



GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

VOORMALIGE KADASTERLOCATIE,
MARKENDAALSEWEG 44

TE BREDA

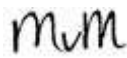


Water



Rapportage geohydrologisch onderzoek

Voormalige Kadasterlocatie, Markendaalseweg 44 te Breda

Opdrachtgever	Rho Adviseurs voor leefruimte Torenallee 20 5617 BC Eindhoven
Rapportnummer	18093.001
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	28 maart 2022
Vestiging	Brabant Heinz Moormannstraat 1b 5831 AS Boxmeer 088 - 5001600
Opsteller	De heer ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Mevrouw M.G. van Meijel, 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.

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	3
3.1	Bodemopbouw.....	3
3.2	Geohydrologie	3
3.3	Grondwater	3
4	VELDWERKZAAMHEDEN	4
4.1	Uitvoering.....	4
4.2	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	5
5	RESULTATEN	5
5.1	Bodemopbouw.....	5
5.2	Grondwaterniveau	5
5.3	Waterdoorlatendheid	6
6	BEOORDELING.....	7

BIJLAGEN:

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

1 INLEIDING

Duurzaam water- en grondwaterbeheer vraagt kennis van de ondergrond (bodem en geohydrologie). Bij herontwikkelingen is de relatie tussen inrichting, bodem en water dan ook van belang. De lokale geohydrologische randvoorwaarden kunnen bepalend zijn voor de planvorming.

Daarnaast dient water bij nieuwbouwplannen expliciet en op een evenwichtige wijze in beschouwing genomen te worden. Concreet betekent dit dat binnen het toekomstige plan op een duurzame wijze moet worden omgegaan met (hemel)water. Hierbij speelt het vasthouden, bergen en afvoeren van water in eigen gebied een belangrijke rol.

In dat kader heeft Econsultancy van Rho Adviseurs voor leefruimte opdracht gekregen voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek op de voormalige kadasterlocatie Breda aan de Markendaalseweg 44 te Breda.

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de regionale geohydrologische situatie. Hierbij wordt ingegaan op aspecten als bodemopbouw en grondwater. In aanvulling op een deskstudie is een veldonderzoek uitgevoerd waarbij inzicht is verkregen in de lokale bodemopbouw, (actuele) grondwaterstand, en waterdoorlatendheid van de onverzadigde zone (boven grondwaterniveau).

Ten aanzien van eventuele veldwerkzaamheden is aangesloten op het SIKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen". 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.

2 LOCATIEGEGEVENS

De planlocatie ($\pm 5.000 \text{ m}^2$) betreft de herontwikkeling van het voormalig Kadastergebouw aan de Markendaalseweg in Breda. In figuur 1 is de begrenzing van de planlocatie weergegeven. De topografische ligging is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 1. Ligging en begrenzing planlocatie.

3 OMGEVINGSASPECTEN

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

3.1 Bodemopbouw

De planlocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, in een niet-gekarteerd gebied. Ook in het archief van TNO¹ zijn geen bodemgegevens beschikbaar.

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
0,5-11	Stramproy	WVL	Zand
11-16	Waalre	SDL	Klei
16-32	Peize-Waalre	WVL	Zand
32-40	Waalre	SDL	Klei
40-47	Peiz-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 grondwaterstandstand 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 dergelijke 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. Op basis van de beschikbare literatuurgegevens kunnen derhalve geen uitspraken worden gedaan omtrent de GHG of GLG.

¹ www.dinoloket.nl

De grondwaterstroming zou volgens de geraadpleegde noordelijk tot noordwestelijk zijn.

4 VELDWERKZAAMHEDEN

4.1 Uitvoering

Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Het veldwerk is uitgevoerd op 21 en 22 maart 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. 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".

In totaal zijn met behulp van een edelmangrondboor (diameter 10 cm) 6 boringen geplaatst. In afwijking op onderstaande onderzoeksopzet, zie tabel 1, zijn de boringen vanwege de aanwezigheid van brokken baksteen in de ondergrond gestaakt op een diepte van maximaal 1,7 m -mv. Ten aanzien van de peilbuis is gebruik gemaakt van een peilbuis afkomstig van een eerder en voorgaand onderzoek dat op de planlocatie heeft plaatsgevonden.

