

**Infiltratieonderzoek
Parkeerlocatie sportpark Heugem
Aan de Gronsvelderweg
Te Maastricht
In de gemeente Maastricht**

Opdrachtnummer: GB170401
Rapportage: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 6 november 2017

Opdrachtgever: Maastricht Sport
[Redacted]
Postbus 1992
6201 BZ Maastricht

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Adviseur	[Redacted]	[Redacted]
Controle	[Redacted]	[Redacted]



Geonius Geotechniek B.V.
Postbus 1097
6160 BB Geleen

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	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
3.0	GRONDONDERZOEK.....	3
3.1	Algemeen	3
3.2	Boring.....	3
3.3	Doorlatendheidsmetingen	3
3.4	Inmeting	3
4.0	GEOHYDROLOGIE	5
4.1	Bodemopbouw	5
4.2	Grondwater	5
4.3	Doorlatendheid.....	5
5.0	BEOORDELING MOGELIJKHEDEN VOOR INFILTRATIE	7
5.1	Algemeen	7
5.2	Toetsing doorlatendheid onverzadigde zone.....	7
5.3	Conclusie infiltratiemogelijkheden	8
6.0	INFILTRATIEADVIES	9
6.1	Algemeen	9
6.2	Berekening infiltratievoorziening	10
6.3	Dimensionering van de infiltratievoorziening	10
6.4	Overige ontwerpaspecten	11
6.5	Uitvoering	12

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafieken
Bijlage 3	Boorstaten
Bijlage 4	Doorlatendheidsmetingen
Bijlage 5	Dimensionering infiltratiesysteem



1.0 INLEIDING

Door Maastricht Sport werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren op de parkeerplaats van sportpark Heugem aan de Gronsvelderweg te Heugem en een infiltratieadvies te geven. Aanleiding voor het onderzoek is de wens om de hemelwaterafvoer af te koppelen en aan te sluiten op een infiltratiesysteem wat onder de huidige parkeerplaats komt te liggen.

Het doel van het onderzoek is het bepalen van de doorlatendheid van de ondergrond. Hierbij zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd in zowel de uit leem bestaande toplagen als in het onderliggende grindpakket. Op basis van de resultaten is een dimensionering voor een infiltratievoorziening tot in de diepere ondergrond gegeven.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek en de dimensionering van de infiltratievoorziening. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van het voormalige Waterschap Roer en Overmaas.¹

1) Mogelijk zijn als gevolg van de fusie van Waterschap Peel en Maasvallei en Waterschap Roer en Overmaas tot Waterschap Limburg (per 1-1-2017) wijzigingen aanstaande in de richtlijnen waarop infiltratievoorzieningen worden gedimensioneerd. Tevens kan een afwijkend gemeentelijk beleid van toepassing zijn. In die gevallen zal het infiltratieadvies mogelijk opnieuw beschouwd dienen te worden.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Op de parkeerplaats van Sportpark Heugem aan de Gronsvelderweg te Maastricht is de realisatie van een infiltratievoorziening voorzien. Om de geschiktheid van de ondergrond voor infiltratie te bepalen is de doorlatendheid van de verschillende lagen bepaald. Voor de uit leem bestaande toplagen zijn hiervoor Porchet metingen uitgevoerd, voor de dieper gelegen grindlagen is naar aanleiding van de hierin aanwezige grondwaterstand gekozen voor Hvorslev metingen. Op basis van de resultaten van deze metingen is in voorliggend rapport een infiltratieadvies en dimensionering van de aan te leggen infiltratievoorziening gegeven voor infiltratie in de diepere lagen opgenomen.

Door ons bureau zijn voor het infiltratieadvies voor de geplande infiltratievoorziening de onderstaande, mede op basis van de door de opdrachtgever aangeleverde, uitgangspunten gehanteerd:

- Door de opdrachtgever zijn onderstaande af te wateren oppervlaktes aangegeven :
 - o Parkeerplaats 1500 m²;
 - o Kunstgrasvelden (x2) 7800 m²;
 - o Natuurgrasvelden (x2) 6400 m²;
- De maatgevende buien waarop de infiltratievoorziening getoetst wordt zijn T=25, 35 mm in 45 min en T=100, 45 mm in 30 min (conform Waterschap Roer en Overmaas);
- Conform ISSO-publicatie 70.1 zijn voor de verschillende oppervlakken onderstaande afvloeiingscoëfficiënten aangehouden; Een afvloeiingscoëfficiënt van 1 wil hierbij zeggen dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak, in het infiltratiesysteem terecht komt:
 - o Parkeerplaats: 1,0
 - o Kunstgrasveld: 0,3 (o.b.v. berekening BSNC)
 - o Natuurgrasveld: 0,3
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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



3.0 GRONDONDERZOEK

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in oktober 2017 twee handboring tot ca. 2,5 m- maaiveld en twee machinale boringen tot ca. 4,0 m- maaiveld uitgevoerd. In de ondiepe boorgaten zijn vervolgens Porchet doorlatendheidsmetingen uitgevoerd, in de diepe boorgaten zijn Hvorslev metingen uitgevoerd.

In een eerder onderzoek zijn door ons bureau tevens sonderingen uitgevoerd in de direct omgeving. Hiervoor verwijzen we naar het funderingsadvies met kenmerk GA170401. De relevante sonderingen zijn tevens bijgevoegd in de bijlagen. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

3.2 Boring

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie twee boringen (genummerd GB170401 DB101 en DB102) tot ca. 4,0 m- maaiveld uitgevoerd. Hierbij zijn op deze locatie eerst handboring tot ca. 2,5 m- maaiveld uitgevoerd waarbij in de boorgaten Porchet doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd. Vervolgens zijn de boorgaten middels machinale boringen doorgezet tot ca. 4,0 m- maaiveld, waarna op deze diepte Hvorslev doorlatendheidsmetingen zijn verricht.

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 is opgenomen in de bijlagen.

3.3 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GB170401 DM101 t/m DM102 en zijn opgenomen in bijlage 4.

Doorlatendheidsmetingen DM101-1 en DM102-1 zijn uitgevoerd teneinde de horizontale doorlatendheden te meten. Omdat deze doorlatendheidsproeven 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. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de verticale doorlatendheid worden berekend.

Doorlatendheidsmetingen DM101-2 en DM102-2 zijn uitgevoerd als Hvorslev doorlatendheidsmeting waarbij tevens de verticale doorlatendheid wordt gemeten. De werkwijze is hierbij vergelijkbaar als bij de methode Porchet. Het verschil is echter dat bij de Hvorslev metingen reeds een grondwaterstand aanwezig is op het niveau van infiltratie. Er wordt vervolgens tevens water toegevoegd in het boorgat waarna infiltratie plaatsvindt als gevolg van drukverschillen tussen de grondwaterstand en de waterstand in het boorgat. Op basis van de daling van de waterstand in het boorgat naar de grondwaterstand kan de verticale doorlatendheid worden berekend.

3.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GB170401.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP. Ter referentie is tevens de hoogte van kolk A(= NAP +47,12 m) ingemeten.

Opdrachtnr: GB170401.R01 V1.0

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-gps ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,02 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.



4.0 GEOHYDROLOGIE

4.1 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +46,8 à +46,5 m een dunne laag van los tot matig vast gepakt zand aangetroffen. Dit is mogelijk in het verleden aangebracht voor de aanleg van de verharding. Onder dit pakket bevindt zich tot een niveau van ca. NAP +44,5 à +43,7 m een sterk zandig matig vast leem pakket. De doorlatendheid van dit pakket is naar verwachting beperkt.

Onderlaag

Vanaf voornoemde diepte worden tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +42,2 m vaste tot zeer vaste zandgrindlagen aangetroffen. De diepsonderingen zijn in dit pakket gestrand als gevolg van het bereiken van de maximale sondeerdruk. Bij sondering SW01 is nog een teruggang te zien op een niveau van ca. NAP +42,8 m tot ca. 1,0 MPa als gevolg van een klei-/leemhoudende tussenlaag. De doorlatendheid van dit pakket is naar verwachting goed.

4.2 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Dit werd aangetroffen op ca. 1,7 m à 2,5 m- maaiveld. Dit komt overeen met een niveau van ca. NAP +45,5 à +44,7 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. De grondwaterstand heeft echter geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

4.3 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de verschillende lagen in de ondergrond te berekenen zijn op twee niveaus doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De metingen boven de grondwaterstand zijn hierbij uitgevoerd als Porchet-metingen, de metingen onder de grondwaterstand zijn uitgevoerd als Hvorslev metingen.

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 maatgevende doorlatendheden zijn opgenomen in tabel 4.3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in bijlagen 4.

