



WATER

RAPPORTAGE

doorlatendheidsonderzoek BP Heijde Park

Heistraat

Waalre



Rapport doorlatendheidsonderzoek BP Heijde Park Heistraat, Waalre

Opdrachtgever	Gemeente Waalre Postbus 10.000 5580 GA Waalre
Rapportnummer	18745.005
Versienummer	D1
Status	Definitief
Datum	30 augustus 2023
Opsteller ¹	De heer Msc. R.R.J. Jacobs
Kwaliteitscontrole	De heer ing. R. van den Berg

¹ AVG

In onze rapportages wordt niet gewerkt met handtekeningen en/of parafen. Conform protocol en eisen uit het kwaliteitssysteem wordt het rapport aantoonbaar vrijgegeven. In het kader van de AVG dient, voorafgaand aan publicatie of bij uitlevering aan derden, bijlagen met kadastrale uittreksels en namen van opdrachtgevers verwijderd dan wel zwart gelakt te worden.

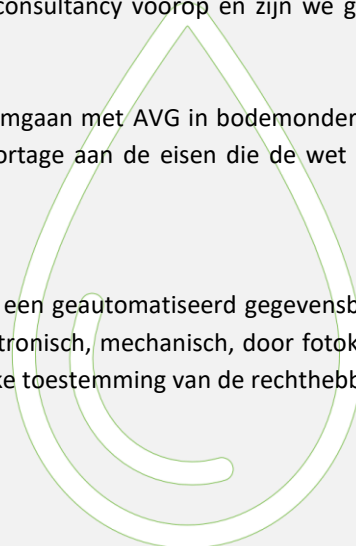
CERTIFICERING

Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhand-boek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO 14001. Daarnaast staat veilig werken bij Econsultancy voorop en zijn we gecertificeerd voor VCA*.

Al onze rapportages worden opgesteld conform de 'Handreiking omgaan met AVG in bodemonderzoeken' opgesteld door de VKB (29 juni 2022). Hiermee voldoet de rapportage aan de eisen die de wet en NEN normen ons stellen en wordt tevens voldaan aan de AVG.

RECHTEN

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	LOCATIEGEGEVENS.....	2
3	VELDWERKZAAMHEDEN.....	3
3.1	Uitvoering.....	3
3.2	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	3
4	RESULTATEN	4
4.1	Bodemopbouw.....	4
4.2	Grondwaterniveau	4
4.3	Waterdoorlatendheid	4
5	BEOORDELING	7

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging
2. - Locatieschets
3. - Boorprofielen
4. - Berekende k-waarden

1 INLEIDING

Econsultancy heeft van de gemeente Waalre opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheids-onderzoek aan de Heistraat te Waalre.

In het kader van het planvoornemen is reeds een watertoets² opgesteld. Om vanuit de watertoets een ontwerpslag te maken in het waterhuishoudkundig-/rioleringsplan is voor deze ontwikkeling een infiltratieonderzoek uitgevoerd. Doel van het onderzoek is het bepalen of de bodem geschikt is voor de infiltratie van hemelwater en of daarmee de waterbergende voorzieningen voldoende snel kunnen leeglopen om weer beschikbaar te zijn voor de volgende regenbui.

² Watertoets BP Heijde Park, d.d 10 juli 2023, project: 18745.003

2 LOCATIEGEGEVENS

De planlocatie (ca. 88.000 m²) ligt aan de Heistraat te Waalre en omvat de percelen kadastraal bekend als gemeente Waalre, sectie A, nummer 4345, 5340, 2883, 5829, 5830 (ged.), 5831. De coördinaten van een centraal punt zijn X = 159.420, Y = 378.520.

De planlocatie betreft voor het grootste deel braakliggende agrarische gronden. Aan de Dirck van Hornelaan (zuidoostelijk binnen de planlocatie) zijn reeds wat woningen aanwezig.

In figuur 2.1 is de begrenzing van de onderzoekslocatie weergegeven. De topografische ligging is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 2.1 Ligging en begrenzing onderzoekslocatie.

3 VELDWERKZAAMHEDEN

3.1 Uitvoering

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 SIKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

Het veldwerk is uitgevoerd op 9, 11 en 22 augustus 2023 en 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 boorpunten zijn op kaart vastgelegd. Teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen zijn met behulp van een edelmangrondboor (diameter 10 cm) 15 boringen geplaatst. Van de 15 boringen zijn er 11 tot 3,0 m -mv en 4 tot maximaal 5,18 m -mv doorgezet. De 4 diepste boringen zijn afgewerkt als peilbuis. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd en is het grondwaterniveau in de boorgaten en de geplaatste peilbuizen gemeten.

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

3.2 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

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 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 (zie figuur 3.1) 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 $t = 0$

Figuur 3.1 Formule van Hooghoudt

4 RESULTATEN

4.1 Bodemopbouw

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak humeus, matig tot sterk siltig, zeer fijn tot matig grof zand. De ondergrond bestaat uit matig tot sterk siltig, matig fijn tot matig grof zand. In de ondergrond komen plaatselijk leemlaagjes voor. Bovendien is de ondergrond plaatselijk zwak gleyhoudend.

4.2 Grondwaterniveau

In de geplaatste peilbuizen is op 9 augustus 2023 een grondwaterstand³ gemeten. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de peilbuisgegevens en de resultaten van de veldmetingen.

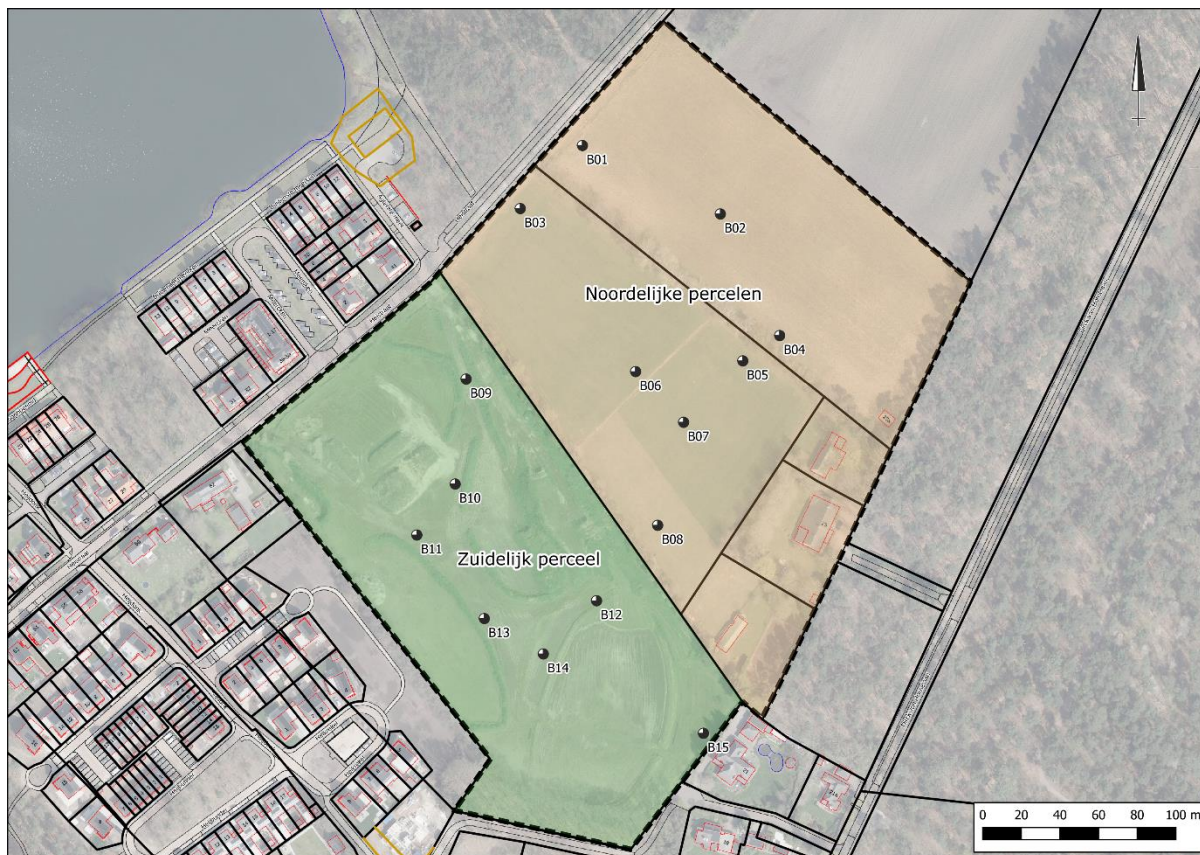
Tabel 4.1 Overzicht gegevens peilbuizen en veldmetingen grondwater op 9 augustus 2023.

Peilbuisnummer	Situering peilbuis	Grondwaterstand (m -mv)
PB-001	westelijk op onderzoekslocatie	2,67
PB-002	zuidelijk op onderzoekslocatie	2,74
PB-003	noordelijk op onderzoekslocatie	1,73
PB-004	oostelijk op onderzoekslocatie	2,60

4.3 Waterdoorlatendheid

Bij de veldinspectie is een verschil in bodemgesteldheid van het maaiveld vastgesteld tussen de noordelijke percelen (o.a. nummers 2883 en 5340) en het zuidelijke perceel (nummer 4345). De bodem van het zuidelijke perceel is plaatselijk opgehoogd, waarbij over vrijwel het gehele perceel grond op de originele bodem is opgebracht. Aangezien dit effect kan hebben op de waterdoorlatendheid van de bodem is een splitsing gemaakt tussen de noordelijke percelen en het zuidelijke perceel voor het bepalen van de waterdoorlatendheid. In figuur 4.1 is een overzicht weergegeven van de doorlatendheidsmetingen die binnen de noordelijke en zuidelijke percelen zijn gelegen.

