

Rademacher Ruimtelijk Advies  
T.a.v. de heer B. (Bas) Rademacher  
Dr. Poelstraat 4  
5802 AX Venray

[bas@rademacherruimtelijkadvies.nl](mailto:bas@rademacherruimtelijkadvies.nl)

**Betreft: Infiltratieonderzoek perceel hoek Molenweg-Monseigneur Berkvensstraat (Liessel).**

Best, 5 mei 2023

Geachte heer Rademacher,

Op uw verzoek heeft Landslide milieu-adviesbureau een infiltratieonderzoek uitgevoerd ter plaatse van een braakliggend perceel op de hoek van de Molenweg met de Monseigneur Berkvensstraat in Liessel (gemeente Deurne). Op deze locatie is nieuwbouw van woningen voorzien. Omdat het hemelwater afkomstig van nieuw verhard oppervlak (daken en terreinverhardingen) op deze locatie in de bodem geïnfiltreerd moet worden, is op donderdag 4 mei 2023 een infiltratieonderzoek uitgevoerd. Deze briefrapportage beschrijft de uitkomsten van dit onderzoek en besluit met enkele conclusies en aanbevelingen.

*Figuur 1: Impressie van de onderzoekslocatie.*



#### Opzet infiltratieonderzoek

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 6 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd in de onverzadigde zone (boven de grondwaterspiegel), zijn 4 boringen geplaatst tot een maximale diepte van 3,54 meter minus maaiveld (m-mv) en is in de boorgaten met behulp van een tijdelijke peilbuis telkens het actuele grondwaterpeil gemeten. De doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd als dubbele-ring-infiltratiemeting (RM1 t/m RM3) om de verticale waterdoorlatendheid ( $K_v$ ) te meten en als omgekeerde putproef (OP1 t/m OP3) om tevens de horizontale doorlatendheid ( $K_h$ ) te meten. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage A en de uitwerking van de veldmetingen in bijlage B (dubbele-ring-infiltratiemetingen) en in bijlage C (omgekeerde putproeven).



## 1. Bevindingen

Uit de boringen blijkt, dat het opgeboorde profiel voornamelijk uit crèmekleurig zeer fijn tot matig fijn (zwak lemig tot leemarm) zand bestaat. Naar verwachting is deze bodemopbouw niet heel goed, maar ook niet slecht waterdoorlatend en kunnen k-waarden in orde van grootte van 1 tot 2 m/d verwacht worden. Alle boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage A.

Om de waterdoorlatendheid van de onverzadigde zone op verschillende locaties en op verschillende diepten te kunnen meten, zijn op 6 locaties doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De situering van de meetpunten en boringen op de onderzoekslocatie is weergegeven in figuur 2.

*Figuur 2: Situering van de 3 dubbele-ring-infiltratiemetingen (RM1 t/m RM3), de 3 omgekeerde putproeven (OP1 t/m OP3 en de 4 boringen (B1 t/m B4) om de bodemopbouw en het grondwaterpeil te bepalen.*



Het grondwaterpeil bevond zich op 4 mei 2023 op ongeveer 1,40 m-mv, hetgeen overeenkomt met een peil van circa 25,50 tot 25,60 m +NAP. Ter plaatse van boring B4 (OP3) werd een peil van 1,10 m-mv (25,80 m +NAP) gemeten. Deze hoek van de locatie is enigszins natter.

Uit de meetresultaten blijkt, dat de bodemopbouw over het algemeen een redelijke indicator is voor de gemeten waterdoorlatendheid. Dat geldt voor zowel de metingen waarbij de verticale (ringmetingen) als de horizontale infiltratiecapaciteit (omgekeerde putproeven) gemeten is. Met k-waarden die variëren van 1,0 tot 2,9 m/d zijn de onderzochte bodemlagen in de onverzadigde zone (boven het grondwaterpeil) redelijk waterdoorlatend. Uitzondering hierop vormt de k-waarde ter plaatse van RM1 (0,2 m/d). De plaatselijke aanwezigheid van leem in de onderzochte bodemlaag heeft een verminderde waterdoorlatendheid tot gevolg. De variatie in meetwaarden, de meetdiepte, de bijbehorende bodemopbouw en de gemeten grondwaterpeilen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Overzicht meetwaarden waterdoorlatendheid Molenweg (ong.) in Liessel.

