

# Infiltratieonderzoek

t.b.v. afkoppeling regenwater bij nieuwbouw woningen Kolonel Millerstraat Maastricht

GA200406.R01.V1.0

29 september 2020



# Infiltratieonderzoek

t.b.v. afkoppeling regenwater bij nieuwbouw woningen Kolonel Millerstraat Maastricht

Documentnummer GA200406.R01.V1.0

29 september 2020

## Opdrachtgever

De Groene Loper v.o.f.

Ringwade 71

3439LM Nieuwegein

## Auteurs

Adviseur geohydrologie [redacted] MSc

Collegiale toets ir. [redacted]

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie	[redacted] MSc	[redacted]
Collegiale toets	[redacted]	[redacted]

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Grondonderzoek.....</b>	<b>5</b>
2.1	Algemeen	5
2.2	Boringen	5
2.3	Doorlatendheidsmetingen	6
2.4	Inmeting	6
<b>3</b>	<b>Grondslag .....</b>	<b>7</b>
3.1	Terreingesteldheid	7
3.2	Bodemopbouw	7
3.3	Grondwater	7
3.4	Doorlatendheid	7
<b>4</b>	<b>Infiltratie hemelwater.....</b>	<b>9</b>
4.1	Toetsing	9
4.2	Conclusie	10

## Bijlagen

Bijlage 1 Situatiekening

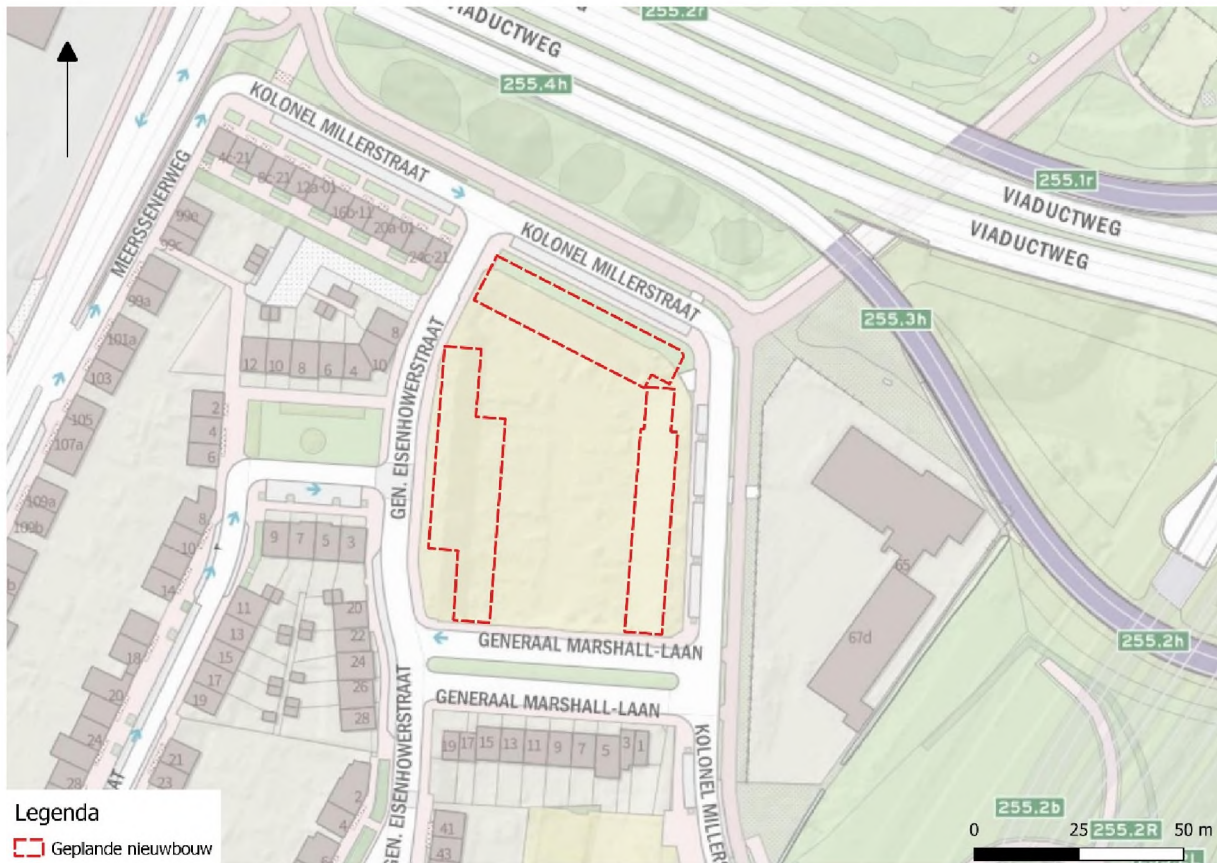
Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

# 1 Inleiding

Door De Groene Loper v.o.f. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek was nodig voor de afkoppeling van regenwater bij de geplande nieuwbouw van woningen aan de Kolonel Millerstraat te Maastricht. De ligging van de geplande nieuwbouw is afgebeeld in Figuur 1.1.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek.



