

Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw appartementen aan de Kampweg te Gronsveld

GA221617.R01.V1.0

29 juni 2023



Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw appartementen aan de Kampweg te Gronsveld

Documentnummer GA221617.R01.V1.0

29 juni 2023

Opdrachtgever

MVJ Ontwikkelingen B.V.

Postbus 251

6100AG Echt

Architect

Bureau Bootsen Rats

St. Maartenslaan 12A01

6221 AX Maastricht

Constructeur

Adviesbureau Storms BV

Stationstraat 190

6361 BH Nuth

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Geotechnisch adviseur		
Collegiale toets		

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Projectuitgangspunten.....	6
2.1	Constructieve uitgangspunten.....	6
2.2	Geotechnische uitgangspunten.....	7
3	Grondonderzoek	8
3.1	Inmeting	8
3.2	Sonderingen	8
3.3	Handboringen	8
3.4	Doorlatendheid	9
4	Bodemgesteldheid	10
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	10
4.2	Bodemopbouw	10
4.3	Geohydrologische situatie	10
5	Infiltratie hemelwater	11
5.1	Toetsing	11
5.2	Advies	12
6	Dimensionering infiltratievoorziening	13
6.1	Uitgangspunten.....	13
6.2	Ontwerpadvies.....	13
6.3	Overige ontwerpaspecten	14
6.4	Voorzuivering en onderhoud	15
7	Funderingsadvies	16
7.1	Uitgangspunten funderingsberekening	16
7.2	Minimaal ontgravingsniveau	17
7.3	Resultaten funderingsberekeningen	17
7.4	Vloeren	18
8	Uitvoeringsaspecten	19

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boorstaten

Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

Bijlage 5 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

Bijlage 6 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 7 Dimensionering infiltratiesysteem

1 Inleiding

Door MVJ Ontwikkelingen B.V. werd op 15 september 2022 aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven geotechnisch grondonderzoek, doorlatendheidsmetingen uit te voeren, en een funderingsadvies en dimensionering van de infiltratievoorziening op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de nieuwbouw van appartementen aan de Kampweg te Gronsveld. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

In deze rapportversie 2.0 is het definitieve bouwpeil vastgesteld.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het grondonderzoek als het funderingsadvies opgenomen. Ten behoeve van de nieuwbouw zijn vijf sonderingen, drie handboringen en twee doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Het advies omvat een geotechnisch funderingsontwerp, welke als input dient voor een constructieve tekening die door de constructeur dient te worden opgesteld.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: PDOK]

2 Projectuitgangspunten

Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een ontwerpfase. De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 2.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door opdrachtgever en constructeur zijn aangeleverd.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Datum
[1]	Kampw_TE_Ruudrats_10appartementen_20005A_VO_02062022 van Bureau Boots en Rats Architectuur onder projectnummer 20005A	02-06-2022
[2]	Mail met onderwerp: Gegevens 10 appartementen Gronsveld van adviesbureau Storms BV	26-09-2022
[3]	Mail met onderwerp: Funderingswijze appartementen a/d Kampweg te Gronsveld (GA221617) van Mulleners Vastgoed	27-10-2022
[4]	Mail met onderwerp: FW: Vloerpeil begane grond Kampweg 37 / Planning uitwerking' van Mulleners Vastgoed	27-06-2023

2.1 Constructieve uitgangspunten

Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande constructieve uitgangspunten gehanteerd en/of aangenomen:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 3 bovengrondse bouwlagen met plat dak;
- De nieuwbouw wordt niet van kelder/kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil komt conform [4] op NAP +66,55 m op basis van ingemeten terreinhoogten. Uitgaande van een aanlegniveau op 0,8 m- bouwpeil, komt de onderkant van de funderingsstrook of -poer overeen met ca. NAP +65,75 m.
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen $[V_{d;strook}]$ zijn conform [2] door de constructeur opgegeven en bedragen 350 kN/m¹. Voor de poeren zijn kolombelastingen $[V_{d;puntlast}]$ opgegeven van 350 kN/kolom;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld;

Indien wordt afgeweken van deze uitgangspunten, dient contact opgenomen te worden met Geonius. Hierbij dient dan de mogelijke gevolgen van de aanpassing te worden vastgesteld. Afhankelijk van deze gevolgen, kan het noodzakelijk zijn het funderingsadvies hierop aan te passen.

Gegevens over eventuele milieukundige aspecten zijn niet bekend. Indien gewenst kan Geonius dit met een aanvullend onderzoek in beeld brengen. Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn in voorliggend advies niet meegewogen in de funderingsopzet.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

Voor aanvang van het grondonderzoek is het project ingedeeld in geotechnische categorie 2 (GC2) conform NEN 9997-1+C2: 2017 [hierna NEN 9997-1]. Deze aanname is, op basis van de constructieve belastingen en de aangetroffen bodemopbouw, in lijn van de verwachting. Het terrein- en grondonderzoek is uitgevoerd en gepresenteerd conform hoofdstuk 3.2 en 3.4 van NEN 9997-1. Hierbij is tevens NEN-EN 1997-2:2007 [hierna NEN-EN 1997-2] gebruikt voor de bepaling van geotechnische parameters.

Het geotechnische ontwerp van de fundering is uitgewerkt conform de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform de van toepassing zijnde onderdelen van hoofdstuk 6 van NEN 9997-1. Zowel NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels + Nationale Bijlagen) en NEN-EN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving) vormen de basis van Eurocode 7.

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in september 2022 in totaal vijf diepsonderingen, drie handboringen en twee doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 20-tons sondeermachine. De opzet van het grondonderzoek is hiermee in lijn met artikel '3.2.3 (6)P (e)' van NEN 9997-1.

Om inzicht te verkrijgen in de ligging van mogelijke kabels en leidingen is een KLIC-melding uitgevoerd. Verder waren geen aanvullende maatregelen van toepassing voor de uitvoering van het grondonderzoek.

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA221617.T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en alleen te gebruiken in voorliggend funderingsadvies.

3.2 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand en de plaatselijke wrijving continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013. De sonderingen zijn genummerd SW01 t/m SW05 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2. Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten.

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

Tabel 3.1: Interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0,3 – 1,5	Zand, grof tot fijn
1,5 – 2,5	Silt (leem)
2,5 – 5,0	Klei
> 5,0	Veen

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

3.3 Handboringen

Om de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd HB01) tot ca. 0,75 m- maaiveld uitgevoerd, welke vroegtijdig gestrand is op het baksteenpuin. Eveneens zijn er twee handboringen tot ca. 2,5 m- maaiveld uitgevoerd ten behoeve van de doorlatendheidsmetingen (DB01 en DB02). Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn in de boorgaten van DB01 en DB02 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA221617 DM01 t/m DM02 en zijn opgenomen in de bijlagen.

De doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet). 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.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 3.4.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.4.2: gemeten doorlatendheid

Boring	Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DB01	DM01	1,5 – 2,5	+64,6 tot +63,6	Silt, zwak zandig	0,8 – 0,9
DB02	DM02	1,5 – 2,5	+64,6 tot +63,6	Silt, zwak zandig	0,6 – 1,1

4 Bodemgesteldheid

4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek braakliggend. De begaanbaarheid van het terrein was voldoende voor het ingezette materieel.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +66,0 à +65,8 m. Tevens is de hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten. De resultaten zijn in onderstaande Tabel 4.1 weergegeven.

Tabel 4.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Put A	+67,18
Put B	+67,14

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 4.2. Het aangehouden maaiveld is gelijk aan bovenkant laag 1.

Tabel 4.2: bodemopbouw

Laag	van	tot	Grondsoort, conditie, bijmenging en (bijzonderheden)
	in m t.o.v. NAP		
1	+65,9 à +65,8	+59,0 à +58,0	Leem, zwak zandig
2	+59,0 à +58,0	+57,5	Grind, zeer vast
3	+57,0	+52,5	Klei, sterk zandig
4	+52,5	+51,5 ¹	Zand-grindpakket, zeer vast gepakt

Index:

¹⁾ = maximaal verkende diepte ter plaatse van sondering SW02

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in het sondeergat niet vastgesteld. De sondeergaten waren ingestort op 13,9 à 14,5 m- maaiveld als gevolg van de maximale verkende diepte van de sonderingen. Derhalve is er vanuit gegaan dat de grondwaterstand zich op minstens 10,0 m- maaiveld bevindt, wat overeenkomt met ca. NAP +56,0 m Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

De grondwaterstand verschilt van seizoen tot seizoen en wordt beïnvloed door zomer-/winterpeil, variërende neerslag, lagenopbouw en lokale omstandigheden (aanvoer van grondwater uit hoger gelegen gebieden, grondwateronttrekkingen, kwel en/of inzijging). Het is niet uit te sluiten dat in nattere of drogere jaargetijden een hogere of lagere grondwaterstand kan worden aangetroffen. Exacte vaststelling van de grondwaterpotentialen en fluctuatie hiervan, kan alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen. Voor dit adviesrapport is voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP +56,0 m gehanteerd.

