

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

GRAVENALLEE 30

ST. NICOLAASSTICHTING

TE DENEKAMP

GEMEENTE DINKELLAND

Project: DIN.WES.GEO
Rapportnummer: 08025249
Status: Eindrapportage
Datum: 2 juni 2008
Opdrachtgever: Westerdiep Adviseur Milieu en Ruimte
Thomas à Kempisstraat 26
7009 KT Doetinchem
Tel. 0314 - 334887
Contactpersoon: Dhr. J. Westerdiep

Uitvoerder: Econsultancy bv
Havenstraat 124
7005 AG Doetinchem
Tel. 0314 - 365150
Fax 0314 - 365177
Mail Doetinchem@Econsultancy.nl

Opsteller: Ing. S. Schut
Paraaf: 

Kwaliteitscontroleur: Ing. H.J.H. Jolink
Paraaf: 

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	Uitvoering infiltratieproeven	3
3.4	Methodiek infiltratieproeven onverzadigde zone	3
4.	RESULTATEN	4
5.	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	5

BIJLAGEN:

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

1. INLEIDING

Econsultancy bv heeft van Westerdiep Adviseur Milieu en Ruimte opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek ter plaatse van het terrein van de St. Nicolaasstichting aan de Gravenallee te Denekamp in de gemeente Dinkelland.

Het geohydrologisch onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van de voorgenomen nieuwbouw op de locatie, alsmede in het kader van duurzaam waterbeheer. Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het veldwerk is uitgevoerd volgens de geldende NEN-normen en/of richtlijnen.

Econsultancy bv werkt volgens een dynamisch kwaliteitssysteem, zoals beschreven in het kwaliteits-handboek. Ons kwaliteitssysteem is gecertificeerd volgens de kwaliteitsborgingsnormen van de NEN-EN-ISO 9001:2000.

2. LOCATIEGEGEVENS

2.1 Huidig en toekomstig gebruik

De onderzoekslocatie ($\pm 21.800 \text{ m}^2$) betreft het perceel van de St. Nicolaasstichting, circa 1,8 km ten noorden van de kern van Denekamp in de gemeente Dinkelland. (zie bijlage 1). Het perceel, waar de onderzoekslocatie deel van uitmaakt, is kadastraal bekend gemeente Dinkelland, sectie M, nummers 1202 en 578.

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 29 A, 1989 (schaal 1:25.000), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 24,5 m +NAP en zijn de coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie $X = 265.330$, $Y = 490.510$.

De huidige, te slopen, bebouwing bestaat momenteel uit enkele woningen, een school, en een zorg-eenheid ten behoeve van de huisvesting van enkele cliënten van de St. Nicolaasstichting. Ter plaatse bestaat de verharding uit klinkers en bevinden zich er groenstroken.

In de toekomstige situatie zullen 2 zorggebouwen worden gerealiseerd. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd. De aard van eventuele toekomstige infiltratievoorzieningen is nog 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 40 Oost, 1985 (schaal 1:50.000), uit een veldpodzol/-vorstvaaggrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk zijn opgebouwd uit lemig fijn zand en leemarm/zwak lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodems zijn ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

2.3 Regionale geohydrologie

De onderzoekslocatie bevindt zich in het glaciële Bekken van Lattrop. Ten zuiden van de locatie is de stuwwal "Oldenzaal" gelegen.

Het eerste watervoerend pakket (Muschelkalk) heeft een dikte van ± 35 m en wordt met name gevormd door zwak slibhoudende, middel fijne tot uiterst fijne kwartaire zanden. Plaatselijk wordt een slecht doorlatende kleiige laag aangetroffen. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door een slecht doorlatende tertiaire basis, bestaande uit klei.

De gemiddelde grondwaterstand van het freatisch grondwater bedraagt $\pm 23,0$ m +NAP, waardoor het grondwater zich op $\pm 1,5$ m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 29 West, 1973 (schaal 1:50.000), in oostelijke richting. Op een afstand van ± 300 m ten westen van de onderzoekslocatie ligt een waterwingebied. De onttrekking die plaats vindt in dit wingebied heeft waarschijnlijk slechts een beperkte invloed op de grondwaterstroming van het freatisch grondwater.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 22 mei 2008. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 6 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 3,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de infiltratieproeven 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 ligging 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 bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak tot matig humeus, zwak siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. Plaatselijk is de ondergrond zwak tot matig humeus. Tevens is de ondergrond plaatselijk zwak tot matig grindig.

Tabel I geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 22 mei 2008 zijn waargenomen.

Tabel I. Overzicht grondwaterstanden

Meetpunt	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)
MP1	3,0	1,70
MP2	3,0	1,80
MP3	3,0	2,00
MP4	3,0	2,20
MP5	3,0	2,00
MP6	3,0	1,80
MP03 (*A)	3,0	2,20

Meetpunt	Boordiepte (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)
MP08 (*A)	3,7	1,80
MP14 (*A)	3,4	1,90
MP22 (*A)	3,6	1,90

(*A) Het betreft een peilbuis, welke tijdens het verkennend bodemonderzoek is geplaatst (08025246 DIN.WES.NEN)

3.3 Uitvoering infiltratieproeven

In de onverzadigde zone komen enkele bodemlagen voor, welke mogelijk geschikt zijn voor infiltratie van hemelwater. Met behulp van de overige infiltratieproeven is voor een homogene bodemlaag de waterdoorlatendheidscoëfficiënt (k-waarde) op de onderzoekslocatie bepaald. Per homogene bodemlaag is een representatief traject van 34 cm beschouwd. In tabel II zijn de onderzochte bodemlagen weergegeven.

Tabel II. Overzicht van de bodemlagen en bodemsamenstelling

Meetpunt	Boordiepte (m -mv)	Bodemlaag (m -mv)	Bodemsamenstelling	Opmerkingen
MP1	3,0	1,1-1,5	zwak siltig, matig fijn zand	-
MP2	3,0	0,5-1,1	zwak humeus, zwak siltig, zeer fijn zand	-
MP3	3,0	0,6-1,7	zwak siltig, zwak grindig, zeer fijn zand	-
MP4	3,0	0,6-3,0	zwak siltig, zeer fijn zand	-
MP5	3,0	0,15-1,9	zwak humeus, zwak siltig, zeer fijn zand	-
MP6	3,0	0,6-0,9	zwak humeus, zwak siltig, matig fijn zand	-

3.4 Methodiek infiltratieproeven onverzadigde zone

De k-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij is middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de betreffende bodemlaag is het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Er is ten behoeve van een constante meting met één debiet gerekend, te weten 105 cm³/cm. In bijlage 4 is een toelichting op de meetmethode opgenomen. Tevens is de methode "Glover Solution" toegelicht, waarmee de k-waarde wordt berekend. 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)

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Voor een goede werking van een infiltratievoorziening dient de doorlatendheid van de bodem minimaal 0,5 m/dag te bedragen. Echter, na verloop van tijd kan de doorlatendheid afnemen als gevolg van zetting, zwel/krimp en bezetting van het adsorptiecomplex. Derhalve wordt bij dimensionering bij voorkeur een minimale k-waarde aangehouden van 1,0 m/dag.

4. RESULTATEN

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

Tabel IV. Overzicht bodemlaag en de berekende k-waarden

Meetpunt	Onderzochte bodemlaag (m -mv)	Bodemsamenstelling	Gemiddelde k-waarde (m/dag)	Beoordeling
MP1	1,1-1,5	zwak siltig, matig fijn zand	1,22	goed doorlatend
MP2	0,5-1,1	zwak humeus, zwak siltig, zeer fijn zand	0,98	vrij goed doorlatend
MP3	0,6-1,7	zwak siltig, zwak grindig, zeer fijn zand	3,42	goed doorlatend
MP4	0,6-3,0	zwak siltig, zeer fijn zand	1,47	goed doorlatend
MP5	0,15-1,9	zwak humeus, zwak siltig, zeer fijn zand	1,96	goed doorlatend
MP6	0,6-0,9	zwak humeus, zwak siltig, matig fijn zand	0,05 (*A)	slecht doorlatend

(*A) Er kon geen constante meting worden uitgevoerd. De gemeten k-waarde kan niet als representatief worden beschouwd

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy bv heeft in opdracht van Westerdiep Adviseur Milieu en Ruimte een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd ter plaatse van het terrein van de St. Nicolaasstichting aan de Gravenallee 30 te Denekamp in de gemeente Dinkelland.

Het geohydrologisch onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van de voorgenomen nieuwbouw op de locatie, alsmede in het kader van duurzaam waterbeheer. Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen.

Bodemopbouw en grondwater

De bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak tot matig humeus, zwak siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. Plaatselijk is de ondergrond zwak tot matig humeus. Tevens is de ondergrond plaatselijk zwak tot matig grindig. Het grondwaterniveau varieert van circa 1,7 tot 2,2 m -mv.

Doorlatendheid

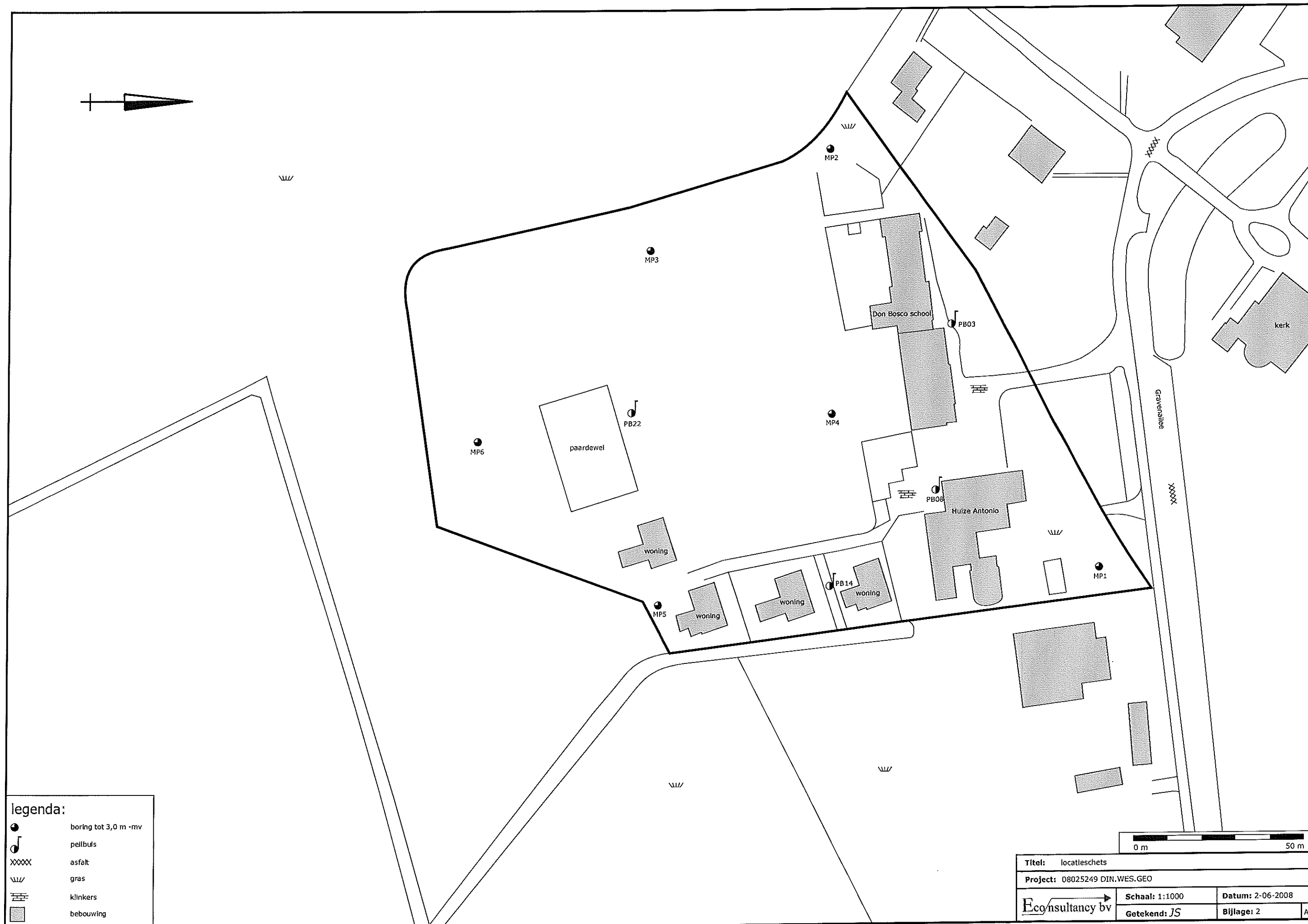
Op de onderzoekslocatie zijn 6 doorlatendheidsmetingen in de volgende onverzadigde bodemlagen uitgevoerd, waarbij het volgende is geconcludeerd:

- *(zwak humeus) zwak siltig, zeer fijn zand (MP1, MP2, MP4 en MP5)*
De bodemlaag heeft een gemiddelde doorlatendheid van 1,41 m/dag en wordt als goed doorlatend geclassificeerd.
- *zwak siltig, zwak grindig, zeer fijn zand (MP3)*
De bodemlaag heeft een doorlatendheid van 3,42 m/dag en wordt als goed doorlatend geclassificeerd.

De onderzochte bodemlaag ter plaatse van MP6 (zwak humeus, zwak siltig, matig fijn zand) kon niet met een constant debiet worden verzadigd. Er is derhalve geen eenduidig meetresultaat verkregen. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door een onderliggende humeuze, slecht doorlatende bodemlaag.

Advies infiltratiemogelijkheden

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Rekeninghoudend met factoren die de doorlatendheid kunnen beïnvloeden, wordt bij dimensionering bij voorkeur een minimale k-waarde aangehouden van 1,0 m/dag. Econsultancy bv acht de onderzochte bodemlagen, met uitzondering van de bodem ter plaatse van MP6, geschikt voor de infiltratie van hemelwater. Bij het maken van de keuze voor het type infiltratievoorziening(en) is het tevens van belang rekening te houden met het actuele grondwaterniveau. Uiteraard is de hoeveelheid te infiltreren hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak, eveneens bepalend voor de dimensionering. Econsultancy bv adviseert om de keuze voor de omgang met het hemelwater af te stemmen met de gemeente Dinkelland en het waterschap Regge en Dinkel.



Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

zand

	Zand, kleiïg
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiïg
	Veen, sterk kleiïg
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

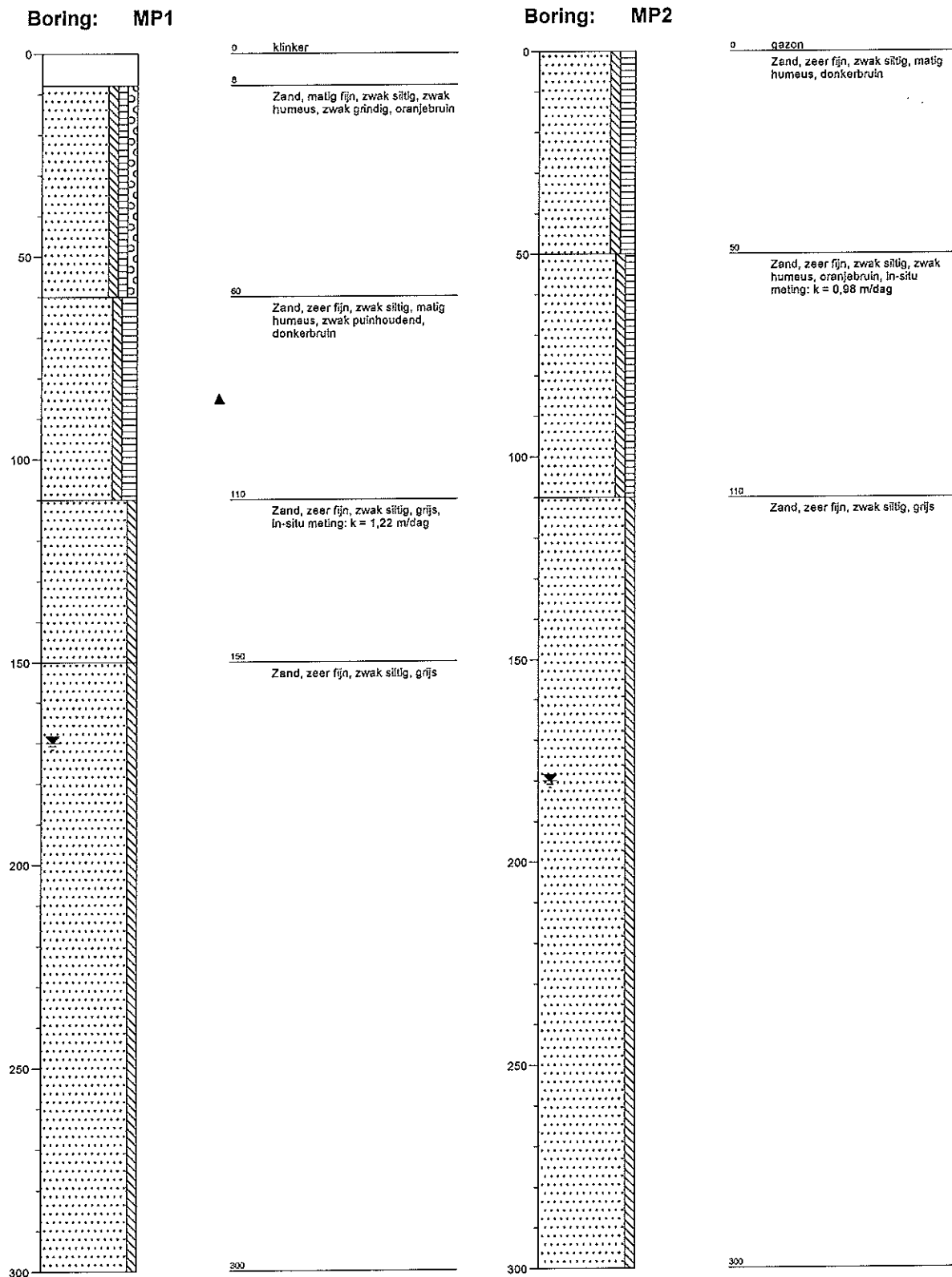
	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

monsters

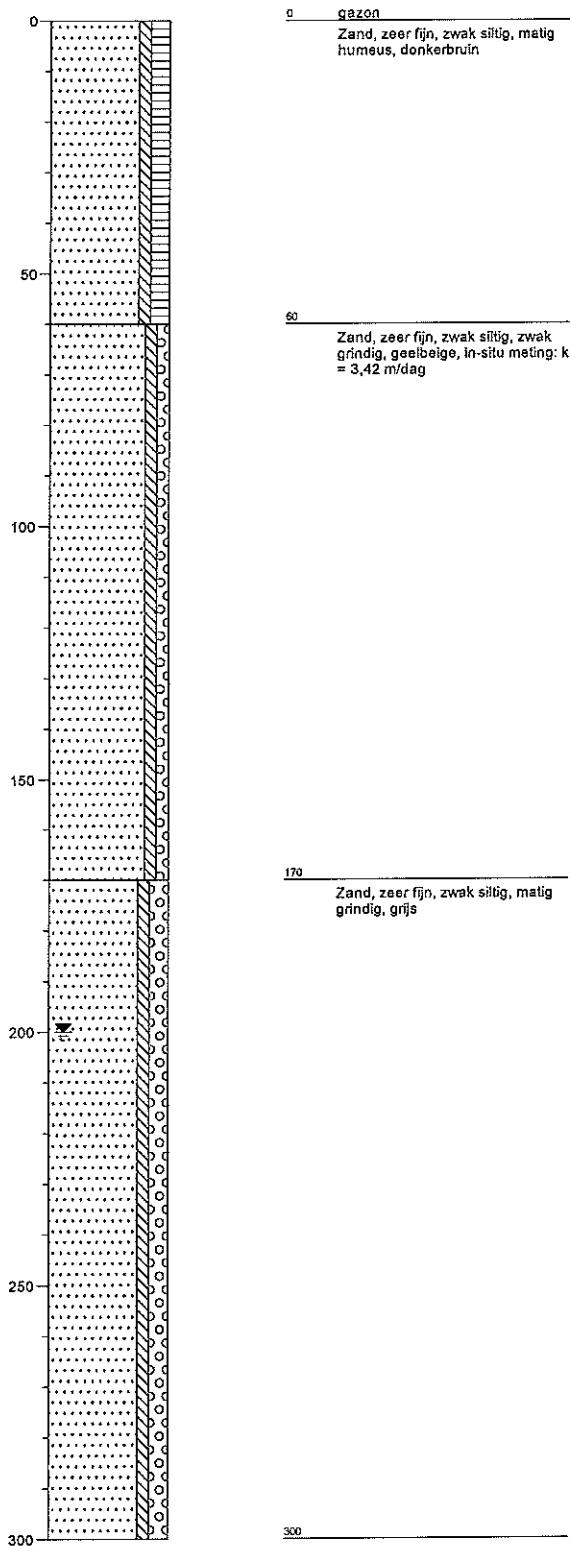
	geroerd monster
	ongeroerd monster

overig

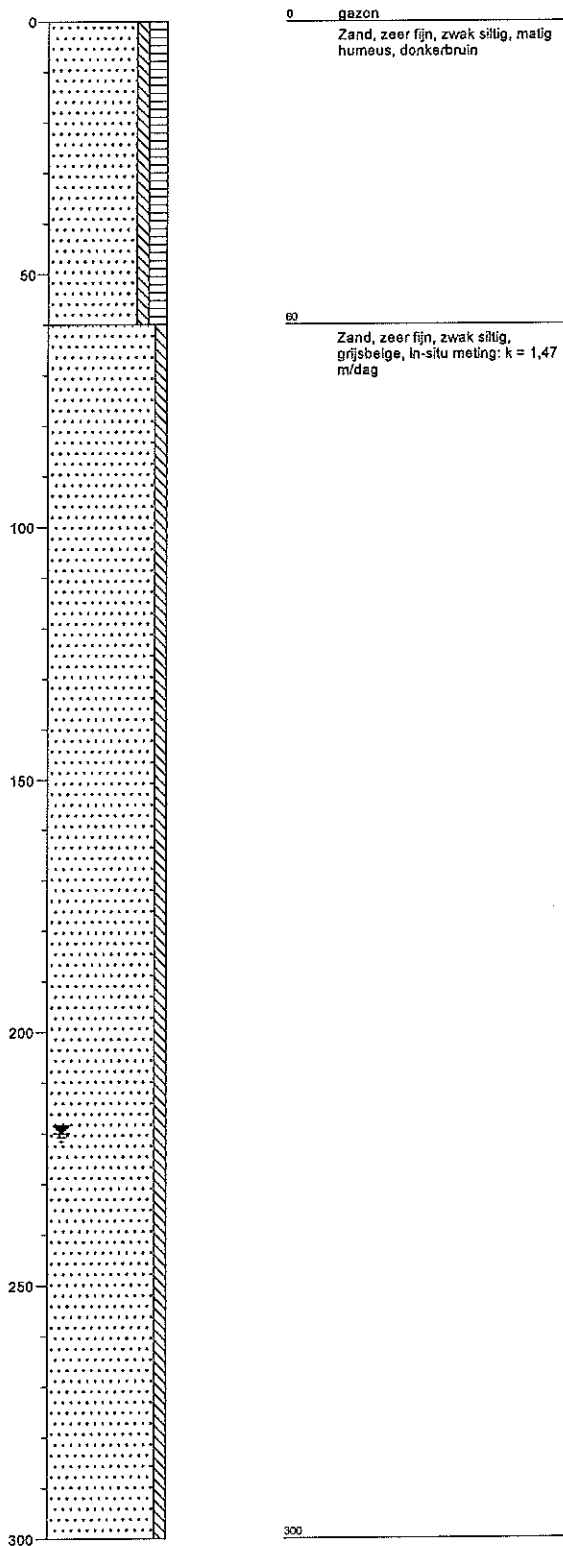
	blijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

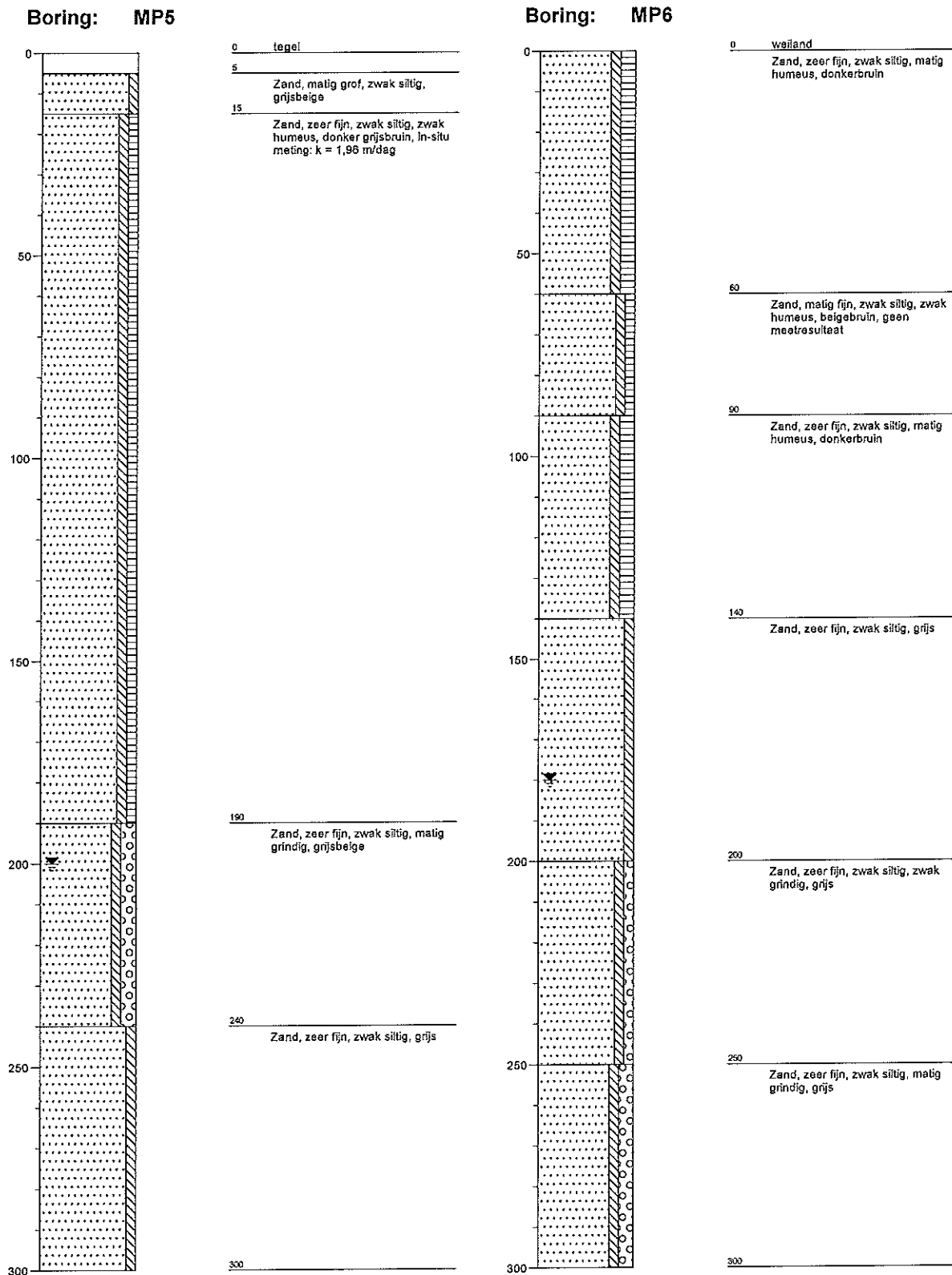


Boring: MP3



Boring: MP4





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 wordt het debiet gemeten waarbij er water geïnfiltreerd kan worden in de desbetreffende bodemlaag. 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 $2 \times$ 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:

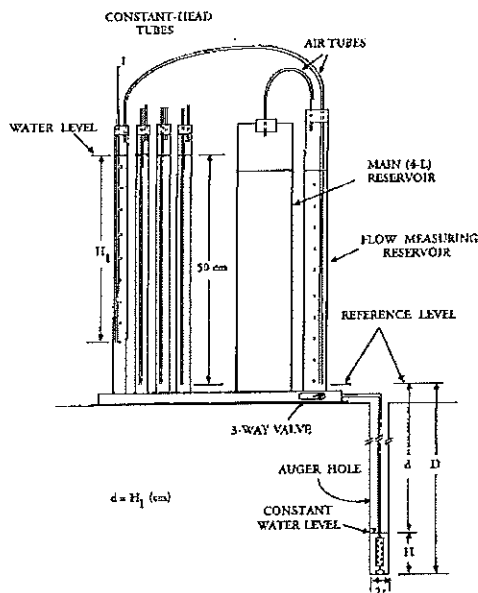
$$K_{sat} = \frac{\left(\text{hypsin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

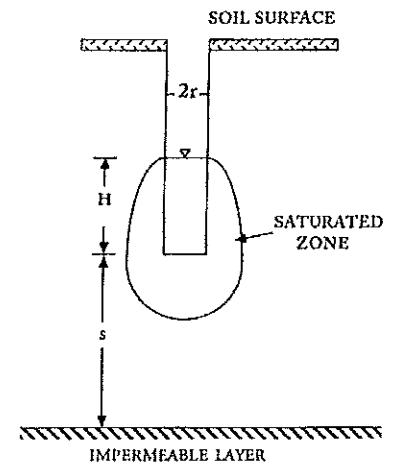
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van $2 \times$ de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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 meetpunt MP1

Meetpunt MP1			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	99		
laageinde [cm -mv]	133		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	116		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	40,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	39,5	30	1,22
meting 2 t = 2 [cm]	39,0	60	1,22
meting 3 t = 3 [cm]	38,5	90	1,22
meting 4 t = 4 [cm]	38,0	120	1,22
meting 5 t = 5 [cm]	37,5	150	1,22
meting 6 t = 6 [cm]	37		
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,22		

Tabel II. Resultaten meetpunt MP2

Meetpunt MP2			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	71		
laageinde [cm -mv]	105		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	88		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	27,5	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	27,1	30	0,98
meting 2 t = 2 [cm]	26,7	60	0,98
meting 3 t = 3 [cm]	26,3	90	0,98
meting 4 t = 4 [cm]	25,9	120	0,98
meting 5 t = 5 [cm]	25,5	150	0,98
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	0,98		

Tabel III. Resultaten meetpunt MP3

Meetpunt MP3			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	111		
laageinde [cm -mv]	145		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	128		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	30,0	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	28,6	30	3,42
meting 2 t = 2 [cm]	27,2	60	3,42
meting 3 t = 3 [cm]	25,8	90	3,42
meting 4 t = 4 [cm]	24,4	120	3,42
meting 5 t = 5 [cm]	23,0	150	3,42
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	3,42		

Tabel IV. Resultaten meetpunt MP4

Meetpunt MP4			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	109		
laageinde [cm -mv]	143		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	126		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	40,0	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	39,4	30	1,47
meting 2 t = 2 [cm]	38,8	60	1,47
meting 3 t = 3 [cm]	38,2	90	1,47
meting 4 t = 4 [cm]	37,6	120	1,47
meting 5 t = 5 [cm]	37,0	150	1,47
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,47		

Tabel V. Resultaten meetpunt MP5

Meetpunt MP5			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	81		
laageinde [cm -mv]	115		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	98		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	33,1	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	32,3	30	1,96
meting 2 t = 2 [cm]	31,5	60	1,96
meting 3 t = 3 [cm]	30,7	90	1,96
meting 4 t = 4 [cm]	29,9	120	1,96
meting 5 t = 5 [cm]	29,1	150	1,96
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,96		

Tabel VI. Resultaten meetpunt MP6

Meetpunt MP6			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	62		
laageinde [cm -mv]	96		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	79		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	23,1	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	23,1	30	0,00
meting 2 t = 2 [cm]	23,0	60	0,24
meting 3 t = 3 [cm]	23,0	90	0,00
meting 4 t = 4 [cm]	23,0	120	0,00
meting 5 t = 5 [cm]	23,0	150	0,00
meting 6 t = 6 [cm]			
meting 7 t = 7 [cm]			
meting 8 t = 8 [cm]			
meting 9 t = 9 [cm]			
gemiddelde k-waarde (m/dag)	(*A) 0,05		

(*A) Er kon geen constante verzadiging worden bereikt
het resultaat is derhalve niet representatief