

**Beoordeling Infiltratie mogelijkheden
t.b.v. nieuwbouw Engelenhof
Aan de Put Pullestraat
Te Sittard
In de gemeente Sittard-Geleen**

Opdrachtnummer: GF-70085
Rapportage R01
Versie: V01

Datum rapport: 12 december 2014

Opdrachtgever: Jongen Maasbilt V.O.F.
p/a Postbus 31007
6370 AA Landgraaf

Architect: Wijnen & Co Architecten
Toon Hermanssingel 52
6132 BZ Sittard

Constructeur: Adviesbureau Storms
Stationstraat 190
6361 BH Nuth

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. R.J.A. Huijts	
Controle	Ing. M. Vankan	



INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
3.0	GRONDONDERZOEK.....	3
3.1	Algemeen	3
3.2	Boringen	3
3.3	Inmeting	3
4.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	4
4.1	Terreingesteldheid	4
4.2	Bodemopbouw	4
5.0	GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE	5
5.1	Grondwater	5
5.2	Doorlatendheid.....	5
6.0	Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie	6
6.1	Algemeen	6
6.2	Toetsing	6
6.3	Conclusie	7

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Boorstaten
Bijlage 3	Doorlatendheidsmetingen



1.0 INLEIDING

Door Jongen Maasbilt V.O.F. werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een hydrologisch onderzoek uit te voeren en een beoordeling voor de infiltratie mogelijkheden op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van project Engelenhof te Sittard.

Voor dit project zijn door ons bureau in het verleden meerdere onderzoeken en adviezen uitgebracht. Hiervoor wordt verwezen naar betreffende rapportages.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het hydrologisch grondonderzoek en de beoordeling. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Roer en Overmaas.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Bouwplan Engelenhof betreft de nieuwbouw van woningen en appartementen en is gelegen tussen de Putstraat, Pullestraat en de stadswal. Verder is aan de Pullestraat met huisnummers 6, 8 en 9 de nieuwbouw van drie aaneengesloten woningen gepland.

Op de locatie is een regenwaterbuffer voorzien, van waaruit het regenwater verder verwerkt gaat worden. Ter plaatse van de buffer, mag in verband met archeologie niet dieper gegraven worden dan ca. 80 cm. De geplande ligging van de buffer is op de situatie tekening aangegeven.

Het bergende vermogen bedraagt conform tekening van Planbureau buitenruimte ca. 0,35 m water, dit komt overeen met ca. 225 m³. Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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



3.0 GRONDONDERZOEK

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in augustus 2014 in totaal 2 boringen uitgevoerd tot maximaal 2,5 m- maaiveld. In de boorgaten zijn de infiltratie metingen uitgevoerd.

3.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie een tweetal handboringen (genummerd GE70085 B01 en B02) tot ca. 2,5 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn uitgetekend ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in de bijlagen.

3.3 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GE70085 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boorstaten zijn getekend ten opzichte van NAP. Hierbij zijn wij uitgegaan van de hoogte van Put A (= NAP +44,98 m) zoals aangegeven op situatietekening GE-70085.



4.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

4.1 Terreingesteldheid

Ter plaatse van de geplande buffer lag ten tijde van het grondonderzoek het maaiveld ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +43,9 m.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de eerder uitgevoerde onderzoeken door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +40,8 m à 40,4 m een pakket aangetroffen overwegend bestaande uit weke tot matig vaste leemlagen. De onderzijde van dit pakket bestaat uit meer kleihoudend materiaal. De toplaag van dit pakket is plaatselijk tot een diepte van ca. 3,0 m-maaiveld geroerd.

Tussenlaag 1

Hieronder wordt een zeer vaste grindlaag aangetroffen tot ca. NAP +37,0 m. Slechts enkele diepsonderingen konden tot onder dit pakket worden doorgezet. De meeste diepsonderingen zijn in de toplaag van dit pakket gestrand vanwege het bereiken van de maximale sondeerdruk. De gemiddelde conusweerstand in deze laag bedragen meer dan 30,0 MPa.