³ Gemeten grondwaterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).



Figuur 4.1 Verdeling doorlatendheidsmetingen percelen

Tabel 4.2 en tabel 4.3 geven 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 weer-gegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel 4.4.

De doorlatendheid van de aanwezige leemlagen is niet gemeten omdat de doorlatendheid van dergelijke lagen bij voorbaat slecht tot zeer slecht is. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel 4.2 Overzicht k-waarde per meting noordelijke percelen

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	3	30 - 80	matig siltig, matig fijn zand	matig gleyhoudend	11,5	zeer goed
02	3	60-110	matig siltig, matig grof zand	zwak gleyhoudend	4,2	goed
03	3	50-100	matig siltig, matig fijn zand		3,8	goed

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
04	3	100-150	matig siltig, matig fijn zand	zwak gleyhoudend	5,4	goed
05	3	50-100	matig siltig, matig fijn zand	matig gleyhoudend, sterk leemhoudend	2,3	goed
06	3	0-50	matig siltig, matig fijn zand		5,9	goed
07	3	20-70	matig siltig, matig fijn zand		2,3	goed
08	3	0-50	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	1,5	goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

Tabel 4.3 Overzicht k-waarde per meting zuidelijk perceel

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
09	2	20-70	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	0,3	matig
10	2	50-100	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	0,1	matig
11	2	100-150	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	1,9	goed
12	2	50-100	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	0,1	matig
13	1	20-70	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	< 0,1	slecht
14	3	100-150	sterk siltig, matig fijn zand	zwak humeus	1,4	goed
15	3	20-70	matig siltig, matig fijn zand	zwak humeus	10,2	zeer goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

Tabel 4.4 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 doorlatendheid is sterk afhankelijk van de bodemsamenstelling (aantal, grootte en vorm van de poriën en de onderlinge verbindingen tussen de poriën). Aangezien een bodem altijd een bepaalde mate van heterogeniteit vertoont en er slechts op enkele punten is gemeten, dienen de afgeleide k-waarden zoals bepaald op de locaties te worden beschouwd als een gemiddelde. Volgens de leidraad riolering module C2510 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage' is voor infiltratie van hemelwater minimaal een doorlatendheid van 0,2 m per dag nodig.

De bodem van de gehele onderzoekslocatie vertoont op lokale schaal een grote variatie in de doorlatendheid, waarbij k-waarden kleiner dan 0,1 tot 11,5 m/dag zijn aangetoond. Voor de noordelijke percelen is een goed tot zeer goed doorlatende bodem vastgesteld. De bovengrond (tot ca. 1,0 m -mv) van het zuidelijke perceel is slecht tot matig doorlatend. De ondergrond (1,0 tot 1,5 m -mv) van het zuidelijke perceel is goed doorlatend.. De k-waarde van de onderzochte lagen ter plaatse van boring 1 en 15 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht. Beide meetresultaten kunnen derhalve niet als representatief voor deze bodemlagen worden beschouwd en zijn dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

Noordelijke percelen

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem van de noordelijke percelen, 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 1,8 m/dag.

Zuidelijk perceel

Voor de bovengrond (tot ca. 1,0 m -mv) van het zuidelijke perceel geldt een rekenwaarde van maximaal 0,1 m/dag en wordt, mede op basis van de onderzoeksresultaten, niet geschikt geacht voor infiltratie van hemelwater. De ondergrond (1,0 m -mv tot 1,5 m -mv) van het zuidelijke perceel wordt wel geschikt geacht voor infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen dieper dan 1,0 m -mv een rekenwaarde te hanteren van 0,8 m/dag.

Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5⁴. Bij het vaststellen van de rekenwaarde is voor k-waarden hoger dan 10 m/dag als bovengrens 10 m/dag aangehouden. Met het inachtneming van een veiligheidsfactor wordt rekening gehouden met de geleverde onderzoeksinspanning (puntmetingen) en verschillende (tijdsafhankelijke)factoren en veldomstandigheden waardoor de infiltratiecapaciteit in de tijd kan wijzigen.

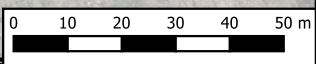
Door de grote variatie in waterdoorlatendheid van het zuidelijke perceel is de faalkans als gevolg van een onjuiste dimensionering van een hemelwater(infiltratie)systeem daarnaast significant. Bij het ontwerp en de keuze voor het type (infiltratie)voorziening dient hiermee voldoende rekening te worden gehouden. Aanbevolen wordt om de waterdoorlatendheid ter plaatse van de geplande infiltratievoorziening nader te bepalen in het waterhuishoudkundig-/rioleringsplan.

⁴ Getal (factor tussen 0 en 1) die met de rekenwaarde wordt vermenigvuldigd, zodat de voorziening een grotere veiligheidsmarge heeft (Rioned, Module C2510 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage')

Bijlage 1 Topografische ligging



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

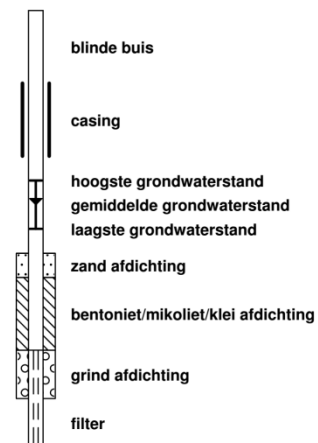
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

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

- slib
- water

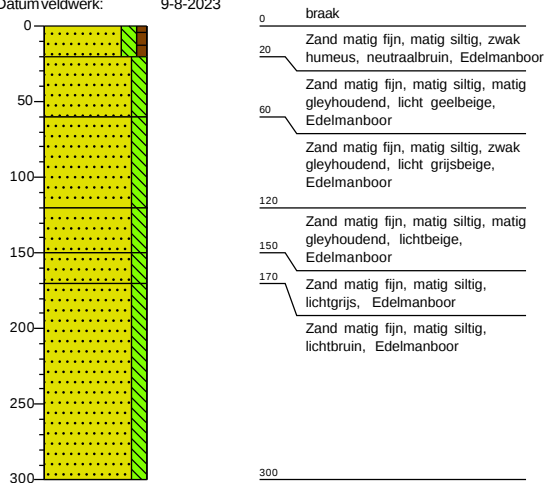
peilbuis



Boring: B01

Datum veldwerk:

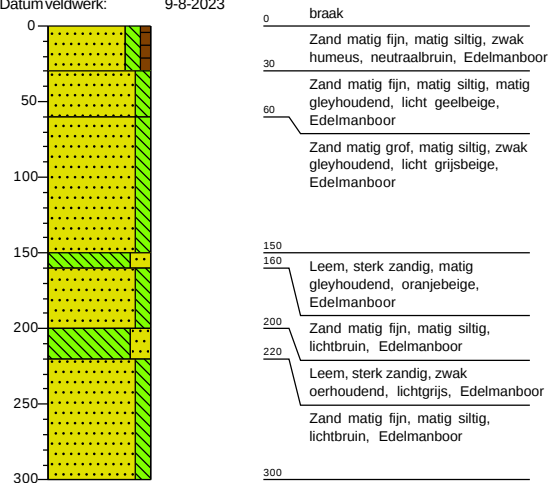
9-8-2023



Boring: B02

Datum veldwerk:

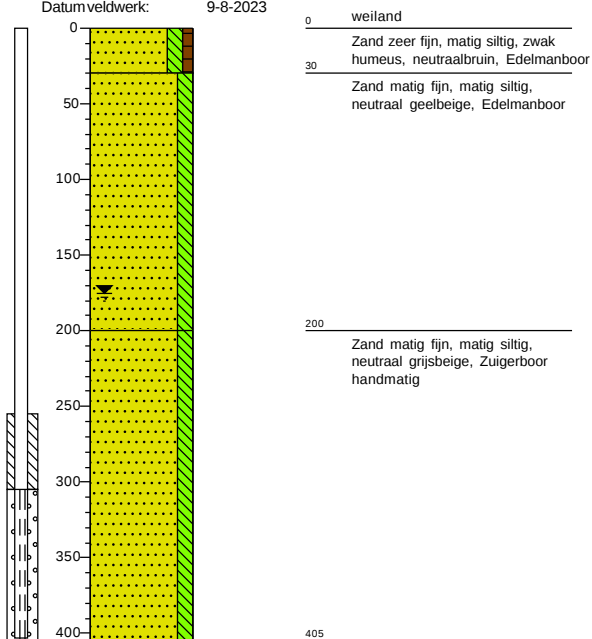
9-8-2023



Boring: B03

Datum veldwerk:

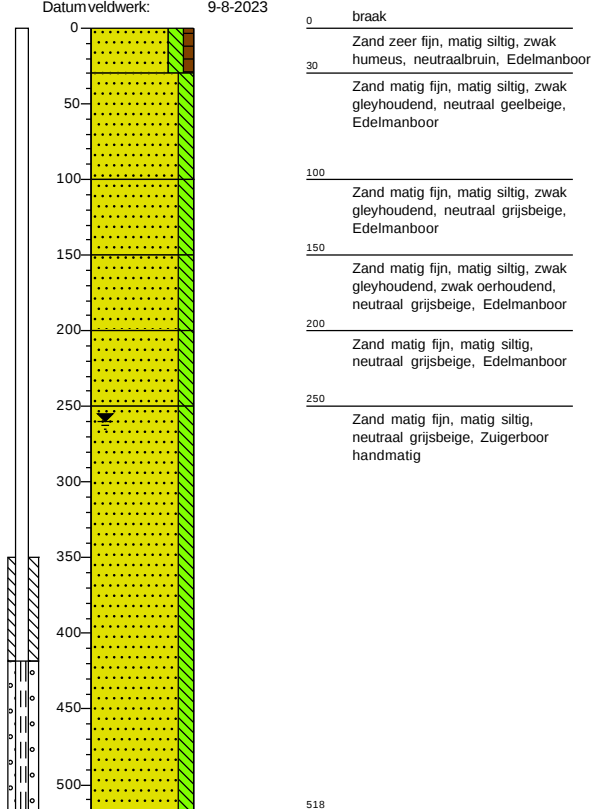
9-8-2023

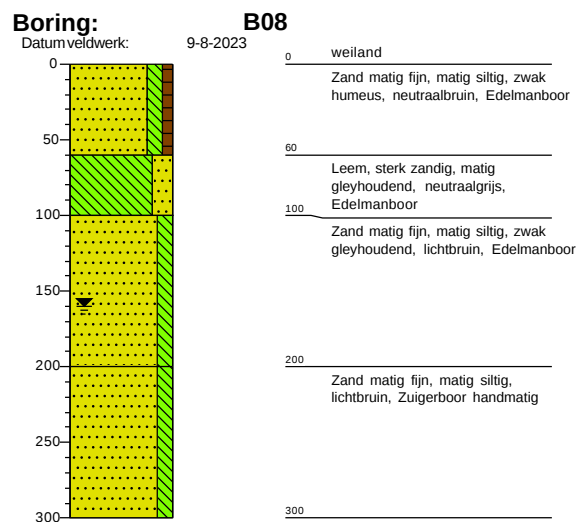
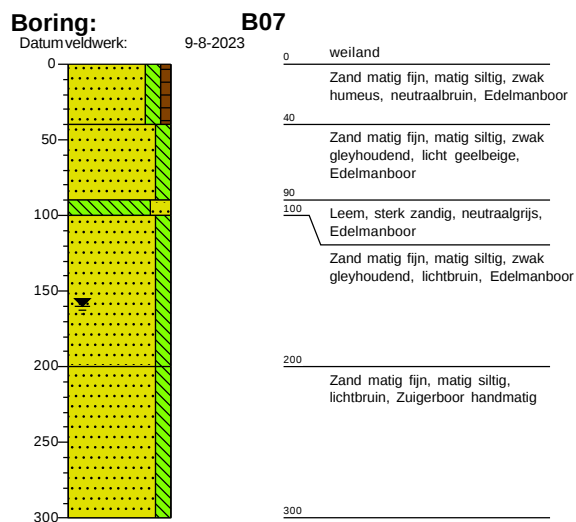
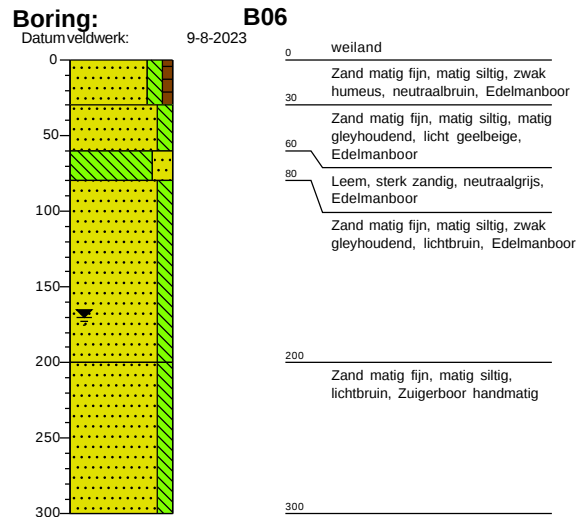
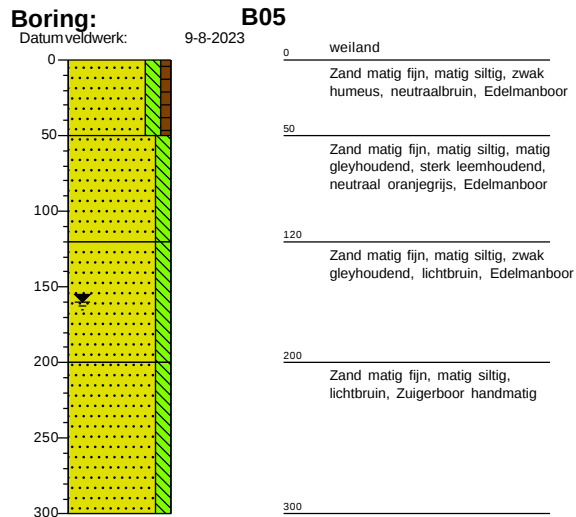


Boring: B04

Datum veldwerk:

9-8-2023

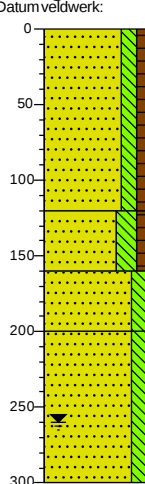




Boring: B09

Datum veldwerk:

11-8-2023

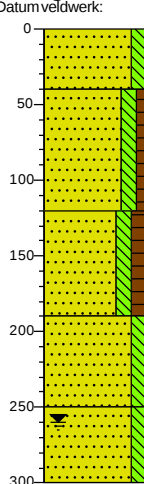


0	braak
	Zand matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
120	
	Zand matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
160	
	Zand matig grof, matig siltig, licht bruinbeige, Edelmanboor
200	
	Zand zeer fijn, matig siltig, licht grijsbeige, Edelmanboor
250	
300	

Boring: B10

Datum veldwerk:

11-8-2023

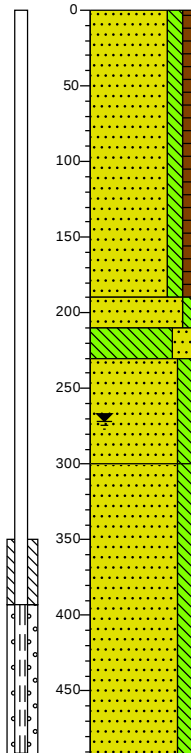


0	braak
	Zand matig grof, matig siltig, licht bruinbeige
40	
	Zand matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
120	
	Zand matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
190	
	Zand matig grof, matig siltig, licht bruinbeige, Edelmanboor
250	
	Zand zeer fijn, matig siltig, licht grijsbeige, Edelmanboor
300	

Boring: B11

Datum veldwerk:

8-8-2023

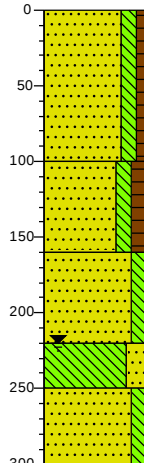


0	braak
	Zand matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
190	
	Zand zeer grof, zwak siltig, licht geelbeige, Edelmanboor
210	
	Leem, sterk zandig, sterk gleyhoudend, oranjebruin, Edelmanboor
230	
	Zand matig fijn, matig siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
300	
	Zand matig fijn, matig siltig, neutraalbruin, Zuigerboor handmatig
493	

Boring: B12

Datum veldwerk:

11-8-2023

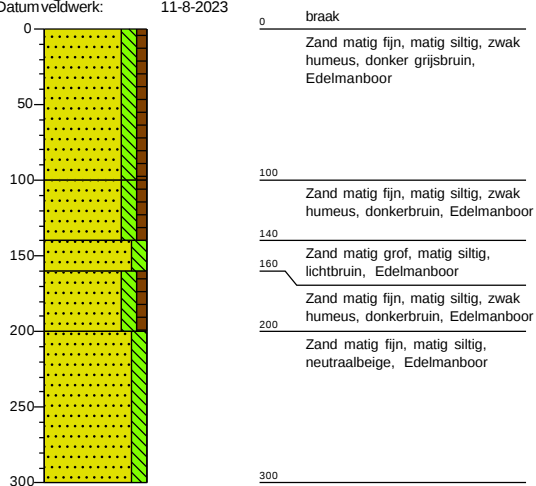


0	braak
	Zand matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
100	
	Zand matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
160	
	Zand matig grof, matig siltig, licht grijsbeige, Edelmanboor
220	
	Leem, sterk zandig, matig gleyhoudend, grijsoranje, Edelmanboor
250	
	Zand zeer fijn, matig siltig, neutraal grijsbeige, Edelmanboor
300	

Boring: B13

Datum veldwerk:

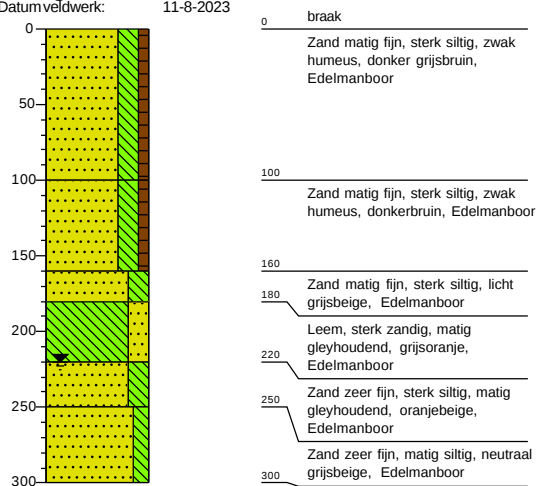
11-8-2023



Boring: B14

Datum veldwerk:

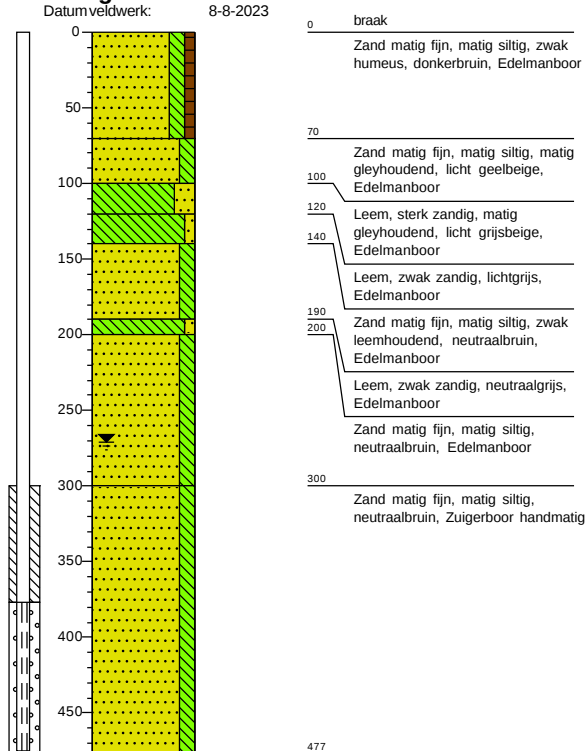
11-8-2023



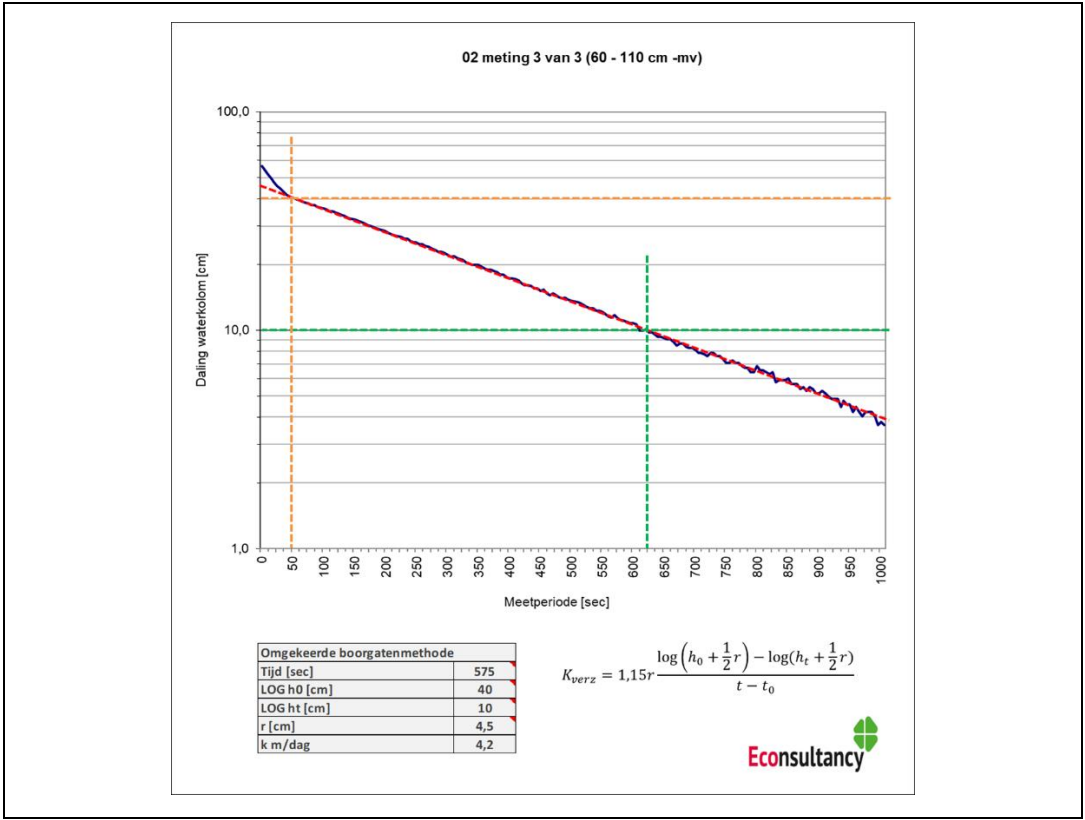
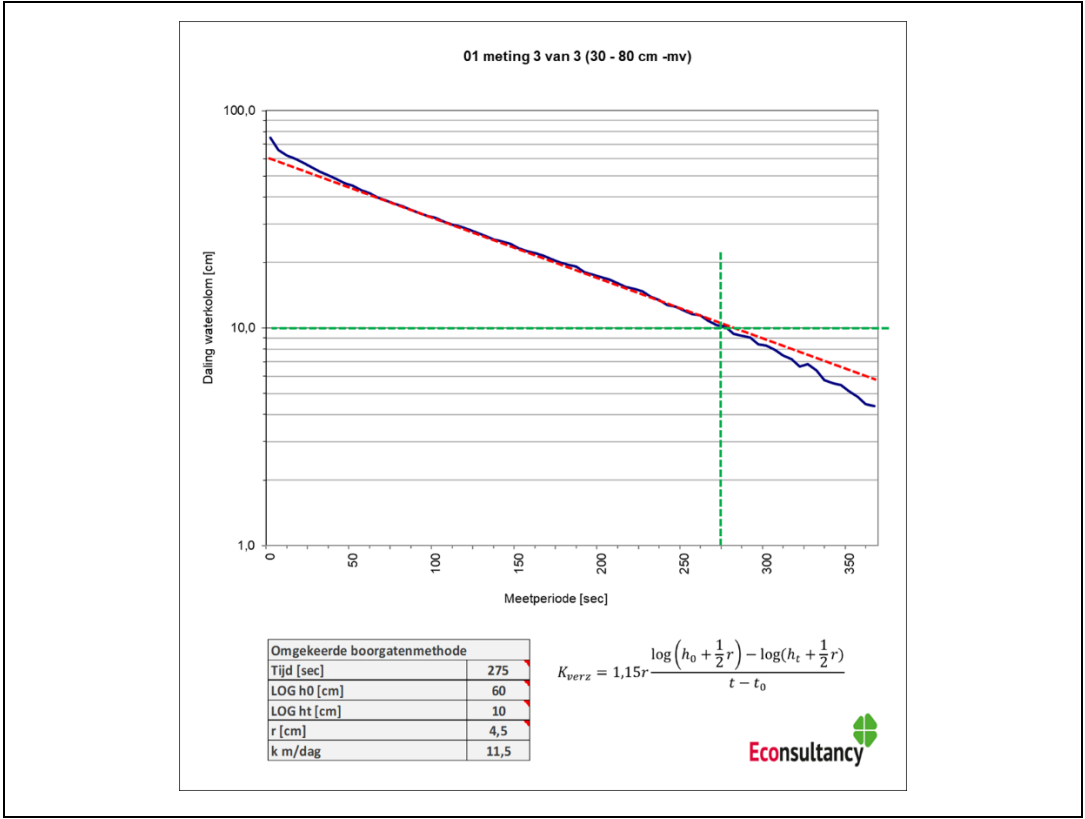
Boring: B15

Datum veldwerk:

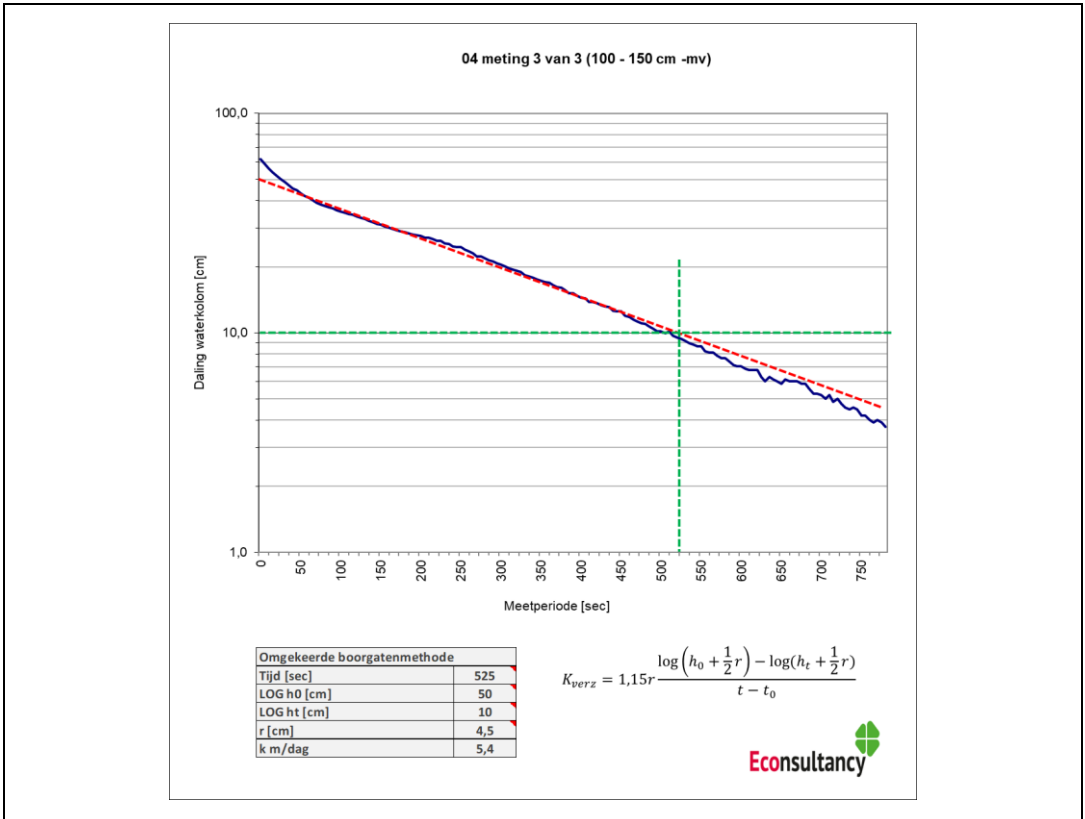
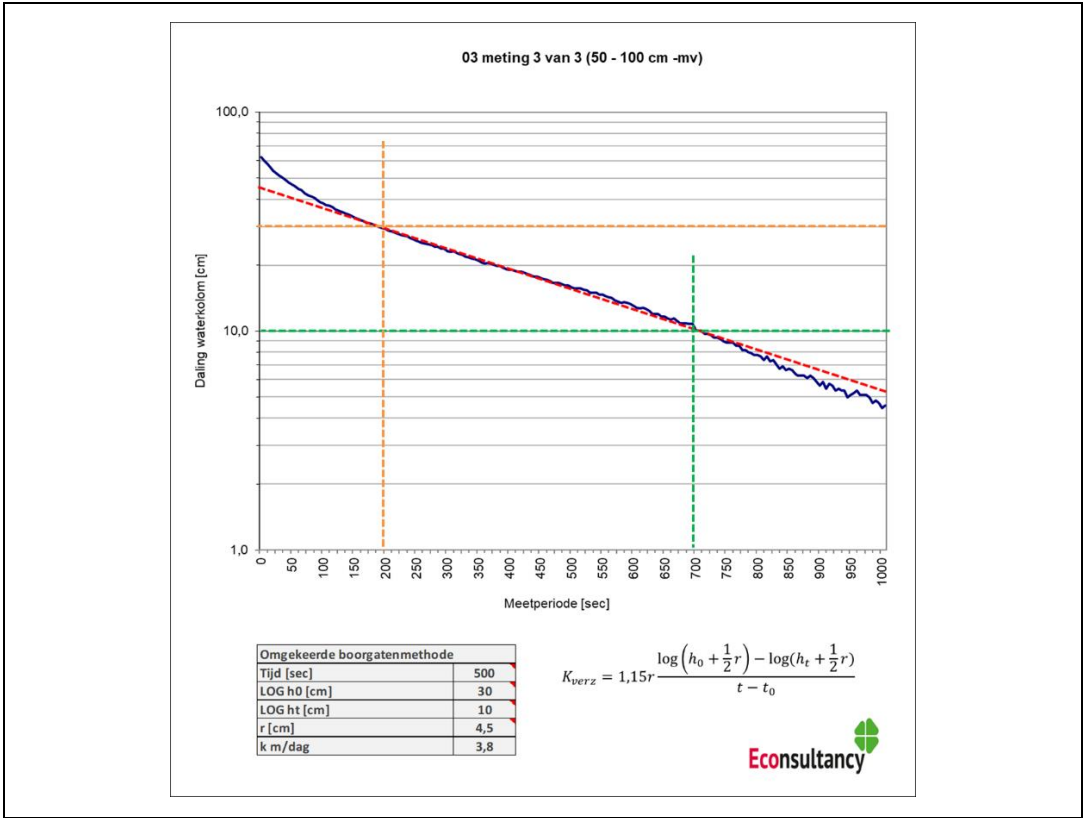
8-8-2023



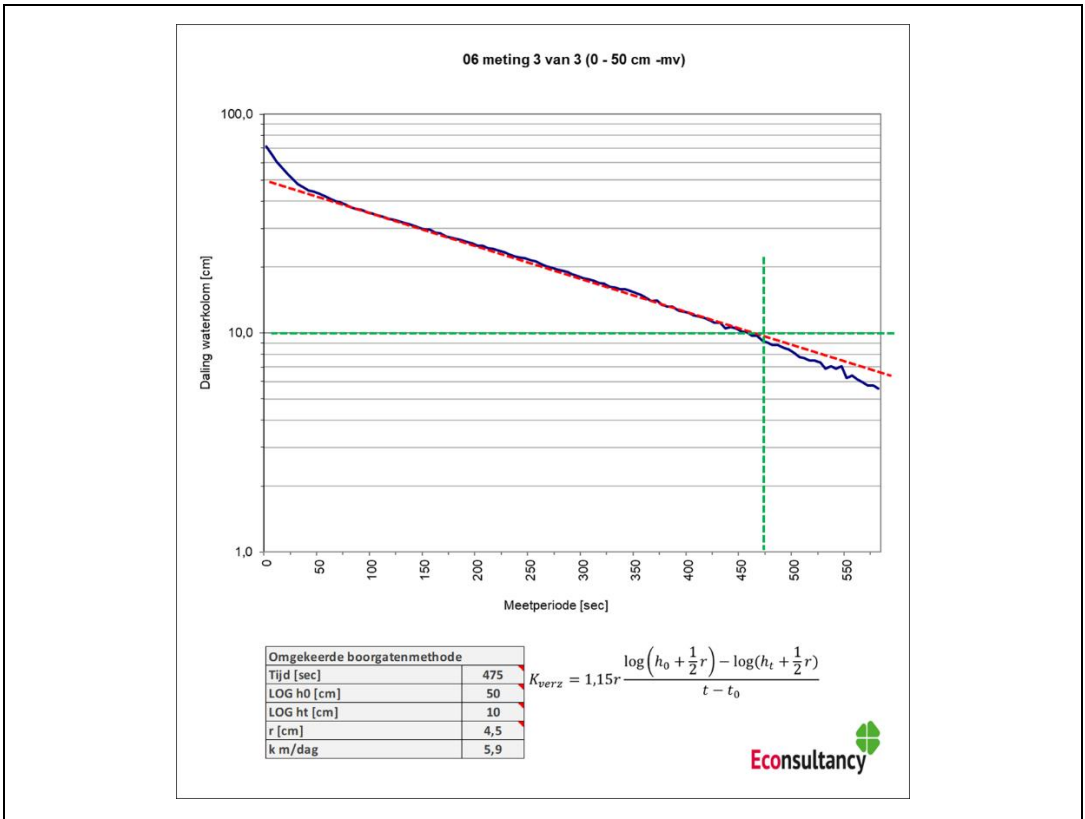
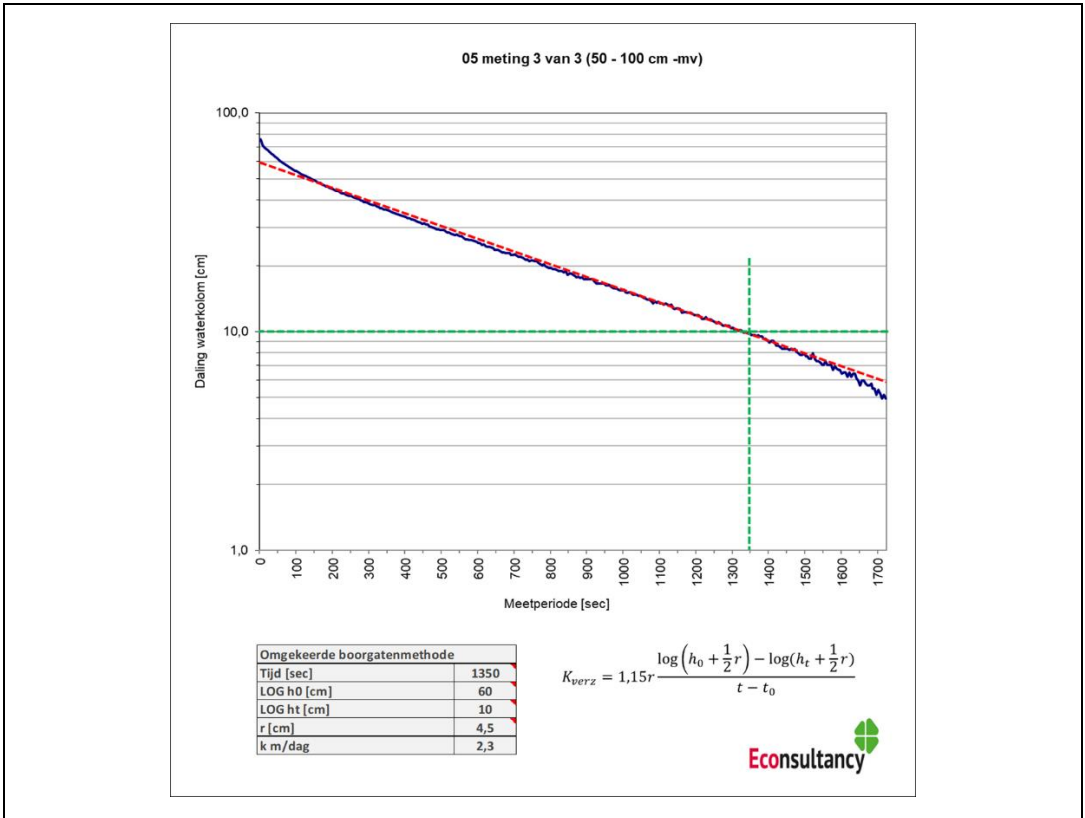
Bijlage 4 Berekende k-waarden



