

Infiltratieonderzoek

Romeins museum aan de Coriovallumstraat 9 te Heerlen

GA221212.R01.V1.0

31 augustus 2022



Infiltratieonderzoek

Romeins museum aan de Coriovallumstraat 9 te Heerlen

Documentnummer GA221212.R01.V1.0

31 augustus 2022

Opdrachtgever

Gemeente Heerlen

Postbus 1

6400AA Heerlen

Auteurs

Projectleider Geotechniek ing.

Collegiale toets ing.

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Projectleider Geotechniek		
Collegiale toets		

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Boring	5
2.3	Doorlatendheidsmetingen	5
2.4	Inmeting	5
3	Grondslag	6
3.1	Bodemopbouw	6
3.2	Grondwater	6
3.3	Doorlatendheid	6
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 Gemeente Heerlen werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een infiltratie en bodemonderzoek uit te voeren. In voorliggende rapportage zijn de resultaten van het infiltratie onderzoek gepresenteerd.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in augustus 2021 in totaal 6 boringen met doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boring

Om de toplagen te verkennen zijn op de locatie een 6-tal boringen (genummerd GA221212 HB01 t/m MB06) tot maximaal ca. 12,0 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn in totaal 9 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA221212 DM01 t/m DM06B en zijn opgenomen in bijlagen. Omdat de doorlatendheidsproeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is 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 en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA221212.T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en alleen te gebruiken in voorliggend advies.

3 Grondslag

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de boringen als volgt worden beschreven:

Vanaf maaiveld worden tot ca. NAP +104 m overwegend matig tot sterk zandige siltlagen aangetroffen. De toplaag tot ca. 0,5 à 1,2 m- maaiveld is geroerd als gevolg van de aanwezige verhardingen. Tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +100,3 m worden zand en zandgrindlagen aangetroffen.

3.2 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een niveau van ca. 9,5 à 11,0 m- maaiveld, ofwel ca. NAP +102,7 à +103,9 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.

3.3 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen zijn per meting drie aaneengesloten proeven uitgevoerd. Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is 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 3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.1: gemeten doorlatendheid

Boring	Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m tov NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
HB01	DM01	2,5 – 3,5	109,3 - 110,3	Silt, zandig	1,03 – 1,17
HB02	DM02	2,5 – 3,5	109,9 - 110,9	Silt, zandig	6,7 – 15,5*
HB03	DM03	2,5 – 3,5	112,4 - 113,4	Silt, zandig	1,15 – 3,27
MB04	DM04A	2,5 – 3,5	108,7 - 109,7	Silt, zandig	0,63 – 0,72
MB04	DM04B	8,5 – 9,5	102,7 - 103,7	Zand, siltig	0,93 – 0,95
MB05	DM05A	2,5 – 3,5	110,4 - 111,4	Silt	1,09 – 1,81
MB05	DM05B	9,2 - 10,2	103,7 - 104,7	Grind, zandig	1,02 – 1,54

Boring	Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m tov NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
MB06	DM06A	2,5 – 3,5	111,4 - 111,4	Silt, zandig	1,04 – 1,23
MB06	DM06B	10,0 – 11,0	103,9 - 104,9	Grind, zandig	1,7 – 3,8

* Doorlatendheid wijkt sterk af van omliggende metingen en van de verwachting behorende bij de aangetroffen grondsoort. Wellicht wordt de meting positief beïnvloed door de ligging van een greppel direct naast de meetlocatie. Tijdens de uitvoering van deze proef is hier echter geen uittredend water waargenomen.

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 boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1^{ste} eis voldoet.

Tabel 4.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v NAP]	Maatgevend doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	2,5 – 3,5	109,3 - 110,3	1,03	Goed	Ja
DM02	2,5 – 3,5	109,9 - 110,9	6,7*	Goed	Ja
DM03	2,5 – 3,5	112,4 - 113,4	1,15	Goed	Ja
DM04A	2,5 – 3,5	108,7 - 109,7	0,63	Vrij goed	Ja
DM04B	8,5 – 9,5	102,7 - 103,7	0,93	Vrij goed	Ja
DM05A	2,5 – 3,5	110,4 - 111,4	1,09	Goed	Ja
DM05B	9,2 - 10,2	103,7 - 104,7	1,02	Goed	Ja
DM06A	2,5 – 3,5	111,4 - 111,4	1,04	Goed	Ja
DM06B	10,0 – 11,0	103,9 - 104,9	1,7	Goed	Ja

* sterk afwijkende waarde en niet representatief.

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien geen grondwater is aangetroffen tot op een diepte van ca. 9,5 à 11,0 m-maaiveld.

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 plaatselijk 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.

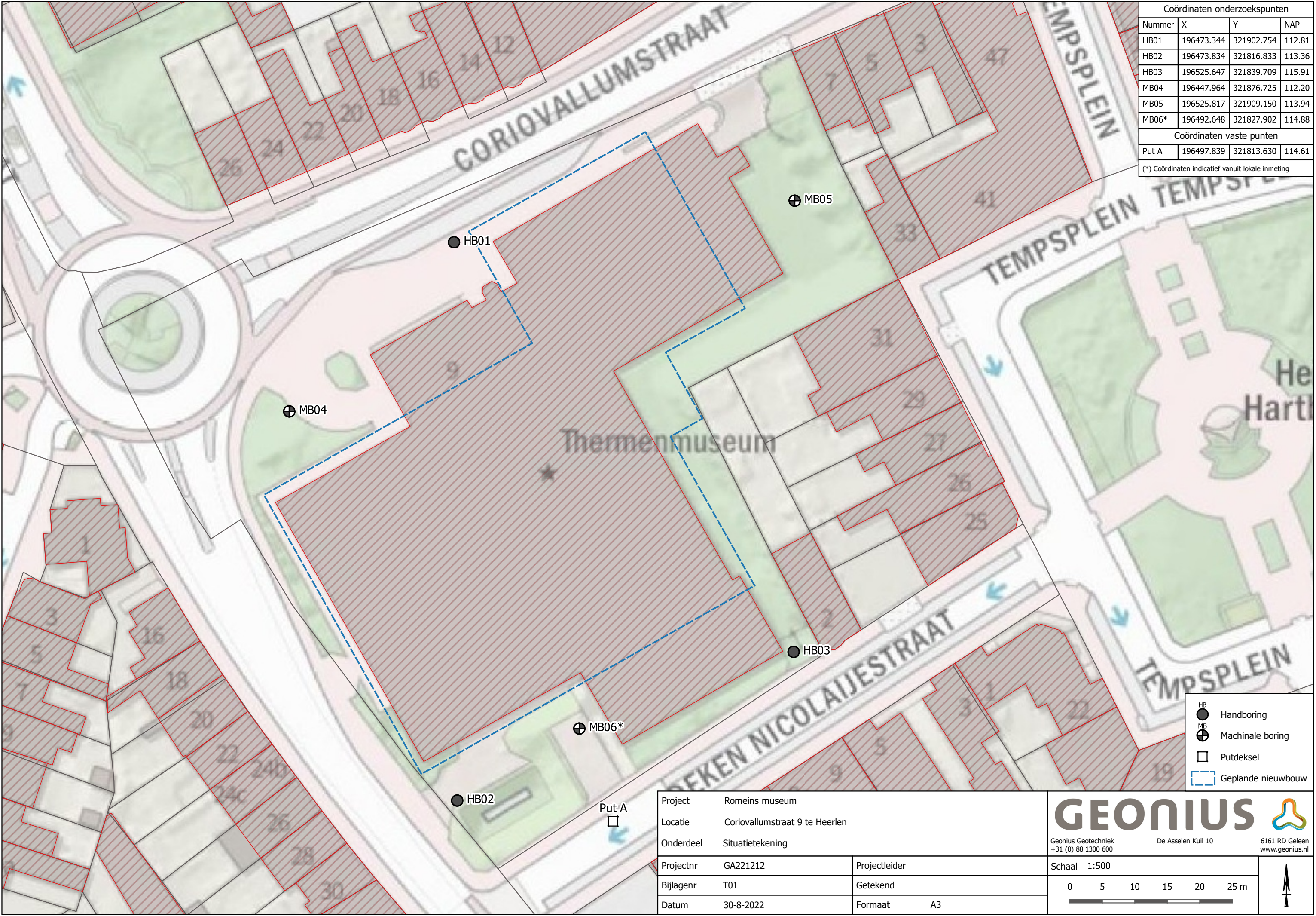
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Gezien de inrichting van het terrein is een open systeem hier momenteel geen aantrekkelijke optie.
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Daarbij moet er echter terdege op gelet worden dat de infiltratie elementen geen wateroverlast tot gevolg hebben bij de omliggende bebouwing en het hellende maaiveld.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar de diepere lagen. Dit behoort tot de mogelijkheden en kan als aanvulling dienen op een ondiep systeem. Hierbij dient echter rekening gehouden met de grondwaterstand op ca. 9,5 à 11,0 m- maaiveld.

