

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
EUROPLEIN
TE MAASBRACHT
GEMEENTE MAASGOUW



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

Water

Geohydrologisch onderzoek Europelein te Maasbracht in de gemeente Maasgouw

Opdrachtgever	Plangroep Heggen Postbus 44 6120 AA Born
Project	MSG.HEG.GEO
Rapportnummer	10081569
Status	Eindrapportage
Datum	19 mei 2011
Vestiging	Swalmen
Opsteller	Ing. J.A. Peters
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Ing. M.R.P. Vidal
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
- 3a. - Boorprofielen geohydrologisch onderzoek
- 3b. - Boorprofielen verkennend bodemonderzoek
4. - Methodiek constant-head permeameter
5. - Berekende k-waarden

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Plangroep Heggen opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek aan de Europlein te Maasbracht in de gemeente Maasgouw.

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 of de onderzoekslocatie geschikt voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe zal inzicht worden verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek zal de onder andere de waterdoorlatendheid (k-waarde) van verschillende bodemlagen worden 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 ($\pm 8.400 \text{ m}^2$) is gelegen aan het Europlein, in de kern van Maasbracht in de gemeente Maasgouw (zie bijlage 1) en is kadastraal bekend gemeente Maasgouw, sectie E, nummers 5315, 5316 en 5201(ged.).

Volgens het Aktueel Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl) bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 27 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie X = 190.500, Y = 350.950.

Volgens de Grote Historische Atlas van Nederland, deel 4 "Zuid Nederland 1838-1857", kaartblad 58, 1990 (schaal 1:50.000), was de locatie, alsmede de omgeving ervan, destijds in agrarisch gebruik (weide) en werd extensief bewoond. Tot halverwege de jaren zestig van de vorige eeuw is dit gebruik van de onderzoekslocatie niet wezenlijk veranderd. Sindsdien is de locatie in gebruik als school. Medio jaren zeventig is het meest noordelijke schoolgebouw gerealiseerd. Rondom de bebouwing is voornamelijk tegelverharding aanwezig. Een klein deel van de locatie is onverhard en in gebruik als gazon. Ten westen en noorden van de onderzoekslocatie is in dezelfde periode woningbouw gerealiseerd. Ten oosten is een sportpark ontwikkeld in de jaren zeventig. Verder blijkt uit de geraadpleegde bronnen geen aanwezigheid van ophogingen, dempingen of stortingen.

De initiatiefnemer is voornemens de bestaande bebouwing geheel te slopen en te vervangen door woningen met tuin. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Regionale bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 58 West, 1972 (schaal 1:50.000), in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een Radebrikgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit fijnzandige lichte zavel. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Beegden.

Geomorfologisch gezien behoort de onderzoekslocatie tot een een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde geomorfologische kaarteenheid betreft dalvlakteterras.

2.3 Regionale geohydrologie

Tectonisch gezien ligt de onderzoekslocatie in de Roerdalslenk. Deze slenk wordt aan de zuidwestzijde begrensd door de Feldbiss en aan de noordoostzijde door de Peelrandbreuk. Beide breuken zijn noordwest-zuidoost gericht.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 35 m en wordt gevormd door de grove en grindrijke Formatie van Sterksel en Veghel. Op deze fluviatiele formatie liggen de fijnzandige, matig goed doorlatende dekzandafzettingen, behorende tot het zanddeluvium en de Neunen groep, met een dikte van ± 20 m. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door kleiige afzettingen van de Brunssumklei.

De gemiddelde stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 22 m +NAP, waardoor het grondwater zich op ± 5 m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 57 Oost en 58 West en Oost, 1973 (schaal 1:50.000), in noordwestelijke 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

Grondwatertrap	GHG	GLG	Kwel/Infiltratiegebied
VII	> 0,80	> 1,20	infiltratie
GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand in m -mv GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand in m -mv			

Bron: bodemkaart 58 West, 1972

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 17 mei 2011. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 2 boringen tot 2,0 m -mv geplaatst. Teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen, zijn tevens de boorprofielen geraadpleegd van het verkennend bodemonderzoek (10081568 MSG.HEG.NEN), waarbij, verspreid over het gehele plangebied, in totaal 20 boringen zijn geplaatst, waarvan 2 boringen zijn doorgezet tot circa 5,0 m -mv (zie bijlage 3b). Hierbij is gebleken dat de bodemsamenstelling ter plaatse vrij homogeen van opbouw is. De boringen ten behoeve van het geohydrologisch onderzoek zijn derhalve niet verder doorgezet dan 2,0 m -mv. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. 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 3a).

