



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

MAASLANDSTRAAT

TE HORN



Water



Rapportage doorlatendheidsonderzoek

Maaslandstraat te Horn

Opdrachtgever	Tonnaer Vonderweg 14 5616 RM Eindhoven
Rapportnummer	6681.002
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	14 juni 2018
Vestiging	Limburg Rijksweg Noord 39 6071 KS Swalmen 0475 - 504961 swalmen@econsultancy.nl
Opsteller	T.J.M. Kuijpers, BSc
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	ing. R. van den Berg
Paraaf	

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	2
2.1	Ligging onderzoekslocatie	2
2.2	Bodem	3
2.3	Grondwater	3
3.	VELDWERK	4
3.1	Algemeen	4
3.2	Uitvoering	4
3.3	Lokale bodemopbouw	4
3.4	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	5
4.	RESULTATEN	6
5.	BEOORDELING	7

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Gegevens verkennend bodemonderzoek (6681.001)
- 3a. - Situering meetpunten doorlatendheidsonderzoek
- 3b. - Boorprofielen doorlatendheidsonderzoek
4. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Tonnaer opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Maaslandstraat te Horn.

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 representatieve k-waarden.

De initiatiefnemer is voornemens om ter plaatse van het groen aan de Rijkswegzijde een wadi aan te leggen.

2.2 Bodem

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een kalkloze poldervaaggrond, die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit zware zavel en lichte klei. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

2.3 Grondwater

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord.

In de omgeving van de planlocatie zijn enkele grondwaterpeilputten gelegen. De situering van de grondwaterpeilputten zijn opgenomen in figuur 2. In tabel II zijn de gegevens van de grondwaterpeilputten weergegeven.



Figuur 2. Situering grondwaterpeilputten TNO

Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO in zuidwestelijke richting.

Tabel I. Overzicht grondwaterpeilputten TNO

grondwaterpeilput	windrichting t.o.v. locatie	afstand t.o.v. locatie	meetperiode	GHG m +NAP
B58D1883	noordoostelijk	500 m	maart 1951 – januari 2018	19,0
B58D1533	zuidoostelijk	900 m	november 2000 – januari 2003	17,75

Op basis van de beschikbare gegevens van deze grondwaterpeilputten alsmede de grondwaterstromingsrichting wordt er voor de planlocatie uitgegaan dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) dieper is gelegen dan 5 m -mv.

Tijdens de veldwerkzaamheden van het verkennend bodemonderzoek is binnen 5,5 m -mv geen grondwater aangetroffen.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de uitvoering is aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

Het veldwerk omvatte het zintuiglijk beoordelen van aanwezige bodemlagen door middel van het handmatig opboren van bodemmateriaal. De aanwezige bodemlagen zijn hierbij nauwkeurig beschreven en de posities van de betreffende monsternamenpunten zijn op kaart vastgelegd. Op de locatieschets in bijlage 3a is de situering van de meetpunten van het doorlatendheidsonderzoek aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3b).

3.2 Uitvoering

Het veldwerk is uitgevoerd op 6 juni 2018. Om inzicht te krijgen in de (diepere)bodemopbouw is gebruik gemaakt van de boringen die zijn geplaatst in het kader van het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 6681.001). Op basis van de bodemopbouw zijn de te onderzoeken trajecten bepaald. De gegevens van het verkennend bodemonderzoek zijn opgenomen in bijlage 2.

3.3 Lokale bodemopbouw

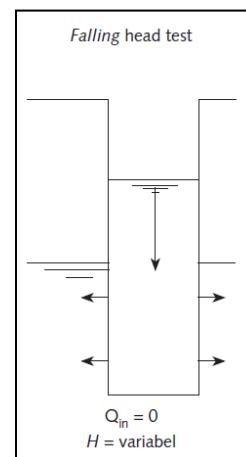
De bovengrond bestaat uit matig siltig, zeer fijn zand en is bovendien zwak humeus. De ondergrond bestaat tot 2,0 m -mv voornamelijk uit matig tot sterk zandige klei. Vanaf 2,0 m -mv wordt in de ondergrond tot de onderzochte diepte overwegend matig tot sterk siltig, zeer fijn zand aangetroffen. ter plaatse van boring 16 is de matig tot sterk zandige klei laag niet waargenomen. De diepere ondergrond is bovendien tot 3,0 m -mv matig gleyhoudend

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 referentieboring, 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 waterstandsaling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald teneinde 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 II 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 III. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

De doorlatendheid van de aanwezige sterk zandige kleilagen is niet gemeten omdat de doorlatendheid van dergelijke lagen bij voorbaat slecht tot zeer slecht is.

Tabel II. Overzicht k-waarde per meting

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
I01	1	290-310	matig siltig, zeer fijn zand	-	0,5	vrij goed
I02	2	200-260	matig siltig, zeer fijn zand	tot 2,30 m –mv sterk zandig klei	0,9	vrij goed
I03	3	200-250	matig siltig, matig fijn zand	-	>10	zeer goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

Tabel III. Classificatie doorlatendheid

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 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 doorlatendheid van de bodem, de aanwezigheid van stoorlagen (klei en leem). Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater.

De ondergrond bestaat tot 2,0 m -mv voornamelijk uit matig tot sterk zandige klei. Omdat dergelijke gronden op voorhand als slecht doorlatend kunnen worden beschouwd is het doorlatendheidsonderzoek gericht op de zandlagen onder deze kleilagen.

De doorlatendheid van de bodem onder de matig tot sterk zandige kleilagen wordt over het algemeen geclassificeerd als vrij goed tot zeer goed doorlatend, waarbij k-waarden tussen de 0,5 en > 10 m/dag zijn aangetoond. De k-waarde van de onderzochte laag ter plaatse van I03 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht. Het meetresultaat kan derhalve niet als representatief voor deze bodemlagen worden beschouwd. Econsultancy heeft vooralsnog geen verklaring voor deze uitschiet.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem tot 2,0 meter beneden maaiveld, mede op basis van de textuur, niet geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Ten aanzien van de onderzochte bodemlagen kan eveneens geconcludeerd worden dat de infiltratiemogelijkheden beperkt zullen zijn. Om de lediging te bevorderen kunnen in de wadi infiltratiekolken worden aangelegd die in verbinding staan met de zandlagen die op minimaal 3,0 m -mv zijn gelegen. Geadviseerd wordt de infiltratiekolken dieper aan te leggen. In het kader van beheer en onderhoud en werking van het systeem, wordt om instroom van bijvoorbeeld blad e.d. geadviseerd om de kolken circa 20 cm boven het bodempeil van de wadi aan te leggen. In figuur 3 is een voorbeeld weergegeven van een wadi met een kolk als extra lediging.



Figuur 3. Wadi met kolk (bron: www.irtas.be)

Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van circa 0,3 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5. Het onderzoeksresultaat ter plaatse van boring I03 is vanwege de grote en niet te verklaren afwijking buiten beschouwing gelaten.

Econsultancy
Swalmen, 14 juni 2018

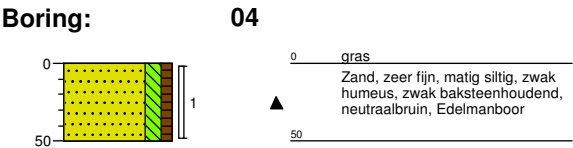
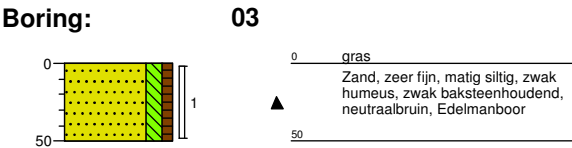
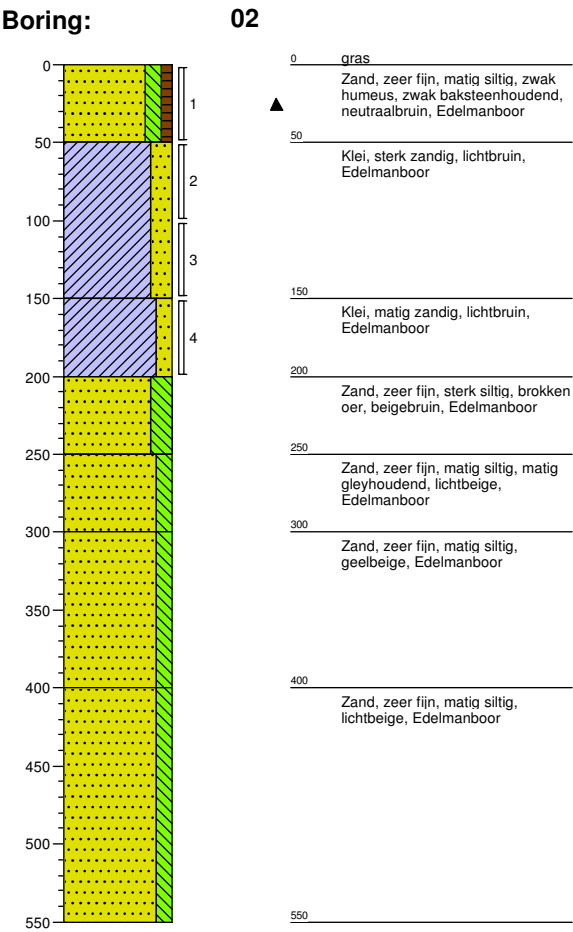
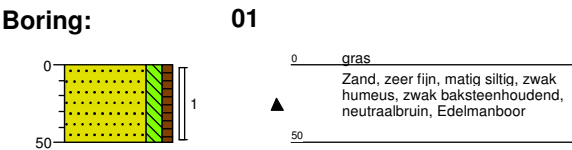
Bijlage 1 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000
Deze kaart is noordgericht

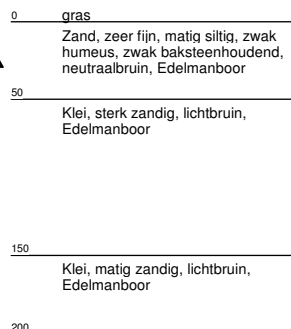
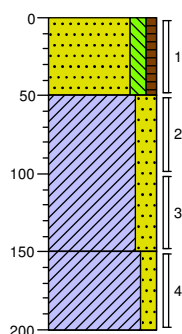
Bijlage 2 Gegevens verkennend bodemonderzoek (6681.001)





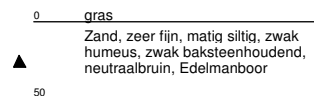
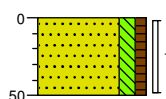
Boring:

05



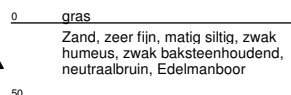
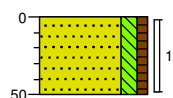
Boring:

06



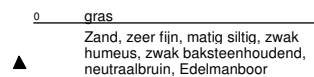
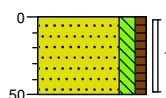
Boring:

07



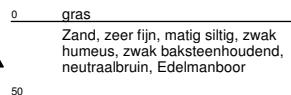
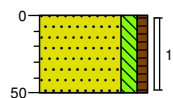
Boring:

08



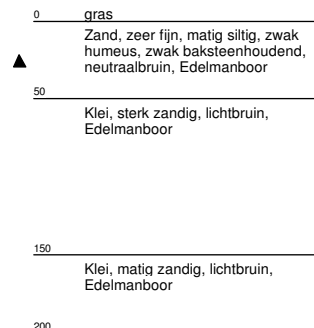
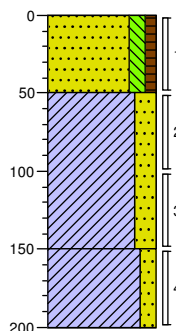
Boring:

09



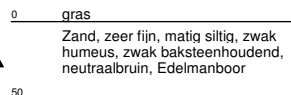
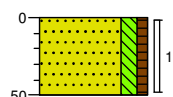
Boring:

10



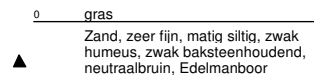
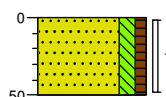
Boring:

11



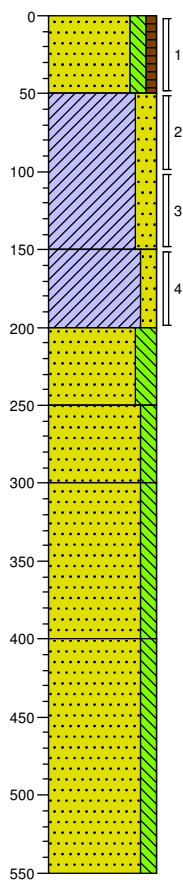
Boring:

12



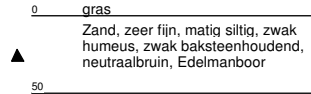
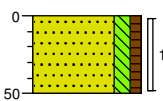
Boring:

13



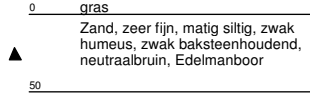
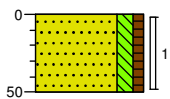
Boring:

14



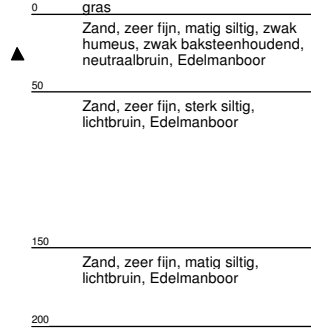
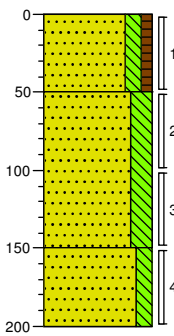
Boring:

15



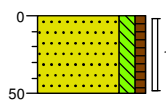
Boring:

16



Boring:

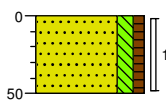
17



0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
▲
50

Boring:

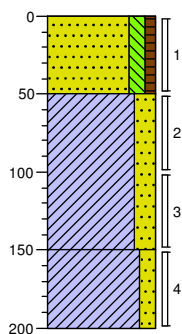
18



0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
▲
50

Boring:

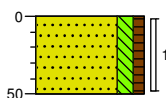
19



0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
▲
50
Klei, sterk zandig, lichtbruin, Edelmanboor
2
100
3
150
Klei, matig zandig, lichtbruin, Edelmanboor
4
200

Boring:

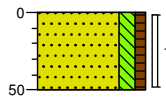
20



0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
▲
50

Boring:

21



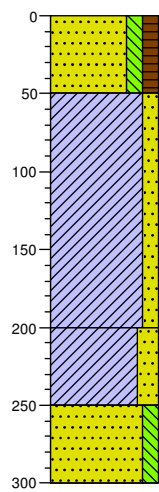
0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
▲
50

Bijlage 3a situering meetpunten doorlatendheidsonderzoek



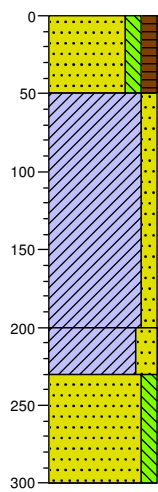
Bijlage 3b Boorprofielen doorlatendheisonderzoek

gat/boring: I01



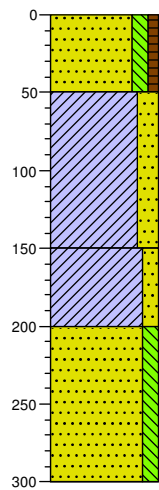
0	gras
	Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
50	
	Klei, matig zandig, lichtbruin, Edelmanboor
200	
	Klei, sterk zandig, lichtbruin, Edelmanboor
250	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
300	

gat/boring: I02



0	gras
	Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
50	
	Klei, matig zandig, lichtbruin, Edelmanboor
200	
	Klei, sterk zandig, lichtbruin, Edelmanboor
230	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
300	

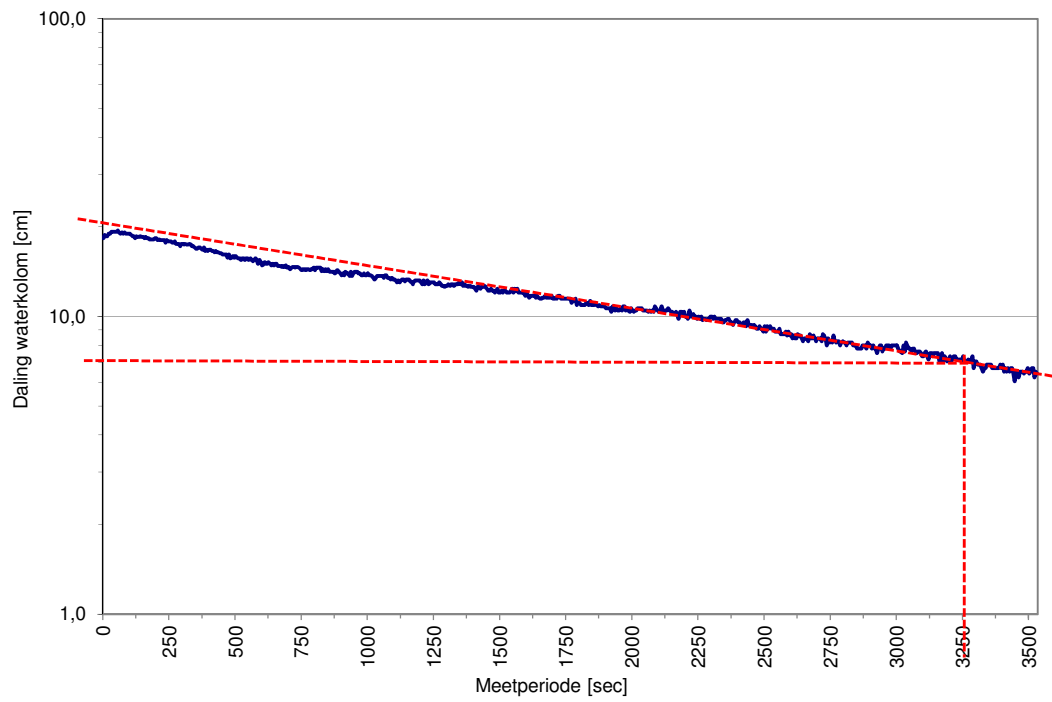
gat/boring: I03



0	gras
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
50	
	Klei, sterk zandig, lichtbruin, Edelmanboor
150	
	Klei, matig zandig, lichtbruin, Edelmanboor
200	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
300	