|    | Nr. | k-waarde | meetdiepte (m-mv) | bodemopbouw          | doorlatendheidsrichting | grondwaterstand |
|----|-----|----------|-------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|
| 1. | RM1 | 0,2 m/d  | 0,55              | (m)fz* zwak lemig    | verticale k-waarde      | 1,40 m-mv       |
| 2. | RM2 | 1,9 m/d  | 0,36              | (m)fz leemarm        | verticale k-waarde      | 1,40 m-mv       |
| 3. | RM3 | 1,8 m/d  | 0,75              | (m)fz leemarm        | verticale k-waarde      | 1,40 m-mv       |
| 4. | OP1 | 1,0 m/d  | 0,60-1,21         | (z)fz** (zwak lemig) | horizontale k-waarde    | 1,40 m-mv       |
| 5. | OP2 | 1,9 m/d  | 0,77-1,39         | (m)fz (leemarm)      | horizontale k-waarde    | 1,40 m-mv       |
| 6. | OP3 | 2,9 m/d  | 0,42-1,09         | (m)fz (leemarm)      | horizontale k-waarde    | 1,10 m-mv       |

\* (matig) fijn zand

\*\* (zeer) fijn zand

### 3. Conclusies en aanbevelingen

Ter plaatse van de onderzoekslocatie is de overwegend zandige bodemlaag tot een diepte van circa 1,40 m-mv redelijk waterdoorlatend en daarmee in principe geschikt voor de infiltratie van hemelwater afkomstig van nieuw verhard oppervlak. Om de waterdoorlatendheid ook op langere termijn te waarborgen, wordt aanbevolen om te overwegen om bij het realiseren van de voorziening eventueel bodemverbetering toe te passen door gebruik te maken van drainagezand, grind of vergelijkbare materialen met een blijvend goede waterdoorlatendheid.

Als toekomstige infiltratiemethode voor deze locatie kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het aanleggen van een wadi met voldoende bergend en infiltrerend vermogen, een infiltratie- en transportriool (IT-riool) en een ondergrond krattensysteem. De voor deze locatie meest geschikte voorziening, of combinatie van voorzieningen, kan in een later stadium nader uitgewerkt worden als het bouwplan verder vorm gegeven wordt. Tenslotte kan in het ontwerp een vertraagde afvoer naar bestaand oppervlaktewater beschouwd worden. Aan de oost- en noordzijde van de locatie bevinden zich kavelgreppels.



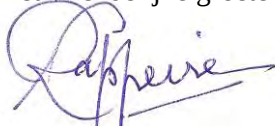
De (samengestelde) infiltratievoorziening dient boven de GHG aangelegd te worden. Tijdens het veldwerk op 4 mei 2023 (voorjaar) bevond het grondwaterpeil zich meestal op circa 1,4 m-mv. Wanneer rekening gehouden wordt met een verdere stijging gedurende de nattere winterperiode, lijkt een GHG van circa 1 m-mv aannemelijk. Voor de uiterste zuidoosthoek van het perceel (ter plaatse van B4 (OP3) is sprake van een enigszins ondieper grondwaterpeil. Hiervoor geldt een GHG van circa 0,7 m +NAP. In het toekomstige ontwerp kan met deze variatie in grondwaterpeilen rekening gehouden worden.

Aanbevolen wordt om de detailuitwerking van het toekomstige watersysteem door een infiltratiespecialist te laten uitvoeren om zo de maatgevende hoeveelheid neerslag op te kunnen vangen zonder dat daarbij wateroverlast op de ontwikkellocatie of in de omgeving ontstaat. Een dergelijk systeem moet goed beheerd en onderhouden kunnen worden.

Tenslotte wordt aanbevolen om de uitkomsten van dit infiltratieonderzoek met de gemeente Deurne en Waterschap Aa en Maas te delen.

Mocht u naar aanleiding van het uitgevoerde veldonderzoek of de rapportage daarvan nog vragen of opmerkingen hebben, dan verneem ik die graag.