5 Infiltratie hemelwater

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van hemelwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

5.1 Toetsing

In Tabel 5.1.1 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 5.1.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,5 -2,5	+64,6 tot +63,6	0,8	Vrij goed	Ja
DM02	1,5 -2,5	+64,6 tot +63,6	0,6	Vrij goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 14,5 m-maaiveld ofwel NAP +52,6 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen geroerde, silthoudende ondergrond). Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem

3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratierool. Dit behoort tot de mogelijkheden bij voldoende werkruimte. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar dit is economisch minder aantrekkelijk en water kan dan niet worden opgenomen door de vegetatie. Dit heeft dus effect op de waterbeschikbaarheid in de omgeving. Tevens dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

5.2 Advies

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is vrij goed. Wij adviseren, mede door de beperkte ruimte, een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of grindkoffers. Om de leegloop van de voorziening binnen 24 uur te kunnen garanderen zal echter wel een vertraagde afvoer toegepast moeten worden.

In het volgende hoofdstuk wordt de voorgestelde voorziening getoetst, en advies gegeven over eventuele aanvullende maatregelen zoals hierboven beschreven.

6 Dimensionering infiltratievoorziening

6.1 Uitgangspunten

Ten aanzien van het totaal afwaterende oppervlak, de vrij goede doorlatendheid van de ondergrond en de beschikbare ruimte op het terrein adviseren wij het toepassen van infiltratiekratten als infiltratiesysteem.

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

6.1.1 Algemeen

- conform gegevens verstrekt door de opdrachtgever bedraagt het totale afwaterend oppervlak voor de nieuwbouw ca. 456 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. 36,5 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;
- voor de doorlatendheid is op basis van de maatgevende doorlatendheidsmetingen een k-waarde gehanteerd van 0,6 m/dag;
- 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.
- voor het dimensioneren van een voorziening middels infiltratiekratten is als doorlatend oppervlak conform de Leidraad Riolerig 60% van de hoogte van de wanden meegenomen en 0% van het bodemoppervlak (als gevolg van dichtslibben);
- voor de berekening is uitgegaan van een porositeit van 95% voor de kratten.

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

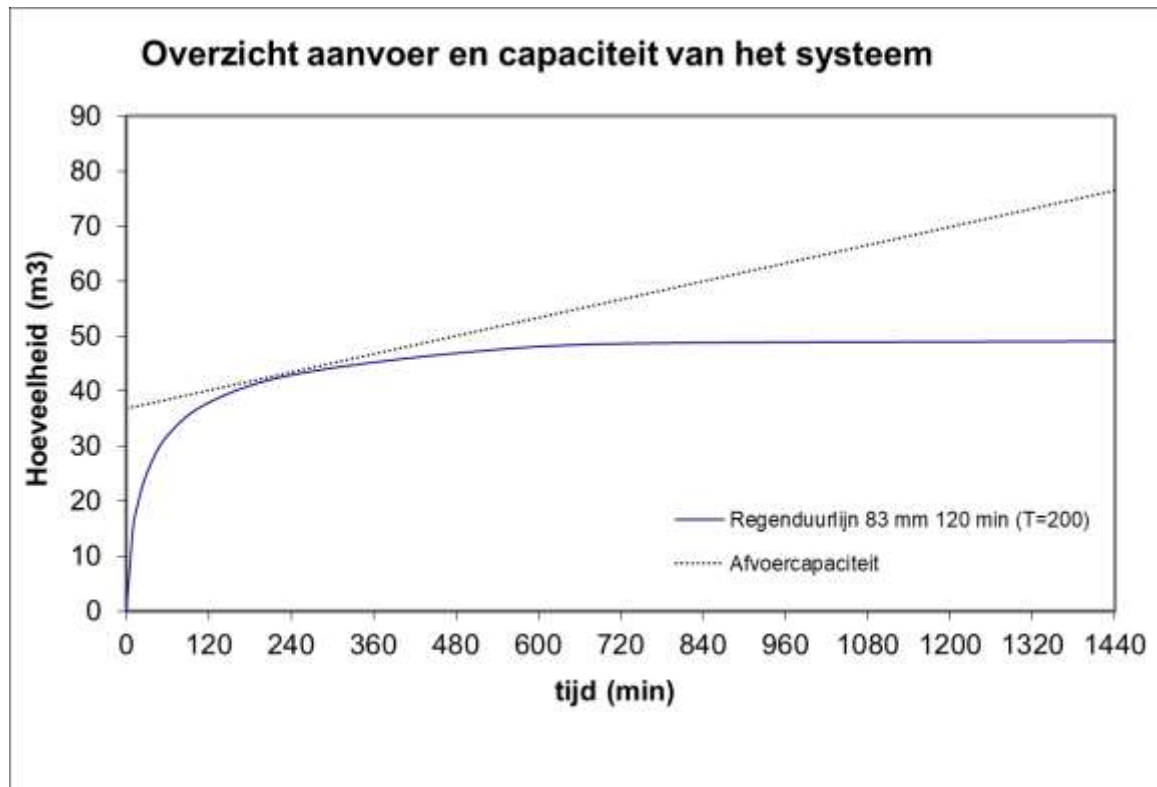
6.2 Ontwerpadvies

6.2.1 Infiltratiekratten

In tabel 6.2.1 wordt de minimaal vereiste dimensionering van het ondergrondse infiltratiesysteem weergegeven, afhankelijk van het afwaterend oppervlak, om aan de eisen te voldoen van het waterschap. Ook is aangegeven of de voorziening daarmee aan de ledigingstijd voldoet. Afhankelijk van de beschikbare ruimte kunnen afwijkende afmetingen worden toegepast. Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie. Om de infiltratiekratten optimaal te gebruiken en het systeem niet overdadig groot te maken, is het nodig gebruik te maken van een vertraagde afvoer. Het minimale debiet is weergegeven in de tabel. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 5.

Tabel 6.1: Afmetingen infiltratievoorziening: infiltratiekratten

Afwaterend oppervlak [m ²]	Kratten (l x h x b) [m]	Berging [m ³]	Leeglooptijd [uur]	Vertraagde afvoer [l/s/ha]	Controle
456	10,8 x 1,2 x 3,0	36,9	22	7	Voldoet



Figuur 6.1: Aan- en afvoercapaciteit infiltratiekrat

6.3 Overige ontwerpaspecten

6.3.1 Algemeen

Het infiltratiesysteem dient van een noodoverstort 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.

6.3.2 Infiltratiekratten

Bij de dimensionering van de infiltratievoorziening is geen rekening gehouden met de beschikbare ruimte op het terrein. De afmetingen in de praktijk kunnen op verschillende manieren tot stand komen, het is ter competentie van de aannemer er op toe te zien dat de minimale voorgeschreven bergingscapaciteit wordt gehandhaafd.

Wij adviseren de infiltratie-elementen op voldoende afstand (minimaal ca. 2 meter) van belendende bebouwing aan te brengen, of zonodig een waterdicht folie tussen de infiltratievoorziening en de belendingen aan te brengen. Dit om het risico op vernatting van de ondergrond als gevolg van de infiltratievoorzieningen te voorkomen; met stabiliteitsverlies als gevolg.

Alvorens de ondergrondse voorziening wordt aangebracht zal er een filterdoek moeten worden aangebracht. In dit doek moet het infiltratie-element worden aangelegd. Zodoende wordt een goede scheiding verkregen tussen de bestaande grondslag en het element. Gebruik bij voorkeur geotextielen met een hoge O_{90} -waarde ($> 300 \mu\text{m}$) en een waterdoorlatendheid hoger dan 35 l/s/m^2 .

Op de bufferelementen zal een minimale gronddekking van 0,6 tot 0,8 meter aanwezig moeten zijn, indien er belastingen en verkeer op het maaiveld zijn voorzien (e.e.a. conform opgave leverancier). Tevens wordt deze diepte geadviseerd als te hanteren vorstvrije diepte.

De aansluiting van het afwaterende dakoppervlak kan direct door middel van riolering (HWA) worden gerealiseerd. Indien in het afvoersysteem van het dak koper en/of zink is gebruikt is mogelijk wel toepassing van een bodemfilter noodzakelijk. 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.

In verband met ontluchting bij het vullen van het element dient het systeem van ontluchtingsbuizen naar het maaiveld te worden voorzien. Indien gewenst kan het volledig ontwerp van de hemelwaterafvoer en de terreininrichting door ons bureau nader worden uitgewerkt.

6.4 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.

Zonder regelmatige reiniging / doorspuiten hebben veel infiltratiesystemen na ca. 3 jaar nog maar 50% van de oorspronkelijke infiltratiecapaciteit beschikbaar, en functioneert het systeem na 5 tot 10 jaar enkel nog als buffer. Het dichtslibben van infiltratiesystemen is ook het gevolg van fijnstof, welke niet met een reguliere zandvang of bezinkput kan worden afgevangen en welke slechts deels uit een dichtgeslibd systeem te verwijderen is.

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.

7 Funderingsadvies

Voor de fundering voor dit project komt een fundering op staal met een dikke grondverbetering of een fundering op palen in aanmerking. Voor een paalfundering is echter uitgebreid aanvullend grondonderzoek nodig om de paal draagvermogens te bepalen. De verschillende funderingsmogelijkheden zijn voorafgaand aan het opstellen van dit rapport met de opdrachtgever en constructeur per mail/telefonisch besproken.

