

Resultaten infiltratie onderzoek

Kavel 53 bouwplan Hoogveld te Heerlen

GA230004.009.R01.V1.0

22 maart 2023



Resultaten infiltratie onderzoek

Kavel 53 bouwplan Hoogveld te Heerlen
Documentnummer GA230004.009.R01.V1.0
22 maart 2023

Opdrachtgever
Gemeente Heerlen
Postbus 1
6400 AA Heerlen

Functie	Naam	Handtekening
Projectleider Geotechniek		
Collegiale toets		

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 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

1 Inleiding

Door de Gemeente Heerlen werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek was nodig voor de ontwikkeling van Kavel 53 in bouwplan Hoogveld te Heerlen.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Limburg.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in maart 2023 zes handboringen, twee machinale boringen en acht doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boringen

Om de toplagen te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie acht boringen (genummerd GA230004.009 DB01 t/m DB06, MB01 en MB06) tot maximaal ca. 12,5 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 2.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA230004.009 DM01A t/m DM06B en zijn opgenomen in bijlagen.

Bij de doorlatendheidsmetingen is gemeten volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet). 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 GA230004.009.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van 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

Ten tijde van het grondonderzoek was het terrein braakliggend. Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +156,9 m tot +159,8m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 2,9 m.

3.2 Bodemopbouw

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

Toplaag:

Tot ca. 5,9 m- à 9,5 m- maaiveld, ofwel ca. NAP +150,3 à +151,0 m worden matig tot sterk zandige siltlagen aangetroffen.

Tussenlaag:

Hieronder worden tot ca. 9,3 m- à 11,0, m- maaiveld, ofwel ca. NAP +147,6 à +148,7 m silthoudende zandlagen aangetroffen.

Onderlaag:

Tot de maximaal verkende diepte van ca. 10,5 m- à 12,5 m- maaiveld, ofwel ca. NAP +146,4 à +147,3 m worden fijne zandlagen 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. 10,5 m- à 12,5 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +146,4 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.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn 8 proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. 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 3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.1: Gemeten doorlatendheden

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m+ t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
<i>Porchetmetingen</i>				
DM01A	2,5 – 3,5	153,7 - 154,7	Silt, sterk zandig	1,5 – 2,4
DM01B	9,5 – 10,5	146,4 - 147,4	Zand, fijn	11,9 – 26,6
DM02	2,5 – 3,5	153,5 - 154,5	Silt, zwak zandig	1,4 – 1,6
DM03	2,5 – 3,5	155,4 - 156,4	Silt, sterk zandig	0,9 – 1,1
DM04	2,5 – 3,5	155,5 - 156,5	Silt, sterk zandig	2,0 – 2,8
DM05	2,5 – 3,5	155,5 - 156,5	Silt, sterk zandig	0,9 – 1,3
DM06A	2,5 – 3,5	156,3 - 157,3	Silt, sterk zandig	1,5 – 2,5
DM06B	11,1 – 12,1	147,7 - 148,7	Zand, fijn	1,9 – 5,2

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 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: 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>					
DM01A	2,5 – 3,5	153,7 - 154,7	1,5	Goed	Ja
DM01B	9,5 – 10,5	146,4 - 147,4	11,9	Zeer goed	Ja
DM02	2,5 – 3,5	153,5 - 154,5	1,4	Goed	Ja
DM03	2,5 – 3,5	155,4 - 156,4	0,9	Vrij goed	Ja
DM04	2,5 – 3,5	155,5 - 156,5	2,0	Goed	Ja
DM05	2,5 – 3,5	155,5 - 156,5	0,9	Vrij goed	Ja
DM06A	2,5 – 3,5	156,3 - 157,3	1,5	Goed	Ja
DM06B	11,1 – 12,1	147,7 - 148,7	1,9	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 10,5 à 12,5 m- maaiveld ofwel NAP +146,4 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:

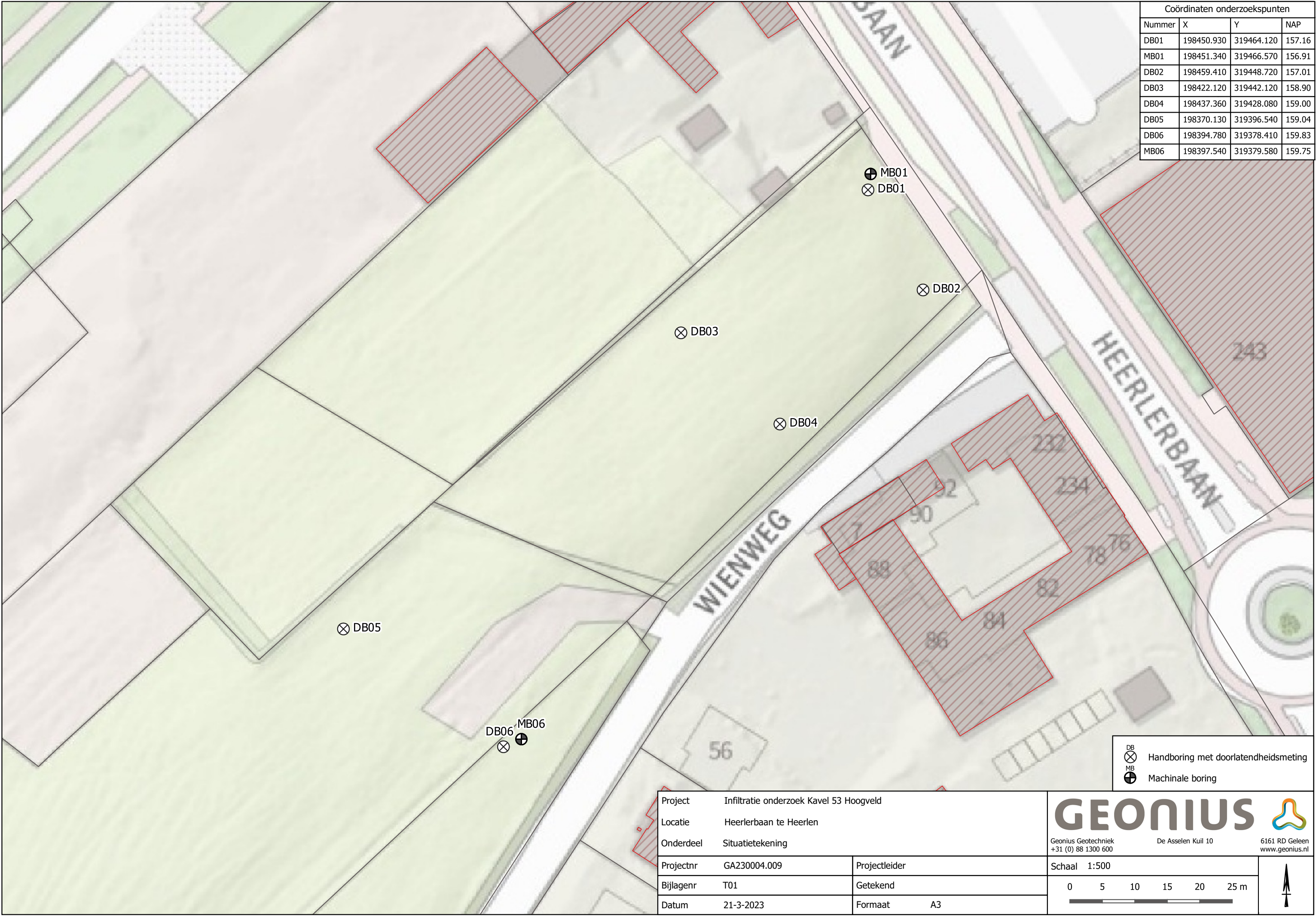
1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen silthoudende ondergrond). 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 geroerde 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.
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 goed doorlatende top laag geen toegevoegde waarde.

