

INFILTRATIE ONDERZOEK
HELMONDSEWEG/
GERRIT VAN BAKELSTRAAT
TE DEURNE
GEMEENTE DEURNE



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

Water

Infiltratie onderzoek Helmondseweg/Gerrit van Bakelstraat te Deurne in de gemeente Deurne

| | |
|---------------------------|---|
| Opdrachtgever | BRO Postbus 4 5280 AA Boxtel |
| Project | DEU.BRO.GEO |
| Rapportnummer | 12043276 |
| Status | Eindrapportage |
| Datum | 31 mei 2013 |
| Vestiging | Boxmeer |
| Opsteller | Ing. R. van den Berg |
| Paraaf |  |
| Kwaliteitscontrole | Ir. E.H.S. van der Lippe |
| Paraaf | |

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..... | 2 |
| 3.3 | In-situ doorlatendheidsproeven | 3 |
| 4. | RESULTATEN EN BEOORDELING..... | 4 |
| 4.1 | Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen..... | 4 |
| 4.2 | Beoordeling infiltratiemogelijkheden..... | 5 |
| 5. | SAMENVATTING EN CONCLUSIE | 6 |

BIJLAGEN:

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

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van BRO opdracht gekregen voor het uitvoeren van een infiltratie onderzoek aan de Helmondseweg/Gerrit van Bakelstraat te Deurne in de gemeente Deurne.

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

Doel van het infiltratie onderzoek is het bepalen of de onderzoekslocatie geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe zal inzicht worden verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek zal onder andere de waterdoorlatendheid (kwaarde) van verschillende bodemlagen worden onderzocht.

Voor het uitvoeren van infiltratie onderzoek zijn geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Derhalve is voor de uitvoering 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 ($\pm 300 \text{ m}^2$) ligt aan de Helmondseweg/Gerrit van Bakelstraat, ten westen van de kern van Deurne in de gemeente Deurne (zie bijlage 1).

Het perceel, waar de onderzoekslocatie deel van uitmaakt, is kadastraal bekend gemeente Deurne, sectie B, nummer 2578.

Volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (www.ahn.nl), bevindt het maaiveld zich op een hoogte van $\pm 24 \text{ m} +\text{NAP}$ en zijn de coördinaten van het midden van de onderzoekslocatie $X = 181.925$
 $Y = 385.860$.

De locatie is grotendeels in gebruik als siertuin, behorend bij nummer 128. Op het perceel staat een garage en oprit.

In de toekomstige situatie zal er een woning gerealiseerd worden. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Regionale bodemopbouw

Door de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) zijn sinds 1964 voor de bovenste 1,20 meter van de bodem bodemkaarten vervaardigd. Door Alterra worden deze kaarten ontsloten via bodemdata.nl. De bovengrond bestaat uit een Veldpodzolgrond (Hn23), welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

2.3 Regionale geohydrologie

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van ± 65 m en wordt gevormd door drie verschillende formaties. Een deklaag wordt niet aangetroffen. De formatie van Boxtel heeft een dikte van ± 15 m en wordt gekenmerkt door siltig, fijn zand. Onder deze laag bevindt zich met een dikte van ± 15 m de grove en grindrijke Formatie van Beegden. Daaronder bevindt zich met een dikte van ± 35 m de formatie van Sterksel. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door afzettingen van de formatie van Peize-waalre.

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Ten noordwesten van de onderzoekslocatie is op een afstand van ± 200 m één peilbuis gelegen (B52C0046, meetperiode 1957 - 1991). Op basis van de archiefmetingen is de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) vastgesteld op ± 23 m +NAP, waardoor de GHG zich naar verwachting bevindt op ± 1 m -mv. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt in noordwestelijke richting.

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

3. VELDWERK

3.1 Algemeen

Het veldwerk is uitgevoerd op 2 mei en 10 mei 2013. Met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) zijn in totaal 4 boringen geplaatst. De boringen zijn plaatselijk tot 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. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de boorgaten en in de geplaatste peilbuis 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 matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus. Op een diepte van $\pm 1,8$ m -mv tot 2,50 m -mv wordt een uiterst siltig, zeer fijne zandlaag aangetroffen. Ter plaatse van boring 2 wordt op een diepte van 1,0 m -mv een leemlaag aangetroffen van 0,3 m dik. De ondergrond is op een diepte van $\pm 0,75$ m -mv plaatselijk zwak gleyhoudend.