Tabel 4.3.1: doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m +NAP]	Grondsoort	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem*
Locatie Petit					
DM101-1 ^P	1,5 – 2,5	45,7 – 44,7	Leem	0,1 – 0,3	Slecht
DM102-1 ^P	1,5 – 2,5	45,7 – 44,7	Leem	0,3 – 0,5	Matig
DM101-2 ^H	3,2 – 4,2	44,0 – 43,0	Zand/Grind	0,6 – 57,0	Zeer goed
DM102-2 ^H	3,0 – 4,0	44,2 – 43,2	Zand/Grind	38,0 – 45,0	Zeer goed

* Conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

^P Porchetmeting^H Hvorslevmeting

De doorlatendheid van 0,6 à 0,7 m/dag die gemeten wordt bij de 2^e en 3^e meting van DM101-2 wordt als niet representatief beschouwd. Deze waarden komen niet overeen met de overige metingen en onze ervaring met de doorlatendheid van dit grindpakket. Waarschijnlijk is boorgat bij deze metingen dicht geslibd met sterk kleilig materiaal uit de bovenliggende lagen waardoor een lagere doorlatendheid is gemeten. Indien de grindpalen ver genoeg (min. 3,0 m) door worden gezet in de grindlaag zullen deze metingen derhalve niet de werkelijke doorlatendheid van het grind betreffen. Een en ander kan tevens worden beoordeeld op basis van de uitkomende grond bij de het plaatsen van de grindpalen.

Wel wordt aangeraden om in de dimensionering van de infiltratievoorziening uit te gaan van een conservatieve doorlatendheid van 30 m/dag.

5.0 BEOORDELING MOGELIJKHEDEN VOOR INFILTRATIE

5.1 Algemeen

Over het algemeen kan worden 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.

5.2 Toetsing doorlatendheid onverzadigde zone

In tabel 5.2.1 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 5.2.1: toetsing doorlatendheid

Boring	Meting	Traject [m +NAP]	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem*	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DB101	DM101-1	45,7 – 44,7	0,1	Slecht	Nee
DB101	DM101-2	44,0 – 43,0	0,3	Slecht	Nee
DB102	DM102-1	45,7 – 44,7	57,0	Zeer goed	Ja
DB102	DM102-2	44,2 – 43,2	38,0	Zeer goed	Ja

* Conform Cultuurtechnisch Vademecum

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 1,7 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 gemeten doorlatendheden worden geclassificeerd als slecht voor de toplagen en zeer goed voor diepere grindlagen. De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort niet tot de mogelijkheden. De toplagen bestaan uit sterk zandige leem en zijn op basis van de metingen slecht doorlatend. Bovendien zou gezien de aangetroffen bodemopbouw een oppervlakkig infiltratiesysteem in dit pakket sterk onderhoudsgevoelig zijn.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel (wadi), infiltratiekoffers, grindkratten, putten en/of infiltratierool. Zoals hierboven vermeld is de doorlatendheid van dit pakket onvoldoende. Een infiltratiesysteem in de ondiepe ondergrond is gezien de aangetroffen bodemopbouw daarnaast naar verwachting sterk onderhoudsgevoelig.



3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen naar de diepere grondlagen. Hierbij wordt in de ondiepe ondergrond een buffervoorziening aangelegd, van waaruit middels grindpalen infiltratie in de diepere grindlagen plaatsvindt.

5.3 Conclusie infiltratiemogelijkheden

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater mogelijk is, de doorlatendheid van de diepere ondergrond is voldoende. Oppervlakkige infiltratie en/of infiltratie naar de ondiepe ondergrond is op basis van de gemeten doorlatendheden voor de toplagen niet aan te raden.

Er wordt op basis van de mogelijkheden die de projectlocatie biedt, een infiltratiesysteem in de vorm van een ondiepe berging in combinatie met grindpalen geadviseerd. Het regenwater verzamelt zich in de riolering en stroomt naar de berging van waaruit het naar de diepere lagen infiltreert.

Ook het functioneren van de grindpalen zal op de lange termijn afhankelijk zijn van onderhoud. De aangetroffen bodemopbouw zorgt ervoor dat elk infiltratiesysteem in meer of mindere mate gevoelig is voor dichtslibben. Tijdens de aanleg zal hier rekening met moeten worden gehouden door het plaatsen van effectieve slibvang. Daarnaast is regelmatig onderhoud aan het systeem noodzakelijk.



6.0 INFILTRATIEADVIES

6.1 Algemeen

Voor het ontwerp van de infiltratie-elementen zal conform opgave van het voormalige waterschap Roer en Overmaas rekening moeten worden gehouden met een bui T=25. Tevens moet de bui T=100 doorgerekend worden om de overstortcapaciteit te bepalen. De bui T=25 komt conform de statistieken gemiddeld 1 maal per 25 jaar voor. De totale neerslaghoeveelheid bij deze bui bedraagt ca. 35 mm in 45 minuten. De totale neerslaghoeveelheid bij een bui T=100 bedraagt 45 mm in 30 minuten. De capaciteit van het systeem moet toereikend zijn voor de totale verwachte hoeveelheid neerslag van de bui T=25. Het streven is de buffer of infiltratievoorziening binnen 24 uur weer volledig beschikbaar te hebben voor het bergen van een nieuwe bui.

Om te beoordelen hoe de overtollige neerslag in de ondergrond kan worden geleid, zijn door ons bureau berekeningen uitgevoerd. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de hoeveelheid neerslag in de buffer geborgen moet kunnen worden en het overige neerslagwater in de ondergrond infiltreert. Vóór de buffer zal een zand- en vuilvang moeten worden geïnstalleerd, zodat de werking van het infiltratie-element gegarandeerd blijft. In de volgende paragrafen is het geadviseerde infiltratiesysteem naar de diepere ondergrond in de vorm van grindpalen verder uitgewerkt. Het water wordt hierbij via grindpalen geïnfiltreerd in de zand-/grindlaag die wordt aangetroffen vanaf ca. NAP +43,8 m.

Bij een infiltratiesysteem op grindpalen worden grindpalen aangebracht tot het diepe niveau waarboven een buffer wordt geplaatst. In de buffer wordt het afstromende water van een bui tijdelijk opgevangen waarna het vervolgens via de grindpalen kan infiltreren in de diepere ondergrond. De buffer kan op verschillende manieren worden uitgevoerd, er kan gebruik gemaakt worden van grindkratten, een grindkoffer of lavasteen.

Er is in de berekeningen vanuit gegaan dat geen infiltratie plaats vindt direct vanuit de buffer. Wij adviseren de buffervoorziening waterdicht uit te voeren zodat geen verzadiging van de omliggende grond en/of wateroverlast in de lager gelegen delen optreedt.

Conform ISSO-publicatie 70.1 is rekening gehouden met een afvloeingscoëfficiënt van 1 voor de verharde delen, dat wil zeggen dat in de berekeningen er van wordt uitgegaan dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak in het infiltratiesysteem terecht komt. Voor de (kunst-)grasvelden is een afvloeingscoëfficiënt van 0,3 m aangehouden op basis waarvan de representatieve oppervlakte is berekend.

In de kunstgrasvelden bevindt zich mogelijk rubbergranulaat. Indien dit het geval is adviseren wij om gebruik te maken van lavakoffer om de uitloging van schadelijke stoffen te voorkomen. De mogelijk uit de rubberkorrels schadelijke stoffen worden in dat geval gebonden aan de lavasteen.

Voor de dimensionering van de infiltratievoorziening is voor de zand-/grindlagen in de diepe ondergrond een doorlatendheid van 30,0 m/dag aangehouden. Daarnaast is gerekend met een overall veiligheidsfactor van 1,2. Wij gaan daarnaast in de berekeningen uit van de gedurende het grondonderzoek aangetroffen maatgevende grondwaterstand van ca. 1,7 m- maaiveld. Het is aan te bevelen om de buffervoorziening boven de GHG aan te leggen zodat de buffercapaciteit tijdens perioden van hoge grondwaterstand niet nadelig wordt beïnvloedt. Om een nauwkeurig beeld van de optredende grondwaterstandsschommelingen en de GHG te verkrijgen kan ervoor worden gekozen om een peilbuis te plaatsen en deze over een langere periode te monitoren.

Randvoorwaarde van de uitgevoerde berekeningen is dat de voorziening binnen 24 uur weer voldoende capaciteit dient te hebben om de gedimensioneerde bui te bergen/infiltreren.

6.2 Berekening infiltratievoorziening

Voor de berekeningen van de infiltratievoorziening zijn wij uitgegaan van de maatgevende doorlatendheid. Bij de berekeningen van het systeem is rekening gehouden met het dichtslibben van de bodem waardoor de doorlatendheid afneemt.

Bij de berekening voor de elementen zijn de volgende aspecten van belang:

- 1) de hoeveelheid toestromend water,
- 2) de hoeveelheid water, die in de infiltratievoorziening en overige gedeelte van het systeem kan worden geborgen.
- 3) de hoeveelheid water, die gedurende de bui in de ondergrond infiltreert en de berging bepalen de capaciteit van het infiltratiesysteem.

ad. 1) De hoeveelheid toestromend water is berekend op grond van het oppervlak (ca. 5760 m² oppervlak) en de maatgevende bui van 35 mm in 45 minuten respectievelijk T=25 (conform voormalig waterschap Roer en Overmaas).

ad. 2) De hoeveelheid water, die per infiltratievoorziening kan worden gebufferd, is afhankelijk van het type en de dimensies van de infiltratievoorziening.

ad. 3) Op basis van de hoeveelheid afstromend neerslagwater is het aantal elementen en/of afmetingen een functie van de afmetingen, de bergingscoëfficiënt (s) en de doorlatendheid (k) van de bodem ter plaatse van het element. Met de bekende parameters kunnen het aantal en de afmetingen van de infiltratievoorzieningen worden berekend.

