

# Infiltratieonderzoek

T.b.v. nieuwbouw gezondheidscentrum a/d Aureliushof 140 te Maastricht

GB180958.R01.V1.0

10 december 2018



# Infiltratieonderzoek

T.b.v. nieuwbouw gezondheidscentrum a/d Aureliushof 140 te Maastricht

Documentnummer GB180958.R01.V1.0

10 december 2018

## Opdrachtgever

Omni-Tact BV  
Penatenhof 90  
6215 BV Maastricht

## Architect

Architecten aan de Maas  
Wim Duisenbergplantsoen 49  
6221 SE Maastricht

## Constructeur

Adviesbureau Brekelmans – Ingenieurs voor Bouwconstructies  
Wilhelminasingel 102  
6221 BL Maastricht

## Auteurs

Adviseur geotechniek [redacted] MSc  
Controle [redacted]

| Functie              | Naam           |
|----------------------|----------------|
| Adviseur geotechniek | [redacted] MSc |
| Controle             | [redacted]     |

# Inhoud

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| 1   | Inleiding.....              | 4  |
| 2   | Projectbeschrijving .....   | 5  |
| 2.1 | Beschrijving                | 5  |
| 3   | Grondonderzoek.....         | 6  |
| 3.1 | Algemeen                    | 6  |
| 3.2 | Boringen                    | 6  |
| 3.3 | Doorlatendheidsmetingen     | 6  |
| 3.4 | Inmeting                    | 6  |
| 4   | Geohydrologie .....         | 7  |
| 4.1 | Grondwater                  | 7  |
| 4.2 | Doorlatendheid              | 7  |
| 5   | Infiltratie hemelwater..... | 8  |
| 5.1 | Toetsing                    | 8  |
| 5.2 | Conclusie                   | 9  |
| 6   | Infiltratieadvies .....     | 10 |
| 6.1 | Uitgangspunten              | 10 |
| 6.2 | Ontwerpadvies               | 11 |
| 6.3 | Overige ontwerpaspecten     | 12 |

## Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 4 Dimensionering

# 1 Inleiding

Door Omni-Tact BV werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een infiltratieonderzoek uit te voeren. Op basis van het infiltratieonderzoek wordt een infiltratievoorziening nader uitgewerkt. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van een gezondheidscentrum met parkeerplaats aan de Aureliushof 140 te Maastricht. De locatie is momenteel nog bebouwd met een oud schoolgebouw. Op verzoek van de opdrachtgever is het onderzoek voorafgaand aan de sloop uitgevoerd.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek waarbij tevens een infiltratievoorziening verder is uitgewerkt. Tevens is door Geonius Geotechniek voor de geplande nieuwbouw een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Voor de resultaten van het geotechnisch onderzoek alsmede het ontwerpadvies voor de funderingen wordt verwezen naar het reeds aangeleverd rapport met kenmerk GA180958.R01.V1.0 d.d. 28-11-2018.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de richtlijnen van (voormalig<sup>1</sup>) waterschap Roer en Overmaas.

---

<sup>1</sup> Per 1-1-2017 zijn de Limburgse waterschappen gefuseerd tot Waterschap Limburg, vooralsnog worden nog de richtlijnen van de voormalige waterschappen gehanteerd.

# 2 Projectbeschrijving

## 2.1 Beschrijving

Aan de Aureliushof 140 te Maastricht is de nieuwbouw van een gezondheidscentrum met parkeerterrein gepland. Momenteel is nog een oud schoolgebouw aanwezig op locatie. Dit gebouw zal in de nabije toekomst volledig gesloopt worden waarna de nieuwbouw gerealiseerd zal worden. Ten behoeve van voorliggend advies zijn door de architect de volgende tekeningen aangeleverd:

- |     |                                                                               |                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| [1] | 673060_MCMW_informatieve tekeningen – Architecten aan de Maas                 | d.d. n.b.       |
| [2] | Medisch Centrum Maastricht West_I-plan_1 maart 2018 – Architecten aan de Maas | d.d. 01-03-2018 |
| [3] | 20181204_MCMW_oppervlaktes situatie_voor infiltratiestudie                    | d.d. 04-12-2018 |

De gemeente Maastricht heeft met betrekking tot mogelijke archeologische vondsten in het gebied, beperkingen opgelegd tot het roeren van de bodem binnen het bouwplan. De opdrachtgever dient in overleg met de bevoegd hebbende instantie te bepalen tot welke diepte de infiltratievoorziening aangelegd mag worden.

Voor het infiltratieadvies en de uitwerking van de infiltratievoorziening van de geplande nieuwbouw zijn door ons in overleg met de architect de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Indien mogelijk is de opdrachtgever en architect voornemens een infiltratiesysteem middels infiltratiekratten aan te leggen onder het nieuwe parkeerterrein;
- Conform de door de architect verstrekte gegevens in document [3] bedraagt het totale oppervlak voor het bouwplan ca. 5.801 m<sup>2</sup> (2.698 m<sup>2</sup> verhard, 1.043 m<sup>2</sup> semi-verhard en 2.060 m<sup>2</sup> onverhard);
- Men is voornemens om voor het parkeerterrein gebruik te maken van semi doorlatende oppervlaktes. De opties hiervoor zijn door de architect opgenomen in tekeningen [1] en [2].
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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

Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.

# 3 Grondonderzoek

## 3.1 Algemeen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in november en december 2018 in totaal 12 handboringen uitgevoerd. 4 van de 12 boringen zijn vroegtijdig gestand binnen de geroerde toplaag als gevolg van het vastlopen op puin. Aangezien op deze diepte nog steeds geroerd materiaal aangetroffen werd, is besloten om in deze boorgaten geen doorlatendheidsmetingen uit te voeren. In de overige boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen middels de methode van Porchet uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

## 3.2 Boringen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn, verdeeld over 6 onderzoekslocaties, 12 handboringen uitgevoerd (genummerd GB180958 DB01 t/m DB12) tot maximaal ca. 2,0 en 3,0 m- maaiveld. Hiermee is per onderzoekslocatie de doorlatendheid over 2 trajecten gemeten. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

Ter plaatse van boringen DB09 t/m DB12 zijn de boringen binnen ca. 80 cm- maaiveld gestrand als gevolg van puin in de toplagen. Het uitvoering van een doorlatendheidsmeting in geroerd materiaal is niet representatief voor de doorlatendheid van de natuurlijke grondslag op locatie. Hierdoor is besloten om in deze boorgaten dan ook geen doorlatendheidsmetingen uit te voeren.

## 3.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GB180958 DM01 t/m DM08 en zijn opgenomen in bijlagen. Omdat de doorlatendheidsproeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. 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.

## 3.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GB180958.T01 weergegeven. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

# 4 Geohydrologie

## 4.1 Grondwater

Tijdens het infiltratieonderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Tot een diepte van ca. 3,0 m- maaiveld werd geen grondwater aangetroffen. Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten tevens naar de actuele grondwaterstand gepeild. Tot een diepte van ca. 14,6 m- maaiveld, ofwel ca. NAP +65,0 m, werd geen grondwater aangetroffen. Op dit niveau waren de sondeergaten ingestort waardoor niet dieper gepeild kon worden.

Mogelijk zijn de sondeergaten ingestort als gevolg van de aanwezigheid van het grondwater net onder dit niveau. Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

## 4.2 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen zijn 8 proeven uitgevoerd. Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft 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 meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 4.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 4.1: gemeten doorlatendheid

| Meting | Traject<br>[m- maaiveld] | Traject<br>[m+ t.o.v. NAP] | Grondsoort                 | Doorlatendheid<br>[m/d] |
|--------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DM01   | 1,0 - 2,0                | 78,8 – 77,8                | Matig zandige<br>löss/leem | 0,71 – 1,08             |
| DM02   | 2,0 - 3,0                | 77,8 – 76,8                | Sterk zandige<br>löss/leem | 2,01 – 3,49             |
| DM03   | 1,0 – 2,0                | 78,5 – 77,5                | Sterk zandige<br>löss/leem | 0,41 – 1,45             |
| DM04   | 2,0 – 3,0                | 77,5 – 76,5                | Sterk zandige<br>löss/leem | 1,07 – 1,64             |
| DM05   | 1,0 – 2,0                | 78,1 – 77,1                | Sterk zandige<br>löss/leem | 0,46 – 1,00             |
| DM06   | 2,0 – 3,0                | 77,1 – 76,1                | Sterk zandige<br>löss/leem | 2,38 – 3,26             |
| DM07   | 1,0 – 2,0                | 78,0 – 77,0                | Sterk zandige<br>löss/leem | 0,42 – 0,47             |
| DM08   | 2,0 - 3,0                | 77,1 – 76,1                | Sterk zandige<br>löss/leem | 1,54 – 2,40             |

# 5 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 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

\* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

## 5.1 Toetsing

In Tabel 5.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1<sup>ste</sup> eis voldoet.

Tabel 5.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

| Meting | Traject<br>[m- maaiveld] | Traject<br>[m t.o.v. NAP] | Maatgevend<br>doorlatendheid<br>[m/d] | Classificatie<br>doorlatendheid<br>bodem | Gunstige<br>mogelijkheden voor<br>infiltratie |
|--------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| DM01   | 1,0 - 2,0                | 78,8 – 77,8               | 0,71                                  | Vrij Goed                                | Ja                                            |
| DM02   | 2,0 - 3,0                | 77,8 – 76,8               | 2,01                                  | Goed                                     | Ja                                            |
| DM03   | 1,0 – 2,0                | 78,5 – 77,5               | 0,41                                  | Matig                                    | Ja                                            |
| DM04   | 2,0 – 3,0                | 77,5 – 76,5               | 1,07                                  | Goed                                     | Ja                                            |
| DM05   | 1,0 – 2,0                | 78,1 – 77,1               | 0,46                                  | Matig                                    | Ja                                            |
| DM06   | 2,0 – 3,0                | 77,1 – 76,1               | 2,38                                  | Goed                                     | Ja                                            |
| DM07   | 1,0 – 2,0                | 78,0 – 77,0               | 0,42                                  | Matig                                    | Ja                                            |
| DM08   | 2,0 - 3,0                | 77,1 – 76,1               | 1,54                                  | Goed                                     | Ja                                            |

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 14,6 m- maaiveld ofwel NAP +65,0 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

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. In verband met de dikte van de geroerde lagen en in combinatie met het feit dat een dergelijke voorziening zeer gevoelig voor dichtslibben is achten wij deze manier van infiltratie niet aantrekkelijk. 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.

2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort wel tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Tevens dient eventueel aanwezig geroerd materiaal te worden vervangen door goed doorlatend materiaal. 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 infiltratieriool. Op basis van de gemeten doorlatendheden behoort deze manier van infiltratie tot de mogelijkheden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar de diepere zandlaag vanaf ca. NAP +72,8 m à ca. NAP +71,6 m. Dit behoort op basis van de doorlatendheid van de ondergrond naar verwachting wel tot de mogelijkheden. Echter vanwege de archeologische beperkingen op locatie is een dergelijk systeem vooralsnog geen optie. Tevens dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

## 5.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten en/of grindkoffers. De wens van de opdrachtgever is de voorziening aan te leggen onder het nieuw te realiseren parkeerterrein.

In overleg met de opdrachtgever en architect is een infiltratiesysteem middels infiltratiekratten onder de nieuw te realiseren parkeerplaats verder uitgewerkt.

Derhalve dient wel opgemerkt te worden dat eventuele roering van de ondergrond binnen het traject van de uitgevoerde metingen en ligging van het systeem consequenties heeft voor de doorlatendheid van de ondergrond en daarmee ook de infiltratiecapaciteit van de voorziening. De doorlatendheid dient bij eventuele roering opnieuw gemeten te worden. Tevens dient eventueel aanwezig geroerd materiaal te worden vervangen door goed doorlatend materiaal.

# 6 Infiltratieadvies

## 6.1 Uitgangspunten

Voor de infiltratie van hemelwater komt infiltratie middels infiltratiekratten in aanmerking. Vanwege de archeologische beperkingen zoals beschreven in paragraaf 2.1, is hieronder uitgegaan van een relatief ondiepe infiltratievoorziening. Indien alsnog wordt besloten dat een diepere voorziening toegepast mag worden, dient voorliggend advies herzien te worden. Er dient te worden opgemerkt dat de sterkte-toets van het krattensysteem door de leverancier uitgevoerd dient te worden.