Tabel I geeft een overzicht van de grondwaterstanden die tijdens de veldwerkzaamheden zijn waargenomen.

Tabel I. Overzicht grondwaterstanden

| BOring | Boordiepte (m -mv) | Grondwaterstand (m -mv) |
|--------|--------------------|-------------------------|
| 01 | 3,3 | 1,78 |
| 02 | 3,0 | 1,75 |
| 04 | 3,0 | 1,85 |

3.3 In-situ doorlatendheidsproeven

De doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij is, mits de doorlatendheid van de bodem zich binnen het meetbereik bevindt (<10,0 m/dag), middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de desbetreffende bodemlaag is het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Deze methode is nader toegelicht in bijlage 4.

De doorlatendheidsmetingen zijn 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.

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

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) | |

4. RESULTATEN EN BEOORDELING

4.1 Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

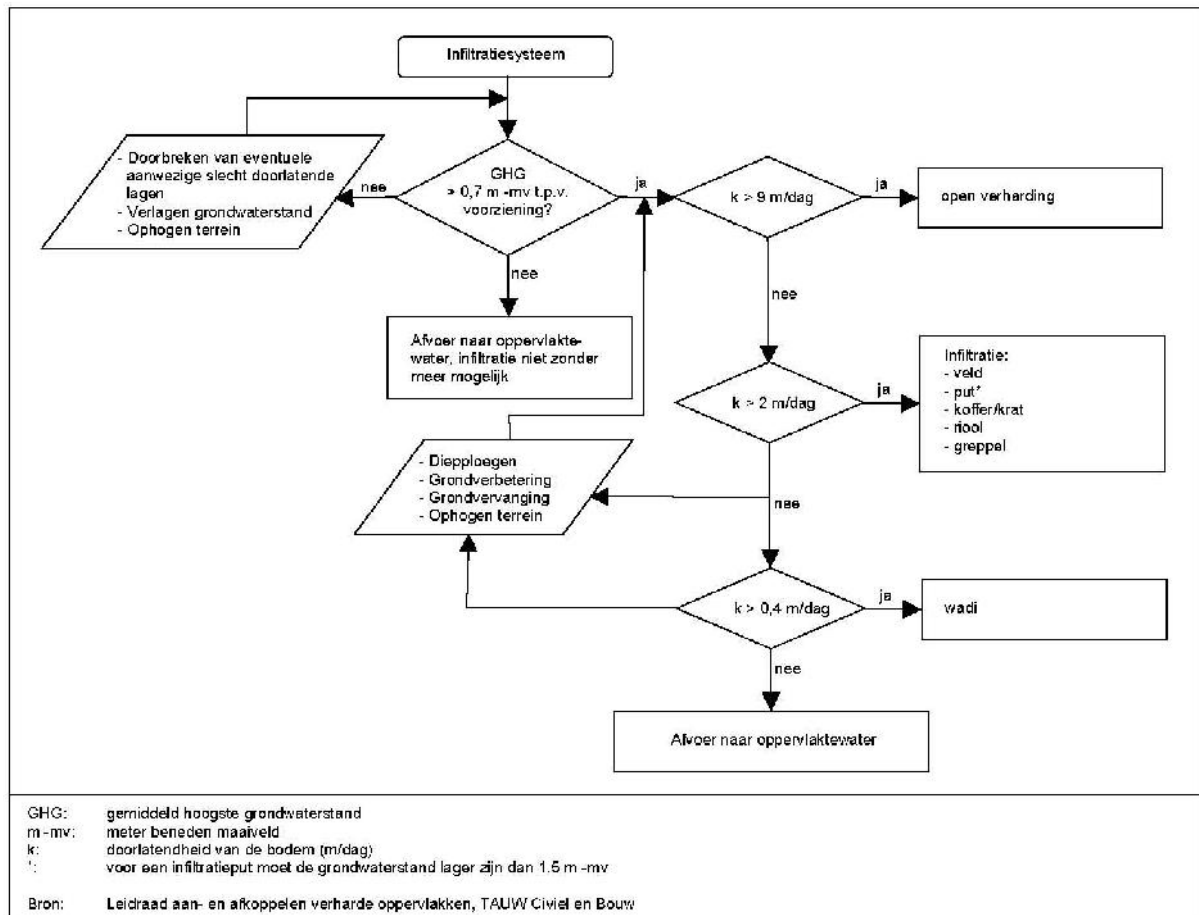
Tabel III geeft een overzicht van de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd en de resultaten van de berekende k-waarden. Tevens is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel II. Bijlage 5 bevat de berekening van de k-waarden.

