



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

LUCIA HAGA (FASE 3)

LIESBOSLAAN 6

TE BREDA



Water



Rapportage doorlatendheidsonderzoek Lucia Haga (fase 3)

Liesboslaan 6 te Breda

Opdrachtgever	Rho Adviseurs voor leefruimte Segeersingel 6 4337 LG Middelburg
Rapportnummer	19755.001
Versienummer	D2
Status	Eindrapportage
Datum	29 september 2022
Vestiging	Brabant Heinz Moormannstraat 1b 5831 AS Boxmeer 088 - 5001600 boxmeer@econsultancy.nl
Opsteller	De heer ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	De heer R.A.F. Smeets, BASc BEd
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.

Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhandboek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO 14001.

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
3	OMGEVINGSASPECTEN	2
3.1	Bodemopbouw	2
3.2	Geohydrologie	3
3.3	Grondwater	3
4	VELDWERKZAAMHEDEN	5
4.1	Uitvoering.....	5
4.2	Bodemopbouw	5
4.3	Grondwaterniveau	5
4.4	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	5
5	RESULTATEN	6
6	BEOORDELING.....	7

BIJLAGEN:

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

1 INLEIDING

Econsultancy heeft van Rho Adviseurs voor leefruimte opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Liesboslaan 6 te Breda.

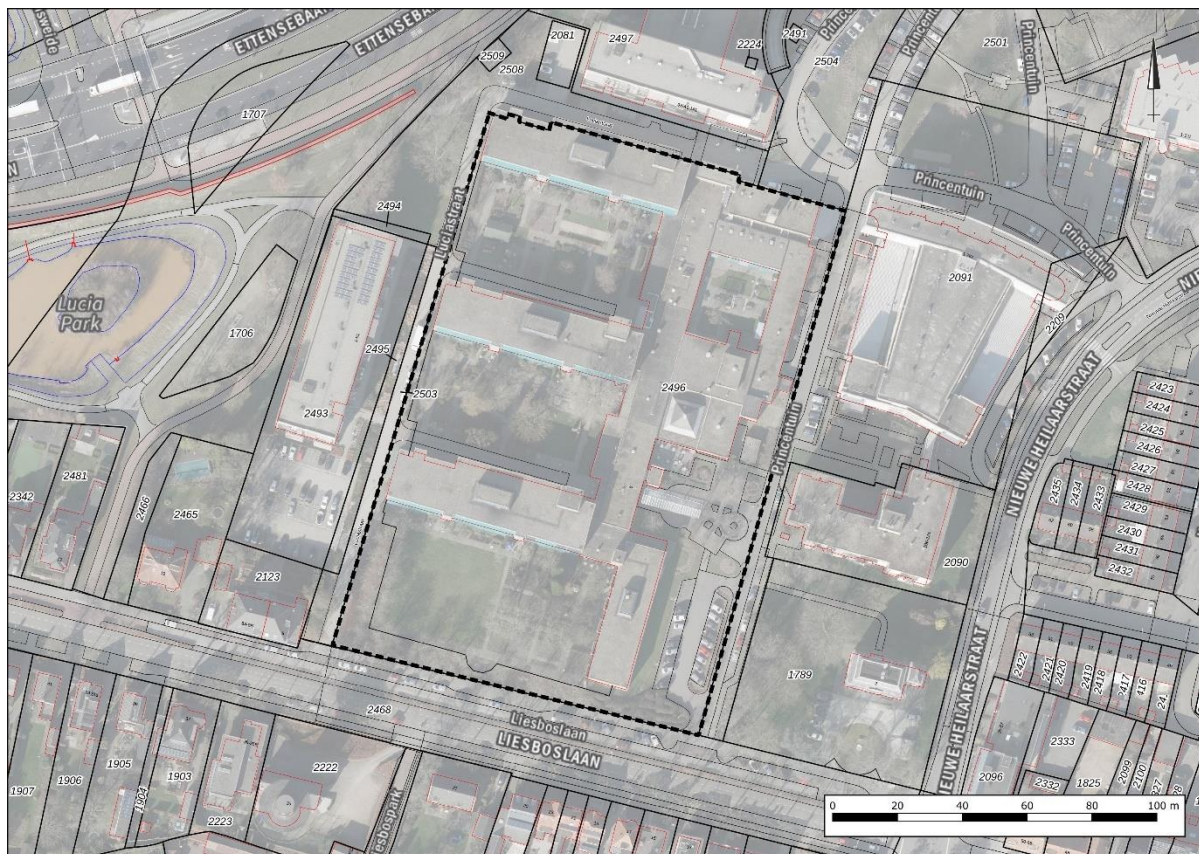
Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in zowel de bodemopbouw als de (actuele) grondwaterstand, het bepalen of de bodem geschikt is voor de infiltratie van hemelwater, alsmede het verkrijgen van k-waarden. Op basis van de onderzoeksinspanning heeft het onderzoek een oriënterend karakter.

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".

2 LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie ($\pm 19.650 \text{ m}^2$) ligt aan de Liesboslaan 6 ten noordwesten van de kern van Breda en is kadastraal bekend gemeente Princenhage, sectie F, nummer 2496. De coördinaten van een centraal punt zijn $X = 109.090$, $Y = 399.080$.

