

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

ROGGELSEWEG GIELENHOFWEG  
JACOBUSSTRAAT

TE EGCHEL


GEMEENTE PEEL EN MAAS



- \* Bodem
- \* Waterbodem
- \* Water
- \* Archeologie
- \* Ecologie
- \* Milieu

Water

# Geohydrologisch onderzoek Roggelseweg/Gielenhofweg/Jacobusstraat te Egchel in de gemeente Peel en Maas

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Opdrachtgever</b>      | Gemeente Peel en Maas<br>Postbus 7088<br>5980 AB Panningen                          |
| <b>Project</b>            | P&M.GEM.GEO   |
| <b>Rapportnummer</b>      | 11010039  |
| <b>Status</b>             | Eindrapportage  |
| <b>Datum</b>              | 11 maart 2011   |
| <b>Vestiging</b>          | Swalmen   |
| <b>Opsteller</b>          | Ing. M.R.P. Vidal   |
| <b>Paraaf</b>             |  |
| <b>Kwaliteitscontrole</b> | Drs. E. Hartingsveld  |
| <b>Paraaf</b>             |  |

#### *Kwaliteitszorg*

Voor het uitvoeren van doorlatendheidsonderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor doorlatendheidsonderzoek kan worden gewerkt volgens vastgestelde protocollen en richtlijnen wordt daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen zoals deze voor bodemonderzoek gelden.

#### *Betrouwbaarheid*

Dit onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd conform de algemeen geldende normen en met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Het onderzoek betreft een momentopname in de tijd en is steekproefsgewijs uitgevoerd, waardoor een beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Econsultancy accepteert derhalve op voorhand geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever naar aanleiding van het door Econsultancy uitgevoerde onderzoek neemt.

## INHOUDSOPGAVE

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 1.  | INLEIDING .....                                   | 1 |
| 2.  | LOCATIEGEGEVENS .....                             | 1 |
| 2.1 | Huidig en toekomstig gebruik .....                | 1 |
| 2.2 | Regionale bodemopbouw .....                       | 1 |
| 2.3 | Regionale geohydrologie .....                     | 2 |
| 3.  | VELDWERK.....                                     | 2 |
| 3.1 | Algemeen.....                                     | 2 |
| 3.2 | Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau.....       | 3 |
| 3.3 | Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven.....     | 4 |
| 3.4 | Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen .....  | 4 |
| 4.  | RESULTATEN EN BEOORDELING.....                    | 5 |
| 4.1 | Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen..... | 5 |
| 4.2 | Beoordeling infiltratiemogelijkheden.....         | 6 |
| 5.  | SAMENVATTING EN CONCLUSIE .....                   | 7 |

### BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets
3. - Boorprofielen
4. - Methodiekomschrijving
5. - Berekende k-waarden

## **1. INLEIDING**

Econsultancy heeft van de gemeente Peel en Maas opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek voor een locatie gelegen tussen de Roggelseweg, Gielenhofweg en Jacobusstraat te Egchel in de gemeente Peel en Maas.

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

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht.

Voor het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Derhalve is ten behoeve van de veldwerkzaamheden aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen" en zijn boorbeschrijvingen conform de NEN 5104 gemaakt.

## **2. LOCATIEGEGEVENS**

### **2.1 Huidig en toekomstig gebruik**

De onderzoekslocatie ( $\pm 6$  ha) is gelegen tussen de Roggelseweg, Gielenhofweg en Jacobusstraat, circa 400 m ten zuidoosten van de kern van Egchel in de gemeente Peel en Maas (zie bijlage 1) en is kadastraal bekend gemeente Helden, sectie G, nummer 707, 1883, 2580, 2864, 2865 en 3212.

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 58 B (schaal 1:25.000), bevindt het maai-veld zich op een hoogte variërend tussen circa 33,5 m +NAP (noordwestelijk deel van de onderzoekslocatie) en 31 m +NAP (zuidoostelijk deel van de onderzoekslocatie) en zijn de coördinaten op het midden van de onderzoekslocatie  $X = 196.050$ ,  $Y = 369.235$ .

De onderzoekslocatie heeft een agrarische functie en heeft voor zover altijd een agrarische bestemming gehad.

In de toekomstige situatie zal er een woonwijk gerealiseerd worden. De aard van de eventuele infiltratievoorziening is vooralsnog niet bekend. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

### **2.2 Regionale bodemopbouw**

De originele bodem van de onderzoekslocatie bestaat volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 58 West, 1967 (schaal 1:50.000), grotendeels uit een laarpodzolgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. Een klein gedeelte van de onderzoekslocatie, direct ten zuiden van de Gielenhofweg, bestaat uit een hoge zwarte enkeerdgrond, welke eveneens voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Twente.

Geomorfologisch gezien behoort de onderzoekslocatie tot een gebied met dekzandruggen/welvingen.

## 2.3 Regionale geohydrologie

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

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

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

In de omgeving van de onderzoekslocatie bevinden zich geen TNO-peilbuizen. Derhalve is de bodemkaart van Nederland, kaartblad 68 West en Oost, 1991 geraadpleegd. Tabel I geeft een overzicht van enkele geohydrologische gegevens voor het gebied waarin de onderzoekslocatie zich bevindt.

**Tabel I. Overzicht geohydrologische gegevens**

| GT | GHG       | GLG    | Kwel/Infiltratiegebied |
|----|-----------|--------|------------------------|
| VI | 0,4 - 0,8 | > 1,20 | infiltratie            |

GT: Grondwatertrap  
 GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand in m -mv  
 GLG: gemiddeld laagste grondwaterstand in m -mv

Bron: Topografische kaart, kaartblad 58, uitgave 1974

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

## 3. VELDWERK

### 3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 10 februari 2011 en 10 maart 2011. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 14 boringen geplaatst: 12 boringen tot maximaal 1,2 m -mv en 2 boringen tot maximaal 4,7 m -mv. Deze diepe boringen zijn afgewerkt als peilbuis, teneinde de grondwaterstand te kunnen bepalen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen 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 situering van de meetpunten aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

### 3.2 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot plaatselijk matig fijn zand. De bovengrond is bovendien tot maximaal 0,9 m -mv zwak humeus. In de ondergrond komt plaatselijk een storende laag voor op het traject 3,0 - 3,7 m -mv. Deze storende laag bestaat uit sterk zandige leem. Tevens is de ondergrond plaatselijk zwak tot matig gleyhoudend.

Tabel II geeft een overzicht van de grondwaterstanden die tijdens de veldwerkzaamheden zijn waargenomen. Tevens is de gemiddeld hoogste grondwaterstand geschat op basis van het voorkomen van gleyverschijnselen.

