

Beschouwing wateropgave

Infiltratieonderzoek ontwikkeling vakantieappartementencomplex Mheerelindje 8, Noorbeek
(uitwerking bovengronds infiltratiesysteem)

GC222110.R01.V1.0

5 mei 2023



Beschouwing wateropgave

Infiltratieonderzoek ontwikkeling vakantieappartementencomplex Mheerelindje 8, Noorbeek
(uitwerking bovengronds infiltratiesysteem)

Documentnummer GC222110.R01.V1.0

5 mei 2023

Opdrachtgever

Panoorama V.O.F.

Mheerelindje 8

6255 NG Noorbeek

Auteurs

Adviseur geohydrologie

Collegiale toets

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie		
Collegiale toets		

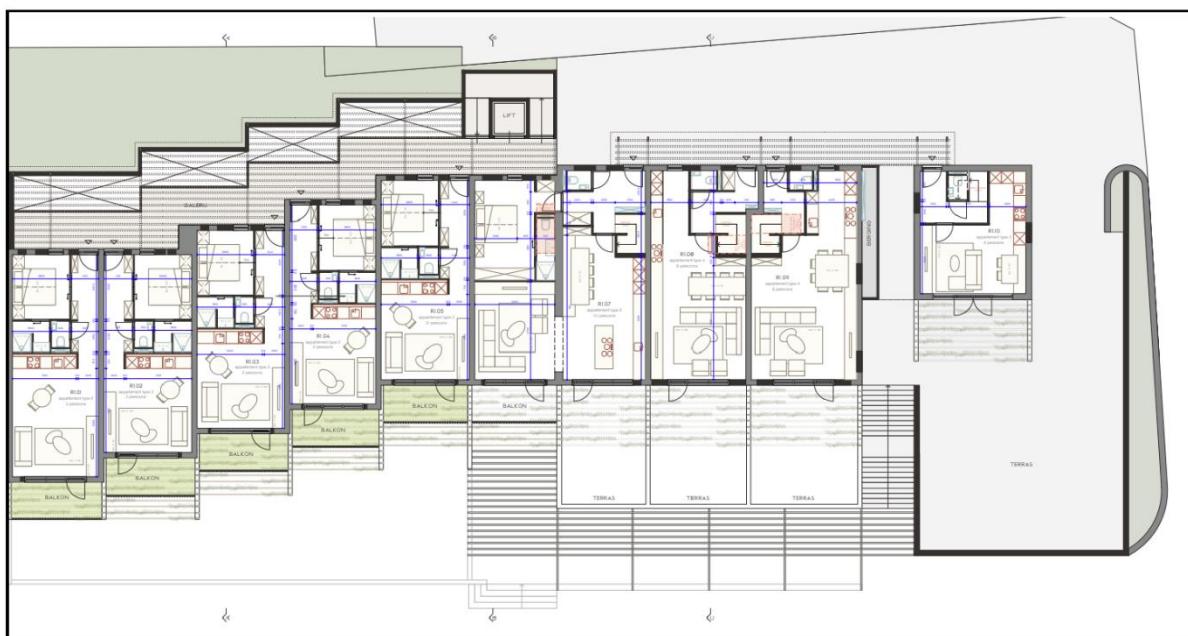
Inhoud

1	Inleiding	4
2	Infiltratieonderzoek	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Boringen	6
2.3	Doorlatendheidsproeven	6
2.4	Inmeting	6
3	Grondslag	7
3.1	Locatie en topografie	7
3.2	Bodemopbouw	7
3.3	Grondwater	8
3.4	Doorlatendheid	9
4	Infiltratie hemelwater	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Toetsing	10
4.3	Conclusie	11
5	Beschouwing wateropgave	12
5.1	Hemelwatercompensatie	12
5.2	Ontwerpadvies	13
5.3	Overige ontwerpaspecten	15
5.3.1	Algemeen	15
5.3.2	Wadi	15
5.4	Voorzuivering en onderhoud	15
	Bijlagen	17
	Bijlage 1 Situatietekening	18
	Bijlage 2 Boringen	19
	Bijlage 3 Doorlatendheidsproeven	20
	Bijlage 4 Dimensionering wadi	21

1 Inleiding

Panoorama V.O.F. is voornemens om het vakantieappartementencomplex aan de Mheerelindje 8 te Noorbeek uit te breiden en te verduurzamen. De ontwikkeling betreft het verbeteren van de toegankelijkheid van het hoofdgebouw door realisatie van een liftschacht, trappenhuis en balustrade aan de achterzijde van het appartementencomplex (figuur 1.1). Hiervoor dient een ruimtelijke onderbouwing te worden aangereikt. Voor deze ruimtelijke onderbouwing is een beschouwing van de wateropgave noodzakelijk. Aan Geonius is opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren en de wateropgave te beschouwen. Voor het opstellen van deze rapportage is gebruik gemaakt van onderstaande door opdrachtgever verstrekte gegevens:

- [1] 21.04.16 BT001 22.12.22.pdf;
- [2] 21.04.16 VA201 22.12.22.pdf;
- [3] t_NL.IMRO.1903.xxxxxx-CC01.pdf



Figuur 1.1 Bouwplan geplande ontwikkeling (overzicht begane grond) [3].

Bij ontwikkelingen (nieuwbouw/reconstructie) is het wettelijk vereist afstromend hemelwater (bebouwing en verharding) lokaal te bergen en ook zoveel mogelijk lokaal te verwerken. Middels een infiltratieonderzoek wordt de bodemopbouw en doorlatendheid van de ondergrond bepaald en wordt inzicht verkregen in de mogelijkheid voor infiltratie van hemelwater. De resultaten hiervan (Hoofdstuk 4) worden meegenomen in de beschouwing van de wateropgave (Hoofdstuk 5). Uitgangspunten met betrekking tot het ontwerp van de toekomstige afwatering zijn hierin overlegd met de opdrachtgever.

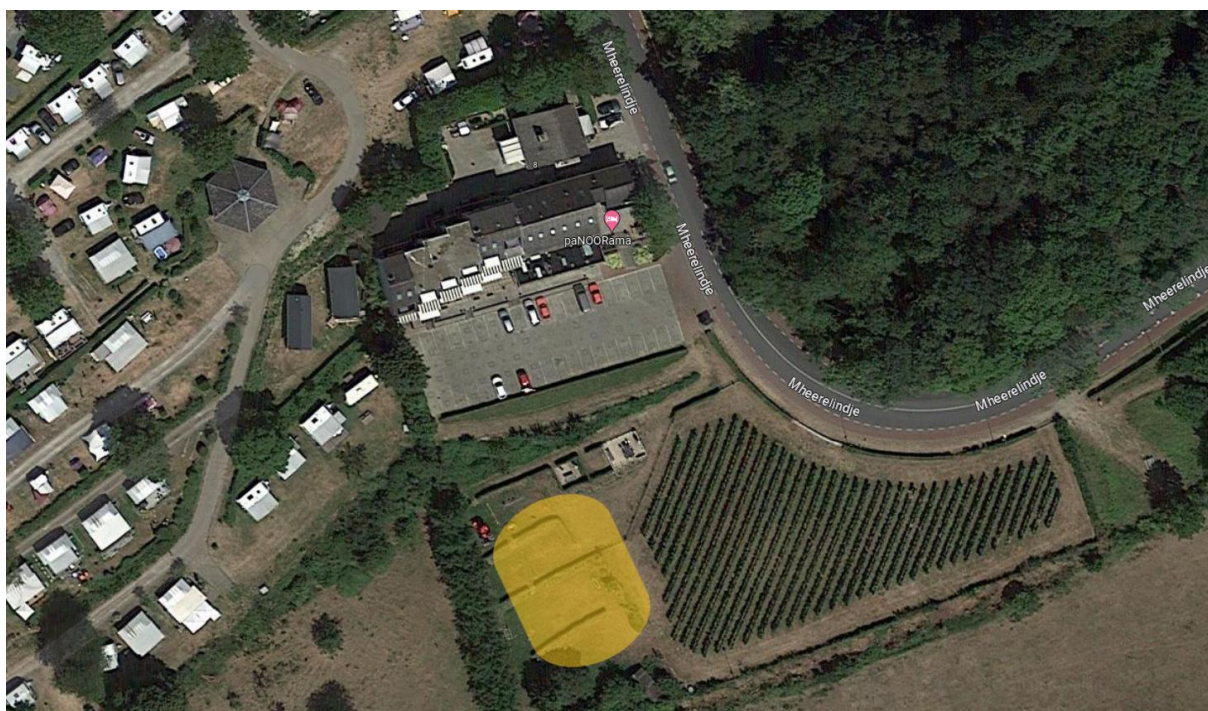
Voorliggend rapport bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek en de beschouwing van de wateropgave voor de geplande ontwikkeling. Voor de uitgangspunten voor het ontwerp van de infiltratievoorziening wordt verwezen naar hoofdstuk 5.1. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Limburg. Verder is voor het opstellen van dit rapport de eerder door Geonius opgestelde rapportage geraadpleegd:

- Funderingsadvies, kenmerk GA222110.R01.V1.0

Door de opdrachtgever is de wens uitgesproken voor een bovengronds infiltratiesysteem (wadi, greppel). Hiervoor is in april 2023 een aanvullend infiltratieonderzoek uitgevoerd in het weiland ten zuiden van het parkeerterrein, zie figuur 1.2. Het eerder uitgevoerde infiltratieonderzoek (januari 2023) had als scope het onderzoeken van de infiltratie-/bergingsmogelijkheden onder het bestaande parkeerterrein.

Volledigheidshalve zijn de resultaten van beide infiltratieonderzoeken gepresenteerd. In de toetsing en beschouwing van de wateropgave (hoofdstuk 4 en 5) wordt in dit rapport enkel het bovengronds infiltratiesysteem behandeld. Voor de uitwerking van het ondergrondse systeem ter plaatse van parkeerterrein wordt verwezen naar de eerder opgestelde rapportage (GB222110.R01.V1.0, d.d. 14-02-2023).

Voor bovenstaande ontwikkeling is door Geonius tevens verkennend bodem- en asbestonderzoek uitgevoerd (MA220915.R01, MB220915.R01). De resultaten hiervan zijn beschouwd in voorliggend onderzoek.



Figuur 1.2: Onderzoekgebied bovengronds infiltratiesysteem (wadi, geel gemarkeerd).

2 Infiltratieonderzoek

2.1 Algemeen

Er is op twee verschillende momenten grondonderzoek uitgevoerd ter verkenning van de infiltratiemogelijkheden op de projectlocatie. In januari 2023 zijn vier handboringen en vier doorlatendheidsproeven uitgevoerd. In april 2023 zijn twee aanvullende doorlatendheidsproeven uitgevoerd:

- januari 2023: ter plaatse van het parkeerterrein (ondergrondse infiltratie-/bergingsvoorziening)
- april 2023: in het weiland ten zuiden van het parkeerterrein (bovengrondse infiltratie-/bergingsvoorziening)

Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn in januari 2023 vier handboringen (genummerd GB222110 DB01 t/m DB04) tot maximaal ca. 2,0 m- maaiveld uitgevoerd. De boringen zijn uitgevoerd ter plaatse van het parkeerterrein. 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 totaal zijn zes doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Deze zijn genummerd DM01 t/m DM05 en RI06 en zijn opgenomen in bijlage 3. DM01 t/m DM04 zijn uitgevoerd in boring GB222110 DB01 t/m DB04 (januari 2023). DM05 is uitgevoerd in boring 102 van het aanvullend bodemonderzoek, RI06 ter plaatse van boring 101 (april 2023). Voor boring 101 en 102 wordt verwezen naar de rapportage van het aanvullend bodemonderzoek (MB220915.R01).

