

# Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning met bijgebouwen aan de Doornweg 15a te Zwolle

GA220944.R01.V1.0

28 juli 2022



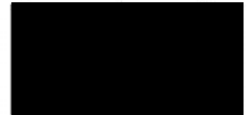
# Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning met bijgebouwen aan de Doornweg 15a te Zwolle

Documentnummer GA220944.R01.V1.0

28 juli 2022

## Opdrachtgever



## Architect

Sec Architecten

Oudestraat 131

8261 CK Kampen

## Constructeur

Bouwhuis bouwtechniek bv

De Stroekeld 4-a

7462 ZB Rijssen

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Geotechnisch adviseur	[Redacted]	[Redacted]
Collegiale toets	[Redacted]	[Redacted]

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Samenvatting .....</b>	<b>4</b>
1.1	Algemeen	4
<b>2</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Projectuitgangspunten.....</b>	<b>6</b>
3.1	Constructieve uitgangspunten	6
3.2	Geotechnische uitgangspunten	6
<b>4</b>	<b>Grondonderzoek .....</b>	<b>7</b>
4.1	Onderzoeksopzet	7
4.2	Inmeting	7
4.3	Diepsonderingen	7
4.4	Handboringen	8
4.5	Grondwater	8
<b>5</b>	<b>Bodemgesteldheid .....</b>	<b>9</b>
5.1	Terreingesteldheid en projectomgeving	9
5.2	Bodemopbouw	9
5.3	Geohydrologische situatie	9
<b>6</b>	<b>Funderingsadvies .....</b>	<b>11</b>
6.1	Algemeen	11
6.2	Uitgangspunten funderingsberekening	11
6.3	Minimaal ontgravingsniveau	12
6.4	Resultaat funderingsberekening	12
6.5	Vloeren	13
<b>7</b>	<b>Uitvoeringsaspecten.....</b>	<b>14</b>
7.1	Grondwerk en/of ontgravingen	14
7.2	Begaanbaarheid terrein	14

## Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boorstaten

Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

Bijlage 5 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

# 1 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een samenvatting opgenomen van de uitgevoerde werkzaamheden en resultaten van het grondonderzoek/het advies.

## 1.1 Algemeen

Aan de Doornweg 15a te Zwolle is de nieuwbouw van een vrijstaande woning met bijgebouwen gepland. Ten behoeve van de nieuwbouw zijn in totaal negen diepsonderingen en twee handboringen uitgevoerd. SW01 kon niet uitgevoerd worden vanwege de onbereikbaarheid van de locatie. Uit het grondonderzoek volgt een globale bodemopbouw bestaande uit een zettingsgevoelige toplaag van ca. 1,0 m met daaronder een draagkrachtig zandpakket tot de maximaal verkende diepte. Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructie en de aangetroffen bodemopbouw wordt geadviseerd een fundering op staal toe te passen, uitgaande van stroken, poeren en zelfdragende vloeren. De fundering kan na een beperkte grondverbetering worden gerealiseerd.

# 2 Inleiding

Door [REDACTED] werd op 31 mei 2022 aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn nodig voor de nieuwbouw van een woning met bijgebouwen aan de Doornweg 15a te Zwolle. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 2.1.

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 constructieve tekening die door de constructeur dient te worden opgesteld.

## Leeswijzer

Hoofdstuk	Onderwerp
3	Gehanteerde projectuitgangspunten voorliggend funderingsadvies
4	Beschrijving uitgevoerd grondonderzoek
5	Resultaten onderzoeken en beschrijving bodemopbouw
6	Funderingsadvies
7	Uitvoeringsaspecten



Figuur 2.1 Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: Google Earth]

# 3 Projectuitgangspunten

Een omschrijving van het project en de voor het funderingsadvies benodigde constructieve en geotechnische uitgangspunten zijn in onderstaand hoofdstuk omschreven.

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.