4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten en/of grindkoffers, eventueel aangevuld met diepe elementen. De exacte invulling hangt af van de beschikbare ruimte en het af te koppelen oppervlak. Ongeacht het type infiltratievoorziening zal rekening gehouden moeten worden met de omliggende bebouwing, om wateroverlast te voorkomen.

Indien gewenst kan een infiltratievoorziening in het kader van een vervolgopdracht voor u worden uitgewerkt.

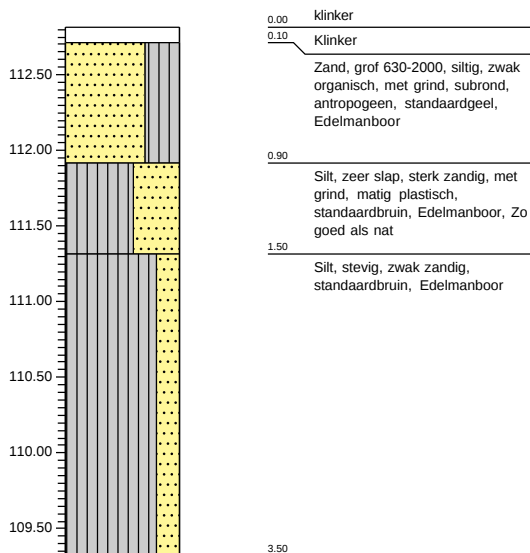
Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Boringen

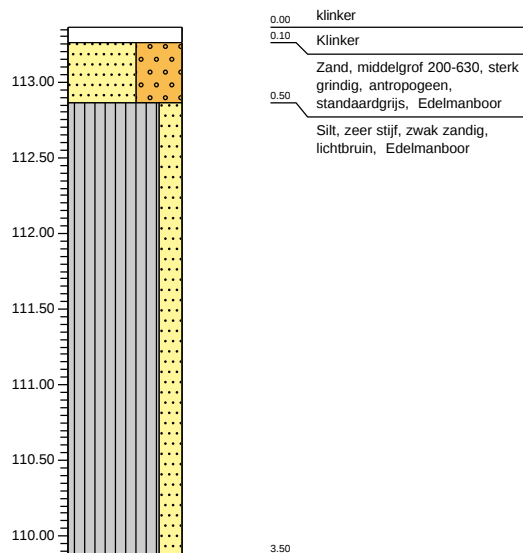
Boring: HB01
Maaiveldhoogte: 112.814 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 29-8-2022

X-coördin196473.35
Y-coördin321902.75



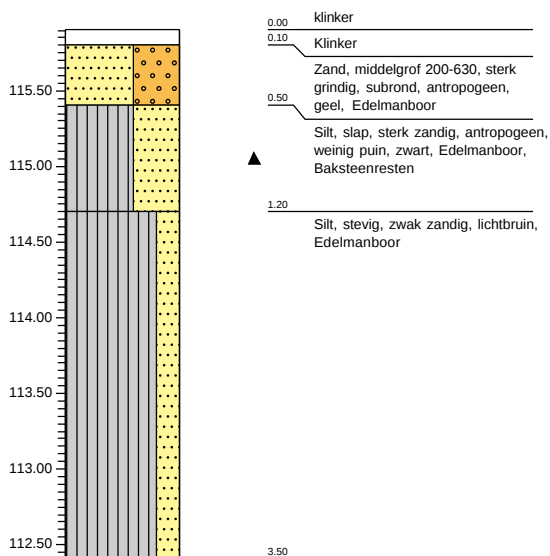
Boring: HB02
Maaiveldhoogte: 113.364 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 29-8-2022

X-coördin196473.83
Y-coördin321816.84



Boring: HB03
Maaiveldhoogte: 115.906 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 29-8-2022

X-coördin196525.65
Y-coördin321839.70

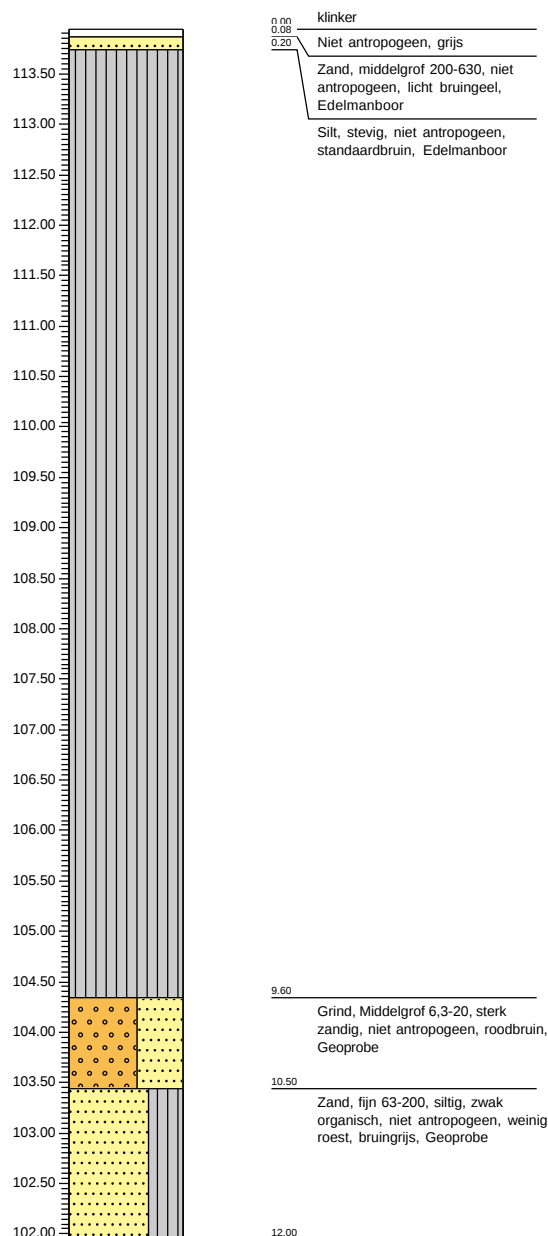
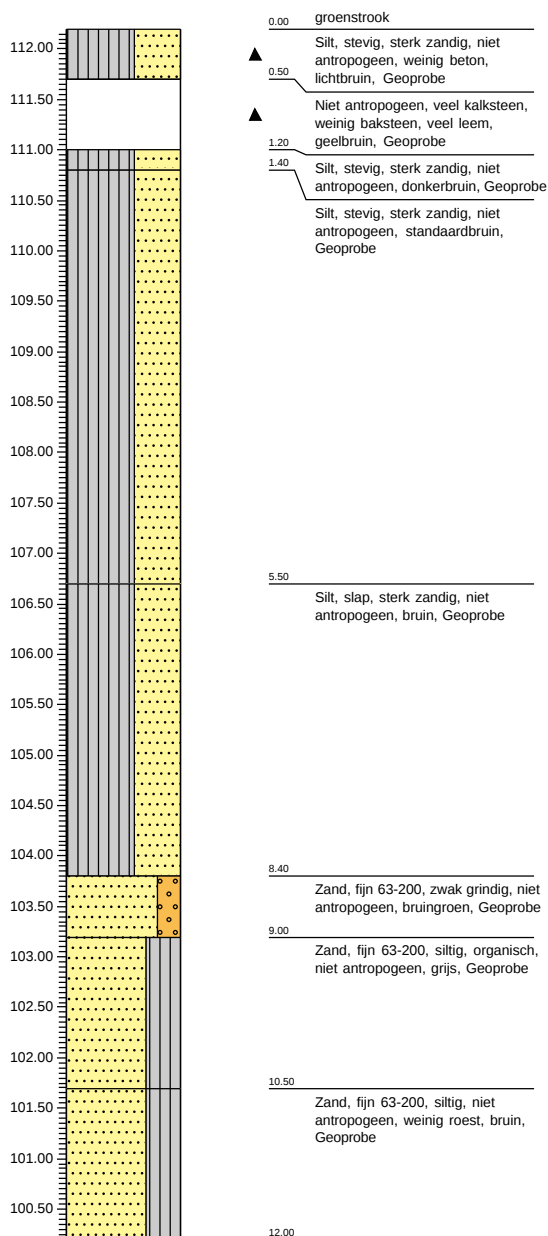