Met vriendelijke groeten,



Ir R. (Rimbaud) E. Lapperre

*Landslide milieu-adviesbureau*

Bijlage A Boorprofielen

Bijlage B Dubbele-ring-infiltratiemetingen

Bijlage C Omgekeerde putproeven



# Bijlage A

## Boorprofielen





## Boring 1

- 0,00 - 0,37 m-mv donkerbruin matig fijn tot fijn zand (bouwvoor)
- 0,67 - 1,09 m-mv crème/bruin matig fijn tot fijn zand (geroerd)
- 1,09 - 3,37 m-mv crème/oranje (zeer) fijn zand (matig lemig) met roest  
in het traject 1,49 - 3,54 m-mv
- 3,37 - 3,54 m-mv grijs, sterk lemig zand

Maaiveldhoogte: 26,92 m +NAP (bron: AHN-4)

Grondwaterstand op 4 mei 2023: 1,42 m-mv (25,50 m +NAP)





**Boring 2 (OP1) → zie bijlage C**

- 0,00 - 0,45 m-mv donkerbruin matig fijn tot fijn zand (bouwvoor)
- 0,45 - 0,72 m-mv crème/bruin matig fijn tot fijn zand
- 0,72 - 1,20 m-mv crème/grijs (zeer) fijn zand (zwak lemig)
- 1,20 - 1,42 m-mv grijs, sterk lemig zand met roestvlekken

Maaiveldhoogte: 27,03 m +NAP (bron: AHN-4)

Grondwaterstand op 4 mei 2023: 1,40 m-mv (25,63 m +NAP)





### **Boring 3 (OP2) → zie bijlage C**

- 0,00 - 0,34 m-mv donkerbruin matig fijn tot fijn zand (bouwvoor)
- 0,34 - 1,18 m-mv crème matig fijn tot fijn zand (zwak lemig)
- 1,18 - 1,50 m-mv crème/lichtbruin matig fijn zand (leemarm)
- 1,50 - 1,53 m-mv donkerbruin lemig zand

Maaiveldhoogte: 26,90 m +NAP (bron: AHN-4)

Grondwaterstand op 4 mei 2023: 1,40 m-mv (25,50 m +NAP)





### **Boring 4 (OP3) → zie bijlage C**

- 0,00 - 0,43 m-mv donkerbruin matig fijn tot fijn zand (bouwvoor)
- 0,43 - 0,77 m-mv crème matig fijn tot fijn zand
- 0,77 - 0,90 m-mv crème/lichtbruin matig fijn zand
- 0,90 - 1,26 m-mv crème/grijs fijn zand (leemarm)

Maaiveldhoogte: 26,90 m +NAP (bron: AHN-4)

Grondwaterstand op 4 mei 2023: 1,10 m-mv (25,80 m +NAP)



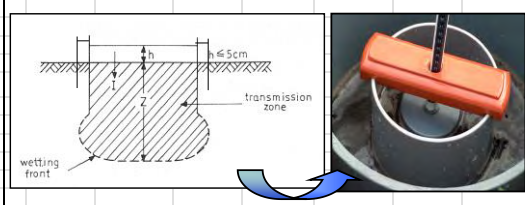
# Bijlage B

## Dubbele-ring-infiltratiemetingen



## Berekenen van de verticale doorlatendheid ( $K_v$ ) in de onverzadigde zone met behulp van de dubbele-ring-infiltrometer

### Methode:



### Uitvoering:

1. Ringen correct installeren ( $h$  maximaal 5 cm!)
2. Onverzadigde zone voldoende (voor)verzadigen
3. Infiltratiemeting per meettraject in 3-voud uitvoeren
4. Meettabel invoeren en gemiddelde van 3 metingen berekenen

| minuten<br>cm | 1 <sup>e</sup> serie | 2 <sup>e</sup> serie | 3 <sup>e</sup> serie |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 00:00         | 24.1                 |                      |                      |
| 08:52         | 24.0                 |                      |                      |
| 16:58         | 23.9                 |                      |                      |
|               |                      |                      |                      |
|               |                      |                      |                      |
|               |                      |                      |                      |