4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is goed tot zeer goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of grindkoffers. Infiltratie naar dieper gelegen lagen door gebruik te maken van o.a. grindpalen wordt niet nodig geacht. Indien gewenst kunnen wij een infiltratie systeem verder voor u uitwerken middels een aanvullende opdracht.

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
DB01	198450.930	319464.120	157.16
MB01	198451.340	319466.570	156.91
DB02	198459.410	319448.720	157.01
DB03	198422.120	319442.120	158.90
DB04	198437.360	319428.080	159.00
DB05	198370.130	319396.540	159.04
DB06	198394.780	319378.410	159.83
MB06	198397.540	319379.580	159.75

DB

⊗

Handboring met doorlatendheidsmeting

MB

⊕

Machinale boring

Project	Infiltratie onderzoek Kavel 53 Hoogveld		
Locatie	Heerlerbaan te Heerlen		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA230004.009	Projectleider	
Bijlagenr	T01	Getekend	
Datum	21-3-2023	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

Schaal

1:500

0

5

10

15

20

25 m

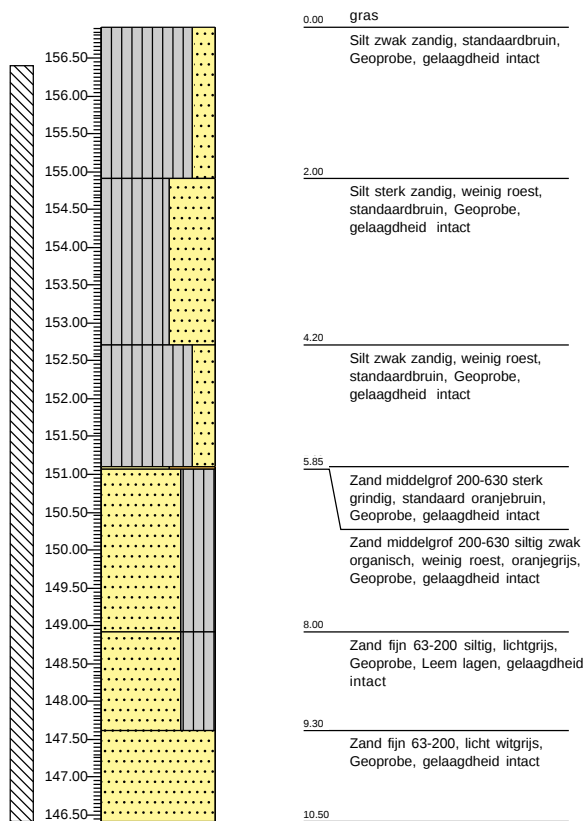
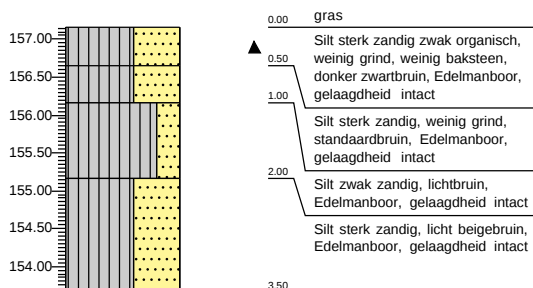
Bijlage 2 Boringen

Boring: DB01
 Maaiveldhoogte: 157.16 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 20-3-2023

X-coördinaat: 198450,93
 Y-coördinaat: 319464,12

Boring: MB01
 Maaiveldhoogte: 156.91 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 20-3-2023

X-coördinaat: 198451,34
 Y-coördinaat: 319466,57



Boring: DB02

Maaiveldhoogte: 157.013 m. t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

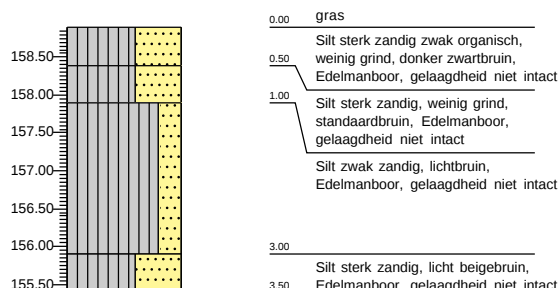
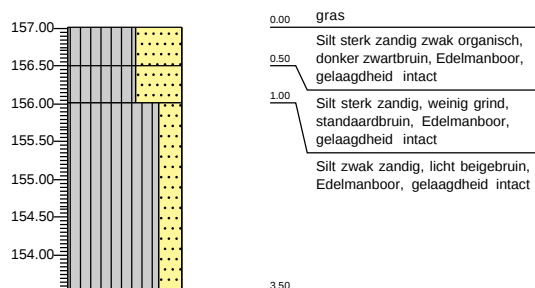
X-coördinaat: 198459,41
 Y-coördinaat: 319448,72

Boring: DB03

Maaiveldhoogte: 158.897 m. t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

X-coördinaat: 198422,12
 Y-coördinaat: 319442,12



Boring: DB04

Maaiveldhoogte: 159.003 m. t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

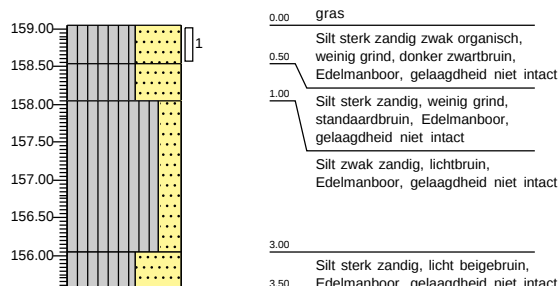
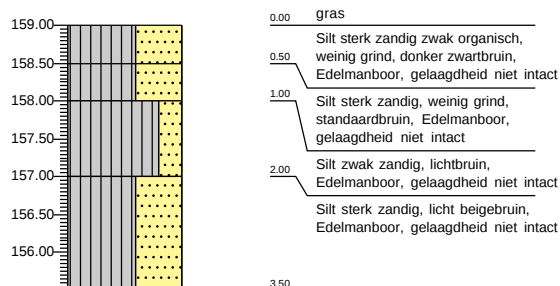
X-coördinaat: 198437,36
 Y-coördinaat: 319428,08