Boring: MB04
Maaiveldhoogte: 112.197 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 29-8-2022

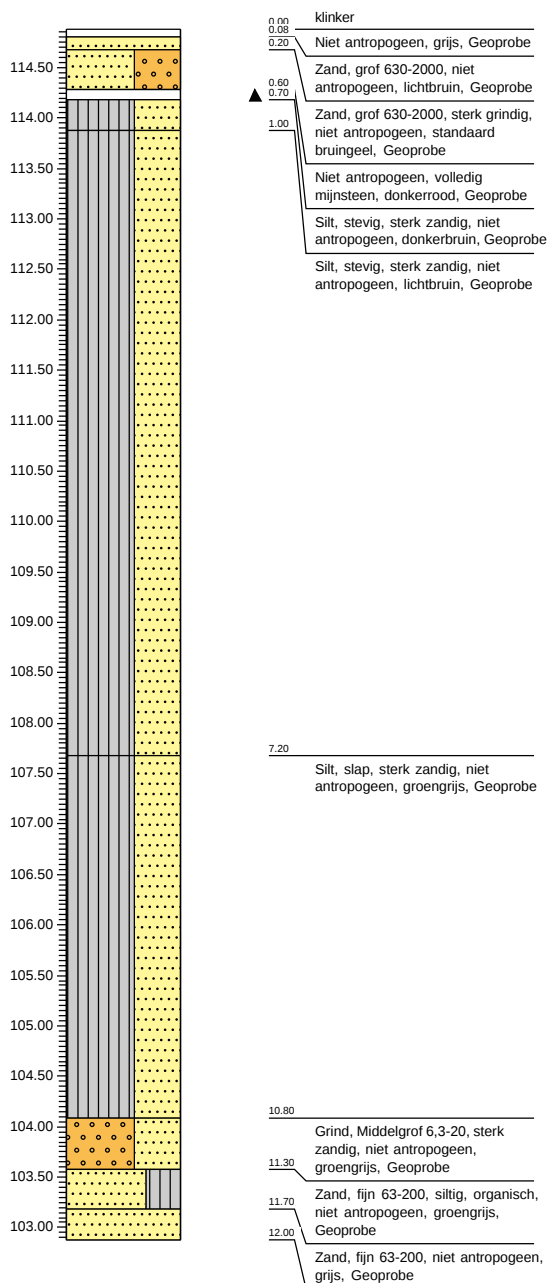
X-coördin196448.00
Y-coördin321876.69

Boring: MB05
Maaiveldhoogte: 113.943 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 29-8-2022

X-coördin196525.80
Y-coördin321909.20



Boring: MB06
 Maaiveldhoogte: 114.881 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 29-8-2022



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 $t = t_0$

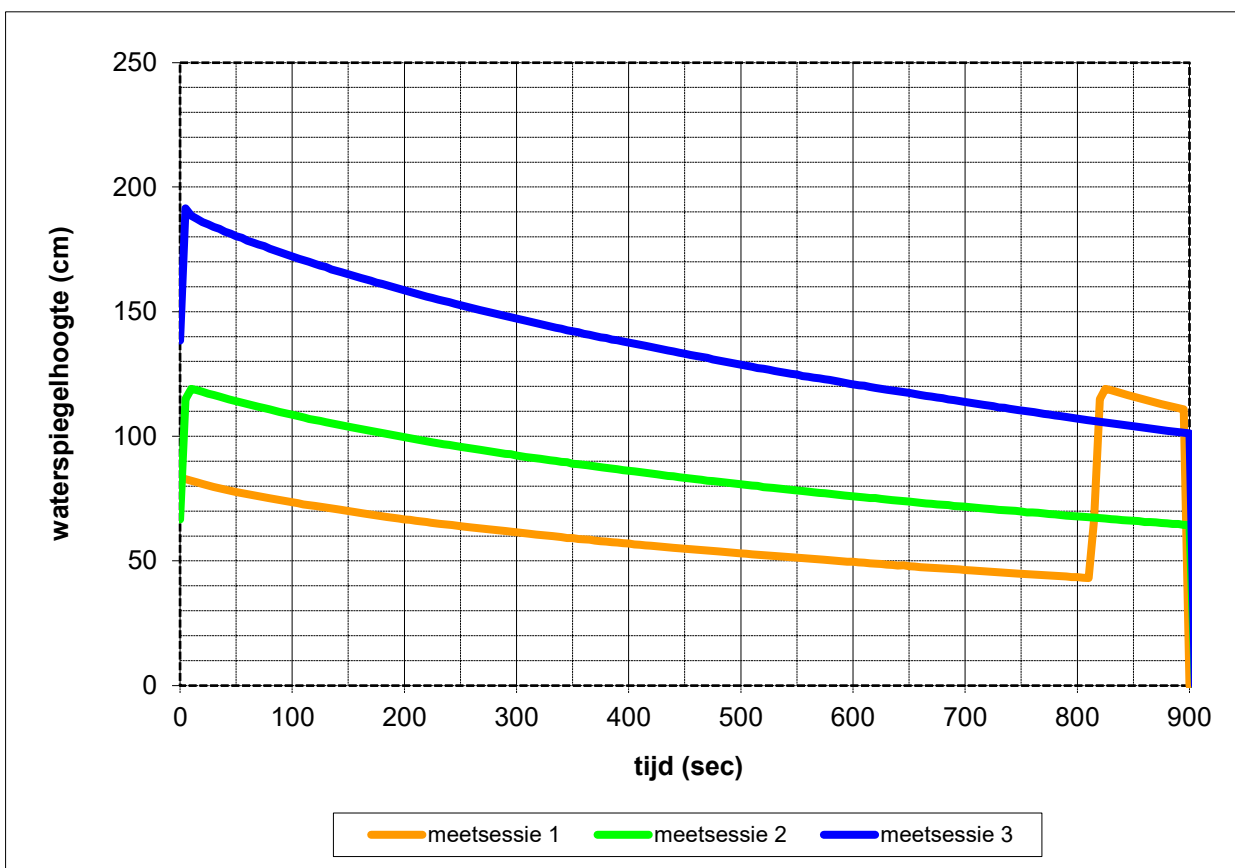
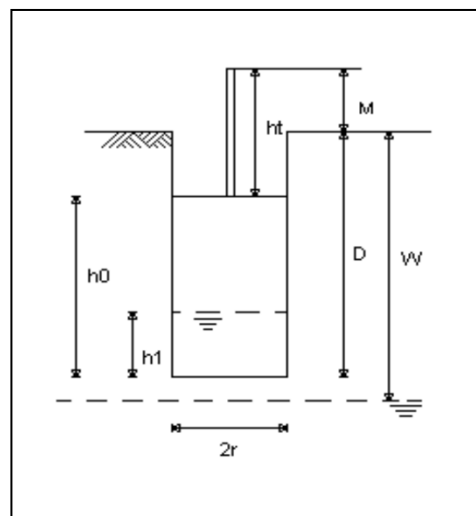
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = 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		
$t_0 =$	50	sec
$h_0 =$	77,67	cm
$t_1 =$	700	sec
$h_1 =$	46,34	cm
$k_f =$	1,35E-05	m/s
$k_f =$	1,17	m/dag
$rc =$	-4,82E-04	m/s

