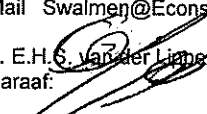
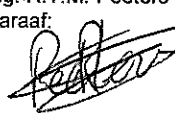


INFILTRATIE-ONDERZOEK
ZORGCENTRUM HORNERHEIDE
TE HORN
GEMEENTE LEUDAL

Project: HAE.BRO.INF
Rapportnummer: 06081609
Status: Eindrapportage
Datum: 14 december 2007
Opdrachtgever: BRO Tegelen
Venloseweg 2
5931 GT Tegelen
Tel. 077 - 3730601
Fax 077 - 3737694
Contactpersoon: Mevr. M. Kunen

Uitvoerder: Econsultancy bv
Rijksweg Noord 39
6071 KS Swalmen
Tel. 0475 - 504961
Fax 0475 - 504958
Mail Swalmen@Econsultancy.nl
Opsteller: Ir. E.H.G. van der Lijde
Paraaf: 
Kwaliteitscontroleur: Ing. R.T.M. Peeters
Paraaf: 

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	LOCATIEGEGEVENS.....	1
	2.1 Algemeen.....	1
	2.2 Historisch en huidig gebruik onderzoekslocatie	1
	2.3 Bodemopbouw.....	2
	2.4 Geohydrologie.....	2
3.	VELDWERK.....	2
	3.1 Algemeen.....	2
	3.2 Lokale bodemopbouw.....	2
	3.3 Methodiek	3
	3.4 Strategie.....	3
4.	RESULTATEN	4
5.	CONCLUSIES.....	6

BIJLAGEN:

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

1. INLEIDING

Econsultancy bv heeft van BRO Tegelen opdracht gekregen voor het uitvoeren van een infiltratie-onderzoek in het kader van plangebied 'Hornheide' te Horn in de gemeente Leudal.

Het infiltratie-onderzoek is uitgevoerd in het kader van de watertoets, waarin het ruimtebeslag van de toekomstige infiltratievoorzieningen dient te worden weergegeven.

Het infiltratie-onderzoek heeft tot doel de doorlatendheid van de bodem te bepalen. In dit kader is de waterdoorlatendheidscoëfficiënt (k-waarde) ter plaatse van een achttal meetpunten op de onderzoekslocatie berekend.

Het veldwerk is uitgevoerd volgens de geldende NEN-normen en/of richtlijnen.

Econsultancy bv is gecertificeerd voor de protocollen 2001 en 2002 van de BRL SIKB 2000. In dat kader verklaart Econsultancy bv geen eigenaar van de onderzoekslocatie te zijn of te worden. Econsultancy bv werkt volgens een dynamisch kwaliteitssysteem, zoals beschreven in het kwaliteitshandboek. Ons kwaliteitssysteem is gecertificeerd volgens de kwaliteitsborgingsnormen van de NEN-EN-ISO 9001:2000.

2. LOCATIEGEGEVENS

2.1 Algemeen

De onderzoekslocatie (± 30 ha) ligt aan de Heythuysenweg, circa 2,5 km ten noordwesten van de kern van Horn, in de gemeente Leudal (zie bijlage 1).

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 58 D, 1995 (schaal 1:25.000), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 28,5 tot 31,0 m +NAP en zijn de coördinaten van het middelpunt van de onderzoekslocatie $X = 192.100$, $Y = 359.100$.

2.2 Historisch en huidig gebruik onderzoekslocatie

In 1920 heeft de R.K. Vereniging "Het Limburgsche Groene Kruis" op de locatie een sanatorium gebouwd. Dit sanatorium is in de jaren '50 overgedragen aan de R.K. Stichting "Gezond Limburg". Vervolgens is het geheel in 1979 overgedragen aan de Stichting Hornheide, welke tot enkele jaren geleden eigenaar was van het complex.

De Stichting Hornheide heeft in 1964 een vergunning gekregen voor het verbouwen van het patiëntenpaviljoen "Ariens" tot een verpleeghuis. In de navolgende jaren hebben verschillende aan- en verbouwingen plaatsgevonden. Zo is in 1977 een psycho-geriatisch verpleeghuis bijgebouwd en in 1994 heeft een deel van het voormalige hoofdgebouw plaatsgemaakt voor een astmacentrum en somatieafdeling. Op het terrein zijn, naast Proteion, nog enkele stichtingen actief. Dit zijn ondermeer Stichting Wintertuin en Stichting Verpleeghuis Astmacentrum Hornheide.