Doorlatendheidsproeven DM01 t/m DM05 zijn conform 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.

Doorlatendheidsproef RI06 is uitgevoerd als dubbele-ring-infiltrometing waarmee de verticale doorlatendheid kan worden bepaald, hetgeen relevant is voor bovengrondse infiltratievoorzieningen zoals een wadi/greppel.

2.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten DB01 t/m DB04 is op situatietekening GB222110.T01 weergegeven, de ligging van de onderzoekspunten 101 en 102 op situatietekening MB220915.T8 (bijlage 1). 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.

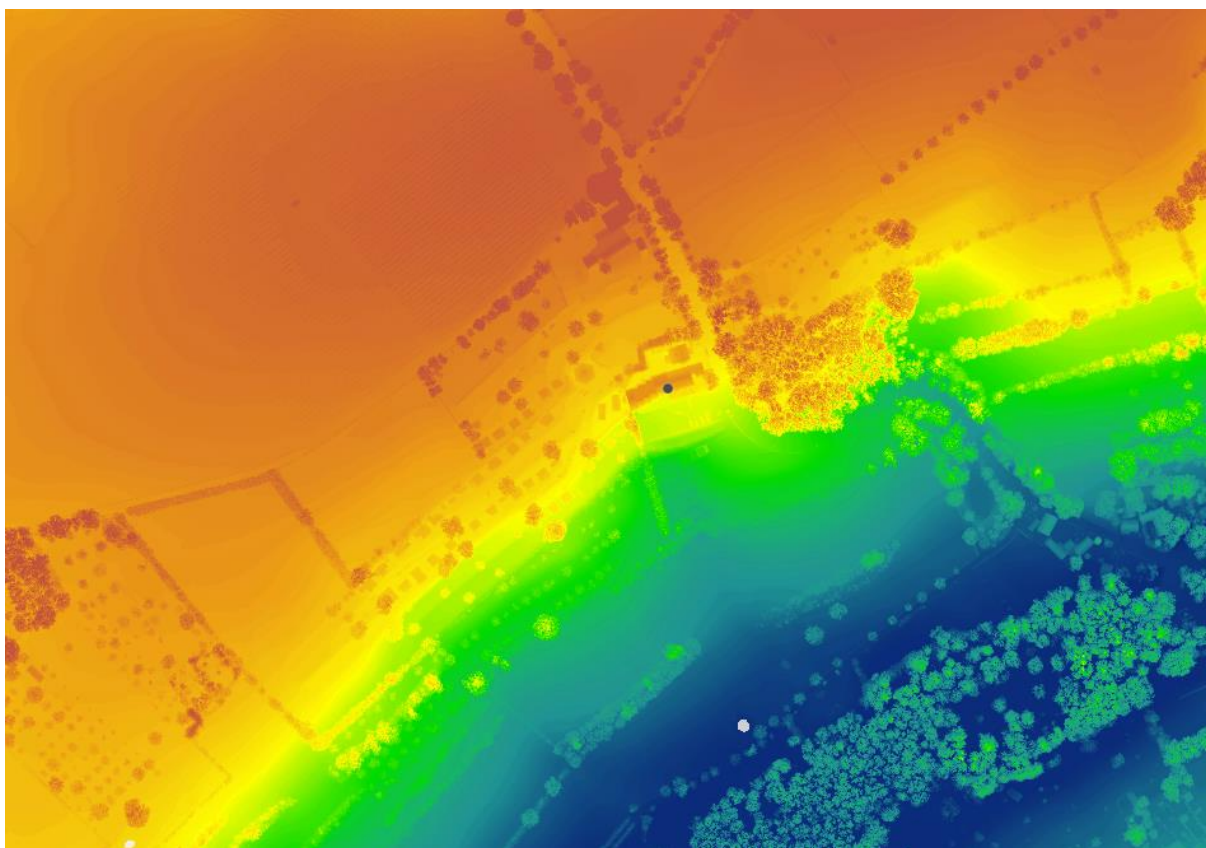
3 Grondslag

3.1 Locatie en topografie

De boringen voor deel 1 van het infiltratieonderzoek (januari 2023) zijn uitgevoerd ter plaatse van de parkeerplaats aan de zuidzijde van het gebouw. Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +158,7 tot +157,8 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,9 m.

Deel 2 van het infiltratieonderzoek (april 2023) is uitgevoerd in het weiland ten zuiden van het parkeerterrein. Het maaiveld lag ter plaatse van doorlatendheidsproeven DM05 en RI06 op een niveau van ca. NAP +146,5 à +145,3 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 1,2 m.

De projectlocatie (weiland ten zuiden van het parkeerterrein) bevindt zich flink lager in het landschap dan het vakantieappartementencomplex. De projectlocatie bevindt zich in een sterk hellend gebied. Richting het noorden loopt het maaiveld nog enkele meters omhoog, terwijl in het zuiden het maaiveld sterk afloopt richting het Noordal. Het hoogteverschil tussen de projectlocatie en het Noordal bedraagt volgens AHN ca. 20 meter (figuur 3.1).



Figuur 3.1 Hoogteligging projectlocatie (zwart gemarkeerd). Bron: AHN.

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de handboringen, de eerder op locatie uitgevoerde sonderingen (GA222110.R01.V1.0) en TNO-archiefgegevens door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven. Zie ook de verticale doorsnede van het REGIS II model in figuur 3.2:

Toplaag

Vanaf maaiveld (ca. NAP +158,7 à +157,8 m) tot de maximaal verkende diepte middels de handboringen (ca. NAP +156,3 m) is een zandige leem-/ lösslaag aangetroffen. Het betreft een geroerde laag met antropogene bijmenging (baksteen, puin). De leem-/ lösslaag reikt tot een diepte van ca. NAP +154,0 m.

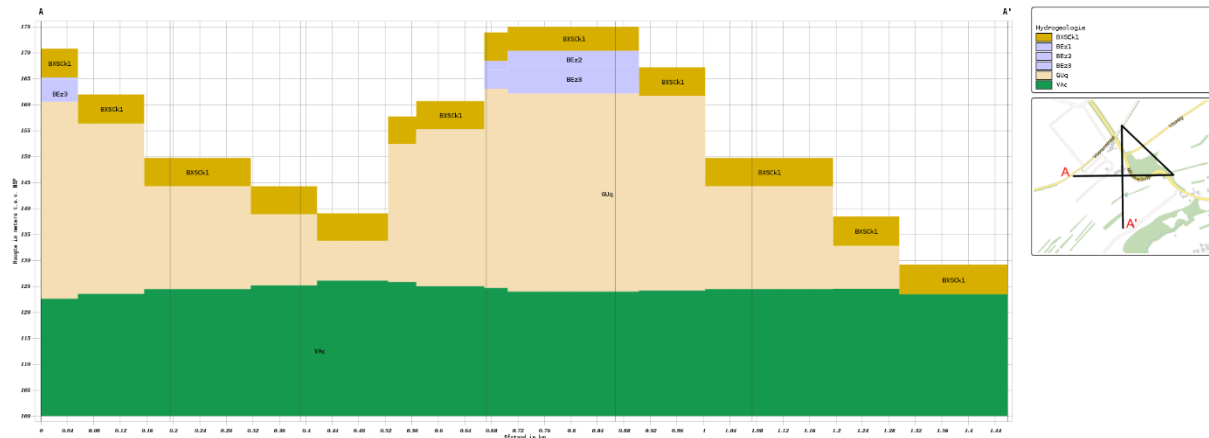
In de boring aan de oostkant van het onderzoeksgebied (DB01) is grof zand aangetroffen tussen NAP +157,9 en +157,0 m (einddiepte). Het betreft een grofzandige tot grindige afzetting vermoedelijk behorend tot de Formatie van Beegden, deze afzetting wordt slechts lokaal op de projectlocatie verwacht.

In de boringen MB220915 101 en 102 ter plaatse van het aanvullend infiltratieonderzoek is vanaf maaiveld (ca. NAP +146,5 à +145,3 m) een sterk zandige, zwak grindige leemlaag aangetroffen tot de einddiepte (ca. 1 m-maaiveld). De bovenste 30-40 cm is matig humeus. Verder zijn sporen kalk aangetroffen in het boorgat, mogelijk bevindt de Formatie van Gulpen (kalksteenpakket) zich vlak onder het boorgat.

Onderlaag

Hieronder bevindt zich een kalksteenpakket tot een diepte van ca. NAP +125 m (Formatie van Gulpen). Lokaal kunnen bovenin dit pakket zandgrindlagen voorkomen (Formatie van Beegden). De doorlatendheid van het kalksteenpakket is afhankelijk van de porositeit (primaire doorlatendheid) en de aanwezigheid van karsten (secundaire doorlatendheid). De porositeit van kalksteen is doorgaans hoger bovenin het pakket omdat dit deel meer verweerd is. In de praktijk is de doorlatendheid van kalksteen sterk afhankelijk van de aanwezigheid van karsten, en is daarmee lastig in te schatten. Tevens kan de doorlatendheid lokaal sterk verschillen.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Figuur 3.2 Verticale doorsnede REGIS II model (TNO).

3.3 Grondwater

Tijdens het eerder uitgevoerde grondonderzoek (GA222110.R01.V1.0) is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze is niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van NAP +139 m. Dit komt overeen met ca. 19 à 20 m- maaiveld ter plaatse van het parkeerterrein en ca. 6 à 7 m- maaiveld ter plaatse van de beoogde bovengrondse voorziening (wadi/greppel). Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Representatieve TNO-peilbuisgegevens uit de omgeving zijn niet aanwezig. Op basis van de grondwaterpeiling en de topografie wordt geen grondwaterstand hoger dan NAP +139 m verwacht.

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 zes proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Hiervan zijn er vijf volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten ter bepaling van de horizontale doorlatendheid. De resterende proef is uitgevoerd als dubbele-ring-infiltrometing ter bepaling van de verticale 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 gegeven in bijlage 3.

Tabel 3.1: Gemeten doorlatendheden (Porchet)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
<i>Deel 1 (parkeerterrein)</i>				
DM01	0,75 – 1,75	+158,0 tot +157,0	Zand, grof, siltig, grindig	0,7 – 1,0
DM02	0,5 – 1,5	+158,0 tot +157,0	Klei, zwak tot sterk zandig, grindig, sporen puin/baksteen	0,2 – 0,3
DM03	1,0 – 2,0	+157,4 tot +156,4	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sporen grind	0,08 – 0,13
DM04	0,5 – 1,5	+157,3 tot +156,3	Klei, zwak zandig, grindig, baksteenresten, sporen puin	0,7 – 1,1
<i>Deel 2 (weiland ten zuiden parkeerterrein)</i>				
DM05	0,0 – 1,0	+145,3 tot + 144,3	Leem, sterk zandig, matig humeus, zwak grindig, sporen kalk	0,9 – 2,2
RI06	maaiveld	+146,5	Leem, sterk zandig, matig humeus, sporen grind	8,8 – 12,4

4 Infiltratie hemelwater

4.1 Algemeen

In hoofdstuk 4 en 5 wordt ingegaan op de infiltratiemogelijkheden ter plaatse van het weiland ten zuiden van het parkeerterrein.

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.