Meetsessie 2		
$t_0 =$	50	sec
$h_0 =$	114,07	cm
$t_1 =$	700	sec
$h_1 =$	71,78	cm
$k_f =$	1,22E-05	m/s
$k_f =$	1,06	m/dag
$rc =$	-6,51E-04	m/s

Meetsessie 3		
$t_0 =$	50	sec
$h_0 =$	180,28	cm
$t_1 =$	800	sec
$h_1 =$	107,13	cm
$k_f =$	1,20E-05	m/s
$k_f =$	1,03	m/dag
$rc =$	-9,75E-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 $t = t_0$

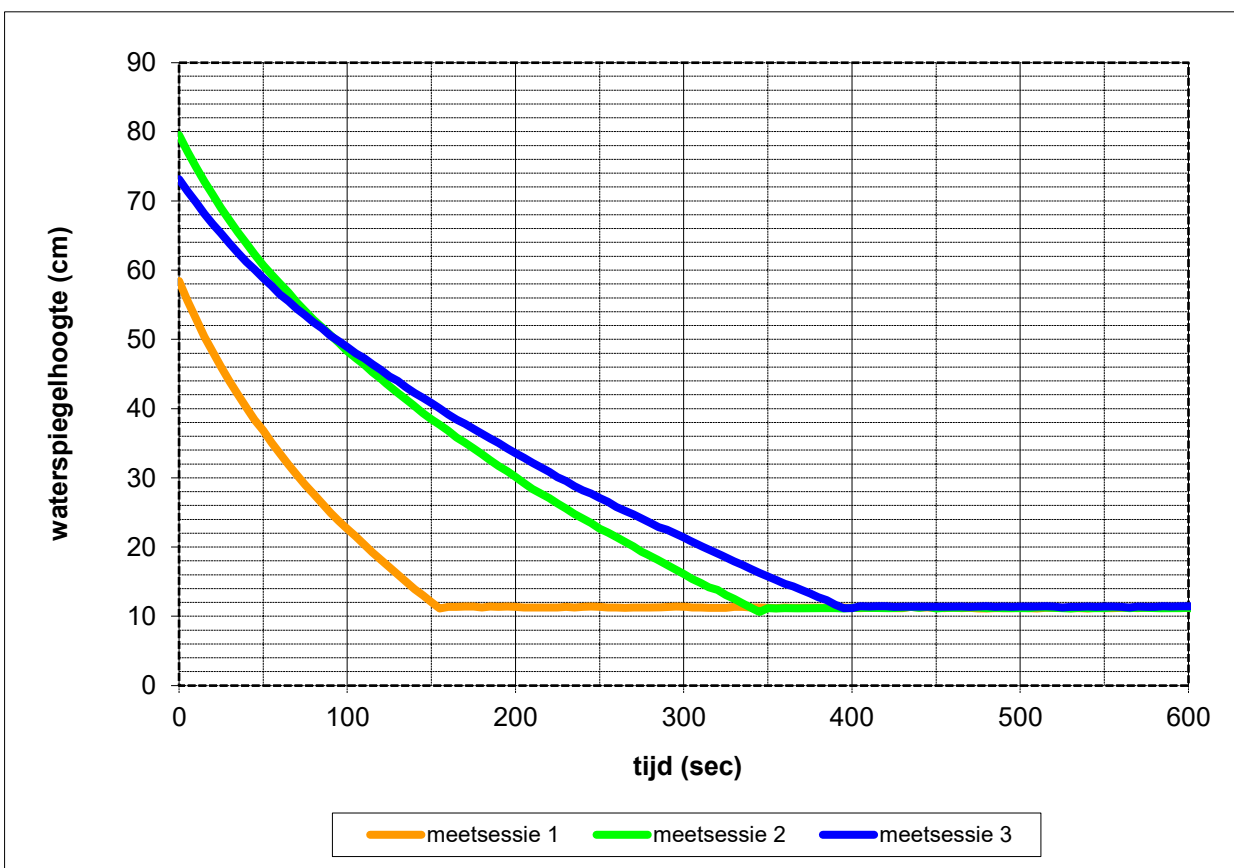
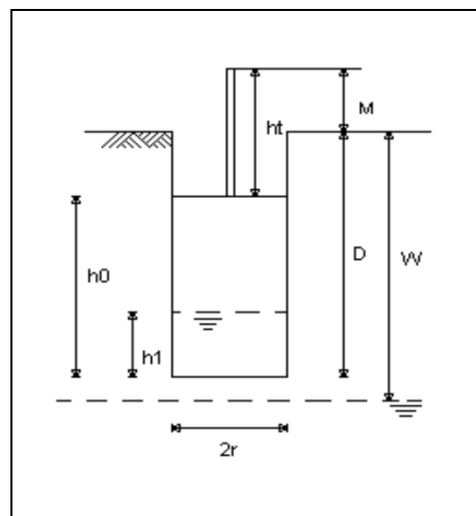
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	50	sec
h_0 =	36,83	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	12,04	cm
k_f =	1,80E-04	m/s
k_f =	15,54	m/dag
rc =	-2,48E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	60,69	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	16,13	cm
k_f =	8,75E-05	m/s
k_f =	7,56	m/dag
rc =	-1,78E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	58,83	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	11,17	cm
k_f =	7,72E-05	m/s
k_f =	6,67	m/dag
rc =	-1,36E-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 $t = t_0$

