

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK
BREDASEWEG (ONG.)
TE BAARLE-NASSAU
GEMEENTE BAARLE-NASSAU



- ✿ Bodem
- ✿ Waterbodem
- ✿ Water
- ✿ Archeologie
- ✿ Ecologie
- ✿ Milieu

Water

doorlatendheidsonderzoek Bredaseweg (ong.) te Baarle-Nassau in de gemeente Baarle-Nassau

Opdrachtgever	Dhr. F. Kennes Meerleseweg 7 5113 BL Ulicoten
Project	BAN.C5S.GEO
Rapportnummer	10093677
Status	Eindrapportage
Datum	31 januari 2011
Vestiging	Swalmen
Opsteller	Ing. M.R.P. Vidal
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Drs. E. Hartingsveld
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 derhalve 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
2.1	Huidig en toekomstig gebruik	1
2.2	Regionale bodemopbouw	1
2.3	Regionale geohydrologie	2
3.	VELDWERK.....	2
3.1	Algemeen.....	2
3.2	Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau.....	3
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	3
3.4	Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen	4
4.	RESULTATEN EN BEOORDELING.....	4
4.1	Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen.....	4
4.2	Beoordeling infiltratiemogelijkheden.....	5
5.	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	6

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets
3. - Boorprofielen
4. - Methodiek constant-head permeameter
5. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Compositie 5 Stedenbouw bv, namens de heer F. Kennes, opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Bredaseweg (ong.) te Baarle-Nassau in de gemeente Baarle-Nassau.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Derhalve is ten behoeve van de veldwerkzaamheden aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen" en zijn boorbeschrijvingen conform de NEN 5104 gemaakt.

2. LOCATIEGEGEVENS

2.1 Huidig en toekomstig gebruik

De onderzoekslocatie ($\pm 7.000 \text{ m}^2$) ligt aan de Bredaseweg, circa 4,5 km ten noordwesten van de kern van Baarle-Nassau in de gemeente Baarle-Nassau (zie bijlage 1). Het perceel, waar de onderzoekslocatie deel van uitmaakt, is kadastraal bekend gemeente Baarle-Nassau, sectie M, nummer 115.

Volgens het Algemeen Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 20,0 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie $X = 120.940$, $Y = 386.700$.

De onderzoekslocatie is in gebruik als landbouwgrond (akkers) en heeft voor zover bekend altijd een agrarische bestemming gehad.

In de toekomstige situatie zal er een landgoed gerealiseerd worden bestaande uit een vijftal bebouwingen. De aard van de eventuele infiltratievoorziening is voornamelijk niet bekend. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Regionale bodemopbouw

De originele bodem bestaat volgens de bodemkaart van Nederland (www.bodemdata.nl) uit een veldpodzol, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit leemarm en zwak lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Echteld.

Geomorfologisch gezien behoort het plangebied tot een terrasafzettingsgebied met welvingen. Nabij het plangebied bevinden zich tevens dalvormige laagtes.

2.3 Regionale geohydrologie

Tectonisch gezien ligt de onderzoekslocatie in de Flexuur-zone. Deze zone wordt aan de zuidwestzijde begrensd door de Gilze-Rijen Storing en aan de noordoostzijde door de Feldbissbreuk. Beide breuken zijn noordwest-zuidoost gericht.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 100 m en wordt gevormd door diverse rivierafzettingen van de Formaties van Beegden. Op deze fluviatiele formaties liggen matig doorlatende rivierafzettingen, behorende tot de Formatie van Echteld, met een dikte van ± 10 m. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door kleiafzettingen van de Formatie van Reuver.

De gemiddelde stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 18 m +NAP, waardoor het grondwater zich op $\pm 2,0$ m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de wateratlas van de Provincie Brabant, in zuidwestelijke richting.

Er liggen geen pompstations in de buurt van de onderzoekslocatie die van invloed zouden kunnen zijn op de grondwaterstroming ter plaatse van de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

Tabel I geeft een overzicht van enkele geohydrologische gegevens voor het gebied waarin de onderzoekslocatie zich bevindt.

Tabel I. Overzicht geohydrologische gegevens

GT	GHG	GLG	GVG	Kwel/Infiltratiegebied
VI	0,40-0,60 0,60-0,80	1,40-1,60 1,60-1,80	0,80-1,00	infiltratie
GT: grondwatertrap GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand in m -mv; GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand in m -mv; GVG: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand in m -mv.				

Bron: Wateratlas Provincie Noord-Brabant

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 17 januari 2011. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 6 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 3,75 m -mv doorgezet. Teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen zijn tevens de uit het verkennend bodemonderzoek geraadpleegd. 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 peilbuizen gemeten.

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 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot plaatselijk sterk siltig, zeer tot matig fijn zand en is bovendien plaatselijk tot maximaal 0,75 m -mv zwak humeus. Plaatselijk komen in de ondergrond sterk zandige leemlagen voor. De ondergrond is plaatselijk zwak gleyhoudend. In het opgeboorde materiaal zijn zintuiglijk geen verontreinigingen waargenomen.