6.3 Dimensionering van de infiltratievoorziening

Door ons bureau is uitgegaan van een ondiepe berging welke de grindkolommen voedt. Aan deze ondiepe buffer is alleen berging en geen infiltratie toegekend.

De gedetailleerde berekeningen zijn in de bijlagen weergegeven. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie met een verhang van ca. 0,5 meter (op basis van een half gevulde buffer) naar de diepe laag, gedurende het infiltreren vanuit de grindkolommen in de ondergrond. Voor de berekeningen is uitgegaan van een totaal afstromend oppervlak van 5.760 m².

Conform de eisen van het waterschap Roer en Overmaas dient de buffer de volledige maatgevende bui van 35 mm in 45 minuten respectievelijk T=25 te kunnen verwerken. Er dient derhalve een buffer gerealiseerd te worden met een bergend vermogen van 202 m³. In onderstaande tabel zijn de afmetingen voor een drietal verschillende type ondiepe berging gepresenteerd.

Tabel 6.3.1 Afmetingen buffer

Variant	Bui	Aanlegdiepte [m –maaiveld]	Lengte [m]	Hoogte [m]	Breedte [m]	Bergend vermogen [m ³]
Kratten (95% porositeit)	T=25 (35 mm/ 45 min)	1,8	15,0	1,0	15,0	214,0
Grindkoffer (30% porositeit)		1,8	30,0	1,0	23,0	207,0
Lava (40% porositeit)		1,8	25,0	1,0	21,0	210,0

Uitgaande van een buffer capaciteit van minimaal 202 m³ voor de ondiepe buffer en een



leeglooptijd van maximaal een dag dienen minimaal 4 grindkolommen gerealiseerd te worden tot een diepte van 5,0 m- maaiveld (NAP -42,2 m). Als in overleg met het waterschap een langere leeglooptijd acceptabel is of als een vertraagde afvoer naar het oppervlaktewater te realiseren is kan mogelijk worden volstaan met minder grindkolommen.

De buitendiameter van de kolommen dient minimaal 0,4 meter te bedragen. In de kolommen is een infiltratiebuis voorzien met een minimale doorsnede van 0,15 meter. Rondom de buis is het noodzakelijk een grindlaag aan te brengen. Op de overgang van de grindomhulling en het oorspronkelijke bodemmateriaal zal een geotextiel moeten worden aangebracht om dichtslibben van de infiltratiepaal te voorkomen. De palen zullen tot de bodem van het vrij goed doorlatende zandpakket moeten worden doorgezet. Afwijkende afmetingen zijn mogelijk, bij kleinere afmetingen dient het systeem opnieuw getoetst te worden.

Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie met een gemiddeld verhang op basis van een half gevulde infiltratievoorziening. Een infiltratievoorziening middels grindpalen is verder uitgewerkt. De dimensies zijn beschreven in tabel 6.3.2.

Tabel 6.3.2 Afmetingen infiltratiesysteem

	Aantal grindpalen (stuks)	Diameter grindpaal (m)	Onderkant grindpaal (m NAP)	Leeglooptijd (uren)
Ondiepe buffer 202 m ³	4	0,40	+42,2	23,3

6.4 Overige ontwerpaspecten

Om het hemelwater te zuiveren alvorens het wordt geïnfiltreerd in de diepere bodem zal rondom de ondergrondse voorziening een speciale vlijlaag met een zuiverend geotextiel aangebracht moeten worden, zoals ook onder de bestrating van doorlatende verhardingen met zuiverende werking wordt toegepast. Hierin worden zware metalen gebonden en door microben olie en PAK's afgebroken terwijl de waterdoorlaatbaarheid goed is. Bij het toepassen van een bodemfilter hoeft slechts de eerste 8 mm neerslag door het filter geleid te worden. Bij deze 8 mm worden de meeste verontreinigingen door het water meegevoerd.

Een andere optie is om de ondergrondse infiltratiebuffer te voorzien van lavasteen, waaraan verontreinigingen worden geboden. Gezien de mogelijk uitlogende rubberkorrels in de kunstgrasvelden wordt in dit geval sowieso het gebruik van lavasteen voor de infiltratiesystemen geadviseerd. Bovendien is de lava in deze systemen relatief makkelijk te vervangen. Wel zal bij gebruik van lavasteen nog een blad- en slibvang moeten worden aangebracht om het grove vuil af te vangen zodat het systeem niet dichtslibt.

In verband met ontluchting bij het vullen van de infiltratieriolen dient het systeem van ontluichtingsbuizen naar het maaiveld te worden voorzien. Daarnaast dienen er inspectie- en onderhoudspunten gerealiseerd te worden zodat de infiltratievoorziening gereinigd kan worden bij onverhoopte verstoppingen.

De infiltratievoorziening dient op voldoende afstand (minimaal ca. 5 m) van belendende funderingen te worden aangelegd zodat het draagvermogen niet nadelig wordt beïnvloed. Indien de ruimte beperkt is kan als aanvullende maatregel tussen de fundering en de infiltratiekratten een verticaal, waterdicht folie worden geplaatst, zodat een verweking van de grond rondom de fundering wordt voorkomen.



Op de infiltratievoorziening zal een minimale gronddekking van ca. 0,6 à 0,8 meter aanwezig moeten zijn. Bij de in tabel 6.3.1 aangegeven diepte (onderkant systeem) zijn wij uitgegaan van een dekking van ca. 0,8 m.

Wij adviseren de ondergrondse infiltratiebuffer waterdicht aan te brengen zodat geen verweking van de omliggende grond optreedt. Hierdoor wordt het risico op verweking en wateroverlast ter plaatse van nabijgelegen lagere delen beperkt.

Door bezinking van slibdeeltjes kan vervuiling van het systeem optreden, waardoor de goede werking wordt beïnvloed. Het is daarom gewenst om bij de inlaat van het systeem een slibvang in te bouwen, zodat vuil, bladeren, etc. kunnen worden afgevangen. Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om het aanvoersysteem op te schonen. Wij adviseren om hiervoor voorzieningen aan te brengen.

Tevens moet het systeem van een overloop naar de riolering of een waterloop worden voorzien. Bij zeer intensieve buien (bijvoorbeeld $T \geq 100$), zal het systeem het toestromende regenwater niet kunnen verwerken en kan het regenwater gecontroleerd naar elders afstromen. Bij toepassing van de hierboven beschreven infiltratievoorzieningen zullen de in de onderstaande tabel 6.4.1 gegeven waarden overstorten.

Tabel 6.4.1: Overstort bij bui T=100 indien infiltratievoorziening vol is.

Variant	Gehanteerde eis	Aantal grindpalen (stuks)	Diameter grindpaal (m)	onderkant grindpaal (m NAP)	Naar elders [m ³]
Berging 214 m ³	T=100	4	0,40	+42,2	40,1

6.5 Uitvoering

Voor een juiste uitvoering van de graafwerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter-het ontgravingsvlak staat. Aangezien het grondwater op ca. 1,7 à 2,5 m-maaiveld is aangetroffen, verwachten wij dat er mogelijk een kleine bemaling nodig zal zijn. Tijdens natte perioden kan bovendien wateroverlast in de bouwput ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit stagnerend regenwater kan echter worden afgepompt.

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weke en plaatselijk geroerde bovengrond.

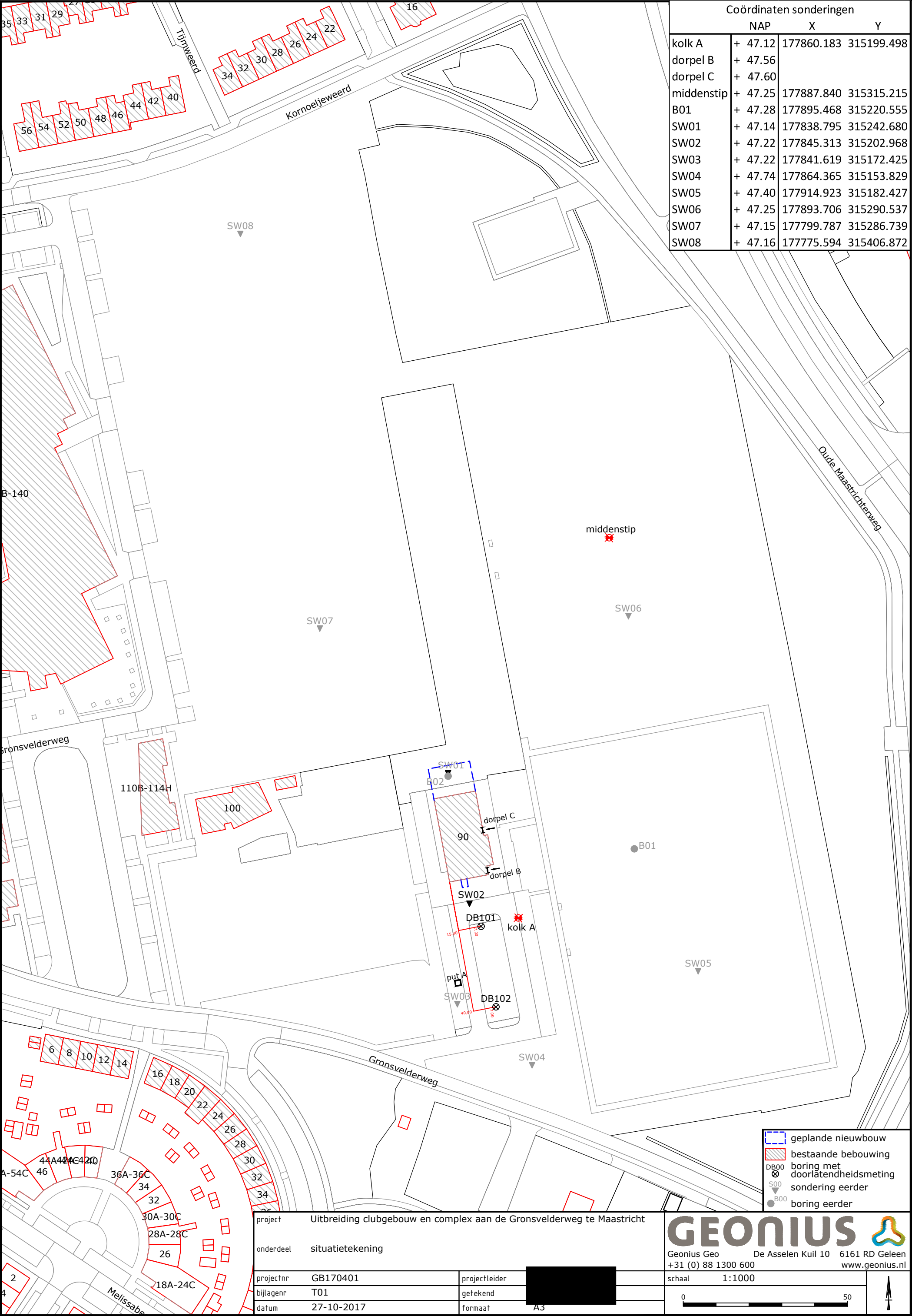
Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst kunnen wij dit voor u verzorgen.