Het terrein aan de Heythuysenweg te Horn (Hornheide) is sinds circa 2000 in beheer van de Stichting Proteion en omvat circa 30 hectare. In de afgelopen jaren zijn plannen ontwikkeld voor de doorontwikkeling van een verpleeghuis tot een specialistisch centrum voor de behandelingen van ernstige orgaanziekten. Daarbij komt de ontwikkeling van de extramuralisering van de zorg, waarbij grote wooneenheden plaatsmaken voor kleinschalig wonen.

Het is vooralsnog onbekend welke voorzieningen zullen worden gerealiseerd voor de infiltratie/berging en/of afvoer van het hemelwater afkomstig van de nieuwbouw op de locatie.

2.3 Bodemopbouw

De originele bodem bestaat volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 58 West, 1972 (schaal 1:50.000), uit vaaggronden, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk zijn opgebouwd uit (leermarm en zwak) lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodems zijn ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Nuenen Groep.

2.4 Geohydrologie

De gemiddelde grondwaterstand van het freatisch grondwater bedraagt $\pm 23,5$ m +NAP, waardoor het grondwater zich op ± 5 tot $7,5$ m -mv zou bevinden. Het water van het eerste watervoerend pakket, dat freatisch grondwater bevat, stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning TNO, kaartblad 57 Oost, 58 West en Oost, 1974 (schaal 1:50.000), in zuidoostelijke richting, in de richting van de Maas. Op een afstand van $\pm 1,5$ km ten zuiden van de onderzoekslocatie ligt het pompstation Beegden. De onttrekking van dit pompstation heeft hoogstwaarschijnlijk geen invloed op de grondwaterstroming van het freatisch grondwater ter plaatse van de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied voor freatisch grondwater.

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is gecombineerd met het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer: 06081608 HAE.BRO.NEN) en uitgevoerd in de periode 19 t/m 22 november 2007. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 8 proefboringen tot maximaal 5,0 m -mv geplaatst. Op 7 december 2007 zijn ter plaatse van deze proefboringen 8 infiltratieproeven uitgevoerd. De proeven zijn afhankelijk van het aangetroffen bodemprofiel en de ontwikkelingsplannen verspreid over het terrein en op verschillende dieptes uitgevoerd. Bijlage 2 bevat een locatieschets met daarop aangegeven de ligging van de proefboringen en de meetpunten van de infiltratieproeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

3.2 Lokale bodemopbouw

Uit het verkennend bodemonderzoek en het infiltratie-onderzoek blijkt, dat de bovengrond van het gehele onderzoeksgebied voornamelijk bestaat uit zwak tot sterk humeus, zwak tot sterk siltig, zeer fijn tot matig grof zand. Plaatselijk is de bovengrond zwak tot matig grindig. Zeer plaatselijk bestaat de bovengrond deels uit een ophooglaag. Verder bestaat de bovengrond zeer plaatselijk uit matig zandig, matig grof grind. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak tot sterk siltig, tot maximaal 2,0 m -mv zwak humeus, uiterst fijn tot matig grof zand. Over de gehele onderzoekslocatie komen gleyverschijnselen in het bodemprofiel voor. Verder bestaat de ondergrond plaatselijk uit sterk zandig leem. Plaatselijk is de ondergrond tevens zwak tot matig grindig.

3.3 Methodiek

De doorlatendheidsbepaling (k-waarde) is uitgevoerd met behulp van de constant-head permeameter (zie bijlage 4). Hierbij is middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging is het debiet gemeten waarbij er water is geïnfiltreerd in de betreffende bodemlaag. Er is een traject van maximaal 0,4 m beschouwd. Tijdens de infiltratieproeven is een 'drukdebiet' van 105 cm³/cm gehanteerd. Ter plaatse van meetpunt A is een 'drukdebiet' van 20 cm³/cm gehanteerd. In bijlage 4 is een toelichting van de meetmethode opgenomen. Tevens is de "Glover Solution" uitgelegd, waarmee de k-waarde wordt berekend.

3.4 Strategie

Met de metingen is gepoogd een representatief beeld van de doorlatendheid ter plaatse van de relevante terreindelen vast te stellen. In de directe nabijheid van de centrale afwateringssloot zijn twee proeven (D en F) in de bodemlaag ter hoogte van de onderzijde van de sloot uitgevoerd (\pm 2,5-3,5 m -mv). Ter plaatse van de nieuwbouw op het noordwestelijk terrein zijn met het oog op de mogelijke infiltratievoorzieningen 2 proeven in de ondiepe ondergrond uitgevoerd (G en H). Op het zuidelijke terreindeel alwaar geen ontwikkelingen zullen plaatsvinden is met het oog op mogelijke berging van hemelwater een proef uitgevoerd boven de slechtst doorlatende bodemlaag nabij de bestaande vijverpartij (C). Ter plaatse van de toekomstige nieuwbouw op het geheel noordelijke terreindeel is eveneens een proef uitgevoerd (E). De overige 2 proeven (A en B) zijn verspreid over het terrein uitgevoerd. Tabel I geeft een overzicht van de bodemsamenstelling van de trajecten waarin de infiltratiemetingen zijn uitgevoerd.