4.2 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
DM05	0,0 – 1,0	+145,3 tot + 144,3	0,9	Vrij goed	Ja
RI06	maaiveld	+146,5	8,8	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. NAP +139 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone hemelwater te infiltreren. Behoudens een lichte verontreiniging in de bovengrond (cadmium) worden op grond van het aanvullend bodemonderzoek (MB220915.R01) geen bodemverontreinigingen verwacht ter plaatse van het weiland ten zuiden van het parkeerterrein. Voor infiltratie van het water 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 niet tot de mogelijkheden vanwege het sterk hellende maaiveld en de gevoeligheid voor dichtslibben in de silthoudende ondergrond (leem/löss). Tevens is de onderzoekslocatie momenteel reeds onverhard (zie figuur 1.2, geel gemarkeerd).
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort gezien de overwegend goede doorlatendheid tot de mogelijkheden. Deze optie zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Hiernaast zal vanwege de ligging in een sterk hellend gebied de taludstabiliteit getoetst moeten worden. 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. Wel dient rekening te worden gehouden met de taludstabiliteit gezien de ligging in een sterk hellend gebied. Ook dient het gekozen infiltratiesysteem 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 niet tot de mogelijkheden vanwege de aanwezigheid van kalksteenpakketten in de onderlaag. De doorlatendheid van kalksteen is namelijk sterk afhankelijk van de aanwezigheid van karsten en is daarmee lastig in te schatten. Het kan daarmee niet gegarandeerd worden dat de doorlatendheid van het kalksteenpakket voldoende is ter plaatse van een eventuele toekomstige grindpaal, tenzij er per grindpaal eerst een machinale boring en doorlatendheidsmeting wordt uitgevoerd.

4.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is overwegend goed. Het gewenste bovengrondse infiltratiesysteem (wadi, greppel) ten zuiden van het parkeerterrein behoort tot de mogelijkheden. Voor de doorlatendheid wordt op basis van 'expert judgment' een maatgevende k-waarde gehanteerd van 1,0 m/dag. Op verzoek van de opdrachtgever wordt een wadi verder uitgewerkt als infiltratiesysteem. Vanwege de ligging in een sterk hellend gebied zal de taludstabiliteit van de wadi getoetst moeten worden.

Infiltratie in dieper gelegen lagen middels grindpalen wordt niet interessant geacht. De doorlatendheid van het onderliggend kalksteenpakket wordt in grote mate bepaald door de aanwezigheid van karsten, en is daarmee lastig in te schatten. Een exacte doorlatendheid van dit pakket kan hierom niet met voldoende zekerheid worden bepaald.

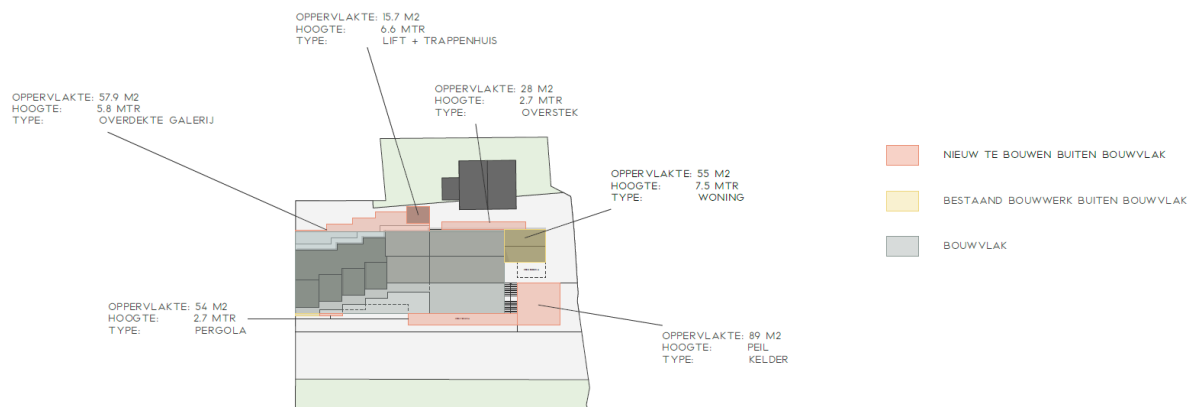
5 Beschouwing wateropgave

5.1 Hemelwatercompensatie

Ontwikkelingen dienen waterneutraal plaats te vinden. Dit betekent dat voor het aanbrengen van verharde oppervlakken (woningen, wegen, parkeergelegenheid) vanwege de versnelde afstroom watercompensatie moet worden gerealiseerd. Conform de beleidsregels van het waterschap moet een bui van 80 mm in 2 uur kunnen worden verwerkt. Indien infiltreren aantoonbaar niet of nauwelijks mogelijk is (wanneer niet aan de ledigingstijd van 24 uur conform richtlijnen RIONED kan worden voldaan), kan middels een leegloopvoorziening van maximaal 10 l/s/ha vertraagd worden afgevoerd.

Ten aanzien van de het totaal afwaterende oppervlak, de overwegend goede doorlatendheid van de ondiepe ondergrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld), de beschikbare ruimte op het terrein en de ligging in sterk hellend gebied adviseren wij het toepassen van een wadi/greppel. Deze moeten worden voorzien van een noodoverloop en een leegloopvoorziening (vertraagde afvoer). Vanwege de afwezigheid van oppervlaktewater in de directe omgeving raden wij aan deze aan te sluiten op de bestaande riolering (bij voorkeur hemelwaterriool).

De geplande ontwikkeling is weergegeven in figuur 5.1. Het deel van het perceel waar de beoogde liftschacht/trappenhuis en balustrade/ overdekte galerij zijn geprojecteerd is in de bestaande situatie reeds verhard [3]. Ditzelfde geldt voor de overstek en pergola. Dit wordt derhalve niet als toename in verhard oppervlak beschouwd. De toename in verhard oppervlak ten opzichte van de huidige situatie beperkt zich op aangeven van de opdrachtgever tot de kelder aan de oostkant. Dit resulteert in een toename in verhard oppervlak van 89 m².



Figuur 5.1 Situatietekening nieuwe toestand, met de nieuwbouw in rood aangegeven [2].

Bij het dimensioneren van de voorziening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- voor de wadi/greppel is uitgegaan van een talud van 1:3 of flauwer zodat deze nog machinaal gemaaid kan worden;
- voor de wadi wordt ervan uitgegaan dat deze ontstaat door ontgraving van het terrein en begroeid zal zijn met gras. De 'expert judgment' doorlatendheid op basis van de doorlatendheidsmetingen bedraagt 1,0 m/dag. De doorlatendheid van gras conform de Leidraad Riolering bedraagt 0,5 m/dag. Voor de berekening van de wadi is conform de leidraad uitgegaan van 0,5 m/dag. Eventueel kan de bodem van de infiltratiegreppel voorzien worden van drains en drainagezand;
- voor de berekening is uitgegaan van een infiltratiegreppel met een diepte van 0,5 en een waakhogte van 0,1 m. De maximale waterdiepte komt hiermee op 0,4 m;

- voor het dimensioneren van een voorziening middels een infiltratiegreppel is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolering 40% van de hoogte van de wanden meegenomen en 100% van het bodemoppervlak;
- conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever bedraagt de toename in afwaterend oppervlak als gevolg van de ontwikkeling ca. 89 m²;
- conform de beleidsregels van de Keur van Waterschap Limburg, specifiek voor het gebied Zuid-Limburg, dient de voorziening gedimensioneerd te worden op een bui T=200 (80 mm in 2 uur). Als infiltreren aantoonbaar niet of nauwelijks mogelijk is kan middels een leegloopvoorziening van maximaal 10 l/s/ha vertraagd worden afgevoerd;
- de hoeveelheid toestromend water is berekend op basis van het afwaterend oppervlak en de gehanteerde bui. De uitkomst van deze berekeningen bedraagt ca. 7,1 m³;
- conform de richtlijnen van RIONED wordt een ledigingstijd van maximaal 24 uur gehanteerd. Indien vanwege de doorlatendheid niet aan de ledigingstijd van 24 uur kan worden voldaan kan een leegloopvoorziening worden toegepast;
- bij de dimensionering van de voorziening wordt uitgegaan van infiltratie tijdens de bui;
- conform ISSO-publicatie 70.1 is de afvloeiingscoëfficiënt aangehouden op 1; dat wil zeggen dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak, in het infiltratiesysteem terecht komt.

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

5.2 Ontwerpadvies

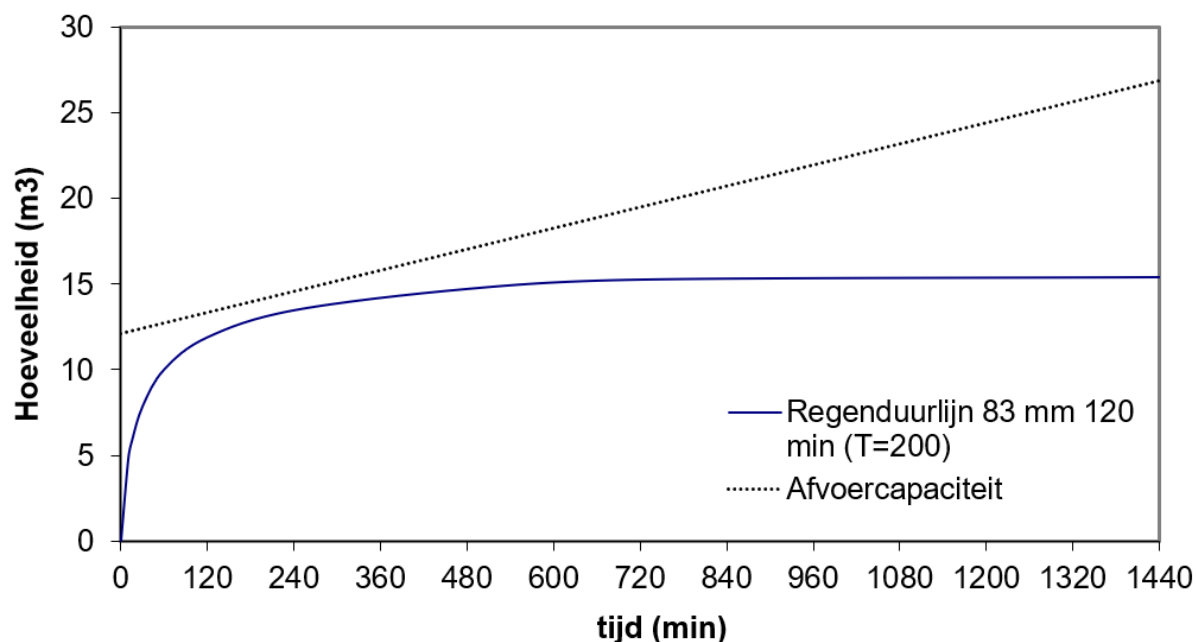
Aan de hand van Google Maps wordt de beschikbare ruimte aan maaiveld ingeschat op ca. 30 x 20 m (zie figuur 5.2). Het hoogteverschil wordt op basis van AHN ingeschat op ca. 3 à 4 m.



Figuur 5.2: Beoogde locatie bovengronds infiltratiesysteem (wadi/greppel).

In tabel 5.1 is berekend welke dimensionering de voorzieningen minimaal moet hebben om aan de eisen te voldoen en of de voorziening daarmee aan de ledigingstijd voldoet. Zie ook de aan- en afvoercapaciteit van de kratten in figuur 5.3. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

Overzicht aanvoer en capaciteit van het systeem



Figuur 5.3: Aan- en afvoercapaciteit wadi (vertraagde afvoer = 0 l/s/ha).