**Tabel II. Overzicht grondwaterstanden**

| Boring | Boordiepte (m -mv) | Grondwaterstand (m -mv) | Gemiddelde hoogste Grondwaterstand (GHG) |
|--------|--------------------|-------------------------|--|
| MP 01  | 1,15               | -                       | - (*A)                                   |
| MP 02  | 1,20               | -                       | - (*A)                                   |
| MP 03  | 1,20               | -                       | 1,00                                     |
| MP 04  | 1,10               | -                       | - (*A)                                   |
| MP 05  | 1,10               | -                       | - (*A)                                   |
| MP 06  | 1,10               | 0,95                    | - (*A)                                   |
| MP 07  | 1,20               | 0,80                    | - (*A)                                   |
| MP 08  | 1,10               | -                       | 0,70                                     |
| MP 09  | 1,20               | 0,45                    | - (*A)                                   |
| MP 10  | 1,20               | 0,45                    | - (*A)                                   |
| MP 11  | 1,20               | -                       | 1,00                                     |
| MP 12  | 1,20               | 0,95                    | - (*A)                                   |
| PB 01  | 4,65               | 1,75 (*B)               | 0,50                                     |
| PB 02  | 4,70               | 0,45 (*C)               | - (*A)                                   |

(\*A) Vanwege het ontbreken van gleyverschijnselen in de onverzadigde zone kan de GHG niet worden aangegeven.  
 (\*B) Op 10 februari 2011 bevond de grondwaterstand zich op 2,0 m -mv  
 (\*C) Op 10 februari 2011 bevond de grondwaterstand zich op 0,9 m -mv

Tabel III geeft een overzicht van de grondwaterstanden die tijdens de veldwerkzaamheden zijn waargenomen in de peilbuizen die door BKK in 2010 geplaatst zijn. Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de door BKK geplaatste peilbuizen aangegeven.

**Tabel III. Overzicht grondwaterstanden**

| Boring | Grondwaterstand (m -mv) | Boring | Grondwaterstand (m -mv) |
|--------|-------------------------|--------|-------------------------|
| B 01   | 1,65                    | B 04   | 1,20                    |
| B 02   | 1,50                    | B 05   | 0,80                    |
| B 03   | 1,20                    | B 06   | 0,80                    |

### 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.

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

Beide methoden zijn nader toegelicht in bijlage 4.

In tabel IV is een classificatie van de doorlatendheid opgenomen.

**Tabel IV. Classificatie doorlatendheid**

| K-waarde (m/dag)   | Classificatie (*A)     |
|--|------------------------|
| < 0,01   | zeer slecht doorlatend |
| 0,01-0,1   | slecht doorlatend      |
| 0,1-0,5  | matig doorlatend       |
| 0,5-1,0  | vrij goed doorlatend   |
| 1,0-10   | goed doorlatend        |
| > 10   | zeer goed doorlatend   |
| (*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000) |                        |

### 3.4 Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmeting is in een homogene bodemlaag uitgevoerd. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is een referentieboring geplaatst om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw ter plaatse. Op basis van de profielbeschrijving is de te onderzoeken bodemlaag vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Van de onderzochte bodemlagen zijn tevens monsters genomen.

Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

In tabel V zijn de uitgevoerde werkzaamheden weergegeven.

**Tabel V. Overzicht uitgevoerde werkzaamheden**

| Boringen   | Doorlatendheidsmetingen                              |
|--|--|
| 12 (max. 1,2 m -mv)<br>2 (max. 4,7 m -mv)  | 9 (onverzadigde zone, *A)<br>3 (verzadigde zone, *B) |
| (*A) De k-waarde is bepaald met behulp van de constant-head permeameter.<br>(*B) De k-waarde is bepaald met behulp van de Hooghoudt methode (rising-head). |  |

## 4. RESULTATEN EN BEOORDELING

### 4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

Tabel VI 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 IV. In de boorprofielen is de k-waarde weergegeven (zie bijlage 3). Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

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

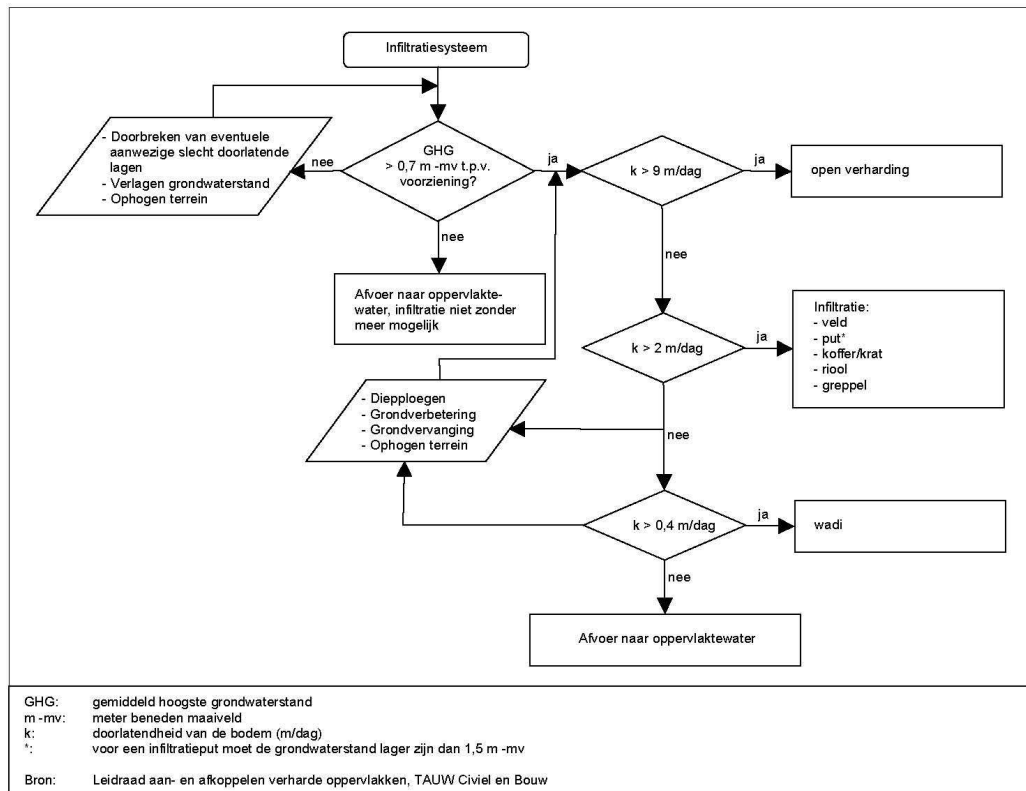
| Boring | Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)   | Zone        | Bodemsamenstelling          | Opmerkingen       | K-waarde (m/dag) | Beoordeling          |
|--------|--|-------------|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| MP 01  | 0,81-1,15  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,6              | vrij goed doorlatend |
| MP 02  | 0,86-1,20  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,45             | matig doorlatend     |
| MP 03  | 0,81-1,15  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | matig gleyhoudend | 0,2              | matig doorlatend     |
| MP 04  | 0,76-1,10  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,35             | matig doorlatend     |
| MP 05  | 0,76-1,10  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,2              | matig doorlatend     |
| MP 06  | 0,26-0,60  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | zwak humeus       | 0,4(*B)          | matig doorlatend     |
| MP 07  | 0,80-1,20  | verzadigd   | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 4,3 (*C)         | goed doorlatend      |
| MP 08  | 0,76-1,10  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | zwak gleyhoudend  | 0,2              | matig doorlatend     |
| MP 09  | 0,80-1,20  | verzadigd   | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 13,3 (*C)        | matig doorlatend     |
| MP 10  | 0,80-1,20  | verzadigd   | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,9              | vrij goed doorlatend |
| MP 11  | 0,86-1,20  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | matig gleyhoudend | 0,2              | matig doorlatend     |
| MP 12  | 0,86-1,20  | onverzadigd | zwak siltig, zeer fijn zand | -                 | 0,2              | matig doorlatend     |
| (*A)   | Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.                             |             |                             |                   |                  |                      |
| (*B)   | Bij het verrichten van de duplometing vond geen infiltratie plaats, derhalve is de gemeten waarde van de eerste meting indicatief. |             |                             |                   |                  |                      |
| (*C)   | De gemeten k-waarde wijken af van de overige metingen en worden derhalve niet representatief bevonden.                             |             |                             |                   |                  |                      |

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 I is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de actuele grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslismethodiek. Iedere situatie dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken.



