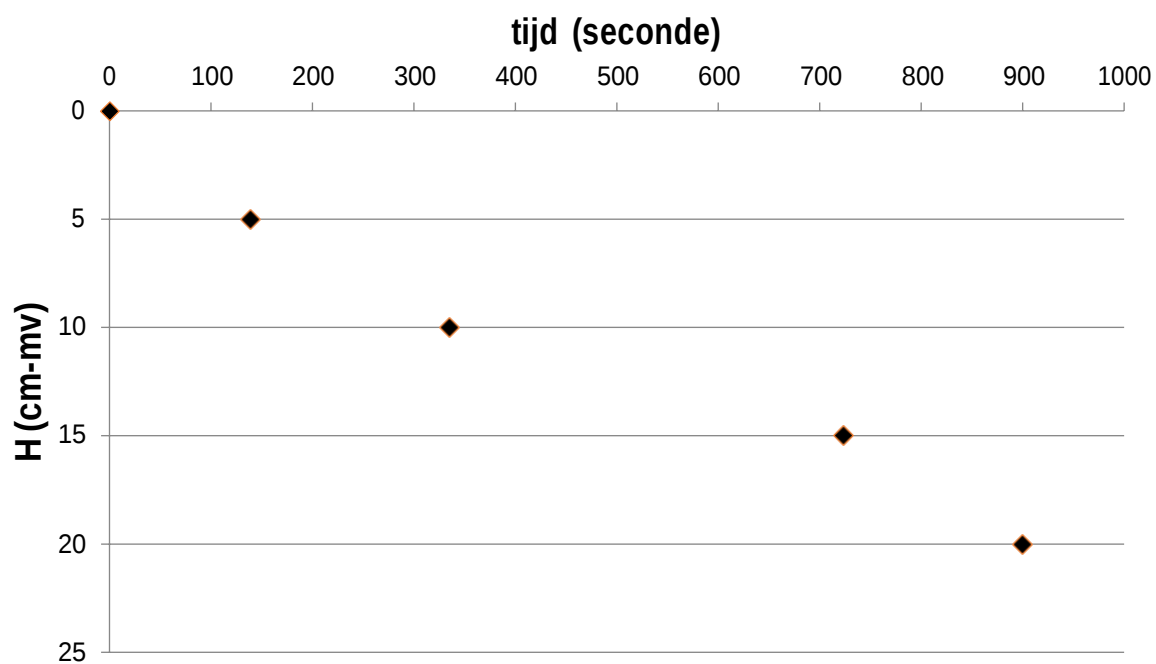


## Bijlage 4

