

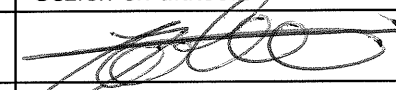
**Geohydrologisch onderzoek
Voor kavels AB01 t/m AB09
In bestemmingsplan Aldenhof
Te Born**

Opdrachtnummer: GA-90328

Versie: 1

Datum rapport: 25-9-2009

Opdrachtgever: Projectontwikkelingsmaatschappij Heuvelland bv
Postbus 70
6400 AB Heerlen

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Adviseur	MSc. Ing. J. Verbeek	
Controle		



Geonius Geotechniek B.V.
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

GEONIUS
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU



Tel: 046-4572666
Fax: 046-4572679
Email: info@geonius.eu
Website: www.geonius.eu

INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	GRONDONDERZOEK	2
2.1	Algemeen.....	2
2.2	Boringen	2
2.3	Doorlatendheidsmetingen.....	2
2.4	Uitzetten en waterpassen	2
3.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	3
3.1	Terreingesteldheid.....	3
3.2	Bodemopbouw	3
4.0	GEOHYDROLOGIE	4
4.1	Grondwater	4
4.2	Doorlatendheid	4
5.0	Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie	5
5.1	Algemeen.....	5
5.2	Toetsing.....	5
5.3	Conclusie	6

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Boringen
Bijlage 3	Doorlatendheidsmetingen

1.0 INLEIDING

Door Projectionontwikkelingsmaatschappij Heuvelland BV werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een geohydrologisch grondonderzoek uit te voeren voor de nieuwbouw van 9 woning op kavels AB01 t/m AB09 in bestemmingsplan Aldenhof te Born.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en de toetsing van de doorlatendheid aan de eisen van Waterschap Roer en Overmaas.



2.0 GRONDONDERZOEK

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn op 21 september 2009 in totaal 4 boringen uitgevoerd. In de boorgaten van deze boringen zijn vervolgens doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

2.2 Boringen

Op de locatie zijn 4 boringen tot maximaal 3,0 m- maaiveld uitgevoerd. De boringen zijn genummerd GA-90328 DB01 t/m DB04. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn uitgetekend ten opzichte van maaiveld en Ref. en opgenomen in bijlage 2.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

Om de hydrologische eigenschappen van de bodem te bepalen zijn in de boorgaten van de bovengenoemde boringen 4 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De doorlatendheids-metingen zijn genummerd -80092 DM01 t/m DM04.

Omdat de proeven boven het grondwaterniveau is 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. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag worden berekend.

Per boorgat zijn per niveau maximaal 3 meetsessies gedaan. Van deze meetsessies is de doorlatendheid bepaald. De bodem rondom het boorgat zal voldoende verzadigd moeten zijn, om een goede indruk te verkrijgen van de doorlatendheid.

De uitgewerkte infiltratiemetingen zijn opgenomen in bijlage 3.

2.4 Uitzetten en waterpassen

Het uitzetten en waterpassen is verzorgd door ons bureau. De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA-90328 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boringen zijn getekend ten opzichte van Ref. Hierbij zijn wij uitgegaan van de hoogte van Put A (= 0,00 m+ Ref.) zoals aangegeven op situatietekening GA-90328. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd.

3.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

3.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek lag het terrein braak en waren er geen obstakels aanwezig welke een belemmering vormden voor de uitvoering van het grondonderzoek. Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieert in hoogte van ca. 0,2 m- à 0,5 m+ Ref. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,7 m.

3.2 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld worden tot ca. 1,3 m- à 1,8 m- Ref. (bij boring DB01 tot de maximale boordiepte van 2,5 m- Ref.) leemhoudende zandlagen en zandige leemlagen aangetroffen. De toplaag hiervan is plaatselijk geroerd. .

Tussenlaag

Hieronder worden tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,2 m- Ref. sterk zandige kleilagen aangetroffen.

Onderlaag

Uit eerder uitgevoerde grondonderzoek blijkt dat de klei en leemhoudende beekafzettingen zijn welke zich doorzetten tot een diepte van ca. 4,0 m- à 7,0 m- maaiveld. Hieronder worden vervolgens zand/grindlagen aangetroffen.

4.0 GEOHYDROLOGIE

4.1 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,2 m- Ref. Dit komt overeen met eerder door ons bureau uitgevoerd grondonderzoeken in de omgeving waarbij de grondwaterstand aan werd getroffen op een niveau van ca. 3,9 m- à 4,1 m- maaiveld. 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.