Boring: DB05

Maaiveldhoogte: 159.045 m. t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

X-coördinaat: 198370,13
 Y-coördinaat: 319396,54



Boring: DB06

Maaiveldhoogte: 159.834 m.t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

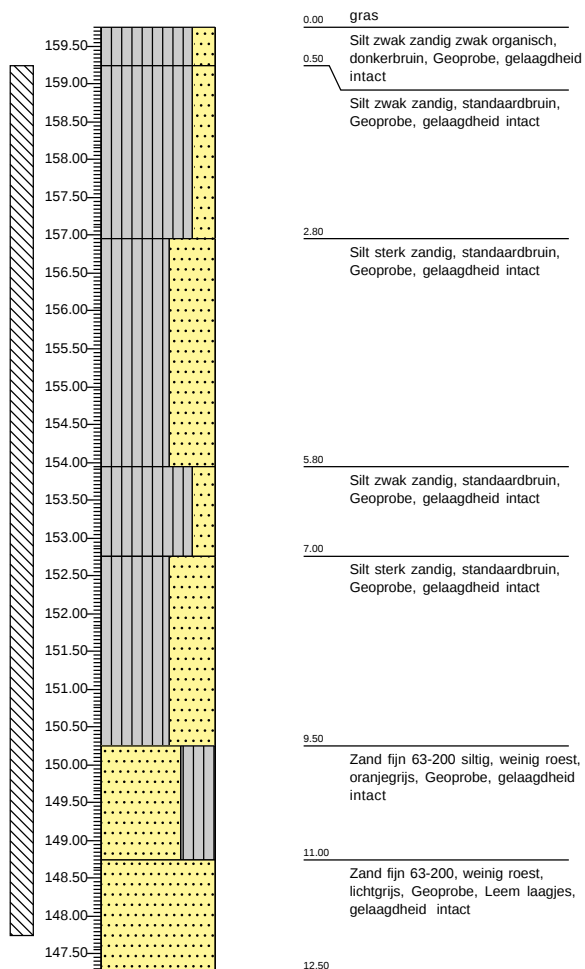
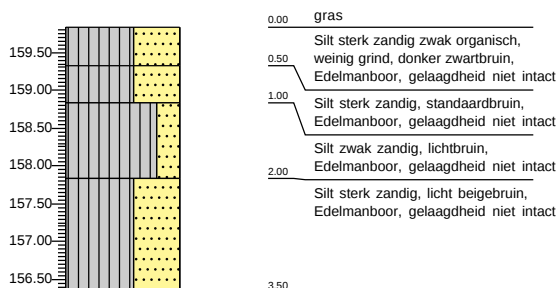
X-coördinaat: 198394,78
 Y-coördinaat: 319378,41

Boring: MB06

Maaiveldhoogte: 159.75 m.t.o.v. N.A.P.

Datum: 20-3-2023

X-coördinaat: 198397,54
 Y-coördinaat: 319379,58



Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

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 $t = t_0$

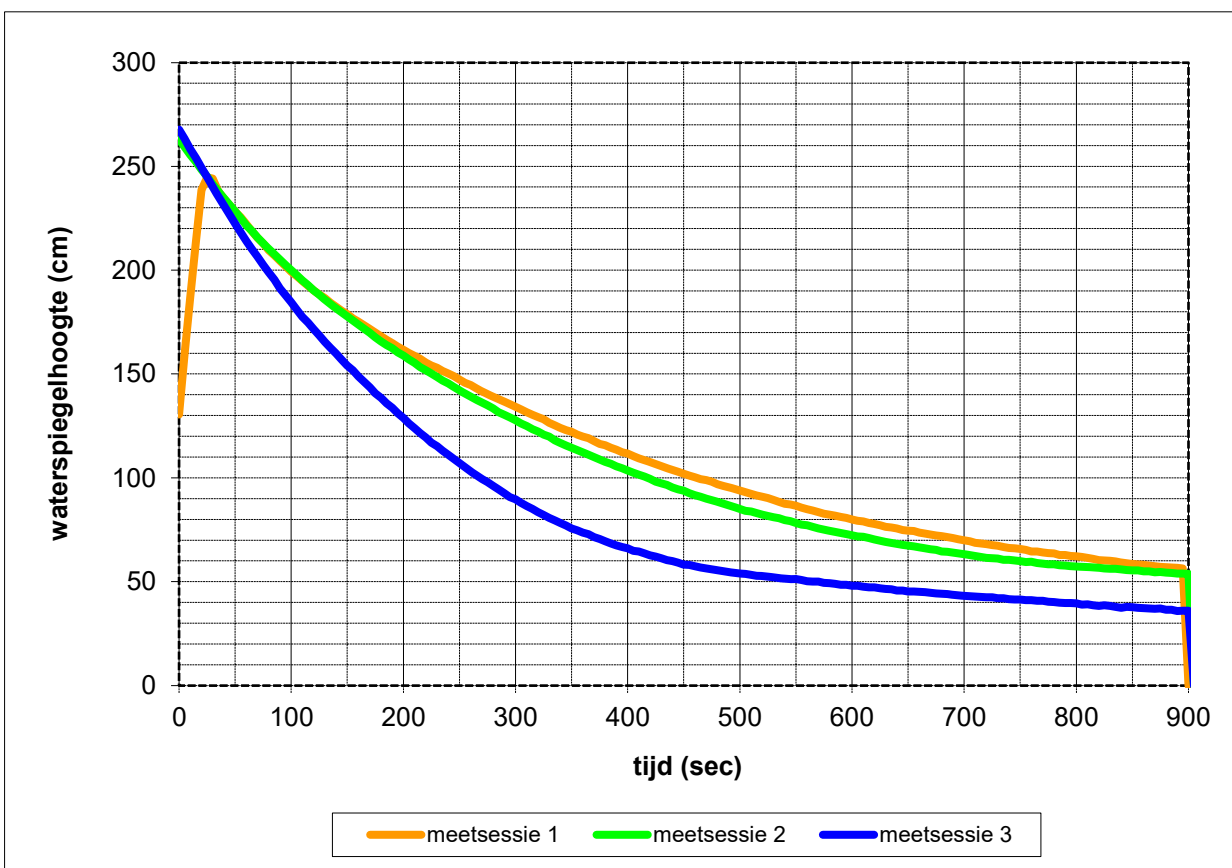
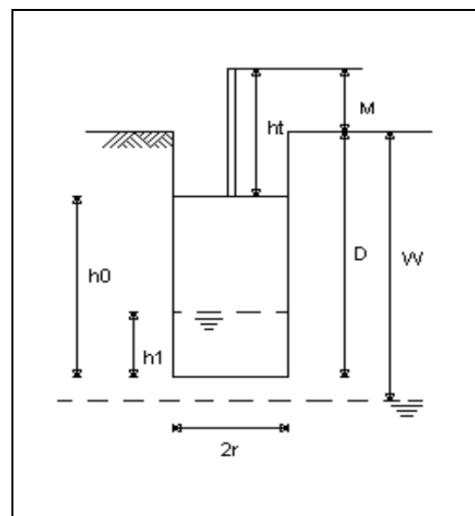
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetessie 1

t_0 =	300	sec
h_0 =	134,18	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	62,20	cm
k_f =	2,64E-05	m/s
k_f =	2,28	m/dag
rc =	-1,44E-03	m/s