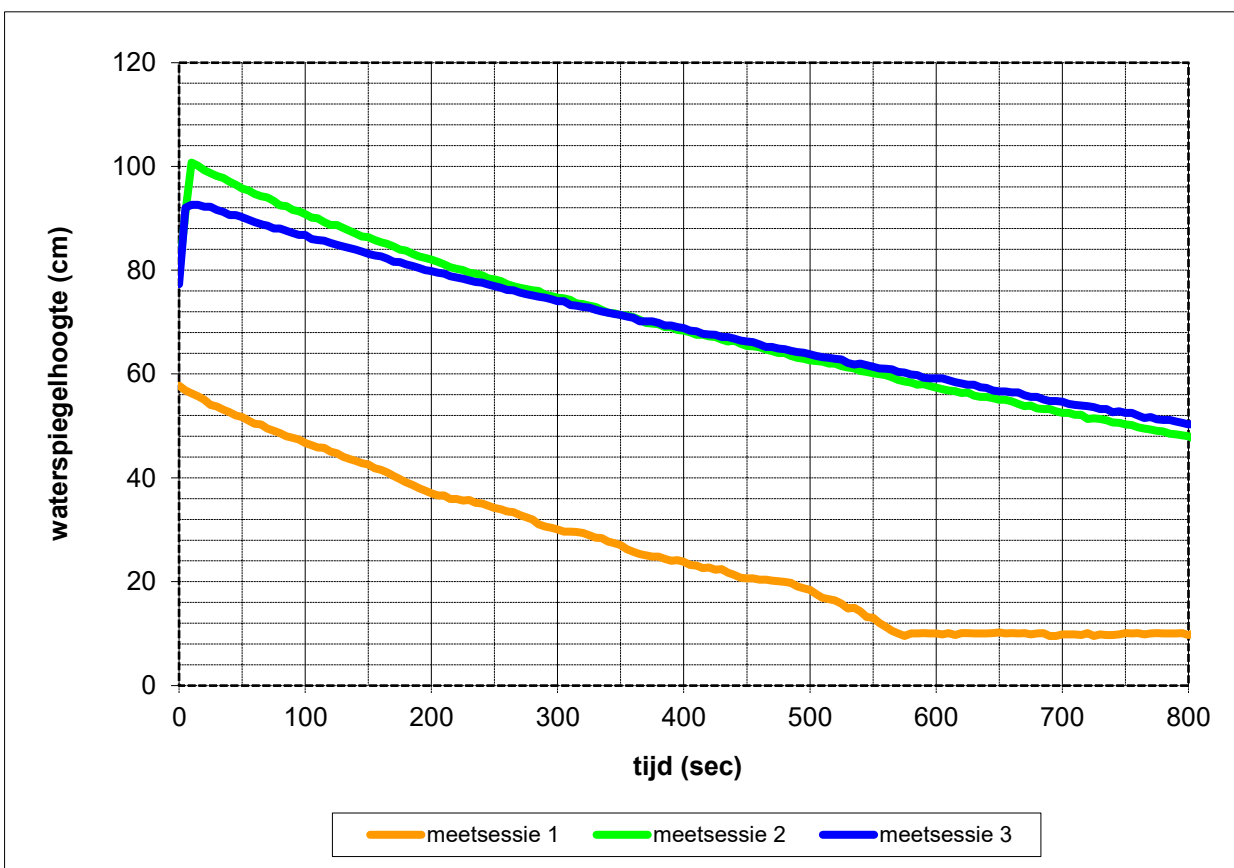
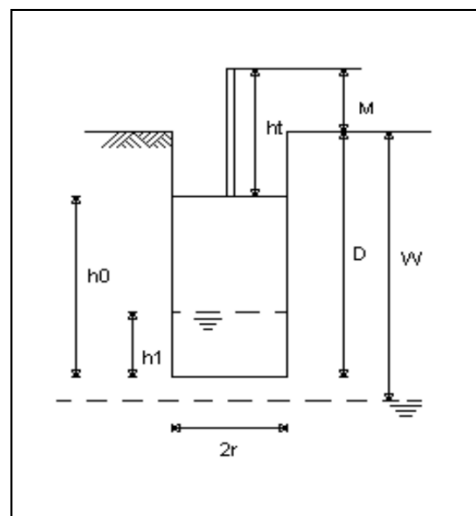
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

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 =	50	sec
h_0 =	51,71	cm
t_1 =	500	sec
h_1 =	18,40	cm
k_f =	3,79E-05	m/s
k_f =	3,27	m/dag
rc =	-7,40E-04	m/s

Meetessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	95,75	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	47,97	cm
k_f =	1,57E-05	m/s
k_f =	1,36	m/dag
rc =	-6,37E-04	m/s

Meetessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	90,21	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	50,31	cm
k_f =	1,33E-05	m/s
k_f =	1,15	m/dag
rc =	-5,32E-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 $t = t_0$

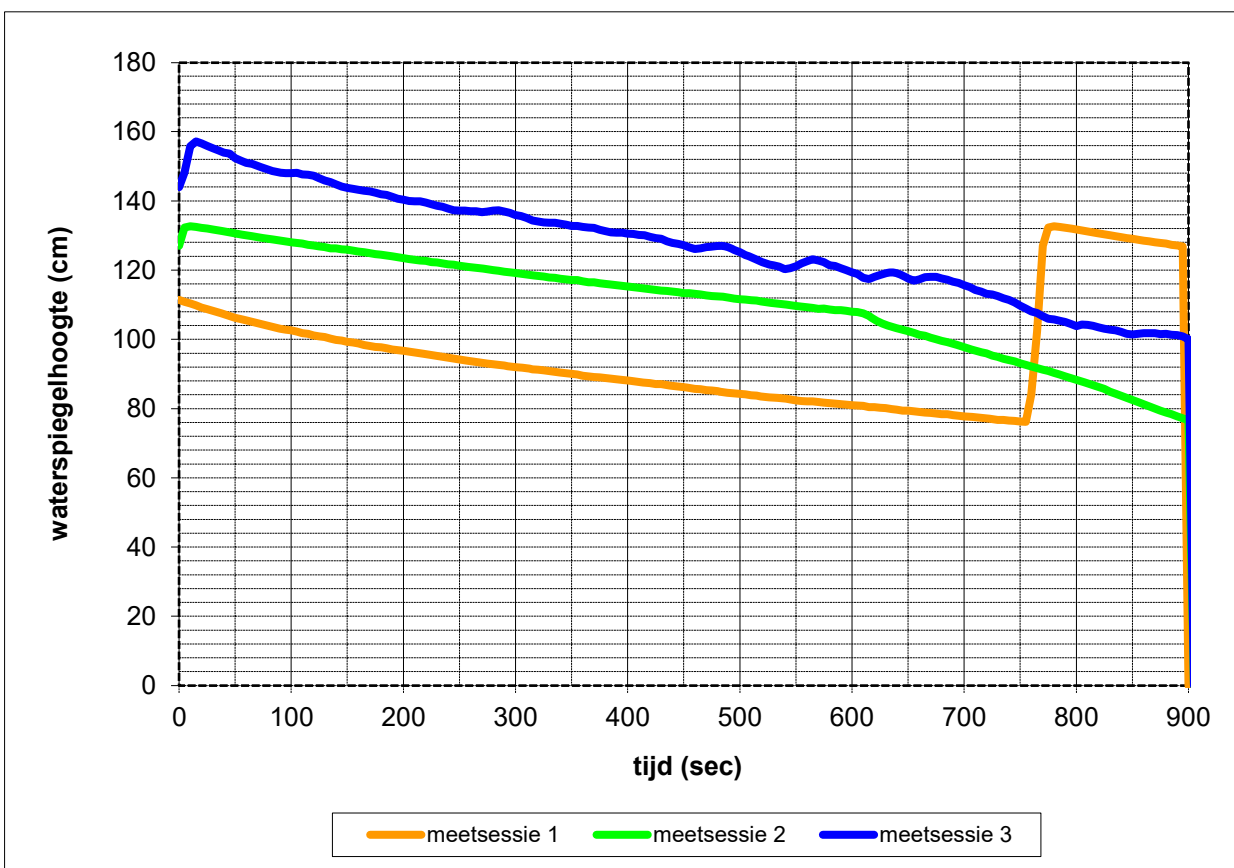
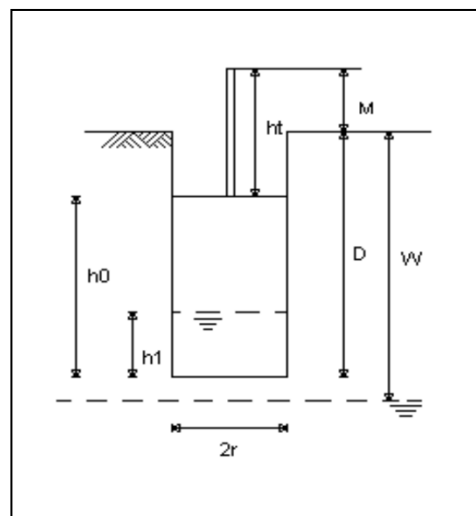
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	50	sec
h_0 =	106,25	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	77,78	cm
k_f =	8,23E-06	m/s
k_f =	0,71	m/dag
rc =	-4,38E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	130,63	cm
t_1 =	750	sec
h_1 =	93,13	cm
k_f =	8,32E-06	m/s
k_f =	0,72	m/dag
rc =	-5,36E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	152,33	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	115,70	cm
k_f =	7,30E-06	m/s
k_f =	0,63	m/dag
rc =	-5,64E-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 $t = t_0$