Tabel II geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 17 januari 2011 zijn waargenomen. Tevens is de gemiddeld hoogste grondwaterstand geschat op basis van het voorkomen van gleyverschijnselen.

Tabel II. Overzicht grondwaterstanden

Boring	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)	Gemiddelde hoogste Grondwaterstand (GHG)
01	1,4	0,7	0,6 (*A)
02	3,15	0,9	0,6 (*A)
03	2,3	0,45	0,6 (*A)
04	3,75	1,05	0,6 (*A)
05	0,75	0,4	0,6 (*A)
06	1,2	0,6	0,6 (*A)
(*A) Bron: Wateratlas Provincie Noord-Brabant			

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Voor het bepalen van de doorlatendheid onder grondwaterniveau (freatisch vlak) is de rising-head methode (Hooghoudt) toegepast. Hierbij is een gat tot minimaal 0,5 m onder het grondwaterniveau geboord. Vervolgens is het water uit het boorgat onttrokken, waarna de snelheid waarmee het water in het boorgat stijgt, gemeten. Deze methode is nader toegelicht in bijlage 4.

In tabel III is een classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

Tabel III. 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)	

3.4 Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmeting is in een homogene bodemlaag uitgevoerd. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is een referentieboring geplaatst om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw ter plaatse. Op basis van de profielbeschrijving is de te onderzoeken bodemlaag vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Van de onderzochte bodemlagen zijn tevens monsters genomen.

Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

In tabel IV zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven.

Tabel IV. Overzicht uitgevoerde werkzaamheden

Boringen	Doorlatendheidsmetingen
1 (0,75 m -mv) 1 (1,2 m -mv) 1 (1,4 m -mv) 1 (2,3 m -mv) 1 (3,15 m -mv) 1 (3,75 m -mv)	6 (verzadigde zone, *A)
(*A) De k-waarde is bepaald met behulp van de Hooghoudt methode (rising-head).	

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

Tabel V geeft een overzicht van de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd en de resultaten van de berekende k-waarden. Tevens is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel III. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

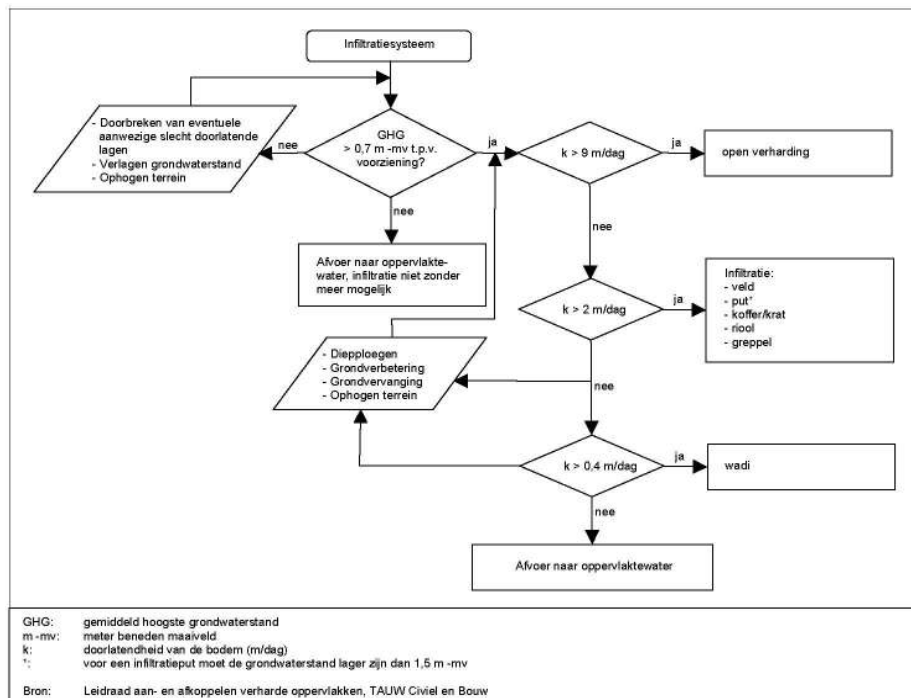
Tabel V. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag

Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
01	0,9-1,4	verzadigd	sterk zandig leem matig siltig, zeer fijn zand	-	1,62	goed doorlatend
02	2,65-3,15	verzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	-	1,33	goed doorlatend
03	1,8-2,3	verzadigd	sterk siltig, zeer fijn zand	-	0,09	slecht doorlatend
04	3,2-3,7	verzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	-	2,01	goed doorlatend
05	0,25-0,75	verzadigd	zwak siltig, matig fijn zand	zwak humeus	2,95	goed doorlatend
06	0,7-1,2	verzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	zwak gleyhoudend	6,29	goed doorlatend
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.						