Tabel I. *Overzicht van de bodemlagen en bodemsamenstelling*

Meetpunt	Situering	Bodemlaag (m -mv)	Bodemsamenstelling	Opmerkingen
A	oostelijk terreindeel	1,44 - 1,78	matig tot sterk siltig, matig fijn zand	tijdens meting sterk compacte, siltige zandlaag aangetroffen
B	huidige parkeergelegenheid	1,60 - 1,94	zwak siltig, zeer fijn zand	-
C	zuidelijk terreindeel ter plaatse van vijverpartij	2,55 - 2,89	matig tot sterk siltig, matig fijn zand	-
D	in de directe nabijheid van huidige afwateringssloot	2,73 - 3,07	matig siltig, matig fijn zand	-
E	noordelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	2,49 - 2,83	zwak siltig, matig fijn zand	gley
F	in de directe nabijheid van huidige afwateringssloot	3,32 - 3,66	zwak siltig, matig fijn zand	-
G	noordwestelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	0,96 - 1,30	zwak siltig, zeer fijn zand	gley
H	noordwestelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	0,89 - 1,23	zwak siltig, zeer fijn zand	-

4. RESULTATEN

De tabellen II t/m IX geven de resultaten weer zoals deze in-situ zijn gemeten. Verder is van de betreffende bodemlaag een k-waarde berekend met behulp van de "Glover Solution".

Tabel II. Resultaten meetpunt A

Meetpunt A			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	144		
laageinde [cm -mv]	178		
Q [cm ³ /cm]	20		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	161		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	14,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	13,3	30	0,33
meting 2 t = 2 [cm]	12,6	60	0,33
meting 3 t = 3 [cm]	11,9	90	0,33
meting 4 t = 4 [cm]	11,2	120	0,33
meting 5 t = 5 [cm]	10,5	150	0,33
gemiddelde k-waarde (m/dag)			0,33

Tabel III. Resultaten meetpunt B

Meetpunt B			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	160		
laageinde [cm -mv]	194		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	177		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	19,1	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	17,6	30	3,67
meting 2 t = 2 [cm]	16,1	60	3,67
meting 3 t = 3 [cm]	14,6	90	3,67
meting 4 t = 4 [cm]	13,1	120	3,67
meting 5 t = 5 [cm]	11,6	150	3,67
gemiddelde k-waarde (m/dag)			3,67

Tabel IV. Resultaten meetpunt C

Meetpunt C			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	255		
laageinde [cm -mv]	289		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	272		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	26,8	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	25,3	30	3,18
meting 2 t = 2 [cm]	24,0	60	3,18
meting 3 t = 3 [cm]	22,7	90	3,18
meting 4 t = 4 [cm]	21,3	120	3,42
meting 5 t = 5 [cm]	20,0	150	3,18
gemiddelde k-waarde (m/dag)			3,23

Tabel V. Resultaten meetpunt D

Meetpunt D			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	273		
laageinde [cm -mv]	307		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	290		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	28,5	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	24,7	30	4,40
meting 2 t = 2 [cm]	22,9	60	4,40
meting 3 t = 3 [cm]	21,1	90	4,40
meting 4 t = 4 [cm]	19,3	120	4,40
meting 5 t = 5 [cm]	17,5	150	4,40
gemiddelde k-waarde (m/dag)			4,40

Tabel VI. Resultaten meetpunt E

Meetpunt E			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	249		
laageinde [cm -mv]	283		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	266		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	25,7	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	24,9	30	1,96
meting 2 t = 2 [cm]	24,1	60	1,96
meting 3 t = 3 [cm]	23,3	90	1,96
meting 4 t = 4 [cm]	22,5	120	1,96
meting 5 t = 5 [cm]	21,7	150	1,96
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,96		

Tabel VII. Resultaten meetpunt F

Meetpunt F			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	332		
laageinde [cm -mv]	366		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	349		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	11,5	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	10,0	30	3,67
meting 2 t = 2 [cm]	8,6	60	3,42
meting 3 t = 3 [cm]	7,2	90	3,42
meting 4 t = 4 [cm]	5,8	120	3,42
meting 5 t = 5 [cm]	4,4	150	3,42
gemiddelde k-waarde (m/dag)	3,47		

