

Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw woningen a/d Kruisstraat 114b-116 te Veldhoven
GA200684.R01.V2.0

5 november 2020



Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw woningen a/d Kruisstraat 114b-116 te Veldhoven

Documentnummer GA200684.R01.V2.0

5 november 2020

Opdrachtgever

De Druten Beheer B.V.

Strijperdijk 3 D

5595 XM Leende

Auteurs

Adviseur geohydrologie ing. C. Lange

Collegiale toets ir. T.C.F. Van Es

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie	ing. C. Lange	
Collegiale toets	ir. T.C.F. Van Es	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Boringen	5
2.3	Doorlatendheidsmetingen	5
2.4	Inmeting	5
3	Grondslag.....	6
3.1	Terreingesteldheid	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Grondwater	6
3.4	Doorlatendheid	7
4	Infiltratie hemelwater	8
4.1	Toetsing	8
4.2	Conclusie	9

Bijlagen

Bijlage 1 Situatiekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

1 Inleiding

Door De Druten Beheer B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek was nodig voor de afwatering van hemelwater ten behoeve van de nieuwbouw aan de Kruisstraat te Veldhoven. Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in juli 2020 drie handboringen en vijf 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 drie handboringen (genummerd GA200684 DB01 t/m DB03) tot ca. 3,0 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geïnclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA200684 DM01 t/m DM03.

Doorlatendheidsmetingen DM01 t/m DM03 zijn ter plaatse van een geplande ondergrondse infiltratievoorziening uitgevoerd en 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.

Doorlatendheidsmetingen RI04 & RI05 zijn ter plaatse van de geplande wadi uitgevoerd en zijn als dubbele-ring-infiltratie meting uitgevoerd waarmee de verticale doorlatendheid kan worden bepaald, hetgeen relevant is voor bovengrondse infiltratievoorzieningen zoals een infiltratie veld/greppel of wadi. Hiervoor is de bovenste ca. 0,1 m van de toplaag verwijderd.

2.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA200684.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boringen zijn getekend ten opzichte van maaiveld en NAP. Een deel van de onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Onderzoekspunten DB03 en RI04 & RI05 zijn door middel van waterpassen ingemeten ten opzichte van DB01 en DB02 vanwege een slecht bereik met de GPS onder de bomen. Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

3 Grondslag

3.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek was het terrein deels bebost met open plekken waar de boringen zijn uitgevoerd. Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +20,5 tot +20,0 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,5 m.

3.2 Bodemopbouw

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

Toplaag:

De eerste 0,3 à 0,6 m van de boringen bestaat uit een humeuze, matig siltige toplaag.

Onderlaag:

Vervolgens is er tot een niveau van ca. NAP +17,8m à +17,5m een matig siltig zandpakket aanwezig. Vervolgens is er tot ca. NAP +17,0m een sterk siltig zandpakket aanwezig. Enkel bij DB02 wordt er ook klei aangetroffen in deze laag. Bij boringen DB01 en DB02 worden hier ook sporen van roest aangetroffen.

3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,0 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +17,0 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.

Op basis van TNO *dinoloket* archief gegevens wordt de gemiddeld hoge grondwaterstand (GHG) geschat op ca. NAP +17,5 m. Gezien de aangetroffen roest op ca. NAP +18,5 m à +18,2 m is het aannemelijk dat de grondwaterstand soms tot zelfs ca. NAP +18,5 stijgt.

Verder zijn er door de opdrachtgever nog twee verkennend bodemonderzoek rapportages verstrekt (rapportage 219-VKr116-vo-v1 d.d. 25 februari 2019 en 219-VBo-2-vo-v1 d.d. 18 december 2019, beide van M&A Bodem & Asbest b.v.). In deze rapportages wordt de grondwaterstand aangetroffen op de niveaus van ca. NAP +18,0 m à 17,0 m.

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 vijf proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Daarvan zijn er drie volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten voor de horizontale doorlatendheid en twee als dubbele-ring-infiltrometing voor de verticale doorlatendheid.

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]
<i>Porchetmetingen</i>				
DM01	2,0 -3,0	+18,0 tot +17,0	Zand, zeer fijn, sterk siltig	0,2 – 0,4
DM02	2,0 -3,0	+18,0 tot +17,0	Zand, zeer fijn, matig kleiig	0,1 – 7,8*
DM03	1,0 – 2,0	+19,5 tot +18,5	Zand, uiterst fijn, zwak siltig	0,7
<i>Dubbele-ring infiltrometingen</i>				
RI04	0,1	+19,9	Bosgrond, Zand, zwak siltig	2,8 – 3,5
RI05	0,1	+19,9	Bosgrond, Zand, zeer fijn, zwak siltig	2,5 – 3,9

* Metingen tonen erg verschillende waarden, deze worden niet representatief geacht.

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
<i>Porchetmetingen</i>					
DM01	2,0 – 3,0	+18,0 tot +17,0	0,2	Matig	Nee/Ja
DM02	2,0 – 3,0	+18,0 tot +17,0	0,1	Slecht	Nee
DM03	1,0 – 2,0	+19,5 tot +18,5	0,7	Vrij goed	Ja
<i>Dubbele-ring infiltrometingen</i>					
DM04	0,1	+19,9	2,8	Goed	Ja
DM05	0,1	+19,9	2,5	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 3,0 m- maaiveld ofwel NAP +17,0 m. In dit geval is het wel aan te raden de geschatte GHG van NAP +18,5 aan te houden.

