

Infiltratieonderzoek

t.b.v. geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum

GA221686.R01.V1.0

4 mei 2023



Infiltratieonderzoek

t.b.v. geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum

Documentnummer GA221686.R01.V1.0

4 mei 2023

Opdrachtgever

Horizonburch B.V.

Elzentlaan 29

5611 LH Eindhoven

Auteurs

Adviseur geohydrologie M. Meering MSc

Collegiale toets D.M. Smulders MSc

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie	M. Meering MSc	
Collegiale toets	D.M. Smulders MSc	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Infiltratieonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Boringen	5
2.3	Doorlatendheidsproeven	5
2.4	Inmeting	5
3	Geohydrologie	6
3.1	Locatie en topografie	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Grondwater	7
3.4	Doorlatendheid	7
4	Infiltratie hemelwater	9
4.1	Toetsing	9
4.2	Conclusie	10

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsproeven

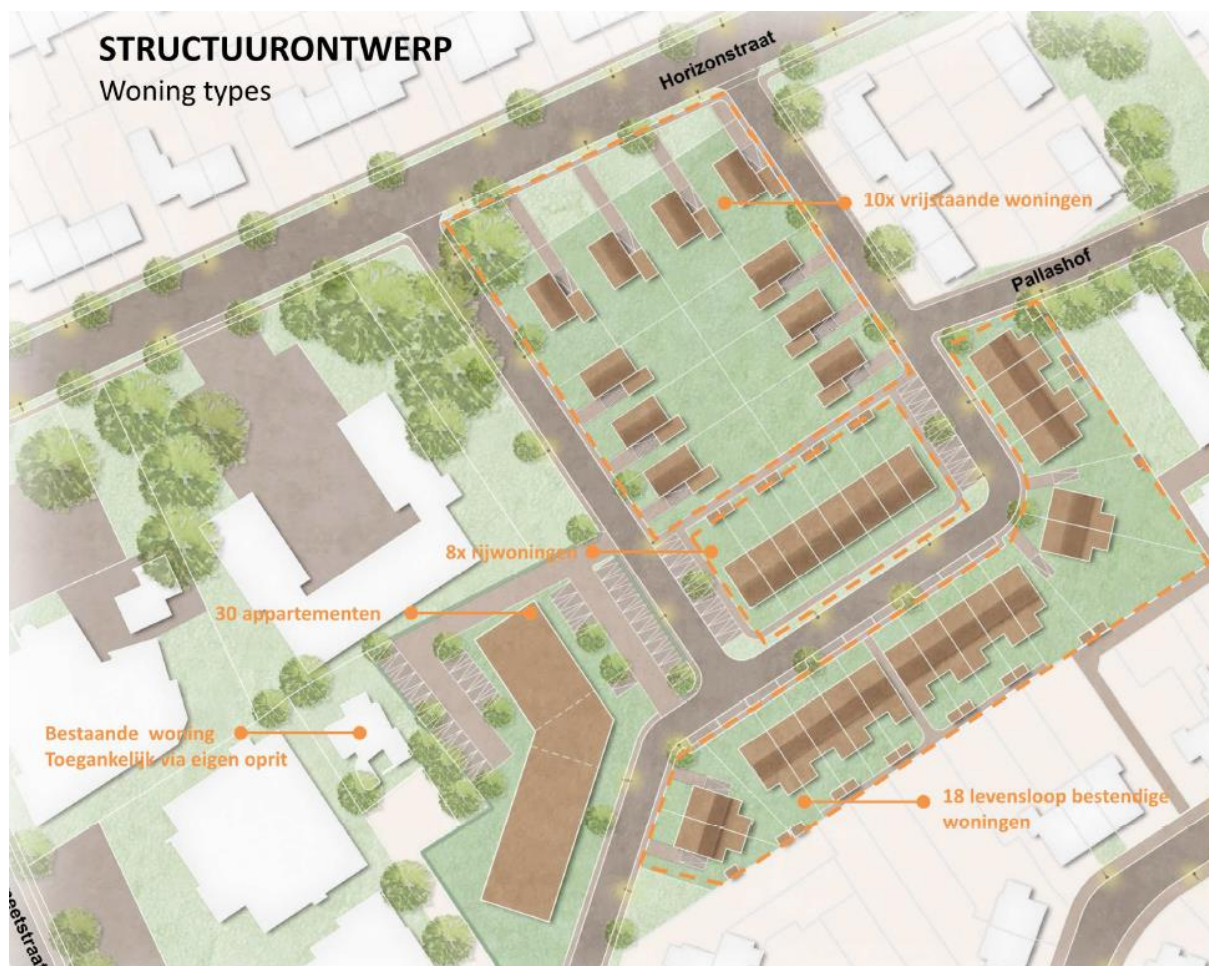
1 Inleiding

Door Horizonburch B.V. is aan Geonius opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren en een rapportage op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor bepaling van doorlatendheid (k-waarde) van de ondiepe ondergrond ter plaatse van de geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum. De geplande toekomstige situatie is weergegeven in figuur 1.1.

Op basis van het infiltratieonderzoek en de bepaalde doorlatendheden (k-waarden) kan een infiltratiesysteem nader worden uitgewerkt.

Voorliggende rapportage bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek. Voor het opstellen van de rapportage is gebruik gemaakt van onderstaande door opdrachtgever verstrekte informatie:

[1] Structuurontwerp Horizonstraat Brunssum (kenmerk: 21273 / 846059, d.d. 24-08-2021)



Figuur 1.1: Structuurontwerp inclusief woningtypeplan [1].

2 Infiltratieonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in april 2023 acht handboringen en acht doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsproeven uit te kunnen voeren, zijn op de locatie acht handboringen (genummerd GA221686 DB01 t/m DB08) tot ca. 3,2 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1. De boorstaten zijn opgenomen in bijlage 2.

2.3 Doorlatendheidsproeven

In de boorgaten zijn doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA221686 DM01 t/m DM08 en zijn opgenomen in bijlage 3.

Doorlatendheidsproeven DM01 t/m DM08 zijn ter plaatse van een geplande ondergrondse 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 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA221686.T01 weergegeven (bijlage 1). De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

2.5 Archiefgegevens

Aanvullend op het veldonderzoek zijn met een bureauonderzoek gegevens verzameld van de projectlocatie. Hiervoor zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- DINOloket van TNO;
- Atlas Limburg van Provincie Limburg.

3 Geohydrologie

3.1 Locatie en topografie

Ten tijde van het infiltratieonderzoek was het terrein deels verhard (klinkers, tegels) en deels onverhard (groenstrook). Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +102,3 tot +100,3 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 2,0 m.

Op basis van de Atlas Limburg blijkt nabij de locatie een geologische breuklijn (Heerlerheidebreuk) gelegen, zie figuur 3.1. Vanaf grofweg 15 à 20 m- maaiveld wordt een verschil in bodemopbouw verwacht op basis van het REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO), zie figuur 3.2 in onderstaande paragraaf. De breuklijn is niet van invloed op het infiltratieonderzoek. Aan weerszijden van de breuklijn is de toplaag van de ondergrond gelijksoortig (tot ca. 15 à 20 m- maaiveld). Op basis van het onderzoek is dit bevestigd tot ca. 3,2 m- maaiveld.



Figuur 3.1 Geologische breuklijn ter plaatse van de projectlocatie (bron: Atlas Limburg).

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de boringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven. Zie ook de verticale doorsnede van het REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO) in figuur 3.2:

Toplaag (Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert):

Vanaf maaiveld wordt tot de maximaal verkende boordiepte van 3,2 m- maaiveld (ca. NAP +97,1 m) een zwak tot sterk zandige leemlaag aangetroffen. Lokaal is sprake van dunne lagen zand (matig grof, siltig). In de bovenste 20 tot 100 cm betreft het een zwak tot sterk humeuze laag, hierbinnen is ook sprake van antropogene bijmenging (sporen baksteen, puin).