## 3.1 Constructieve uitgangspunten

Aan de Doornweg 15a te Zwolle is de nieuwbouw van een vrijstaande woning met bijgebouwen gepland. Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een ontwerpfase.

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

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen met kap;
- De nieuwbouw wordt niet van kelder/kruipruimte voorzien;
- Bouwpeil wordt aangenomen op ca. NAP +2,1 m op basis van ingemeten terreinhoogten. Uitgaande van een minimale vorstvrije aanleg op 0,8 m- maaiveld, komt de onderkant van de funderingsstrook of -poer overeen met ca. NAP +1,3 m.
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen [ $V_{d,strook}$ ] zijn door de constructeur indicatief opgegeven en bedragen maximaal 140 kN/m<sup>1</sup>. Voor de poeren zijn kolombelastingen [ $V_{d,puntlast}$ ] opgegeven van 40 kN/kolom;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.

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.

## 3.2 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 aannahme 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. De specifieke uitgangspunten van de fundering op staal zijn opgenomen in het hoofdstuk 'Funderingsadvies'.

# 4 Grondonderzoek

Door de opdrachtgever is de opzet en omvang van het uitgevoerde grondonderzoek bepaald. Het uitgevoerde grondonderzoek is per onderdeel in dit hoofdstuk omschreven.

## 4.1 Onderzoeksopzet

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in juni 2022 in totaal negen diepsonderingen en twee handboringen uitgevoerd. De sonderingen zijn deels uitgevoerd met een midi-sondeerrups en inpartijdig met de mini-sondeerrups. Sondering SW01 is vanwege onbereikbaarheid van de locatie niet uitgevoerd. Tevens vallen niet alle sonderingen op de contouren van de nieuwbouw als gevolg van de aanwezige bebouwing op locatie ten tijde van uitvoering.

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 is het resultaat van archiefgegevens en het grondonderzoek omschreven, welke in de bijlagen 1 t/m 3 zijn opgenomen. In hoofdstuk 5 is de interpretatie van het resultaat beschreven.

## 4.2 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA220944.T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 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.

## 4.3 Diepsonderingen

De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012. De sondeergrafieken zijn genummerd SW02 t/m SW10 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. Het resultaat van de sonderingen is opgenomen in Bijlage 2.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

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 4.3.1 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.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

## 4.4 Handboringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens twee handboringen (genummerd HB01 en HB02) tot ca. 2,5 en 2,8 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020, uitgaande van boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

## 4.5 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek wordt handmatig in de sondeer- en/of boorgaten naar de op dat moment aanwezige grondwaterstand gepeild. Het peilen vindt plaats met behulp van een (elektronische) peilklok. Daarnaast wordt, indien aanwezig en mogelijk, ook het nabij gelegen open waterpeil ingemeten.

Het resultaat van de uitgevoerde metingen zijn opgenomen in paragraaf 5.3 'Geohydrologische situatie'.



# 5 Bodemgesteldheid

In dit hoofdstuk is een interpretatie uitgevoerd van de verzamelde feitelijke informatie uit hoofdstuk 4. Het resultaat is omschreven in een bodemopbouw en geohydrologische situatie.

## 5.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +2,50 m tot NAP +1,50 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten kent het terrein een hoogteverschil van ca. 1,0 m. Tevens is de hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten. Het resultaat is in onderstaande Tabel 5.1.1 weergegeven.

Tabel 5.1.1 Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Meetpunt A	+1,87
Meetpunt B	+1,87
Vloer C	+2,01

Het terrein is momenteel nog deels bebouwd. In de schuur waarin in pandig gesondeerd is, was een klinker-/tegelerharding aanwezig. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel behalve ter hoogte van sondering 01, welke onbereikbaar bleek.

