

Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw woningen aan de Heerweg te Echt
GA240891.R01.V1.0

3 juni 2025



Infiltratieonderzoek

t.b.v. nieuwbouw woningen aan de Heerweg te Echt

Documentnummer GA240891.R01.V1.0

3 juni 2025

Opdrachtgever

Stichting Nester

Pastoor Vranckenlaan 4

5953 CP Reuver

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

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

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Inmeting.....	5
2.2	Boringen.....	5
2.3	Doorlatendheidsmetingen.....	5
2.4	Archiefgegevens	5
3	Bodemgesteldheid	6
3.1	Bodemopbouw	6
3.2	Grondwaterstand	6
3.3	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.....	11

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

1 Inleiding

In opdracht van Stichting Nester heeft Geonius een infiltratieonderzoek uitgevoerd en een infiltratieadvies opgesteld. Dit onderzoek is nodig voor de afkoppeling van hemelwater bij de nieuwbouw van 22 woningen aan de Heerweg te Echt. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het infiltratieonderzoek als het infiltratieadvies opgenomen. Bij het infiltratieonderzoek zijn handboringen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

Separaat aan dit onderzoek is door Geonius een ontwerpadvies fundering opgesteld (kenmerk GB240891.R1.0.V1.0). De resultaten hiervan zijn meegenomen ten behoeve van voorliggend onderzoek.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van de gemeente Echt-Susteren zoals opgenomen in 'Hemelwaterverordening Echt-Susteren 2023.'



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

2 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in mei 2025 vijf handboringen en vijf doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.1 Inmeting

De situering met de coördinaten van de onderzoekspunten is op situatietekening GA240891.T01 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.

2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie twee handboringen tot ca. 1,5 m -maaiveld uitgevoerd (genummerd GA240891 B01 en B02) en drie handboringen tot ca. 3,0 m -maaiveld uitgevoerd (genummerd GA240891 B03 t/m B05). Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en zijn opgenomen in Bijlage 2.

2.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA240891 DM01 t/m DM05 en zijn opgenomen in Bijlage 3.

De doorlatendheidsmetingen zijn ter plaatse van een mogelijke ondergrondse en/of bovengrondse infiltratievoorziening uitgevoerd en 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.

2.4 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.

3 Bodemgesteldheid

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek onverhard (gras).

Tijdens de uitvoering van het infiltratieonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +30,1 tot +29,5 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,6 m. Tevens is de hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten. De resultaten zijn in onderstaande Tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Put A	+30,0
Put B	+30,0

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek en de geraadpleegde openbare bronnen geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 3.2. Het aangehouden maaiveld is gelijk aan bovenkant laag 1.

Tabel 3.2: Bodemopbouw

Laag	van	tot	Formatie
	in m t.o.v. NAP		GRONDSOORT, conditie, bijmenging (en bijzonderheden)
1	+30,1 à +29,5	+29,4 à +28,0	<i>Antropogene ophogingen</i> ZAND fijn, siltig, zwak tot sterk organisch, lokaal geroerd (sporen kolen/baksteen/beton)
2	+29,4 à +28,0	+27,1 à +26,9	<i>Antropogene ophogingen en Formatie van Boxtel</i> ZAND fijn, siltig, zwak tot sterk organisch

3.2 Grondwaterstand

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek niet in de boorgaten vastgesteld tot een diepte van ca. 3,0 m -maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +26,9 m. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

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

Op basis van het IBRAHYM model wordt de GHG op de projectlocatie op 3,0 m -maaiveld verwacht. Dit komt overeen met ca. NAP +27,1 tot +26,5 m.

Het infiltratiesysteem dient te allen tijde boven de grondwaterstand aangelegd te worden, derhalve adviseren wij alvorens de voorziening aan te leggen een beter inzicht te verkrijgen in de grondwaterstand. Dit kan door middel van het plaatsen van een peilbuis met datalogger.

3.3 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn vijf proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) ter bepaling van de horizontale doorlatendheid.

Bij de doorlatendheidsproeven worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft in de onverzadigde zone meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 3.3. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in Bijlage 3.

Tabel 3.3: Gemeten doorlatendheden

Meting	Traject [m -maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	0,5 – 1,5	+29,3 tot +28,3	ZAND fijn, siltig	1,3 – 1,5
DM02	0,5 – 1,5	+29,0 tot +28,0	ZAND fijn, siltig	1,4 – 2,1
DM03	2,0 – 3,0	+27,9 tot +26,9	ZAND fijn, siltig	3,5 - >5
DM04	2,0 – 3,0	+28,0 tot +27,0	ZAND fijn, siltig	1,7 – 2,2
DM05	2,0 – 3,0	+28,1 tot +27,1	ZAND fijn, siltig	1,4 - >5

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 geclassificeerd 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	0,5 – 1,5	+29,3 tot +28,3	1,3	Goed	Ja
DM02	0,5 – 1,5	+29,0 tot +28,0	1,4	Goed	Ja
DM03	2,0 – 3,0	+27,9 tot +26,9	3,5	Goed	Ja
DM04	2,0 – 3,0	+28,0 tot +27,0	1,7	Goed	Ja
DM05	2,0 – 3,0	+28,1 tot +27,1	1,4	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien de GHG is ingeschat op een diepte van ca. 3,0 m -maaiveld ofwel ca. NAP +27,1 à +26,5 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, siltige ondergrond). Daarnaast heeft doorlatende verharding geen tot weinig bergend vermogen. 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, siltige 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 gezien de gemeten doorlatendheden 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 infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratierool. Dit behoort gezien de gemeten doorlatendheden tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m -maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar biedt gezien de gemeten doorlatendheden in 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 goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de bovengrond of ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld een wadi of infiltratiekratten/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 goede doorlatendheid van de ondergrond, de beschikbare ruimte op het terrein en de wens van de opdrachtgever wordt navolgend een wadi uitgewerkt als infiltratiesysteem.

In de berekeningen is rekening gehouden met infiltratie door de bodem en wanden van de 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.

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. 1.560 m²;
- conform de Hemelwaterverordening Echt-Susteren 2023 is de wadi gedimensioneerd op een waterschijf van 45 mm;
- de hoeveelheid toestromend water is berekend op basis van het afwaterend oppervlak en de gehanteerde waterschijf. De uitkomst van deze berekeningen bedraagt ca. 70,2 m³;
- conform de Hemelwaterverordening Echt-Susteren 2023 wordt een ledigingstijd van maximaal 72 uur gehanteerd;
- voor de doorlatendheid is op basis van de maatgevende doorlatendheidsmetingen een k-waarde gehanteerd van 1,3 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

- voor de wadi is uitgegaan van een talud van 1:3 of flauwer zodat deze nog machinaal gemaaid kan worden;
- voor de wadi wordt 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 Riolering uitgegaan 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 0,6 m en een waakhogte van 0,1 m. De maximale waterdiepte komt hiermee op 0,5 m;
- voor het dimensioneren van een voorziening middels een wadi is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolering 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 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. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 4.

