

Ontwerpadvies voor de funderingen

Nieuwbouw 11 geschakelde woningen a/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
GA222233.R01.V1.0

5 januari 2023



Ontwerpadvies voor de funderingen

Nieuwbouw 11 geschakelde woningen a/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek

Documentnummer GA222233.R01.V1.0

5 januari 2023

Opdrachtgever

DVO I B.V.
Boschstraat 83 A
6211 AV Maastricht

Architect

Wauben Architects
Geleenbeeklaan 70
6166 GR Geleen

Constructeur

Palte B.V.
Benzenraderweg 1
6411 EC Heerlen

+31 88 130 06 00
info@geonius.nl
Postbus 1097
6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geotechniek	Y. Kickken MSc	
Collegiale toets	ing. M. Vankan	

Inhoud

1	Inleiding	4
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	9
3.4	Doorlatendheidsmetingen.....	9
4	Bodemgesteldheid	10
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	10
4.2	Bodemopbouw	10
4.3	Geohydrologische situatie	11
4.4	Doorlatendheid	11
5	Infiltratie hemelwater	12
5.1	Toetsing	12
5.2	Conclusie & advies.....	13
6	Funderingsadvies	14
6.1	Fundering op staal	14
6.2	Vloeren	16
7	Uitvoeringsaspecten.....	17
7.1	Grondwerk en/of ontgravingen.....	17

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Handboringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Funderingsdrukdiagrammen

Bijlage 6 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

1 Inleiding

Door DVO I B.V. werd op 1 december 2022 aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Daarnaast is opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren en een infiltratieadvies op te stellen. De onderzoeken en adviezen zijn benodigd voor de geplande nieuwbouw van 11 geschakelde woningen aan de Bertus Aafjeshof te Hoensbroek. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

Ten behoeve van de nieuwbouw zijn sonderingen, handboringen en doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het grondonderzoek als het funderingsadvies opgenomen. Het advies omvat een geotechnisch funderingsontwerp, welke als input dient voor een constructief ontwerp dat door de constructeur dient te worden opgesteld.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Limburg.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie aangegeven middels rood kader [bron: Google Earth].

Aandachtspunten volgend uit het grondonderzoek, het funderingsadvies en/of de omgeving zijn vermeld in Tabel 1.1. Vanuit de tabel met aandachtspunten wordt binnen dit rapport gericht verwezen naar een verdere omschrijving van het aandachtspunt.

Tabel 1.1: Overzicht aandachtspunten

Aandachtspunt	Verwijzing binnen rapport
#1 Stagnerend hemelwater tijdens uitvoering funderingswerkzaamheden	Paragraaf 4.3 en Hoofdstuk 6
#2 Toepassing grondverbetering onder funderingen en vloer	Hoofdstuk 6 en Tabel 6.2

2 Projectuitgangspunten

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

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Firma	Datum
[1]	0527b01 Situatietekening nieuwbouw	Wauben Architects	18-10-2022
[2]	0527b02 Ontwerp woningen 1 t/m 3	Wauben Architects	02-05-2022
[3]	0527b03 Ontwerp woningen 4 t/m 7	Wauben Architects	02-05-2022
[4]	0527b04 Ontwerp woningen 8 t/m 11	Wauben Architects	02-05-2022
[5]	0527b05 Details	Wauben Architects	02-05-2022

2.1 Constructieve uitgangspunten

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

- De nieuwbouw woningen bestaan uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen met kap;
- De nieuwbouw woningen worden niet van kelder of kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil wordt door ons op basis van ingemeten terreinhoogten aangenomen op ca. NAP +102,90 m. Op basis van Ref. [2] t/m Ref. [5] wordt uitgegaan van een aanlegniveau van de funderingen op ca. 1,05 m- bouwpeil. De onderkant van de funderingsstrook of -poer komt daarom overeen met ca. NAP +101,85 m.
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen [$V_{d;strook}$] zijn in overleg met de constructeur aangenomen en bedragen 100 à 150 kN/m¹. Voor de poeren zijn kolombelastingen [$V_{d;puntlast}$] opgegeven van 200 à 300 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centriscche 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.

Voor het uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt van een geverifieerd spreksheet, waarin de methode van hoofdstuk 6 van NEN 9997-1 wordt toegepast. De specifieke uitgangspunten van de fundering op staal zijn opgenomen in het hoofdstuk 'Funderingsadvies'.

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in december 2022 in totaal 7 diepsonderingen, 4 handboringen en 4 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.

In de volgende paragrafen zijn de resultaten van het grondonderzoek omschreven, welke in de bijlagen 1 t/m 4 zijn opgenomen. In hoofdstuk 4 volgt de inhoudelijke interpretatie van de gegevens.

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA222233.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 SW07 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. Bijzondere afwijkingen in de meetdata zijn niet vastgesteld.

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 en de doorlatendheidsmetingen uit te voeren zijn op de locatie tevens 4 handboringen (genummerd DB01 t/m DB04) tot respectievelijk ca. 1,5 à 3,2 m- maaiveld uitgevoerd. 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 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA222233 DM01 t/m DM04 en zijn opgenomen in de bijlage 4.

Doorlatendheidsmetingen DM01 t/m DM04 zijn verdeeld over het nieuwbouw terrein uitgevoerd en zijn gemeten volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

4 Bodemgesteldheid

4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek braakliggend. In het verleden is het terrein in gebruik geweest als weiland. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +102,9 m tot NAP +102,5 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,4 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	+102,69
Put B	+102,72

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	+102,9 à +102,5	+95,6 à +95,3	SILT, zandhoudend. Bovenste ca. 1 tot 1,5 m van dit pakket is geroerd en is plaatselijk grindhoudend. Conusweerstand gemiddeld 3 tot 5 MPa met een maximum van ca. 6 tot 8 MPa.
2 ¹⁾	+95,6 à +95,3	+93,7 à +93,3	SILT, Kleihoudend. Conusweerstand gemiddeld 3 tot 4 MPa
3	+93,7 tot +93,3 (SW01 en SW02) +97,5 à +95,5 (rest sonderingen)	+87,8 ²⁾	Zand, vast tot zeer vast. Conusweerstand gemiddeld ca. 18 tot 20 MPa maar lopen ook op tot ruim boven de 30 MPa.

Index:

¹⁾ = Laag enkel aangetroffen ter plekke van sonderingen SW01 en SW02

²⁾ = maximaal verkende diepte ter plaatse van sondering SW03.

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in de sondeer- en boorgaten niet vastgesteld tot op een maximaal verkende diepte van ca. 15 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +87,8 m.

Wel is in het boorgat DB02 op een diepte van ca. 1,3 m- maaiveld stagnerend hemelwater aangetroffen. Initieel zakte dit water weg bij het dieper boren, maar het water sijpelde later weer terug in het boorgat. Dit wil zeggen dat op locatie sprake kan zijn van stagnerend hemelwater in de ondiepe ondergrond. Tijdens de uitvoering kan dit stagnerend hemelwater in de ontgravingen lopen, hetgeen wel kan worden weggepompt.

Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

Voor dit adviesrapport is voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP +87,8 m gehanteerd.

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.

4.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn 4 proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Deze zijn volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten voor de horizontale doorlatendheid.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 4.3. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 4.3: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	0,3 – 1,3	+102,3 tot +101,3	Silt, sterk zandhoudend, grindhoudend	2,0 – 2,1
DM02	1,5 – 2,5	+101,2 tot +100,2	Silt, lichtbruin	0,3 – 0,4
DM03	1,5 – 2,5	+101,3 tot +100,3	Silt, lichtbruin	1,0 – 1,1
DM04	1,5 – 2,5	+101,3 tot +100,3	Silt, zwak zandhoudend lichtbruin	0,7 – 1,1

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 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: 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	0,3 – 1,3	+102,3 tot +101,3	2,0	Goed	Ja
DM02	1,5 – 2,5	+101,2 tot +100,2	0,3	Matig	Ja
DM03	1,5 – 2,5	+101,3 tot +100,3	1,0	Goed	Ja
DM04	1,5 – 2,5	+101,3 tot +100,3	0,7	Vrij Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 15 m- maaiveld ofwel NAP +87,8 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 als gevolg van het aangetroffen stagnerend hemelwater in de ondiepe ondergrond niet tot de mogelijkheden
2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit 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. 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 wellicht tot de mogelijkheden, maar dan dient allereerst de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

5.2 Conclusie & advies

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is matig tot goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekratten en/of grindkoffers onder de opritten of in de tuinen van de woningen.

Het dimensioneren en verder uitwerken in een principetekening van de infiltratievoorziening kan onze firma voor u verzorgen middels een aanvullende opdracht.

6 Funderingsadvies

Geadviseerd wordt een fundering op staal toe te passen. 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.

Vanwege de niet draagkrachtige en geroerde lagen binnen het invloedsgebied van de fundering, is het toepassen van een grondverbetering van ca. 0,3 m dikte noodzakelijk. Dit om het benodigde draagvermogen te vergroten en/of (verschil)zettingen te beperken.

Aandachtspunt stagnerend hemelwater in ondiepe ondergrond:

In het boorgat DB02 op een diepte van ca. 1,3 m- maaiveld stagnerend hemelwater aangetroffen. Initieel zakte dit water weg bij het dieper boren, maar het water sijpelde later weer terug in het boorgat. Dit wil zeggen dat op locatie sprake kan zijn van stagnerend hemelwater in de ondiepe ondergrond. Tijdens de uitvoering kan dit stagnerend hemelwater in de ontgravingen lopen, hetgeen wel kan worden weggepompt met een pomp.

6.1 Fundering op staal

6.1.1 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel 6.1 vermeld.

Tabel 6.1: berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Minimaal volumiek gewicht, gronddekking ¹⁾	$\gamma'_{dekking,gem;k}$	16,0 kN/m ³
Minimale dikte gronddekking	—	0,5 en 0,6 m
Maximale grondwaterstand	-	NAP +87,8 m
Volumiek gewicht water	$\gamma_{water;k}$	10,0 kN/m ³
Volumiek gewicht, grond onder fundering ¹⁾	$\gamma_{gem;k}$	19,0 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving onder fundering ¹⁾	$\varphi'_{gem;k}$	28,0 °
Cohesie ¹⁾	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	γ_γ	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	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 $\tan \varphi'$

6.1.2 Minimaal ontgravingsniveau en resultaten funderingsberekeningen

In Tabel 6.2 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 losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, zal dit moeten worden verwijderd tot op de vastere leemlaag. Het verwijderde materiaal dient vervangen te worden door schoon, goed te verdichten zand. Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in Bijlage 6.