**0.2 m/d**  $K_{sat}$  gemiddeld (berekend via  $lnal$ )

### Berekening:

1.  $K_{sat}$  berekenen volgens rekenmethode 1
2. Indicatieve foutmarge in rapportage vermeld

### Rekenmethode 1 (Bron: Smedema en Reyrcroft, Londen, 1983)

Determination of the hydraulic conductivity 353  
**16.3.1 Infiltrometer-method**  
 An infiltration measurement is carried out, using either a single or a double ring infiltrometer. Measurements can be made at the surface or at different depths below the soil surface (on 'steps' in a profile pit see figure 16.1). The infiltration rate ( $I$ ) of water into the soil is governed by Darcy's Law:

$$I = K_a \frac{h+z-P}{z} \quad \dots\dots (eq. 16.4)$$

where:  $I$  = infiltration rate ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $K_a$  = hydraulic conductivity of the soil at moisture content  $\theta$  ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $h$  = water depth on the soil surface (m)  
 $z$  = depth to the wetting front (m)  
 $P$  = soil water pressure at the wetting front, inside the transmission zone (m)

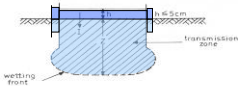


FIGURE 16.10 Single ring infiltration measurement

The moisture content in the transmission zone becomes virtually saturated so that  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  and  $P \rightarrow 0$  (this applies to most medium/heavy textured soils, but not for coarse textured soils). When  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  also  $K_a \rightarrow K_{sat}$ . After prolonged infiltration,  $z$  becomes relatively large compared to  $(h-P)$  so that the hydraulic gradient approaches unity  $\left( \frac{h+z-P}{z} \rightarrow 1 \right)$

So: 
$$I_{final} = K_a \frac{h+z-P}{z} \sim K_{sat}$$

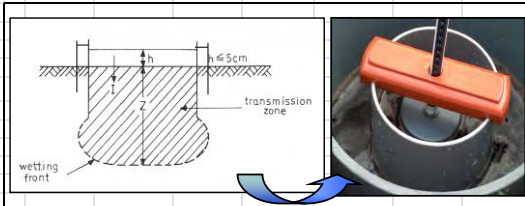
#### Evaluation

- (a) This method measures  $K_v$  (vertical hydraulic conductivity).
- (b) The method is simple but is not very accurate due to:
  - $I_{final}$  only approximates  $K_{sat}$  (see above)
  - soil variability (small volume of soil involved; at least 3 replicates should be made to arrive at a reasonably reliable value)
  - disturbance of soil when driving the infiltrometer ring into the soil.

Datum: 4 mei 2023  
 Locatie: Molenweg-Berkvensstraat (Liesel)  
 Meetpuntnummer: RM1  
 Projectnummer: 2023-04-002  
 Meetdiepte: 0,55 m -mv

## Berekenen van de verticale doorlatendheid ( $K_v$ ) in de onverzadigde zone met behulp van de dubbele-ring-infiltrometer

### Methode:



### Uitvoering:

1. Ringen correct installeren ( $h$  maximaal 5 cm!)
2. Onverzadigde zone voldoende (voor)verzadigen
3. Infiltratiemeting per meettraject in 3-voud uitvoeren
4. Meettabel invoeren en gemiddelde van 3 metingen berekenen

| minuten<br>cm | 1 <sup>e</sup> serie | 2 <sup>e</sup> serie | 3 <sup>e</sup> serie |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 00:00         | 27.5                 |                      |                      |
| 01:40         | 27.0                 |                      |                      |
| 08:27         | 26.2                 |                      |                      |
| 12:56         | 25.8                 |                      |                      |
| 15:00         | 25.5                 |                      |                      |
|               |                      |                      |                      |
|               |                      |                      |                      |

**1,9 m/d**  $K_{sat}$  gemiddeld (berekend via  $lnal$ )

### Berekening:

1.  $K_{sat}$  berekenen volgens rekenmethode 1
2. Indicatieve foutmarge in rapportage vermeld

