

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

HUB 1

TE EGCHEL

GEMEENTE PEEL EN MAAS

**geohydrologisch onderzoek
Hub 1 te Egchel
in de gemeente Peel en Maas**

Opdrachtgever	Dhr. R.A.J. Delissen Hub 1 5981 PT Panningen
Project	P&M.ACC.GEO
Rapportnummer	10111847
Status	Eindrapportage
Datum	15 december 2010
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.....	2
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....	3
3.4	Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen	3
4.	RESULTATEN EN BEOORDELING.....	4
4.1	Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen.....	4
4.2	Beoordeling infiltratiemogelijkheden.....	4
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 de heer R.A.J. Delissen opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek aan de Hub 1 te Egchel in de gemeente Peel en Maas.

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 ($\pm 9.000 \text{ m}^2$) ligt aan de Hub 1, circa 0,7 km ten noordwesten van de kern van Egchel in de gemeente Peel en Maas (zie bijlage 1) en is kadastraal bekend gemeente Helden, sectie H, nummer 2538 (ged.).

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 58 B, 2004 (schaal 1:25.000), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 32,5 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie $X = 195.250$, $Y = 369.960$.

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

In de toekomstige situatie zullen er een zestal bouwkavels gerealiseerd worden. De aard van de eventuele infiltratievoorziening is vooralsnog 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, kaartblad 58 West, 1967 (schaal 1:50.000), uit een hoge zwarte enkeerdgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Twente.

Geomorfologisch gezien ligt de onderzoekslocatie op een welving bestaande uit een dekzandrug.

2.3 Regionale geohydrologie

Tectonisch gezien ligt de onderzoekslocatie op de Peelhorst. Deze horst wordt aan de zuidwestzijde begrensd door de Peelrandbreuk en aan de noordoostzijde door de Tegelenbreuk. Beide breuken zijn noordwest-zuidoost gericht.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 10 m en wordt gevormd door zandige en grindige afzettingen van de Formatie van Veghel. Op deze formaties liggen fijnzandige, matig goed doorlatende dekzandafzettingen, behorende tot de Formatie van Twente, met een dikte van ± 10 m. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door afzettingen van de Kiezeloöliet Formatie. Het bovenste deel van deze complexe eenheid bestaat uit klei met bruinkoolinschakelingen.

De gemiddelde grondwaterstand van het freatisch grondwater bedraagt ± 30 m +NAP, waardoor het grondwater zich op $\pm 2,5$ m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van, kaartblad 57 Oost, 58 West en Oost, 1974 (schaal 1:50.000), in zuidoostelijke richting.

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
grondwatertrap VII	>0,8 m -mv	>1,2 m -mv	infiltratie
GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand			

Bron: de bodemkaart van Nederland, kaartblad 58 West, 1967 (schaal 1:50.000).

De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 14 december 2010. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 2 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 2,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de boorgaten 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 sterk siltig, zeer fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus en plaatselijk zwak baksteen- en veenhoudend. De ondergrond is plaatselijk zwak tot sterk gleyhoudend. Tevens komen in de ondergrond plaatselijk brokken leem voor.

Tabel II geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 14 december 2010 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	2,0	1,5	0,7(*A)
02	2,0	1,95	0,5 (*A)
(*A) GHG geschat op basis van gleyverschijnselen in de onverzadigde zone.			

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 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
2 (2,0 m -mv)	3 (onverzadigde zone, *A)
(*A) De k-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter.	

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.