Figuur 1.1 Ligging geplande nieuwbouw aan de Kolonel Millerstraat te Maastricht

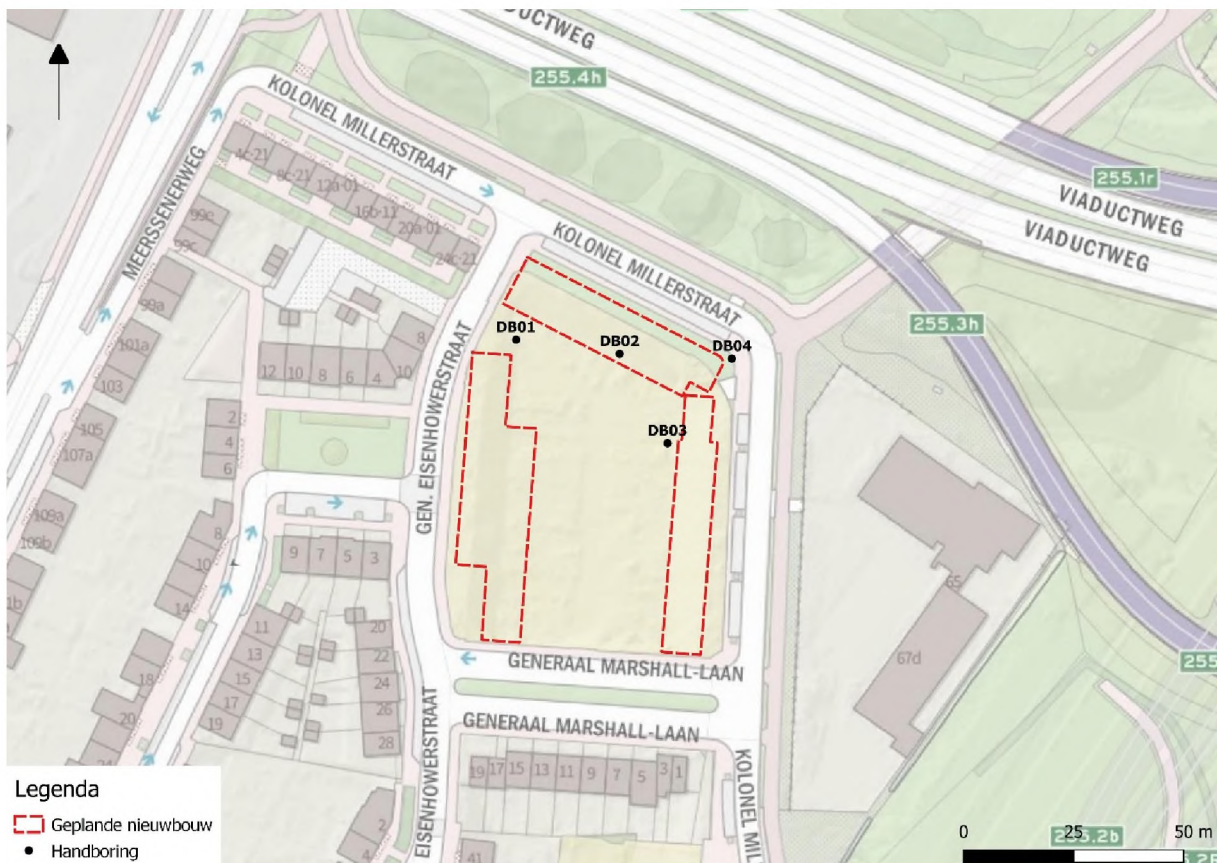
# 2 Grondonderzoek

## 2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in september 2020 vier handboringen en vier doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

## 2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie vier handboringen (genummerd GA200406 DB01 t/m DB04) tot ca. 3,5 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen. De geplaatste boringen zijn afgebeeld in Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Ligging geplaatste handboringen ter plaatse van projectlocatie

## 2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA200406 DM01 t/m DM04 en zijn opgenomen in bijlagen.

Doorlatendheidsmetingen DM01 t/m DM04 zijn gemeten volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

## 2.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA200406.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boorstaten zijn getekend ten opzichte van maaiveld en NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

# 3 Grondslag

## 3.1 Terreingesteldheid

Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +46,1 tot +47,7 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 1,6 m.

## 3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de handboringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

### **Toplaag:**

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +43,8 à +43,6 m een sterk zandig leempakket aangetroffen. Lokaal is de toplaag matig grindig en wordt baksteenhoudend materiaal aangetroffen (DB04).

### **Onderlaag:**

Vervolgens wordt een zandig, matig siltig grindpakket aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +42,6 m. Op basis van boringen in de nabije omgeving uit Dinoloket (TNO) is dit grindpakket 3 tot 5 m dik (boring: B61F0430 & B61F1427).

## 3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op ca. 2,3 m- maaiveld ter plaatse van DB02 & DB03. Dit komt overeen met ca. NAP +43,9 à +43,8 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

Het infiltratiesysteem dient te allen tijde boven de grondwaterstand aangelegd te worden, derhalve adviseren wij alvorens de voorziening aan te leggen een beter inzicht te verkrijgen in de grondwaterstand. Dit kan door middel van het plaatsen van een peilbuis met diver.