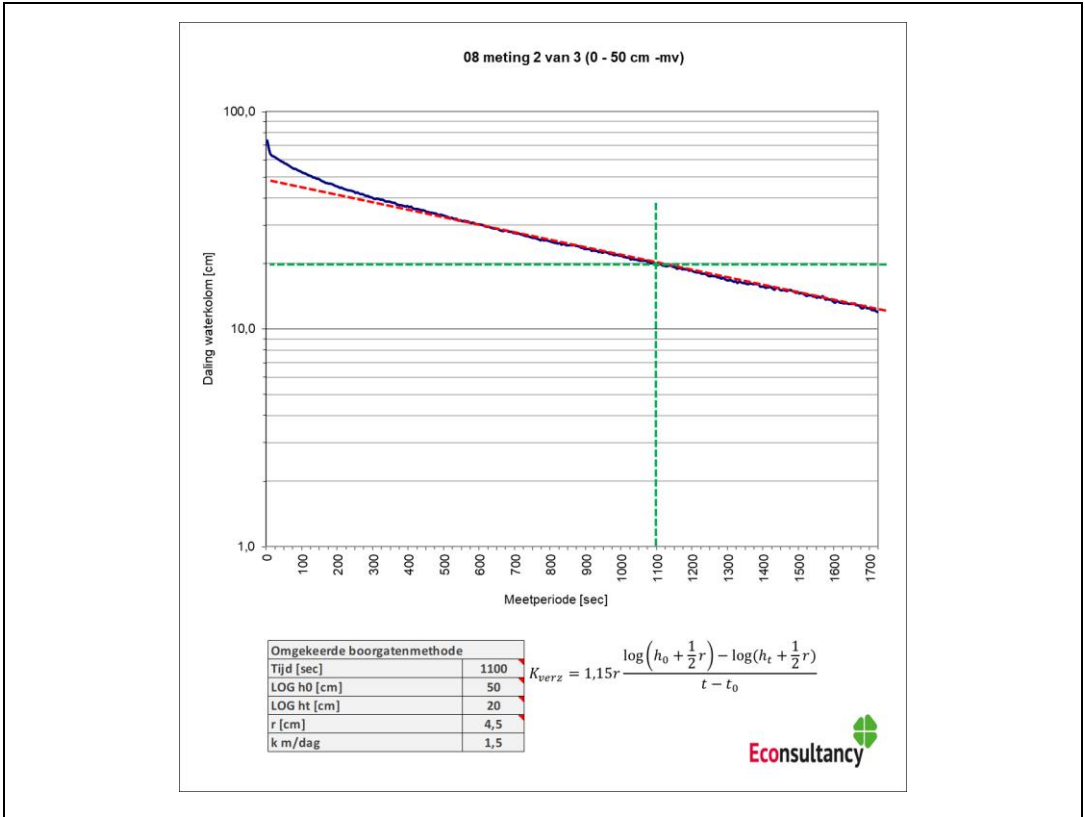
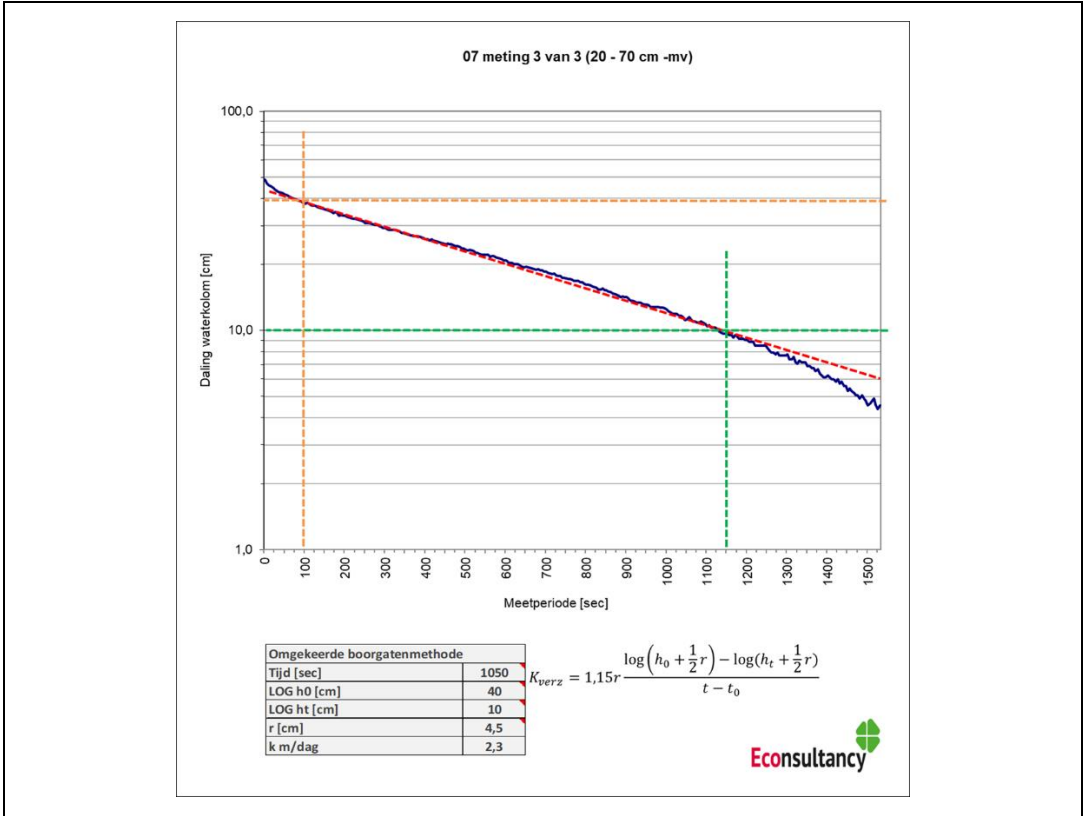
Bijlage 4 Berekende k-waarden