Tabel VIII. Resultaten meetpunt G

Meetpunt G			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	96		
laageinde [cm -mv]	130		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	113		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	31,1	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	30,0	30	2,69
meting 2 t = 2 [cm]	28,9	60	2,69
meting 3 t = 3 [cm]	27,8	90	2,69
meting 4 t = 4 [cm]	26,7	120	2,69
meting 5 t = 5 [cm]	25,5	150	2,94
gemiddelde k-waarde (m/dag)	2,74		

Tabel IX. Resultaten meetpunt H

Meetpunt H			
	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	89		
laageinde [cm -mv]	123		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	106		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	43,5	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	43,0	30	1,22
meting 2 t = 2 [cm]	42,5	60	1,22
meting 3 t = 3 [cm]	42,0	90	1,22
meting 4 t = 4 [cm]	41,5	120	1,22
meting 5 t = 5 [cm]	41,0	150	1,22
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,22		

Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000):
 < 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

5. CONCLUSIES

Econsultancy bv heeft in opdracht van BRO Tegelen een infiltratie-onderzoek uitgevoerd in het kader van plangebied 'Hornherheide' te Horn in de gemeente Leudal.

Het infiltratie-onderzoek is uitgevoerd in het kader van de watertoets, waarin het ruimtebeslag van de toekomstige infiltratievoorzieningen dient te worden weergegeven.

Uit het verkennend bodemonderzoek en het infiltratie-onderzoek blijkt, dat de bovengrond van het gehele onderzoeksgebied voornamelijk bestaat uit zwak tot sterk humeus, zwak tot sterk siltig, zeer fijn tot matig grof zand. Plaatselijk is de bovengrond zwak tot matig grindig. Zeer plaatselijk bestaat de bovengrond deels uit een ophooglaag. Verder bestaat de bovengrond zeer plaatselijk uit matig zandig, matig grof grind. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak tot sterk siltig, tot maximaal 2,0 m -mv zwak humeus, uiterst fijn tot matig grof zand. Over de gehele onderzoekslocatie komen gleyverschijnselen in het bodemprofiel voor. Verder bestaat de ondergrond plaatselijk uit sterk zandig leem. Plaatselijk is de ondergrond tevens zwak tot matig grindig.

Met de metingen is gepoogd een representatief beeld van de doorlatendheid ter plaatse van de relevante terreindelen vast te stellen. In de directe nabijheid van de centrale afwateringssloot zijn twee proeven (D en F) in de bodemlaag ter hoogte van de onderzijde van de sloot uitgevoerd (\pm 2,5-3,5 m -mv). Ter plaatse van de nieuwbouw op het noordwestelijk terrein zijn met het oog op de mogelijke infiltratievoorzieningen 2 proeven in de ondiepe ondergrond uitgevoerd (G en H). Op het zuidelijke terreindeel alwaar geen ontwikkelingen zullen plaatsvinden is met het oog op mogelijke berging van hemelwater een proef uitgevoerd boven de slechtst doorlatende bodemlaag nabij de bestaande vijverpartij (C). Ter plaatse van de toekomstige nieuwbouw op het geheel noordelijke terreindeel is eveneens een proef uitgevoerd (E). De overige 2 proeven (A en B) zijn verspreid over het terrein uitgevoerd.

Tabel X geeft een overzicht van de berekende k-waarden, alsmede een beoordeling op basis van het Cultuurtechnisch Vademecum.