## 3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn vier proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van

gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 3.4.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.4.1: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	1,5 – 2,5	+44,6 tot +43,6	Leem, sterk zandig, matig grindig	0,01 – 0,1
DM02	1,3 – 2,3	+44,9 tot +43,9	Leem, sterk zandig, matig grindig	0,2 – 0,3
DM03	1,2 – 2,2	+44,9 tot +43,9	Leem, sterk zandig, matig grindig	1,9 – 3,7*
DM04	2,5 – 3,5	+45,2 tot +44,2	Leem, sterk zandig	0,2 – 0,5

..\* de gemeten doorlatendheid is niet representatief voor leem, waarschijnlijk is de meting op de bovenkant van de grindlaag uitgevoerd en is de meting derhalve representatief voor de ondergelegen grindlaag



# 4 Infiltratie hemelwater

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van hemelwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d\*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

\* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

## 4.1 Toetsing

In Tabel 4.1.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de metingen. De doorlatendheid van de bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 4.1.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,5 – 2,5	+44,6 tot +43,6	0,01	Slecht	Nee
DM02	1,3 – 2,3	+44,9 tot +43,9	0,2	Matig	Nee/Ja
DM03	1,2 – 2,2	+44,9 tot +43,9	1,9	Goed	Ja
DM04	2,5 – 3,5	+45,2 tot +44,2	0,2	Matig	Nee/Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 2,3 m-maaiveld ofwel NAP +43,9 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort gezien de slechte tot matige doorlatendheid van de leemlaag niet tot de mogelijkheden.
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Daarnaast zal dit systeem vanwege de slechte tot matige doorlatendheid van de top laag voornamelijk als buffer werken. Een leegloopvoorziening zal noodzakelijk zijn om de voorziening binnen 24 uur leeg te laten lopen. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool.

Dit behoort tot de mogelijkheden, echter zal ook dit systeem voornamelijk als buffer fungeren en van een leegloopvoorziening moeten worden voorzien. Het gekozen infiltratiesysteem dient tevens op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.

4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden, echter dient de doorlatendheid van de diepere ondergrond nader onderzocht te worden. Op basis van DB03 wordt echter verwacht dat de grindlaag goed tot zeer goed doorlatend zal zijn.

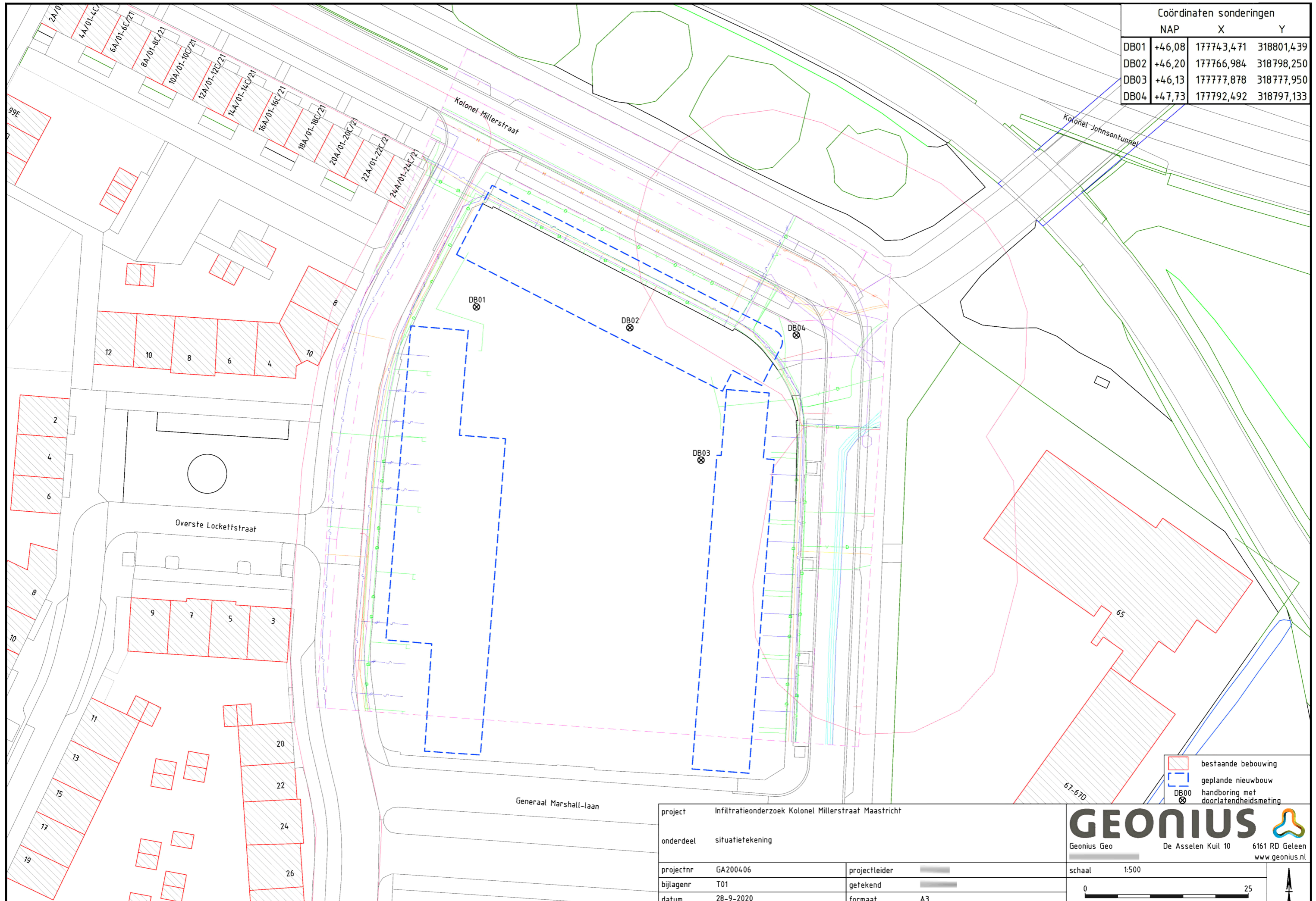
## 4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater beperkt tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is in het aangetroffen leem slecht tot matig doorlatend. Een ondiep infiltratiesysteem zal derhalve langzaam leeglopen en vooral dienen als bufferend systeem. Vanaf ca. NAP +43,8 m is een grindpakket aangetroffen, welke op basis van DB03 goed doorlatend is. Om de leeglooptijd van de infiltratievoorziening te verkorten, wordt aanbevolen de doorlatendheid van dit grindpakket nader te onderzoeken en indien mogelijk, te benutten als aanlegniveau voor grindpalen. Door middel van grindpalen kan het hemelwater worden geïnfiltreerd in het aangetroffen grindpakket, waarmee de leeglooptijd van de infiltratievoorziening aanzienlijk kan worden verkort. Er wordt geadviseerd een ondiep infiltratiesysteem aan te leggen (wadi of kratten) in combinatie met grindpalen naar het dieper gelegen grindpakket en/of een leegloopvoorziening. Aangezien het aanlegniveau van de infiltratievoorziening boven de grondwaterstand dient te worden aangelegd, wordt tevens geadviseerd ter plaatse van de projectlocatie een peilbuis te plaatsen waarmee een duidelijk beeld van de grondwaterstanden wordt verkregen.



# Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
DB01	+46,08	177743,471	318801,439
DB02	+46,20	177766,984	318798,250
DB03	+46,13	177777,878	318777,950
DB04	+47,73	177792,492	318797,133



- bestaande bebouwing
- geplande nieuwbouw
- handboring met doorlatendheidsmeting

project	Infiltratieonderzoek Kolonel Millerstraat Maastricht		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA200406	projectleider	_____
bijlagenr	T01	getekend	_____
datum	28-9-2020	formaat	A3

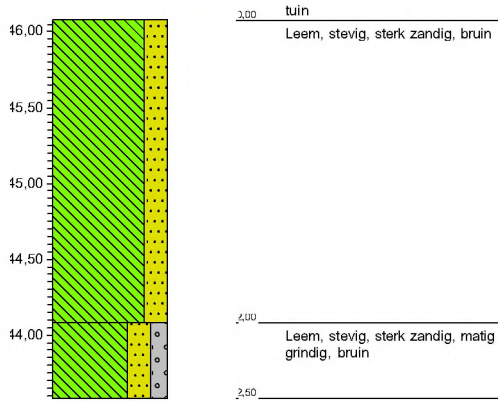
# GEONIUS

Geonius Geo De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen  
www.geonius.nl

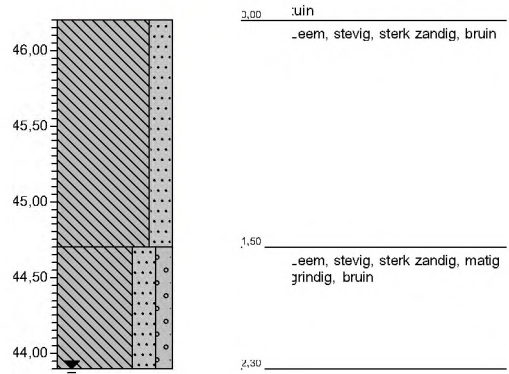
schaal 1:500

## Bijlage 2 Boringen

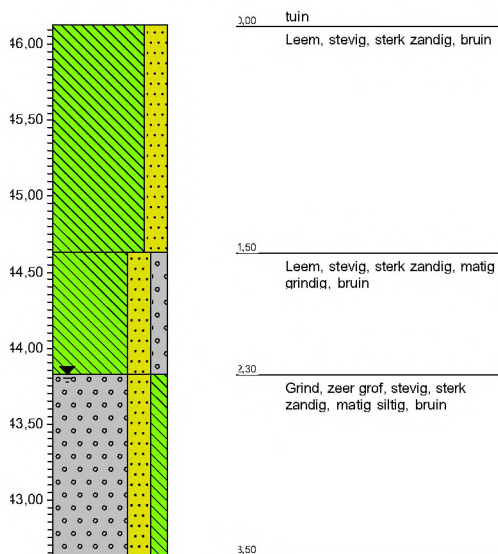
**boring:** DB01  
 Maaiveldhoogte: 46,08 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS: 230 cm. - mv.  
 Datum: 23-9-2020