### Rekenmethode 1 (Bron: Smedema en Reyrcroft, Londen, 1983)

Determination of the hydraulic conductivity 353  
**16.3.1 Infiltrometer-method**  
 An infiltration measurement is carried out, using either a single or a double ring infiltrometer. Measurements can be made at the surface or at different depths below the soil surface (on 'steps' in a profile pit see figure 16.1). The infiltration rate ( $I$ ) of water into the soil is governed by Darcy's Law:

$$I = K_a \frac{h+z-P}{z} \quad \dots\dots (eq. 16.4)$$

where:  $I$  = infiltration rate ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $K_a$  = hydraulic conductivity of the soil at moisture content  $\theta$  ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $h$  = water depth on the soil surface (m)  
 $z$  = depth to the wetting front (m)  
 $P$  = soil water pressure at the wetting front, inside the transmission zone (m)

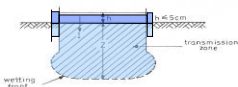


FIGURE 16.10 Single ring infiltration measurement

The moisture content in the transmission zone becomes virtually saturated so that  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  and  $P \rightarrow 0$  (this applies to most medium/heavy textured soils, but not for coarse textured soils). When  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  also  $K_a \rightarrow K_{sat}$ . After prolonged infiltration,  $z$  becomes relatively large compared to  $(h-P)$  so that the hydraulic gradient approaches unity  $\left( \frac{h+z-P}{z} \rightarrow 1 \right)$

So: 
$$I_{final} = K_a \frac{h+z-P}{z} \sim K_{sat}$$

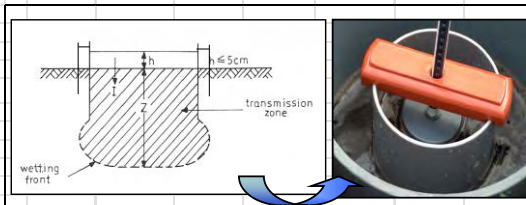
#### Evaluation

- (a) This method measures  $K_v$  (vertical hydraulic conductivity).
- (b) The method is simple but is not very accurate due to:
  - $I_{final}$  only approximates  $K_{sat}$  (see above)
  - soil variability (small volume of soil involved; at least 3 replicates should be made to arrive at a reasonably reliable value)
  - disturbance of soil when driving the infiltrometer ring into the soil.

Datum: 4 mei 2023  
 Locatie: Molenweg-Berkvensstraat (Liesel)  
 Meetpuntnummer: RM2  
 Projectnummer: 2023-04-002  
 Meetdiepte: 0,36 m -mv

### Berekenen van de verticale doorlatendheid ( $K_v$ ) in de onverzadigde zone met behulp van de dubbele-ring-infiltrometer

#### Methode:



#### Uitvoering:

1. Ringen correct installeren ( $h$  maximaal 5 cm!)
2. Onverzadigde zone voldoende (voor)verzadigen
3. Infiltratiemeting per meettraject in 3-voud uitvoeren
4. Meettabel invoeren en gemiddelde van 3 metingen berekenen

| minuten-<br>cm | 1 <sup>e</sup> serie | 2 <sup>e</sup> serie | 3 <sup>e</sup> serie |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 00:00          | 26.0                 |                      |                      |
| 07:22          | 25.1                 |                      |                      |
| 13:13          | 24.5                 |                      |                      |
| 22:30          | 23.5                 |                      |                      |
| 06:00          | 22.3                 |                      |                      |

**1,8 m/d**  $K_{sat}$  gemiddeld (berekend via  $ln_{lnal}$ )

#### Berekening:

1.  $K_{sat}$  berekenen volgens rekenmethode 1
2. Indicatieve foutmarge in rapportage vermeld

#### Rekenmethode 1 (Bron: Smedema en Reycroft, Londen, 1983)

##### Determination of the hydraulic conductivity

353

##### 16.3.1 Infiltrometer-method

An infiltration measurement is carried out, using either a single or a double ring infiltrometer. Measurements can be made at the surface or at different depths below the soil surface (on 'steps' in a profile pit see figure 16.1). The infiltration rate ( $I$ ) of water into the soil is governed by Darcy's Law:

$$I = K_s \frac{h+z-P}{z} \quad \dots\dots (eq. 16.4)$$

where:  $I$  = infiltration rate ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $K_s$  = hydraulic conductivity of the soil at moisture content  $\theta$  ( $m \cdot day^{-1}$ )  
 $h$  = water depth on the soil surface (m)  
 $z$  = depth to the wetting front (m)  
 $P$  = soil water pressure at the wetting front, inside the transmission zone (m)

