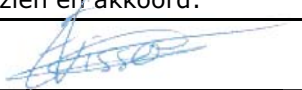
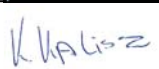


**Infiltratieadvies
t.b.v. nieuwbouw appartementen
Aan de St. Rumoldusstraat
In de gemeente Weert**

Opdrachtnummer: GB160364
Rapportage: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 29 september 2016

Opdrachtgever: Harold Laenen Architectuur
Onze Lieve Vrouwestraat 40
60345 AR Ospel

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Adviseur	E. Visser	
Controle	K. Lange MSc.	i/o 



Geonius Geotechniek B.V.
Postbus 118
6400 AC Heerlen

GEONIUS
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU



Tel: 088-1300600
Fax: 088-1300669
Email: info@geonius.eu
Website: www.geonius.eu

INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	BODEMOPBOUW / GEOHYDROLOGIE.....	2
2.1	Bodemopbouw	2
2.2	Grondwater	2
2.3	Doorlatendheid	2
3.0	BEOORDELING MOGELIJKHEDEN VOOR INFILTRATIE	3
3.1	Algemeen	3
3.2	Toetsing	3
3.3	Conclusie.....	4
4.0	DIMENSIONERING VAN HET INFILTRATIESYSTEEM	5
4.1	Uitgangspunten	5
4.2	Ontwerpadvies	5
4.3	Overige ontwerpaspecten	7

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Boorstaten
Bijlage 3	Doorlatendheidsmetingen



1.0 INLEIDING

Door Harold Laenen Architectuur werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een infiltratieadvies op te stellen voor de nieuwbouw van appartementen aan de St. Rumoldusstraat te Weert.

Voor hetzelfde project is door Geonius Geotechniek BV in een eerder stadium een geotechnisch- en geohydrologisch grondonderzoek en een Quicksan Flora en fauna uitgevoerd en een funderingsadvies opgesteld met kenmerk GA160364.R01v1.0 d.d. 19 juli 2016.

Voor de beschrijving en resultaten van de uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de beschrijving van de terreingesteldheid wordt naar deze rapportage verwezen.

Voorliggend rapport bevat het infiltratieadvies op basis van het eerder uitgevoerd geohydrologisch onderzoek. Hierbij is de beoordeling van de mogelijkheden voor infiltratie grotendeels uit de eerdere rapportage overgenomen. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de richtlijnen van Waterschap Peel en Maasvallei.

Voor de uitgangspunten van het infiltratieadvies wordt verwezen naar hoofdstuk 4.1.



2.0 BODEMOPBOUW / GEOHYDROLOGIE

2.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de uitgevoerde sonderingen en boringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +29,5 m een zeer sterk wisselende grondslag aangetroffen. Bij sondering SW01 worden naar verwachting slechtdoorlatende lagen aangetroffen, terwijl bij sondering SW02 zandige, naar verwachting goed doorlatende lagen aangetroffen worden. Ook in de diepte kunnen, afhankelijk van het soort afzetting, uiteenlopende doorlatendheden verwacht worden. De leem en/of kleihoudende lagen zijn naar verwachting slecht of matig doorlatend en meer zandige lagen zijn naar verwachting redelijk tot goed doorlatend.

Onderlaag

Vervolgend worden tot de maximaal verkende diepte van NAP +25,0 m vaste zandlagen aangetroffen met op verschillende niveaus leemhoudende tussenlagen. De doorlatendheid van dit pakket is naar verwachting goed in de zandlagen en matig in de leemhoudende tussenlagen.

2.2 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 1,9 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +31,9 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.

2.3 Doorlatendheid

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

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een afwijkende 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 en de maatgevende doorlatendheid is opgenomen in tabel 2.3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 2.3.1: de doorlatendheid van de onverzadigde zone

Boring	Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DB01	DM01	0,5 – 1,5	+33,3 - +32,3	Zand, matig siltig	0,68 – 0,79
DB02	DM02	0,5 – 1,5	+33,3 - +32,3	Zand, matig siltig	1,90 – 2,10



3.0 BEOORDELING MOGELIJKHEDEN VOOR INFILTRATIE

3.1 Algemeen

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

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m- maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van neerslagwater 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.

