



DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

ROGGELSEWEG (ONG.)

TE HELDEN

GEMEENTE PEEL EN MAAS

doorlatendheidsonderzoek Roggelseweg (ong.) te Helden in de gemeente Peel en Maas

Opdrachtgever	Plangroep Heggen Postbus 44 6120 AA Born
Project	P&M.HEG.GEO
Rapportnummer	10071547
Status	Eindrapportage
Datum	26 oktober 2010
Vestiging	Swalmen
Opsteller	Ing. M.R.P. Vidal
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Dhr. E. Zwerver
Paraaf	

Kwaliteitszorg

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn vooralsnog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor geohydrologisch onderzoek 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	1
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	3
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
- 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 doorlatendheidsonderzoek aan de Roggelseweg (ong.) te Helden 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

Het vooronderzoek omvat de onderzoekslocatie en direct hieraan grenzende percelen binnen een afstand van 25 meter.

De onderzoekslocatie ($\pm 42.750 \text{ m}^2$) ligt aan de Roggelseweg (ong.), circa 0,5 km ten zuiden van de kern van Helden in de gemeente Peel en Maas (zie bijlage 1). De onderzoekslocatie is kadastraal bekend gemeente Peel en Maas, sectie G, nummers 733 t/m 737 (zie bijlage 2c).

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 58 B, 2004 (schaal 1:25.000), bevindt het maai veld zich op een hoogte van circa 34 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie $X = 197.150$, $Y = 369.600$.

2.2 Regionale bodemopbouw

De originele bodem bestaat volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 58 West, 1972 (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 Bostel.

Geomorfologisch gezien bevindt de onderzoekslocatie zich in een gebied gekenmerkt met lage rugen en heuvels.

2.3 Regionale geohydrologie

Tektonisch 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 $\pm 15 \text{ m}$ en wordt gevormd door de grindige afzettingen van de Formaties van Kreftenheye en Veghel. Op deze fluviaatiele formatie liggen de fijnzandi-

ge, 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 stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 29 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, 58 West en Oost, 1974 (schaal 1:50.000), in zuidoostelijke 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.

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 Oost, 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 18 oktober 2010. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 4 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 1,7 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de boringen aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3a). Voor de lokale bodemopbouw is tevens gebruik gemaakt van de boorprofielen afkomstig van het in juli 2009 uitgevoerde verkennend bodemonderzoek (Econsultancy, HEL.HEG.NEN 09041246, d.d. 6 juli 2009, zie bijlage 3b). Destijds zijn 30 boringen verricht tot maximaal 5,0 m -mv. Hierbij is geen freatisch grondwater binnen de 5,0 m -mv aangetroffen.

Het veldwerk met betrekking tot de infiltratieproef is op 18 oktober 2010 uitgevoerd onder kwaliteitsverantwoordelijkheid van de heren M.R.P. Vidal en N.W.M. Snippe.

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 bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot matig grof zand en is bovendien zwak humeus. De ondergrond is over het traject van minimaal 1,0 tot maximaal 3,0 m -mv zwak gleyhoudend en is tevens over het traject van minimaal 2,5 tot maximaal 4,5 m -mv zwak leemhoudend. Er zijn verder geen storende lagen in de ondergrond waargenomen. Er zijn geen zintuiglijk verontreinigingen waargenomen.

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.

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

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 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.

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

Tabel III 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 3a). Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