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



Figuur 1. Ligging en begrenzing onderzoekslocatie

3 OMGEVINGSASPECTEN

In dit hoofdstuk wordt de regionale geohydrologische situatie van de onderzoekslocatie beschreven. Hierbij wordt ingegaan op de aspecten bodemopbouw, geohydrologie en grondwater.

3.1 Bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt, volgens de bodemkaart van Nederland, in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbij gelegen kaarteenheid betreft een hoge zwarte enkeerdgrond (zEZ23) bestaande uit leemig fijn zand. Ook in het archief van TNO¹ zijn geen bodemgegevens beschikbaar.

¹ www.dinoloket.nl

3.2 Geohydrologie

Om inzicht te krijgen in de gelaagdheid van goed doorlatende en slecht doorlatende lagen (hydrogeologische eenheden) van de (diepe) bodem is gebruik gemaakt van het REGIS II v2.2 en GeoTOP v1.4 model van TNO. Beide modellen geven op een schematische wijze inzicht in de hydrogeologische opbouw en doorlatendheid van de ondergrond op een regionale schaal. In tabel 1 is de geohydrologische bodemopbouw van de diepere ondergrond schematisch weergegeven.

Tabel 1. Geohydrologie

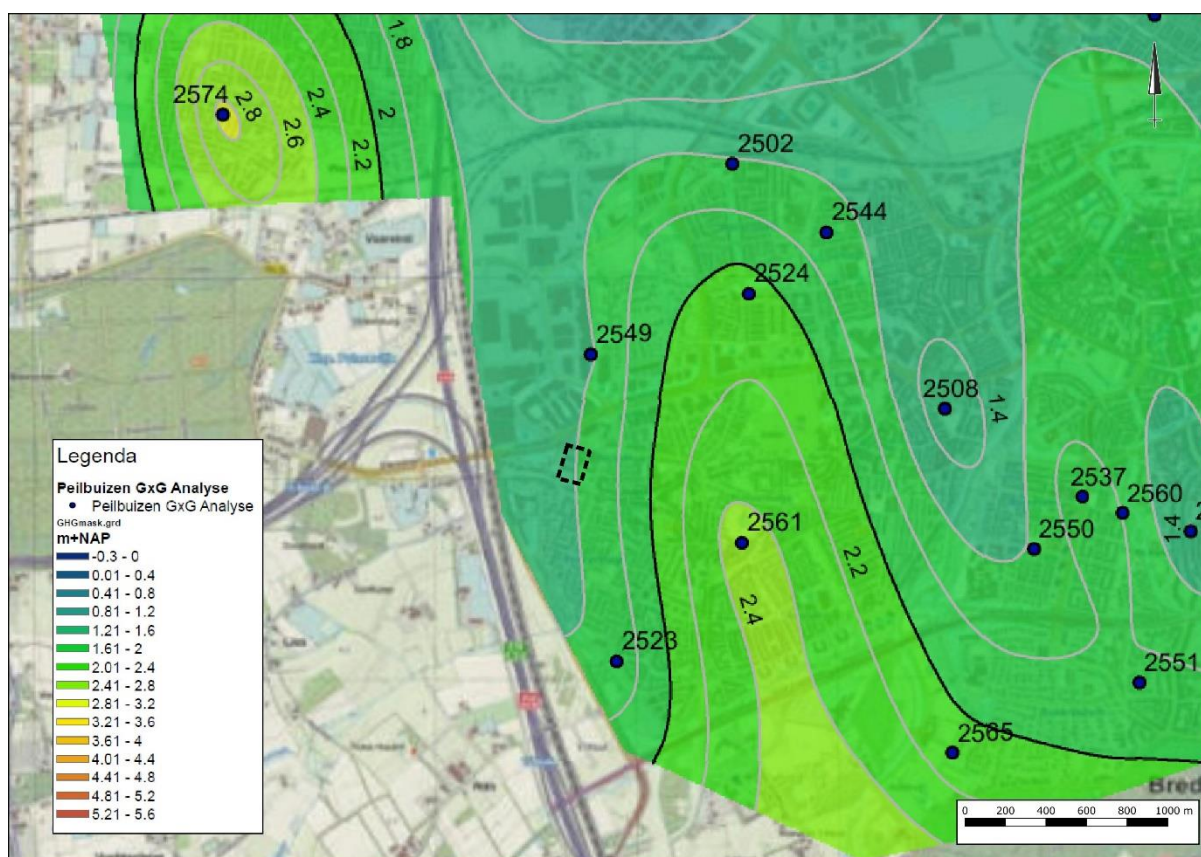
Diepte m -mv	Formatie	Typering	Bodem
0-0,5	Boxtel	DKL	Zand
0,5-3	Stramproy	WVL	Zand
3-4,5	Stramproy	SDL	klei
4,5-14	Stramproy	WVL	Zand
14-17	Waalre	SDL	Klei
17-39	Peize-Waalre	WVL	Zand
39-41	Waalre	SDL	Klei
41-58	Peize-Waalre	WVL	Zand
DKL = deklaag WVP = watervoerende laag SDL = slecht doorlatende laag			

