

Infiltratieonderzoek

Nieuwbouw 26 woningen a/d Kruisstraat te Sibbe-IJzeren

GB221571.R01.V1.0

12 oktober 2023



Infiltratieonderzoek

Nieuwbouw 26 woningen a/d Kruisstraat te Sibbe-IJzeren

Documentnummer GB221571.R01.V1.0

12 oktober 2023

Opdrachtgever

Swentibold Projectontwikkeling B.V.

Rijksweg Zuid 12

6131AN Sittard

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie	D.M. Smulders MSc	
Collegiale toets	ir. T.C.F. Van Es	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Diepsonderingen	5
2.3	Boringen	5
2.4	Doorlatendheidsmetingen	5
2.5	Inmeting	6
3	Grondslag.....	7
3.1	Terreingesteldheid	7
3.2	Bodemopbouw	7
3.3	Grondwater	7
3.4	Doorlatendheid	8
4	Infiltratie hemelwater	9
4.1	Toetsing	9
4.2	Conclusie	10
	Bijlagen.....	11
	Bijlage 1 Situatiekening	12
	Bijlage 2 Boringen	13
	Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen	14

1 Inleiding

Door Swentibold Projectontwikkeling B.V. is aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek is nodig voor (de afkoppeling van hemelwater bij) de nieuwbouw van 26 woningen aan de Kruisstraat te Sibbe-IJzeren. De ligging van deze woningen is weergegeven in Figuur 1.1.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek.



Figuur 1.1 Locatie plangebied (Bron: CB5)

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in juli 2022 in totaal 23 diepsonderingen en 3 handboringen uitgevoerd. In de handboringen zijn tevens doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GB221571 SW01 t/m SW23. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 2.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal.

2.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie drie handboringen (genummerd GB221571 DB01 t/m DB03) uitgevoerd. Twee handboringen (DB01 en DB03) zijn uitgevoerd tot ca. 3,2 m- maaiveld en één handboring (DB02) tot 2,0 m- maaiveld. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geïdentificeerd volgens NEN 14688-1. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

2.4 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GB221571 DM01 t/m DM03 en zijn opgenomen in bijlagen.

Doorlatendheidsmetingen DM01 t/m DM03 zijn gemeten 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 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GB221571.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De boorstaten en de sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP.

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.

3 Grondslag

3.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek was het terrein braakliggend. Het maaiveld lag ter plaatse van de sondeer- en boorpunten op een niveau van ca. NAP +154,0 tot +152,2 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 1,8 m.

3.2 Bodemopbouw

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

Toplaag:

Vanaf het maaiveld wordt tot een diepte van ca. NAP +148,0 à +142,2 m een sterk zandige leem/ lösslaag aangetroffen. De conusweerstand varieert van ca. 1 MPa tot 6 MPa. Bij sonderingen SW06, SW09 en SW20 wordt de sterk zandig leem/ lösslaag tot een diepte van ca. +140,2 à +137,8 m aangetroffen. De toplaag is humeus en plaatselijk geroerd tot ca. 0,5 m- maaiveld.

Onderlaag:

Vervolgens wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. +137,8 m een zeer vast gepakt zand/ grindpakket aangetroffen. Bij sonderingen SW02 en SW03 wordt vanaf ca. NAP +145,0 à +144,0 m kalksteen gevonden en is geen grind aangetroffen. De conusweerstand varieert van ca. 10 MPa tot oplopend meer dan 40 MPa. Alle sonderingen zijn in deze laag gestaakt vanwege het vastlopen van de sonderingen als gevolg van het bereiken van de totaaldruk.

3.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de boor en sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot een diepte van ca. 13,4 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +138,8 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.

Op basis van beschikbare peilbuisgegevens uit de omgeving (B62A0324, B62A0326, B62A0447) lijkt de grondwaterstand in de omgeving van de projectlocatie ten minste 20 m diep te staan. Een nauwkeurige inschatting kan niet gemaakt worden, door het gebrek aan peilbuisgegevens in de directe omgeving van de projectlocatie.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn drie proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Deze zijn gemeten volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) voor een combinatie van de horizontale en verticale doorlatendheid.

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	1,0 – 2,0	+151,3 tot +150,3	Silt, zwak zandig	0,15 – 0,28
DM02	1,0 – 2,0	+151,5 tot +150,5	Silt, sterk zandig	0,07 – 0,13
DM03	1,0 – 2,0	+152,2 tot +151,2	Silt, sterk zandig	0,05 – 0,14

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 5.1 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	1,0 – 2,0	+151,3 tot +150,3	0,15	Matig	Nee
DM02	1,0 – 2,0	+151,5 tot +150,5	0,07	Slecht	Nee
DM03	1,0 – 2,0	+152,2 tot +151,2	0,05	Slecht	Nee

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen binnen de maximaal verkende diepte van ca. 2,0 tot 3,2 m- maaiveld, ofwel NAP +150,5 tot +149,1 m. Daarnaast wordt de grondwaterstand op basis van beschikbare peilbuisgegevens verwacht op ten minste 20 m- maaiveld.

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 vanwege de slechte doorlatendheid niet tot de mogelijkheden.
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit is geen ideale oplossing, omdat het systeem hoofdzakelijk een bufferende werking zal hebben gezien de slechte doorlatendheid van de bodem. Dit legt een groot beslag op de beschikbare ruimte. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.

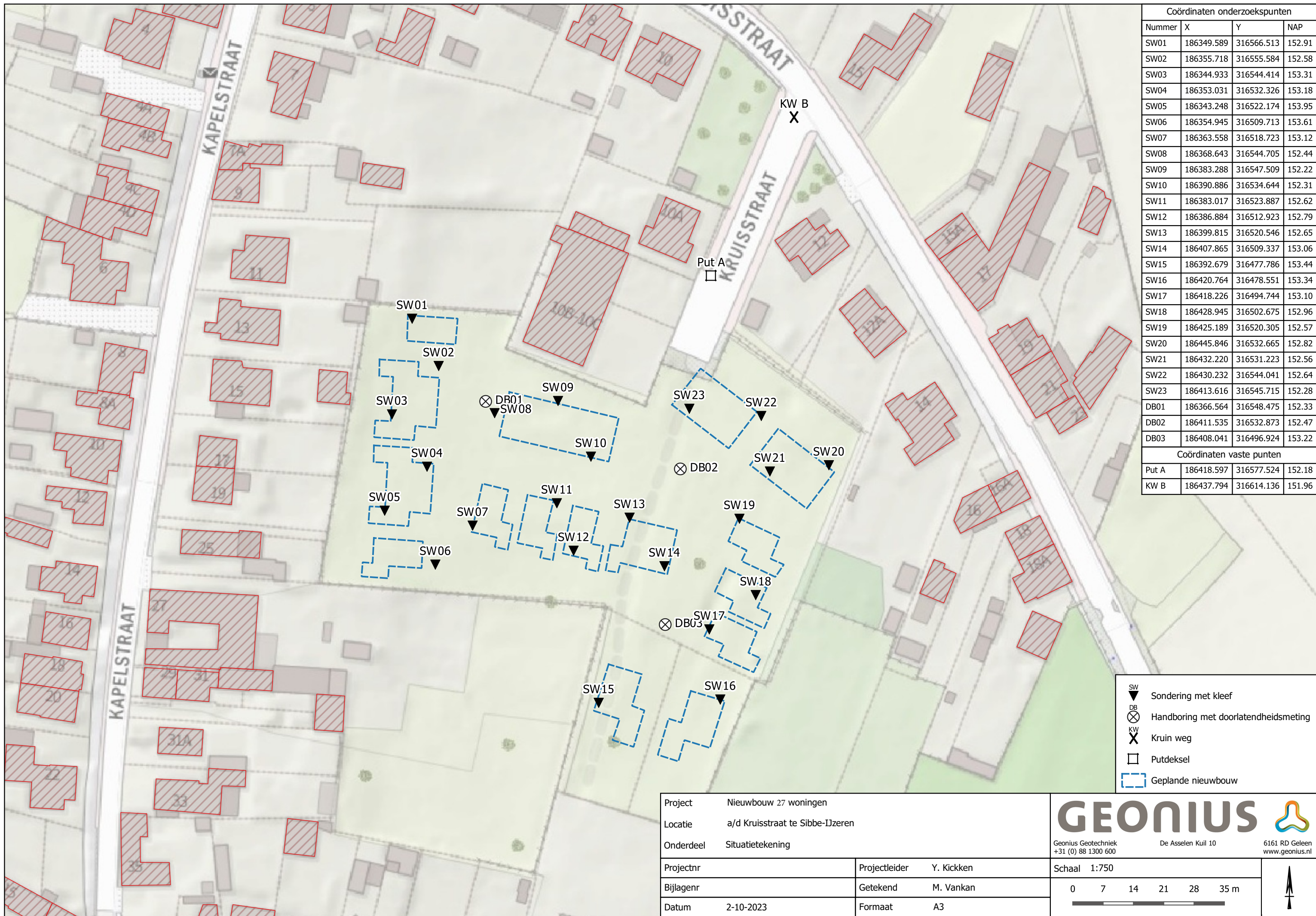
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Ook dit systeem zal, gezien de slechte doorlatendheid van de bodem, met name een bufferende werking hebben. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand (ca. 5 m) 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 de dieper gelegen zand/grindlaag. Echter, vanwege het grillige karakter van deze laag (deze komt slechts lokaal voor en heeft een beperkte dikte) en het heterogene karakter van de daaronder gelegen kalksteen lijkt diepinfiltratie geen haalbare oplossing. Deze laag is daarbij niet of lastig te doorboren.

4.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden blijkt dat infiltratie van hemelwater beperkt tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de toplaag is slecht. Om die reden zal een infiltratiesysteem hoofdzakelijk een bufferende werking hebben. Desondanks adviseren wij een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of grindkoffers. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand (ca. 5 m) van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden. Om de leegloop van een infiltratievoorziening te garanderen, zal de voorziening van een vertraagde afvoer naar het riool moeten worden voorzien. Vanwege het grillige karakter van de zand-/ grindlaag en het naar verwachting beperkte doorlaatvermogen hiervan, is diepinfiltratie geen haalbare oplossing. Indien gewenst kunnen wij aanvullend voor u de dimensionering van een infiltratievoorziening uitwerken.

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	186349.589	316566.513	152.91
SW02	186355.718	316555.584	152.58
SW03	186344.933	316544.414	153.31
SW04	186353.031	316532.326	153.18
SW05	186343.248	316522.174	153.95
SW06	186354.945	316509.713	153.61
SW07	186363.558	316518.723	153.12
SW08	186368.643	316544.705	152.44
SW09	186383.288	316547.509	152.22
SW10	186390.886	316534.644	152.31
SW11	186383.017	316523.887	152.62
SW12	186386.884	316512.923	152.79
SW13	186399.815	316520.546	152.65
SW14	186407.865	316509.337	153.06
SW15	186392.679	316477.786	153.44
SW16	186420.764	316478.551	153.34
SW17	186418.226	316494.744	153.10
SW18	186428.945	316502.675	152.96
SW19	186425.189	316520.305	152.57
SW20	186445.846	316532.665	152.82
SW21	186432.220	316531.223	152.56
SW22	186430.232	316544.041	152.64
SW23	186413.616	316545.715	152.28
DB01	186366.564	316548.475	152.33
DB02	186411.535	316532.873	152.47
DB03	186408.041	316496.924	153.22
Coördinaten vaste punten			
Put A	186418.597	316577.524	152.18
KW B	186437.794	316614.136	151.96

- SW Sondring met kleef
- DB Handboring met doorlatendheidsmeting
- KW Kruin weg
- Put A Putdeksel
- Geplande nieuwbouw

Project	Nieuwbouw 27 woningen
Locatie	a/d Kruisstraat te Sibbe-IJzeren
Onderdeel	Situatietekening
Projectnr	
Bijlagenr	
Datum	2-10-2023
Projectleider	Y. Kickken
Getekend	M. Vankan
Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

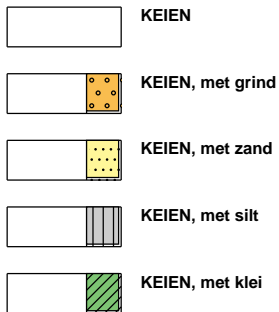
Schaal 1:750

0 7 14 21 28 35 m

Bijlage 2 Boringen

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

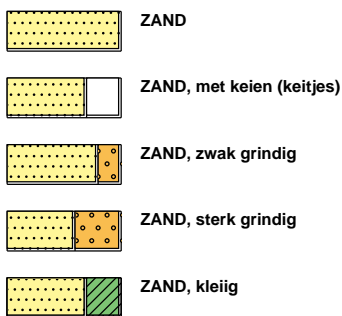
KEIEN (KEITJES)



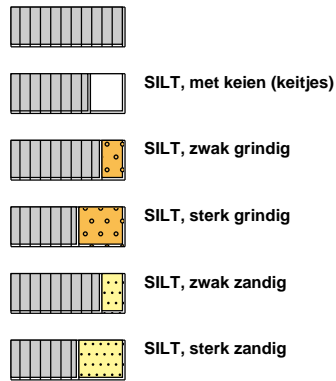
GRIND



ZAND



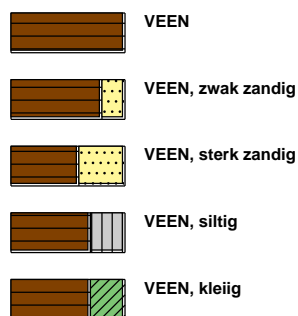
SILT



KLEI



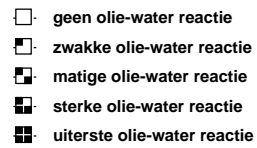
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



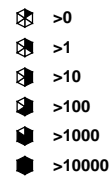
geur



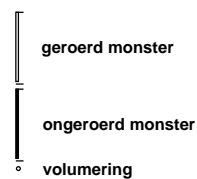
olie



p.i.d.-waarde



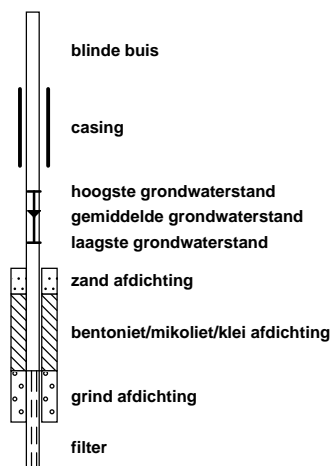
monsters



overig



peilbuis

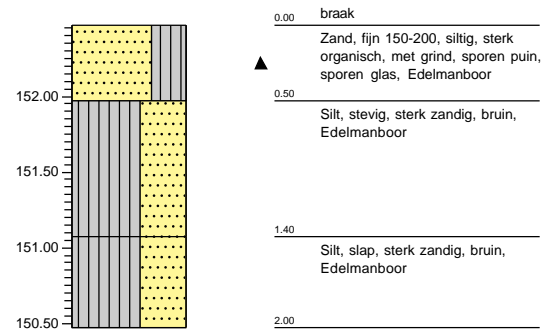
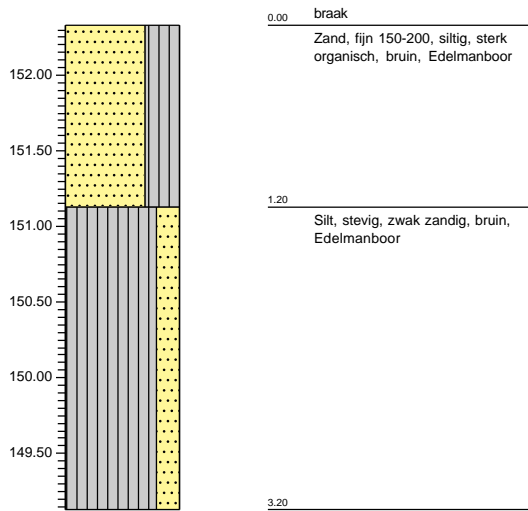


Boring: DB01
 Maaiveldhoogte: 152.33 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 20-7-2022

X-coördin186366.56
 Y-coördin316548.47

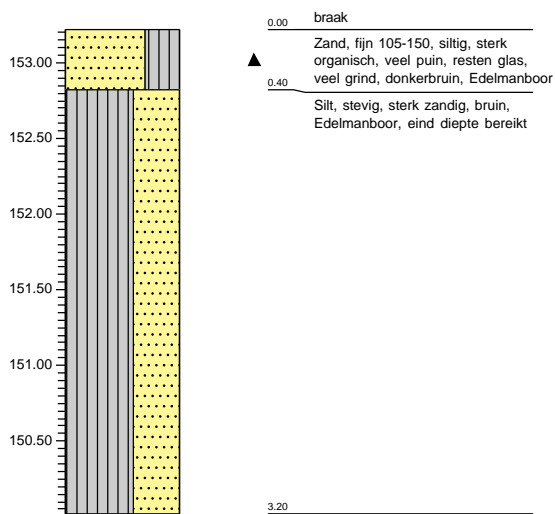
Boring: DB02
 Maaiveldhoogte: 152.47 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 20-7-2022
 Opmerking: eind diepte bereikt

X-coördin186411.53
 Y-coördin316532.87



Boring: DB03
 Maaiveldhoogte: 153.22 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 20-7-2022

X-coördin186408.04
 Y-coördin316496.93



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 :

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

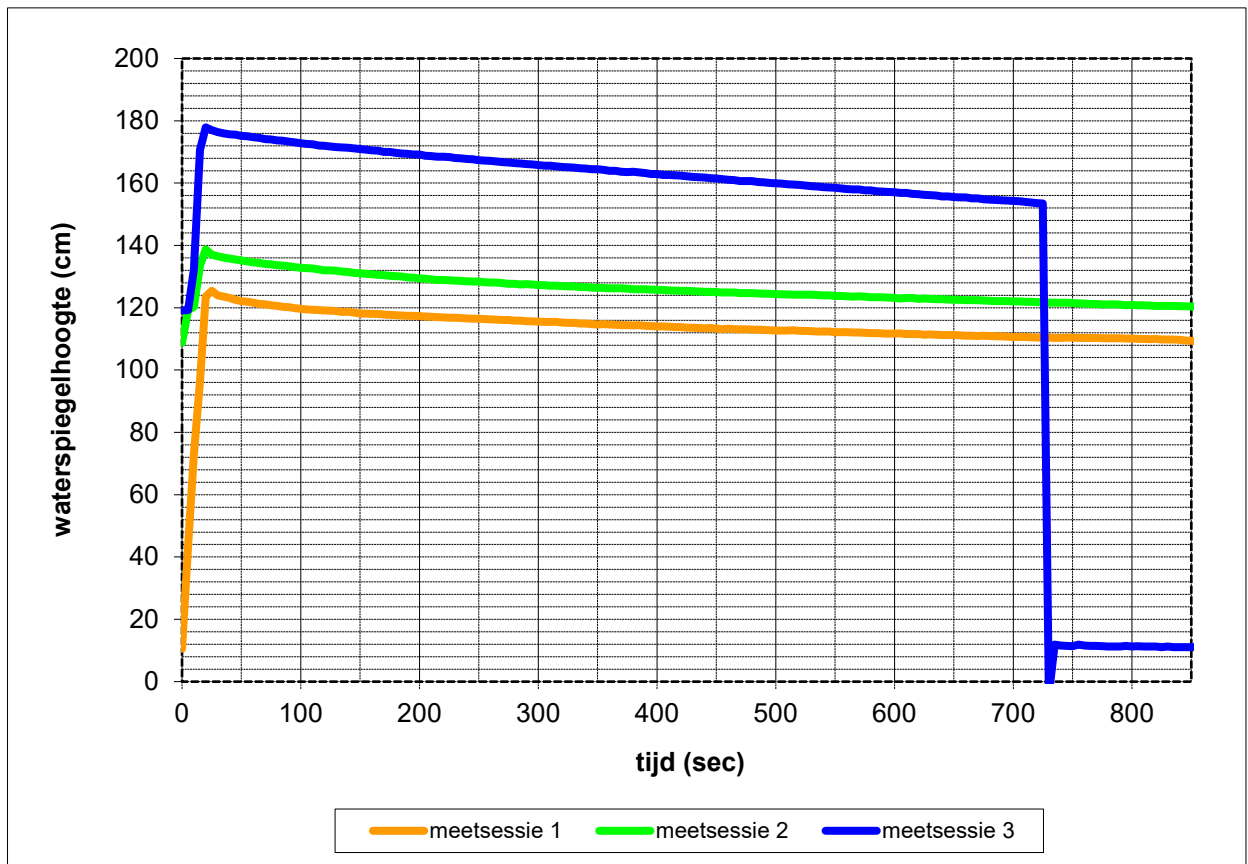
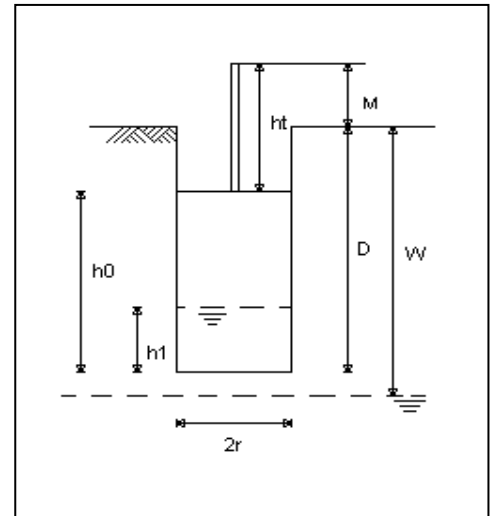
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1	
$t_0 =$	400 sec
$h_0 =$	114,02 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	111,22 cm
$k_f =$	1,71E-06 m/s
$k_f =$	0,15 m/dag
$rc =$	-1,12E-04 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	400 sec
$h_0 =$	125,68 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	122,59 cm
$k_f =$	1,72E-06 m/s
$k_f =$	0,15 m/dag
$rc =$	-1,24E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	400 sec
$h_0 =$	162,90 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	155,55 cm
$k_f =$	3,19E-06 m/s
$k_f =$	0,28 m/dag
$rc =$	-2,94E-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 $t = t_0$

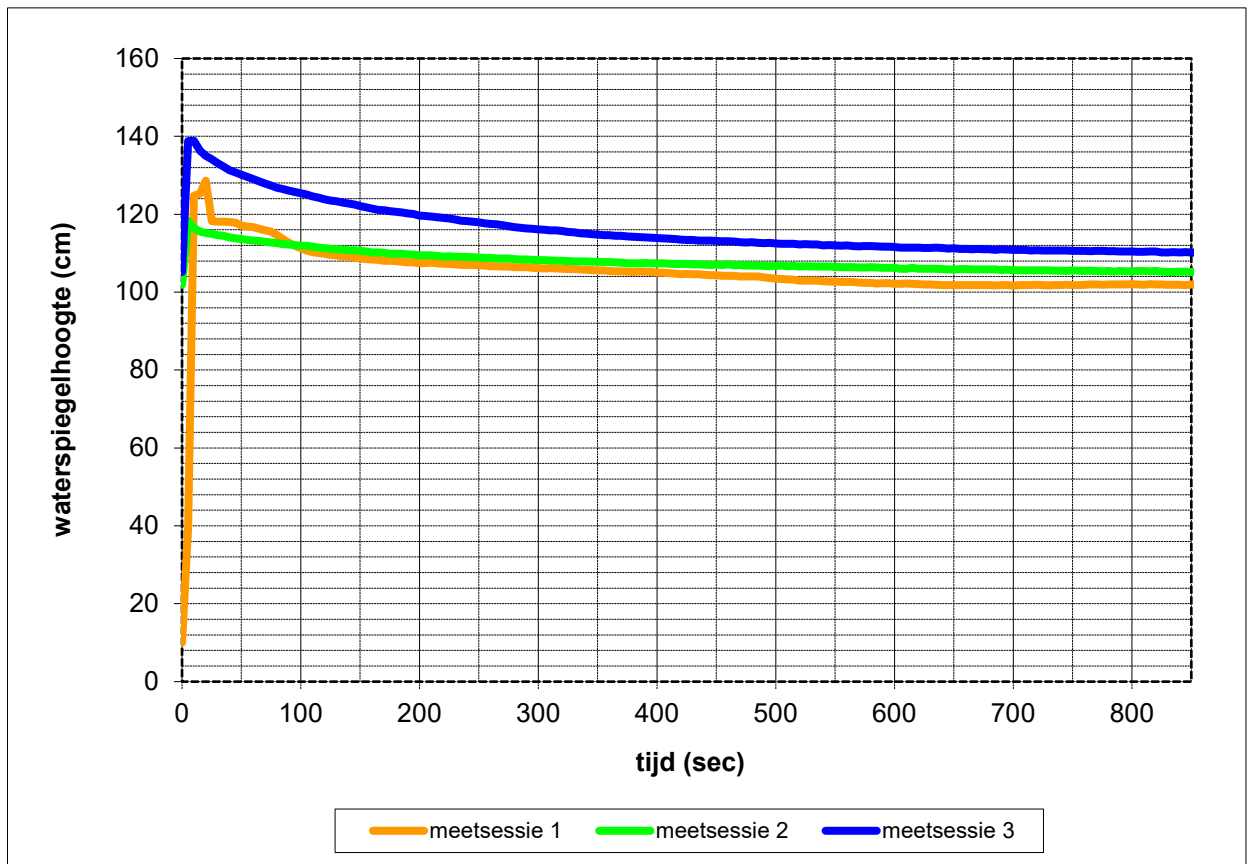
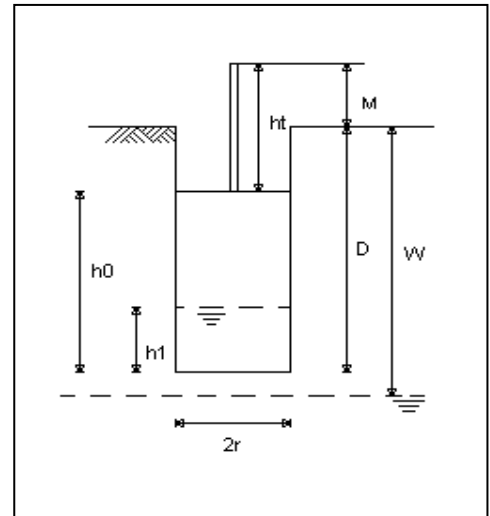
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1	
$t_0 =$	500 sec
$h_0 =$	103,48 cm
$t_1 =$	700 sec
$h_1 =$	101,67 cm
$k_f =$	1,51E-06 m/s
$k_f =$	0,13 m/dag
$rc =$	-9,04E-05 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	500 sec
$h_0 =$	106,74 cm
$t_1 =$	700 sec
$h_1 =$	105,69 cm
$k_f =$	8,50E-07 m/s
$k_f =$	0,07 m/dag
$rc =$	-5,25E-05 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	500 sec
$h_0 =$	112,52 cm
$t_1 =$	700 sec
$h_1 =$	110,83 cm
$k_f =$	1,30E-06 m/s
$k_f =$	0,11 m/dag
$rc =$	-8,46E-05 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 $t = t_0$

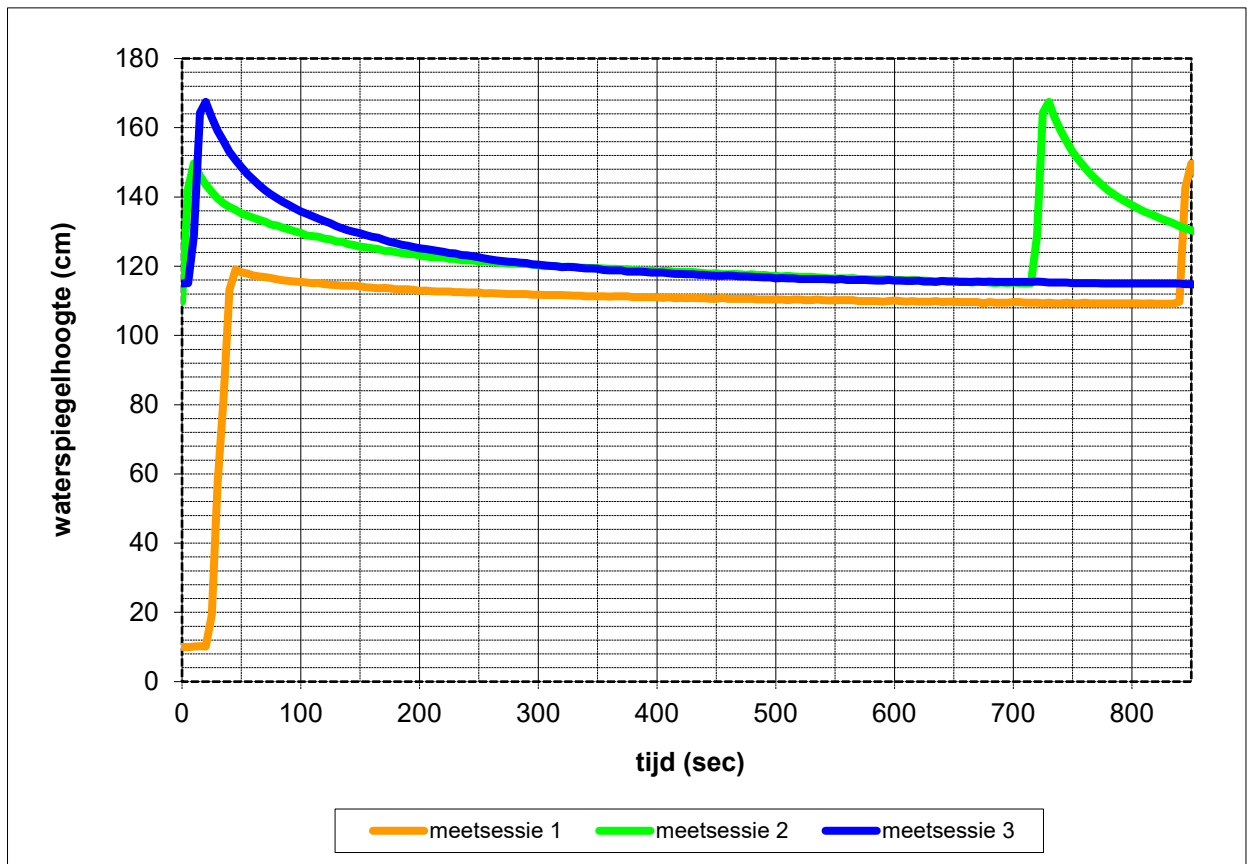
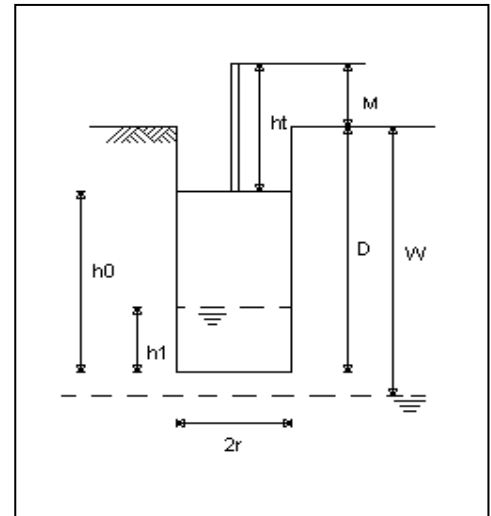
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1	
$t_0 =$	450 sec
$h_0 =$	110,53 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	109,78 cm
$k_f =$	5,92E-07 m/s
$k_f =$	0,05 m/dag
$rc =$	-3,79E-05 m/s

Meetsessie 2	
$t_0 =$	450 sec
$h_0 =$	118,00 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	115,73 cm
$k_f =$	1,68E-06 m/s
$k_f =$	0,14 m/dag
$rc =$	-1,14E-04 m/s

Meetsessie 3	
$t_0 =$	450 sec
$h_0 =$	117,24 cm
$t_1 =$	650 sec
$h_1 =$	115,55 cm
$k_f =$	1,25E-06 m/s
$k_f =$	0,11 m/dag
$rc =$	-8,46E-05 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