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

| Boring | Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A) | Bodemzone | Textuur | Opmerkingen | Gemiddelde K-waarde (m/dag) | Beoordeling |
|--------|------------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|
| 01 | 0,9-1,4 | onverzadigd | matig siltig, matig fijn zand | - | 1,5 | goed doorlatend |
| 02 | 0-0,75 | onverzadigd | matig siltig, matig fijn zand | - | 0,9 | Vrij goed doorlatend |
| 04 | 0,6-1,1 | onverzadigd | matig siltig, matig fijn zand | - | 0,4 | matig doorlatend |

4.2 Beoordeling infiltratiemogelijkheden

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde "vasthouden, bergen, afvoeren" aangehouden. In figuur 1 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de actuele grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslismethodiek. Iedere situatie dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken.



Figuur 1. Beslismethodiek infiltratietechniek

De haalbaarheid van de hemelwaterinfiltratie is mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Naast de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) zijn factoren zoals de lokale en regionale bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie (GHG, GLG en GVG) van belang.

Op basis van de bodemopbouw/ -samenstelling alsmede de meetresultaten kan worden gesteld dat de bodem overwegend geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 0,90 m/dag. Als rekenwaarde geldt het rekenkundig gemiddelde van alle metingen. Indien de wijze van infiltreren en de locatie(s) van de voorziening(en) bekend is of zijn, wordt gezien de verschillen in doorlatendheid aanbevolen om de doorlatendheid ter plaatse van de infiltratievoorziening(en) en op de juiste diepte nader te bepalen. Daarnaast wordt om de werking van de voorziening te waarborgen geadviseerd eventuele storende lagen (leem en/of uiterst siltig) ter plaatse van de voorziening te verwijderen.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Econsultancy heeft in opdracht van BRO een infiltratie onderzoek uitgevoerd aan de Helmondseweg/ Gerrit van Bakelstraat te Deurne in de gemeente Deurne.

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

Doel van het infiltratie onderzoek is het bepalen of de onderzoekslocatie geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Hiertoe is inzicht verkregen in de regionale en locatiespecifieke bodemopbouw en geohydrologie. Tijdens het onderzoek is onder andere de waterdoorlatendheid (k-waarde) van verschillende bodemlagen onderzocht.

Bodemopbouw en grondwater

De bodem bestaat voornamelijk uit matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus. Op een diepte van $\pm 1,8$ m -mv tot 2,50 m -mv wordt een uiterst siltig, zeer fijne zandlaag aangetroffen. Ter plaatse van boring 2 wordt op een diepte van 1,0 m -mv een leemlaag aangetroffen van 0,3 m dik. De ondergrond is op een diepte van $\pm 0,75$ m -mv plaatselijk zwak gleyhoudend

Het grondwaterniveau stond ten tijde van het veldwerk op 1,80 m -mv. Op basis van de archiefmetingen is de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) vastgesteld op ± 23 m +NAP, waardoor de GHG zich naar verwachting bevindt op ± 1 m -mv. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt in noordwestelijke richting.