Tabel 5.1: Afmetingen infiltratievoorziening: wadi

Bodem- lengte [m]	Bodem- breedte [m]	Diepte [m]	Ruimte- beslag [m ²]	Berging [m ³]	Infiltrerend oppervlak wand bodem [m ²]	Infiltratie [m ³ /uur]	Leegloop- tijd [uur]
21,0	5,0	0,6	24,6 x 8,6	73,1	141,7	3,0	23,8

5.3 Overige ontwerpaspecten

5.3.1 Algemeen

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverstort te worden voorzien, zodat bij falen van het systeem het hemelwater naar elders kan afstromen, zoals het gemeentelijk (HWA) riool of een nabijgelegen watergang. Indien gekozen wordt voor een ondergrondse overstort op het gemeentelijke riool dan dient de overstort van een terugslagklep te worden voorzien. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de hoogte van de overstort, deze moet onder vrij verval kunnen afstromen richting het riool.

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, infiltratiekatten of drainbuizen worden aangesloten.

Tijdens de aanleg van de wadi dient te worden opgelet dat de bodem niet wordt dichtgereden of verslemt door bouwverkeer. 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.

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 de wadi dient in goede weersomstandigheden plaats te vinden. Er dient voorkomen te worden dat eventuele beplanting de wadi 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.

Het te infiltreren hemelwater 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.

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 (amorfe humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen

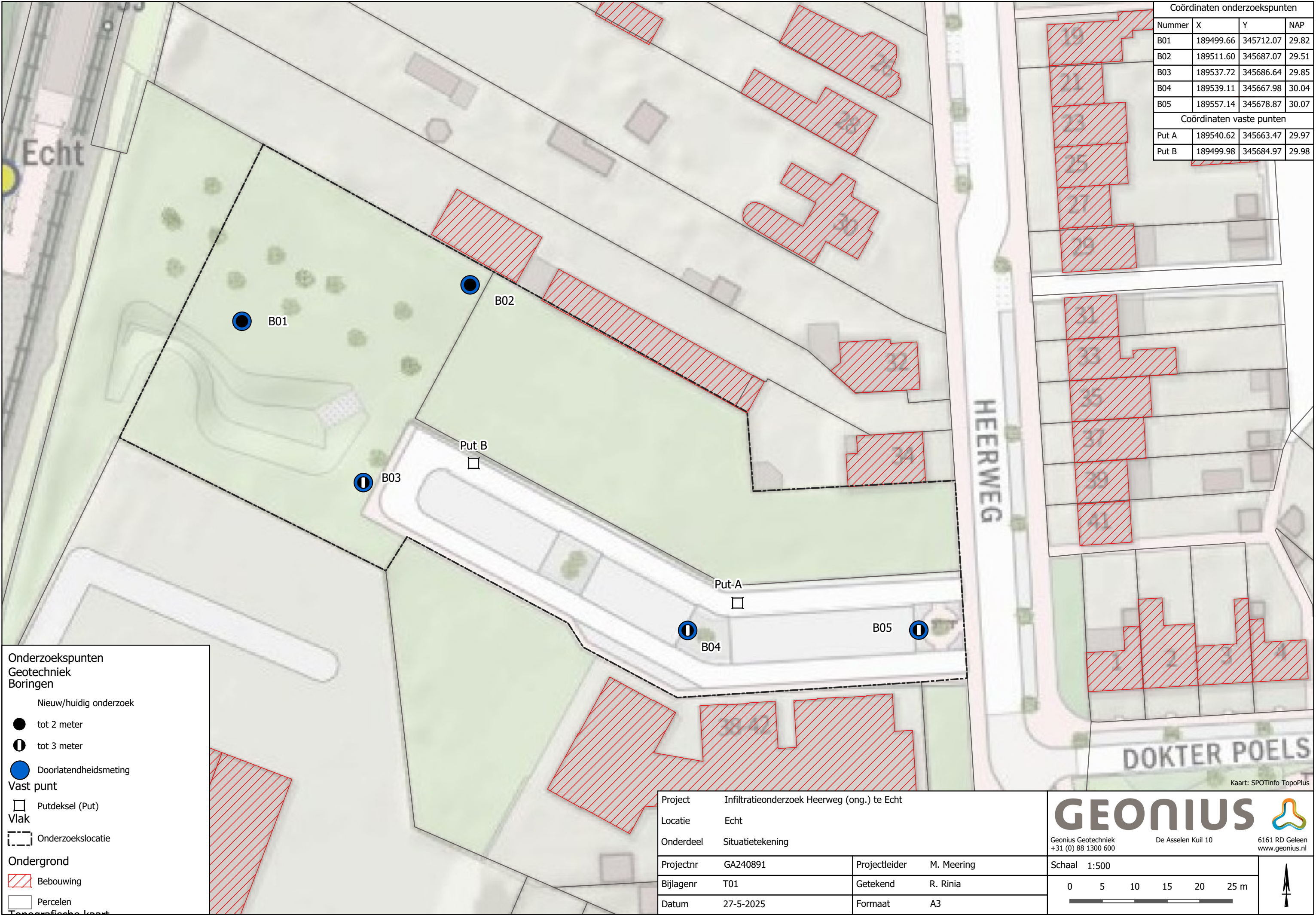
Er dient rekening gehouden te worden met het dichtslibben van het bodemfilter. Het goed functioneren ervan zal dan ook sterk onderhoudsafhankelijk zijn. Er wordt dan ook geadviseerd de doorlatendheid van het bodemfilter periodiek te meten en indien nodig het bodemfilter te vervangen.

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.