Aanvullende analyses, zoals de bepaling van het lutum- en organische stofgehalte en de korrelgrootteverdeling, kunnen nodig zijn indien het meetresultaat afwijkt van de, op basis van de textuur en consistentie van de bodem, verwachte doorlatendheid. De meetresultaten gaven echter geen aanleiding aanvullende analyses uit te voeren ter onderbouwing van het meetresultaat.

4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde "vasthouden, bergen, afvoeren" aangehouden. In figuur I is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de actuele grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslis-methodiek. Iedere situatie dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken.



Figuur I. Beslismethodiek infiltratietechniek

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econ-sultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kun-nen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de onderzoeksresultaten kan worden gesteld dat de bodem tot 3,0 m -mv geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Gezien de actuele grondwaterstanden kan worden gesteld dat het plangebied minder geschikt wordt bevonden voor infiltratiedoeleinden. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewa-ter). Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het te-vens van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toe-komstig verhard oppervlak.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Compositie 5 Stedenbouw bv, namens de heer F. Kennes, een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd aan de Bredaseweg (ong.) te Baarle-Nassau in de gemeente Baarle-Nassau.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voor- genomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht.

Bodemopbouw en grondwater

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot plaatselijk sterk siltig, zeer tot matig fijn zand en is bovendien plaatselijk tot maximaal 0,75 m -mv zwak humeus. Plaatselijk komen in de ondergrond sterk zandige leemlagen voor. De ondergrond is plaatselijk zwak gleyhoudend. In het opgeboorde materiaal zijn zintuiglijk geen verontreinigingen waargenomen.

Het grondwaterniveau varieert van circa 0,4 tot 1,05 m -mv.

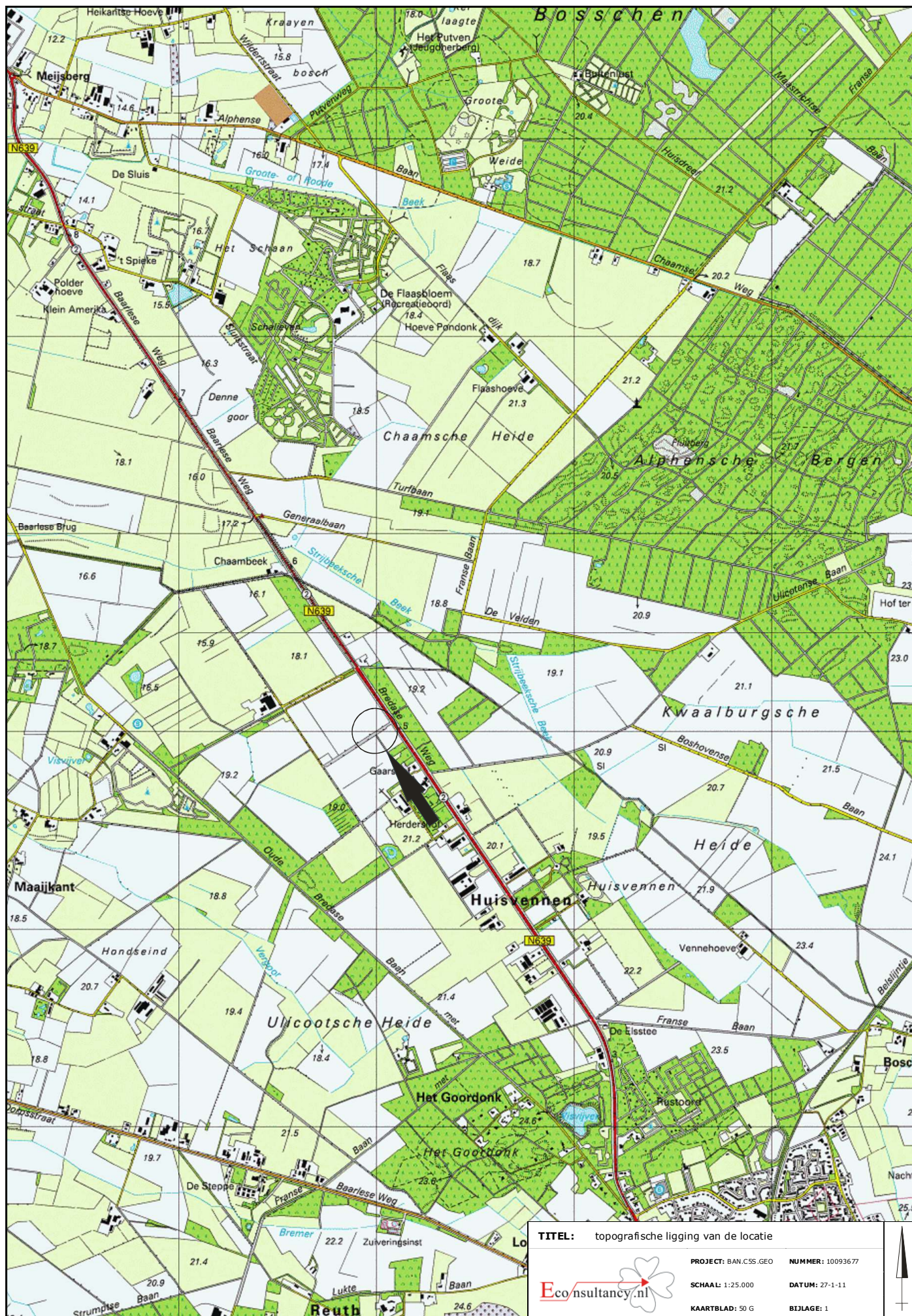
Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 6 doorlatendheidsmetingen, gezien de hoge grondwaterstand, in verzadigde bodemlagen uitgevoerd. De k-waarde van de sterk siltige zandlaag in de verzadigde zone betreft 0,09 m/dag en wordt als slecht doorlatend geclassificeerd. De k-waarden van de zwak siltige, zeer fijn tot matige zandlagen wordt als goed doorlatend geclassificeerd.