Tussenlaag 2

Onder bovengenoemd grindpakket worden tot een diepte van ca. NAP +34,0 m à 33,0 m matig vaste tot vaste kleilagen aangetroffen. Deze kleilagen worden doorsneden door meer grindhoudende lagen. De conusweerstand in de kleilagen bedragen ca. 1,0 MPa voor de matig vaste delen tot meer dan 4,0 MPa voor de vastere en meer zand/grindhoudende delen.

Onderlaag

Vanaf voornoemde diepte worden tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +30,5 m zeer vaste zandgrindlagen aangetoond. De conusweerstand bedragen gemiddeld meer dan 30,0 MPa.



5.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE

5.1 Grondwater

Tijdens de eerder uitgevoerde onderzoeken is naar de grondwaterstand gepeild. De resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 5.1.1: Peilbuizen en waterstanden

Peilbuis	Bovenkant peilbuis [m+ NAP]	Meetdatum (2010)	Gws in m t.o.v. bovenkant peilbuis	GWS [m+ NAP]
PB01	+45,34	25-06-2010	--	--
		01-07-2010	5,34	+40,00
PB02	+45,81	25-06-2010	5,50	+40,31
		01-07-2010	5,91	+39,90
PB03	+44,61	25-06-2010	4,90	+39,71
		01-07-2010	4,89	+39,72

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. Wij adviseren teneinde meer inzicht te krijgen in de grondwaterstand op de locatie, regelmatig (wekelijks) de waterstanden in de door ons geplaatste peilbuizen te (laten) peilen. Eventueel kunnen wij dit verzorgen.

In het vervolg van dit project zal zowel bij het ontwerp als ook tijdens de uitvoering rekening gehouden moeten worden met hogere grondwaterstanden dan tijdens het huidige onderzoek.

5.2 Doorlatendheid

Omdat de proeven 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. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag worden berekend.

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 5.2.1.

Tabel 5.2.1, de doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject (m- maaiveld)	Grondsoort	Doorlatendheid (m/d)
DM05	1,5 – 2,5	Leem, matig zandig	0,14 – 0,16
DM06	1,5 – 2,5	Leem, matig zandig	0,12 – 0,19

6.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

6.1 Algemeen

Door het waterschap 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 minus 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.

6.2 Toetsing

In tabel 6.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1ste eis voldoet.

Tabel 6.2.1: toetsing doorlatendheid

Meting	Traject (m- maaiveld)	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM05	1,5 – 2,5	0,14	Matig	NEE
DM06	1,5 – 2,5	0,12	matig	NEE

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater is aangetroffen op een diepte van ca. 3,7 à 4,0 m- maaiveld ofwel NAP ca. +39,7 à +40,3 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. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort gezien de doorlatendheid niet tot de mogelijkheden. De voorziening zal enkel als berging dienen en het water zal via een afvoer tot afstroming moeten komen.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort gezien de doorlatendheid niet tot de mogelijkheid. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is onvoldoende. Het systeem zal enkel als berging dienen en zeer langzaam leeglopen. Er zullen maatregelen getroffen moeten worden om het water af te voeren.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand/grindlagen. De doorlatendheid van de zandgrindlagen is normaliter voldoende en derhalve zou dit tot de mogelijkheid behoren. Echter gezien de hoogte van de grondwaterstand zal deze wijze van infiltratie weinig effectief zijn.