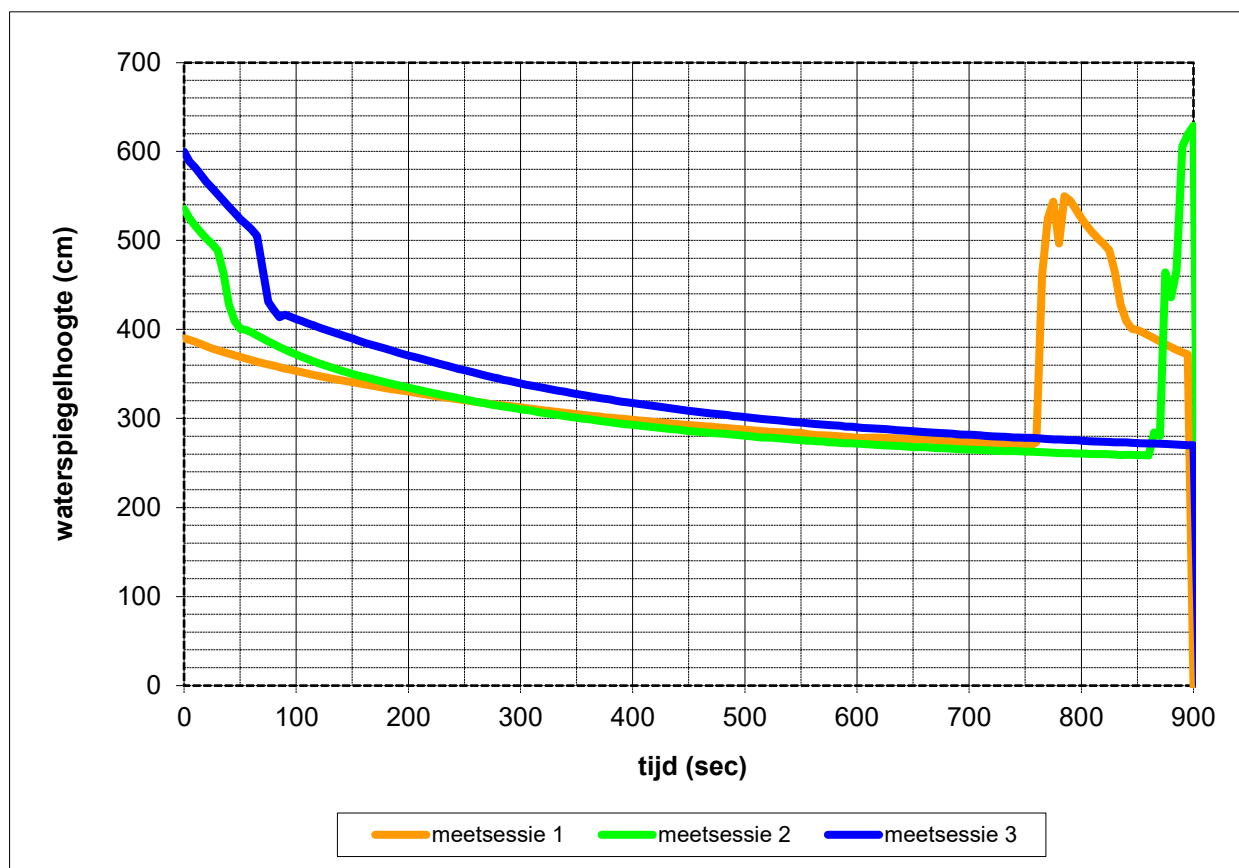
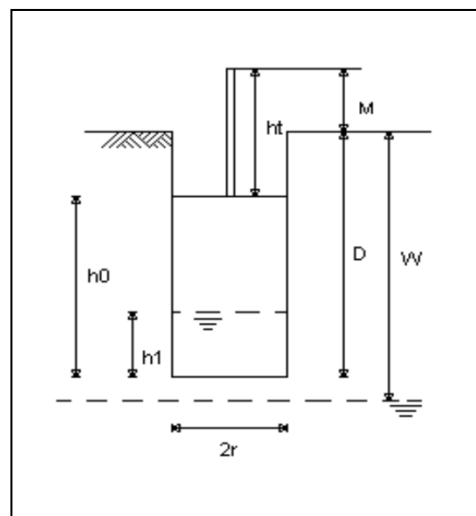
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1115	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	950	cm



Meet sessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	353,25	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	312,24	cm
k_f =	1,07E-05	m/s
k_f =	0,93	m/dag
rc =	-2,05E-03	m/s

Meet sessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	371,98	cm
t_1 =	600	sec
h_1 =	271,70	cm
k_f =	1,09E-05	m/s
k_f =	0,94	m/dag
rc =	-2,01E-03	m/s

Meet sessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	411,70	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	281,68	cm
k_f =	1,10E-05	m/s
k_f =	0,95	m/dag
rc =	-2,17E-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 $t = t_0$

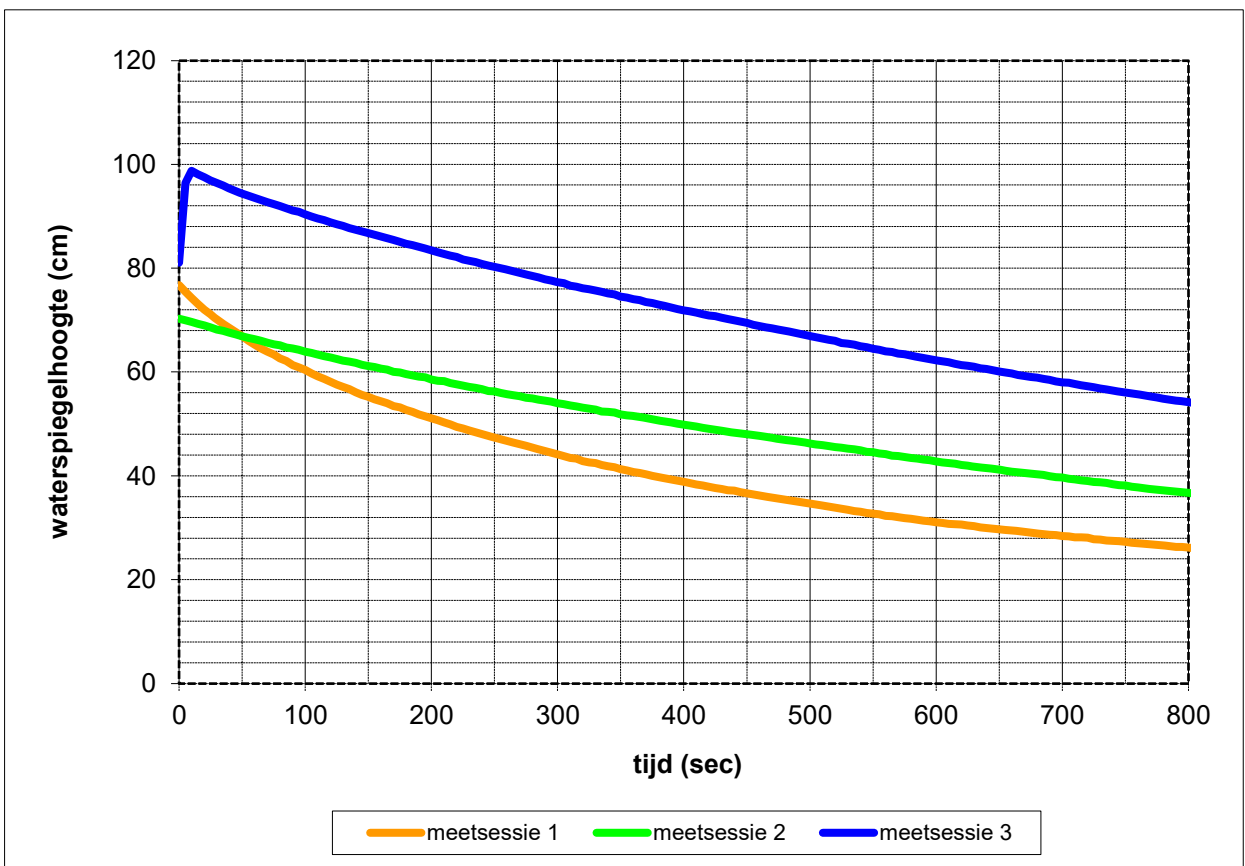
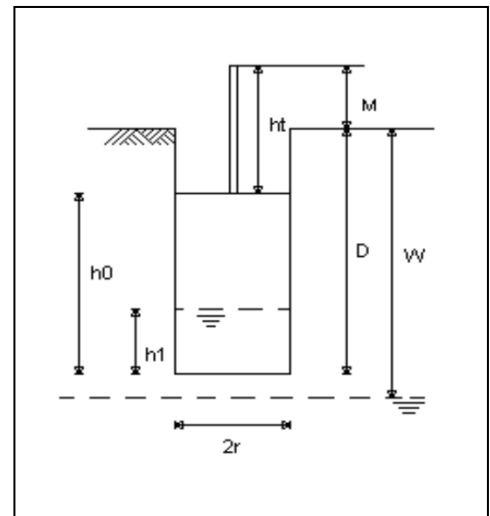
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