Tabel III. Overzicht k-waarde per onderzochte bodemlaag

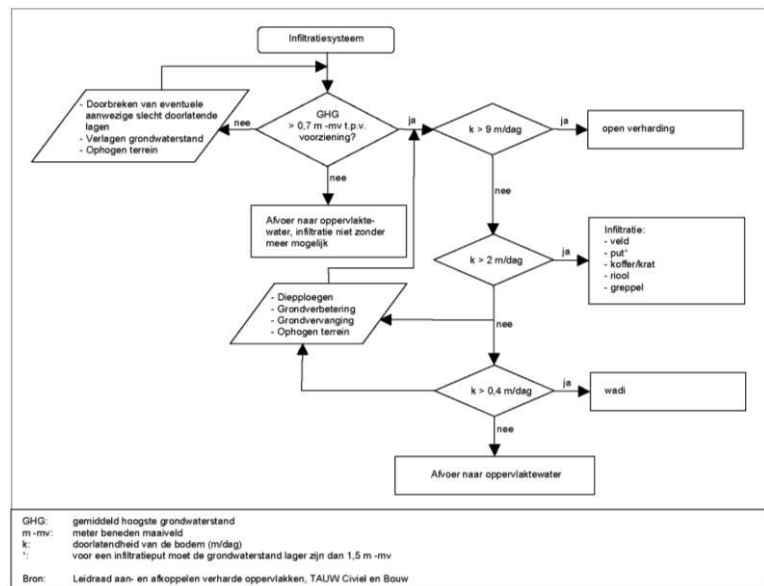
Boring	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
MP 1	0,6-0,95	onverzadigd	zwak siltig, matig fijn zand	-	2,7	goed doorlatend
MP 2	0,85-1,15	onverzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	-	5,1	goed doorlatend
MP 3	1,45-1,8	onverzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	zwak gleyhoudend	1,0	vrij goed doorlatend
MP 4	1,15-1,5	onverzadigd	zwak siltig, zeer fijn zand	-	2,4	goed doorlatend

(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.

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

4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde "vasthouden, bergen, afvoeren" aangehouden. In figuur 1 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 1. **Beslismethodiek infiltratietechniek**

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 lokale bodemopbouw kan worden gesteld de onderzochte bodemlagen geschikt zijn voor de infiltratie van hemelwater. Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Plangroep Heggen een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd aan de Roggelseweg (ong.) te Helden 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

