



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

HERSTRAAT 42 T/M 48

TE HORST





Water



# Rapportage doorlatendheidsonderzoek

## Herstraat 42 t/m 48 te Horst

<b>Opdrachtgever</b>	Beusmans en Jansen Adviseurs Steeg 12 5975 CE Sevenum
<b>Rapportnummer</b>	1977.003
<b>Versienummer</b>	D1
<b>Status</b>	Eindrapportage
<b>Datum</b>	1 juni 2017
<b>Vestiging</b>	Boxmeer
<b>Opsteller</b>	T.J.M. Kuijpers BSc
<b>Paraaf</b>	
<b>Kwaliteitscontrole</b>	ing. R. van den Berg
<b>Paraaf</b>	

### *Kwaliteitszorg*

Voor het uitvoeren van doorlatendheidsonderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor doorlatendheidsonderzoek kan worden gewerkt volgens vastgestelde protocollen en richtlijnen wordt daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen zoals deze voor bodemonderzoek gelden.

### *Betrouwbaarheid*

Dit onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd conform de algemeen geldende normen en met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Het onderzoek betreft een momentopname in de tijd en is steekproefsgewijs uitgevoerd, waardoor een beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Econsultancy accepteert op voorhand geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever naar aanleiding van het door Econsultancy uitgevoerde onderzoek neemt.

## INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING .....	1
2.	LOCATIEGEGEVENS .....	1
3.	VELDWERK.....	1
	3.1 Algemeen.....	1
	3.2 Uitvoering.....	1
	3.3 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau.....	2
	3.4 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	2
4.	RESULTATEN .....	3
5.	BEOORDELING.....	4

### BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
- 2a. - Situering diepe boringen verkennend bodemonderzoek (1977.001 en 1977.002)
- 2b. - Inrichtingsplan
3. - Boorprofielen diepe boringen verkennend bodemonderzoek (1977.001 en 1977.002)
4. - Berekende k-waarden

## 1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Beusmans en Jansen Adviseurs opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Herstraat 42 t/m 48 te Horst.

Het doorlatendheidsonderzoek is uitgevoerd in het kader van duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in zowel de bodemopbouw als de (actuele) grondwaterstand, het bepalen of de bodem geschikt is voor de infiltratie van hemelwater, alsmede het verkrijgen van k-waarden.

Voor het doorlatendheidsonderzoek is onder andere gebruik gemaakt van de eerder door Econsultancy uitgevoerde bodemonderzoeken:

- Verkennend bodemonderzoek Herstraat 42 t/m 48 Horst, d.d. juli 2016, rapportnummer 1977.001
- Verkennend bodemonderzoek Herstraat 44 en 46, d.d. juli 2016, rapportnummer 1977.002

## 2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie ( $\pm 4.800 \text{ m}^2$ ) ligt aan de Herstraat 42 t/m 48, in de kern van Horst (zie bijlage 1) en is kadastraal bekend gemeente Horst, sectie D, nummers 5455, 5456, 5293, 5134, 5405, 5629, 5630, 5417 en 5265 (ged).

Volgens het Actueel Hoogtebestand van Nederland ([www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 24,5 m +NAP. De coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie zijn  $X = 201.141$ ,  $Y = 384.998$ .

## 3. VELDWERK

### 3.1 Algemeen

De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. Ten aanzien van de uitvoering wordt aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen". Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteitssysteem, zoals beschreven in het kwaliteitshandboek. Ons kwaliteitssysteem is gecertificeerd volgens de kwaliteitsborgingsnormen van de NEN-EN-ISO 9001:2008.

### 3.2 Uitvoering

Het veldwerk is uitgevoerd op 24 mei 2017. Met behulp van een edelmanboor (diameter 10 cm) zijn in totaal 4 boringen geplaatst. Op basis van profielbeschrijvingen uit eerder uitgevoerde bodemonderzoeken (1977.001 en 1977.002) zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met de actuele grondwaterstand alsmede de toekomstige inrichting (zie bijlage 2b). Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in een aanwezige peilbuis (B01) gemeten.

Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de diepe boringen uit de verkennend bodemonderzoeken weergegeven. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 3.

### 3.3 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak humeus, matig siltig, matig fijn zand. Plaatselijk is de bovengrond zwak grindig. De ondergrond is plaatselijk zwak tot matig gleyhoudend.

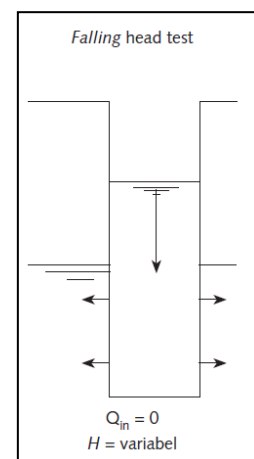
Tijdens de uitvoering van de bodemonderzoeken is in de peilbuizen op 15 juli 2016 een grondwaterstand aangetroffen tussen de 1,78 m -mv en 1,87 m -mv. Ten tijde van de veldwerkzaamheden van het infiltratieonderzoek is ter plaatse van peilbuis B01 een grondwaterstand van 2,53 m -mv aangetroffen.

### 3.4 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Op basis van de profielbeschrijvingen en de actuele grondwaterstand zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentiebooring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem is bepaald met behulp van de Falling head-methode (omgekeerde Hooghoudt-methode). Bij de Falling head-methode wordt na eenmalig opbrengen van een waterkolom de zaksnelheid van het water gemeten.

Om instorting van het boorgat te voorkomen, is in het boorgat een filterbuis aangebracht die aan de onderzijde over een lengte van 1 m is geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstands daling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald ten einde verzadigde doorlatendheid te verkrijgen en een gemiddelde te kunnen berekenen. Aan de hand van de zaksnelheid is vervolgens met behulp van de formule van Hooghoudt de gemiddelde doorlatendheid (k-waarde) berekend.



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

waarbij:

$t$  = tijd sinds het begin van de meting [dag]

$h_t$  = hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijdstip  $t$  [m]

$h_0$  = ht op tijdstip  $t = 0$

## 4. RESULTATEN

Tabel I geeft een overzicht van het uitgevoerde veldwerk en de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. Tevens zijn in de tabel de resultaten van de berekende k-waarden weergegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel II. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

**Tabel I.           Overzicht k-waarde per meting**

Referentie boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
A01	3	100-150	matig fijn, matig siltig zand	-	2,5	goed doorlatend
B01	3	100-150	matig fijn, matig siltig zand	matig gleyhoudend	3,6	goed doorlatend
B02	3	100-150	matig fijn, matig siltig zand	zwak gleyhoudend	1,1	goed doorlatend
B09	3	100-150	matig fijn, matig siltig zand	-	2,2	goed doorlatend

(\*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.

**Tabel II.           Classificatie doorlatendheid**

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 0,01	zeer slecht doorlatend
0,01-0,1	slecht doorlatend
0,1-0,5	matig doorlatend
0,5-1,0	vrij goed doorlatend
1,0-10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend

(\*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000)

## 5. BEOORDELING

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is onder andere afhankelijk van de bodemopbouw, de aanwezige textuur en de aanwezigheid van stoorlagen (klei en leem). Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem binnen de onderzoekslocatie, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van circa 1,5 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen met inachtneming van een veiligheidsfactor.

Bij het maken van de keuze voor het type (infiltratie)voorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden met de Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (GHG), het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag.



