

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK

PLANTSOENSINGEL ZUID (ONG.)

TE 'S-HEERENBERG

GEMEENTE MONTFERLAND

## Doorlatendheidsonderzoek Plantsoensingel Zuid (ong.) te 's-Heerenberg in de gemeente Montferland

|                             |                                                                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Opdrachtgever</b>        | Boudewijn Zevenaar bv<br>Postbus 371<br>6900 AJ Zevenaar                            |
| <b>Project</b>              | MON.BOU.GEO                                                                         |
| <b>Rapportnummer</b>        | 10075805                                                                            |
| <b>Status</b>               | Eindrapportage                                                                      |
| <b>Datum</b>                | 22 december 2010                                                                    |
| <b>Vestiging</b>            | Doetinchem                                                                          |
| <b>Opsteller</b>            | Drs. Ing. S. Schut                                                                  |
| <b>Paraaf</b>               |  |
| <b>Kwaliteitscontroleur</b> | Ing. H.J.H. Jolink                                                                  |
| <b>Paraaf</b>               |  |

### *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 .....                       | 2 |
| 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.....         | 5 |
| 5.  | SAMENVATTING EN CONCLUSIE .....                   | 6 |

### BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
- 2a. - Locatieschets
- 2b. - Locatieschets toekomstige situatie
3. - Boorprofielen
4. - Methodiek constant-head permeameter
5. - Berekende k-waarden onverzadigde zone

## **1. INLEIDING**

Econsultancy heeft van Boudewijn Zevenaar bv opdracht gekregen voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek aan de Plantsoensingel Zuid (ong.) te 's-Heerenberg in de gemeente Montferland.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen (her)ontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de bodem ten behoeve van de voorgenomen aanleg van een infiltratieriool. Het onderzoek richt zich op de bodemlaag ter hoogte van de onderzijde van de geplande infiltratievoorziening.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn vooralsnog 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 Plantsoensingel Zuid (ong.), in de bebouwde kom van 's-Heerenberg in de gemeente Montferland (zie bijlage 1).

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 40 F, 2004 (schaal 1:25.000), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 15 m +NAP en zijn de coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie  $X = 214.230$ ,  $Y = 431.975$ .

De onderzoekslocatie wordt aan de zuidzijde begrensd door de Plantsoensingel Zuid. Aan de westzijde wordt de onderzoekslocatie begrensd door de Klinkerstraat. Aan de noordzijde van de onderzoekslocatie bevinden zich woonpercelen behorende tot de Groenestraat en aan de oostzijde behorende tot de Plantsoensingel Zuid.

De onderzoekslocatie is grotendeels braakliggend. Ter plaatse van het oostelijk gedeelte van de onderzoekslocatie bevindt zich een puindepot. De onderzoekslocatie was tot voorkort grotendeels in gebruik als bedrijfslocatie. Ter plaatse van de Plantsoensingel Zuid 1-3 was in het verleden onder andere een babyspecialzaak gevestigd. De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in de bouw van een aantal appartementen en de aanleg van parkeerplaatsen. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd middels een infiltratieriool. In bijlagen 2a en 2b is de huidige en toekomstige situatie op een locatieschets weergegeven.

## **2.2 Regionale bodemopbouw**

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 40 Oost, 1985 (schaal 1:50.000), in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een hoge bruine enkeerdgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit grof zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Bortel.

## **2.3 Regionale geohydrologie**

De onderzoekslocatie is gelegen in het Pleistocene Bekken. Het Pleistocene Bekken wordt aan de oostzijde begrensd door het Oost-Nederlandse Plateau en aan de westzijde door het stroomdal van de IJssel. Ten zuiden ligt het stroomdal van de Rijn.

Het watervoerend pakket heeft een dikte van  $\pm 30$  m en wordt gevormd door de matig grove tot zeer grove en grindrijke Formaties van Kreftenheye en Drenthe. Op deze fluvioglaciale en fluviale formaties liggen de fijnzandige, matig goed doorlatende dekzandafzettingen, behorende tot de Formatie van Twente, met een dikte van  $\pm 2$  m.

De gemiddelde grondwaterstand van het freatisch grondwater bedraagt  $\pm 12,5$  m +NAP, waardoor het grondwater zich op  $\pm 2,5$  m -mv zou bevinden. Het freatisch grondwater stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 40 Oost, 1976 (schaal 1:50.000), in oost- tot zuidoostelijke richting. Op een afstand van  $\pm 2,5$  km ten noorden van de onderzoekslocatie ligt het pompstation "Dr. Van Heek". De onttrekking van dit pompstation kan bij grote onttrekkingen van invloed zijn op de grondwaterstroming van het freatisch grondwater. De onderzoekslocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingsgebied

## **3. VELDWERK**

### **3.1 Algemeen**

Het veldwerk is uitgevoerd op 10 augustus 2010. Bij de situering van de boringen is rekening gehouden met de mogelijke toekomstige aanleg van een infiltratierool. Met behulp van een edelmanboor zijn in totaal 4 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 in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

Op de locatieschets in bijlage 2a 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 (geroerde) bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk matig humeus. De bovengrond is bovendien plaatselijk zwak puinhoudend. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak grindig. Plaatselijk komt er in de ondergrond een zwak zandige leemlaag voor. In de ondergrond is ter plaatse van boring 03 over een traject van 0,9 tot 1,2 m -mv een matige aromatengeur waargenomen. Er zijn geen gleyverschijnselen waargenomen.