3.2 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bovengrond bestaat deels uit zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand en deels uit zwak tot sterk zandig leem en is plaatselijk zwak humeus en zwak tot matig grindig alsmede zijn zwakke gley-verschijnselen aangetroffen. De ondergrond bestaat deels uit zwak tot sterk siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak humeus en zwak grindig. Daarnaast is de ondergrond opgebouwd uit zwak tot sterk zandig leem. De diepe ondergrond is opgebouwd uit zwak siltige klei.

Tijdens de veldwerkzaamheden is een leemlaag aangetroffen tot maximaal 1,5 m -mv. Deze leemlaag heeft mogelijk een storende werking op de infiltratiemogelijkheden van de bodem.

Tijdens de veldwerkzaamheden is binnen het traject van 5,0 m -mv geen grondwater aangetroffen.

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij is, mits de doorlatendheid van de bodem zich binnen het meetbereik bevindt ($<10,0$ m/dag), middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de desbetreffende bodemlaag is het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Deze methode is nader toegelicht in bijlage 4.

In tabel II is een classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

Tabel II. *Classificatie doorlatendheid*

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
$< 0,01$	zeer slecht doorlatend
0,01-0,1	slecht doorlatend
0,1-0,5	matig doorlatend
0,5-1,0	vrij goed doorlatend
1,0-10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend
(*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000)	

3.4 Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmetingen zijn in een homogene bodemlaag uitgevoerd. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is tijdens het verkennend bodemonderzoek 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.

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

In tabel III zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven.

Tabel III. *Overzicht uitgevoerde werkzaamheden*

Meetpunt	Einddiepte m-mv	Traject m-mv	Zone	Methodiek
3	2,0	1,0-1,2	onverzadigd	Constant-head
14	2,0	1,3-1,5	onverzadigd	Constant-head

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

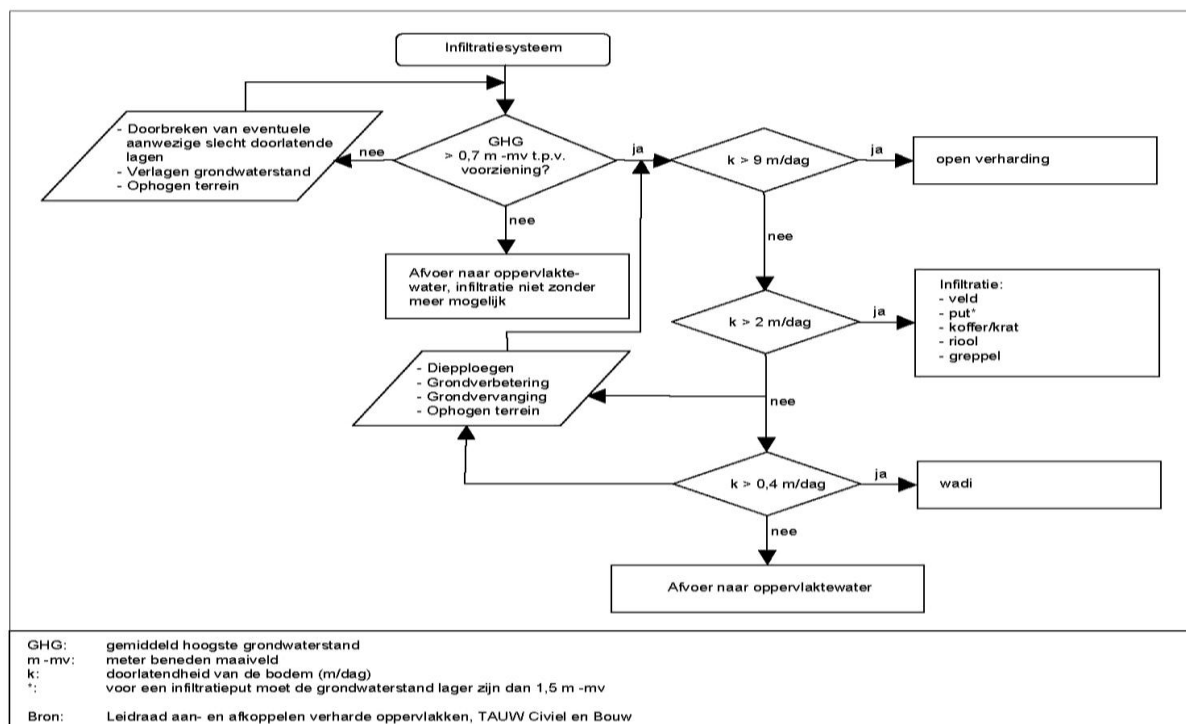
Tabel IV geeft een overzicht van de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd en de resultaten van de berekende k-waarden. Tevens is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel II. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven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