Meetessie 2

t_0 =	300	sec
h_0 =	127,71	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	57,36	cm
k_f =	2,74E-05	m/s
k_f =	2,37	m/dag
rc =	-1,41E-03	m/s

Meetessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	53,86	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	39,63	cm
k_f =	1,72E-05	m/s
k_f =	1,49	m/dag
rc =	-4,74E-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 $t = t_0$

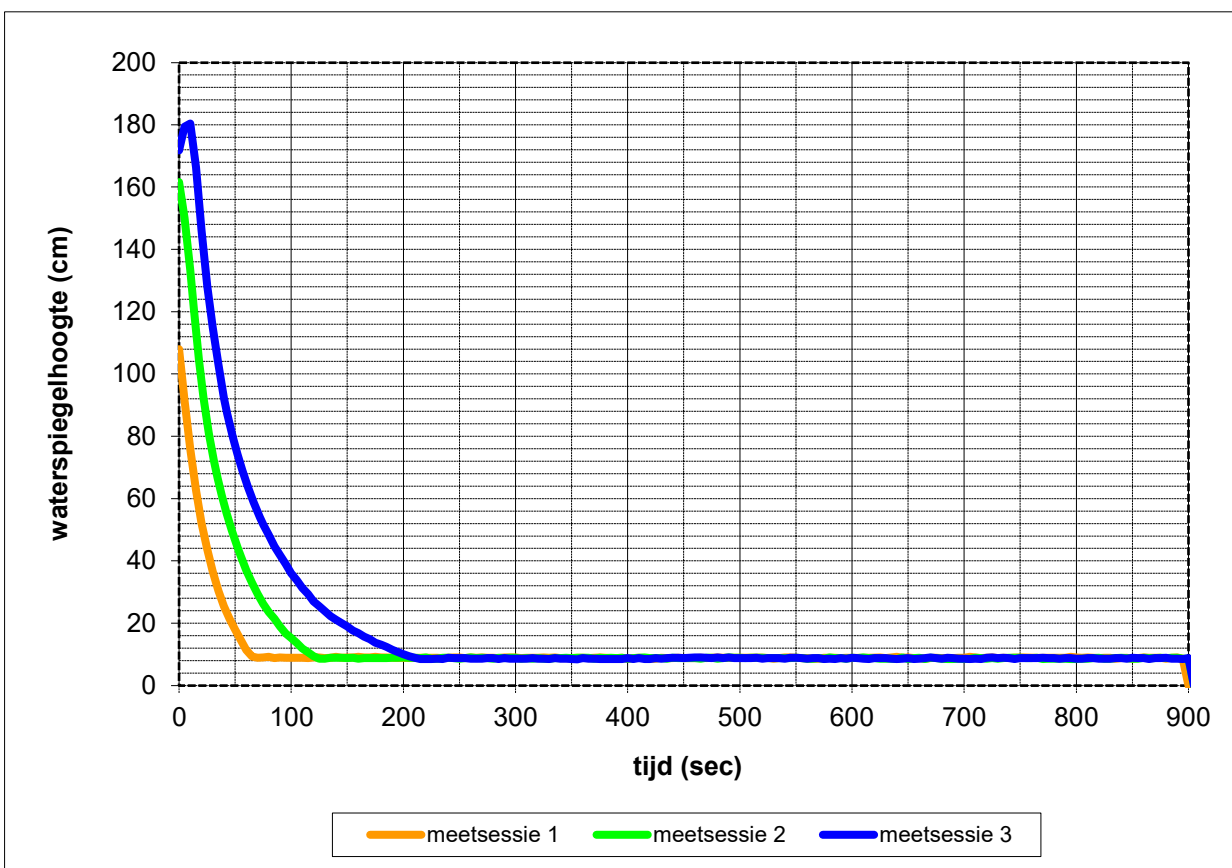
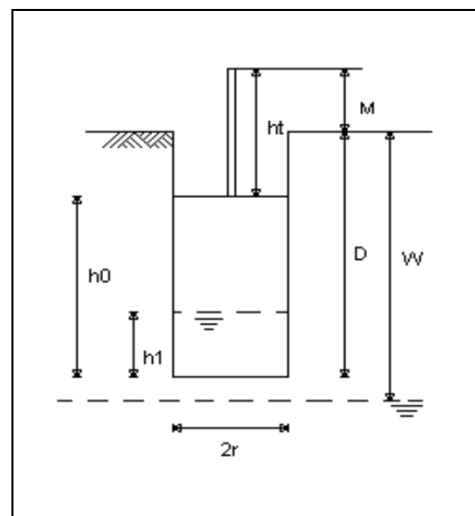
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1056	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	2,75	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meet sessie 1

t_0 =	10	sec
h_0 =	75,91	cm
t_1 =	100	sec
h_1 =	8,88	cm
k_f =	3,08E-04	m/s
k_f =	26,63	m/dag
rc =	-7,45E-03	m/s

Meet sessie 2

t_0 =	10	sec
h_0 =	133,37	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	8,77	cm
k_f =	2,54E-04	m/s
k_f =	21,93	m/dag
rc =	-8,90E-03	m/s

Meet sessie 3

t_0 =	10	sec
h_0 =	180,44	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	8,65	cm
k_f =	1,37E-04	m/s
k_f =	11,86	m/dag
rc =	-5,92E-03	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 $t = t_0$