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

Tabel 6.2: Te hanteren niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering nummer	Maaiveldniveau in m t.o.v. NAP	Bouwpeelniveau in m t.o.v. NAP	Aanlegniveau in m t.o.v. NAP	Minimaal ontgravingsniveau in m t.o.v. NAP
SW01	+102,46	+102,90	+101,85	+101,55
SW02	+102,73			+101,55
SW03	+102,85			+101,55
SW04	+102,83			+101,55
SW05	+102,83			+101,55
SW06	+102,77			+101,55
SW07	+102,88			+101,55

Indien een hoger aanlegniveau wordt gehanteerd dan in Tabel 6.2 is vermeld, is te allen tijde een grondverbetering noodzakelijk tot het aangegeven minimale ontgravingsniveau. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is vanwege de verwachte zettingen en verschilzettingen niet toegestaan.

De rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak zijn gegeven in Bijlage 5. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond, een gronddekking van 0,5 en 0,6 m dikte en een lage grondwaterstand (zie Tabel 6.1).

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 5,5 MN/m³ voor de strookfundering en ca. 10,5 MN/m³ voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter beoordeling van de constructeur.

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 15 tot 25 mm voor de stroken en omtrent 10 tot 15 mm voor de poeren. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

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.

6.2 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op een daartoe aangebracht grondverbeteringspakket van 0,6 m dikte worden aangelegd. Daarnaast adviseren wij de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat eventuele zettingen ongestoord kunnen optreden. De mate van wapening in de vloeren dient te worden bepaald door de constructeur of leverancier op basis van de constructieve (boven)belastingen. Zie voor de richtlijnen uitvoering van een grondverbetering de bijlagen.

7 Uitvoeringsaspecten

7.1 Grondwerk en/of ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van een grondverbetering ten behoeve van de fundering is het noodzakelijk dat de grondwaterstand ten minste 0,5 m onder het verdichtingsniveau ligt. Op deze wijze kan de ondergrond op een juiste wijze worden verdicht. Vervolgens kan de benodigde grondverbetering worden aangebracht en verdicht in lagen van 0,2 à 0,5 meter. De dikte van de laag is hierbij afhankelijk van het in te zetten materiaal. Zie ook Bijlage 6 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Op basis van de in paragraaf 5.3 aangenomen grondwaterstand zijn geen maatregelen nodig vanuit het grondwater.

Vanwege de leemhoudende bodem zal zowel bij de ontgravingswerkzaamheden alsmede bij het aanbrengen van de grondverbetering zorgvuldig te werk moeten worden gegaan om een "dolle" ondergrond te voorkomen. De werkingsdiepte van de verdichtingsapparatuur moet zijn afgestemd op de dikte van de aan te brengen lagen van het grondverbeteringspakket.

De ontgravingswerkzaamheden dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van het ontgravingsniveau moet worden vermeden. Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, kan alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag worden gemaakt middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.

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/afstromend hellingwater;
- En dergelijke.

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.

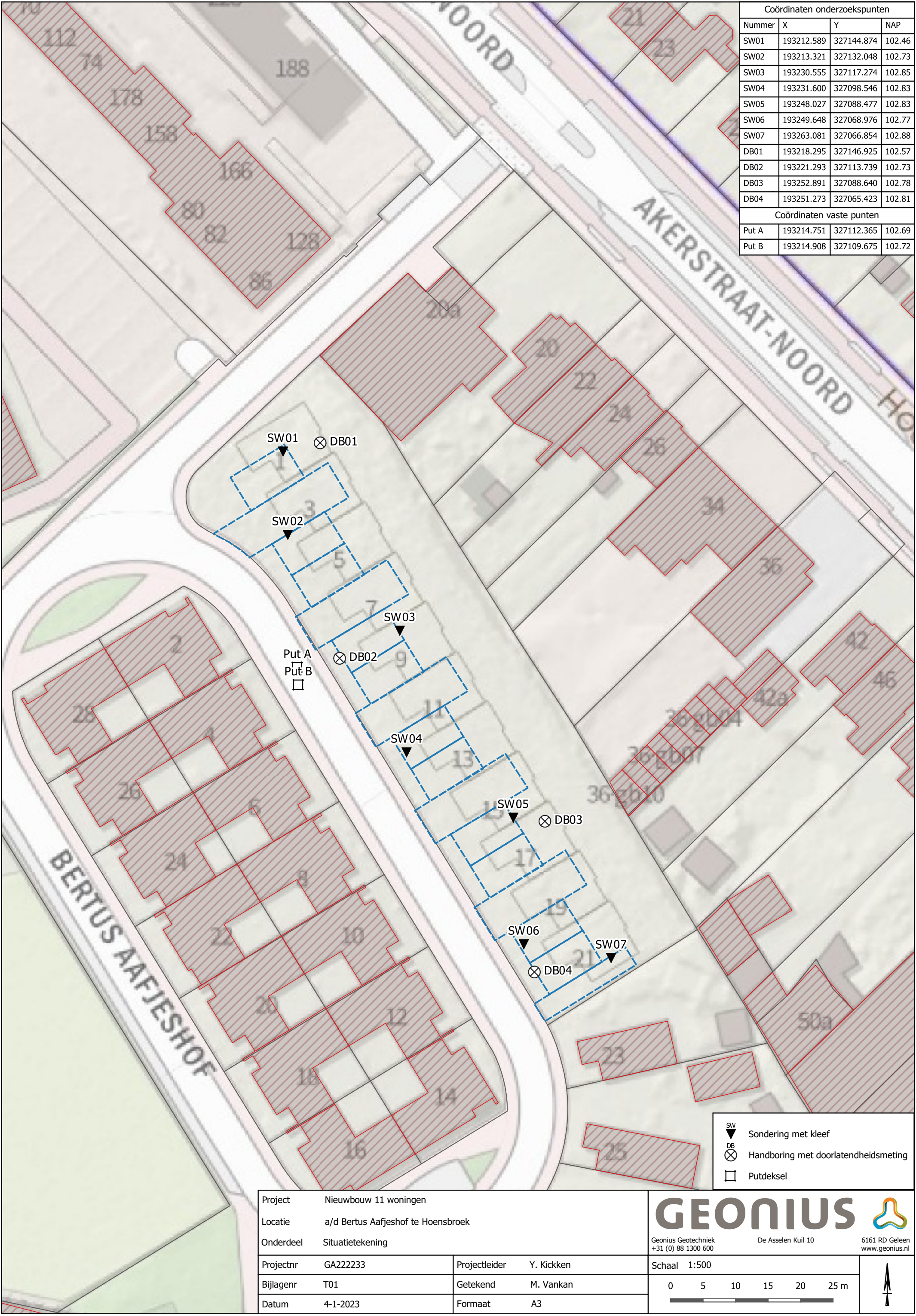
Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	193212.589	327144.874	102.46
SW02	193213.321	327132.048	102.73
SW03	193230.555	327117.274	102.85
SW04	193231.600	327098.546	102.83
SW05	193248.027	327088.477	102.83
SW06	193249.648	327068.976	102.77
SW07	193263.081	327066.854	102.88
DB01	193218.295	327146.925	102.57
DB02	193221.293	327113.739	102.73
DB03	193252.891	327088.640	102.78
DB04	193251.273	327065.423	102.81
Coördinaten vaste punten			
Put A	193214.751	327112.365	102.69
Put B	193214.908	327109.675	102.72

- SW

▼

Sondering met kleef
- DB

⊗

Handboring met doorlatendheidsmeting
- Putdeksel

Project

Nieuwbouw 11 woningen

Locatie

a/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek

Onderdeel

Situatietekening

Projectnr

GA222233

Projectleider

Y. Kickken

Schaal

1:500

Bijlagenr

T01

Getekend

M. Vankan

0

5

10

15

20

25 m

Datum

4-1-2023

Formaat

A3

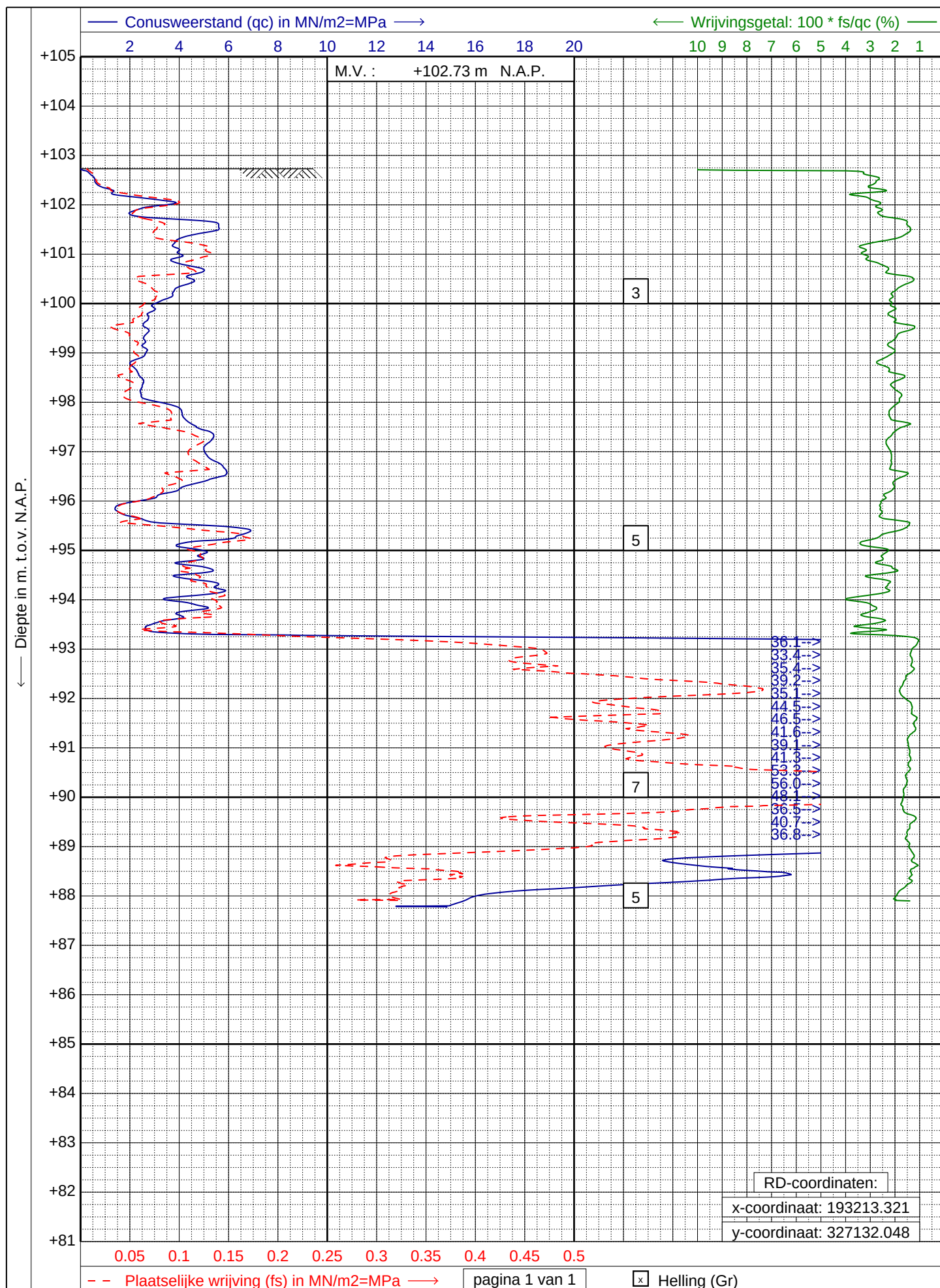
GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