Bijlage 1:

Situatietekening

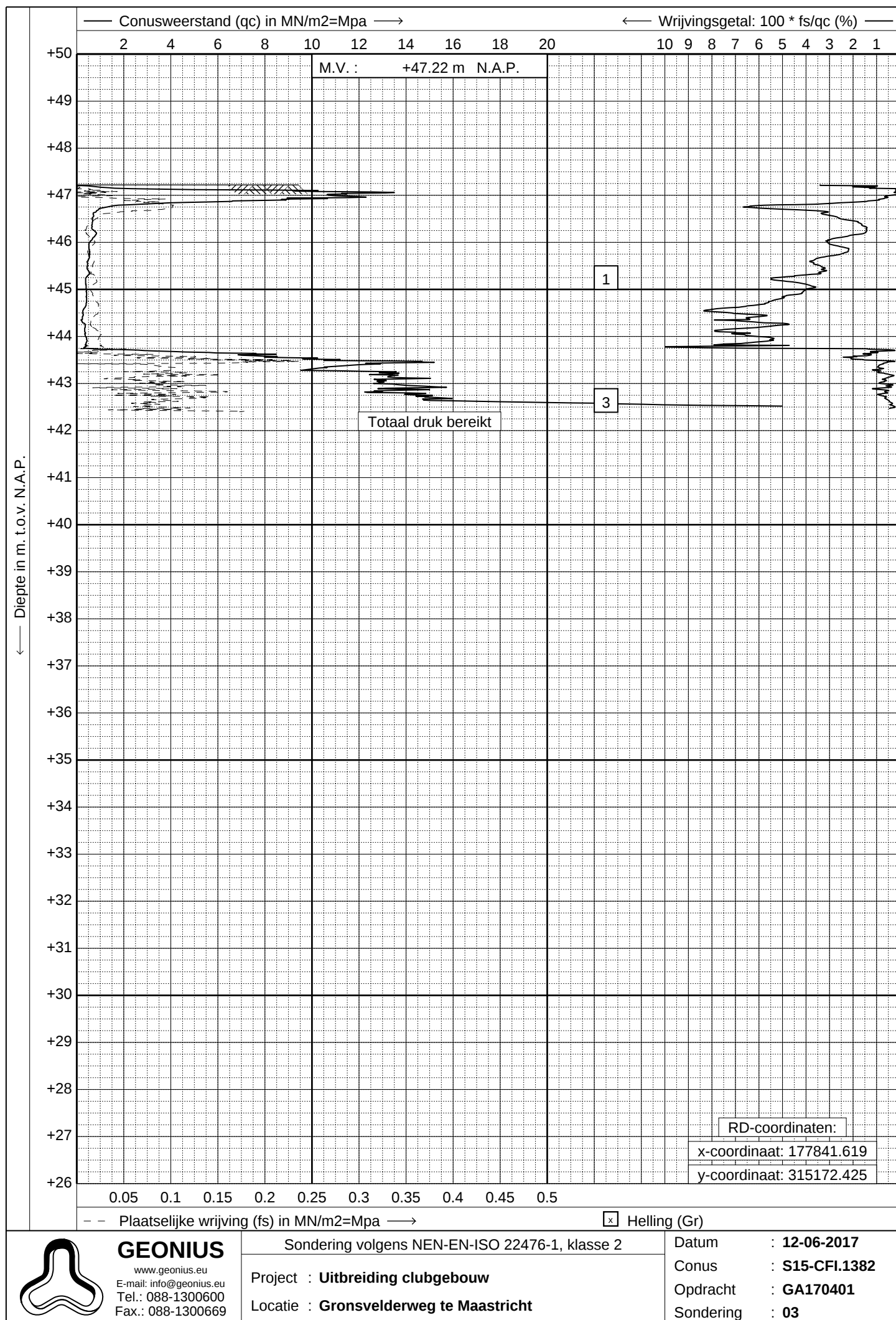
GB170401.T01

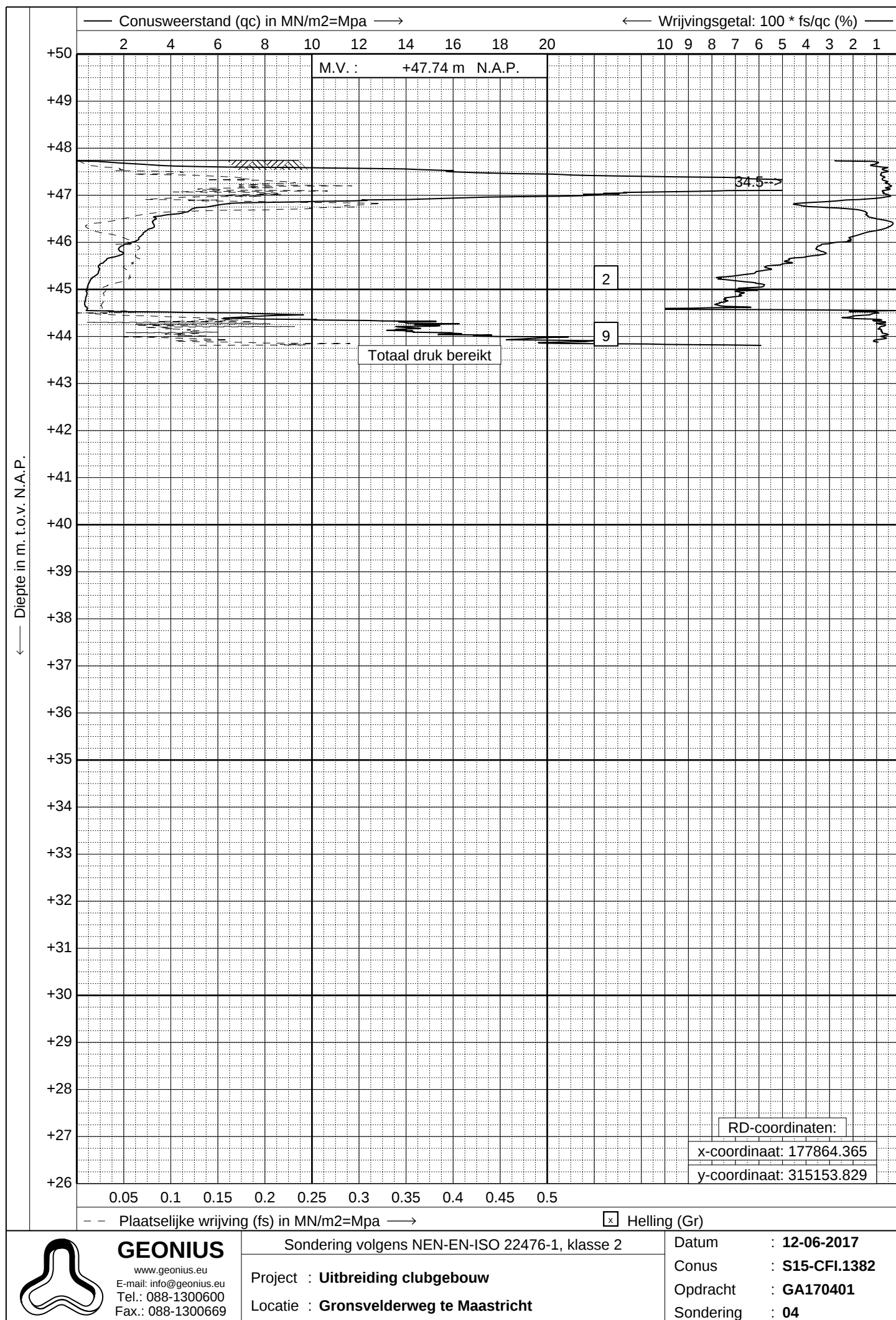


Bijlage 2

Sondeergrafieken

GA170401 SW03 en SW04





Bijlage 3

Boringen

GB170401 DB101 en DB102

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

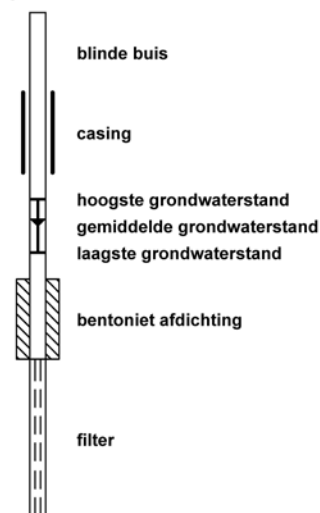
- geroerd monster
- ongeroerd monster

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

peilbuis

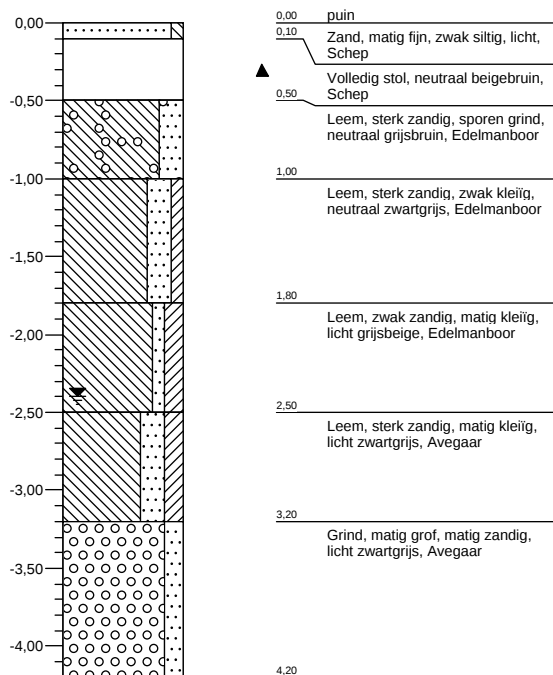


opdrachtnummer : MA170003.051

projectomschrijving : GB170401, DM en IO sportpark Heugem Maastricht

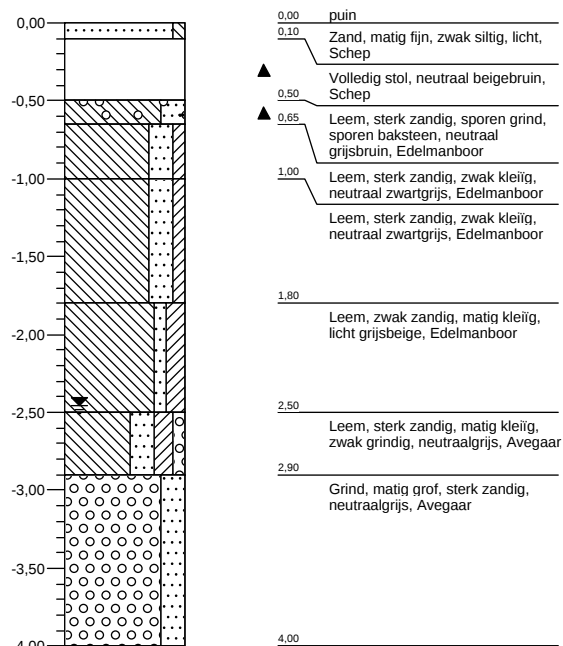
boring: DB101

GWS : m. t.o.v. maaiveld
Datum : 240 cm. - mv.
05-10-2017



boring: DB102

GWS : m. t.o.v. maaiveld
Datum : 246 cm. - mv.
05-10-2017



Bijlage 4