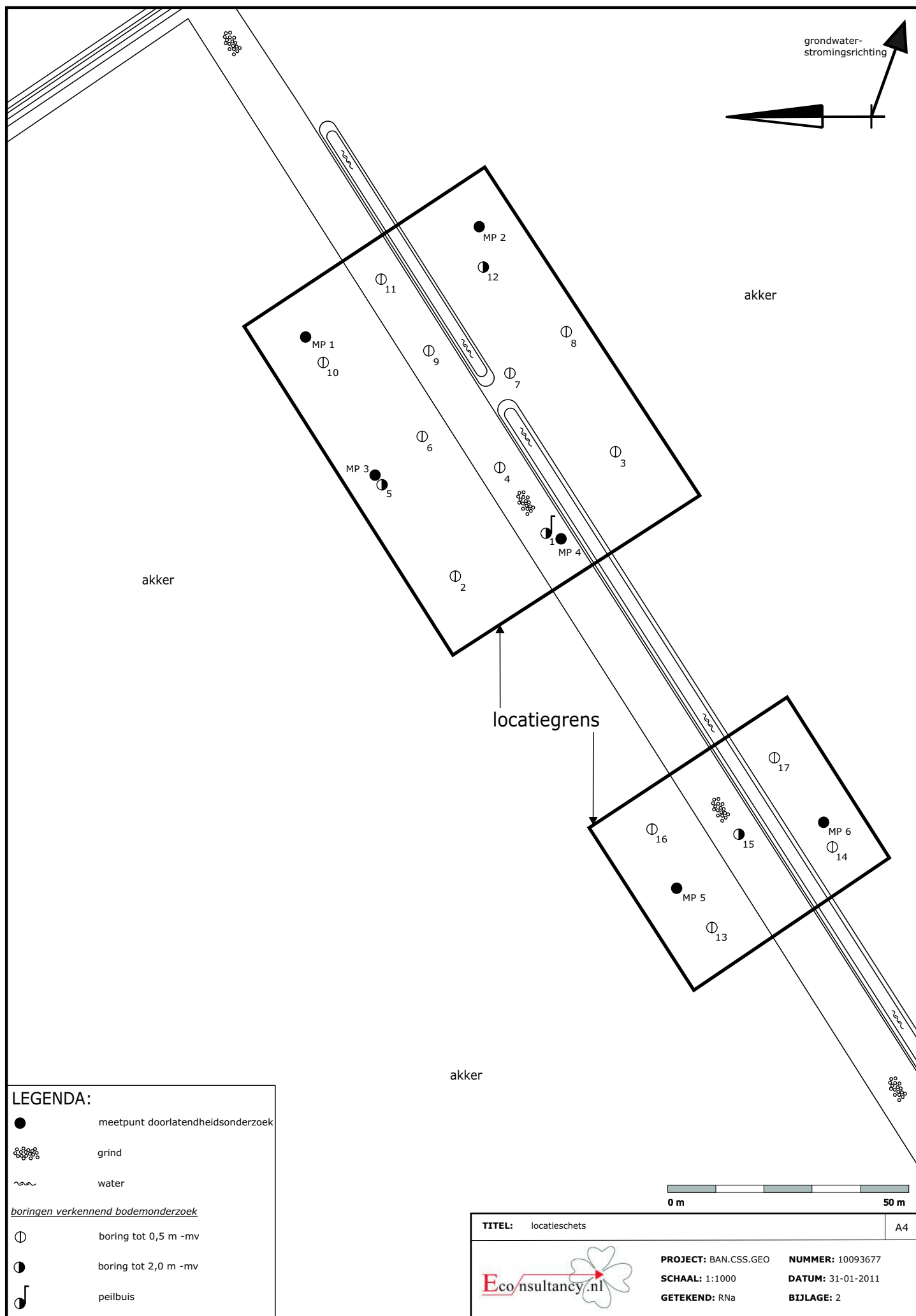
Advies infiltratiemogelijkheden

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de onderzoeksresultaten kan worden gesteld dat de bodem tot 3,0 m -mv geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Gezien de actuele grondwaterstanden kan worden gesteld dat het plangebied minder geschikt wordt bevonden voor infiltratiedoeleinden. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewater).