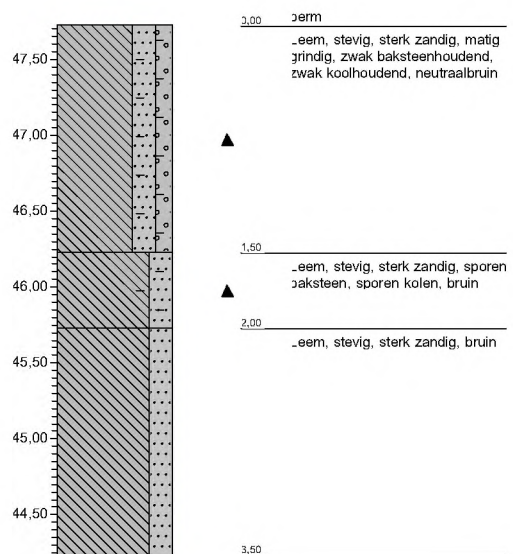
**boring:** DB02  
 Maaiveldhoogte: 46,2 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS: 230 cm. - mv.  
 Datum: 23-9-2020



**boring:** DB03  
 Maaiveldhoogte: 46,13 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS: 230 cm. - mv.  
 Datum: 23-9-2020



**boring:** DB04  
 Maaiveldhoogte: 47,73 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS: 230 cm. - mv.  
 Datum: 23-9-2020



## Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen



Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

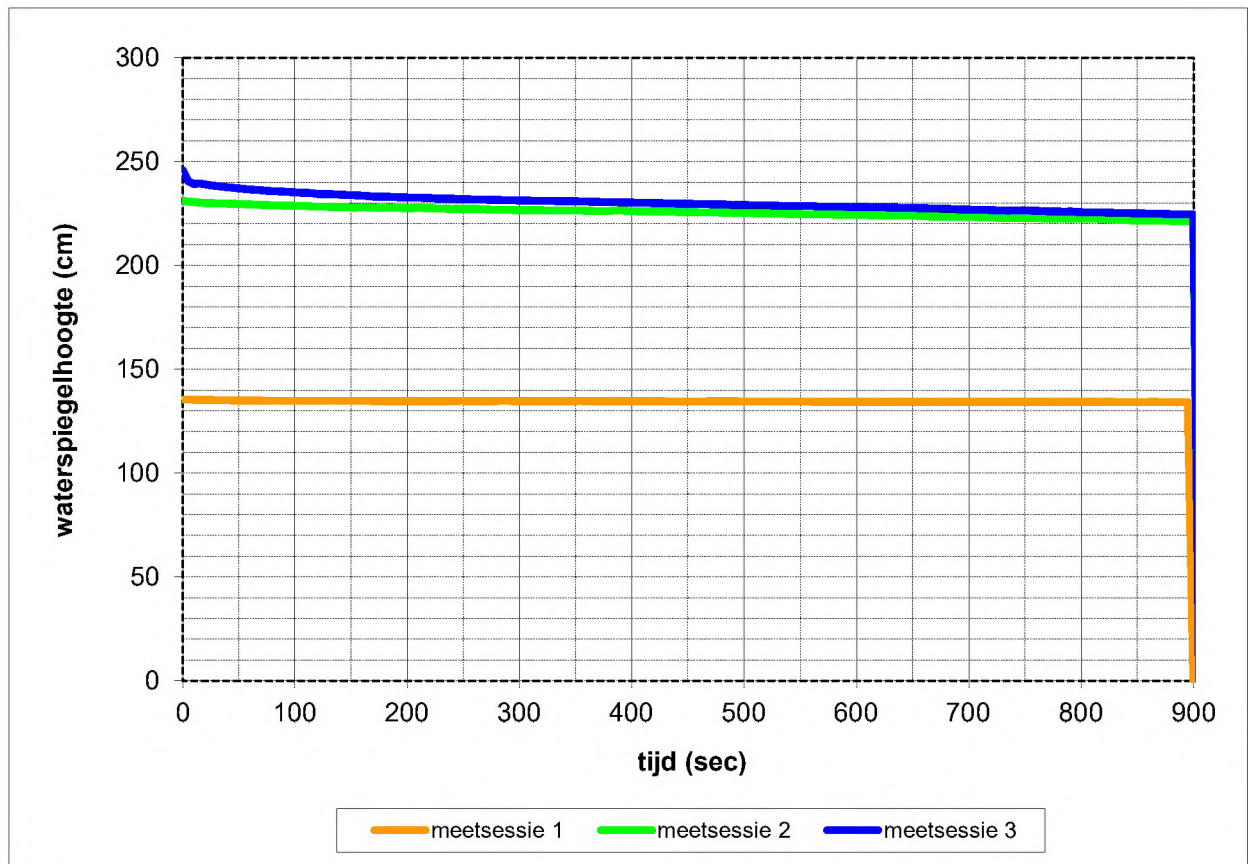
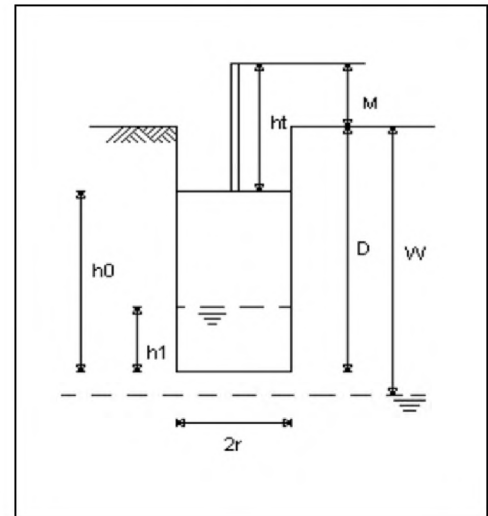
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	245	cm
Standaardhoogte	M :	55	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	134,65 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	134,18 cm
$k_f =$	1,42E-07 m/s
$k_f =$	0,01 m/dag
$rc =$	-7,78E-06 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	227,63 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	222,33 cm
$k_f =$	9,71E-07 m/s
$k_f =$	0,08 m/dag
$rc =$	-8,85E-05 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	232,65 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	225,65 cm
$k_f =$	1,26E-06 m/s
$k_f =$	0,11 m/dag
$rc =$	-1,17E-04 m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