Tabel IV. *Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag*

Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
03	1,0-1,2	onverzadigd	sterk zandig leem	-	1,3	goed doorlatend
14	1,3-1,5	onverzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	-	10,9	zeer goed doorlatend
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.						

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 beslismethodiek. 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 en de actuele grondwaterstand (> 5 m -mv) kan worden ge-steld de bodem onder de leemlaag (welke is aangetroffen tot circa 1,5 m -mv) geschikt is voor de infiltratie van hemelwater.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Plangroep Heggen een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd aan de Europlein te Maasbracht in de gemeente Maasgouw.

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 of de onderzoekslocatie geschikt voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe zal inzicht worden verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek zal de onder andere de waterdoorlatendheid (k-waarde) van verschillende bodemlagen worden onderzocht.

Bodemopbouw en grondwater

De bovengrond bestaat deels uit zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand en deels uit zwak tot sterk zandig leem en is plaatselijk zwak humeus en zwak tot matig grindig alsmede zijn zwakke gley-verschijnselen aangetroffen. De ondergrond bestaat deels uit zwak tot sterk siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak humeus en zwak grindig. Daarnaast is de ondergrond opgebouwd uit zwak tot sterk zandig leem. De diepe ondergrond is opgebouwd uit zwak siltige klei.

Tijdens de veldwerkzaamheden is een leemlaag aangetroffen tot maximaal 1,5 m -mv. Deze leemlaag heeft mogelijk een storende werking op de infiltratiemogelijkheden van de bodem.

Tijdens de veldwerkzaamheden is binnen het traject van 5,0 m -mv geen grondwater aangetroffen.

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 2 doorlatendheidsmetingen in een onverzadigde bodemlaag uitgevoerd. De onverzadigde zone bestaat deels uit sterk zandig leem en deels uit zwak siltig matig fijn zand. De leemlaag heeft een k-waarde van 1,3 m/dag en wordt als (redelijk) goed doorlatend geclassificeerd. De k-waarde van de zwak siltige zandlaag daaronder betreft 10,9 m/dag en wordt als zeer goed doorlatend geclassificeerd.

