

INFILTRATIE ONDERZOEK

PUTGANG 8

te KERKRADE

220293.BKK



Colofon

BKK Bodemadvies bv

Bezoekadres: Kruisstraat 6
5768 RW MEIJEL

Postadres: Postbus 55
5768 ZH MEIJEL

tel: 077-4661141
e-mail: info@bkk-advies.nl



Projectgegevens

Rapportnummer: 220293.BKK
Projectlocatie: Kerkrade, Putgang 8
Datum rapport: 22 juni 2022

Veldwerk conform: protocol 2001
Certificaatnummer: EC-SIK-20261

In opdracht van: Ducot Engineering & Advies BV
Contactpersoon: T.a.v. de heer J.P. Janssens
Boven de Wolfskuil 3 unit 3D30
6049 LX ROERMOND-HERTEN

Veldwerker protocol 2001: De heer R. Thijssen

Auteur (projectleider):
Ing. M.L.M. Kessels

Interne controle:
Dhr. L.H.M. Hunnekens

Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij BKK Bodemadvies bv een hoge prioriteit. BKK Bodemadvies hanteert daartoe een kwaliteitssysteem volgens de NEN-EN-ISO 9001: 2015, certificaatnummer nr. EC-KWA-00050.

Indien u een klacht heeft over de uitvoering van de werkzaamheden binnen de reikwijdte van dit certificatieschema, vernemen wij dat graag zo snel mogelijk van u. Mocht dit niet tot tevredenheid leiden, kunt u zich in tweede instantie wenden tot onze certificerende instelling, Normec Certification b.v.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of BKK Bodemadvies bv.



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING.....	1
2. UITVOERING WERKZAAMHEDEN	4
3. INFILTRATIE-ONDERZOEK	6
3.1. De doorlatendheid	6
3.2. Infiltratiemetingen	8
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	9

BIJLAGEN

Bijlage I	Overzichtstekening met infiltratieboringen
Bijlage II	Boorprofielen met beschrijving
Bijlage III	Meetresultaten infiltratiemetingen
Bijlage IV	Foto's infiltratie onderzoek

1. INLEIDING

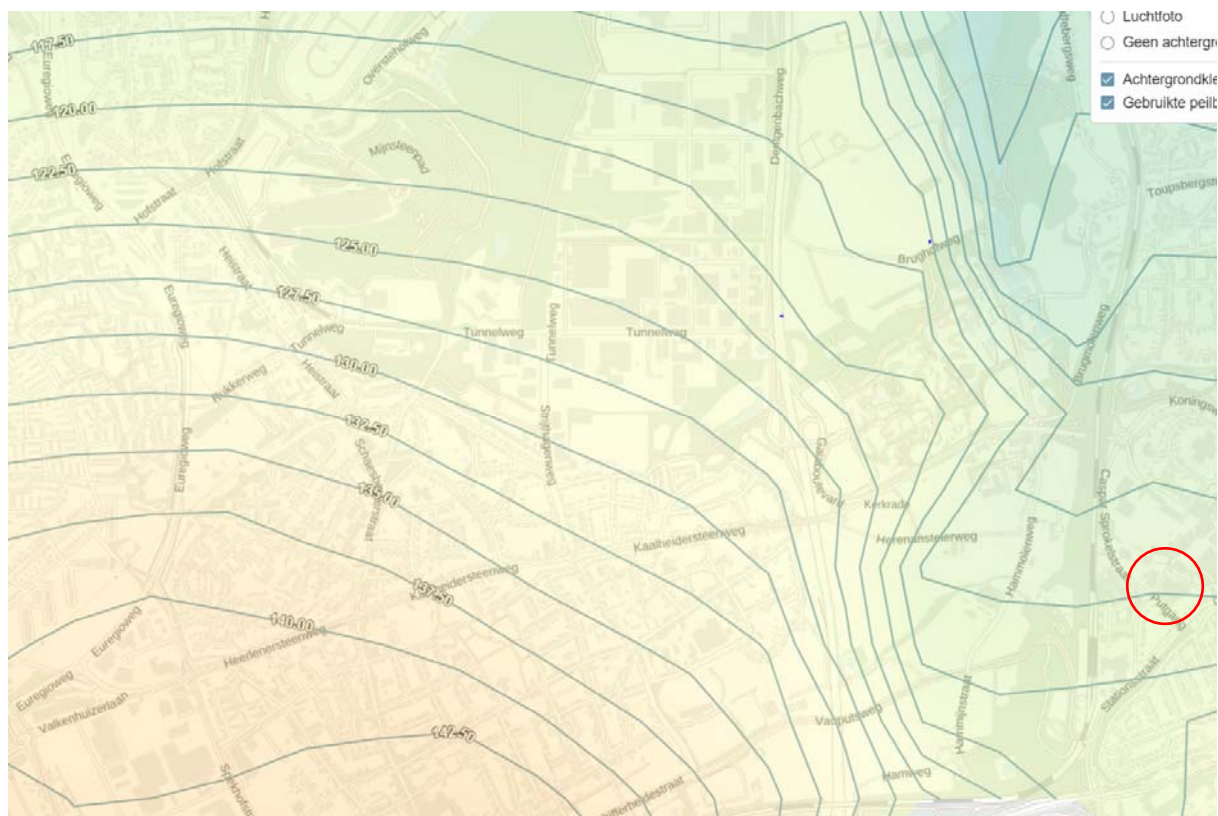
In opdracht van Ducot Engineering & Advies BV is door BKK Bodemadvies bv te Meijel een infiltratieonderzoek uitgevoerd voor de locatie Putgang 8 te Kerkrade.

De uitvoering van een infiltratieonderzoek is noodzakelijk ten behoeve van de realisatie van een infiltratievoorziening binnen het toekomstige plangebied na sloop van de bestaande bebouwing. Momenteel is er op de locatie Recreatiecentrum D'r Pool gevestigd. Hieronder is de huidige situatie aan de hand van een luchtfoto uit 2021 opgenomen.

