

# Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw aan het Raadhuisplein te Susteren  
GA241476.R01.V3.0

13 april 2026



# Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw aan het Raadhuisplein te Susteren

Documentnummer GA241476.R01.V3.0

13 april 2026

## Opdrachtgever

Brix 3.0 B.V.

Pater Beatusstraat 5

6411 TR Heerlen

## Auteurs

Adviseur water I.S.C. Verbrugge MSc

Collegiale toets M. Meering MSc

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

## Geonius.nl

| Functie          | Naam                 | Handtekening                                                                          |
|------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Adviseur water   | I.S.C. Verbrugge MSc |  |
| Collegiale toets | M. Meering MSc       |  |

# Inhoud

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Infiltratieonderzoek .....</b>                  | <b>5</b>  |
| 2.1      | Inmeting .....                                     | 5         |
| 2.2      | Boringen .....                                     | 5         |
| 2.3      | Doorlatendheidsmetingen .....                      | 5         |
| 2.4      | Archiefgegevens .....                              | 5         |
| <b>3</b> | <b>Bodemgesteldheid .....</b>                      | <b>6</b>  |
| 3.1      | Bodemopbouw .....                                  | 6         |
| 3.2      | Grondwaterstand .....                              | 6         |
| 3.3      | Doorlatendheid .....                               | 7         |
| <b>4</b> | <b>Infiltratie hemelwater .....</b>                | <b>9</b>  |
| 4.1      | Toetsing .....                                     | 9         |
| 4.2      | Conclusie .....                                    | 10        |
| <b>5</b> | <b>Dimensionering infiltratievoorziening .....</b> | <b>11</b> |
| 5.1      | Uitgangspunten .....                               | 11        |
| 5.1.1    | Infiltratiekratten .....                           | 12        |
| 5.2      | Ontwerpadvies .....                                | 12        |
| 5.3      | Overige ontwerpaspecten .....                      | 12        |
| 5.3.1    | Infiltratiekratten .....                           | 13        |

## Bijlagen

Bijlage 1. Situatietekening

Bijlage 2. Boringen

Bijlage 3. Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 4. Dimensionering infiltratievoorziening

# 1 Inleiding

In opdracht van Brix 3.0 B.V. heeft Geonius een infiltratieonderzoek uitgevoerd en een infiltratieadvies opgesteld. Dit onderzoek is nodig voor de afkoppeling van hemelwater bij de nieuwbouw van een appartementencomplex aan het Raadhuisplein te Susteren, waarbij het een vereiste is om het hemelwater in de bodem te infiltreren. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het infiltratieonderzoek als het infiltratieadvies opgenomen. Bij het infiltratieonderzoek zijn machinale boringen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Op basis van de resultaten van het infiltratieonderzoek is de oplossingsrichting voor infiltratie bepaald en zijn de minimaal benodigde afmetingen van de infiltratievoorziening uitgewerkt, conform de beleidsregels van gemeente Echt-Susteren.

In de eerste versie van het rapport is een wadi als infiltratievoorziening in de groenstrook gedimensioneerd. Na reactie van de opdrachtgever is een tweede dimensionering uitgevoerd met infiltratiekratten onder de parkeervakken als voorziening. Na een wijziging in het ontwerp is een derde dimensionering uitgevoerd met infiltratiekratten. De eerdere versies van het advies (kenmerk GA251476.R01.V1.0 d.d. 8 september 2025 en GA251476.R01.V2.0 d.d. 4 december 2025) komen hiermee te vervallen.

Separaat aan dit onderzoek zijn door Geonius een verkennend bodemonderzoek en een archeologisch onderzoek verricht. Deze worden separaat gerapporteerd. In Tabel 1.1 is een overzicht van de verschillende rapportages opgenomen.

Tabel 1.1: Overzicht rapportages

| Kenmerk  | Inhoud                  |
|----------|-------------------------|
| MA240594 | Verkennd bodemonderzoek |
| AA240140 | Archeologisch onderzoek |



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie (rood kader) [bron: PDOK]

# 2 Infiltratieonderzoek

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in augustus 2025 twee handboringen, twee machinale boringen en vier doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde infiltratieonderzoek verder beschreven.

## 2.1 Inmeting

De situering met de coördinaten van de onderzoekspunten is op situatietekening GA241476.T01 weergegeven, welke is opgenomen in Bijlage 1. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en daarmee alleen te gebruiken in het kader van voorliggend onderzoek.

## 2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren zijn op de locatie twee machinale boringen tot ca. 2,5 m -maaiveld (genummerd GA241476 B01 en B03) en twee machinale boringen tot ca. 9 m -maaiveld (genummerd GA241476 B03 en B04) uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en zijn opgenomen in Bijlage 2.

## 2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA241476 DM01 t/m DM04 en zijn opgenomen in Bijlage 3.

Doorlatendheidsmetingen DM01 en DM03 zijn uitgevoerd volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet). Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

Doorlatendheidsmetingen DM02 en DM04 zijn uitgevoerd volgens de Falling Head methode (Hvorslev) wegens het aantreffen van grondwater in het boorgat en uitvoering van de proef in de verzadigde zone. Ook hierbij wordt in het boorgat water toegevoegd en de daling van de grondwaterstand gemeten. Hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

## 2.4 Archiefgegevens

Aanvullend op het infiltratieonderzoek zijn met een bureauonderzoek gegevens verzameld van de projectlocatie. Hiervoor zijn o.a. de volgende bronnen geraadpleegd:

- DINOloket van TNO;
- Grondwatertools van TNO.

# 3 Bodemgesteldheid

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het infiltratieonderzoek verhard. Het maaiveld lag ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +31,1 tot +30,3 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,8 m.

## 3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde infiltratieonderzoek en de geraadpleegde openbare bronnen geïnterpreteerd en beschreven in

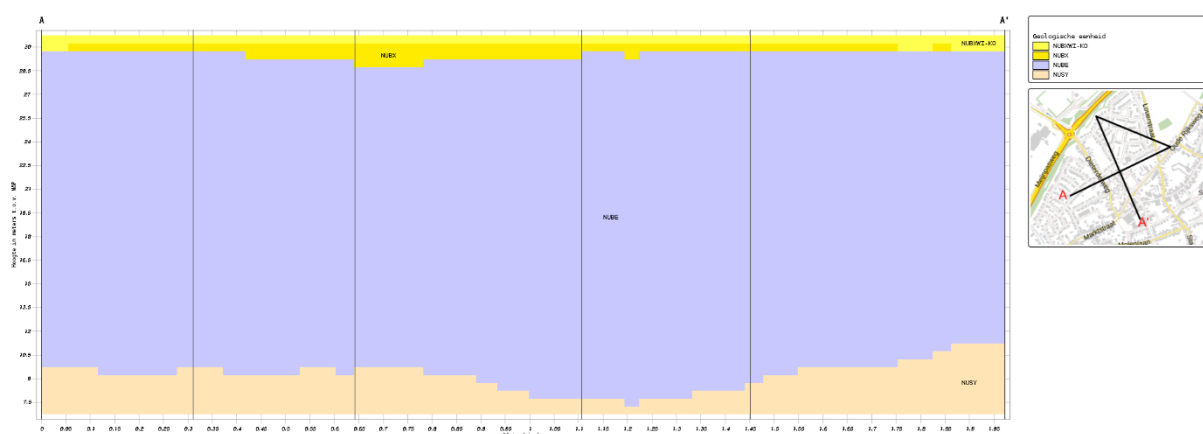
Tabel 3.. Zie ook de verticale doorsnede van het GeoTOP v1.6.1 model in Figuur 3.1.