Bij het dimensioneren van de voorziening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Conform de richtlijnen van waterschap Roer en Overmaas is de voorziening gedimensioneerd op de piekintensiteit van een bui T=25 (35 mm in 45 min). Tevens is het overstortvolume bij een bui T=100 (45 mm in 30 min) berekend, dit volume dient op een andere manier (overstort naar oppervlaktewater of riool) afgevoerd te kunnen worden;
- Conform de door de architect verstrekte gegevens in document [3] (zie paragraaf 2.1) bedraagt het totale oppervlak voor het bouwplan ca. 5.801 m<sup>2</sup> (2.698 m<sup>2</sup> verhard (o.a. dakoppervlakte), 1.043 m<sup>2</sup> semi-verhard (parkeerterrein) en 2.060 m<sup>2</sup> onverhard);
- Het afwaterend oppervlakte zal in voorliggend advies middels 2 scenario's beschouwd worden. Door de opdrachtgever dient in overleg met de gezaghebbende instanties bekeken worden welk scenario in deze toegepast mag worden:
  - Scenario 1: Enkel het verharde oppervlakte wordt op de voorziening aangesloten → ca. 2.698 m<sup>2</sup>;
  - Scenario 2: Zowel het verharde alsook het semi-verharde oppervlakte conform document [3] wordt op de voorziening aangesloten → ca. 3.741 m<sup>2</sup>;
- Het te verwerken watervolume komt hiermee op ca.:
  - Scenario 1:
    - T=25 → 94,50 m<sup>3</sup>;
    - T=100 → 121,50 m<sup>3</sup>;
  - Scenario 2:
    - T=25 → 131,25 m<sup>3</sup>;
    - T=100 → 168,75 m<sup>3</sup>;
- Ter plaatse van boringen DB09 t/m DB12 zijn de boringen binnen 80 cm- maaiveld gestrand als gevolg van puin in de toplagen. Het uitvoeren van een doorlatendheidsmeting in geroerd materiaal is niet representatief voor de doorlatendheid van de natuurlijke grondslag op locatie. Hierdoor is besloten om in deze boorgaten dan ook geen doorlatendheidsmetingen uit te voeren. Door het nemen van een gewogen gemiddelde van de maatgevende doorlatendheid, is de veiligheid gewaarborgd in de dimensionering van de infiltratievoorziening;
- Voor de doorlatendheid van de zandhoudende löss-/leemlaag is op basis van de maatgevende doorlatendheid bij de doorlatendheidsmetingen een k-waarde gehanteerd van 0,5 m/d. Hiertoe is gekomen door het afleiden van het gemiddelde van de gemeten doorlatendheden binnen het traject 1,0 tot 2,0 m- maaiveld;

- Voor de doorlatendheid van de zandhoudende löss-/leemlaag is op basis van de maatgevende doorlatendheid bij de doorlatendheidsmetingen een k-waarde gehanteerd van 1,8 m/d. Hiertoe is gekomen door het afleiden van het gemiddelde van de gemeten doorlatendheden binnen het traject 2,0 tot 3,0 m- maaiveld;
- Daarnaast is een veiligheidsfactor van 1,5 meegenomen in de dimensionering van de infiltratievoorziening. Hiervoor is gekozen vanwege het ontbreken van een 4-tal doorlatendheidsmetingen ter plaatse van DB09 t/m DB12. Daarnaast is de aangetroffen top laag heterogeen van aard.
- Conform de richtlijnen van het Waterschap Roer en Overmaas dient de voorziening na 24 uur voldoende capaciteit te hebben een volgende bui te kunnen bergen. Derhalve wordt een ledigingstijd van maximaal 24 uur gehanteerd. Indien niet aan de ledigingstijd van 24 uur kan worden voldaan vanwege de relatief lage doorlatendheid, wordt getoetst aan de reservecapaciteit na 24 uur. Hierin wordt reserveberging + infiltratie tot 24 uur na de bui berekend, er infiltreert niet meer dan de bui zelf;
- 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 kratten;
- 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.

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

## 6.2 Ontwerpadvies

In onderstaande tabellen 6.1 en 6.2 is aangegeven wat de afmetingen van de voorziening minimaal moeten zijn om aan de eisen te voldoen en of de voorziening daarmee aan de ledigingstijd korter dan 24 uur voldoet. Indien niet aan de ledigingstijd wordt voldaan, wordt gedimensioneerd op de reservecapaciteit na 24 uur. Deze bestaat uit het resterende bergingsvolume en de infiltratie welke gedurende 24 uur na de bui heeft plaatsgevonden.

Als gevolg van archeologische beperkingen mag, conform opgave door de opdrachtgever, de voorziening slechts tot beperkte diepte worden aangelegd. Dit resulteert in een beperkte wandhoogte van de voorziening. In de berekening wordt ervan uitgegaan dat enkel infiltratie via de wand plaatsvindt daar de vloer gevoelig is voor dichtslibben. Een beperkte wandhoogte resulteert daarmee in een relatief lage infiltratiecapaciteit van de voorziening. De infiltratievoorziening krijgt hiermee voornamelijk een bergende functie. Over het algemeen kan worden gesteld dat een hogere wand resulteert in een beter functionerende voorziening.

Doorgaans kunnen grindpalen worden toegepast waarmee het neerslagwater de diepere ondergrond in wordt geleid. Het infiltrerend vermogen van de voorziening kan hiermee worden bevorderd. In verband met archeologische beperkingen behoort dit niet tot de mogelijkheden. Uitgaande van kratafmetingen van 1,2 m x 0,4 m x 0,6 m (Lengte x hoogte x breedte) is onderscheid gemaakt tussen een enkellaags systeem en een dubbellaags systeem. De totale constructiehoogte van een enkellaags-systeem is 0,4 m + 0,6 m = 1,0 m. De totale hoogte van een dubbellaags-systeem is 0,8 m + 0,6 m = 1,4 m.

De opdrachtgever dient te bepalen tot welke diepte een infiltratievoorziening mag worden aangelegd en welke infiltratievoorziening hierbinnen past.

In onderstaande tabellen 6.1 en 6.2 zijn de afmetingen en karakteristieken van de infiltratievoorzieningen voor beide scenario's opgegeven. Gezien niet aan de leeglooptijd van 24 uur wordt voldaan is rekening gehouden met een voldoende hoog bergend vermogen ten einde een tweede bui te kunnen verwerken. De geotechnische beschouwing met betrekking tot de te nemen maatregelen voor de aanleg van de voorziening en de verhardingen van de parkeerplaats, zijn in voorliggend advies niet beschouwd.

In verband met de zeer lange leeglooptijd adviseren wij om de voorziening te voorzien van een vertraagde afvoer op het rioleringsstelsel. De opdrachtgever dient in overleg met de gemeente te bepalen of dit tot de mogelijkheden behoort. Door een vertraagde afvoer toe te passen kan tevens een kleinere voorziening gerealiseerd worden. Het is niet wenselijk de voorziening dermate lang gevuld te hebben ten einde een verweekte grondslag te voorkomen. Een verweekte grondslag is minder draagkrachtig waardoor zettingen en verzakkingen kunnen optreden.

Tabel 6.1: Scenario 1 afmetingen infiltratievoorziening: infiltratiekragen (bui T=25)

| Kragten<br>(l x h* x b) | Berging | Aanlegniveau    | Leeglooptijd | Overstort-<br>volume bij<br>T=100 [m³] | Reservecapaciteit na 24 uur |          |
|-------------------------|---------|-----------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------|
|                         |         |                 |              |                                        | Totaal [m³]                 | Controle |
| [m]                     | [m³]    | [m+ t.o.v. NAP] | [uur]        |                                        |                             |          |
| 31,2 x 0,8 x 7,8        | 185,0   | 77,2            | 181,7        | 0,0                                    | 103,0                       | Voldoet  |
| 38,4 x 0,4 x 12,6       | 183,9   | 77,6            | 277,9        | 0,0                                    | 97,6                        | Voldoet  |

Tabel 6.2: Scenario 2 afmetingen infiltratievoorziening: infiltratiekragen (bui T=25)

| Kragten<br>(l x h* x b) | Berging | Aanlegniveau    | Leeglooptijd | Overstort-<br>volume bij<br>T=100 [m³] | Reservecapaciteit na 24 uur |          |
|-------------------------|---------|-----------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------|
|                         |         |                 |              |                                        | Totaal [m³]                 | Controle |
| [m]                     | [m³]    | [m+ t.o.v. NAP] | [uur]        |                                        |                             |          |
| 33,6 x 0,8 x 10,2       | 260,5   | 77,2            | 224,7        | 0,0                                    | 143,3                       | Voldoet  |
| 40,8 x 0,4 x 16,8       | 260,5   | 77,6            | 341,7        | 0,0                                    | 138,5                       | Voldoet  |

## 6.3 Overige ontwerpaspecten

De aansluiting van het afwaterende dakoppervlak kan direct door middel van riolering worden gerealiseerd. Indien in het afvoersysteem van het dak koper en/of zink wordt gebruikt is mogelijk wel toepassing van een bodemfilter noodzakelijk. Regenwater 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 dienst doet als overstort bij extreme regenval. Voor een groot deel worden verstoppingen in leidingen en voorzieningen hiermee voorkomen.

We adviseren een bodemfilter aan te leggen rondom de infiltratievoorziening. 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 (amorphe humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen.

Een andere mogelijkheid is het toepassen van lavakoffers, of rondom de voorziening een speciale vlijlaag met geotextiel aan te brengen, zoals ook onder de bestrating van doorlatende verhardingen met zuiverende werking wordt toegepast. Hierin worden zware metalen gebonden en door microben olie en PAK's afgebroken terwijl de waterdoorlaatbaarheid goed is.

Bij het realiseren van infiltratievoorziening in de aangetroffen leemhoudende ondergrond dient rekening gehouden te worden met het dichtslibben van de voorziening, en met name van het bodemfilter. Het goed functioneren ervan zal dan ook sterk onderhoudsafankelijk zijn. Er wordt dan ook geadviseerd de doorlatendheid van het bodemfilter periodiek te meten en indien nodig het bodemfilter te vervangen. Tevens zal het infiltratiesysteem regelmatig opgeschoond moeten worden teneinde dichtslibben van het systeem te voorkomen. Er wordt geadviseerd voldoende onderhoudspunten aan te brengen. Het is gewenst bij de inlaat van het systeem een slibvang in te bouwen, zodat vuil, bladeren, etc. kunnen worden afgevangen.

Alvorens de ondergrondse voorziening wordt aangebracht zal er een filterdoek worden aangebracht. In dit doek moet het infiltratie-element worden aangelegd. Zodoende wordt een goede scheiding verkregen tussen de bestaande grondslag en het element.

In verband met ontluchting bij het vullen van het element dient het systeem van ontluichtingsbuizen naar het maaiveld te worden voorzien.

Wij adviseren de infiltratie-elementen op voldoende afstand (minimaal ca. 4 meter) van belendingen aangelegd te worden teneinde wateroverlast door horizontale infiltratie via de infiltratievoorziening te voorkomen. Indien deze ruimte niet beschikbaar is kan ook een waterdicht folie tussen de infiltratie-/buffervoorziening en eventueel kelders en/of kruipruimtes aangebracht worden.

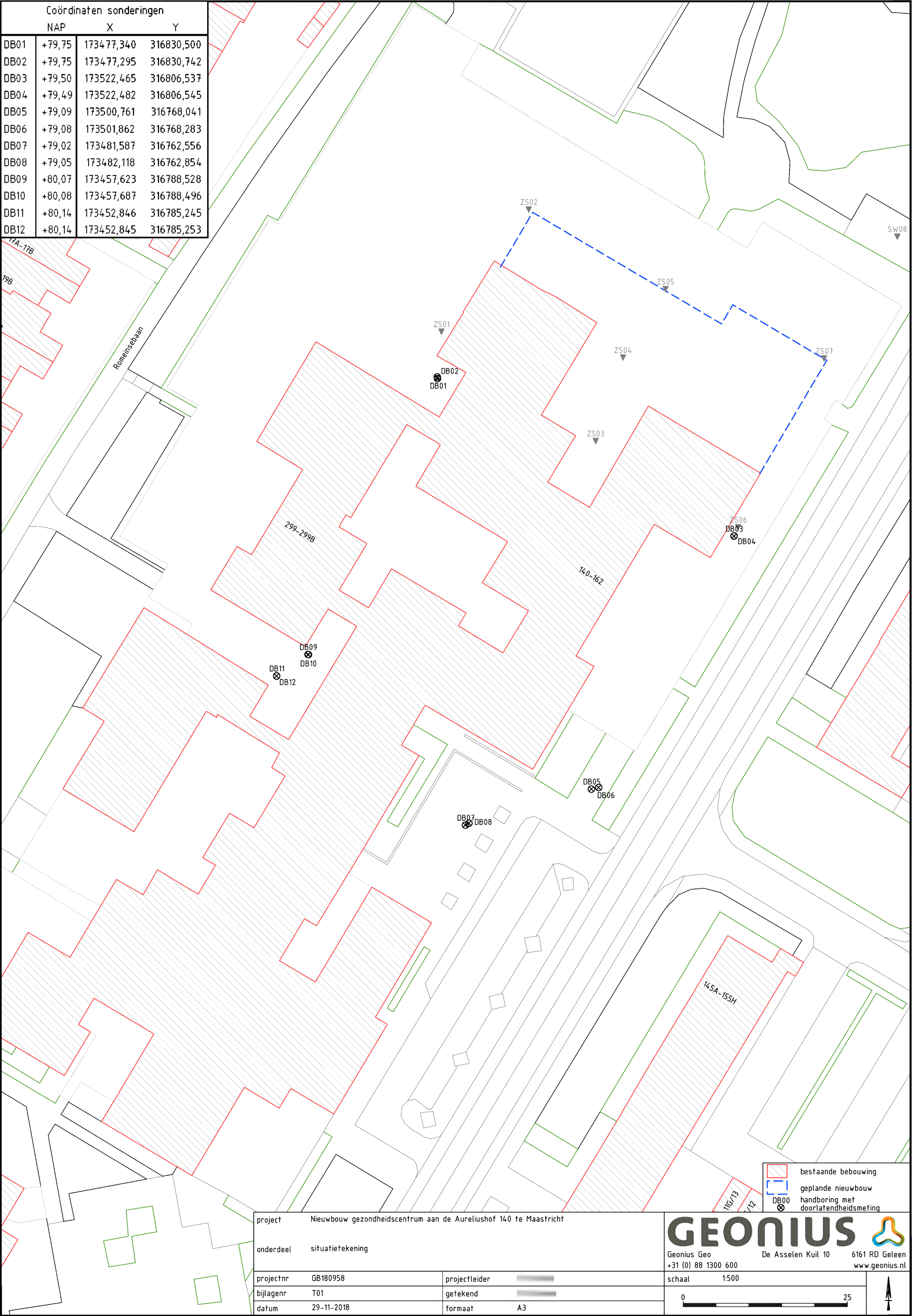
Op de bufferelementen zal een minimale gronddekking van 0,6 tot 0,8 meter aanwezig moeten zijn, indien er belastingen en verkeer op het maaiveld zijn voorzien (e.e.a. conform opgave leverancier). In overleg met de leverancier dient gekozen te worden voor een krat welke de verwachte verkeersbelastingen kan dragen. Zo nodig dient, in geval van zware belastingen, gekozen te worden voor grind- of lavakoffers. In dat geval dient het advies opnieuw beschouwd te worden gezien de lagere porositeit.

# Bijlagen

## Bijlagen

## Bijlage 1 Situatietekening

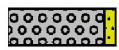
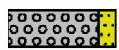
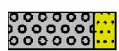
| Coördinaten sonderingen |        |            |            |
|-------------------------|--------|------------|------------|
|                         | NAP    | X          | Y          |
| DB01                    | +79,75 | 173477,340 | 316830,500 |
| DB02                    | +79,75 | 173477,295 | 316830,742 |
| DB03                    | +79,50 | 173522,465 | 316806,537 |
| DB04                    | +79,49 | 173522,482 | 316806,545 |
| DB05                    | +79,09 | 173500,761 | 316768,041 |
| DB06                    | +79,08 | 173501,862 | 316768,283 |
| DB07                    | +79,02 | 173481,587 | 316762,556 |
| DB08                    | +79,05 | 173482,118 | 316762,854 |
| DB09                    | +80,07 | 173457,623 | 316788,528 |
| DB10                    | +80,08 | 173457,687 | 316788,496 |
| DB11                    | +80,14 | 173452,846 | 316785,245 |
| DB12                    | +80,14 | 173452,845 | 316785,253 |



## Bijlage 2 Boringen

## Legenda (conform NEN 5104)

### grind

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

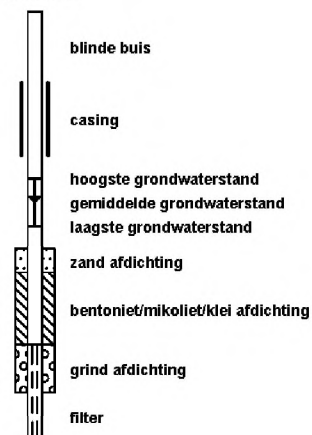
### zand

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

### veen

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

### peilbuis



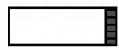
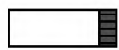
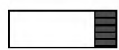
### klei

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

### leem

|                                                                                    |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|   | Leem, zwak zandig  |
|  | Leem, sterk zandig |

### overige toevoegingen

|                                                                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | zwak humeus   |
|  | matig humeus  |
|  | sterk humeus  |
|  | zwak grindig  |
|  | matig grindig |
|  | sterk grindig |

### geur

|                                                                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | geen geur     |
|  | zwakke geur   |
|  | matige geur   |
|  | sterke geur   |
|  | uiterste geur |

### olie

|                                                                                     |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | geen olie-water reactie     |
|  | zwakke olie-water reactie   |
|  | matige olie-water reactie   |
|  | sterke olie-water reactie   |
|  | uiterste olie-water reactie |

### p.i.d.-waarde

|                                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|   | >0     |
|   | >1     |
|   | >10    |
|   | >100   |
|   | >1000  |
|  | >10000 |

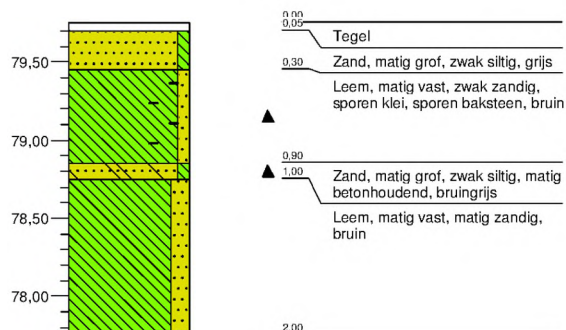
### monsters

|                                                                                       |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|  | geroerd monster   |
|  | ongeroerd monster |
|  | volumering        |

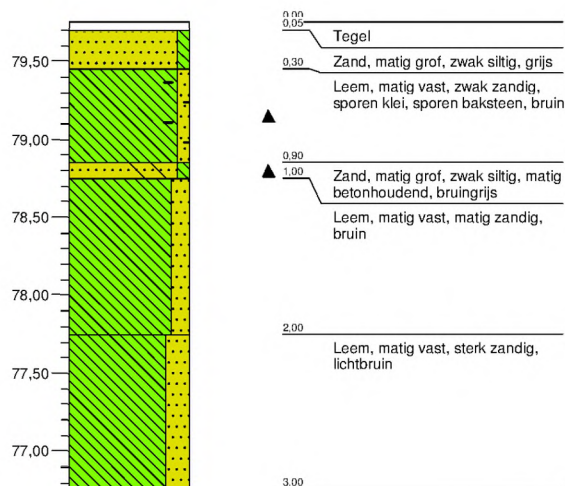
### overig

|                                                                                       |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  | bijzonder bestanddeel             |
|  | Gemiddeld hoogste grondwaterstand |
|  | grondwaterstand                   |
|  | Gemiddeld laagste grondwaterstand |
|  | slib                              |
|  | water                             |

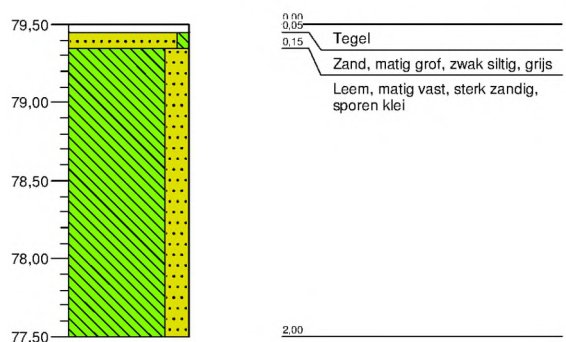
**boring: DB01**  
 Maaiveldhoogte : 79,75 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 14-11-2018



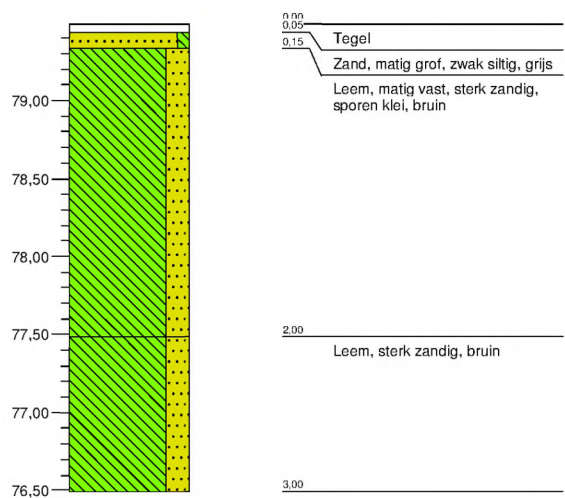
**boring: DB02**  
 Maaiveldhoogte : 79,75 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 14-11-2018



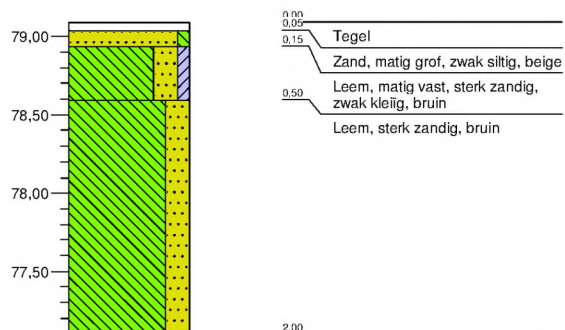
**boring: DB03**  
 Maaiveldhoogte : 79,5 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 14-11-2018



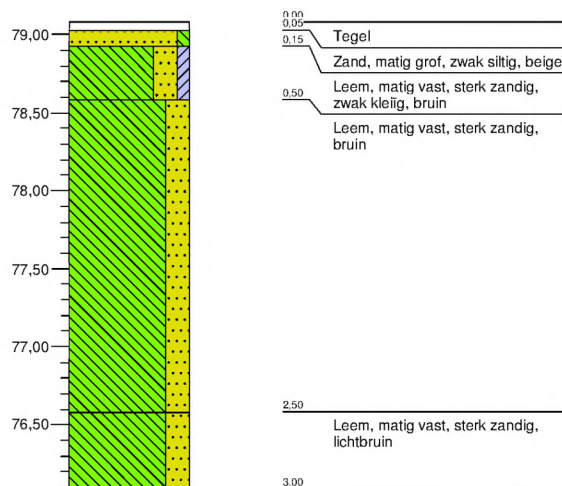
**boring: DB04**  
 Maaiveldhoogte : 79,49 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 14-11-2018



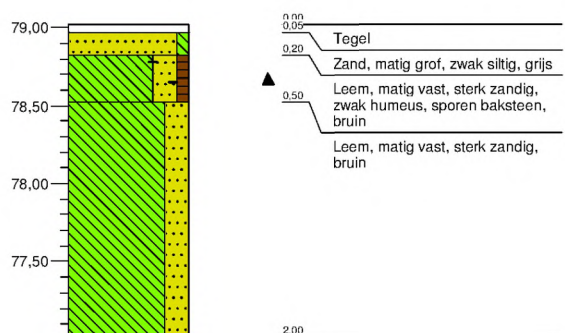
boring: DB05  
Maaiveldhoogte : 79,09 m. t.o.v. N.A.P.  
cm. - mv.  
Datum : 14-11-2018



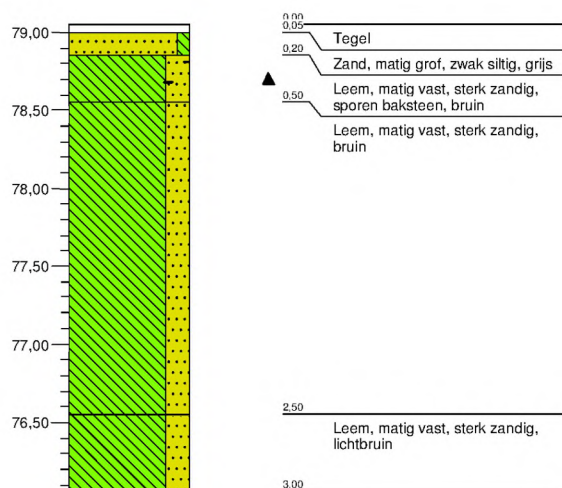
boring: DB06  
Maaiveldhoogte : 79,08 m. t.o.v. N.A.P.  
cm. - mv.  
Datum : 14-11-2018



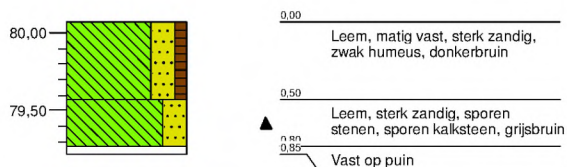
boring: DB07  
Maaiveldhoogte : 79,02 m. t.o.v. N.A.P.  
cm. - mv.  
Datum : 14-11-2018



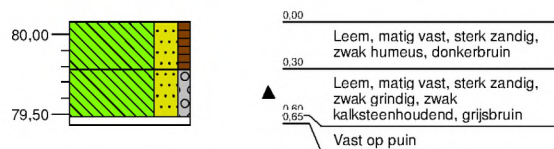
boring: DB08  
Maaiveldhoogte : 79,05 m. t.o.v. N.A.P.  
cm. - mv.  
Datum : 14-11-2018



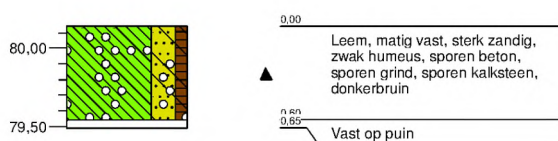
**boring: DB09**  
 Maaiveldhoogte : 80,07 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 04-12-2018



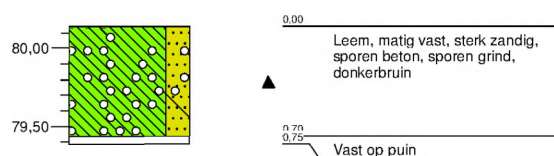
**boring: DB10**  
 Maaiveldhoogte : 80,08 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 04-12-2018



**boring: DB11**  
 Maaiveldhoogte : 80,14 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 04-12-2018



**boring: DB12**  
 Maaiveldhoogte : 80,14 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 04-12-2018



## Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

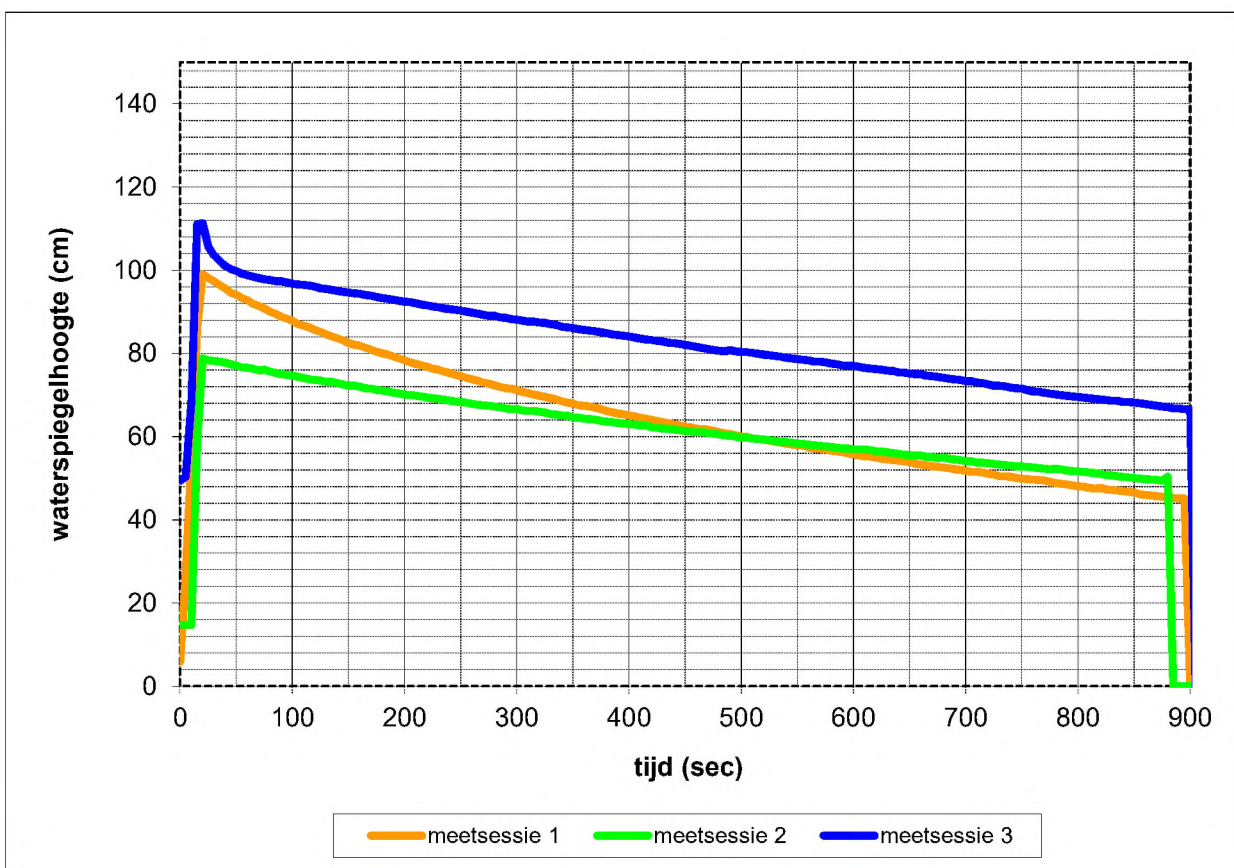
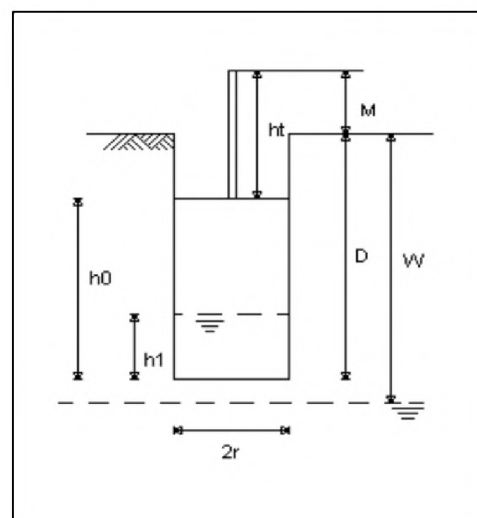
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 200 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meet sessie 1

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 600       | sec   |
| $h_0$ = | 55,72     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 48,08     | cm    |
| $k_f$ = | 1,25E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,08      | m/dag |
| $rc$ =  | -3,82E-04 | m/s   |

#### Meet sessie 2

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 500       | sec   |
| $h_0$ = | 59,75     | cm    |
| $t_1$ = | 700       | sec   |
| $h_1$ = | 54,09     | cm    |
| $k_f$ = | 8,44E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,73      | m/dag |
| $rc$ =  | -2,83E-04 | m/s   |

#### Meet sessie 3

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 750       | sec   |
| $h_0$ = | 71,53     | cm    |
| $t_1$ = | 850       | sec   |
| $h_1$ = | 68,15     | cm    |
| $k_f$ = | 8,26E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,71      | m/dag |
| $rc$ =  | -3,38E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

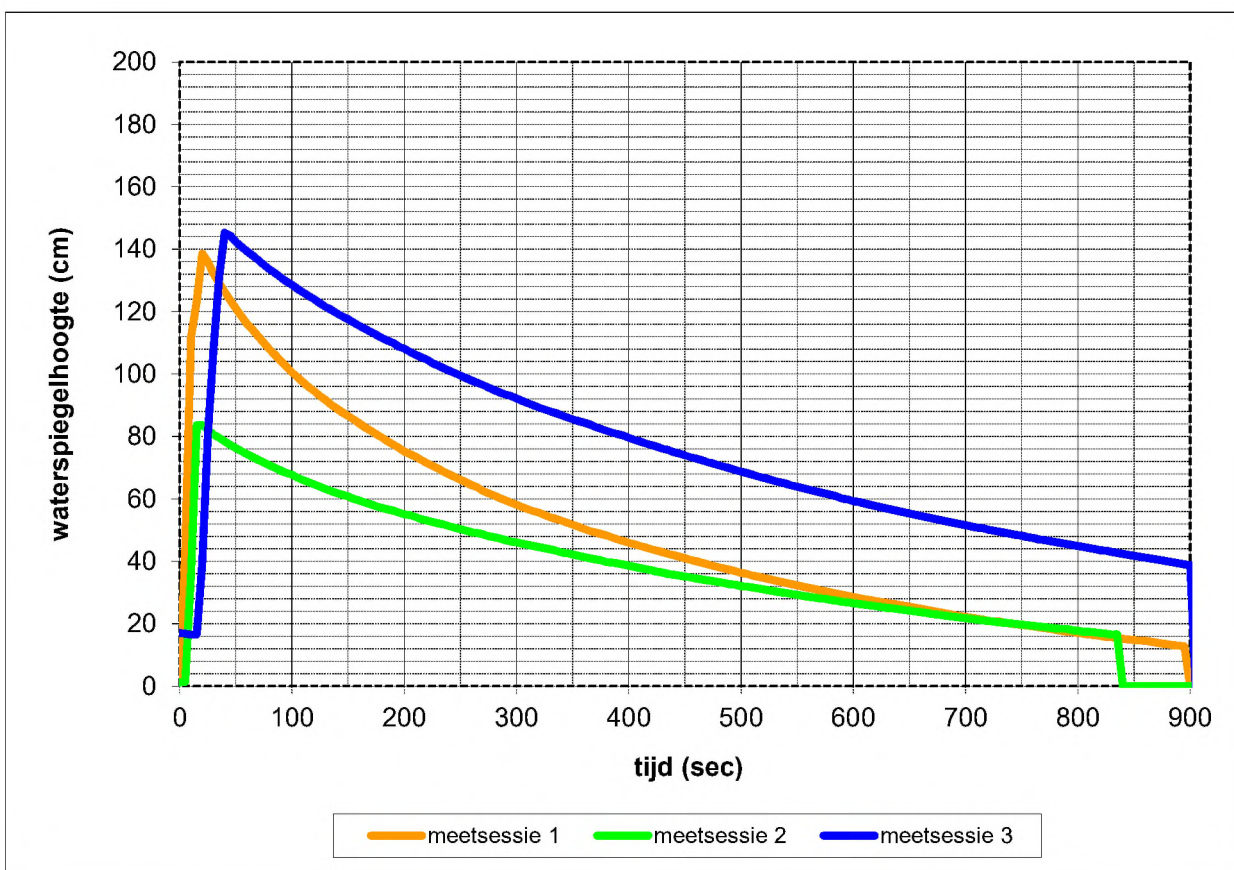
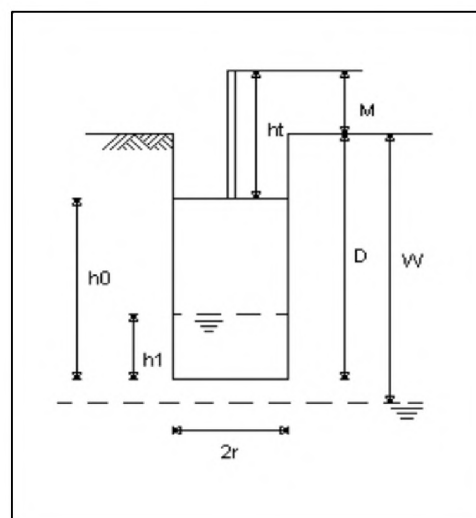
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 300 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetessie 1

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 500       | sec   |
| h0 = | 36,26     | cm    |
| t1 = | 750       | sec   |
| h1 = | 19,58     | cm    |
| kf = | 4,04E-05  | m/s   |
| kf = | 3,49      | m/dag |
| rc = | -6,67E-04 | m/s   |

#### Meetessie 2

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 500       | sec   |
| h0 = | 32,06     | cm    |
| t1 = | 750       | sec   |
| h1 = | 19,75     | cm    |
| kf = | 3,16E-05  | m/s   |
| kf = | 2,73      | m/dag |
| rc = | -4,92E-04 | m/s   |

#### Meetessie 3

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 600       | sec   |
| h0 = | 59,24     | cm    |
| t1 = | 750       | sec   |
| h1 = | 48,22     | cm    |
| kf = | 2,32E-05  | m/s   |
| kf = | 2,01      | m/dag |
| rc = | -7,35E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

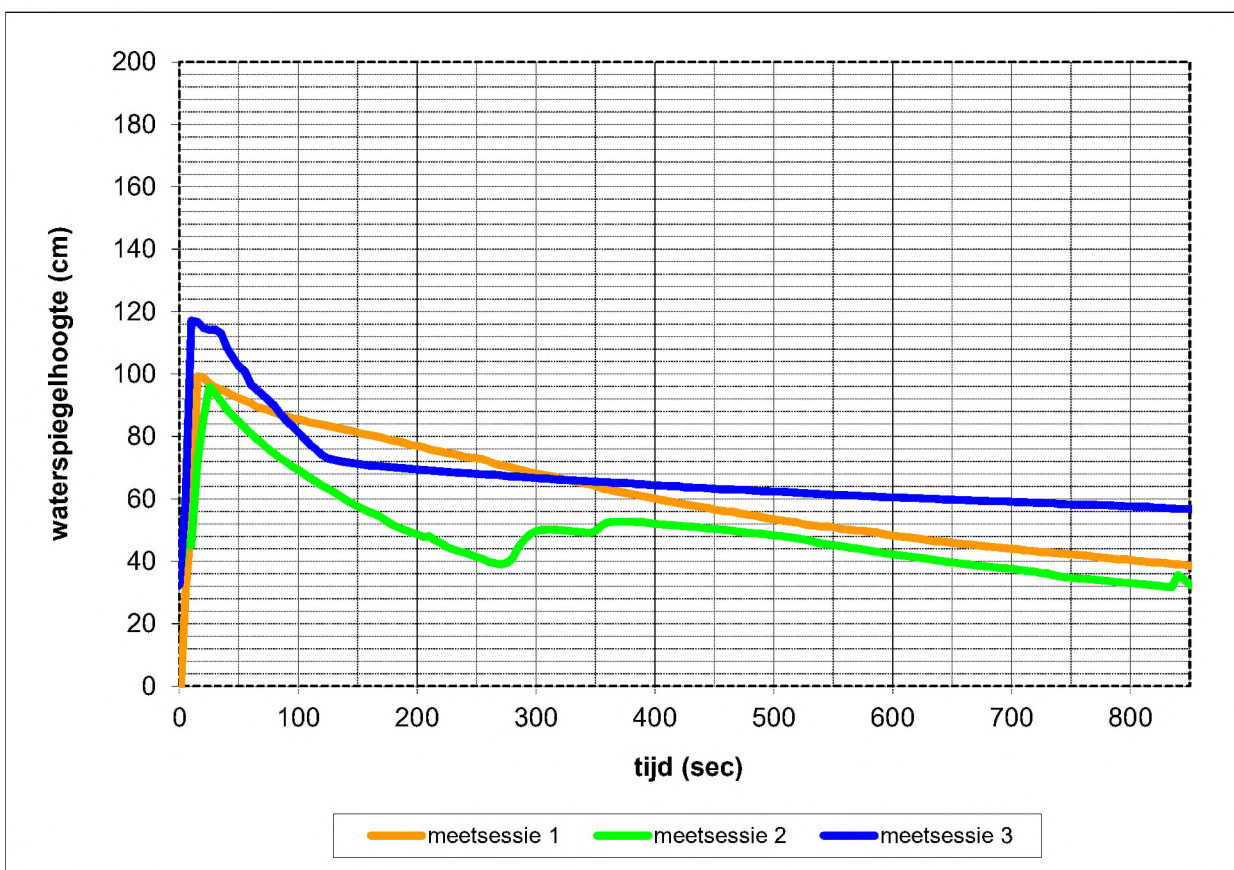
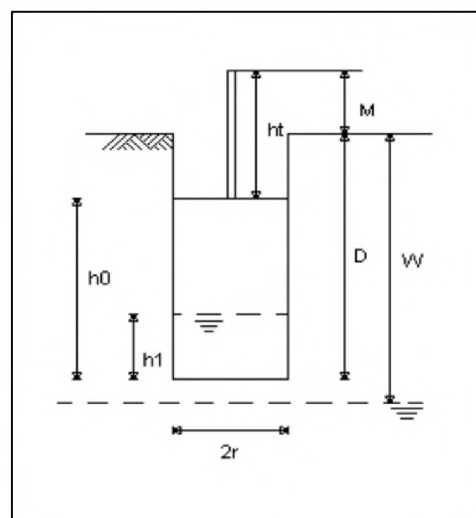
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 200 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetsessie 1

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 400       | sec   |
| $h_0$ = | 60,21     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 40,43     | cm    |
| $k_f$ = | 1,68E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,45      | m/dag |
| $rc$ =  | -4,94E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 2

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 400       | sec   |
| $h_0$ = | 51,98     | cm    |
| $t_1$ = | 550       | sec   |
| $h_1$ = | 45,22     | cm    |
| $k_f$ = | 1,57E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,36      | m/dag |
| $rc$ =  | -4,51E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 3

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 400       | sec   |
| $h_0$ = | 64,41     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 57,58     | cm    |
| $k_f$ = | 4,76E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,41      | m/dag |
| $rc$ =  | -1,71E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

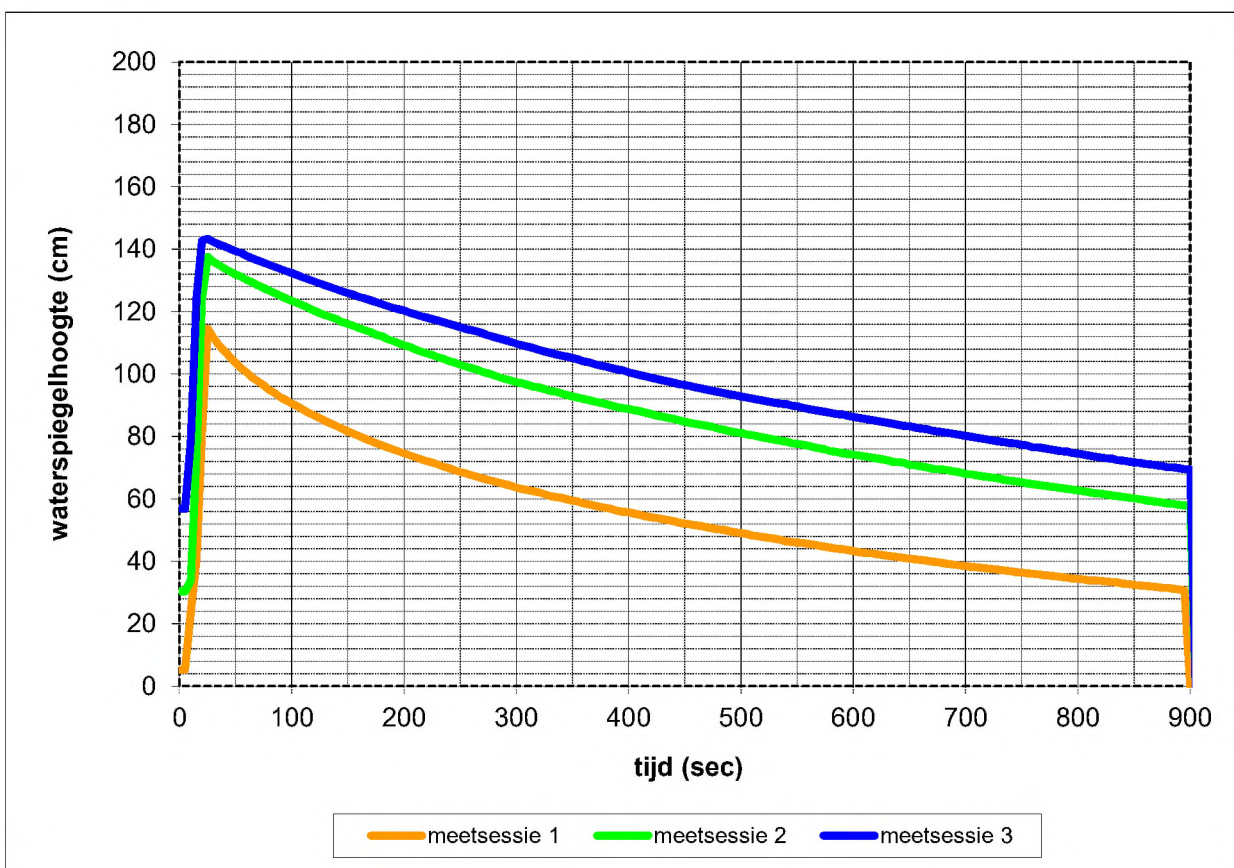
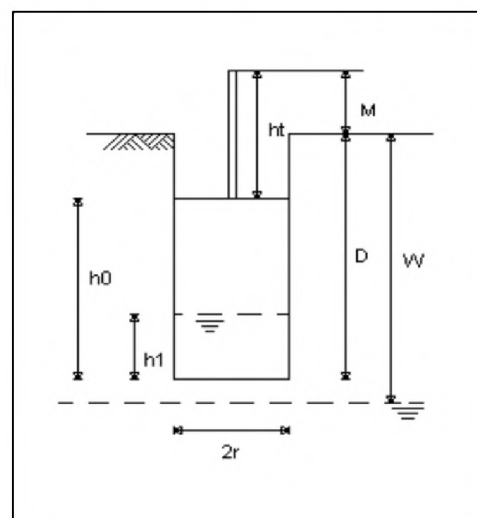
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 300 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetsessie 1

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 700       | sec   |
| $h_0$ = | 38,52     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 34,38     | cm    |
| $k_f$ = | 1,90E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,64      | m/dag |
| $rc$ =  | -4,14E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 2

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 700       | sec   |
| $h_0$ = | 68,03     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 62,72     | cm    |
| $k_f$ = | 1,38E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,19      | m/dag |
| $rc$ =  | -5,31E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 3

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 700       | sec   |
| $h_0$ = | 80,17     | cm    |
| $t_1$ = | 800       | sec   |
| $h_1$ = | 74,57     | cm    |
| $k_f$ = | 1,24E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 1,07      | m/dag |
| $rc$ =  | -5,60E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0+r/2)-\log(h_1+r/2))/dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

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

$r$  = boorgatradius

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

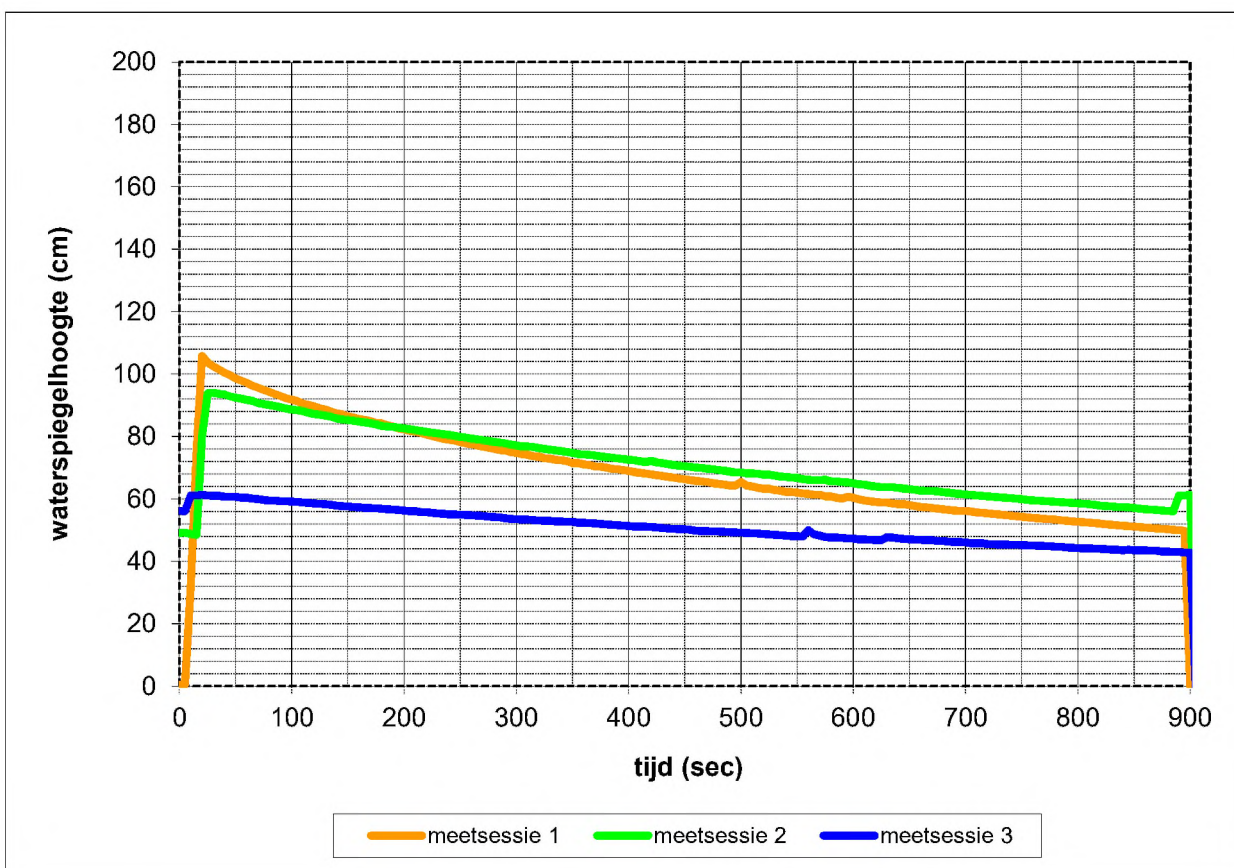
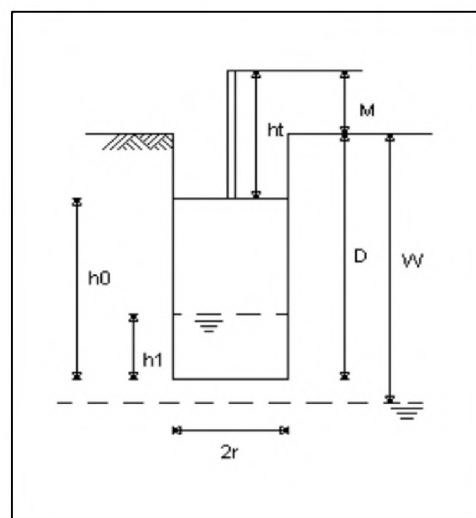
## Onderzoekswaarden

Diepte boorgat D :  cm

|                 |     |   |    |
|-----------------|-----|---|----|
| Standaardhoogte | M : | 0 | cm |
|-----------------|-----|---|----|

|               |   |        |
|---------------|---|--------|
| Radiusboorgat | R | 3,5 cm |
|---------------|---|--------|

|            |   |   |    |
|------------|---|---|----|
| Grondwater | W | 0 | cm |
|------------|---|---|----|



| Meetsessie 1 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| t0 =         | 600       | sec   |
| h0 =         | 60,41     | cm    |
| t1 =         | 800       | sec   |
| h1 =         | 52,71     | cm    |
| kf =         | 1,16E-05  | m/s   |
| kf =         | 1,00      | m/dag |
| rc =         | -3.85E-04 | m/s   |

| Meetsessie 2 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| t0 =         | 600       | sec   |
| h0 =         | 65,02     | cm    |
| t1 =         | 800       | sec   |
| h1 =         | 58,54     | cm    |
| kf =         | 8,92E-06  | m/s   |
| kf =         | 0,77      | m/dag |
| rc =         | -3.24E-04 | m/s   |

| Meetsessie 3 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| t0 =         | 500       | sec   |
| h0 =         | 49,15     | cm    |
| t1 =         | 700       | sec   |
| h1 =         | 46,12     | cm    |
| kf =         | 5,37E-06  | m/s   |
| kf =         | 0,46      | m/dag |
| rc =         | -1,52E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

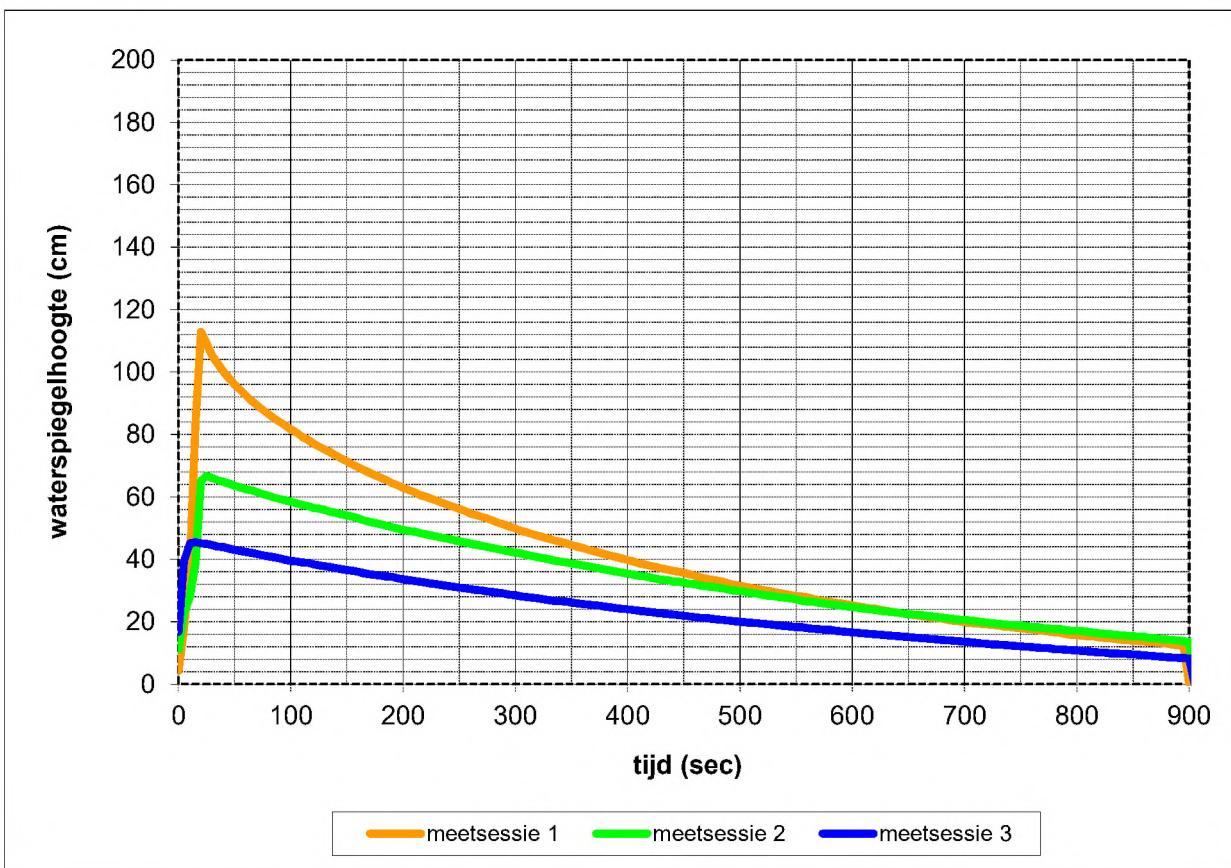
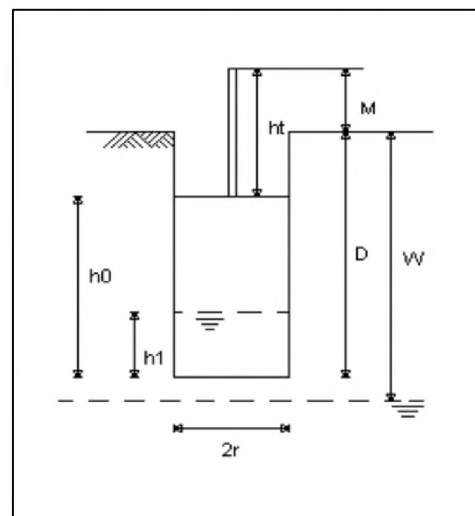
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 300 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetsessie 1

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 500       | sec   |
| $h_0$ = | 31,52     | cm    |
| $t_1$ = | 700       | sec   |
| $h_1$ = | 19,85     | cm    |
| $k_f$ = | 3,77E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 3,26      | m/dag |
| $rc$ =  | -5,83E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 2

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 600       | sec   |
| $h_0$ = | 24,69     | cm    |
| $t_1$ = | 750       | sec   |
| $h_1$ = | 18,86     | cm    |
| $k_f$ = | 2,90E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 2,51      | m/dag |
| $rc$ =  | -3,89E-04 | m/s   |

#### Meetsessie 3

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 200       | sec   |
| $h_0$ = | 33,62     | cm    |
| $t_1$ = | 400       | sec   |
| $h_1$ = | 24,05     | cm    |
| $k_f$ = | 2,76E-05  | m/s   |
| $k_f$ = | 2,38      | m/dag |
| $rc$ =  | -4,78E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

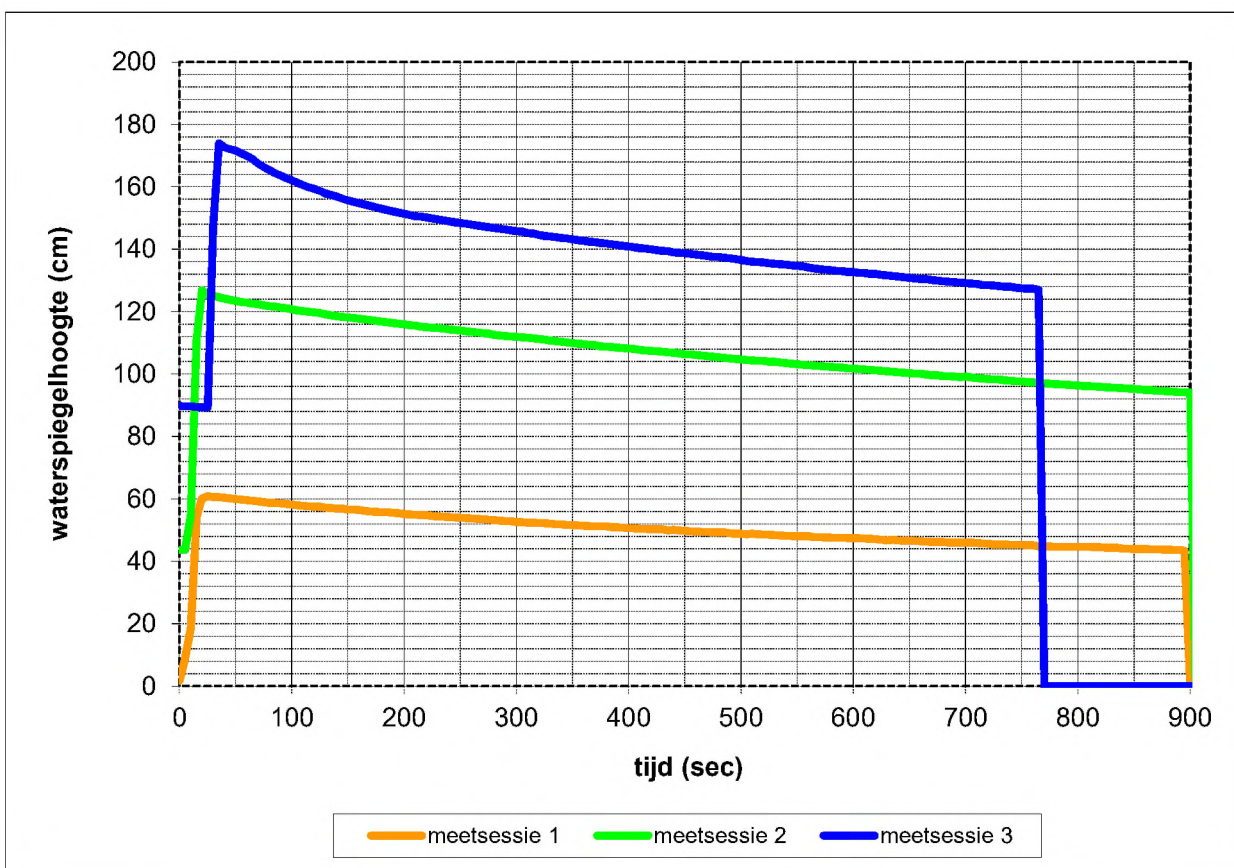
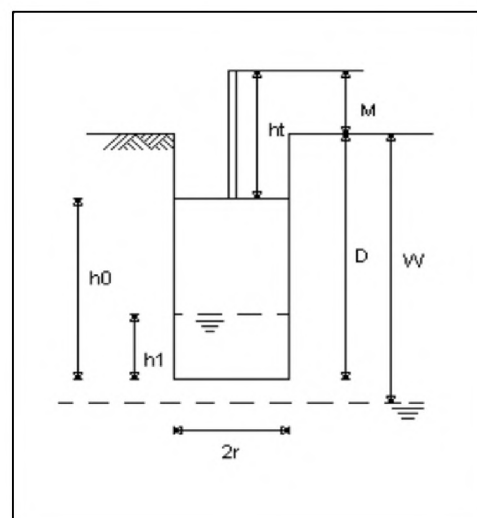
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 200 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



Meet sessie 1

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 400       | sec   |
| $h_0$ = | 50,65     | cm    |
| $t_1$ = | 700       | sec   |
| $h_1$ = | 45,98     | cm    |
| $k_f$ = | 5,44E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,47      | m/dag |
| $rc$ =  | -1,56E-04 | m/s   |

Meet sessie 2

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 400       | sec   |
| $h_0$ = | 108,17    | cm    |
| $t_1$ = | 700       | sec   |
| $h_1$ = | 99,18     | cm    |
| $k_f$ = | 4,97E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,43      | m/dag |
| $rc$ =  | -2,99E-04 | m/s   |

Meet sessie 3

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| $t_0$ = | 500       | sec   |
| $h_0$ = | 136,63    | cm    |
| $t_1$ = | 700       | sec   |
| $h_1$ = | 129,17    | cm    |
| $k_f$ = | 4,85E-06  | m/s   |
| $k_f$ = | 0,42      | m/dag |
| $rc$ =  | -3,73E-04 | m/s   |

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

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

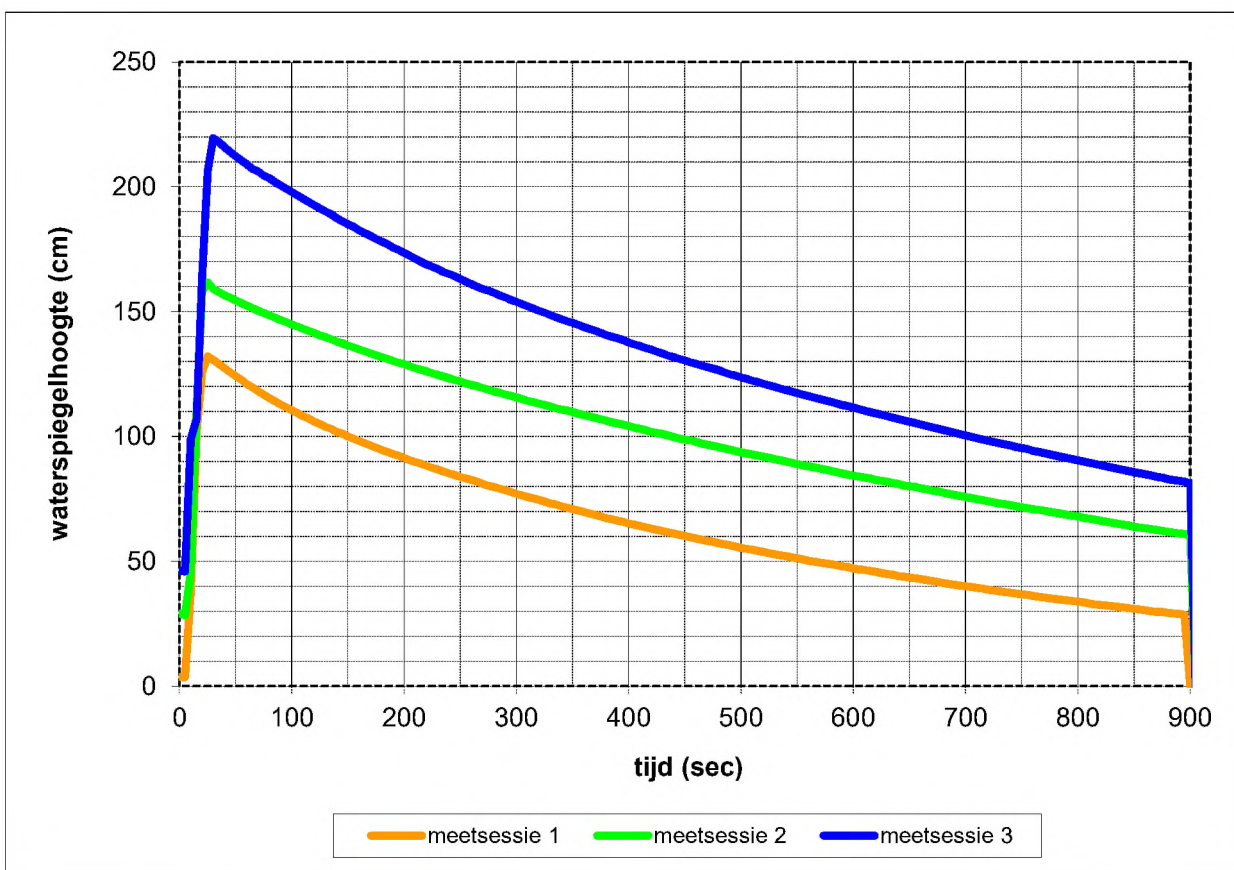
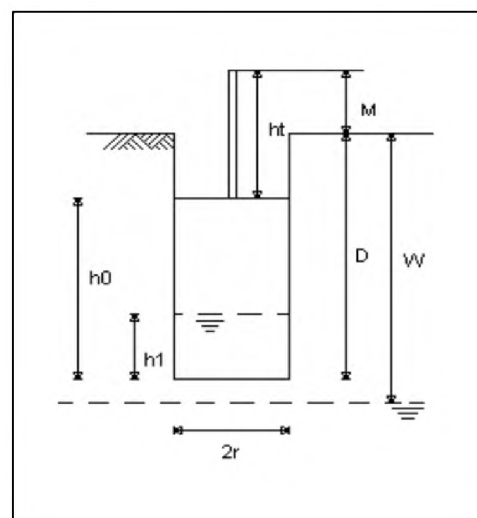
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 300 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 3,5 | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



#### Meetessie 1

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 600       | sec   |
| h0 = | 47,15     | cm    |
| t1 = | 750       | sec   |
| h1 = | 36,77     | cm    |
| kf = | 2,78E-05  | m/s   |
| kf = | 2,40      | m/dag |
| rc = | -6,92E-04 | m/s   |

#### Meetessie 2

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 600       | sec   |
| h0 = | 84,31     | cm    |
| t1 = | 800       | sec   |
| h1 = | 67,97     | cm    |
| kf = | 1,84E-05  | m/s   |
| kf = | 1,59      | m/dag |
| rc = | -8,17E-04 | m/s   |

#### Meetessie 3

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| t0 = | 700       | sec   |
| h0 = | 100,41    | cm    |
| t1 = | 800       | sec   |
| h1 = | 90,49     | cm    |
| kf = | 1,78E-05  | m/s   |
| kf = | 1,54      | m/dag |
| rc = | -9,92E-04 | m/s   |

## Bijlage 4 Dimensionering

Projectnummer GB180958  
 Omschrijving Nieuwbouw gezondheidscentrum  
 Aureliushof 140 te Maastricht

Datum 10-12-2018

### Infiltratie met kratten uitgaande stationaire toestand met verhang van 1,0 m/m

#### Uitgangspunten

| Neerslag [mm]   |                     |      | Eigenschappen bodem |          | Bodem- en wandfactoren |     |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|----------|------------------------|-----|
|                 |                     |      | doorlatendheid      |          |                        |     |
| hoeveelheid     | r [mm]              | 35   | gemeten             | k [m/d]  | 0,5                    |     |
| oppervlak       | A [m <sup>2</sup> ] | 2700 | veiligheid          | [-]      | 1,5                    |     |
| reductie        | r [-]               | 1    | wand                | kw [m/d] | 0,333333               | 0,6 |
| totaal          | R [m <sup>3</sup> ] | 94,5 | vloer               | kv [m/d] | 0,333333               | 0   |
| porositeit krat | p [-]               | 0,95 | verhang             | l [-]    | 1,0                    |     |

#### Afmetingen van de infiltratiesleuf \*

| Lengte [m] | hoogte [m] | breedte [m] |
|------------|------------|-------------|
| 31,2       | 0,8        | 7,8         |

#### Toetsing

| Berging [m <sup>3</sup> ] | Infiltratie tijdens bui [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 185,0                     | 0,4                                       |

| Leeglooptijd [uur] | controle     |
|--------------------|--------------|
| 181,7              | voldoet niet |

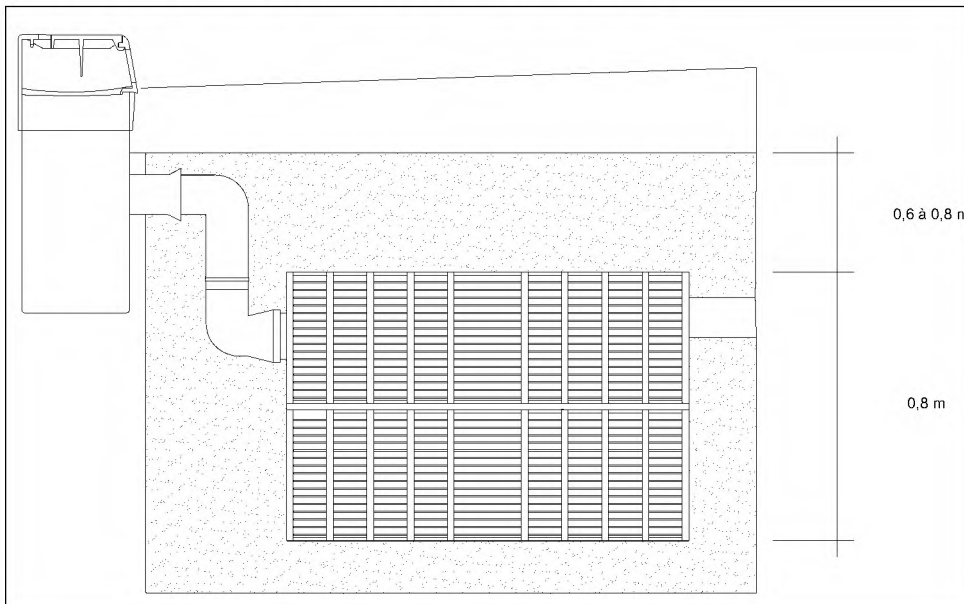
| Totale afvoercapaciteit [m <sup>3</sup> ] |             |          |
|-------------------------------------------|-------------|----------|
| benodigd                                  | beschikbaar | controle |
| 94,5                                      | 185,4       | voldoet  |

| Reservcapaciteit na 24 uur [m <sup>3</sup> ] |             |        |          |
|----------------------------------------------|-------------|--------|----------|
| Berging                                      | Infiltratie | totaal | controle |
| 90,5                                         | 12,5        | 103,0  | voldoet  |

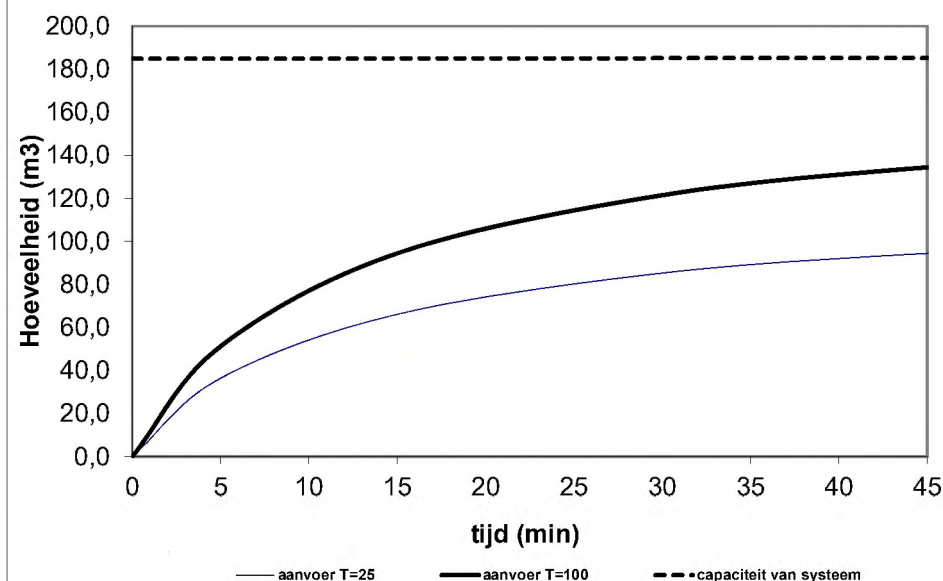
| Overstortvolume bij T=100 [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|
| 0,0                                         |

\* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 185m<sup>3</sup> te bedragen, en dient het wandoppervlak minimaal 62,4m<sup>2</sup> te bedragen. Het systeem kan verkleind worden door het toepassen van een vertraagde afvoer, dan dient het volume ten minste 94,5m<sup>3</sup> te bedragen.

#### Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



#### Overzicht aanvoer en afvoercapaciteit systeem



Projectnummer GB180958  
 Omschrijving Nieuwbouw gezondheidscentrum  
 Aureliushof 140 te Maastricht

Datum 10-12-2018

### Infiltratie met kratten uitgaande stationaire toestand met verhang van 1,0 m/m

#### Uitgangspunten

| Neerslag [mm]   |                     |      | Eigenschappen bodem |          | Bodem- en wandfactoren |     |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|----------|------------------------|-----|
|                 |                     |      | doorlatendheid      |          |                        |     |
| hoeveelheid     | r [mm]              | 35   | gemeten             | k [m/d]  | 0,5                    |     |
| oppervlak       | A [m <sup>2</sup> ] | 2700 | veiligheid          | [-]      | 1,5                    |     |
| reductie        | r [-]               | 1    | wand                | kw [m/d] | 0,333333               | 0,6 |
| totaal          | R [m <sup>3</sup> ] | 94,5 | vloer               | kv [m/d] | 0,333333               | 0   |
| porositeit krat | p [-]               | 0,95 | verhang             | l [-]    | 1,0                    |     |

#### Afmetingen van de infiltratiesleuf \*

| Lengte [m] | hoogte [m] | breedte [m] |
|------------|------------|-------------|
| 38,4       | 0,4        | 12,6        |

#### Toetsing

| Berging [m <sup>3</sup> ] | Infiltratie tijdens bui [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 183,9                     | 0,3                                       |

| Leeglooptijd [uur] | controle     |
|--------------------|--------------|
| 277,9              | voldoet niet |

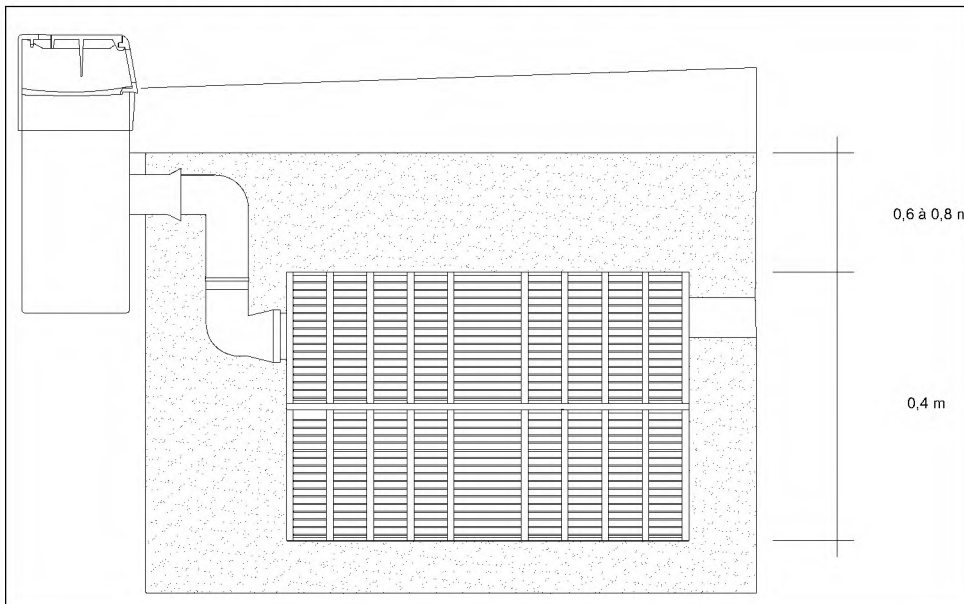
| Totale afvoercapaciteit [m <sup>3</sup> ] |             |          |
|-------------------------------------------|-------------|----------|
| benodigd                                  | beschikbaar | controle |
| 94,5                                      | 184,2       | voldoet  |

| Reservcapaciteit na 24 uur [m <sup>3</sup> ] |             |        |          |
|----------------------------------------------|-------------|--------|----------|
| Berging                                      | Infiltratie | totaal | controle |
| 89,4                                         | 8,2         | 97,6   | voldoet  |

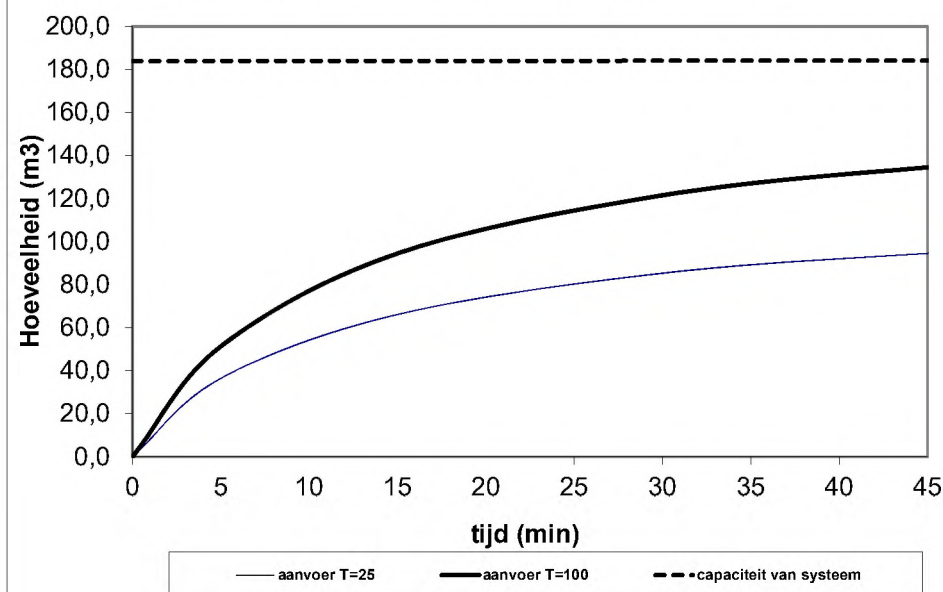
| Overstortvolume bij T=100 [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|
| 0,0                                         |

\* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 183,9m<sup>3</sup> te bedragen, en dient het wandoppervlak minimaal 40,8m<sup>2</sup> te bedragen. Het systeem kan verkleind worden door het toepassen van een vertraagde afvoer, dan dient het volume ten minste 94,5m<sup>3</sup> te bedragen.

#### Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



#### Overzicht aanvoer en afvoercapaciteit systeem



Projectnummer GB180958  
 Omschrijving Nieuwbouw gezondheidscentrum  
 Aureliushof 140 te Maastricht

Datum 10-12-2018

### Infiltratie met kratten uitgaande stationaire toestand met verhang van 1,0 m/m

#### Uitgangspunten

| Neerslag [mm]   |                     |       | Eigenschappen bodem |          | Bodem- en wandfactoren |     |
|-----------------|---------------------|-------|---------------------|----------|------------------------|-----|
|                 |                     |       | doorlatendheid      |          |                        |     |
| hoeveelheid     | r [mm]              | 35    | gemeten             | k [m/d]  | 0,5                    |     |
| oppervlak       | A [m <sup>2</sup> ] | 3750  | veiligheid          | [-]      | 1,5                    |     |
| reductie        | r [-]               | 1     | wand                | kw [m/d] | 0,333333               | 0,6 |
| totaal          | R [m <sup>3</sup> ] | 131,3 | vloer               | kv [m/d] | 0,333333               | 0   |
| porositeit krat | p [-]               | 0,95  | verhang             | l [-]    | 1,0                    |     |

#### Afmetingen van de infiltratiesleuf \*

| Lengte [m] | hoogte [m] | breedte [m] |
|------------|------------|-------------|
| 33,6       | 0,8        | 10,2        |

#### Toetsing

| Berging [m <sup>3</sup> ] | Infiltratie tijdens bui [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 260,5                     | 0,4                                       |

| Leeglooptijd [uur] | controle     |
|--------------------|--------------|
| 224,7              | voldoet niet |

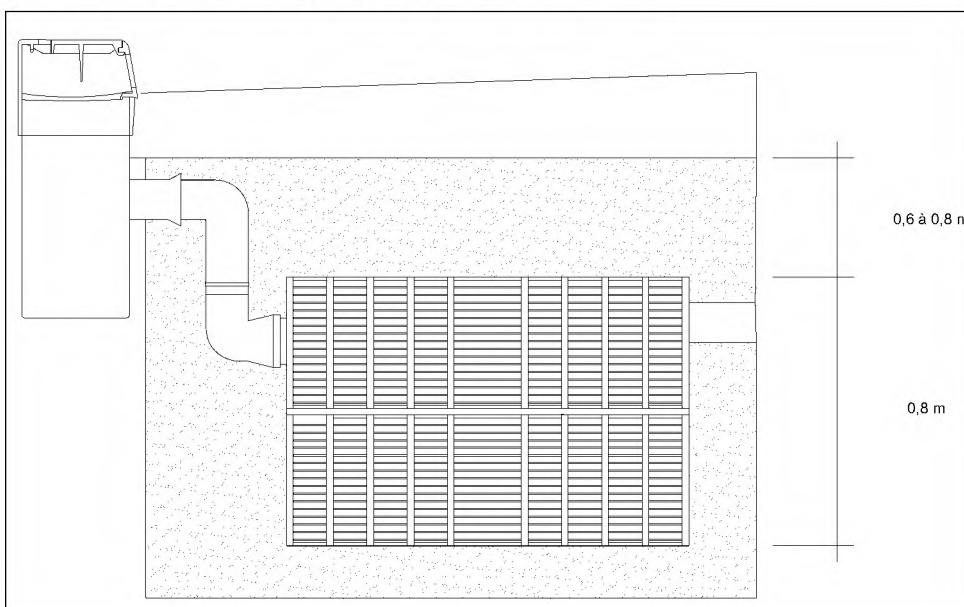
| Totale afvoercapaciteit [m <sup>3</sup> ] |             |          |
|-------------------------------------------|-------------|----------|
| benodigd                                  | beschikbaar | controle |
| 131,3                                     | 260,9       | voldoet  |

| Reservcapaciteit na 24 uur [m <sup>3</sup> ] |             |        |          |
|----------------------------------------------|-------------|--------|----------|
| Berging                                      | Infiltratie | totaal | controle |
| 129,3                                        | 14,0        | 143,3  | voldoet  |

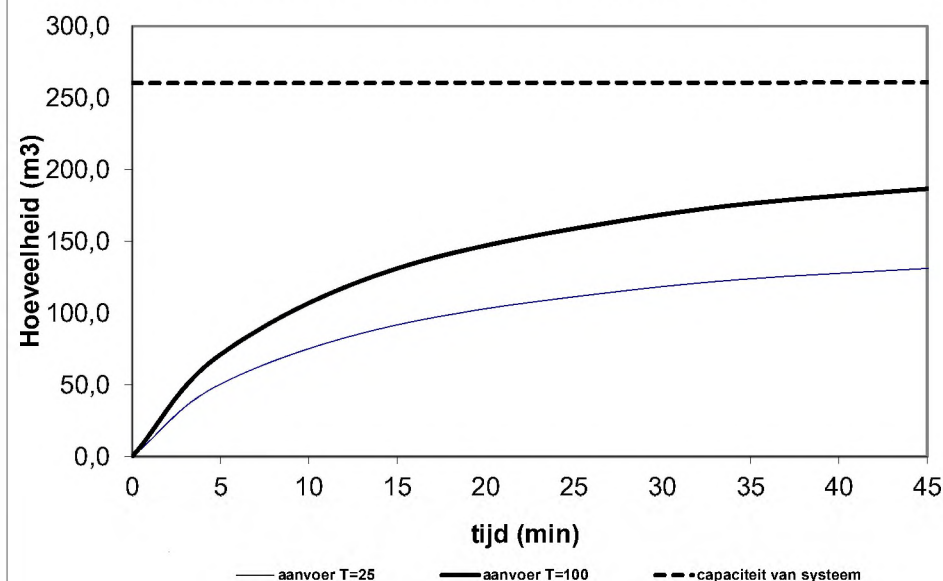
| Overstortvolume bij T=100 [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|
| 0,0                                         |

\* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 260,5m<sup>3</sup> te bedragen, en dient het wandoppervlak minimaal 70,1m<sup>2</sup> te bedragen. Het systeem kan verkleind worden door het toepassen van een vertraagde afvoer, dan dient het volume ten minste 131,25m<sup>3</sup> te bedragen.

#### Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



#### Overzicht aanvoer en afvoercapaciteit systeem



Projectnummer GB180958  
 Omschrijving Nieuwbouw gezondheidscentrum  
 Aureliushof 140 te Maastricht

Datum 10-12-2018

### Infiltratie met kratten uitgaande stationaire toestand met verhang van 1,0 m/m

#### Uitgangspunten

| Neerslag [mm]   |                     |       | Eigenschappen bodem |          | Bodem- en wandfactoren |     |
|-----------------|---------------------|-------|---------------------|----------|------------------------|-----|
|                 |                     |       | doorlatendheid      |          |                        |     |
| hoeveelheid     | r [mm]              | 35    | gemeten             | k [m/d]  | 0,5                    |     |
| oppervlak       | A [m <sup>2</sup> ] | 3750  | veiligheid          | [-]      | 1,5                    |     |
| reductie        | r [-]               | 1     | wand                | kw [m/d] | 0,333333               | 0,6 |
| totaal          | R [m <sup>3</sup> ] | 131,3 | vloer               | kv [m/d] | 0,333333               | 0   |
| porositeit krat | p                   | 0,95  | verhang             | l [-]    | 1,0                    |     |

#### Afmetingen van de infiltratiesleuf \*

| Lengte [m] | hoogte [m] | breedte [m] |
|------------|------------|-------------|
| 40,8       | 0,4        | 16,8        |

#### Toetsing

| Berging [m <sup>3</sup> ] | Infiltratie tijdens bui [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| 260,5                     | 0,3                                       |

| Leeglooptijd [uur] | controle     |
|--------------------|--------------|
| 341,7              | voldoet niet |

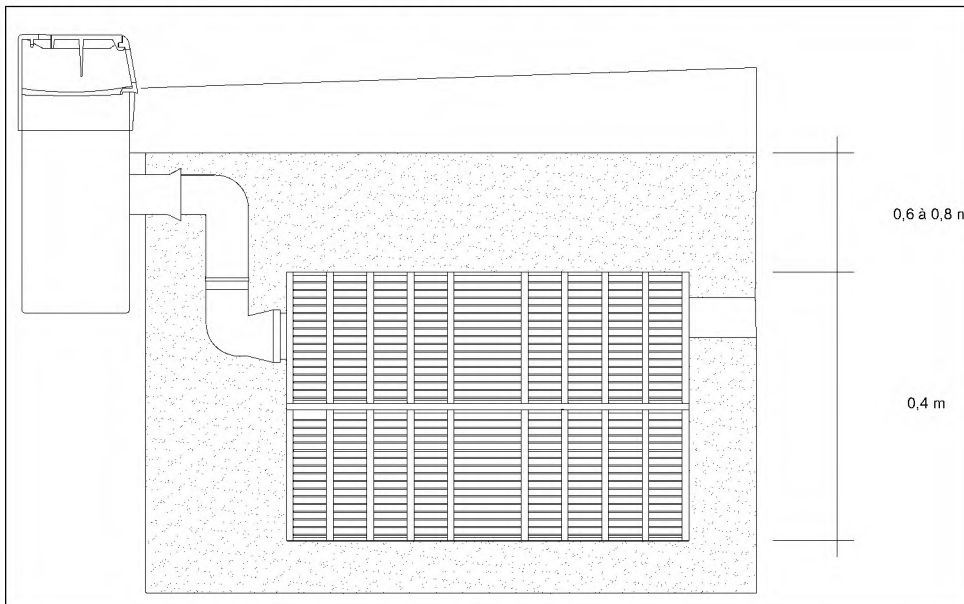
| Totale afvoercapaciteit [m <sup>3</sup> ] |             |          |
|-------------------------------------------|-------------|----------|
| benodigd                                  | beschikbaar | controle |
| 131,3                                     | 260,8       | voldoet  |

| Reservcapaciteit na 24 uur [m <sup>3</sup> ] |             |        |          |
|----------------------------------------------|-------------|--------|----------|
| Berging                                      | Infiltratie | totaal | controle |
| 129,3                                        | 9,2         | 138,5  | voldoet  |

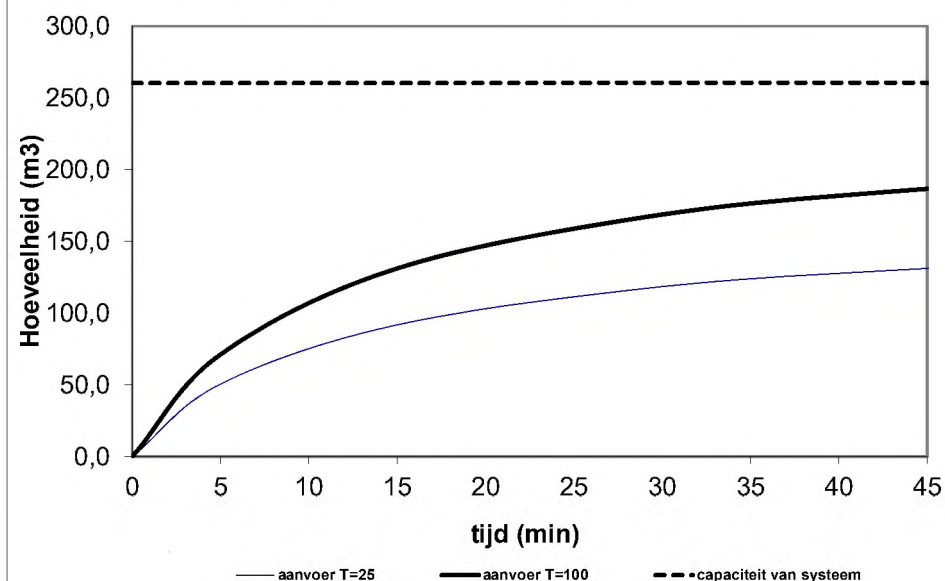
| Overstortvolume bij T=100 [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|
| 0,0                                         |

\* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 260,5m<sup>3</sup> te bedragen, en dient het wandoppervlak minimaal 46,1m<sup>2</sup> te bedragen. Het systeem kan verkleind worden door het toepassen van een vertraagde afvoer, dan dient het volume ten minste 131,25m<sup>3</sup> te bedragen.

#### Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



#### Overzicht aanvoer en afvoercapaciteit systeem



# 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