3.3 Grondwater

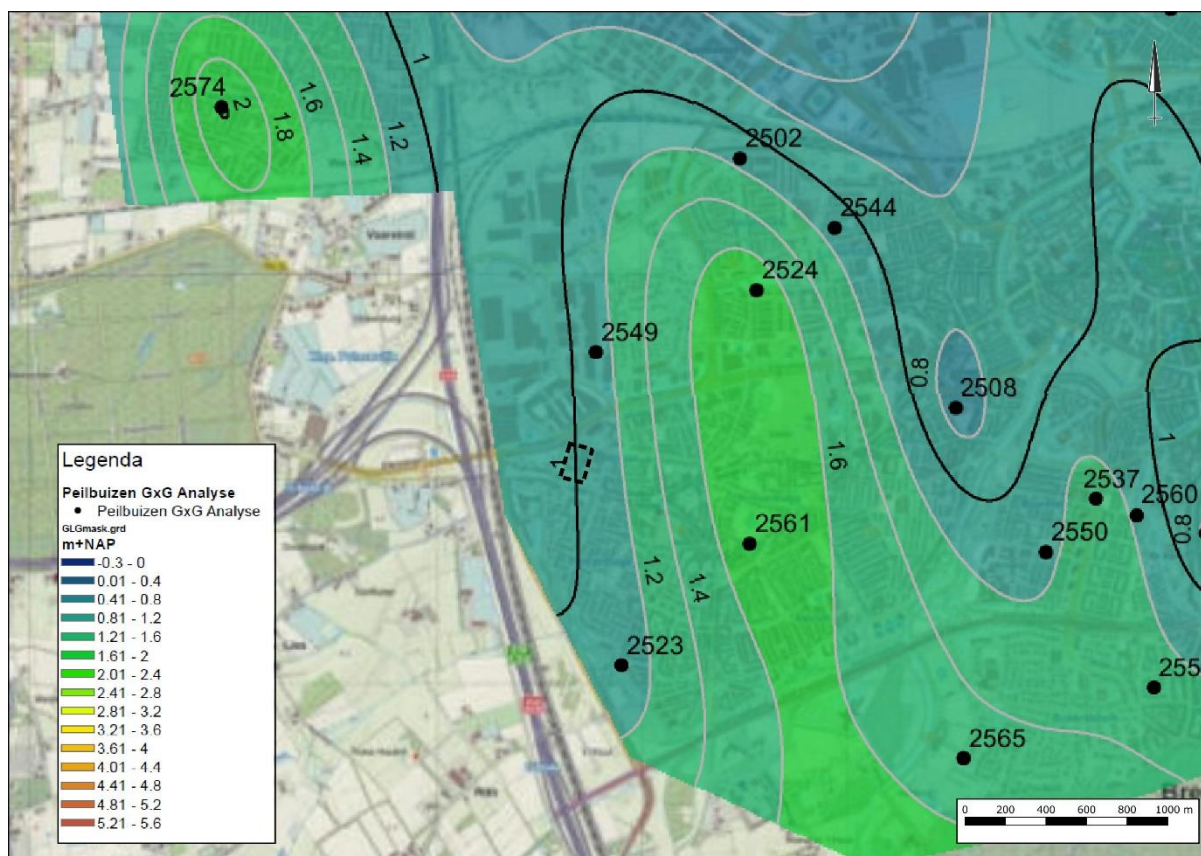
Veranderingen in de grondwaterstand (stijghoogte) worden voornamelijk veroorzaakt door neerslag en verdamping, maar ook door ingrepen in de waterhuishouding. De stijghoogte kan daardoor van dag tot dag verschillen. Voor beleid, vergunningen en ontwateringsdieptes is het belangrijk om te weten wat de actuele karakteristieken zijn, zoals de GHG en de GLG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand).

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Middels de interactieve grondwatertools 'Isohypsens' en 'Grondwaterdynamiek' van de Geologische Dienst Nederland worden de historische grondwatermeetreeksen uit het archief van TNO gesimuleerd met behulp van dagelijkse metingen van neerslag en verdamping uit gegevens van het KNMI.

In het archief van TNO zijn in de directe nabijheid van het plangebied geen bruikbare grondwaterdata beschikbaar. De gemeente Breda heeft een eigen grondwatermeetnet. Op basis van dit meetnet heeft Geofoxx voor een deel van de gemeente Breda in opdracht van de gemeente Breda verschillende grondwaterkaarten gemaakt. De grondwaterkaarten voor de GHG en GLG zijn opgenomen in figuur 2 en figuur 3. Op basis van de grondwaterkaarten zou voor de planlocatie uit kunnen worden gegaan van een GHG van 1,6 m +NAP en een GLG van 1,0 m +NAP. De grondwaterstroming zou volgens de geraadpleegde bronnen noordelijk tot noordwestelijk zijn.



Figuur 2: GHG (Bron: grondwaterkaart gemeente Breda)



Figuur 3: GLG (Bron: grondwaterkaart gemeente Breda)

4 VELDWERKZAAMHEDEN

4.1 Uitvoering

Het veldwerk is uitgevoerd op 6 juli 2022 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. In totaal zijn met behulp van een edelmangrondboor (diameter 10 cm) zes boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 4,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd en is het grondwatervniveau in de boorgaten 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).

