



GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

LOESWIJK

TE MIERLO



Water



Rapportage geohydrologisch onderzoek

Loeswijk te Mierlo

Opdrachtgever	Tonnaer Vonderweg 14 5616 RM Eindhoven
Rapportnummer	4517.005
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	6 juli 2017
Vestiging	Boxmeer
Opsteller	ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	T.J.M. Kuijpers BSc
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	1
3.	VELDWERK	2
3.1	Algemeen	2
3.2	Uitvoering	2
3.3	Lokale bodemopbouw	2
3.4	Grondwater	2
3.4	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	3
4.	RESULTATEN.....	3
5.	BEOORDELING	4

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets verkennend bodemonderzoek (4517.001)
3. - Boorprofielen verkennend bodemonderzoek (4517.001)
4. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Tonnaer opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek aan de Loeswijk te Mierlo.

Het geohydrologisch onderzoek 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. Daarnaast wordt met het onderzoek getracht op basis van literatuur meer inzicht te verkrijgen in de heersende grondwaterfluctuatie.

De informatie over de planlocatie is onder andere gebaseerd op informatie uit het uitgevoerde verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 4517.001).

2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie ($\pm 2.875 \text{ m}^2$) ligt aan de Loeswijk, ten noordoosten van de kern van Mierlo (zie bijlage 1). Volgens het Actueel Hoogtebestand van Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 19,8 m +NAP. De coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie zijn X = 171.969, Y = 383.95 (zie figuur 1).



Figuur 1: situering onderzoekslocatie

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". Het veldwerk omvat het zintuiglijk beoordelen van aanwezige bodemlagen door middel van het handmatig opboren van bodemmateriaal. De aanwezige bodemlagen worden hierbij nauwkeurig beschreven en de posities van de betreffende monsternamenpunten worden op kaart vastgelegd. De zintuiglijke beoordeling van de grond vormt de basis van de trajectkeuze van de infiltratiemetingen.

3.2 Uitvoering

Het veldwerk van het verkennend bodemonderzoek is uitgevoerd op 26 juni 2017. Met behulp van een edelmanboor zijn in totaal 12 boringen geplaatst; 9 boringen tot 0,5 m -mv, 2 boringen tot 2,5 m -mv en 1 boring tot 4,2 m -mv. Deze diepe boring is afgewerkt als peilbuis. Een week na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de boorgaten en in de aanwezige peilbuis gemeten.

Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de boringen aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

3.3 Lokale bodemopbouw

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, matig siltig, matig fijn zand. De ondergrond bestaat tot circa 2,0 m -mv uit matig tot sterk siltig, matig fijn zand. Vanaf 2,0 m -mv wordt tot op de onderzochte diepte (4,2 m -mv) matig zandige klei aangetroffen. Tussen 0,5 m -mv en de 1,2 m -mv is de ondergrond bovendien matig gleyhoudend.

3.4 Grondwater

Ten tijde van het plaatsen van de boringen en de uitvoering van het doorlatendheidsonderzoek is in de boorgaten en de peilbuis een grondwaterstand aangetroffen van 2,0 m -mv.

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Op basis van de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, stroomt het grondwater van het eerste watervoerend pakket in noordelijke richting.

Ten noorden van de planlocatie op een afstand van ± 245 m tussen de Bekelaar en de Sebastiaanweg is een grondwaterpeilput gelegen waarvan de grondwaterstand langdurig is gemeten (meetpunt B51H0323 meetperiode 1990-2016). De grondwaterpeilput is gelegen op een diepte van maximaal 16,76 m +NAP.

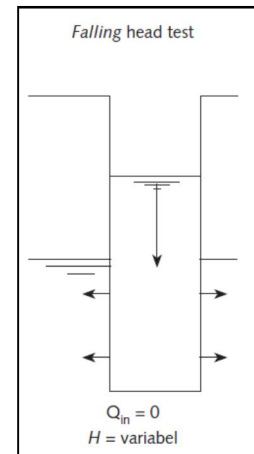
Op basis van de gegevens van deze grondwaterpeilput alsmede de noord tot noordwestelijke grondwaterstromingsrichting wordt voor de planlocatie uitgegaan van een Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) van circa 18,8 m +NAP. Hiermee zou de GHG zich op $\pm 1,0$ m -mv bevinden.