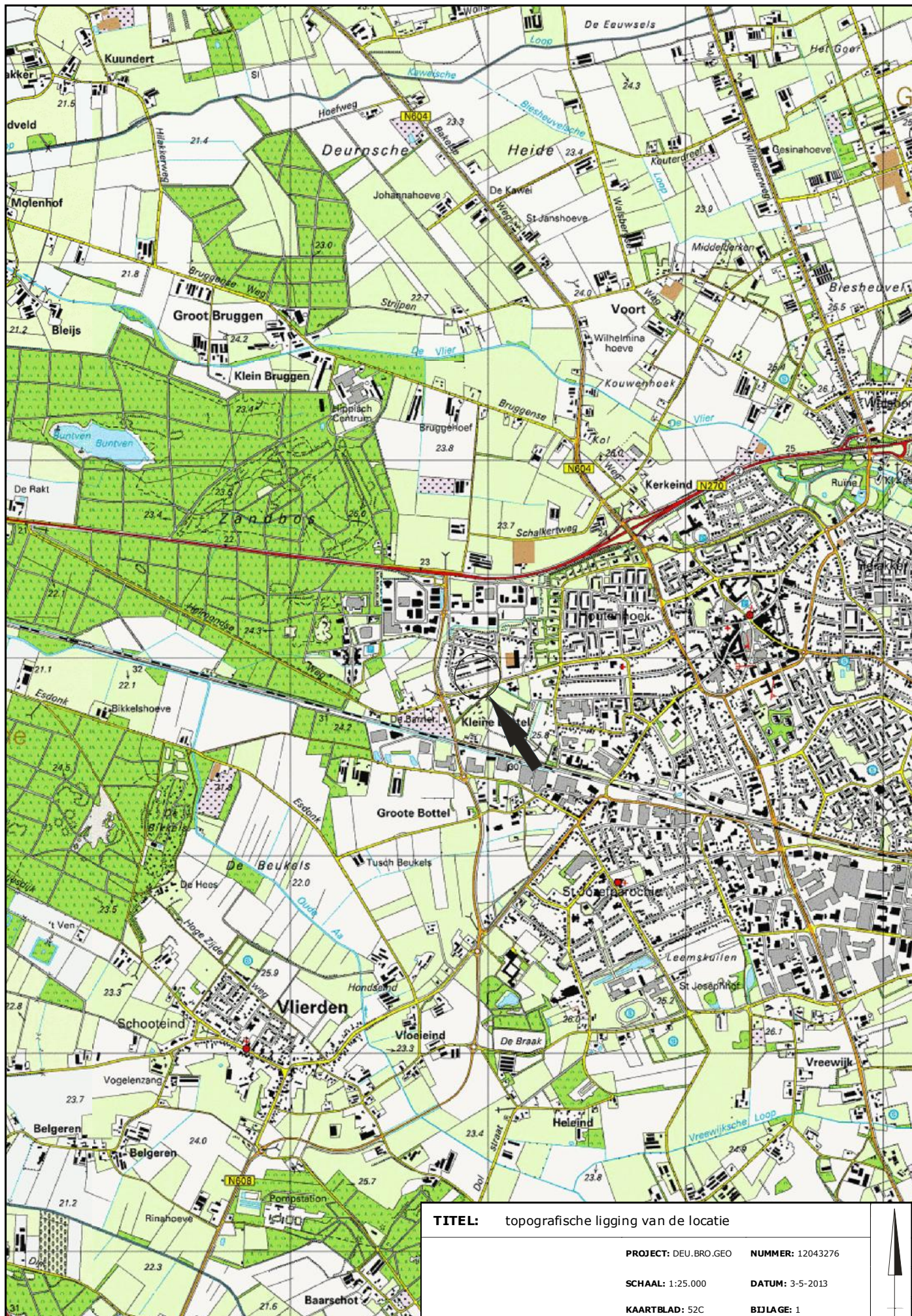
Doorlatendheid

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 3 in-situ doorlatendheidsmetingen in een aantal onverzadigde bodemlagen uitgevoerd. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, waarbij verschillende bodemlagen zijn onderzocht. De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als matig tot goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,4 m/dag en 1,5 m/dag zijn aangetoond.