## 5.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 5.2.1.

Tabel 5.2.1 bodemopbouw

Laag	Onderkant laag in m t.o.v. NAP	Grondsoort, conditie, bijmenging en (bijzonderheden)
-	m.v.	Braakliggend/klinkerverharding
1	+1,0 à +0,0 m	Losgepakt zand met siltig materiaal, geroerd
2	ca. -14,0 (max. verkende diepte)	Losgepakt tot vastgepakt zand

## 5.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in het boorgat vastgesteld op een diepte van ca. 2,2 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP -0,2 m à NAP -0,5 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, 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, kunnen alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

Voor dit adviesrapport is voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP -0,2 m gehanteerd.

# 6 Funderingsadvies

In onderstaand hoofdstuk is het funderingsadvies voor het nieuwbouw project uitgewerkt. Aspecten als type fundering, berekeningsmethode, aanlegniveau's, afmetingen van funderingselementen en geotechnische draagkracht van de fundering op staal komen aan bod. Voor zaken omtrent het aanbrengen van de fundering en aanverwante aspecten wordt verwezen naar hoofdstuk 7 "Uitvoeringsaspecten".

## 6.1 Algemeen

Geadviseerd wordt een fundering op staal toe te passen. 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. Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructie en de aangetroffen bodemopbouw is in overleg met de constructeur uitgegaan van een fundering op stroken en poeren. Onderstaand is de fundering op staal verder uitgewerkt.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft de geotechnische draagkracht, welke wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur of leverancier moeten constructieve aspecten van de fundering op staal 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 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 3.2 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel 6.2.1 vermeld.

Tabel 6.2.1 berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Volumiek gewicht, gronddekking <sup>1)</sup>	$\gamma'_{dekking;gem;k}$	17,0 kN/m <sup>3</sup>
Grondwaterstand	–	NAP -0,2 m
Volumiek gewicht water	$\gamma'_{water;k}$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
Volumiek gewicht, grond onder fundering <sup>1)</sup>	$\gamma'_{gem;k}$	15,0 kN/m <sup>3</sup>
Hoek van inwendige wrijving onder fundering <sup>1)</sup>	$\phi'_{gem;k}$	30,0 °
Cohesie <sup>1)</sup>	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	$\gamma_\gamma$	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_\phi$	1,15 <sup>2)</sup>
Partiële factor cohesie	$\gamma_c$	1,60
Draagkrachtfactoren ( $N_c$ , $N_q$ en $N_\gamma$ )	$N_c$ , $N_q$ en $N_\gamma$	conform NEN 9997-1
Stijfheid constructie	-	<u>niet</u> -stijf bouwwerk

Index:

<sup>1)</sup> = gewogen gemiddelde, conform NEN 9997-1 volgens 6.5.2.2(n)

<sup>2)</sup> = van toepassing op  $\tan \phi'$

## 6.3 Minimaal ontgravingsniveau

In Tabel 6.3.1 zijn de minimale ontgravingsniveaus per sondering gegeven. Vanaf dit niveau dient de grondverbetering te worden opgebouwd tot aan het aanlegniveau van de fundering. Op deze wijze ontstaat een draagkrachtige ondergrond met grondeigenschappen conform Tabel 6.2.1. 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. Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in de 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 6.3.1 aan te houden niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering Nr.	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilniveau [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau* [m t.o.v. NAP]
SW02	+1,51	+2,10	+1,30	+0,00
SW03	+2,02			+1,30
SW04	+1,69			+0,50
SW05	+1,74			+0,50
SW06	+1,79			+0,50
SW07	+2,04			+0,75
SW08	+2,44			+1,00
SW09	+2,49			+1,30
SW10	+1,99			+1,00

..\* In verband met de sloop van de huidige bebouwing zal de grond mogelijk dieper geroerd raken, waardoor ook dieper ontgraven dient te worden tot het vaste zand

Indien een hoger aanlegniveau wordt gehanteerd dan in Tabel 6.3.1 is vermeld, is te allen tijde een grondverbetering noodzakelijk tot het aangegeven minimale ontgravingsniveau. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is eveneens toegestaan.