Na het verrichten van de boringen zijn in-situ 5 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd en is het grondwaterniveau in de boorgaten en de aanwezige peilbuis gemeten. Ten behoeve van het meten en monitoren van de grondwaterstand is op de peilbuis een datalogger geïnstalleerd. Gedurende een jaar zal de grondwaterstand op locatie gemonitord. De doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd in de directe nabijheid van de geplaatste boringen, per meting, is een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de toekomstige situatie.

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).

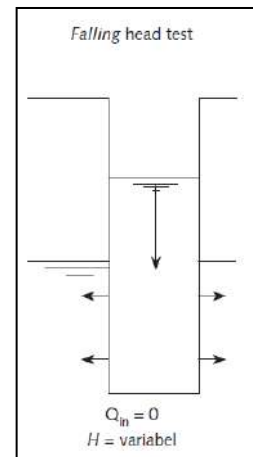
Tabel 1. Onderzoeksopzet oriënterend doorlatendheidsonderzoek

Oppervlakte planlocatie	Boringen tot ,4,0 m -mv of 2,0 m -gws	Peilbuis	Doorlatendheidsmetingen		Korrelverdelingsanalyses
	Aantal	Aantal	Aantal	Bodemzone	Aantal
5.000 m ²	6x	1x	5x	5x onverzadigd (*A)	-
(*A) Infiltratiemetingen conform de Falling-head methode					

4.2 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 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.



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

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 $t = 0$

5 RESULTATEN

5.1 Bodemopbouw

De bovengrond bestaat tot een diepte van 0,5 m -mv tot 1,0 m -mv voornamelijk uit een ophooglaag bestaande uit zwak grindig, zwak siltig, matig fijn zand. Daaronder bestaat de bodem tot de onderzochte diepte uit zwak humeus, matig siltig zeer fijn zand. De ondergrond is bovendien matig puinhoudend en bevat brokken baksteen. Door de mate van bijmenging van puin en aanwezigheid van brokken baksteen zijn de boringen na meerdere malen verplaatsen op een diepte van maximaal 1,7 m -mv gestaakt. Er zijn tot de onderzochte diepte geen storende lagen in de ondergrond waargenomen.

5.2 Grondwaterniveau

In de boorgaten is een grondwaterstand* aangetroffen van 0,7 m -mv tot 0,8 m -mv. In de aangetroffen peilbuis is een grondwaterstand* gemeten van 0,86 m -mv.

* *Opmerking:*

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). Daarnaast kan de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen op, locatie of uit de omgeving.

5.3 Waterdoorlatendheid

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. Bijlage 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel 2. Overzicht k-waarde per meting

Boring	Referentieboring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
I01	B01, B05, B04	3	20-70	1,3	goed
I02	B01, B05, B04	3	20-50	2,2	goed
I03	B01, B05, B04	3	25-70	5,0	goed
I04	B06	3	30-70	1,1	goed
I05	B06	3	20-50	1,8	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.