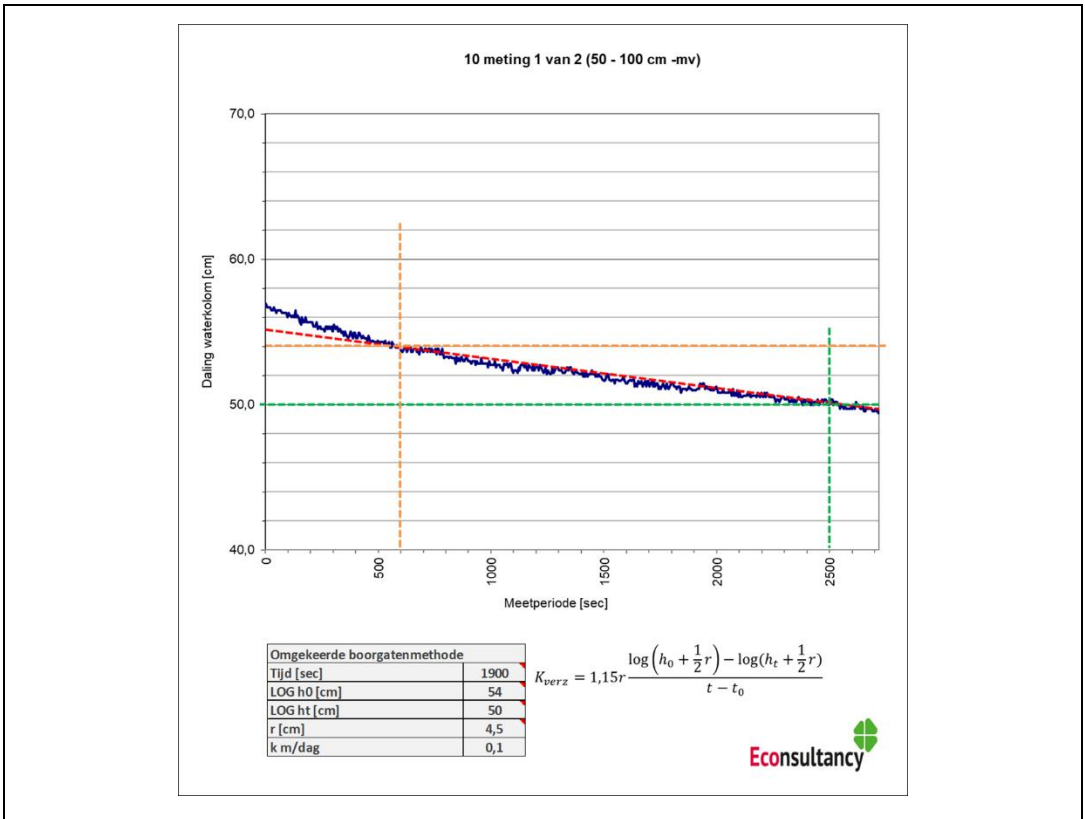
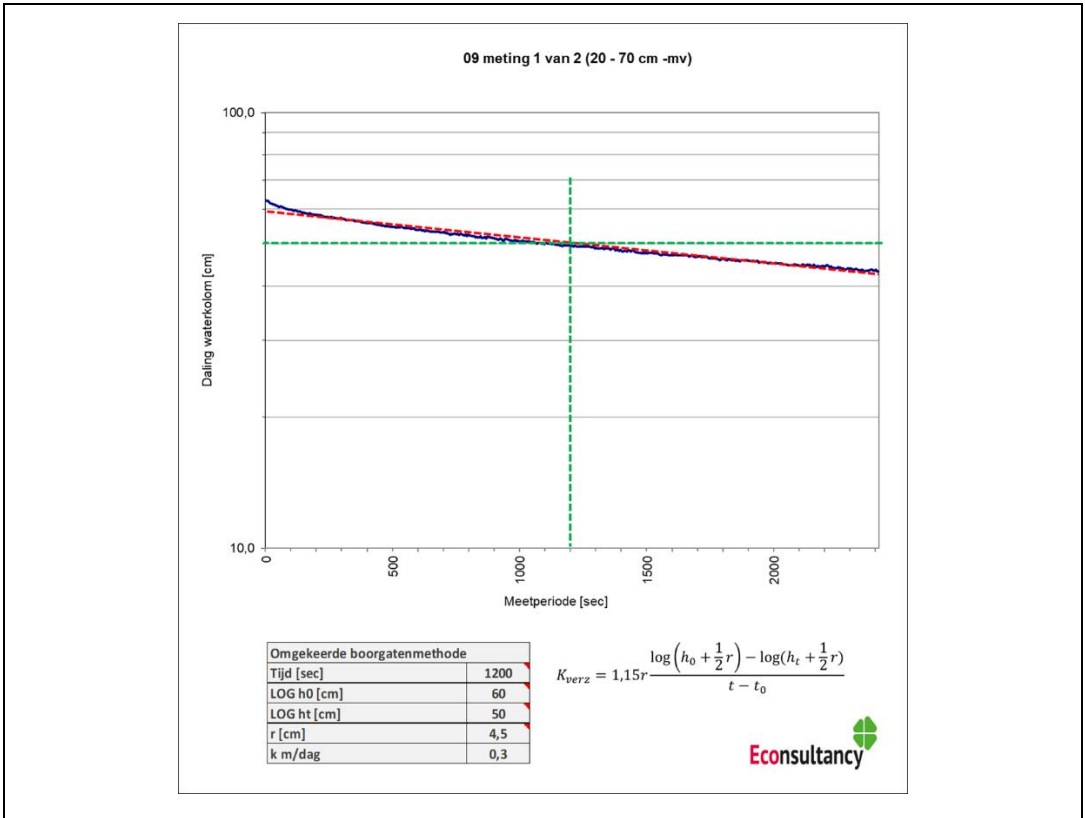
Bijlage 4 Berekende k-waarden



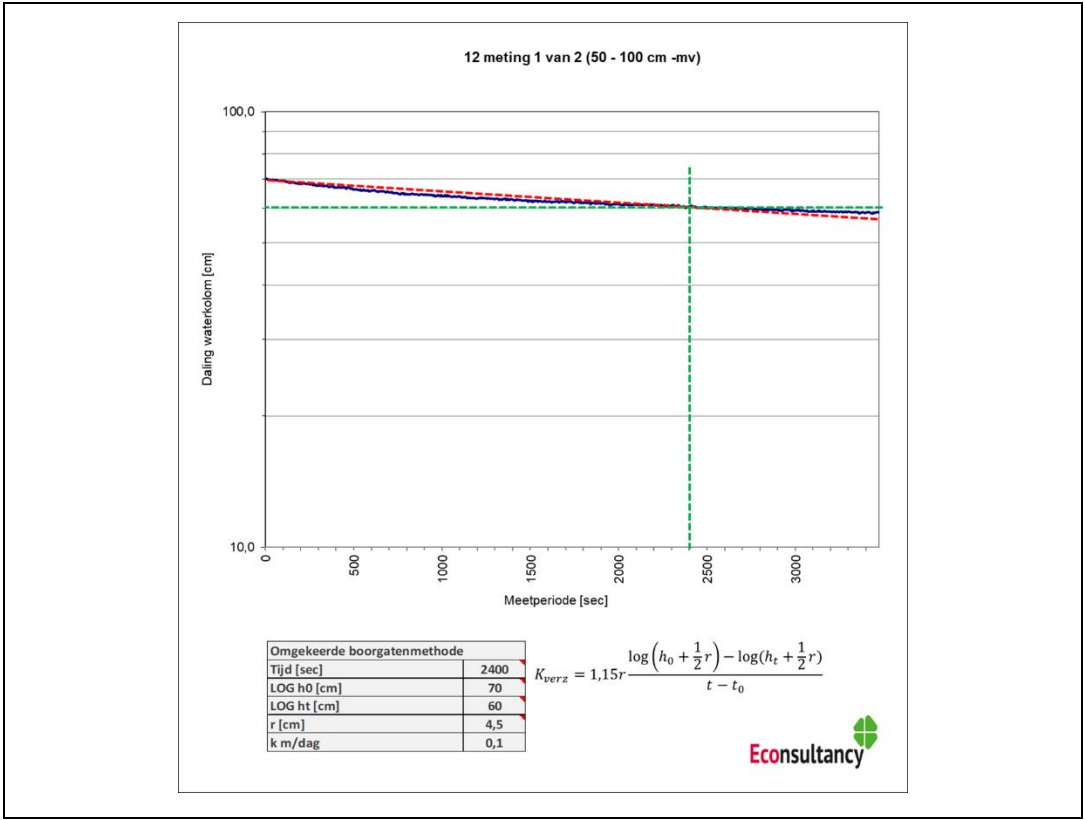
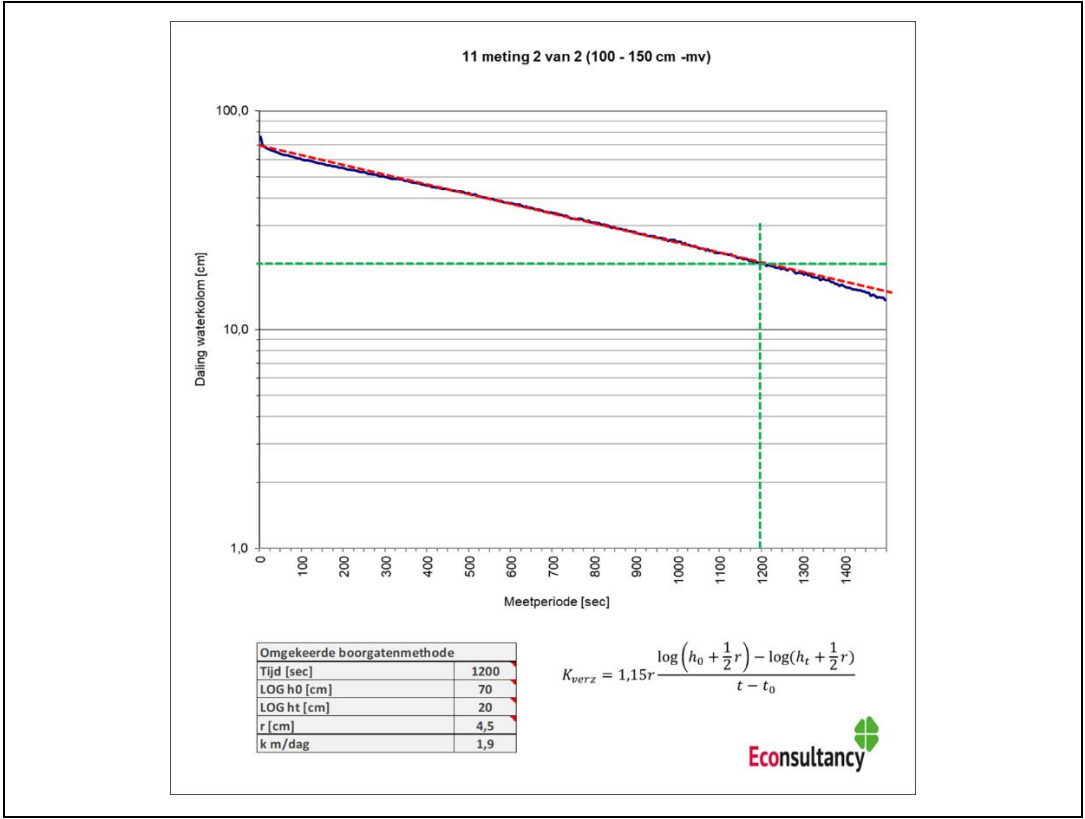
Bijlage 4 Berekende k-waarden