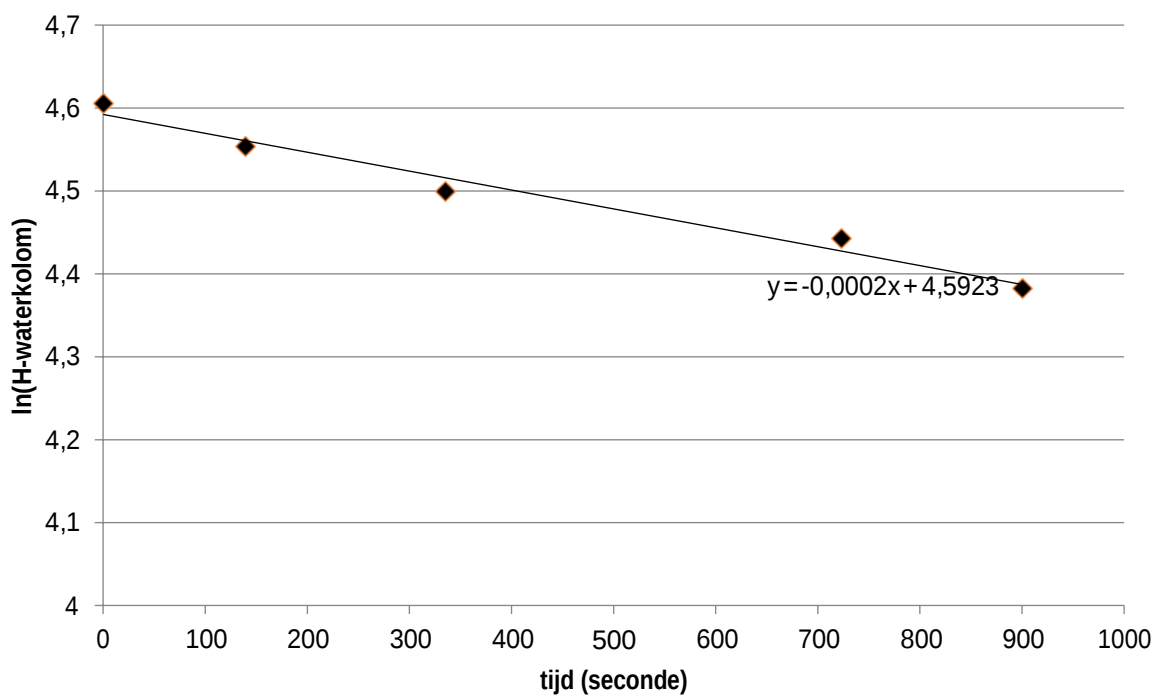
### Meetresultaten per meetpunt