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 tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen siltige bosgrond). Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de toplaag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.

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. 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 infiltratierool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden. Tevens dient rekening met de grondwaterstand (GHG) te worden gehouden.
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, maar biedt gezien de beschikbare ruimte en zandige toplaag geen toegevoegde waarde. Tevens dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

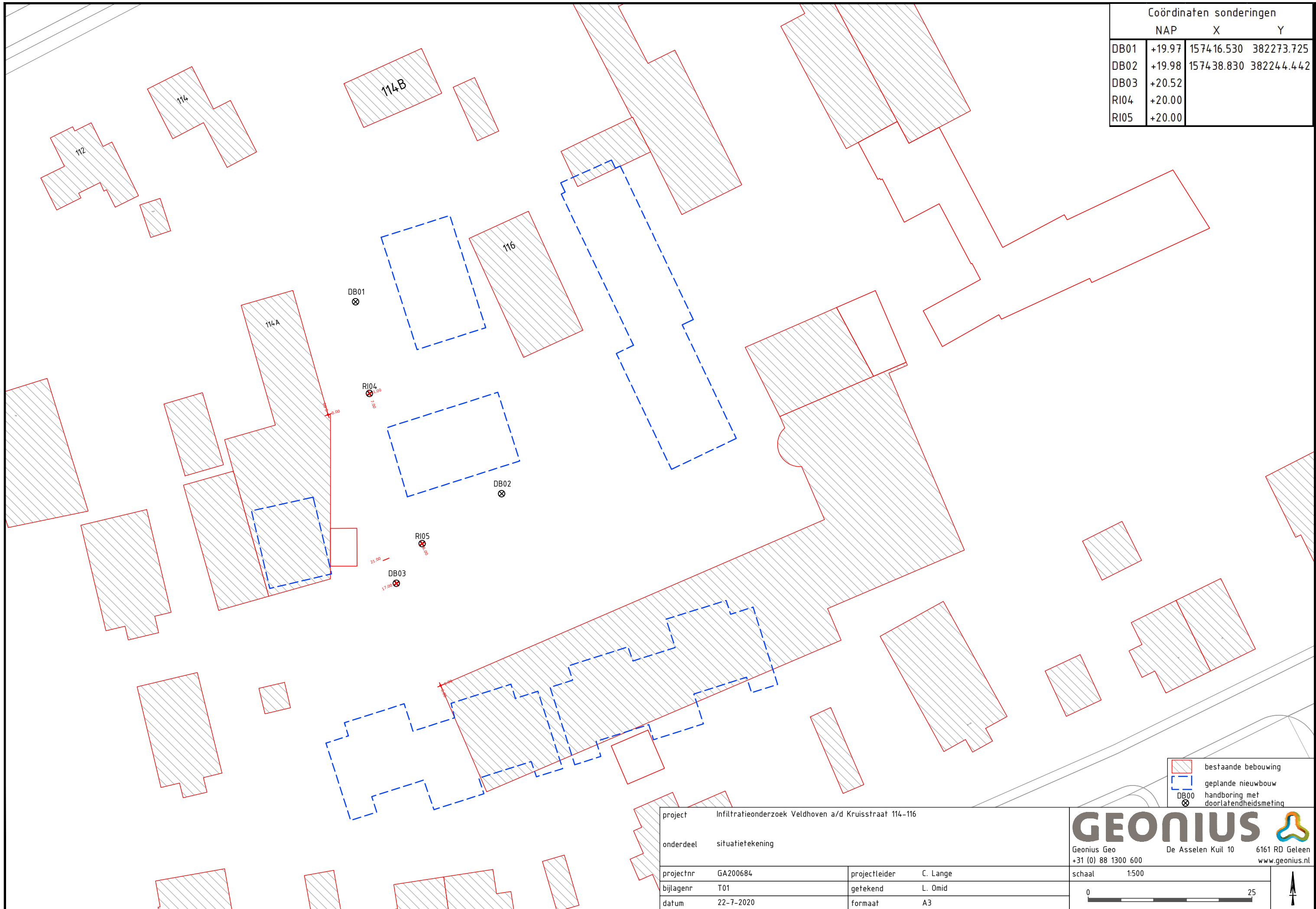
4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is slecht tot goed. Enkel bij DB02 is de K-waarde te laag voor infiltratie. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de bovengrond (wadi) en ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of een wadi. Hiervoor dient wel eerst de GHG nader bepaald te worden.