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 11 woningen

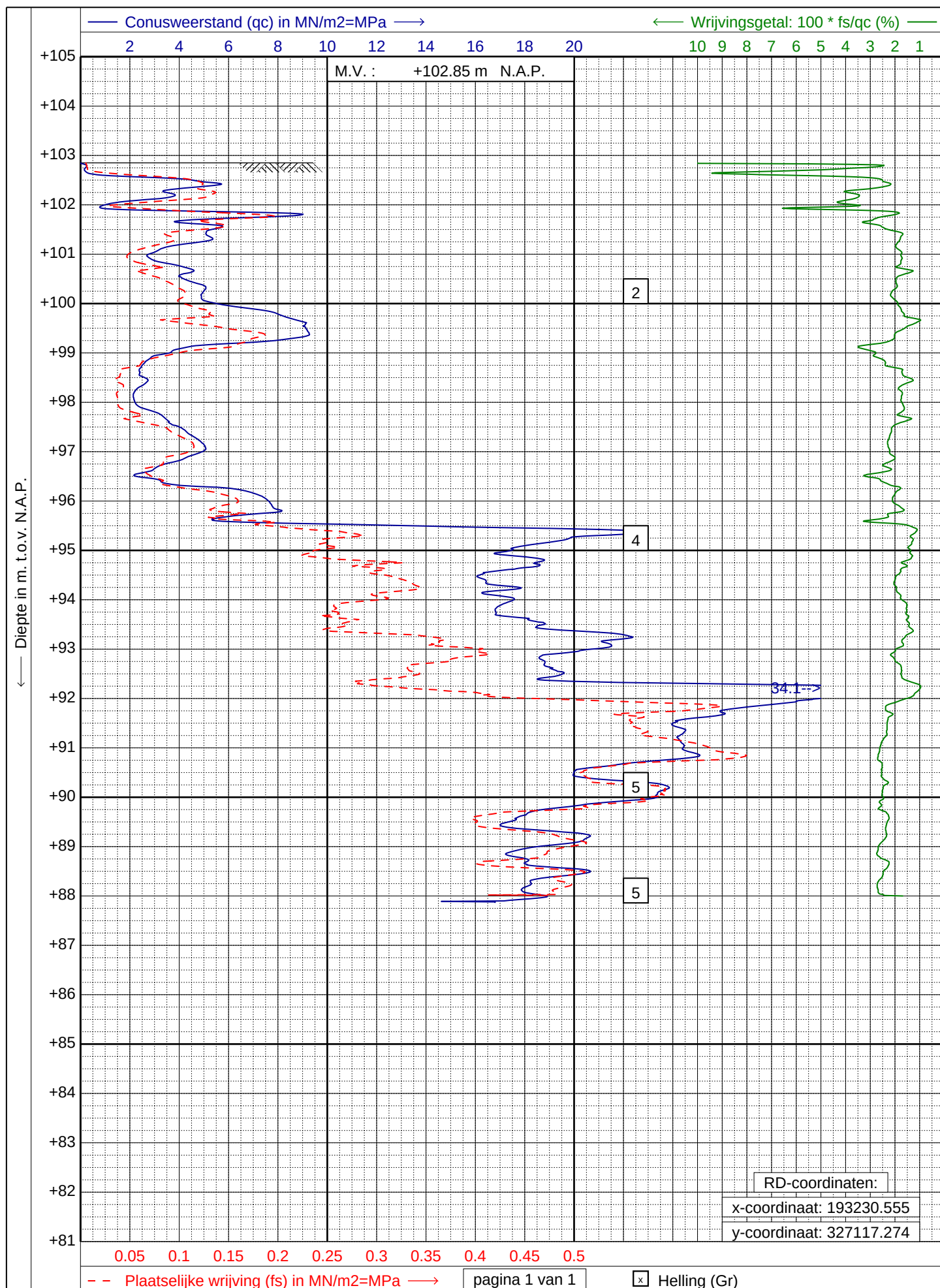
Locatie : A/d Bertus Aafjesh te Hoensbroek

Datum : 22-12-2022

Conus : S15-CFI.2081

Opdracht : GA222233

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 11 woningen

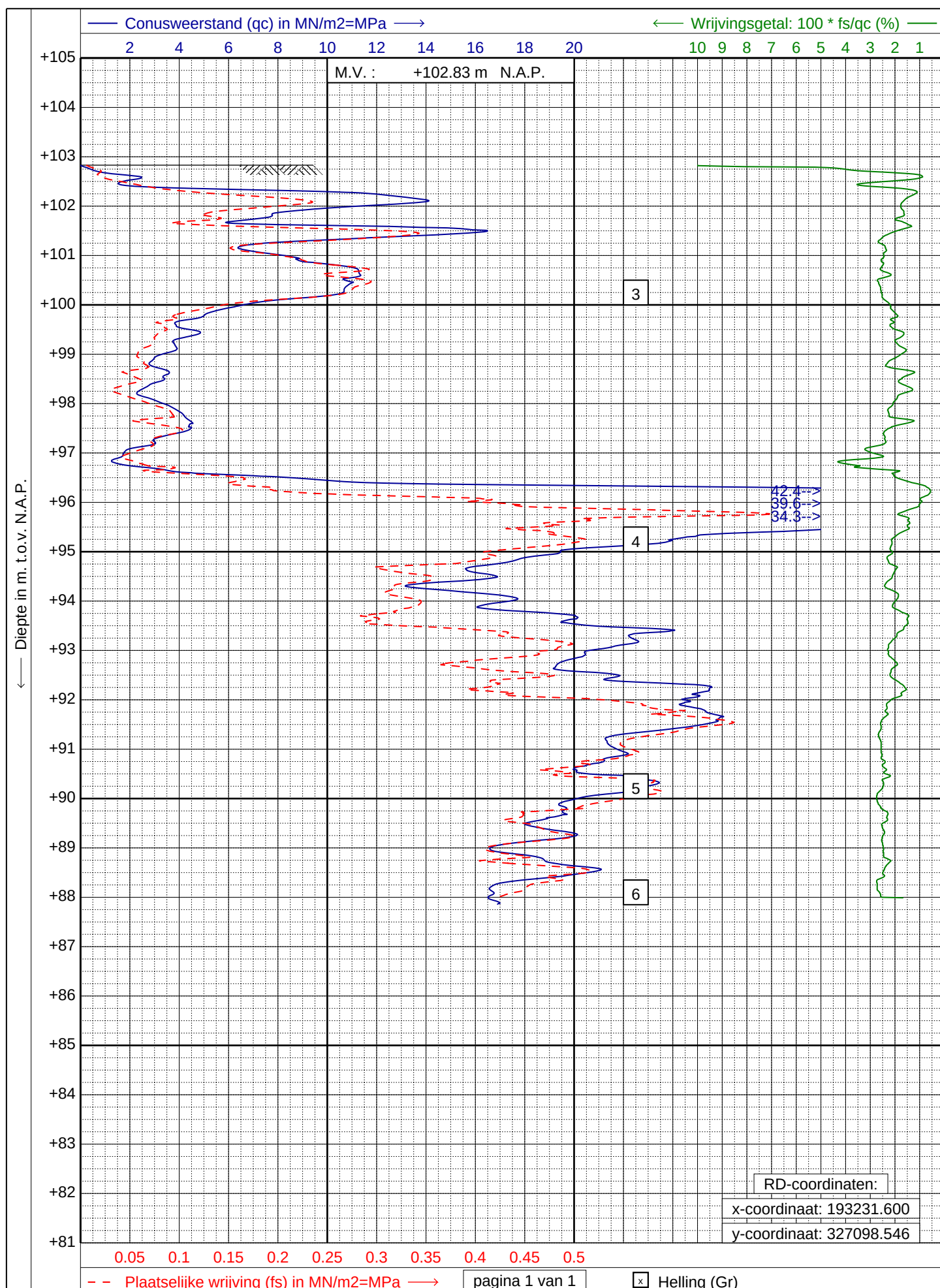
Locatie : A/d Bertus Aafjesh te Hoensbroek