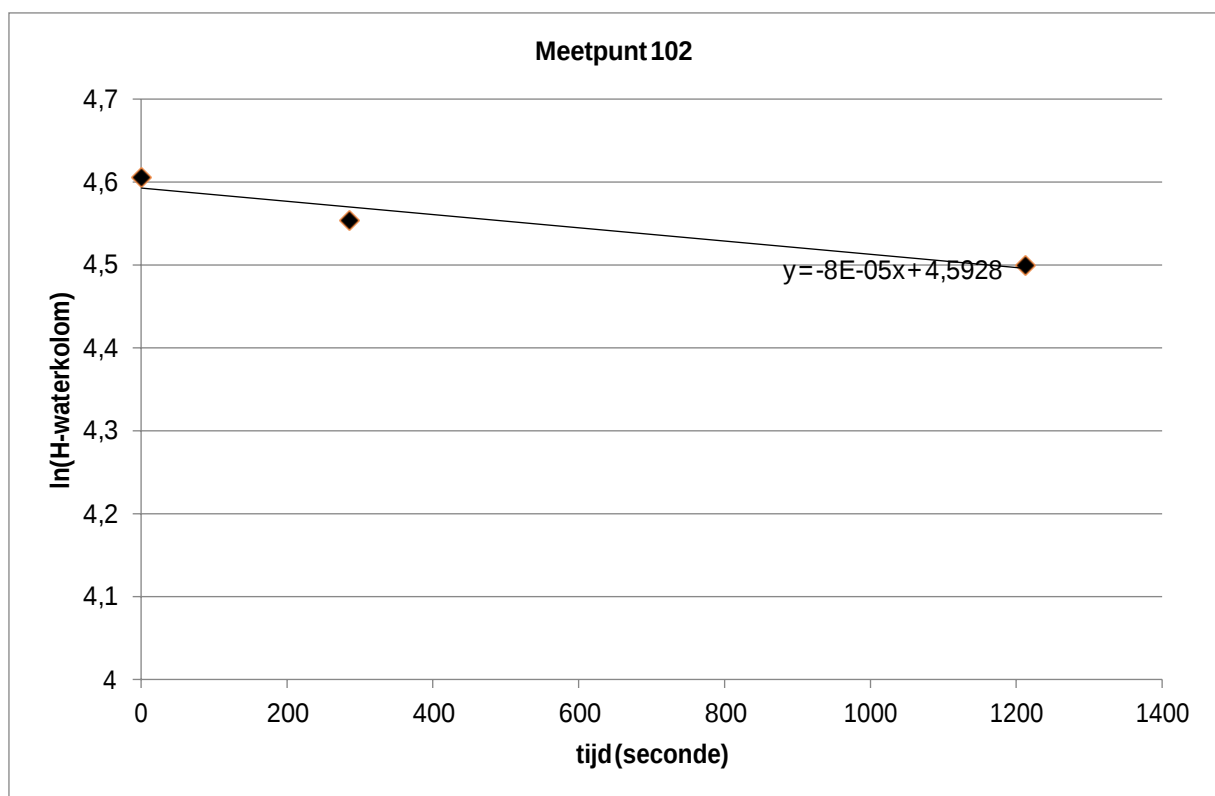
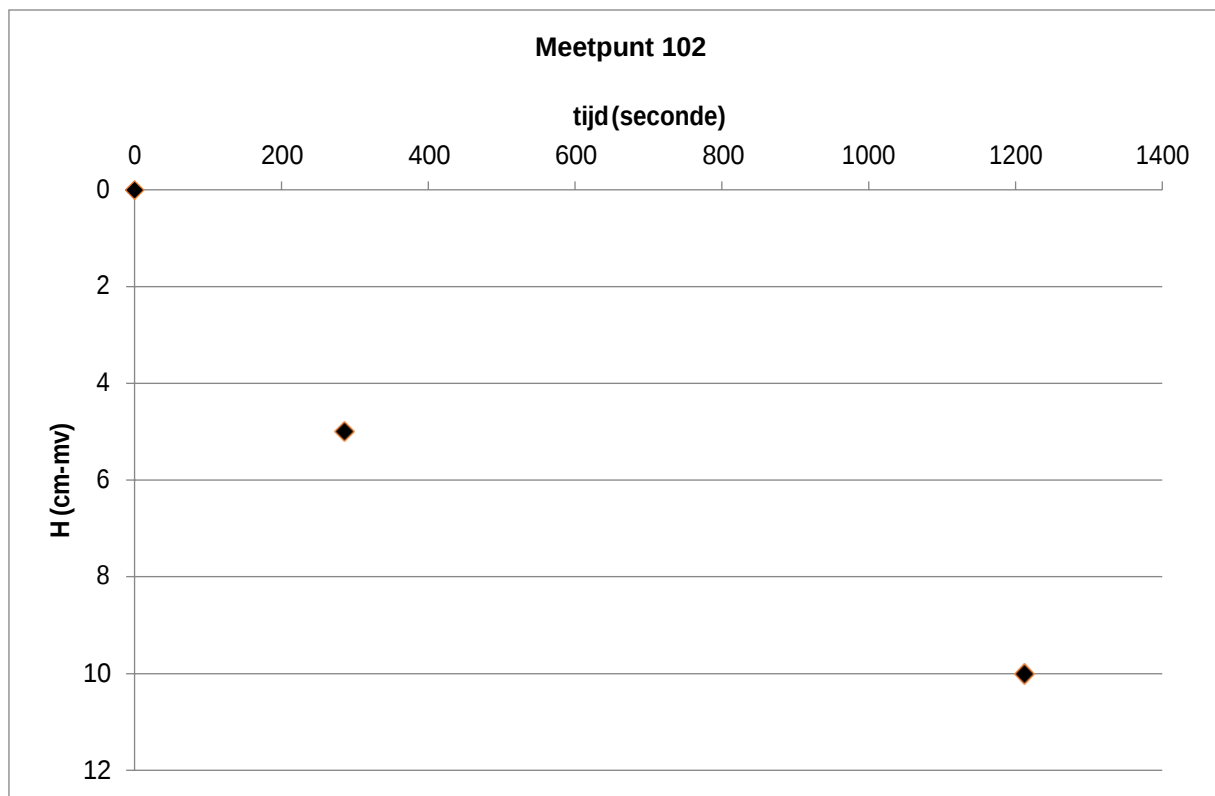