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
DB01	+19.97	157416.530	382273.725
DB02	+19.98	157438.830	382244.442
DB03	+20.52		
RI04	+20.00		
RI05	+20.00		



project	Infiltratieonderzoek Veldhoven a/d Kruisstraat 114-116		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA200684	projectleider	C. Lange
bijlagenr	T01	getekend	L. Omid
datum	22-7-2020	formaat	A3

GEONIUS 

Geonius Geo De Asselen Kuit 10 6161 RD Geleen
+31 (0) 88 1300 600 www.geonius.nl

schaal 1:500

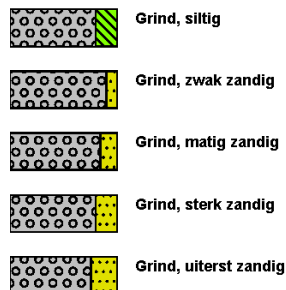
0  25



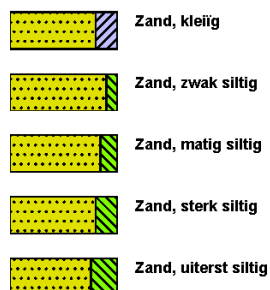
Bijlage 2 Boringen

Legenda (conform NEN 5104)

grind



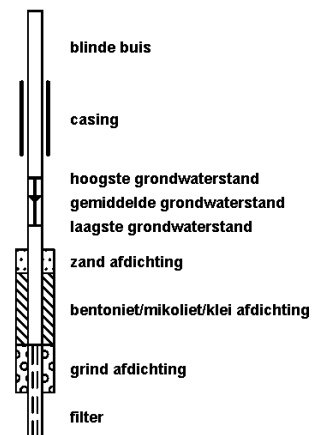
zand



veen



peilbuis



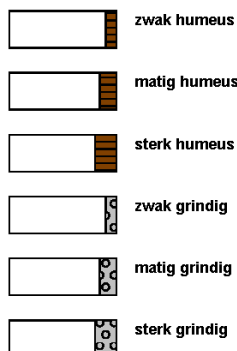
klei



leem



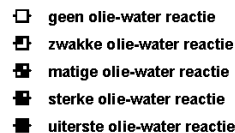
overige toevoegingen



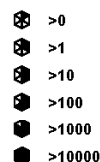
geur



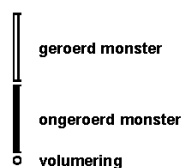
olie



p.i.d.-waarde



monsters

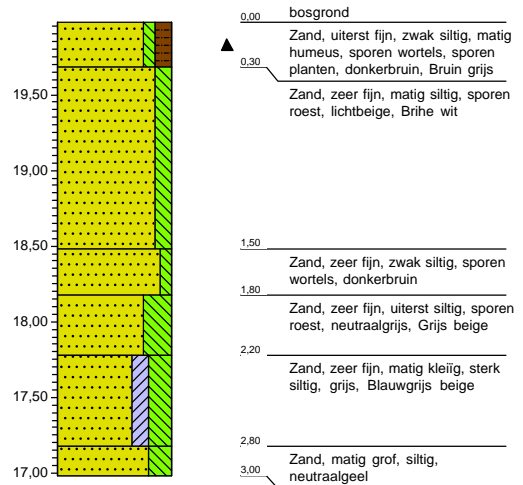
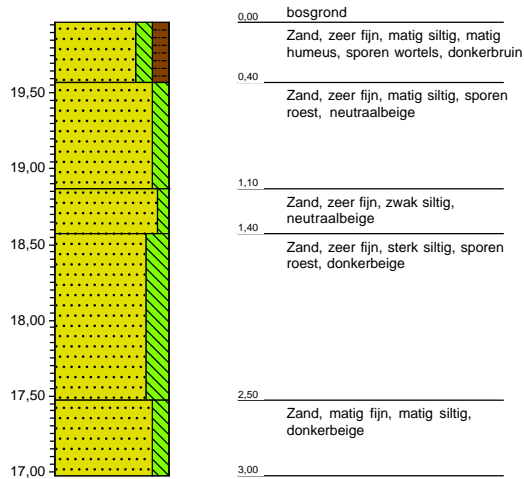


overig

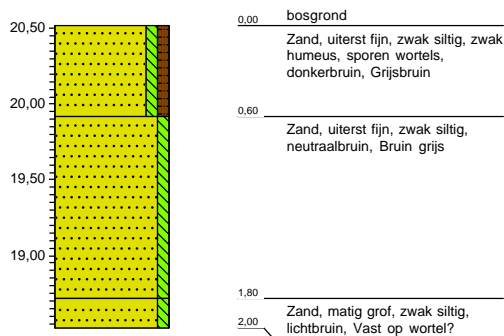


boring: DB01
 Maaiveldhoogte: 19,97 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 21-7-2020

boring: DB02
 Maaiveldhoogte: 19,98 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 21-7-2020



boring: DB03
 Maaiveldhoogte: 20,52 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 21-7-2020

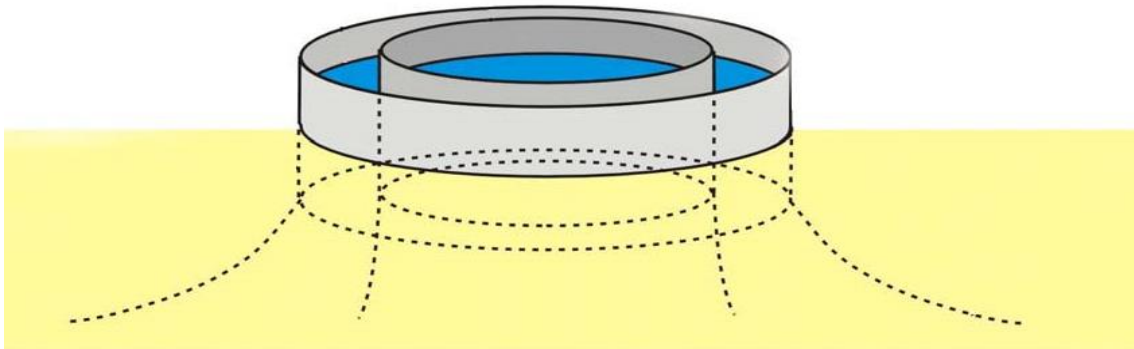


Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Projectomschrijving: Infiltratieonderzoek Veldhoven
 Lokatie: Kruisstraat 114-116
 Meting: RI04