**Figuur I. Beslismethodiek infiltratietechniek**

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

Op basis van de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstanden kan worden gesteld de bodem minder tot niet geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewater) op de hoger gelegen terreindelen van het plangebied. Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfilteerd in diepere verzadigde bodemlagen. 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 de gemeente Peel en Maas een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd op de locatie gelegen tussen de Roggelseweg, Gielenhofweg en Jacobusstraat te Egchel in de gemeente Peel en Maas.

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

Doel van het onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k-waarde van de bodem), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht.

### *Bodemopbouw en grondwater*

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, zeer fijn tot plaatselijk matig fijn zand. De bovengrond is bovendien tot maximaal 0,9 m -mv zwak humeus. In de ondergrond komt plaatselijk een storende laag voor op het traject 3,0 - 3,7 m -mv. Deze storende laag bestaat uit sterk zandige leem. Tevens is de ondergrond plaatselijk zwak tot matig gleyhoudend.

Het grondwaterniveau varieert van circa 0,45 tot 1,75 m -mv.

### *Doorlatendheid*

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 12 in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht. De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als matig tot vrij goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,2 en 0,9 m/dag zijn aangetoond.

De k-waarde van de onderzochte lagen ter plaatse van MP07 en MP09 is hoger dan op basis van de textuur zou worden verwacht. Het meetresultaat kan derhalve niet als representatief voor deze bodemlagen worden beschouwd.

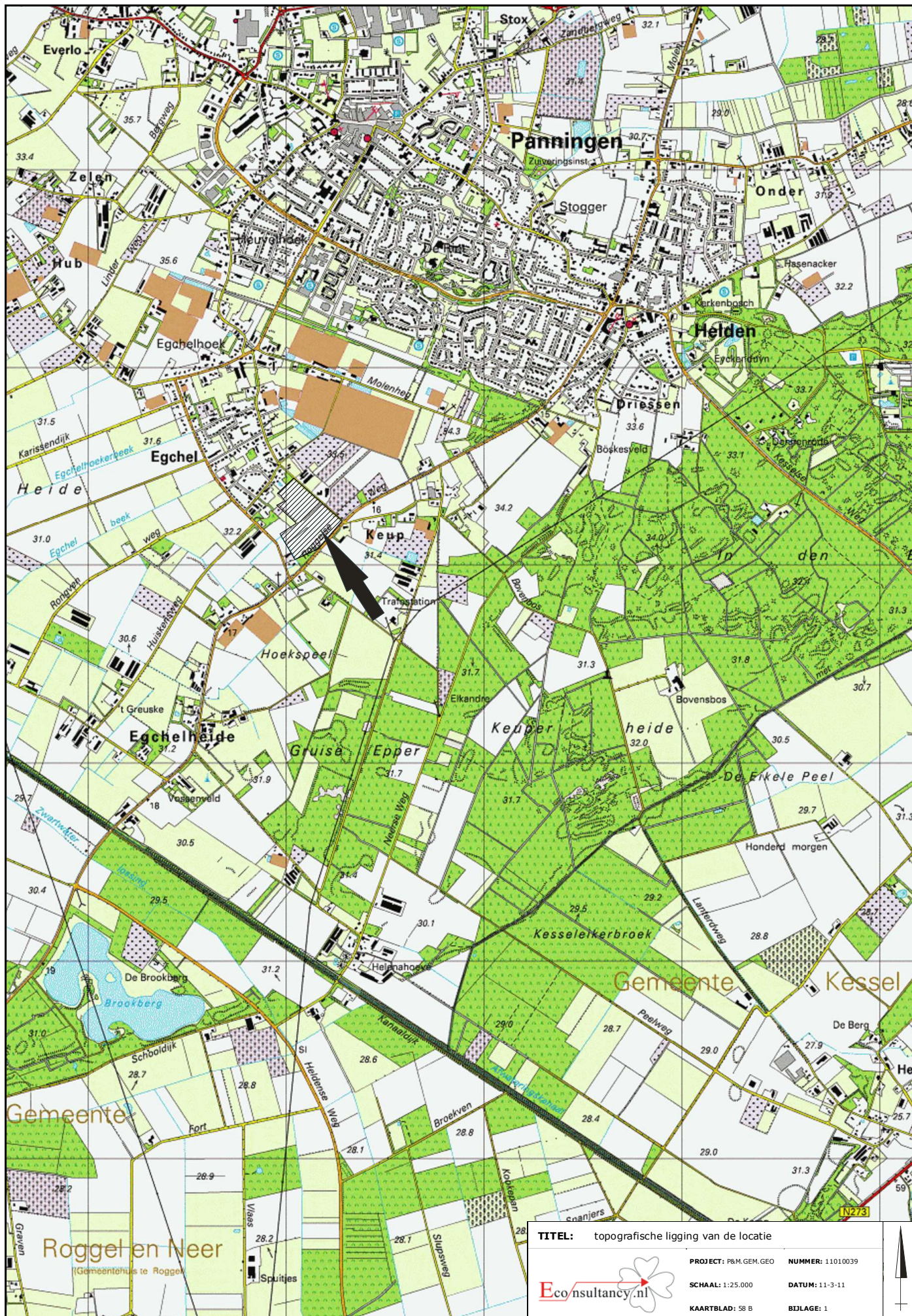
### *Advies infiltratiemogelijkheden*

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

Op basis van de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstanden kan worden gesteld dat de bodem minder tot niet geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Wellicht behoort de realisatie van een bergingsvoorziening tot de mogelijkheden (met een geleidelijke afvoer naar oppervlaktewater) ter plaatse van de hoger gelegen terreindelen. Een andere mogelijkheid kan zijn het toepassen van diepte-infiltratie. Hierbij wordt hemelwater geïnfiltreerd in diepere verzadigde bodemlagen.

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 het Waterschap Peel en Maasvallei.