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 =	50	sec
h_0 =	66,88	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	26,16	cm
k_f =	2,10E-05	m/s
k_f =	1,81	m/dag
rc =	-5,43E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	66,88	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	36,72	cm
k_f =	1,35E-05	m/s
k_f =	1,17	m/dag
rc =	-4,02E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	94,35	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	54,16	cm
k_f =	1,26E-05	m/s
k_f =	1,09	m/dag
rc =	-5,36E-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 $t = t_1$

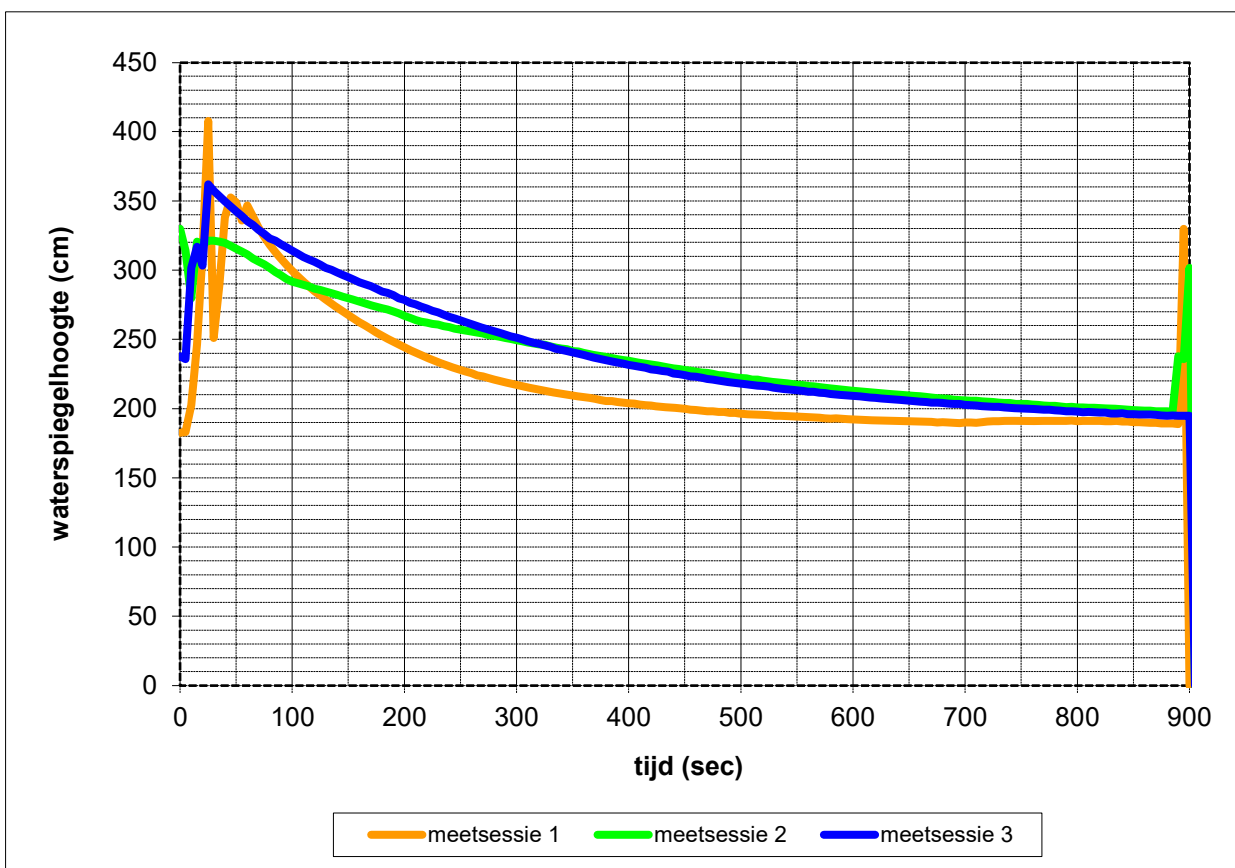
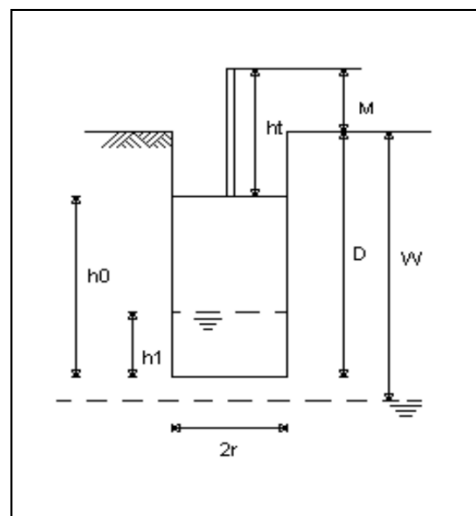
Onderzoekswaarden

Diepte boorgat D : cm

Standaardhoogte M : 0 cm

Radiusboorgat	R	3,5 cm
---------------	---	--------

Grondwater	W	1020	cm
------------	---	------	----



Meetsessie 1		
t0 =	70	sec
h0 =	330,74	cm
t1 =	600	sec
h1 =	192,14	cm
kf =	1,78E-05	m/s
kf =	1,54	m/dag
rc =	-2,62E-03	m/s

Meetsessie 2	
t0 =	100 sec
h0 =	291,66 cm
t1 =	500 sec
h1 =	222,07 cm
kf =	1,18E-05 m/s
kf =	1,02 m/dag
rc =	-1,74E-03 m/s

Meetsessie 3		
t0 =	50	sec
h0 =	342,47	cm
t1 =	800	sec
h1 =	197,86	cm
kf =	1,27E-05	m/s
kf =	1,10	m/dag
rc =	-1,93E-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 $t = t_0$