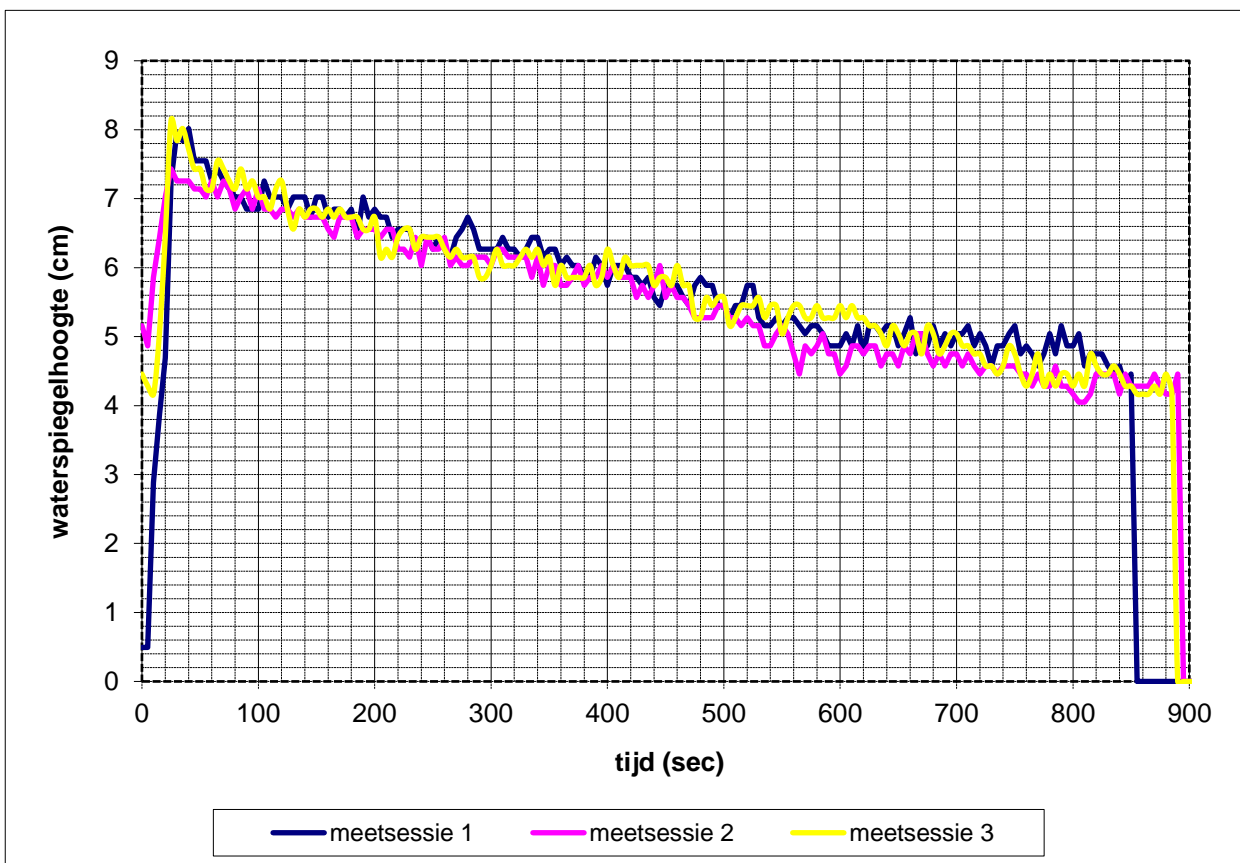
Opdrachtnr. GA200684

dubbele ring infiltrometer



Diameter binnenring: 32 cm

Diameter buitenring: 57 cm



Meetsessie 1	
t0 =	200 sec
h0 =	6,85 cm
t1 =	800 sec
h1 =	4,867 cm
kf =	3,30E-05 m/s
kf =	2,85552 m/dag