Tabel 5.1: Afmetingen infiltratiesysteem (wadi)

Ruimtebeslag [m²]	Bodem- lengte [m]	Bodem- breedte [m]	Diepte [m]	Waak- hoogte [m]	Talud	Berging [m³]	Vertraagde afvoer [l/s/ha]	Leeglooptijd [uur]
9 x 6	6	3	0,5	0,1	1:3	12,1	0	20

Op basis van bovenstaand ruimtebeslag en de beschikbare ruimte aan maaiveld is voldoende ruimte beschikbaar voor de wadi als berekend in tabel 5.1. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. Een wadi met ruimtebeslag 11 x 5 m behoort ook tot de mogelijkheden. Wel dient rekening te worden gehouden met de taludstabiliteit gezien de ligging in een sterk hellend gebied. We adviseren de wadi aan te leggen parallel aan de hoogtelijn (van west naar oost) zodat de af te graven grond zoveel als mogelijk wordt beperkt en het hoogteverschil beperkt blijft. Op grond van het berekende ruimtebeslag is hiervoor voldoende ruimte beschikbaar in het terrein. Eventueel kan ook worden gekozen om de wadi in een trapvorm (cascade) aan te leggen. Zodoende kan het hoogteverschil beperkt blijven en zijn er geen of minder ingrijpende grondkeringen nodig.

Wij adviseren de wadi uit te voeren met een noodoverstort ter verwerking van extreme neerslag. Vanwege de afwezigheid van oppervlaktewater in de directe omgeving raden wij aan de noodoverstort aan te sluiten op de bestaande riolering (bij voorkeur hemelwaterriool).

5.3 Overige ontwerpaspecten

5.3.1 Algemeen

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverloop te worden voorzien. Bij zeer intensieve buien (bijvoorbeeld $T > 200$), zal het systeem het toestromende regenwater mogelijk niet kunnen verwerken en kan het regenwater gecontroleerd naar elders afstromen. Indien gekozen wordt voor een ondergrondse overstort op het gemeentelijke riool dan dient de overstort van een terugslagklep te worden voorzien.

5.3.2 Wadi

Om infiltratie te bevorderen en het ruimtebeslag te verkleinen kan het systeem via een bodemfilter en/of overstortvoorziening nog op een ondergronds pakket van poreus materiaal, infiltratiekratten of drainbuizen worden aangesloten.

Tijdens de aanleg van de wadi dient te worden opgelet dat bouwverkeer de bodem niet dichtrijdt of verslemt. In deze fase vormt ook het dichtslibben van de bodem door bouwafval, zand en slib een risico welke de infiltratiecapaciteit negatief beïnvloedt.

Wij adviseren de wadi van een bodemfilter te voorzien met humeus materiaal. Hierop kan vegetatie groeien, waarvan de beworteling zorgt voor een doorlopend poriënstelsel, hetgeen de infiltratie bevordert.

De aansluiting van het afwaterende dakoppervlak kan direct door middel van riolering (HWA) worden gerealiseerd. Regenwater dat op het dak valt, wordt via een (kunststof) dakgoot naar een verticale standleiding getransporteerd. Daarin dient een bladafscheider te worden voorzien welke bladeren en grof vuil uitwerpt en die tevens dienst doet als overstort bij extreme regenval. Voor een groot deel worden verstoppingen in leidingen en voorzieningen hiermee voorkomen.

5.4 Voorzuivering en onderhoud

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 hiervoor voorzieningen aan te brengen. Wij wijzen er nadrukkelijk op het infiltratiesysteem regelmatig van onderhoud te voorzien.

Het maaien van de grasgedeeltes van de wadi/greppel dient in goede weersomstandigheden plaats te vinden. Er dient voorkomen te worden dat eventuele beplanting de wadi/greppel overwoekert. Afgevalen blad dient regelmatig uit de voorziening verwijderd te worden.

We adviseren een bodemfilter aan te leggen in de toplaag van de wadi. Een bodemfilter bestaat uit een organische stof- en lutumhoudende toplaag waarin verontreinigingen zich binden. De samenstelling moet een compromis zijn tussen het bindend vermogen van verontreinigingen en de waterdoorlaatbaarheid van de toplaag. Aanbevolen wordt om een bodemfilter aan te leggen met een lutumgehalte van 3 - 5 % en een organische stofgehalte van 2 - 4 %. Indien organische stof wordt toegevoegd, dient dit te gebeuren in de vorm van stabiele humus, omdat 'verse' organische stof (amorphe humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen.

Er zijn voorzuiveringssystemen beschikbaar waarmee tot ca. 80% van de vaste bestanddelen uit het te infiltreren water kunnen worden afgevangen. Zo kan toepassing van een goede voorzuivering en regelmatig onderhoud de levensduur van een infiltratiesysteem significant verlengen. Ook kan een vertraagde afvoer naar het riool of oppervlaktewater middels een regelbare debietbegrenzer worden toegepast, zodat de beschikbaarheid van de voorziening ook na een verminderde infiltratiecapaciteit kan worden gewaarborgd.

Geonius heeft monitoringssystemen beschikbaar waarmee het waterpeil en de leeglooptijd van het systeem kan worden gemonitord. Deze kunnen worden toegepast ten behoeve van de controle van de werking van het systeem, op basis waarvan het onderhoudsregime kan worden bepaald. Indien gewenst kunnen we hierin nader adviseren, tevens kan het volledig ontwerp van de hemelwaterafvoer en de terreininrichting door ons bureau nader worden uitgewerkt.

Bijlagen

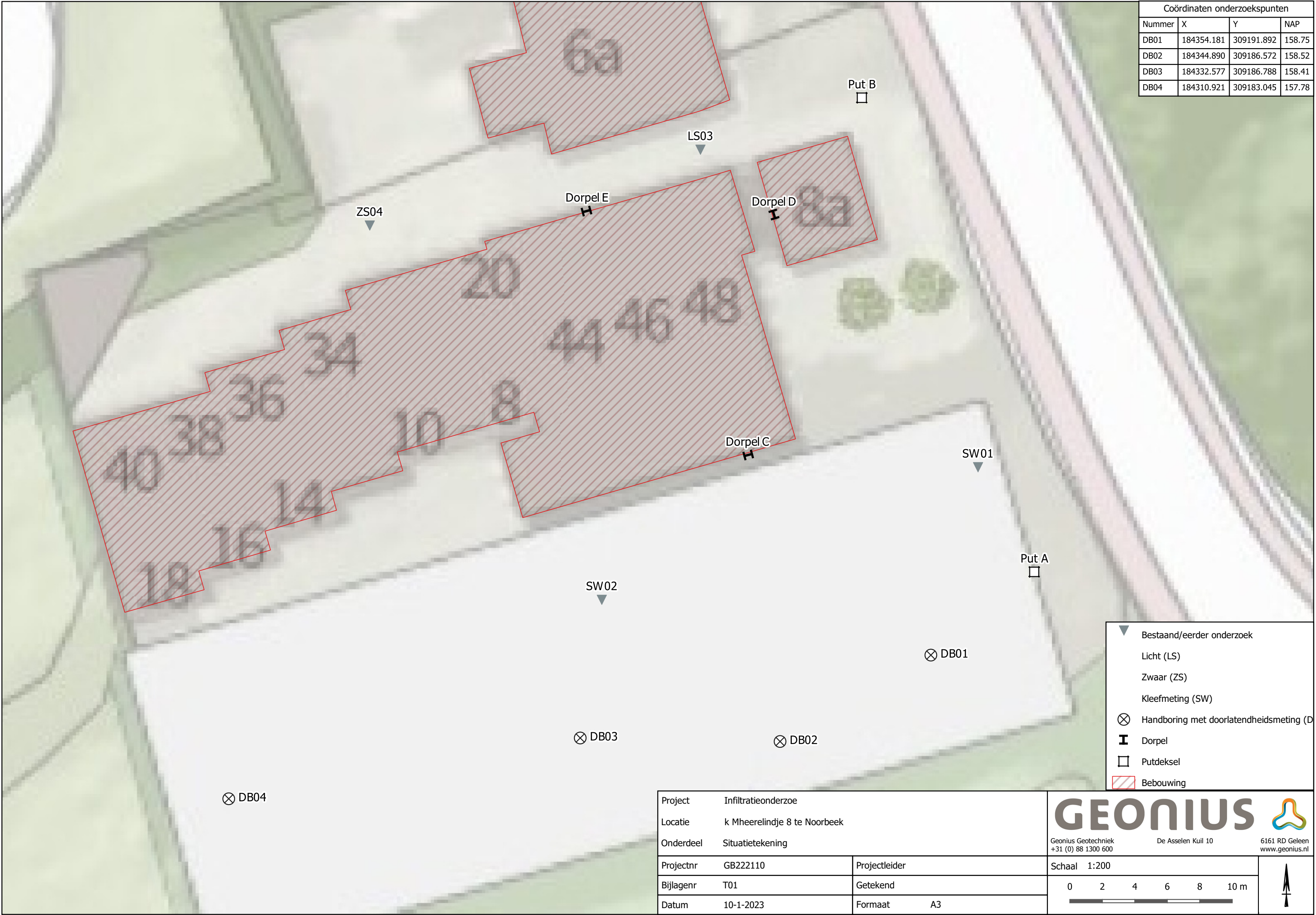
Bijlage 1

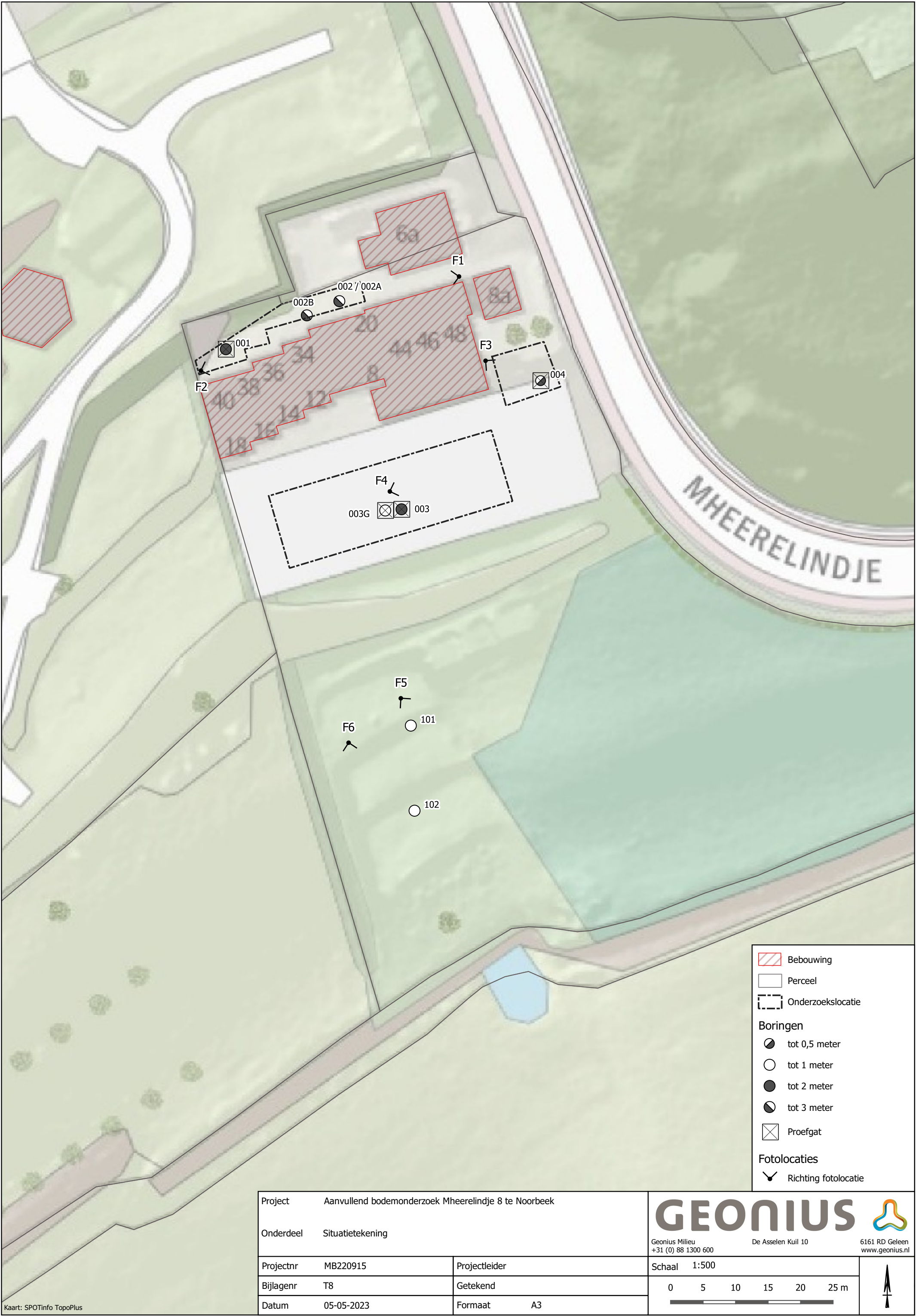
Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
DB01	184354.181	309191.892	158.75
DB02	184344.890	309186.572	158.52
DB03	184332.577	309186.788	158.41
DB04	184310.921	309183.045	157.78