Econsultancy  
Swalmen, 11 maart 2011



TITEL: topografische ligging van de locatie



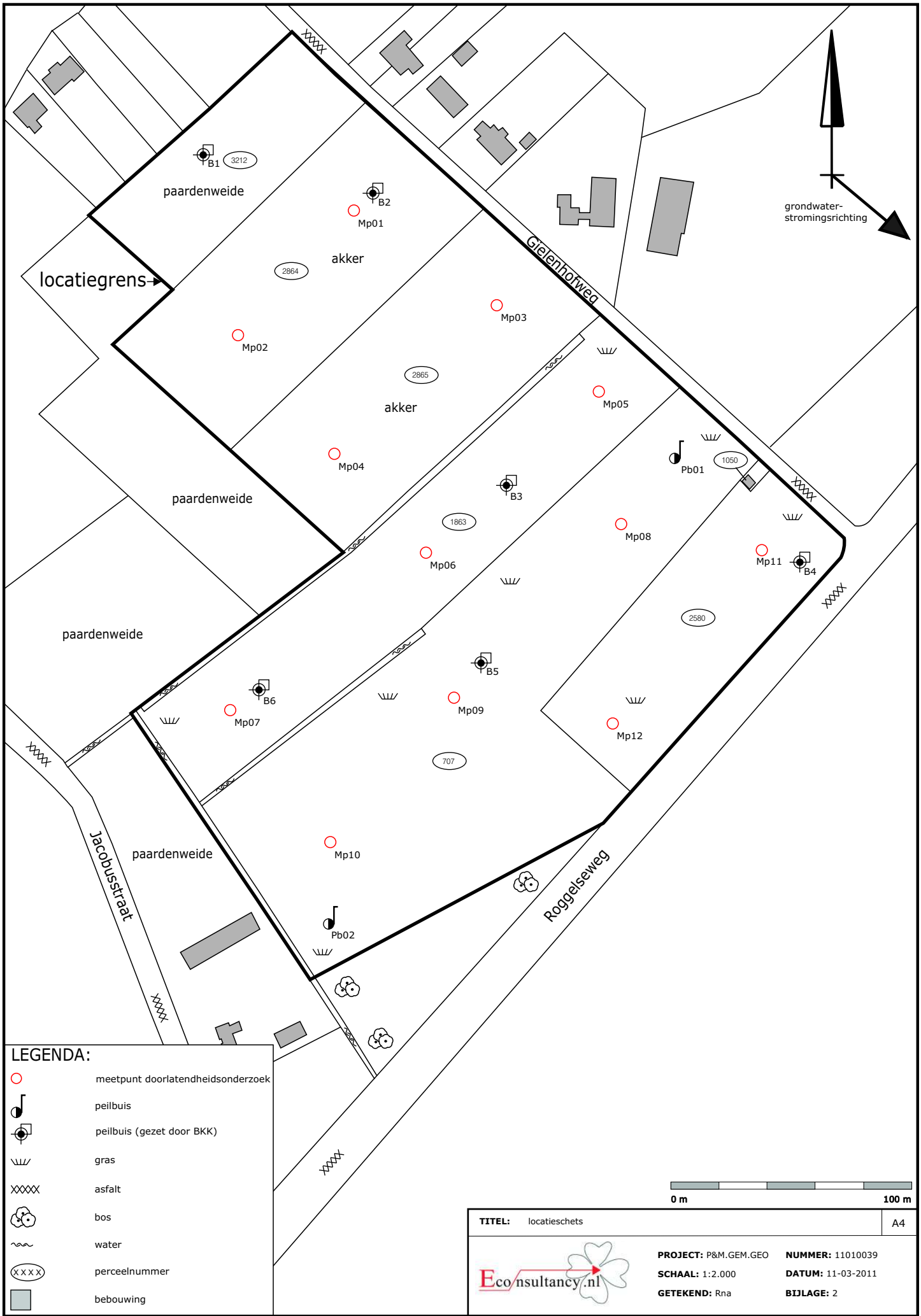
PROJECT: P&M.GEM.GEO NUMMER: 11010039

SCHAAL: 1:25.000 DATUM: 11-3-11

KAARTBLAD: 58 B

BIDLAGE: 1





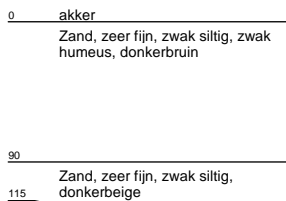
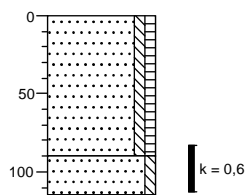
**LEGENDA:**

- meetpunt doorlatendheidsonderzoek
- peilbuis
- peilbuis (gezet door BKK)
- gras
- asfalt
- bos
- water
- perceelnummer
- bebouwing

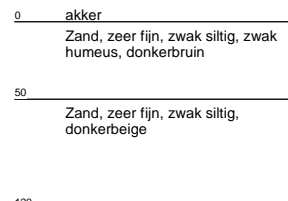
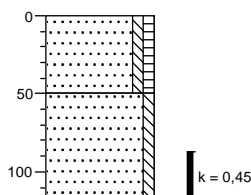
|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| <b>TITEL:</b> locatieschets | A4                       |
|                             |                          |
| <b>PROJECT:</b> P&M.GEM.GEO | <b>NUMMER:</b> 11010039  |
| <b>SCHAAL:</b> 1:2.000      | <b>DATUM:</b> 11-03-2011 |
| <b>GETEKEND:</b> Rna        | <b>BIJLAGE:</b> 2        |

## **Bijlage 3 Boorprofielen**

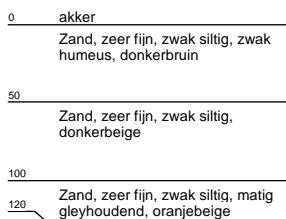
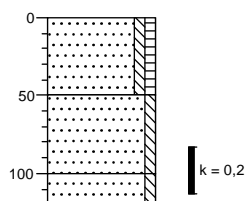
## Boring: 01



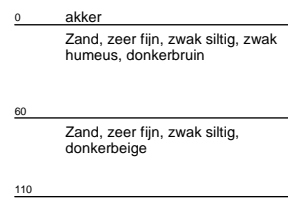
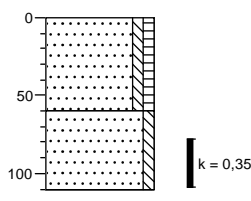
## Boring: 02



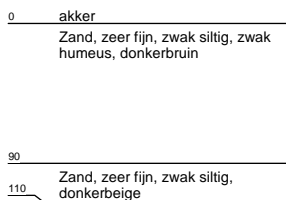
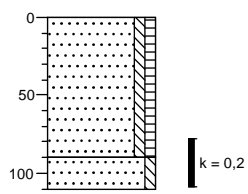
## Boring: 03



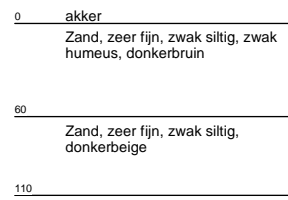
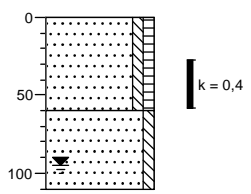
## Boring: 04



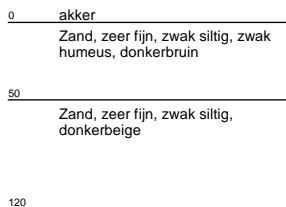
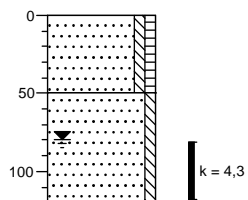
## Boring: 05



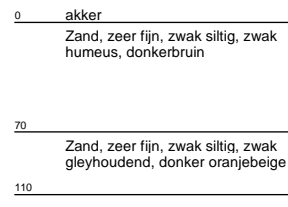
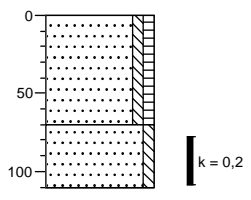
## Boring: 06



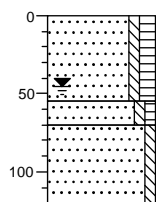
## Boring: 07



## Boring: 08



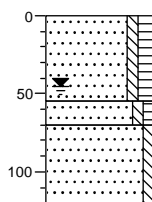
**Boring: 09**



k = 13,3

0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin  
55  
70 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbeige  
120