## 6.4 Resultaat funderingsberekening

Voor de nieuwbouw komt een fundering op (beton) stroken en poeren in aanmerking. Conform paragraaf 3.1 bedraagt het (vorstvrije) aanlegniveau van de stroken en poeren ca. NAP +1,3 m. Voor de permanente gronddekking naast de stroken en poeren is een dikte aangehouden van 0,5 meter.

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in Bijlage 4. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een grondwaterstand op NAP -0,2 m.

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 5 tot 10 mm voor de stroken en omtrent 5 mm voor de poeren. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%. Naar verwachting vinden de meeste zettingen tijdens de bouw plaats.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 11,8 MN/m<sup>3</sup> voor de strookfundering en ca. 25,0 MN/m<sup>3</sup> voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter beoordeling van de constructeur.

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).

## 6.5 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op een aangebrachte grondverbetering worden aangelegd. Hiervoor dienen dezelfde ontgravingsniveaus aangehouden te worden zoals aangegeven in tabel 6.3.1. Praktisch gezien kan de grondverbetering onder de funderingselementen worden doorgezet tot onderkant vloer. Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen.

De mate van wapening in de vloeren dient te worden bepaald door de constructeur of leverancier op basis van alleen de constructieve (boven)belastingen.

Uiteraard kunnen de vloeren ook vrijdragend worden uitgevoerd.

# 7 Uitvoeringsaspecten

De in dit hoofdstuk opgenomen onderwerpen hebben betrekking op de uitvoering van de fundering op staal en aanverwante aspecten vanuit voorliggend advies en/of geotechnisch oogpunt.

## 7.1 Grondwerk en/of ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van een grondverbetering ten behoeve van de fundering is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 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 5 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Wij adviseren alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen de grondwaterstand te verifiëren. De grondwaterstand is op NAP -0,2 m à NAP -0,5 m aangetroffen waardoor mogelijk een bemaling noodzakelijk is. De controle van de grondwaterstand kan middels het graven van één of meerdere proefgaten en/of het plaatsen van peilbuizen. Het is aan te bevelen dit ten minste 1 maand voor aanvang uit te voeren en de grondwaterstand regelmatig vast te stellen.

Alle ontgravingsvlakken dienen zorgvuldig en in droge toestand te worden afgetrild met een trilplaat of -wals. Indien de bovenste laag hierdoor wordt losgetrild, dient deze te worden nage-trild met een lichte trilplaat. Zodoende worden ontgravingsverstoringen teniet gedaan en wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

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 en/of plaatselijk geroerde toplagen;
- Steile taluds;
- Uitspoeling door regenwater;

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.