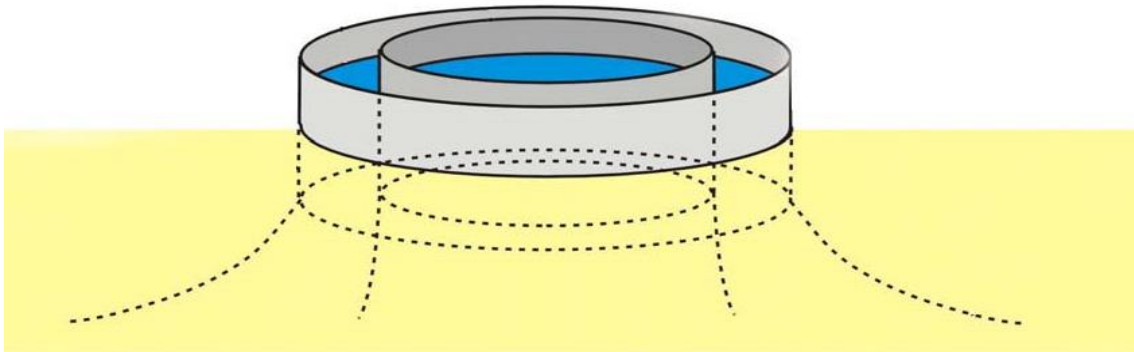
Meetsessie 2	
t0 =	200 sec
h0 =	6,558 cm
t1 =	800 sec
h1 =	4,167 cm
kf =	3,99E-05 m/s
kf =	3,44304 m/dag

Meetsessie 3	
t0 =	200 sec
h0 =	6,733 cm
t1 =	800 sec
h1 =	4,283 cm
kf =	4,08E-05 m/s
kf =	3,52800 m/dag

Projectomschrijving: Infiltratieonderzoek Veldhoven
 Lokatie: Kruisstraat 114-116
 Meting: RI05

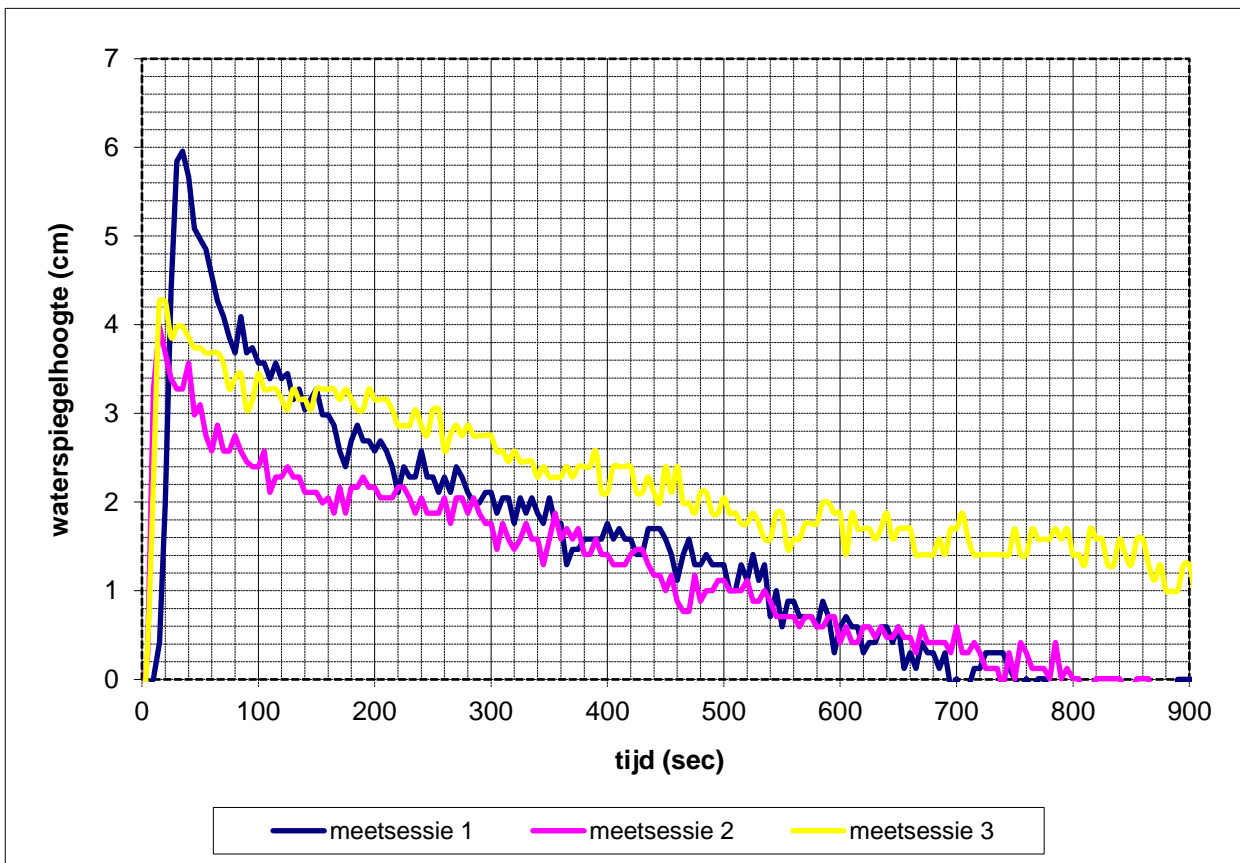
Opdrachtnr. GA200684

dubbele ring infiltrometer



Diameter binnenring: 32 cm

Diameter buitenring: 57 cm



Meetsessie 1	
t0 =	200 sec
h0 =	2,575 cm
t1 =	800 sec
h1 =	-0,108 cm
kf =	4,47E-05 m/s
kf =	3,86352 m/dag