4.2 Doorlatendheid

Omdat de proeven 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. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag worden berekend.

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 4.2.1.

Tabel 4.2.1, de doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject (m- Ref)	Grondsoort	Doorlatendheid (m/d)
DM01	1,0 - 1,5	Zand	2,21 - 3,39
DM02	1,3 - 1,8	Zand/leem/klei	0,34 - 0,66
DM03	1,7 - 2,2	Zandige klei	0,55 - 0,84
DM04	1,7 - 2,2	Zandige klei	0,82 - 1,28

5.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

5.1 Algemeen

Door het waterschap wordt gesteld dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van neerslagwater 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.

5.2 Toetsing

In tabel 6.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1ste eis voldoet.

Tabel 5.2.1: toetsing doorlatendheid

Meting	Traject (m- Ref)	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,0 - 1,5	2,21	Goed	Ja
DM02	1,3 - 1,8	0,34	Matig	Ja
DM03	1,7 - 2,2	0,55	Matig	Ja
DM04	1,7 - 2,2	0,82	Matig	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien geen grondwater is aangetroffen tot een diepte van ca. 3,2 m- Ref.

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. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden wel zal de geroerde toplaag moeten worden vervangen door goed doorlatend materiaal. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met eventueel maaiveldverloop om wateroverlast op lager gelegen delen te voorkomen.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratierool. Ook dit systeem behoort tot de mogelijkheden. Hierbij zal bij de gemeten doorlatendheden wel extra aandacht aan de leeglooptijd van de voorziening besteed moeten worden.



3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand/grindlagen. Dit behoort naar verwachting niet tot de mogelijkheden vanwege de grondwaterstand welke rond een diepte van ca. 3,9 m- à 4,1 m- maaiveld wordt verwacht. Hierdoor is er in de grindkolommen slechts beperkte ruimte beschikbaar voor berging waardoor dit type voorziening naar verwachting economisch niet aantrekkelijk is.

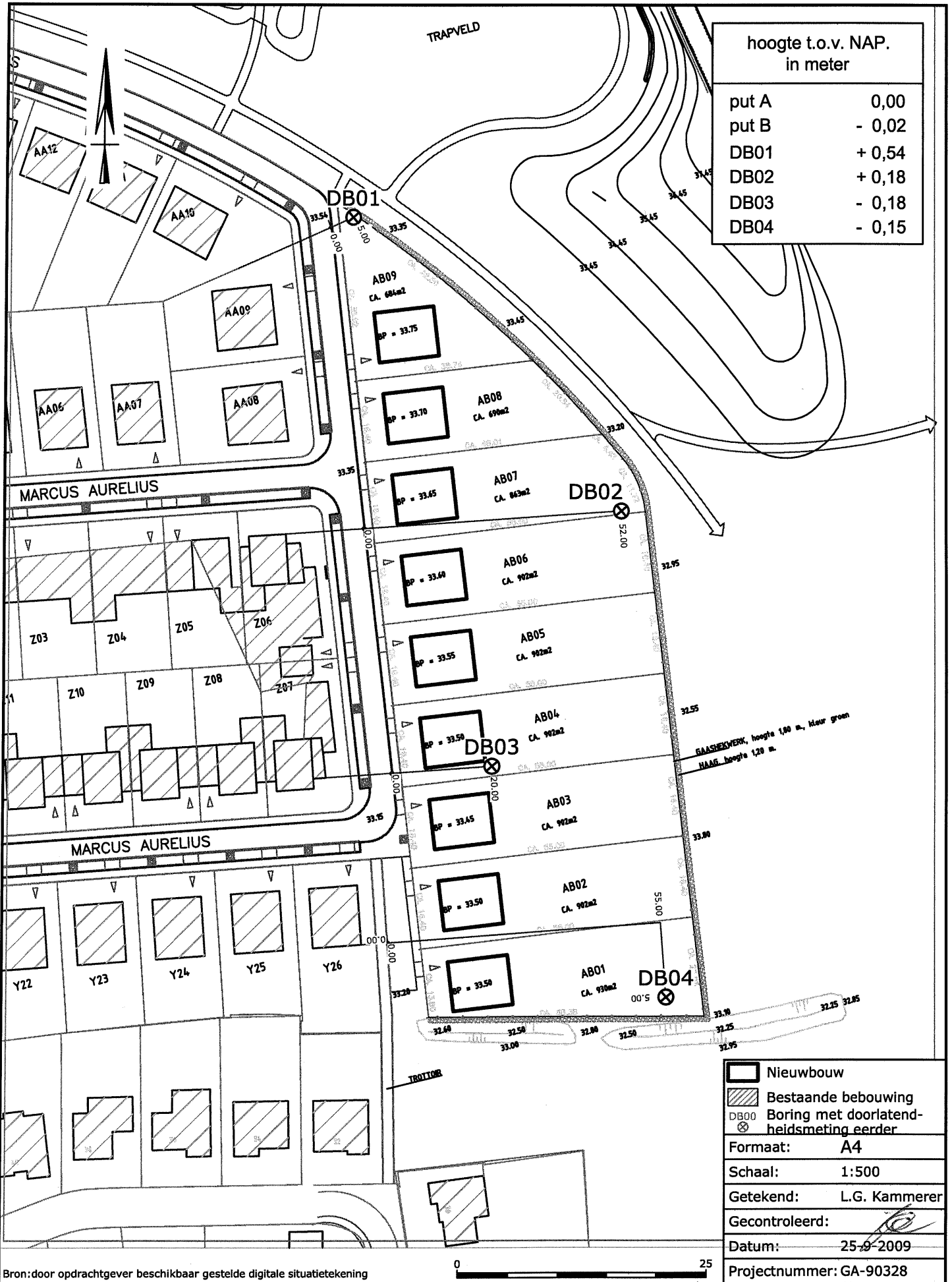
5.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de toplagen is voldoende. Wij adviseren om een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond toe te passen. Indien gewenst kan de infiltratievoorziening in het kader van een vervolgoopdracht voor u worden uitgewerkt.