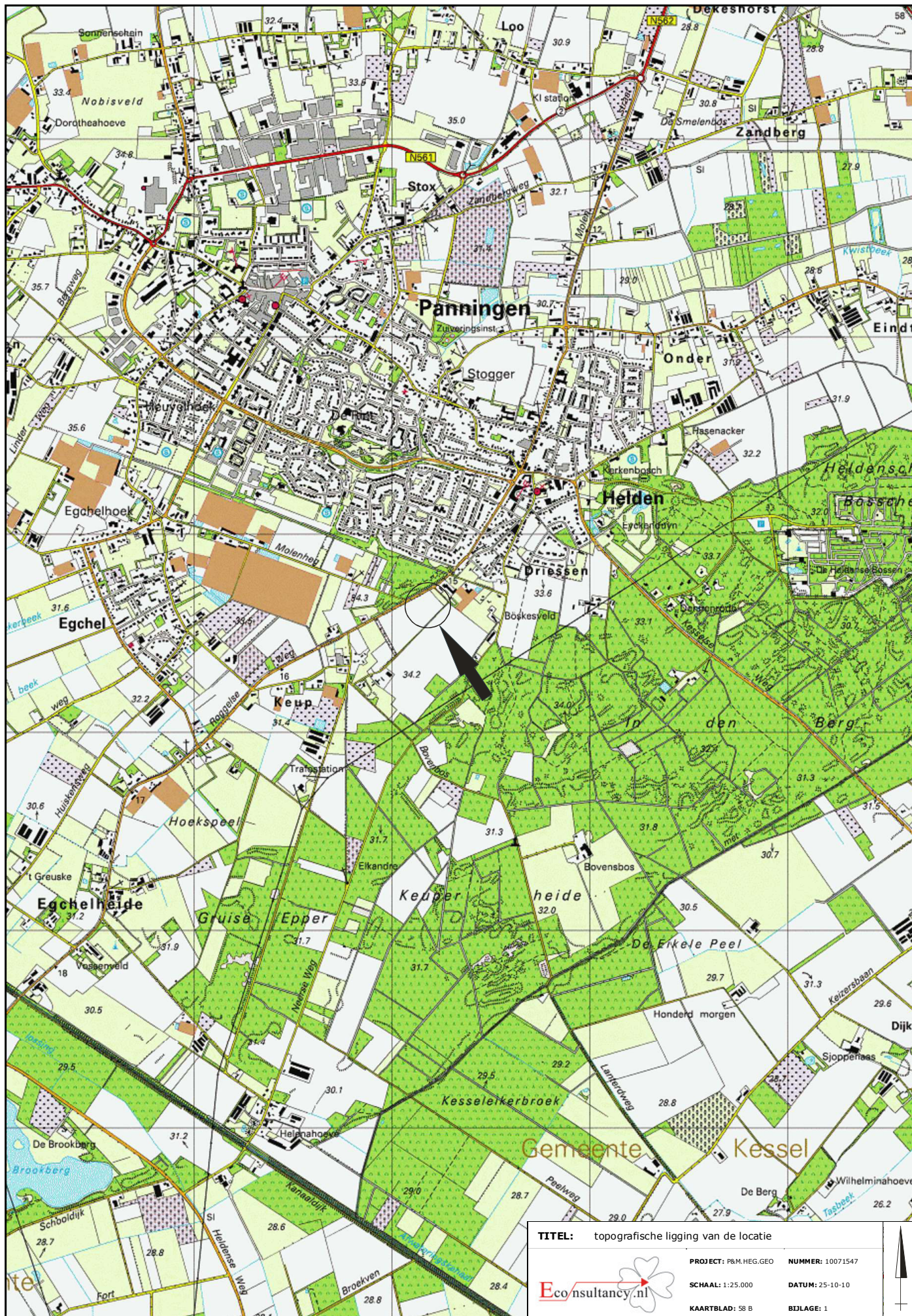
De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot matig grof zand en is bovendien zwak humeus. De ondergrond is over het traject van minimaal 1,0 tot maximaal 3,0 m -mv zwak gleyhoudend en is tevens over het traject van minimaal 2,5 tot maximaal 4,5 m -mv zwak leemhoudend. Er zijn verder geen storende lagen in de ondergrond waargenomen. Er zijn geen zintuiglijk verontreinigingen waargenomen.

Doorlatendheid

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 4 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 vrij goed tot goed doorlatend, waarbij k-waarden van tussen 1,0 m/dag en 5,1 m/dag zijn aangetoond.

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.

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.