3.2 Toetsing

In tabel 3.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 3.2.1: toetsing doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende Doorlatendheid [m/dag]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	0,5 – 1,5	+33,3 - +32,3	0,68	Goed	Ja
DM02	0,5 – 1,5	+33,3 - +32,3	1,90	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot op een diepte van ca. 1,9 m- maaiveld ofwel NAP +31,9 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren of door het te infiltreren hemelwater te zuiveren door middel van een bodemfilter of zuiverend substraat. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden. Wel zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort eveneens tot de mogelijkheden de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Bij het verdere ontwerp dient wel rekening te worden gehouden met de hoge grondwaterstand en de ligging van de infiltratie elementen i.r.t. de kelder.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand-/grindlagen. Gezien de hoge grondwaterstand is dit systeem geen efficiënte manier om te infiltreren.



3.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten en/of grindkoffers. Ongeacht het type infiltratievoorziening zal rekening gehouden moeten worden met de hoge grondwaterstand en de omliggende kelders. In overleg met de opdrachtgever is infiltratie middels infiltratiekratten en lavakoffers verder uitgewerkt.



4.0 DIMENSIONERING VAN HET INFILTRATIESYSTEEM

4.1 Uitgangspunten

Voor de infiltratie van hemelwater komt infiltratie middels infiltratiekratten en/of lavakoffers in aanmerking. Bij het dimensioneren van de voorziening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Conform de richtlijnen van waterschap Peel en Maasvallei is de voorziening gedimensioneerd op een bui $T=10$ (50 mm in 27,3 uur) waarbij de voorziening 50 mm water moet kunnen bergen;
- Voor de berekening is uitgegaan van berging en infiltratie van het water van het totale dakoppervlak van de appartementen en de terreinverharding. Op verzoek van de opdrachtgever wordt voor beide oppervlakken een aparte voorziening gedimensioneerd.
- De oppervlakte van het dak is door de opdrachtgever opgegeven en bedraagt in totaal ca. 350 m²;
- De oppervlakte van de terreinverharding is door de opdrachtgever opgegeven en bedraagt in totaal ca. 500 m²;
- De hoeveelheid toestromend water is berekend op basis van de beide oppervlaktes en de bui van 50 mm. de uitkomst van deze berekening bedraagt ca. 17,5 m³ voor het dak en ca. 25,0 m³ voor de terreinverharding;
- Conform de Leidraad Riolerings wordt een leeglooptijd van ca. 24 uur gehanteerd. Hierbij wordt deze geteld na afloop van de bui;
- Voor het berekenen van de leeglooptijd wordt infiltratie tijdens de bui meegerekend;
- Voor de berekening is de gemiddelde maatgevende k-waarde gebruikt van 1,29 m/dag waar conform de richtlijnen van het waterschap een veiligheidsfactor van 2,0 op is toegepast. Derhalve is gerekend met een waarde van 0,65 m/dag;
- Voor het dimensioneren van de voorziening is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolerings 60% van de hoogte van de wanden meegenomen en 0% van het bodemoppervlak;
- De porositeit van infiltratiekratten is aangenomen op 0,95;
- De porositeit van lava is aangenomen op 0,45;
- De sterkte van de infiltratiekratten is ter competentie van de leverancier;
- Conform ISSO-publicatie 70.1 is de afvloeiingscoëfficiënt aangehouden op 1; dat wil zeggen dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak, in het infiltratiesysteem terecht komt.

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

4.2 Ontwerpadvies

In tabel 4.2.1 t/m 4.2.4 is berekend welke dimensionering de voorziening moet hebben om aan de eisen te voldoen. Bij elke variant is aangegeven wat de leeglooptijd zal zijn van de voorziening. Tevens is aangegeven wat het overstortvolume zal zijn bij een bui $T=100$ (84 mm in 48 uur). Hierbij is infiltratie tijdens de bui meegerekend. Bij de berekening is uitgegaan van een stationaire situatie.