6.3 Conclusie

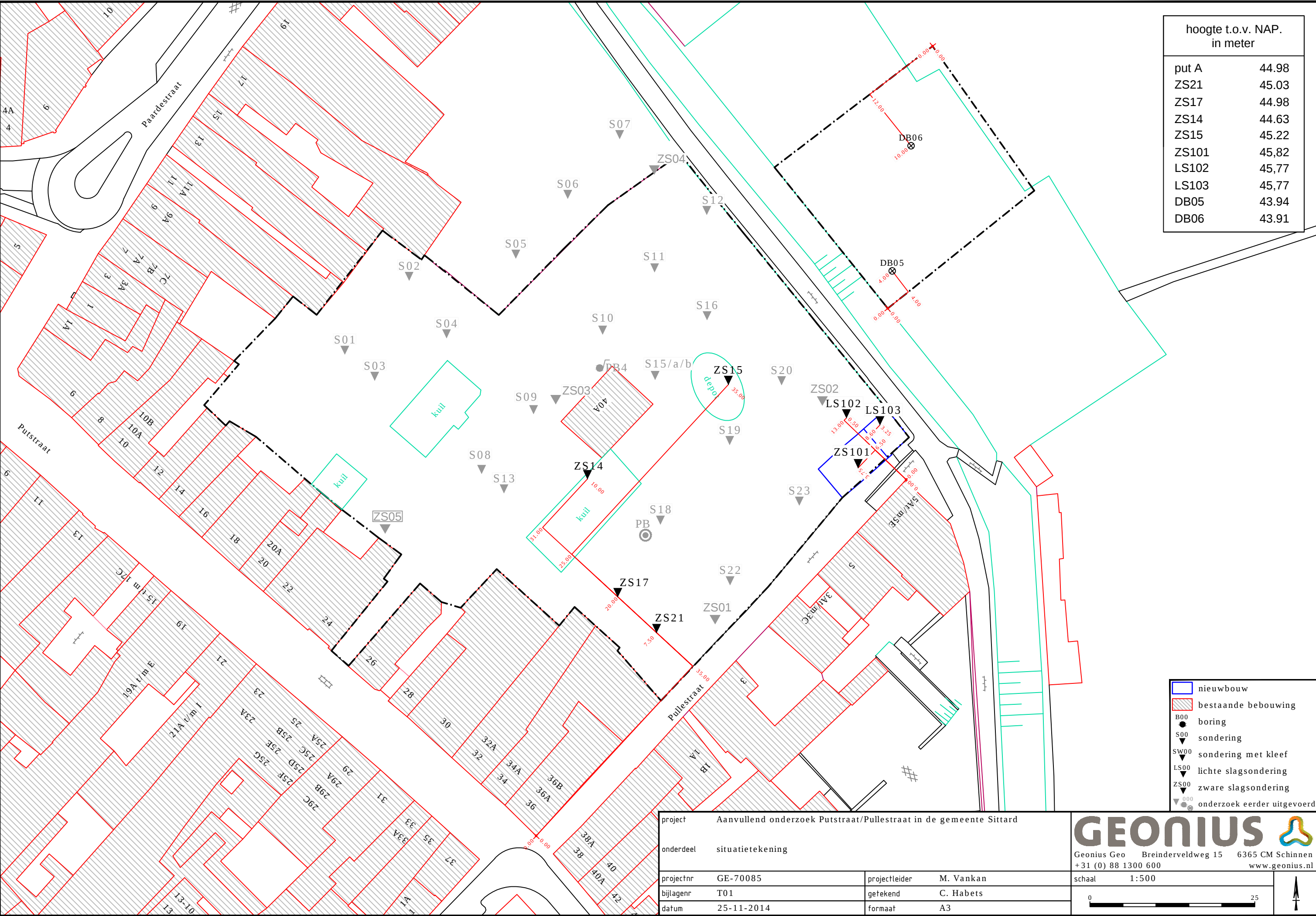
Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater niet tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is onvoldoende om een goed werkend systeem te ontwerpen. Eventueel aan te leggen voorzieningen zullen enkel als buffer werken om het water dan vertraagd af te voeren naar een riolering of nabij gelegen open water.



Bijlage 1:

Situatietekening

GE70085.T01

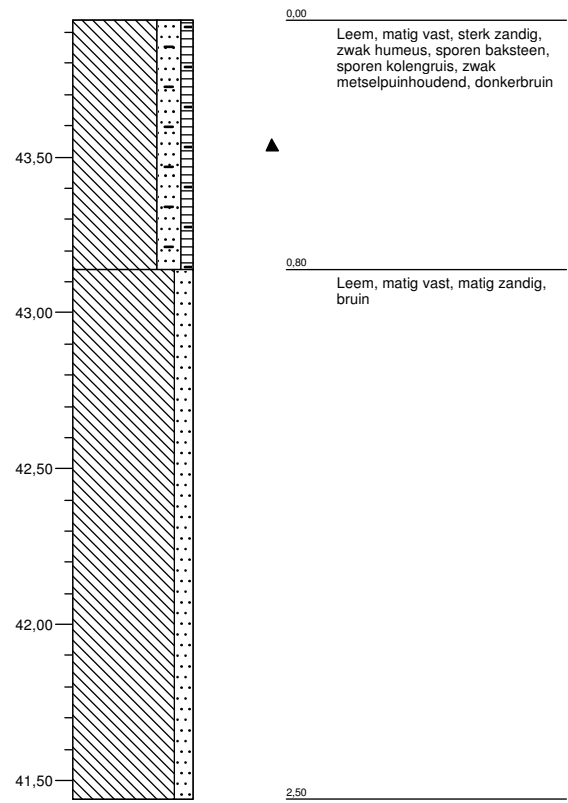


Bijlage 2

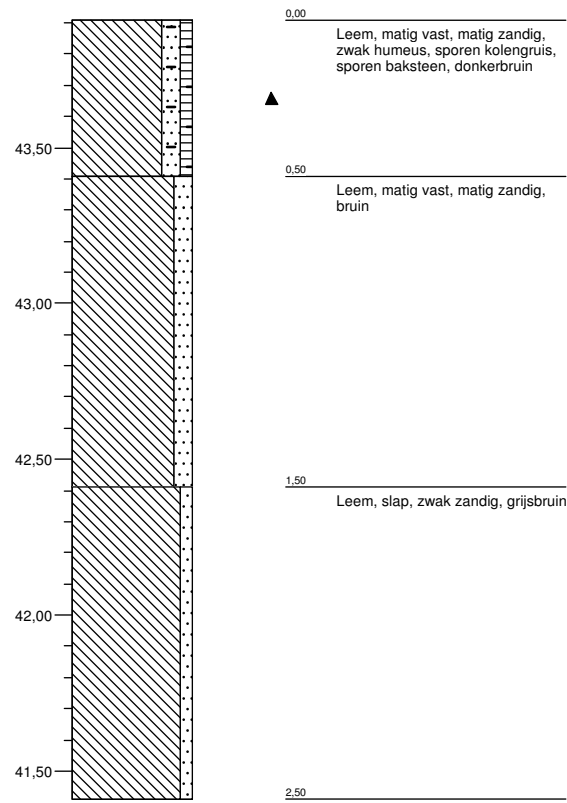
Boringen

GE70085 dB05 en DB06

boring: DB05
Maaiveldhoogte : 43,94 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : cm. - mv.
Datum : 14-08-2014
Opmerking:



boring: DB06
Maaiveldhoogte : 43,91 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : cm. - mv.
Datum : 14-08-2014
Opmerking:



Bijlage 3

Doorlatendheidsmetingen

GF7085 DM05 en DM06

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 $t = t_0$

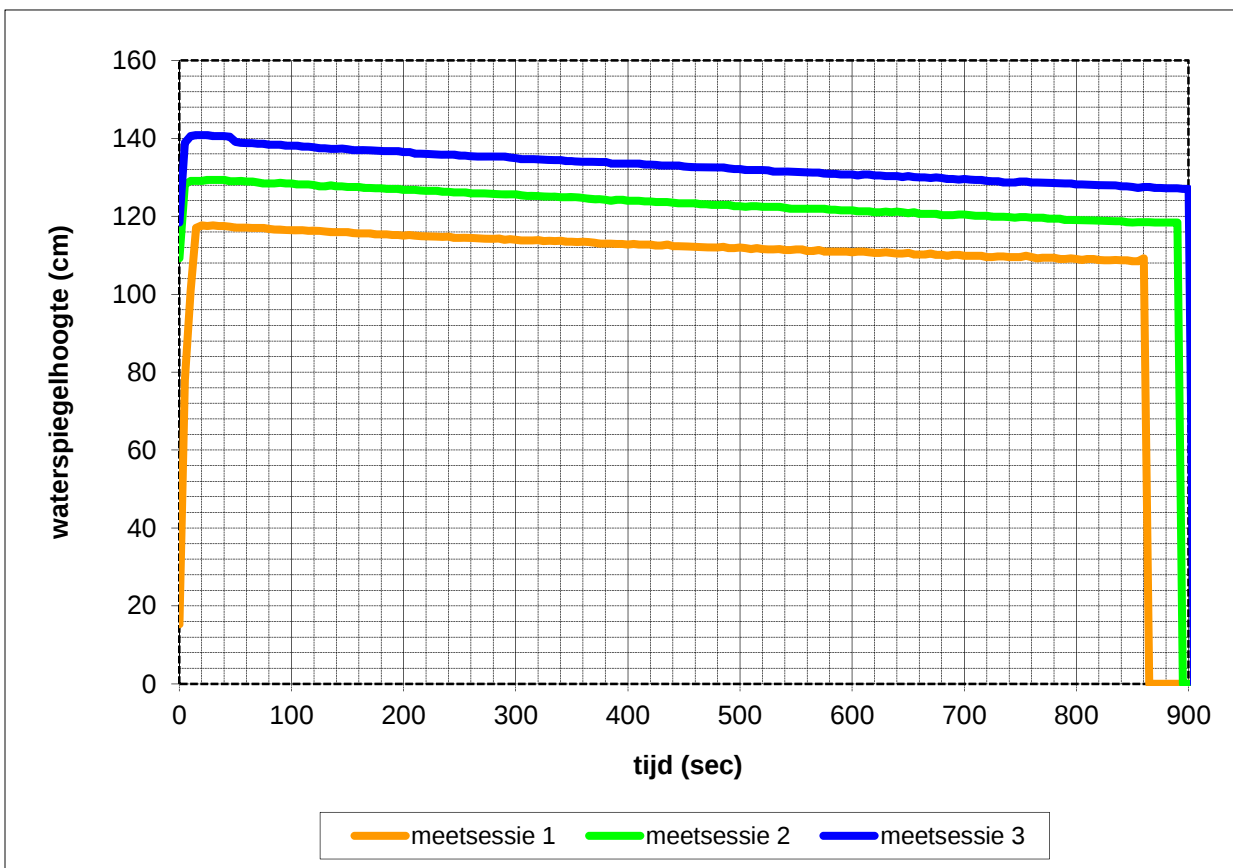
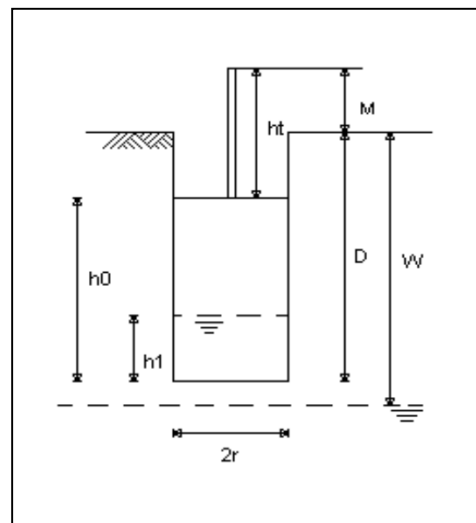
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	116,4	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	109	cm
k_f =	1,62E-06	m/s
k_f =	0,139551076	m/dag
rc =	-0,00010571	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	128,4	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	119,1	cm
k_f =	1,85E-06	m/s
k_f =	0,159957268	m/dag
rc =	-0,00013286	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	138,1	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	128,2	cm
k_f =	1,83E-06	m/s
k_f =	0,158410576	m/dag
rc =	-0,000141429	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 $t = t_0$