Tabel 3.1: Geschematiseerde bodemopbouw

| Laag | van             | tot           | Formatie                                                                                                                 |
|------|-----------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | in m t.o.v. NAP |               | GRONDSOORT, conditie, bijmenging (en bijzonderheden)                                                                     |
| 1*   | +31,1 à +30,3   | +27,8 à +26,6 | <i>Laagpakketten van Wierden en Kootwijk (Formatie van Bostel)</i><br>ZAND, siltig doorsneden met zandige siltlaagjes    |
| 2    | +27,8 à +26,6   | +25,1 à +23,6 | <i>Formatie van Bostel en Formatie van Beegden</i><br>ZAND, doorsneden met siltige zandlaagjes                           |
| 3    | +25,1 à +23,6   | +22,3 à +22,1 | <i>Formatie van Beegden</i><br>ZAND, met grindlagen<br>(maximaal verkende diepte)                                        |
| 4    | +22,3 à +22,1   | Ca. +10       | <i>Formatie van Beegden</i><br>GRIND/ZAND, doorsneden met kleiige tussenlagen<br>(o.b.v. geraadpleegde openbare bronnen) |

\* geroerde laag (volledig repachoudend) tussen 0,15 en 0,6 m- maaiveld t.p.v. B01 en B02

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6.1



Figuur 3.1: Verticale doorsnede GeoTOP v1.6.1 model [bron: TNO]

## 3.2 Grondwaterstand

Het grondwater niveau is tijdens de uitvoering van het infiltratieonderzoek in de boorgaten vastgesteld op een diepte van ca. 3,0 tot 3,9 m -maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +27,3 tot +27,2 m. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

Op basis van openbare peilbuisgegevens van TNO Grondwatertools wordt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) op de locatie ingeschat op ca. NAP +28,1 m. De geraadpleegde peilbuisgegevens en hun

locatie ten opzichte van de projectlocatie zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 3. en Figuur 3.1. Op basis van het IBRAHYM-model wordt de GHG ingeschat op ca. 2,8 m -maaiveld overeenkomend met ca. NAP +28,3 m.

Tabel 3.2: Peilbuisgegevens [bron: Grondwatertools]

| Peilbuis | Maaiveld<br>[m +NAP] | Filterniveau<br>[m +NAP] | Periode<br>[-] | GHG<br>[m+ NAP] | GG<br>[m +NAP] | GLG<br>[m +NAP] | Fluctuatie<br>[m] |
|----------|----------------------|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| B60A1745 | +30,5                | +26,5 tot +24,5          | 2010 - 2018    | +28,1           | +27,5          | +27,0           | 1,1               |
| B60A2564 | +31,0                | +26,7 tot +25,7          | 2010 - 2017    | +27,9           | +27,4          | +26,5           | 1,4               |

In het vervolg van de rapportage wordt uitgegaan van een maatgevende grondwaterstand van ca. NAP +28,3 m (GHG).

De grondwaterstand verschilt van seizoen tot seizoen en wordt beïnvloed door variërende neerslag, lagenopbouw en lokale omstandigheden (aanvoer van grondwater uit hoger gelegen gebieden, grondwateronttrekkingen, kwel en/of inzijging). Het is niet uit te sluiten dat in nattere of drogere jaargetijden een hogere of lagere grondwaterstand kan worden aangetroffen. Exacte vaststelling van de grondwaterpotentialen en fluctuatie hiervan, kan alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.



Figuur 3.1: Ligging peilbuizen en projectlocatie (rood gemarkeerd) [bron: Grondwatertools]

### 3.3 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn twee proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) voor de horizontale doorlatendheid. Tevens zijn twee proeven uitgevoerd in de verzadigde zone volgens de Falling Head methode (Hvorslev) voor de horizontale doorlatendheid.

Bij de doorlatendheidsproeven worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft in de onverzadigde zone meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende

twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is in de onverzadigde zone meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De reikwijdte van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 3.3. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in Bijlage 3.

Tabel 3.3: Resultaten uitgevoerde doorlatendheidsmetingen

| Meting           | Traject<br>[m -maaiveld] | Traject<br>[m NAP] | GRONDSOORT, conditie, bijmenging<br>(en bijzonderheden) | Doorlatendheid<br>[m/d] |
|------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Porchetmetingen  |                          |                    |                                                         |                         |
| DM01             | 1,5 – 2,5                | +28,9 tot +27,9    | ZAND, siltig                                            | 1,2 – 1,4               |
| DM03             | 1,5 – 2,5                | +29,6 tot +28,6    | ZAND, siltig                                            | >5 - >10                |
| Hvorslevmetingen |                          |                    |                                                         |                         |
| DM02*            | 6,7 – 7,7                | +23,6 tot +22,6    | GRIND, sterk zandig, siltig                             | 0,05 – 0,08             |
| DM04             | 8,0 – 9,0                | +23,1 tot +22,1    | ZAND, siltig, grindig                                   | >5 - >10                |

\*De k-waarden van DM02 worden gezien de bodemopbouw niet als representatief beschouwd. Grind is in de regel goed doorlatend, de lage gemeten doorlatendheden corresponderen niet met de aangetroffen grondslag. De resultaten van DM02 worden buiten beschouwing gelaten in deze rapportage.

# 4 Infiltratie hemelwater

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van hemelwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d;
- de grondwaterstand dieper dan 1,0 m minus maaiveld aanwezig is;
- het te infiltreren hemelwater niet is verontreinigd.

## 4.1 Toetsing

In Tabel 4.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de metingen. De doorlatendheid van de bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 4.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

| Meting           | Traject<br>[m -maaiveld] | Traject<br>[m NAP] | Maatgevende<br>doorlatendheid<br>[m/d] | Classificatie<br>doorlatendheid<br>[-] | Gunstige<br>mogelijkheden<br>voor infiltratie |
|------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Porchetmetingen  |                          |                    |                                        |                                        |                                               |
| DM01             | 1,5 – 2,5                | +28,9 tot +27,9    | 1,2                                    | Goed                                   | Ja                                            |
| DM03             | 1,5 – 2,5                | +29,6 tot +28,6    | >5                                     | Goed                                   | Ja                                            |
| Hvorslevmetingen |                          |                    |                                        |                                        |                                               |
| DM02*            | 6,7 – 7,7                | +23,6 tot +22,6    | 0,1                                    | Slecht                                 | Nee                                           |
| DM04             | 8,0 – 9,0                | +23,1 tot +22,1    | >5                                     | Goed                                   | Ja                                            |

\*De k-waarde van DM02 wordt buiten beschouwing gelaten, de lage gemeten doorlatendheden corresponderen niet met de aangetroffen grondslag en worden als niet representatief beschouwd.

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien de GHG wordt ingeschat op een diepte van ca. 2,0 m -maaiveld ofwel NAP +28,3 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door enkel schoon hemelwater te infiltreren. In paragraaf 5.3 worden enkele beheersmaatregelen uiteengezet.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m -maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben. Daarnaast heeft doorlatende verharding geen of een beperkte waterbergende functie. Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,5 m -maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort gezien de gemeten doorlatendheden en op grond van de relatief homogene bodemopbouw vermoedelijk tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Wel dient rekening te worden gehouden met de geroerde laag tot 0,6 m - maaiveld ter plaatse van B01 en B02, we raden aan de geroerde laag te verwijderen en te vervangen door een grondverbetering (e.g. drainzand, of een alternatief goed doorlatend zand met homogene korrelverdeling). Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.

3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m -maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of een infiltratierool. Dit behoort gezien de gemeten doorlatendheden tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m -maaiveld) middels verticale drains (e.g. grindpalen) naar een dieper niveau. Dit behoort gezien de gemeten doorlatendheden tot de mogelijkheden, maar biedt gezien de zandige toplaag geen toegevoegde waarde.

## 4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond wordt geclassificeerd als goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen op grond van de doorlatendheidsmetingen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of grindkoffers. Infiltratie naar dieper gelegen lagen door gebruik te maken van o.a. grindpalen wordt niet nodig geacht gezien de goede doorlatendheid van de ondiepe ondergrond.

Conform de wens van de opdrachtgever wordt navolgend een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond (kratten) uitgewerkt als infiltratiesysteem, dit wordt nader beschreven in Hoofdstuk 5.

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) wordt vooralsnog ingeschat op ca. NAP +28,3 m, overeenkomend met ca. 2,0 m -maaiveld. Het infiltratiesysteem dient te allen tijde boven de grondwaterstand aangelegd te worden, derhalve adviseren wij alvorens de voorziening aan te leggen een beter inzicht te verkrijgen in de grondwaterstand. Dit kan door middel van het plaatsen van een peilbuis met datalogger.

# 5 Dimensionering infiltratievoorziening

Op basis van het uitgevoerde infiltratieonderzoek, het totaal afwaterend oppervlak en de beleidsregels van de gemeente Echt-Susteren is een dimensionering van de infiltratievoorziening uitgevoerd. Hierbij zijn conform de wens van de opdrachtgever de minimaal benodigde afmetingen van de infiltratievoorziening berekend.