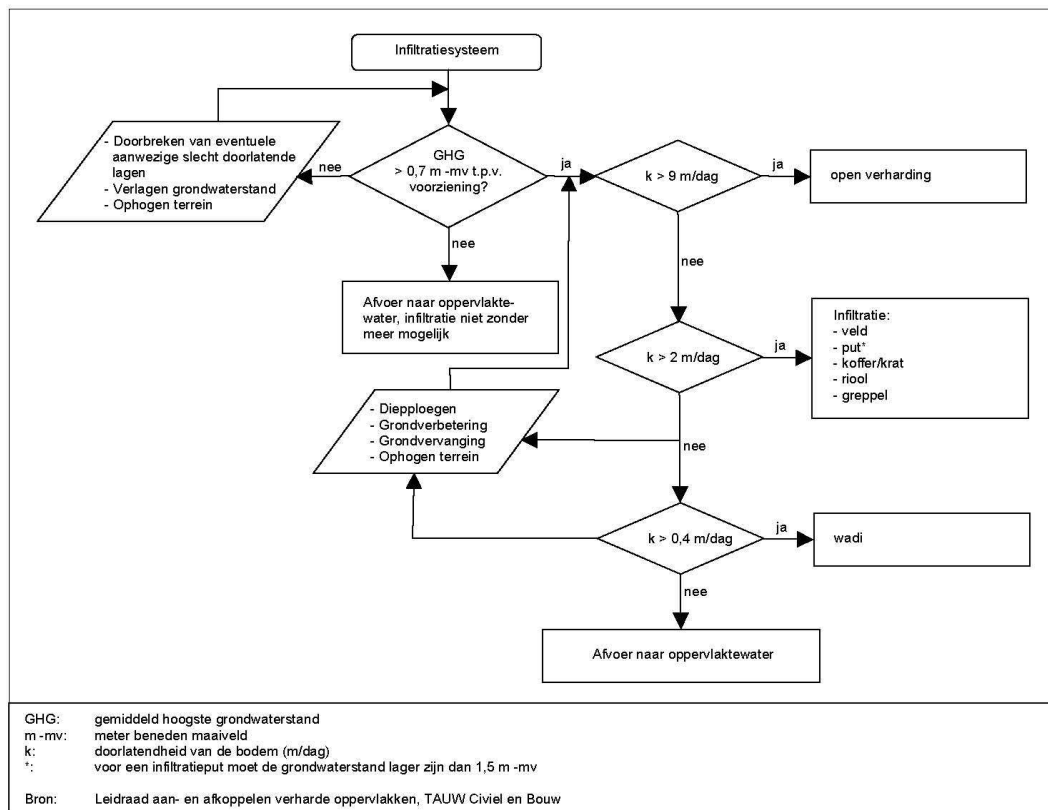
Tabel V. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag

Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
01	0,5-0,7	onverzadigd	matig siltig, zeer fijn zand	zwak humeus en veenhoudend	0,77	vrij goed doorlatend
	0,7-1,0	onverzadigd	matig siltig, zeer fijn zand	brokken leem en zwak gleyhoudend	< 0,01	zeer slecht doorlatend
02	0,6-0,9	onverzadigd	matig siltig, zeer fijn zand	zwak gleyhoudend	0,1	slecht 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 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 kan worden gesteld de bodem tot 2,0 m -mv niet geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewater). Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfil-treerd in diepere verzadigde bodemlagen (>2,0 m -mv). Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden de hoeveel-heid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van de heer R.A.J. Delissen een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd aan de Hub 1 te Egchel in de gemeente Peel en Maas.

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.

Bodemopbouw en grondwater

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak tot sterk siltig, zeer fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus en plaatselijk zwak baksteen- en veenhoudend. De ondergrond is plaatselijk zwak tot sterk gleyhoudend. Tevens komen in de ondergrond plaatselijk brokken leem voor.

Het grondwaterniveau varieert van circa 1,5 tot 1,95 m -mv.

Doorlatendheid

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 3 in-situ doorlatendheidsmetingen in een aantal onverzadigde bodemlagen uitgevoerd. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht. De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als zeer slecht tot vrij goed doorlatend, waarbij k-waarden van <0,01 en 0,77 m/dag zijn aangetoond.