# Bijlage 1 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000  
Deze kaart is noordgericht



**Bijlage 2a Situering diepe boringen verkennend  
bodemonderzoek (1977.001 en 1977.002)**

# Legenda

Boringen	
Omschrijving	Symbol
Boring tot 0,5 m -mv	
Boring tot 1,0 m -mv	
Boring tot 1,5 m -mv	
Boring tot 2,0 m -mv	
Boring tot 2,5 m -mv	
Boring tot 3,0 m -mv	
Boring tot 3,5 m -mv	
Boring tot 4,0 m -mv	
Boring tot 4,5 m -mv	
Boring tot 5,0 m -mv	
Peilbuis	
Peilbuis (diep)	
Voorgaande boring tot 0,5 m -mv	
Voorgaande boring tot 1,0 m -mv	
Voorgaande boring tot 1,5 m -mv	
Voorgaande boring tot 2,0 m -mv	
Voorgaande boring tot 2,5 m -mv	
Voorgaande boring tot 3,0 m -mv	
Voorgaande boring tot 3,5 m -mv	
Voorgaande boring tot 4,0 m -mv	
Voorgaande boring tot 4,5 m -mv	
Voorgaande boring tot 5,0 m -mv	
Voorgaande peilbuis	
Voorgaande peilbuis (diep)	
Kernboring 80 mm	
Kernboring 120 mm + boring tot 0,5 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 1,0 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 1,5 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 2,0 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 2,5 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 3,0 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 3,5 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 4,0 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 4,5 m -mv	
Kernboring 120 mm + boring tot 5,0 m -mv	
Kernboring 120 mm	


Boringen	
Omschrijving	Symbol
Asbestgat 30x30x50	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 0,5 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 1,0 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 1,5 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 2,0 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 2,5 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 3,0 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 3,5 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 4,0 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 4,5 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + boring tot 5,0 m -mv	
Asbestgat 30x30x50 + peilbuis	
Asbestgat 30x30x50 + peilbuis (diep)	
Asbestgat 100x100x50	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 0,5 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 1,0 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 1,5 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 2,0 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 2,5 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 3,0 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 3,5 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 4,0 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 4,5 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + boring tot 5,0 m -mv	
Asbestgat 100x100x50 + peilbuis	
Asbestgat 100x100x50 + peilbuis (diep)	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 0,5 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 1,0 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 1,5 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 2,0 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 2,5 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 3,0 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 3,5 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 4,0 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 4,5 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + Boring tot 5,0 m -mv +	
Kernboring + asbestgat 30x30 + peilbuis	
Kernboring + asbestgat 30x30 + peilbuis (diep)	

Symbolen	
Omschrijving	Symbol
Asfalt	
Beton	
Boom	
Bos	
Braak	
Depothoogte	
Fotoname	
Mangat	
Gras	
Grind	
Haag	
Klinker	
Oliefetafscheider	
Ontgravingsdiepte	
Ontluchtingspunt	
Onverhard	
Parkeerplaats	
Pomp	
Puinverharding	
Sleuf 200x40x50cm	
Spoorbaan	
Stelconplaat	
Struik	
Talud	
Tegel	
Vloestofdichte vloer	
Vulpunt	
Water	
Zeshoek tegel	
Zinkput	
Asbestverdacht plaatmateriaal op maaiveld	
Hekwerk	
Toekomstige bebouwing	
Voormalige bebouwing	
Bebouwing	
Locatiegrens	

Verontreiniging	
Omschrijving	Symbol
Ontgravingsvak	
Niet verontreinigd	
AW/S-waarde contour	
T-waarde contour	
I-waarde contour	
Niet verontreinigd	
Licht verontreinigd	
Matig verontreinigd	
Sterk verontreinigd	
Verspreiding verontreiniging onbekend	