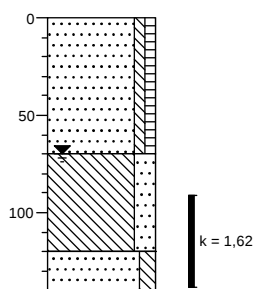
Bij het maken van de keuze voor het type infiltratievoorziening(en) is het tevens van belang rekening te houden met het actuele grondwaterniveau en het gemiddeld hoogste grondwaterniveau. Uiteraard is de hoeveelheid te infiltreren hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak, eveneens bepalend voor de dimensionering. Econsultancy adviseert om de keuze voor de omgang met het hemelwater af te stemmen met de gemeente Baarle-Nassau en het Waterschap Brabantse Delta.





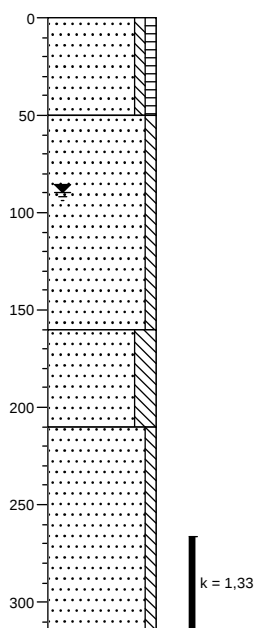
Bijlage 3 Boorprofielen

Boring: MP 01



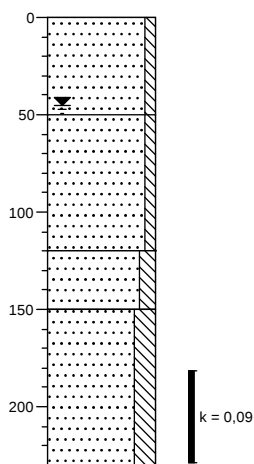
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70	Leem, sterk zandig, bruinbeige
120	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige
140	

Boring: MP 02



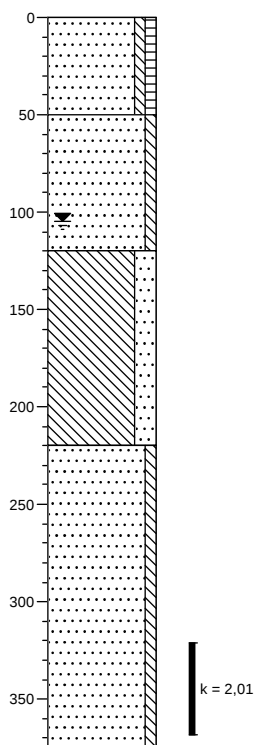
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, neutraalbeige
160	Zand, zeer fijn, sterk siltig, licht grijsbeige
210	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelbeige
315	

Boring: MP 03



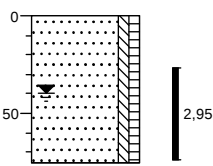
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, donkerbruin
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, grijsbeige
120	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige
150	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijsbeige
230	

Boring: MP 04



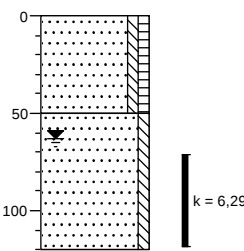
0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, neutraalgeel
120	Leem, sterk zandig, lichtgrijs
220	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht grijsbeige
375	

Boring: MP 05



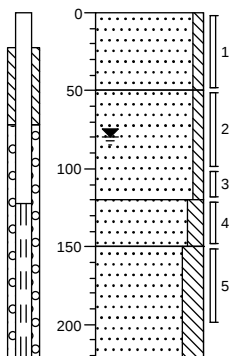
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
75

Boring: MP 06



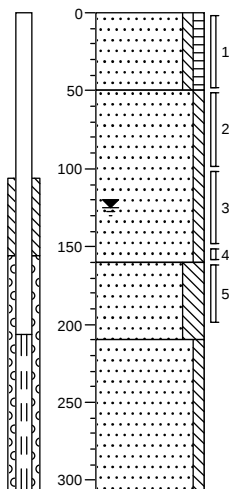
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, bruinbeige
120

Boring: 01



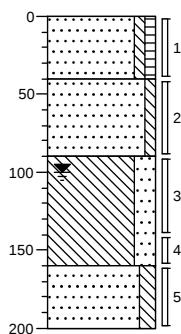
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, donkerbruin
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, grijsbeige
120	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige
150	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijsbeige
200	
222	