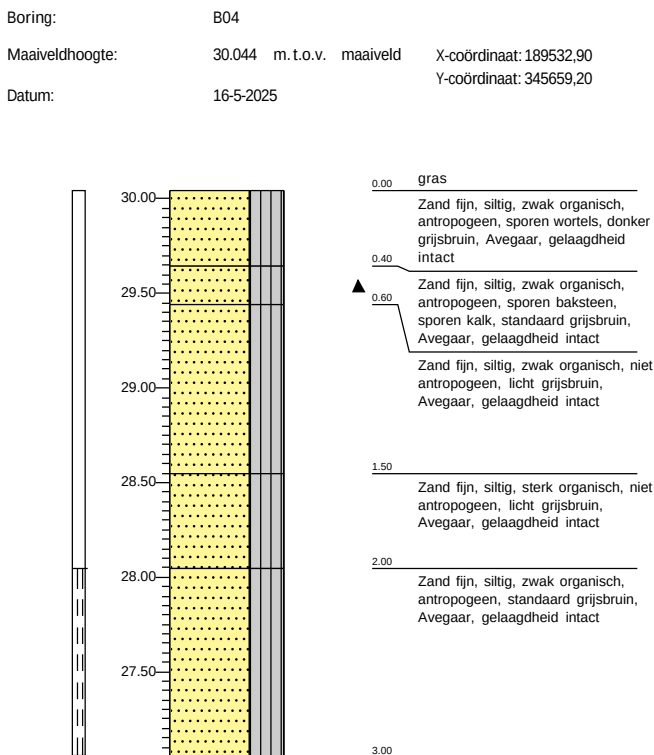
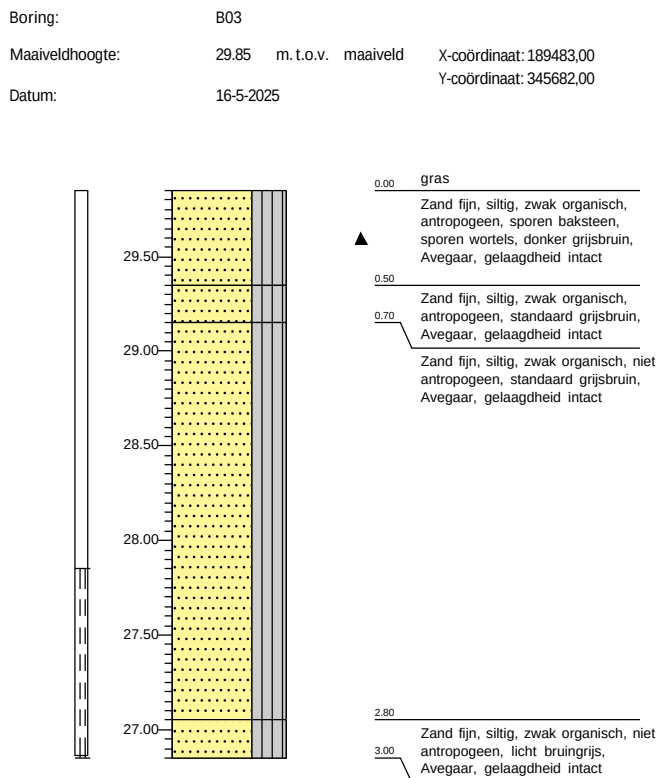
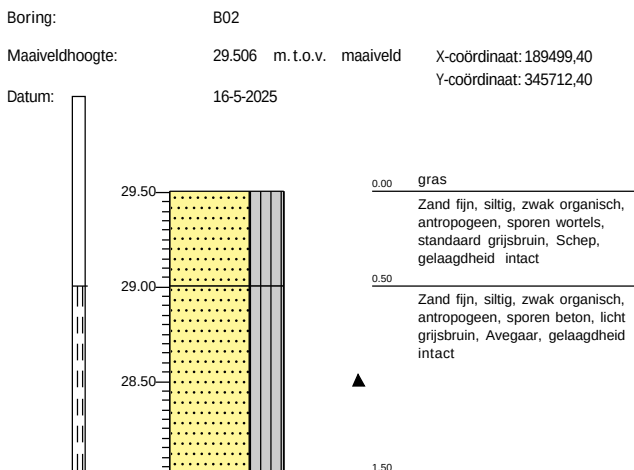
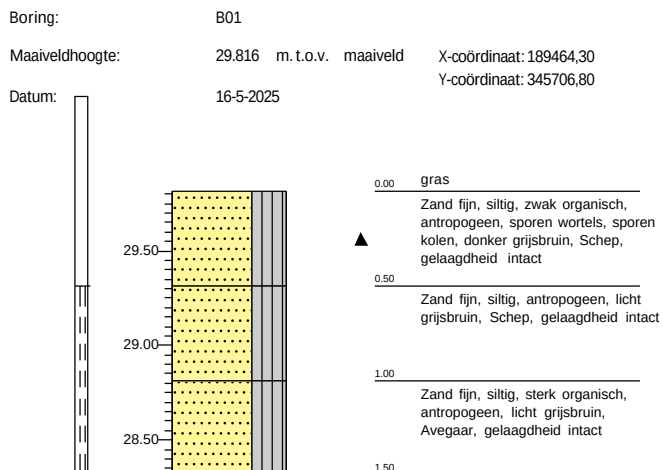
Bijlagen

Bijlagen

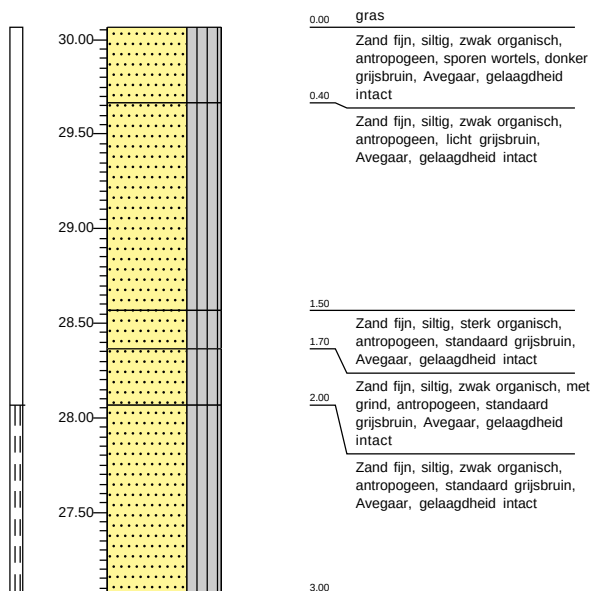
Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Boringen

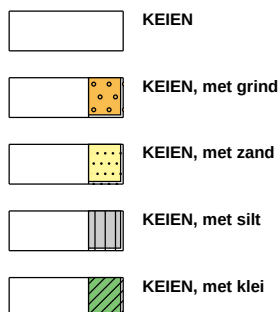


Boring: B05
Maaiveldhoogte: 30.065 m. t.o.v. maaiveld X-coördinaat: 189568,50
Datum: 16-5-2025 Y-coördinaat: 345659,30