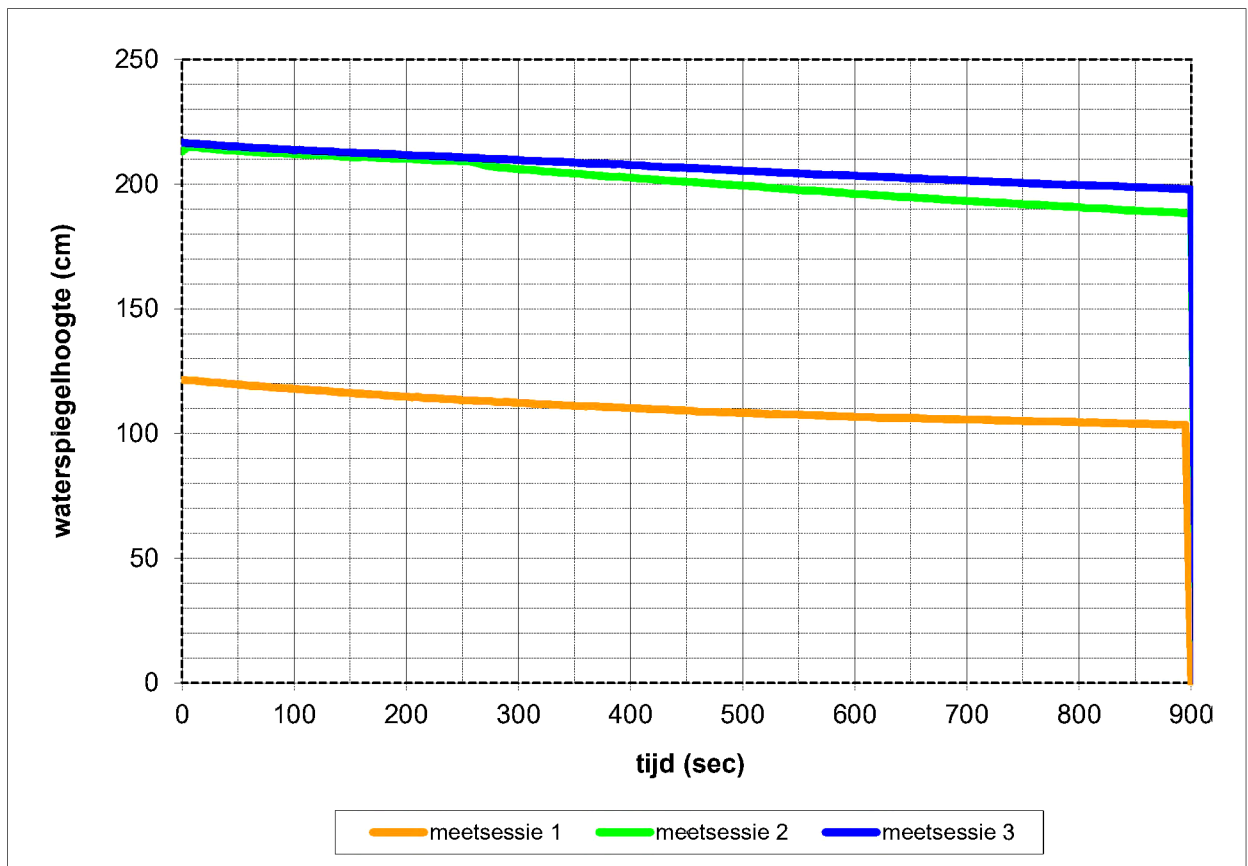
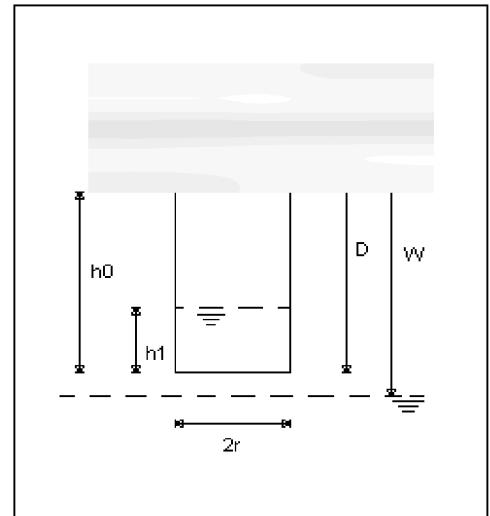
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	230	cm
Standaardhoogte	M :	70	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	114,93 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	104,55 cm
$k_f =$	3,85E-06 m/s
$k_f =$	0,33 m/dag
$rc =$	-1,73E-04 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	210,08 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	190,77 cm
$k_f =$	3,96E-06 m/s
$k_f =$	0,34 m/dag
$rc =$	-3,22E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	211,65 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	199,58 cm
$k_f =$	2,42E-06 m/s
$k_f =$	0,21 m/dag
$rc =$	-2,01E-04 m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