Meetsessie 2	
t0 =	200 sec
h0 =	2,167 cm
t1 =	800 sec
h1 =	0,008 cm
kf =	3,60E-05 m/s
kf =	3,10896 m/dag

Meetsessie 3	
t0 =	200 sec
h0 =	3,158 cm
t1 =	800 sec
h1 =	1,408 cm
kf =	2,92E-05 m/s
kf =	2,52000 m/dag

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 $t = t_0$

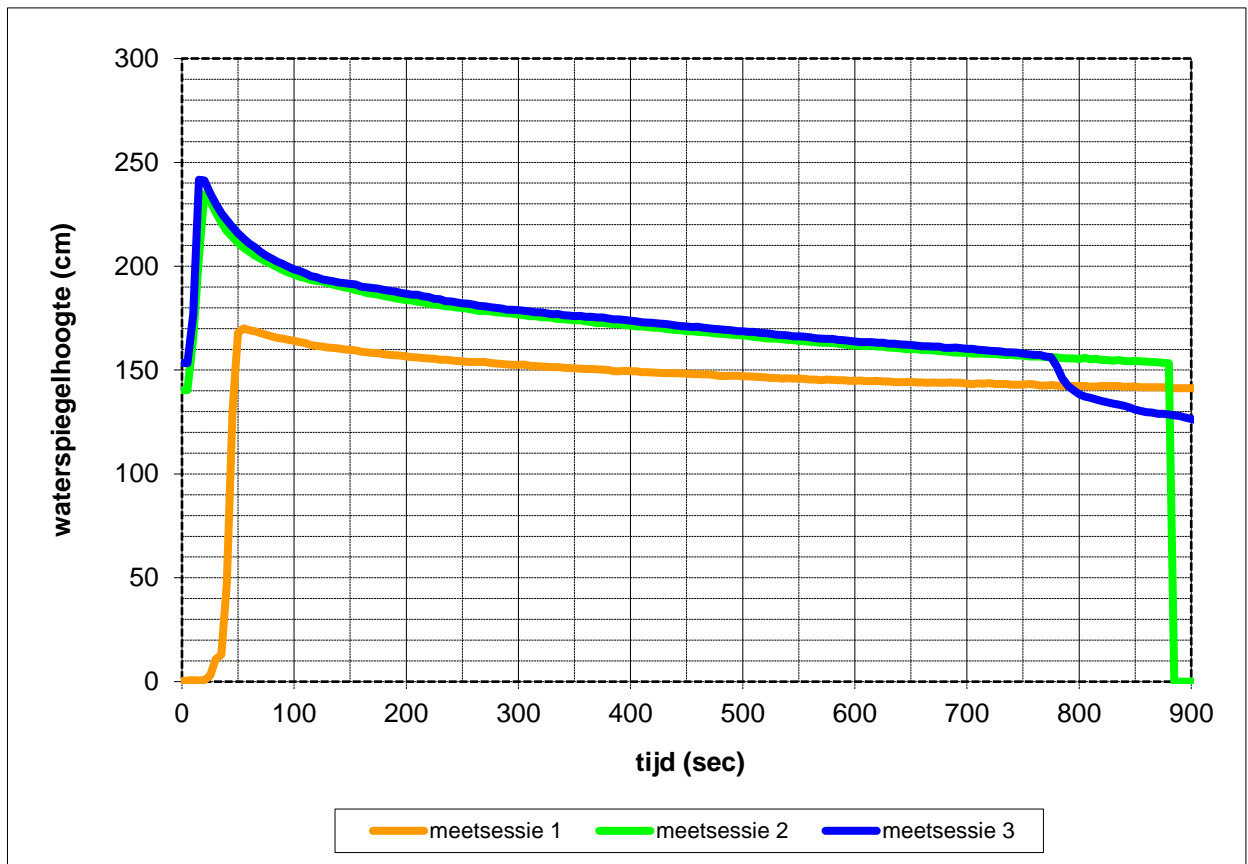
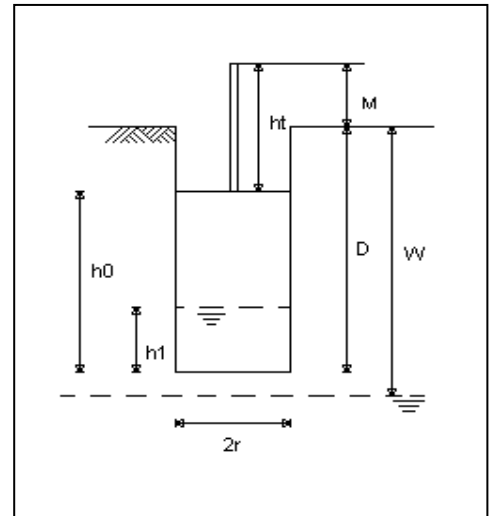
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	300	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
t0 =	500 sec
h0 =	146,96 cm
t1 =	700 sec
h1 =	143,40 cm
kf =	2,12E-06 m/s
kf =	0,18 m/dag
rc =	-1,78E-04 m/s

Meetsessie 2	
t0 =	500 sec
h0 =	166,68 cm
t1 =	700 sec
h1 =	158,28 cm
kf =	4,47E-06 m/s
kf =	0,39 m/dag
rc =	-4,20E-04 m/s