**Titel:** locatieschets A4

	PROJECT: 1977.003	DATUM: 23-5-2017
	SCHAAL: 1:500	BIJLAGE: 2a
	GETEKEND: TKu	

## **Bijlage 2b Inrichingsplan**






Hardestraat



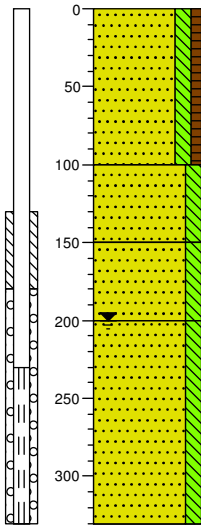
**Titel:** Inrichtingsschets A4

	PROJECT:1977.003	DATUM: 1-6-2017
	SCHAAL:1:400	BIJLAGE: 2b
	GETEKEND: TKu	

**Bijlage 3 Boorprofielen diepe boringen verkennend  
bodemonderzoek (1977.001 en 1977.002)**

## Boring:

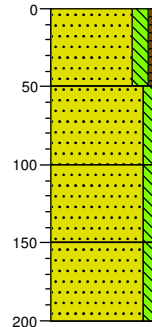
### A01



0	tuin
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbeige, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, licht oranjebeige, Edelmanboor
200	Zand, matig fijn, matig siltig, donker oranjebeige, Zuigerboor handmatig
330	

## Boring:

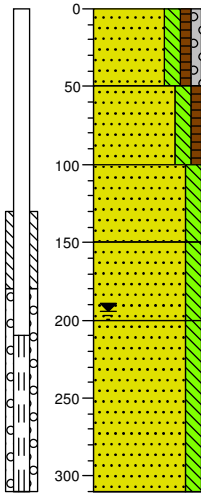
### A02



0	tuin
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, matig siltig, beigebruin, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, oranjebeige, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, beigeoranje, Edelmanboor
200	

## Boring:

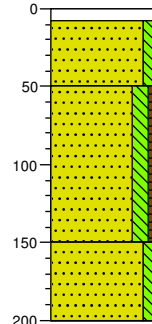
### B01



0	gras
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, matig baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
100	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, beigegeel, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, beigeoranje, Edelmanboor
200	Zand, matig fijn, matig siltig, geelbeige, Zuigerboor handmatig
310	

## Boring:

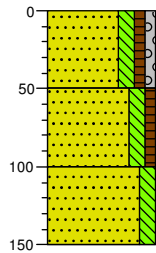
### B02



0	klinker
8	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
150	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, oranjebeige, Edelmanboor
200	



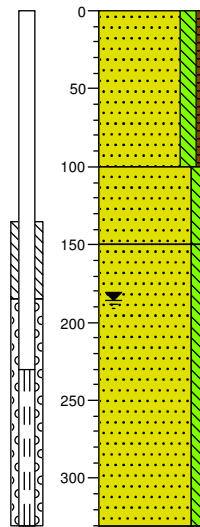
## Boring:



## B09

0 braak  
 ▲ Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, zwak kolengruishoudend, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor  
 50 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, licht beigebruin, Edelmanboor  
 100 Zand, matig fijn, matig siltig, donkergeel, Edelmanboor  
 150

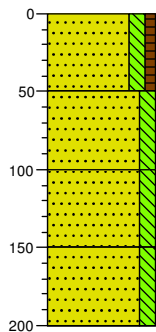
## Boring:



## C01

0 tuin  
 □ Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, donkerbruin, Edelmanboor  
 □  
 100 Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, geen olie-water reactie, beigeoranje, Edelmanboor  
 □  
 150 Zand, matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, donkerbeige, Zuigerboor handmatig  
 □  
 300

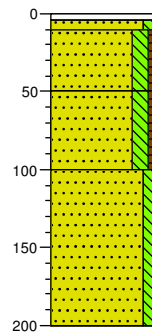
## Boring:



## C02

0 tuin  
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor  
 50 Zand, matig fijn, matig siltig, donker geelbruin, Edelmanboor  
 100 Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, beigeoranje, Edelmanboor  
 150 Zand, matig fijn, matig siltig, donkerbeige, Edelmanboor  
 200

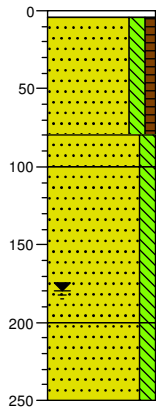
## Boring:



## C03

2 tegel  
 4  
 10 Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor, vulzand  
 ▲  
 50 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, matig baksteenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor  
 100 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor  
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, oranjebeige, Edelmanboor  
 200

## Boring:

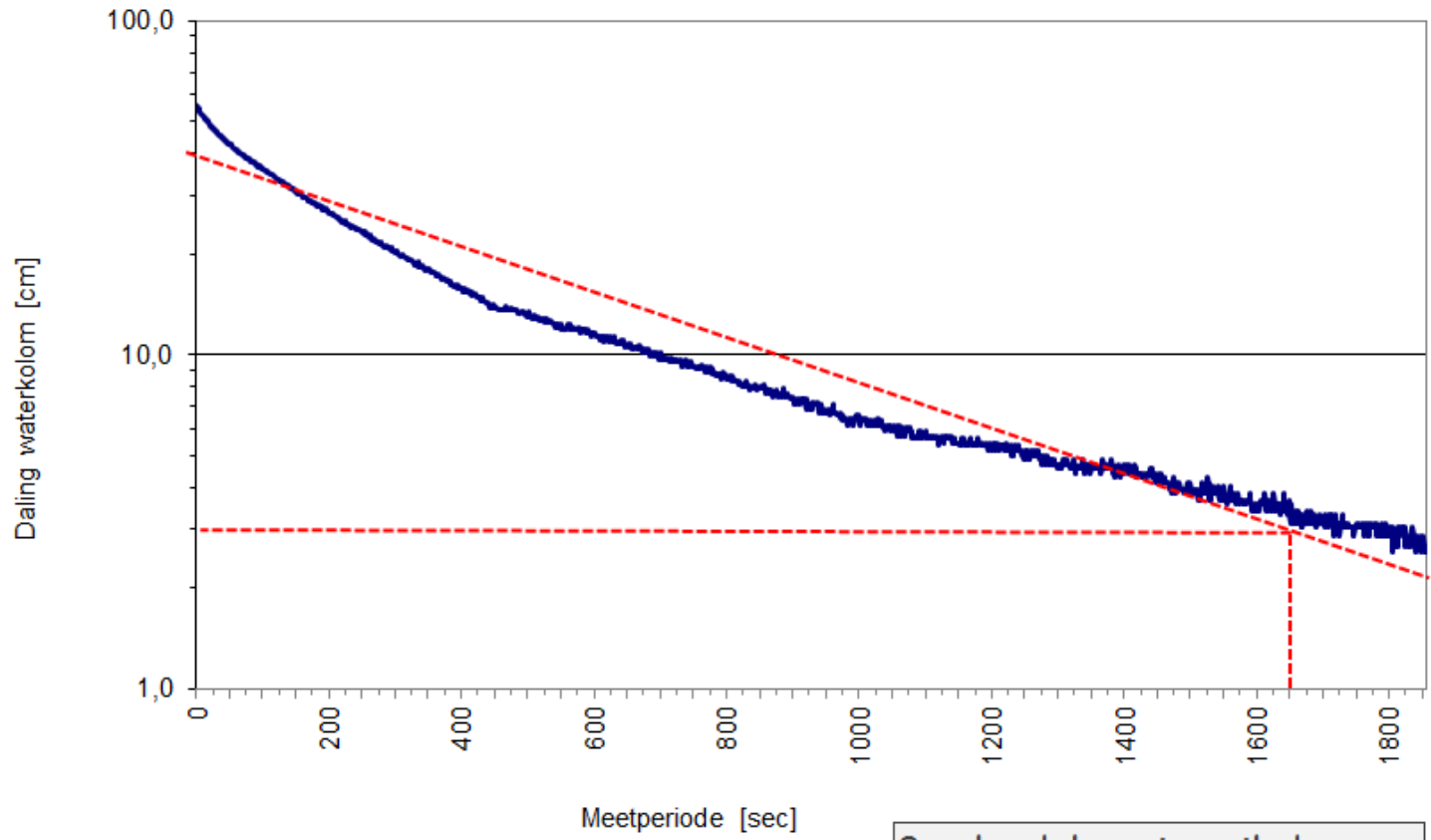


## C11

2	tegel
□	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, geen olie-water reactie, donkerbruin, Edelmanboor