Advies infiltratiemogelijkheden

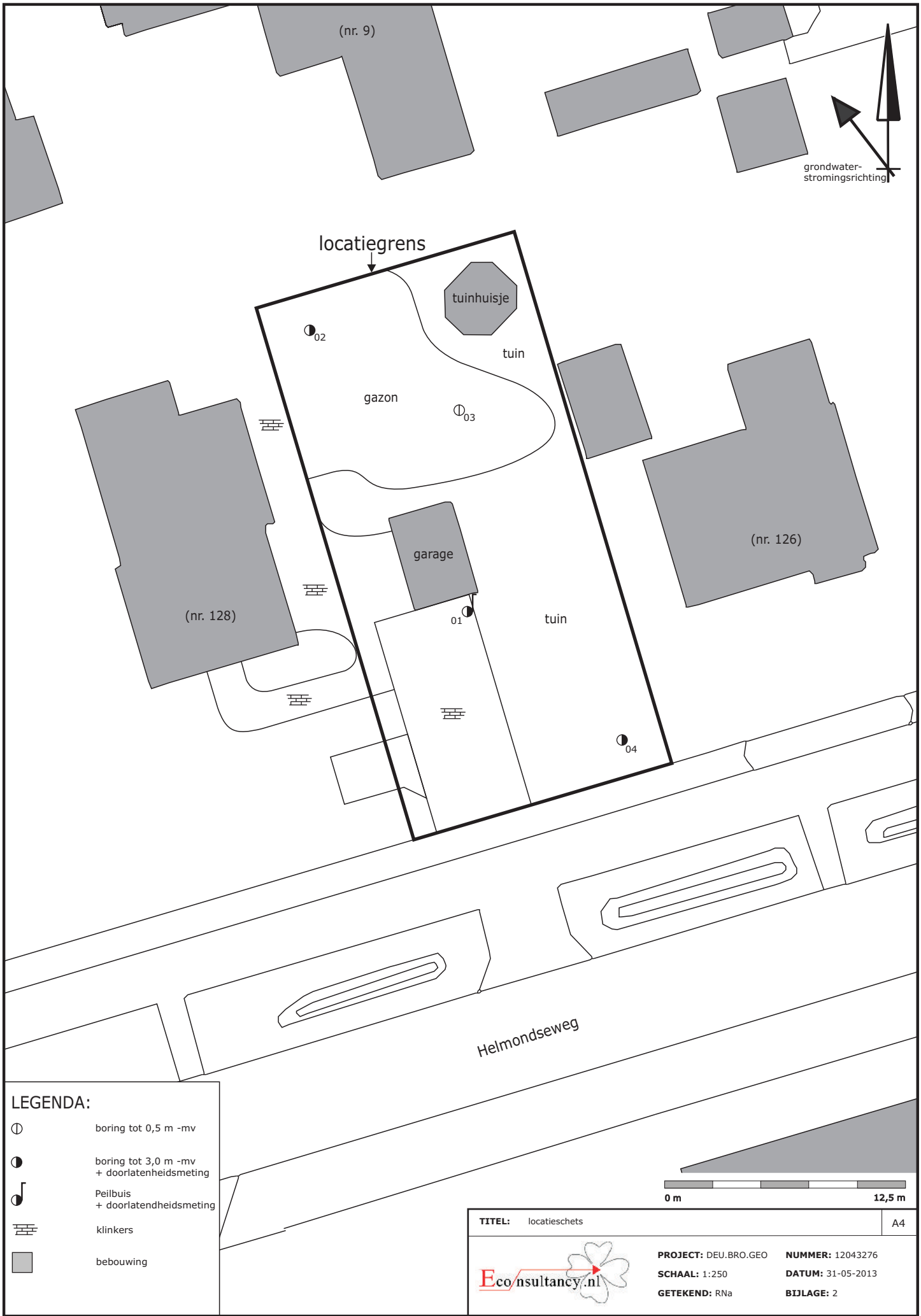
De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Naast de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) zijn factoren zoals de lokale en regionale bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie (GHG, GLG en GVG) van belang.

Op basis van de bodemopbouw/ -samenstelling alsmede de meetresultaten kan worden gesteld dat de bodem overwegend geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 0,90 m/dag. Als rekenwaarde geldt het rekenkundig gemiddelde van alle metingen. Indien de wijze van infiltreren en de locatie(s) van de voorziening(en) bekend is of zijn, wordt gezien de verschillen in doorlatendheid aanbevolen om de doorlatendheid ter plaatse van de infiltratievoorziening(en) en op de juiste diepte nader te bepalen. Daarnaast wordt om de werking van de voorziening te waarborgen geadviseerd eventuele storende lagen (leem en/of uiterst siltig) ter plaatse van de voorziening te verwijderen.



| | | |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| TITEL: | topografische ligging van de locatie | |
| PROJECT: | DEU.BRO.GEO | NUMMER: 12043276 |
| SCHAAL: | 1:25.000 | DATUM: 3-5-2013 |
| KAARTBLAD: | 52C | BIJLAGE: 1 |





LEGENDA:

- ⊙ boring tot 0,5 m -mv
- boring tot 3,0 m -mv + doorlatenheidsmeting
- ⊕ Peilbuis + doorlatenheidsmeting
- ≡≡≡ klinkers
- bebouwing



| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| TITEL: locatieschets | A4 |
| | |
| PROJECT: DEU.BRO.GEO | NUMMER: 12043276 |
| SCHAAL: 1:250 | DATUM: 31-05-2013 |
| GETEKEND: RNa | BIJLAGE: 2 |

Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

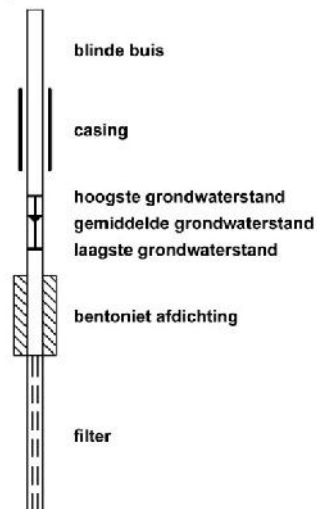
zand

| | |
|--|----------------------|
| | Zand, kleiig |
| | Zand, zwak siltig |
| | Zand, matig siltig |
| | Zand, sterk siltig |
| | Zand, uiterst siltig |

veen

| | |
|--|--------------------|
| | Veen, mineraalarm |
| | Veen, zwak kleiig |
| | Veen, sterk kleiig |
| | Veen, zwak zandig |
| | Veen, sterk zandig |

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 |

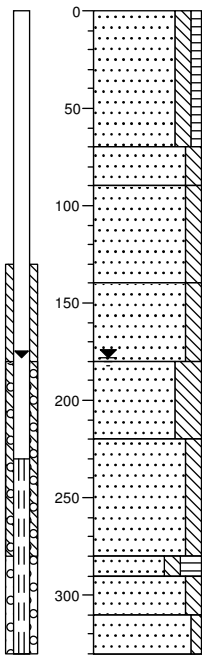
monsters

| | |
|--|---------------------------------|
| | geroerd monster |
| | k-waarde in-situ meting (m/dag) |

overig

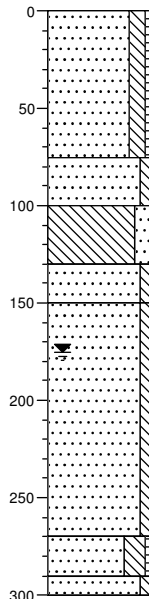
| | |
|--|------------------------------------|
| | bijzonder bestanddeel |
| | Gemiddeld hoogste grondwaterstand |
| | grondwaterstand (tijdens veldwerk) |
| | Gemiddeld laagste grondwaterstand |
| | slib |
| | water |

Boring: 01



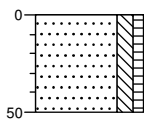
| | |
|-----|---|
| 0 | tuin |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor, BOPB: 35 cm+mv |
| 70 | |
| 90 | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige, Edelmanboor |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor |
| 140 | |
| | Zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijsbeige, Edelmanboor |
| 180 | |
| | Zand, uiterst fijn, uiterst siltig, neutraalgrijs, Veenboor |
| 220 | |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige, Zuigerboor |
| 280 | |
| 290 | Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, resten veen, donkerbruin, Zuigerboor |
| 310 | Zand, matig fijn, matig siltig, sporen veen, licht beigebruin, Zuigerboor |
| 330 | Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbeige, Zuigerboor |

Boring: 02



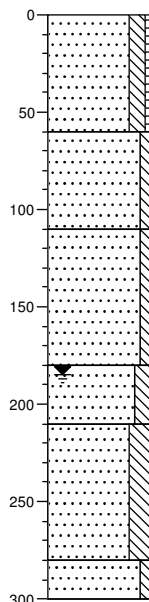
| | |
|-----|--|
| 0 | gazon |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor |
| 75 | |
| | Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, licht beigebruin, Edelmanboor |
| 100 | |
| | Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend, lichtgrijs, Edelmanboor |
| 130 | |
| 150 | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, lichtgrijs, Edelmanboor |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, matig gleyhoudend, licht grijsbeige, Edelmanboor |
| 200 | |
| 250 | |
| 270 | |
| | Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, grijsbruin, Edelmanboor |
| 290 | |
| 300 | Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbeige, Edelmanboor |