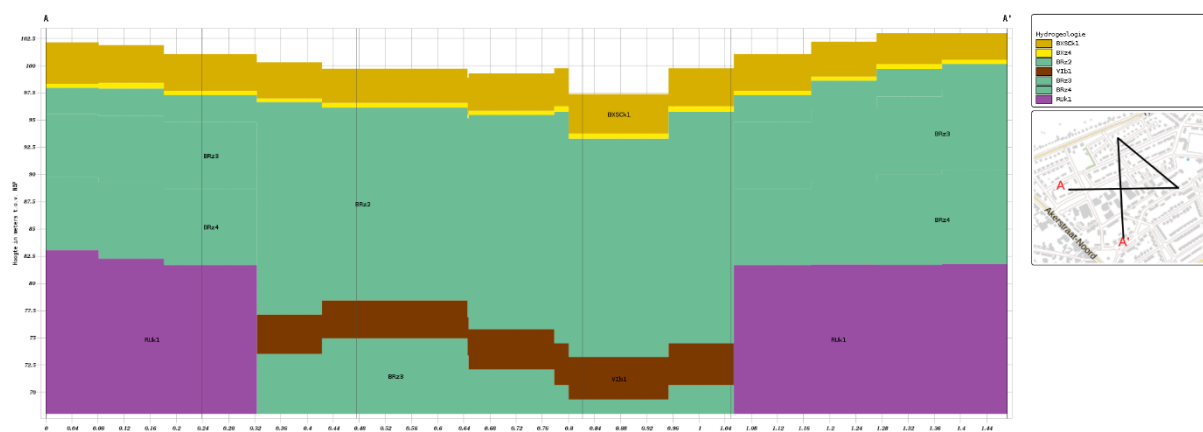
De zandige leemlaag reikt op basis van TNO-boringen naar verwachting tot ca. 4 m- maaiveld, dit komt grofweg overeen met ca. NAP +98 à +96 m.

Onderlaag (Formatie van Breda):

Hieronder bevindt zich een fijnzandig pakket tot ca. 19 à 25 m- maaiveld (ca. NAP +82 à +76 m), afhankelijk van de situering ten opzichte van de breuklijn (Heerlerheidebreuk). Lokaal kan bovenin dit pakket sprake zijn van enige grindige inslag behorend tot de Formatie van Beegden.

Dit pakket wordt aan de onderzijde afgesloten met ofwel een kleiige laag (Formatie van Rupel) ofwel een bruinkoollaag (Formatie van Ville).

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Figuur 3.2: Verticale doorsnede REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO).

3.3 Grondwater

Tijdens het in-situ onderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,2 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +99,1 à +97,1 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.

In de omgeving zijn geen freatische TNO-peilbuizen die representatief worden geacht voor de projectlocatie. Gezien de relatief hoge ligging ten opzichte van de omgeving, en op basis van eerdere projectervaring in de omgeving, wordt de freatische grondwaterstand niet verwacht binnen ca. 14 m- maaiveld (ofwel ca. NAP +87 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 acht proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Deze zijn volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) uitgevoerd ter bepaling van de horizontale doorlatendheid.

Bij de doorlatendheidsproeven 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 doorlatendheden (Porchet)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	GRONDSOORT	Doorlatendheid [m/d]
DM01	2,2 – 3,2	+98,1 tot +97,1	SILT, sterk zandig	0,1 – 0,3
DM02	1,0 – 2,0	+99,9 tot +98,9	SILT, zwak zandig*	25 – 57**
DM03	2,2 – 3,2	+98,9 tot +97,9	SILT, sterk zandig*	0,5 – 1,3
DM04	2,2 – 3,2	+99,7 tot +98,7	SILT, sterk zandig	0,5 – 0,8
DM05	2,2 – 3,2	+100,1 tot +99,1	SILT, sterk zandig	0,4 – 0,5
DM06	1,0 – 2,0	+100,5 tot +99,5	SILT, sterk zandig*	0,1 – 0,3
DM07	2,2 – 3,2	+99,0 tot +98,0	SILT, zwak tot sterk zandig	0,2 – 0,6
DM08	2,2 – 3,2	+99,3 tot +98,3	SILT, sterk zandig*	0,5 – 0,9

*lokaal siltig, matig grof zand aangetroffen op het meettraject.

**meting 2 en 3 worden niet representatief geacht vanwege de geringe meetperiode. De meetperiode is te kort voor een nauwkeurige bepaling van de doorlatendheid (empirische relatie), de doorlatendheid is zeer goed.

De doorlatendheid ter plaatse van DM02 is zeer goed. Onderin het boorgat is matig grof zand aangetroffen, mogelijk draagt dit materiaal bij aan de hoge gemeten doorlatendheden. Op basis van de aangetroffen bodemopbouw in het meettraject wordt een lagere doorlatendheid verwacht dan hetgeen gemeten.

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	2,2 – 3,2	+98,1 tot +97,1	0,1	Matig	Nee
DM02	1,0 – 2,0	+99,9 tot +98,9	>10	Zeer goed	Ja
DM03	2,2 – 3,2	+98,9 tot +97,9	0,5	Matig	Ja
DM04	2,2 – 3,2	+99,7 tot +98,7	0,5	Matig	Ja
DM05	2,2 – 3,2	+100,1 tot +99,1	0,4	Matig	Ja
DM06	1,0 – 2,0	+100,5 tot +99,5	0,1	Matig	Nee
DM07	2,2 – 3,2	+99,0 tot +98,0	0,2	Matig	Nee
DM08	2,2 – 3,2	+99,3 tot +98,3	0,5	Vrij goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien de freatische grondwaterstand niet wordt verwacht binnen ca. 14 m- maaiveld (ofwel ca. NAP +87 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. Voor parkeerplaatsen is een olie-/ benzineafscheider aan te bevelen.

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. 1,5 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort beperkt tot de mogelijkheden gezien de overwegend matige doorlatendheid. Tevens zal dit 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 gezien de overwegend matige doorlatendheid van de ondiepe ondergrond. Hiervoor dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

4.2 Conclusie

De maatgevende doorlatendheid tussen 1,0 en 2,0 m- maaiveld varieert tussen 0,1 en 25 m/dag. De doorlatendheid van 0,1 m/d correspondeert met de aangetroffen grondslag (zandige leem), deze wordt representatief geacht voor de doorlatendheid op dit niveau. De maatgevende doorlatendheid tussen 2,2 en 3,2 m- maaiveld varieert tussen 0,1 en 0,5 m/dag. De doorlatendheid op dit niveau is overwegend matig.

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is overwegend matig. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond (vb. wadi/ infiltratiekratten) in combinatie met grindpalen of een andersoortige leegloopvoorziening (diepinfiltratie). De voorziening in de ondiepe ondergrond zal hoofdzakelijk fungeren als een buffervoorziening vanwege de matige doorlatendheid. Door deze aan te sluiten op grindpalen naar dieper gelegen lagen kan voldoende infiltratiecapaciteit worden gerealiseerd, zodat het systeem na hevige neerslag in staat is een volgende bui te verwerken.

Eventueel kan de ondiepe voorziening (wadi/ infiltratiekratten) ook worden uitgevoerd met een vertraagde afvoer richting de bestaande riolering (HWA-riool). Afvoeren van water op de riolering dient te worden overlegd met het bevoegd gezag.