Meetsessie 3	
t0 =	500 sec
h0 =	168,66 cm
t1 =	700 sec
h1 =	160,26 cm
kf =	4,42E-06 m/s
kf =	0,38 m/dag
rc =	-4,20E-04 m/s

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 $t = t_0$

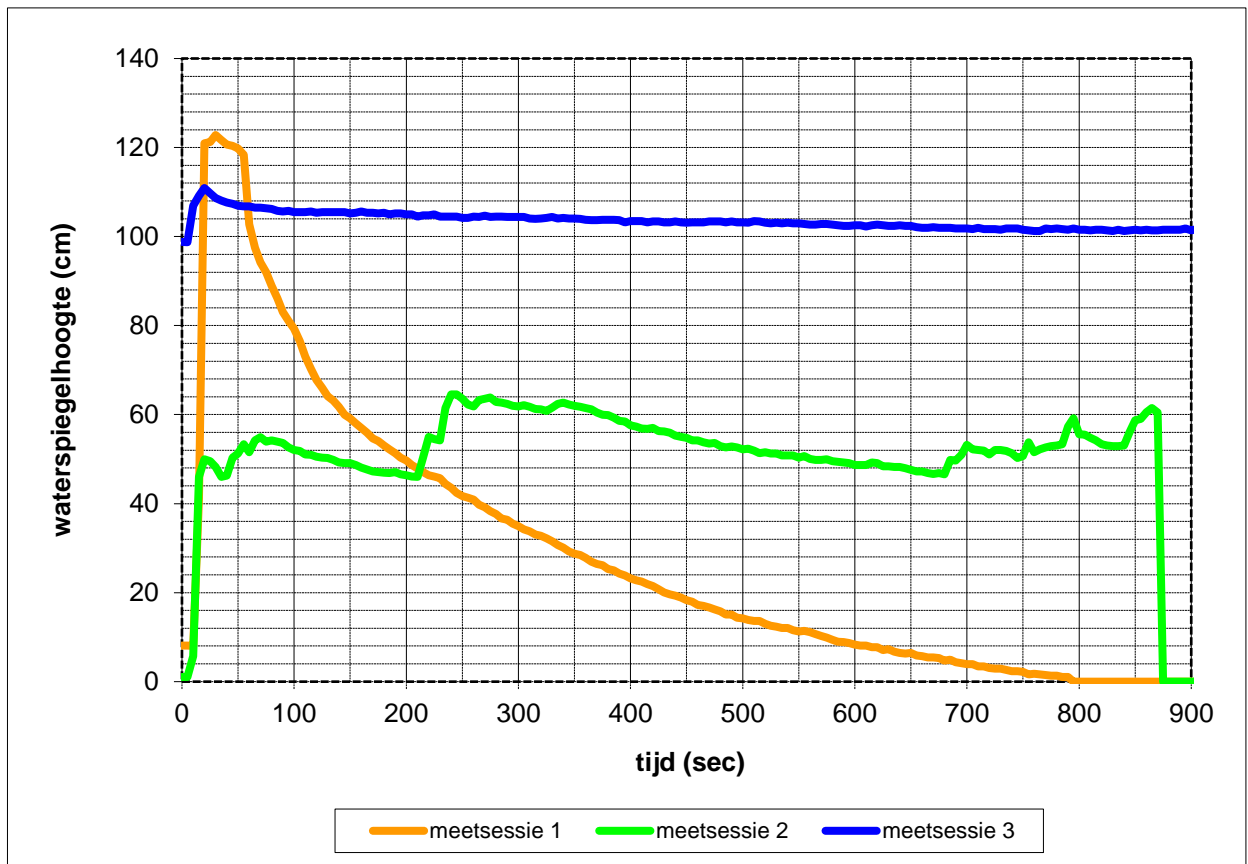
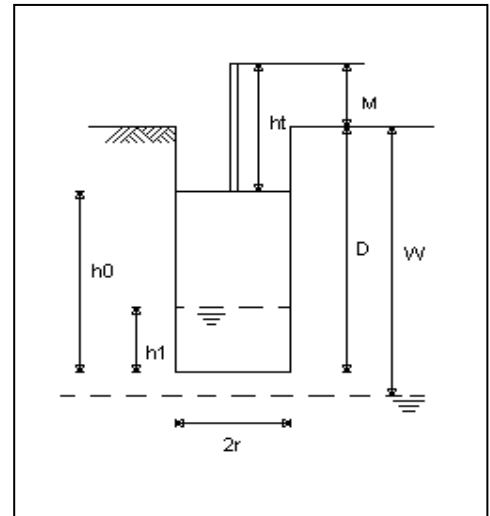
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	300	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	500 sec
$h_0 =$	14,25 cm
$t_1 =$	700 sec
$h_1 =$	3,92 cm
$k_f =$	9,06E-05 m/s
$k_f =$	7,83 m/dag
$rc =$	-5,16E-04 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	400 sec
$h_0 =$	57,59 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	47,56 cm
$k_f =$	1,30E-05 m/s
$k_f =$	1,12 m/dag
$rc =$	-4,01E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	500 sec
$h_0 =$	103,21 cm
$t_1 =$	700 sec
$h_1 =$	101,81 cm
$k_f =$	1,17E-06 m/s
$k_f =$	0,10 m/dag
$rc =$	-7,00E-05 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 $t = t_0$