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

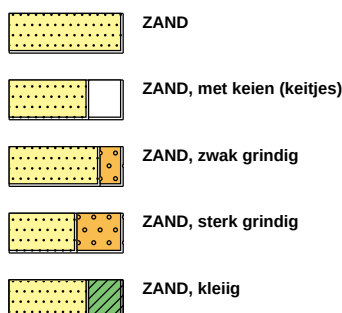
KEIEN (KEITJES)



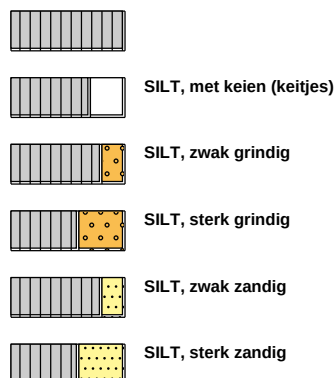
GRIND



ZAND



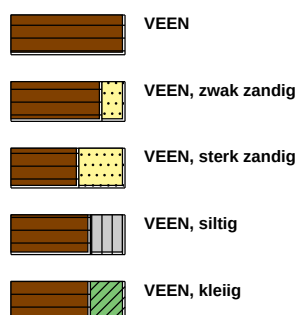
SILT



KLEI



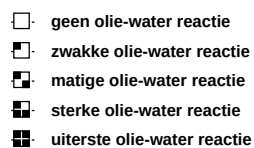
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



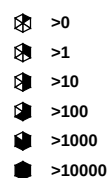
geur



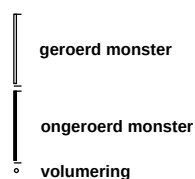
olie



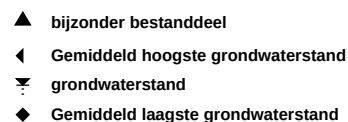
p.i.d.-waarde



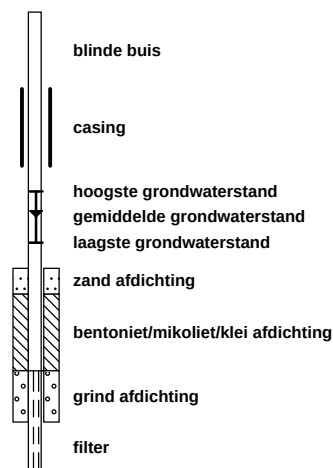
monsters



overig



peilbuis



Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

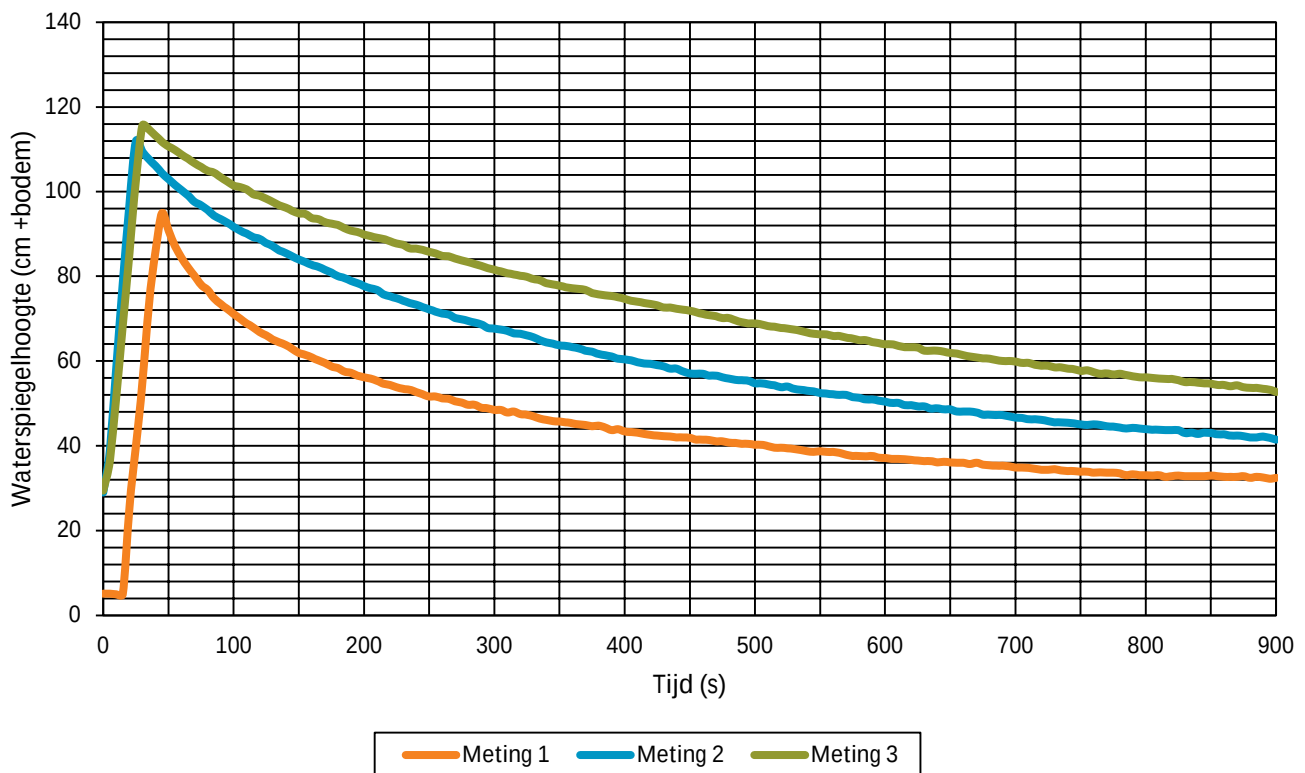
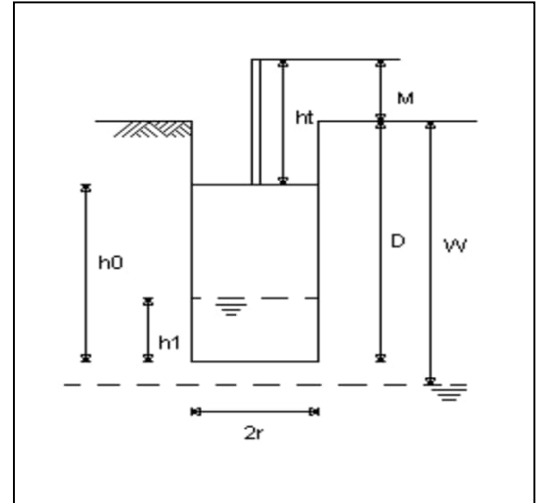
$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$
 h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$
 r = radius boorgat
 dt = verlopen tijd van t_0 tot $t = t_1$