Conform opgave opdrachtgever is een infiltratievoorziening gewenst aan de westzijde van de nieuwbouw onder de parkeervakken, zie Figuur 5.1. De beschikbare ruimte onder de parkeervakken is ingeschat op ca. 35 x 5 m op basis van de situatietekening.



Figuur 5.1: Indicatieve beschikbare ruimte beoogde infiltratielocatie (blauw gemarkeerd)

## 5.1 Uitgangspunten

- Conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever bedraagt het totale afwaterend oppervlak voor de uitbreiding ca. 1.286 m<sup>2</sup>. Hiervan is 945 m<sup>2</sup> bebouwing en 341 m<sup>2</sup> verharding. Bestaande bebouwing en verharding hoeven niet meegenomen te worden;
- conform de beleidsregels van de Hemelwaterverordening gemeente Echt-Susteren 2023 dient de voorziening gedimensioneerd te worden op een waterschijf van 45 mm, met een maximale ledigingstijd van 72 uur;

- conform ISSO-publicatie 70.1 is de afvloeiingscoëfficiënt aangehouden op 1; dat wil zeggen dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak, in het infiltratiesysteem terecht komt.

### 5.1.1 Infiltratiekratten

- Voor het dimensioneren van een voorziening middels infiltratiekratten is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolering 60% van de hoogte van de wanden meegenomen en 0% van het bodemoppervlak (als gevolg van dichtslibben);
- voor de berekening is uitgegaan van een porositeit van 95% voor de infiltratiekratten;
- voor de berekening is op basis van het uitgevoerde infiltratieonderzoek een k-waarde gehanteerd van 1,3 m/dag voor de ondiepe bodem;

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast.

## 5.2 Ontwerpadvies

Op basis van het afwaterend oppervlak en de gehanteerde waterschijf bedraagt de bergingseis ca. 57,9 m<sup>3</sup>.

Op basis van het uitgevoerde infiltratieonderzoek zijn de minimaal benodigde afmetingen van de infiltratievoorziening berekend.

In Tabel 5.1 zijn de resultaten van de dimensionering van de infiltratievoorziening gepresenteerd. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. Hierbij dient te alle tijden minimaal de berekende bergingseis en het berekende infiltrerend oppervlak te worden gerealiseerd. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 4.

Tabel 5.1: Resultaten dimensionering infiltratiekratten

| Afmetingen<br>(lxbxh)<br>[m] | Volume<br>[m <sup>3</sup> ] | Infiltrerend<br>oppervlak<br>[m <sup>2</sup> ] | Berging<br>[m <sup>3</sup> ] | Infiltratie<br>[m <sup>3</sup> /uur] | Leeglooptijd<br>[uur] |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 21,6 x 3,6 x 0,8             | 62,2                        | 24,2                                           | 59,1                         | 1,3                                  | 44,2                  |

We raden aan rekening te houden met de lokaal geroerde toplaag tot 0,6 m- maaiveld (ter plaatse van B01 en B02). Normaliter wordt een minimale gronddekking van 0,6 m- maaiveld geadviseerd op infiltratiekratten. In deze situatie adviseren we een minimale gronddekking van 0,8 m- maaiveld zodat de kratten zich volledig in de natuurlijke ondergrond bevinden, en geen raakvlak met eventuele storende lagen in de geroerde toplaag zullen hebben.

Op basis van archiefgegevens wordt de GHG door ons vooralsnog ingeschat op ca. NAP +28,3 m. Er is minder dan 1,0 m hoogteverschil tussen de verwachte GHG en de beoogde bodem van de infiltratiekratten. De infiltratievoorziening dient te allen tijde boven het grondwater aangelegd te worden, wij raden derhalve een aanlegniveau van minimaal GHG +0,5 m aan. Alvorens de voorziening te realiseren, adviseren wij de verwachte grondwaterstand en dan met name de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te verifiëren. De GHG kan bepaald worden door langdurige monitoring van de grondwaterstand.

## 5.3 Overige ontwerpaspecten

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverstort te worden voorzien, zodat bij falen van het systeem het hemelwater naar elders kan afstromen, zoals de openbare ruimte via een zichtbare overstort (hemelwaterbrievbus), het gemeentelijk (HWA) riool, of een nabijgelegen watergang. Indien gekozen wordt voor een ondergrondse overstort op het gemeentelijke riool dan dient de overstort van een terugslagklep te

worden voorzien. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de hoogte van de overstort, deze moet onder vrij verval kunnen afstromen richting het riool.

Zonder regelmatige reiniging / doorspuiten hebben veel infiltratiesystemen na ca. 3 jaar nog maar 50% van de oorspronkelijke infiltratiecapaciteit beschikbaar, en functioneert het systeem na 5 tot 10 jaar enkel nog als buffer. Het dichtslibben van infiltratiesystemen is ook het gevolg van fijnstof, welke niet met een reguliere zandvang of bezinkput kan worden afgevangen en welke slechts deels uit een dichtgeslibd systeem te verwijderen is.

Er zijn voorzuiveringssystemen beschikbaar waarmee tot ca. 80% van de vaste bestanddelen uit het te infiltreren water kunnen worden afgevangen. Zo kan toepassing van een goede voorzuivering middels zandvang en/of bodemfilter, en regelmatig onderhoud de levensduur van een infiltratiesysteem significant verlengen.

Een bodemfilter bestaat uit een organische stof- en lutumhoudende toplaag waarin verontreinigingen zich binden. De samenstelling moet een compromis zijn tussen het bindend vermogen van verontreinigingen en de waterdoorlaatbaarheid van de toplaag. Aanbevolen wordt om een bodemfilter aan te leggen met een lutumgehalte van 3 - 5 % en een organische stofgehalte van 2 - 4 %. Indien organische stof wordt toegevoegd, dient dit te gebeuren in de vorm van stabiele humus, omdat 'verse' organische stof (amorfe humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen

### 5.3.1 Infiltratiekratten

Bij de dimensionering van de infiltratievoorziening is de beschikbare ruimte in beschouwing genomen. De afmetingen in de praktijk kunnen op verschillende manieren tot stand komen, het is ter competentie van de aannemer erop toe te zien dat minimaal de voorgeschreven bergings- en infiltratiecapaciteit wordt gehandhaafd.

Wij adviseren de infiltratie-elementen op voldoende afstand (minimaal ca. 5 meter) van belendende bebouwing aan te brengen, of zo nodig een waterdicht folie tussen de infiltratievoorziening en de belendingen aan te brengen. Dit om het risico op vernatting van de ondergrond als gevolg van de infiltratievoorzieningen te voorkomen; met stabiliteitsverlies als gevolg.

Alvorens de ondergrondse voorziening wordt aangebracht zal er een filterdoek moeten worden aangebracht. In dit doek moet het infiltratie-element worden aangelegd. Zodoende wordt een goede scheiding verkregen tussen de bestaande grondslag en het element. Gebruik bij voorkeur geotextielen met een hoge  $O_{90}$ -waarde ( $> 300 \mu\text{m}$ ) en een waterdoorlatendheid hoger dan  $35 \text{ l/s/m}^2$ .