Opdrachtnr: GA-90328-V1

Bijlage 1:

Situatietekening



Bron: door opdrachtgever beschikbaar gestelde digitale situatietekening

**Infiltratieonderzoek kavels AB01 t/m AB09
bestemmingsplan Aldenhof
te Born**

GEONIUS



CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

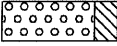
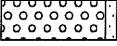
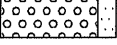
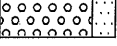
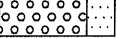
telefoon: +31-(0)46 457 26 66
fax: +31-(0)46 457 26 79

Bijlage 2


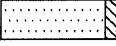
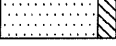
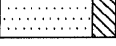
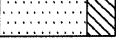
Boringen

Legenda (conform NEN 5104)

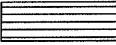
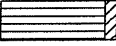
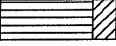
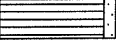
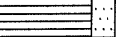
grind

-  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

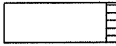
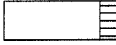
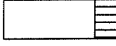



klei

-  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


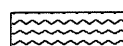
-  >0
-  >1
-  >10
-  >100
-  >1000
-  >10000

monsters

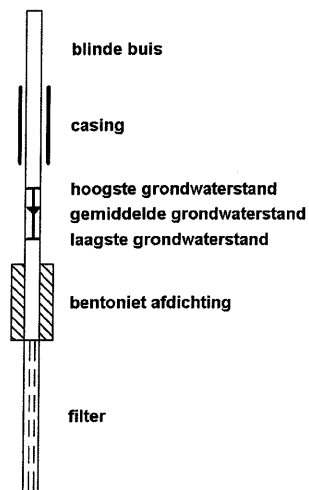
-  geroerd monster
-  ongeroid monster

overig

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

-  slib
-  water

peilbuis

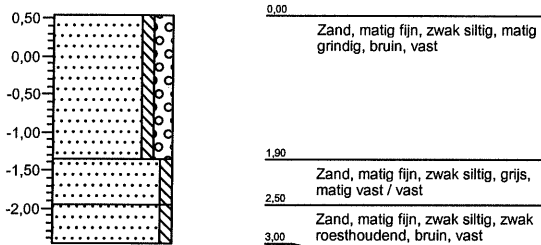


opdrachtnummer : GA-90328
projectomschrijving : kavels AB01 t/m AB09, BP Aldenhof te Born

boring:

DB01

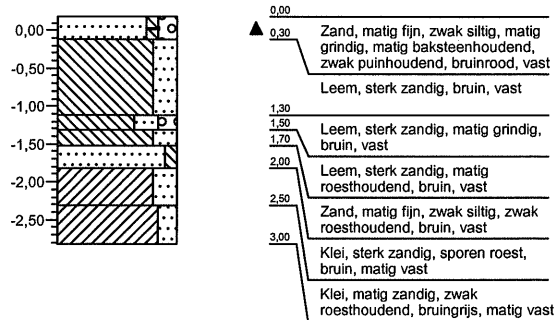
Maaiveldhoogte : 0,54 m. t.o.v. Ref.
 GWS :
 Datum : 21-09-2009
 Opmerking:



boring:

DB02

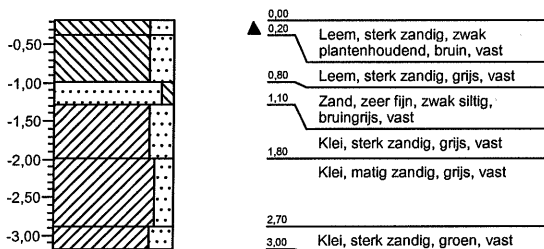
Maaiveldhoogte : 0,18 m. t.o.v. Ref.
 GWS :
 Datum : 21-09-2009
 Opmerking:



boring:

DB03

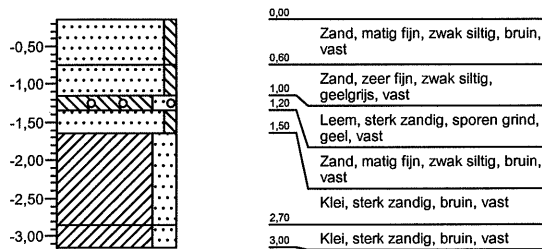
Maaiveldhoogte : -0,18 m. t.o.v. Ref.
 GWS :
 Datum : 21-09-2009
 Opmerking:



boring:

DB04

Maaiveldhoogte : -0,15 m. t.o.v. Ref.
 GWS :
 Datum : 21-09-2009
 Opmerking:



Opdrachtnr: GA-90328-V1

Bijlage 3

Doorlatendheidsmetingen

Projectomschrijving: Aldenhof
 Lokatie: Born
 Boornummer: DB01

Opdrachtnr. GA-90328
 Traject (m-mv) 1,5 - 1,9
 Meting DM01

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 $t = t_0$