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 $t = t_0$

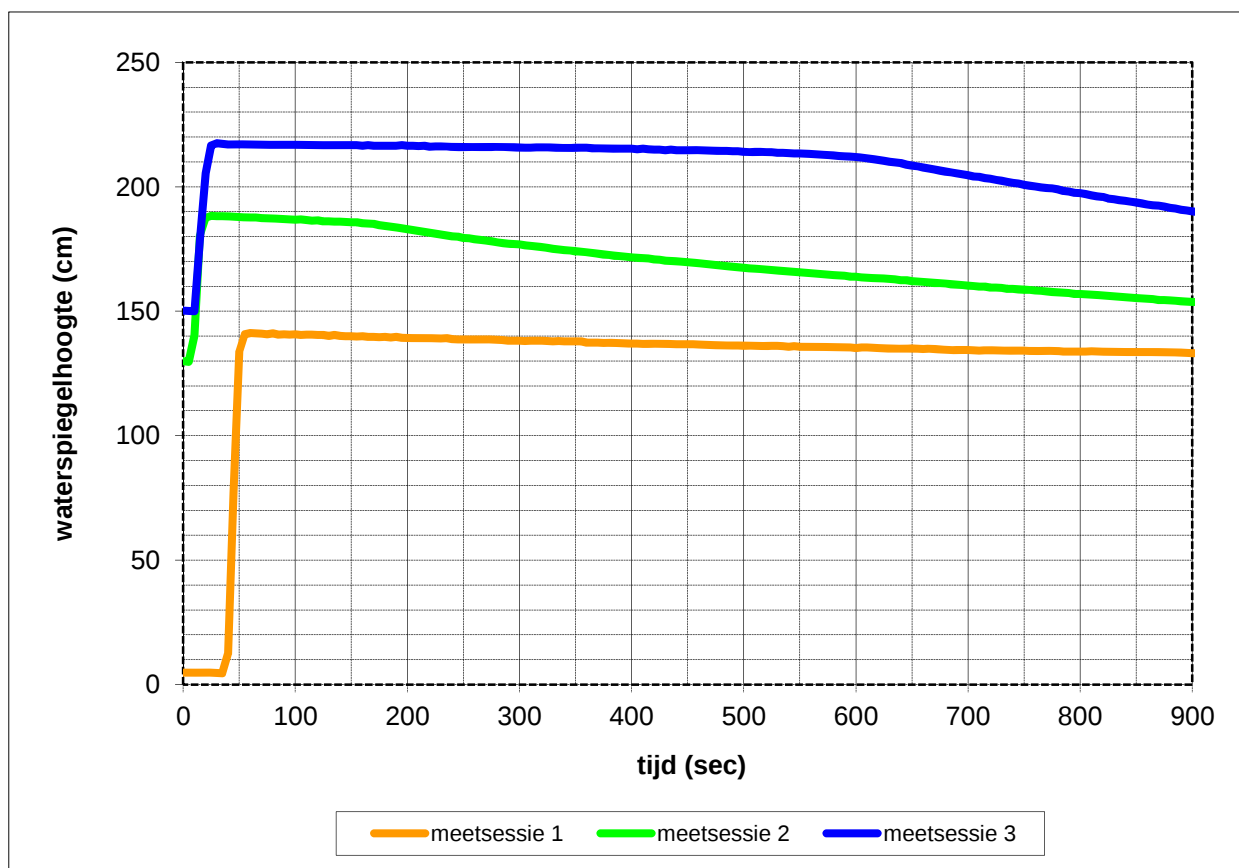
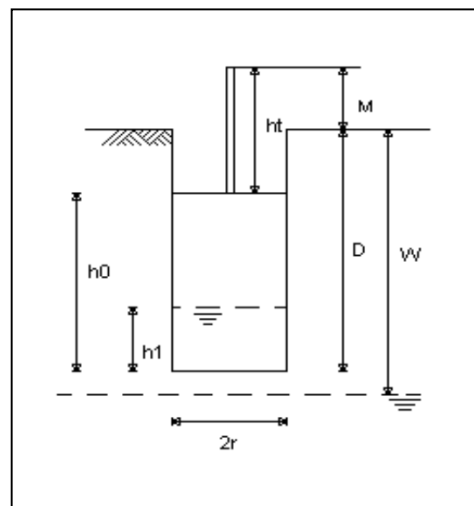
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3.5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	200	sec
h_0 =	139.14	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	133.48	cm
k_f =	1.10E-06	m/s
k_f =	0.10	m/dag
rc =	-8.71E-05	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	167.55	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	155.30	cm
k_f =	3.75E-06	m/s
k_f =	0.32	m/dag
rc =	-3.50E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	216.55	cm
t_1 =	600	sec
h_1 =	211.94	cm
k_f =	9.32E-07	m/s
k_f =	0.08	m/dag
rc =	-1.15E-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 $t = t_0$