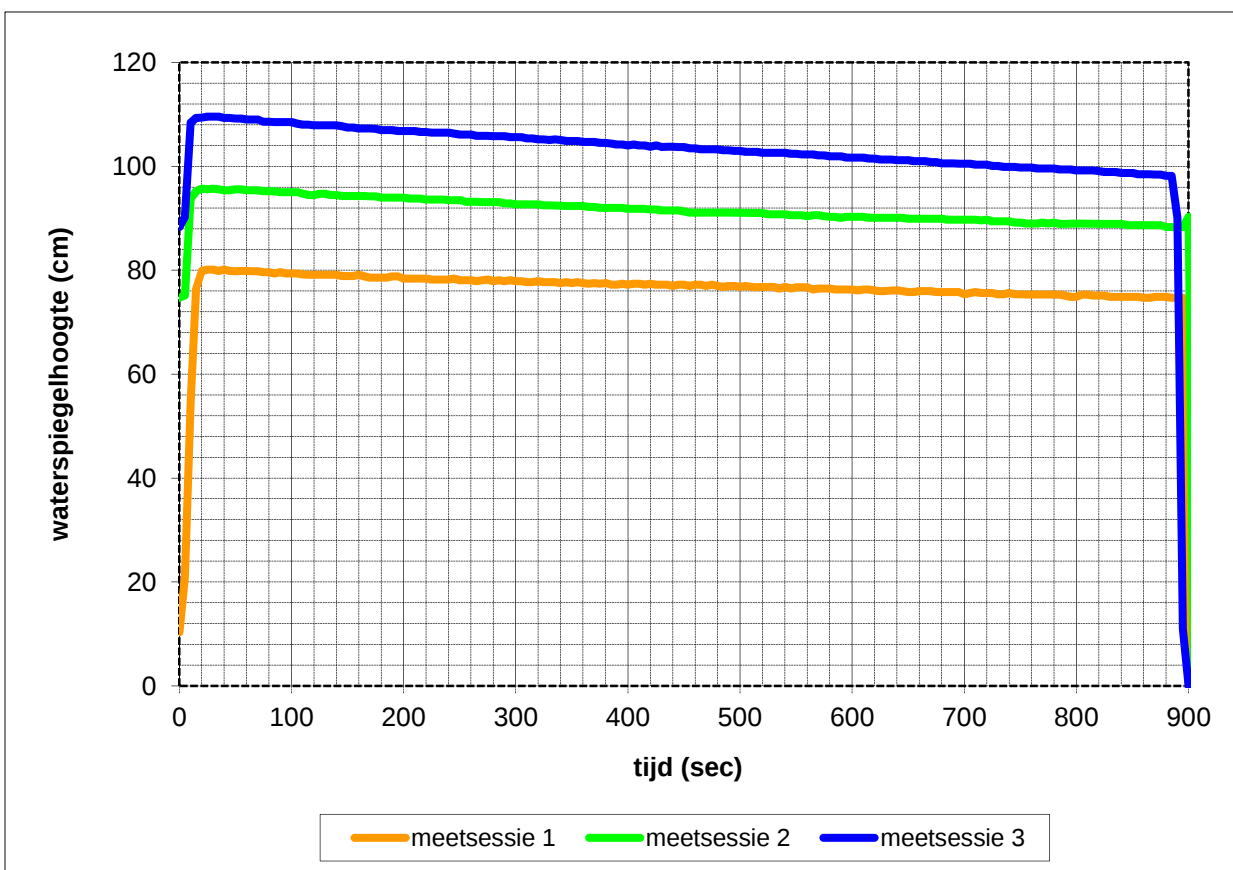
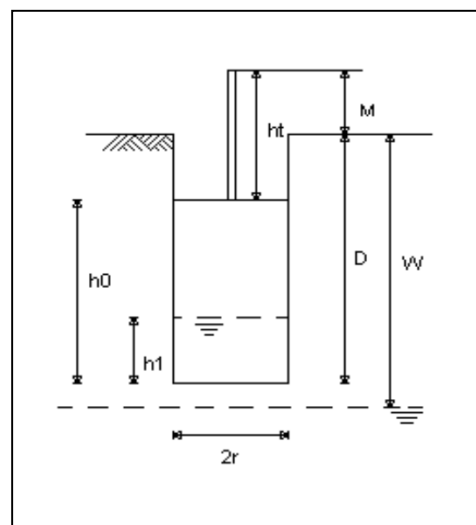
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	79,4	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	74,9	cm
k_f =	1,42E-06	m/s
k_f =	0,123088981	m/dag
rc =	-6,4286E-05	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	95	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	89	cm
k_f =	1,60E-06	m/s
k_f =	0,138131961	m/dag
rc =	-8,5714E-05	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	108,5	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	99,2	cm
k_f =	2,20E-06	m/s
k_f =	0,190136662	m/dag
rc =	-0,000132857	m/s