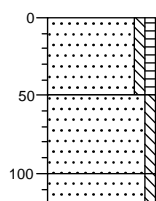
**Boring: 10**



k = 0,9

0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin  
55  
70 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbeige  
120

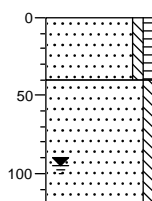
**Boring: 11**



k = 0,2

0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
50  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, donkerbeige  
100  
120 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend, oranjebeige

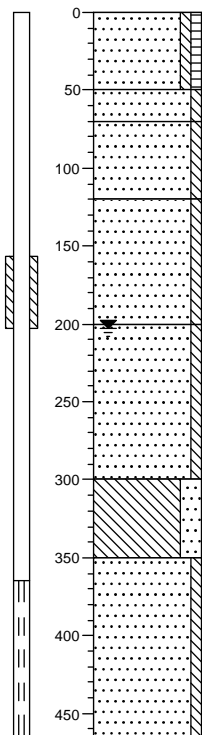
**Boring: 12**



k = 0,2

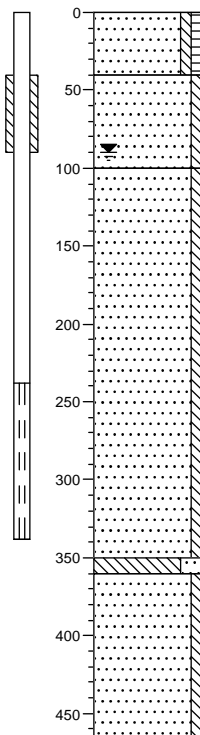
0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
40  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, donkerbeige  
120

**Boring: PB01**



0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
50  
70 Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend, oranjegeel  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbeige  
120  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, oranjebruin  
200  
Zand, matig fijn, zwak siltig, geelbruin  
300  
Leem, sterk zandig, donkerbruin  
350  
Zand, matig fijn, zwak siltig, donkerbeige  
465

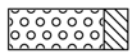
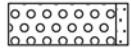
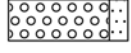
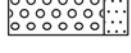

**Boring: PB02**



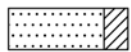
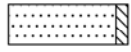
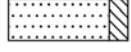
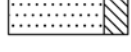

0 akker  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin  
40  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin  
100  
Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsbeige  
350  
360 Leem, sterk zandig, donkergrijs  
Zand, matig fijn, zwak siltig, donkergrijs  
470

# Legenda (conform NEN 5104)



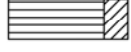


## grind

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

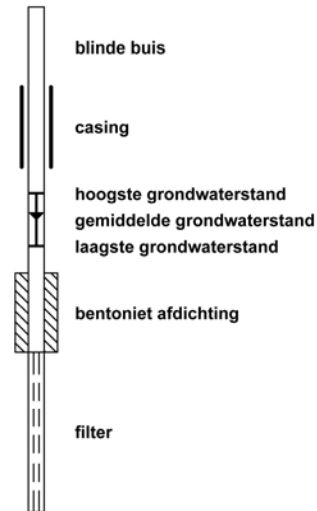
## zand

-  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

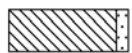

## peilbuis









## 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 Methodiekomschrijving**

## 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:

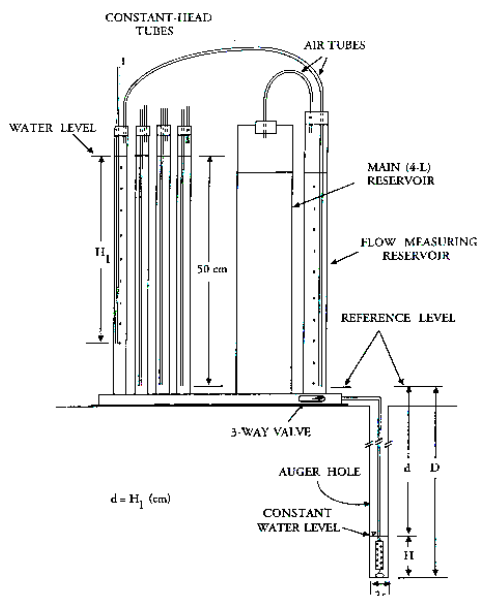
$$K_{sat} = \frac{\left( \operatorname{hyp\,sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left( \sqrt{\left( \frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left( \frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

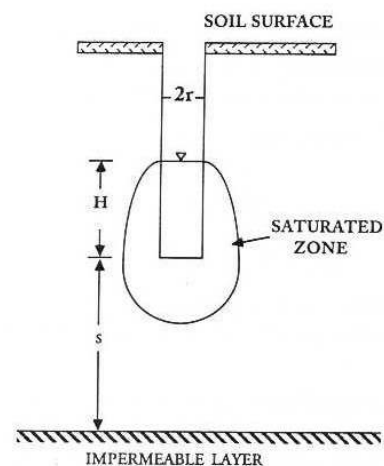
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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



Figuur 1.



Figuur 2.

## Methodiek rising head

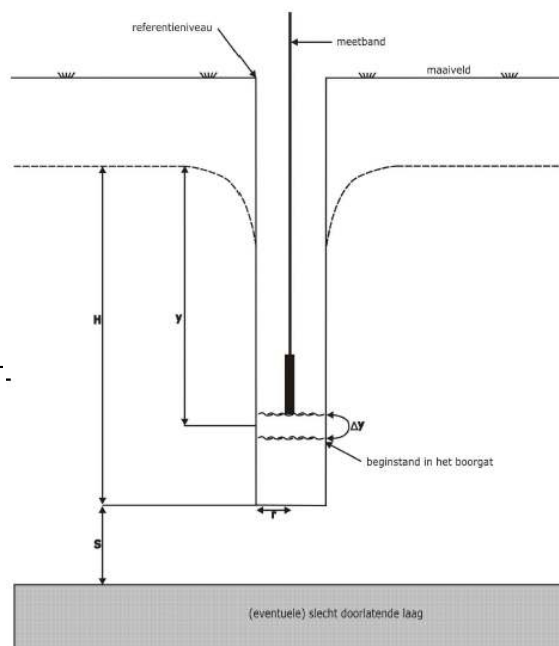
Voor het bepalen van de doorlatendheid onder grondwatervlakte (freatisch vlak) is de rising-head methode (Hooghoudt) toegepast. Hierbij is een gat tot circa 0,5 m onder het grondwatervlakte geboord. Vervolgens is het water uit het boorgat onttrokken, waarna de snelheid waarmee het water in het boorgat stijgt wordt gemeten. Met behulp van de meetresultaten is middels de onderstaande formule een k-waarde berekend.

$$K_{\text{sat}} = \frac{4.000 r^2}{(H + 20r) (2 - y/H) y} \times \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

De meting dient te voldoen aan de volgende voorwaarden:

- r: tussen 3 en 7 cm
- y/H: tussen 0,2 en 1 cm
- $\Delta y$ :  $< \frac{1}{4} y$

S = diepte van een eventuele ondoorlatende laag in cm beneden het boorgat ( $s > 0,5 H$ ).



