

Infiltratieadvies

t.b.v. appartementen aan de Kloosterstraat te Nuland

GA220708.R02.V2.0

20 september 2022



Infiltratieadvies

t.b.v. appartementen aan de Kloosterstraat te Nuland

Documentnummer GA220708.R02.V2.0

20 september 2022

Opdrachtgever

Janssen de Jong Bouw Zuid BV

Postbus 30

5690 AA Son en Breugel

Architect

Vermeer Architecten

Steenfabriek 5

5126 PB Gilze

Auteurs

Adviseur Geotechniek M.L.M. Bongers MSc

Collegiale toets ir. T.C.F. Van Es

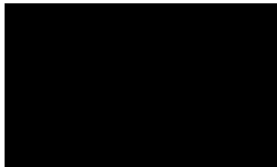
+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur Geotechniek	M.L.M. Bongers MSc	
Collegiale toets	ir. T.C.F. Van Es	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Boringen	5
2.3	Doorlatendheidsmetingen	5
2.4	Inmeting	5
3	Grondslag	6
3.1	Terreingesteldheid	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Grondwater	6
3.4	Doorlatendheid	7
4	Infiltratie hemelwater	8
4.1	Toetsing	8
4.2	Conclusie	9
5	Dimensionering infiltratievoorziening	10
5.1	Uitgangspunten	10
5.2	Ontwerpadvies	11
5.3	Overige ontwerpaspecten	12
5.4	Voorzuivering en onderhoud	12

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

1 Inleiding

Door Janssen de Jong Bouw Zuid BV werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een infiltratieonderzoek uit te voeren en de dimensionering van de infiltratievoorziening te verzorgen. Dit onderzoek was nodig voor de aanleg van infiltratievoorzieningen voor de nieuwbouw van appartementen aan de Kloosterstraat te Nuland.

Tevens is opdracht gegeven voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek en opstellen van een ontwerpadvies voor de fundering voor de appartementen. De resultaten en het advies zijn in een separate rapportage gepresenteerd. (GA2200708.R01.v1.0 d.d. 1 juni 2022)

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek. Voor de uitgangspunten voor het ontwerp van de infiltratievoorziening wordt verwezen naar hoofdstuk 5.1. Naar aanleiding van de aangepaste uitgangspunten is het voorgaande rapport GA220708.R02.v1.1 d.d. 16 juni 2022 geactualiseerd en komt daarmee te vervallen.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Aa en Maas en de Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels van de Brabantse waterschappen voor het afvoeren van hemelwater.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in april en mei 2022 in totaal 5 handboringen en 5 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie vijf handboringen (genummerd GA220708 DB01 t/m DB05) uitgevoerd tot ca. 2,5 m- maaiveld. 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.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA220708 DM01 t/m DM05 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.

2.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA220708.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boorstaten zijn getekend ten opzichte van NAP en maaiveld.

Ter referentie zijn tevens de hoogte van Put A (=NAP +5,37 m) en de kruin van de weg (KW B= NAP +5,34 m) ingemeten en aangegeven op situatietekening GA220708.T01.

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.

3 Grondslag

3.1 Terreingesteldheid

Het terrein is een leegstaand perceel met grasbegroeiing. In het verleden heeft op de locatie bebouwing gestaan. Deze is in 2014 gesloopt. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +5,31 m tot NAP +5,21 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,4 m.

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de handboringen en sonderingen van het geotechnisch onderzoek door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag:

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +4,8 m à NAP +3,5 m een geroerde toplaag aangetroffen bestaande uit los gepakt zand met een humeus karakter. Ter plaatse van DB01 wordt deze laag tot ca. NAP +2,9 m aangetroffen. Dit is naar verwachting het gevolg van de sloopwerkzaamheden van de voormalige bebouwing.

Tussenlaag:

Hieronder wordt tot ca. NAP -4,0 m à NAP -8,0 m een los tot matig vast gepakt zandpakket gevonden.

Onderlaag:

Vervolgens wordt tot aan de maximaal verkende diepte van ca. NAP -15,0 m een vast tot zeer vast gepakt zandpakket geregistreerd.

3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 2,3 à 1,9 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +3,4 m à NAP +2,9 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

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.

Op basis van peilbuis B45B0576-001 in TNO DINOloket, op een afstand van ca. 300 m ten westen van de projectlocatie, wordt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) op de locatie door ons ingeschat op ca. NAP +3,5 m.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen zijn 5 proeven uitgevoerd. Op moment van uitvoering zijn nog geen concrete plannen bekend met betrekking tot de locatie van de infiltratievoorzieningen. Derhalve zijn de proeven verspreid over het terrein 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 3.1: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	1,30 - 2,30	+4,01 tot +3,01	Zwak silthoudend zand, humeus	2,7 à 3,5
DM02	1,20 - 2,20	+4,03 tot +3,03	Zwak silthoudend zand, deels humeus	0,9 à 1,2
DM03	1,30 - 2,30	+3,96 tot +2,96	Zwak silthoudend zand, deels humeus	0,6 à 0,8
DM04	1,30 - 2,30	+4,00 tot +3,00	Zwak silthoudend zand	0,4 à 0,5
DM05	1,30 - 2,30	+4,00 tot +3,00	Zwak silthoudend zand	1,4 à 2,1

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 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.

4.1 Toetsing

In Tabel 4.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de meingen. De doorlatendheid van de bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1^{ste} eis voldoet.

Tabel 4.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,30 - 2,30	+4,01 tot +3,01	2,7	Goed	Ja
DM02	1,20 - 2,20	+4,03 tot +3,03	0,9	Vrij goed	Ja
DM03	1,30 - 2,30	+3,96 tot +2,96	0,6	Vrij goed	Ja
DM04	1,30 - 2,30	+4,00 tot +3,00	0,4	Matig	Ja
DM05	1,30 - 2,30	+4,00 tot +3,00	1,4	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater is aangetroffen op een diepte van 2,3 à 1,9 m-maaiveld ofwel NAP +3,4 m à NAP +2,9 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. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen silthoudende ondergrond). 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. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort niet tot de mogelijkheden gezien de beperkt beschikbare ruimte.

3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratierool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden. Daarnaast dient het systeem te allen tijde boven de GHG aangelegd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar biedt gezien de zandige toplaag geen toegevoegde waarde. Tevens dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

4.2 Conclusie

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

5 Dimensionering infiltratievoorziening

5.1 Uitgangspunten

Ten aanzien van de het totaal afwaterende oppervlak, de vrij goede doorlatendheid van de ondergrond en de beschikbare ruimte op het terrein adviseren wij het toepassen van infiltratiekratten als infiltratiesysteem.

Op verzoek van opdrachtgever is een infiltratievoorziening onder de toekomstige parkeerzone aan de achterzijde van de appartementen verder uitgewerkt. Op het terrein heeft in het verleden bebouwing gestaan. In verband met de sloop van de voormalige bebouwing is de grond plaatselijk mogelijk dieper geroerd dan aangetroffen in het huidige grondonderzoek. Ten behoeve van de infiltratiesystemen dient de geroerde grond verwijderd te worden en vervangen door een goed doorlatend zandpakket.

Vanuit de provincie worden eisen gesteld aan de kwaliteit van het infiltrerende grondwater en wordt een zuiverende voorziening vereist. Tevens geldt een verbod op het gebruik van uitlogende bouwmaterialen.

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

- conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever bedraagt het verhard oppervlak ca. 1.016 m² voor het dakoppervlak en ca. 1.496 m² voor de terreinverharding. Het totale afwaterend oppervlak komt daarmee neer op ca. 2.512 m².
- conform de eis van het waterschap zijn de infiltratiekratten gedimensioneerd op een waterschijf van 60 mm, vermenigvuldigd met een gevoeligheidsfactor. Aangezien de locatie binnen de bebouwde kom ligt, geldt een gevoeligheidsfactor van 1;
- de hoeveelheid toestromend water is berekend op basis van het afwaterend oppervlak, de waterschijf van 60 mm en de gevoeligheidsfactor. De uitkomst van deze berekening bedraagt ca. 150,7 m³;
- Indien gebruik wordt gemaakt van een kleinere opvangcapaciteit omdat wordt uitgegaan van infiltratie, moet de compensatie binnen vijf “droge” dagen (max 2 mm neerslag per 24 uur) weer volledig beschikbaar zijn. Op basis hiervan wordt een leeglooptijd van maximaal 120 uur gehanteerd;
 - Indien van een kleinere opvangcapaciteit gebruik wordt gemaakt, wordt als uitgangspunt gehanteerd dat minimaal de neerslagintensiteit uit tabel 1 van de Hydrologische uitgangspunten verwerkt moet kunnen worden;
- bij de dimensionering van de voorziening wordt uitgegaan van infiltratie tijdens de bui;
- voor de doorlatendheid is op basis van het gewogen gemiddelde van de maatgevende doorlatendheidsmetingen een k-waarde gehanteerd van 0,8 m/dag;
- 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.
- 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;

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

5.2 Ontwerpadvies

In tabel 5.2.1 is berekend welke dimensionering de voorziening minimaal moet hebben om aan de eisen te voldoen en of de voorziening daarmee aan de ledigingstijd voldoet. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. Voor de infiltratiekratten is ervan uitgegaan dat er 1 systeem wordt aangelegd voor alle appartementen.

In bijlage 5 wordt de afvoercapaciteit van de voorzieningen getoetst aan de aanvoer op basis van de regenduurlijn uit tabel 1 van de Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 5.

Alvorens de infiltratiekratten aan te leggen, adviseren wij de grondwaterstand en dan met name de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te verifiëren. De infiltratievoorziening dient te allen tijde boven de GHG aangelegd te worden, wij raden derhalve een aanlegniveau van GHG +0,5 m aan. De GHG kan bepaald worden door langdurige monitoring van de grondwaterstand. Op basis van archiefgegevens wordt de GHG door ons vooralsnog ingeschat op ca. NAP +3,5 m.

Ten behoeve van de afmeting is rekening gehouden met een maximale breedte van ca. 4,8 m. Dit komt overeen met de lengte van een parkeervak. Tevens is rekening gehouden met een minimale gronddekking van ca. 0,6 à 0,8 m op de infiltratiekratten. Bij een toekomstig maaiveld van ca. NAP +5,4 m, een GHG van NAP +3,5 m en een krathoogte van ca. 0,4 m, is een maximumhoogte van twee lagen infiltratiekratten mogelijk. In tabel 5.2.1 zijn twee varianten uitgewerkt; een éénlaags systeem en een tweelaags systeem. In verband met de beperkte ruimte voor de voorziening, adviseren wij een tweelaags voorziening aan te leggen.

Tabel 5.2.1: Afmetingen infiltratievoorziening: infiltratiekratten

Afwaterend oppervlakte [m ²]	Kratten (l x h x b) [m]	Berging [m ³]	Minimaal aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Leeglooptijd [uur]	Controle
2.512	78,0 x 0,4 x 4,8	142,3	+4,0*	89,8	Voldoet
2.512	38,4 x 0,8 x 4,8	140,1	+4,0*	85,0	Voldoet

* Uitgaande van een GHG van ca. NAP +3,5 m.

Hoewel de leeglooptijd voldoet aan de richtlijn van het waterschap, duurt het gemiddeld ca. vier dagen voordat de voorzieningen zijn leeggelopen wanneer deze volledig zijn gevuld. Om de leeglooptijd te versnellen en daarmee het risico te verkleinen dat er onvoldoende capaciteit beschikbaar is bij een kort opvolgende bui, raden we aan de voorzieningen te voorzien van een vertraagde afvoer naar de omliggende watergangen of het gemeentelijk (hemelwater)riool.

Een vertraagde afvoer kan ook toegepast worden om de benodigde afmetingen van het systeem te verkleinen. Indien de beschikbare ruimte onvoldoende is voor aanleg van de infiltratievoorziening, dan kan (in overleg met gemeente of waterschap) een vertraagde afvoer naar (hemelwater)riool of oppervlaktewater worden toegevoegd. De piek van de bui wordt dan gebufferd, waarna deze vertraagd wordt afgevoerd.

5.3 Overige ontwerpaspecten

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverstort te worden voorzien. Bij zeer intensieve buien zal het systeem het toestromende regenwater mogelijk niet kunnen verwerken en kan het regenwater gecontroleerd naar elders afstromen. Indien gekozen wordt voor een ondergrondse overstort op het gemeentelijke riool dan dient de overstort van een terugslagklep te worden voorzien.

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 er op toe te zien dat de minimale voorgeschreven bergingscapaciteit wordt gehandhaafd.

Wij adviseren de infiltratie-elementen op voldoende afstand (minimaal ca. 2 meter) van belendende bebouwing aan te brengen, of zonodig 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 l/s/m^2 .

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). Tevens wordt deze diepte geadviseerd als te hanteren vorstvrije diepte.

De aansluiting van het afwaterende dakoppervlak kan direct door middel van riolering (HWA) worden gerealiseerd. Indien in het afvoersysteem van het dak koper en/of zink is 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.

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.

5.4 Voorzuivering en onderhoud

Door bezinking van slibdeeltjes kan vervuiling van het systeem optreden, waardoor de goede werking wordt beïnvloed. Het is daarom gewenst om bij de inlaat van het systeem een slibvang in te bouwen, zodat vuil, bladeren, etc. kunnen worden afgevangen. Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om het aanvoersysteem op te schonen. Wij adviseren hiervoor voorzieningen aan te brengen. Wij wijzen er nadrukkelijk op het infiltratiesysteem regelmatig van onderhoud te voorzien.

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.

Het te infiltreren hemelwater van de terreinverharding dient gezuiverd te worden door middel van een bodemfilter of zuiverend substraat. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

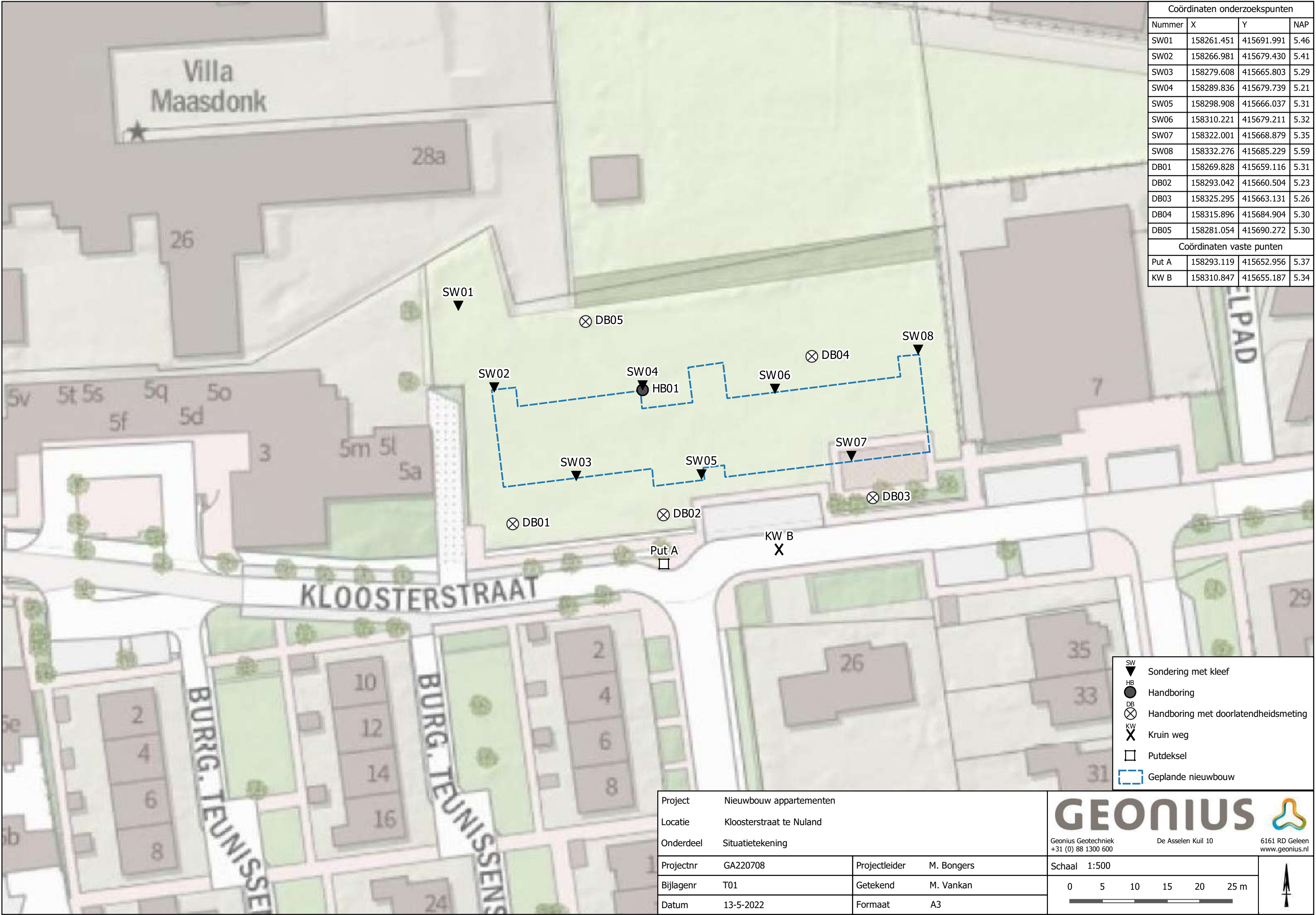
Een bodemfilter bestaat uit een organische stof- en lutumhoudende toplaag waarin verontreinigingen zich binden. De samenstelling moet een compromis zijn tussen het bindend vermogen van verontreinigingen en de waterdoorlaatbaarheid van de toplaag. Aanbevolen wordt om een bodemfilter aan te leggen met 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.

Er dient rekening gehouden te worden met het dichtslibben van het bodemfilter. Het goed functioneren ervan zal dan ook sterk onderhoudsafhankelijk zijn. Er wordt dan ook geadviseerd de doorlatendheid van het bodemfilter periodiek te meten en indien nodig het bodemfilter te vervangen.

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 en regelmatig onderhoud de levensduur van een infiltratiesysteem significant verlengen. Ook kan een vertraagde afvoer naar het riool of oppervlaktewater middels een regelbare debietbegrenzer worden toegepast, zodat de beschikbaarheid van de voorziening ook na een verminderde infiltratiecapaciteit kan worden gewaarborgd.

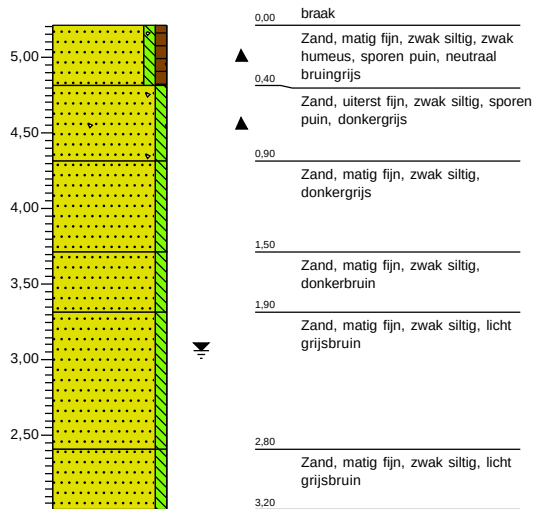
Geonius heeft monitoringssystemen beschikbaar waarmee het waterpeil en de leeglooptijd van het systeem kan worden gemonitord. Deze kunnen worden toegepast ten behoeve van de controle van de werking van het systeem, op basis waarvan het onderhoudsregime kan worden bepaald. Indien gewenst kunnen we hierin nader adviseren, tevens kan het volledig ontwerp van de hemelwaterafvoer en de terreininrichting door ons bureau nader worden uitgewerkt.

Bijlage 1 Situatietekening

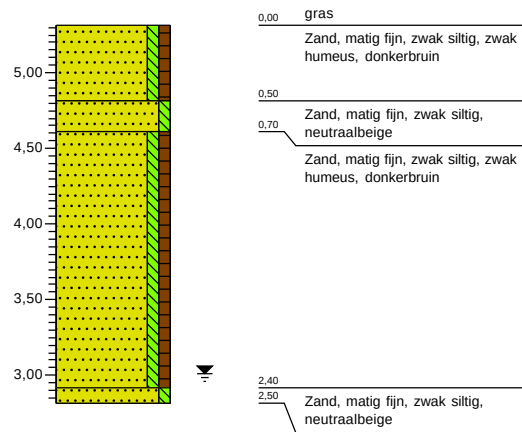


Bijlage 2 Boringen

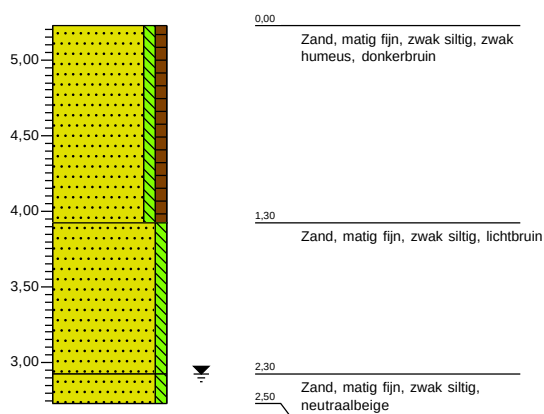
Boring: HB01
Maaiveldhoogte: 5,213 m.t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand (cm. - mv.): 215
Datum: 12-5-2022
Opmerking: Bij SW04



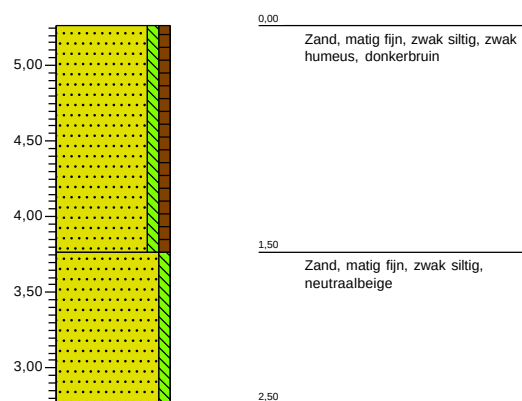
Boring: DB01
Maaiveldhoogte: 5,314 m.t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand (cm. - mv.): 230
Datum: 2-5-2022
X-coördinaat: 158269,83
Y-coördinaat: 415659,12



Boring: DB02
Maaiveldhoogte: 5,227 m.t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand (cm. - mv.): 230
Datum: 2-5-2022
X-coördinaat: 158293,05
Y-coördinaat: 415660,50



Boring: DB03
Maaiveldhoogte: 5,265 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 2-5-2022
X-coördinaat: 158325,29
Y-coördinaat: 415663,14

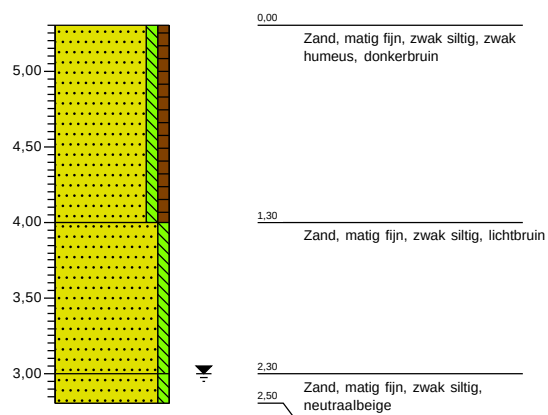
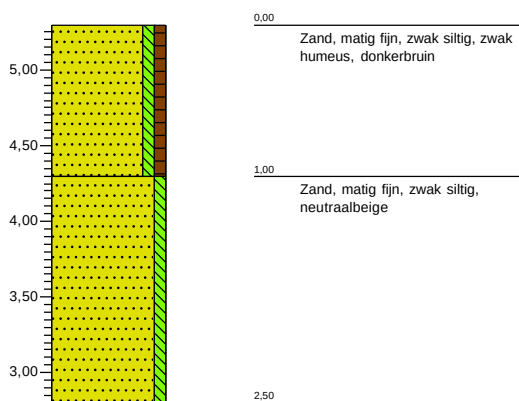


Boring: DB04
 Maaiveldhoogte: 5,296 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 2-5-2022

X-coördinaat: 158315,90
 Y-coördinaat: 415684,90

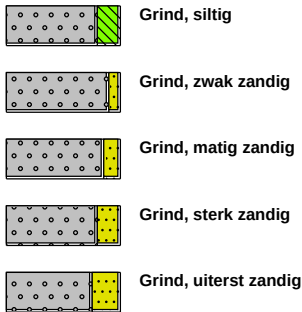
Boring: DB05
 Maaiveldhoogte: 5,304 m. t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 230
 Datum: 2-5-2022

X-coördinaat: 158281,05
 Y-coördinaat: 415690,27

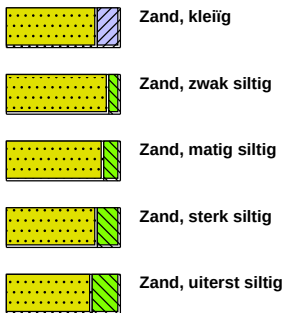


Legenda (conform NEN 5104)

grind



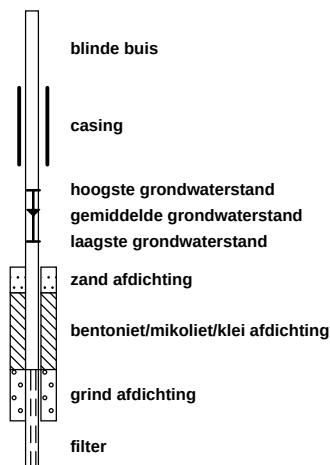
zand



veen



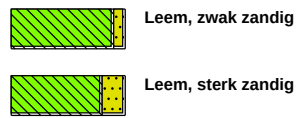
peilbuis



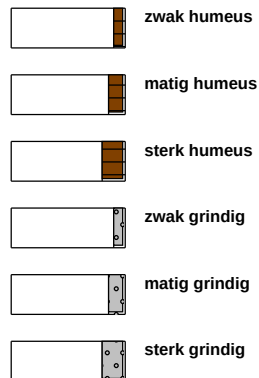
klei



leem



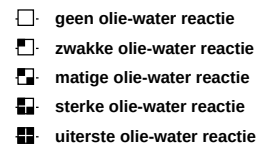
overige toevoegingen



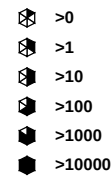
geur



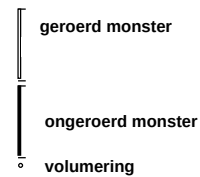
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

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 $t = t_0$

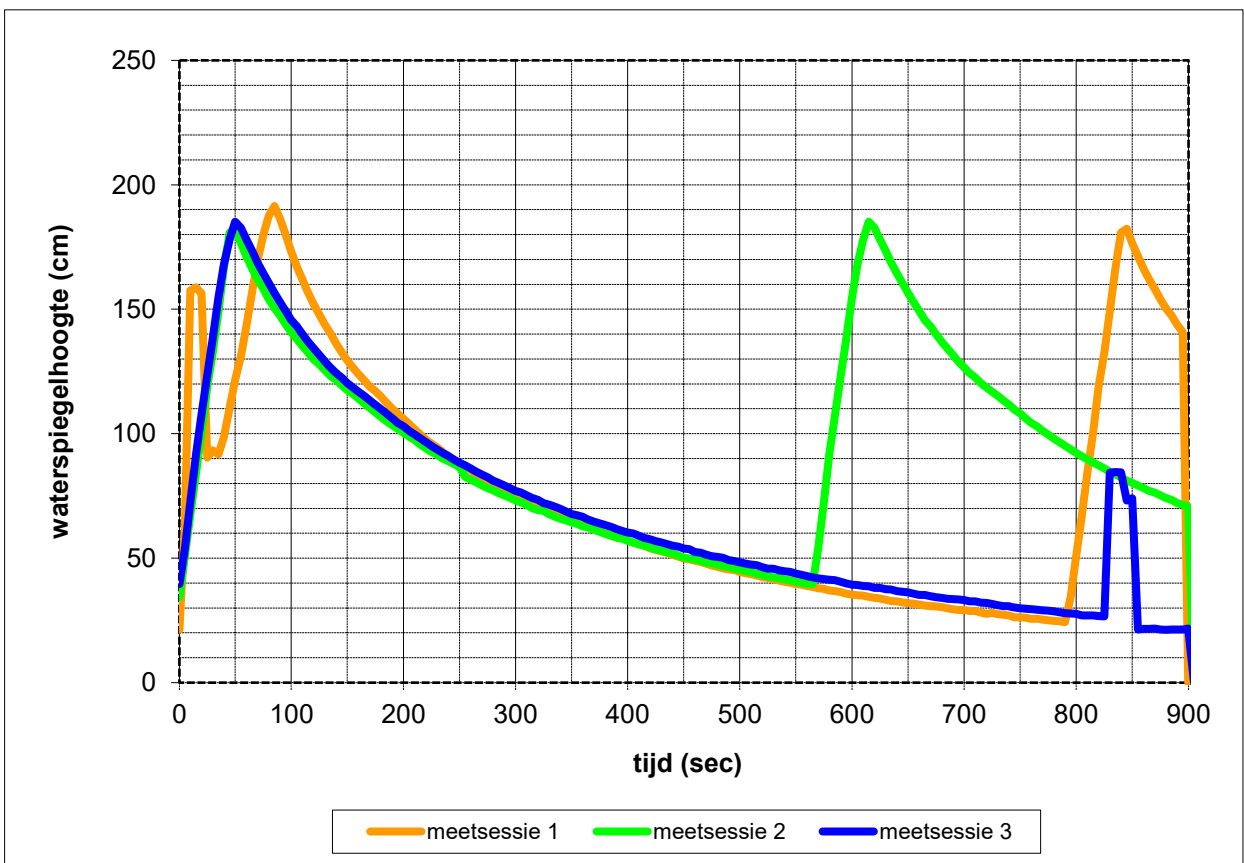
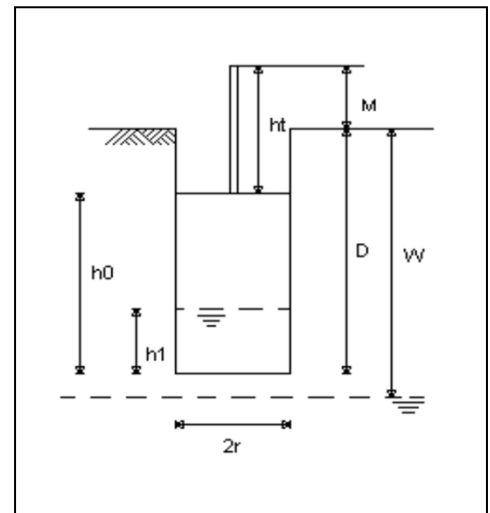
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	40	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	230	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	44,53	cm
t_1 =	750	sec
h_1 =	26,22	cm
k_f =	3,52E-05	m/s
k_f =	3,04	m/dag
rc =	-7,33E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	300	sec
h_0 =	73,18	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	40,45	cm
k_f =	4,01E-05	m/s
k_f =	3,47	m/dag
rc =	-1,31E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	48,38	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	27,62	cm
k_f =	3,12E-05	m/s
k_f =	2,69	m/dag
rc =	-6,92E-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 $t = t_0$

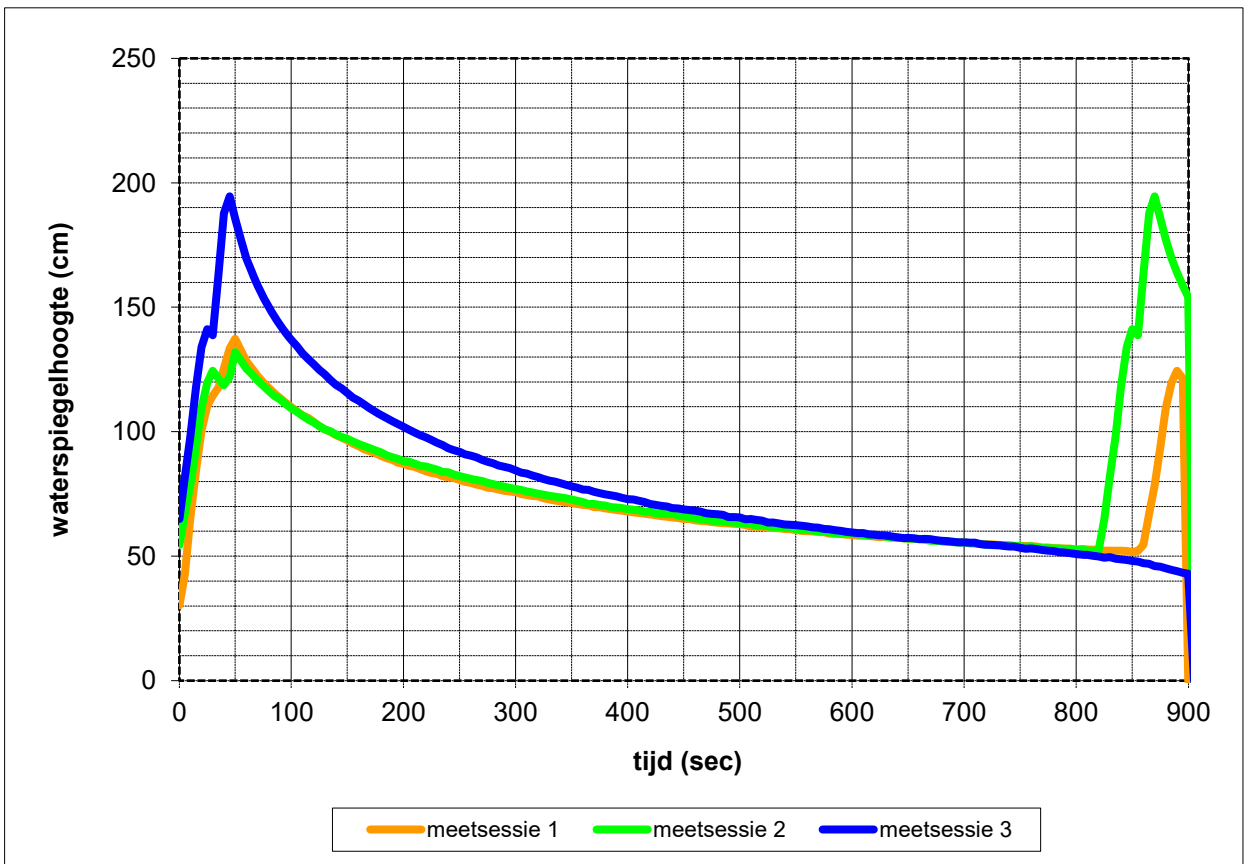
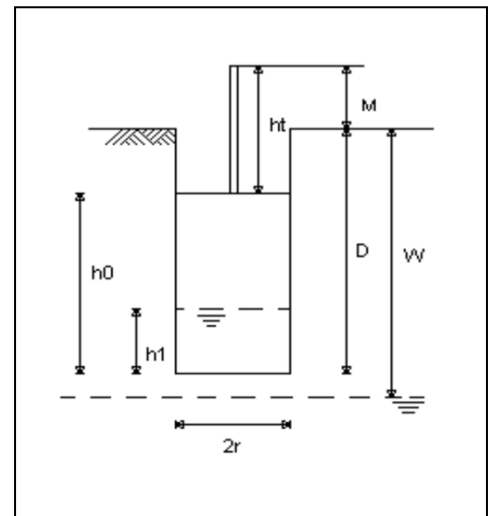
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	230	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	62,86	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	52,53	cm
k_f =	1,01E-05	m/s
k_f =	0,88	m/dag
rc =	-3,44E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	63,27	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	52,42	cm
k_f =	1,06E-05	m/s
k_f =	0,92	m/dag
rc =	-3,62E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	65,54	cm
t_1 =	750	sec
h_1 =	53,41	cm
k_f =	1,39E-05	m/s
k_f =	1,20	m/dag
rc =	-4,85E-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 $t = t_0$

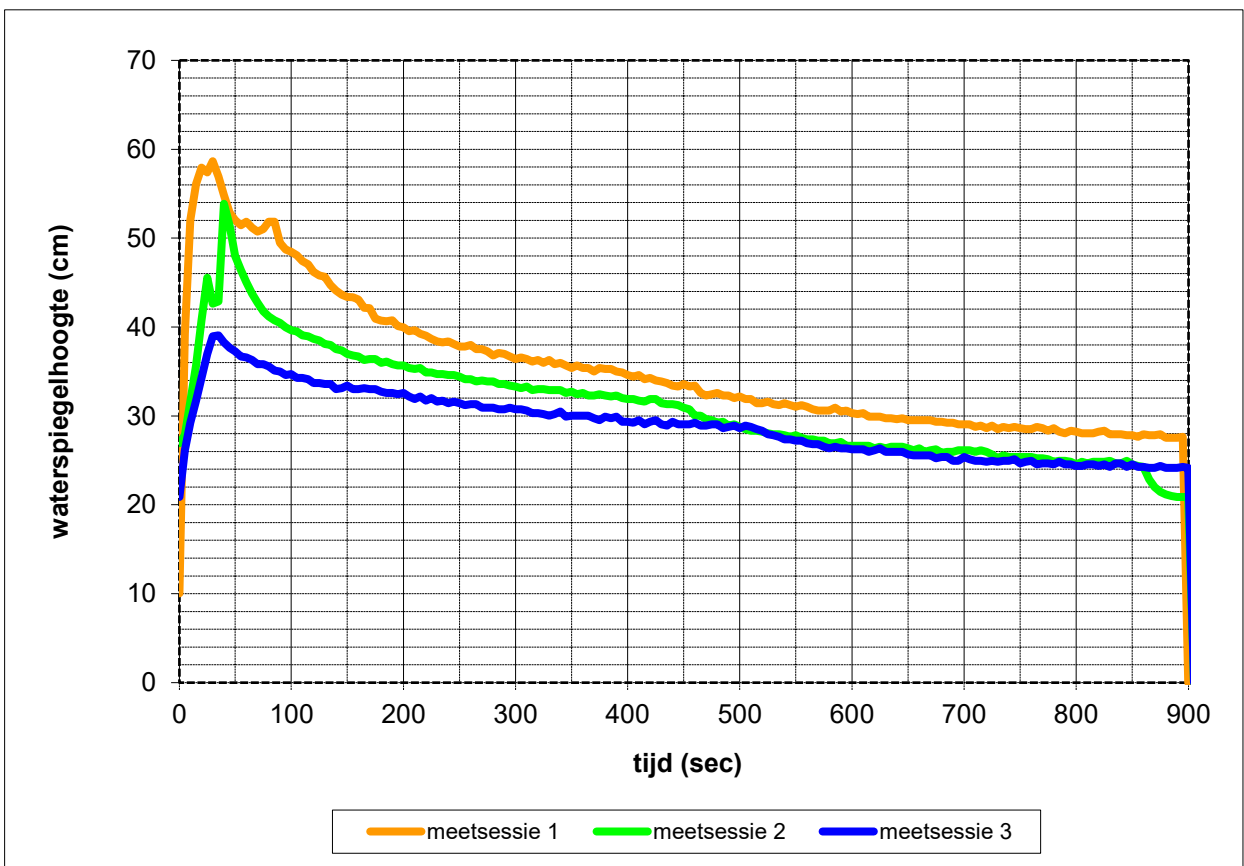
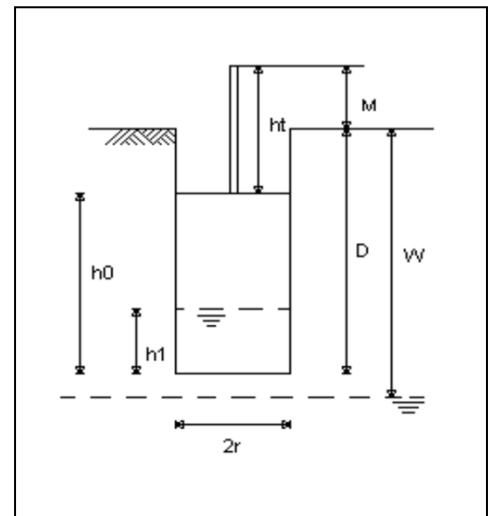
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	40	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	230	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	32,19	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	28,22	cm
k_f =	7,24E-06	m/s
k_f =	0,63	m/dag
rc =	-1,32E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	28,75	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	24,55	cm
k_f =	8,63E-06	m/s
k_f =	0,75	m/dag
rc =	-1,40E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	28,63	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	24,38	cm
k_f =	8,80E-06	m/s
k_f =	0,76	m/dag
rc =	-1,42E-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 $t = t_0$

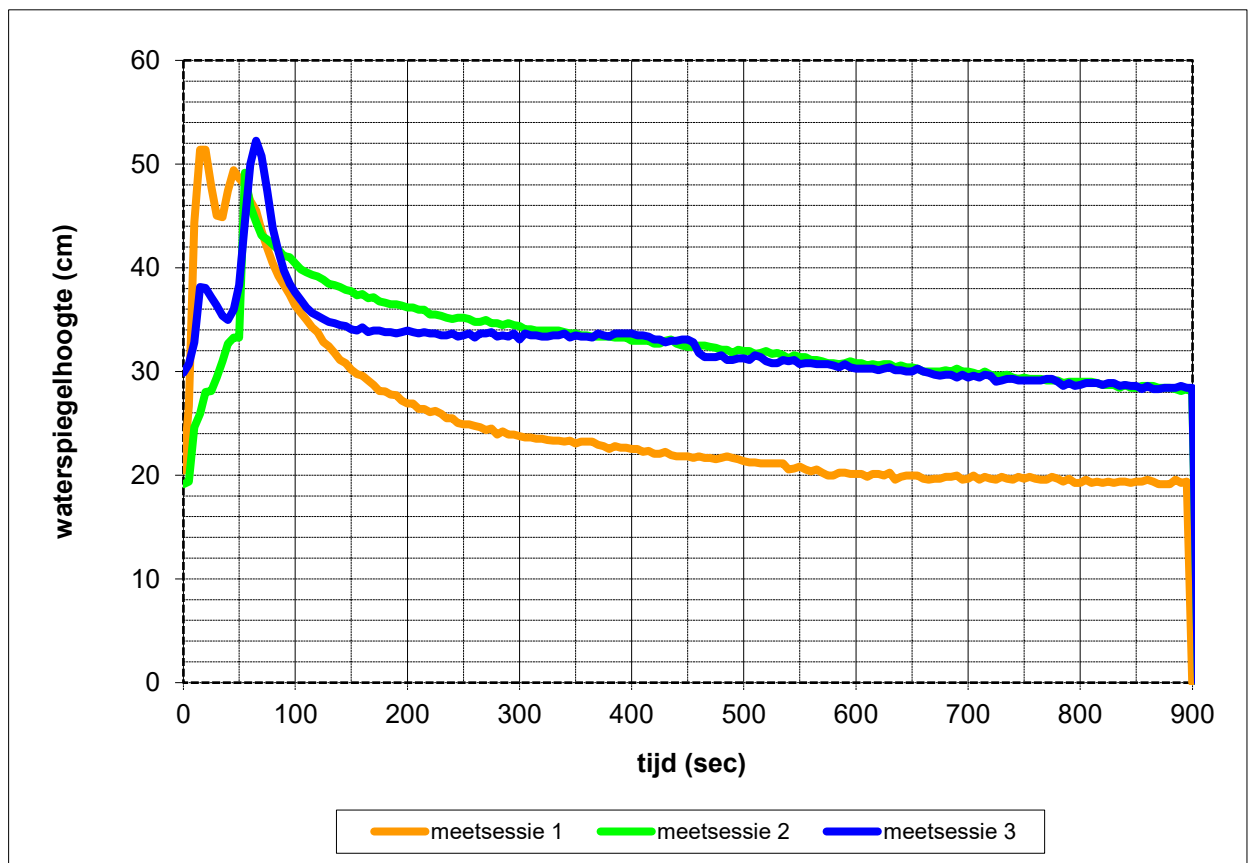
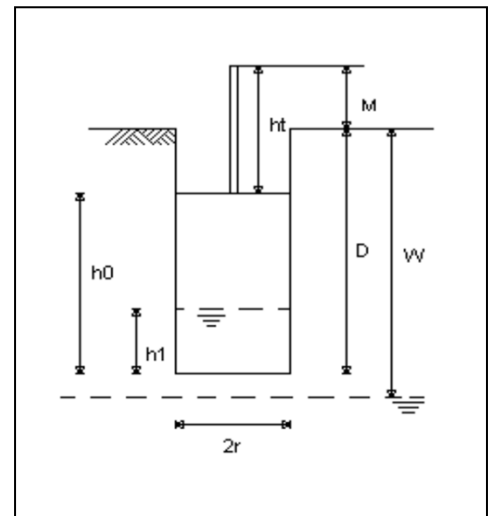
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	40	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	250	cm



Meetsessie 1		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	21,36	cm
$t_1 =$	800	sec
$h_1 =$	19,26	cm
$k_f =$	5,55E-06	m/s
$k_f =$	0,48	m/dag
$rc =$	-7,00E-05	m/s

Meetsessie 2		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	31,97	cm
$t_1 =$	800	sec
$h_1 =$	29,00	cm
$k_f =$	5,38E-06	m/s
$k_f =$	0,46	m/dag
$rc =$	-9,92E-05	m/s

Meetsessie 3		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	31,28	cm
$t_1 =$	800	sec
$h_1 =$	28,71	cm
$k_f =$	4,71E-06	m/s
$k_f =$	0,41	m/dag
$rc =$	-8,56E-05	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 $t = t_0$

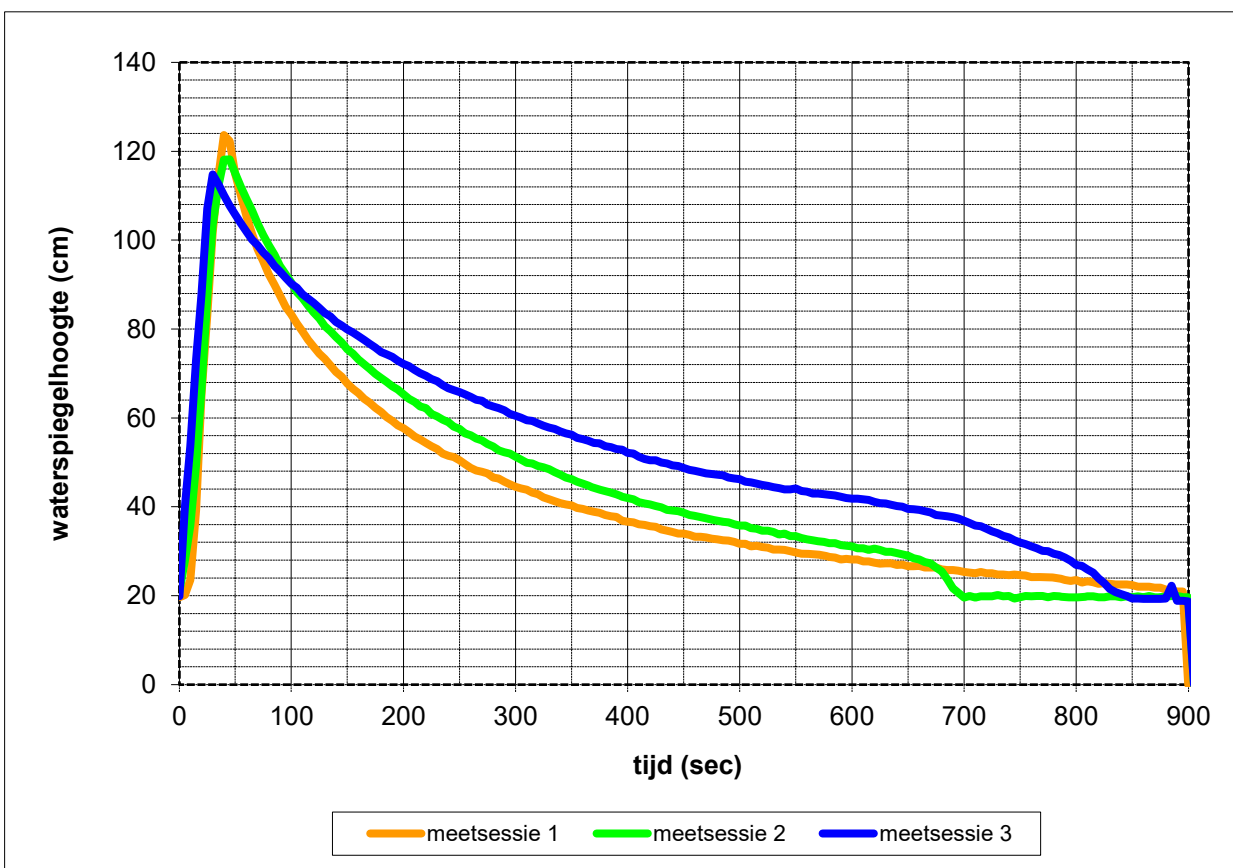
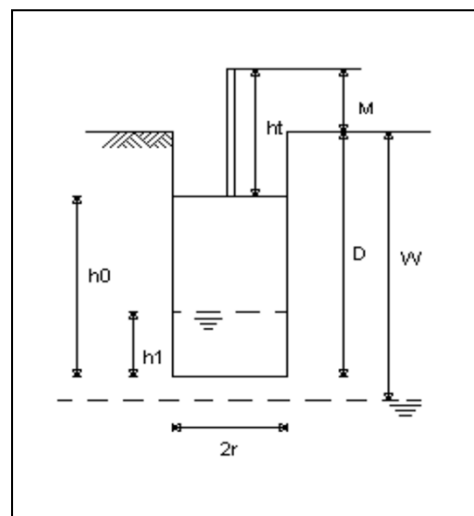
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	40	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	250	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	31,68	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	23,52	cm
k_f =	1,63E-05	m/s
k_f =	1,41	m/dag
rc =	-2,72E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	450	sec
h_0 =	38,63	cm
t_1 =	650	sec
h_1 =	29,00	cm
k_f =	2,38E-05	m/s
k_f =	2,06	m/dag
rc =	-4,81E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	450	sec
h_0 =	48,78	cm
t_1 =	650	sec
h_1 =	39,56	cm
k_f =	1,76E-05	m/s
k_f =	1,52	m/dag
rc =	-4,61E-04	m/s

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

Projectnummer GA220708
Omschrijving Nieuwbouw appartementen
 Kloosterstraat Nuland

Datum 19-9-2022

**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]	60	gemeten	k [m/d]	0,8	
oppervlak	A [m ²]	2512	veiligheid	[-]	1	
reductie	r [-]	1	wand	kw [m/d]	0,8	0,6
totaal	R [m ³]	150,7	vloer	kv [m/d]	0,8	0
porositeit [p]		0,95	verhang	l [-]	1,0	
vertraagde afvoer (l/s/ha)		0				

Afmetingen van de infiltratiesleuf*

Lengte [m]	hoogte [m]	breedte [m]
78	0,4	4,8

Toetsing

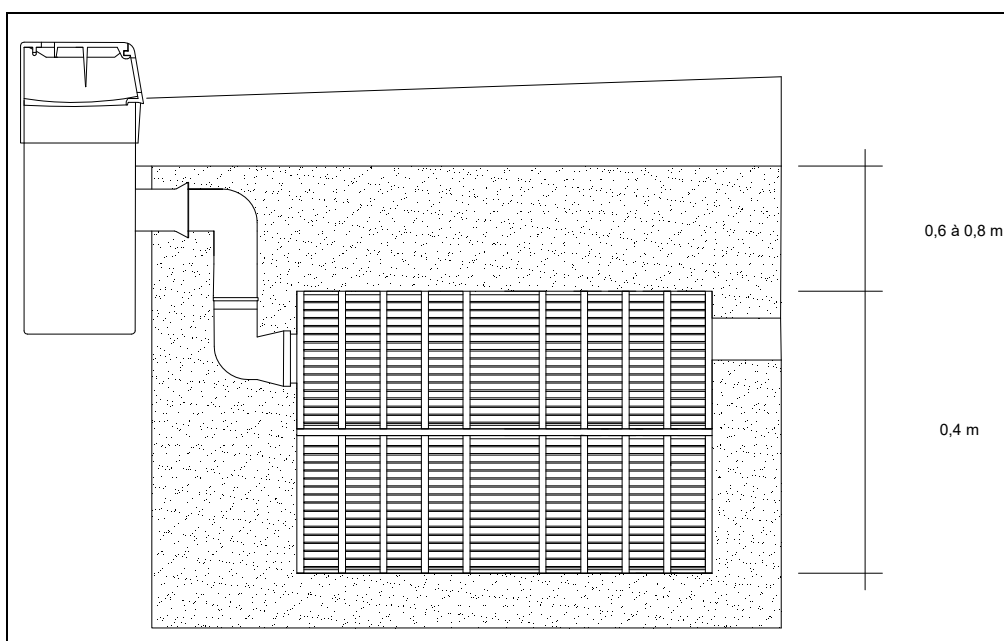
Berging [m ³]	Infiltratie tijdens bui [m ³]	vertraagde afvoer tijdens bui [m ³]
142,3	31,8	0,0

Totale afvoercapaciteit [m3]		
benodigd	beschikbaar	controle
150.7	174.1	vo/doet

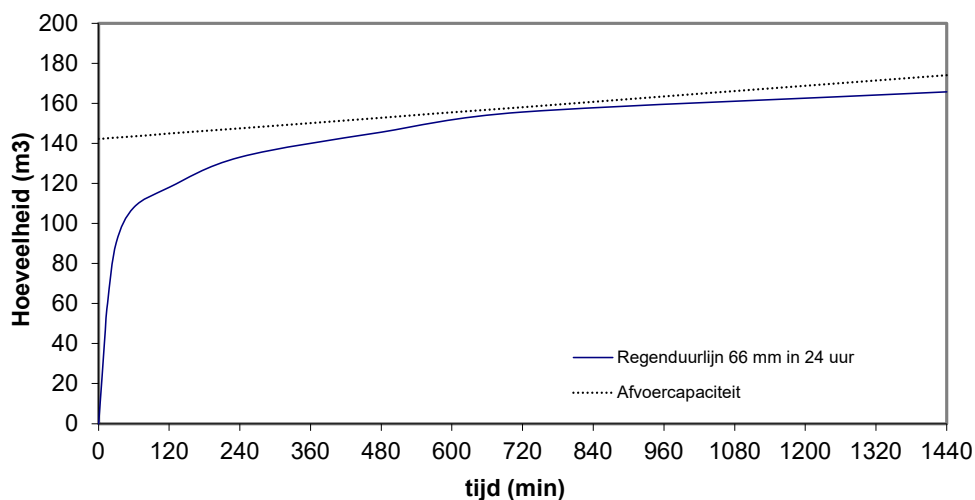
Leeglooptijd [uur]
89,8

* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 150,8 m³ te bedragen

Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



Overzicht aanvoer en capaciteit van het systeem



Projectnummer GA220708
Omschrijving Nieuwbouw appartementen
 Kloosterstraat Nuland

Datum 19-9-2022

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]	60	gemeten	k [m/d]	0,8	
oppervlak	A [m ²]	2512	veiligheid	[-]	1	
reductie	r [-]	1	wand	kw [m/d]	0,8	0,6
totaal	R [m ³]	150,7	vloer	kv [m/d]	0,8	0
porositeit [p]		0,95	verhang	l [-]	1,0	
vertraagde afvoer (l/s/ha)		0				

Afmetingen van de infiltratiesleuf*

Lengte [m]	hoogte [m]	breedte [m]
38,4	0,8	4,8

Toetsing

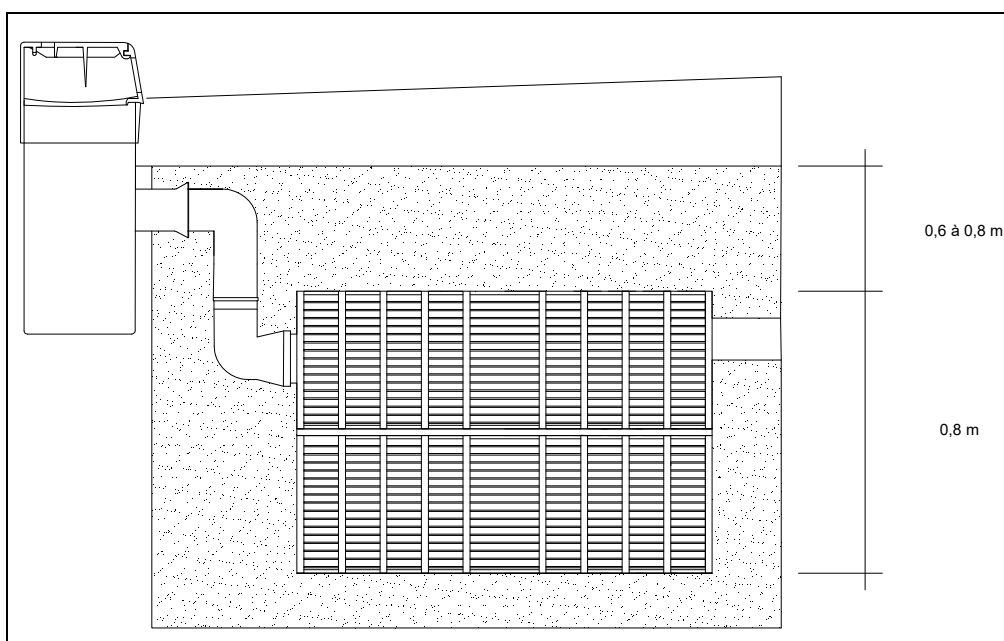
Berging [m ³]	Infiltratie tijdens bui [m ³]	vertraagde afvoer tijdens bui [m ³]
140,1	33,2	0,0

Totale afvoercapaciteit [m3]		
benodigd	beschikbaar	controle
150.7	173.3	vo/doet

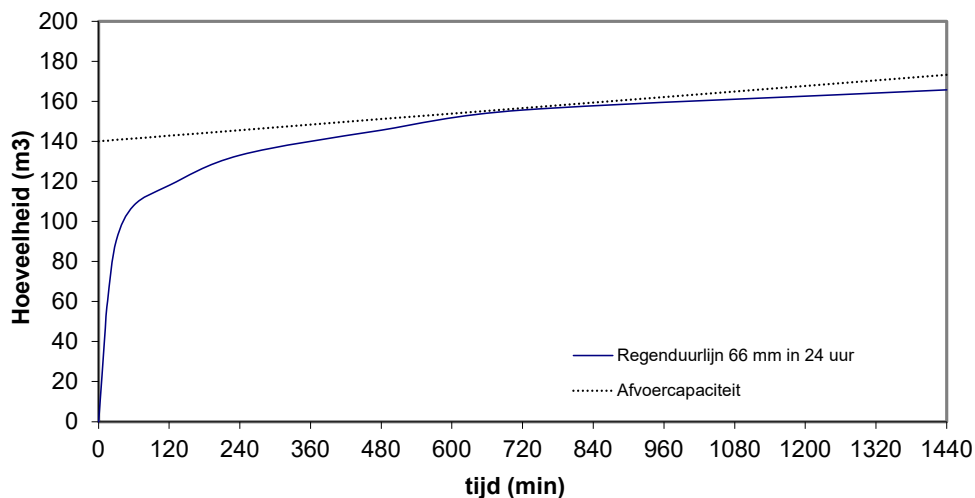
Leeglooptijd [uur]
85,0

* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 150,8 m³ te bedragen

Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



Overzicht aanvoer en capaciteit van het 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