Datum : 23-12-2022

Conus : S15-CFI.2081

Opdracht : GA222233

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 11 woningen

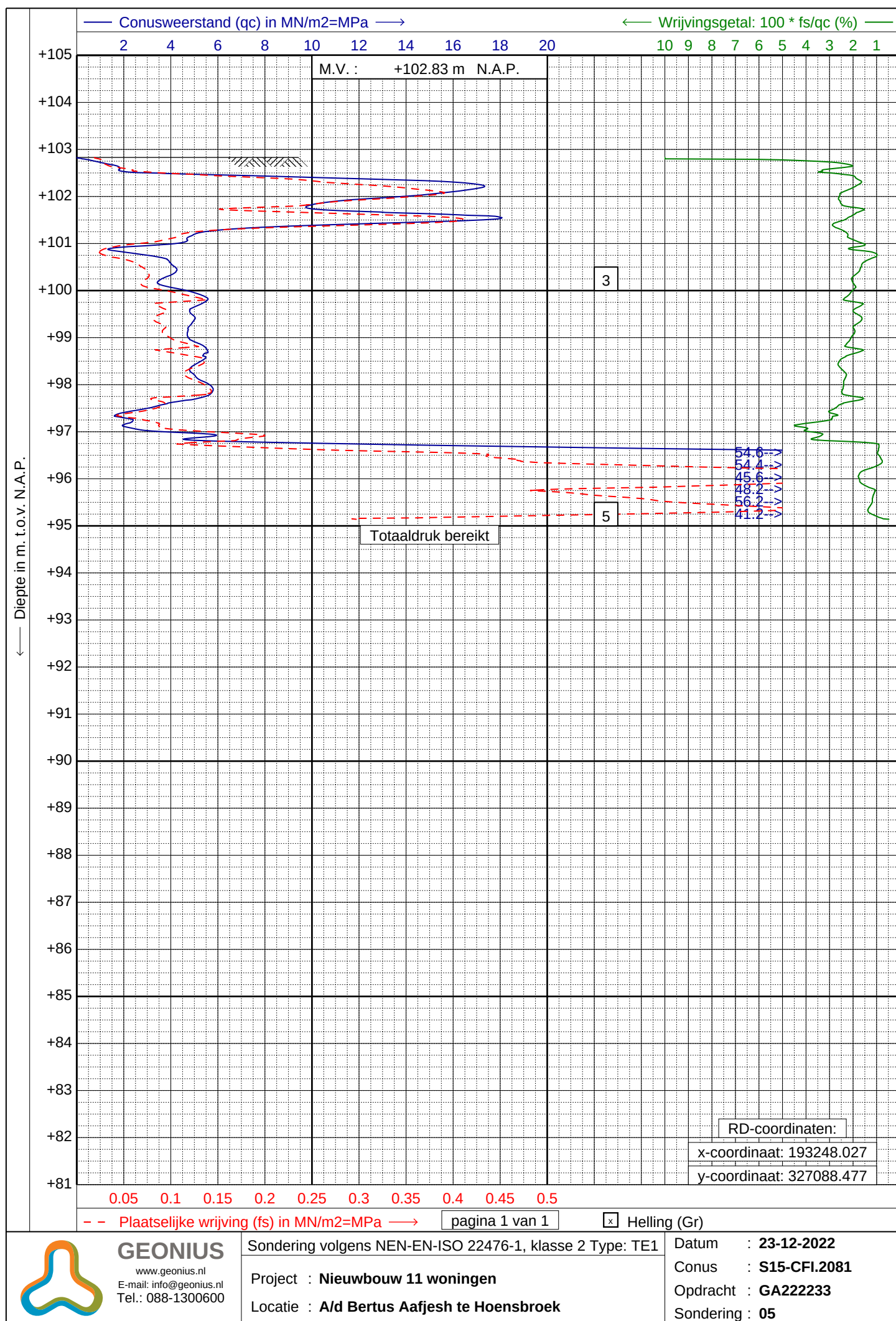
Locatie : A/d Bertus Aafjesh te Hoensbroek

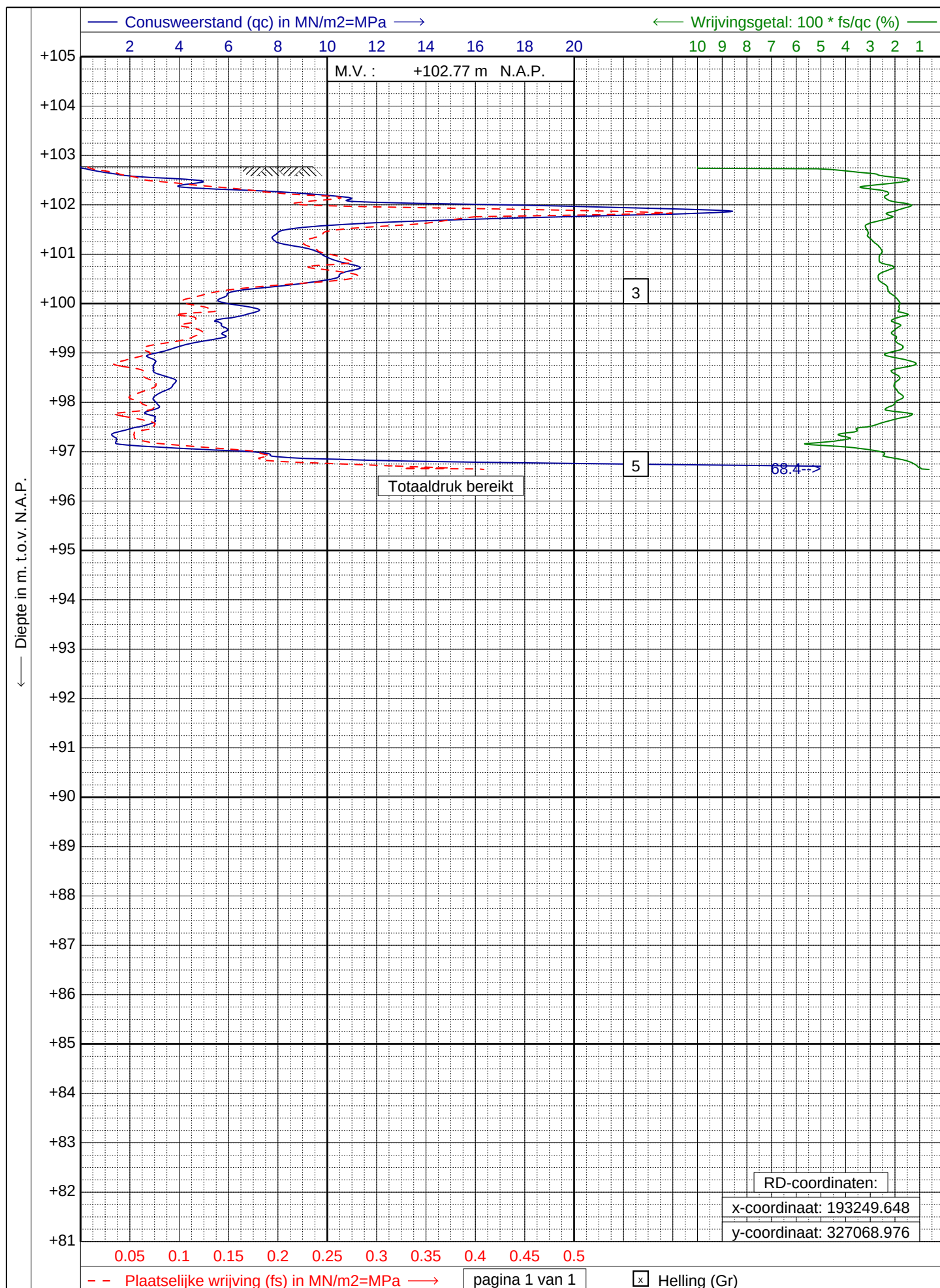
Datum : 23-12-2022

Conus : S15-CFI.2081

Opdracht : GA222233

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 11 woningen

Locatie : A/d Bertus Aafjesh te Hoensbroek

Datum : 23-12-2022

Conus : S15-CFI.2081

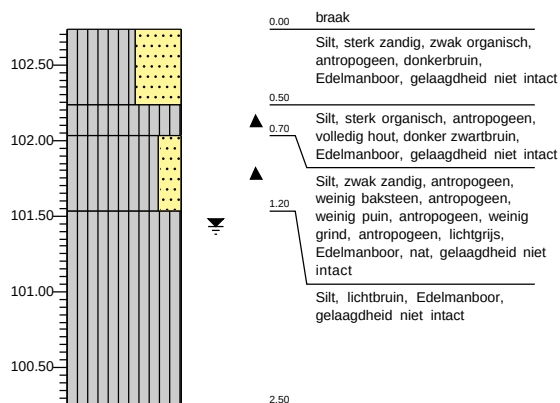
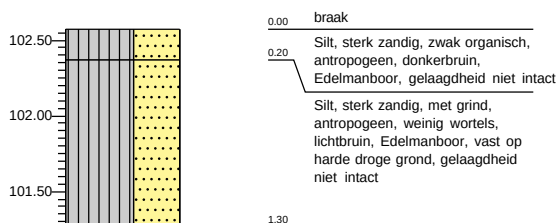
Opdracht : GA222233

Sondering : 06

Bijlage 3 Handboringen

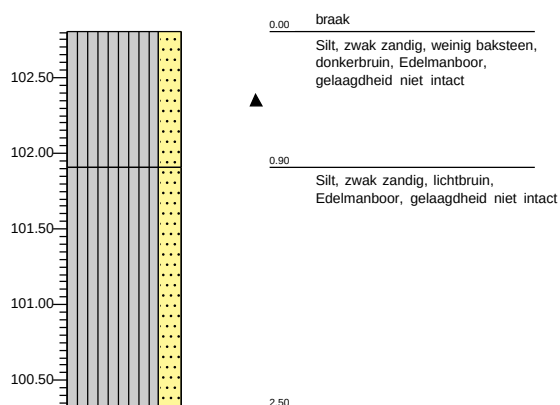
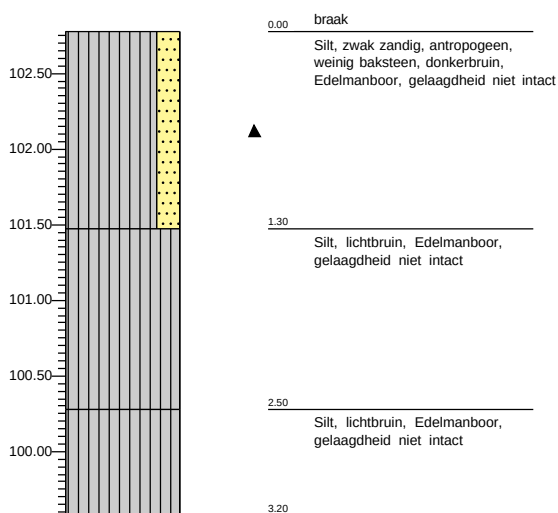
Boring: DB01
Maaiveldhoogte: 102.573 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 23-12-2022