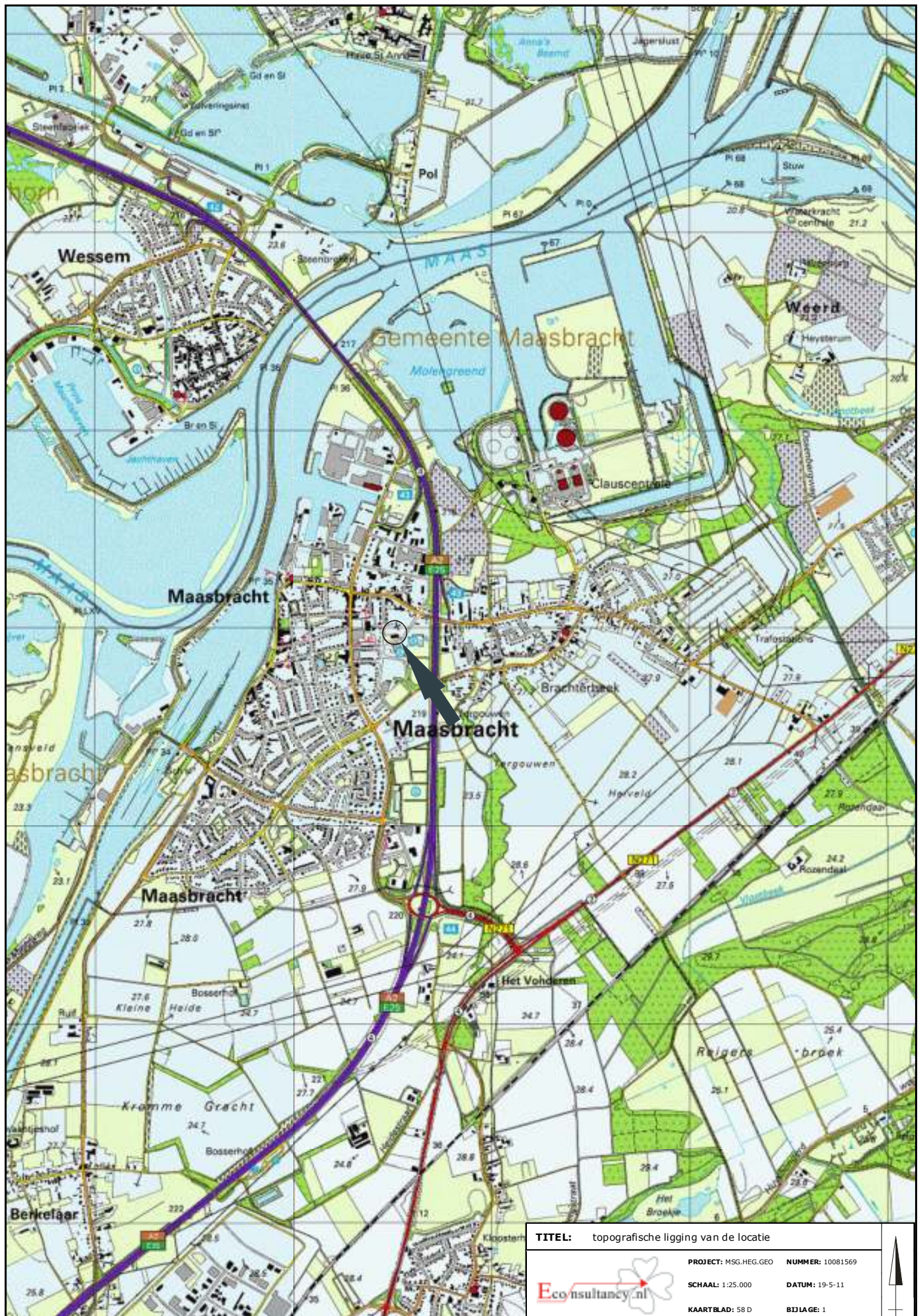
Advies infiltratiemogelijkheden

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 onder de leemlaag geschikt is voor de infiltratie van hemelwater, terwijl de leemlaag mogelijkerwijs voor stagnatie kan zorgen bij het infiltreren.

Bij het maken van de keuze voor het type infiltratievoorziening(en) is het tevens van belang rekening te houden met het actuele grondwatervniveau en het gemiddeld hoogste grondwatervniveau. 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 Maasgouw en het Waterschap Peel en Maas.

Econsultancy
Swalmen, 19 mei 2011



TITEL: topografische ligging van de locatie



PROJECT: MSG.HEG.GEO **NUMMER:** 10081569

SCHAAL: 1:25.000 **DATUM:** 19-5-11

KAARTBLAD: 58 D **BIJLAGE:** 1





Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

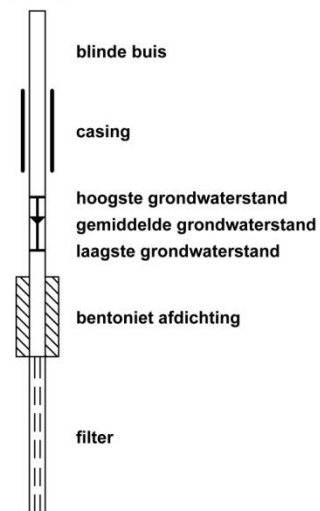
zand

	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

peilbuis



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)

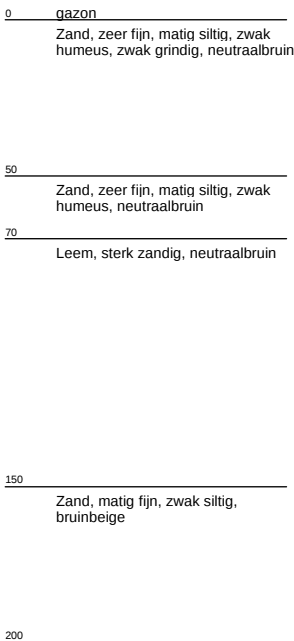
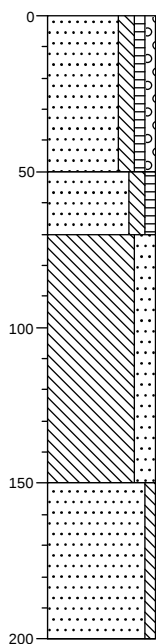
overig