□	Zand, matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, beigegeel, Edelmanboor
□	Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, geen olie-water reactie, geeloranje, Edelmanboor
□	Zand, matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, geelbeige, Edelmanboor, gestuit ivm grondwater

## **Bijlage 4 Berekende k-waarden**

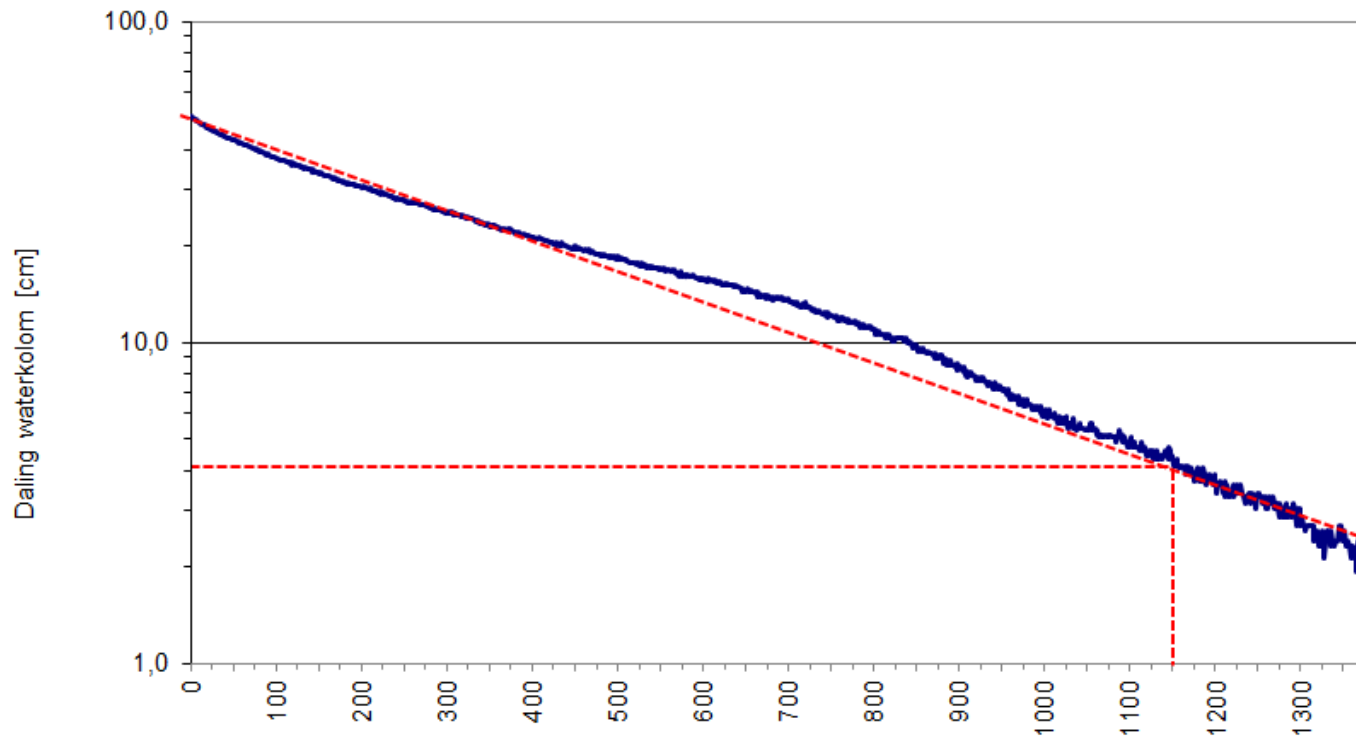
A01 meting 3 [100-150]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1625
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	3
r [cm]	4,5
k m/dag	2,5