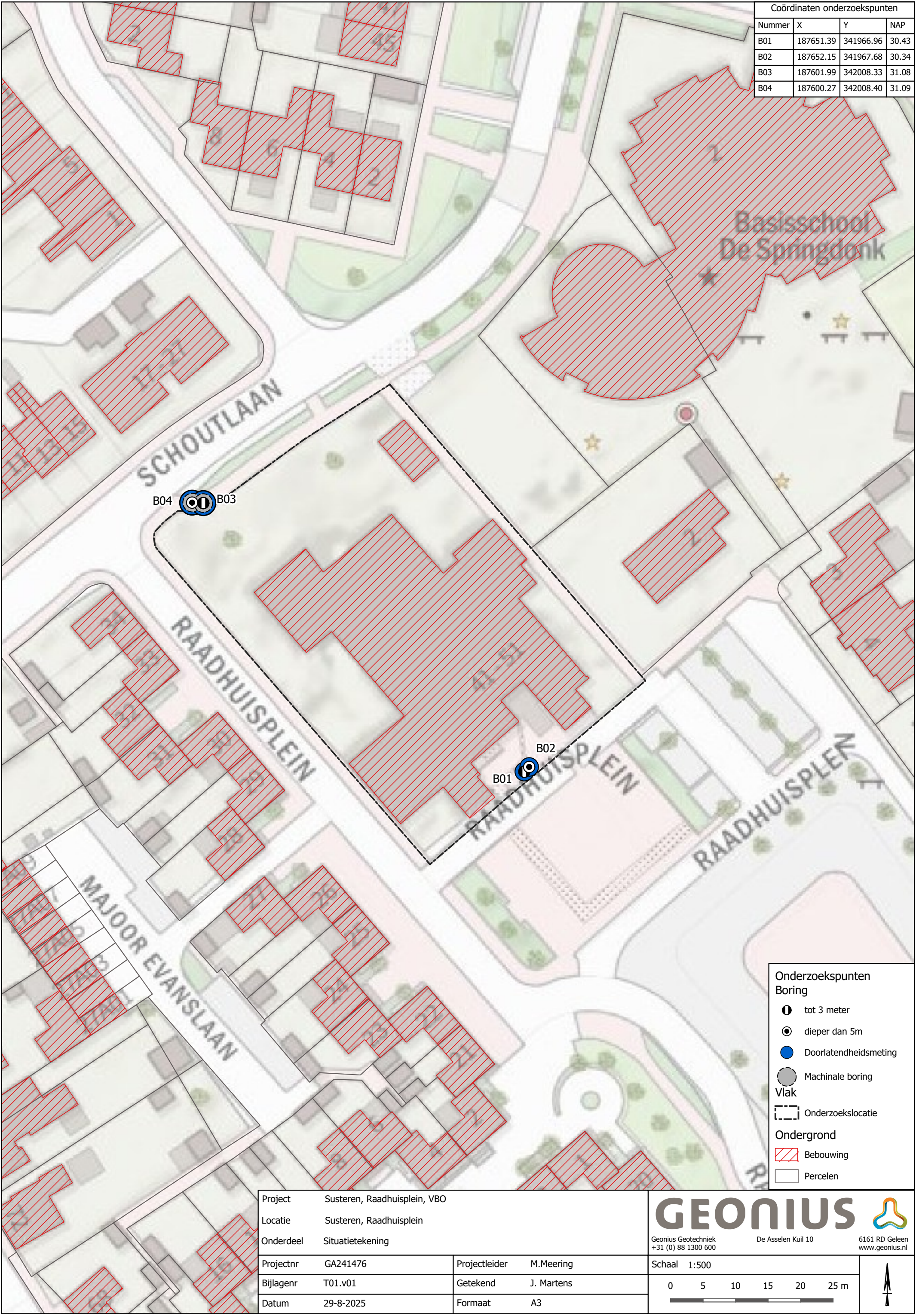
Op de bufferelementen zal een minimale gronddekking van 0,6 meter aanwezig moeten zijn, indien er belastingen en verkeer op het maaiveld zijn voorzien (e.e.a. conform opgave leverancier). Tevens wordt deze diepte geadviseerd als te hanteren vorstvrije diepte.

De aansluiting van het afwaterende dakoppervlak kan direct door middel van riolering (HWA) via een zandvang worden gerealiseerd. Indien in het afvoersysteem van het dak koper en/of zink is gebruikt dient een bodemfilter toegepast te worden teneinde de mobiele zware metalen af te vangen. Hemelwater dat op het dak valt, wordt via een (kunststof) dakgoot naar een verticale standleiding getransporteerd. Daarin dient een bladafscheider te worden voorzien welke bladeren en grof vuil uitwerpt en die tevens dienstdoet als overstort bij extreme regenval. Voor een groot deel worden verstoppingen in leidingen en voorzieningen hiermee voorkomen.

In verband met ontluchting bij het vullen van het element dient het systeem van ontluchtingsbuizen naar het maaiveld te worden voorzien. Indien gewenst kan het volledig ontwerp van de hemelwaterafvoer en de terreininrichting door ons bureau nader worden uitgewerkt.

# Bijlagen

## Bijlage 1. Situatietekening



## Bijlage 2. Boringen

Boring: B01

Maaiveldhoogte: 30.435 m. t.o.v. maaiveld

Datum: 22-8-2025

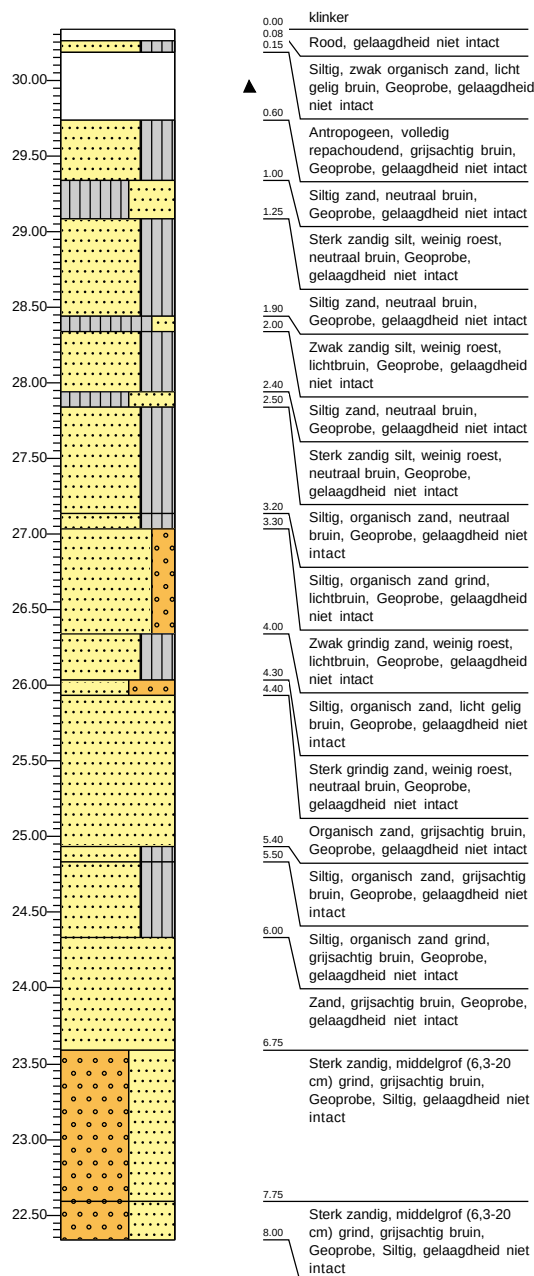
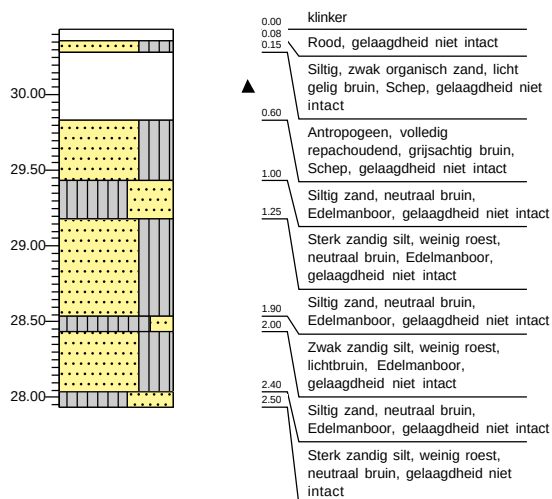
X-coördinaat: 187651,40  
 Y-coördinaat: 341966,96