Project	Aanvullend bodemonderzoek Mheerelindje 8 te Noorbeek		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	MB220915	Projectleider	
Bijlagenr	T8	Getekend	
Datum	05-05-2023	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Milieu
+31 (0) 88 1300 600

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



Schaal 1:500

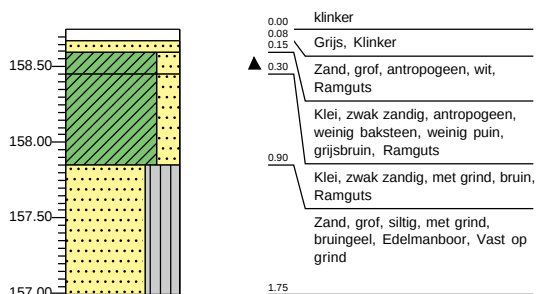
0 5 10 15 20 25 m



Bijlage 2 Boringen

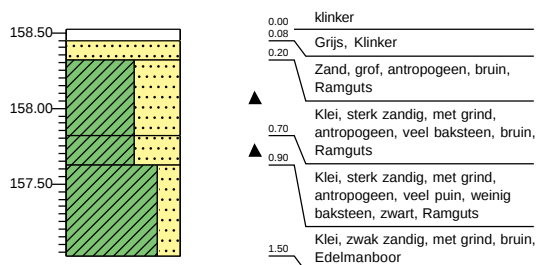
Boring: DB01
 Maaiveldhoogte: 158.749 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 6-1-2023

X-coördinaat: 184354,18
 Y-coördinaat: 309191,89



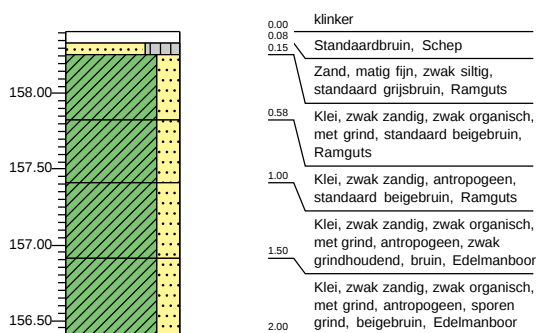
Boring: DB02
 Maaiveldhoogte: 158.523 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 6-1-2023

X-coördinaat: 184344,89
 Y-coördinaat: 309186,57



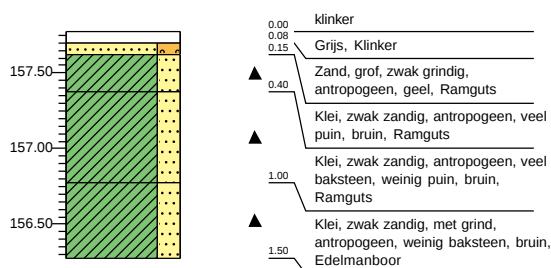
Boring: DB03
 Maaiveldhoogte: 158.41 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 6-1-2023

X-coördinaat: 184332,58
 Y-coördinaat: 309186,79



Boring: DB04
 Maaiveldhoogte: 157.775 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 6-1-2023

X-coördinaat: 184310,92
 Y-coördinaat: 309183,05



Boring: 101

Maaiveldhoogte: 146.498 m. t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 184334,40

Y-coördinaat: 309152,60

Datum: 12-4-2023

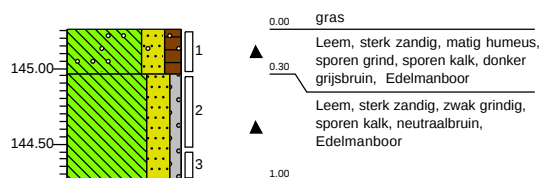
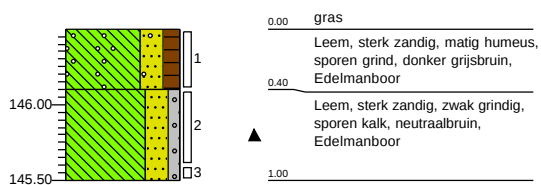
Boring: 102

Maaiveldhoogte: 145.26 m. t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 184334,40

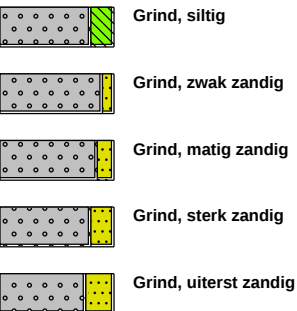
Y-coördinaat: 309140,29

Datum: 12-4-2023

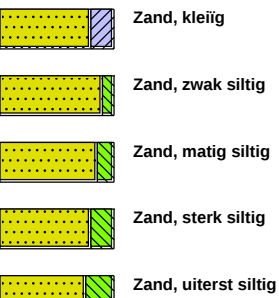


Legenda (conform NEN 5104)

grind



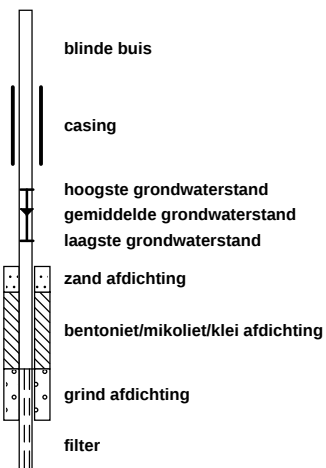
zand



veen



peilbuis



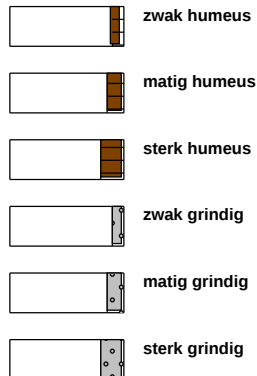
klei



leem



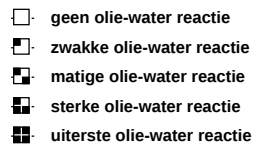
overige toevoegingen



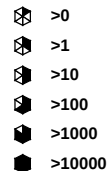
geur



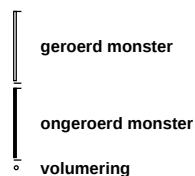
olie



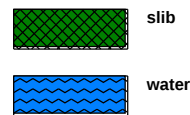
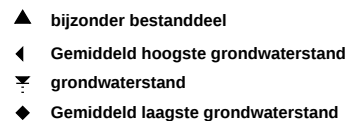
p.i.d.-waarde



monsters



overig



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 $t = t_0$

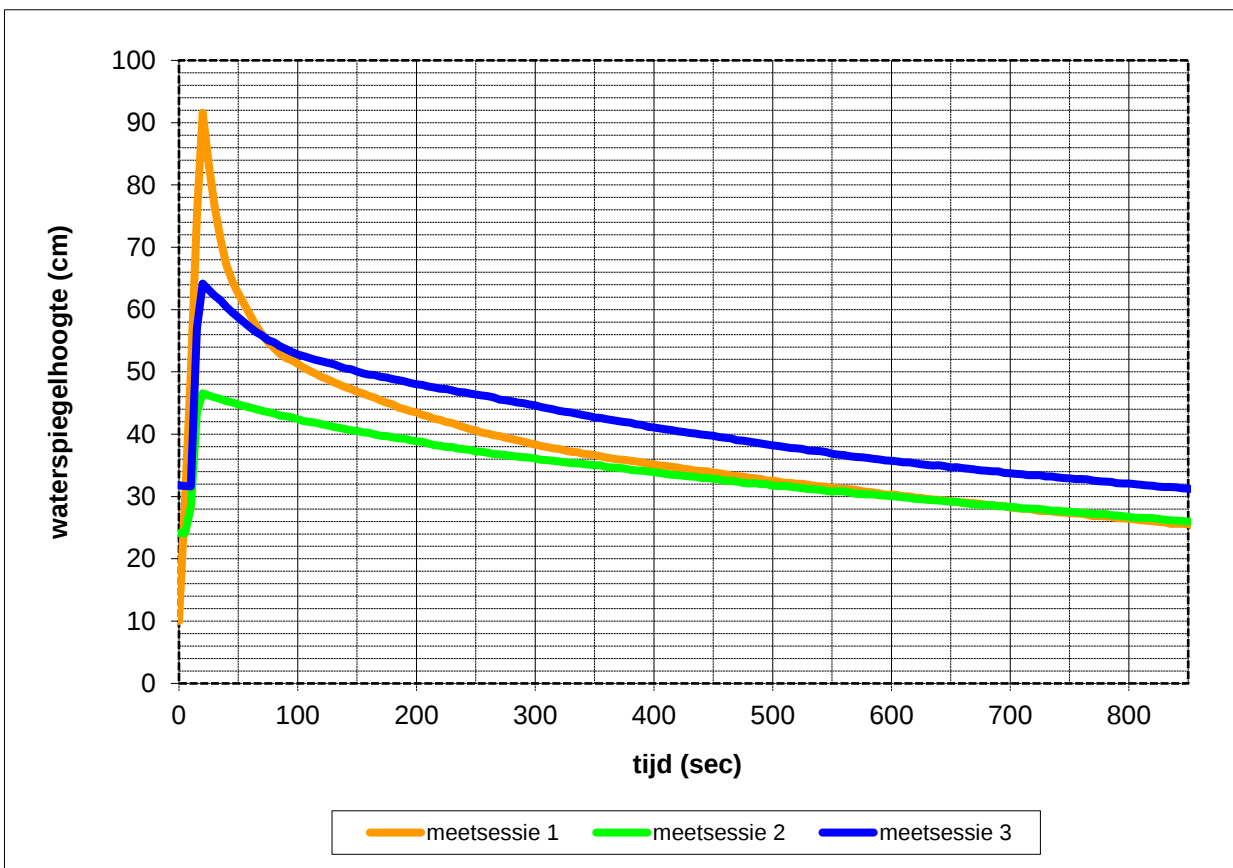
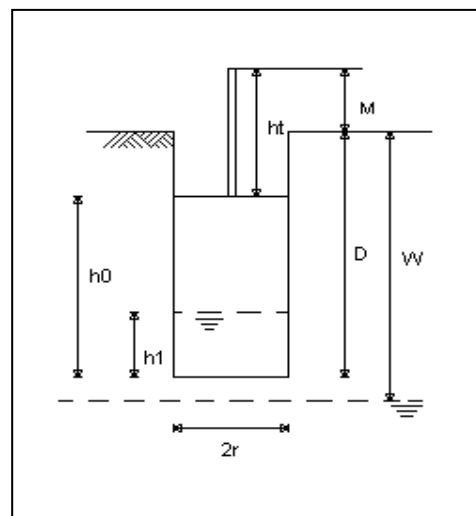
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	175	cm
Standaardhoogte	M :	125	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	650	sec
h_0 =	29,24	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	25,57	cm
k_f =	1,10E-05	m/s
k_f =	0,95	m/dag
rc =	-1,84E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	650	sec
h_0 =	29,18	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	25,98	cm
k_f =	9,57E-06	m/s
k_f =	0,83	m/dag
rc =	-1,60E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	650	sec
h_0 =	34,67	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	31,28	cm
k_f =	8,52E-06	m/s
k_f =	0,74	m/dag
rc =	-1,69E-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 $t = t_0$