**Figuur IV.**

**Hooghoudtmethode  
(verzadigde zone)**

## **Bijlage 5 Meetresultaten**

# Bijlage 5 Berekende k-waarden

**Tabel I. Resultaten MP01**

| MP01                        | laag 1     |       |          | MP01 Duplo                  | laag 1     |       |          |
|-----------------------------|------------|-------|----------|-----------------------------|------------|-------|----------|
| laagbegin [cm -mv]          | 81         |       |          | laagbegin [cm -mv]          | 81         |       |          |
| laageinde [cm -mv]          | 115        |       |          | laageinde [cm -mv]          | 115        |       |          |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          |
| H [cm]                      | 15         |       |          | H [cm]                      | 15         |       |          |
| r [cm]                      | 3,5        |       |          | r [cm]                      | 3,5        |       |          |
| D [cm -mv]                  | 105        |       |          | D [cm -mv]                  | 105        |       |          |
|                             | metingen   |       | k-waarde |                             | metingen   |       | k-waarde |
|                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 42,0       | 0     | -        | meting 0 t = 0 [cm]         | 39,5       | 0     | -        |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 41,8       | 30    | 0,59     | meting 1 t = 1 [cm]         | 39,3       | 30    | 0,59     |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 41,6       | 60    | 0,59     | meting 2 t = 2 [cm]         | 39,1       | 60    | 0,59     |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 41,4       | 90    | 0,59     | meting 3 t = 3 [cm]         | 38,9       | 90    | 0,59     |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 41,2       | 120   | 0,59     | meting 4 t = 4 [cm]         | 38,7       | 120   | 0,59     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,6</b> |       |          | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,6</b> |       |          |

**Tabel II. Resultaten MP02**

| MP02                        | laag 1     |       |          | MP02 Duplo                  | laag 1     |       |          |
|-----------------------------|------------|-------|----------|-----------------------------|------------|-------|----------|
| laagbegin [cm -mv]          | 86         |       |          | laagbegin [cm -mv]          | 86         |       |          |
| laageinde [cm -mv]          | 120        |       |          | laageinde [cm -mv]          | 120        |       |          |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          |
| H [cm]                      | 20         |       |          | H [cm]                      | 16         |       |          |
| r [cm]                      | 3,5        |       |          | r [cm]                      | 3,5        |       |          |
| D [cm -mv]                  | 100        |       |          | D [cm -mv]                  | 104        |       |          |
|                             | metingen   |       | k-waarde |                             | metingen   |       | k-waarde |
|                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 33,5       | 0     | -        | meting 0 t = 0 [cm]         | 29,2       | 0     | -        |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 33,3       | 30    | 0,39     | meting 1 t = 1 [cm]         | 29,0       | 30    | 0,53     |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 33,1       | 60    | 0,39     | meting 2 t = 2 [cm]         | 28,8       | 60    | 0,53     |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 32,9       | 90    | 0,39     | meting 3 t = 3 [cm]         | 28,6       | 90    | 0,53     |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 32,7       | 120   | 0,39     | meting 4 t = 4 [cm]         | 28,4       | 120   | 0,53     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,4</b> |       |          | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,5</b> |       |          |

**Tabel III. Resultaten MP03**

| MP03                        | laag 1     |       |          | MP03 Duplo                  | laag 1     |       |          |
|-----------------------------|------------|-------|----------|-----------------------------|------------|-------|----------|
| laagbegin [cm -mv]          | 81         |       |          | laagbegin [cm -mv]          | 81         |       |          |
| laageinde [cm -mv]          | 115        |       |          | laageinde [cm -mv]          | 115        |       |          |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |          |
| H [cm]                      | 15         |       |          | H [cm]                      | 15         |       |          |
| r [cm]                      | 3,5        |       |          | r [cm]                      | 3,5        |       |          |
| D [cm -mv]                  | 100        |       |          | D [cm -mv]                  | 100        |       |          |
|                             | metingen   |       | k-waarde |                             | metingen   |       | k-waarde |
|                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |                             | hoogte     | t (s) | (m/dag)  |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 11,8       | 0     | -        | meting 0 t = 0 [cm]         | 7,3        | 0     | -        |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 11,8       | 30    | 0,15     | meting 1 t = 1 [cm]         | 7,0        | 30    | 0,88     |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 11,7       | 60    | 0,15     | meting 2 t = 2 [cm]         | 7,0        | 60    | 0,15     |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 11,7       | 90    | 0,15     | meting 3 t = 3 [cm]         | 6,9        | 90    | 0,15     |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 11,6       | 120   | 0,15     | meting 4 t = 4 [cm]         | 6,9        | 120   | 0,15     |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 11,6       | 150   | 0,15     | meting 5 t = 5 [cm]         | 6,8        | 150   | 0,15     |
| meting 6 t = 6 [cm]         | 11,5       | 180   | 0,15     | meting 6 t = 6 [cm]         | 6,8        | 180   | 0,15     |
|                             |            |       |          | meting 7 t = 7 [cm]         | 6,7        | 210   | 0,15     |
|                             |            |       |          | meting 8 t = 8 [cm]         | 6,7        | 240   | 0,15     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |          | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |          |

## Bijlage 5 Berekende k-waarden

**Tabel IV. Resultaten MP04**

| MP04                        | laag 1     |       |                     | MP04 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|------------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 76         |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 76         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 110        |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 110        |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 15         |       |                     | H [cm]                      | 12         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5        |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 95         |       |                     | D [cm -mv]                  | 98         |       |                     |
|                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte     | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 25,2       | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 17,9       | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 25,0       | 30    | 0,59                | meting 1 t = 1 [cm]         | 17,8       | 30    | 0,40                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 24,9       | 60    | 0,29                | meting 2 t = 2 [cm]         | 17,7       | 60    | 0,40                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 24,8       | 90    | 0,29                | meting 3 t = 3 [cm]         | 17,6       | 90    | 0,40                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 24,7       | 120   | 0,29                | meting 4 t = 4 [cm]         | 17,5       | 120   | 0,40                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 24,6       | 150   | 0,29                |                             |            |       |                     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,3</b> |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,4</b> |       |                     |

**Tabel V. Resultaten MP05**

| MP05                        | laag 1     |       |                     | MP05 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|------------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 76         |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 76         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 110        |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 110        |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 17         |       |                     | H [cm]                      | 17         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5        |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 93         |       |                     | D [cm -mv]                  | 93         |       |                     |
|                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte     | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 21,3       | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 17,2       | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 21,2       | 30    | 0,24                | meting 1 t = 1 [cm]         | 17,1       | 30    | 0,24                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 21,1       | 60    | 0,24                | meting 2 t = 2 [cm]         | 17,0       | 60    | 0,24                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 21,0       | 90    | 0,24                | meting 3 t = 3 [cm]         | 16,9       | 90    | 0,24                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 20,9       | 120   | 0,24                | meting 4 t = 4 [cm]         | 16,8       | 120   | 0,24                |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |                     |

**Tabel VI. Resultaten MP06**

| MP06                        | laag 1     |       |                     | MP06 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|------------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 26         |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 26         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 60         |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 60         |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 12         |       |                     | H [cm]                      | 12         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5        |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 48         |       |                     | D [cm -mv]                  | 48         |       |                     |
|                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte     | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 15,3       | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 12,5       | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 15,2       | 30    | 0,40                | meting 1 t = 1 [cm]         | 12,5       | 30    | 0,00                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 15,1       | 60    | 0,40                | meting 2 t = 2 [cm]         | 12,5       | 60    | 0,00                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 15,0       | 90    | 0,40                | meting 3 t = 3 [cm]         | 12,5       | 90    | 0,00                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 14,9       | 120   | 0,40                | meting 4 t = 4 [cm]         | 12,5       | 120   | 0,00                |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,4</b> |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,0</b> |       |                     |