Bijlage 4 Berekende k-waarden

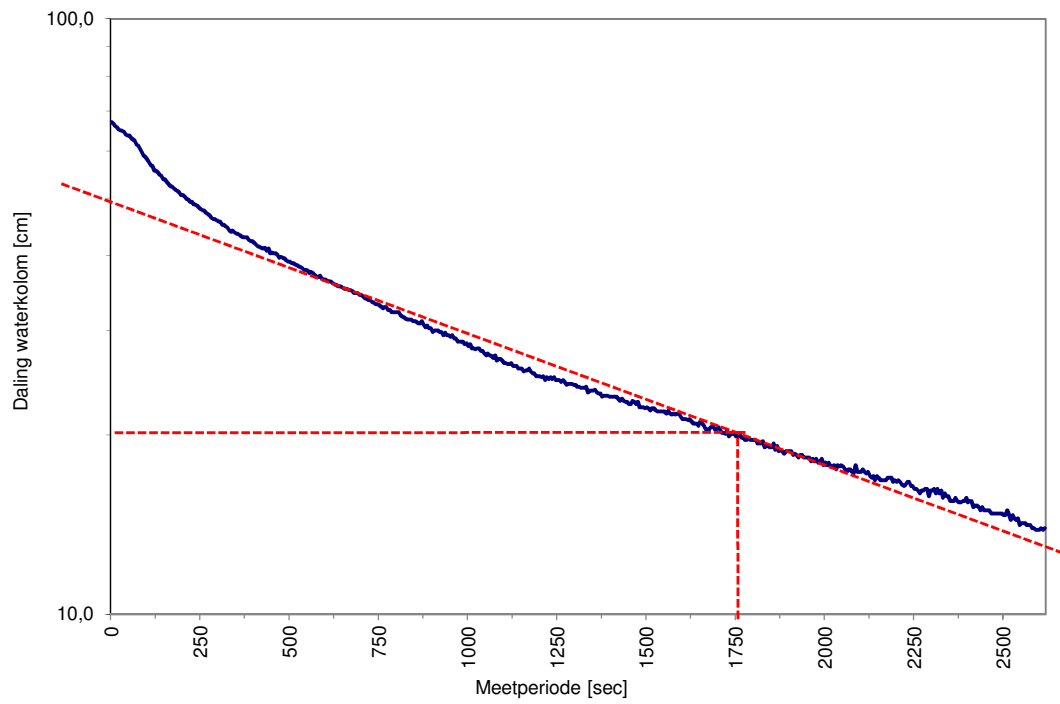
I01 meting 1 [2,9 - 3,1 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	3250
LOG h0 [cm]	20
LOG ht [cm]	7
r [cm]	4,5
k m/dag	0,5

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

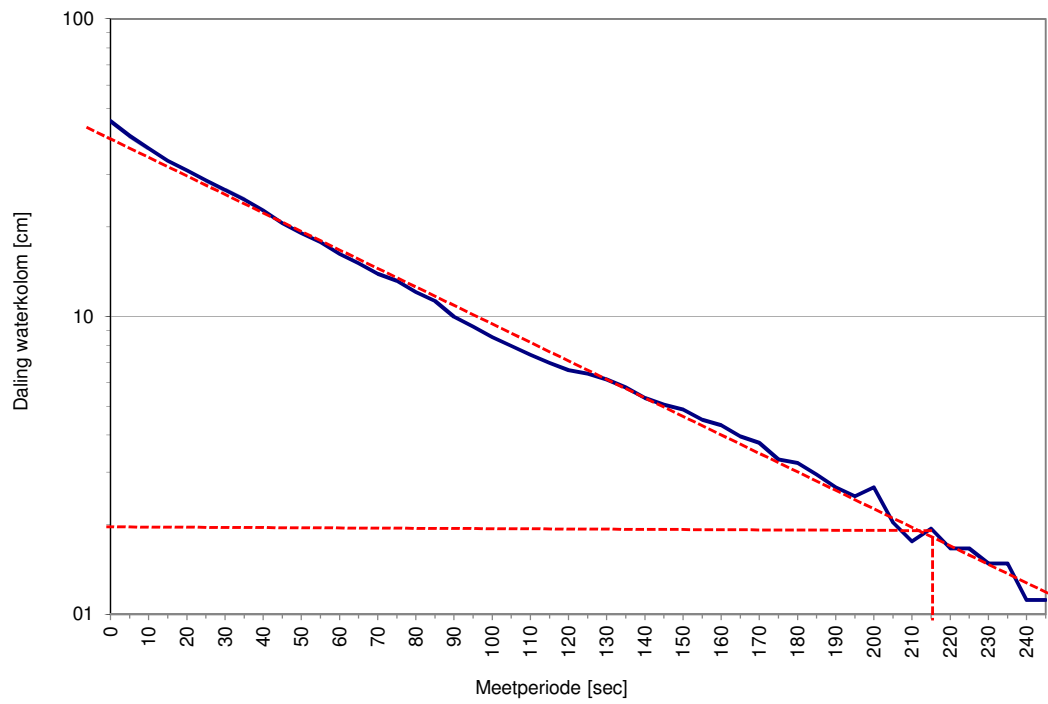
I02 meting 2 [2,0 - 2,6 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1750
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	0,9

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

103 meting 3 [2,0-2,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	215
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	2
r [cm]	4,5
k m/dag	20,7

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