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat D: 150 cm
 Standaardhoogte M: 50 cm
 Radius boorgat R: 5 cm
 Niveau grondwater W: - cm



Meetsessie 1		
t_0	=	500 sec
h_0	=	40,3 cm
t_1	=	800 sec
h_1	=	33,1 cm
k_f	=	1,5E-05 m/s
rc	=	-2,4E-04 m/s
k	=	1,32 m/d

Meetsessie 2		
t_0	=	500 sec
h_0	=	54,8 cm
t_1	=	800 sec
h_1	=	43,9 cm
k_f	=	1,7E-05 m/s
rc	=	-3,6E-04 m/s
k	=	1,51 m/d

Meetsessie 3		
t_0	=	500 sec
h_0	=	68,9 cm
t_1	=	800 sec
h_1	=	56,2 cm
k_f	=	1,6E-05 m/s
rc	=	-4,2E-04 m/s
k	=	1,41 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

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

Hierbij is :

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

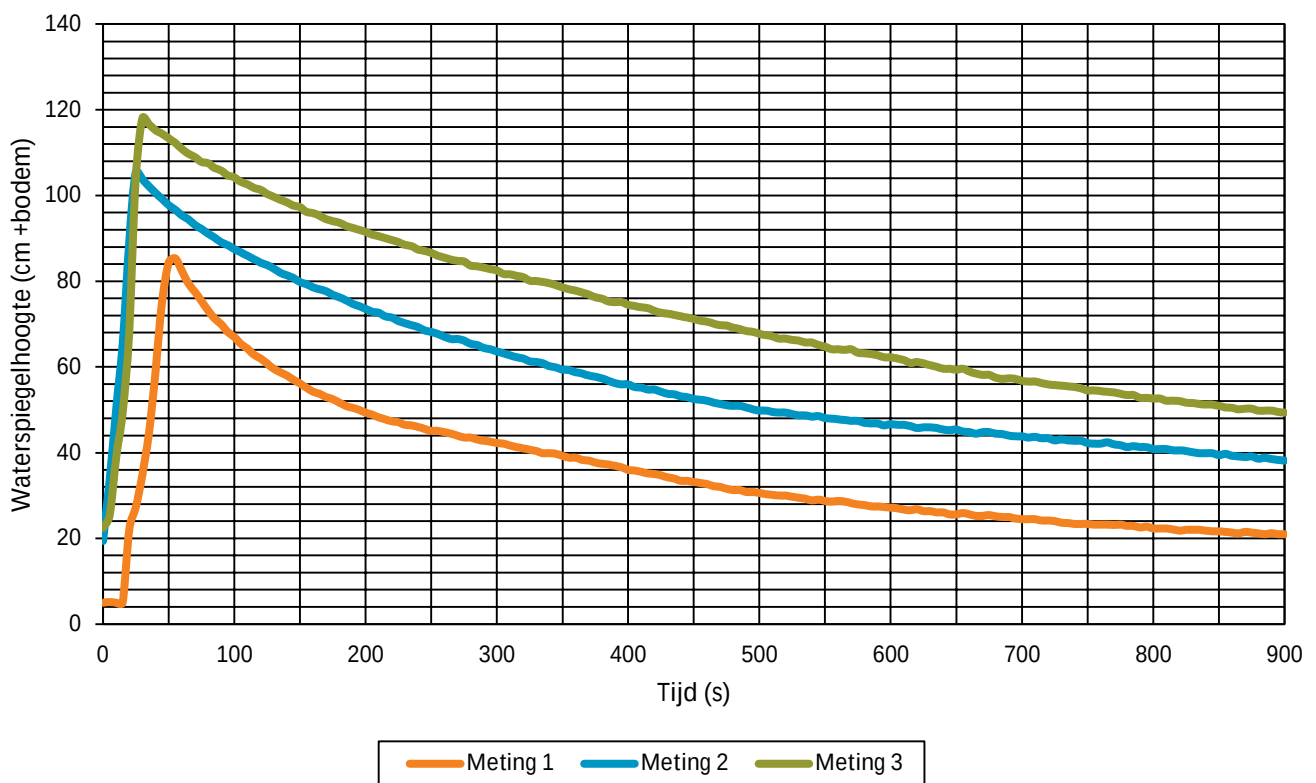
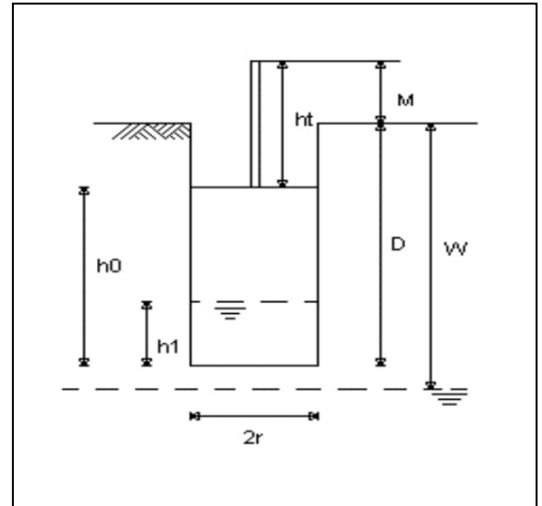
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = radius boorgat

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

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	150	cm
Standaardhoogte	M:	50	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1			
t_0	=	500	sec
h_0	=	30,6	cm
t_1	=	800	sec
h_1	=	22,3	cm
k_f	=	2,4E-05	m/s
rc	=	-2,8E-04	m/s
k	=	2,09	m/d

Meetsessie 2			
t_0	=	500	sec
h_0	=	49,8	cm
t_1	=	800	sec
h_1	=	40,8	cm
k_f	=	1,6E-05	m/s
rc	=	-3,0E-04	m/s
k	=	1,36	m/d

Meetsessie 3			
t_0	=	500	sec
h_0	=	67,7	cm
t_1	=	800	sec
h_1	=	52,6	cm
k_f	=	2,0E-05	m/s
rc	=	-5,0E-04	m/s
k	=	1,74	m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

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

Hierbij is :