Boring: DB02
Maaiveldhoogte: 102.735 m.t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand(cm.-mv.): 130
Datum: 23-12-2022
Opmerking: hangwater op 130, wat wel zakt tijdens boren, maar weer heel langzaam terug keert



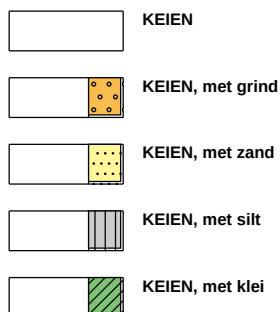
Boring: DB03
Maaiveldhoogte: 102.776 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 23-12-2022

Boring: DB04
Maaiveldhoogte: 102.806 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 23-12-2022



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

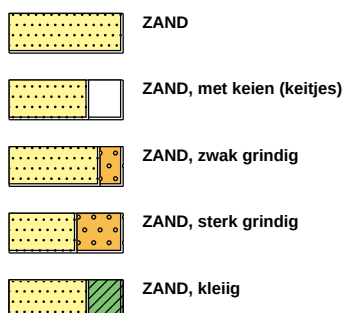
KEIEN (KEITJES)



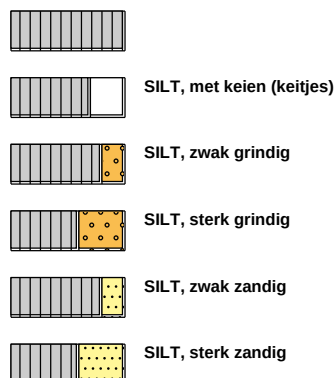
GRIND



ZAND



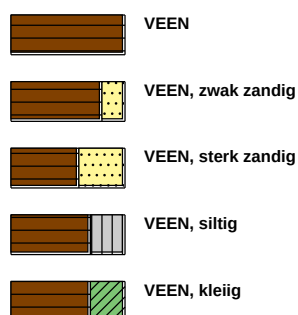
SILT



KLEI



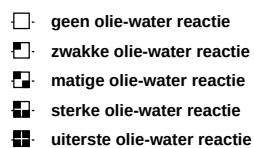
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



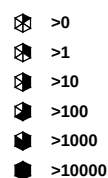
geur



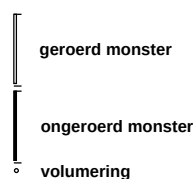
olie



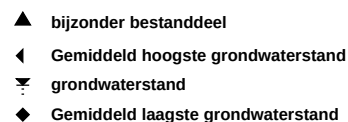
p.i.d.-waarde



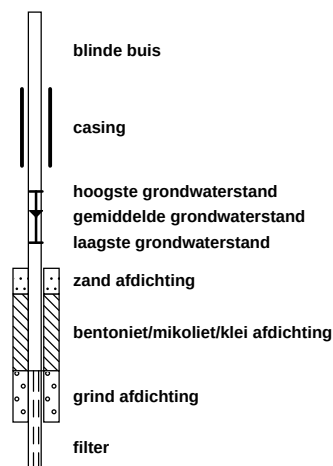
monsters



overig



peilbuis



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 $t = t_0$

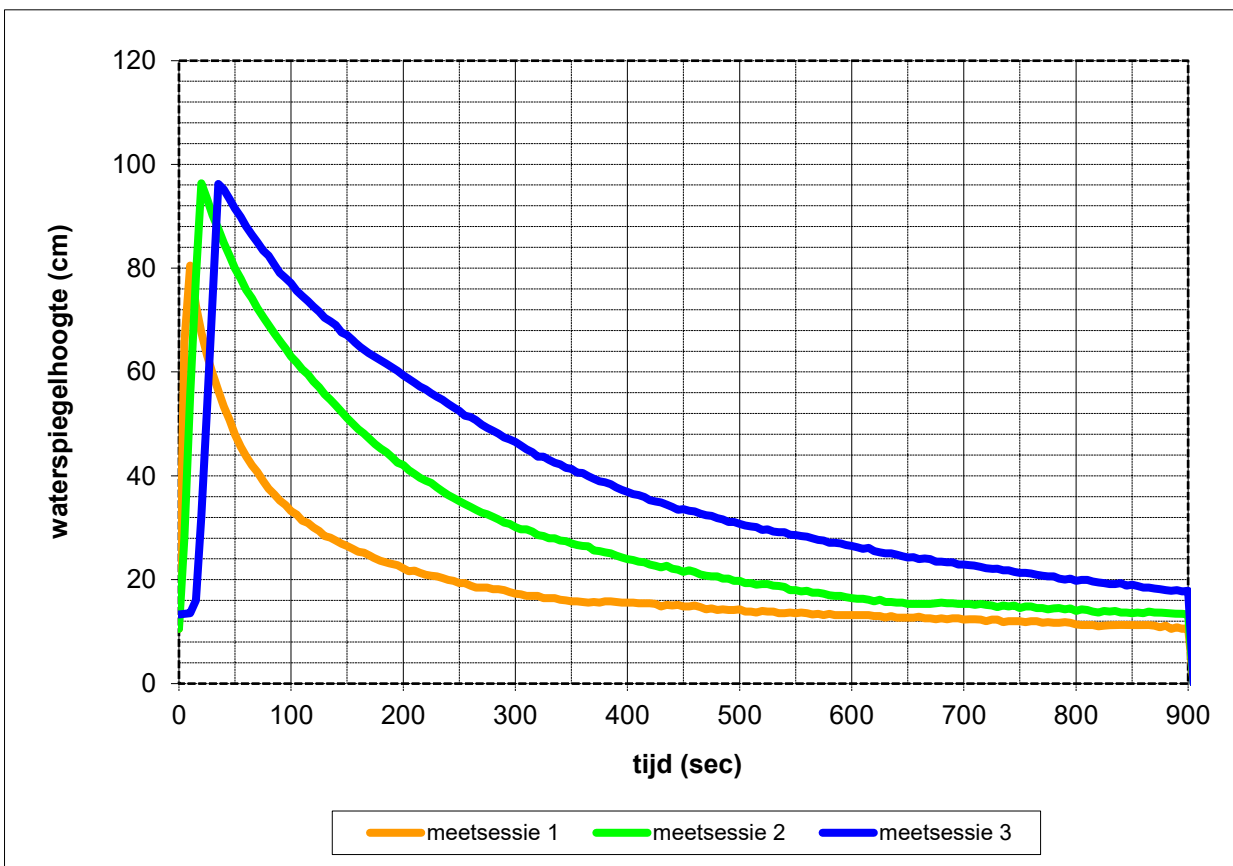
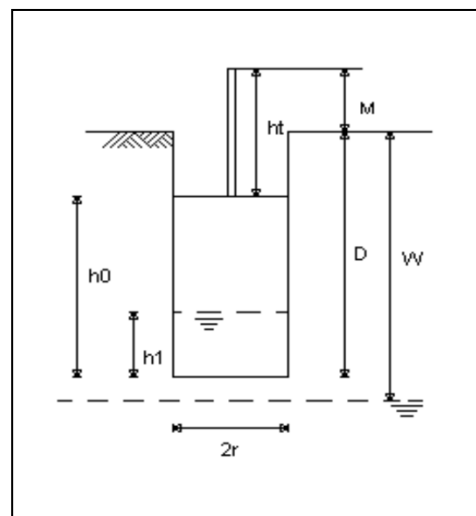
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	130	cm
Standaardhoogte	M :	70	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meet sessie 1

t_0 =	200	sec
h_0 =	22,20	cm
t_1 =	500	sec
h_1 =	14,27	cm
k_f =	2,34E-05	m/s
k_f =	2,03	m/dag
rc =	-2,64E-04	m/s

Meet sessie 2

t_0 =	300	sec
h_0 =	30,13	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	13,97	cm
k_f =	2,47E-05	m/s
k_f =	2,14	m/dag
rc =	-3,23E-04	m/s

Meet sessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	30,72	cm
t_1 =	880	sec
h_1 =	18,00	cm
k_f =	2,29E-05	m/s
k_f =	1,98	m/dag
rc =	-3,35E-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 $t = t_0$