Tabel I geeft een overzicht van de grondwaterstanden die op 10 augustus 2010 zijn waargenomen.

**Tabel I. Overzicht grondwaterstanden**

| Boring                                                                                                       | Boordiepte (m -mv) | Grondwaterstand (m -mv) | Gemiddelde hoogste Grondwaterstand (GHG) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| 01                                                                                                           | 3,0                | 2,5                     | - (*A)                                   |
| 02                                                                                                           | 3,0                | 2,3                     | - (*A)                                   |
| 03                                                                                                           | 3,0                | 2,6                     | - (*A)                                   |
| 04                                                                                                           | 3,0                | 2,2                     | - (*A)                                   |
| (*A) Vanwege het ontbreken van gleyverschijnselen in de onverzadigde zone kan de GHG niet worden aangegeven. |                    |                         |                                          |

### 3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

De k-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij wordt, 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 betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Afhankelijk van de doorlatendheid wordt ten behoeve van een constante meting met een debiet van  $20 \text{ cm}^3/\text{cm}$  of  $105 \text{ cm}^3/\text{cm}$  gerekend. 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 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

Per boring is in een homogene bodemlaag een in-situ doorlatendheidsmeting in de onverzadigde zone 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, het voorkomen van bodemvreemde bijmengingen (puin, hout etc.) en de capillaire werking van het grondwater. Teneinde beïnvloeding van de capillaire werking te voorkomen dient het onderzoekstraject van de te onderzoeken bodemlaag zich circa 0,5 m boven het grondwaterniveau te bevinden.

## 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 II. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 5 bevat de berekeningen van de k-waarden.

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

| Boring                                                                                                           | Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A) | Bodemsamenstelling                         | Opmerkingen                                                                           | K-waarde (m/dag) | Beoordeling          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
| 01                                                                                                               | 0,6-0,9                            | zwak humeus, matig siltig, matig fijn zand | -                                                                                     | 1,71             | goed doorlatend      |
| 02                                                                                                               | 1,5-2,1                            | zwak siltig, zwak grindig, matig grof zand | in bovenliggend traject van 1,30-1,45 m -mv is een zwak zandige leemlaag aangetroffen | 3,42             | goed doorlatend      |
| 03                                                                                                               | 1,5-1,9                            | zwak siltig, matig grof zand               | in bovenliggend traject van 0,9-1,2 m -mv is een matige aromaten geur waargenomen     | 1,22             | goed doorlatend      |
| 04                                                                                                               | 0,9-1,3                            | zwak siltig, matig fijn zand               | -                                                                                     | 0,73             | vrij 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.

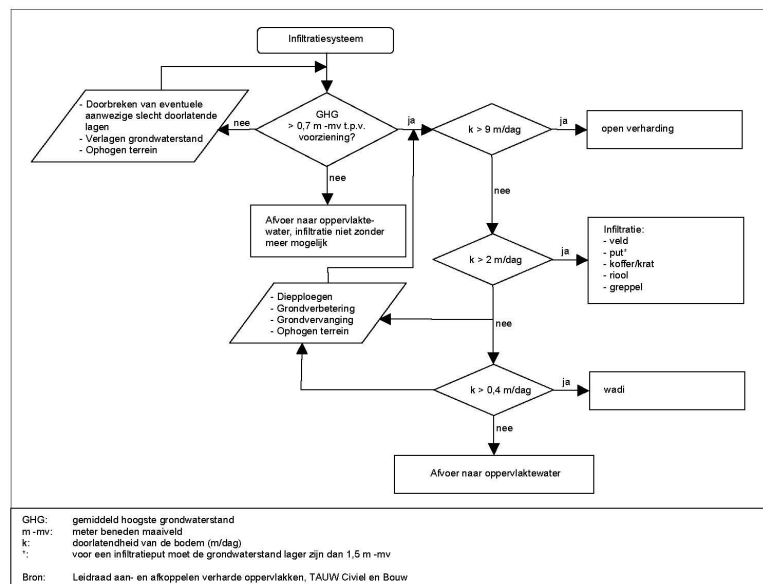
## 4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21<sup>e</sup> 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.

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.

Econsultancy acht de onderzochte bodemlagen in het algemeen geschikt voor de infiltratie van hemelwater.

Bij het maken van de eventuele keuze voor een infiltratievoorziening (dimensionering) is het van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak.



**Figuur 1. Beslismethodiek infiltratietechniek**

## 5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van Boudewijn Zevenaar bv een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd aan de Plantsoensingel Zuid (ong.) te 's-Heerenberg in de gemeente Montferland.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van duurzaam waterbeheer ten aanzien van de voorgenomen herontwikkeling van de onderzoekslocatie.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de bodem ten behoeve van de voorgenomen aanleg van een infiltratieriool. Het onderzoek heeft zich gericht op de bodemlaag ter hoogte van de onderzijde van de geplande infiltratievoorziening.

### *Bodemopbouw en grondwater*

De (geroerde) bovengrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk matig humeus. De bovengrond is bovendien plaatselijk zwak puinhoudend. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak grindig. Plaatselijk komt er in de ondergrond een zwak zandige leemlaag voor. In de ondergrond is ter plaatse van boring 03 over een traject van 0,9 tot 1,2 m -mv een matige aromatengeur waargenomen. Het grondwaterniveau is tijdens de veldwerkzaamheden waargenomen op een diepte van circa 2,2 tot 2,5 m -mv.