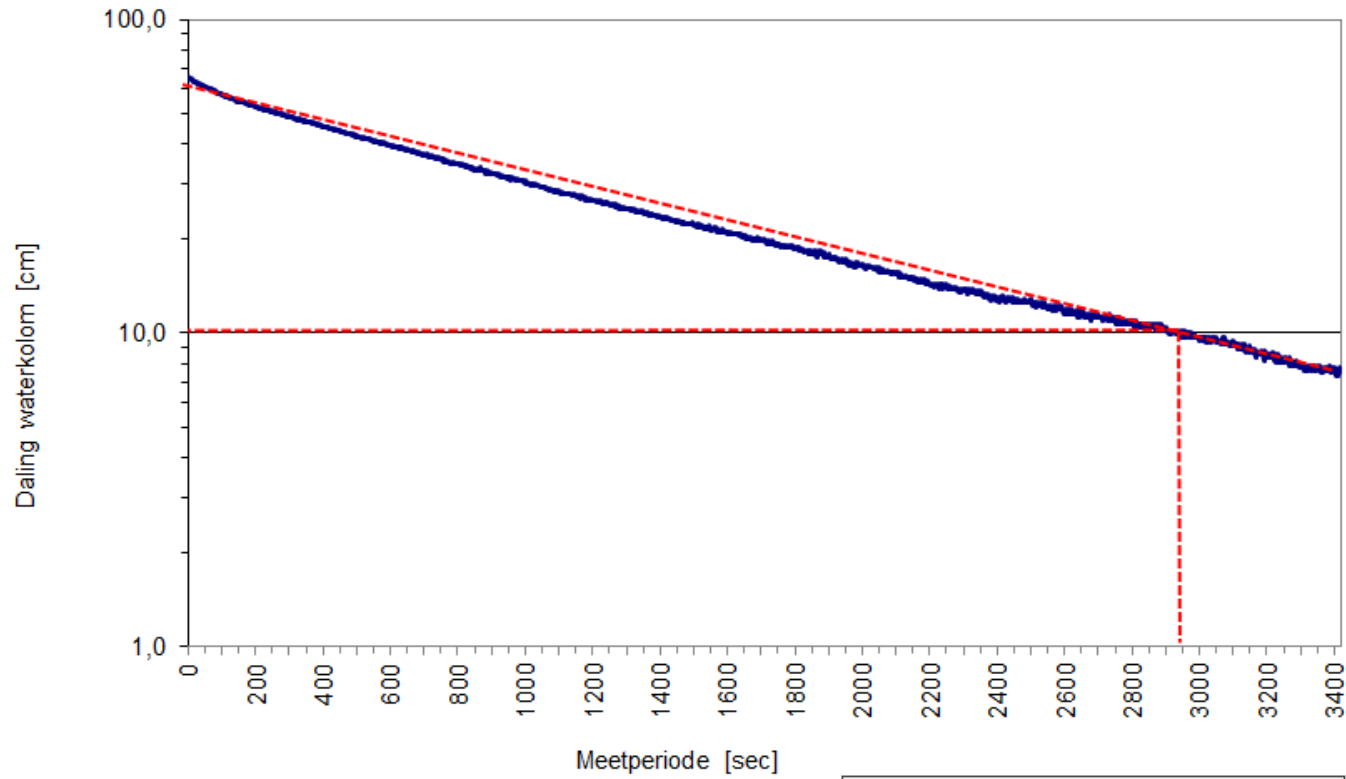
B01 meting 3 [100-150]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0} \text{ riode [sec]}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1150
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	4
r [cm]	4,5
k m/dag	3,6