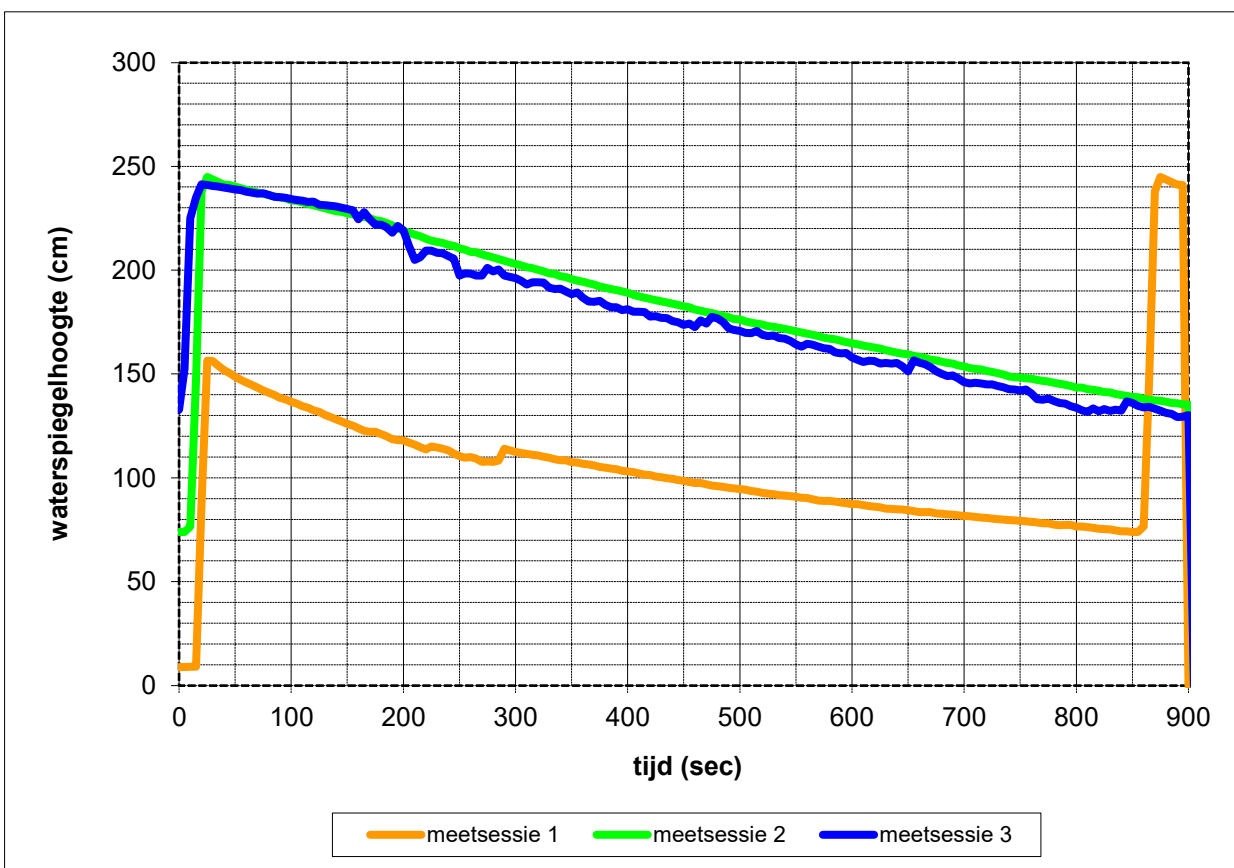
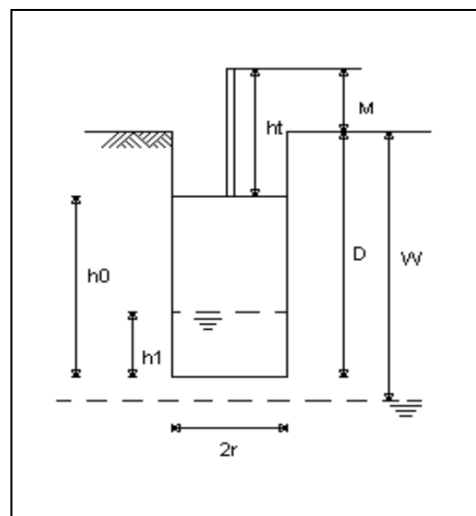
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

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 =	136,64	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	76,62	cm
k_f =	1,42E-05	m/s
k_f =	1,23	m/dag
rc =	-8,58E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	233,65	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	143,47	cm
k_f =	1,21E-05	m/s
k_f =	1,04	m/dag
rc =	-1,29E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	234,23	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	133,73	cm
k_f =	1,39E-05	m/s
k_f =	1,20	m/dag
rc =	-1,44E-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 $t = t_0$

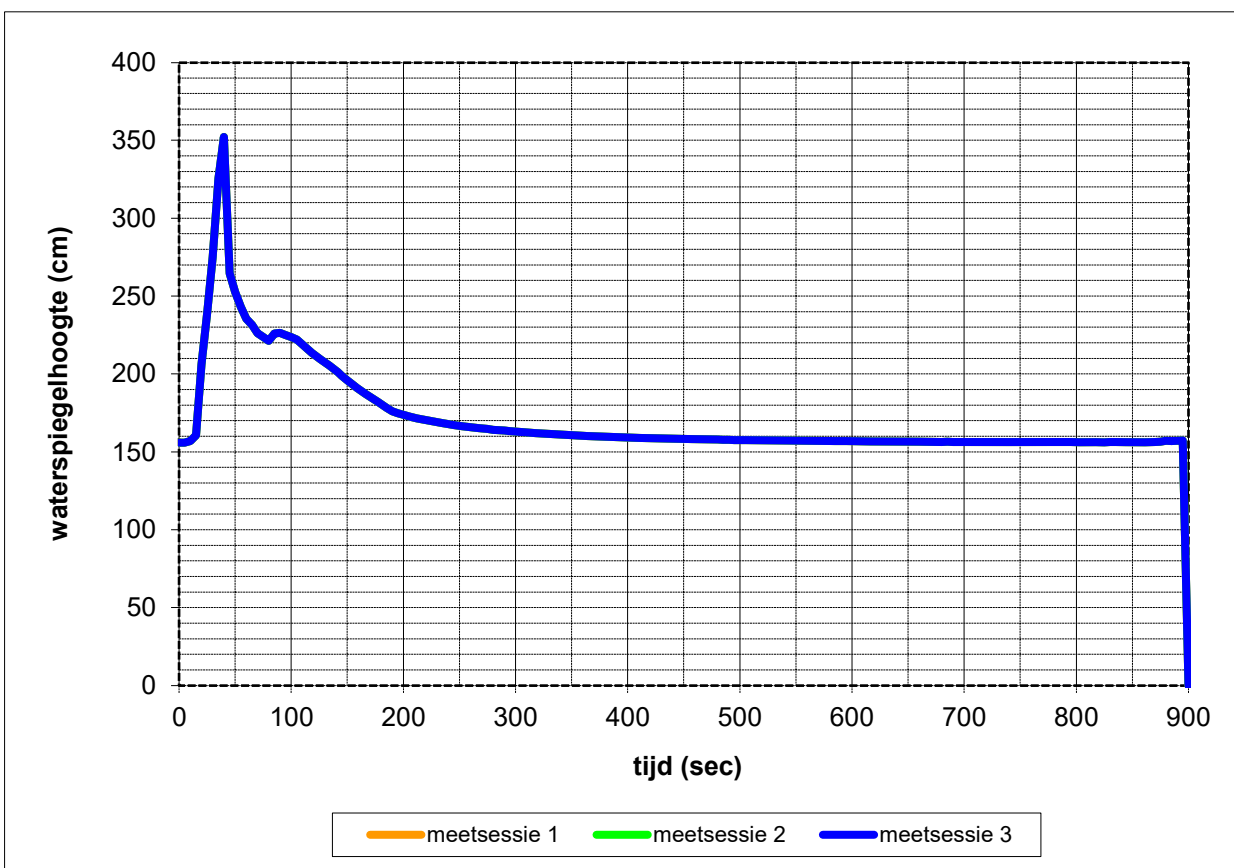
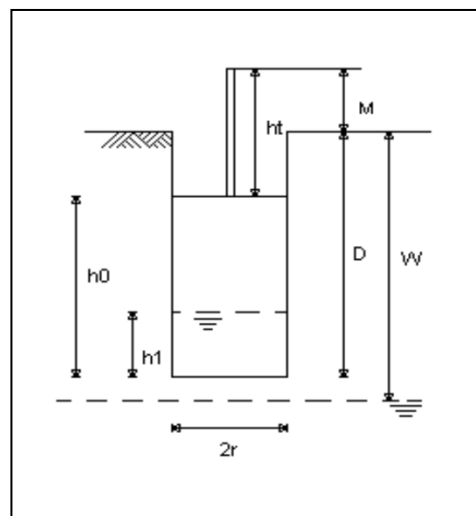
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	1100	cm



Meetessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	223,73	cm
t_1 =	200	sec
h_1 =	173,80	cm
k_f =	4,38E-05	m/s
k_f =	3,78	m/dag
rc =	-4,99E-03	m/s

Meetessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	223,73	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	162,95	cm
k_f =	2,75E-05	m/s
k_f =	2,37	m/dag
rc =	-3,04E-03	m/s

Meetessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	223,73	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	159,28	cm
k_f =	1,96E-05	m/s
k_f =	1,69	m/dag
rc =	-2,15E-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