Op basis van het overleg is door de opdrachtgever/constructeur aangegeven dat verder uitgegaan wordt van een fundering op staal voor de nieuwbouw. Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructie en de aangetroffen bodemopbouw komt een fundering op betonnen stroken en poeren in aanmerking. Conform 2.1 bedraagt het (vorstvrije) aanlegniveau van de stroken en poeren ca. NAP +65,75 m. Voor de permanente gronddekking naast de stroken en poeren is een dikte aangehouden van 0,4 meter.

Vanwege de niet draagkrachtige toplaag en/of de aanwezigheid van slappe/zettingsgevoelige lagen binnen het invloedsgebied van de fundering, is het toepassen van een grondverbetering noodzakelijk. Dit om het benodigde draagvermogen te vergroten en/of (verschil)zettingen te beperken.

7.1 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel vermeld.

Tabel 7.1: berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Minimaal volumiek gewicht, gronddekking ¹⁾	$\gamma'_{dekking;gem;k}$	18,0 kN/m ³
Maximale grondwaterstand	-	NAP +56,0 m
Volumiek gewicht water	$\gamma_{water;k}$	10,0 kN/m ³
Volumiek gewicht, grond onder fundering ¹⁾	$\gamma_{gem;k}$	18,0 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving onder fundering ¹⁾	$\phi'_{gem;k}$	30,0 °
Cohesie ¹⁾	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	γ_{γ}	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\phi'}$	1,15 ²⁾
Partiële factor cohesie	$\gamma_{c'}$	1,60
Draagkrachtfactoren (N_c , N_q en N_{γ})	N_c , N_q en N_{γ}	Conform NEN 9997-1
Stijfheid constructie	-	Niet-stijf bouwwerk

Index:

¹⁾ = gewogen gemiddelde, conform NEN 9997-1 volgens 6.5.2.2(n)

²⁾ = van toepassing op $\tan \phi'$

7.2 Minimaal ontgravingsniveau

In Tabel 7.2 zijn de minimale ontgravingsniveaus per sondering gegeven. Vanaf dit niveau dient de grondverbetering te worden opgebouwd tot aan het aanlegniveau van de fundering. Het betreft hier een ontgravingsniveau ter plaatse van de sonderingen. Deze ontgravingsniveaus dienen als leidraad genomen te worden voor de gebieden tussen de sonderingen. Het is niet uitgesloten dat plaatselijke afwijkingen aanwezig kunnen zijn.

Indien, onder de funderingselementen op de aangegeven niveaus, plaatselijk nog zeer sterk samendrukbare, humus-/leemhoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, zal dit moeten worden verwijderd tot op de draagkrachtige laag. Het verwijderde materiaal dient vervangen te worden door schoon, goed te verdichten zand. Als alternatief kan de grondverbetering ook opgebouwd worden met goed verdicht menggranulaat welke in lagen wordt aangebracht en verdicht.

Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in Bijlage 5.

Bij twijfel over de aangetroffen grondslag wordt geadviseerd contact op te nemen met Geonius, zodat in samenspraak eventuele (aanvullende) maatregelen kunnen worden bepaald.

Tabel 7.2: Te hanteren niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering nummer	Maaiveldniveau in m t.o.v. NAP	Bouwpeilniveau in m t.o.v. NAP	Aanlegniveau in m t.o.v. NAP	Minimaal ontgravingsniveau in m t.o.v. NAP
SW01	+65,88	+66,55	+65,75	+63,75
SW02	+65,92			+63,75
SW03	+65,95			+63,75
SW04	+65,80			+63,75
SW05	+65,93			+63,75

Indien een hoger aanlegniveau wordt gehanteerd dan in Tabel is vermeld, is te allen tijde een grondverbetering noodzakelijk tot het aangegeven minimale ontgravingsniveau. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is **niet** toegestaan.

7.3 Resultaten funderingsberekeningen

De rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak zijn gegeven in Bijlage 4. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een hoge grondwaterstand (zie paragraaf 4.3). Uitgaande van de opgegeven maatgevende lijnlast (zie 'uitgangspunten'), dient een minimale strookbreedte te worden gehanteerd van 1,55 m. Voor de maatgevende puntbelasting is een poerafmeting nodig van minimaal 1,35 x 1,35 m².

Teneinde een idee te verkrijgen van de zettingen in orde van grootte, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 25 tot 35 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 4,0 MN/m³ voor de strookfundering en ca. 10,0 MN/m³ voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter beoordeling van de constructeur.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft de geotechnische draagkracht, welke wordt ontleend aan de ondergrond. De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie).

Tevens dienen door de constructeur of leverancier de constructieve aspecten van de fundering op staal te worden gecontroleerd en beoordeeld, waaronder sterkte, wapening, betonkwaliteit en dergelijke. Uitvoeringseffecten waar mogelijk rekening mee gehouden dient te worden zijn bijvoorbeeld: wijze van verdichten, bovenbelasting vanuit materieel, (tijdelijke) gronddepots of ontgravingen.

7.4 Vloeren

Om de vloer ook op staal te funderen is noodzakelijk om eveneens een grondverbetering aan te brengen tot NAP +65,0 m. De mate van wapening in de vloeren dient te worden bepaald door de constructeur of leverancier op basis van alleen de constructieve (boven)belastingen. Zie voor de uitvoering van een grondverbetering verder Bijlage 5 voor de uitvoeringsaspecten van een zelfdragende vloer.

Geadviseerd wordt de vloeren, in geval van een vloer op zand, constructief los te houden van de opgaande constructie.

8 Uitvoeringsaspecten

Op basis van de in paragraaf 4.3 aangenomen grondwaterstand zijn geen maatregelen nodig vanuit het grondwater.

Indien sleuven worden ontgraven voor het realiseren van de funderingsstroken en -poeren, dient rekening worden met het mogelijk inkalven van de wanden van de sleuven. Dit kan ook optreden bij de taluds van de eventuele bouwput. Oorzaken van het inkalven kunnen zijn:

- Weinig cohesieve, weke en/of plaatselijk geroerde toplagen;
- Steile taluds;
- Uitspoeling door regenwater.

Bij eventuele ontgravingswerkzaamheden dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van en/of horizontale grondbelasting op aanwezige objecten en/of situaties. Deze kunnen onder andere bestaan uit belendende funderingen, grondlichamen, aanwezige ondergrondse infrastructuur en/of binnen het project gerealiseerde bouwonderdelen. Het is aan te bevelen om vooraf de omvang en mogelijke beïnvloeding van dergelijke objecten vast te stellen. Dit is mogelijk middels: bureaustudie, inspecties, inmetingen, graven van enkele (kleine) proefgaten en dergelijke. Desgewenst kan ons bureau deze werkzaamheden uitvoeren/begeleiden en nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering. Dit om de stabiliteit van de objecten te beheersen.

Afhankelijk van het vrijkomende materiaal (puin, leem, zand, etc.) ten tijde van de ontgraving, kan een milieukundige verklaringen (b.v. AP04) nodig zijn. Indien gewenst kan Geonius dit verzorgen.

Bijlagen

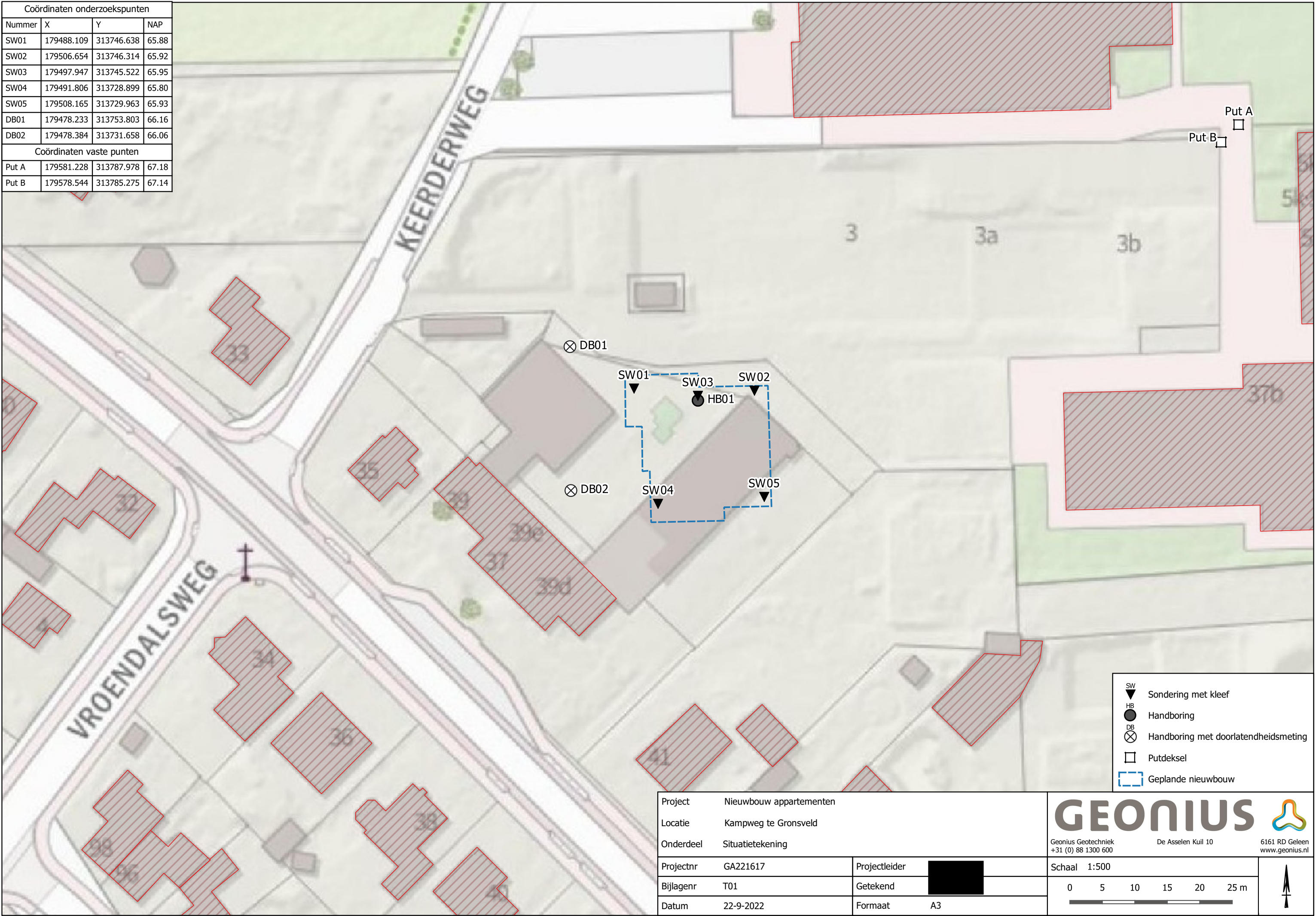
Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	179488.109	313746.638	65.88
SW02	179506.654	313746.314	65.92
SW03	179497.947	313745.522	65.95
SW04	179491.806	313728.899	65.80
SW05	179508.165	313729.963	65.93
DB01	179478.233	313753.803	66.16
DB02	179478.384	313731.658	66.06
Coördinaten vaste punten			
Put A	179581.228	313787.978	67.18
Put B	179578.544	313785.275	67.14