## 7.2 Begaanbaarheid terrein

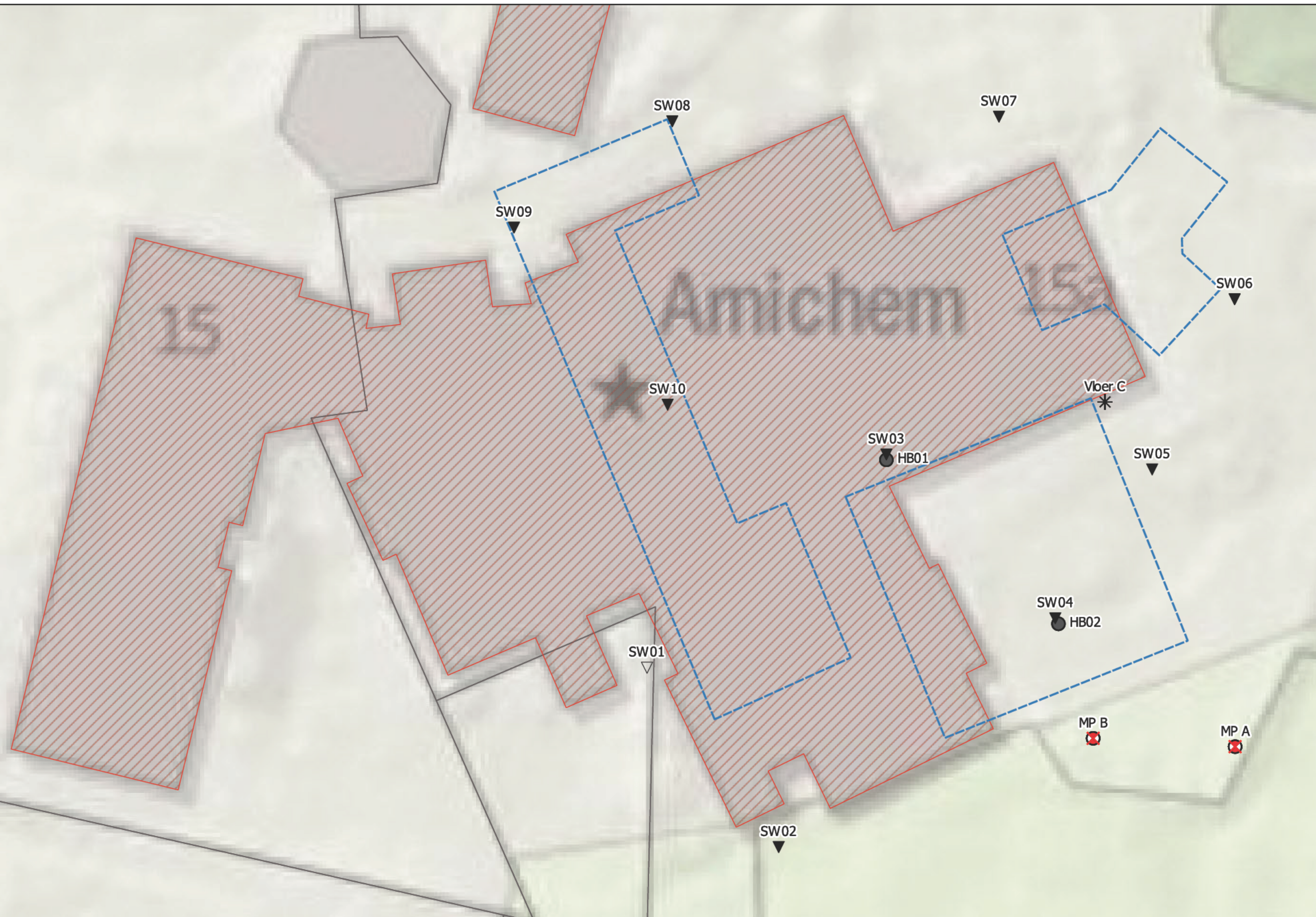
Voor de begaanbaarheid van het terrein en het manoeuvreren van eventueel materieel is het noodzakelijk een draagkrachtige ondergrond te hebben. De benodigde draagkracht is afhankelijk van het gewicht van het materieel, de heersende grondwaterstand en het toepassen van eventuele (dragline) schotten. Het wordt te allen tijde aanbevolen om voor aanvang van de werkzaamheden de terreinomstandigheden te controleren en indien nodig voorzorgmaatregelen te treffen. Indien gewenst kan Geonius hiervoor een ontwerp opstellen, terreininspectie uitvoeren, metingen verrichten en dergelijke.



# Bijlage 1 Situatietekening






Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW02	205868.236	506143.511	1.51
SW03	205873.966	506164.389	2.02
SW04	205882.957	506155.682	1.69
SW05	205888.111	506163.599	1.74
SW06	205892.504	506172.653	1.79
SW07	205879.960	506182.357	2.04
SW08	205862.572	506182.113	2.44
SW09	205854.148	506176.459	2.49
SW10	205862.325	506167.042	1.99
HB02	205883.126	506155.668	1.70
Coördinaten vaste punten			
MP A	205892.527	506149.135	1.87
MP B	205884.972	506149.577	1.87
Vloer C	205885.604	506167.470	2.01