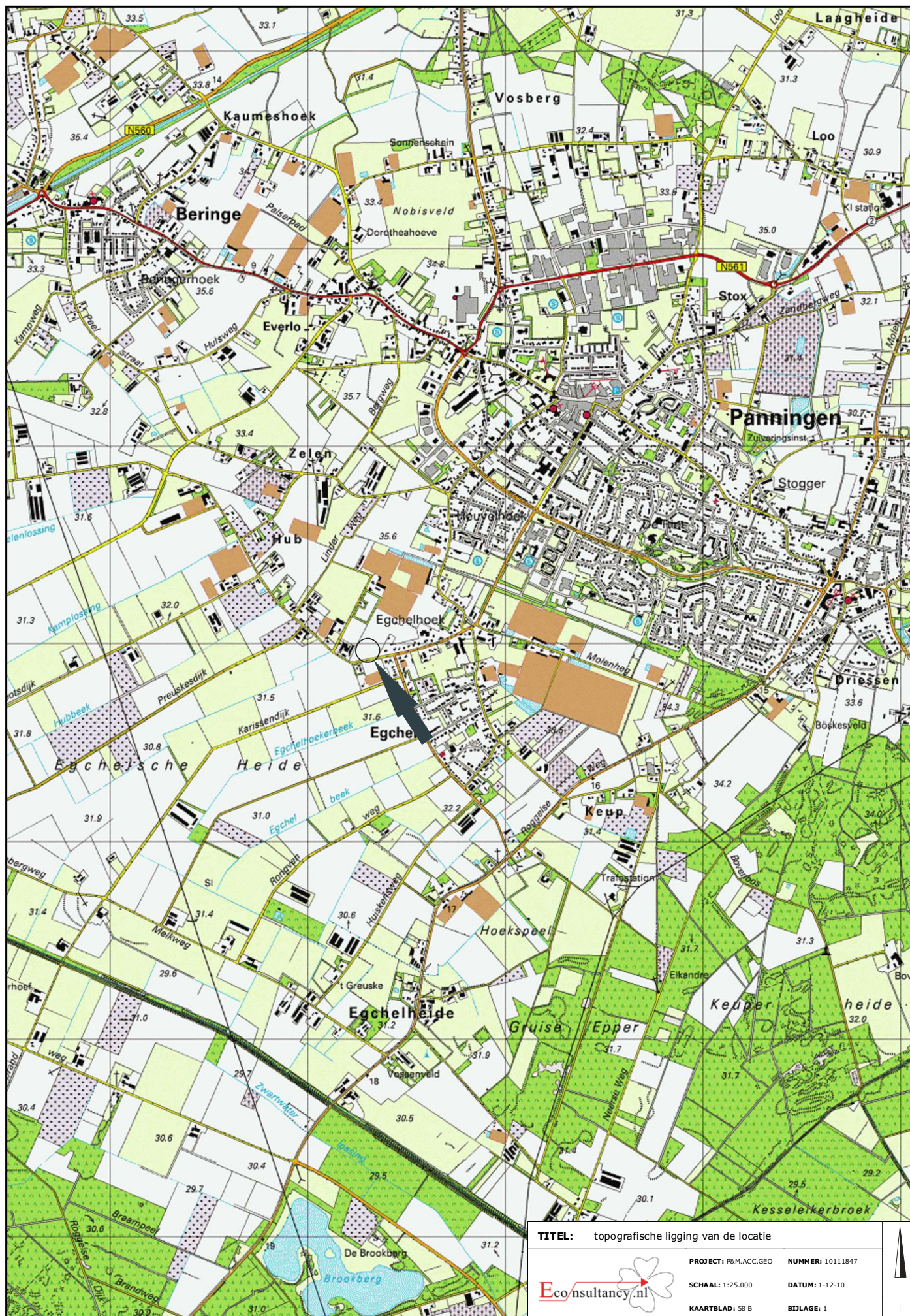
Advies infiltratiemogelijkheden

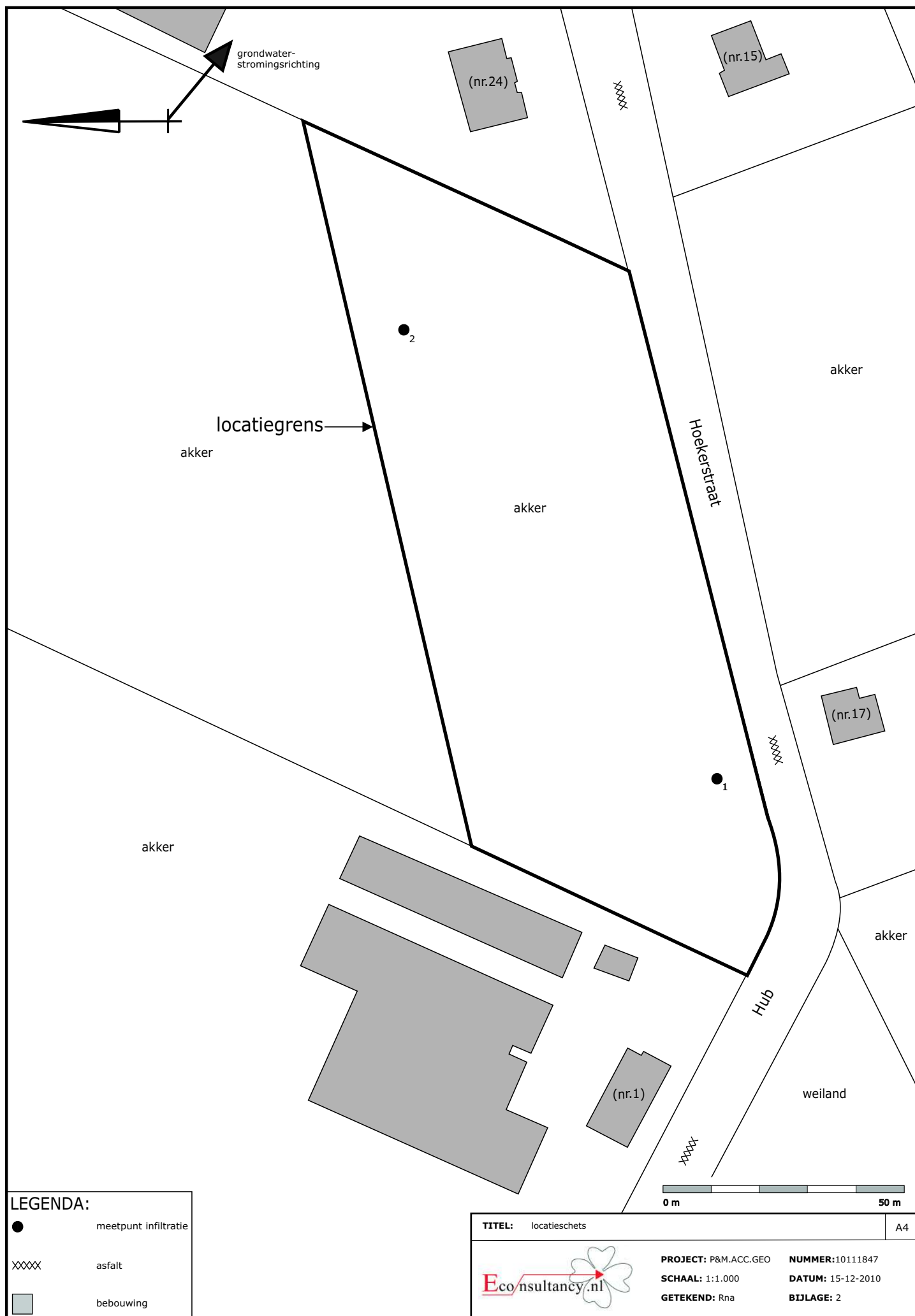
De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden.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

Op basis van de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstand kan worden gesteld dat de bodem tot 2,0 m -mv niet geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewater). Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfiltreerd in diepere verzadigde bodemlagen (>2,0 m -mv).

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 Peel en Maas en het Waterschap Peel en Maasvallei.