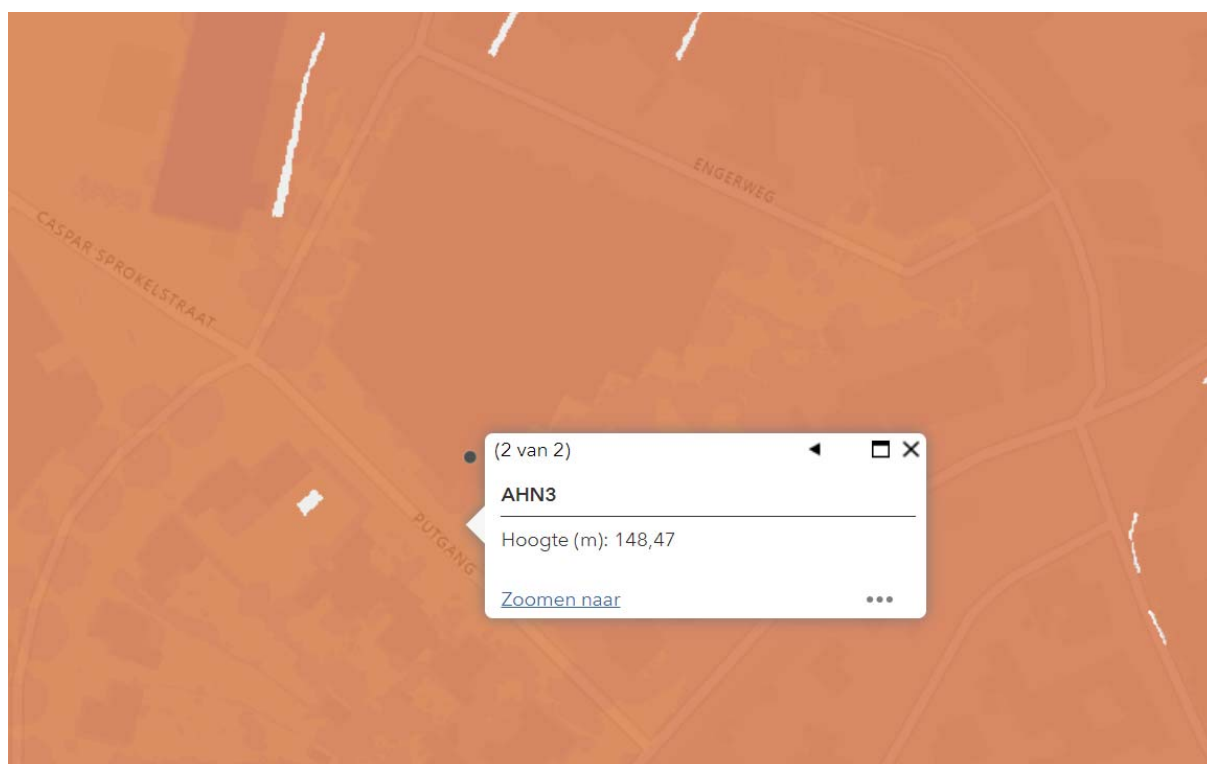


Figuur 1: Luchtfoto 2021 (bron: topotijdreis.nl).

Het is nog onbekend op welke diepte de onderkant van de infiltratievoorziening exact wordt aangelegd. Normaliter is het belangrijk om de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) te kennen. Infiltratievoorzieningen moeten namelijk tenminste boven deze gemiddelde grondwaterstand zijn gelegen. Het bepalen van de grondwaterstand vormt echter geen onderdeel in het onderhavige onderzoek. Dit omdat de stijghoogte van het freatisch grondwater ter plaatse van de onderzoekslocatie circa NAP + 117,5 meter (zie figuur 2) bedraagt, en het maaiveld op circa NAP + 148,5 meter ligt (zie figuur 3). Hierdoor bevindt de grondwaterspiegel zich ongeveer op een diepte van circa 31 m-mv. Aangezien de infiltratievoorziening in de bovenste meters komt liggen, zal de grondwaterstand hier totaal geen (nadelige) invloed op kunnen uitoefenen.



Figuur 2: Isohypsen grondwaterkaart.



Figuur 3: Maaiveldhoogte uit AHN.

Referentiekader

De uitvoering van het infiltratie onderzoek is gebaseerd op de Leidraad Riolering, C2510 Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, d.d. februari 2011-42. De boorwerkzaamheden zijn uitgevoerd conform de Beoordelingsrichtlijn voor veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek (BRL SIKB 2000) met als toepassingsgebied protocol 2001.