Tabel 4.2.1 Minimale afmetingen infiltratievoorziening: Dak, kratten

Variant	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Berging [m ³]	Controle berging > 17,5 m ³	Leeglooptijd [uur]	Overstortvolume bui T=100 (84 mm in 48 uur) [m ³]
1	+32,4 [#]	16,0*	1,5*	0,8*	18,2	Voldoet	11,4	0,0
2	+32,4 [#]	12,0*	2,0*	0,8*	18,2	Voldoet	21,1	0,0

Uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +34,0 m en een gronddekking op de kratten van 0,8 m

* Uitgaande van kratten met afmetingen van lxbxh van 1,0 x 0,5 x 0,4 m

Tabel 4.2.2 Minimale afmetingen infiltratievoorziening: Dak, lavakoffer

Variant	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Berging [m ³]	Controle berging > 17,5 m ³	Leeglooptijd [uur]	Overstortvolume bui T=100 (84 mm in 48 uur) [m ³]
3	+32,2 [#]	13,0	3,0	1,0	17,6	Voldoet	6,6	0,0
4	+32,2 [#]	7,0	6,0	1,0	18,9	Voldoet	14,4	0,0

Uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +34,0 m en een gronddekking op de lavakoffer van 0,8 m

Tabel 4.2.3 Minimale afmetingen infiltratievoorziening: Terreinverharding, kratten

Variant	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Berging [m ³]	Controle berging > 25,0 m ³	Leeglooptijd [uur]	Overstortvolume bui T=100 (84 mm in 48 uur) [m ³]
1	+32,4 [#]	22,0*	1,5*	0,8*	25,1	Voldoet	13,9	0,0
2	+32,4 [#]	17,0*	2,0*	0,8*	25,8	Voldoet	23,7	0,0

Uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +34,0 m en een gronddekking op de kratten van 0,8 m

* Uitgaande van kratten met afmetingen van lxbxh van 1,0 x 0,5 x 0,4 m

Tabel 4.2.4 Minimale afmetingen infiltratievoorziening: Terreinverharding, lavakoffer

Variant	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Berging [m ³]	Controle berging > 25,0 m ³	Leeglooptijd [uur]	Overstortvolume bui T=100 (84 mm in 48 uur) [m ³]
3	+32,2 [#]	19,0	3,0	1,0	25,7	Voldoet	7,9	0,0
4	+32,2 [#]	10,0	6,0	1,0	27,0	Voldoet	21,1	0,0

Uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +34,0 m en een gronddekking op de lavakoffer van 0,8 m



Het wandoppervlak van een voorziening draagt in veel grotere mate bij aan de infiltratie en het weer beschikbaar hebben van de voorziening binnen 24 uur dan het vloeroppervlak. Tevens zal de infiltratie met name door de vloer langzamer gaan verlopen als gevolg van dichtslibben. Bij alle varianten is hiermee rekening gehouden door de doorlatendheid van het vloeroppervlak niet mee te rekenen.

De definitieve dimensionering is bij kratten tevens afhankelijk van de leverancier en de afmetingen van de kratten.

4.3 Overige ontwerpaspecten

Wij adviseren het infiltratiesysteem te realiseren met een minimumgrondekking van ca. 0,6 à 0,8 m. Voor de kratten kan de vereiste gronddekking per leverancier verschillen.

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverstort te worden voorzien. Bij zeer intensieve buien (bijvoorbeeld $T > 100$), zal het systeem het toestromende regenwater 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.

Indien gewenst kan de engineering van het systeem en het ontwerp van de terreininrichting in een aanvullende opdracht door ons worden verzorgd.

Om de lavakoffer dient een laag waterdoorlatend geotextiel gelegd te worden om vermenging van de lava met omliggende grond te voorkomen.

Wij adviseren het te infiltreren water te zuiveren, met name bij de voorziening van de terreinverharding. Bij toepassing van een lavakoffer wordt dit door de lava gerealiseerd. Bij toepassing van kratten kan de zuivering gerealiseerd worden middels lavakorrels welke rondom de voorziening gelegd kunnen worden. Om de laag lavakorrels heen dient geotextiel te worden aangebracht. Als alternatief kan ook een bodemfilter worden aangelegd. 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 (amorce humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen.