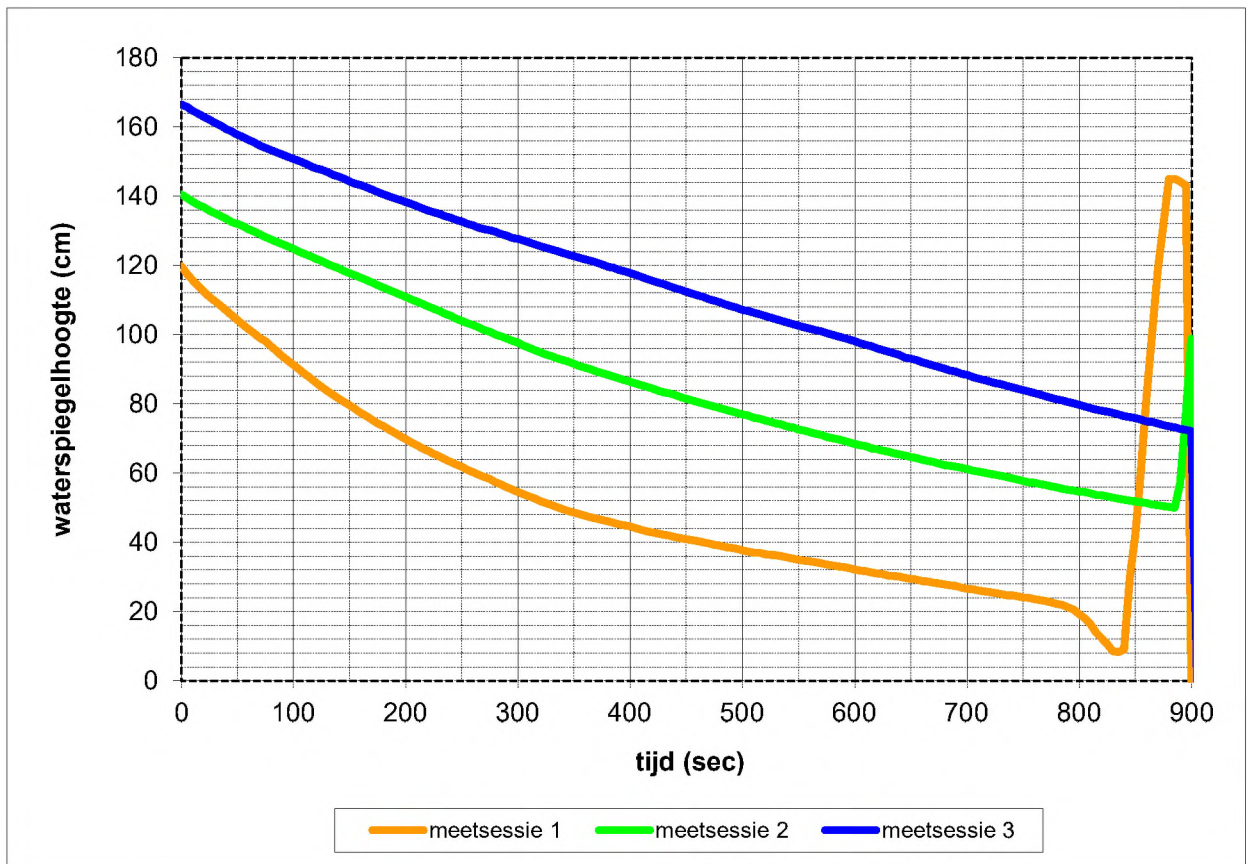
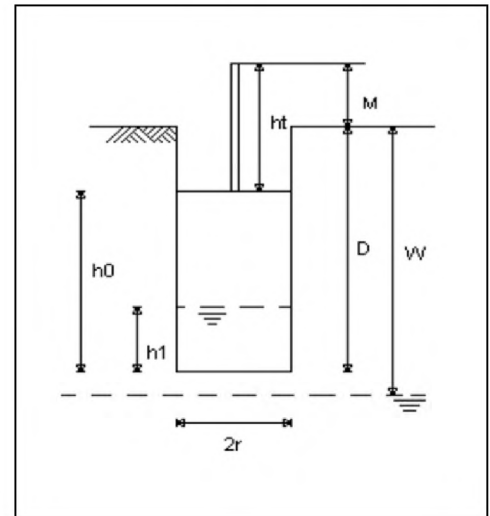
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	220	cm
Standaardhoogte	M :	78	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	300 sec
$h_0 =$	54,48 cm
$t_1 =$	750 sec
$h_1 =$	24,09 cm
$k_f =$	4,23E-05 m/s
$k_f =$	3,65 m/dag
$rc =$	-6,75E-04 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	110,95 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	54,66 cm
$k_f =$	2,85E-05 m/s
$k_f =$	2,47 m/dag
$rc =$	-9,38E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	138,37 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	79,74 cm
$k_f =$	2,24E-05 m/s
$k_f =$	1,94 m/dag
$rc =$	-9,77E-04 m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2) - \log(h_1+r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