Boring: B02

Maaiveldhoogte: 30.338 m. t.o.v. maaiveld

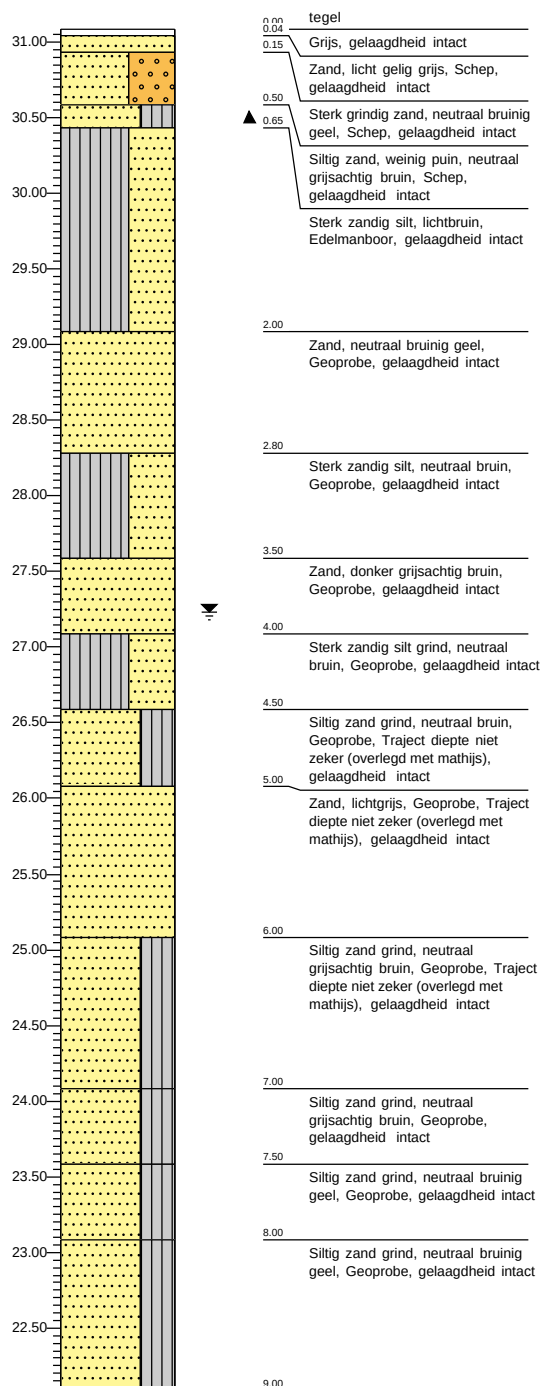
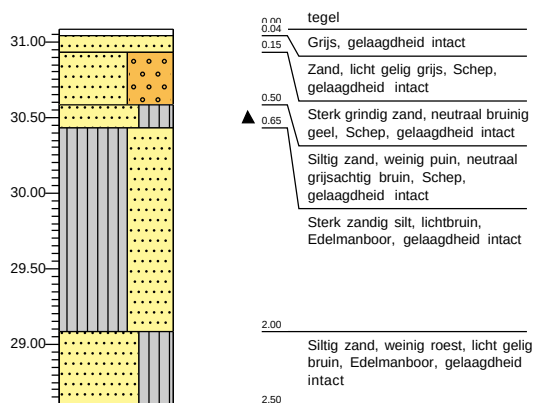
Datum: 22-8-2025

X-coördinaat: 187652,15  
 Y-coördinaat: 341967,68



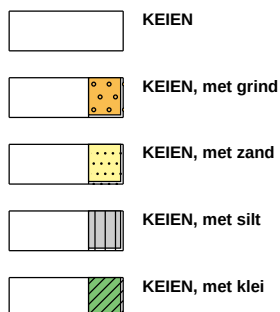
Boring: B03  
 Maaiveldhoogte: 31.083 m. t.o.v. maaiveld X-coördinaat: 187601,99  
 Datum: 22-8-2025 Y-coördinaat: 342008,33  
 Reden boring gestopt: Einddoel

Boring: B04  
 Maaiveldhoogte: 31.085 m. t.o.v. maaiveld X-coördinaat: 187600,27  
 Grondwaterstand(cm. - mv.): 385 Y-coördinaat: 342008,39  
 Datum: 22-8-2025  
 Reden boring gestopt: Einddoel



## Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

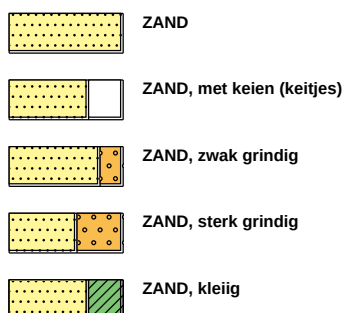
### KEIEN (KEITJES)



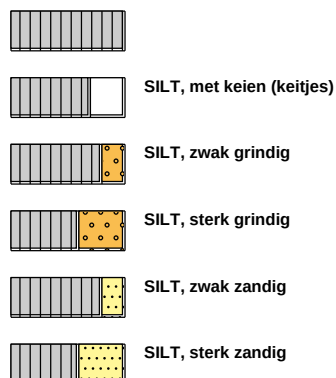
### GRIND



### ZAND



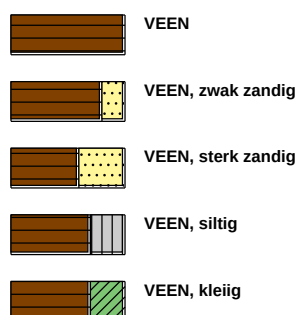
### SILT



### KLEI



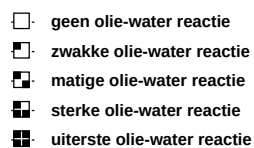
### VEEN (HUMUS, DETRITUS)



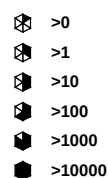
### geur



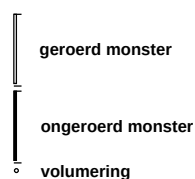
### olie



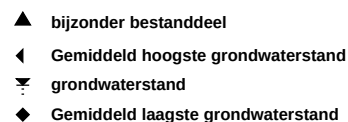
### p.i.d.-waarde



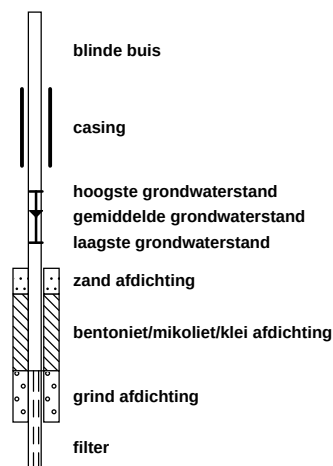
### monsters



### overig



### peilbuis



## Bijlage 3. Doorlatendheidsmetingen

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = radius boorgat

$dt$  = verlopen tijd van  $t_0$  tot  $t = t_1$

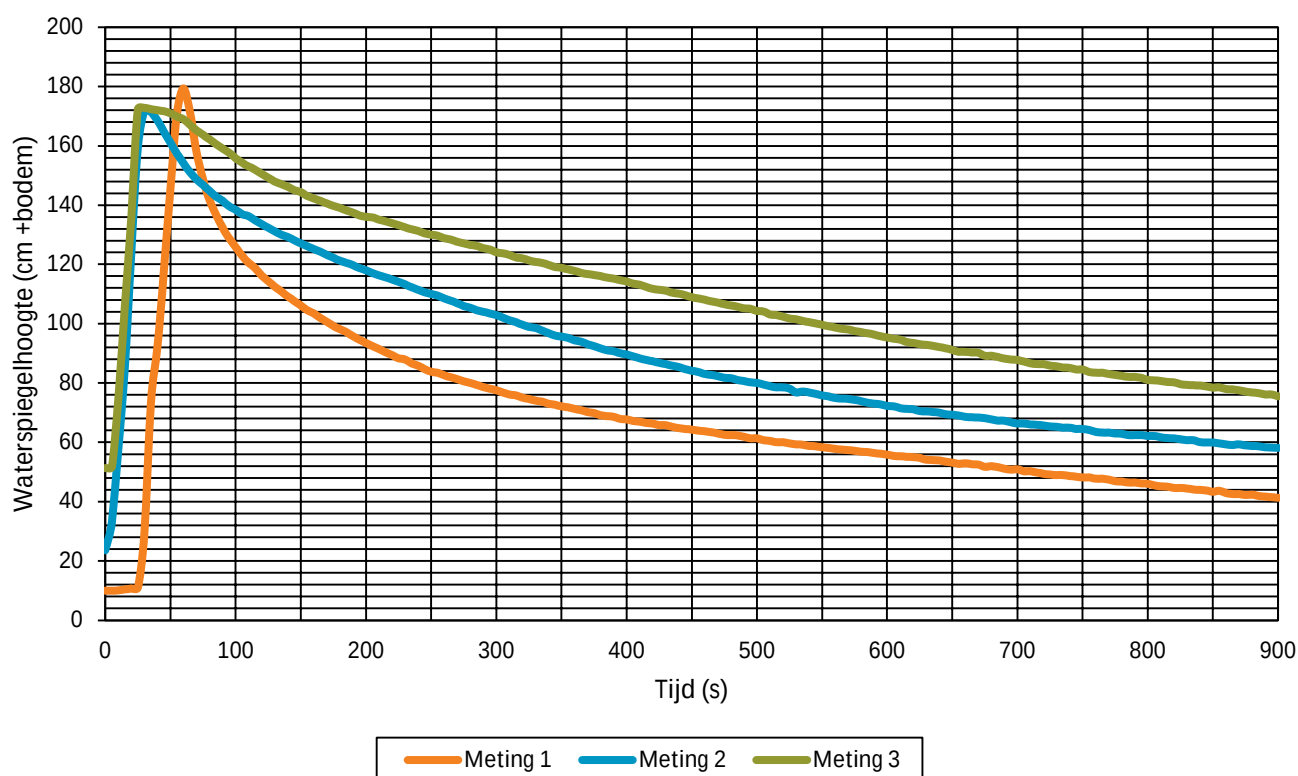
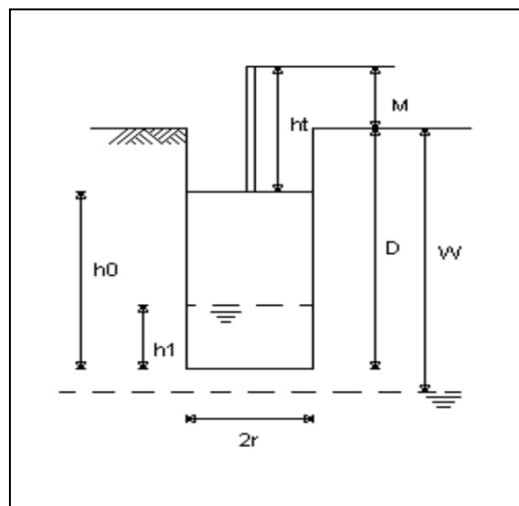
Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat D: 250 cm