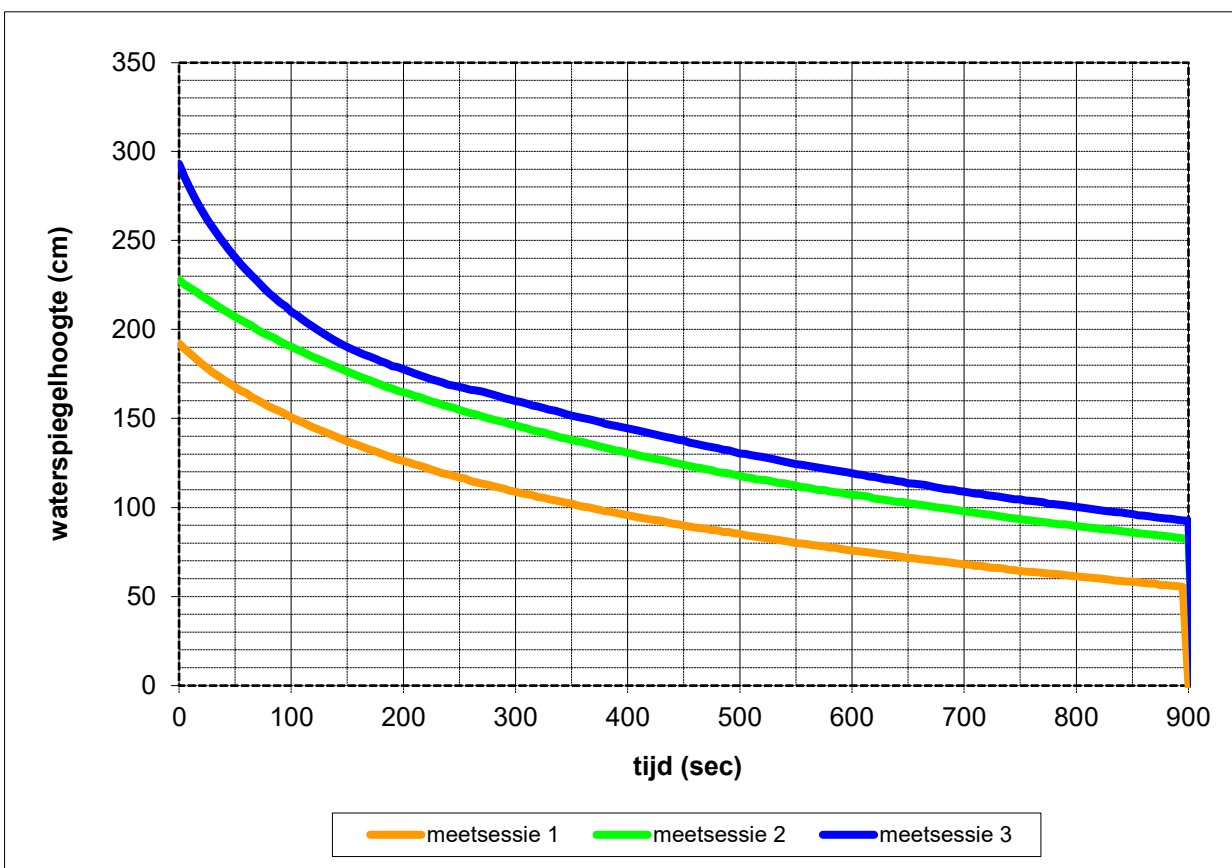
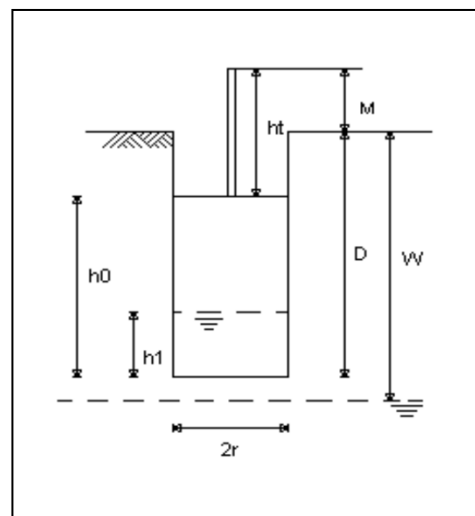
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	95,74	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	61,27	cm
k_f =	1,91E-05	m/s
k_f =	1,65	m/dag
rc =	-8,62E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	130,63	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	89,73	cm
k_f =	1,61E-05	m/s
k_f =	1,40	m/dag
rc =	-1,02E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	144,45	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	100,35	cm
k_f =	1,57E-05	m/s
k_f =	1,36	m/dag
rc =	-1,10E-03	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 $t = t_0$

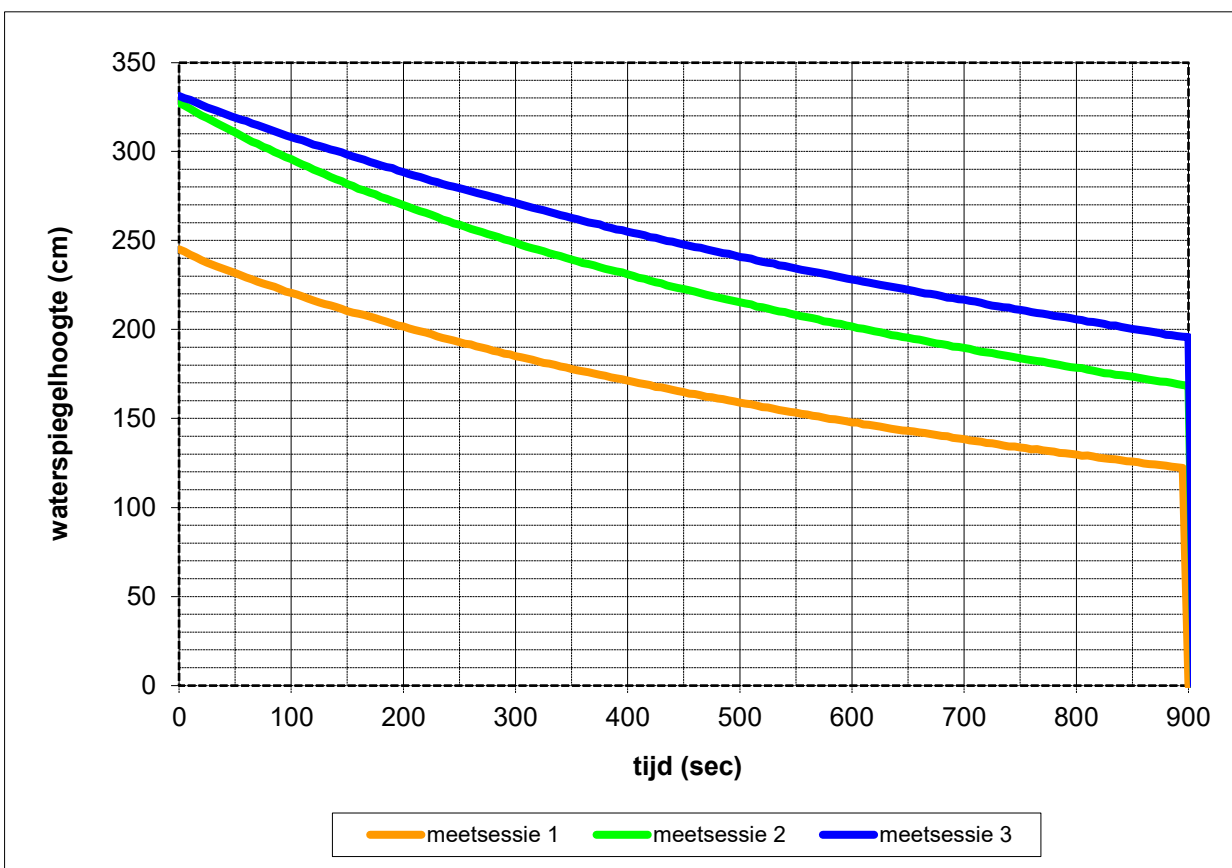
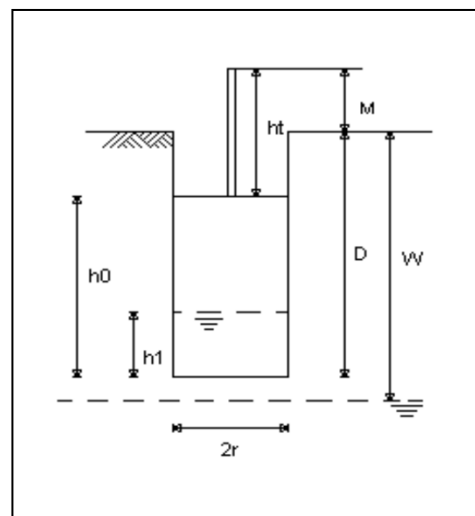
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	220,52	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	129,69	cm
k_f =	1,31E-05	m/s
k_f =	1,13	m/dag
rc =	-1,30E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	295,65	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	178,58	cm
k_f =	1,25E-05	m/s
k_f =	1,08	m/dag
rc =	-1,67E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	308,02	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	205,64	cm
k_f =	1,00E-05	m/s
k_f =	0,87	m/dag
rc =	-1,46E-03	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 $t = t_0$