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

	slib
	water

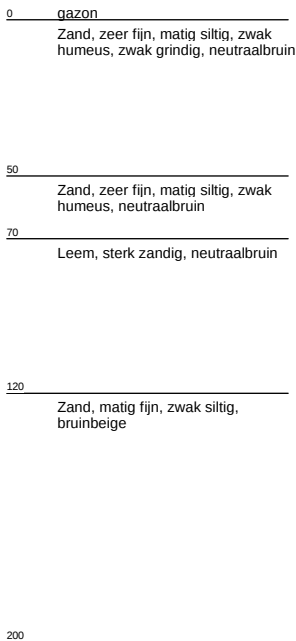
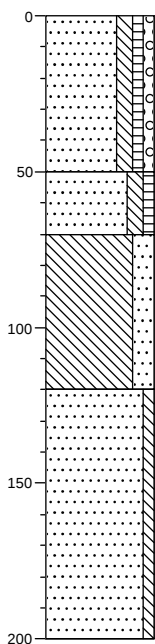
Bijlage 3a Boorprofielen geohydrologisch onderzoek

Boring: 03



k-waarde = 1,3

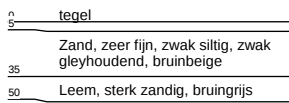
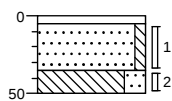
Boring: 14



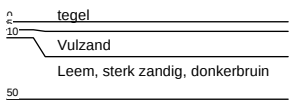
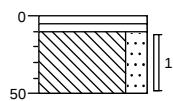
k-waarde = 10,9

Bijlage 3b Boorprofielen verkennend bodemonderzoek

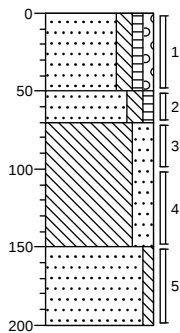
Boring: 01



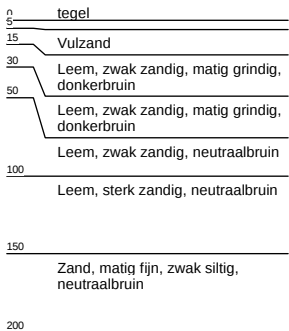
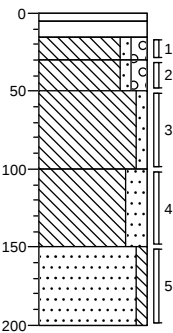
Boring: 02



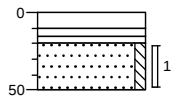
Boring: 03



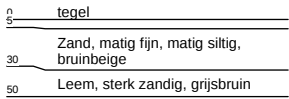
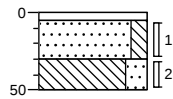
Boring: 04



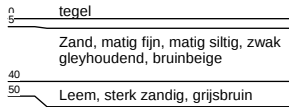
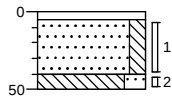
Boring: 05



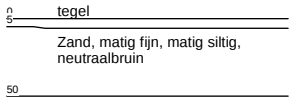
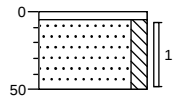
Boring: 06



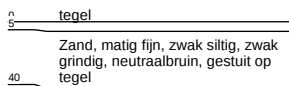
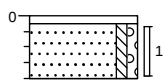
Boring: 07



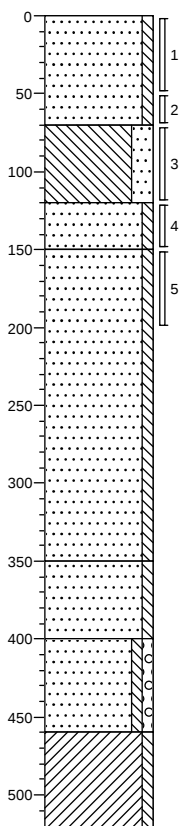
Boring: 08



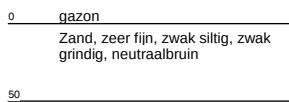
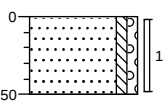
Boring: 09