# Bijlage 5 Berekende k-waarden

**Tabel VII. Resultaten MP08**

| MP08                        | laag 1   |       |                     | MP08 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 76       |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 76         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 110      |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 110        |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 15       |       |                     | H [cm]                      | 15         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 95       |       |                     | D [cm -mv]                  | 95         |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 29,8     | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 27,2       | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 29,8     | 30    | 0,15                | meting 1 t = 1 [cm]         | 27,1       | 30    | 0,29                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 29,7     | 60    | 0,15                | meting 2 t = 2 [cm]         | 27,0       | 60    | 0,29                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 29,7     | 90    | 0,15                | meting 3 t = 3 [cm]         | 26,9       | 90    | 0,29                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 29,6     | 120   | 0,15                | meting 4 t = 4 [cm]         | 26,8       | 120   | 0,29                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 29,6     | 150   | 0,15                | meting 5 t = 5 [cm]         | 26,7       | 150   | 0,29                |
| meting 6 t = 6 [cm]         | 29,5     | 180   | 0,15                |                             |            |       |                     |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) |          |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |                     |

**Tabel VIII. Resultaten MP11**

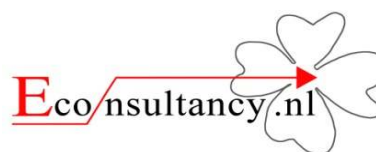
| MP11                        | laag 1   |       |                     | MP11 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 86       |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 86         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 120      |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 120        |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 27       |       |                     | H [cm]                      | 27         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 93       |       |                     | D [cm -mv]                  | 93         |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 27,0     | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 24,8       | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 28,4     | 30    | -1,72               | meting 1 t = 1 [cm]         | 24,8       | 30    | 0,00                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 28,3     | 60    | 0,12                | meting 2 t = 2 [cm]         | 24,7       | 60    | 0,12                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 28,2     | 90    | 0,12                | meting 3 t = 3 [cm]         | 24,6       | 90    | 0,12                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 28,1     | 120   | 0,12                | meting 4 t = 4 [cm]         | 24,5       | 120   | 0,12                |
| meting 5 t = 5 [cm]         | 28,0     | 150   | 0,12                | meting 5 t = 5 [cm]         | 24,4       | 150   | 0,12                |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) |          |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |                     |

**Tabel IX. Resultaten MP12**

| MP12                        | laag 1   |       |                     | MP12 Duplo                  | laag 1     |       |                     |
|-----------------------------|----------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|-------|---------------------|
| laagbegin [cm -mv]          | 86       |       |                     | laagbegin [cm -mv]          | 86         |       |                     |
| laageinde [cm -mv]          | 120      |       |                     | laageinde [cm -mv]          | 120        |       |                     |
| Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105      |       |                     | Q [cm <sup>3</sup> /cm]     | 105        |       |                     |
| H [cm]                      | 20       |       |                     | H [cm]                      | 20         |       |                     |
| r [cm]                      | 3,5      |       |                     | r [cm]                      | 3,5        |       |                     |
| D [cm -mv]                  | 100      |       |                     | D [cm -mv]                  | 100        |       |                     |
|                             | metingen |       | k-waarde<br>(m/dag) |                             | metingen   |       | k-waarde<br>(m/dag) |
|                             | hoogte   | t (s) |                     |                             | hoogte     | t (s) |                     |
| meting 0 t = 0 [cm]         | 7,0      | 0     | -                   | meting 0 t = 0 [cm]         | 2,5        | 0     | -                   |
| meting 1 t = 1 [cm]         | 6,9      | 30    | 0,19                | meting 1 t = 1 [cm]         | 2,4        | 30    | 0,19                |
| meting 2 t = 2 [cm]         | 6,8      | 60    | 0,19                | meting 2 t = 2 [cm]         | 2,3        | 60    | 0,19                |
| meting 3 t = 3 [cm]         | 6,7      | 90    | 0,19                | meting 3 t = 3 [cm]         | 2,2        | 90    | 0,19                |
| meting 4 t = 4 [cm]         | 6,6      | 120   | 0,19                | meting 4 t = 4 [cm]         | 2,1        | 120   | 0,19                |
| meting 5 t = 5 [cm]         |          |       |                     | meting 5 t = 5 [cm]         | 2,0        | 150   | 0,19                |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) |          |       |                     | gemiddelde k-waarde (m/dag) | <b>0,2</b> |       |                     |

Projectnummer: 11010039  
 Projectnaam: P&M.GEM.GEO

Boring: MP07  
 Traject: 0,8-1,2



|                                   |        |                                  |
|-----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Diepte boring (D)                 | 120    | cm                               |
| Grondwaterniveau (GWS)            | 80     | cm                               |
| Diepte boring -GWS (H)            | 40     | cm                               |
| Beginstand na onttrekking (t0)    | 120    | cm (beginstand)                  |
| Eindstand na onttrekking (t1)     | 107    | cm                               |
| Gem. verlaging GWS in boorgat (y) | 33,5   | cm tov oorspronkelijk GWS/casing |
| Radiusboorgat (straal)            | 3,15   | cm                               |
| kwadraat straal                   | 9,9225 |                                  |

| Berekening:    | Sessie 1 | Sessie 2 |
|----------------|----------|----------|
| T0             | 0        | 0        |
| y0             | 120      | 120      |
| T1             | 30       | 30       |
| y1             | 107      | 107      |
| Δt: 30         | 30       |          |
| Δy: 13,0       | 13,0     |          |
| A 39690        | 39690    |          |
| B 4011,2       | 4011,2   |          |
| (A/B) = C 9,89 | 9,89     |          |

$$K_{sat} = \frac{4.000 r^2 (A)}{(H + 20r) (2 - y/H)} \times \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (C)$$

K<sub>sat</sub> S1= 4,29 m/dag  
 K<sub>sat</sub> S2= 4,29 m/dag  
**(gemiddelde) K = 4,3 m/dag**

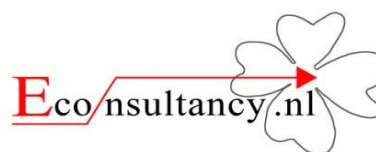
| tijd [sec] | stijging GWS | Δy        |
|------------|--------------|-----------|
| 0          | 120,0        |           |
| 10         | 117,0        | 3,0       |
| 20         | 112,0        | 5,0       |
| 30         | 107,0        | 5,0       |
| 40         | 103,0        | 4,0       |
| 50         | 99,0         | 4,0       |
| 60         | 95,0         | 4,0       |
| 70         | 91,0         | 4,0       |
| 80         | 88,0         | 3,0       |
| 90         | 85,0         | 3,0       |
| 100        | 82,0         | 3,0       |
| 110        | 79,0         | 3,0       |
| 120        | 77,0         | 2,0       |
| 130        | 75,0         | 2,0       |
| 140        | 72,0         | 3,0       |
| 150        | 69,0         | 3,0       |
| 160        | 67,0         | 2,0       |
| 170        | 66,0         | 1,0       |
| 180        | 63,0         | 3,0       |
| 190        | 61,0         | 2,0       |
| 200        | 59,0         | 2,0       |
|            |              | Δy<br>3,1 |

| tijd [sec] | stijging GWS | Δy        |
|------------|--------------|-----------|
| 0          | 120,0        |           |
| 10         | 115,0        | 5,0       |
| 20         | 111,0        | 4,0       |
| 30         | 107,0        | 4,0       |
| 40         | 103,0        | 4,0       |
| 50         | 99,0         | 4,0       |
| 60         | 96,0         | 3,0       |
| 70         | 93,0         | 3,0       |
| 80         | 91,0         | 2,0       |
| 90         | 87,0         | 4,0       |
| 100        | 85,0         | 2,0       |
| 110        | 82,0         | 3,0       |
| 120        | 80,0         | 2,0       |
| 130        | 77,0         | 3,0       |
| 140        | 75,0         | 2,0       |
| 150        | 73,0         | 2,0       |
| 160        | 71,0         | 2,0       |
| 170        | 69,0         | 2,0       |
| 180        | 67,0         | 2,0       |
| 190        | 65,0         | 2,0       |
|            |              | Δy<br>2,9 |