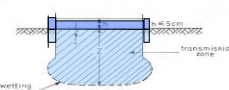


FIGURE 16.10 Single ring infiltration measurement

The moisture content in the transmission zone becomes virtually saturated so that  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  and  $P \rightarrow 0$  (this applies to most medium/heavy textured soils, but not for coarse textured soils). When  $\theta \rightarrow \theta_{sat}$  also  $K_s \rightarrow K_{sat}$ . After prolonged infiltration,  $z$  becomes relatively large compared to  $(h+P)$  so that the hydraulic gradient approaches unity  $\left( \frac{h+P}{z} \rightarrow 1 \right)$ .

$$So: \quad I_{total} = K_s \frac{h+z-P}{z} \sim K_{sat}$$

##### Evaluation

- (a) This method measures  $K_s$  (vertical hydraulic conductivity).
- (b) The method is simple but is not very accurate due to:
  - $I_{total}$  only approximates  $K_{sat}$  (see above)
  - soil variability (small volume of soil involved; at least 3 replicates should be made to arrive at a reasonably reliable value)
  - disturbance of soil when driving the infiltrometer ring into the soil.

Datum: 4 mei 2023  
 Locatie: Molenweg-Berkvensstraat (Liesel)  
 Meetpuntnummer: RM3  
 Projectnummer: 2023-04-002  
 Meetdiepte: 0,73 m -mv

# Bijlage C

## Omgekeerde putproeven



| <b>ALGEMEEN</b>                                                                                               |                                                                                       |                          |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| Projectomschrijving:                                                                                          | Omgekeerde putproeven ten behoeve van doorlatendheidsbepaling in de onverzadigde zone |                          |                                           |
| Locatie:                                                                                                      | Braakliggend agrarisch perceel hoek Molenweg-Monseigneur Berkvensstraat (Liesse)      |                          |                                           |
| Uitvoerder(s) veldwerk:                                                                                       | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectleider:                                                                                                | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer opdrachtgever:                                                                                  | n.v.t.                                                                                |                          |                                           |
| Datum uitvoering metingen:                                                                                    | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Meetpuntnummer:                                                                                               | <b>OP1</b>                                                                            |                          |                                           |
|                                                                                                               | <b>Enkele meetserie</b>                                                               |                          |                                           |
| Uitwerking meetgegevens:                                                                                      | De heer ir. R.E. Lapperre (Landslide milieu-adviesbureau)                             |                          |                                           |
| Datum uitwerking:                                                                                             | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer:                                                                                                | 2023-04-002                                                                           |                          |                                           |
| <b>MATEN MEETOPSTELLING</b>                                                                                   |                                                                                       |                          |                                           |
| Meetpunt (mp) tot onderkant buis:                                                                             | 1.69                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Meetpunt tot maaiveld:                                                                                        | 0.48                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Maaiveld (mv) tot onderkant buis:                                                                             | 1.21                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Diameter (2r) boorgat:                                                                                        | 0.08                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Straal (r) boorgat (peilbuisdiameter):                                                                        | 0.04                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Onderzochte bodemlaag:                                                                                        | <b>0.60-1.21</b>                                                                      | [m-mv]                   | tijdens beschouwde meetperiode            |
| Grondwaterstand (bij benadering):                                                                             | 1.40                                                                                  | [m-mv]                   |                                           |
| Voorverzadiging boorgat met peilbuis:                                                                         | 5                                                                                     | [liter]                  |                                           |
| <b>MEETGEGEVENS MEETREEKS(EN)</b>                                                                             |                                                                                       |                          |                                           |
| Tijd (t)<br>(seconden)                                                                                        | meter minus mp<br>(m-mp)                                                              | meter minus mv<br>(m-mv) | stijghoogte (h)<br>(m + referentieniveau) |
| 0                                                                                                             | 1.08                                                                                  | 0.60                     | 0.61                                      |
| 67                                                                                                            | 1.15                                                                                  | 0.67                     | 0.54                                      |
| 178                                                                                                           | 1.20                                                                                  | 0.72                     | 0.49                                      |
| 394                                                                                                           | 1.25                                                                                  | 0.77                     | 0.44                                      |
| 760                                                                                                           | 1.30                                                                                  | 0.82                     | 0.39                                      |
| <b>HORizontale DOORLATENDHEID (OMGEKEERDE BOORGATMETHODE)</b>                                                 |                                                                                       |                          |                                           |
| $k = 1.15 * r \left[ \frac{\log(h_0 + r/2) - \log(h_t + r/2)}{t} \right] \quad [m/d]$                         |                                                                                       |                          |                                           |
|                                                                                                               |                                                                                       |                          |                                           |
| <b>K<sub>n</sub> = 1.0 m/d</b> (meettraject: 0 tot 760 seconden & 0.61 tot 0.39 meter boven referentieniveau) |                                                                                       |                          |                                           |