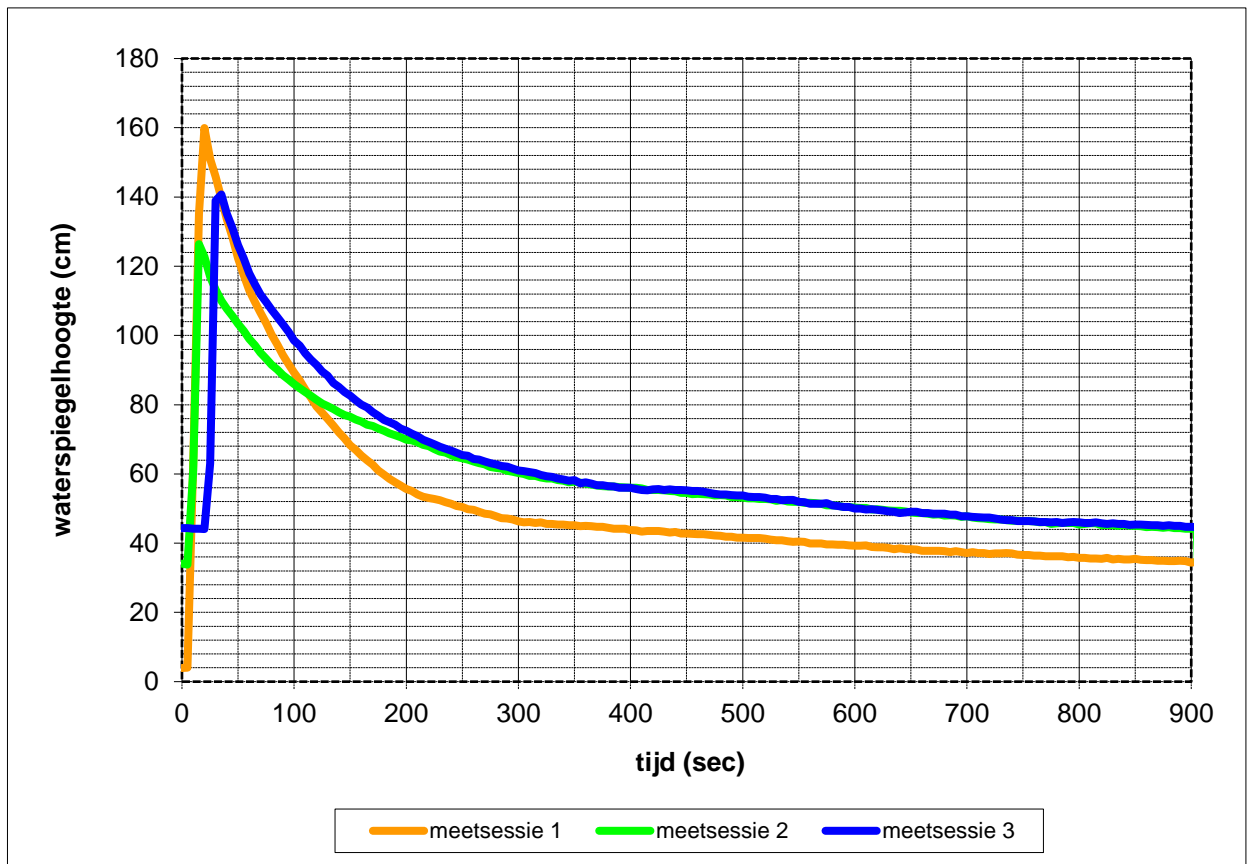
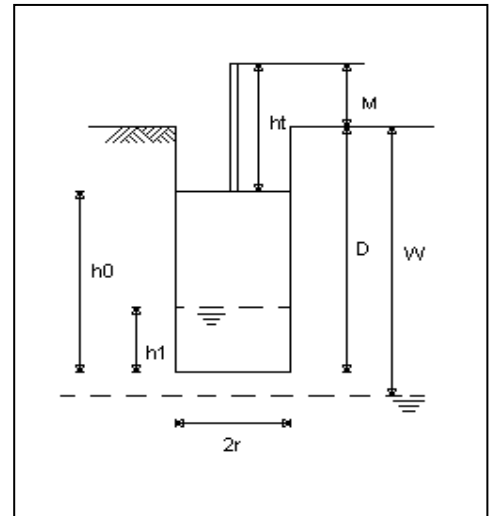
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	100	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	41,57	cm
$t_1 =$	900	sec
$h_1 =$	34,39	cm
$k_f =$	7,91E-06	m/s
$k_f =$	0,68	m/dag
$rc =$	-1,79E-04	m/s

Meetsessie 2		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	53,18	cm
$t_1 =$	900	sec
$h_1 =$	44,19	cm
$k_f =$	7,80E-06	m/s
$k_f =$	0,67	m/dag
$rc =$	-2,25E-04	m/s

Meetsessie 3		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	53,76	cm
$t_1 =$	900	sec
$h_1 =$	44,78	cm
$k_f =$	7,71E-06	m/s
$k_f =$	0,67	m/dag
$rc =$	-2,25E-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