4.2 Bodemopbouw

De bodem bestaat tot ca. 2,2 m -mv uit zwak humeus, matig siltig, matig fijn zand en is bovendien zwak baksteen-en zwak kolengruishoudend. Vanaf 2,2 m -mv wordt tot ca. 3,0 a 3,5 m -mv overwegend zwak leemhoudend, matig siltig matig fijn zand aangetroffen. Lokaal wordt op deze diepte ook een zwak zandige leemlaag aangetroffen die lokaal van enkele centimeters tot een meter dikte kan variëren. Vanaf 3,0 a 3,5 m -mv bestaat de bodem uit zwak siltig matig grof zand.

4.3 Grondwatervniveau

In de boorgaten is een grondwaterstand* aangetroffen van 3,30 m -mv tot 3,70 m -mv.

4.4 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 waterstands daling 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.

* Opmerking:

Gemeten grondwaterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat watervniveaus 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).

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

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 4: formule van Hooghoudt

5 RESULTATEN

Tabel 2 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 3.

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

Tabel 2. Overzicht k-waarde per meting

Referentieboring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	2	100-150	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, zwak kolengruishoudend	2,7	goed
02	2	100-200	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak leemhoudend	6,9	goed
03	2	80-150	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend	1,6	goed
04	2	100-200	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend	>10	zeer goed
05	2	85-135	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak baksteenhoudend, zwak kolengruishoudend	2,5	goed
06	2	200-300	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak leemhoudend	7,4	goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.					

Tabel 3. 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)	

6 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 doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als goed doorlatend, waarbij overwegend k-waarden tussen van 1,6 en 7,4 m/dag zijn aangetoond.

De k-waarde van de onderzochte bodemlaag ter plaatse van B04 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht. Het meetresultaat wijkt daarnaast ten opzichte van de overige meetresultaten dusdanig af dat deze derhalve niet als representatief voor deze bodemlagen kan worden beschouwd. Het betreffende meetresultaat is dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

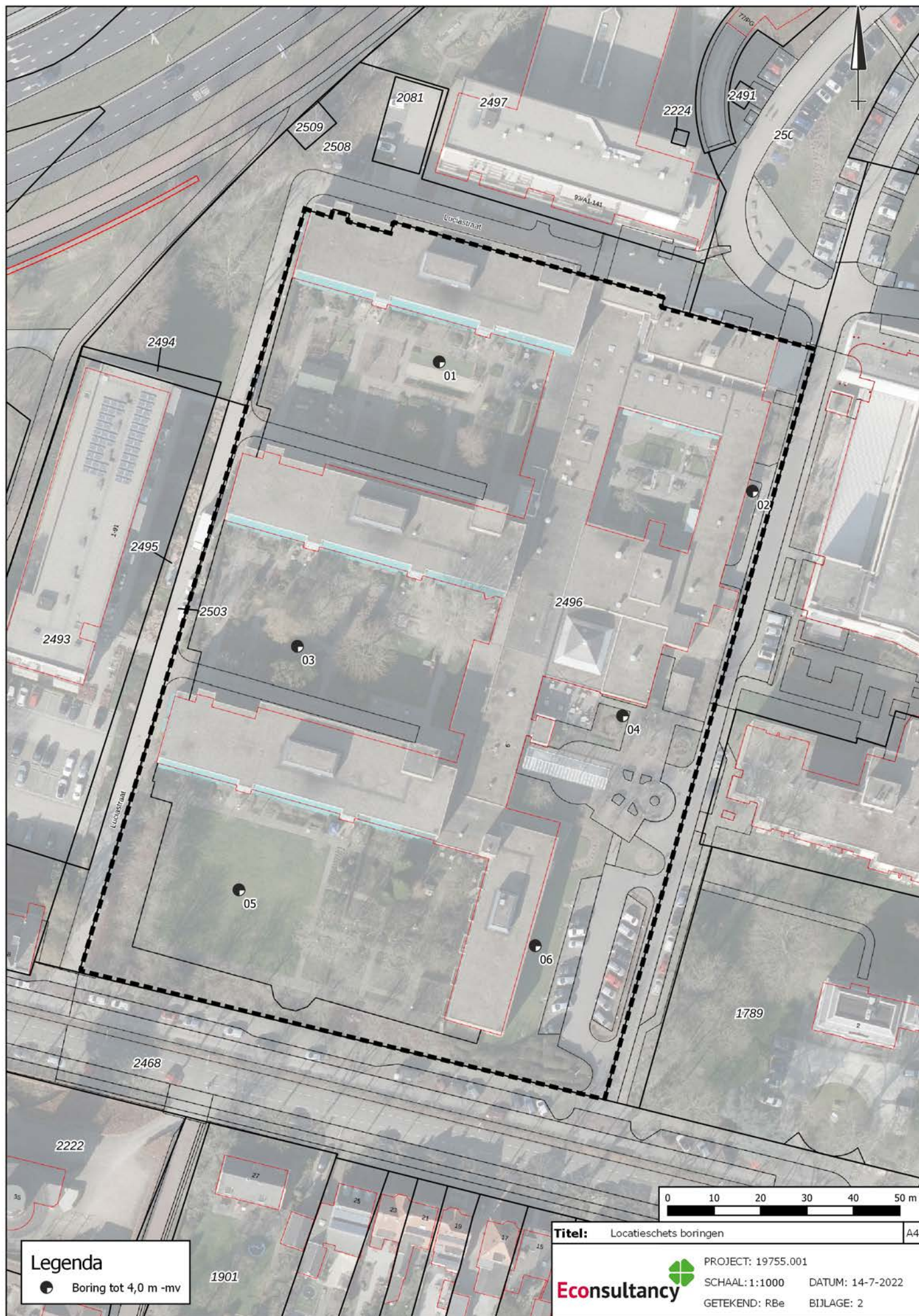
Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de aanwezige zandlagen binnen de onderzoekslocatie, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren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