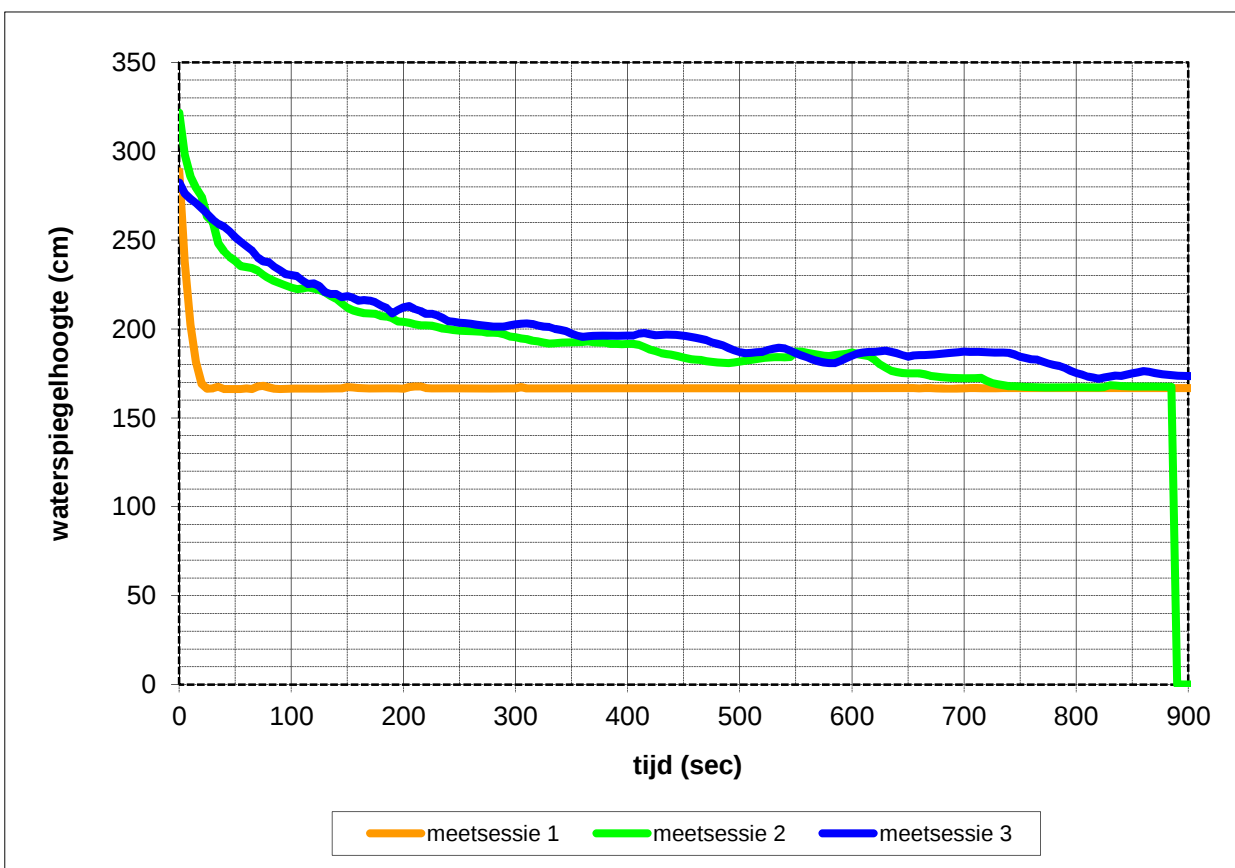
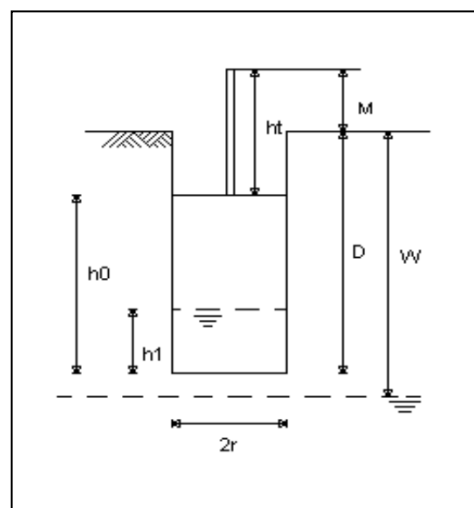
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	400	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	240	cm



Meetsessie 1

t_0 =	0	sec
h_0 =	288.65	cm
t_1 =	20	sec
h_1 =	169.18	cm
k_f =	6.59E-04	m/s
k_f =	56.98	m/dag
rc =	-5.97E-02	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	191.64	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	172.39	cm
k_f =	8.69E-06	m/s
k_f =	0.75	m/dag
rc =	-6.42E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	196.25	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	175.31	cm
k_f =	6.95E-06	m/s
k_f =	0.60	m/dag
rc =	-5.24E-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 $t = t_0$

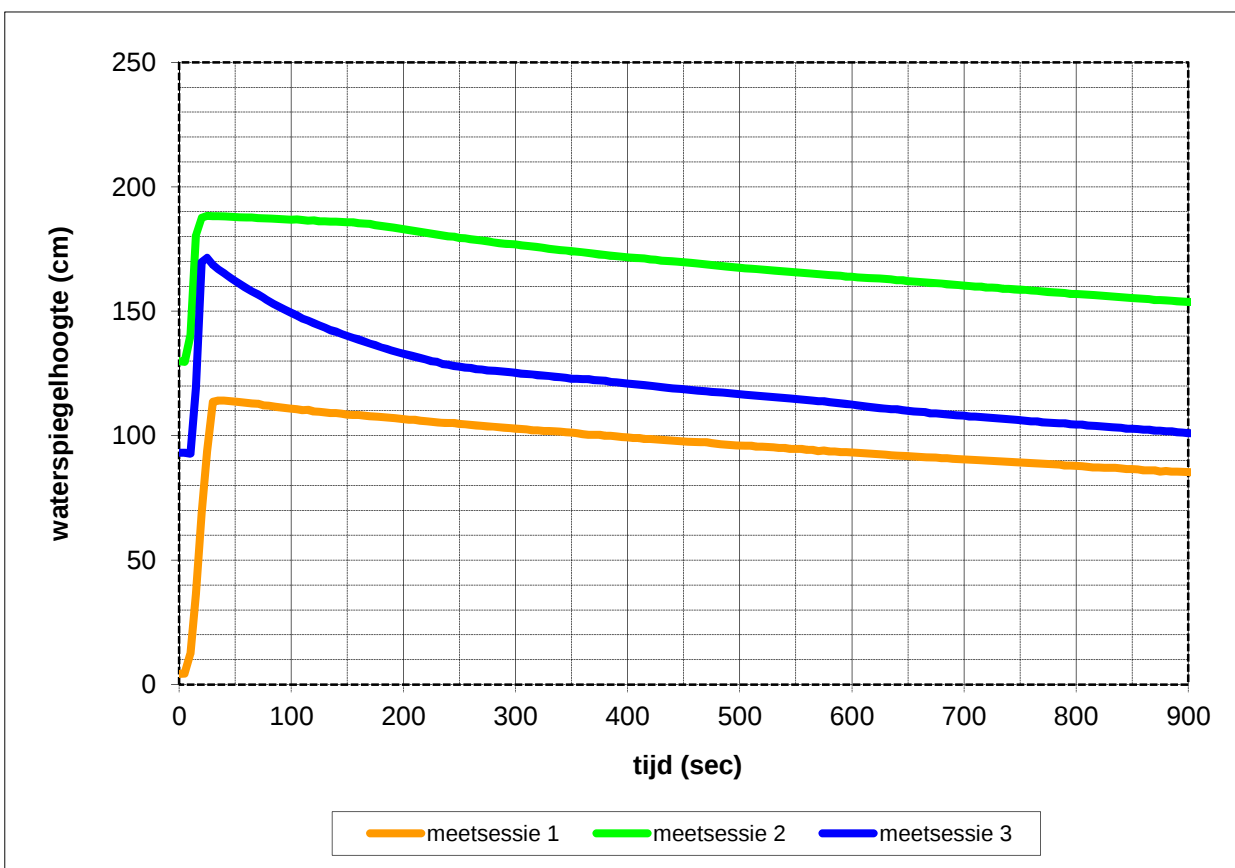
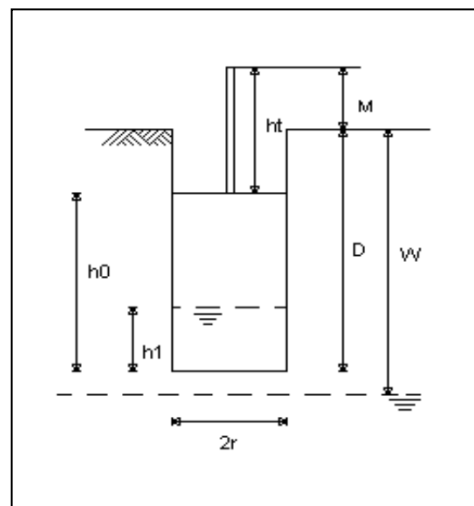
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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



Meet sessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	99.30	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	86.58	cm
k_f =	5.22E-06	m/s
k_f =	0.45	m/dag
rc =	-2.83E-04	m/s

Meet sessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	167.55	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	155.30	cm
k_f =	3.75E-06	m/s
k_f =	0.32	m/dag
rc =	-3.50E-04	m/s

Meet sessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	120.94	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	102.86	cm
k_f =	6.19E-06	m/s
k_f =	0.54	m/dag
rc =	-4.02E-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 $t = t_0$