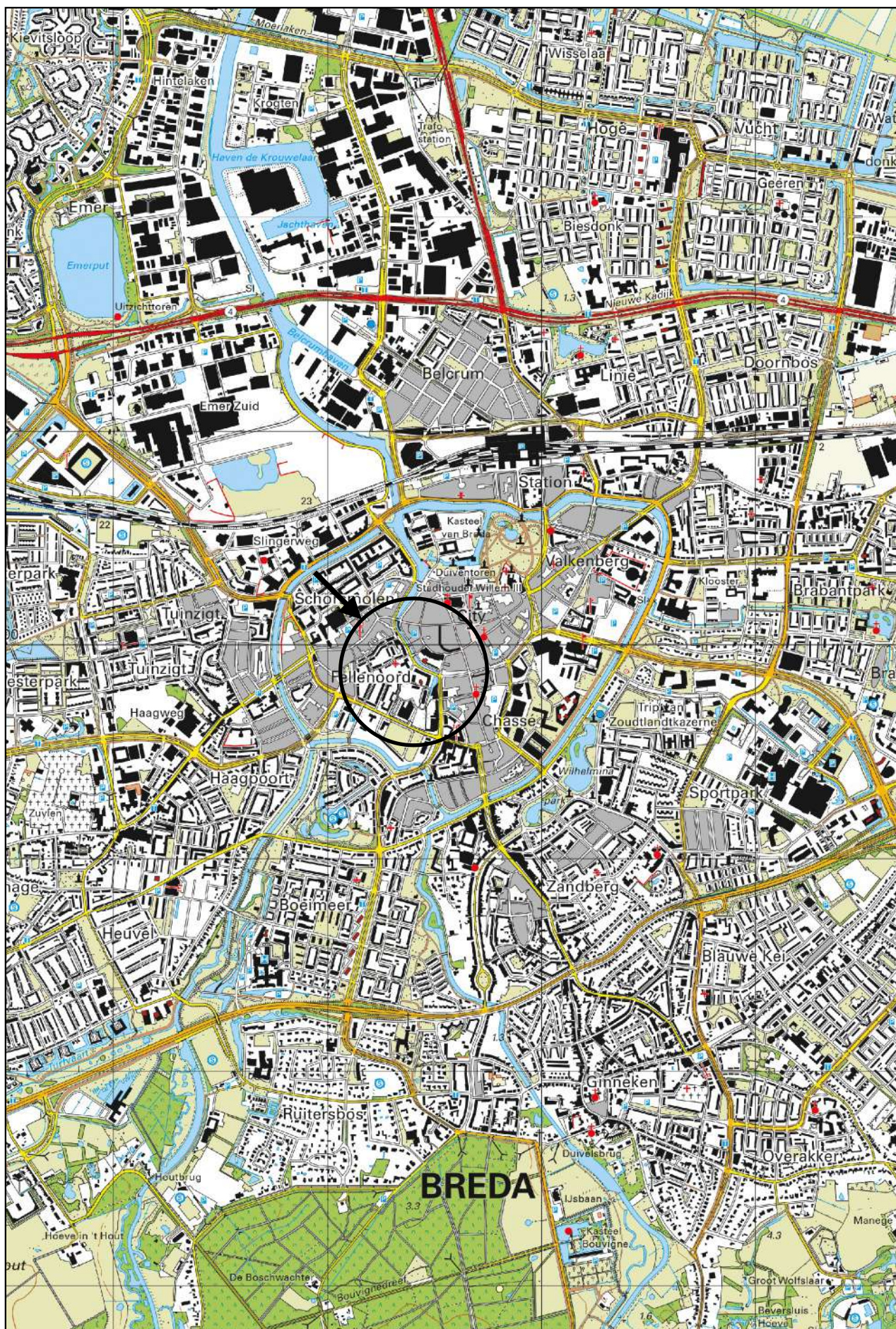
De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als goed doorlatend, waarbij k-waarden van 1,1 tot 5,0 m/dag zijn aangetoond.

De k-waarde van de onderzochte lagen ter plaatse van I03 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht en wijkt daarnaast ten opzichte van de overige meetresultaten sterk af. Mede hierdoor beschouwd Econsultancy dit resultaat als niet representatief voor deze bodemlagen en is daarvoor dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem in de onverzadigde zone geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 0,8 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle 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.

Bijlage 1 Topografische ligging



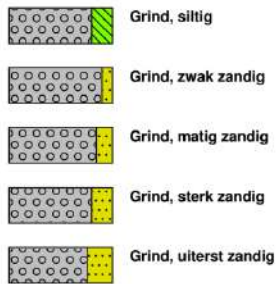
Schaal 1:10.000
Deze kaart is noordgericht



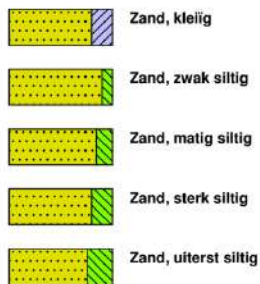
Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind



zand



veen



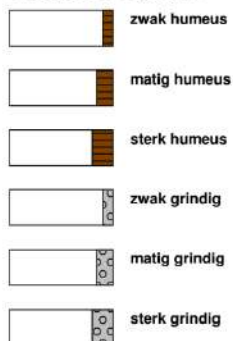
klei



leem



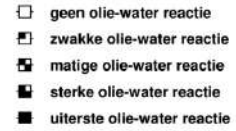
overige toevoegingen



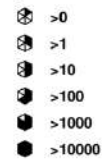
geur



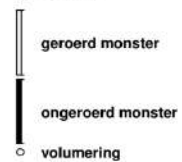
olie



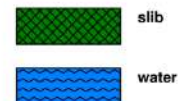
p.i.d.-waarde



monsters

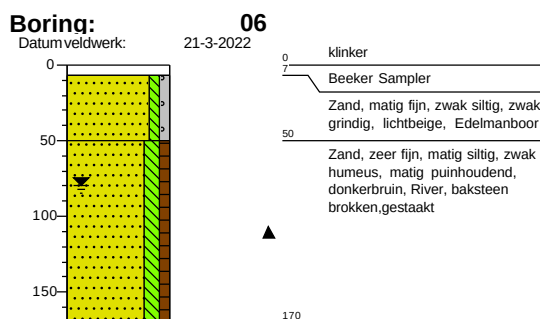
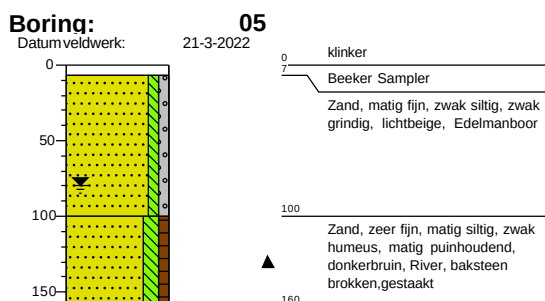
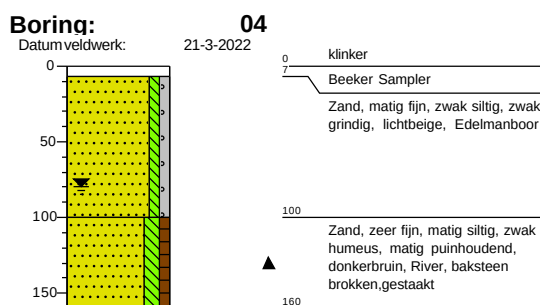
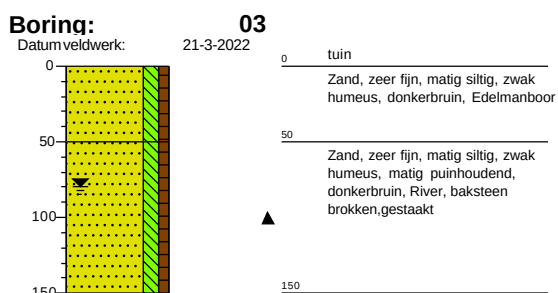
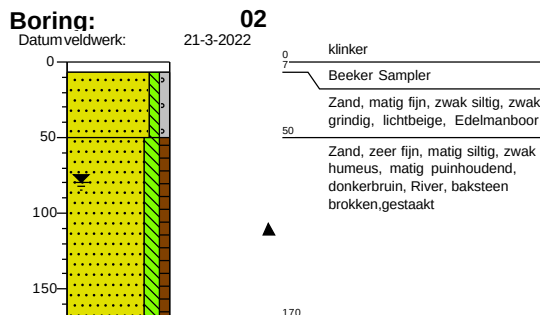
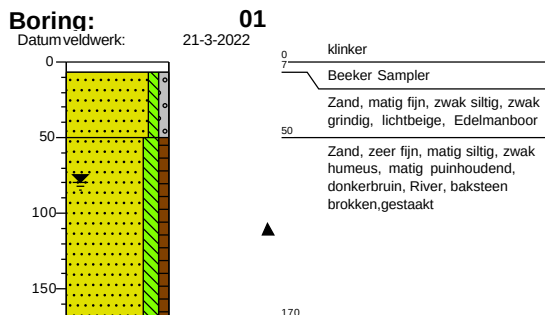