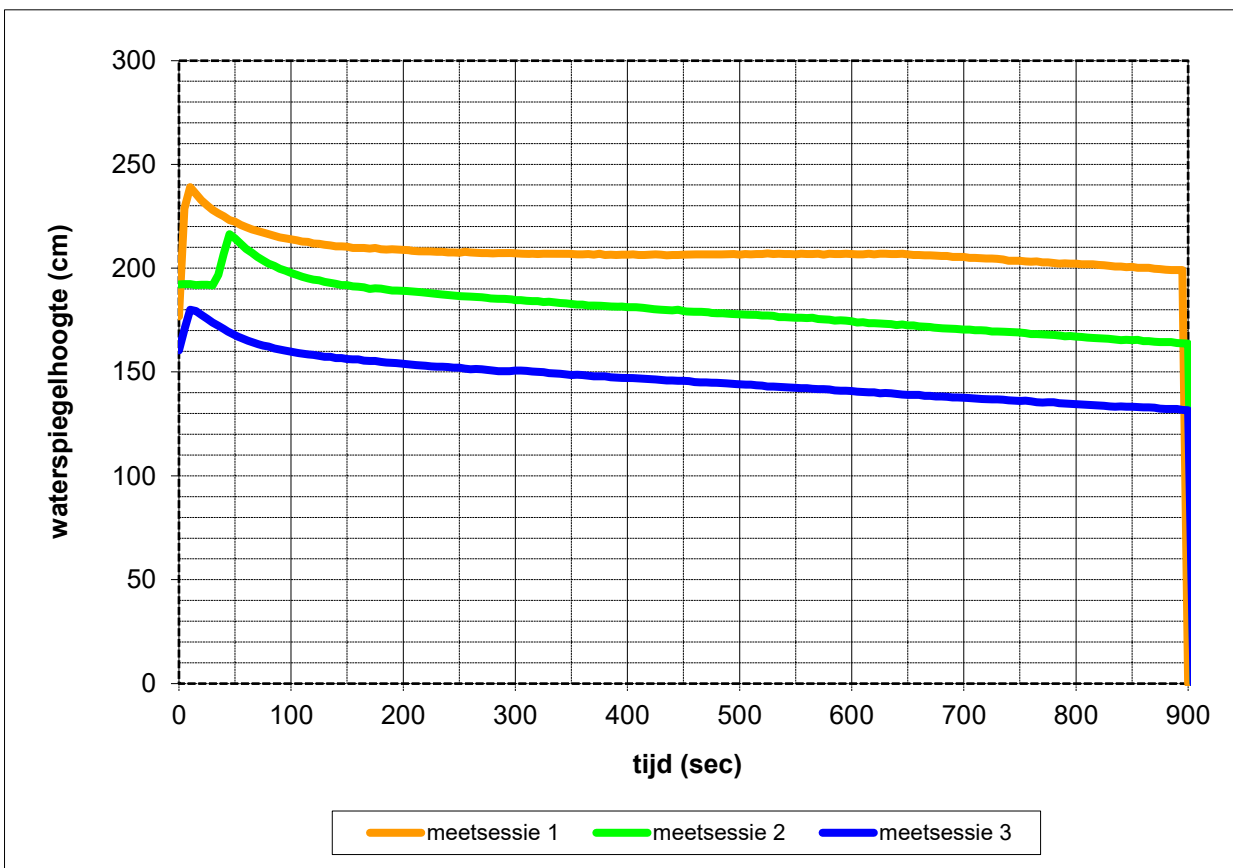
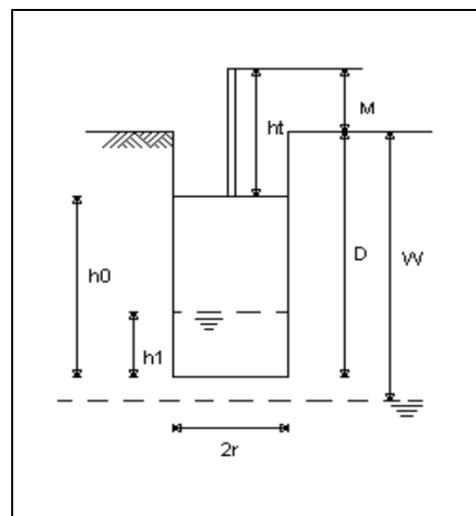
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

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 =	80	sec
h_0 =	216,43	cm
t_1 =	250	sec
h_1 =	207,33	cm
k_f =	4,38E-06	m/s
k_f =	0,38	m/dag
rc =	-5,35E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	181,14	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	167,03	cm
k_f =	3,51E-06	m/s
k_f =	0,30	m/dag
rc =	-3,53E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	147,08	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	134,48	cm
k_f =	3,87E-06	m/s
k_f =	0,33	m/dag
rc =	-3,15E-04	m/s

Projectomschrijving: Nieuwbouw woningen
 Locatie: A/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
 Boornummer: DB03

Opdrachtnr. GA22233
 Traject (m-mv) 1,5 - 2,5
 Meting DM03

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 $t = t_0$

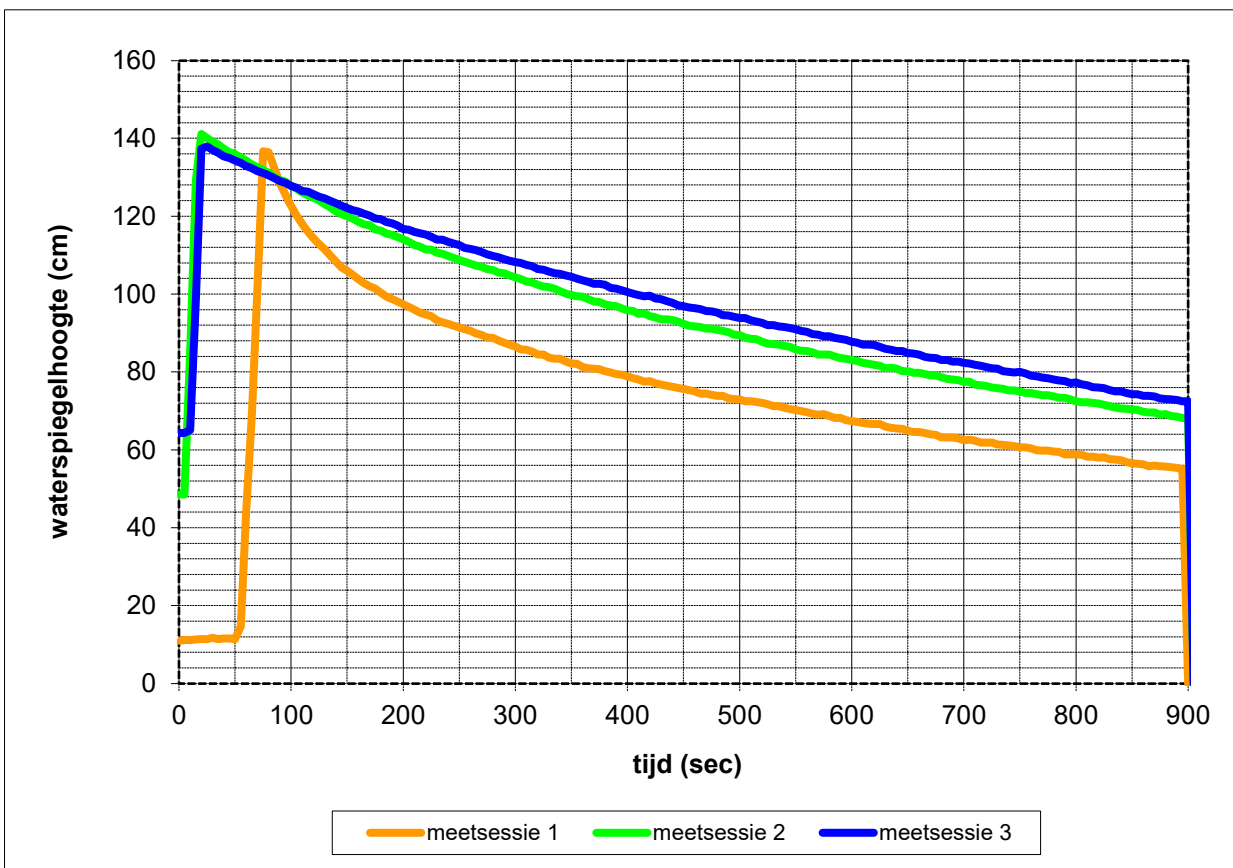
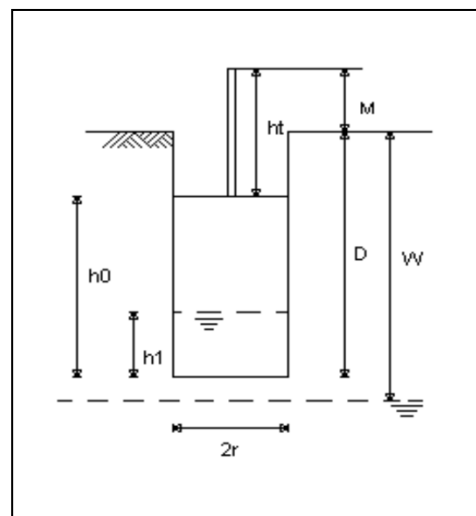
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	78,85	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	58,84	cm
k_f =	1,25E-05	m/s
k_f =	1,08	m/dag
rc =	-5,00E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	95,83	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	72,49	cm
k_f =	1,19E-05	m/s
k_f =	1,03	m/dag
rc =	-5,83E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	100,49	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	77,33	cm
k_f =	1,12E-05	m/s
k_f =	0,97	m/dag
rc =	-5,79E-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 $t = t_0$

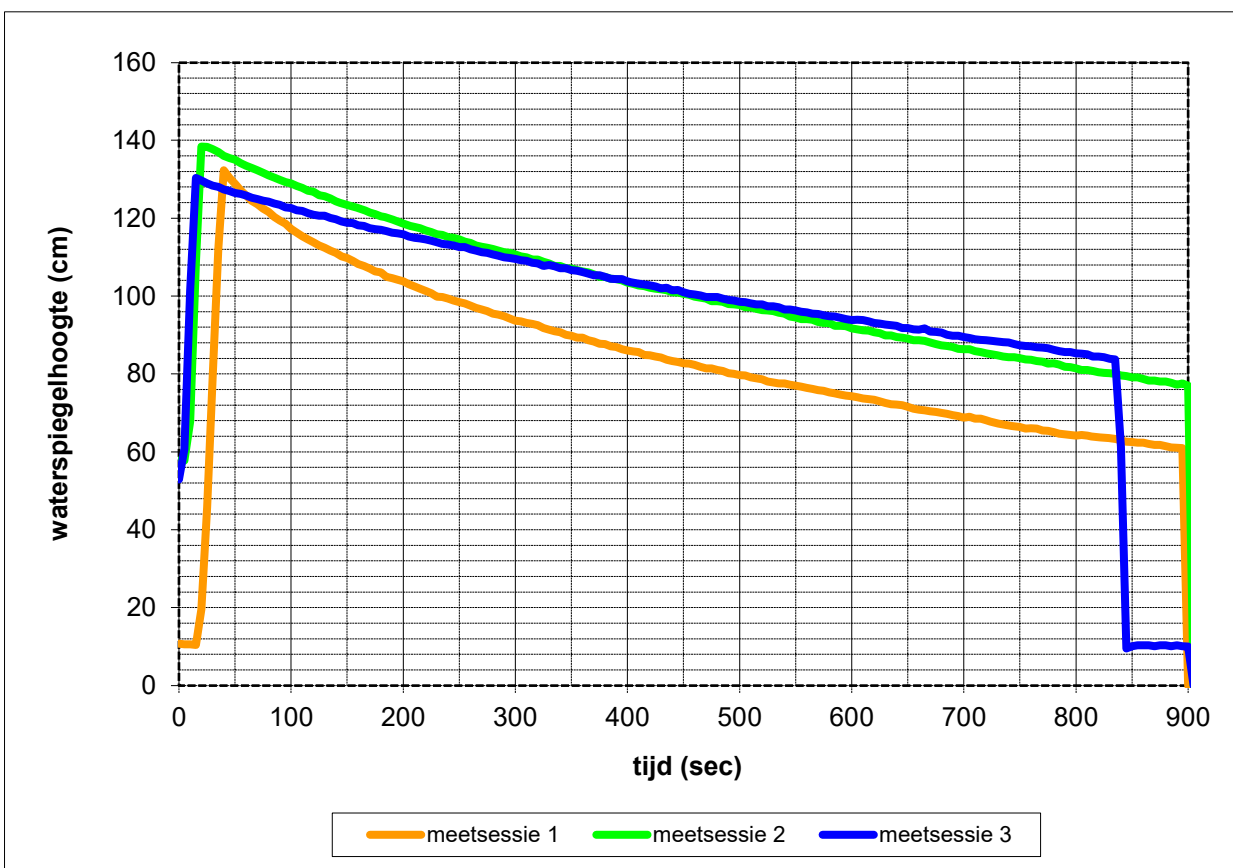
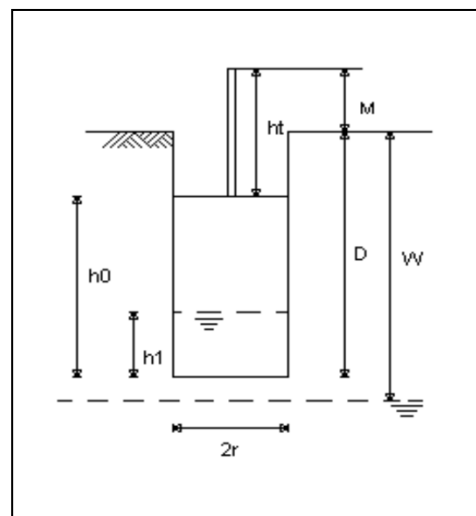
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	86,08	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	64,20	cm
k_f =	1,25E-05	m/s
k_f =	1,08	m/dag
rc =	-5,47E-04	m/s

Meetessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	103,46	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	81,47	cm
k_f =	1,02E-05	m/s
k_f =	0,89	m/dag
rc =	-5,50E-04	m/s

Meetessie 3

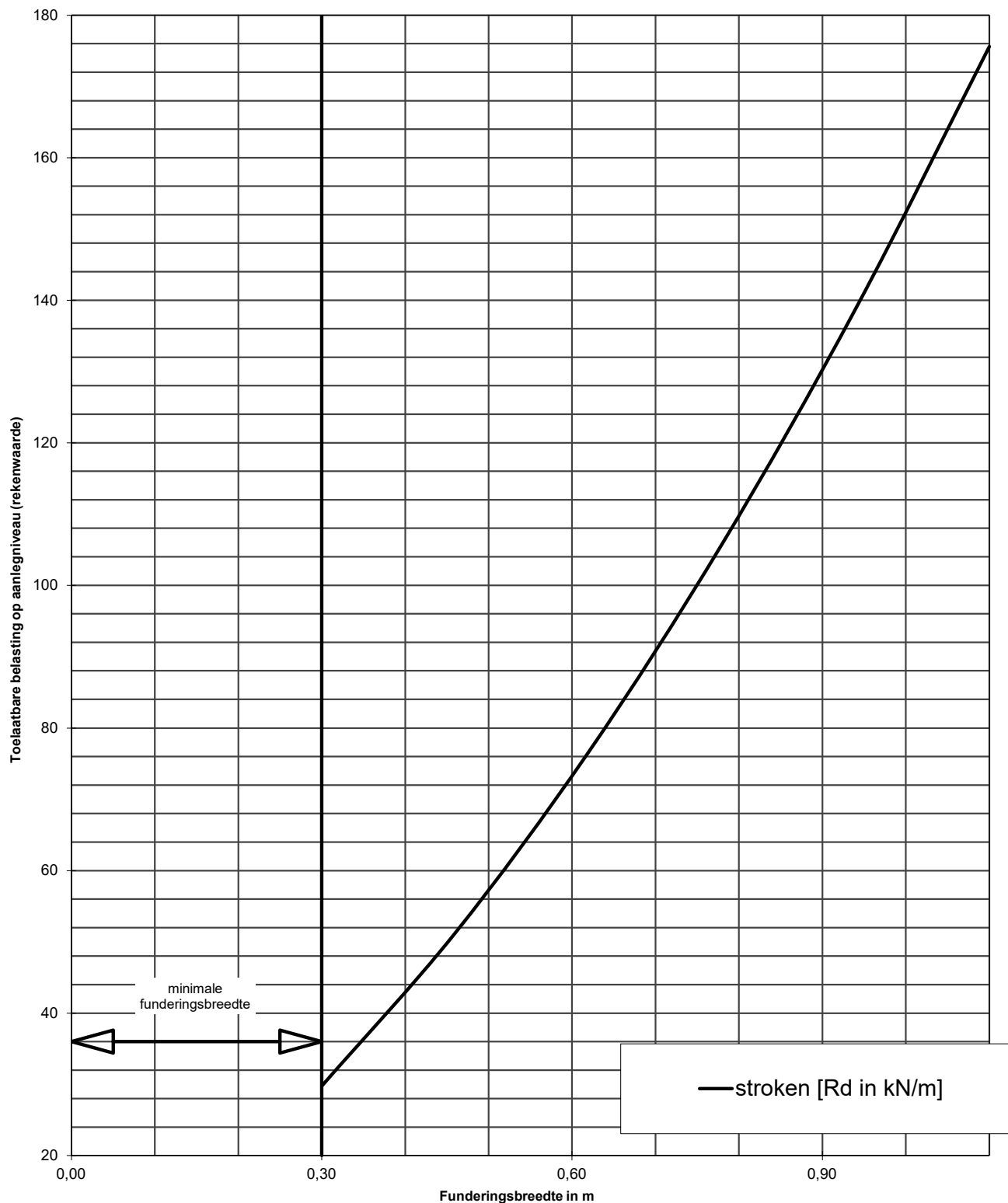
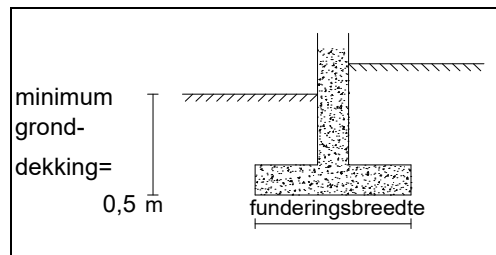
t_0 =	400	sec
h_0 =	103,75	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	85,32	cm
k_f =	8,39E-06	m/s
k_f =	0,73	m/dag
rc =	-4,61E-04	m/s

Bijlage 5 Funderingsdrukdiagrammen

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

Bijlagenr. : GA222233
Project : Nieuwbouw 11 woningen
Locatie : A/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
Grondsoort : Leem

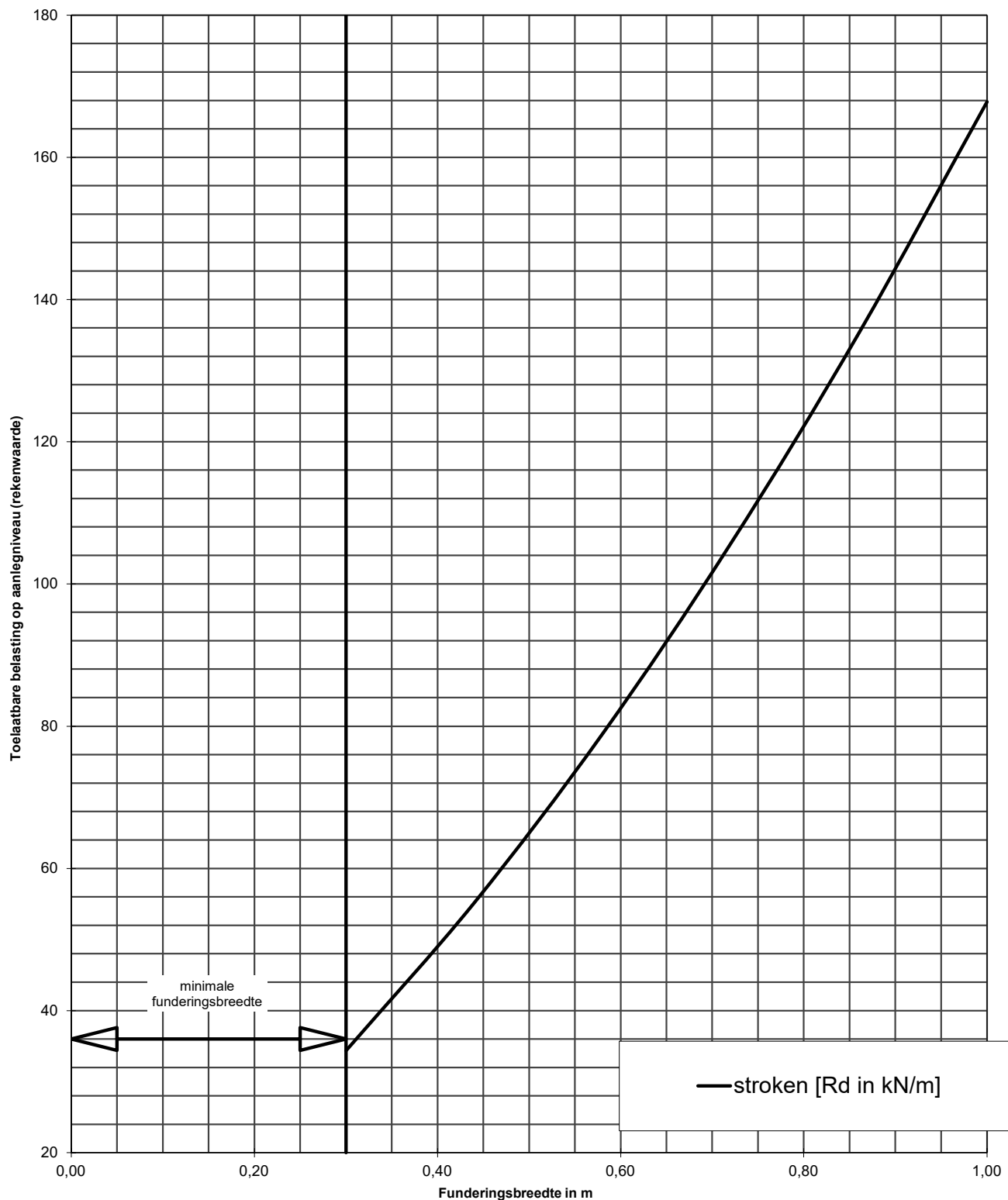
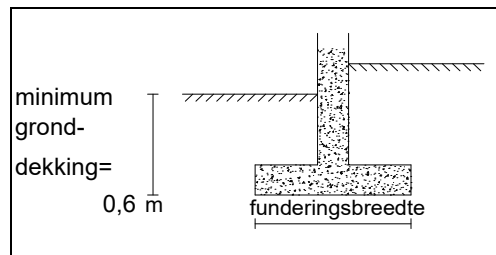
Volumiek gewicht : $19,0 \text{ kN/m}^3$
Hoek inw. wrijving : $28,0 \text{ graden}$
Cohesie : $0,0 \text{ kN/m}^2$