TITEL: topografische ligging van de locatie

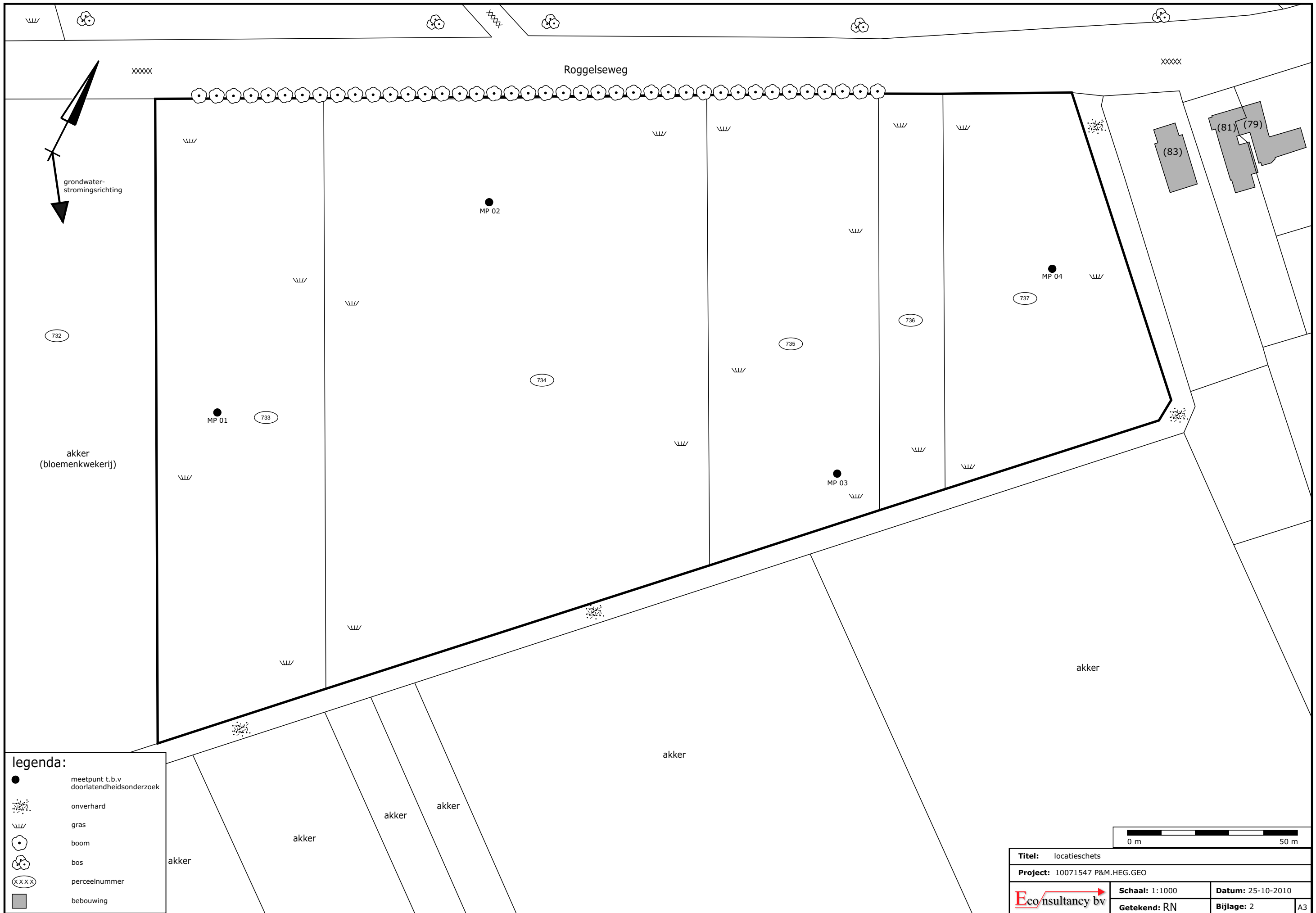


PROJECT: P&M.HEG.GEO **NUMMER:** 10071547

SCHAAL: 1:25.000 **DATUM:** 25-10-10

KAARTBLAD: 58 B **BIDLAGE:** 1





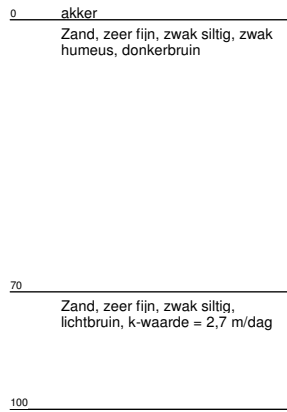
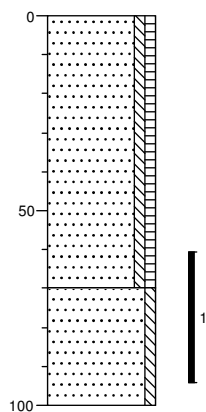
- legenda:**
- meetpunt t.b.v. doorlatendheidsonderzoek
 - ⊘ onverhard
 - ⌋ gras
 - boom
 - ⊙ bos
 - ⊗ perceelnummer
 - bebouwing



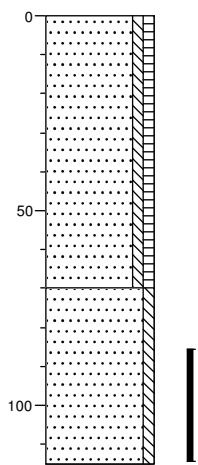
Titel: locatieschets			
Project: 10071547 P&M.HEG.GEO			
Eco nsultancy bv	Schaal: 1:1000	Datum: 25-10-2010	
	Getekend: RN	Bijlage: 2	A3