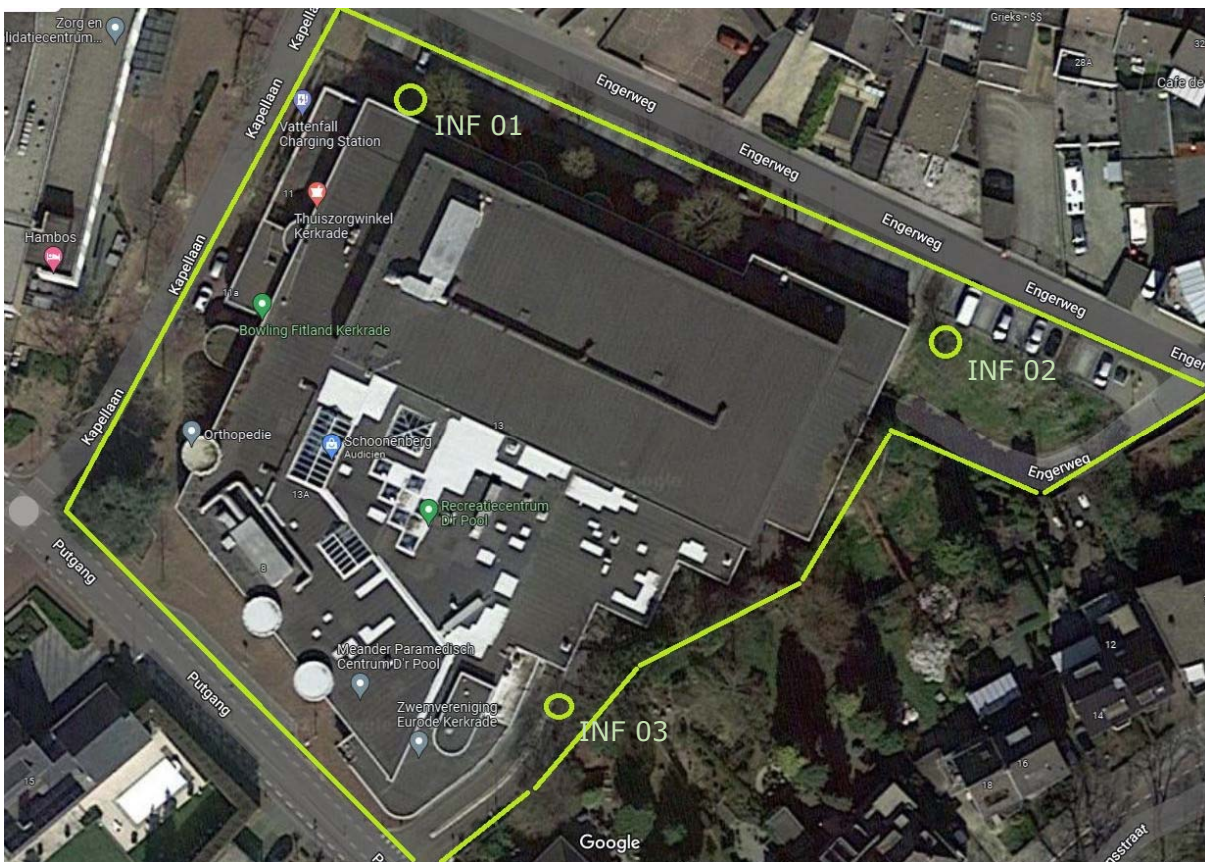
Opbouw van het rapport

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van de uitvoering en beoordeling van de veldwerkzaamheden ten behoeve van het infiltratieonderzoek. In hoofdstuk 2 worden de uitgevoerde veldwerkzaamheden beschreven. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van het infiltratie onderzoek weer en in hoofdstuk 4 worden de conclusies en de aanbevelingen vermeld.

2. UITVOERING WERKZAAMHEDEN

Op 15 juni 2022 zijn door een medewerker van BKK Bodemadvies bv de infiltratiewerkzaamheden verricht.

Voor het vaststellen van de infiltratiecapaciteit van de bodem was het in eerste instantie de intentie om de in situ doorlaatbaarheid vast te stellen, middels het bepalen van de k-waarde in het bodemtraject tussen 2,0 en 2,5 m-mv van een drietal boringen. Voor boring INF 03 heeft een meting op 2,0 m-mv plaatsgevonden in de sterk zandige leemlaag. Voor de boringen INF 01 en INF 02 zijn de boringen gestaakt op een diepte van 1,5 m-mv vanwege de aanwezigheid van bijmengingen met matig kool en zwak baksteen in combinatie met matig grind. Voor deze boringen is besloten een infiltratiemeting op de gestaakte diepte uit te voeren.



Figuur 4: Locaties infiltratieboringen.

Voor het bepalen van de waterdoorlatendheid in het veld wordt gebruik gemaakt van de Constant head-methode. De metingen zijn uitgevoerd volgens de nieuwe leidraad van Rioned, met behulp van de Aardvark permeameter.

De locaties van de infiltratieboringen INF 01, INF 02 en INF 03 zijn opgenomen in de overzichtstekening in bijlage I. Het bodemprofiel van de infiltratieboringen is opgenomen in bijlage II.

Ter hoogte van de Engerweg is het bodemprofiel voor INF 01 en INF 02 hetzelfde. De boven- en ondergrond tot 1,5 m-mv bestaat uit een zwak zandige leem, met bijmengingen van zwak baksteen en matig kool. Op een diepte van 1,5 m-mv zijn beide boringen gestaakt, waarna een infiltratiemeting op die diepte heeft plaatsgevonden.

Ter hoogte van de Putgang is infiltratieboring INF03 verricht in de zijberm tot een diepte van 5 m-mv. Tot een diepte van 1,5 m-mv is het bodemmateriaal beschreven als sterk siltig, zwak tot matig grindig zand, waarna een overgang plaats vindt naar sterk zandige leem tot 2,5 m-mv, waarbinnen het infiltratietraject is opgenomen.

Daaronder is tot 4,0 m-mv sprake van matig siltig, matig grindig zand en is de ondergrond van 4 tot 5 m-mv getypeerd als zwak zandige leem. Er zijn in het gehele bodemtraject van INF 03 geen bodemvreemde bijmengingen aangetroffen binnen het te onderzoeken bodemtraject.

Per infiltratieboring heeft een meting plaatsgevonden in de leemlaag. In bijlage IV zijn een aantal foto's opgenomen van het verkregen bodemprofiel (grondslag).

3. INFILTRATIE-ONDERZOEK

3.1. De doorlatendheid

De waterdoorlatendheid is onder andere afhankelijk van de bodemgesteldheid (het bodemtype, en aanwezigheid en de hoeveelheid van holten, scheuren en/of gangen in de grond) van de locatie. Tevens is het niveau van het grondwater van belang. Uit de literatuur blijkt dat er verschillende methodieken en diverse interpretatiemogelijkheden zijn om de doorlatendheid van een bodem te bepalen. Voor het bepalen van de waterdoorlatendheid in het veld wordt gebruik gemaakt van de Constant head-methode.