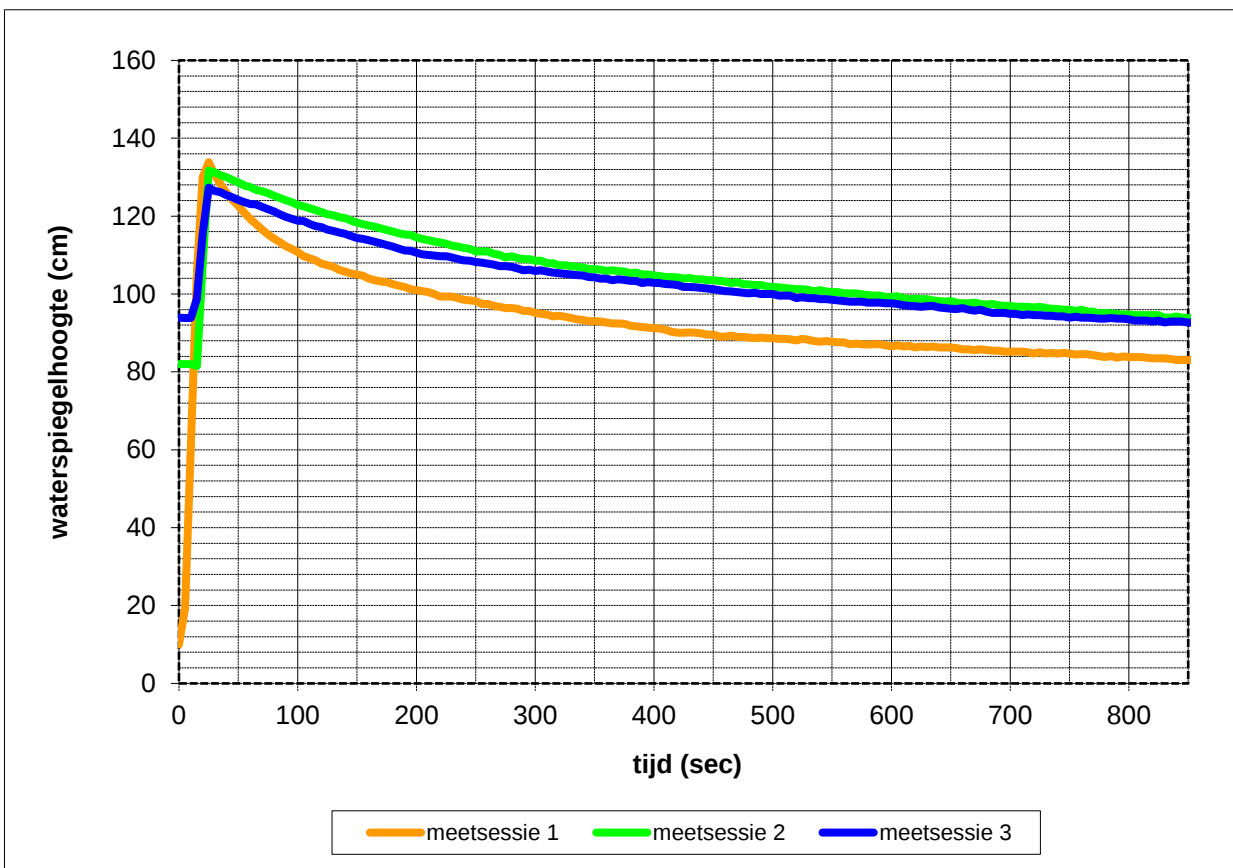
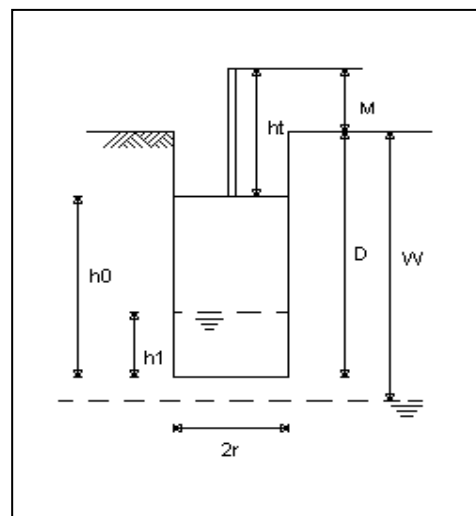
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	150	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	700	sec
h_0 =	85,21	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	83,05	cm
k_f =	2,93E-06	m/s
k_f =	0,25	m/dag
rc =	-1,44E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	700	sec
h_0 =	96,99	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	93,84	cm
k_f =	3,78E-06	m/s
k_f =	0,33	m/dag
rc =	-2,10E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	700	sec
h_0 =	94,89	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	92,73	cm
k_f =	2,63E-06	m/s
k_f =	0,23	m/dag
rc =	-1,44E-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 $t = t_0$

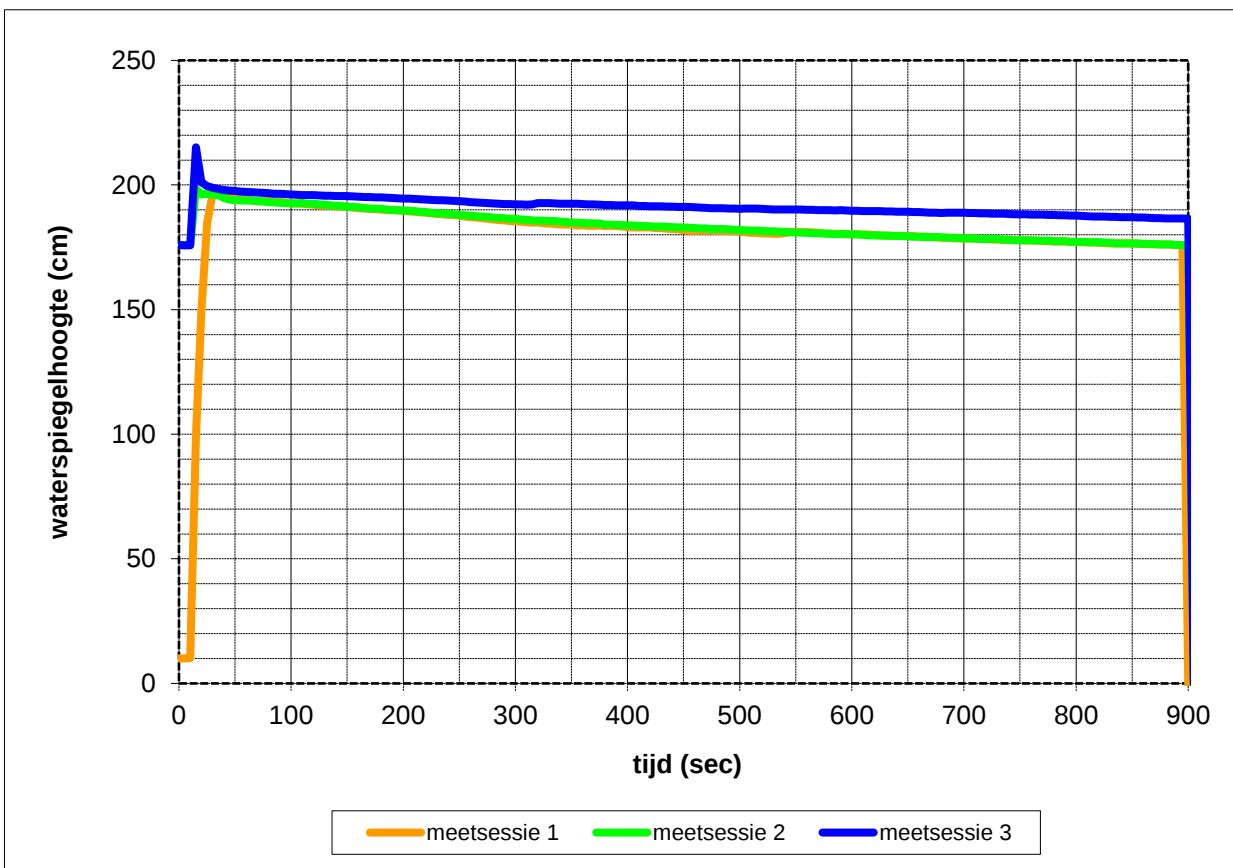
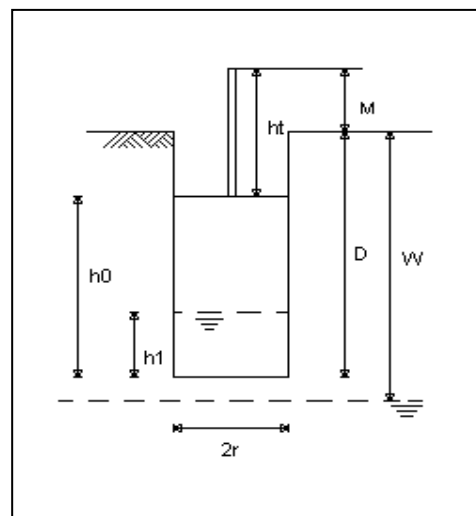
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	100	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	183,15	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	176,56	cm
k_f =	1,41E-06	m/s
k_f =	0,12	m/dag
rc =	-1,46E-04	m/s