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

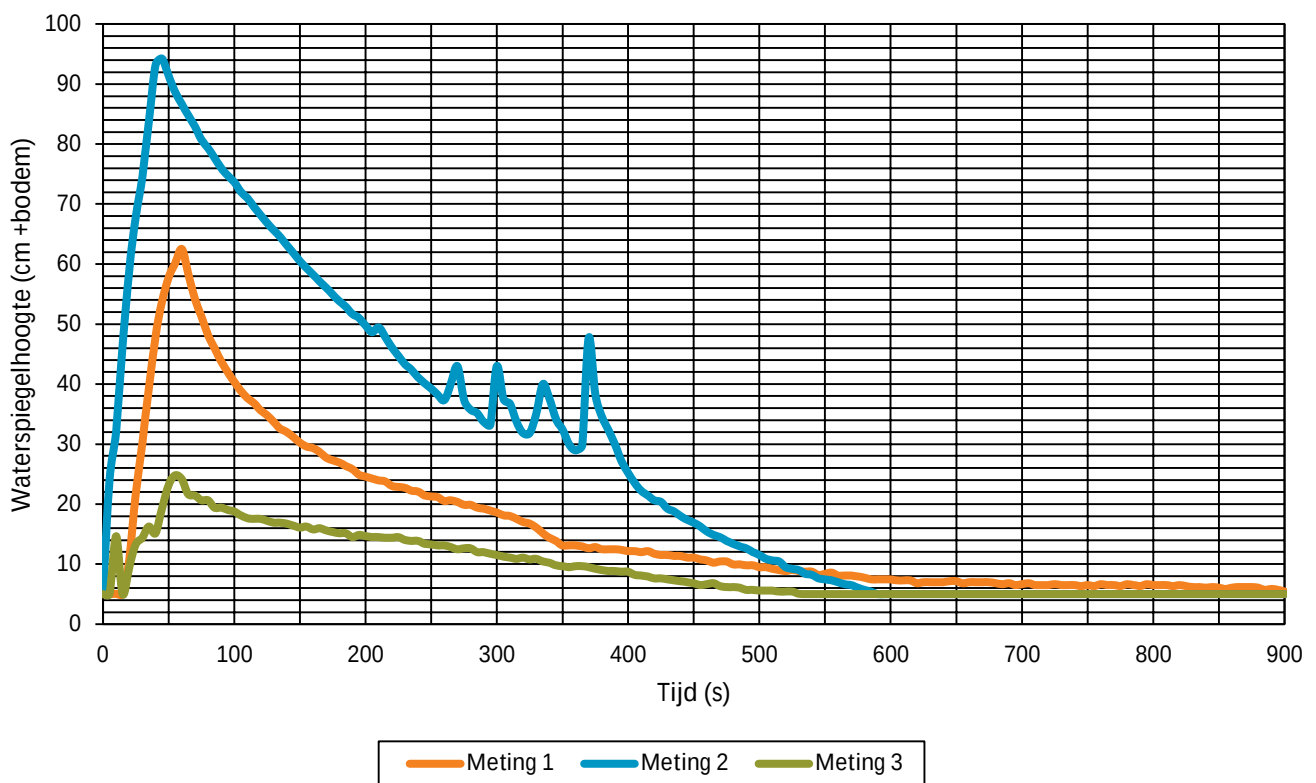
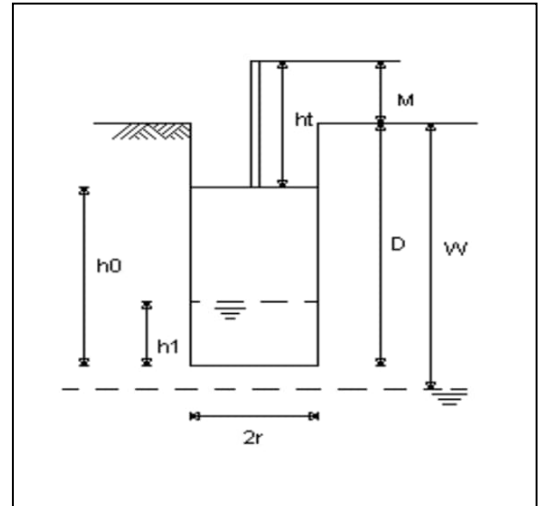
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = radius boorgat

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

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	300	cm
Standaardhoogte	M:	100	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1			
t_0	=	200	sec
h_0	=	24,6	cm
t_1	=	300	sec
h_1	=	18,6	cm
k_f	=	6,3E-05	m/s
rc	=	-6,0E-04	m/s
k	=	5,41	m/d

Meetsessie 2			
t_0	=	100	sec
h_0	=	73,7	cm
t_1	=	200	sec
h_1	=	49,7	cm
k_f	=	9,4E-05	m/s
rc	=	-2,4E-03	m/s
k	=	8,13	m/d

Meetsessie 3			
t_0	=	150	sec
h_0	=	16,1	cm
t_1	=	250	sec
h_1	=	13,3	cm
k_f	=	4,1E-05	m/s
rc	=	-2,8E-04	m/s
k	=	3,52	m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

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

Hierbij is :