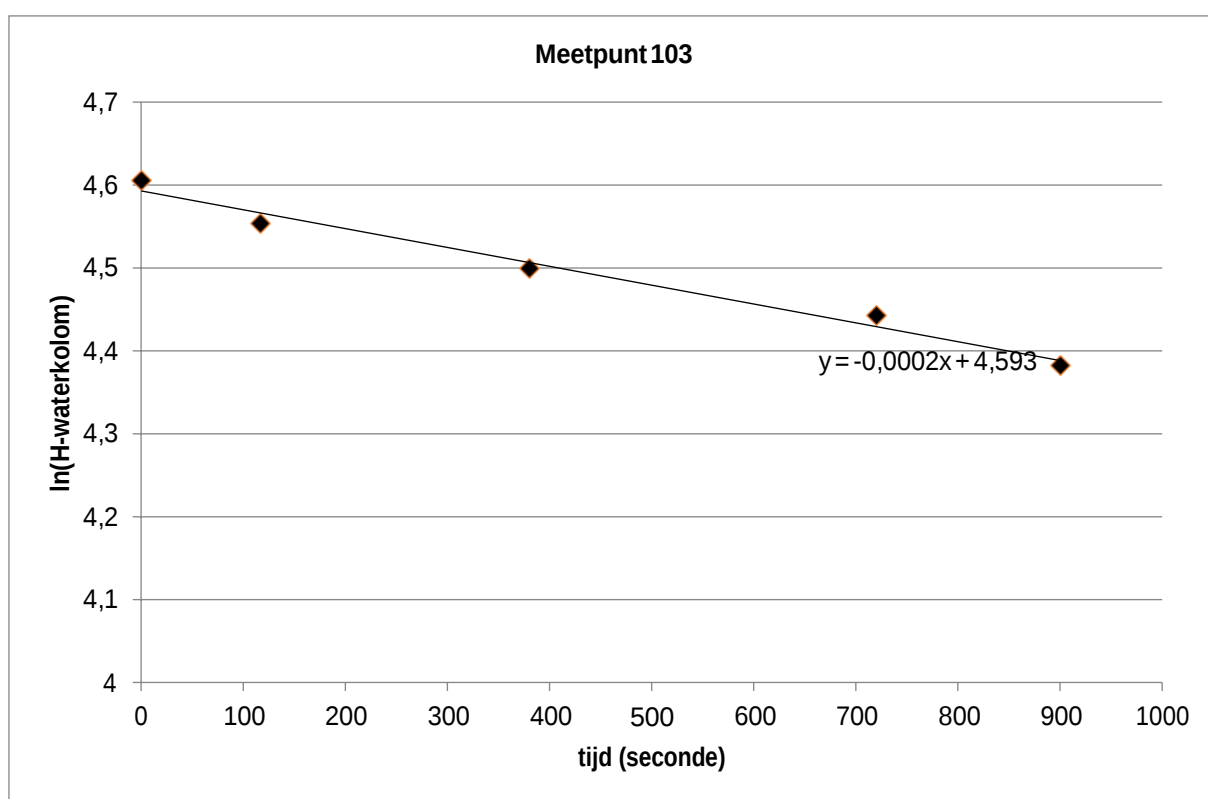
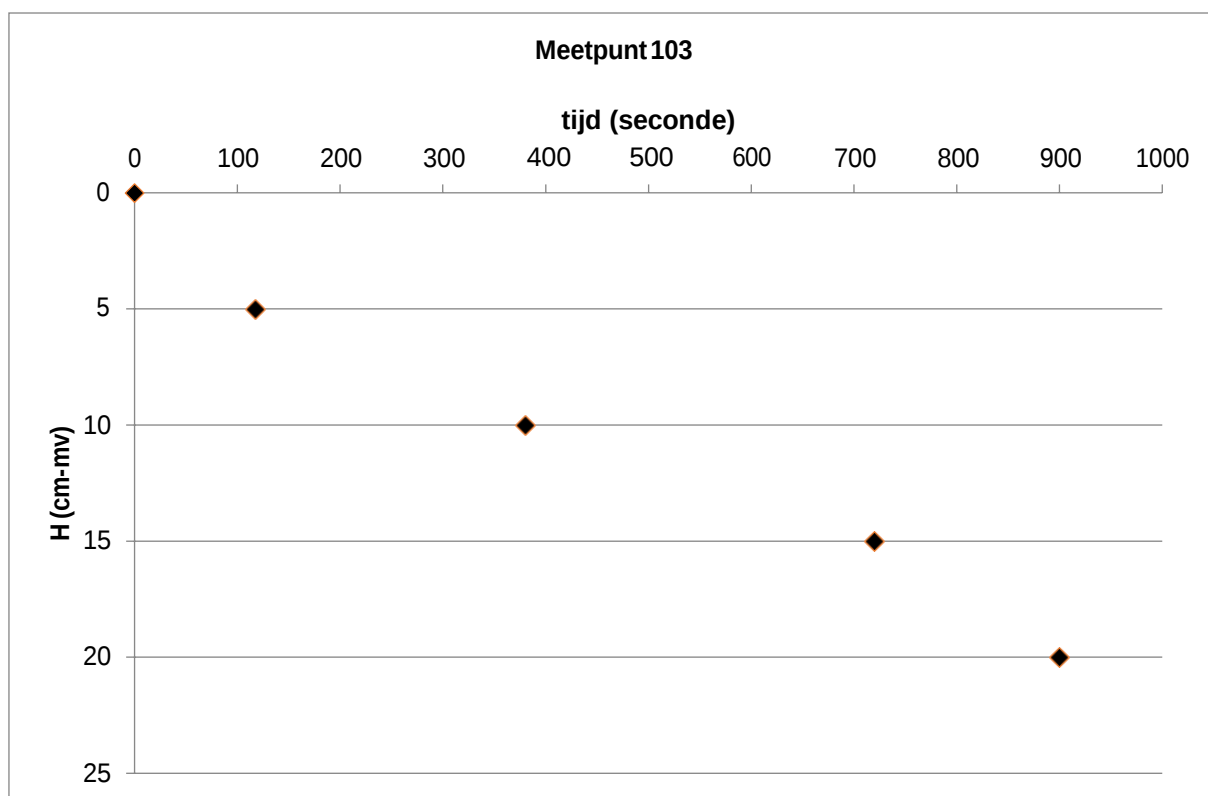
## Meetpunt 101