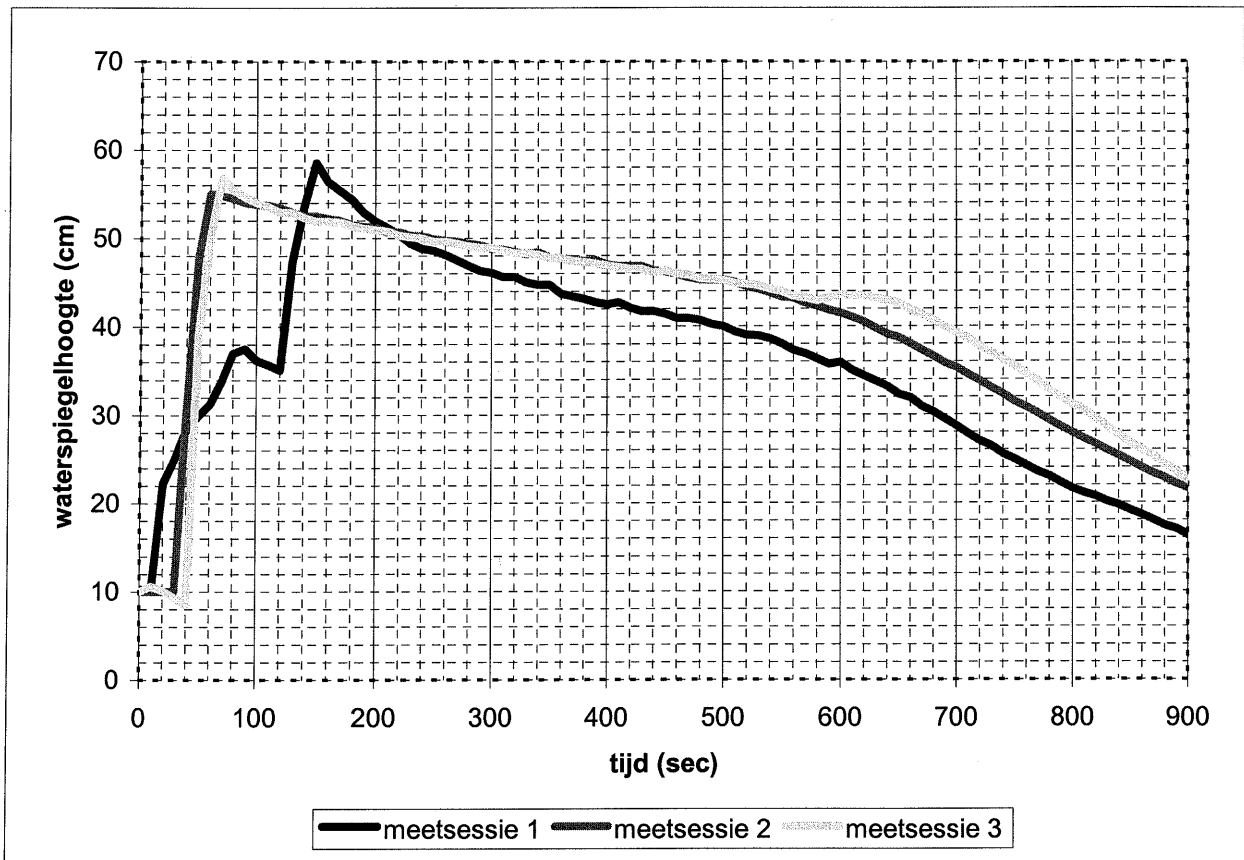
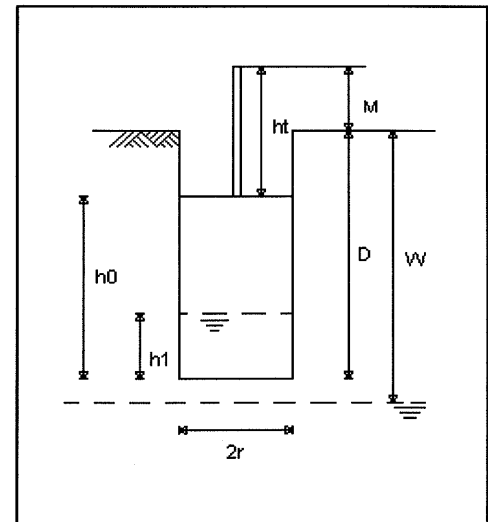
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	150	sec
h_0 =	58,5	cm
t_1 =	900	sec
h_1 =	16,3	cm
k_f =	3,92E-05	m/s
k_f =	3,386003234	m/dag
rc =	-0,00056267	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	80	sec
h_0 =	54,5	cm
t_1 =	900	sec
h_1 =	21,6	cm
k_f =	2,62E-05	m/s
k_f =	2,265031238	m/dag
rc =	-0,00040122	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	80	sec
h_0 =	55,4	cm
t_1 =	900	sec
h_1 =	22,5	cm
k_f =	2,56E-05	m/s
k_f =	2,20978188	m/dag
rc =	-0,00040122	m/s