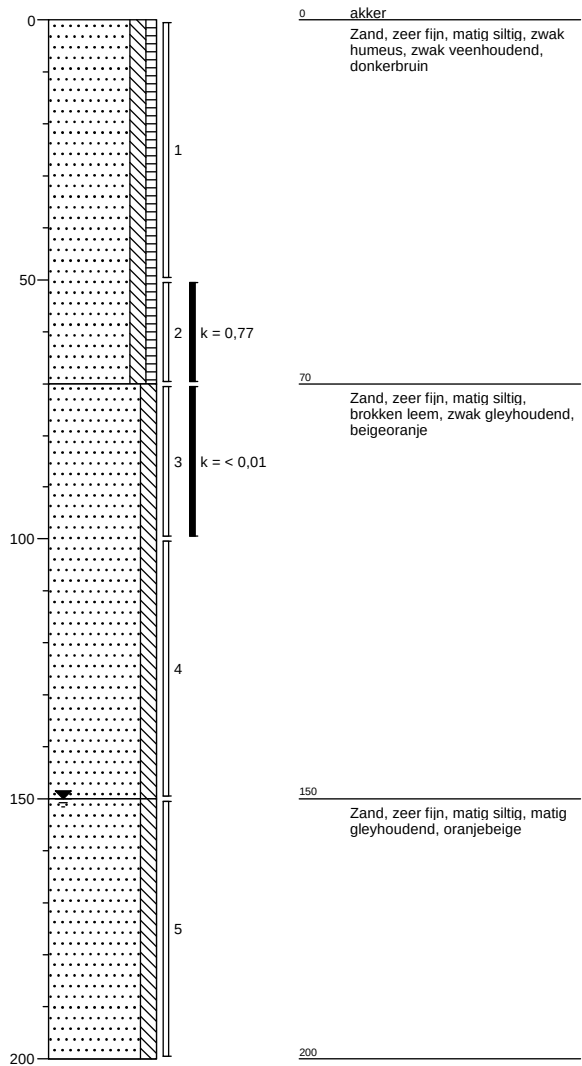
Econsultancy
Swalmen, 15 december 2010



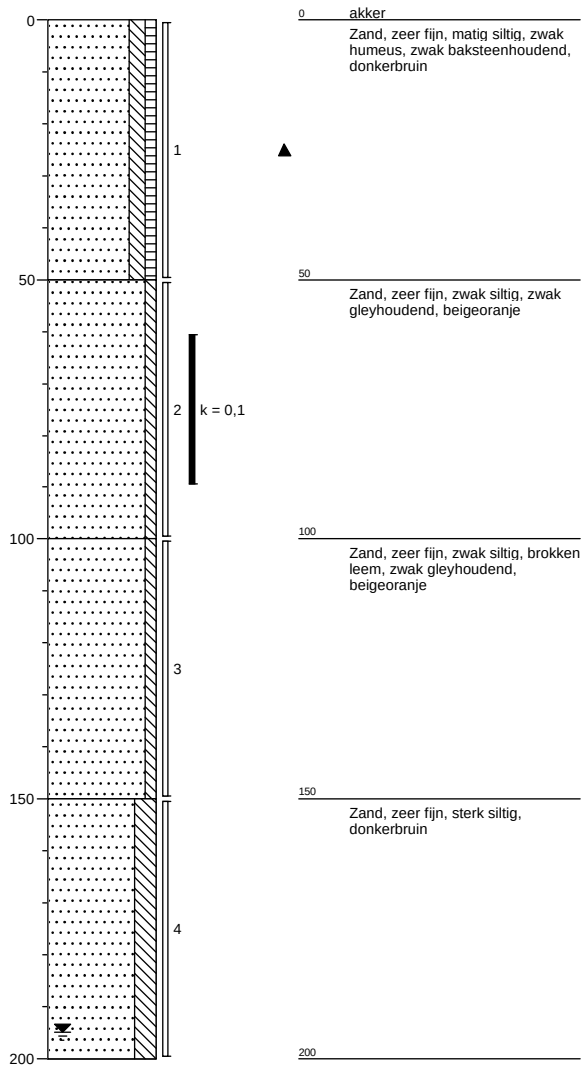


Bijlage 3 Boorprofielen

Boring: 1

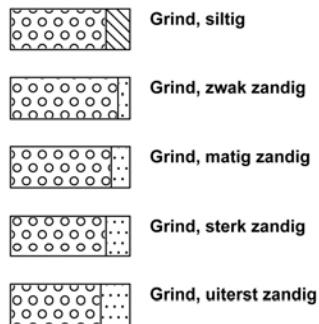


Boring: 2

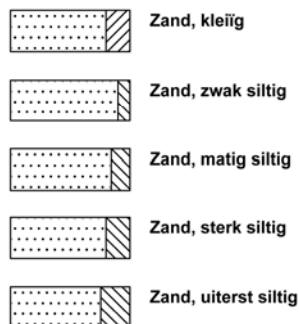


Legenda (conform NEN 5104)

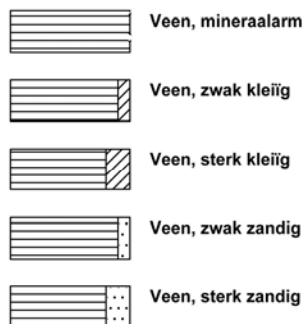
grind



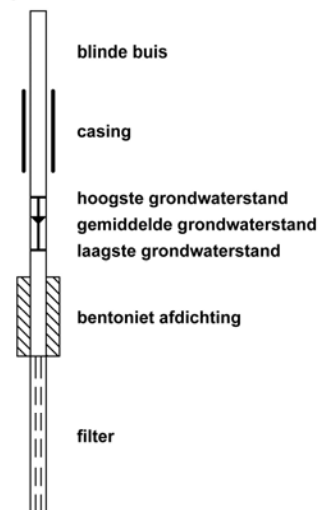
zand



veen



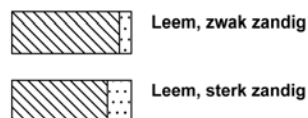
peilbuis



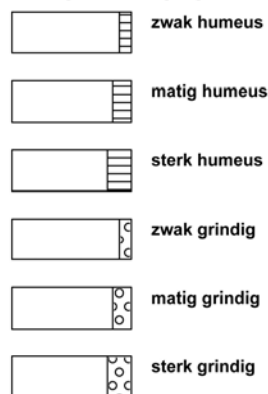
klei



leem