overig

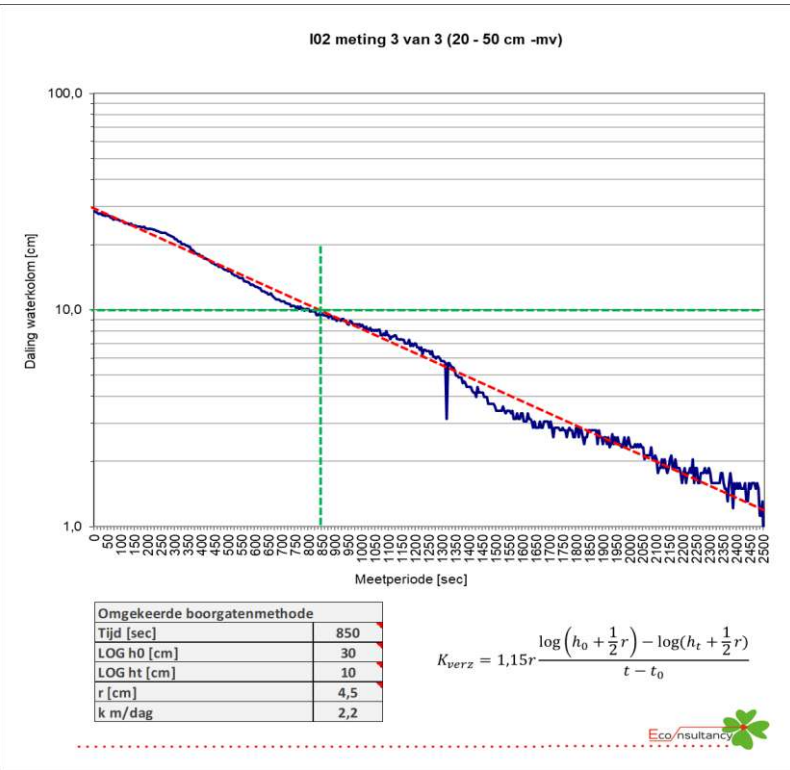
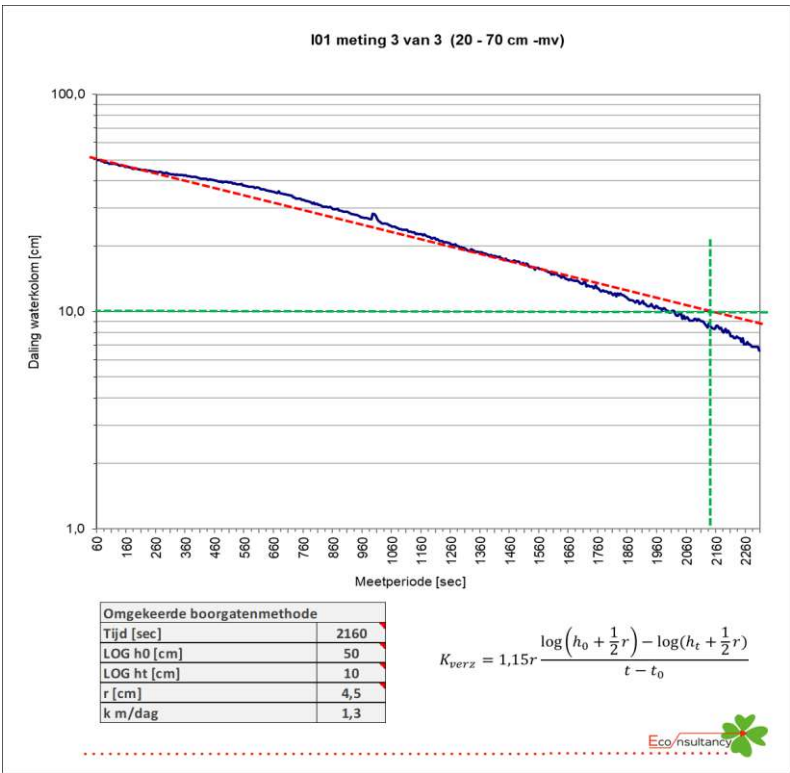


peilbuis

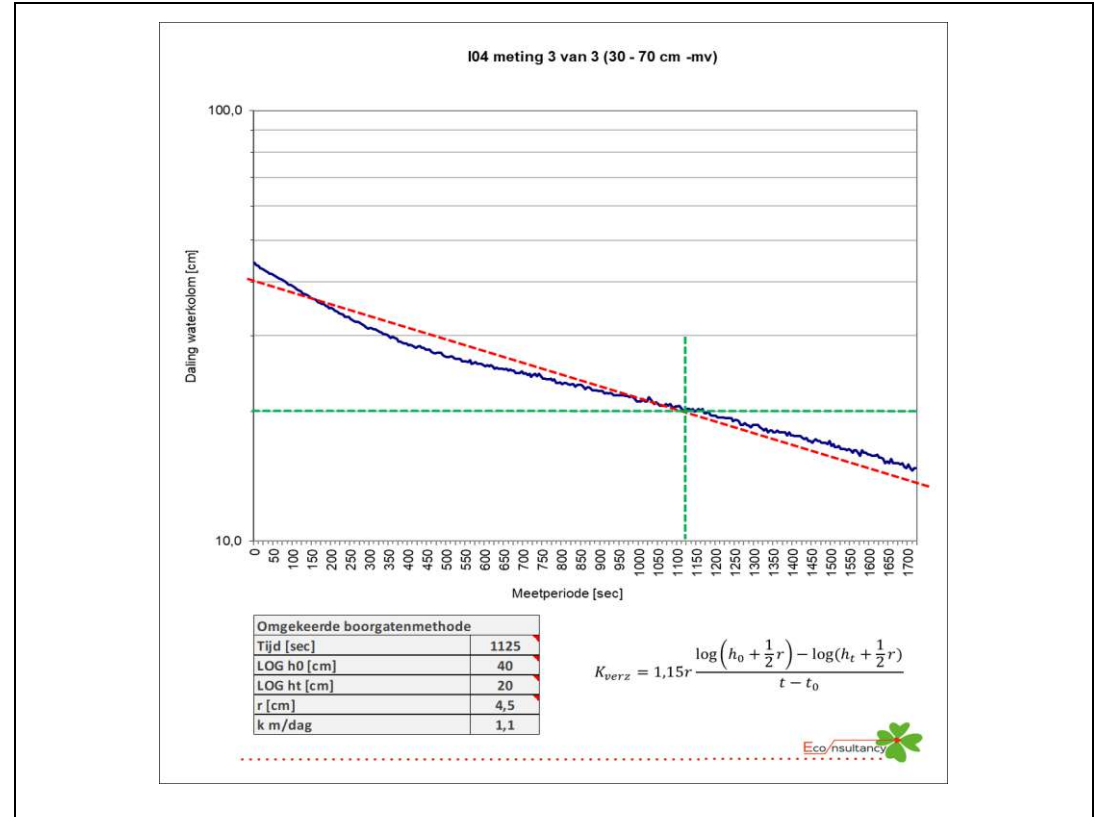
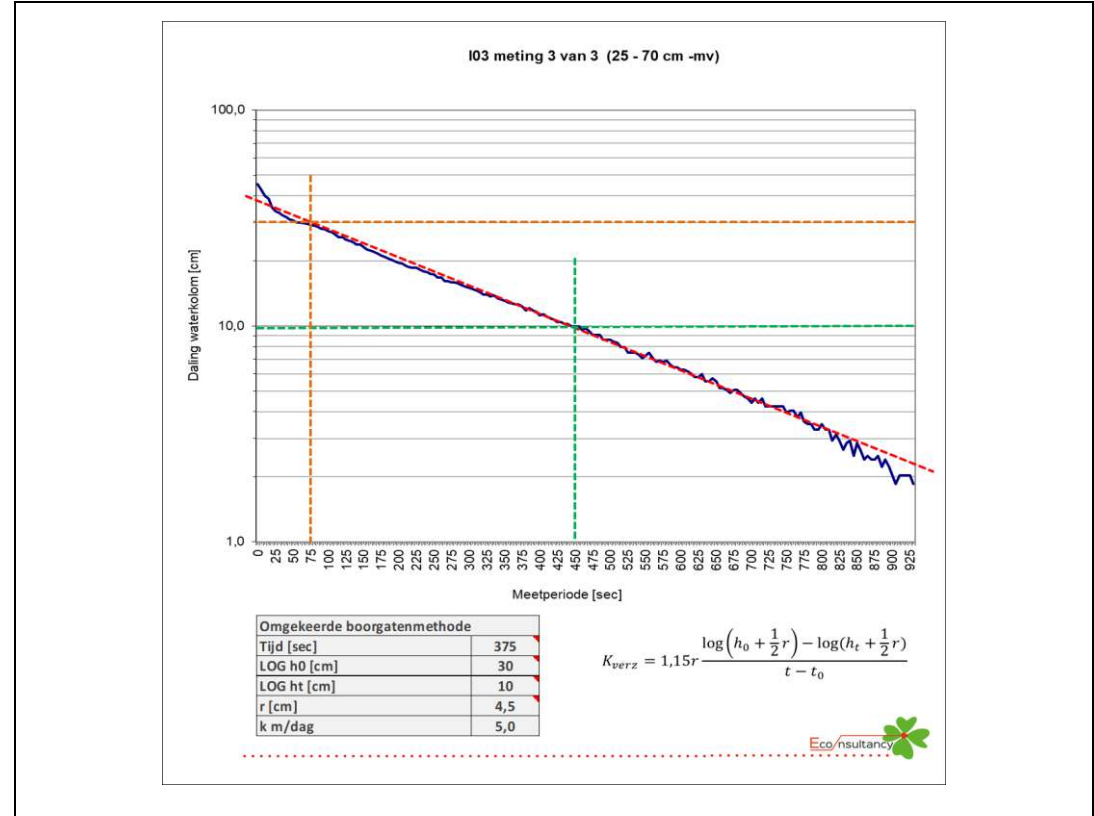




Bijlage 4 Berekende K-waarden



Bijlage 4 Berekende K-waarden



Bijlage 4 Berekende K-waarden