Bij het maken van de keuze voor het type (infiltratie)voorziening (dimensionering) is het naast de bodemsamenstelling en waterdoorlatendheid tevens van belang rekening te houden met de Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (GHG), het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag. Op basis van de grondwaterkaarten van de gemeente is de GHG voor de planlocatie ingeschat op 1,6 m +NAP. Bij de aanleg van ondergrondse hemelwatervoorzieningen dient naast de GHG tevens rekening te worden gehouden met de in de ondergrond lokaal aanwezige zwak zandige leemlagen. De doorlatendheid van dergelijke lagen is bij voorbaat zeer beperkt tot slecht.

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

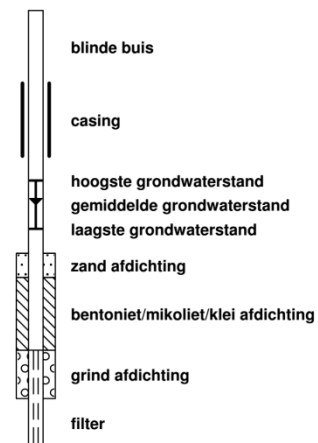
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

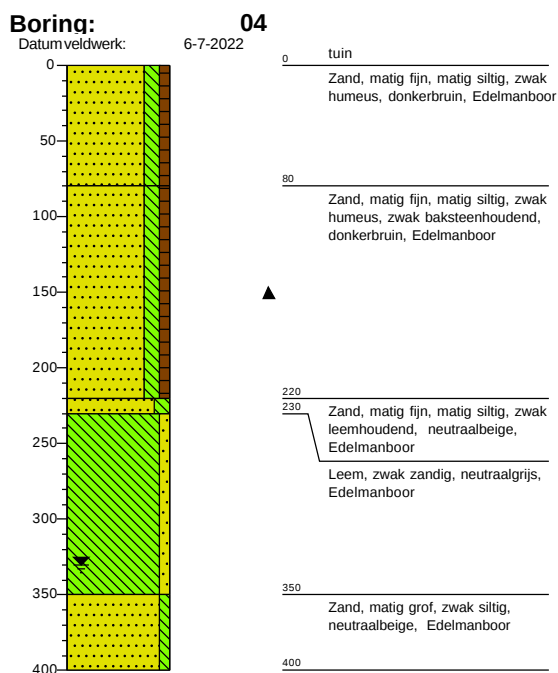
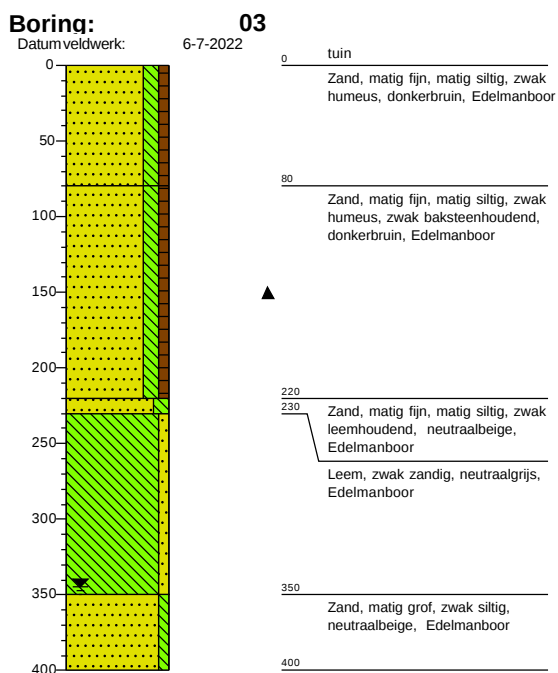
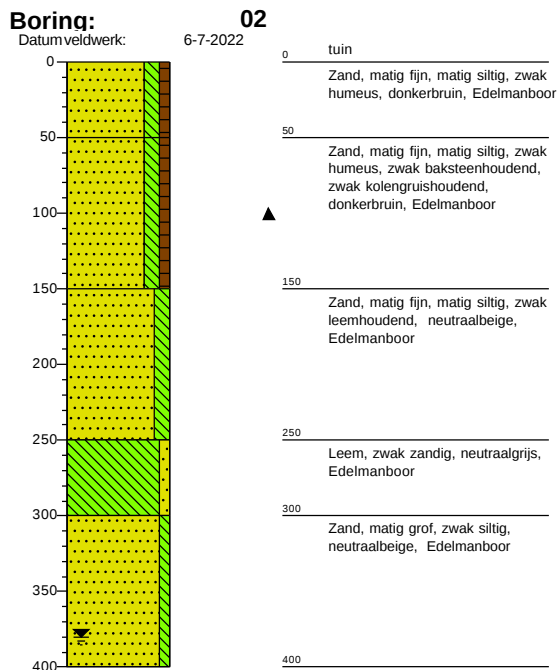
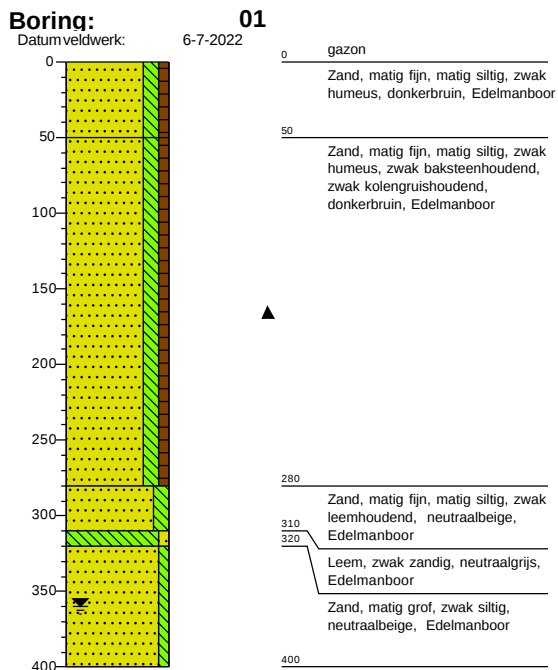
overig