Bijlage 3a Boorprofielen

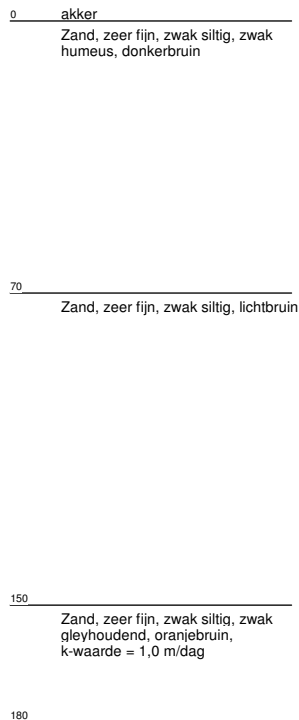
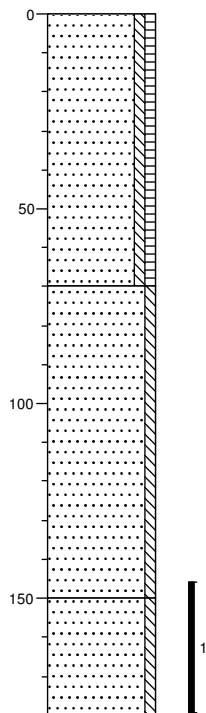
Boring: MP 01



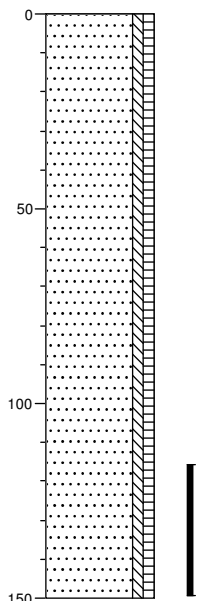
Boring: MP 02



Boring: MP 03

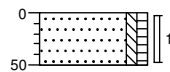


Boring: MP 04



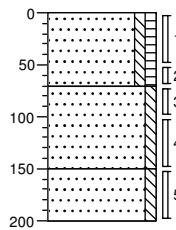
Bijlage 3b Boorprofielen

Boring: 01



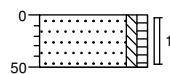
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 02



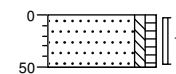
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70
Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin
150
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
200

Boring: 03



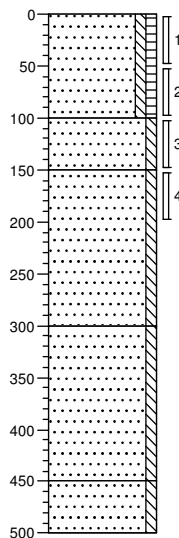
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 04



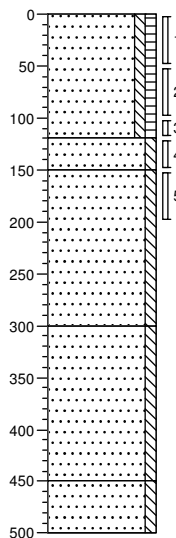
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 05



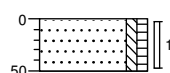
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
100
Zand, zeer fijn, zwak siltig, beigebruin
150
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
300
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, grijsbruin
450
Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
500

Boring: 06



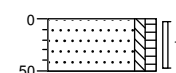
0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
120
Zand, zeer fijn, zwak siltig, beigebruin
150
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
300
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, grijsbruin
450
Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
500

Boring: 07



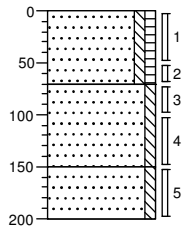
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 08



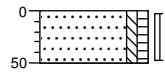
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 09