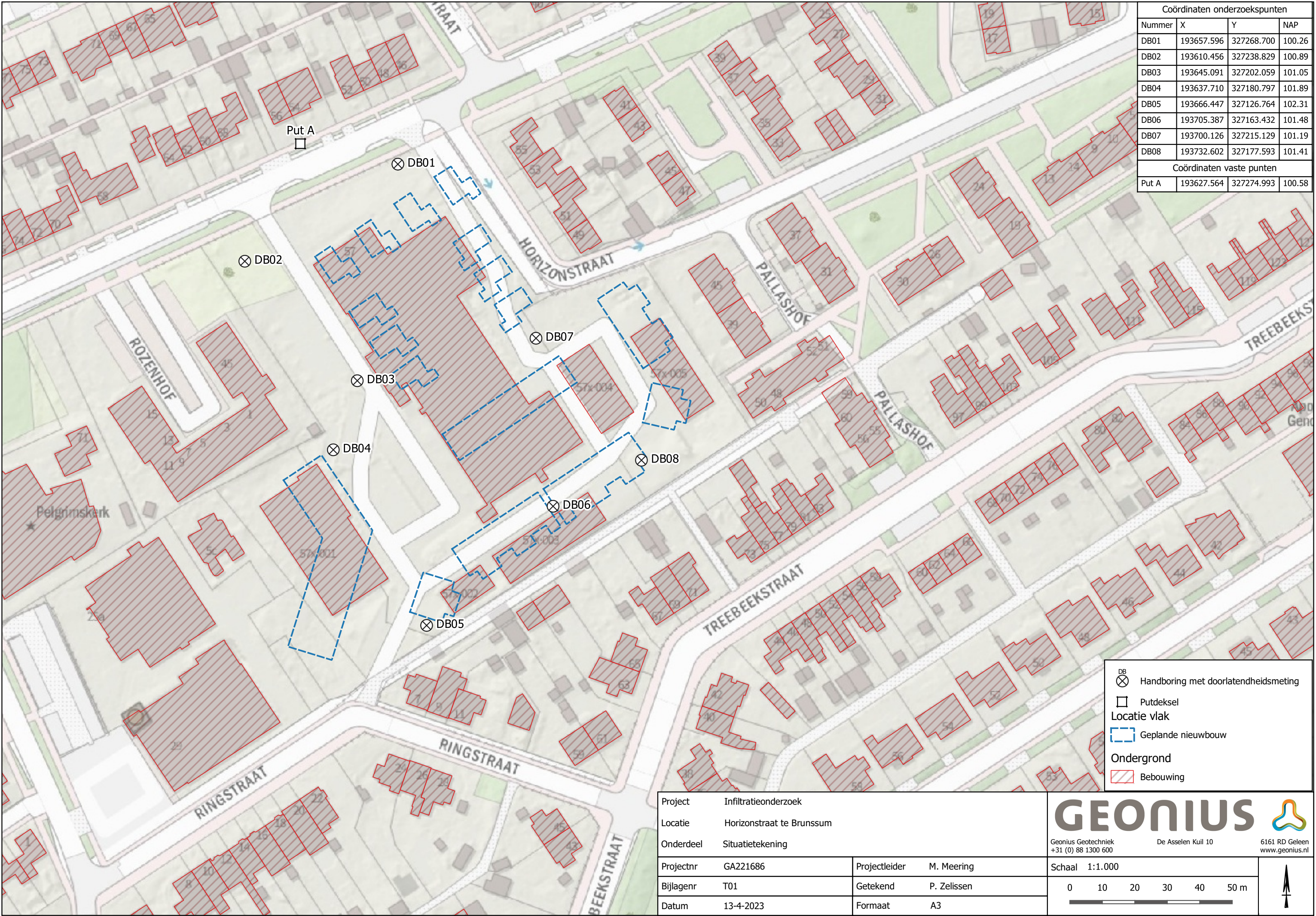
Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
DB01	193657.596	327268.700	100.26
DB02	193610.456	327238.829	100.89
DB03	193645.091	327202.059	101.05
DB04	193637.710	327180.797	101.89
DB05	193666.447	327126.764	102.31
DB06	193705.387	327163.432	101.48
DB07	193700.126	327215.129	101.19
DB08	193732.602	327177.593	101.41
Coördinaten vaste punten			
Put A	193627.564	327274.993	100.58

- DB Handboring met doorlatendheidsmeting
- Putdeksel
- Locatie vlak**
- Geplande nieuwbouw
- Ondergrond**
- Bebouwing

Project	Infiltratieonderzoek		
Locatie	Horizonstraat te Brunssum		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA221686	Projectleider	M. Meering
Bijlagenr	T01	Getekend	P. Zelissen
Datum	13-4-2023	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

Schaal 1:1.000

01020304050 m

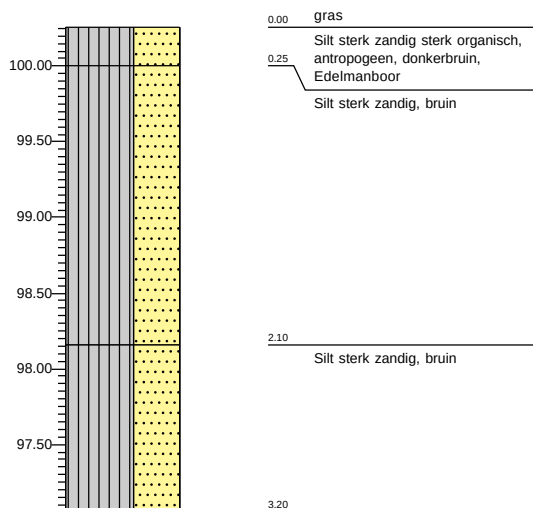
Bijlage 2 Boringen

Boring: DB01

Maaiveldhoogte: 100.257 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193657,60
 Y-coördinaat: 327268,70

Datum: 12-4-2023

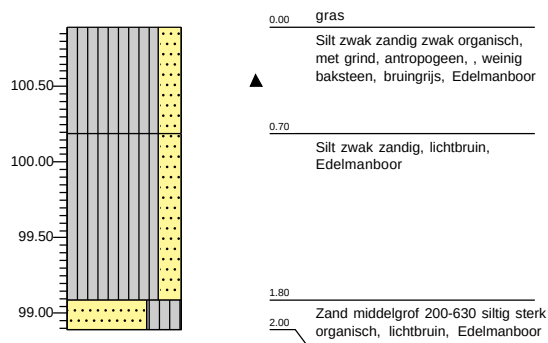


Boring: DB02

Maaiveldhoogte: 100.893 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193610,46
 Y-coördinaat: 327238,83

Datum: 12-4-2023

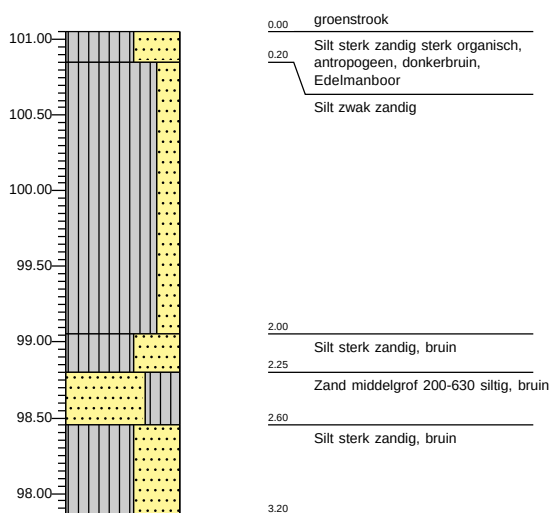


Boring: DB03

Maaiveldhoogte: 101.053 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193645,09
 Y-coördinaat: 327202,06

Datum: 12-4-2023

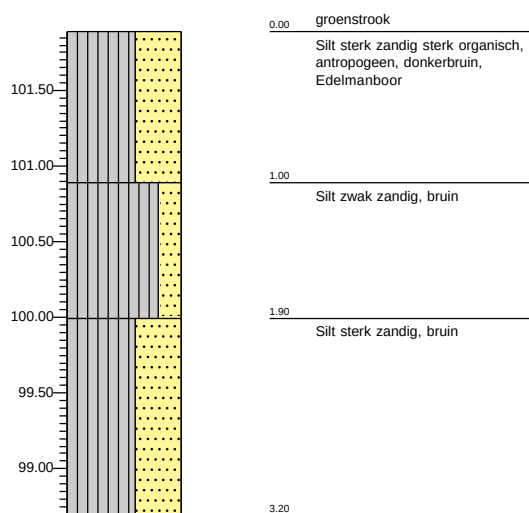


Boring: DB04

Maaiveldhoogte: 101.89 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193637,71
 Y-coördinaat: 327180,80

Datum: 12-4-2023

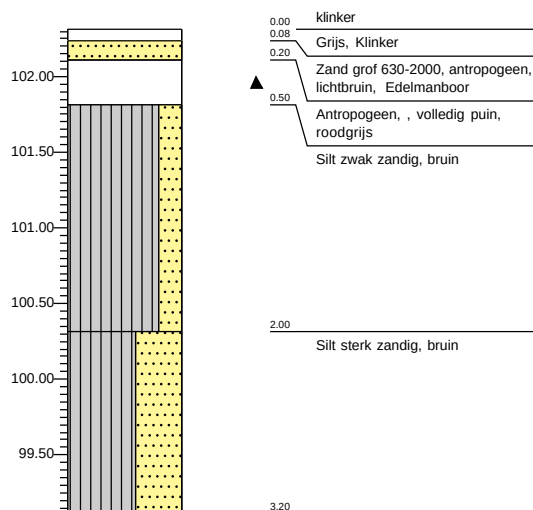


Boring: DB05

Maaiveldhoogte: 102.313 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193666,45
Y-coördinaat: 327126,76