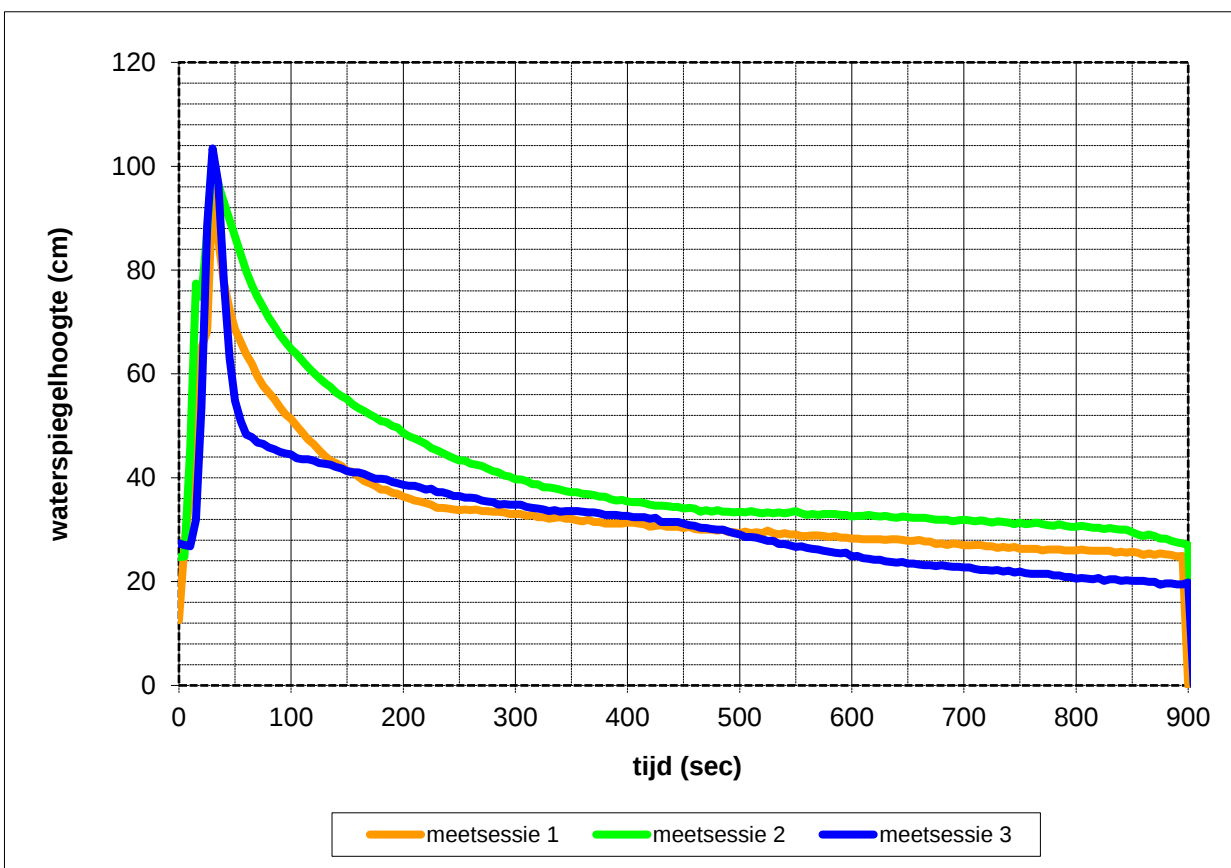
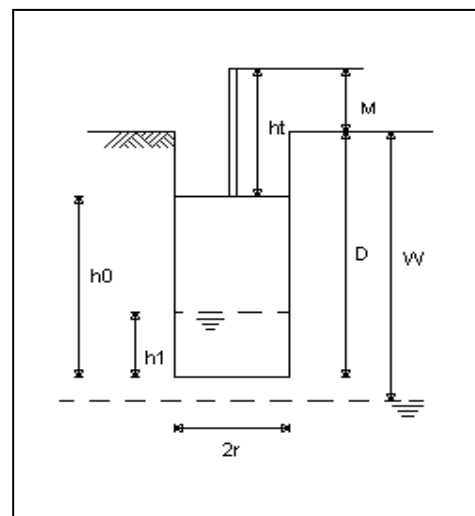
Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	183,85	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	176,56	cm
k_f =	1,56E-06	m/s
k_f =	0,13	m/dag
rc =	-1,62E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	191,78	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	187,06	cm
k_f =	9,60E-07	m/s
k_f =	0,08	m/dag
rc =	-1,05E-04	m/s

Diepte boorgat	D :	150	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radiusboorgat	R	3,5	cm
Grondwater	W	0	cm



Meetsessie 1		
t0 =	660	sec
h0 =	28,01	cm
t1 =	860	sec
h1 =	25,15	cm
kf =	8,83E-06	m/s
kf =	0,76	m/dag
rc =	-1,43E-04	m/s

Meetsessie 2		
t0 =	650	sec
h0 =	32,38	cm
t1 =	850	sec
h1 =	29,53	cm
kf =	7,64E-06	m/s
kf =	0,66	m/dag
rc =	-1,43E-04	m/s

Meetsessie 3		
t0 =	650	sec
h0 =	23,46	cm
t1 =	850	sec
h1 =	20,13	cm
kf =	1,24E-05	m/s
kf =	1,07	m/dag
rc =	-1,66E-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 $t = t_0$

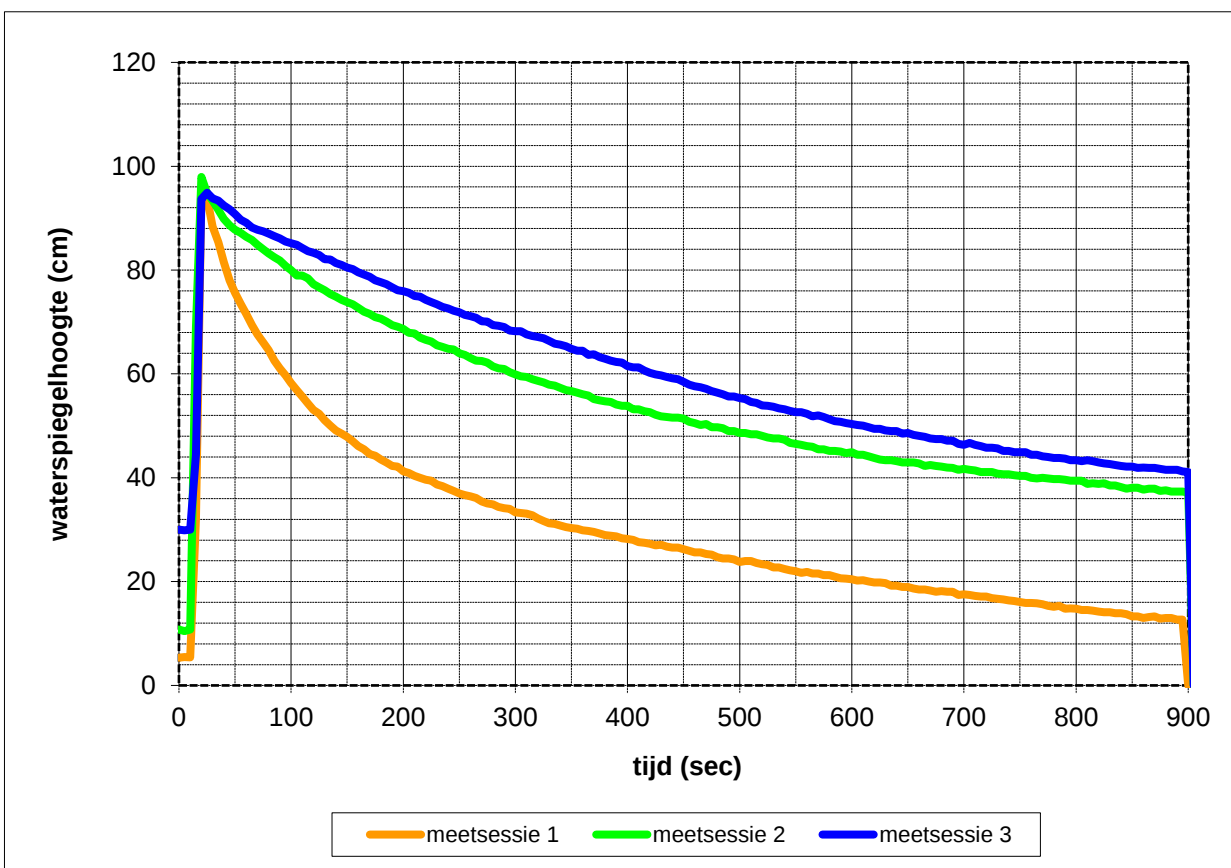
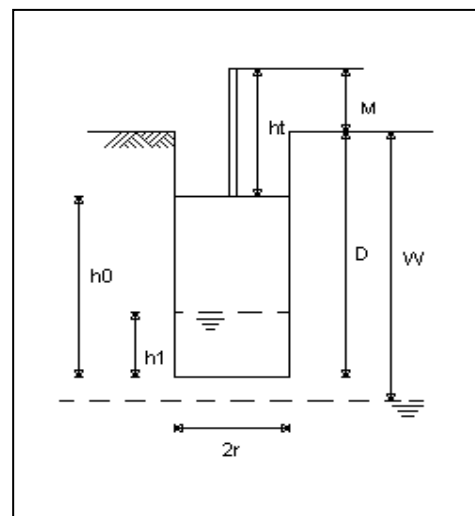
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	100	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	23,79	cm
t_1 =	880	sec
h_1 =	13,00	cm
k_f =	2,53E-05	m/s
k_f =	2,18	m/dag
rc =	-2,84E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	550	sec
h_0 =	46,54	cm
t_1 =	880	sec
h_1 =	37,62	cm
k_f =	1,08E-05	m/s
k_f =	0,94	m/dag
rc =	-2,70E-04	m/s

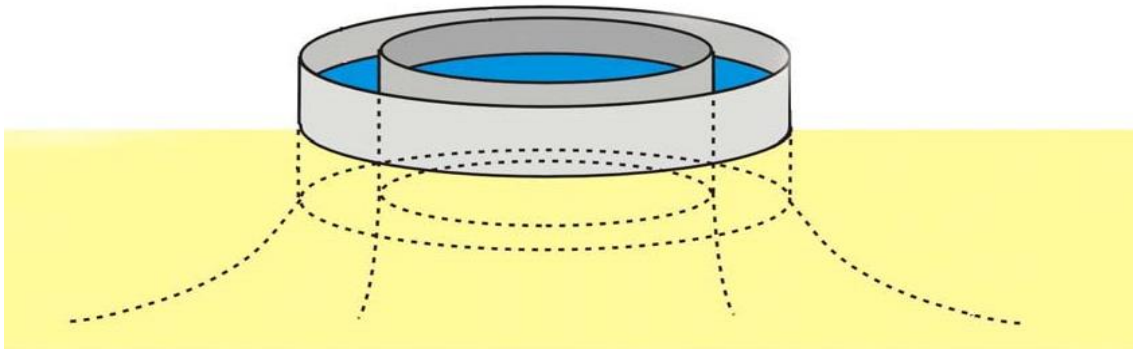
Meetsessie 3

t_0 =	550	sec
h_0 =	52,61	cm
t_1 =	880	sec
h_1 =	41,53	cm
k_f =	1,21E-05	m/s
k_f =	1,04	m/dag
rc =	-3,36E-04	m/s

Projectomschrijving: Aanvullend infiltratieonderzoek
Lokatie: Mheerelindje 8 Noorbeek
Meting: RI06