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

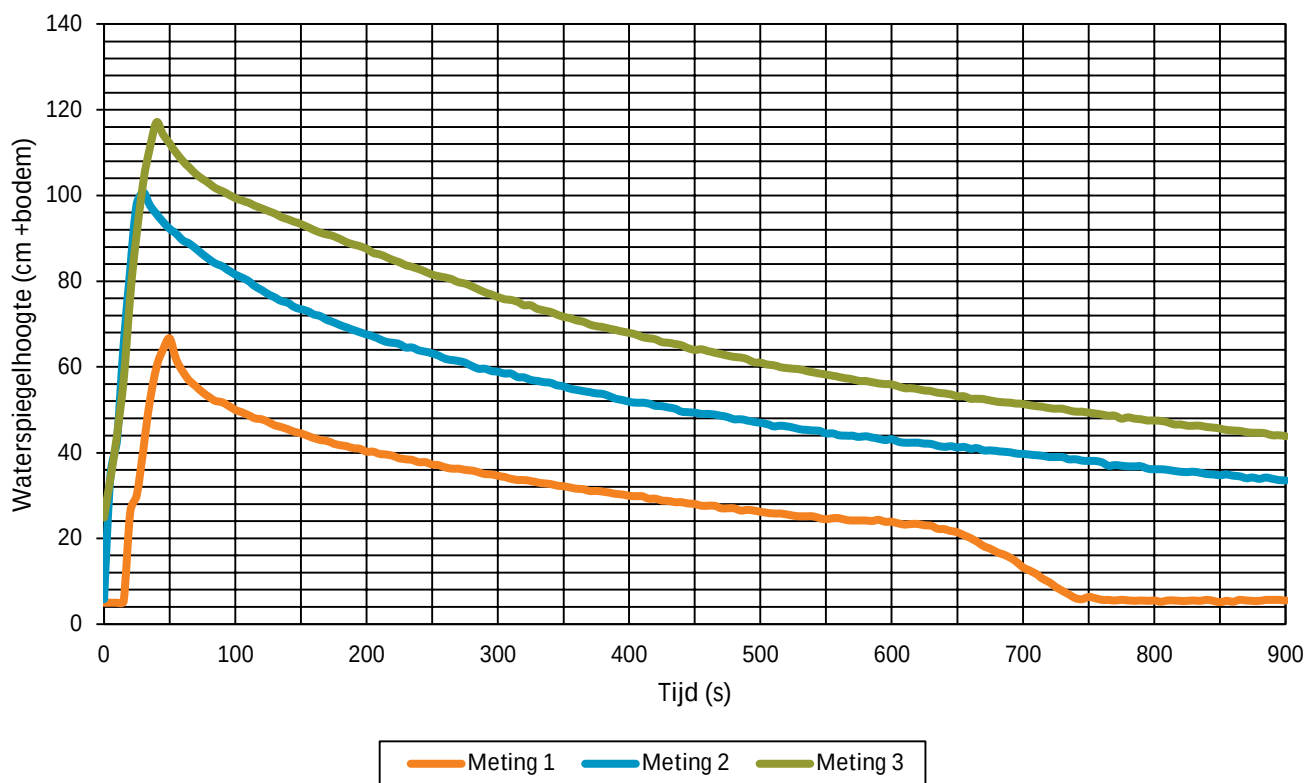
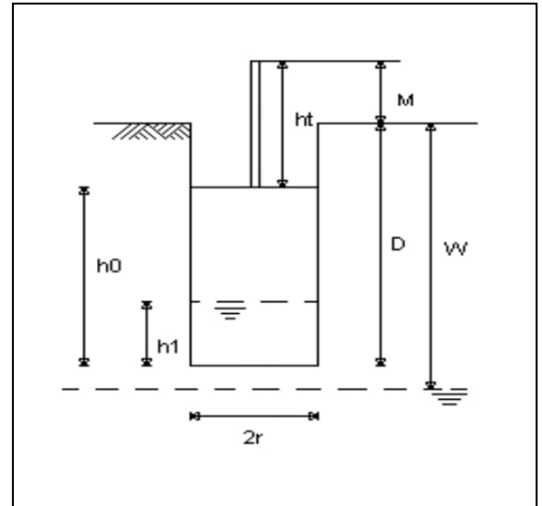
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = radius boorgat

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

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	300	cm
Standaardhoogte	M:	100	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



Meetsessie 1		
t_0	=	400 sec
h_0	=	30,0 cm
t_1	=	600 sec
h_1	=	23,9 cm
k_f	=	2,6E-05 m/s
rc	=	-3,0E-04 m/s
k	=	2,23 m/d

Meetsessie 2		
t_0	=	600 sec
h_0	=	43,1 cm
t_1	=	800 sec
h_1	=	36,1 cm
k_f	=	2,1E-05 m/s
rc	=	-3,5E-04 m/s
k	=	1,80 m/d

Meetsessie 3		
t_0	=	600 sec
h_0	=	55,9 cm
t_1	=	800 sec
h_1	=	47,5 cm
k_f	=	1,9E-05 m/s
rc	=	-4,2E-04 m/s
k	=	1,67 m/d

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen:

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

Hierbij is :

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

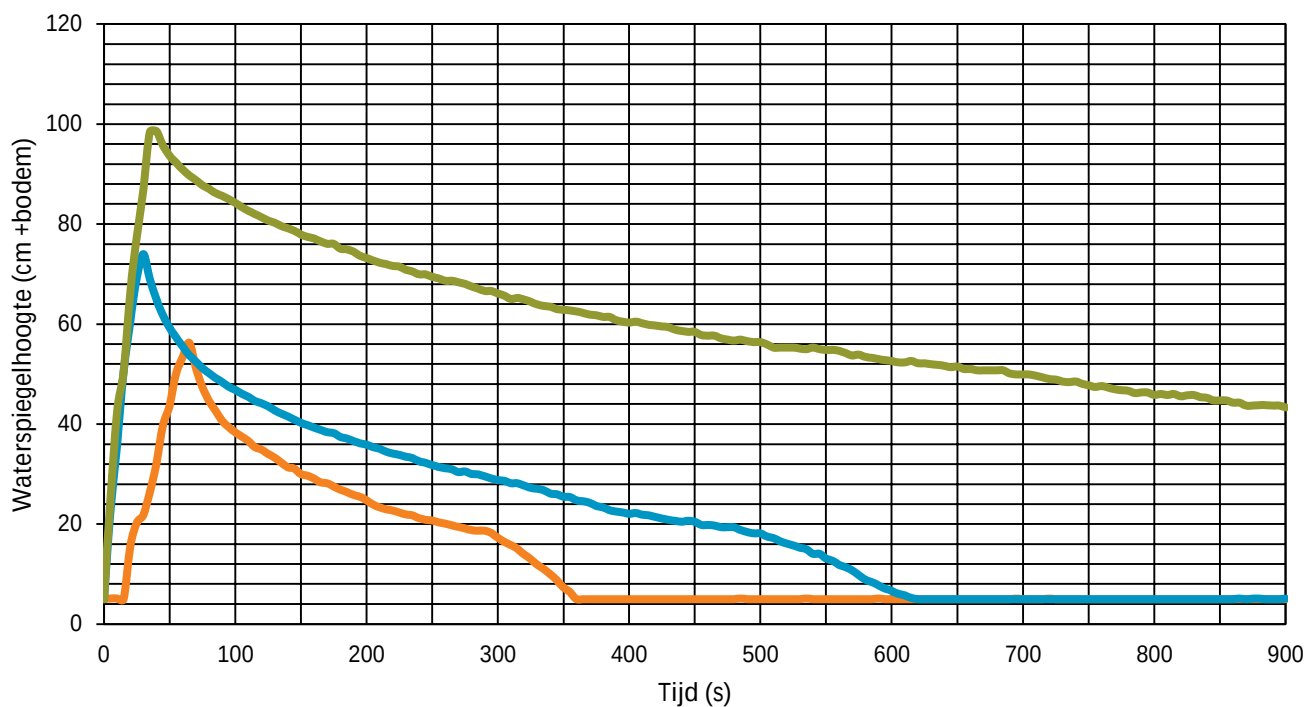
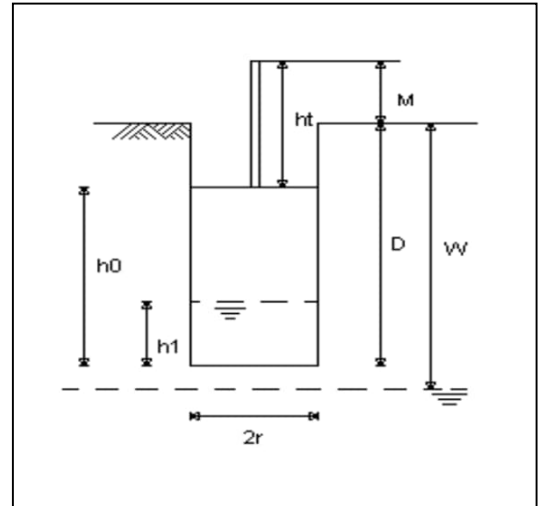
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = radius boorgat