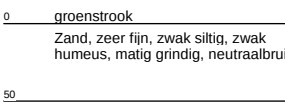
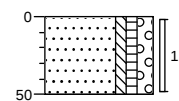
Boring: 10



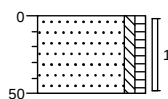
Boring: 11



Boring: 12

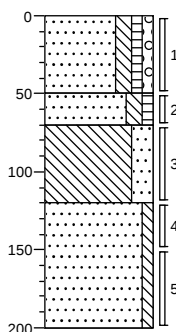


Boring: 13



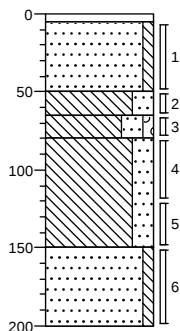
0 gazon
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50

Boring: 14



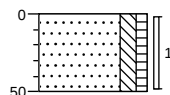
0 gazon
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, neutraalbruin
50
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin
70
Leem, sterk zandig, neutraalbruin
120
Zand, matig fijn, zwak siltig, bruinbeige
150
Zand, matig fijn, zwak siltig, bruinbeige
200

Boring: 15



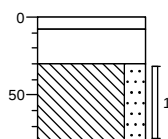
0 tegel
Zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraalbruin
50
Leem, sterk zandig, neutraalbruin
65
Leem, sterk zandig, zwak grindig, grijsbruin
80
Leem, sterk zandig, neutraalbruin
150
Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalbruin
200

Boring: 16



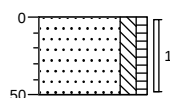
0 groenstrook
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50

Boring: 17



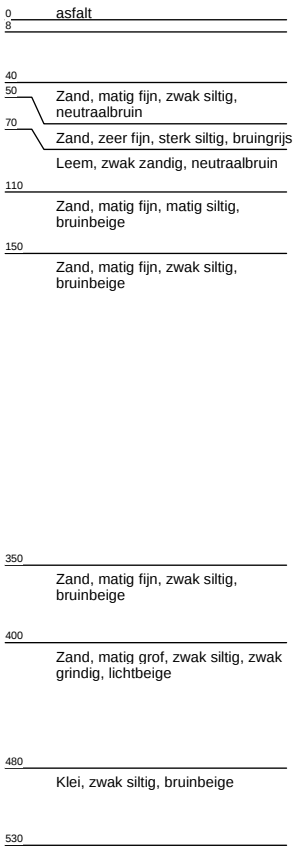
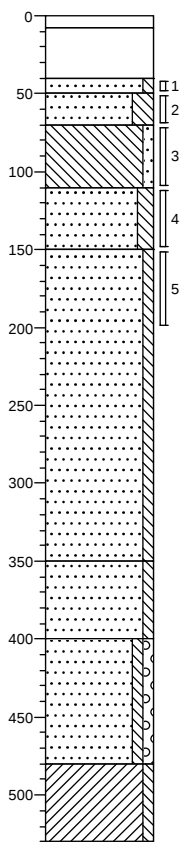
0 asfalt
8
Volledig keien
30
Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend
80

Boring: 18

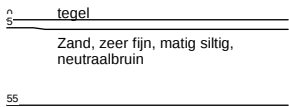
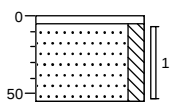


0 groenstrook
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50

Boring: 19



Boring: 20



Bijlage 4 Methodiek doorlatendheidsmetingen

Methodiek constant-head permeameter

De k-waarde wordt bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij wordt met behulp van een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Het betreft hier uitsluitend in-situ proeven in de onverzadigde zone.