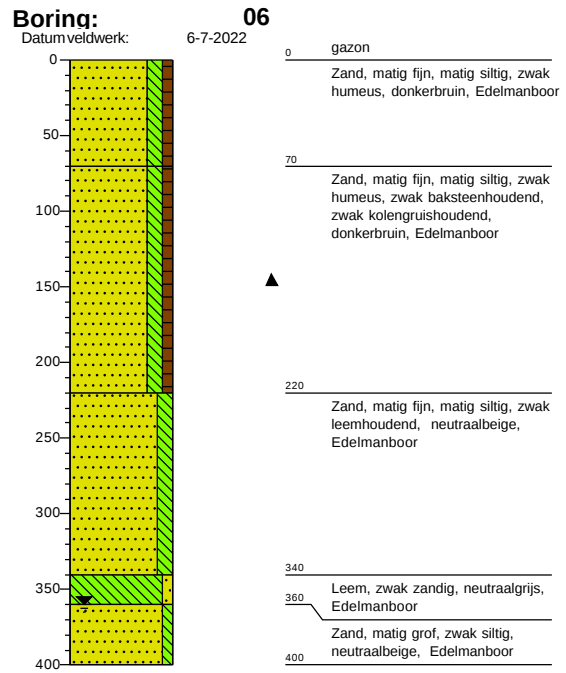
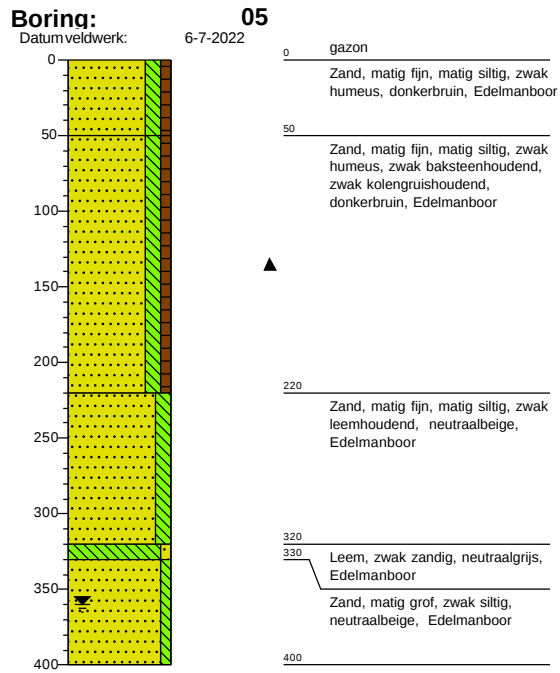
- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand (tijdens veldwerk)
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