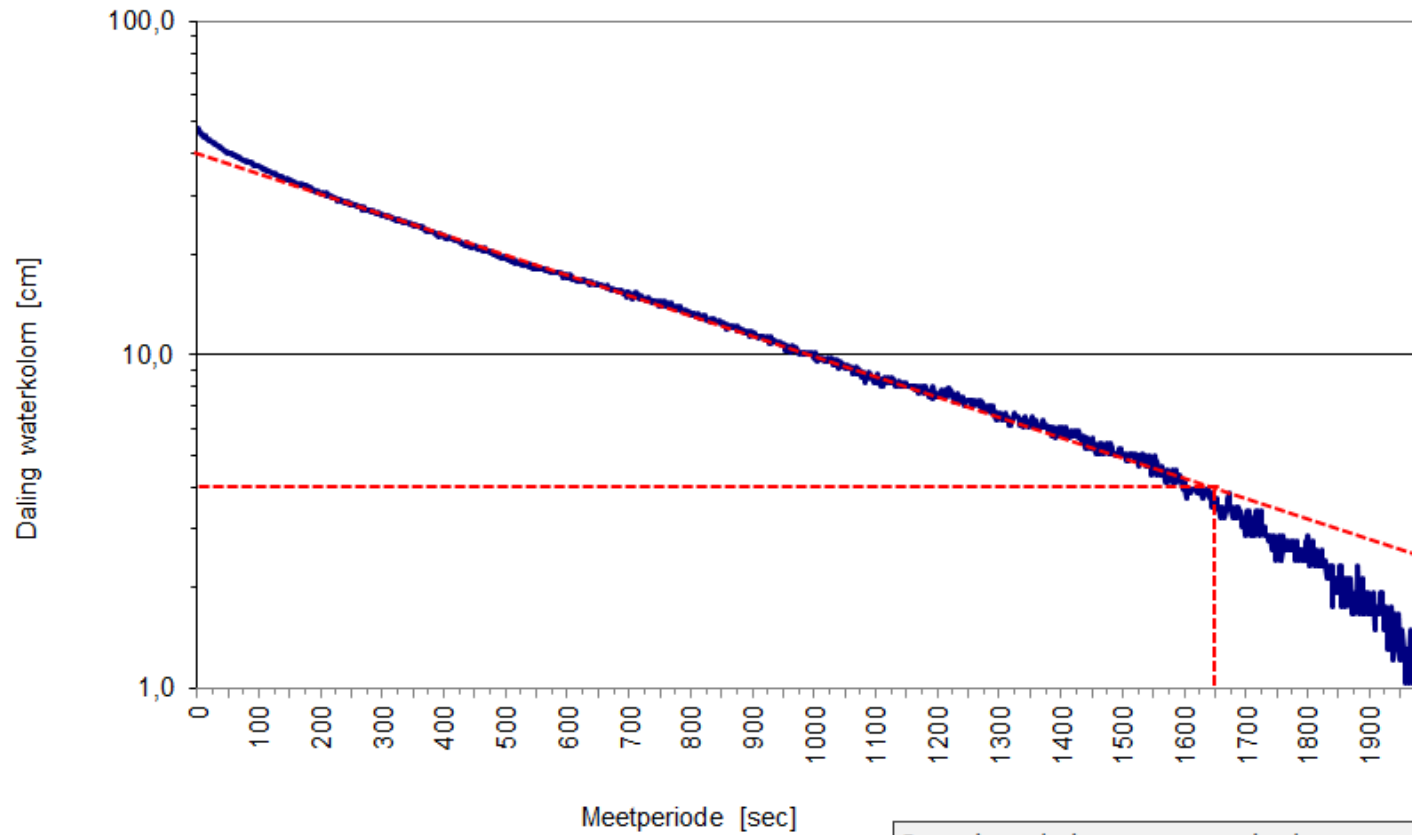
B02 meting 3 [100-150]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2875
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,1

B09 meting 3 [100-150]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1650
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	4
r [cm]	4,5
k m/dag	2,2