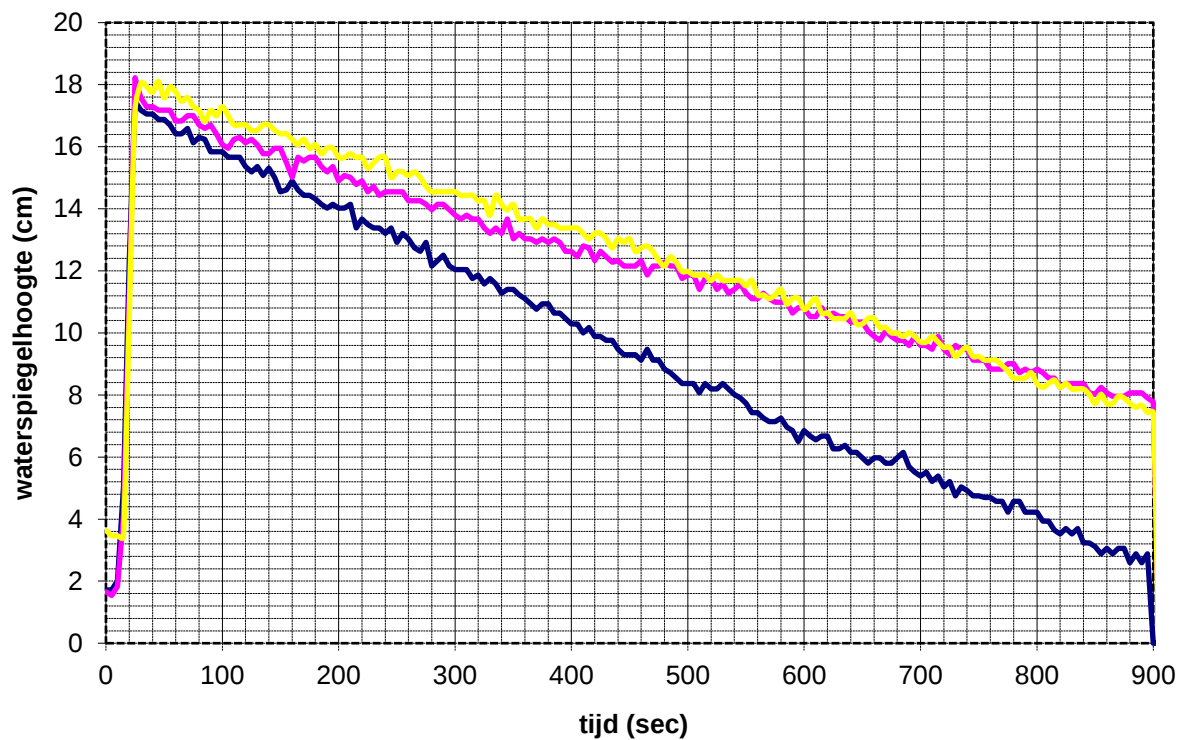
Opdrachtnr. GC222110

dubbele ring infiltrometer



Diameter binnenring: 32 cm

Diameter buitenring: 57 cm



Meetsessie 1

t0 =	550	sec
h0 =	7,725	cm
t1 =	875	sec
h1 =	3,058	cm
kf =	1,44E-04	m/s
kf =	12,40704	m/dag

Meetsessie 2

t0 =	550	sec
h0 =	11,283	cm
t1 =	875	sec
h1 =	7,958	cm
kf =	1,02E-04	m/s
kf =	8,83938	m/dag

Meetsessie 3

t0 =	550	sec
h0 =	11,517	cm
t1 =	875	sec
h1 =	7,9	cm
kf =	1,11E-04	m/s
kf =	9,61566	m/dag

Bijlage 4 Dimensionering wadi

Projectnummer

Omschrijving

Datum

GC222110

Infiltratieonderzoek bovengrondse voorziening

Mheerelindje 8 Noorbeek

5-5-2023

Infiltratie met wadi, greppel of infiltratieveld uitgaande stationaire toestand met verhang van 1,0 m/m

Uitgangspunten

Neerslag [mm]			Eigenschappen bodem			Bodem- en wandfactoren	
			doorlatendheid				
hoeveelheid	r [mm]	80	gemeten	k [m/d]	1		
oppervlak	A [m2]	89	veiligheid	[-]	1		
reductie	r [-]	1	wand	kw [m/d]	0,5	0,4	
totaal	R [m3]	7,1	vloer	kv [m/d]	0,5	1	
porositeit [p]		1	verhang	l [-]	1,0		
vertraagde afvoer (l/s/ha)		0					

Afmetingen van de voorziening (bodem)

Lengte [m]	breedte [m]	hoogte [m]	waakhogte [m]	talud	ruimtebeslag [m x m]
8	2	0,5	0,1	1 op 3	11 x 5

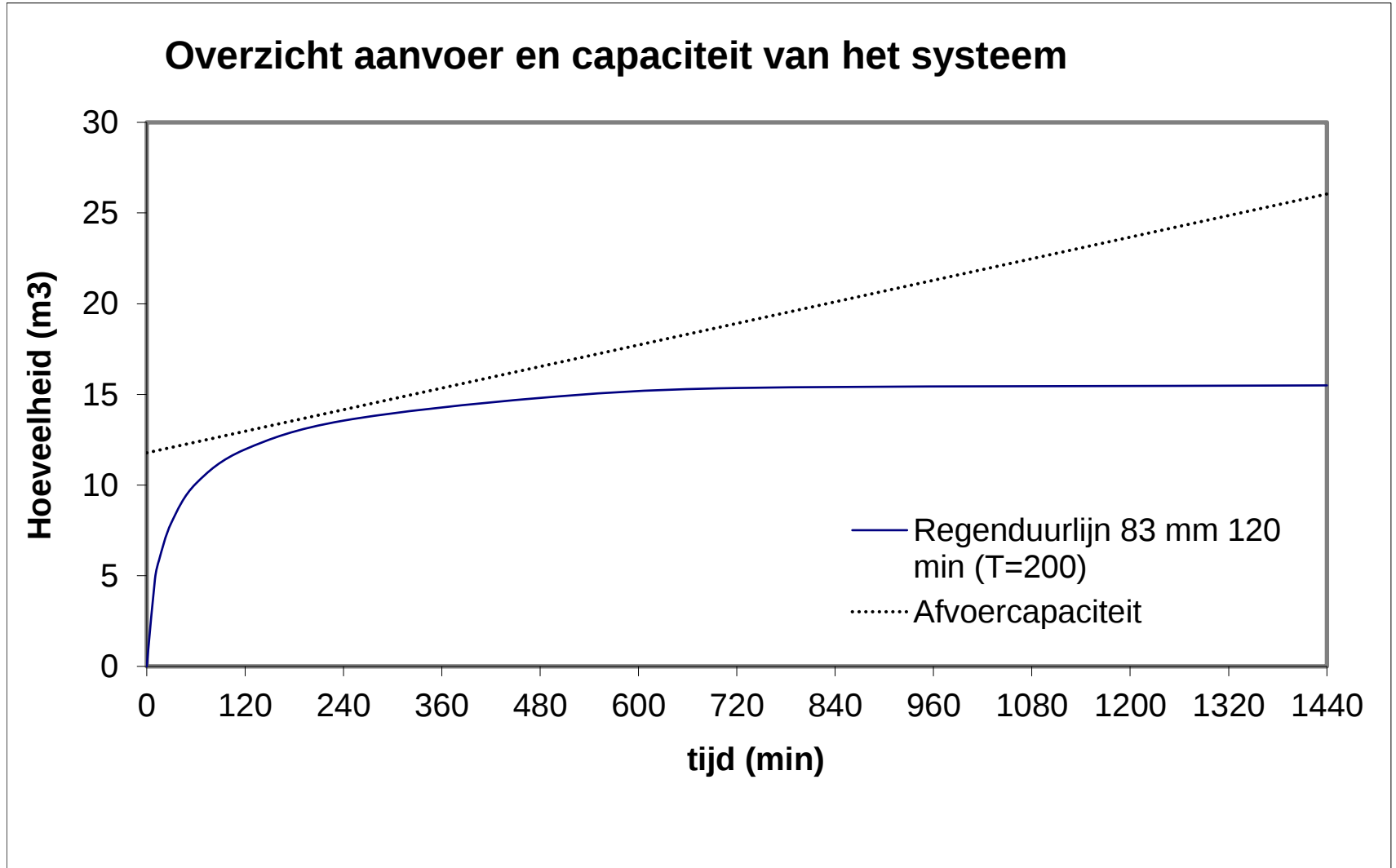
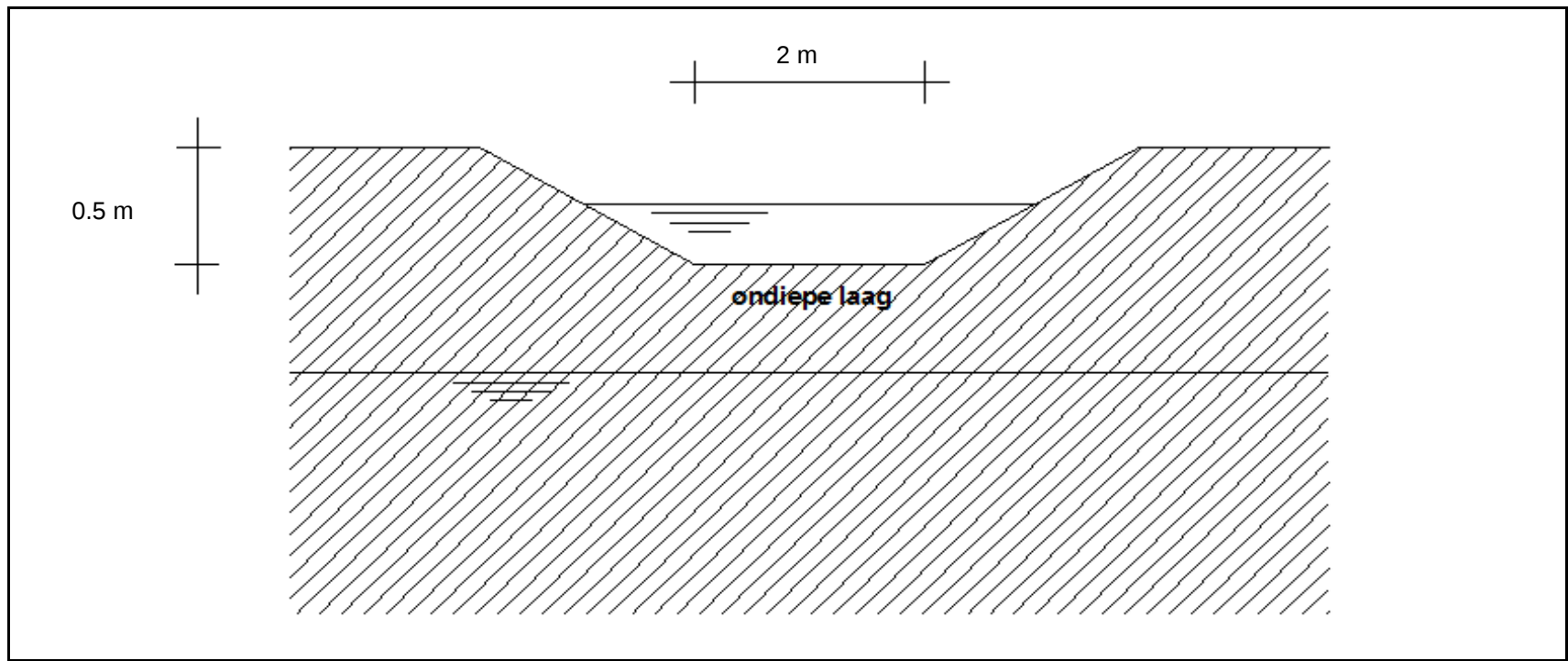
Toetsing

Berging [m3]	Infiltratie tijdens bui [m3]	vertraagde afvoer tijdens bui [m3]
11,8	1,2	0,0

Totale afvoercapaciteit [m3]		
benodigd	beschikbaar	controle
11,5	13,0	voldoet

Leeglooptijd [uur]	controle
19,8	voldoet

Overzicht aanvoer en capaciteit syteem



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