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 waterstandsval 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. 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 I. Overzicht k-waarde per meting

Profiel boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	3	100-150	zand, matig fijn, sterk siltig	-	3,2	goed
06	3	50-100	zand, matig fijn, matig siltig	matig gleyhoudend,	5,7	goed
11	3	70-120	zand, matig fijn, matig siltig	matig gleyhoudend,	2,7	goed
(*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 doorlatendheid van de bodem 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.

De doorlatendheid van de aanwezige zandlagen wordt tot over het algemeen geclassificeerd als goed doorlatend. De doorlatendheid van de aanwezige matig zandige kleilagen in de ondergrond wordt op basis van ervaring als zeer slecht getypeerd.

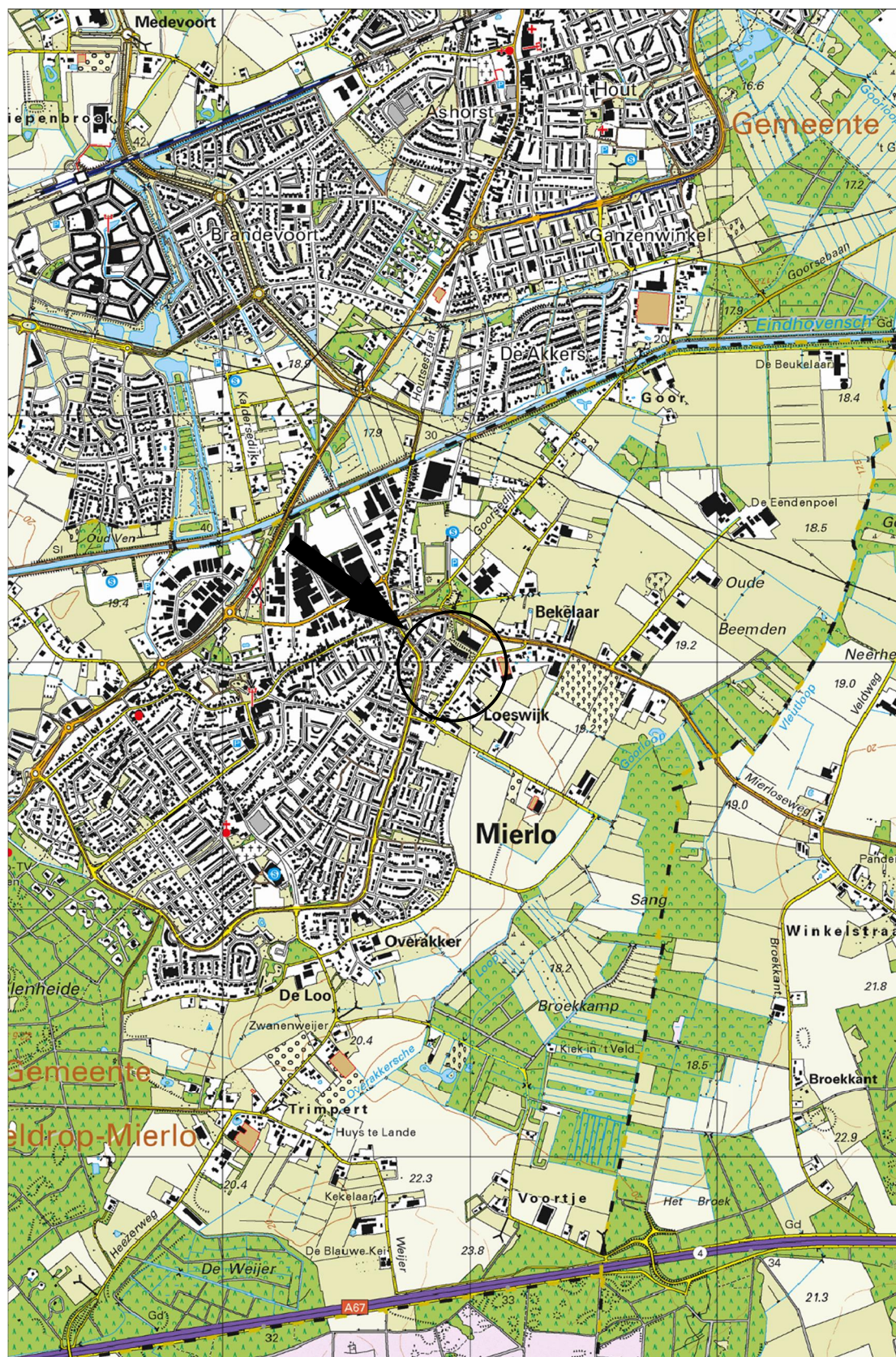
Op basis van de resultaten uit het veldonderzoek wordt de bodem tot op de aanwezige kleilaag, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 2,0 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5.