### *Doorlatendheid*

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 4 in-situ doorlatendheidsmetingen in een aantal onverzadigde bodemlagen uitgevoerd. De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als vrij goed tot zeer goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,73 en 3,42 m/dag zijn aangegeven.

### *Advies infiltratiemogelijkheden*

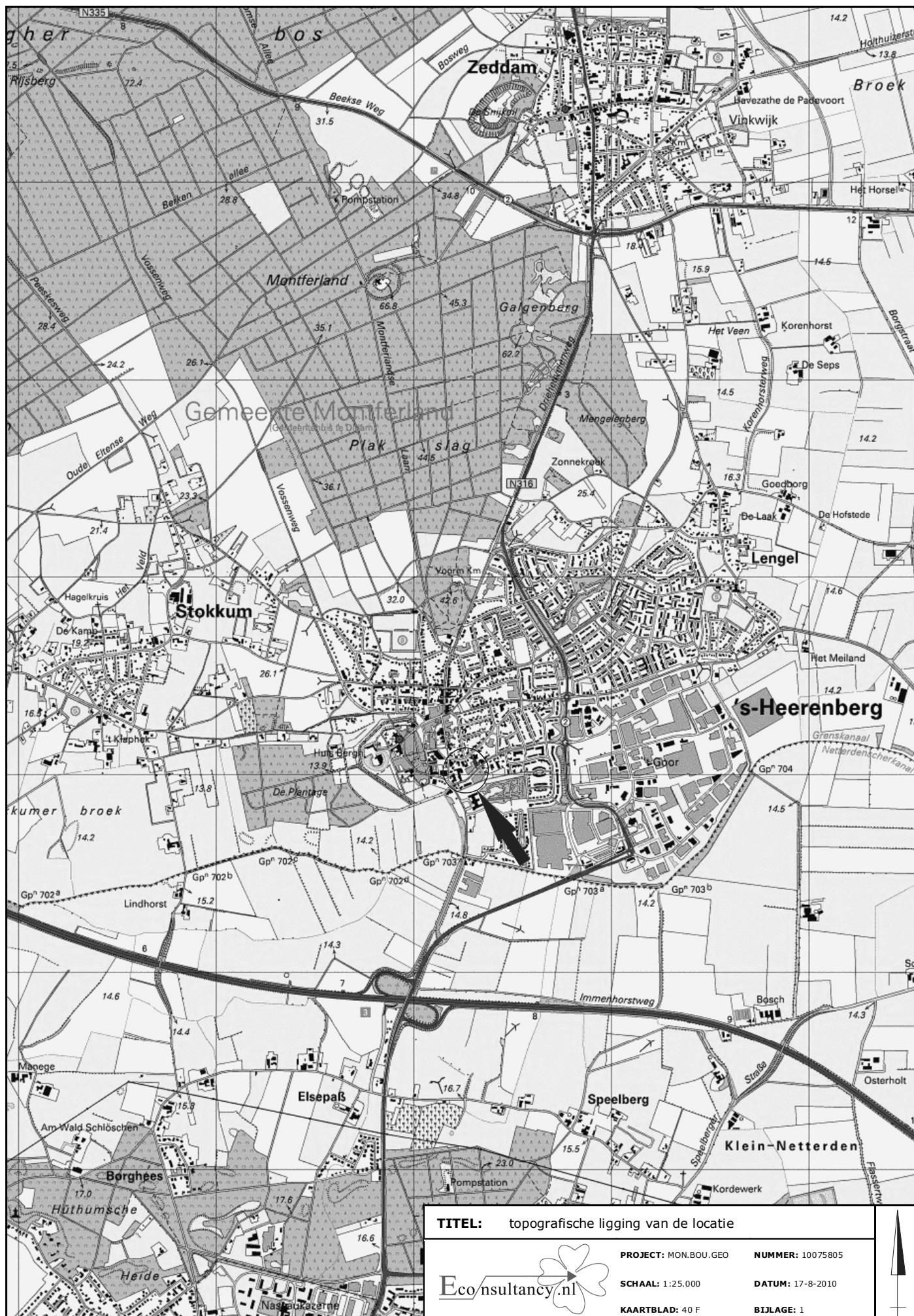
De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden.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