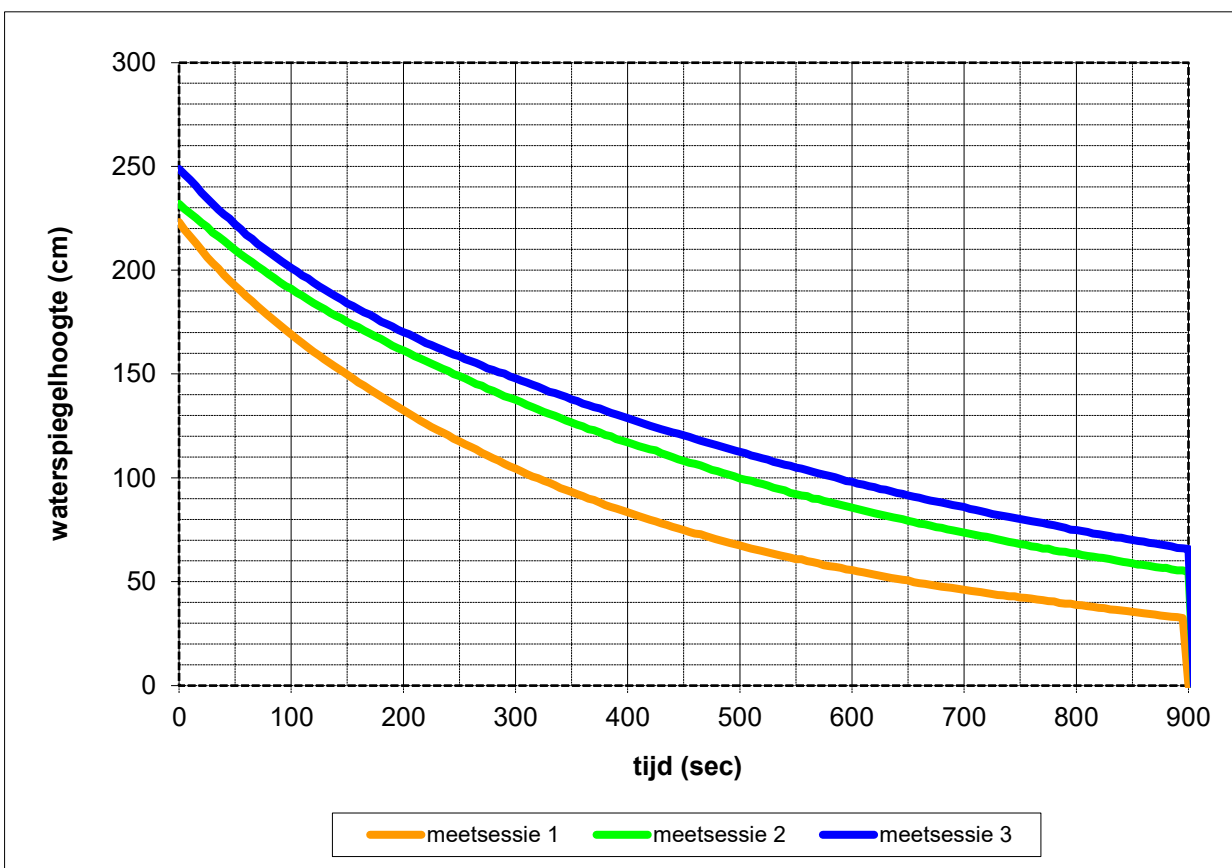
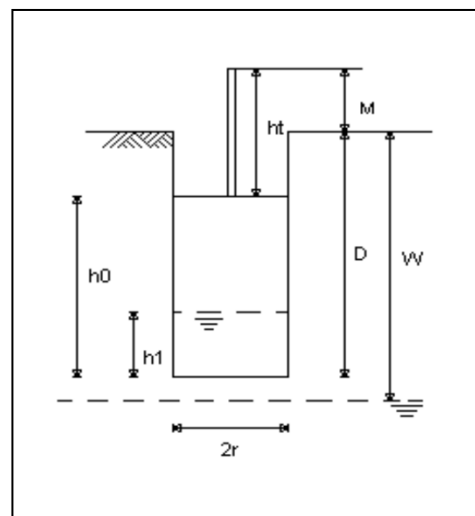
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	83,26	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	38,87	cm
k_f =	3,23E-05	m/s
k_f =	2,79	m/dag
rc =	-1,11E-03	m/s

Meetessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	117,09	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	63,54	cm
k_f =	2,62E-05	m/s
k_f =	2,26	m/dag
rc =	-1,34E-03	m/s

Meetessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	128,58	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	74,92	cm
k_f =	2,32E-05	m/s
k_f =	2,00	m/dag
rc =	-1,34E-03	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 $t = t_0$