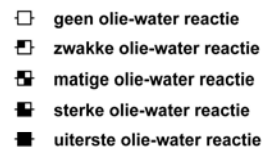
overige toevoegingen



geur



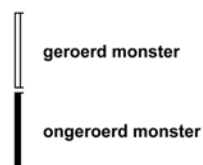
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 4 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:

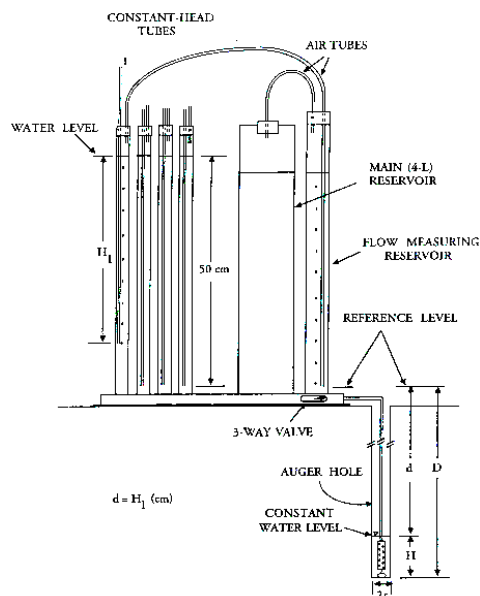
$$K_{sat} = \frac{\left(\operatorname{hypsin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

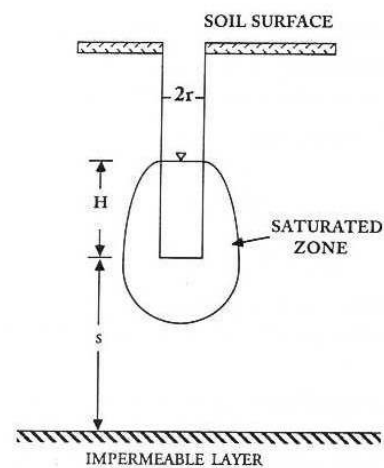
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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

Tabel I. Resultaten MP01

MP01	laag 1			MP01 duplo	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	70			laagbegin [cm -mv]	70		
laageinde [cm -mv]	100			laageinde [cm -mv]	100		
Q [cm3/cm]	105			Q [cm3/cm]	105		
H [cm]	20			H [cm]	20		
r [cm]	3,5			r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	100			D [cm -mv]	100		
	metingen		k-waarde		metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)		hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	41,0	0 -		meting 0 t = 0 [cm]	37,5	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	40,1	30	1,74	meting 1 t = 1 [cm]	37,5	30	0,00
meting 2 t = 2 [cm]	39,5	60	1,16	meting 2 t = 2 [cm]	37,5	60	0,00
meting 3 t = 3 [cm]	39,2	90	0,58	meting 3 t = 3 [cm]	37,5	90	0,00
meting 4 t = 4 [cm]	39,2	120	0,00	meting 4 t = 4 [cm]	37,5	120	0,00
meting 5 t = 5 [cm]	39,2	150	0,00	meting 5 t = 5 [cm]	37,5	150	0,00
meting 6 t = 6 [cm]	39,2	180	0,00				
meting 7 t = 7 [cm]	39,2	210	0,00				
gemiddelde k-waarde (m/dag)			0,00	gemiddelde k-waarde (m/dag)			0,00

Tabel II. Resultaten MP01

MP02	laag 2		
laagbegin [cm -mv]	50		
laageinde [cm -mv]	70		
Q [cm3/cm]	105		
H [cm]	20		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	70		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	13,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	10,0	30	5,79
meting 2 t = 2 [cm]	11,5	60	-2,89
meting 3 t = 3 [cm]	8,0	90	6,75
meting 4 t = 4 [cm]	7,7	120	0,58
meting 5 t = 5 [cm]	7,3	150	0,77
meting 6 t = 6 [cm]	6,9	180	0,77
meting 7 t = 7 [cm]	6,9	210	0,00
meting 8 t = 8 [cm]	5,7	240	2,32
meting 9 t = 9 [cm]	5,3	270	0,77
meting 10 t = 10 [cm]	4,9	300	0,77
meting 11 t = 11 [cm]	4,5	330	0,77
meting 12 t = 12 [cm]	4,1	360	0,77
gemiddelde k-waarde (m/dag)			0,77

Bijlage 5 Berekende k-waarden

Tabel III. Resultaten MP02

MP02	laag 1			MP02 duplo	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	60			laagbegin [cm -mv]	60		
laageinde [cm -mv]	90			laageinde [cm -mv]	90		
Q [cm ³ /cm]	105			Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	20			H [cm]	20		
r [cm]	3,5			r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	90			D [cm -mv]	90		
	metingen		k-waarde		metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)		hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	33,0	0 -		meting 0 t = 0 [cm]	29,5	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	32,3	30	1,35	meting 1 t = 1 [cm]	29,5	30	0,00
meting 2 t = 2 [cm]	32,0	60	0,58	meting 2 t = 2 [cm]	29,4	60	0,19
meting 3 t = 3 [cm]	31,9	90	0,19	meting 3 t = 3 [cm]	29,4	90	0,10
meting 4 t = 4 [cm]	31,8	120	0,19	meting 4 t = 4 [cm]	29,3	120	0,10
meting 5 t = 5 [cm]	31,8	150	0,10	meting 5 t = 5 [cm]	29,3	150	0,10
meting 6 t = 6 [cm]	31,7	180	0,10	meting 6 t = 6 [cm]	29,2	180	0,10
meting 7 t = 7 [cm]	31,7	210	0,10				
meting 8 t = 8 [cm]	31,6	240	0,10				
				gemiddelde k-waarde (m/dag)	0,10		
gemiddelde k-waarde (m/dag)	0,10						