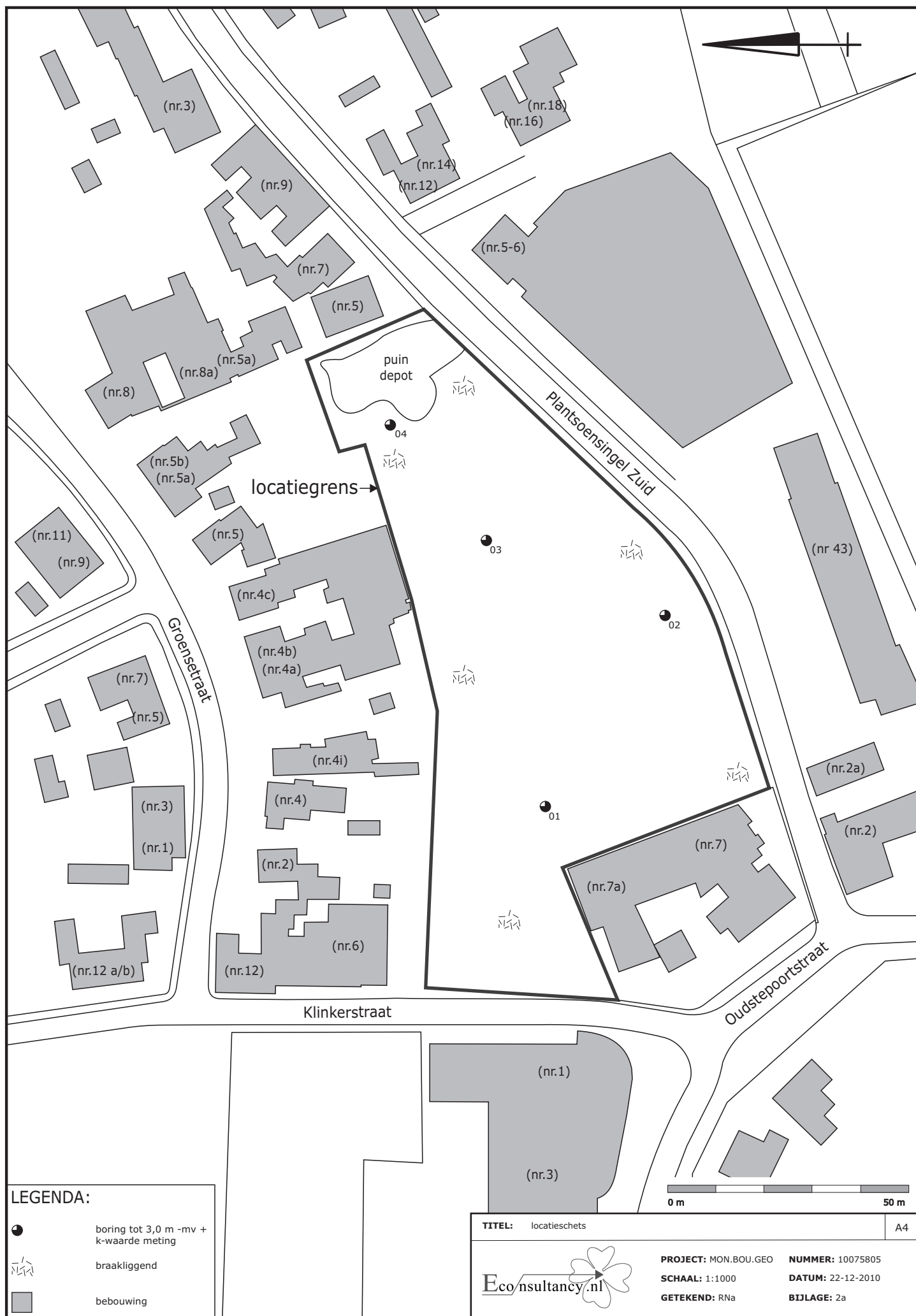
Econsultancy acht de onderzochte bodemlagen in het algemeen geschikt voor de infiltratie van hemelwater.

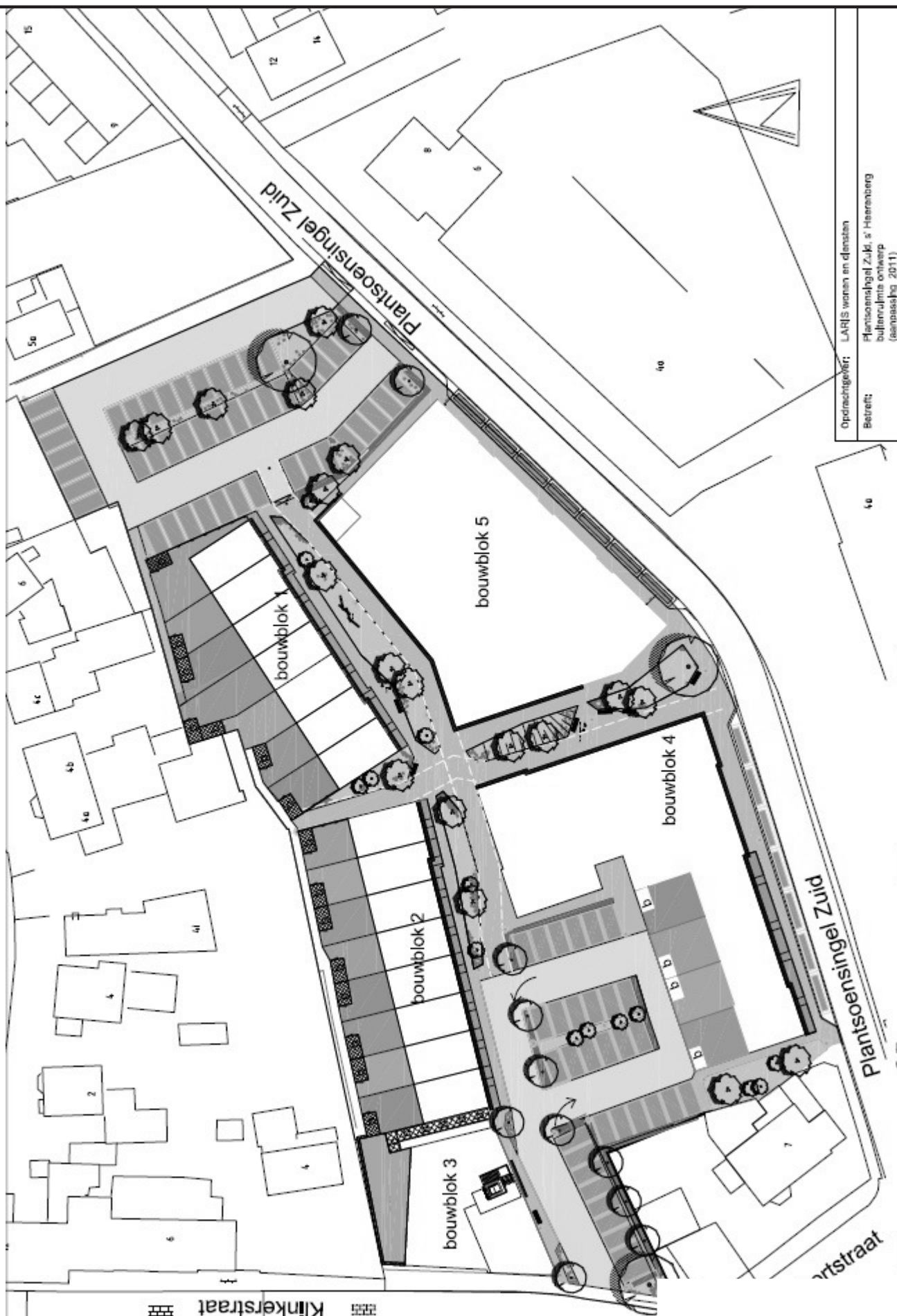
Bij het maken van de eventuele keuze voor een bergingsvoorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden de hoeveelheid te bergen hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard oppervlak. Econsultancy adviseert om de keuze voor de omgang met het hemelwater af te stemmen met de gemeente Montferland en het Waterschap Rijn en IJssel.