Projectnummer: 11010039  
 Projectnaam: P&M.GEM.GEO

Boring: MP09  
 Traject: 0,8-1,2



|                                   |        |                                  |
|-----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Diepte boring (D)                 | 120    | cm                               |
| Grondwaterniveau (GWS)            | 80     | cm                               |
| Diepte boring -GWS (H)            | 40     | cm                               |
| Beginstand na onttrekking (t0)    | 100    | cm (beginstand)                  |
| Eindstand na onttrekking (t1)     | 94     | cm                               |
| Gem. verlaging GWS in boorgat (y) | 17,0   | cm tov oorspronkelijk GWS/casing |
| Radiusboorgat (straal)            | 3,15   | cm                               |
| kwadraat straal                   | 9,9225 |                                  |

| Berekening: | Sessie 1 | Sessie 2 |
|-------------|----------|----------|
| T0          | 0        | 0        |
| y0          | 100      | 120      |
| T1          | 10       | 20       |
| y1          | 94       | 95       |
| Δt: 10      | 20       |          |
| Δy: 6,0     | 25,0     |          |
| A           | 39690    | 39690    |
| B           | 2757,8   | 2757,8   |
| (A/B) = C   | 14,39    | 14,39    |

$$K_{sat} = \frac{4.000 r^2 (A)}{(H + 20r) (2 - y/H)} \times \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (C)$$

Ksat S1= 8,64 m/dag

Ksat S2= 17,99 m/dag

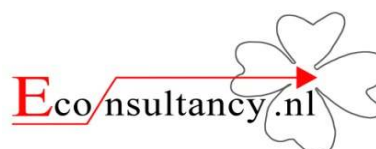
**(gemiddelde) K = 13,3 m/dag**

| tijd [sec] | stijging GWS | Δy  |
|------------|--------------|-----|
| 0          | 100,0        |     |
| 10         | 94,0         | 6,0 |
| 20         | 90,0         | 4,0 |
| 30         | 88,0         | 2,0 |
| 40         | 86,0         | 2,0 |
| 50         | 82,0         | 4,0 |
| 60         | 80,0         | 2,0 |
| 70         | 78,0         | 2,0 |
|            |              | Δy  |
|            |              | 3,1 |

| tijd [sec] | stijging GWS | Δy   |
|------------|--------------|------|
| 0          | 120,0        |      |
| 10         | 104,0        | 16,0 |
| 20         | 95,0         | 9,0  |
| 30         | 91,0         | 4,0  |
| 40         | 88,0         | 3,0  |
| 50         | 85,0         | 3,0  |
| 60         | 83,0         | 2,0  |
| 70         | 81,5         | 1,5  |
|            |              | Δy   |
|            |              | 5,5  |

Projectnummer: 11010039  
 Projectnaam: P&M.GEM.GEO

Boring: MP10  
 Traject: 0,8-1,2



|                                   |        |                                  |
|-----------------------------------|--------|----------------------------------|
| Diepte boring (D)                 | 120    | cm                               |
| Grondwaterniveau (GWS)            | 45     | cm                               |
| Diepte boring -GWS (H)            | 75     | cm                               |
| Beginstand na onttrekking (t0)    | 120    | cm (beginstand)                  |
| Eindstand na onttrekking (t1)     | 100    | cm                               |
| Gem. verlaging GWS in boorgat (y) | 65,0   | cm tov oorspronkelijk GWS/casing |
| Radiusboorgat (straal)            | 3,15   | cm                               |
| kwadraat straal                   | 9,9225 |                                  |

| Berekening: | Sessie 1 | Sessie 2 |
|-------------|----------|----------|
| T0          | 0        | 0        |
| y0          | 120      | 120      |
| T1          | 60       | 180      |
| y1          | 100      | 101      |
| Δt: 60      |          | 180      |
| Δy: 20,0    |          | 19,0     |
| A           | 39690    | 39690    |
| B           | 10166,0  | 10166,0  |
| (A/B) = C   | 3,90     | 3,90     |

$$K_{sat} = \frac{4.000 r^2 (A)}{(H + 20r) (2 - y/H) (B)} \times \frac{\Delta y}{\Delta t} (C)$$

Ksat S1= 1,30 m/dag  
 Ksat S2= 0,41 m/dag  
**(gemiddelde) K = 0,9 m/dag**

| tijd [sec] | stijging GWS | Δy        |
|------------|--------------|-----------|
| 0          | 120,0        |           |
| 10         | 116,0        | 4,0       |
| 20         | 112,0        | 4,0       |
| 30         | 109,0        | 3,0       |
| 40         | 106,0        | 3,0       |
| 50         | 103,0        | 3,0       |
| 60         | 100,0        | 3,0       |
| 70         | 98,0         | 2,0       |
| 80         | 95,0         | 3,0       |
| 90         | 93,0         | 2,0       |
| 100        | 92,0         | 1,0       |
| 110        | 91,0         | 1,0       |
| 120        | 90,0         | 1,0       |
| 130        | 89,0         | 1,0       |
| 140        | 88,5         | 0,5       |
| 150        | 88,0         | 0,5       |
| 160        | 87,5         | 0,5       |
| 170        | 87,0         | 0,5       |
| 180        | 86,5         | 0,5       |
| 190        | 85,0         | 1,5       |
|            |              | Δy<br>1,8 |

| tijd [sec] | stijging GWS | Δy        |
|------------|--------------|-----------|
| 0          | 120,0        |           |
| 10         | 118,0        | 2,0       |
| 20         | 116,0        | 2,0       |
| 30         | 116,0        | 0,0       |
| 40         | 115,0        | 1,0       |
| 50         | 114,0        | 1,0       |
| 60         | 113,0        | 1,0       |
| 70         | 113,0        | 0,0       |
| 80         | 111,0        | 2,0       |
| 90         | 110,0        | 1,0       |
| 100        | 109,0        | 1,0       |
| 110        | 108,0        | 1,0       |
| 120        | 107,0        | 1,0       |
| 130        | 106,0        | 1,0       |
| 140        | 105,0        | 1,0       |
| 150        | 104,0        | 1,0       |
| 160        | 103,0        | 1,0       |
| 170        | 102,0        | 1,0       |
| 180        | 101,0        | 1,0       |
| 190        | 100,0        | 1,0       |
|            |              | Δy<br>1,1 |