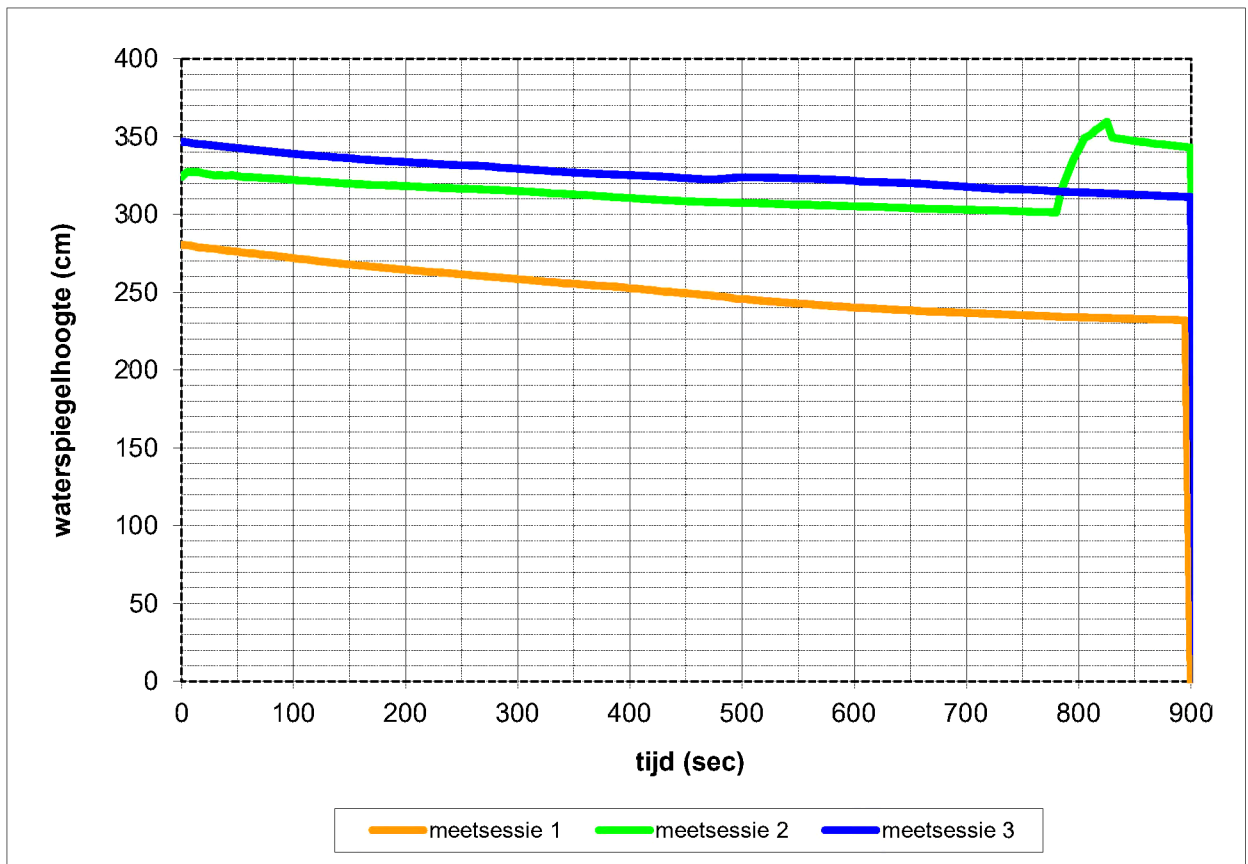
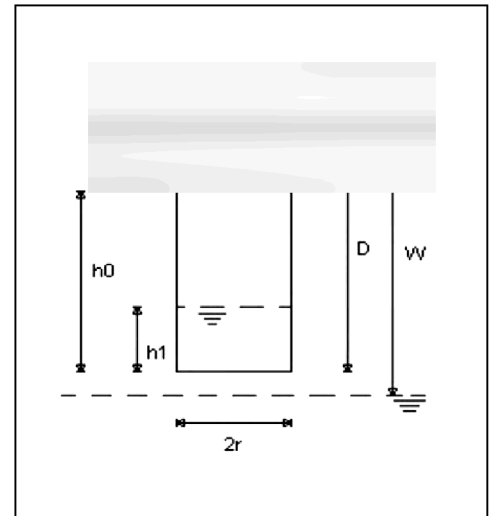
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	64	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	300 sec
$h_0 =$	258,43 cm
$t_1 =$	750 sec
$h_1 =$	235,16 cm
$k_f =$	5,18E-06 m/s
$k_f =$	0,45 m/dag
$rc =$	-5,17E-04 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	318,28 cm
$t_1 =$	750 sec
$h_1 =$	301,95 cm
$k_f =$	2,37E-06 m/s
$k_f =$	0,21 m/dag
$rc =$	-2,97E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	333,68 cm
$t_1 =$	800 sec
$h_1 =$	314,20 cm
$k_f =$	2,48E-06 m/s
$k_f =$	0,21 m/dag
$rc =$	-3,25E-04 m/s

# Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

-  Wegen
-  Geotechniek
-  Milieu
-  Geodesie
-  Water
-  Ruimtelijke ontwikkeling
-  Landschap
-  Archeologie
-  Ecologie