Standaardhoogte M: 50 cm

Radius boorgat R: 3,5 cm

Niveau grondwater W: - cm



| Meetsessie 1 |   |              |
|--------------|---|--------------|
| $t_0$        | = | 500 sec      |
| $h_0$        | = | 61,3 cm      |
| $t_1$        | = | 800 sec      |
| $h_1$        | = | 46,1 cm      |
| $k_f$        | = | 1,6E-05 m/s  |
| $rc$         | = | -5,1E-04 m/s |
| $k$          | = | 1,40 m/d     |

| Meetsessie 2 |   |              |
|--------------|---|--------------|
| $t_0$        | = | 500 sec      |
| $h_0$        | = | 80,1 cm      |
| $t_1$        | = | 800 sec      |
| $h_1$        | = | 62,2 cm      |
| $k_f$        | = | 1,4E-05 m/s  |
| $rc$         | = | -6,0E-04 m/s |
| $k$          | = | 1,24 m/d     |

| Meetsessie 3 |   |              |
|--------------|---|--------------|
| $t_0$        | = | 500 sec      |
| $h_0$        | = | 104,3 cm     |
| $t_1$        | = | 800 sec      |
| $h_1$        | = | 81,1 cm      |
| $k_f$        | = | 1,4E-05 m/s  |
| $rc$         | = | -7,8E-04 m/s |
| $k$          | = | 1,25 m/d     |

Formule om de doorlatendheid volgens Hvorslev (1951) te bepalen:

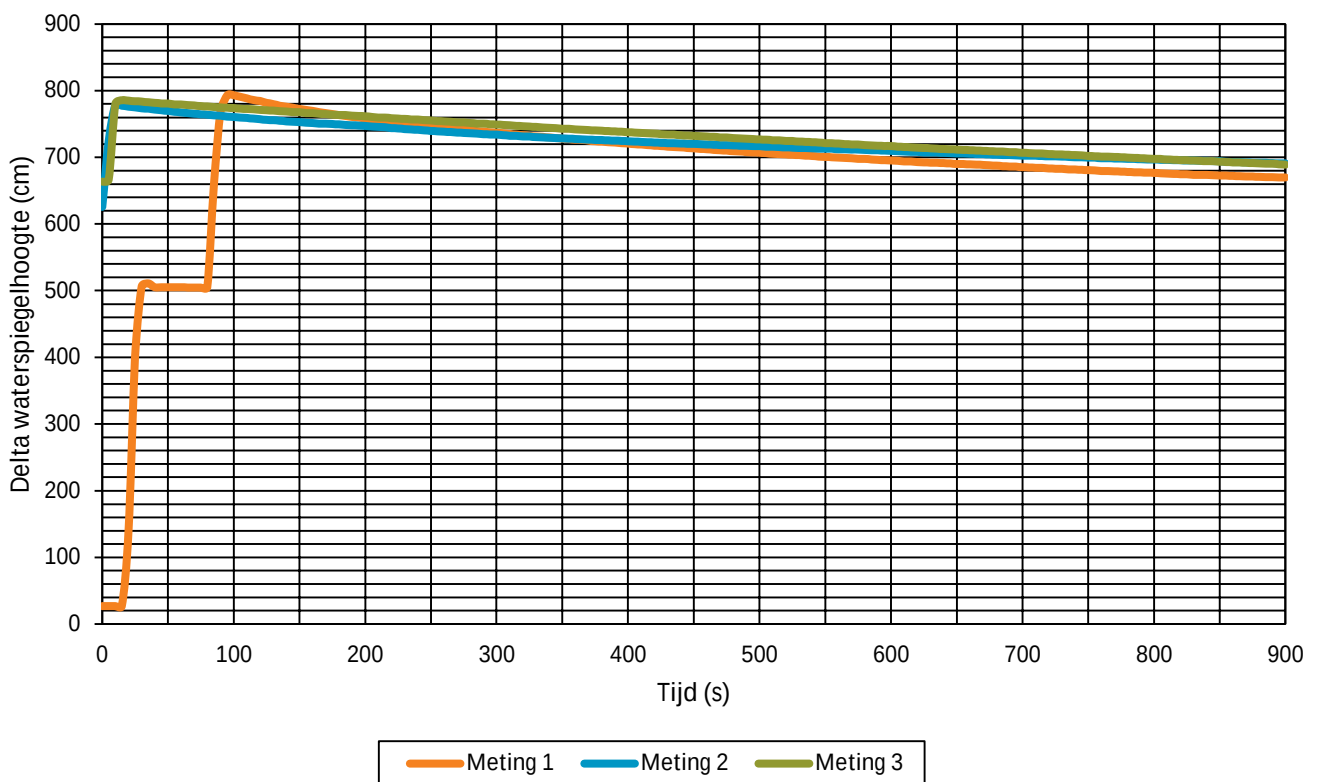
$$k_f = ((2r)^2 * \ln(mL / r) * \ln(h_1/h_2)) / (8 * L * dt)$$

Hierbij is :

$h_{(t)}$  = waterkolom op tijdstip t  
L = Lengte infiltratiekolom  
r = radius boorgat  
dt = verlopen tijd van t0 tot t = t1  
m = anisotropie (1:3)

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat D: 770 cm  
Standaardhoogte M: 27 cm  
Radius boorgat R: 2,75 cm  
Niveau grondwater W: 263 cm



| Meet sessie 1 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 300      | sec |
| h0 =          | 736,8    | cm  |
| t1 =          | 800      | sec |
| h1 =          | 676,8    | cm  |
| kf =          | 9,5E-07  | m/s |
| rc =          | -1,2E-03 | m/s |
| k =           | 0,08     | m/d |

| Meet sessie 2 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 300      | sec |
| h0 =          | 734,1    | cm  |
| t1 =          | 800      | sec |
| h1 =          | 696,8    | cm  |
| kf =          | 5,6E-07  | m/s |
| rc =          | -7,5E-04 | m/s |
| k =           | 0,05     | m/d |

| Meet sessie 3 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 300      | sec |
| h0 =          | 749,2    | cm  |
| t1 =          | 800      | sec |
| h1 =          | 697,8    | cm  |
| kf =          | 7,5E-07  | m/s |
| rc =          | -1,0E-03 | m/s |
| k =           | 0,06     | m/d |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