De doorlatendheid van de bodem wordt berekend met de Glover-formule:

$$K_{\text{verz}} = A * Q$$

K_{verz} : verzadigde doorlatendheid (meter/dag);

Q : stromingsdebiet van het water in evenwichtssituatie (m^3/dag);

A : geometrische coëfficiënt.

De waarde A is te berekenen door:

$$A = \{ \sinh^{-1} (H/r) - [(r/H)^2 + 1]^{1/2} + r/H \} / (2\pi H^2)$$

H : hoogte waterkolom (m)

r : straal van het boorgat (m);

$\sinh^{-1}$: omgekeerde hyperbolische sinusfunctie

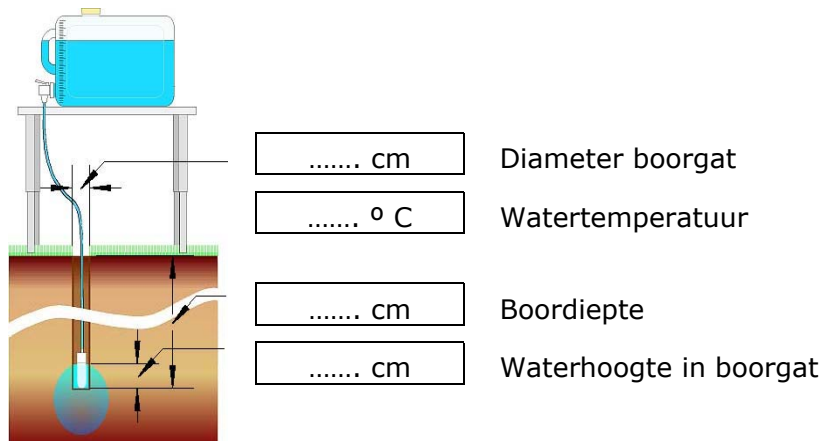
Constant head

De Constant head kan worden toegepast voor het bepalen van de doorlatendheid in de grond van boven de grondwaterstand (onverzadigde zone). De waterdoorlatendheid (K_{verz}) is een indicator van de stroomsnelheid van het water in de bodem.

De meting wordt uitgevoerd met behulp van de Aardvark permeameter. Voor deze bepaling wordt een boorgat met een diameter van 10 cm gemaakt tot de gewenste einddiepte waarin de Aardvark drukregelaar wordt geplaatst. Bij subtiële watertoevoeging is bij proeven boven de grondwaterstand een filter niet nodig. De Constant head methode houdt in "het constant verhogen" van de grondwaterspiegel totdat de bodem rondom de Aardvark drukregelaar is verzadigd. Dit betekent dat de diepte van het water in boorgat tijdens de meetperiode niet verandert. Als resultaat blijven de meetomstandigheden constant tijdens de meetperiode. Het debiet van watertoevoer komt overeen met de hoeveelheid water dat in de bodem infiltreert in de verzadigde zone rondom de Aardvark drukregelaar. De volgende parameters / variabelen dienen vooraf of tijdens de infiltratiemetingen te worden gemeten:

- Diameter boorgat;
- Watertemperatuur;
- Boordiepte;
- Waterhoogte in boorgat.

In de figuur op de volgende pagina is het principe van de Aardvark permeameter uitgebeeld.



De volgende onderdelen maken deel uit van onderzoek:

De Aardvark Permeameter meet de waterdoorlatendheid van de bodem met behulp van de hoeveelheid water die op gelijke tijdsintervallen (bv. 1 minuut) in de bodem infiltreert en hiermee gelijk is aan de hoeveelheid water dat na verloop van tijd uit het reservoir is weggelopen (reservoir debiet). Zie vergelijking hieronder.

Waterafname in reservoir

----- = reservoir debiet

Tijd

De meting eindigt wanneer het reservoir debiet niet verandert bij 2 of 5 opeenvolgende aflezingen. Het debiet verandert niet meer dan 10 ml per minuut.

Dit onderzoek is gebaseerd op fysische grootheden. De resultaten worden in het veld verkregen. Op het moment dat een constante waarde wordt verkregen wordt de K_{verz} berekend. De doorlatendheid wordt geclassificeerd volgens de in tabel 1 vermelde gradaties.

Tabel 1: Overzicht classificatie doorlatendheid.

Doorlatendheid (meter/dag)	Gradatie
< 0,01	Zeer slecht (ZS)
0,01 – 0,10	Slecht (S)
0,10 – 0,50	Matig (M)
0,50 – 1,0	Vrij goed (VG)
1,0-10	Goed (G)
>10	Zeer goed (ZG)

3.2. Infiltratiemetingen

Vooraf aan de infiltratiemetingen is de bodem verzadigd met water. Aan de hand van de meetresultaten worden de horizontale k-waarden berekend. De meetresultaten en de berekende k-waarden zijn opgenomen in bijlage III. De onderzoeksresultaten zijn in tabel 2 samengevat.

Tabel 2: Uitwerking infiltratiemetingen.

Infiltratieboring	INF 01	INF 02	INF 03
Diepte boring (cm-mv)	150	150	500
Infiltratietraject bodemprofiel (cm-mv)	140-150	140-150	190-200
Bodemtype	zwak zandige leem	zwak zandige leem	Sterk zandige leem
Hoogte waterkolom (cm)	10	10	10
Waterdoorlatendheid (m/dag)	0,08	0,03	0,49
Beoordeling (ZG/G/VG/M/S)	S	S	M

Uit de in situ meetresultaten blijkt dat op basis van de classificatie in de doorlatendheid dat de onderzochte bodemlagen over het algemeen als slecht tot matig goed doorlatend worden beoordeeld.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Middels onderhavig infiltratieonderzoek is inzicht verkregen in de doorlatendheid van de bodem ter plaatse van toekomstig geplande infiltratievoorziening binnen de Putgang 8 te Kerkrade.