SW

▼

Sondering met kleef

HB

●

Handboring

DB

⊗

Handboring met doorlatendheidsmeting

□

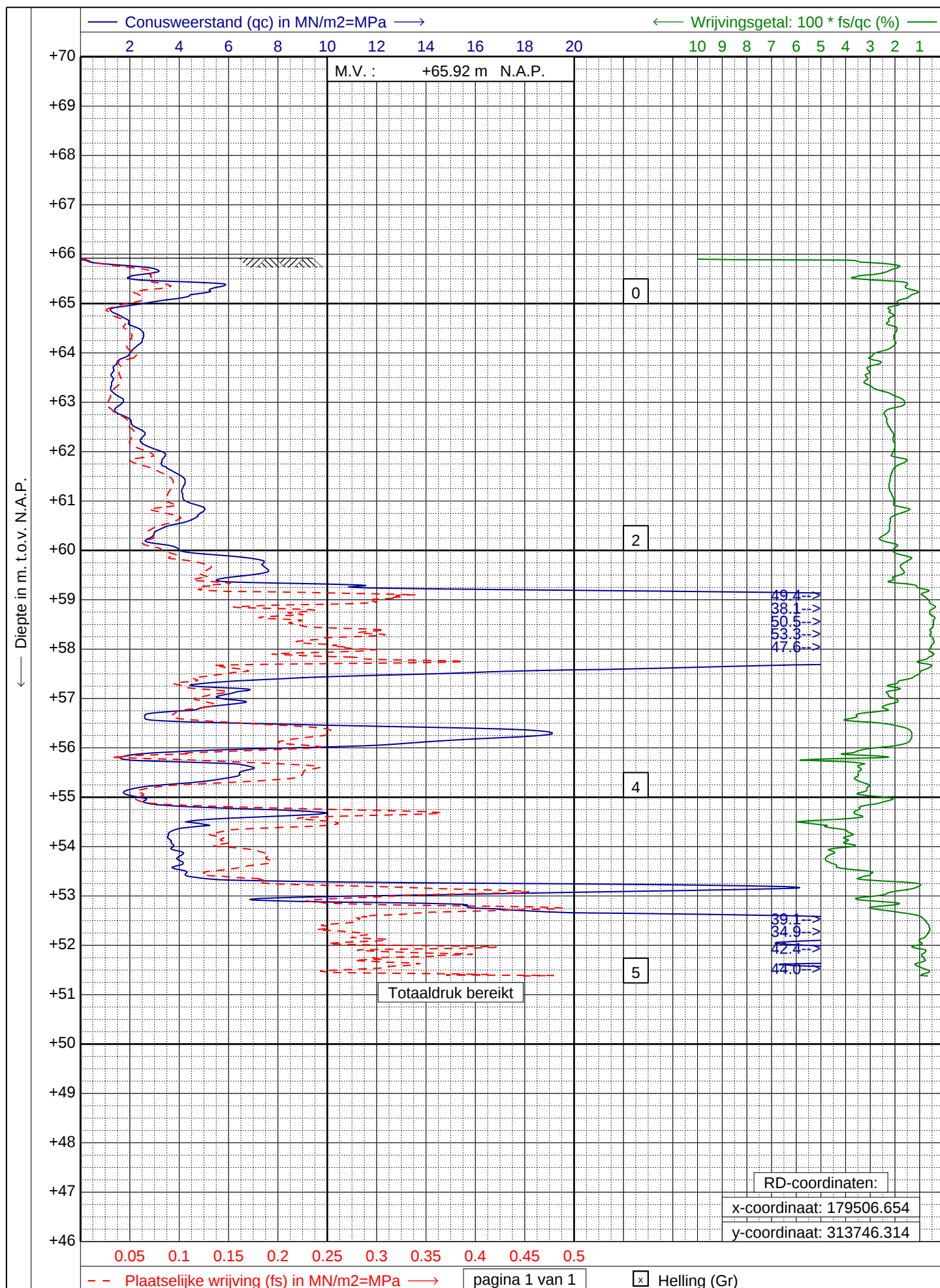
Putdeksel

▭

Geplande nieuwbouw

Project		Nieuwbouw appartementen		GEONIUS Geonius Geotechniek +31 (0) 88 1300 600 De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen www.geonius.nl		
Locatie		Kampweg te Gronsveld				
Onderdeel		Situatietekening				
Projectnr	GA221617	Projectleider		Schaal	1:500	0 5 10 15 20 25 m ↑
Bijlagenr	T01	Getekend				
Datum	22-9-2022	Formaat	A3			

Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw appartementen**

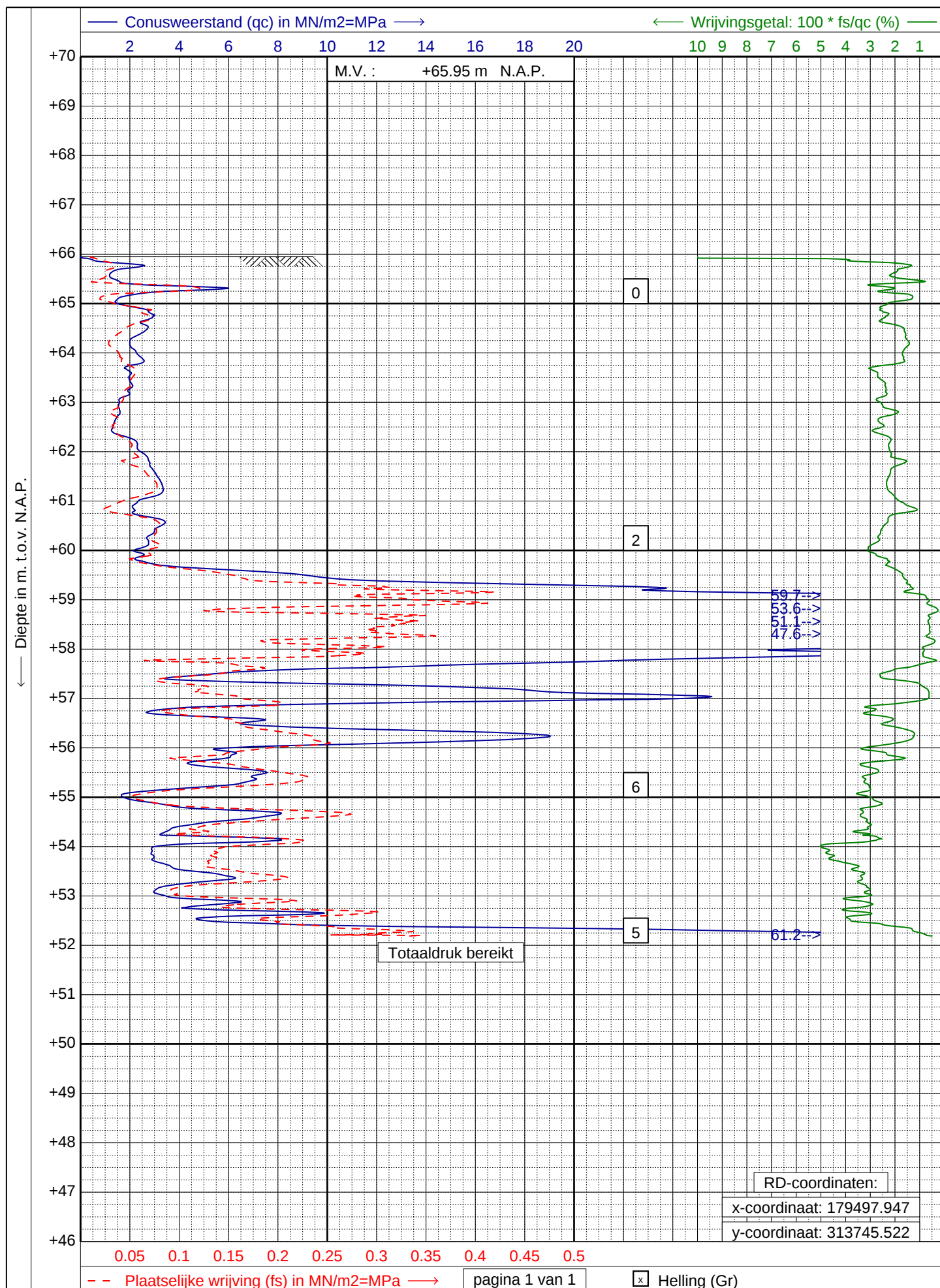
Locatie : **Kampweg te Gronsveld**

Datum : **21-09-2022**

Conus : **S15-CFI.1805**

Opdracht : **GA221617**

Sondering : **02**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw appartementen**