## Meetpunt 101







## Infiltratieproef

adres Donksestraat 19 st-Michielsgestel  
project B2847  
datum 29-11-2021

Meetpunt: 103  
boordiameter 7  
filtertraject 0,0-0,50 m-mv  
bovenkant -mv 0  
onderkant -mv 50

| cm | min | sec |  |
|----|-----|-----|--|
| 0  |     | 0   |  |
| 5  | 1   | 57  |  |
| 10 | 6   | 20  |  |
| 15 | 12  |     |  |
| 20 | 15  |     |  |
| 25 |     |     |  |
| 30 |     |     |  |
| 35 |     |     |  |
| 40 |     |     |  |
| 45 |     |     |  |
| 50 |     |     |  |
| 55 |     |     |  |
| 60 |     |     |  |
| 65 |     |     |  |
| 70 |     |     |  |
| 75 |     |     |  |
|    |     |     |  |

RC InMP 0,0002  
Ksat 0,3024

## Infiltratieproef

adres Donksestraat 19 st-Michielsgestel  
project B2847  
datum 29-11-2021

Meetpunt: 102  
boordiameter 7  
filtertraject 0,0-0,50 m-mv  
bovenkant -mv 0  
onderkant -mv 50

| cm | min | sec |  |
|----|-----|-----|--|
| 0  |     | 0   |  |
| 5  | 4   | 45  |  |
| 10 | 20  | 12  |  |
| 15 |     |     |  |
| 20 |     |     |  |
| 25 |     |     |  |
| 30 |     |     |  |
| 35 |     |     |  |
| 40 |     |     |  |
| 45 |     |     |  |
| 50 |     |     |  |
| 55 |     |     |  |
| 60 |     |     |  |
| 65 |     |     |  |
| 70 |     |     |  |
| 75 |     |     |  |
|    |     |     |  |

RC InMP 0,00005  
Ksat 0,0756

# Infiltratieproef

adres Donksestraat 19 st-Michielsgestel  
 project B2847  
 datum 29-11-2021

Meetpunt: 101  
 boordiameter 7  
 filtertraject 1,00-1,10 m-mv  
 bovenkant -mv 0  
 onderkant -mv 110

duplo

| cm | min | sec |  | cm  | min | sec |
|----|-----|-----|--|-----|-----|-----|
| 0  |     | 0   |  | 100 |     | 0   |
| 5  | 2   | 19  |  | 95  |     |     |
| 10 | 5   | 35  |  | 90  |     |     |
| 15 | 12  | 3   |  | 85  |     |     |
| 20 | 15  |     |  | 80  |     |     |
| 25 |     |     |  | 75  |     |     |
| 30 |     |     |  | 70  |     |     |
| 35 |     |     |  | 65  |     |     |
| 40 |     |     |  | 60  |     |     |
| 45 |     |     |  | 55  |     |     |
| 50 |     |     |  | 50  |     |     |
| 55 |     |     |  | 45  |     |     |
| 60 |     |     |  | 40  |     |     |
| 65 |     |     |  | 35  |     |     |
| 70 |     |     |  | 30  |     |     |
| 75 |     |     |  | 25  |     |     |
|    |     |     |  | 20  |     |     |

RC InMP 0,0002  
 Ksat 0,3024