Boring: 02



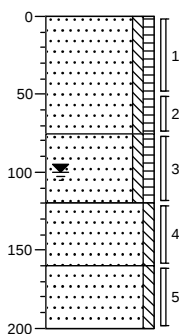
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, neutraalbeige
100	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige
150	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, licht grijsbeige
160	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelbeige
210	
306	

Boring: 03



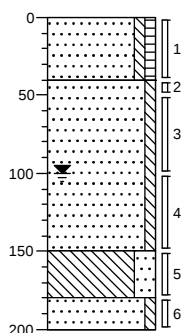
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
40	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, neutraalbeige
90	
	Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend, licht grijsbeige
160	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, neutraalbeige
200	
222	

Boring: 04



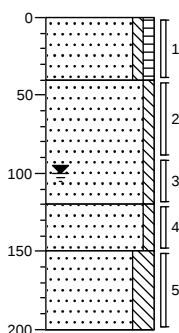
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
75	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, lichtgrijs
120	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbeige
160	
200	
222	

Boring: 05



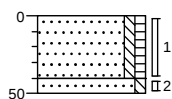
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
40	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige
100	
	Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend, grijsbeige
150	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht geelbeige
180	
200	
222	

Boring: 06



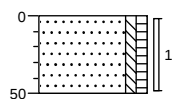
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
40	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel
100	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, grijsbeige
120	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak gleyhoudend, licht geelgrijs
150	
200	
222	

Boring: 07



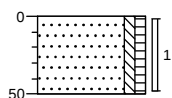
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
40
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, geelbeige

Boring: 08



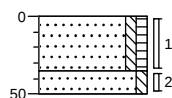
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 09



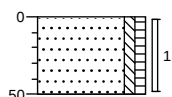
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 10



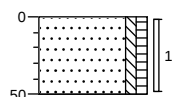
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
35
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbeige

Boring: 11



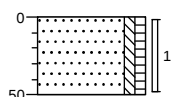
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 12



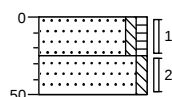
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 13



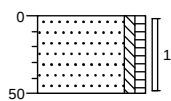
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 14



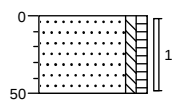
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
25
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel

Boring: 15



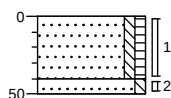
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 16



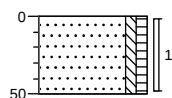
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 17



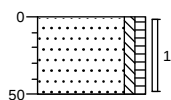
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
40
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalbeige

Boring: 18



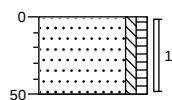
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 19



0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 20



0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

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

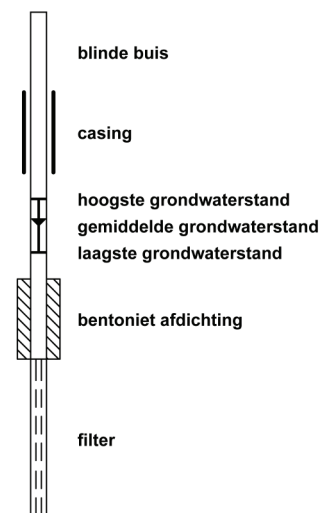
	geroerd monster
	k-waarde in-situ meting (m/dag)

overig

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

	slib
	water

peilbuis



Bijlage 4 Methodiek Hooghoudt-proef (verzadigde zone)

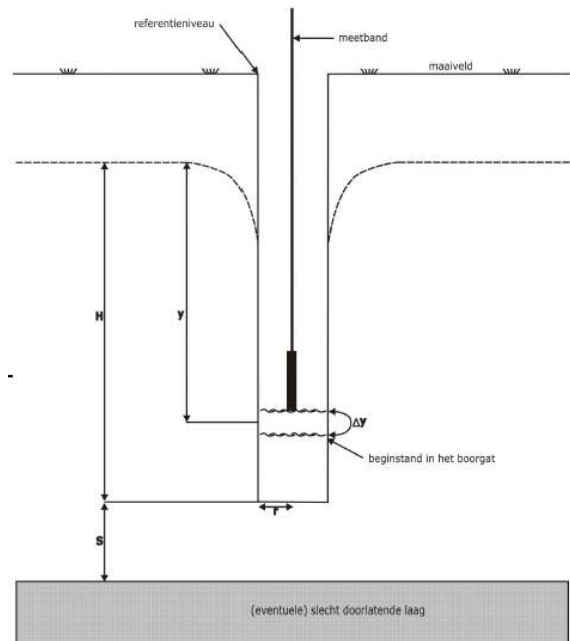
Voor het bepalen van de doorlatendheid onder grondwatervniveau (freatisch vlak) is de rising-head methode (Hooghoudt) toegepast. Hierbij is een gat tot circa 0,5 m onder het grondwatervniveau geboord. Vervolgens is het water uit het boorgat onttrokken, waarna de snelheid waarmee het water in het boorgat stijgt wordt gemeten. Met behulp van de meetresultaten is middels de onderstaande formule een k-waarde berekend.