Projektomschrijving: Aldenhof
 Lokatie: Born
 Boornummer: DB02

Opdrachtnr. GA-90328
 Traject (m-mv) 1,5 - 1,9
 Meting DM02

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 $t = t_0$

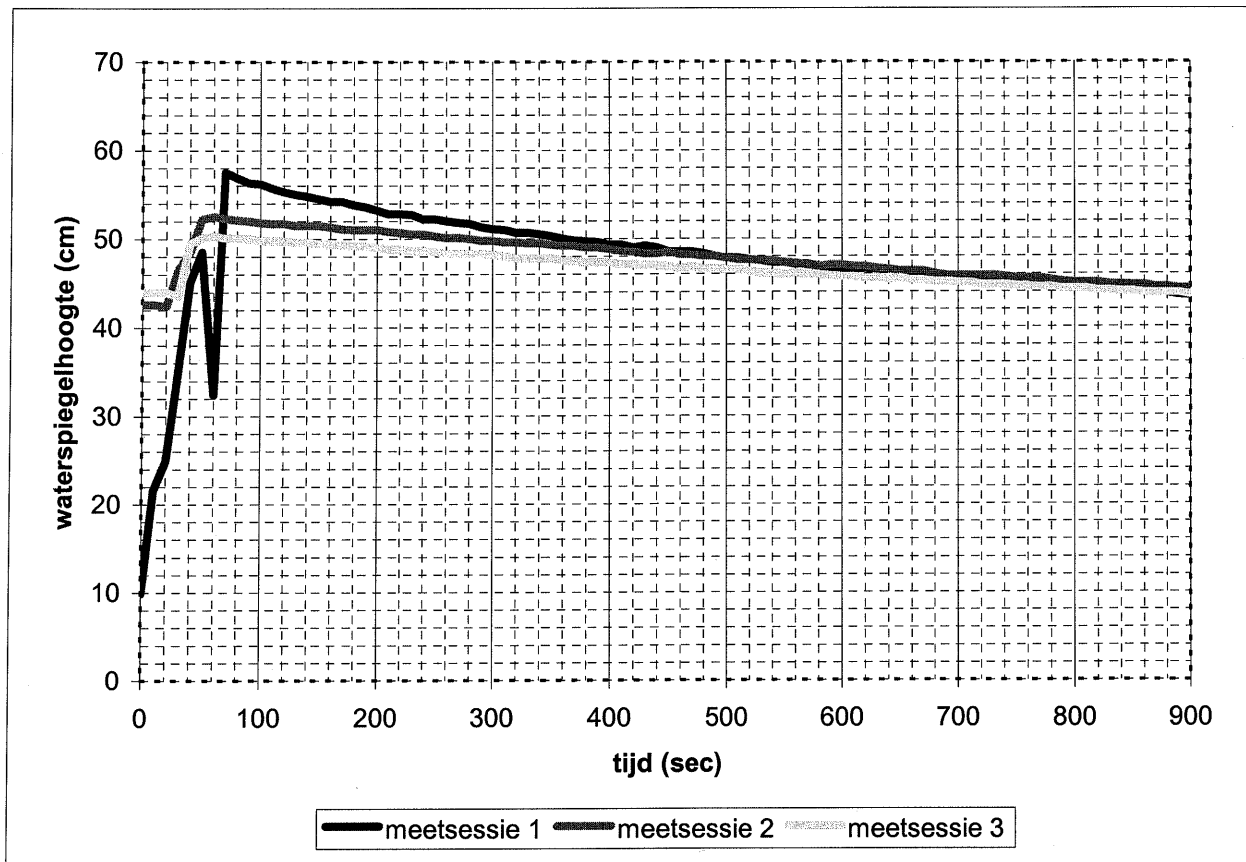
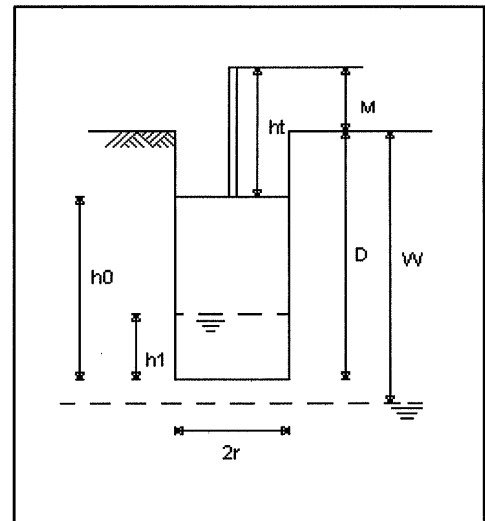
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	56,2 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	43,5 cm
$k_f =$	7,61E-06 m/s
$k_f =$	0,657516474 m/dag
$rc =$	-0,00015875 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	51,8 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	44,3 cm
$k_f =$	4,64E-06 m/s
$k_f =$	0,400880194 m/dag
$rc =$	-0,00009375 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	49,8 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	43,6 cm
$k_f =$	3,94E-06 m/s
$k_f =$	0,340312741 m/dag
$rc =$	-7,75E-05 m/s