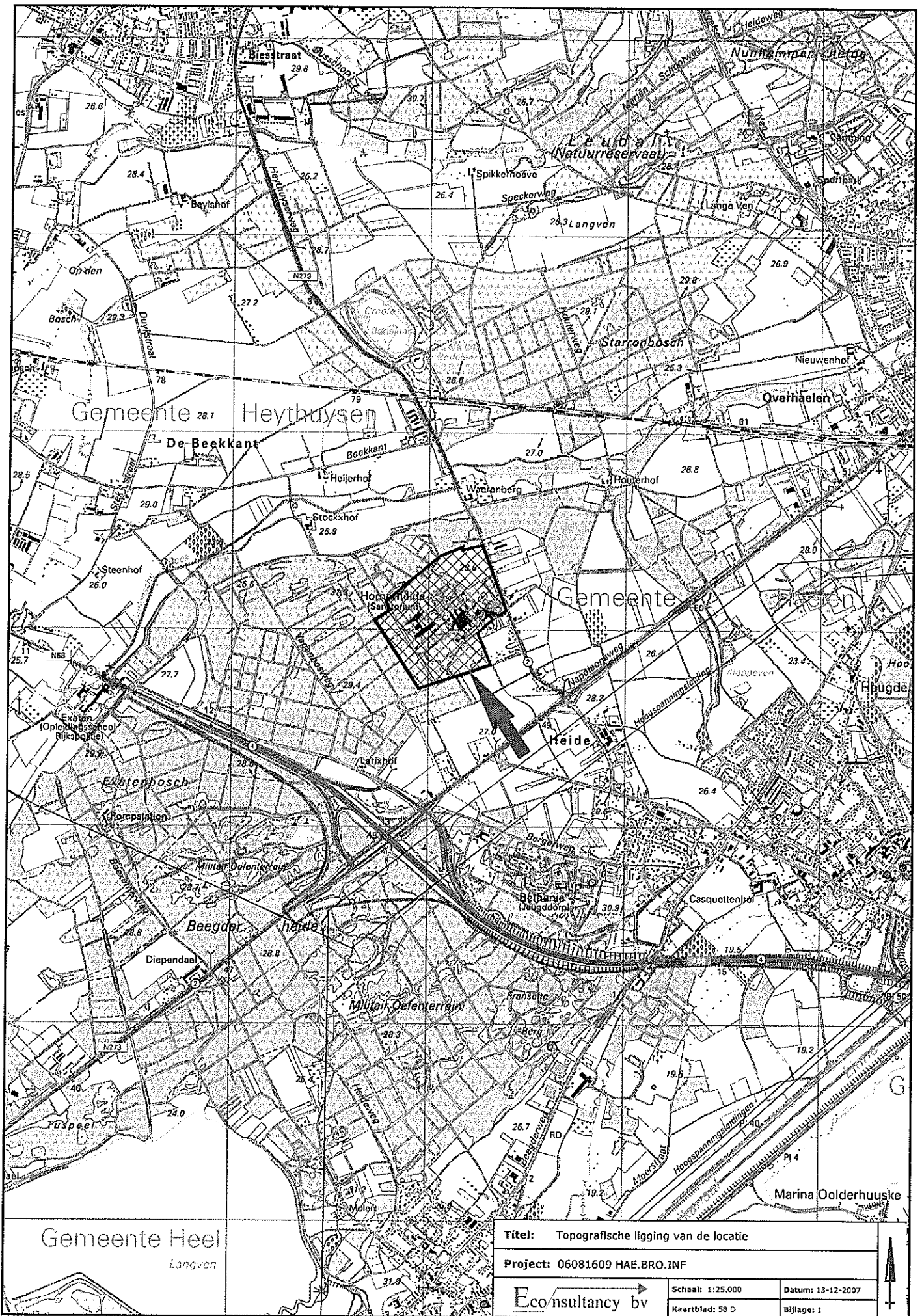
Tabel X. Overzicht k-waarden

Meetpunt	Situering	Traject (m -mv)	Gemiddelde k-waarde (m/dag)	Beoordeling
A	oostelijk terreindeel	1,44 - 1,78	0,3	matig doorlatend
B	huidige parkeerplek	1,60 - 1,94	3,7	goed doorlatend
C	zuidelijk terreindeel ter plaatse van vijverpartij	2,55 - 2,89	3,2	goed doorlatend
D	in de directe nabijheid van huidige afwateringssloot	2,73 - 3,07	4,4	goed doorlatend
E	noordelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	2,49 - 2,83	2,0	goed doorlatend
F	in de directe nabijheid van huidige afwateringssloot	3,32 - 3,66	3,5	goed doorlatend
G	noordwestelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	0,96 - 1,30	2,7	goed doorlatend
H	noordwestelijk terreindeel ter plaatse van nieuwbouw	0,89 - 1,23	1,2	goed doorlatend

De bodem is uitgaande van de huidige onderzoeksresultaten over het algemeen goed doorlatend. De zeer plaatselijke matige doorlatendheid kan worden verklaard door de aanwezigheid van een compacte en siltige (zand)laag, die plaatselijk in het plangebied is aangetroffen.

Econsultancy bv
Swalmen, 14 december 2007

06081609 HAE.BRO.INF



Titel: Topografische ligging van de locatie

Project: 06081609 HAE.BRO.INF

Econsultancy bv

Schaal: 1:25.000

Datum: 13-12-2007

Kaartblad: 58 D

Bijlage: 1





legenda:

	proefboring en meetpunt infiltratieproef
	te slopen bebouwing
	bebouwing
	voormalige bebouwing
	toekomstige bebouwing


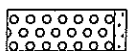
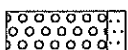
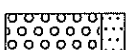



Titel: locatieschets	
Project: 06081609 HAE.BRO.INF	
Eco/nsultancy bv	Schaal: 1:1500
Getekend: SC	Datum: 13-12-2007
Bijlage: 2	A3

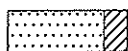
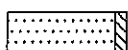
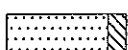
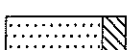
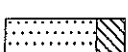
Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

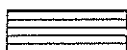
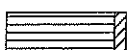
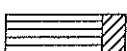
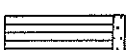

grind

-  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


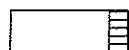
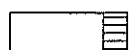
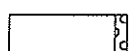
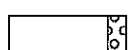
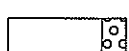
klei

-  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

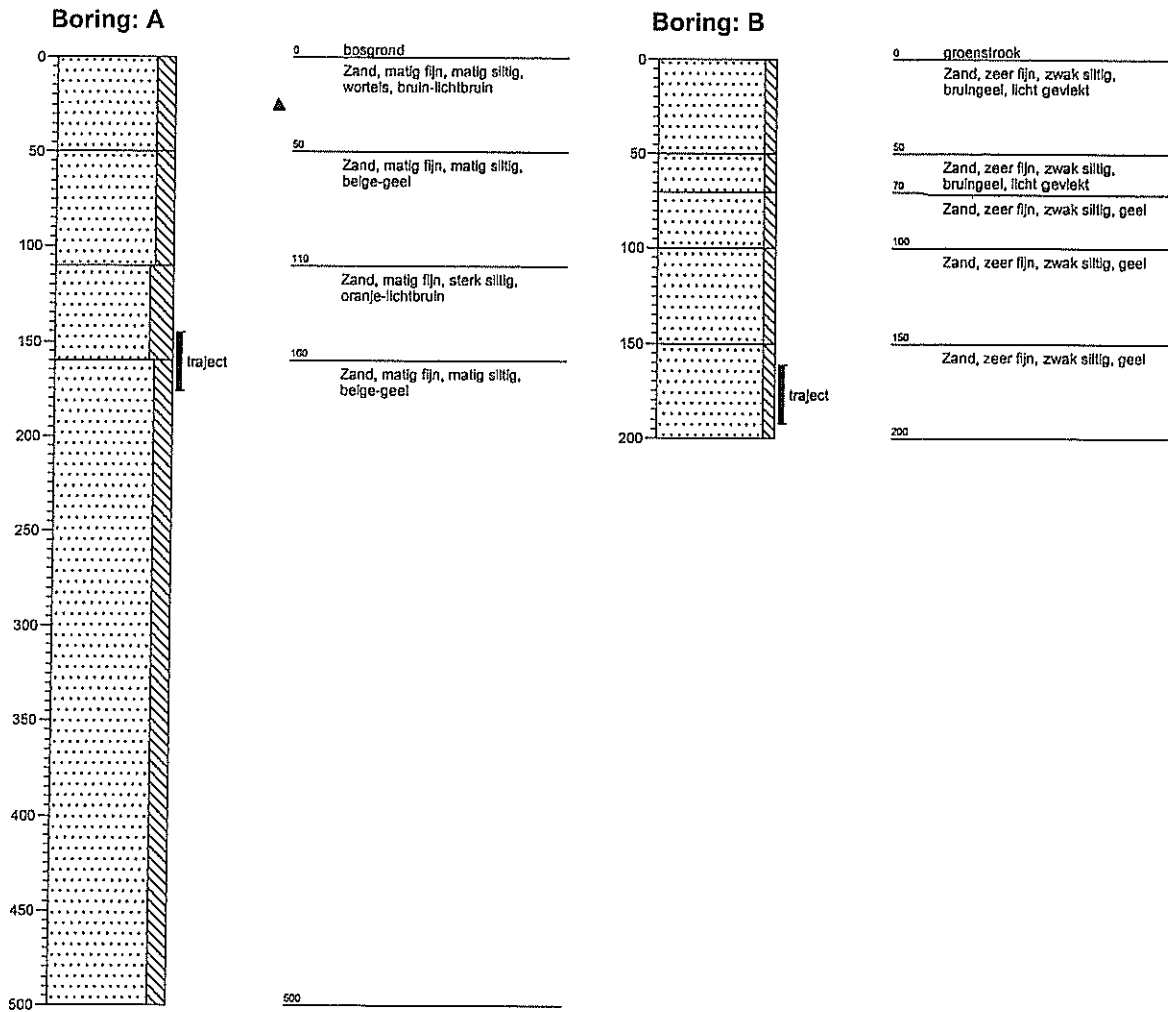
-  > 0
-  > 1
-  > 10
-  > 100
-  > 1000
-  > 10000

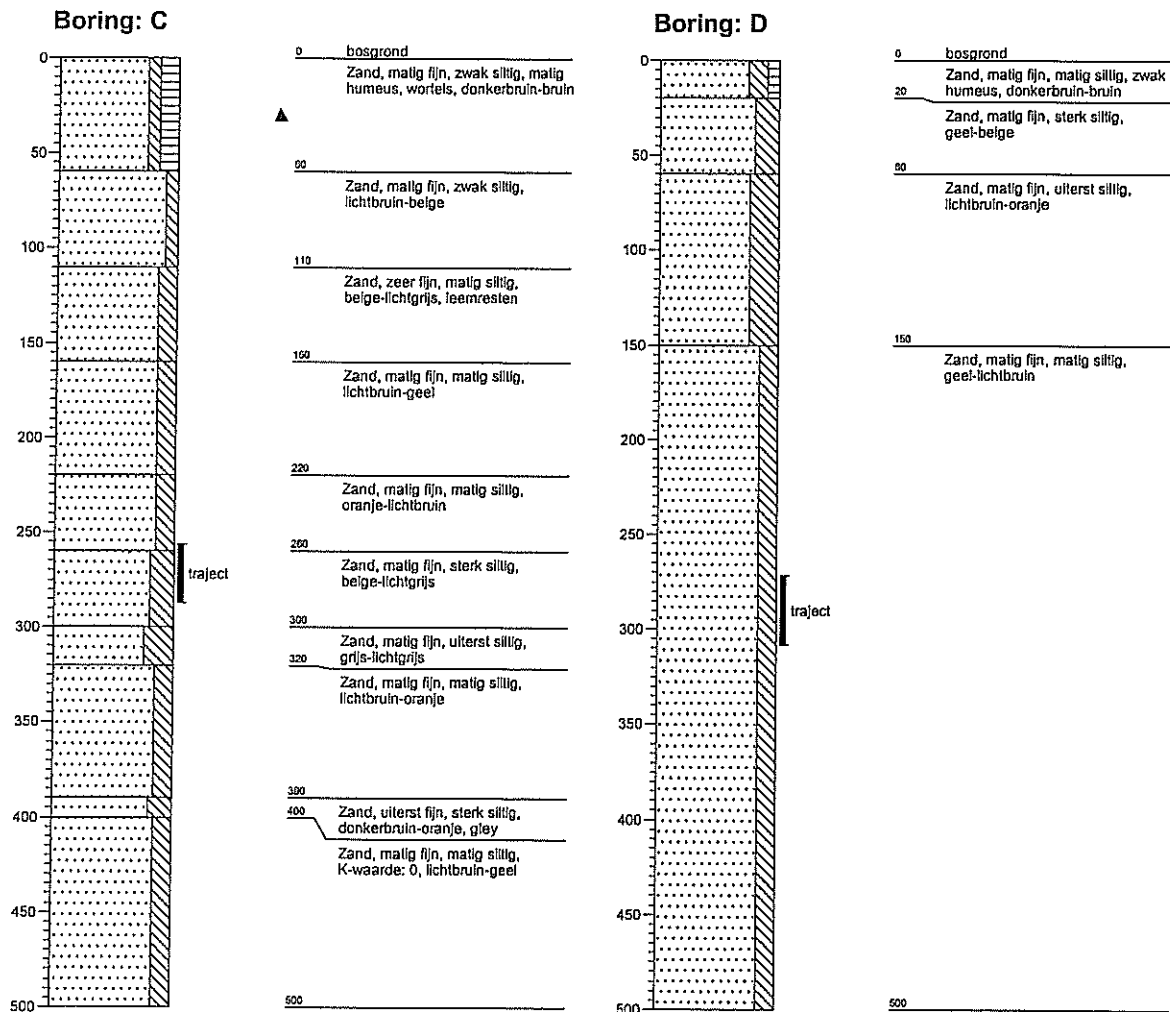
monsters

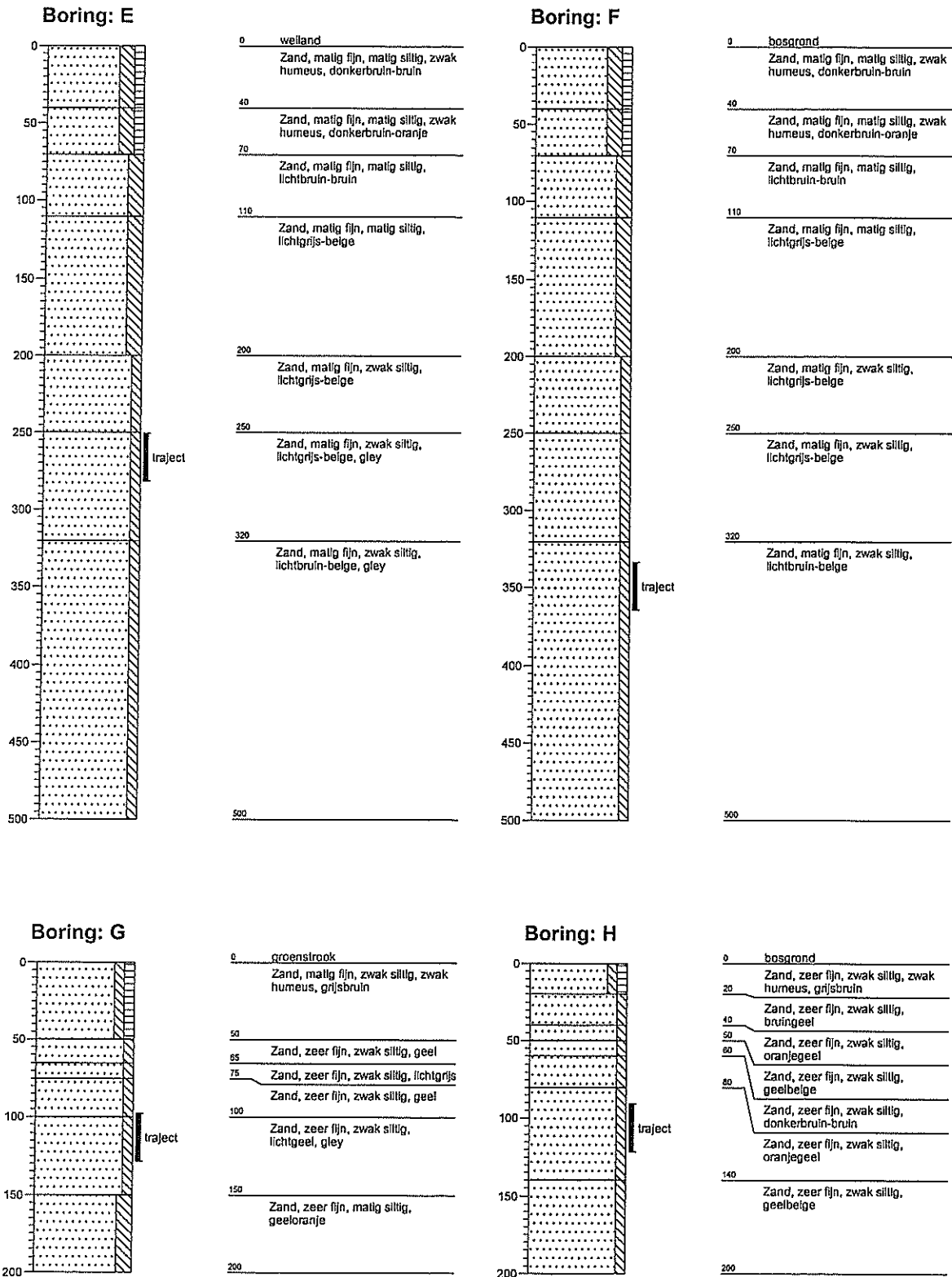
-  geroerd monster
-  ongeroid monster

overig

-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand
-  Gemiddeld laagste grondwaterstand
-  slib
-  water







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 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:

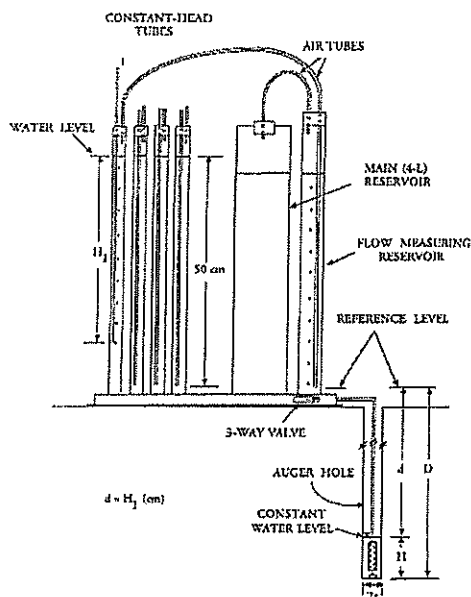
$$K_{sat} = \frac{\left(\text{hyp} \sin^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

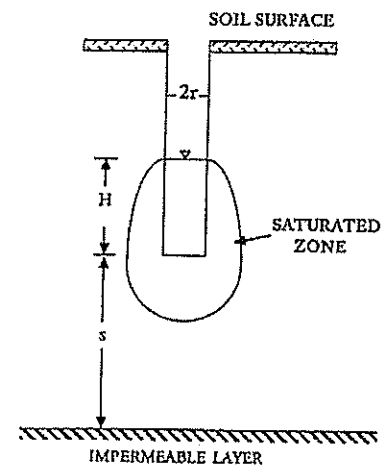
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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



Figuur 1.



Figuur 2.