Ter hoogte van de Engerweg bestaat het bodemprofiel voor INF 01 en INF 02 uit een zwak zandige leem, met bijmengingen van zwak baksteen en matig kool. Op een diepte van 1,5 m-mv zijn beide boringen gestaakt, waarna een infiltratiemeting op deze diepte heeft plaatsgevonden. Uit de meetresultaten volgens de Constant head-methode blijkt dat op basis van de classificatie in de doorlatendheid deze bodemlaag als **slecht** doorlatend wordt beoordeeld.

Ter hoogte van de Putgang is infiltratieboring INF03 verricht in de zijberm tot een diepte van 5 m-mv. De infiltratiemeting heeft plaatsgevonden in de sterk zandige leemlaag op een diepte van 2,0 m-mv, die vrij van bodemvreemde bijmengingen is. Uit deze meting volgens de Constant head-methode blijkt dat op basis van de classificatie in de doorlatendheid deze bodemlaag als **matig** doorlatend wordt beoordeeld.

De freatische grondwaterspiegel bevindt zich op een diepte van meer dan 30 m-mv. Volgens de geohydrologische kaart bevindt de lokale grondwaterstand zich op een diepte van ongeveer 5,7 m-mv.

De onderzochte bodemlagen bieden geen goede mogelijkheden om het hemelwater in de bodem te infiltreren. Daarentegen is de bodemlaag aan de zijde van de Engerweg visueel verontreinigd met baksteen en koolresten.

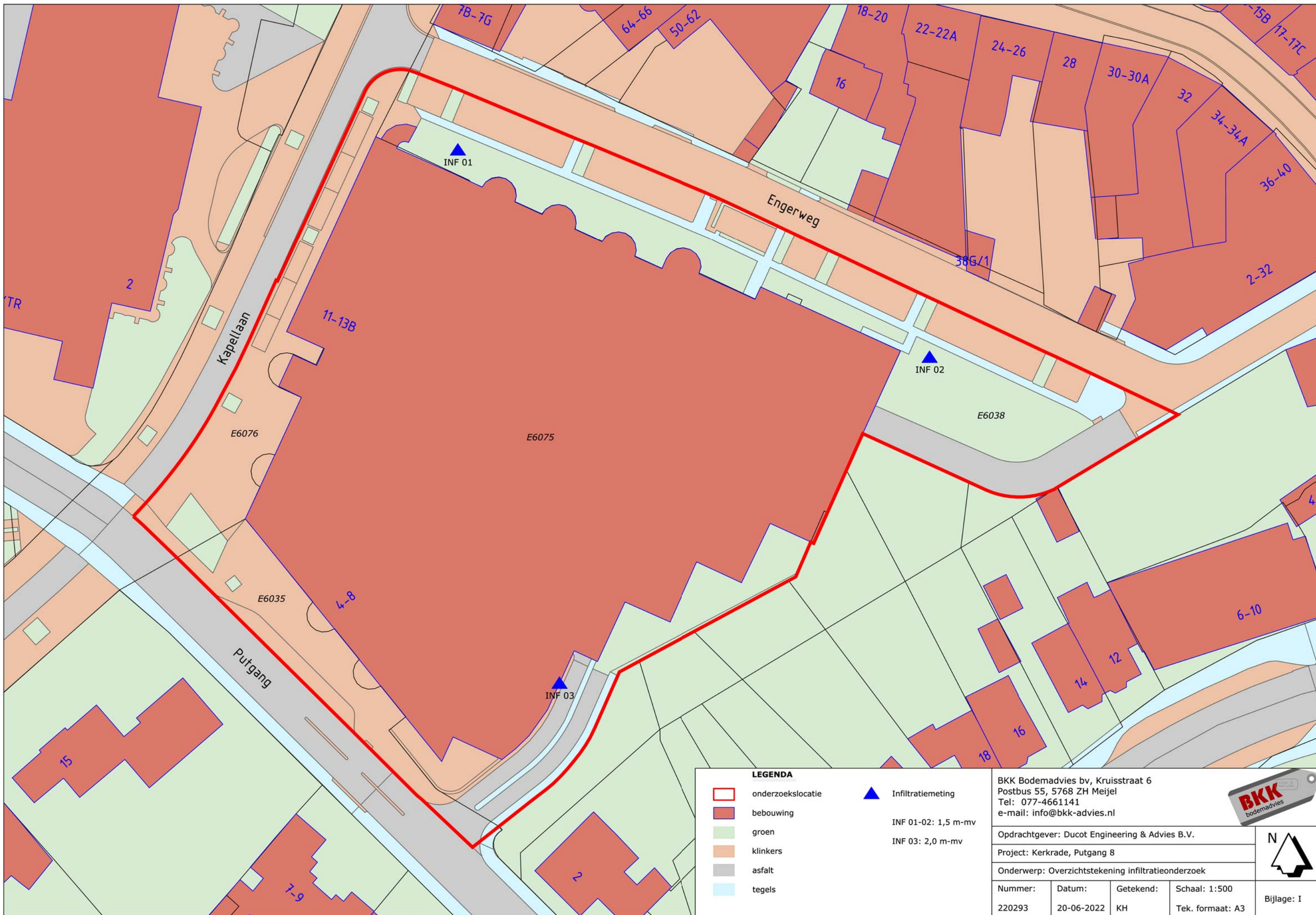
Bij de inrichting van de infiltratievoorziening dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van storende bodemlagen, welke een negatieve invloed hebben op de waterdoorlatendheid. Op een diepte van 4 tot 5 m-mv is eveneens een storende leemlaag aanwezig.

Ten aanzien van de definitieve inrichting van de infiltratievoorziening dient rekening te houden met bovenstaande conclusies.