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

De ontgraven sleuven dienen na aanleg van de voorziening en de eventuele zuiverende laag aangevuld te worden met draineerzand.

De infiltratievoorziening dient op voldoende afstand van belendende funderingen op staal te worden aangelegd (minimaal ca. 6,0 m) zodat het draagvermogen niet nadelig wordt beïnvloed.

Bijlage 1

Situatietekening

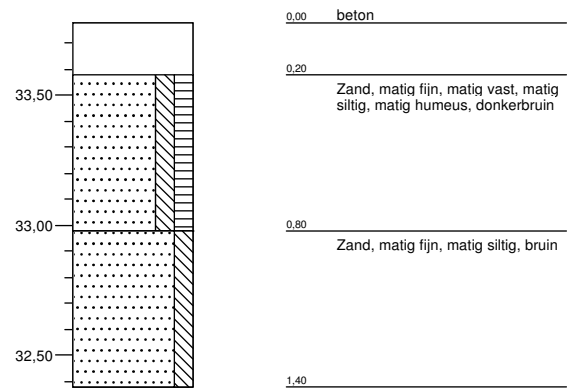
GA160364 T01

Bijlage 2

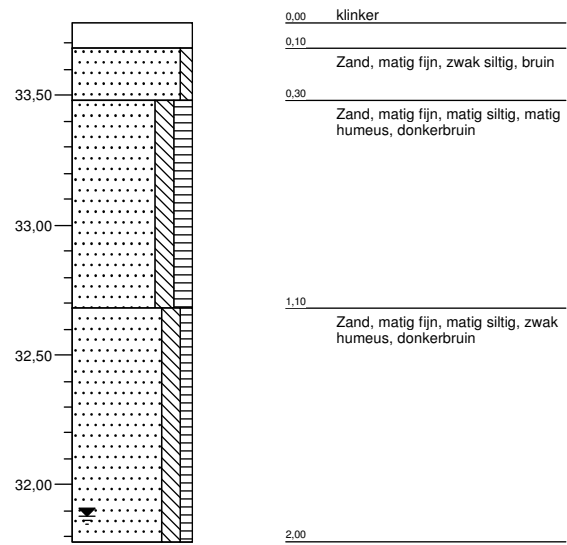
Boringen

GA160364 DB01 t/m DB02

boring: DB01
Maaiveldhoogte : 33,78 m. t.o.v. N.A.P.
cm. - mv.
Datum : 28-06-2016



boring: DB02
Maaiveldhoogte : 33,78 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : 190 cm. - mv.
Datum : 28-06-2016