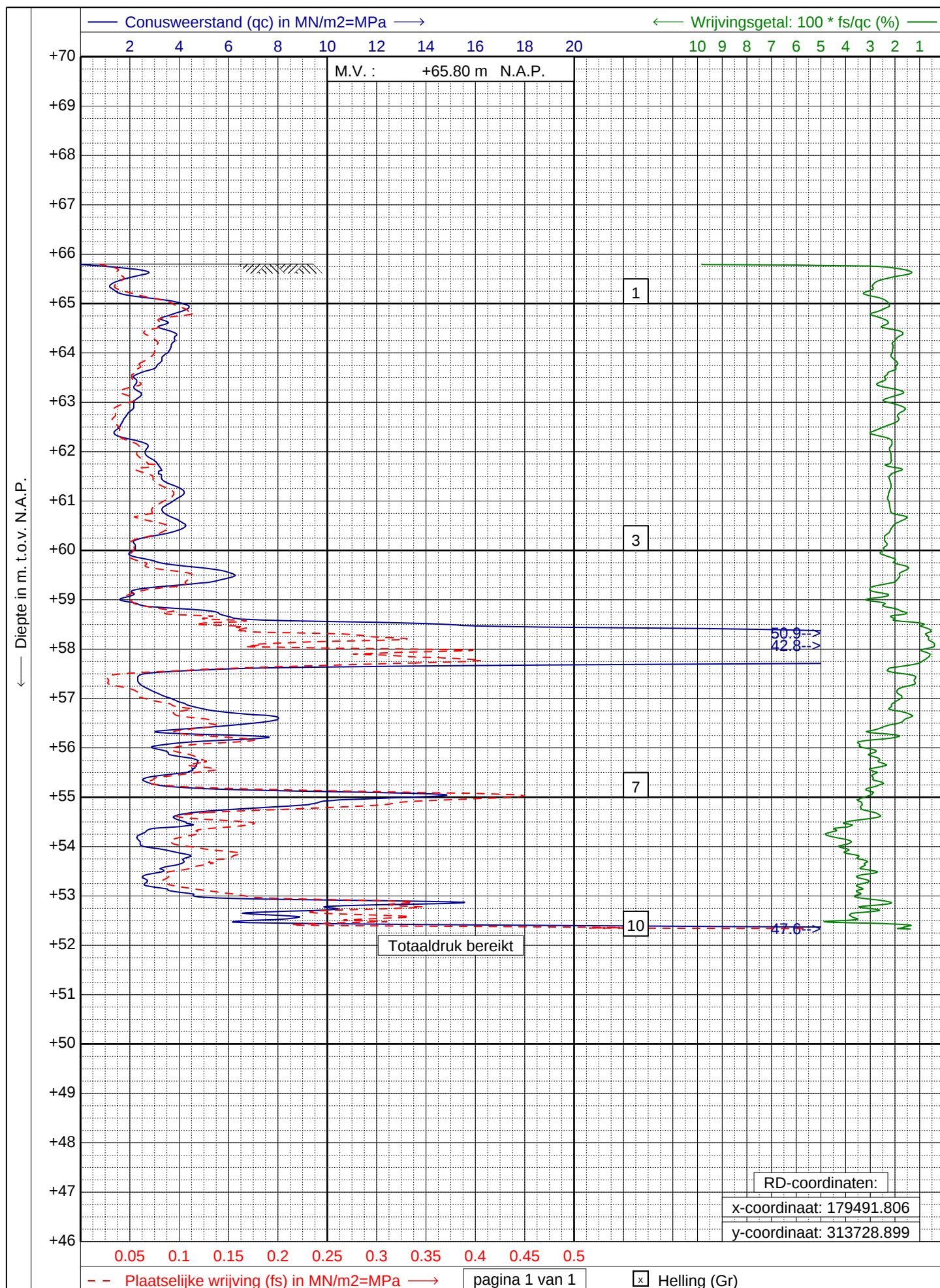
Locatie : **Kampweg te Gronsveld**

Datum : **21-09-2022**

Conus : **S15-CFI.1805**

Opdracht : **GA221617**

Sondering : **03**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw appartementen**

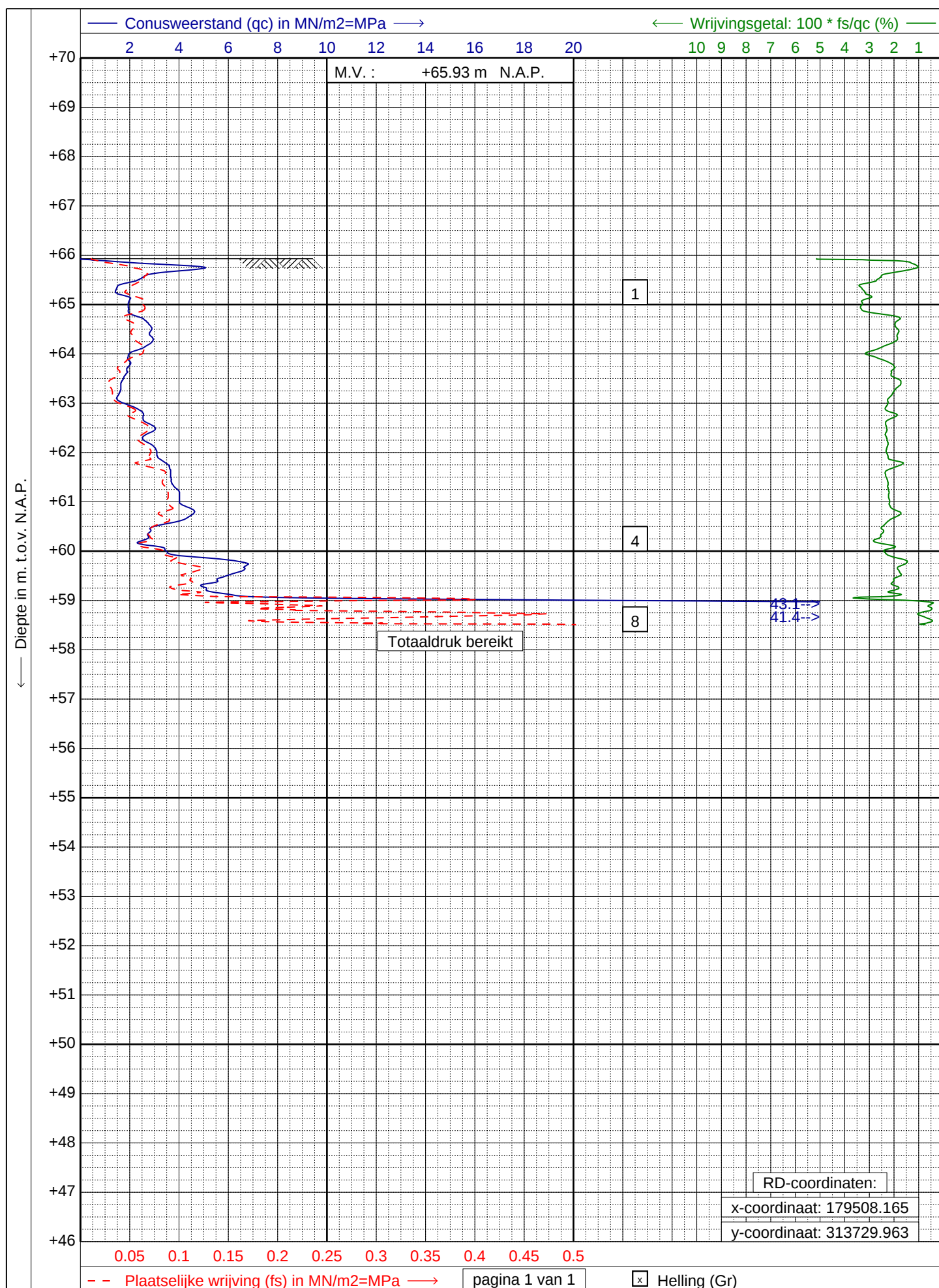
Locatie : **Kampweg te Gronsveld**

Datum : **21-09-2022**

Conus : **S15-CFI.1805**

Opdracht : **GA221617**

Sondering : **04**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw appartementen**