Boring: 03



| | |
|----|---|
| 0 | gazon |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor |
| 50 | |

Boring: 04



| | |
|-----|---|
| 0 | tuin |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor |
| 60 | |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, donkerbeige, Edelmanboor |
| 110 | |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor |
| 180 | |
| | Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijsbeige, Veenboor |
| 210 | |
| | Zand, zeer fijn, uiterst siltig, zwak gleyhoudend, grijsbruin, Veenboor |
| 280 | |
| | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, neutraalbeige, Veenboor |
| 300 | |

Bijlage 4 Methodiek doorlatendheidsmetingen

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:

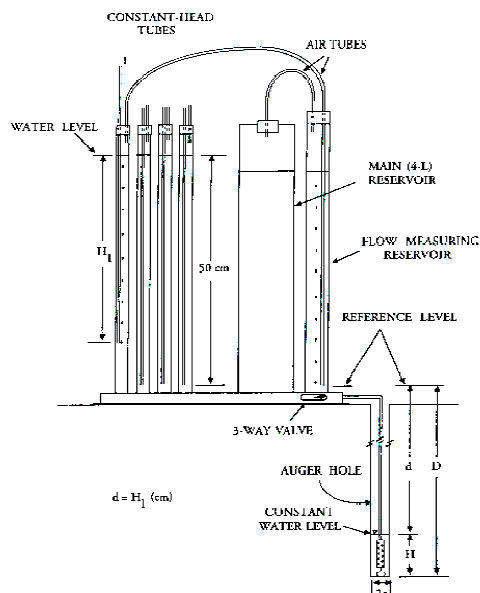
$$K_{sat} = \frac{\left(\operatorname{hyp\,sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

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

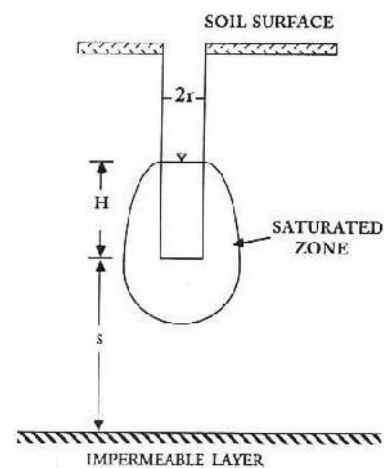
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

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

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



Figuur 1.



Figuur 2.

Bijlage 5 Berekende k-waarden

Resultaten Constant-head methode



Boring 01

projectnaam: DEU.BRO.GEO

projectnummer: 12043276

| meetgegevens | meetsessie 1 | | | meetsessie 2 | | |
|---|--------------|-------|------------|--------------|-------|----------|
| trajectbegin [cm -mv] | 85 | | | 83 | | |
| trajecteinde [cm -mv] | 103 | | | 117 | | |
| Q [cm ³ /uur] | 105 | | | 105 | | |
| H [cm] | 18 | | | 17 | | |
| r [cm] | 3,5 | | | 3,5 | | |
| D [cm -ref.punt] | 113 | | | 100 | | |
| | metingen | | k-waarde | metingen | | k-waarde |
| | hoogte | t (s) | (m/dag) | hoogte | t (s) | (m/dag) |
| meting 0 t = 0 [cm] | 36,4 | 0 - | | 18,3 | 0 - | |
| meting 1 t = 1 [cm] | 35,4 | 30 | 2,25 | 17,5 | 30 | 1,96 |
| meting 2 t = 2 [cm] | 34,4 | 60 | 2,25 | 16,5 | 60 | 2,45 |
| meting 3 t = 3 [cm] | 33,4 | 90 | 2,25 | 15,9 | 90 | 1,47 |
| meting 4 t = 4 [cm] | 32,4 | 120 | 2,25 | 15,0 | 120 | 2,20 |
| meting 5 t = 5 [cm] | 31,4 | 150 | 2,25 | 14,5 | 150 | 1,22 |
| meting 6 t = 6 [cm] | 30,4 | 180 | 2,25 | 13,5 | 180 | 2,45 |
| meting 7 t = 7 [cm] | | | | 12,7 | 210 | 1,96 |
| meting 8 t = 8 [cm] | | | | 11,9 | 240 | 1,96 |
| meting 9 t = 9 [cm] | | | | 11,3 | 270 | 1,47 |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie: | | | 2,25 | 1,79 | | |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag: | | | 1,5 | | | |