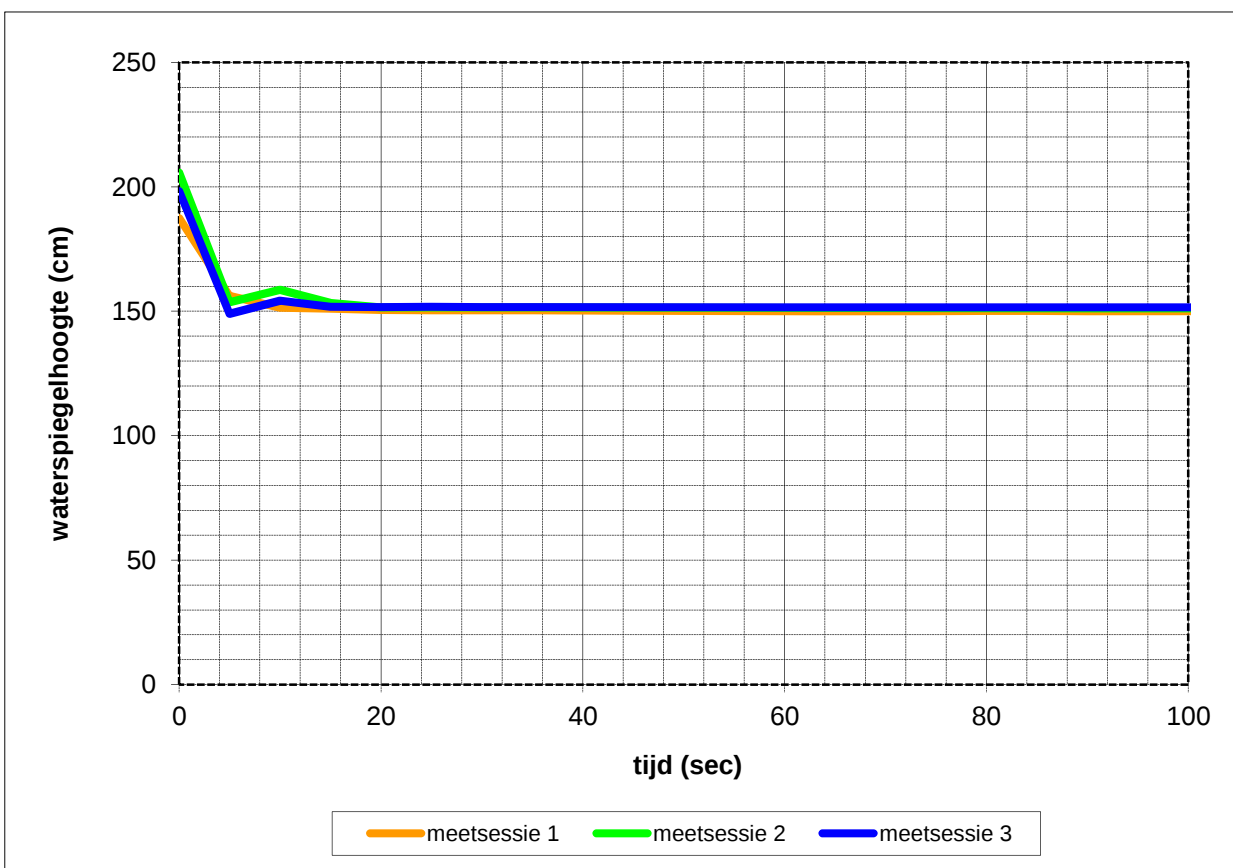
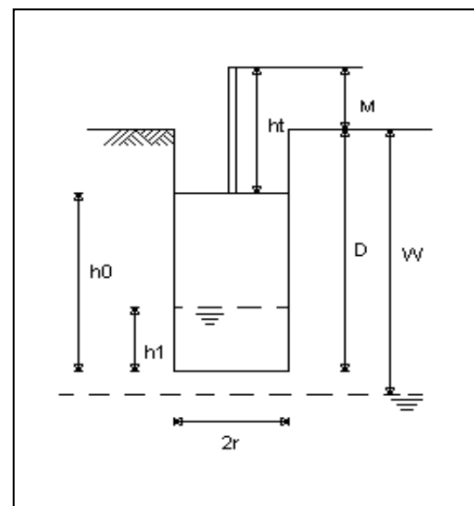
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	400	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	246	cm



Meetsessie 1

$t_0 =$	0	sec
$h_0 =$	187.47	cm
$t_1 =$	10	sec
$h_1 =$	151.48	cm
$k_f =$	5.25E-04	m/s
$k_f =$	45.32	m/dag
$rc =$	-3.60E-02	m/s

Meetsessie 2

$t_0 =$	0	sec
$h_0 =$	205.73	cm
$t_1 =$	15	sec
$h_1 =$	153.34	cm
$k_f =$	4.82E-04	m/s
$k_f =$	41.68	m/dag
$rc =$	-3.49E-02	m/s

Meetsessie 3

$t_0 =$	0	sec
$h_0 =$	198.20	cm
$t_1 =$	15	sec
$h_1 =$	151.83	cm
$k_f =$	4.37E-04	m/s
$k_f =$	37.79	m/dag
$rc =$	-3.09E-02	m/s

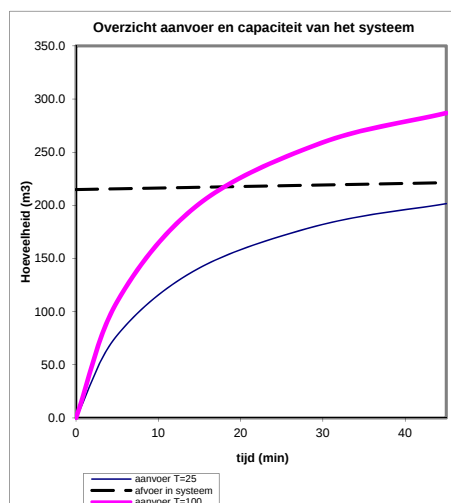
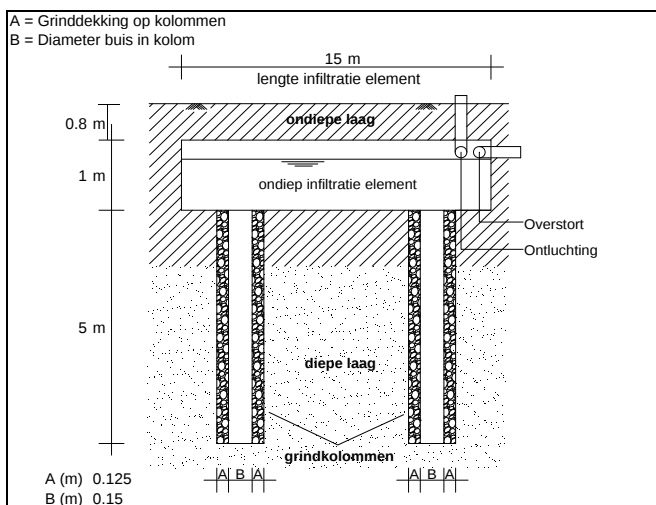
Bijlage 5:

Dimensionering infiltratiesysteem

Projectnummer GB170401
Project-omschrijving Infiltratieadvies Sportpark Heugem
Locatie Maastricht
Opmerking Infiltratie obv waterdruk in kratten en grindpaal

Infiltratie middels geperforeerde buis omhuld met grind

Invoer			berekening		
Infiltratiekolom			Berging		
Lengte infiltratie	5.0	m	Volume buis	0.09	m3
binnen diameter buis	0.15	m	volume vulling	0.18	m3
buiten diameter buis	0.16	m			
buitendiameter schach	0.4	m	totaal berging	0.27	m3
porositeit buis	1.0				
porositeit vulling	0.35		Infiltreren regenwater		
Afwaterend debiet			Doorlaatopp. laag 1	4.15	m2
Afw. oppervlak	5760	m2	Doorlaatopp. laag 2	2.14	m2
duur bui	45	min			
intensiteit	35	mm			
afvloeiingscoëfficiënt	1	-	Gedurende de bui		
			k*i*a*t		
Grondslag			Infiltratie laag 1	1.62	m3
Dikte vanaf bodem opwaarts			Infiltratie laag 2	0	m3
Dikte laag 1 diep	3.3	m	Totaal infiltrerend	1.62	m3
Dikte laag 2 ondiep	1.7	m			
k-laag diep	30.0	m/d	Aanvoerhoeveelheid		
k-laag ondiep	0.0	m/d	tot. afstromend water	201.6	m3
veiligheid	1.2	-	Leeglooptijd één kolom	0.10	uur
waterstanden					
Max waterstand	6 m+	bodem	Infiltratie ondiepe element gedurende de bui		
grondwaterniveau	0 m-	bodem	Wand	0.00	m3
			Vloer	0.00	m3
I-verval in diepe laag	0.5	m/m	Totaal	0.00	m3
I-verval in ondiepe laag	0.5	m/m			



Afmetingen van de buffer

lengte	hoogte	breedte	porositeit	Berging Systeem
m	m	m	-	m ³
15.0	1.0	15.0	0.95	213.75