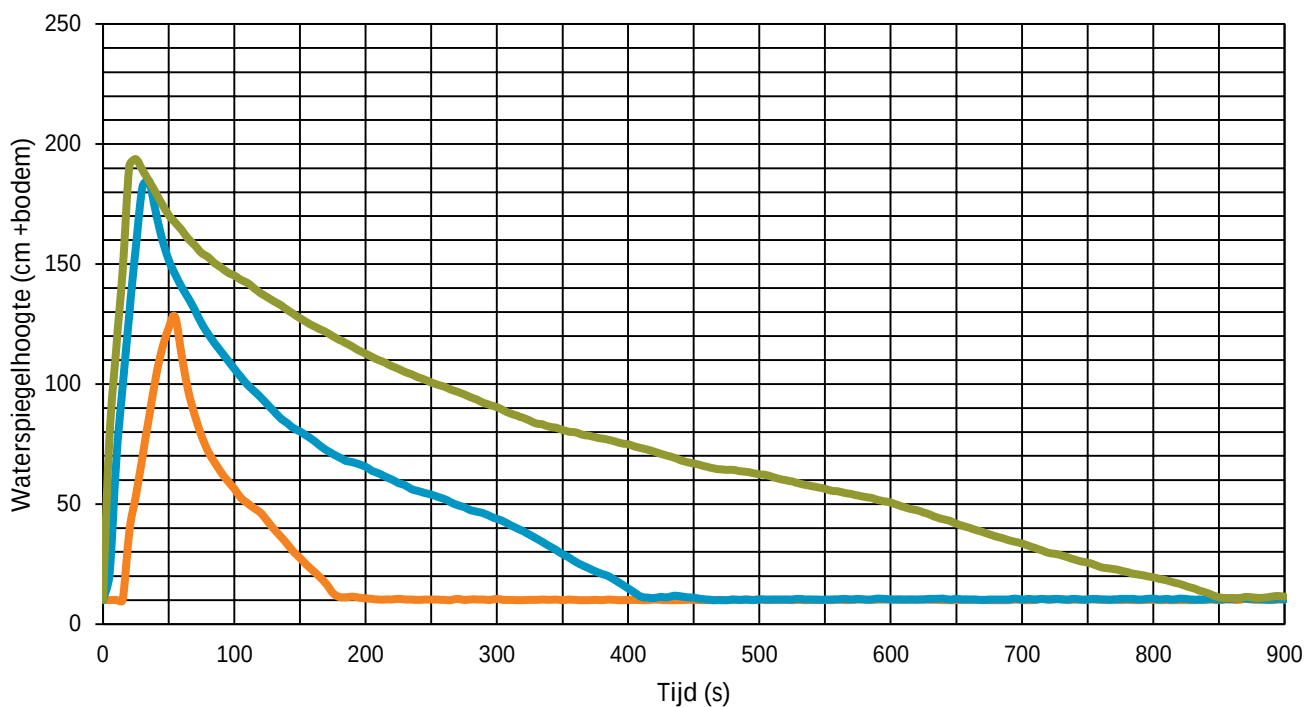
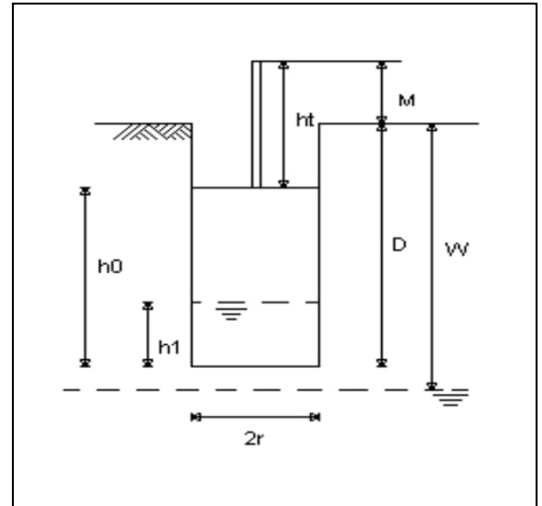
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = radius boorgat

$dt$  = verlopen tijd van  $t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden:

|                   |    |     |    |
|-------------------|----|-----|----|
| Diepte boorgat    | D: | 250 | cm |
| Standaardhoogte   | M: | 50  | cm |
| Radius boorgat    | R: | 3,5 | cm |
| Niveau grondwater | W: | -   | cm |



— Meting 1 — Meting 2 — Meting 3

| Meetsessie 1 |   |                |
|--------------|---|----------------|
| $t_0$        | = | 100 sec        |
| $h_0$        | = | 56,4 cm        |
| $t_1$        | = | 150 sec        |
| $h_1$        | = | 27,6 cm        |
| $k_f$        | = | $2,4E-04$ m/s  |
| $rc$         | = | $-5,8E-03$ m/s |
| $k$          | = | 20,68 m/d      |

| Meetsessie 2 |   |                |
|--------------|---|----------------|
| $t_0$        | = | 200 sec        |
| $h_0$        | = | 65,5 cm        |
| $t_1$        | = | 300 sec        |
| $h_1$        | = | 43,8 cm        |
| $k_f$        | = | $6,8E-05$ m/s  |
| $rc$         | = | $-2,2E-03$ m/s |
| $k$          | = | 5,88 m/d       |

| Meetsessie 3 |   |                |
|--------------|---|----------------|
| $t_0$        | = | 600 sec        |
| $h_0$        | = | 50,7 cm        |
| $t_1$        | = | 700 sec        |
| $h_1$        | = | 33,6 cm        |
| $k_f$        | = | $6,9E-05$ m/s  |
| $rc$         | = | $-1,7E-03$ m/s |
| $k$          | = | 5,96 m/d       |

Formule om de doorlatendheid volgens Hvorslev (1951) te bepalen:

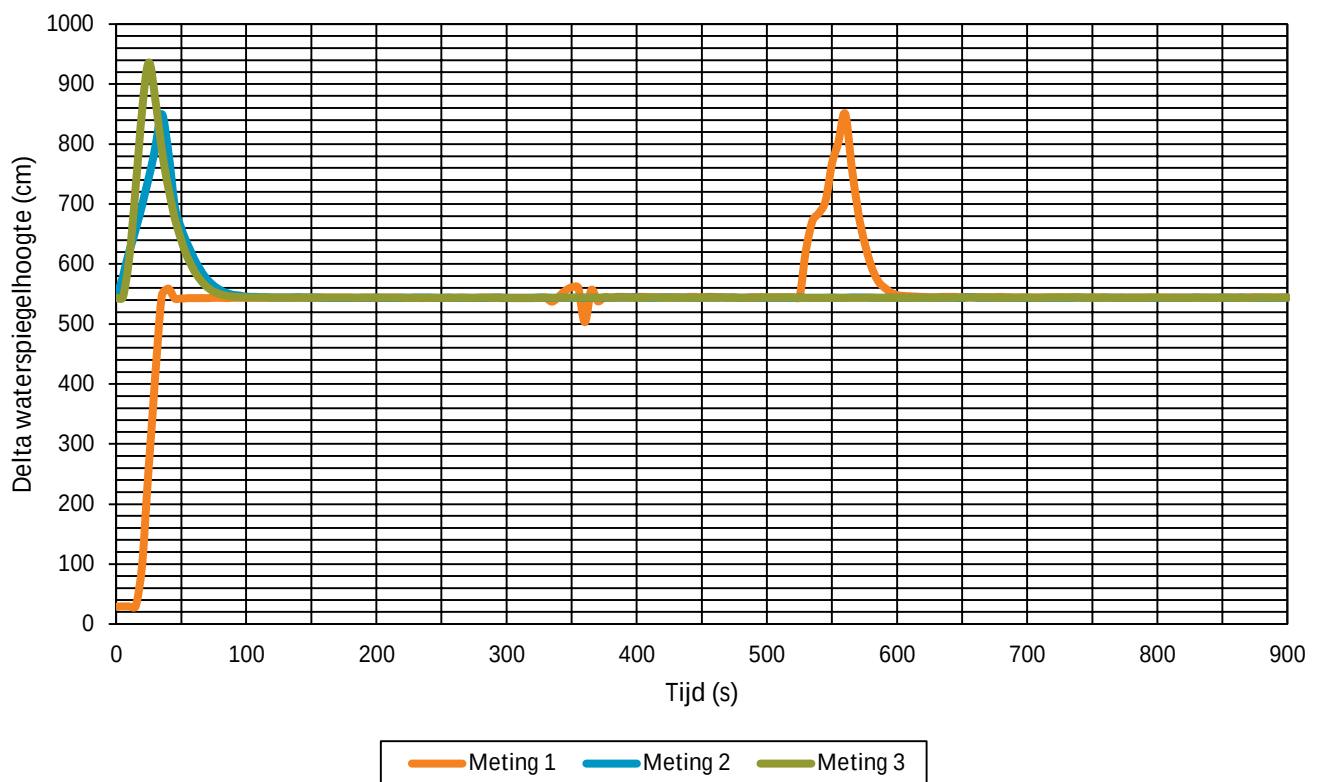
$$k_f = ((2r)^2 \cdot \ln(mL/r) \cdot \ln(h_1/h_2)) / (8 \cdot L \cdot dt)$$