Gelet op de waargenomen aromatengeur ter plaatse van boring 03 adviseert Econsultancy om de ernst, aard en omvang hiervan, zover dat nog niet gebeurt is tijdens eerder bodemonderzoek, nader te onderzoeken.

Econsultancy  
Doetinchem, 22 december 2010







Opdrachtgever: LARIS wonen en diensten  
 Betreft: Plantsoensingel Zuid, s' Heerenberg  
 buitenruimte ontwerp  
 (aanpassing 2011)

TITEL: locatieschets toekomstige situatie

A4

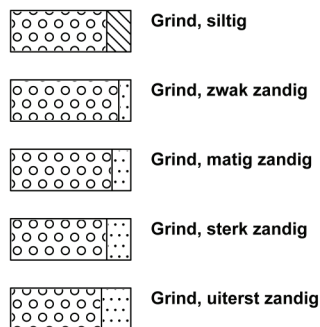
Eco/nsultancy.nl

PROJECT: MON.BOU.GEO  
 NUMMER: 10075805  
 DATUM: 08-04-2011  
 BIJLAGE: 2b

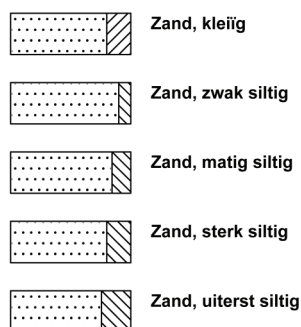
## **Bijlage 3 Boorprofielen**

## Legenda (conform NEN 5104)

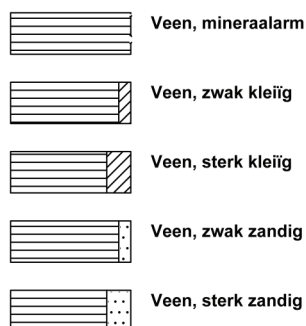
### grind



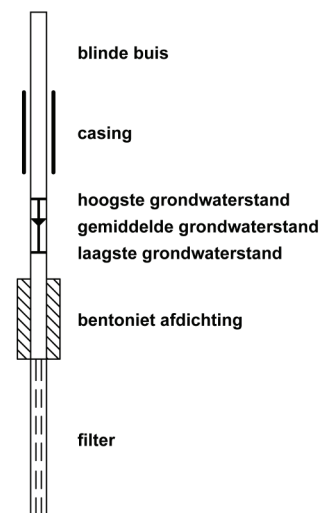
### zand



### veen



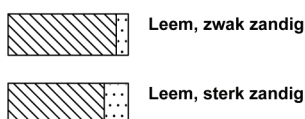
### peilbuis



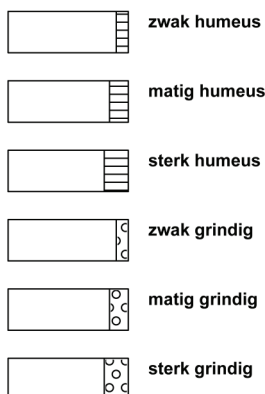
### klei



### leem



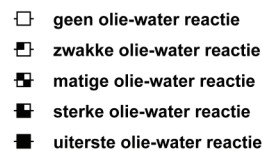
### overige toevoegingen



### geur



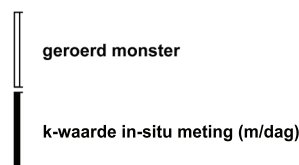
### olie



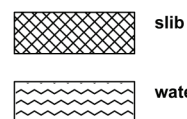
### p.i.d.-waarde



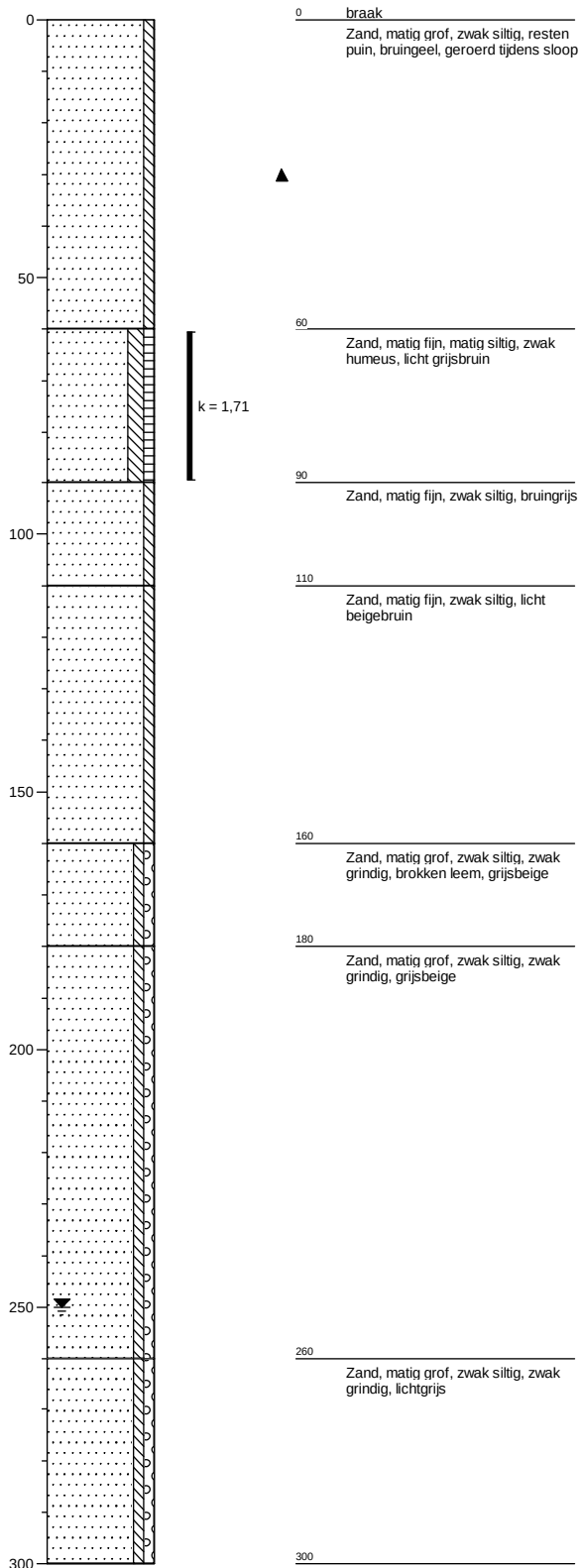
### monsters



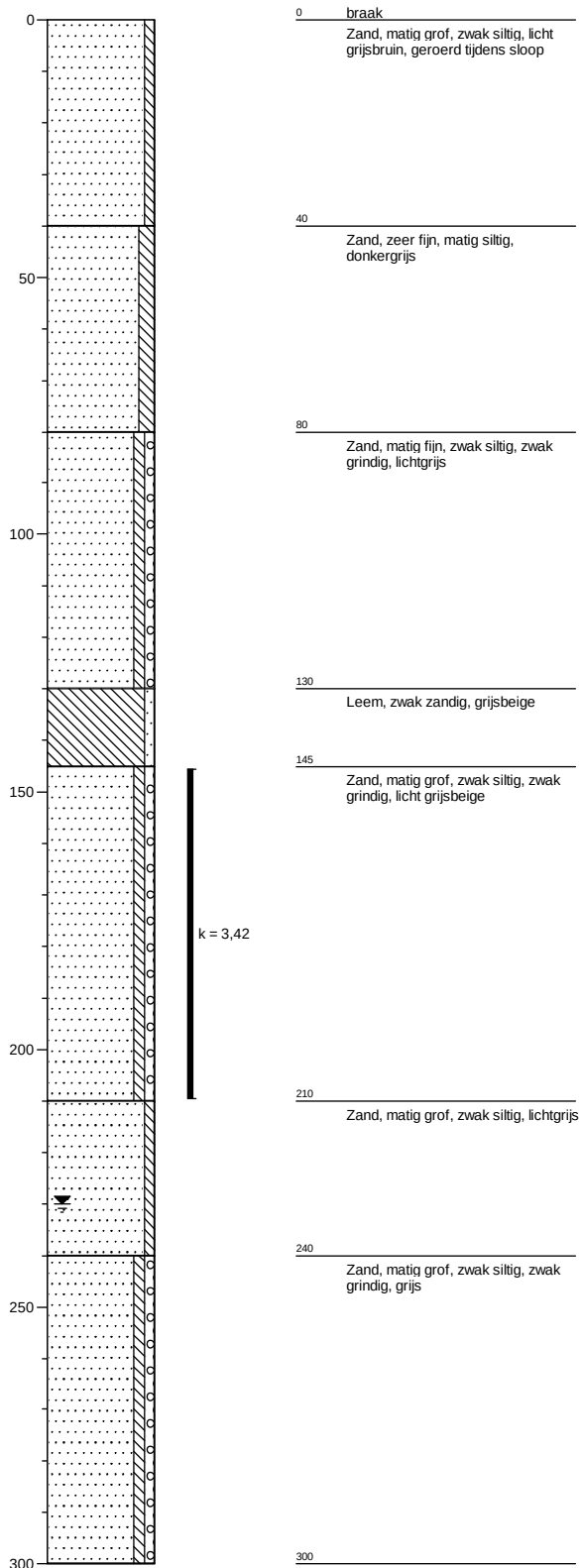
### overig



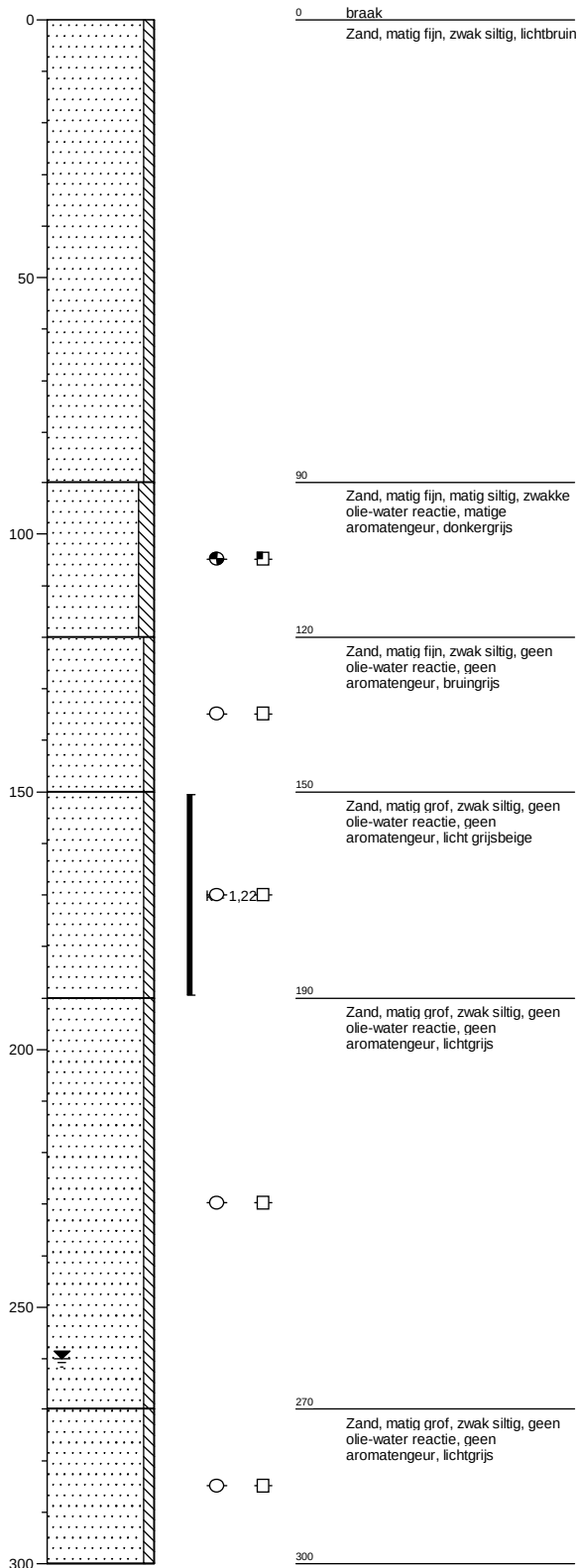
Boring: 01



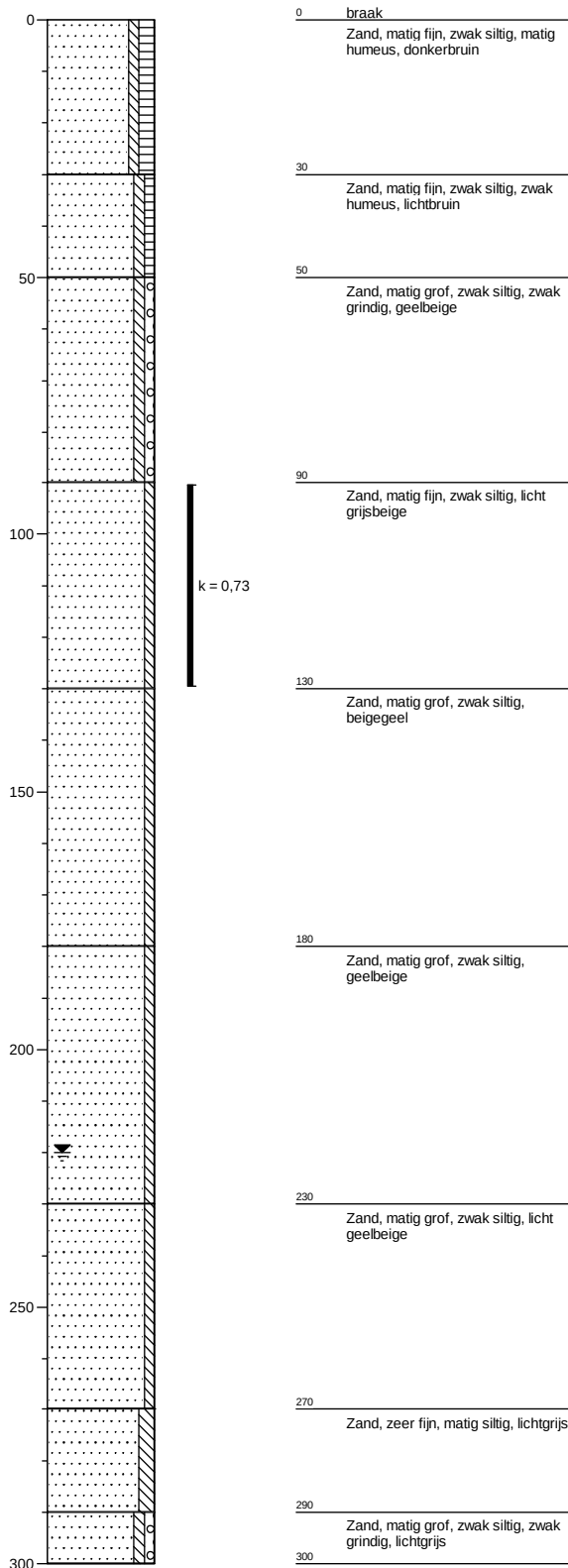
Boring: 02



Boring: 03



Boring: 04



## 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:

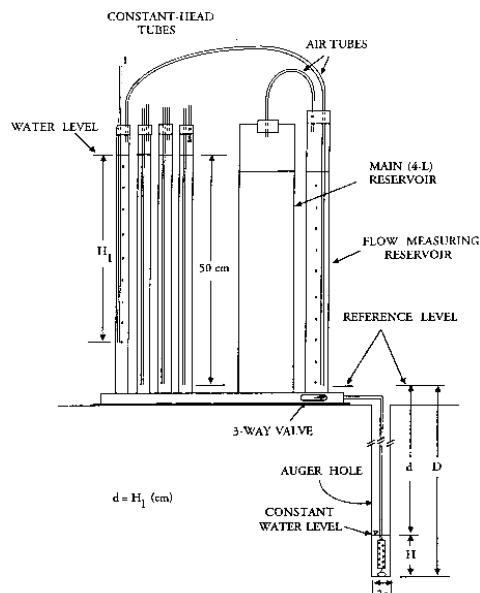