Datum: 12-4-2023

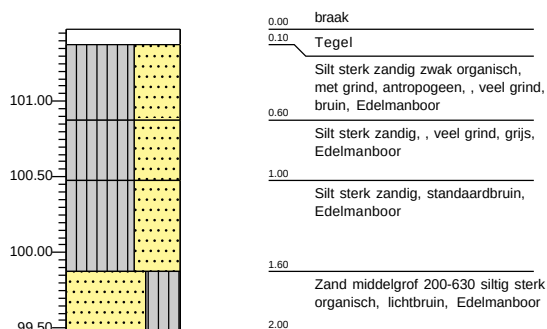


Boring: DB06

Maaiveldhoogte: 101.477 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193705,39
Y-coördinaat: 327163,44

Datum: 12-4-2023

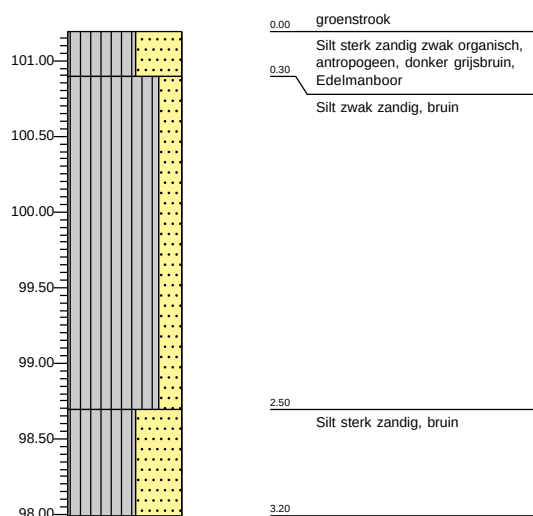


Boring: DB07

Maaiveldhoogte: 101.192 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193700,12
Y-coördinaat: 327215,13

Datum: 12-4-2023

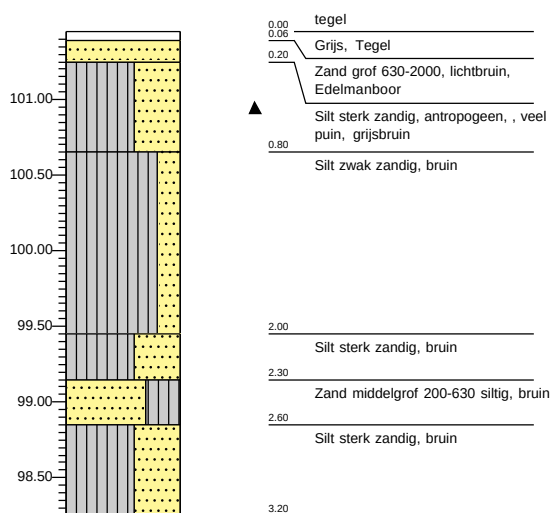


Boring: DB08

Maaiveldhoogte: 101.45 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 193732,61
Y-coördinaat: 327177,59

Datum: 12-4-2023



Bijlage 3 Doorlatendheidsproeven

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 $t = t_0$

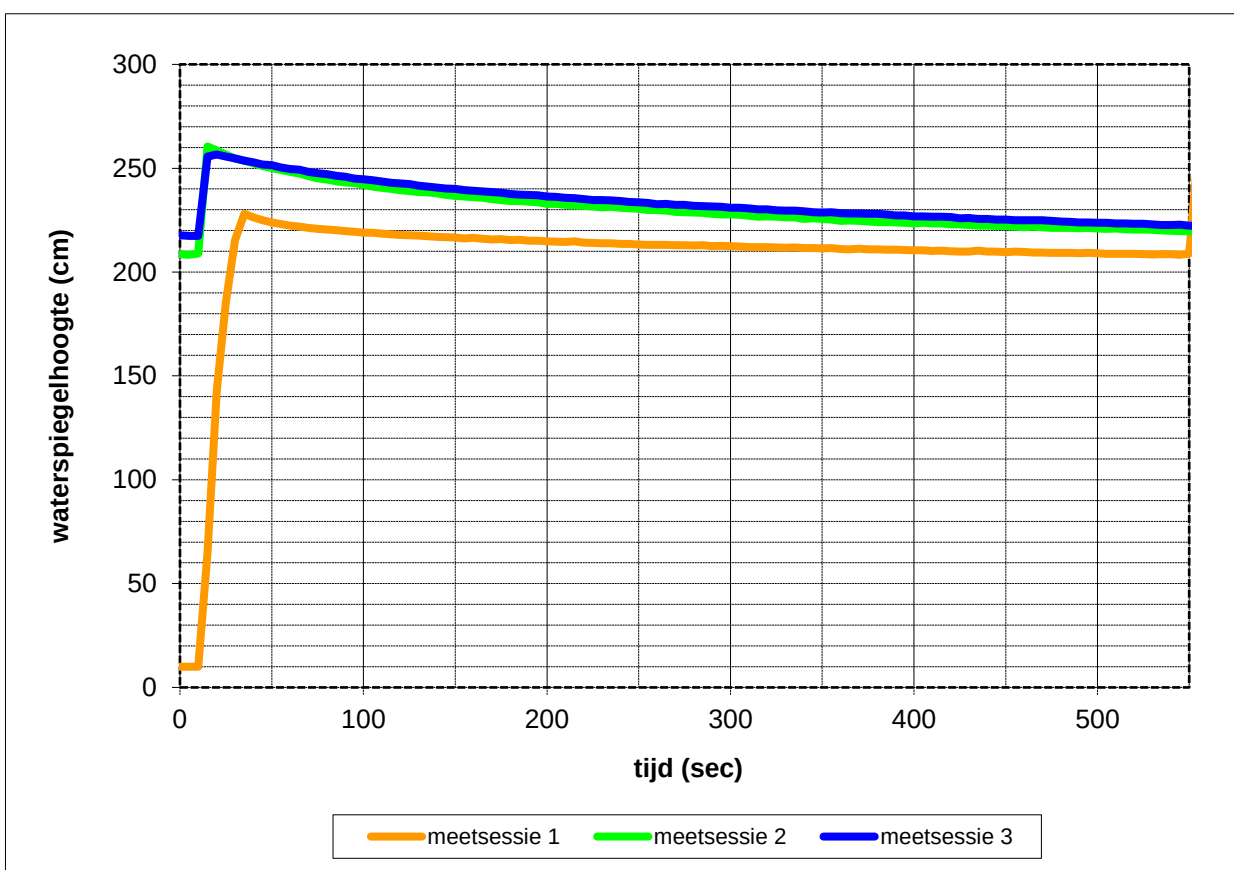
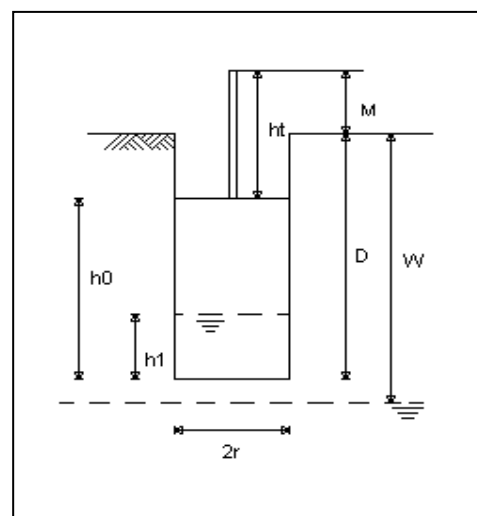
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	320	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	200	sec
h_0 =	214,74	cm
t_1 =	530	sec
h_1 =	208,44	cm
k_f =	1,56E-06	m/s
k_f =	0,14	m/dag
rc =	-1,91E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	200	sec
h_0 =	232,83	cm
t_1 =	530	sec
h_1 =	220,34	cm
k_f =	2,90E-06	m/s
k_f =	0,25	m/dag
rc =	-3,78E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	236,44	cm
t_1 =	530	sec
h_1 =	222,91	cm
k_f =	3,10E-06	m/s
k_f =	0,27	m/dag
rc =	-4,10E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