Locatie : **Kampweg te Gronsveld**

Datum : **21-09-2022**

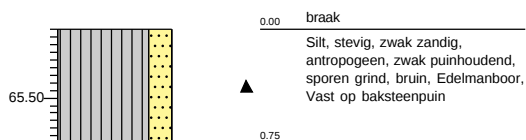
Conus : **S15-CFI.1805**

Opdracht : **GA221617**

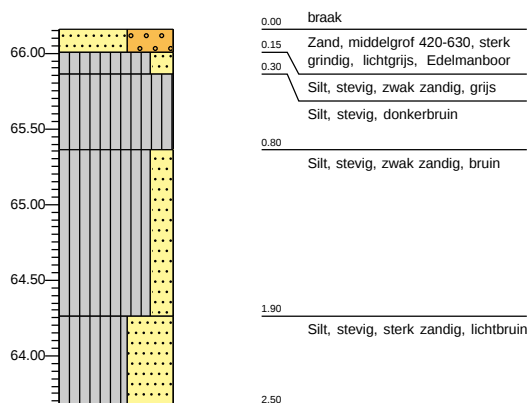
Sondering : **05**

Bijlage 3 Boorstaten

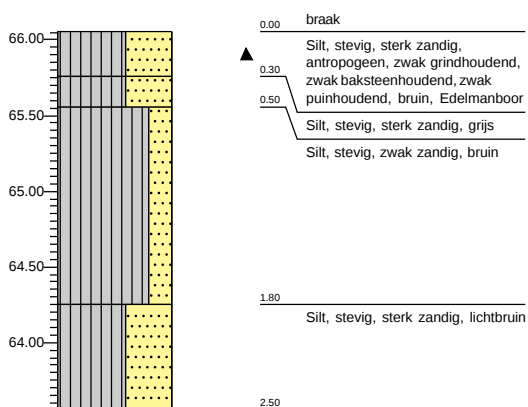
Boring: HB01
 Maaiveldhoogte: 65.954 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 21-9-2022
 Opmerking: T.p.v. SW03



Boring: DB01
 Maaiveldhoogte: 66.159 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 179478.23
 Datum: 21-9-2022 Y-coördinaat: 313753.80



Boring: DB02
 Maaiveldhoogte: 66.056 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 179478.39
 Datum: 21-9-2022 Y-coördinaat: 313731.65

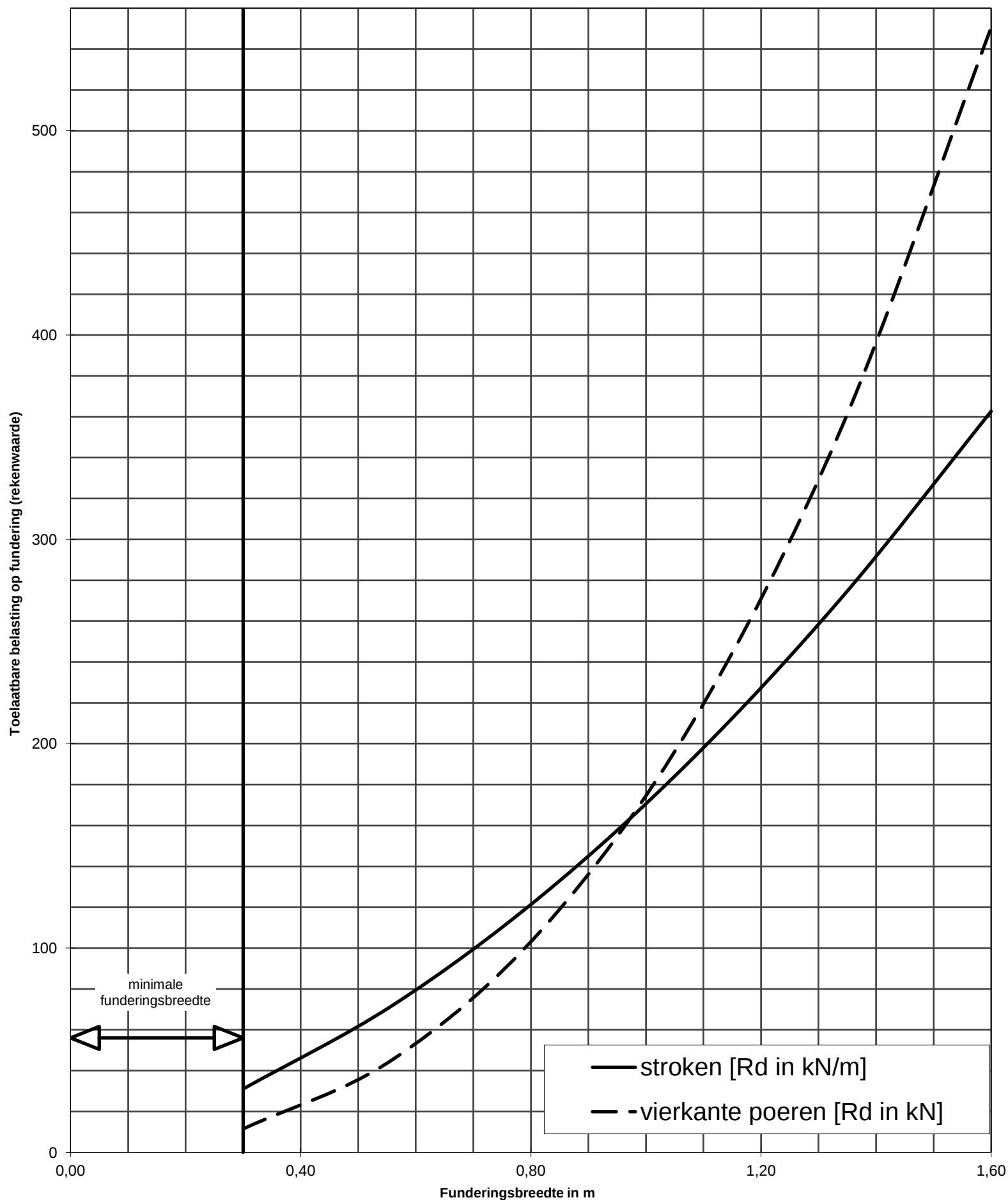
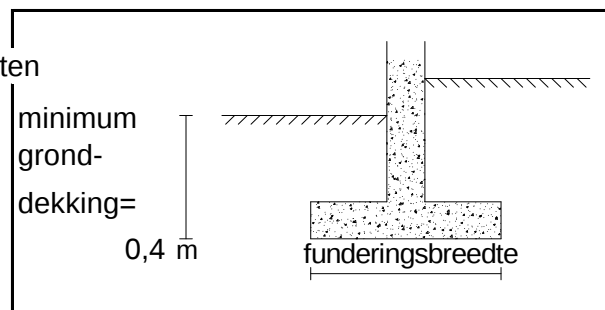


Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016
bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA221617
Project : Nieuwbouw appartementen Gronsveld
Locatie : Kampweg te Gronsveld, gemeente Eijsden-Margraten
Grondsoort : Leem

Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 30,0 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 5 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

Relevante uitvoeringaspecten

In onderstaande bijlage zijn aspecten opgenomen voor de uitvoering van een grondverbetering/-verdichting en eisen welk gesteld zijn aan het te gebruiken materiaal/materieel en de wijze van controle.

Te gebruiken materiaal en controle

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt:

- Het materiaal (van nature aanwezig of aan te voeren) moet bestaan uit schoon, goed gegradeerd en te verdichten zand en/of puingranulaat (korrelverdeling). Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende mate aanwezig zijn. De korrelvorm is bij voorkeur hoekig;
- De uniformiteitscoëfficiënt [$C_u = D_{60} / D_{10}$] dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is D_{10} de korreldiameter met zeefdoorval van 10 %* en D_{60} de korreldiameter met zeefdoorval van 60 %*;
- De korrelfractie kleiner dan 16 μm mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %*. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van 10 %* < 63 μm toelaatbaar;
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 à 3 %* bedragen;
- De curve van de (verzwaarde) proctorproef van het watergehalte versus de maximaal te bereiken (droge) dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben rond het optimale watergehalte. Hierdoor kan een goede verdichting worden verkregen bij verschillende watergehalten.

* = De genoemde percentages zijn gewichtspercentages

Voordat met de uitvoering wordt begonnen dienen bovenstaande eisen te worden geverifieerd. De controle is erop gericht om aan te tonen dat het gebruikte materiaal qua korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid voldoet. Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. Na een eventuele visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaarde) proctorproef.