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

Bijlagenr. : GA222233
Project : Nieuwbouw 11 woningen
Locatie : A/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
Grondsoort : Leem

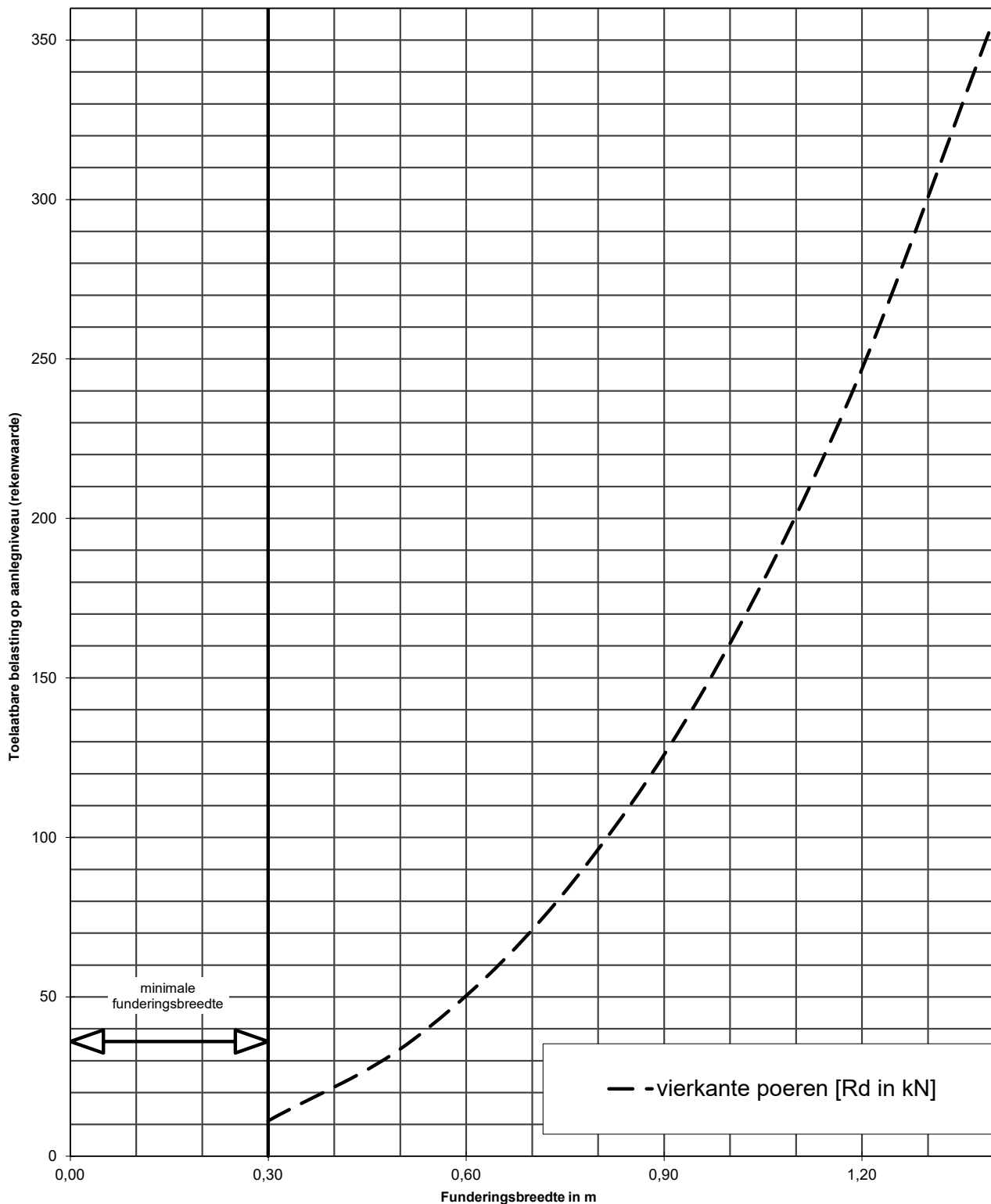
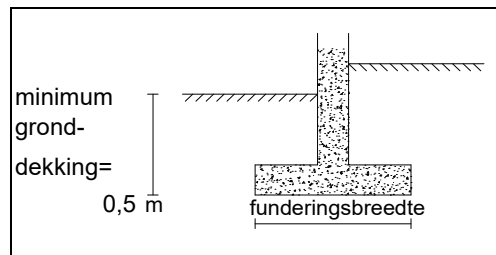
Volumiek gewicht : $19,0 \text{ kN/m}^3$
Hoek inw. wrijving : $28,0 \text{ graden}$
Cohesie : $0,0 \text{ kN/m}^2$



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

Bijlagenr. : GA222233
 Project : Nieuwbouw 11 woningen
 Locatie : A/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
 Grondsoort : Leem

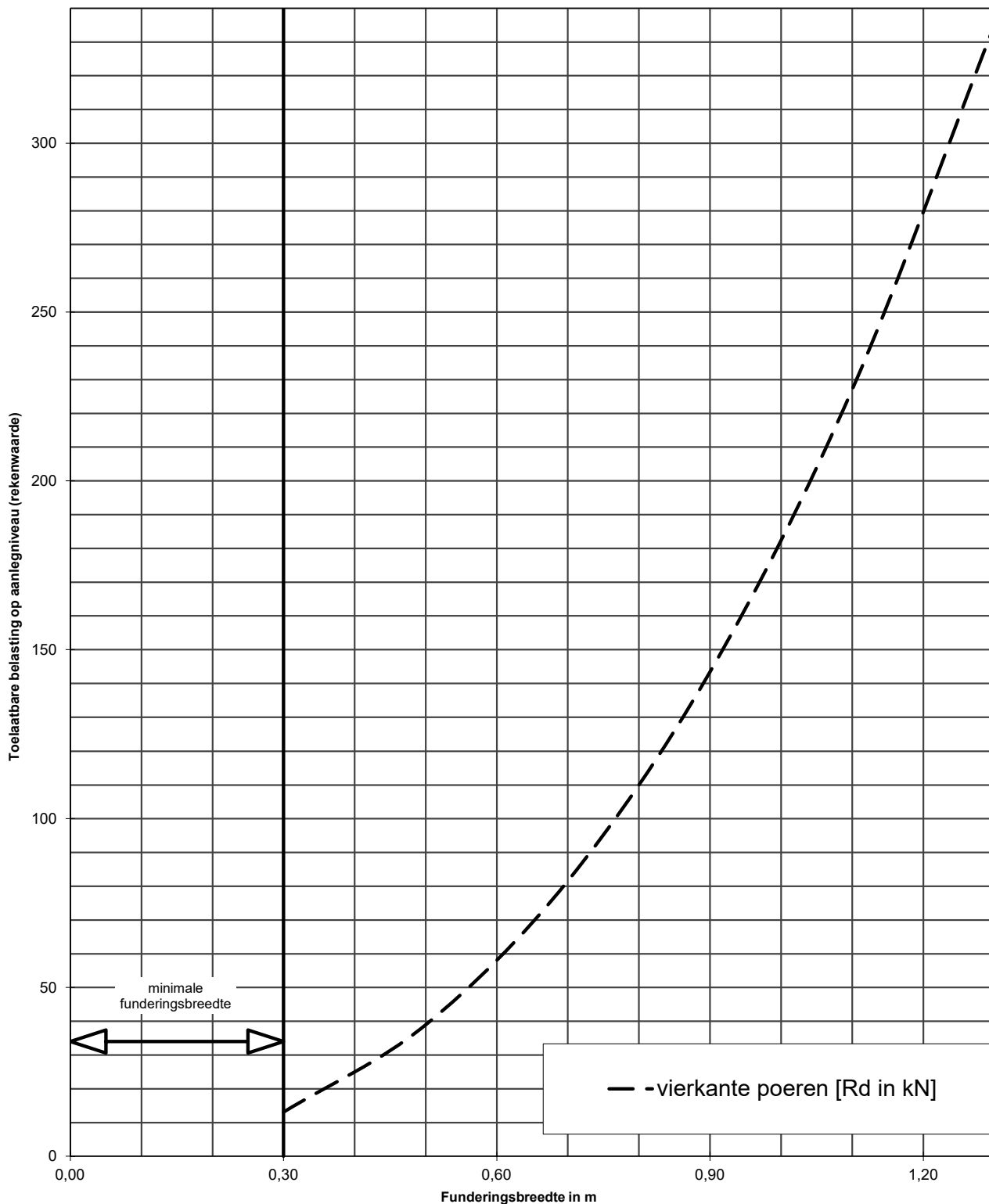
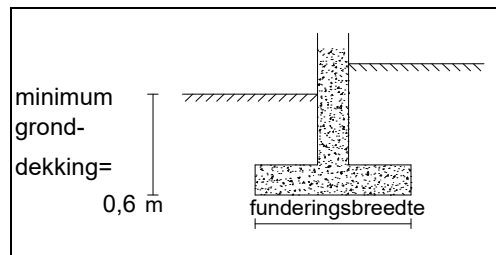
Volumiek gewicht : 19,0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 28,0 graden
 Cohesie : 0,0 kN/m²



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

Bijlagenr. : GA222233
Project : Nieuwbouw 11 woningen
Locatie : A/d Bertus Aafjeshof te Hoensbroek
Grondsoort : Leem

Volumiek gewicht : 19,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 28,0 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 6 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 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;
 - Pakketten tot maximaal ca. 1,0 m dikte m kunnen middels een handsondering gecontroleerd worden. De conusweerstand dient tot een diepte van 1,0 m gelijkmatig op te lopen tot 10 MN/m²;
 - 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;
- De dichtheid moet 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

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