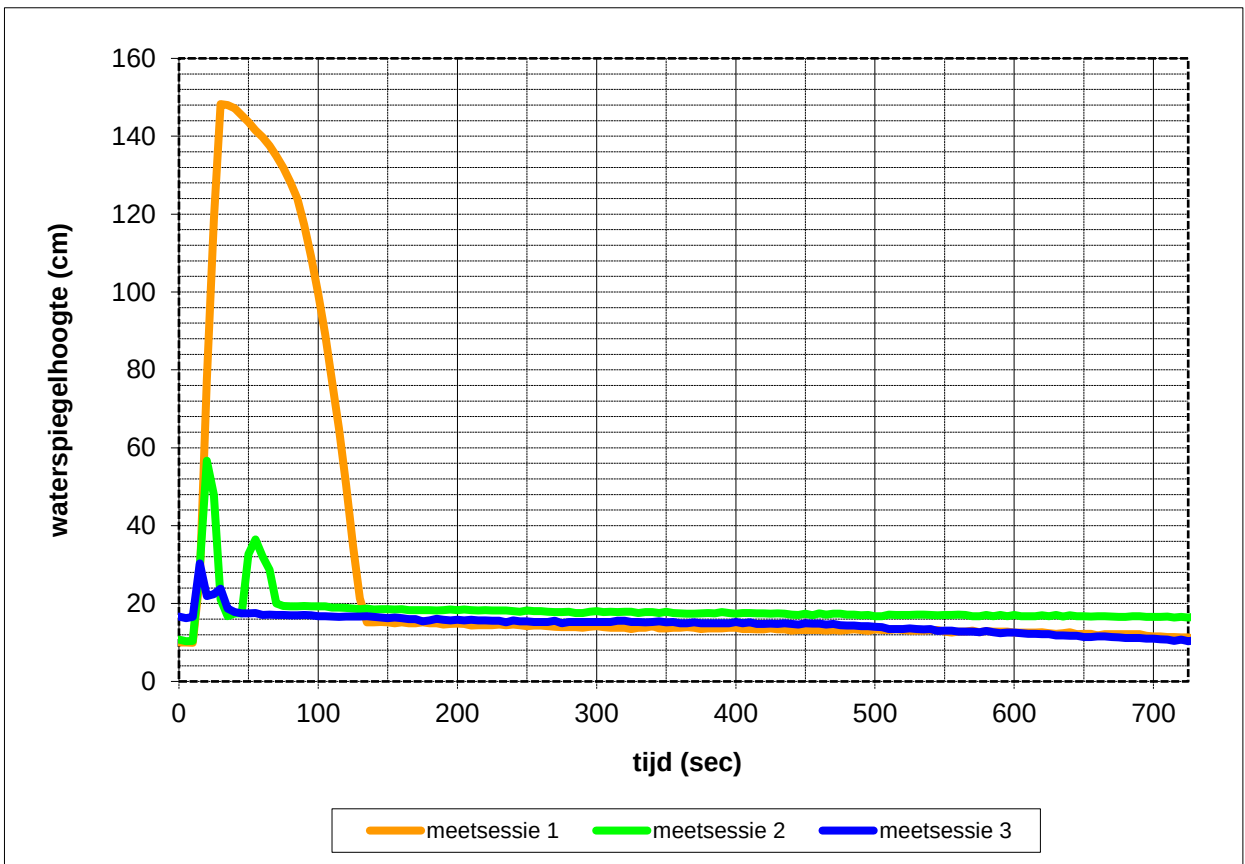
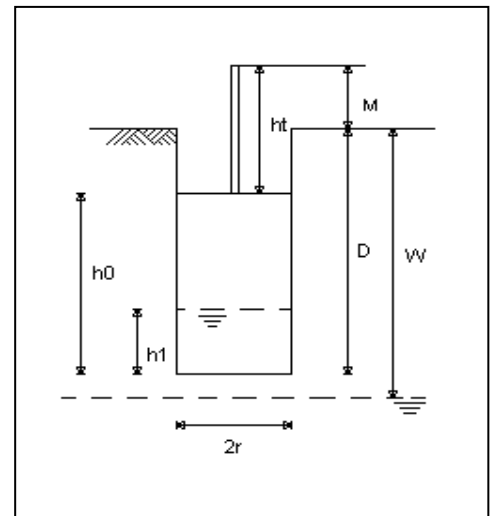
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1		
t0 =	70	sec
h0 =	134,97	cm
t1 =	125	sec
h1 =	34,63	cm
kf =	4,21E-04	m/s
kf =	36,35	m/dag
rc =	-1,82E-02	m/s

Meetsessie 2		
t0 =	55	sec
h0 =	36,44	cm
t1 =	70	sec
h1 =	19,99	cm
kf =	6,57E-04	m/s
kf =	56,72	m/dag
rc =	-1,10E-02	m/s

Meetsessie 3		
t0 =	25	sec
h0 =	22,44	cm
t1 =	35	sec
h1 =	18,71	cm
kf =	2,93E-04	m/s
kf =	25,32	m/dag
rc =	-3,73E-03	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 $t = t_0$

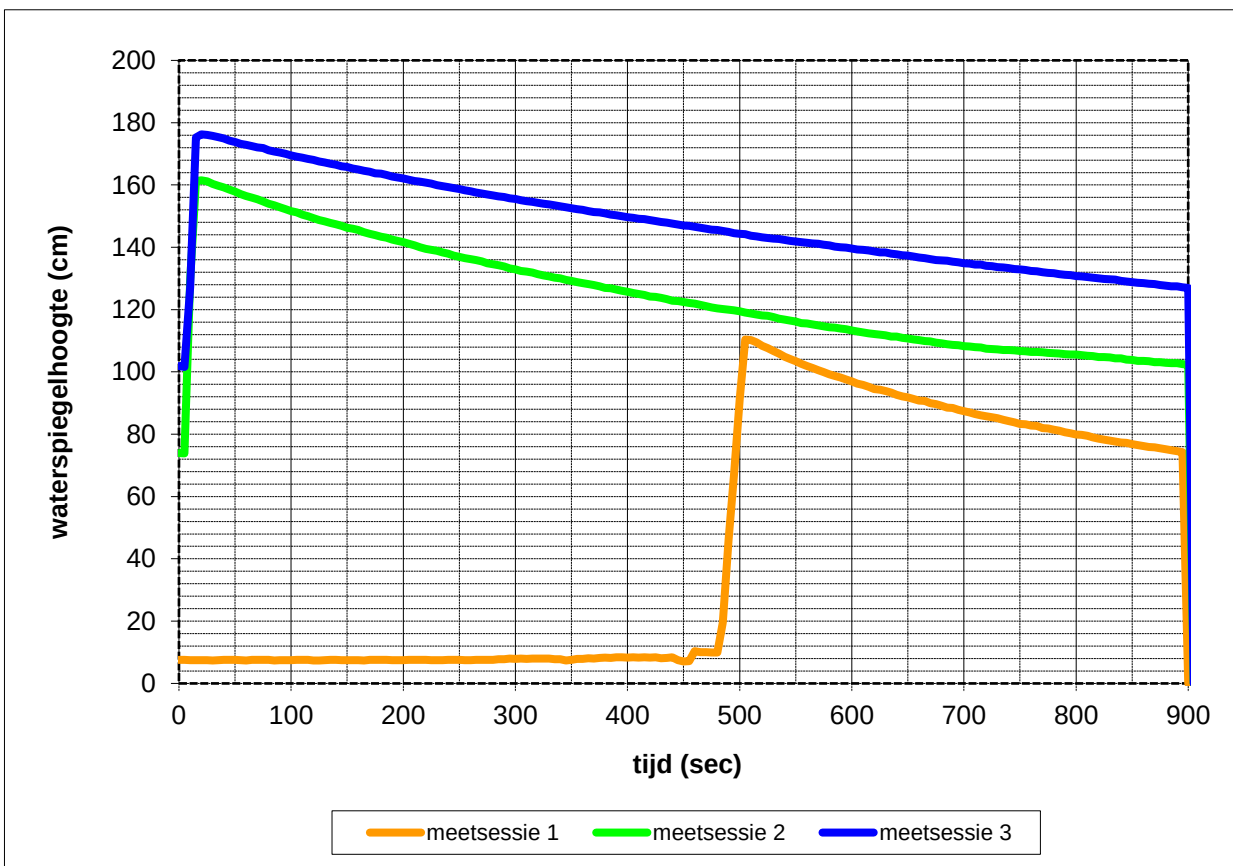
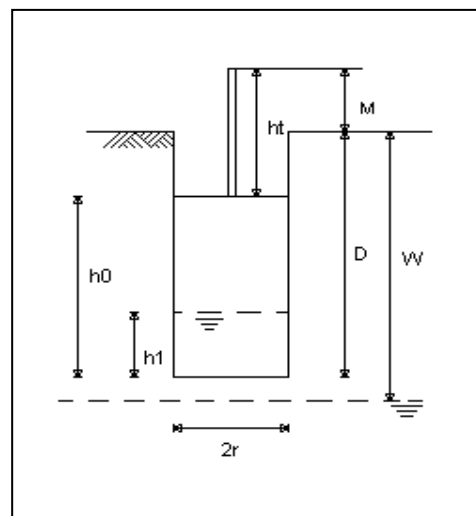
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	320	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	600	sec
h_0 =	96,93	cm
t_1 =	880	sec
h_1 =	75,17	cm
k_f =	1,56E-05	m/s
k_f =	1,34	m/dag
rc =	-7,77E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	550	sec
h_0 =	116,18	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	103,87	cm
k_f =	6,42E-06	m/s
k_f =	0,55	m/dag
rc =	-4,10E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	550	sec
h_0 =	141,90	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	128,78	cm
k_f =	5,58E-06	m/s
k_f =	0,48	m/dag
rc =	-4,38E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