Aanbrengen en verdichten grondverbetering

De werkvolgorde van een grondverbetering bestaat normaliter uit een ontgraving, waarna de grondverbetering wordt aangebracht en verdicht. Een grondverbetering kan bestaan uit een uitwisseling van gronden (hoofdzakelijk slappe lagen vervangen door zand/puingranulaat). Of het onder betere condities terugbrengen van natuurlijke gronden, waarbij in de regel sprake is van zeer los gepakt zand. Onderstaande zijn benodigde maatregelen benoemd die bijdragen aan een optimaal resultaat:

- De ontgraving dient met zorgvuldigheid te worden uitgevoerd, waarbij aanwezige obstakels (vegetatieresten, kabels en leidingen, e.d.) en slappe lagen met minimale verstoring worden verwijderd;
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of puingranulaat bestaat (met een laag leemgehalte), dient het ontgravingsniveau met een trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals klei/leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht zonder aanvullende maatregelen en/of toe te passen technieken.
- Voor het verdichten dient de grondwaterstand minimaal ca. 0,5 meter onder het verdichtingsvlak te staan. Indien nodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond, het te gebruiken materiaal en materieel, drijfzandcondities optreden (liquefaction);
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45° met de horizontaal. Dit vanaf de onderste randen van de fundering tot aan het (geadviseerde) ontgravingsniveau. Daarnaast dient de grondverbetering tenminste over een breedte aanwezig te zijn van 4x de effectieve breedte van de fundering;
- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en ca. 15 % moeten bedragen. Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.

De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met het toegepaste verdichtingsmaterieel. Het schema in Tabel 1 geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten:

Tabel 1: Globale indicatie trilplaat

Centrifugaalkracht in kN	Gewicht in kg	Laagdikte in meters
10 tot 20	< 100	0,2
25 tot 40	150 tot 300	0,3
50 tot 80	400 tot 600	0,4
> 100	> 650	0,5 tot 0,6

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van het trillingsmaterieel zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van het materieel.

Wanneer zwaar trillingsmaterieel wordt gebruikt, dient de top laag nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 0,15 meter) niet verdicht of losschudt.

Controle en eisen aan verdichting grondverbetering

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op onderstaande wijze :

- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een zandpakket van maximaal 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd. Het gebruik van een handboring hierbij is noodzakelijk. Deze methode is niet geschikt voor controle van puingranulaat;
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd;
- Standaard elektrische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck, kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van de bereikte verdichtingsgraad en het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit. De werkingsdiepte van de plaatdrukproef bedraagt 1,5 à 2,0 maal de diameter van de plaat. Doorgaans vormt de verhouding tussen, de met de plaatdrukproef bepaalde, E_{v2} en E_{v1} een maat voor de bereikte verdichtingsgraad. Wanneer de verhouding kleiner is dan 2,0 wordt gesproken over een goed verdicht pakket;
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.

Bij de controle van de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering worden de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- Uitgaande van een benodigde (in de berekening gebruikte) effectieve hoek van inwendige wrijving (φ'_k) van 30 à 35 graden, kan de volgende leidraad worden gevolgd:
 - Bij toepassing van een handsondering met conusoppervlak van 1 cm², dient de conusweerstand tot een diepte van 40 cm gelijkmatig op te lopen tot 4 MN/m² of tot een diepte van 30 cm gelijkmatig op te lopen tot 6 MN/m² en met toenemende diepte niet onder deze waarde terug te vallen. Eén en ander is afhankelijk van de benodigde verdichting en/of aangehouden hoek van inwendige wrijving in de berekeningen;
 - Uitgaande van een lichte slagsonderingen (10 kg) dienen 25 à 30 slagen per 20 cm bereikt te worden tot aan een diepte van 0,6 meter. Hieronder moeten 45 à 50 slagen per 20 cm bereikt worden bij lichte slagsonderingen;
 - Bij gebruik van een standaard elektrische sondering volstaat een gelijkmatige oploop van 1 MN/m² per 10 cm diepte, waarbij na 1,0 meter de conuswaarde niet onder de 10 MN/m² terugvalt;
- De dichtheid moet 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

Bijlage 6 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 $t = t_0$

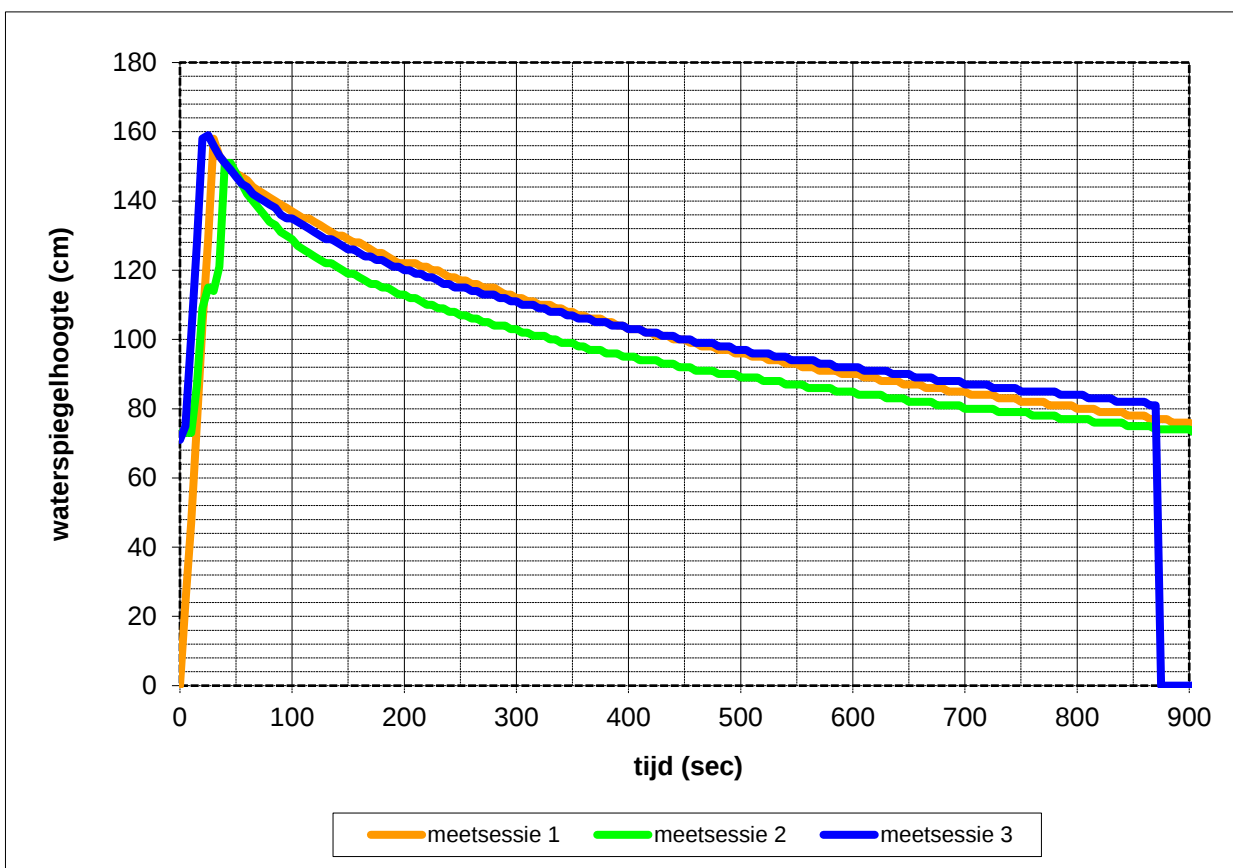
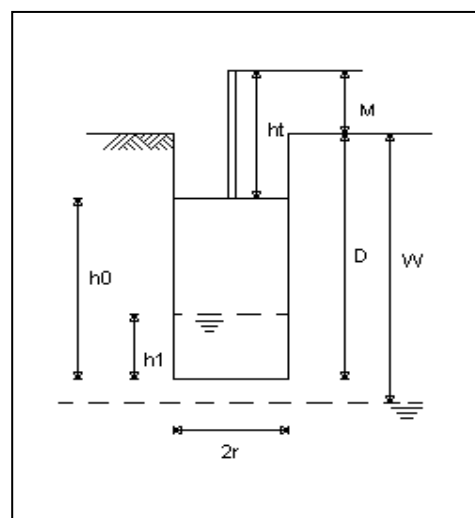
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	103.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	80.00	cm
k_f =	1.08E-05	m/s
k_f =	0.94	m/dag
rc =	-5.75E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	95.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	77.00	cm
k_f =	9.00E-06	m/s
k_f =	0.78	m/dag
rc =	-4.50E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	103.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	84.00	cm
k_f =	8.75E-06	m/s
k_f =	0.76	m/dag
rc =	-4.75E-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 $t = t_0$