Hierbij is :

$h_{(t)}$  = waterkolom op tijdstip t  
L = Lengte infiltratiekolom  
r = radius boorgat  
dt = verlopen tijd van t0 tot t = t1  
m = anisotropie (1:3)

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat D: 900 cm  
Standaardhoogte M: 100 cm  
Radius boorgat R: 2,75 cm  
Niveau grondwater W: 360 cm



| Meet sessie 1 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 570      | sec |
| h0 =          | 687,8    | cm  |
| t1 =          | 590      | sec |
| h1 =          | 561,4    | cm  |
| kf =          | 1,5E-04  | m/s |
| rc =          | -6,3E-02 | m/s |
| k =           | 13,08    | m/d |

| Meet sessie 2 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 40       | sec |
| h0 =          | 787,3    | cm  |
| t1 =          | 60       | sec |
| h1 =          | 608,4    | cm  |
| kf =          | 1,0E-04  | m/s |
| rc =          | -8,9E-02 | m/s |
| k =           | 8,70     | m/d |

| Meet sessie 3 |          |     |
|---------------|----------|-----|
| t0 =          | 40       | sec |
| h0 =          | 727,4    | cm  |
| t1 =          | 60       | sec |
| h1 =          | 588,6    | cm  |
| kf =          | 1,1E-04  | m/s |
| rc =          | -6,9E-02 | m/s |
| k =           | 9,13     | m/d |

## Bijlage 4. Dimensionering infiltratievoorziening

## Infiltratie met infiltratiekragen uitgaande van stationaire toestand

### Uitgangspunten:

|                |    |                        |                       |    |           |                        |     |                       |
|----------------|----|------------------------|-----------------------|----|-----------|------------------------|-----|-----------------------|
| Neerslag:      |    |                        | Bodem en voorziening: |    |           | Overige voorzieningen: |     |                       |
| Waterkolom     | h: | 45 [mm]                | Doorlatendheid        | k: | 1,3 [m/d] | Berging:               | 0,0 | [m <sup>3</sup> ]     |
| Duur bui       | t: | 0 [min]                | Veiligheidsfactor     | :  | 1,0 [-]   | Vertraagde afvoer:     | 0,0 | [l/s/ha]              |
| Oppervlak      | A: | 1286 [m <sup>2</sup> ] | Wandfactor            | :  | 0,6 [-]   | Infiltratie:           | 0,0 | [m <sup>3</sup> /uur] |
| Reductiefactor | r: | 1 [-]                  | Bodemfactor           | :  | 0,0 [-]   | Capaciteit:            | 0,0 | [m <sup>3</sup> ]     |
| Bergingseis    | V: | 57,9 [m <sup>3</sup> ] | Verhang               | l: | 1,0 [-]   |                        |     |                       |

### Dimensionering van de voorziening

|                   |         |           |                         |      |                   |         |             |
|-------------------|---------|-----------|-------------------------|------|-------------------|---------|-------------|
| Elementen:        | Aantal: |           | Ruimtebeslag totaal:    |      |                   |         |             |
| Lengte:           | 18      | [x 1,2 m] | Porositeit elementen:   | 95,0 | [%]               | Lengte  | l: 21,6 [m] |
| Breedte:          | 6       | [x 0,6 m] | Grondverbetering:       | 0,0  | [m]               | Breedte | b: 3,6 [m]  |
| Hoogte:           | 2       | [x 0,4 m] | Porositeit verbetering: | 20   | [%]               | Hoogte  | h: 0,8 [m]  |
| Aantal elementen: | 216     | [-]       | Infiltrerend oppervlak: | 24,2 | [m <sup>2</sup> ] |         |             |

### Infiltratie en afvoer

#### Infiltratievoorziening:

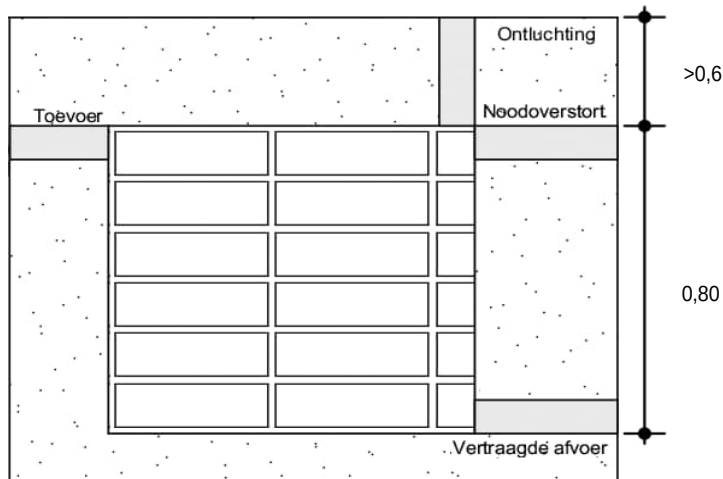
|                         |      |                       |
|-------------------------|------|-----------------------|
| Berging voorziening:    | 59,1 | [m <sup>3</sup> ]     |
| Debiet voorziening:     | 1,3  | [m <sup>3</sup> /uur] |
| Capaciteit voorziening: | 59,1 | [m <sup>3</sup> ]     |

#### Overige voorzieningen:

|                                |     |                   |
|--------------------------------|-----|-------------------|
| Vertraagde afvoer tijdens bui: | 0,0 | [m <sup>3</sup> ] |
| Capaciteit:                    | 0,0 | [m <sup>3</sup> ] |

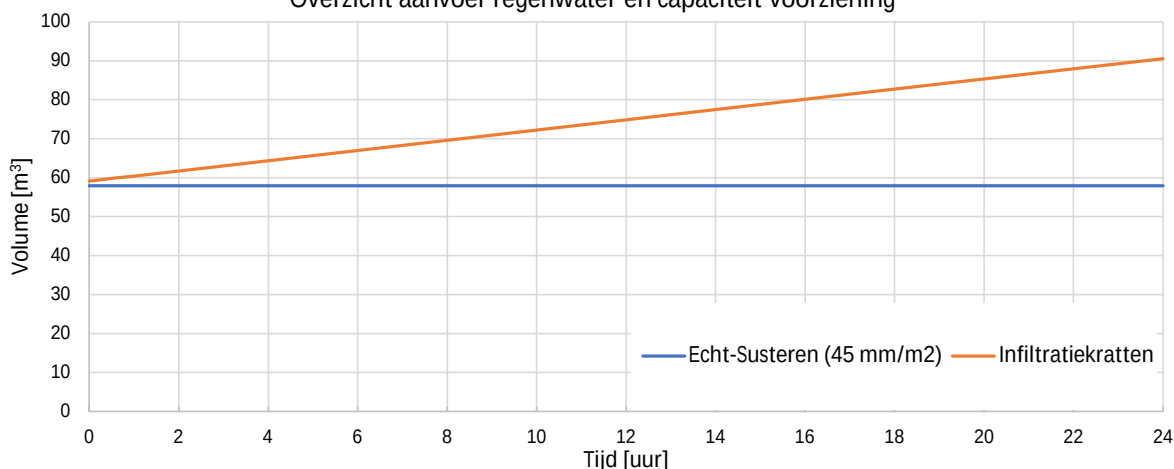
#### Controle:

|                            |      |                   |
|----------------------------|------|-------------------|
| Beschikbare capaciteit:    | 59,1 | [m <sup>3</sup> ] |
| Benodigde capaciteit:      | 57,9 | [m <sup>3</sup> ] |
| Leeglooptijd:              | 44,2 | [uur]             |
| Max. overschot regenwater: | 0,0  | [m <sup>3</sup> ] |



Voorziening voldoet aan de gestelde eisen en overstroomt niet.

### Overzicht aanvoer regenwater en capaciteit voorziening



# Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie