

Infiltratieadvies

t.b.v. nieuwbouw aan de Kloosterstraat in Brunssum

GA240135.R01.V1.0

21 mei 2024



Infiltratieadvies

t.b.v. nieuwbouw aan de Kloosterstraat in Brunssum

Documentnummer GA240135.R01.V1.0

21 mei 2024

Opdrachtgever

Kaspro B.V.



Postbus 3086

6202 NB Maastricht

Auteurs

Adviseur geohydrologie C. Goudswaard MSc

Collegiale toets P.D.L. Born MSc

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie	C. Goudswaard MSc	
Collegiale toets	P.D.L. Born MSc	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Inmeting	5
2.3	Machinale boringen	5
2.4	Doorlatendheidsmetingen	5
2.5	Archiefgegevens	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
5.1.1	Algemeen	10
5.1.2	Wadi	10
5.2	Ontwerpadvies	11
5.3	Overige ontwerpaspecten	11
5.3.1	Algemeen	11
5.3.2	Wadi	11
5.4	Voorzuivering en onderhoud	12
	Bijlagen	13

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

1 Inleiding

Door Kaspro B.V. is aan Geonius de opdracht gegeven om een infiltratieonderzoek uit te voeren en een infiltratieadvies op te stellen. Dit onderzoek is nodig voor de afkoppeling van regenwater bij de nieuwbouw van woningen aan de Kloosterlaan te Brunssum. De projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

Bij het infiltratieonderzoek zijn machinale boringen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Voor de uitgangspunten voor het ontwerp van de infiltratievoorziening wordt verwezen naar paragraaf 5.1.

Separaat aan dit onderzoek is door Geonius een geotechnisch onderzoek verricht. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd in het rapport met kenmerk GA240135.R02.V1.0 d.d. 26 april 2024.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde infiltratieonderzoek als ook de dimensionering van de infiltratievoorziening.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: PDOK]

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in april 2024 zes machinale boringen en zes doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De machinale boringen zijn aanvullend op de oorspronkelijke handboringen uitgevoerd om de doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren. De oorspronkelijke handboringen zoals beschreven in het funderingsadvies (GA240135.R02.V1.0) kwamen niet op diepte en zijn vroegtijdig gestaakt. Deze zijn derhalve in voorliggend rapport buiten beschouwing gelaten. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA240135.T02 weergegeven, welke in Bijlage 1 is opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en daarmee alleen te gebruiken in het kader van voorliggend onderzoek.

2.3 Machinale boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie zes machinale boringen (genummerd GA240135 DB101 t/m DB106) tot ca. 3,3 à 4,0 m -maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en zijn opgenomen in Bijlage 2.

2.4 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA240135 DM01 t/m DM06 en zijn opgenomen in Bijlage 3.

De doorlatendheidsmetingen zijn 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.

2.5 Archiefgegevens

Aanvullend op het grondonderzoek zijn met een bureauonderzoek gegevens verzameld van de projectlocatie.

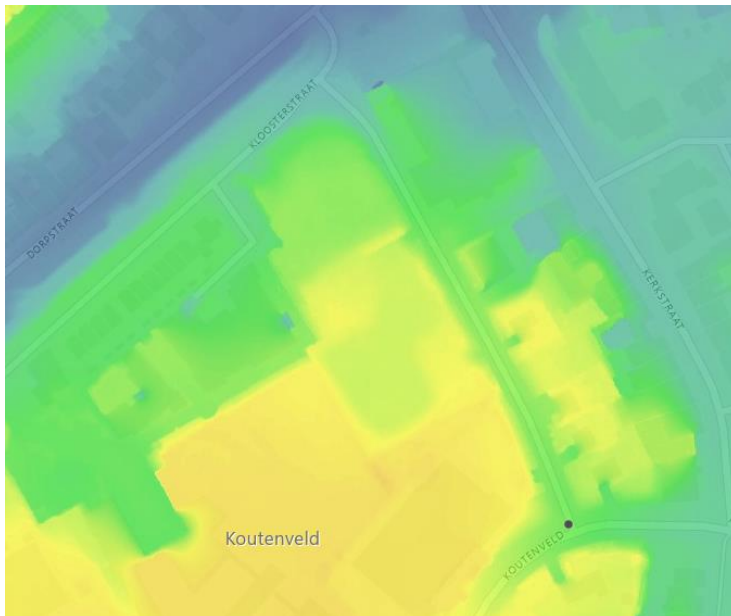
Hiervoor zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Projectarchief Geonius;
- DINOloket van TNO;
- Grondwatertools van TNO;
- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).

3 Grondslag

3.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek was het terrein braakliggend. Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +80,8 tot +78,3 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 2,5 m. Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4) wordt dit hoogteverschil op het terrein bevestigd (Figuur 3.1).



Figuur 3.1: Hoogteprofiel perceel op basis van het AHN4

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van het uitgevoerde grondonderzoek en de geraadpleegde openbare bronnen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag (Formatie van Boxtel, laagpakket van Schimmert)

Vanaf maaiveld (NAP +80,3 m à NAP +78,3 m) wordt tot ca. NAP +77,0 m een siltig middelgrove zandafzetting aangetroffen. Vanaf NAP +77,0 m tot de maximaal verkende diepte van NAP +74,2 m wordt een siltige sterk zandige afzetting aangetroffen. Lokaal (ter hoogte van DB02 en DB03) is een grindige inslag aangetroffen. Op basis van het REGIS II v2.2.1 model van TNO reiken deze afzettingen tot ca. NAP 74,0 m.

Onderlaag (Kiezeloöliet Formatie)

Hieronder wordt volgens het REGIS II v2.2.1 model van TNO een middelgrof tot grof zandpakket verwacht behorende tot de Kiezeloöliet Formatie. De afzettingen reiken tot ca. NAP +62,0 m.

3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +74,5 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.

Op basis van het IBRAHYM model van het NHI wordt de grondwaterstand verwacht op ca. 8,5 m -maaiveld, oftewel NAP +70,0 m.

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.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn zes proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd middels 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 3.1. 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	2,3 – 3,3	+75,2 tot +74,2	ZAND, middelgrof, siltig	2,5 – >5
DM02	2,4 – 3,4	+76,2 tot +75,2	ZAND, middelgrof, siltig en GRIND, sterk zandig	2,5 – >5
DM03	2,3 – 3,3	+76,5 tot +75,5	ZAND, middelgrof, siltig en GRIND, sterk zandig	0,8 – >5
DM04	2,6 – 3,6	+77,3 tot +76,3	ZAND, middelgrof, siltig	0,6 – 1,3
DM05	3,0 – 4,0	+77,0 tot +78,0	ZAND, middelgrof, siltig	>5
DM06	2,5 – 3,5	+77,5 tot +78,5	ZAND, middelgrof, siltig	0,6 – 0,8

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 metingen. De doorlatendheid van de bodem is geïnclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste 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	2,3 – 3,3	+75,2 tot +74,2	2,5	Goed	Ja
DM02	2,4 – 3,4	+76,2 tot +75,2	2,5	Goed	Ja
DM03	2,3 – 3,3	+76,5 tot +75,5	0,8	Vrij goed	Ja
DM04	2,6 – 3,6	+77,3 tot +76,3	0,6	Vrij goed	Ja
DM05	3,0 – 4,0	+77,0 tot +78,0	>5	Goed	Ja
DM06	2,5 – 3,5	+77,5 tot +78,5	0,6	Vrij goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 8,5 m - maaiveld ofwel NAP +70,0 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. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen geroerde, 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 naar verwachting tot de mogelijkheden, maar zal ten koste

gaan van de beschikbare ruimte. 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. Dit behoort tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m -maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar biedt gezien de goed doorlatende 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 vrij goed tot goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld doormiddel van een wadi, of infiltratiekratten en/of grindkoffers. Infiltratie naar dieper gelegen lagen door gebruik te maken van o.a. grindpalen wordt niet nodig geacht. In het volgende hoofdstuk zal een infiltratiesysteem in de vorm van infiltratiekratten verder worden uitgewerkt.

5 Dimensionering infiltratievoorziening

5.1 Uitgangspunten

Ten aanzien van het totaal afwaterende oppervlak, de vrij goede tot goede doorlatendheid van de ondiepe ondergrond, de wensen van de opdrachtgever en de beschikbare ruimte op het terrein adviseren wij het toepassen van een wadi als infiltratiesysteem.

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

5.1.1 Algemeen

- conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever bedraagt het totale afwaterend oppervlak voor de uitbreiding ca. 3.350 m²;
- conform het Programma van eisen: Inrichting Openbare Ruimte van de gemeente Brunssum, dient de voorziening gedimensioneerd te worden op een bui T=50 (50 mm in 2 uur);
- de hoeveelheid toestromend water is berekend op basis van het afwaterend oppervlak en de gehanteerde bui. De uitkomst van deze berekeningen bedraagt ca. 172,0 m³;
- conform de richtlijnen van RIONED wordt een ledigingstijd van maximaal 24 uur gehanteerd. Indien vanwege de doorlatendheid niet aan de ledigingstijd van 24 uur kan worden voldaan dient een tweede ontwerpbui geborgen te kunnen worden in het systeem inclusief het restant van de eerste bui;
- 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 2,0 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.

5.1.2 Wadi

- conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever is op vier locaties ruimte gereserveerd voor de aanleg van een wadi met een totaal oppervlak van ca. 210 m². Hierbij wordt rekening gehouden met een maximale breedte van de wadi van ca. 6 m;
- voor de wadi is uitgegaan van een talud van 1:3 of flauwer zodat deze nog machinaal gemaaid kan worden;
- voor de wadi wordt ervan uitgegaan dat deze ontstaat door ontgraving van het terrein en begroeid zal zijn met gras. Derhalve is voor de berekening van de wadi conform de Leidraad Riolerings uitgingen van de doorlatendheid van gras welke conform de leidraad 0,5 m/dag bedraagt. Eventueel kan de bodem van de wadi voorzien worden van drains en drainagezand;
- voor de berekening is uitgegaan van een wadi met een diepte van 0,5 en een waakhogte van 0,1 m. De maximale waterdiepte komt hiermee op 0,4 m;
- voor het dimensioneren van een voorziening middels een wadi is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolerings 40% van de hoogte van de wanden meegenomen en 100% van het bodemoppervlak;

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 5.1 is berekend welke dimensionering de voorzieningen minimaal moet hebben om aan de eisen te voldoen en of de voorziening daarmee aan de ledigingstijd voldoet. Hierbij zijn twee varianten beschouwd. De eerste variant is op basis van een maximale breedte van ca. 6,0 m conform het bestaande ontwerp van de opdracht. In de tweede variant is berekend welke afmetingen benodigd zijn wanneer gerekend wordt met een enkele rechthoekige wadi. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 5.

Tabel 5.1: Afmetingen infiltratievoorziening: wadi

Bodem (lxb) [m]	Diepte [m]	Waakhoogte [m]	Talud	Ruimtebeslag [m ²]	Oppervlak* [m ²]	Berging [m ³]	Leeglooptijd [uur]
110,0 x 3,0	0,5	0,1	1:3	678,0	621,9	186,8	22
28,0 x 14,0	0,5	0,1	1:3	527,0	504,3	177,5	22

*Tot het infiltrerend oppervlak wordt het oppervlak van de bodem alsmede het oppervlak van het talud tot aan de waakhoogte gerekend.

Op basis van het totaal afwateren oppervlak en de gehanteerde bui is een berging van minimaal 172,0 m³ benodigd. Op basis van het ingetekend oppervlak beschikbaar voor de wadi's van ca. 210 m² wordt niet voldaan aan de bergingseis van de gemeente. Hiervoor is, op basis van het realiseren van smalle wadi's, tenminste 621,9 m² benodigd om voldoende bergingscapaciteit te realiseren.

De tweede dimensionering is gebaseerd op de aanwezige groenvoorziening langs de Kloosterstraat. Hier is in het huidige ontwerp een wadi van ca. 130 m² ingetekend. Ter plaatse van deze groenvoorziening is voldoende ruimte beschikbaar om een enkele wadi met een totale lengte van 31,0 m en een breedte van 17,0 m te realiseren waarmee aan de eisen van de gemeente wordt voldaan. Door gebruik te maken van een bredere bodem voor de wadi hoeft in totaal minder ruimte voor de waterberging gereserveerd te worden.

5.3 Overige ontwerpaspecten

5.3.1 Algemeen

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.

5.3.2 Wadi

Om infiltratie te bevorderen en het ruimtebeslag te verkleinen kan het systeem via een bodemfilter en/of overstortvoorziening nog op een ondergronds pakket van poreus materiaal, infiltratiekragen of drainbuizen worden aangesloten.

Tijdens de aanleg van de wadi dient te worden opgelet dat bouwverkeer de bodem niet dichtrijdt of verslemt. In deze fase vormt ook het dichtslibben van de bodem door bouwafval, zand en slib een risico welke de infiltratiecapaciteit negatief beïnvloedt.

Wij adviseren de wadi van een bodemfilter te voorzien met humeus materiaal. Hierop kan vegetatie groeien, waarvan de beworteling zorgt voor een doorlopend poriënstelsel, hetgeen de infiltratie bevordert.

Het maaien van de grasgedeeltes van de wadi dient in goede weersomstandigheden plaats te vinden. Er dient voorkomen te worden dat eventuele beplanting de wadi overwoekerd. Afgevallen blad dient regelmatig uit de voorziening verwijderd te worden.

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.

Het maaien van de grasgedeeltes van het infiltratie veld dient in goede weersomstandigheden plaats te vinden. Er dient voorkomen te worden dat eventuele beplanting het infiltratieveld overwoekert. Afgevallen blad dient regelmatig uit de voorziening verwijderd te worden.

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.

We adviseren een bodemfilter aan te leggen in de toplaag van de wadi. 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.

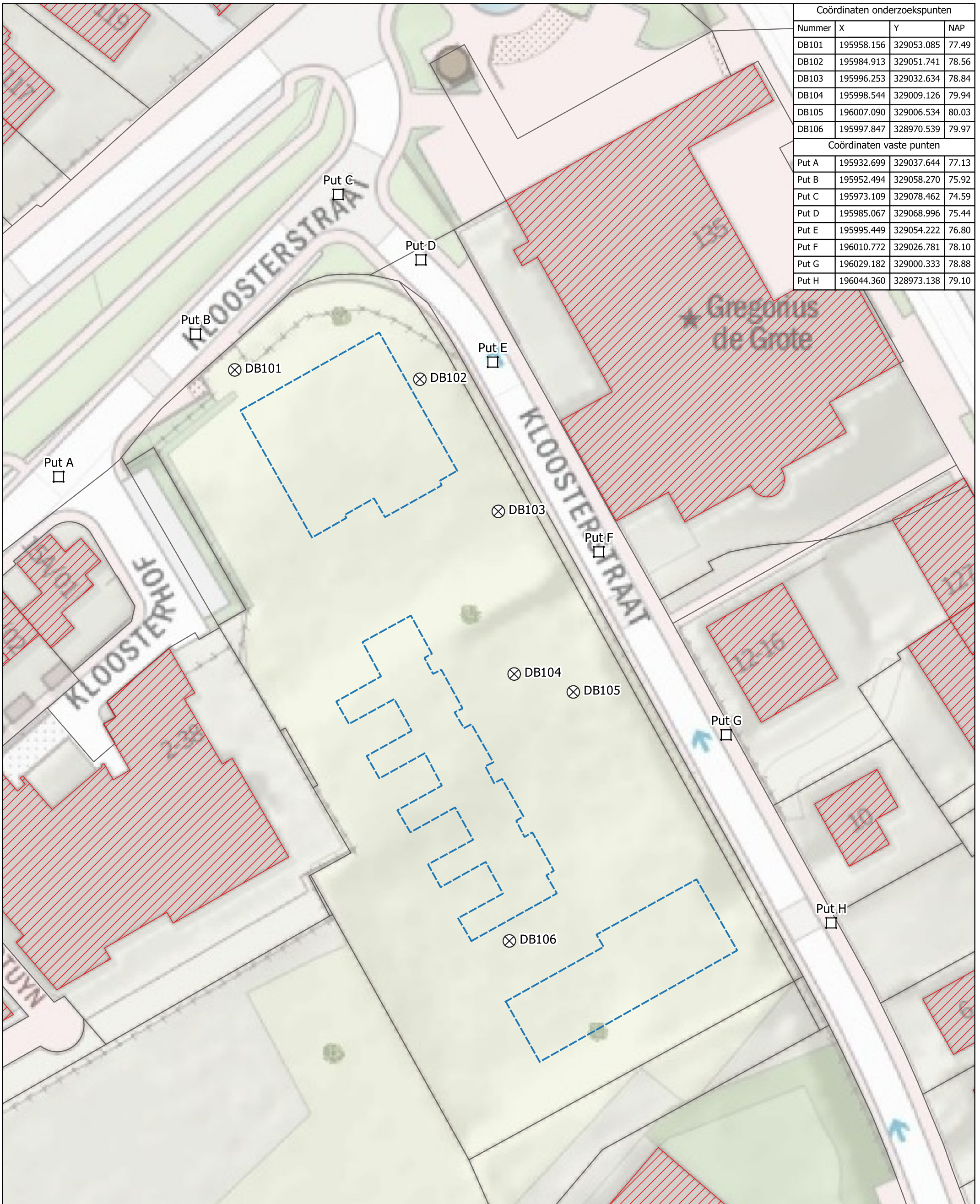
Er zijn voorzuiveringssystemen beschikbaar waarmee tot ca. 80% van de vaste bestanddelen uit het te infiltreren water kunnen worden afgevangen. Zo kan toepassing van een goede voorzuivering en regelmatig onderhoud de levensduur van een infiltratiesysteem significant verlengen. Ook kan een vertraagde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

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
DB101	195958.156	329053.085	77.49
DB102	195984.913	329051.741	78.56
DB103	195996.253	329032.634	78.84
DB104	195998.544	329009.126	79.94
DB105	196007.090	329006.534	80.03
DB106	195997.847	328970.539	79.97
Coördinaten vaste punten			
Put A	195932.699	329037.644	77.13
Put B	195952.494	329058.270	75.92
Put C	195973.109	329078.462	74.59
Put D	195985.067	329068.996	75.44
Put E	195995.449	329054.222	76.80
Put F	196010.772	329026.781	78.10
Put G	196029.182	329000.333	78.88
Put H	196044.360	328973.138	79.10



Putdeksel
 Geplande nieuwbouw

Project	Nb woningen/appartementen		
Locatie	aan de Kloosterstraat in Brunssum		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA240135	Projectleider	M. Vankan
Bijlagenr	T02	Getekend	M. Vankan
Datum	30-4-2024	Formaat	A3

GEONIUS
 Geonius Geotechniek
 +31 (0) 88 1300 600
 De Asselen Kuil 10
 6161 RD Geleen
 www.geonius.nl

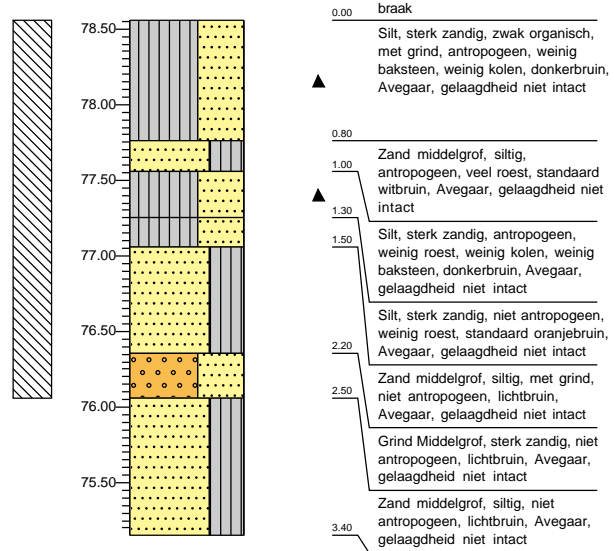
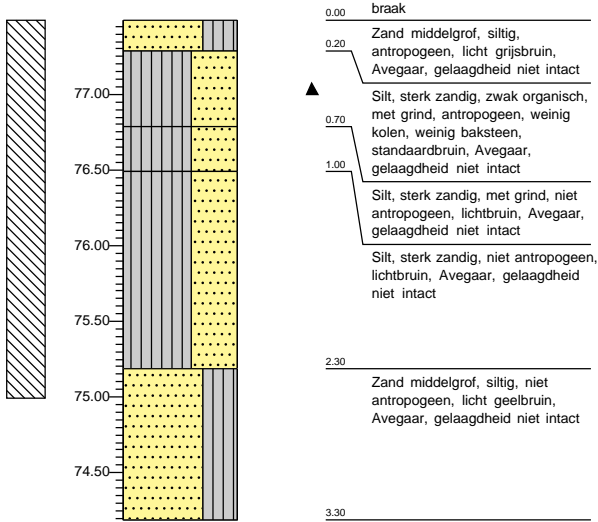
Schaal 1:500

0 5 10 15 20 25 m

Bijlage 2 Boringen

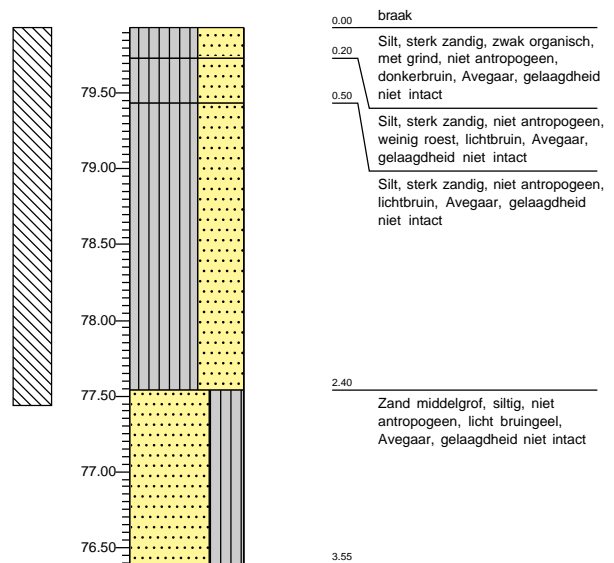
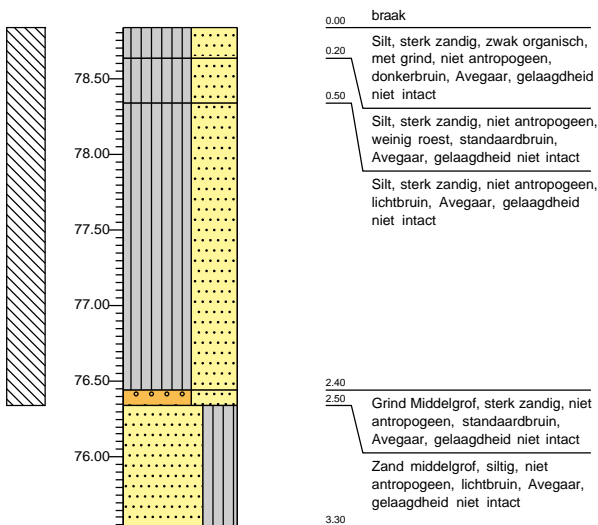
Boring: DB101
 Maaiveldhoogte: 77.491 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 195958,16
 Datum: 15-4-2024 Y-coördinaat: 329053,09

Boring: DB102
 Maaiveldhoogte: 78.558 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 195984,91
 Datum: 15-4-2024 Y-coördinaat: 329051,74



Boring: DB103
 Maaiveldhoogte: 78.839 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 195996,25
 Datum: 15-4-2024 Y-coördinaat: 329032,63

Boring: DB104
 Maaiveldhoogte: 79.936 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 195998,54
 Datum: 15-4-2024 Y-coördinaat: 329009,13

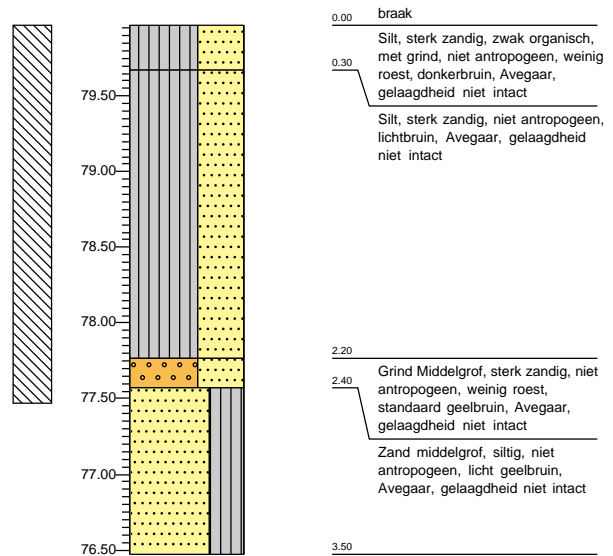
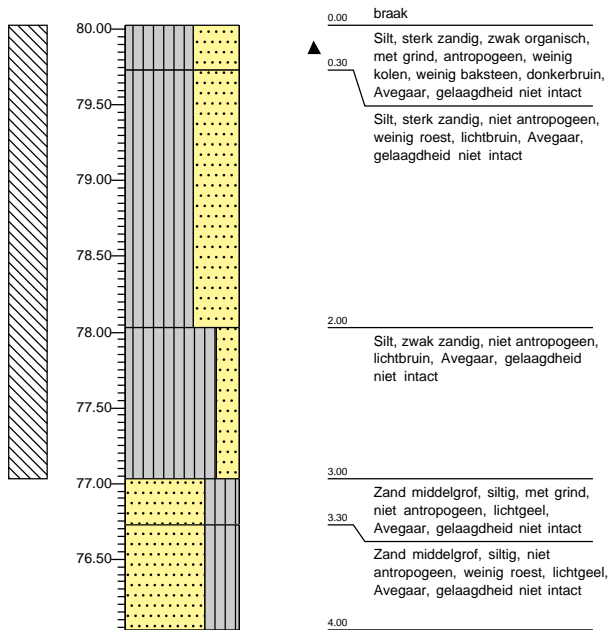


Boring: DB105
 Maaiveldhoogte: 80.029 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 15-4-2024

X-coördinaat: 196007,09
 Y-coördinaat: 329006,53

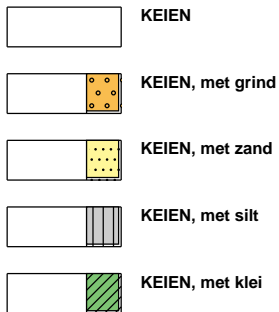
Boring: DB106
 Maaiveldhoogte: 79.968 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 15-4-2024

X-coördinaat: 195997,85
 Y-coördinaat: 328970,54



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

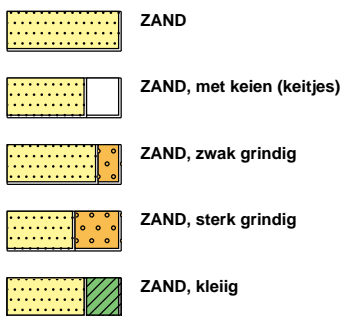
KEIEN (KEITJES)



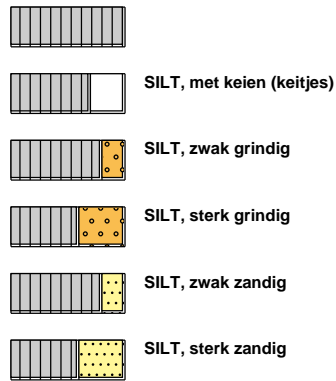
GRIND



ZAND



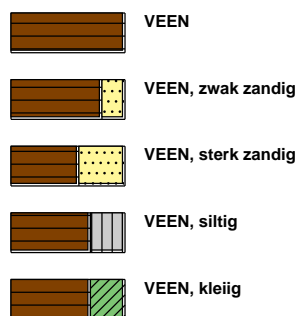
SILT



KLEI



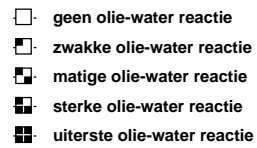
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



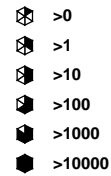
geur



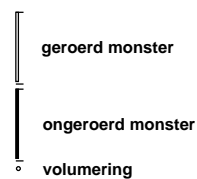
olie



p.i.d.-waarde



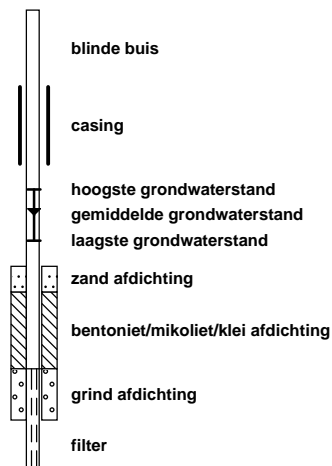
monsters



overig



peilbuis



Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

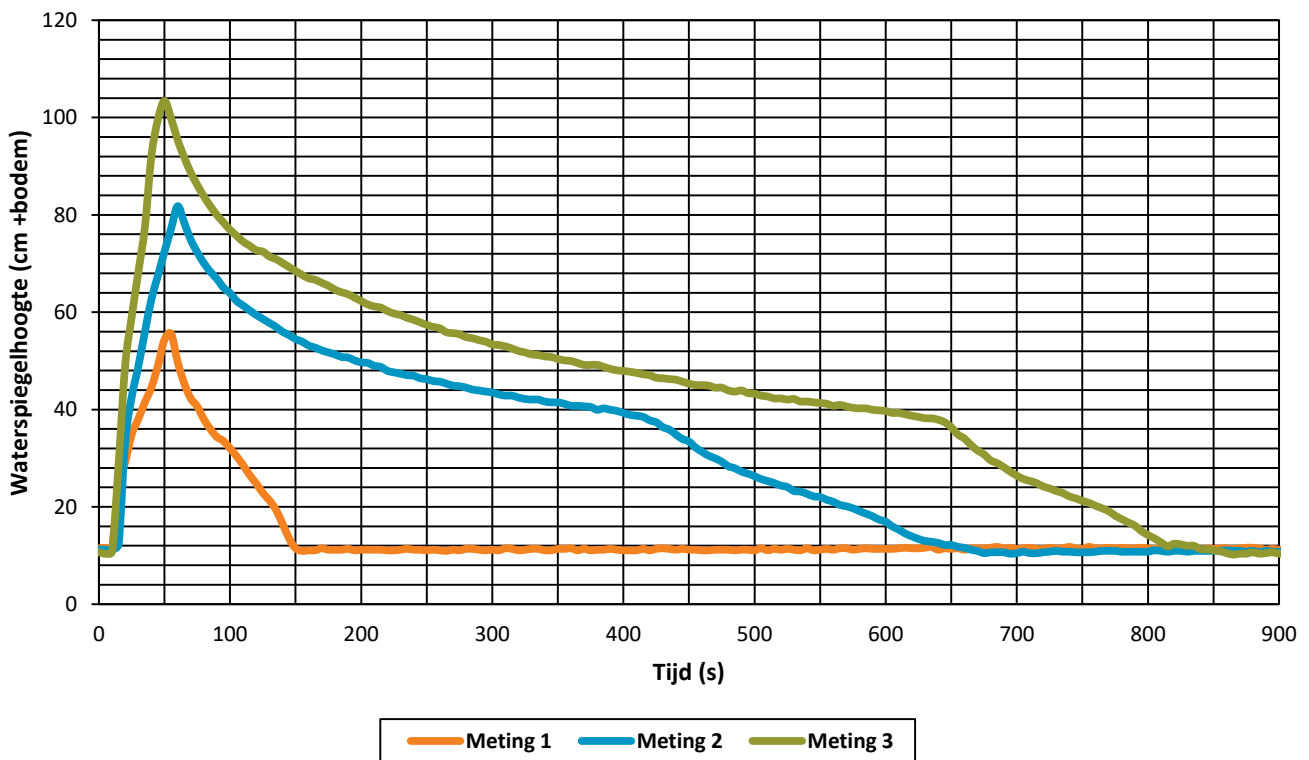
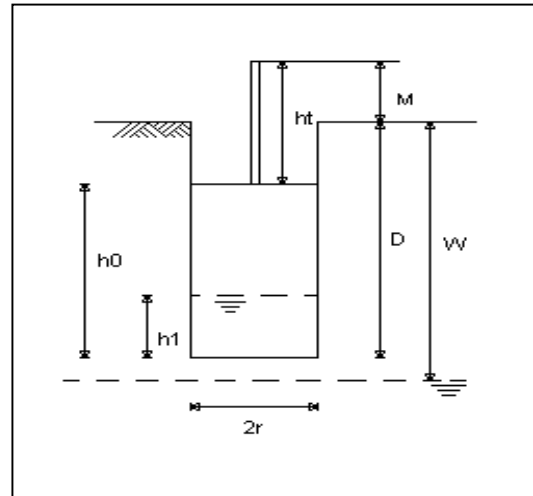
$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	330	cm
Standaardhoogte	M:	70	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	60 sec
h ₀	=	49,8 cm
t ₁	=	120 sec
h ₁	=	24,8 cm
k _f	=	2,7E-04 m/s
r _c	=	-4,2E-03 m/s
k	=	>5 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	200 sec
h ₀	=	49,7 cm
t ₁	=	350 sec
h ₁	=	41,5 cm
k _f	=	2,9E-05 m/s
r _c	=	-5,5E-04 m/s
k	=	2,5 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	150 sec
h ₀	=	68,5 cm
t ₁	=	350 sec
h ₁	=	50,4 cm
k _f	=	3,7E-05 m/s
r _c	=	-9,0E-04 m/s
k	=	3,2 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

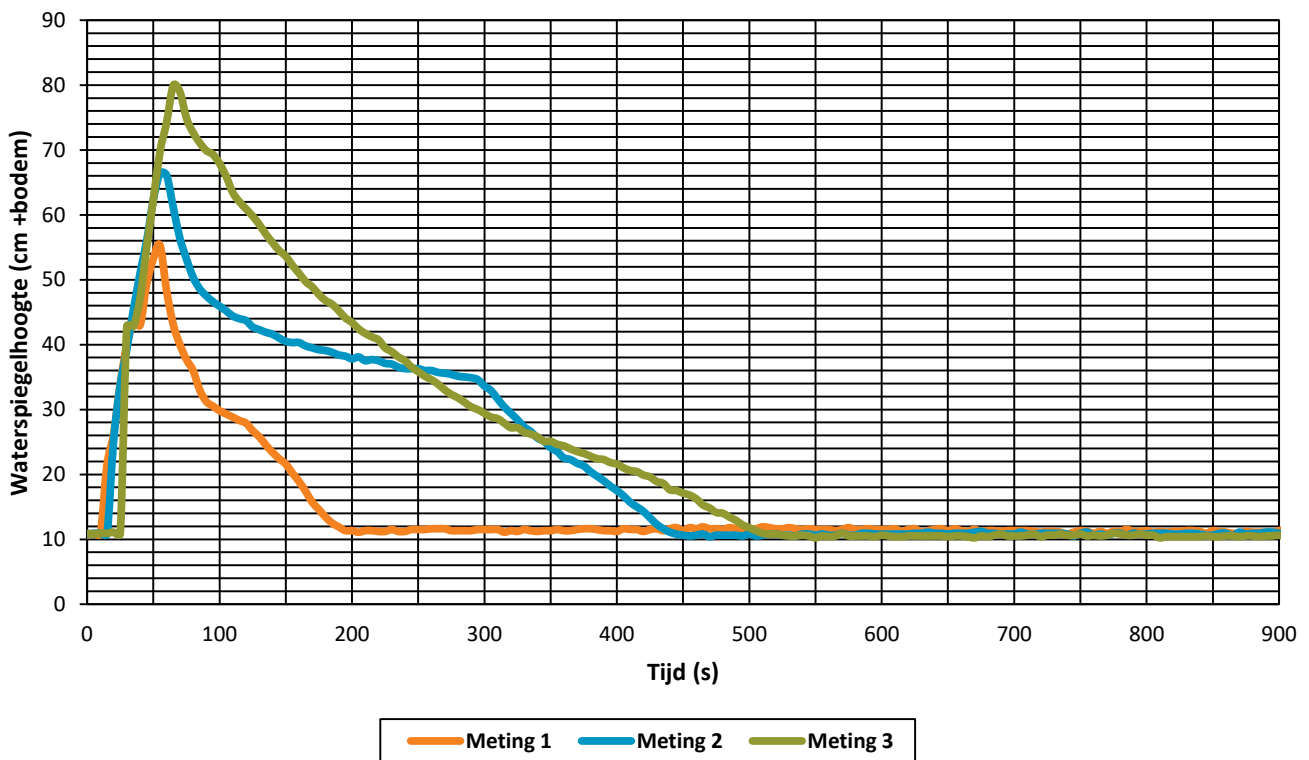
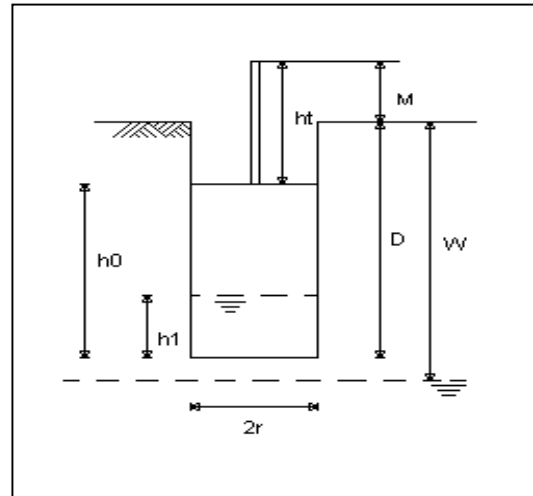
$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	340	cm
Standaardhoogte	M:	60	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	60 sec
h ₀	=	48,3 cm
t ₁	=	120 sec
h ₁	=	27,9 cm
k _f	=	2,1E-04 m/s
r _c	=	-3,4E-03 m/s
k	=	>5 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	150 sec
h ₀	=	40,5 cm
t ₁	=	250 sec
h ₁	=	36,3 cm
k _f	=	2,6E-05 m/s
r _c	=	-4,2E-04 m/s
k	=	2,2 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	200 sec
h ₀	=	43,4 cm
t ₁	=	400 sec
h ₁	=	21,6 cm
k _f	=	8,0E-05 m/s
r _c	=	-1,1E-03 m/s
k	=	>5 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

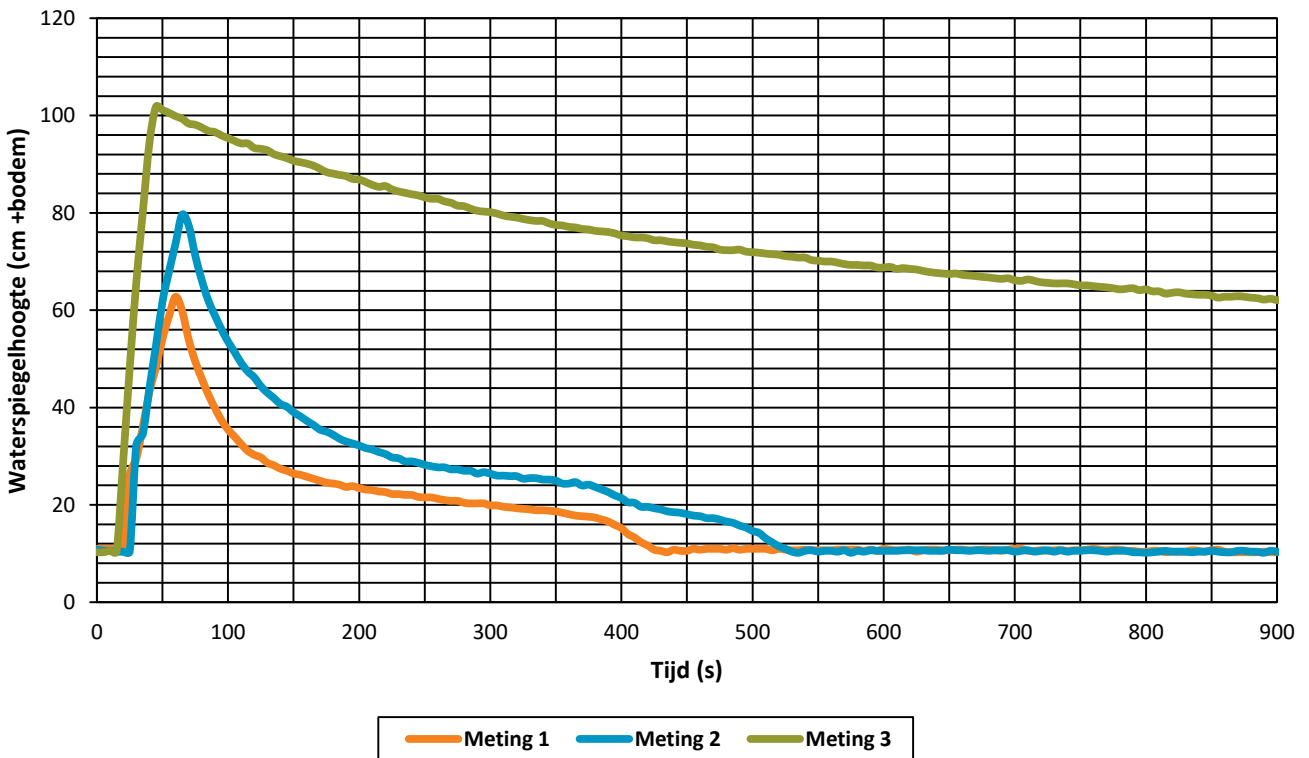
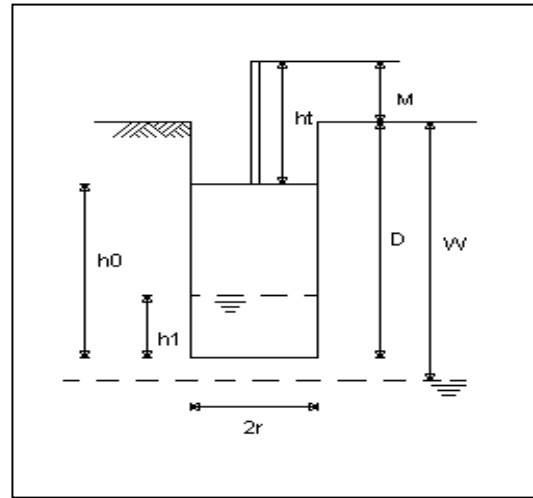
$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	330	cm
Standaardhoogte	M:	70	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	230 sec
h ₀	=	22,2 cm
t ₁	=	320 sec
h ₁	=	19,3 cm
k _f	=	3,5E-05 m/s
r _c	=	-3,2E-04 m/s
k	=	3,0 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	150 sec
h ₀	=	39,0 cm
t ₁	=	300 sec
h ₁	=	26,4 cm
k _f	=	6,0E-05 m/s
r _c	=	-8,4E-04 m/s
k	=	>5 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	500 sec
h ₀	=	71,9 cm
t ₁	=	800 sec
h ₁	=	64,3 cm
k _f	=	9,0E-06 m/s
r _c	=	-2,5E-04 m/s
k	=	0,8 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

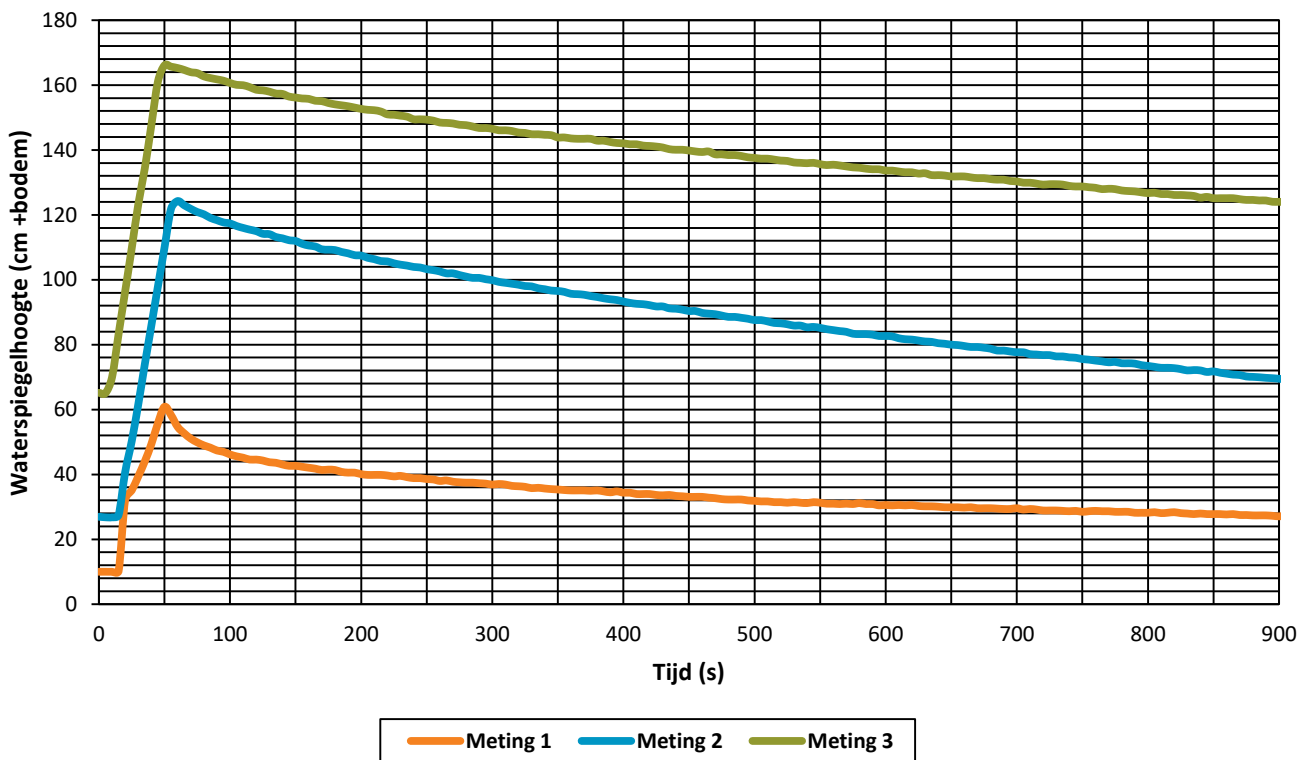
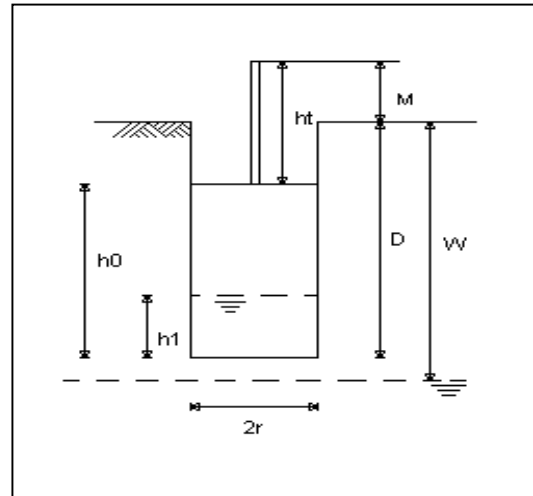
$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	355	cm
Standaardhoogte	M:	45	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	36,9 cm
t ₁	=	600 sec
h ₁	=	30,6 cm
k _f	=	1,5E-05 m/s
r _c	=	-2,1E-04 m/s
k	=	1,3 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	99,9 cm
t ₁	=	600 sec
h ₁	=	82,7 cm
k _f	=	1,5E-05 m/s
r _c	=	-5,7E-04 m/s
k	=	1,3 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	146,5 cm
t ₁	=	600 sec
h ₁	=	133,7 cm
k _f	=	7,5E-06 m/s
r _c	=	-4,3E-04 m/s
k	=	0,7 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

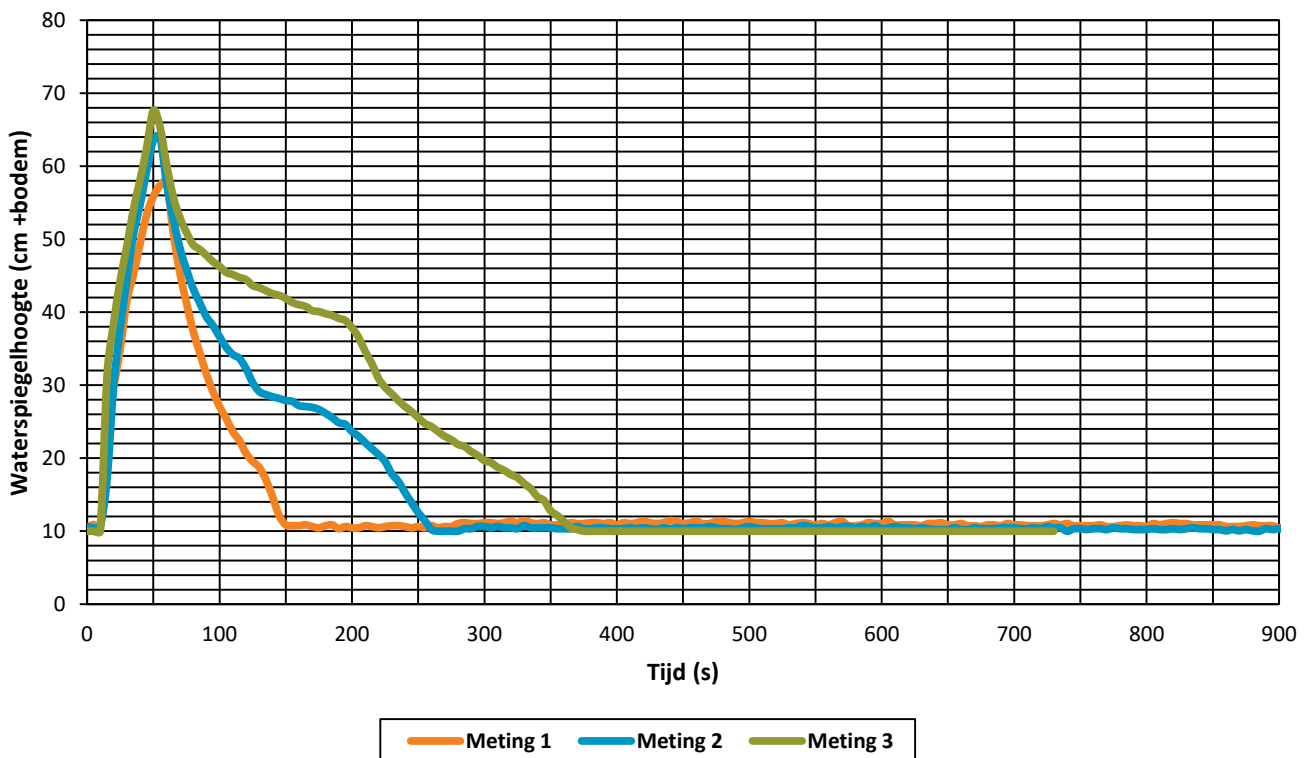
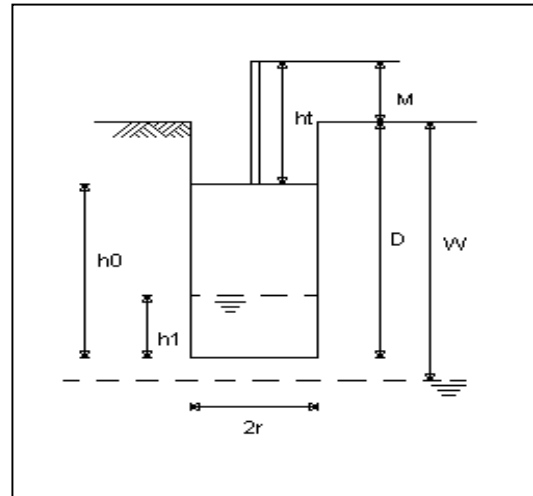
$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	400	cm
Standaardhoogte	M:	0	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	75 sec
h ₀	=	41,3 cm
t ₁	=	110 sec
h ₁	=	23,6 cm
k _f	=	3,7E-04 m/s
rc	=	-5,0E-03 m/s
k	=	>5 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	100 sec
h ₀	=	36,7 cm
t ₁	=	150 sec
h ₁	=	27,9 cm
k _f	=	1,3E-04 m/s
rc	=	-1,8E-03 m/s
k	=	>5 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	100 sec
h ₀	=	46,3 cm
t ₁	=	200 sec
h ₁	=	37,9 cm
k _f	=	4,7E-05 m/s
rc	=	-8,4E-04 m/s
k	=	4,1 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

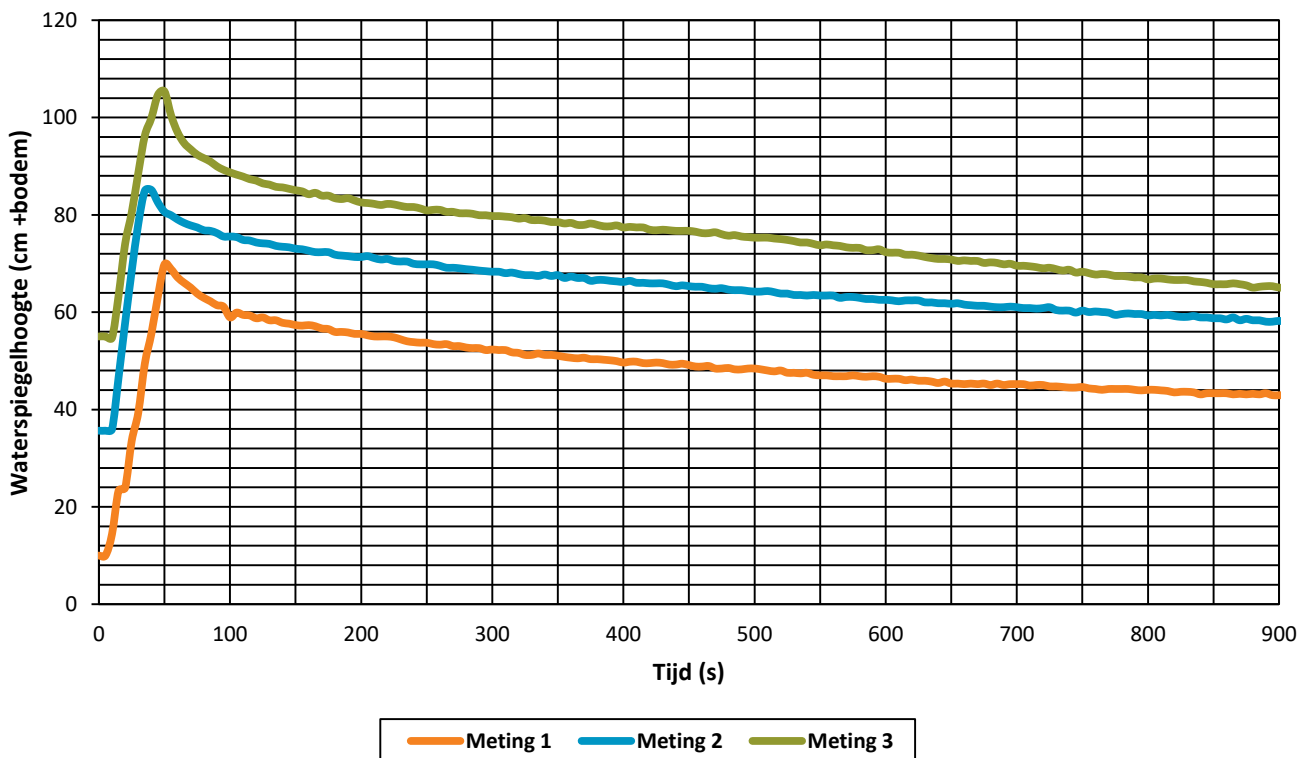
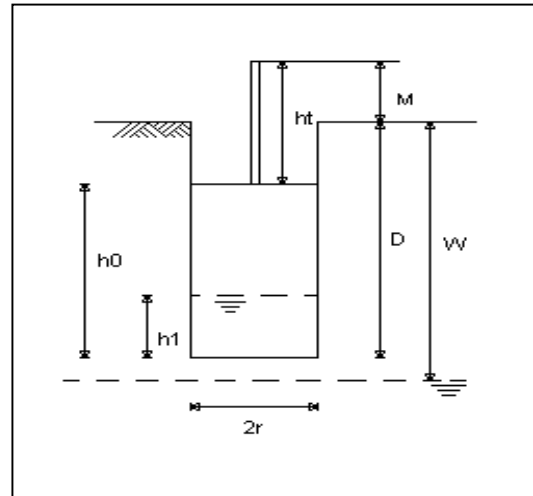
$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

- h₀ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₀
- h₁ = waterhoogte in boorgat op tijdstip t = t₁
- r = radius boorgat
- dt = verlopen tijd van t = t₀ tot t = t₁

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	350	cm
Standaardhoogte	M:	50	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	52,3 cm
t ₁	=	500 sec
h ₁	=	48,4 cm
k _f	=	9,2E-06 m/s
r _c	=	-2,0E-04 m/s
k	=	0,8 m/d

Meetsessie 2		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	68,3 cm
t ₁	=	500 sec
h ₁	=	64,2 cm
k _f	=	7,4E-06 m/s
r _c	=	-2,0E-04 m/s
k	=	0,6 m/d

Meetsessie 3		
t ₀	=	300 sec
h ₀	=	79,8 cm
t ₁	=	500 sec
h ₁	=	75,3 cm
k _f	=	6,9E-06 m/s
r _c	=	-2,2E-04 m/s
k	=	0,6 m/d

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

Infiltratie met wadi, greppel of infiltratieveld uitgaande van stationaire toestand

Uitgangspunten:

Neerslag:			Bodem:			Overige voorzieningen:		
Waterkolom	h:	50 [mm]	Doorlatendheid	k:	0,5 [m/d]	Berging:	0,0	[m ³]
Duur bui	t:	120 [min]	Veiligheidsfactor	:	1 [-]	Vertraagde afvoer:	0,0	[l/s/ha]
Oppervlak	A:	4028 [m ²]	Wandfactor	:	0,4 [-]	Infiltratie:	0,0	[m ³ /uur]
Reductiefactor	r:	1 [-]	Bodemfactor	:	1 [-]	Capaciteit:	0,0	[m ³]
Bergingseis	V:	201,4 [m ³]	Verhang	l:	1,0 [-]			

Dimensionering van de voorziening

Afmetingen:			Ruimtebeslag inclusief talud:				
Lengte bodem	l:	110,0 [m]	Waakhoogte:	0,1 [m]	Lengte	l:	113,0 [m]
Breedte bodem	b:	3,0 [m]	Talud:	1 op 3 [m]	Breedte	b:	6,0 [m]
Hoogte	h:	0,5 [m]	Porositeit:	100 [%]	Infiltrerend oppervlak:	621,9 [m ²]	

Infiltratie en afvoer

Infiltratievoorziening:

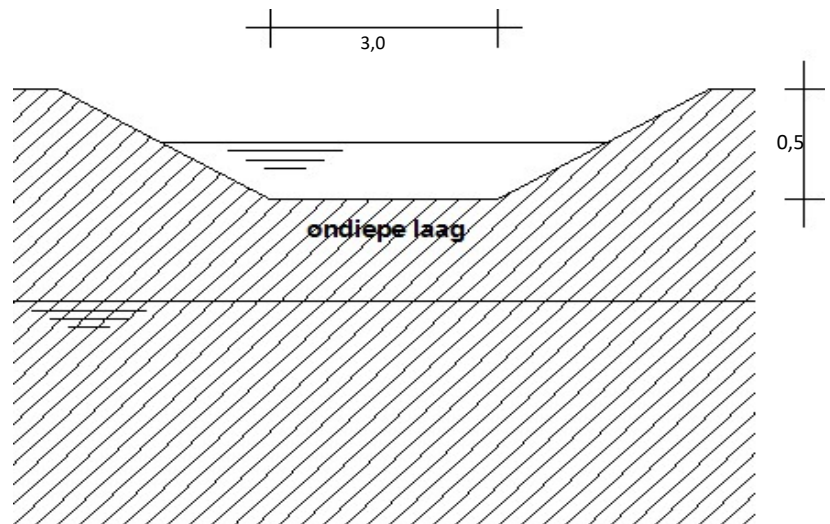
Berging voorziening:	186,8 [m ³]
Debiet voorziening:	9,3 [m ³ /uur]
Capaciteit voorziening:	205,4 [m ³]

Overige voorzieningen:

Vertaagde afvoer tijdens bui:	0,0 [m ³]
Capaciteit:	0,0 [m ³]

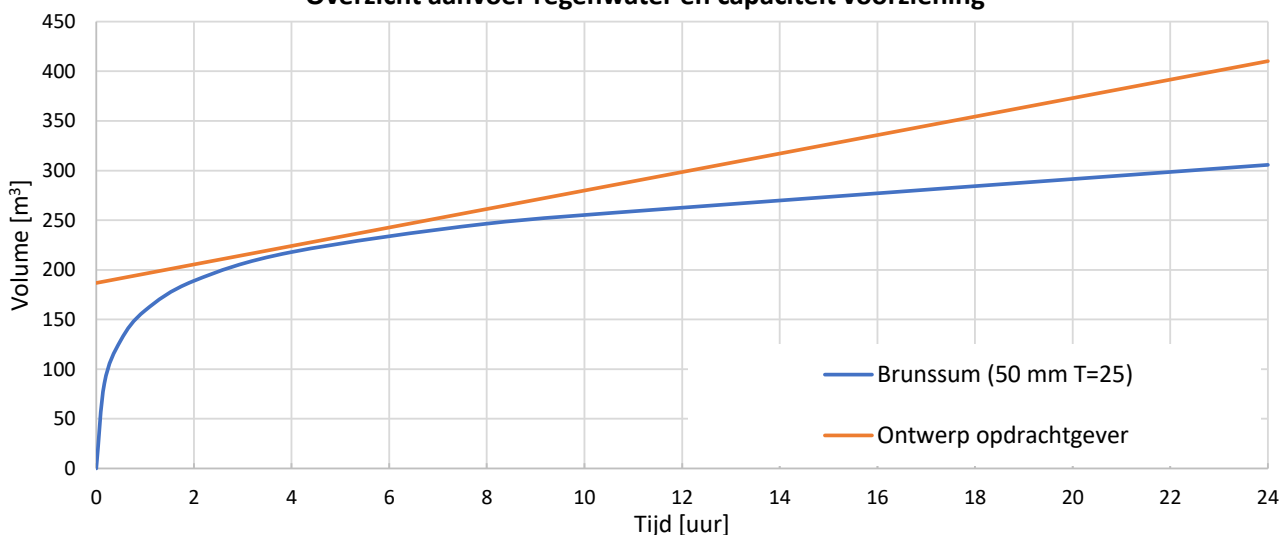
Controle:

Beschikbare capaciteit:	205,4 [m ³]
Benodigde capaciteit:	201,4 [m ³]
Leeglooptijd:	19,6 [uur]
Max. overschot regenwater:	0,0 [m ³]



Voorziening voldoet aan de gestelde eisen en overstroomt niet.

Overzicht aanvoer regenwater en capaciteit voorziening



Infiltratie met wadi, greppel of infiltratieveld uitgaande van stationaire toestand

Uitgangspunten:

Neerslag:			Bodem:			Overige voorzieningen:		
Waterkolom	h:	50 [mm]	Doorlatendheid	k:	0,5 [m/d]	Berging:	0,0	[m ³]
Duur bui	t:	120 [min]	Veiligheidsfactor	:	1 [-]	Vertraagde afvoer:	0,0	[l/s/ha]
Oppervlak	A:	3877 [m ²]	Wandfactor	:	0,4 [-]	Infiltratie:	0,0	[m ³ /uur]
Reductiefactor	r:	1 [-]	Bodemfactor	:	1 [-]	Capaciteit:	0,0	[m ³]
Bergingseis	V:	193,9 [m ³]	Verhang	l:	1,0 [-]			

Dimensionering van de voorziening

Afmetingen:			Ruimtebeslag inclusief talud:				
Lengte bodem	l:	28,0 [m]	Waakhoogte:	0,1 [m]	Lengte	l:	31,0 [m]
Breedte bodem	b:	14,0 [m]	Talud:	1 op 3 [m]	Breedte	b:	17,0 [m]
Hoogte	h:	0,5 [m]	Porositeit:	100 [%]	Infiltrerend oppervlak:	504,3 [m ²]	

Infiltratie en afvoer

Infiltratievoorziening:

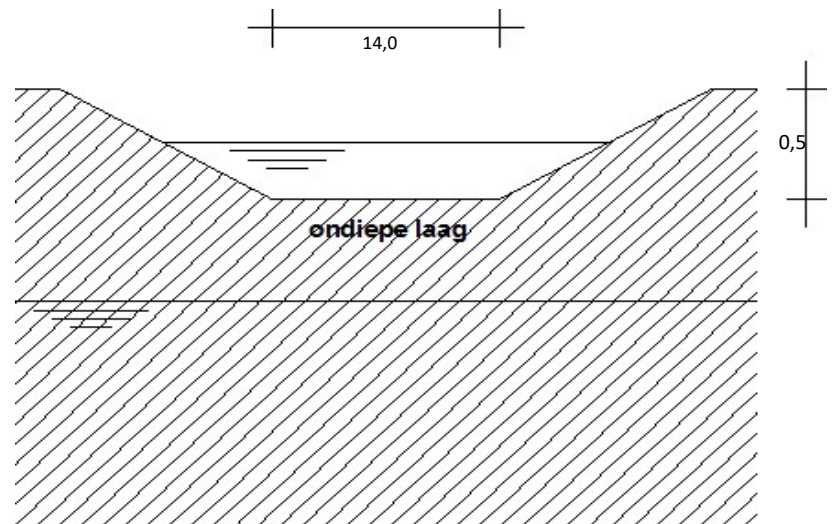
Berging voorziening:	177,5 [m ³]
Debiet voorziening:	9,1 [m ³ /uur]
Capaciteit voorziening:	195,7 [m ³]

Overige voorzieningen:

Vertaagde afvoer tijdens bui:	0,0 [m ³]
Capaciteit:	0,0 [m ³]

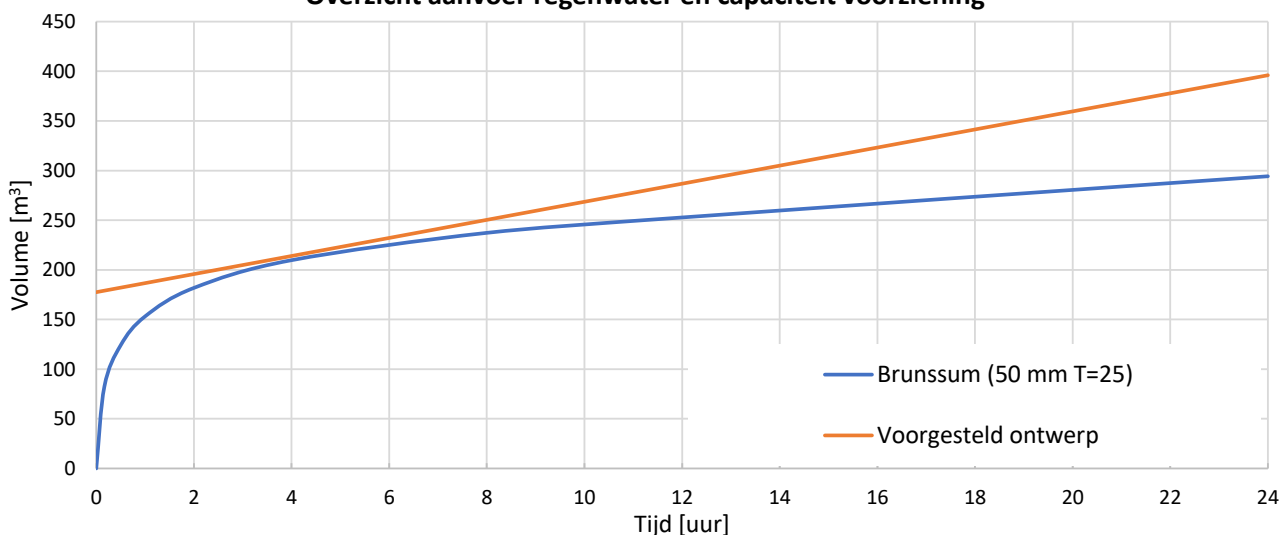
Controle:

Beschikbare capaciteit:	195,7 [m ³]
Benodigde capaciteit:	193,9 [m ³]
Leeglooptijd:	19,3 [uur]
Max. overschot regenwater:	0,0 [m ³]



Voorziening voldoet aan de gestelde eisen en overstroomt niet.

Overzicht aanvoer regenwater en capaciteit voorziening



Geonius.nl

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

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

-  Wegen
-  Geotechniek
-  Milieu
-  Geodesie
-  Water
-  Ruimtelijke ontwikkeling
-  Landschap
-  Archeologie
-  Ecologie