BIJLAGEN

BIJLAGE I

Overzichtstekening met infiltratieboringen

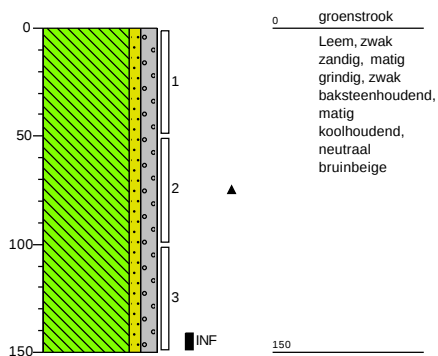


BIJLAGE II

Boorprofielen met beschrijving

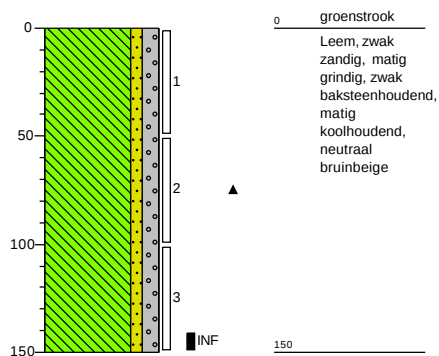
Boring: INF 01

Datum: 15-6-2022



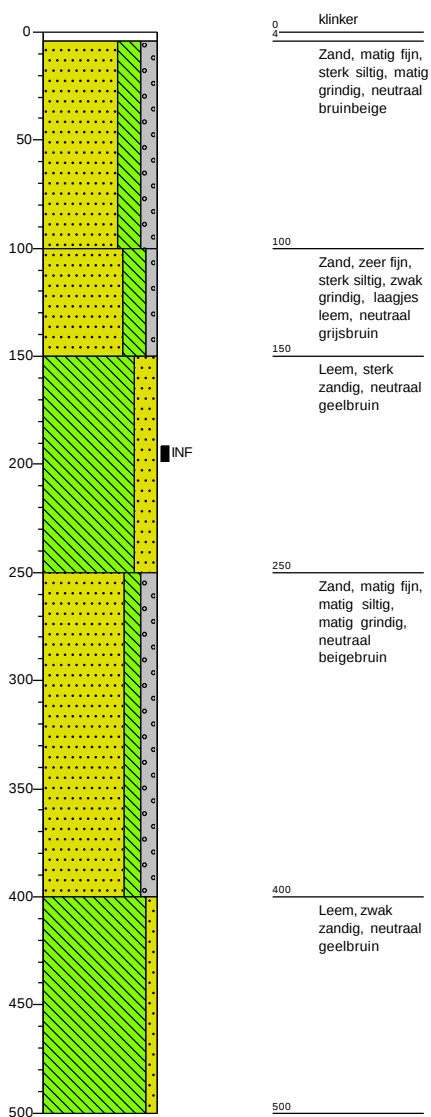
Boring: INF 02

Datum: 15-6-2022



Boring: INF 03

Datum: 15-6-2022



Getekend volgens NEN 5104



projectnaam: Kerkrade, Putgang 8

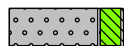
Opdrachtgever: Ducot Engineering

Projectcode: 220293

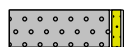
Boormeester: de heer R. Thijssen

Projectleider: Maurice Kessels

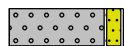
Pagina: 1 / 1

Legenda (conform NEN 5104)**grind**

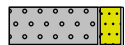
Grind, siltig



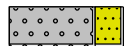
Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig



Grind, sterk zandig



Grind, uiterst zandig

zand

Zand, kleiig



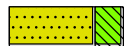
Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig



Zand, sterk siltig



Zand, uiterst siltig

veen

Veen, mineraalarm



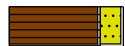
Veen, zwak kleiig



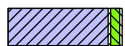
Veen, sterk kleiig



Veen, zwak zandig



Veen, sterk zandig

klei

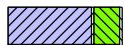
Klei, zwak siltig



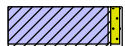
Klei, matig siltig



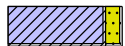
Klei, sterk siltig



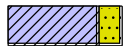
Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

leem

Leem, zwak zandig



Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

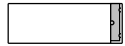
zwak humeus



matig humeus



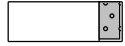
sterk humeus



zwak grindig



matig grindig



sterk grindig

geur

- geen geur
- ◐ zwakke geur
- ◑ matige geur
- ◒ sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- ◻ zwakke olie-water reactie
- ◼ matige olie-water reactie
- ◽ sterke olie-water reactie
- ◾ uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- ◻ >0
- ◻ >1
- ◻ >10
- ◻ >100
- ◻ >1000
- ◻ >10000

monsters

- ◻ geroerd monster
- ◻ ongeroerd monster
- ◻ volumering

overig

- ▲ bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



slib



water

Getekend volgens NEN 5104



projectnaam: Kerkrade, Putgang 8

Boormeester: de heer R. Thijssen

Opdrachtgever: Ducot Engineering

Projectleider: Maurice Kessels

Projectcode: 220293

Pagina: 1 / 1

BIJLAGE III

Meetresultaten infiltratiemetingen

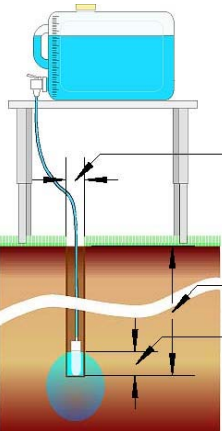
Location:
Site:
Time interval: minutes
Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 4,200 ml/min
Tmp Adj Flow Rate: 4,207 ml/min
Percolation Rate: 18,667 min/cm
Ksat: 0,08
Meters / day

Site Details:

Notes:



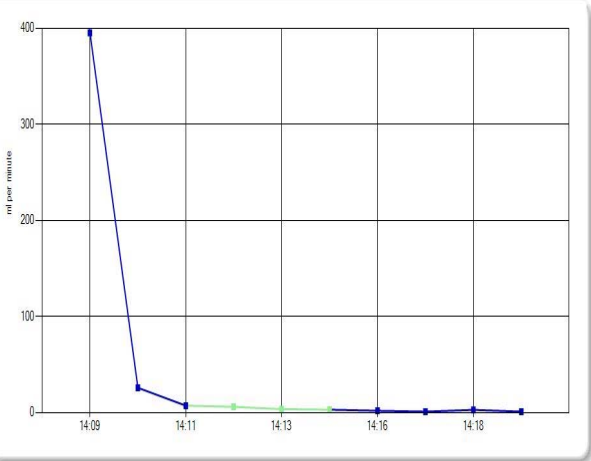
Site GPS Position

Longitude:
Latitude:

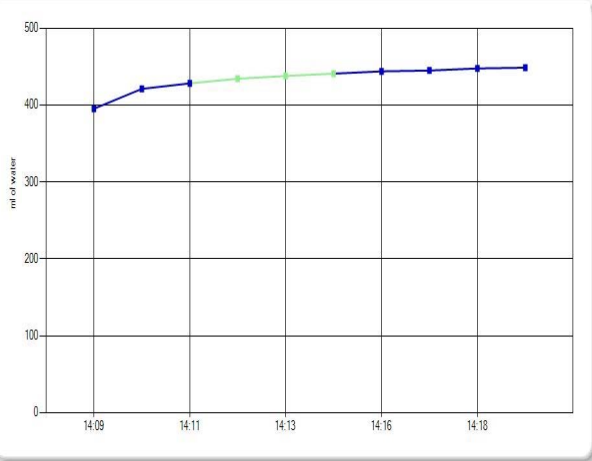
Hole Diameter
 Water Temperature
 Hole Depth
 Water Height in Hole
 Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
15-6-2022 14:08:34	7885,2	0				
15-6-2022 14:09:34	7490	1	395,2	395,2	395,2	
15-6-2022 14:10:34	7464,2	1	25,8	421	25,8	
15-6-2022 14:11:34	7457	1	7,2	428,2	7,2	
15-6-2022 14:12:34	7451	1	6	434,2	6	
15-6-2022 14:13:34	7447,4	1	3,6	437,8	3,6	
15-6-2022 14:14:34	7444,4	1	3	440,8	3	
15-6-2022 14:16:10	7441,4	2	3	443,8	1,875	
15-6-2022 14:17:10	7440,4	1	1	444,8	1	
15-6-2022 14:18:10	7437,6	1	2,8	447,6	2,8	
15-6-2022 14:19:10	7436,6	1	1	448,6	1	

Location:

Site:

Time interval: minutes

Ksat Method:

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

Steady Flow Rate: 1,800 ml/min

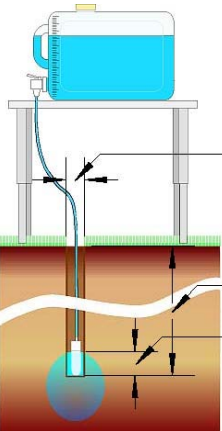
Tmp Adj Flow Rate: 1,803 ml/min

Percolation Rate: 43,556 min/cm

Ksat: 0,03 Meters / day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude:

Latitude:

Hole Diameter

Water Temperature

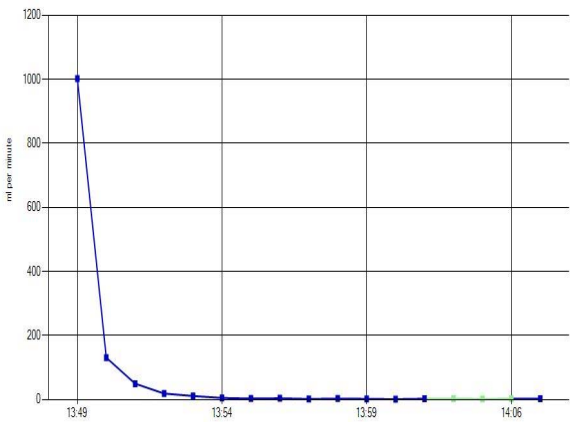
Hole Depth

Water Height in Hole

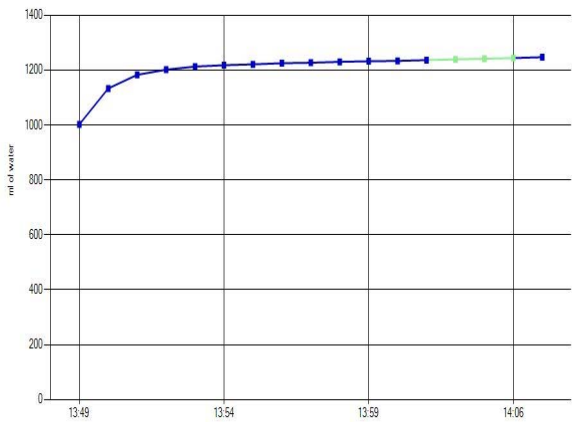
Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
15-6-2022 13:48:09	9121	0				
15-6-2022 13:49:09	8119	1	1002	1002	1002	
15-6-2022 13:50:09	7988	1	131	1133	131	
15-6-2022 13:51:09	7938,4	1	49,6	1182,6	49,6	
15-6-2022 13:52:09	7919,6	1	18,8	1201,4	18,8	
15-6-2022 13:53:09	7908,4	1	11,2	1212,6	11,2	
15-6-2022 13:54:09	7903,4	1	5	1217,6	5	
15-6-2022 13:55:09	7900,2	1	3,2	1220,8	3,2	
15-6-2022 13:56:09	7896	1	4,2	1225	4,2	
15-6-2022 13:57:09	7894,2	1	1,8	1226,8	1,8	
15-6-2022 13:58:09	7891	1	3,2	1230	3,2	
15-6-2022 13:59:09	7888,8	1	2,2	1232,2	2,2	
15-6-2022 14:00:09	7888,2	1				Yes
15-6-2022 14:01:09	7887	1	1,2	1233,4	1,2	
15-6-2022 14:02:09	7884,2	1	2,8	1236,2	2,8	
15-6-2022 14:03:09	7881,4	1	2,8	1239	2,8	
15-6-2022 14:04:09	7879,2	1	2,2	1241,2	2,2	
15-6-2022 14:05:09	7879,6	1				Yes
15-6-2022 14:06:09	7877	1	2,6	1243,8	2,6	
15-6-2022 14:07:09	7874	1	3	1246,8	3	