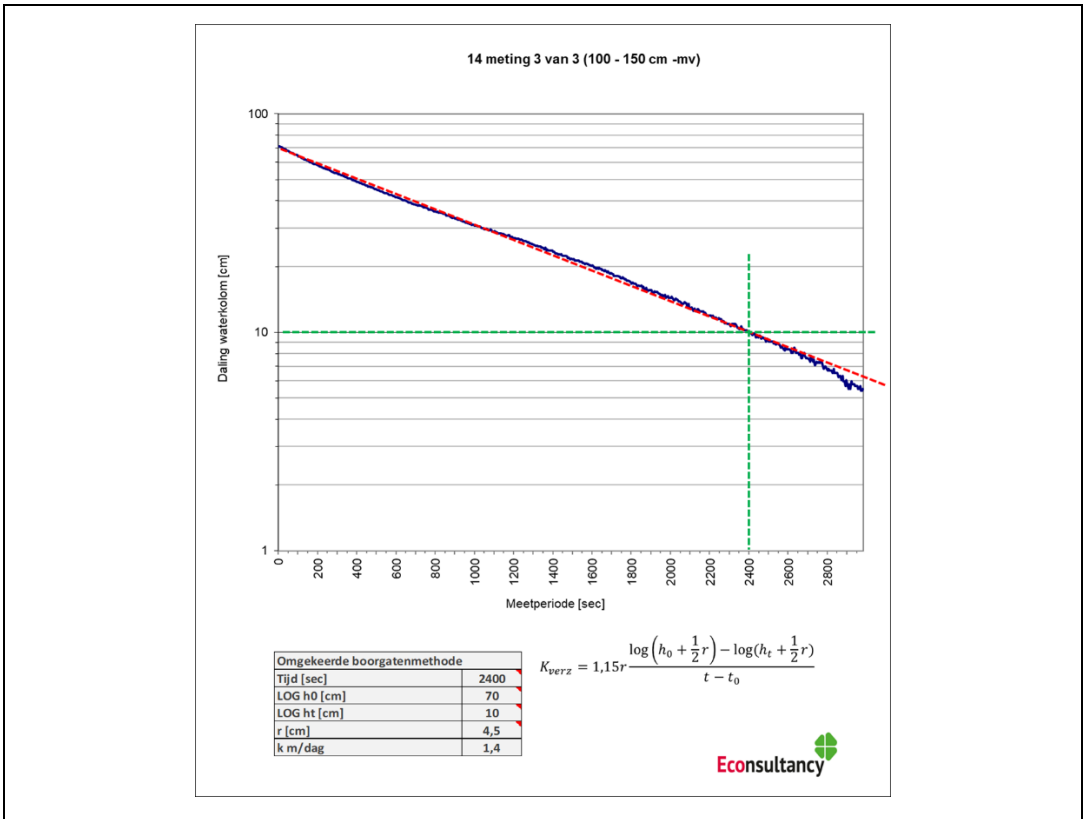
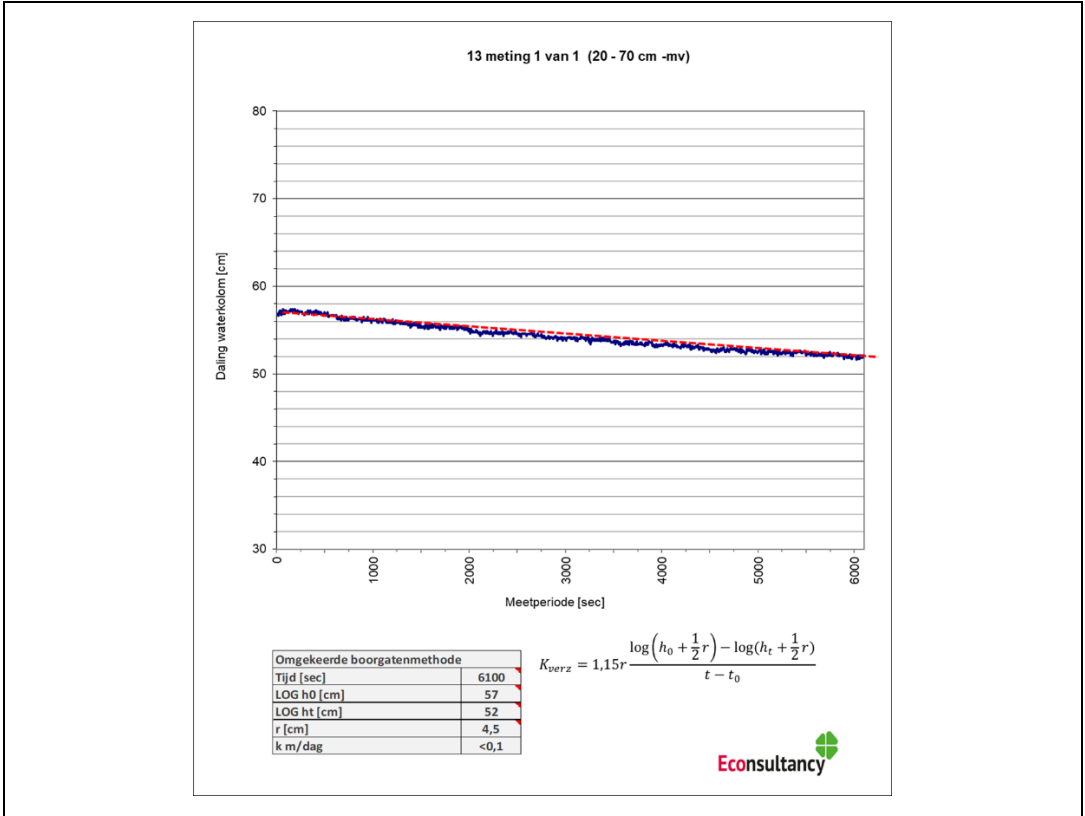
Bijlage 4 Berekende k-waarden



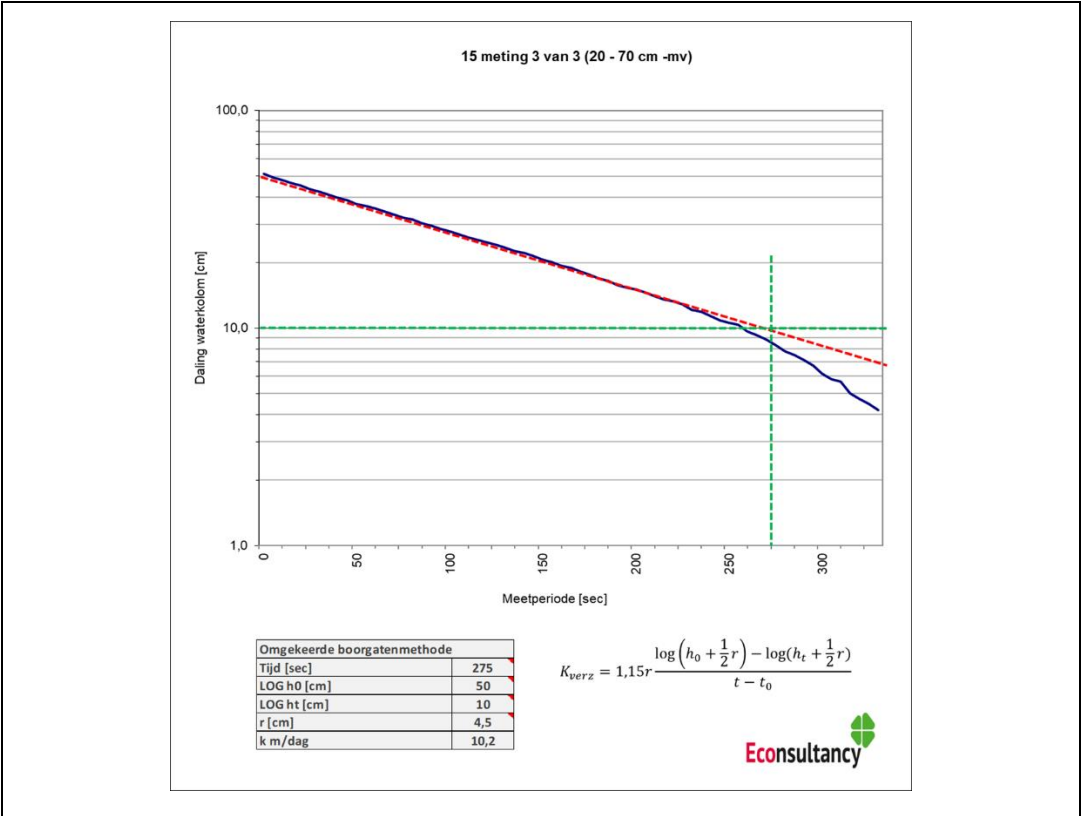
Bijlage 4 Berekende k-waarden



Bijlage 4 Berekende k-waarden



Bijlage 4 Berekende k-waarden



Econsultancy onderzoekt en adviseert bij milieu- en omgevingsvraagstukken



Bodem



Omgeving



Water



Ecologie



Bomen



Geluid



Infra



Archeologie



Drone



Breeam