Bijlage 3

Doorlatendheidsmetingen

GA160364 DM01 en DM02

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 $t = t_0$

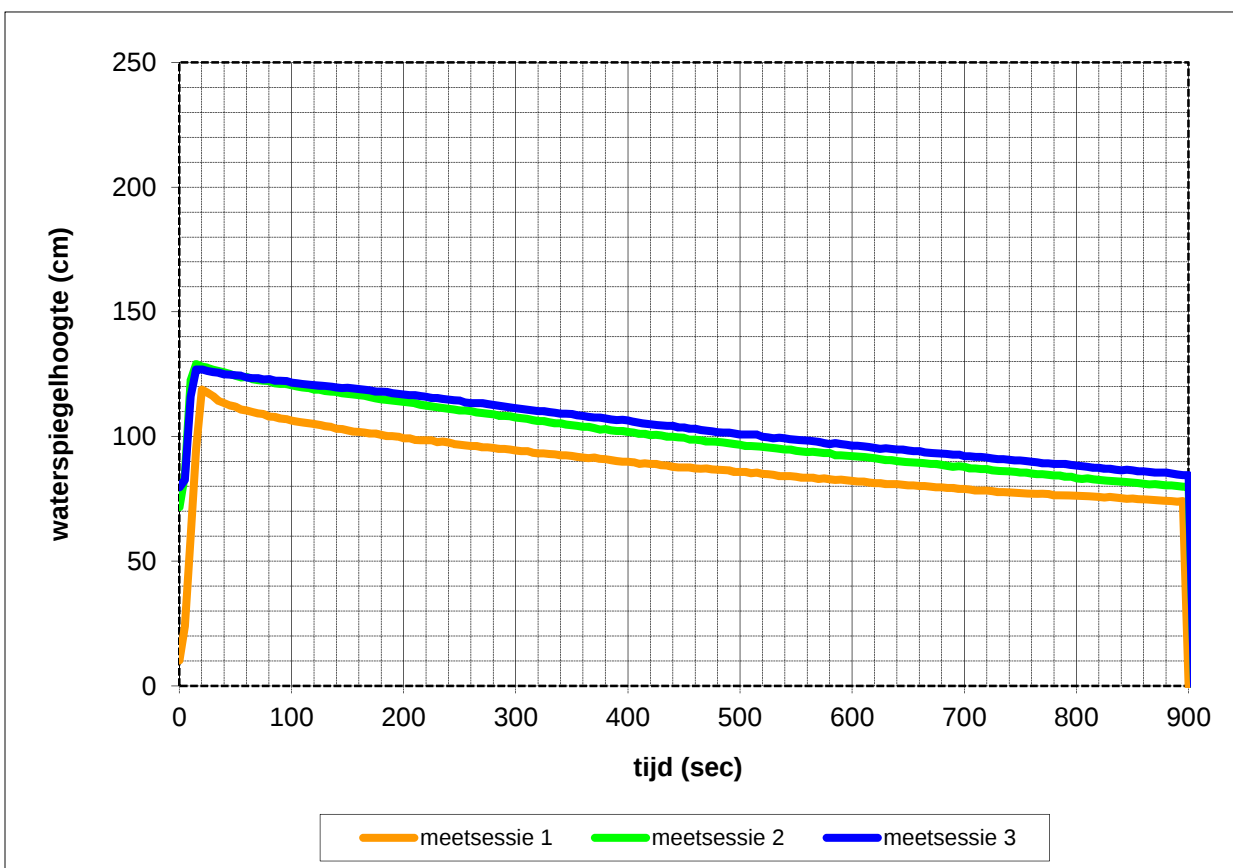
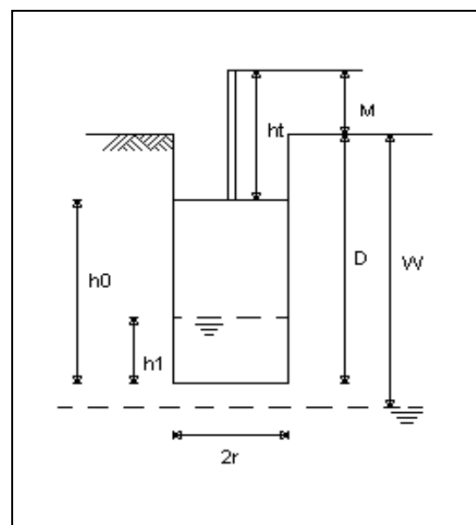
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	150	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	50	sec
h_0 =	111,942	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	76,1	cm
k_f =	8,83E-06	m/s
k_f =	0,762620475	m/dag
rc =	-0,00047789	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	124,225	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	83,25	cm
k_f =	9,17E-06	m/s
k_f =	0,792268878	m/dag
rc =	-0,00054633	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	124,592	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	88,383	cm
k_f =	7,87E-06	m/s
k_f =	0,680051269	m/dag
rc =	-0,000482787	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 $t = t_0$