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

Onderzoekswaarden:

Diepte boorgat	D:	300	cm
Standaardhoogte	M:	100	cm
Radius boorgat	R:	5	cm
Niveau grondwater	W:	-	cm



— Meting 1 — Meting 2 — Meting 3

Meetsessie 1			
t_0	=	200	sec
h_0	=	24,7	cm
t_1	=	300	sec
h_1	=	17,3	cm
k_f	=	8,0E-05	m/s
rc	=	-7,5E-04	m/s
k	=	6,91	m/d

Meetsessie 2			
t_0	=	400	sec
h_0	=	22,0	cm
t_1	=	500	sec
h_1	=	18,1	cm
k_f	=	4,3E-05	m/s
rc	=	-3,9E-04	m/s
k	=	3,74	m/d

Meetsessie 3			
t_0	=	500	sec
h_0	=	56,4	cm
t_1	=	800	sec
h_1	=	45,8	cm
k_f	=	1,6E-05	m/s
rc	=	-3,5E-04	m/s
k	=	1,42	m/d

Bijlage 4 Dimensionering infiltratievoorziening

Infiltratie met wadi, greppel of infiltratieveld uitgaande van stationaire toestand

Uitgangspunten:

Neerslag:			Bodem en voorziening:			Overige voorzieningen:		
Waterkolom	h:	45 [mm]	Doorlatendheid	k:	0,5 [m/d]	Berging:	0,0	[m ³]
Duur bui	t:	0 [min]	Veiligheidsfactor	:	1,0 [-]	Vertraagde afvoer:	0,0	[l/s/ha]
Oppervlak	A:	1560 [m ²]	Wandfactor	:	0,4 [-]	Infiltratie:	0,0	[m ³ /uur]
Reductiefactor	r:	1 [-]	Bodemfactor	:	1,0 [-]	Capaciteit:	0,0	[m ³]
Bergingseis	V:	70,2 [m ³]	Verhang	l:	1,0 [-]			

Dimensionering van de voorziening

Afmetingen:						Ruimtebeslag totaal:				
Lengte bodem	l:	21,0	[m]	Waakhoogte:	0,1	[m]	Lengte	l:	24,6	[m]
Breedte bodem	b:	5,0	[m]	Talud:	1 op 3	[m]	Breedte	b:	8,6	[m]
Hoogte	h:	0,6	[m]	Grondverbetering:	0,0	[m]	Infiltrerend oppervlak:	141,7	[m ²]	
Porositeit:		100	[%]	Porositeit verbetering	30	[%]				

Infiltratie en afvoer

Infiltratievoorziening:

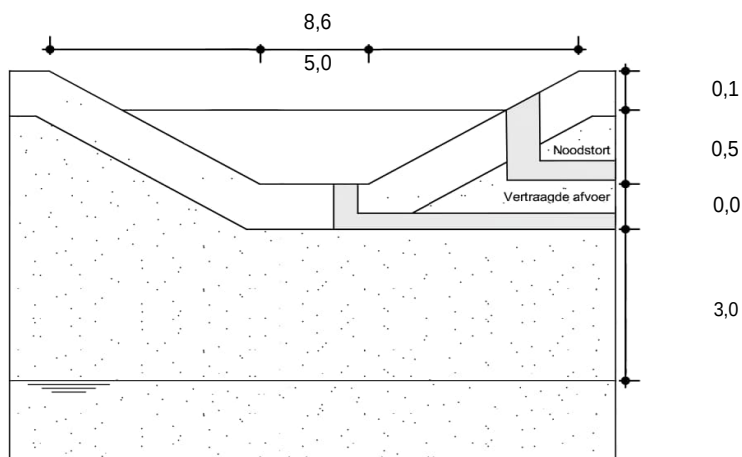
Berging voorziening:	73,1 [m ³]
Debiet voorziening:	3,0 [m ³ /uur]
Capaciteit voorziening:	73,1 [m ³]

Overige voorzieningen:

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

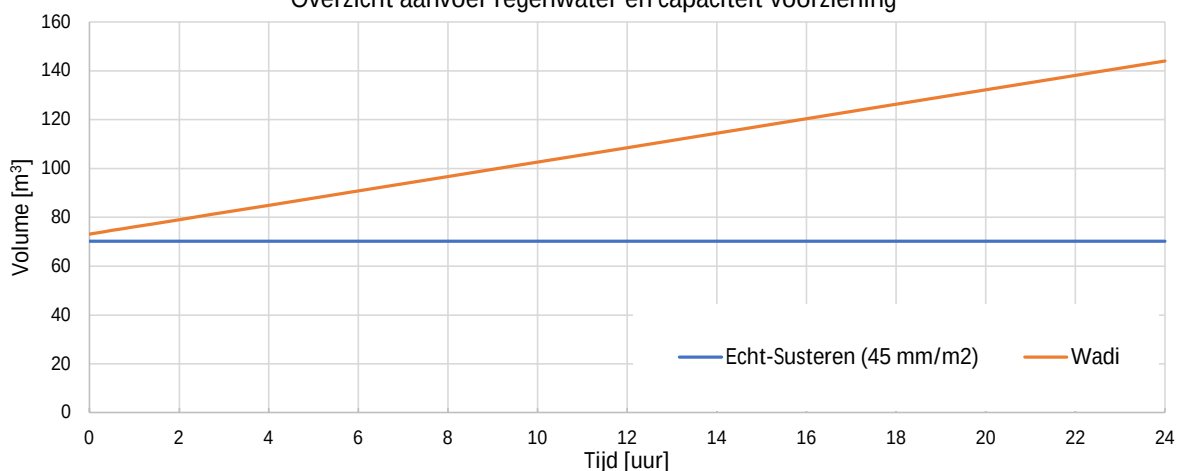
Controle:

Beschikbare capaciteit:	73,1 [m ³]
Benodigde capaciteit:	70,2 [m ³]
Leeglooptijd:	23,8 [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