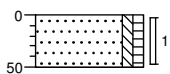
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70	Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
200	

Boring: 10



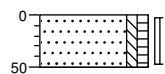
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 11



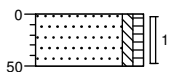
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 12



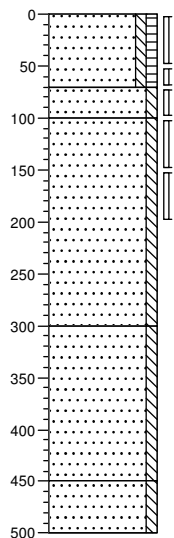
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 13



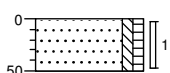
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 14



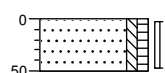
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70	
100	Zand, zeer fijn, zwak siltig, beigegeel
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
300	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, grijsbruin
450	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
500	

Boring: 15



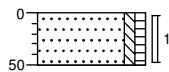
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 16



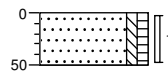
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 17



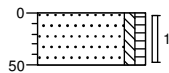
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 18



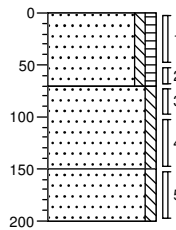
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 19



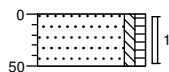
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 20



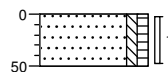
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70 Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin
150 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
200

Boring: 21



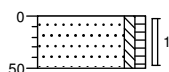
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 22



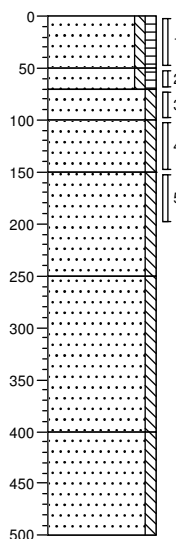
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 23



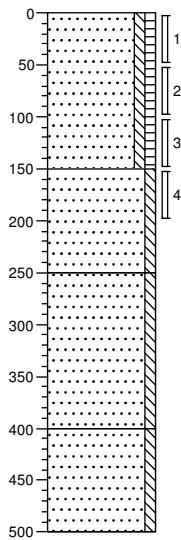
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50

Boring: 24



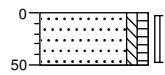
0 akker
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
70 Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruinoranje
100 Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruinoranje
150 Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruinoranje
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, bruinoranje
250 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, bruingrijs
400 Zand, matig grof, zwak siltig, bruingeel
500

Boring: 25



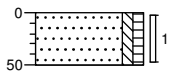
0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
250	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, grijsbruin
400	Zand, matig grof, zwak siltig, geelbruin
500	

Boring: 26



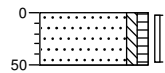
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 27



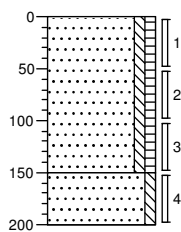
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 28



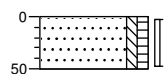
0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Boring: 29



0	akker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
150	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin
200	

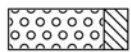
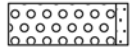
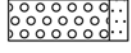
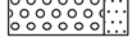

Boring: 30



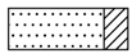
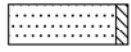
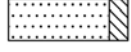
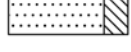

0	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin
50	

Legenda (conform NEN 5104)



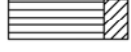


grind

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

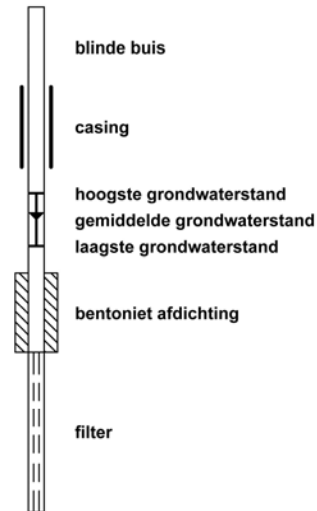
zand

-  Zand, 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

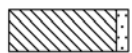

peilbuis









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
-  ongeroerd monster

overig

-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand (tijdens veldwerk)
-  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 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:

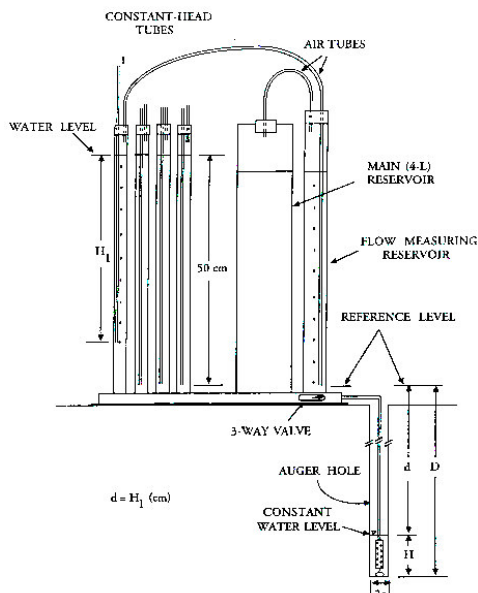
$$K_{sat} = \frac{\left(\operatorname{hyp} \sin^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} + \left(\frac{r}{H} \right) \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

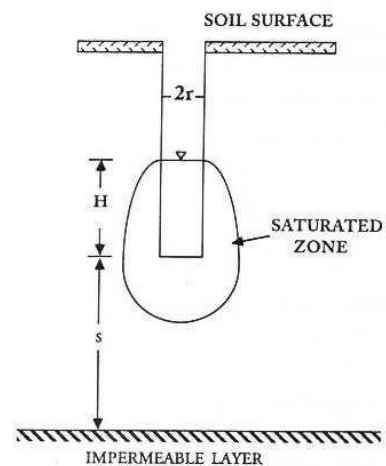
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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		
laagbegin [cm -mv]	60		
laageinde [cm -mv]	94		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	77		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	39,8	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	38,4	30	3,42
meting 2 t = 2 [cm]	36,9	60	3,67
meting 3 t = 3 [cm]	35,8	90	2,69
meting 4 t = 4 [cm]	34,7	120	2,69
meting 5 t = 5 [cm]	33,6	150	2,69
meting 6 t = 6 [cm]	32,5	180	2,69
gemiddelde k-waarde (m/dag)	2,7		

Tabel II. Resultaten MP02

MP02	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	83		
laageinde [cm -mv]	117		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	100		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	24,3	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	22,1	30	5,38
meting 2 t = 2 [cm]	20,0	60	5,14
meting 3 t = 3 [cm]	17,9	90	5,14
meting 4 t = 4 [cm]	15,8	120	5,14
gemiddelde k-waarde (m/dag)	5,1		

Tabel III. Resultaten MP03

MP03	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	146		
laageinde [cm -mv]	180		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	163		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	40,6	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	40,1	30	1,22
meting 2 t = 2 [cm]	39,3	60	1,96
meting 3 t = 3 [cm]	39,4	90	-0,24
meting 4 t = 4 [cm]	39,0	120	0,98
meting 5 t = 5 [cm]	38,6	150	0,98
meting 6 t = 6 [cm]	38,2	180	0,98
gemiddelde k-waarde (m/dag)	1,0		

Tabel IV. Resultaten MP04

MP04	laag 1		
laagbegin [cm -mv]	116		
laageinde [cm -mv]	150		
Q [cm ³ /cm]	105		
H [cm]	17		
r [cm]	3,5		
D [cm -mv]	133		
	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	29,0	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	27,8	30	2,94
meting 2 t = 2 [cm]	26,8	60	2,45
meting 3 t = 3 [cm]	25,8	90	2,45
meting 4 t = 4 [cm]	24,8	120	2,45
gemiddelde k-waarde (m/dag)	2,4		