Controle totale infiltratiesysteem

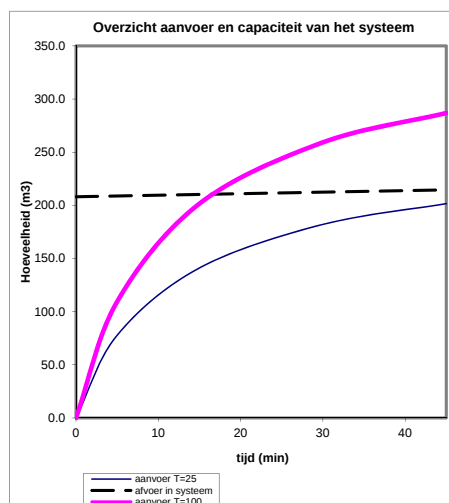
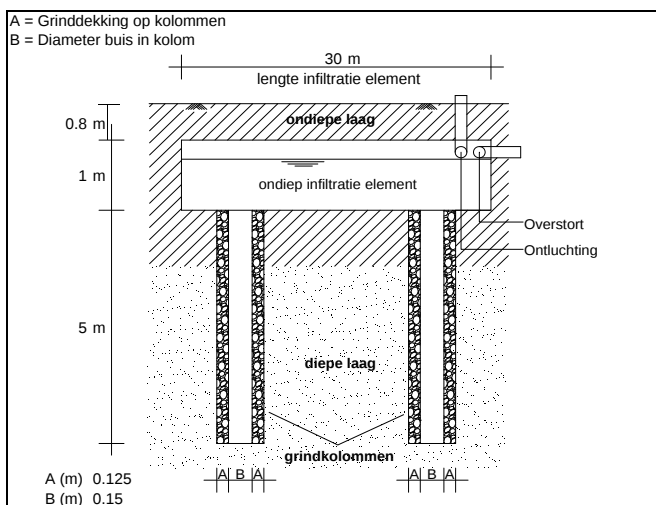
	aantal	Berging	Infiltratie	totaal
totaal kratten		213.75	0.00	213.75
totaal kolommen	4	1.08	6.48	7.56
totaal systeem		214.83	6.48	221.31
Af te voeren totaal				201.60
systeem voldoet				
Per kolom		0.27	1.62	1.89

te infiltreren=berging	201.6	m ³
Infiltratie per kolom	2.2	m ³ /uur
Infiltratie kratten	0.0	m ³ /uur
Totaal duur leegloop	23.3	uur

Projectnummer GB170401
Project-omschrijving Infiltratieadvies Sportpark Heugem
Locatie Maastricht
Opmerking Infiltratie obv waterdruk in kratten en grindpaal

Infiltratie middels geperforeerde buis omhuld met grind

Invoer		berekening	
Infiltratiekolom		Berging	
Lengte infiltratie	5.0 m	Volume buis	0.09 m3
binnen diameter buis	0.15 m	volume vulling	0.18 m3
buiten diameter buis	0.16 m		
buitendiameter schach	0.4 m	totaal berging	0.27 m3
porositeit buis	1.0	Infiltreren regenwater	
porositeit vulling	0.35	Doorlaattoep. laag 1	4.15 m2
		Doorlaattoep. laag 2	2.14 m2
Afwaterend debiet		Gedurende de bui	
Afw. oppervlak	5760 m2	$k^*i \cdot a \cdot t$	
duur bui	45 min	Infiltratie laag 1	1.62 m3
intensiteit	35 mm	Infiltratie laag 2	0 m3
afvloeiingscoëfficiënt	1 -	Totaal infiltrerend	1.62 m3
Grondslag		Aanvoerhoeveelheid	
Dikte vanaf bodem opwaarts		tot. afstromend water	201.6 m3
Dikte laag 1 diep	3.3 m	Leeglooptijd één kolom	0.10 uur
Dikte laag 2 ondiep	1.7 m		
k-laag diep	30.0 m/d	Infiltratie ondiepe element gedurende de bui	
k-laag ondiep	0.0 m/d	Wand	0.00 m3
veiligheid	1.2 -	Vloer	0.00 m3
waterstanden		Totaal	0.00 m3
Max waterstand	6 m+ bodem		
grondwaterniveau	0 m- bodem		
I-veral in diepe laag	0.5 m/m		
I-veral in ondiepe laag	0.5 m/m		



Afmetingen van de buffer

lengte	hoogte	breedte	porositeit	Berging Systeem m ³
m	m	m	-	
30.0	1.0	23.0	0.3	207.00

Controle totale infiltratiesysteem

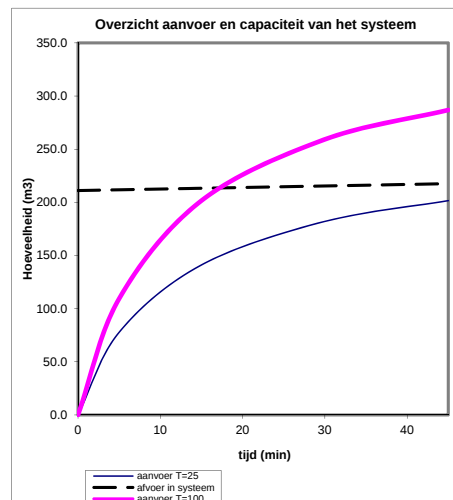
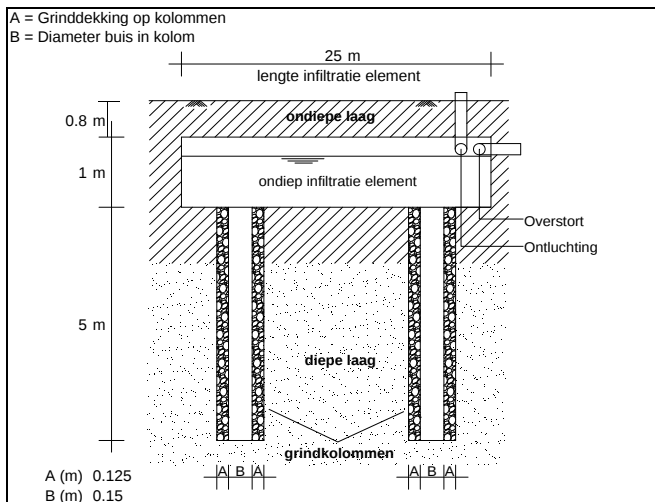
	aantal	Berging	Infiltratie	totaal
totaal kratten		207.00	0.00	207.00
totaal kolommen	4	1.08	6.48	7.56
totaal systeem		208.08	6.48	214.56
Af te voeren totaal				201.60
systeem voldoet				
Per kolom		0.27	1.62	1.89

te infiltreren=berging	201.6	m3
Infiltratie per kolom	2.2	m3/uur
Infiltratie kratten	0.0	m3/uur
Totaal duur leegloop	23.3	uur

Projectnummer GB170401
Project-omschrijving Infiltratieadvies Sportpark Heugem
Locatie Maastricht
Opmerking Infiltratie obv waterdruk in kratten en grindpaal

Infiltratie middels geperforeerde buis omhuld met grind

Invoer		berekening	
Infiltratiekolom		Berging	
Lengte infiltratie	5.0 m	Volume buis	0.09 m ³
binnen diameter buis	0.15 m	volume vulling	0.18 m ³
buiten diameter buis	0.16 m		
buitendiameter schach	0.4 m	totaal berging	0.27 m³
porositeit buis	1.0	Infiltreren regenwater	
porositeit vulling	0.35	Doorlaattoep. laag 1	4.15 m ²
Afwaterend debiet		Doorlaattoep. laag 2	2.14 m ²
Afw. oppervlak	5760 m ²	Gedurende de bui	
duur bui	45 min	$k^i \cdot a \cdot t$	
intensiteit	35 mm	Infiltratie laag 1	1.62 m ³
afvloeiingscoëfficiënt	1 -	Infiltratie laag 2	0 m ³
Grondslag		Totaal infiltrerend	1.62 m³
Dikte vanaf bodem opwaarts		Aanvoerhoeveelheid	
Dikte laag 1 diep	3.3 m	tot. afstromend water	201.6 m ³
Dikte laag 2 ondiep	1.7 m	Leeglooptijd één kolom	0.10 uur
k-laag diep	30.0 m/d	Infiltratie ondiepe element gedurende de bui	
k-laag ondiep	0.0 m/d	Wand	0.00 m ³
veiligheid	1.2 -	Vloer	0.00 m ³
waterstanden		Totaal	0.00 m³
Max waterstand	6 m+ bodem		
grondwaterniveau	0 m- bodem		
I-veral in diepe laag	0.5 m/m		
I-veral in ondiepe laag	0.5 m/m		



Afmetingen van de buffer

lengte	hoogte	breedte	porositeit	Berging Systeem m ³
m	m	m	-	
25.0	1.0	21.0	0.4	210.00

Controle totale infiltratiesysteem

	aantal	Berging	Infiltratie	totaal
totaal kratten		210.00	0.00	210.00
totaal kolommen	4	1.08	6.48	7.56
totaal systeem		211.08	6.48	217.56
Af te voeren totaal				201.60
systeem voldoet				
Per kolom		0.27	1.62	1.89

te infiltreren=berging	201.6	m ³
Infiltratie per kolom	2.2	m ³ /uur
Infiltratie kratten	0.0	m ³ /uur
Totaal duur leegloop	23.3	uur