S = diepte van een eventuele ondoorlatende laag in cm beneden het boorgat ($s > 0,5 H$).

$$K_{\text{sat}} = \frac{4.000 r^2}{(H + 20r) (2 - y/H) y} \times \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

De meting dient te voldoen aan de volgende voorwaarden:

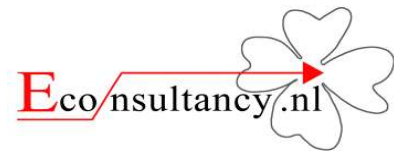
- r: tussen 3 en 7 cm
- y/H: tussen 0,2 en 1 cm
- Δy : $< \frac{1}{4} y$



Figuur IV. Hooghoudtmethode (verzadigde zone)

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie 1

Boring: 01
 Traject: 0,9-1,4



Diepte boring (D)	140	cm
Grondwaterniveau (GWS)	70	cm
Diepte boring -GWS (H)	70	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	107	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	69	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	70,0	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	40
y0	107
T1	140
y1	69
Δt: 100	
Δy: 38,0	

A 39690

B 9310,0

(A/B) = C 4,263157895

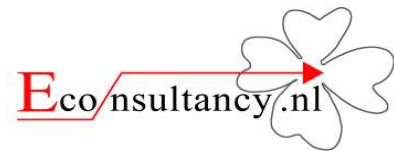
$$K_{sat} = \frac{4.000 \text{ r}^2 \text{ (A)}}{(H + 20r) (2 - y/H) y \text{ (B)}} \times \frac{\Delta y}{\Delta t \text{ (C)}}$$

Ksat = 1,62 m/dag

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	130,0	
10	125,0	5,0
20	123,0	2,0
30	122,0	1,0
40	107,0	15,0
50	102,0	5,0
60	95,0	7,0
70	90,0	5,0
80	83,0	7,0
90	79,0	4,0
100	76,0	3,0
110	73,0	3,0
120	71,0	2,0
130	70,0	1,0
140	69,0	1,0
150	69,0	0,0

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie 1

Boring: 02
 Traject: 2,65-3,15



Diepte boring (D)	315	cm
Grondwaterniveau (GWS)	90	cm
Diepte boring -GWS (H)	225	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	300	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	115	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	117,5	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	0
y0	300
T1	110
y1	115
Δt: 110	
Δy: 185,0	

A 39690

B 50008,0

(A/B) = C 0,793673012

$$K_{sat} = \frac{4.000 \text{ r}^2 \text{ (A)}}{(H + 20r) (2 - y/H) y \text{ (B)}} \times \frac{\Delta y}{\Delta t \text{ (C)}}$$

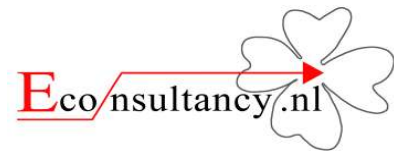
Ksat = 1,33 m/dag

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	300,0	
10	275,0	25,0
20	232,0	43,0
30	208,0	24,0
40	185,0	23,0
50	170,0	15,0
60	157,0	13,0
70	148,0	9,0
80	138,0	10,0
90	128,0	10,0
100	120,0	8,0
110	115,0	5,0
120	110,0	5,0
130	106,0	4,0
140	103,0	3,0
150	100,0	3,0

Δy
 13,3 per 10 sec.

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie: 1

Boring: 03
 Traject: 2,65-3,15



Diepte boring (D)	230	cm
Grondwaterniveau (GWS)	45	cm
Diepte boring -GWS (H)	185	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	230	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	183	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	161,5	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	0
y0	230
T1	440
y1	183
Δt: 440	
Δy: 47,0	

A 39690

B 45139,7

(A/B) = C 0,879270617

$$K_{sat} = \frac{4.000 \cdot r^2 \cdot (A)}{(H + 20r) \cdot (2 - y/H) \cdot y} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \cdot (C)$$

Ksat = 0,09 m/dag

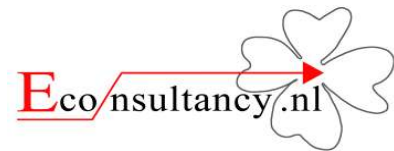
tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	230,0	
10	229,0	1,0
20	226,0	3,0
30	225,0	1,0
40	224,0	1,0
50	223,0	1,0
60	220,0	3,0
70	220,0	0,0
80	219,0	1,0
90	218,0	1,0
100	217,0	1,0
110	216,0	1,0
120	215,0	1,0
130	214,0	1,0
140	213,0	1,0
150	212,0	1,0
160	211,0	1,0
170	210,0	1,0
180	209,0	1,0
190	208,0	1,0
200	207,0	1,0
210	206,0	1,0
220	205,0	1,0
230	204,0	1,0
240	203,0	1,0
250	202,0	1,0
260	201,0	1,0
270	200,0	1,0
280	199,0	1,0
290	198,0	1,0
300	197,0	1,0
310	196,0	1,0
320	195,0	1,0
330	194,0	1,0
340	193,0	1,0
350	192,0	1,0
360	191,0	1,0

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
370	190,0	1,0
380	189,0	1,0
390	188,0	1,0
400	187,0	1,0
410	186,0	1,0
420	185,0	1,0
430	184,0	1,0
440	183,0	1,0
450	182,0	1,0

Δy
 1,1 per 10 sec.