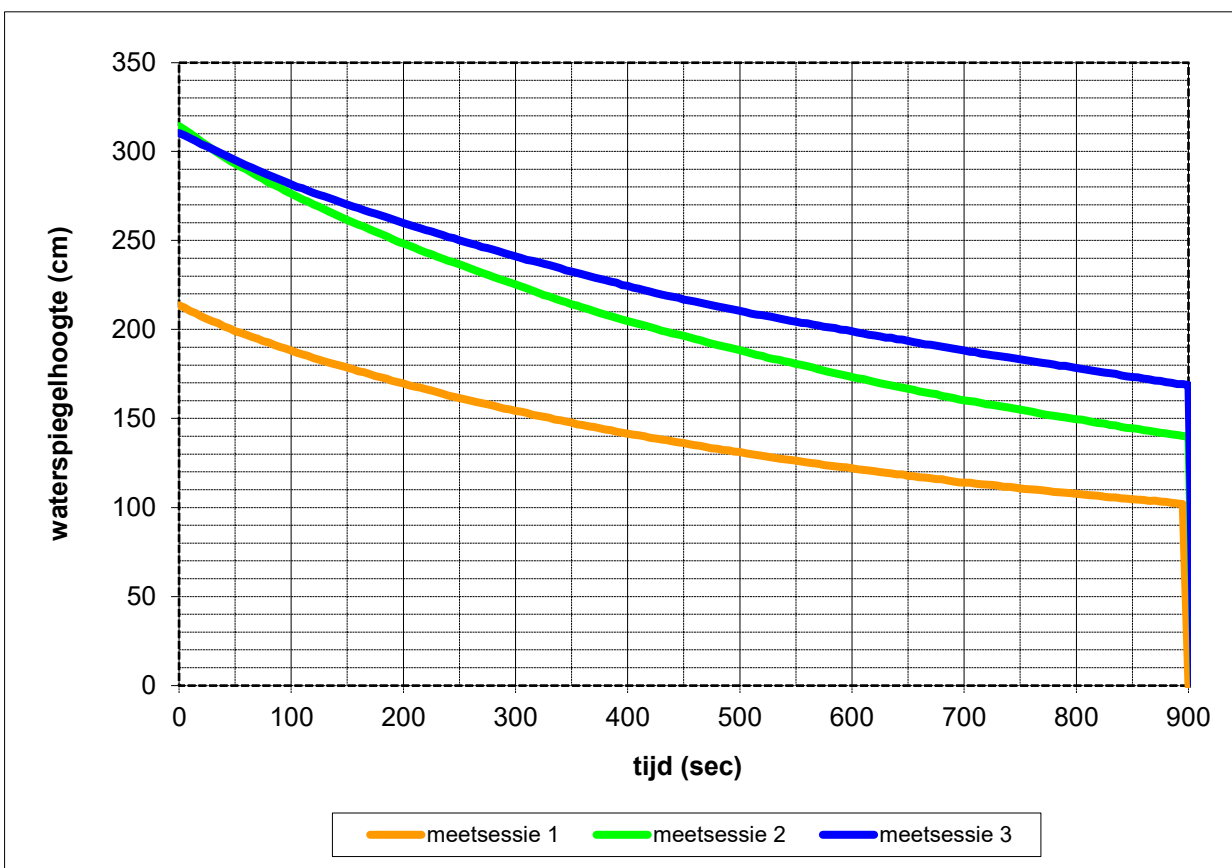
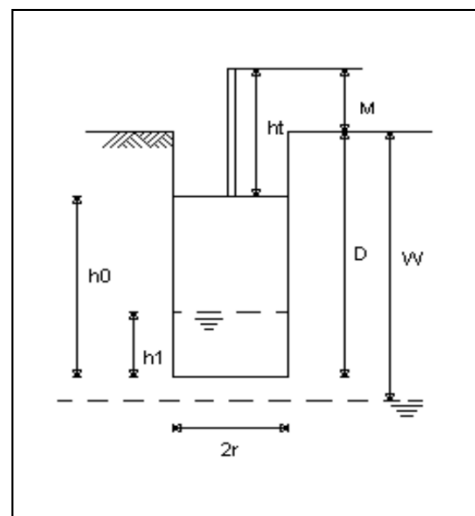
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	200	sec
h_0 =	169,68	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	107,73	cm
k_f =	1,31E-05	m/s
k_f =	1,13	m/dag
rc =	-1,03E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	200	sec
h_0 =	248,32	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	149,62	cm
k_f =	1,46E-05	m/s
k_f =	1,26	m/dag
rc =	-1,65E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	259,98	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	178,26	cm
k_f =	1,09E-05	m/s
k_f =	0,94	m/dag
rc =	-1,36E-03	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 $t = t_0$

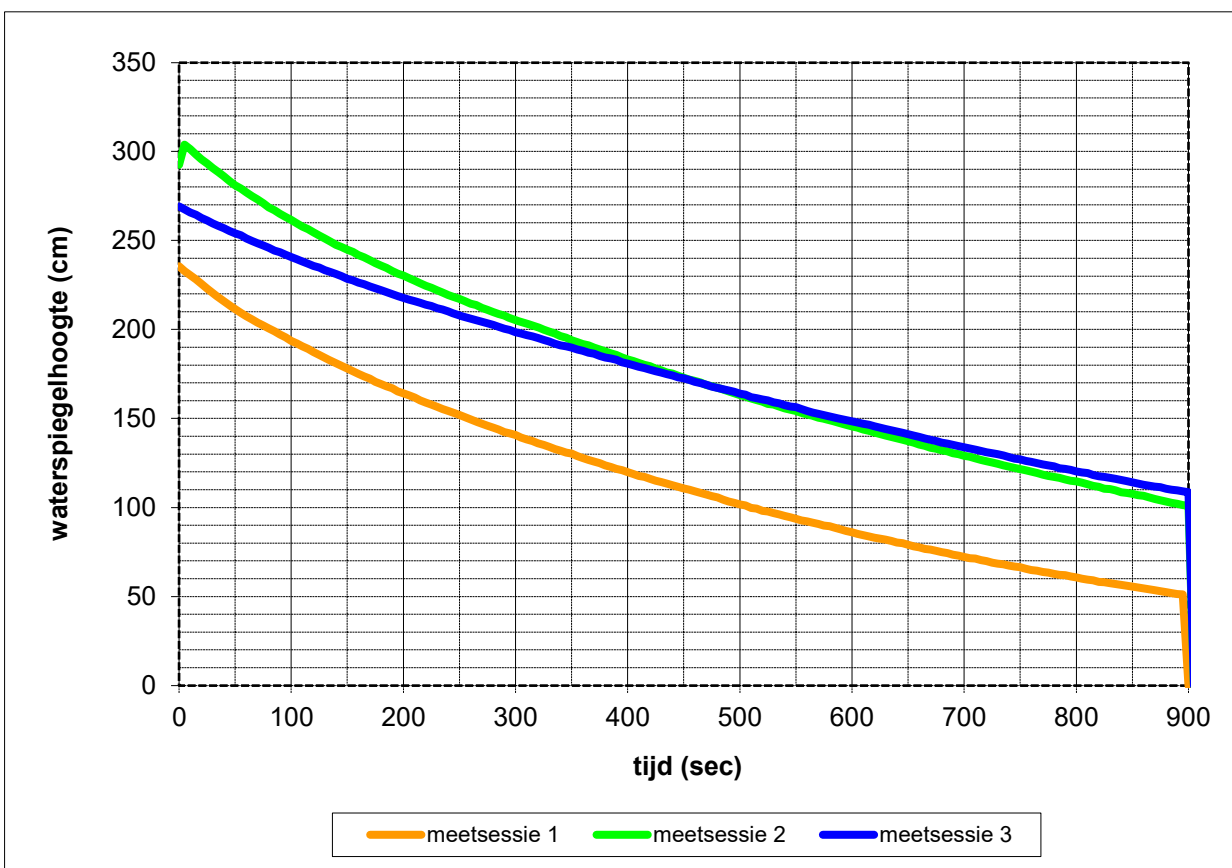
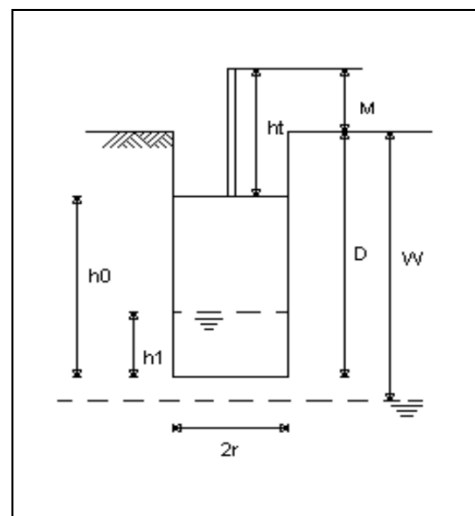
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	193,68	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	60,68	cm
k_f =	2,85E-05	m/s
k_f =	2,46	m/dag
rc =	-1,90E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	261,53	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	114,58	cm
k_f =	2,04E-05	m/s
k_f =	1,76	m/dag
rc =	-2,10E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	240,76	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	120,24	cm
k_f =	1,72E-05	m/s
k_f =	1,48	m/dag
rc =	-1,72E-03	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 $t = t_0$