| ALGEMEEN                                                                                                                 |                                                                                       |                          |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| Projectomschrijving:                                                                                                     | Omgekeerde putproeven ten behoeve van doorlatendheidsbepaling in de onverzadigde zone |                          |                                           |
| Locatie:                                                                                                                 | Braakliggend agrarisch perceel hoek Molenweg-Monseigneur Berkvensstraat (Liesel)      |                          |                                           |
| Uitvoerder(s) veldwerk:                                                                                                  | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectleider:                                                                                                           | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer opdrachtgever:                                                                                             | n.v.t.                                                                                |                          |                                           |
| Datum uitvoering metingen:                                                                                               | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Meetpuntnummer:                                                                                                          | <b>OP2</b>                                                                            |                          |                                           |
|                                                                                                                          | <b>Enkele meetserie</b>                                                               |                          |                                           |
| Uitwerking meetgegevens:                                                                                                 | De heer ir. R.E. Lapperre (Landslide milieu-adviesbureau)                             |                          |                                           |
| Datum uitwerking:                                                                                                        | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer:                                                                                                           | 2023-04-002                                                                           |                          |                                           |
| MATEN MEETOPSTELLING                                                                                                     |                                                                                       |                          |                                           |
| Meetpunt (mp) tot onderkant buis:                                                                                        | 1.69                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Meetpunt tot maaiveld:                                                                                                   | 0.30                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Maaiveld (mv) tot onderkant buis:                                                                                        | 1.39                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Diameter (2r) boorgat:                                                                                                   | 0.08                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Straal (r) boorgat (peilbuisdiameter):                                                                                   | 0.04                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Onderzochte bodemlaag:                                                                                                   | 0.77-1.39                                                                             | [m-mv]                   | tijdens beschouwde meetperiode            |
| Grondwaterstand (bij benadering):                                                                                        | 1.40                                                                                  | [m-mv]                   |                                           |
| Voorverzadiging boorgat met peilbuis:                                                                                    | 5                                                                                     | [liter]                  |                                           |
| MEETGEGEVENS MEETREEKS(EN)                                                                                               |                                                                                       |                          |                                           |
| Tijd (t)<br>(seconden)                                                                                                   | meter minus mp<br>(m-mp)                                                              | meter minus mv<br>(m-mv) | stijghoogte (h)<br>(m + referentieniveau) |
| 0                                                                                                                        | 1.07                                                                                  | 0.77                     | 0.62                                      |
| 37                                                                                                                       | 1.10                                                                                  | 0.80                     | 0.59                                      |
| 118                                                                                                                      | 1.17                                                                                  | 0.87                     | 0.52                                      |
| 163                                                                                                                      | 1.20                                                                                  | 0.90                     | 0.49                                      |
| 267                                                                                                                      | 1.25                                                                                  | 0.95                     | 0.44                                      |
| 401                                                                                                                      | 1.30                                                                                  | 1.00                     | 0.39                                      |
| HORIZONTALE DOORLATENDHEID (OMGEKEERDE BOORGATMETHODE)                                                                   |                                                                                       |                          |                                           |
| $k = 1.15 \cdot r \cdot \frac{\log(h_0 + r/2) - \log(h_t + r/2)}{t} \quad [\text{m/d}]$                                  |                                                                                       |                          |                                           |
|                                                                                                                          |                                                                                       |                          |                                           |
| <b><math>K_n = 1.9 \text{ m/d}</math></b> (meettraject: 0 tot 401 seconden & 0.62 tot 0.39 meter boven referentieniveau) |                                                                                       |                          |                                           |