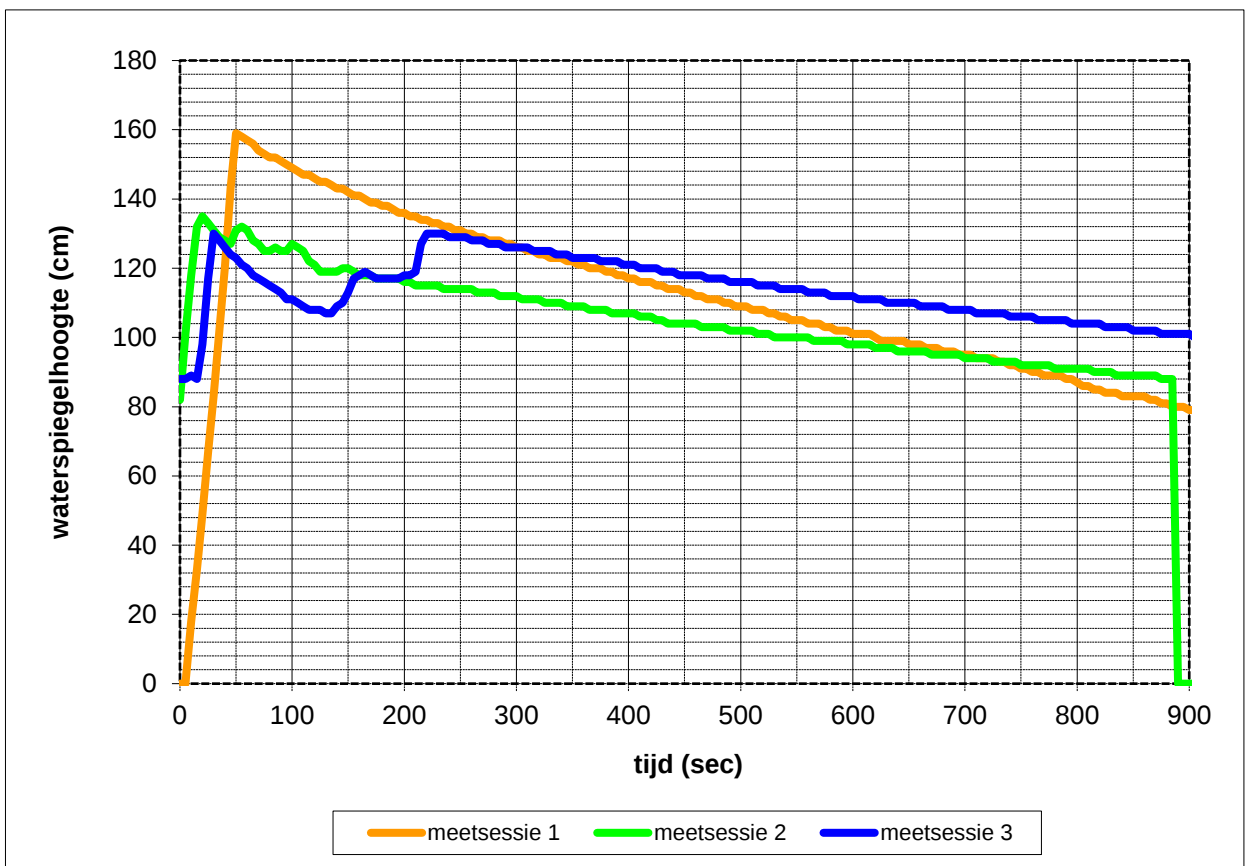
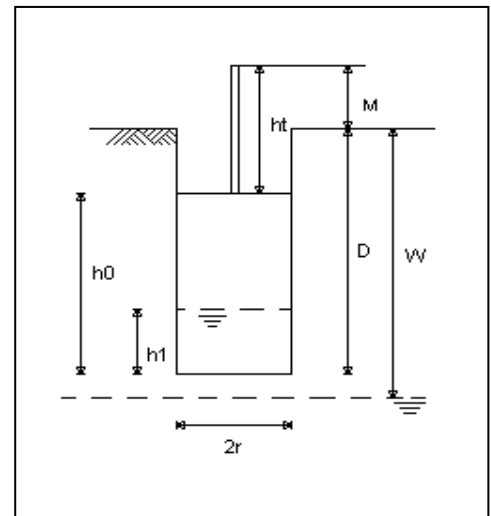
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	117.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	87.00	cm
k_f =	1.27E-05	m/s
k_f =	1.10	m/dag
rc =	-7.50E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	107.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	91.00	cm
k_f =	6.95E-06	m/s
k_f =	0.60	m/dag
rc =	-4.00E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	121.00	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	104.00	cm
k_f =	6.51E-06	m/s
k_f =	0.56	m/dag
rc =	-4.25E-04	m/s

Bijlage 7 Dimensionering infiltratiesysteem

Projectnummer GB221617
 Omschrijving Nieuwbouw appartementen
 Kampweg te Gronsveld
 Datum 31-10-2022

Infiltratie met kratten 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]	0.6	
oppervlak	A [m ²]	456	veiligheid	[-]	1	
reductie	r [-]	1	wand	kw [m/d]	0.6	0.6
totaal	R [m ³]	36.5	vloer	kv [m/d]	0.6	0
porositeit [p]		0.95	verhang	l [-]	1.0	
vertraagde afvoer (l/s/ha)		7				

Afmetingen van de infiltratiesleuf*

Lengte [m]	hoogte [m]	breedte [m]
10.8	1.2	3

Toetsing

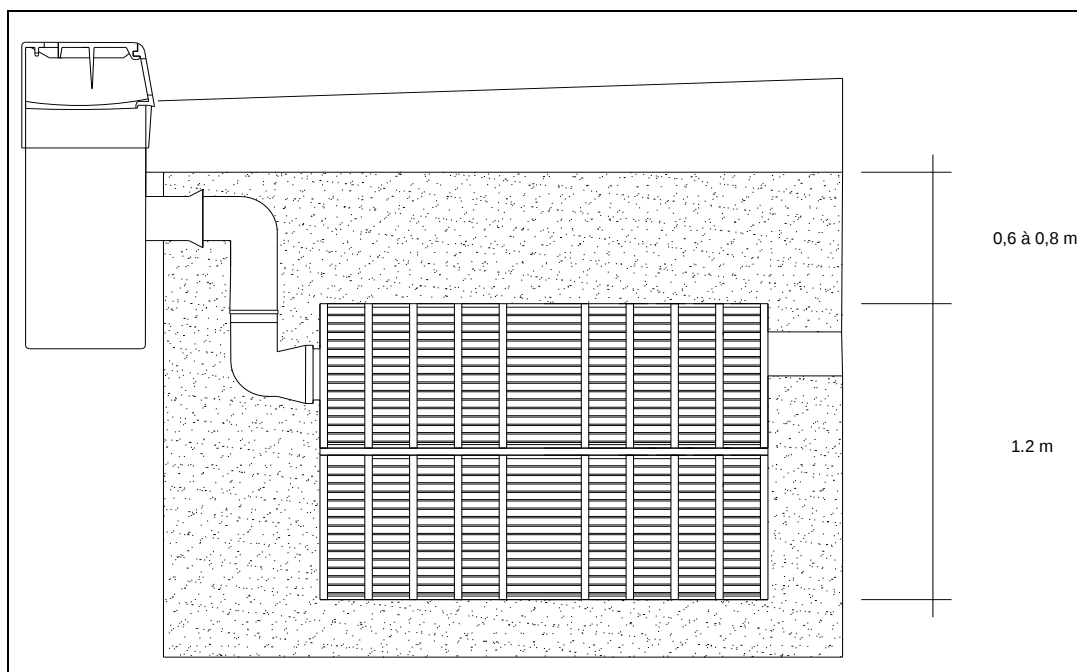
Berging [m ³]	Infiltratie tijdens bui [m ³]	vertraagde afvoer tijdens bui [m ³]
36.9	1.0	2.3

Totale afvoercapaciteit [m ³]		
benodigd	beschikbaar	controle
36.5	40.2	voldoet

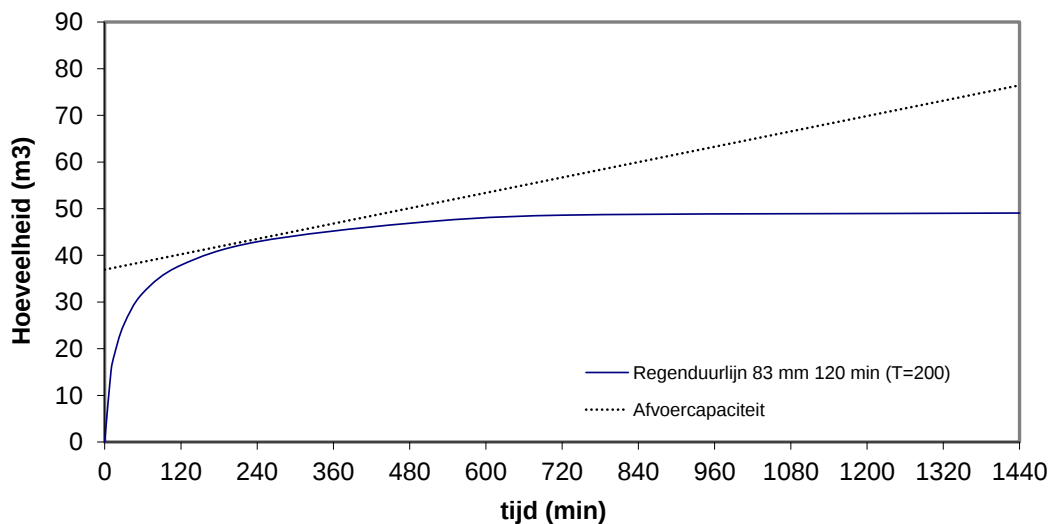
Leeglooptijd [uur]
21.6

* Indien afwijkende afmetingen worden toegepast dient in ieder geval de minimale inhoud 34,2 m³ te bedragen

Overzicht aanvoer regenwater en afvoercapaciteit van het systeem



Overzicht aanvoer en capaciteit van het systeem



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