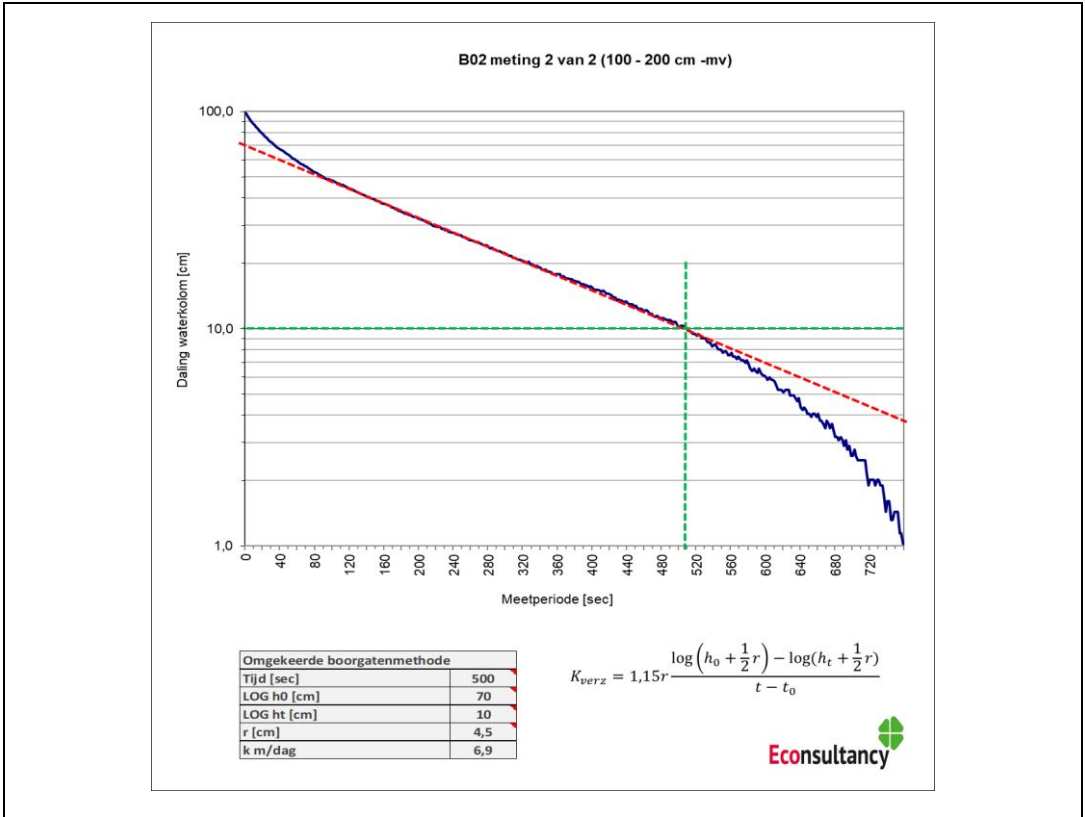
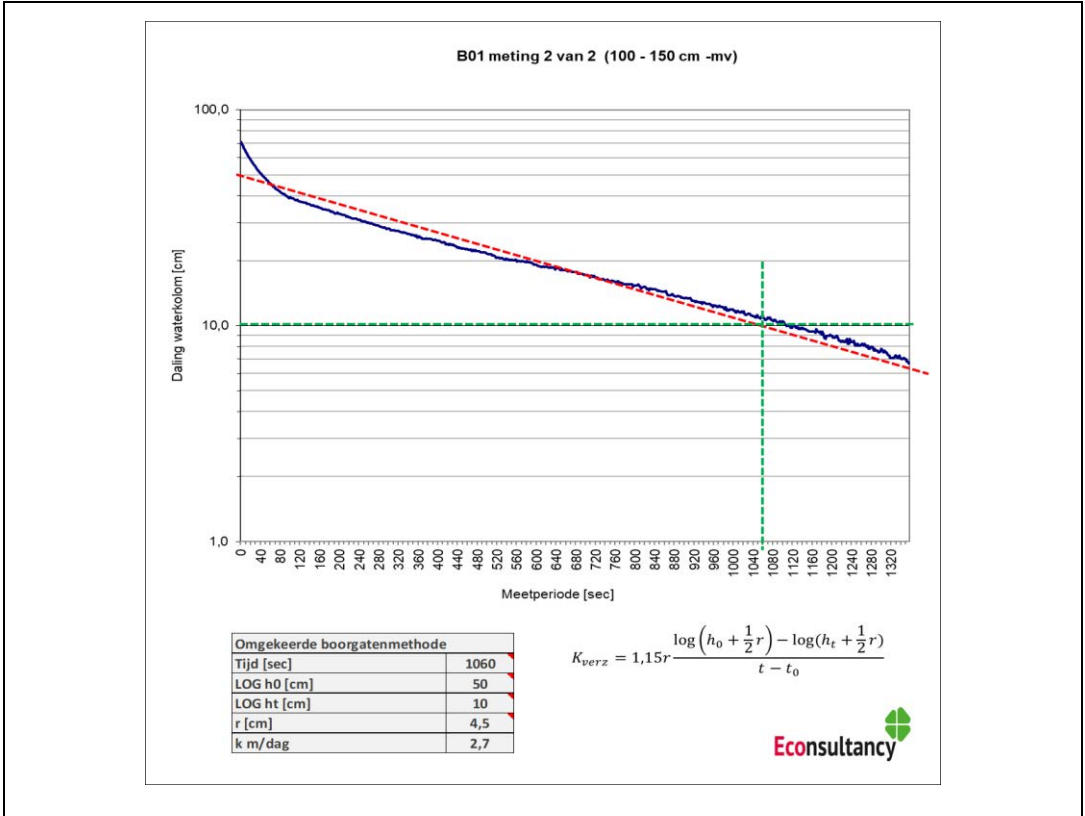
peilbuis