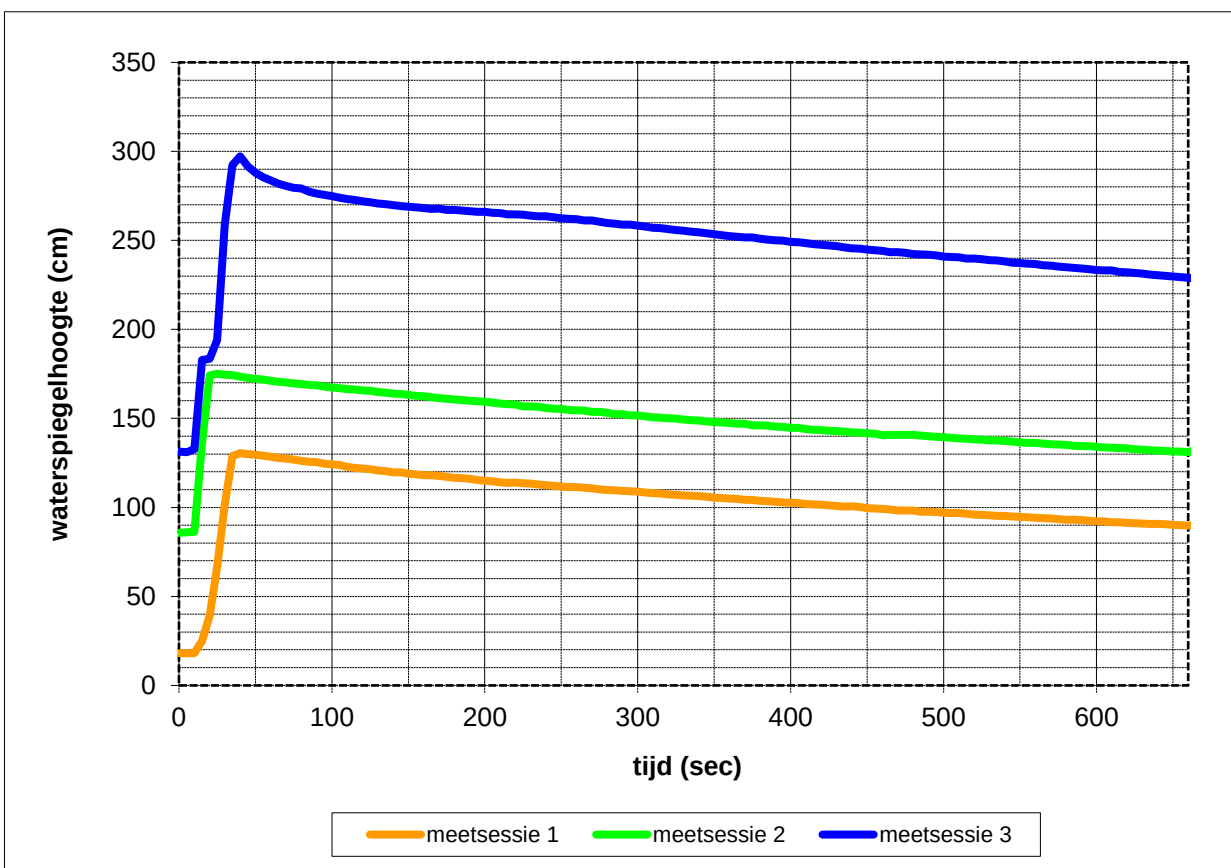
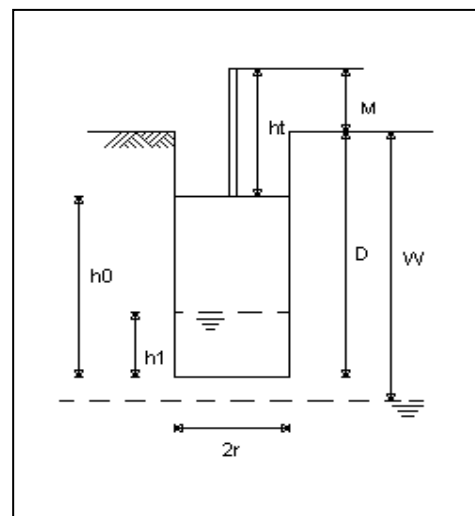
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	328	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	102,67	cm
t_1 =	650	sec
h_1 =	90,18	cm
k_f =	8,90E-06	m/s
k_f =	0,77	m/dag
rc =	-4,99E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	144,61	cm
t_1 =	650	sec
h_1 =	131,37	cm
k_f =	6,63E-06	m/s
k_f =	0,57	m/dag
rc =	-5,30E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	249,14	cm
t_1 =	650	sec
h_1 =	229,66	cm
k_f =	5,65E-06	m/s
k_f =	0,49	m/dag
rc =	-7,79E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