Boring 02

projectnaam: DEU.BRO.GEO

projectnummer: 12043276

| meetgegevens | meetsessie 1 | | | meetsessie 2 | | |
|---|--------------|-------|------------|--------------|-------|----------|
| trajectbegin [cm -mv] | 18 | | | 18 | | |
| trajecteinde [cm -mv] | 33 | | | 33 | | |
| Q [cm ³ /uur] | 105 | | | 105 | | |
| H [cm] | 15 | | | 15 | | |
| r [cm] | 3,5 | | | 3,5 | | |
| D [cm -ref.punt] | 43 | | | 43 | | |
| | metingen | | k-waarde | metingen | | k-waarde |
| | hoogte | t (s) | (m/dag) | hoogte | t (s) | (m/dag) |
| meting 0 t = 0 [cm] | 38,9 | 0 - | | 36,0 | 0 - | |
| meting 1 t = 1 [cm] | 38,5 | 30 | 1,17 | 35,3 | 30 | 2,05 |
| meting 2 t = 2 [cm] | 38,2 | 60 | 0,88 | 35,0 | 60 | 0,88 |
| meting 3 t = 3 [cm] | 38,0 | 90 | 0,59 | 34,7 | 90 | 0,88 |
| meting 4 t = 4 [cm] | 37,8 | 120 | 0,59 | 34,5 | 120 | 0,59 |
| meting 5 t = 5 [cm] | 37,5 | 150 | 0,88 | 34,2 | 150 | 0,88 |
| meting 6 t = 6 [cm] | 37,2 | 180 | 0,88 | 33,9 | 180 | 0,88 |
| meting 7 t = 7 [cm] | 36,9 | 210 | 0,88 | 33,6 | 210 | 0,88 |
| meting 8 t = 8 [cm] | 36,6 | 240 | 0,88 | | | |
| meting 9 t = 9 [cm] | 36,3 | 270 | 0,88 | | | |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie: | | | 0,88 | 0,88 | | |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag: | | | 0,9 | | | |

Resultaten Constant-head methode



Boring 04

projectnaam: DEU.BRO.GEO

projectnummer: 12043276

| meetgegevens | meetsessie 1 | | | meetsessie 2 | | |
|---|--------------|-------|------------|--------------|-------|----------|
| | metingen | | k-waarde | metingen | | k-waarde |
| | hoogte | t (s) | (m/dag) | hoogte | t (s) | (m/dag) |
| trajectbegin [cm -mv] | 63 | | | 63 | | |
| trajecteinde [cm -mv] | 80 | | | 80 | | |
| Q [cm ³ /uur] | 20 | | | 20 | | |
| H [cm] | 17 | | | 17 | | |
| r [cm] | 3,5 | | | 3,5 | | |
| D [cm -ref.punt] | 90 | | | 90 | | |
| meting 0 t = 0 [cm] | 37,6 | 0 - | | 27,9 | 0 - | |
| meting 1 t = 1 [cm] | 36,7 | 30 | 0,42 | 27,3 | 30 | 0,28 |
| meting 2 t = 2 [cm] | 35,7 | 60 | 0,47 | 26,3 | 60 | 0,47 |
| meting 3 t = 3 [cm] | 34,9 | 90 | 0,37 | 25,5 | 90 | 0,37 |
| meting 4 t = 4 [cm] | 33,9 | 120 | 0,47 | 24,7 | 120 | 0,37 |
| meting 5 t = 5 [cm] | 33,0 | 150 | 0,42 | 23,8 | 150 | 0,42 |
| meting 6 t = 6 [cm] | 32,1 | 180 | 0,42 | 22,9 | 180 | 0,42 |
| meting 7 t = 7 [cm] | 31,2 | 210 | 0,42 | 22 | 210 | 0,42 |
| meting 8 t = 8 [cm] | 30,3 | 240 | 0,42 | 21,1 | 240 | 0,42 |
| meting 9 t = 9 [cm] | 29,4 | 270 | 0,42 | 20,2 | 270 | 0,42 |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie: | | | 0,42 | 0,42 | | |
| gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag: | | | 0,4 | | | |