Projektomschrijving: Aldenhof
 Lokatie: Born
 Boornummer: DB03

Opdrachtnr. GA-90328
 Traject (m-mv) 1,5 - 1,9
 Meting DM03

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 $t = t_0$

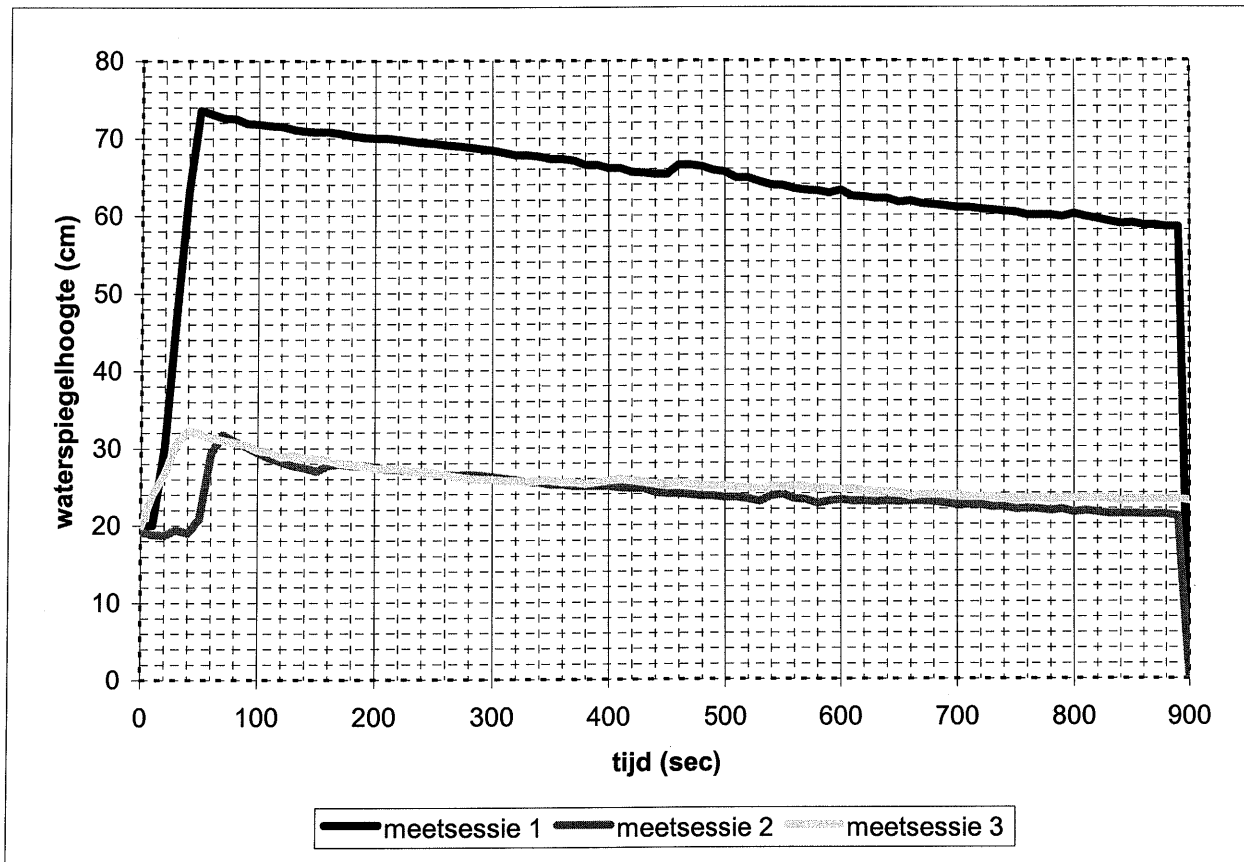
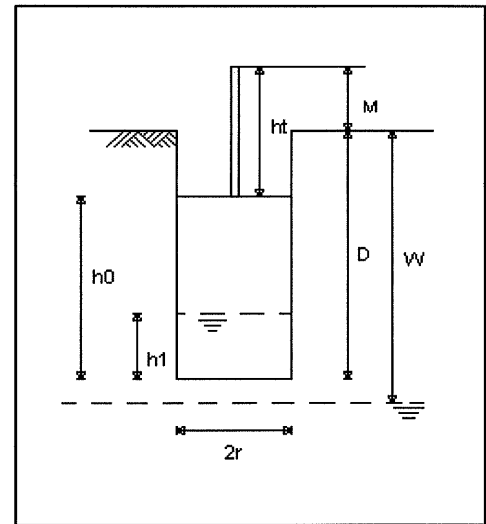
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	210	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	71,8 cm
$t_1 =$	850 sec
$h_1 =$	58,9 cm
$k_f =$	6,35E-06 m/s
$k_f =$	0,548602612 m/dag
$rc =$	-0,000172 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	29,4 cm
$t_1 =$	850 sec
$h_1 =$	21,3 cm
$k_f =$	9,75E-06 m/s
$k_f =$	0,842663721 m/dag
$rc =$	-0,000108 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	29,7 cm
$t_1 =$	850 sec
$h_1 =$	23,2 cm
$k_f =$	7,51E-06 m/s
$k_f =$	0,648640285 m/dag
$rc =$	-8,66667E-05 m/s