Location: Kerkrae, Putgang 8
Site: INF 03

Time interval: 1 minutes

Ksat Method: Glover Solution

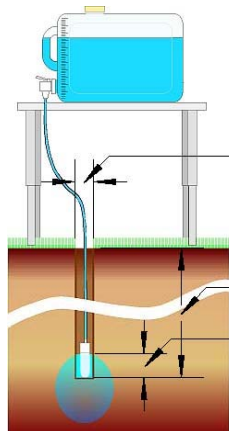
Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than

+/- 30 % for 3 consecutive readings

Steady Flow Rate: 25,867 ml/min
Tmp Adj Flow Rate: 25,912 ml/min
Percolation Rate: 3,031 min/cm
Ksat: 0,49
Meters / day

Site Details:

Notes:



Site GPS Position

Longitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds East

Latitude: 0 degrees 0 minutes 0 seconds North

10 cm Hole Diameter

20 ° C Water Temperature

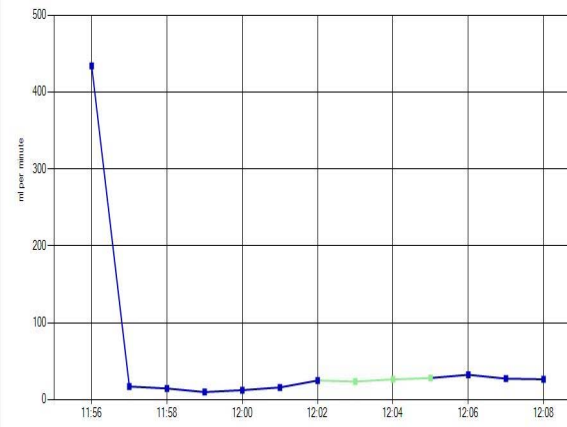
200 cm Hole Depth

10 cm Water Height in Hole

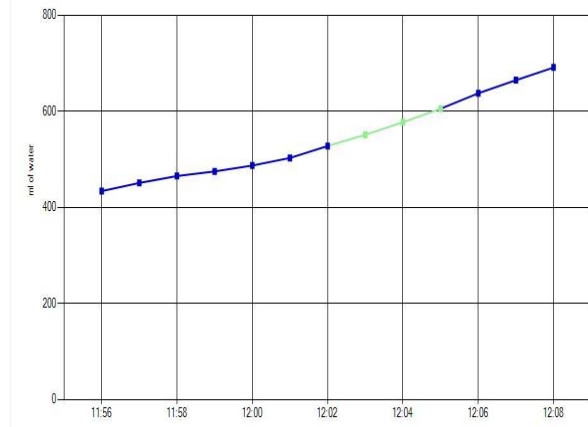
Water Table Depth

Soil Texture Structure Category:

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



Time	Reservoir Water Level (ml)	Elapsed Time Interval (minutes)	Interval Water Consumed (ml)	Total Water Consumed (ml)	Water Consumption Rate (ml / min)	Ignore this Reading?
15-6-2022 11:55:59	9791,8	0				
15-6-2022 11:56:59	9358	1	433,8	433,8	433,8	
15-6-2022 11:57:59	9341	1	17	450,8	17	
15-6-2022 11:58:59	9326,6	1	14,4	465,2	14,4	
15-6-2022 11:59:58	9317	0	9,6	474,8	9,763	
15-6-2022 12:00:58	9304,8	1	12,2	487	12,2	
15-6-2022 12:01:58	9289	1	15,8	502,8	15,8	
15-6-2022 12:02:58	9264,2	1	24,8	527,6	24,8	
15-6-2022 12:03:58	9240,8	1	23,4	551	23,4	
15-6-2022 12:04:58	9214,6	1	26,2	577,2	26,2	
15-6-2022 12:05:58	9186,6	1	28	605,2	28	
15-6-2022 12:06:58	9154,4	1	32,2	637,4	32,2	
15-6-2022 12:07:58	9127,2	1	27,2	664,6	27,2	
15-6-2022 12:08:58	9100,8	1	26,4	691	26,4	

BIJLAGE IV

Foto's infiltratieonderzoek

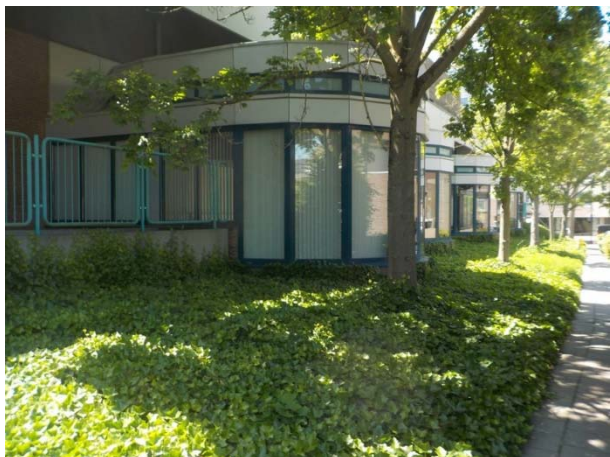


Foto 1. Onderzoekslocatie aan de Engerweg



Foto 2. Overzichtsfoto Putgang 8 (zijberm)



Foto 3. Profiel boring 03



Foto 4. Profiel boring 02



Foto 5. Bodemvreemde laag in ondergrond boring 02



Foto 06. Profiel boring 01



Foto 07. Bodemvreemde laag in ondergrond boring 01



Foto 08. Infiltratie-opstelling