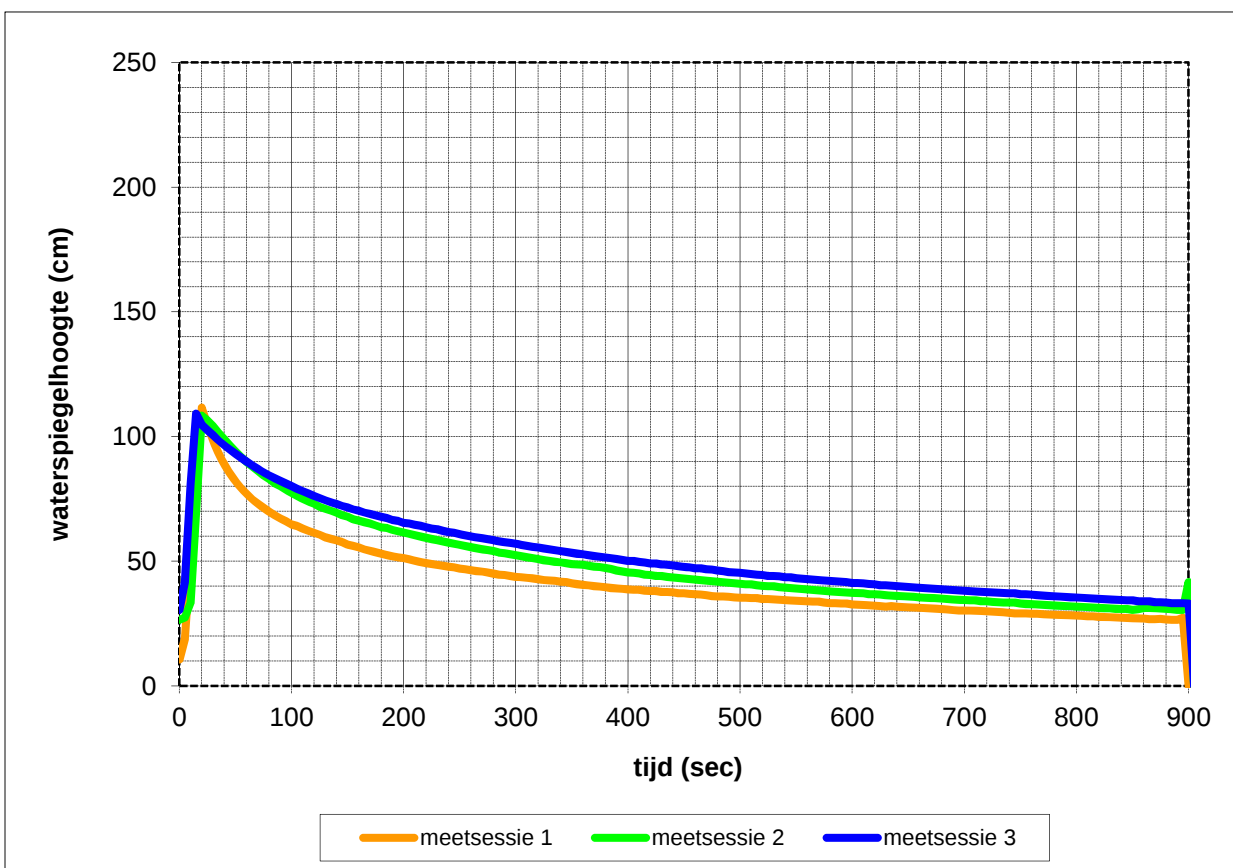
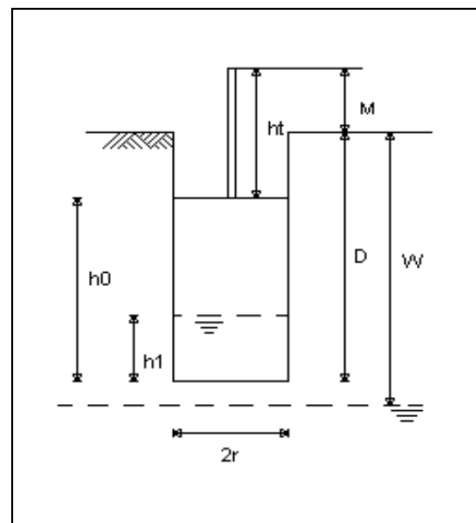
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	150	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	50	sec
h_0 =	82,225	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	28,208	cm
k_f =	2,40E-05	m/s
k_f =	2,075604151	m/dag
rc =	-0,00072023	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	94,067	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	31,767	cm
k_f =	2,45E-05	m/s
k_f =	2,115203506	m/dag
rc =	-0,00083067	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	93,133	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	35,5	cm
k_f =	2,18E-05	m/s
k_f =	1,882828887	m/dag
rc =	-0,00076844	m/s