Bij de aanleg van een infiltratievoorziening dient rekening gehouden te worden met de aanwezige kleilagen in de ondergrond. Om lediging van een toekomstig systeem te bevorderen wordt geadviseerd om de aanwezige kleilaag op de locatie waar een infiltratievoorziening is voorzien te doorbreken.

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). Voor de maximale diepte van de onderzijde van een bergingsvoorziening geldt in het algemeen de GHG. Voor de locatie is deze ingeschat op 18,8 m +NAP. Daarnaast zijn het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag bepalende factoren.

Econsultancy
Boxmeer, 6 juli 2017

Bijlage 1 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000
Deze kaart is noordgericht



Bijlage 3 Boorprofielen

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

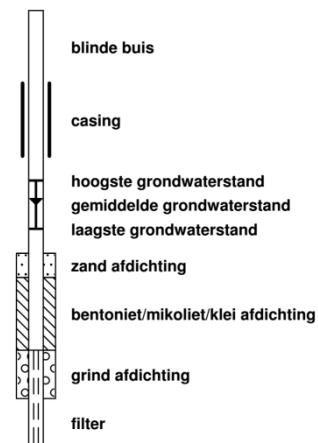
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

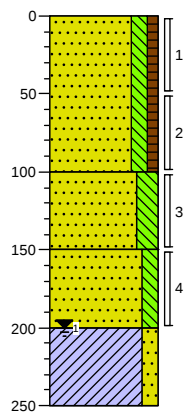
- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand (tijdens veldwerk)
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

peilbuis

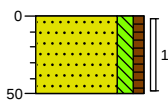


Boring: 01



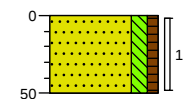
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
100	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, lichtbeige, Edelmanboor
150	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
200	
	Klei, matig zandig, beigegrijs, Edelmanboor
250	

Boring: 02



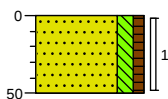
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 03



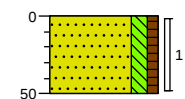
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 04



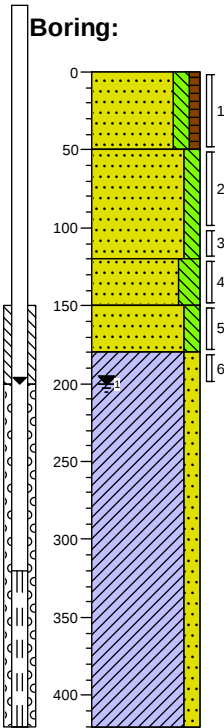
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 05



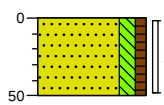
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 06



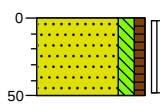
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, oranjegeel, Edelmanboor
120	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
150	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
180	
	Klei, matig zandig, beigegrijs, Veenboor
420	

Boring: 07



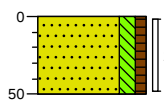
0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 08



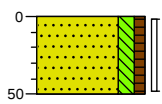
0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 09



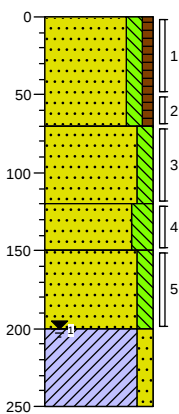
0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 10



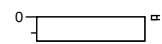
0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 11



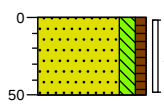
0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
70
Zand, matig fijn, matig siltig, matig
gleyhoudend, oranjegeel,
Edelmanboor
120
Zand, matig fijn, sterk siltig,
lichtbeige, Edelmanboor
150
Zand, matig fijn, matig siltig,
neutraalbeige, Edelmanboor
200
Klei, matig zandig, beigegrijs,
Edelmanboor
250

Boring: 12



0 verharding
▲ 15 Volledig puin, roodbruin, River

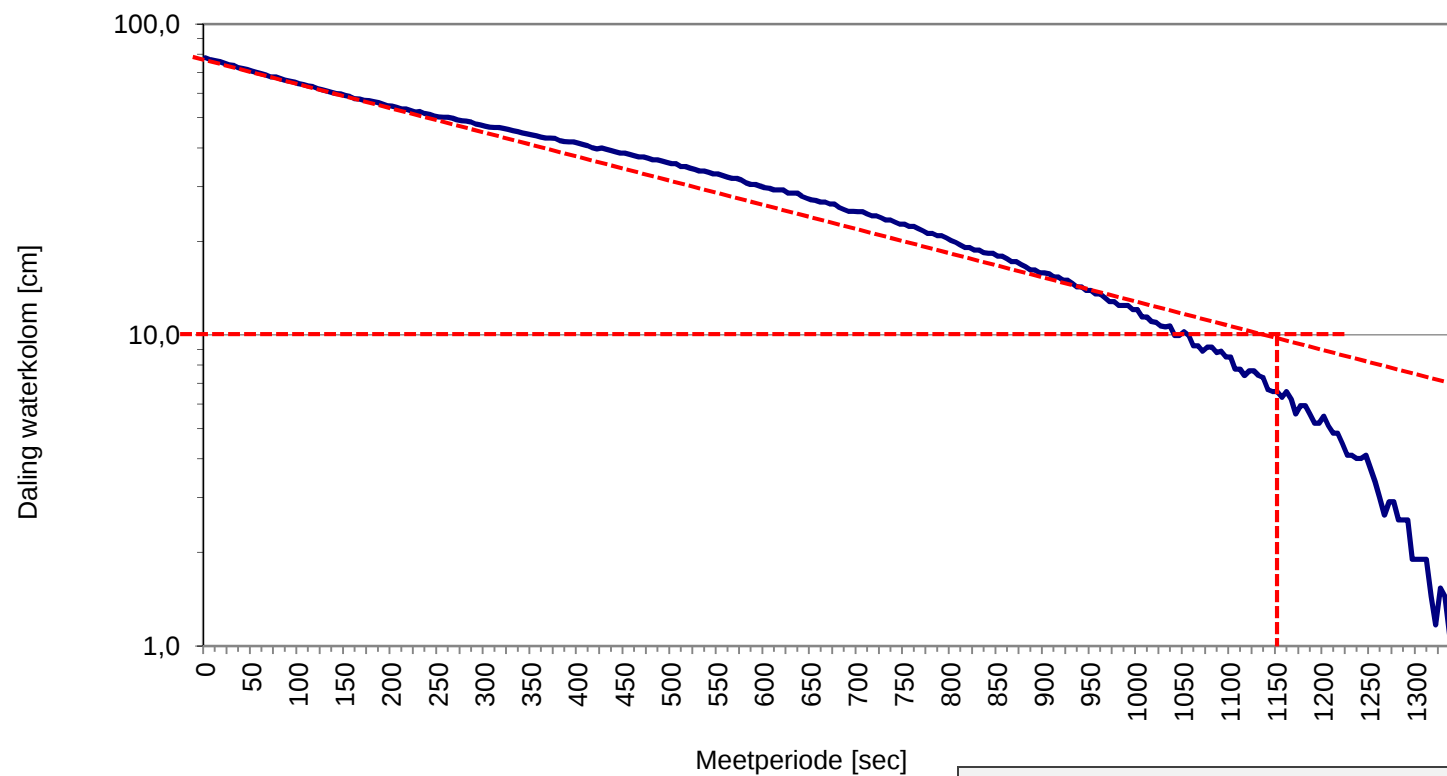
Boring: 12A



0 braak
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Bijlage 4 Berekende k-waarden

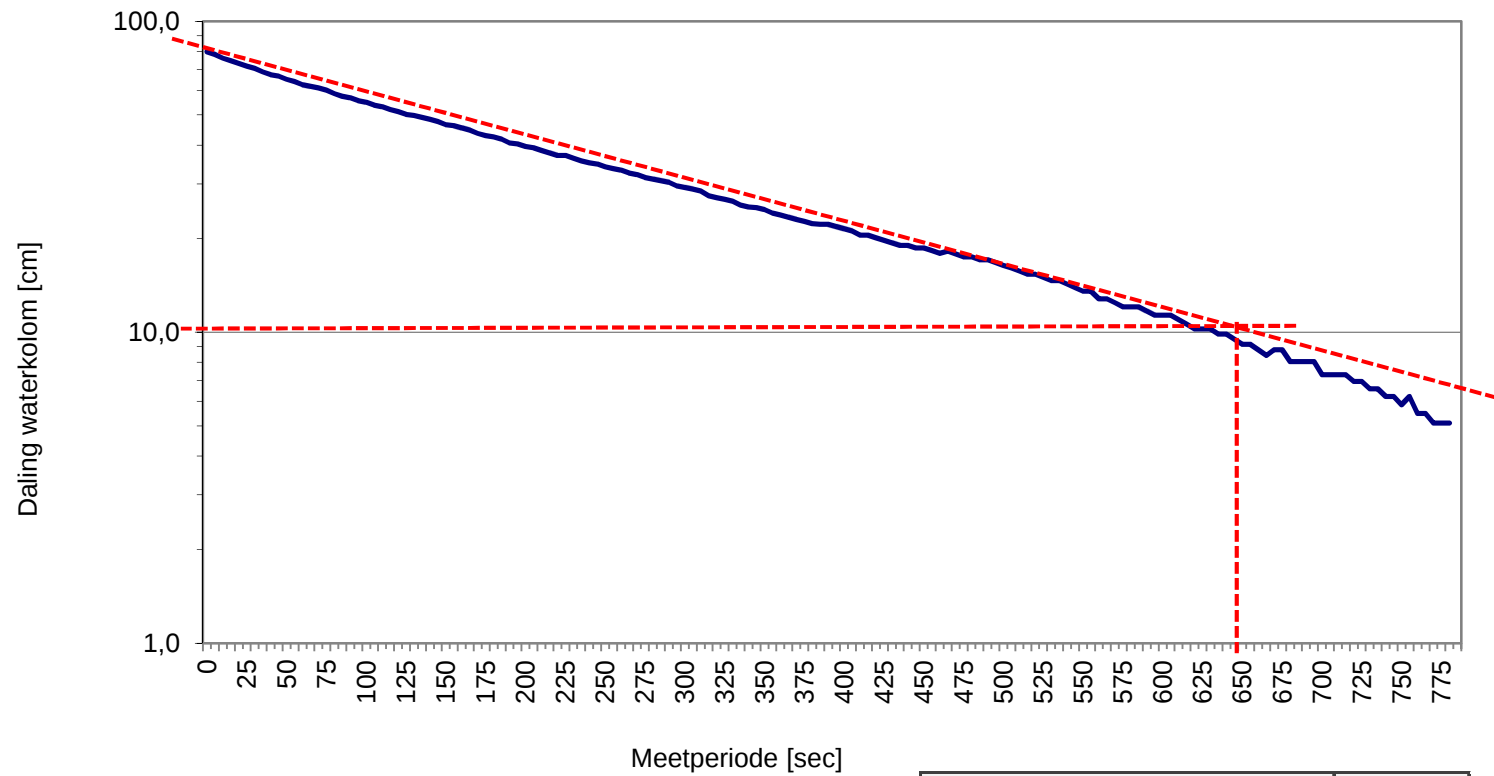
B01 meting 3 [100-150 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{4}r) - \log(h_1 + \frac{1}{4}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1150
LOG h0 [cm]	80
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	3,2