$$K_{sat} = \frac{\left( \text{hyp} \sin^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left( \sqrt{\left( \frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left( \frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

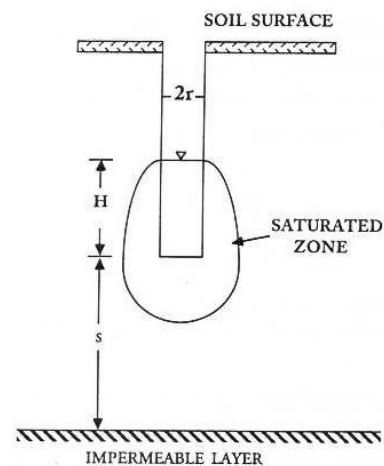
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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



Figuur 1.



Figuur 2.

## Bijlage 5 Berekende k-waarden onverzadigde zone

**Tabel I. Resultaten 01**

| Boring 01                   | laag 1   |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 55       |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 89       |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     |
| H [cm]                      | 17       |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 72       |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 24,8     | 0 -   |                     |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 24,1     | 30    | 1,71                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 23,4     | 60    | 1,71                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 22,7     | 90    | 1,71                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 22,0     | 120   | 1,71                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 21,3     | 150   | 1,71                |
| 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) | 1,71     |       |                     |

**Tabel II. Resultaten 02**

| Boring 02                   | laag 1   |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 159      |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 193      |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     |