Hierna kan er met behulp van de "Glover Solution" de k-waarde van de desbetreffende bodemlaag berekend worden. Indien er geen slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution", welke hieronder in formulevorm is weergegeven, de k-waarde berekend worden:

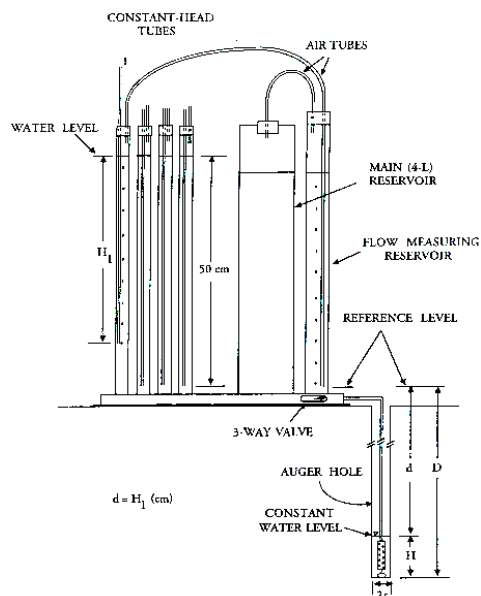
$$K_{sat} = \frac{\left(\text{hyp sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 schematisch weergegeven.

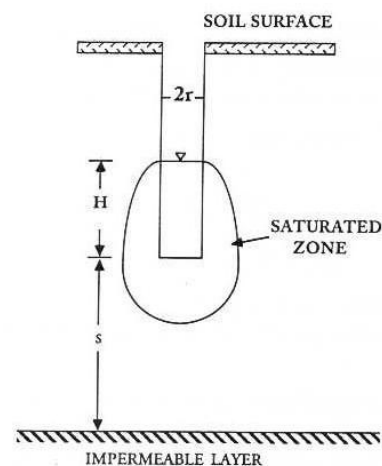
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

$$K_{sat} = \frac{3 * \ln \frac{H}{r}}{\pi * H * ((3 * H) + (2 * s))} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 weergegeven en de parameter s is in figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 1.



Figuur 2.

Bijlage 5 Berekende k-waarden

Resultaten Constant-head methode



Boring 03

projectnaam:

MSG.HEG.GEO

projectnummer:

10081569

meetgegevens	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	95			95		
laageinde [cm -mv]	120			120		
Q [cm3/cm]	105			105		
H [cm]	25			27		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -mv]	130			130		
	metingen		k-waarde (m/dag)	metingen		k-waarde (m/dag)
	hoogte	t (s)		hoogte	t (s)	
meting 0 t = 0 [cm]	35,0	0 -		41,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	33,0	30	2,76	40,2	30	0,98
meting 2 t = 2 [cm]	31,3	60	2,35	39,4	60	0,98
meting 3 t = 3 [cm]	29,9	90	1,93	38,6	90	0,98
meting 4 t = 4 [cm]	28,6	120	1,80	37,8	120	0,98
meting 5 t = 5 [cm]	27,3	150	1,80			
meting 6 t = 6 [cm]	26,2	180	1,52			
meting 7 t = 7 [cm]	25,3	210	1,24			
meting 8 t = 8 [cm]	24,4	240	1,24			
meting 9 t = 9 [cm]	23,5	270	1,24			
meting 10 t = 10 [cm]	22,6	300	1,24			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			1,71	0,98		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemiaag:			1,3			

Boring 14

meetgegevens	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	140			134		
laageinde [cm -mv]	150			150		
Q [cm3/cm]	105			105		
H [cm]	10			16		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -mv]	130			130		
	metingen		k-waarde (m/dag)	metingen		k-waarde (m/dag)
	hoogte	t (s)		hoogte	t (s)	
meting 0 t = 0 [cm]	38,0	0 -		39,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	34,8	30	16,37	36,3	30	7,21
meting 2 t = 2 [cm]	31,9	60	14,83	34,0	60	6,14
meting 3 t = 3 [cm]	29,1	90	14,32	31,6	90	6,41
meting 4 t = 4 [cm]	26,4	120	13,81	26,7	120	13,08
meting 5 t = 5 [cm]	23,4	150	15,35	24,2	150	6,67
meting 6 t = 6 [cm]	20,6	180	14,32	21,9	180	6,14
meting 7 t = 7 [cm]	18	210	13,30	19,5	210	6,41
meting 8 t = 8 [cm]	15,6	240	12,28	17,1	240	6,41
meting 9 t = 9 [cm]	12,4	270	16,37			
meting 10 t = 10 [cm]	9,8	300	13,30			
meting 11 t = 11 [cm]	7,1	330	13,81			
meting 12 t = 12 [cm]	4,6	360	12,79			
meting 13 t = 13 [cm]	2	390	13,30			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			14,55	7,31		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemiaag:			10,9			