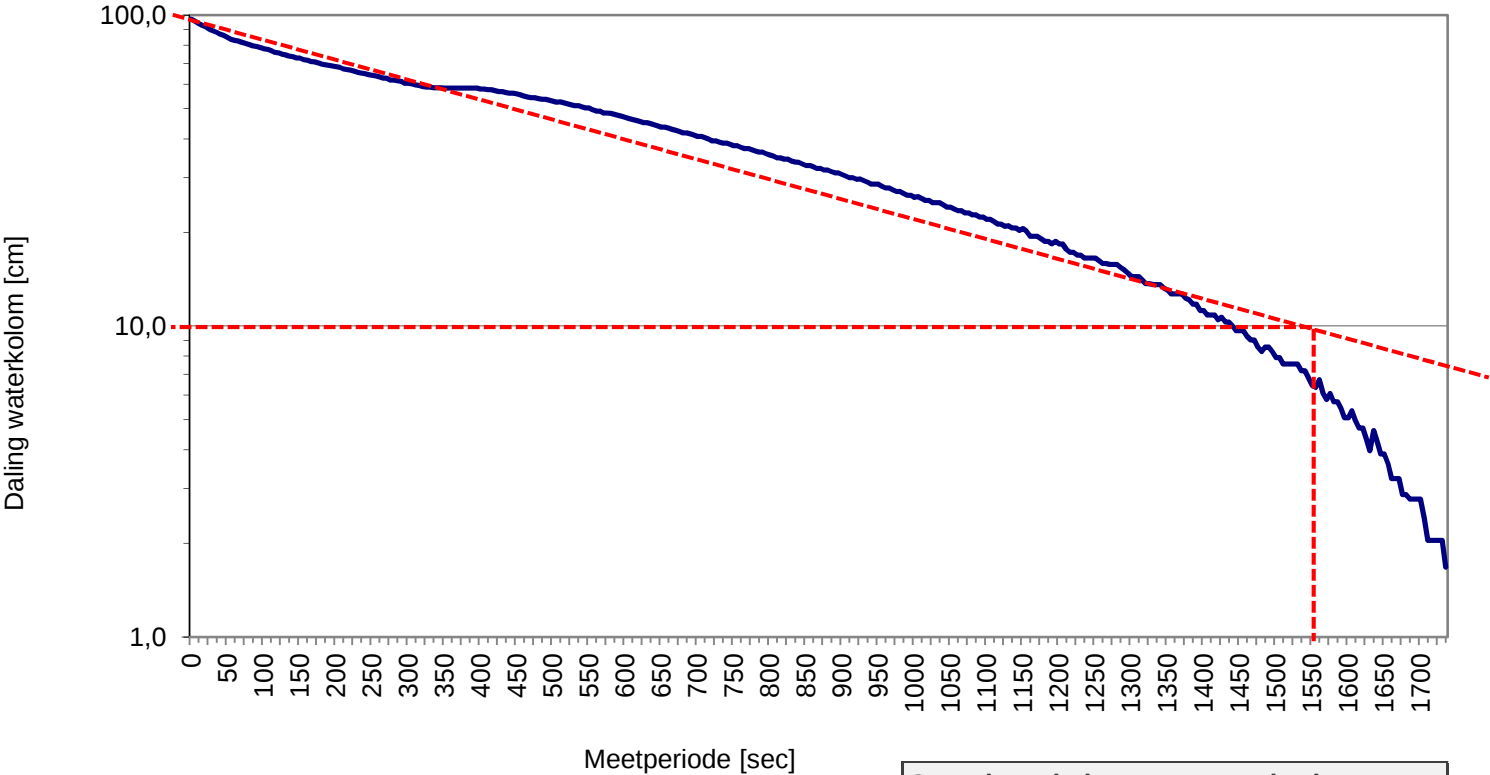
B06 meting 3 [50-100 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{4}r) - \log(h_1 + \frac{1}{4}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	650
LOG h0 [cm]	80
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	5,7

B11 meting 3 [70-120 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 115r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{4}r) - \log(h_1 + \frac{1}{4}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1550
LOG h0 [cm]	100
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	2,7