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie 1

Boring: 04
 Traject: 3,2-3,7



Diepte boring (D)	370	cm
Grondwaterniveau (GWS)	105	cm
Diepte boring -GWS (H)	265	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	330	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	250	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	185,0	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	0
y0	330
T1	20
y1	250
Δt: 20	
Δy: 80,0	

A 39690

B 78998,5

(A/B) = C 0,502414663

$$K_{sat} = \frac{4.000 \text{ r}^2 \text{ (A)}}{(H + 20r) (2 - y/H) y \text{ (B)}} \times \frac{\Delta y}{\Delta t \text{ (C)}}$$

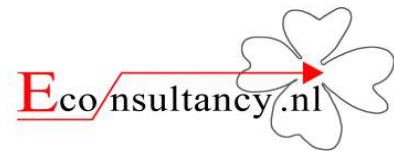
Ksat = 2,01 m/dag

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	330,0	
10	290,0	40,0
20	250,0	40,0
30	228,0	22,0
40	210,0	18,0
50	197,0	13,0
60	180,0	17,0
70	169,0	11,0
80	158,0	11,0
90	148,0	10,0
100	139,0	9,0
110	134,0	5,0
120	126,0	8,0
130	122,0	4,0
140	118,0	4,0
150	114,0	4,0
160	112,0	2,0
170	110,0	2,0
180	108,0	2,0

Δy
 12,3 per 10 sec.

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie: 1

Boring: 05
 Traject: 0,25-0,75



Diepte boring (D)	75	cm
Grondwaterniveau (GWS)	40	cm
Diepte boring -GWS (H)	35	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	75	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	65	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	30,0	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	0
y0	75
T1	40
y1	65
Δt: 40	
Δy: 10,0	

A 39690

B 3360,0

(A/B) = C 11,8125

$$K_{sat} = \frac{4.000 \cdot r^2 \cdot (A)}{(H + 20r) \cdot (2 - y/H) \cdot y} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \cdot (C)$$

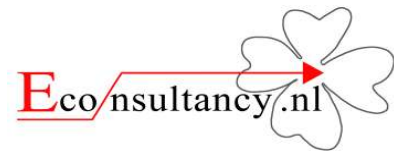
Ksat = 2,95 m/dag

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	75,0	
10	72,0	3,0
20	70,0	2,0
30	67,0	3,0
40	65,0	2,0
50	63,0	2,0
60	60,0	3,0
70	59,0	1,0
80	59,0	0,0
90	58,0	1,0
100	58,0	0,0
110	57,0	1,0
120	57,0	0,0
130	57,0	0,0
140	57,0	0,0
150	57,0	0,0
160	57,0	0,0
170	57,0	0,0
180	57,0	0,0
190	57,0	0,0
200	56,0	1,0
210	56,0	0,0
220	56,0	0,0
230	56,0	0,0
240	56,0	0,0
250	56,0	0,0
260	56,0	0,0
270	56,0	0,0
280	56,0	0,0
290	56,0	0,0
300	55,0	1,0

Δy
 0,7 per 10 sec.

Projectnummer: 10093677
 Projectnaam: BAN.C5S.GEO
 Meet sessie 1

Boring: 06
 Traject: 0,70-1,20



Diepte boring (D)	120	cm
Grondwaterniveau (GWS)	63	cm
Diepte boring -GWS (H)	57	cm
Beginstand na onttrekking (t0)	75	cm (beginstand)
Eindstand na onttrekking (t1)	65	cm
Gem. verlaging GWS in boorgat (y)	7,0	cm tov oorspronkelijk GWS/casing
Radiusboorgat (straal)	3,15	cm
kwadraat straal	9,9225	

Berekening:

T0	0
y0	75
T1	40
y1	65
Δt: 40	
Δy: 10,0	

A 39690

B 1576,8

(A/B) = C 25,17056075

$$K_{sat} = \frac{4.000 \cdot r^2 \cdot (A)}{(H + 20r) \cdot (2 - y/H) \cdot y} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} \cdot (C)$$

Ksat = 6,29 m/dag

tijd [sec]	stijging GWS	Δy
0	105,0	
10	86,0	19,0
20	78,0	8,0
30	70,0	8,0
40	62,0	8,0
50	58,0	4,0
60	55,0	3,0
70	52,0	3,0
80	50,0	2,0

Δy
 6,9 per 10 sec.