Projektomschrijving: Aldenhof
 Lokatie: Born
 Boornummer: DB04

Opdrachtnr. GA-90328
 Traject (m-mv) 1,5 - 1,9
 Meting DM04

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 $t = t_0$

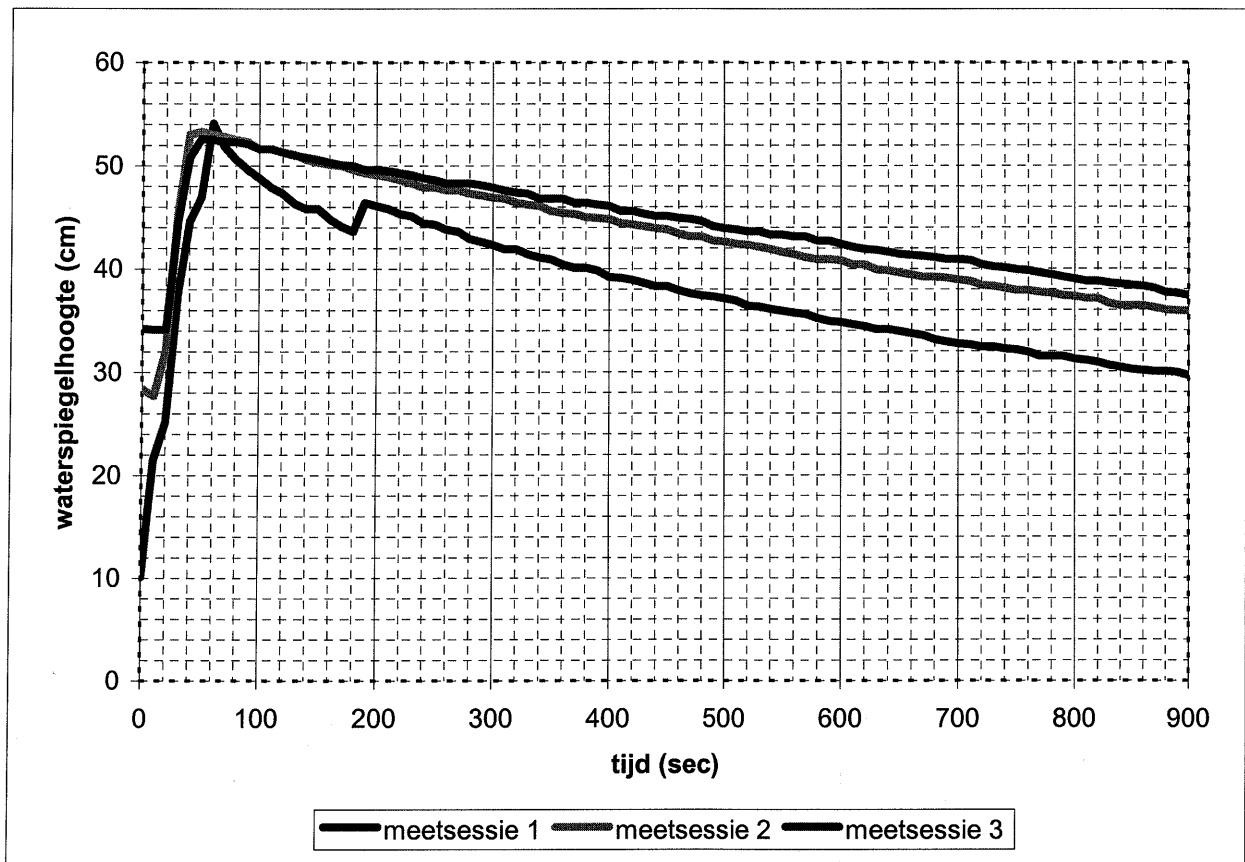
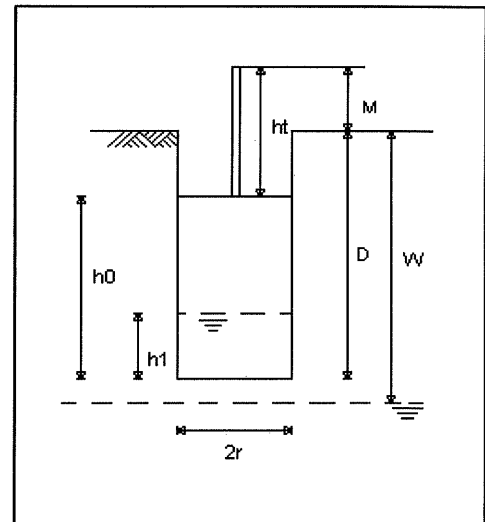
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1	
$t_0 =$	200 sec
$h_0 =$	46,1 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	29,6 cm
$k_f =$	1,48E-05 m/s
$k_f =$	1,278417121 m/dag
$rc =$	-0,00023571 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	51,6 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	35,9 cm
$k_f =$	1,07E-05 m/s
$k_f =$	0,924458113 m/dag
$rc =$	-0,00019625 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	100 sec
$h_0 =$	51,6 cm
$t_1 =$	900 sec
$h_1 =$	37,4 cm
$k_f =$	9,50E-06 m/s
$k_f =$	0,821113334 m/dag
$rc =$	-0,0001775 m/s