| <u>ALGEMEEN</u>                                                                                               |                                                                                       |                          |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| Projectomschrijving:                                                                                          | Omgekeerde putproeven ten behoeve van doorlatendheidsbepaling in de onverzadigde zone |                          |                                           |
| Locatie:                                                                                                      | Braakliggend agrarisch perceel hoek Molenweg-Monseigneur Berkvensstraat (Liessel)     |                          |                                           |
| Uitvoerder(s) veldwerk:                                                                                       | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectleider:                                                                                                | Ir. Rimbaud Lapperre                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer opdrachtgever:                                                                                  | n.v.t.                                                                                |                          |                                           |
| Datum uitvoering metingen:                                                                                    | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Meetpuntnummer:                                                                                               | <b>OP3</b>                                                                            |                          |                                           |
|                                                                                                               | <b>Enkele meetserie</b>                                                               |                          |                                           |
| Uitwerking meetgegevens:                                                                                      | De heer ir. R.E. Lapperre (Landslide milieu-adviesbureau)                             |                          |                                           |
| Datum uitwerking:                                                                                             | donderdag 4 mei 2023                                                                  |                          |                                           |
| Projectnummer:                                                                                                | 2023-04-002                                                                           |                          |                                           |
| <u>MATEN MEETOPSTELLING</u>                                                                                   |                                                                                       |                          |                                           |
| Meetpunt (mp) tot onderkant buis:                                                                             | 1.69                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Meetpunt tot maaiveld:                                                                                        | 0.60                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Maaiveld (mv) tot onderkant buis:                                                                             | 1.09                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Diameter (2r) boorgat:                                                                                        | 0.08                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Straal (r) boorgat (peilbuisdiameter):                                                                        | 0.04                                                                                  | [m]                      |                                           |
| Onderzochte bodemlaag:                                                                                        | <b>0.42-1.09</b>                                                                      | [m-mv]                   | tijdens beschouwde meetperiode            |
| Grondwaterstand (bij benadering):                                                                             | 1.10                                                                                  | [m-mv]                   |                                           |
| Voorverzadiging boorgat met peilbuis:                                                                         | 5                                                                                     | [liter]                  |                                           |
| <u>MEETGEGEVENS MEETREEKS(EN)</u>                                                                             |                                                                                       |                          |                                           |
| Tijd (t)<br>(seconden)                                                                                        | meter minus mp<br>(m-mp)                                                              | meter minus mv<br>(m-mv) | stijghoogte (h)<br>(m + referentieniveau) |
| 0                                                                                                             | 1.02                                                                                  | 0.42                     | 0.67                                      |
| 29                                                                                                            | 1.05                                                                                  | 0.45                     | 0.64                                      |
| 85                                                                                                            | 1.12                                                                                  | 0.52                     | 0.57                                      |
| 113                                                                                                           | 1.15                                                                                  | 0.55                     | 0.54                                      |
| 173                                                                                                           | 1.20                                                                                  | 0.60                     | 0.49                                      |
| 246                                                                                                           | 1.25                                                                                  | 0.65                     | 0.44                                      |
| 313                                                                                                           | 1.30                                                                                  | 0.70                     | 0.39                                      |
| <u>HORIZONTALE DOORLATENDHEID (OMGEKEERDE BOORGATMETHODE)</u>                                                 |                                                                                       |                          |                                           |
| $k = 1.15 \cdot r \left( \frac{\log(h_0 + r/2) - \log(h_t + r/2)}{t} \right) \quad [\text{m/d}]$              |                                                                                       |                          |                                           |
|                                                                                                               |                                                                                       |                          |                                           |
| <b>K<sub>n</sub> = 2.9 m/d</b> (meettraject: 0 tot 313 seconden & 0.67 tot 0.39 meter boven referentieniveau) |                                                                                       |                          |                                           |