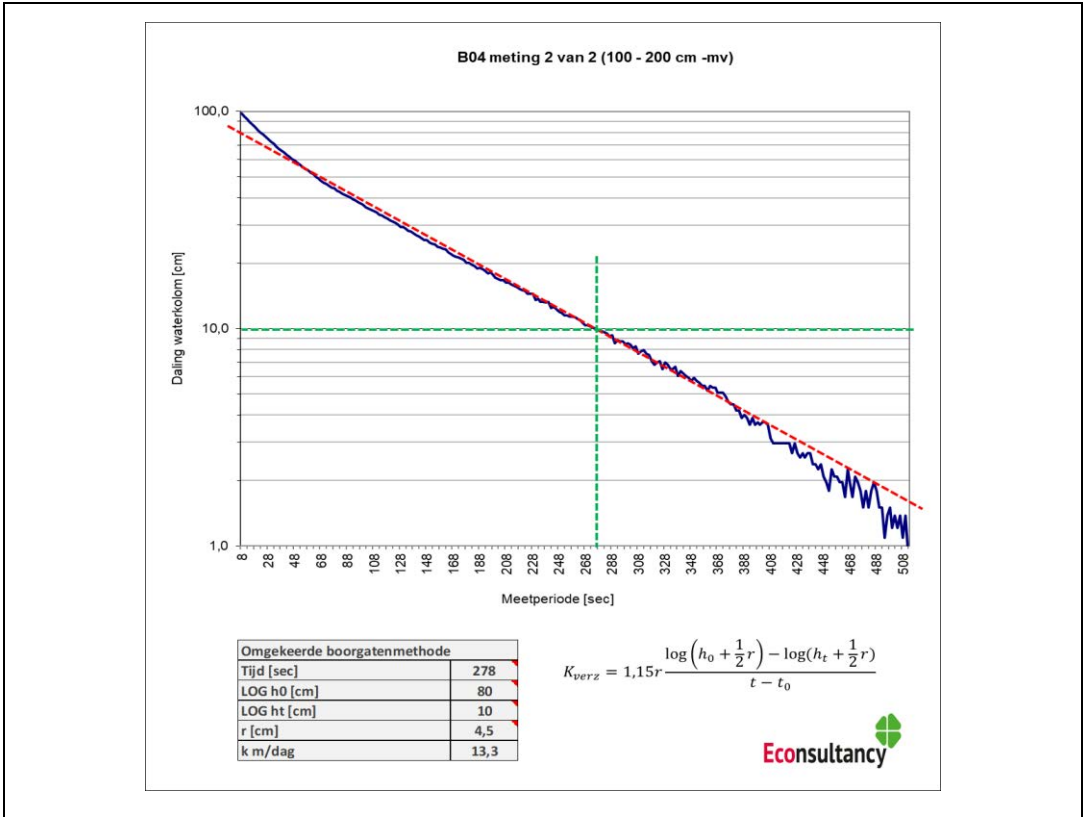
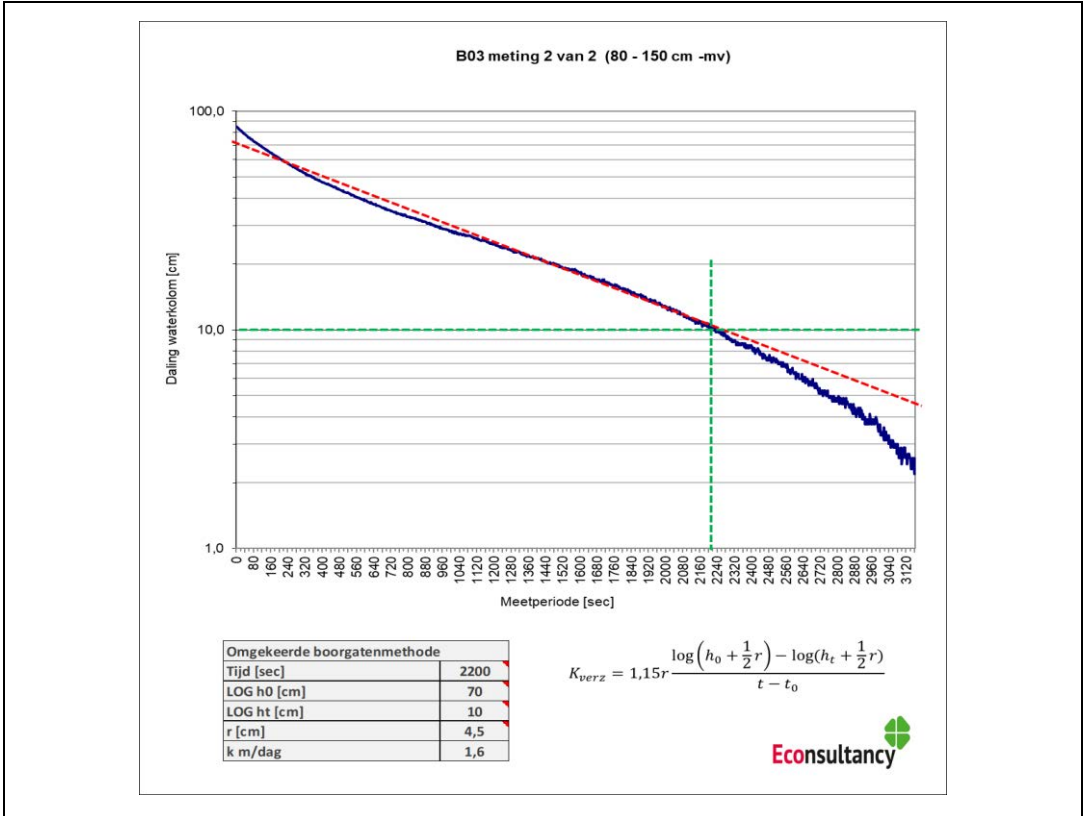




Bijlage 4 Berekende k-waarden



Bijlage 4 Berekende k-waarden



Bijlage 4 Berekende k-waarden