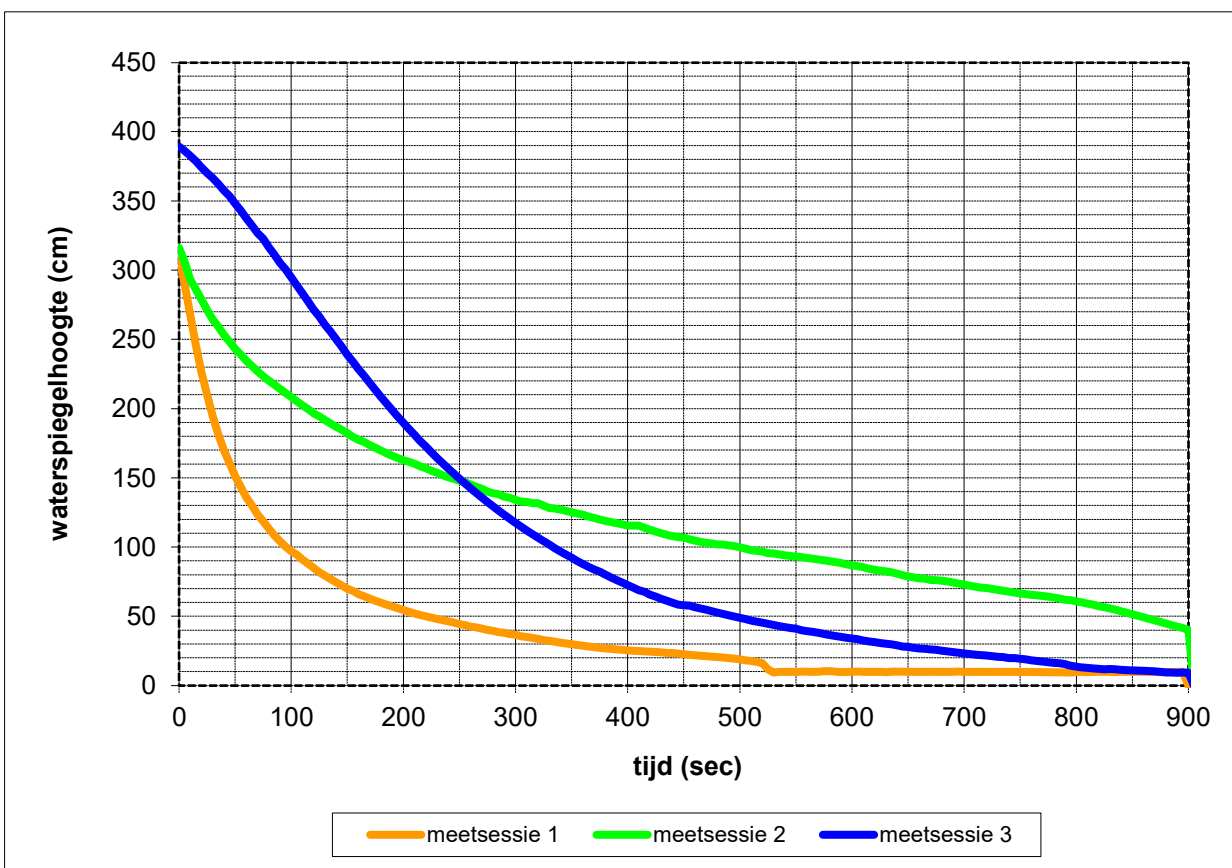
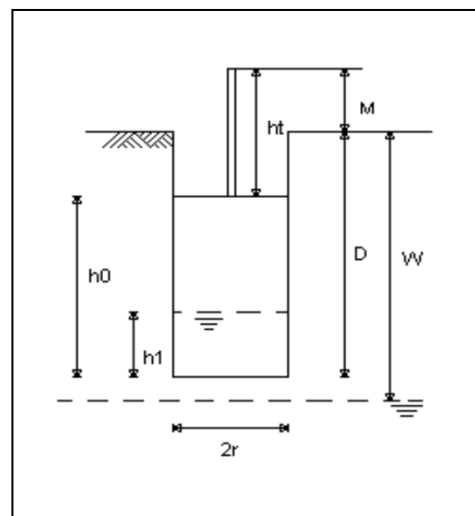
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1212	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	2,75	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	97,08	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	25,33	cm
k_f =	5,97E-05	m/s
k_f =	5,16	m/dag
rc =	-2,39E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	300	sec
h_0 =	134,07	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	60,80	cm
k_f =	2,14E-05	m/s
k_f =	1,85	m/dag
rc =	-1,47E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	72,58	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	13,67	cm
k_f =	5,47E-05	m/s
k_f =	4,72	m/dag
rc =	-1,47E-03	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