| H [cm]                      | 17       |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 176      |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 31,6     | 0 -   |                     |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 30,2     | 30    | 3,42                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 28,8     | 60    | 3,42                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 27,4     | 90    | 3,42                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 26,0     | 120   | 3,42                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 24,6     | 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     |       |                     |

## Bijlage 5 Berekende k-waarden onverzadigde zone

**Tabel III. Resultaten 03**

| Boring 03                   | laag 1   |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 157      |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 191      |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     |
| H [cm]                      | 17       |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 174      |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 29,2     | 0 -   |                     |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 28,7     | 30    | 1,22                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 28,2     | 60    | 1,22                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 27,7     | 90    | 1,22                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 27,2     | 120   | 1,22                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 26,7     | 150   | 1,22                |
| 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) | 1,22     |       |                     |

**Tabel IV. Resultaten 04**

| Boring 04                   | laag 1   |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 102      |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 136      |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     |
| H [cm]                      | 17       |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 119      |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 39,6     | 0 -   |                     |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 39,3     | 30    | 0,73                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 39,0     | 60    | 0,73                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 38,7     | 90    | 0,73                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 38,4     | 120   | 0,73                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 38,1     | 150   | 0,73                |
| meting 6 t = 6 [cm]         | 37,8     | 180   | 0,73                |
| meting 7 t = 7 [cm]         |          |       |                     |
| meting 8 t = 8 [cm]         |          |       |                     |
| meting 9 t = 9 [cm]         |          |       |                     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | 0,73     |       |                     |