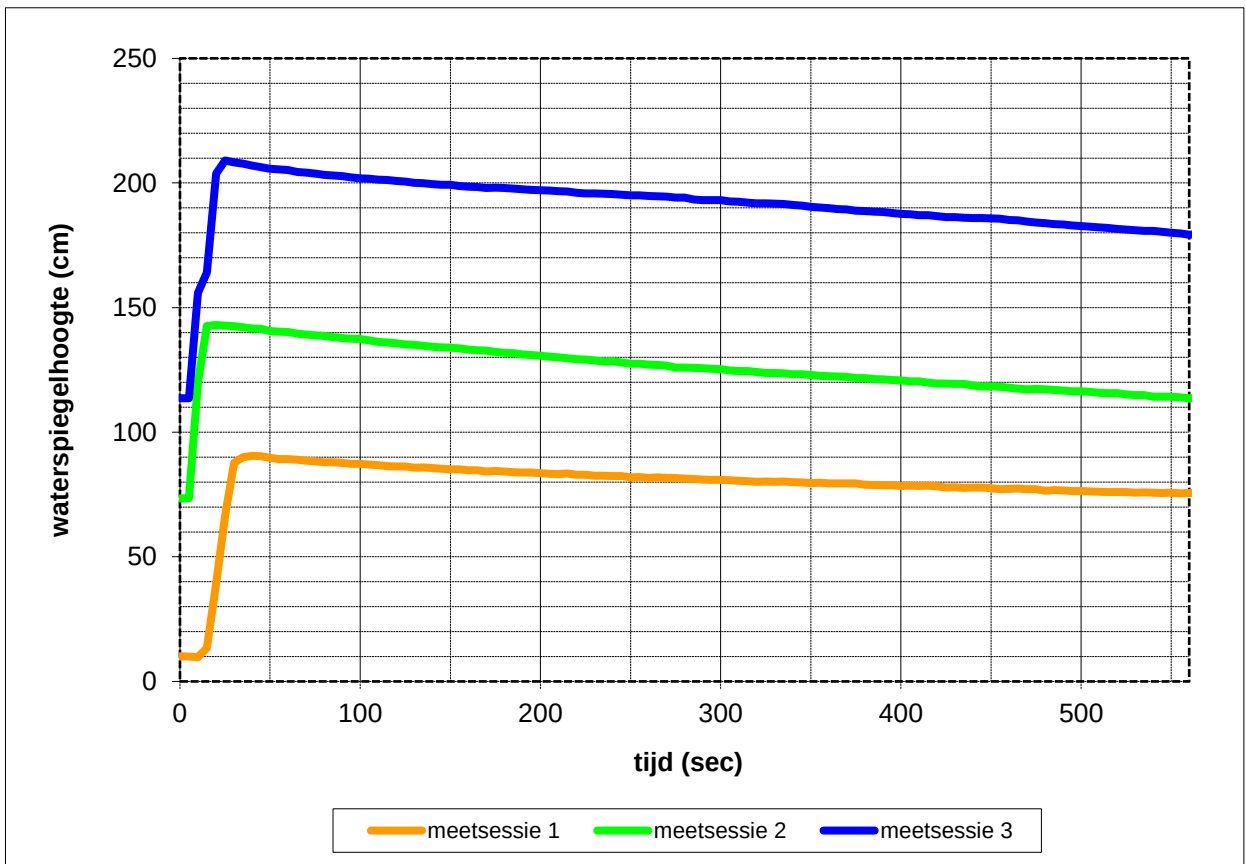
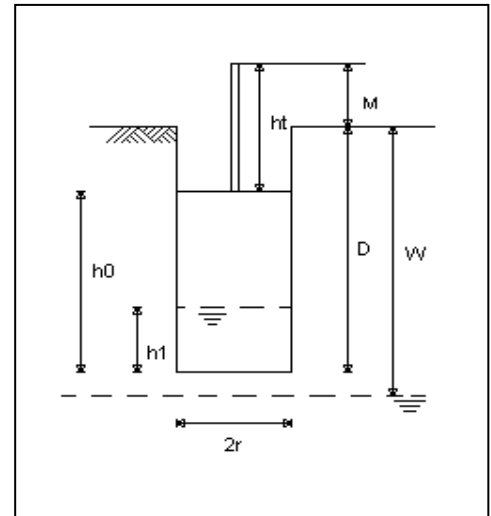
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	320	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	250	sec
h_0 =	81,88	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	75,75	cm
k_f =	4,43E-06	m/s
k_f =	0,38	m/dag
rc =	-2,04E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	250	sec
h_0 =	127,55	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	114,31	cm
k_f =	6,30E-06	m/s
k_f =	0,54	m/dag
rc =	-4,41E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	250	sec
h_0 =	195,10	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	179,99	cm
k_f =	4,65E-06	m/s
k_f =	0,40	m/dag
rc =	-5,04E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

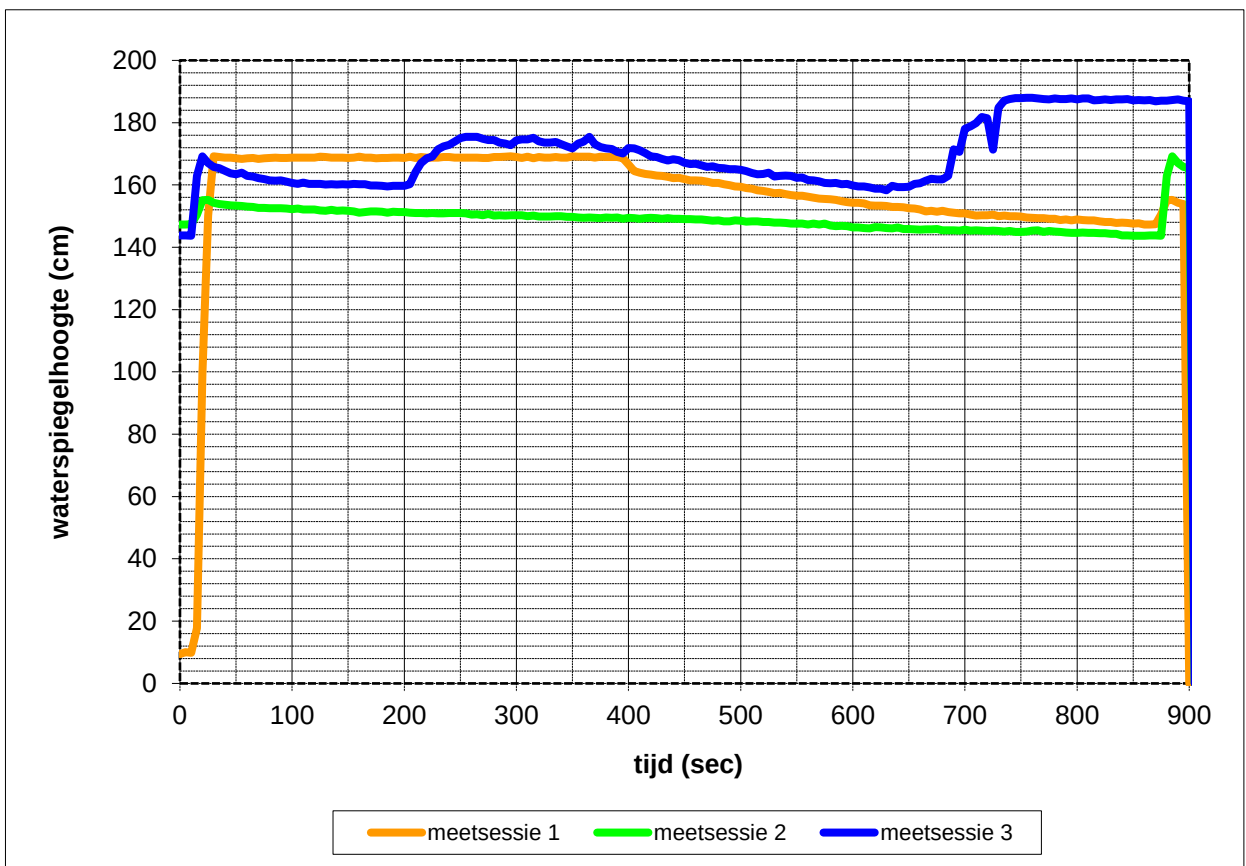
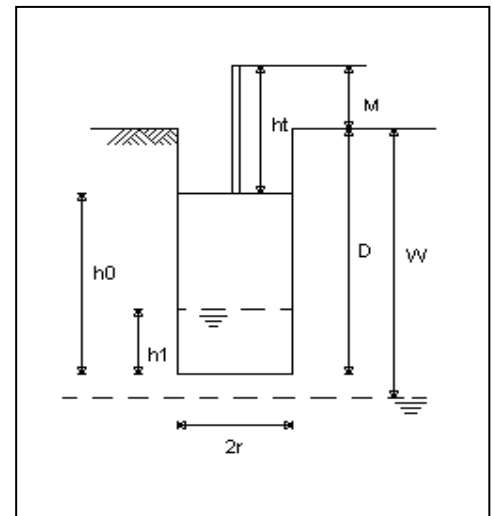
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	159,41	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	148,97	cm
k_f =	3,90E-06	m/s
k_f =	0,34	m/dag
rc =	-3,48E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	148,50	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	144,65	cm
k_f =	1,51E-06	m/s
k_f =	0,13	m/dag
rc =	-1,28E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	163,43	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	160,11	cm
k_f =	3,55E-06	m/s
k_f =	0,31	m/dag
rc =	-3,33E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

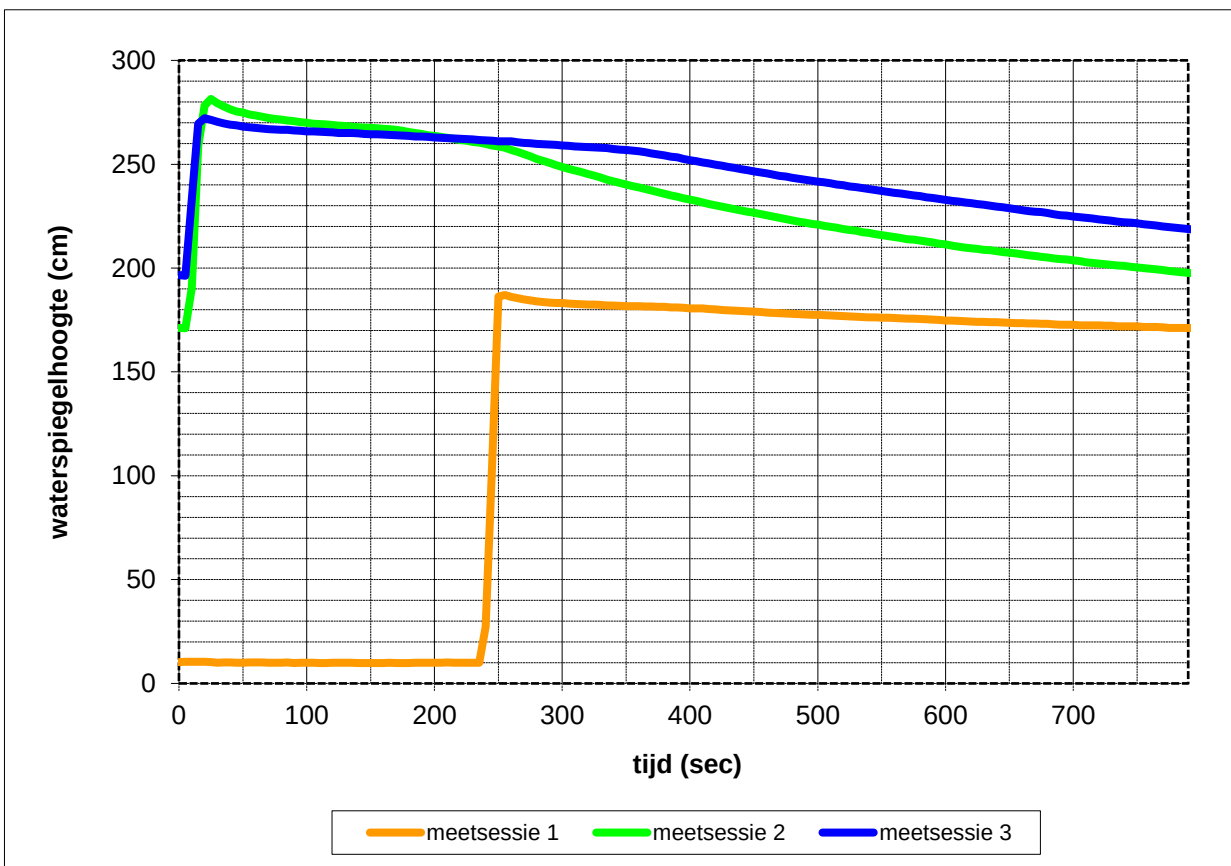
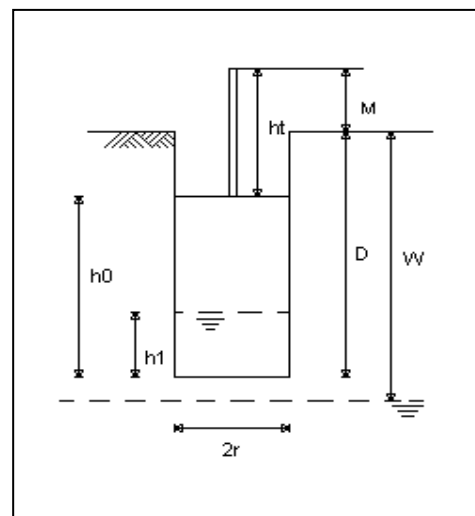
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	320	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	530	sec
h_0 =	176,62	cm
t_1 =	780	sec
h_1 =	171,13	cm
k_f =	2,18E-06	m/s
k_f =	0,19	m/dag
rc =	-2,19E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	530	sec
h_0 =	217,98	cm
t_1 =	780	sec
h_1 =	198,38	cm
k_f =	6,53E-06	m/s
k_f =	0,56	m/dag
rc =	-7,84E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	530	sec
h_0 =	238,92	cm
t_1 =	780	sec
h_1 =	219,43	cm
k_f =	5,90E-06	m/s
k_f =	0,51	m/dag
rc =	-7,79E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

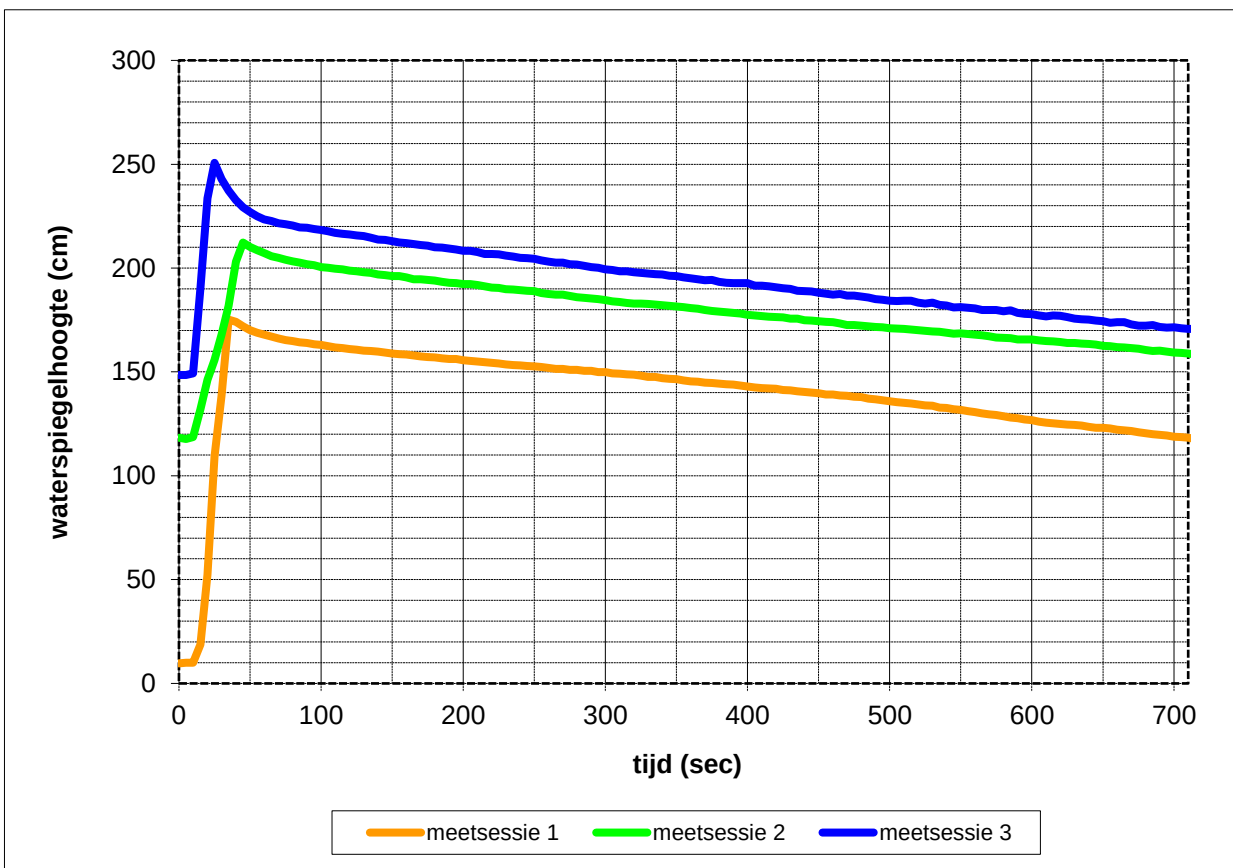
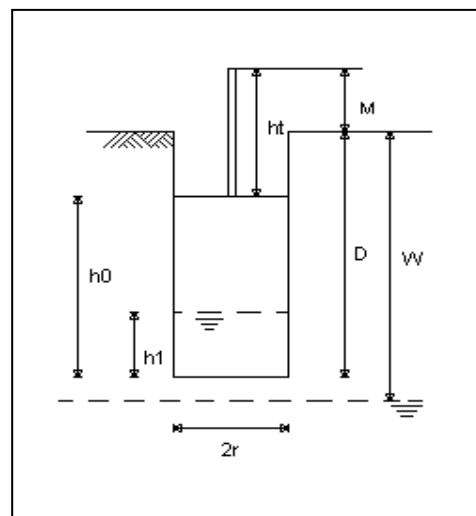
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	320	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	142,99	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	118,84	cm
k_f =	1,06E-05	m/s
k_f =	0,92	m/dag
rc =	-8,05E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	177,53	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	159,38	cm
k_f =	6,22E-06	m/s
k_f =	0,54	m/dag
rc =	-6,05E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	192,75	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	171,46	cm
k_f =	6,76E-06	m/s
k_f =	0,58	m/dag
rc =	-7,10E-04	m/s

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