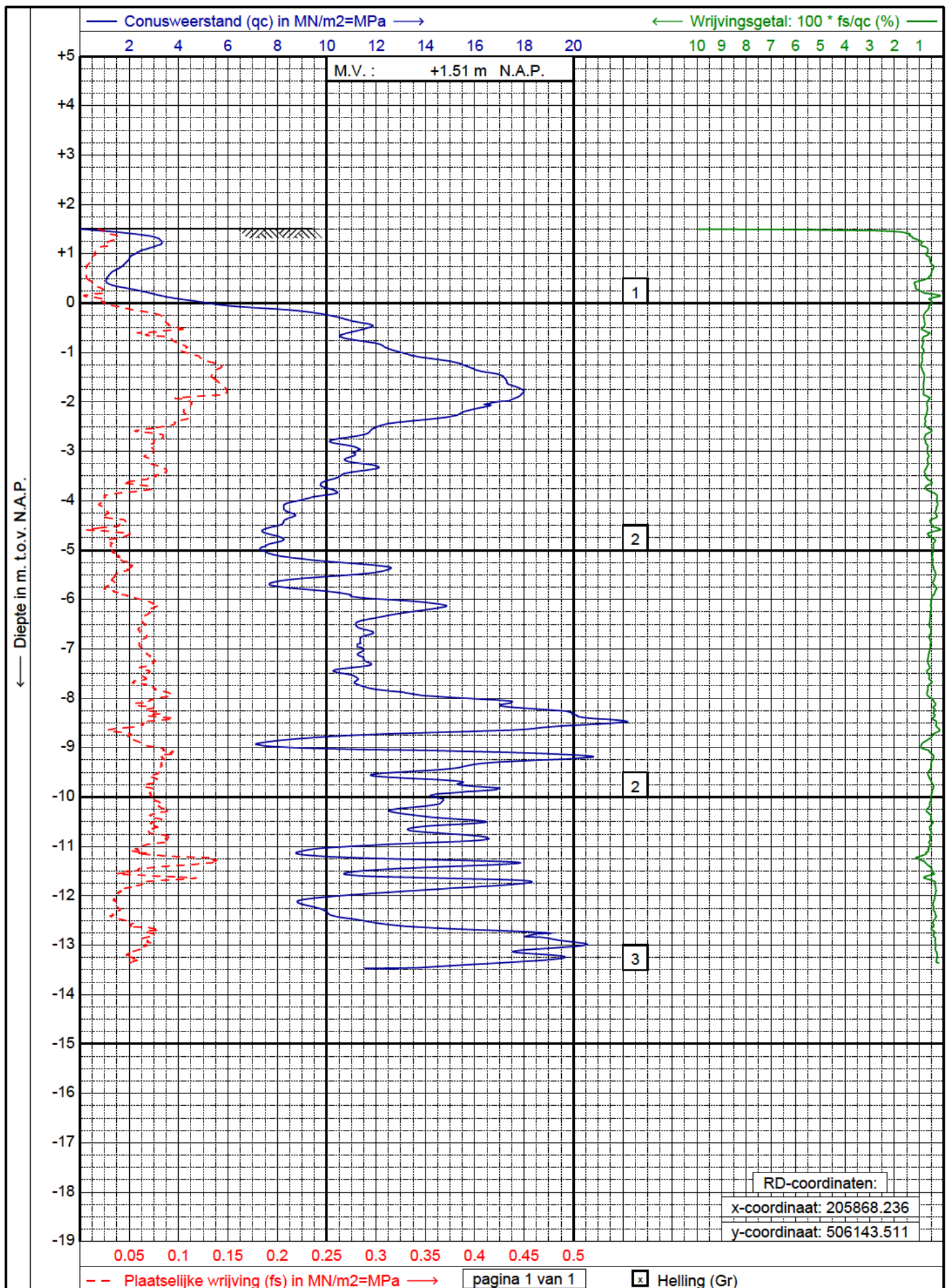


**SW** ▼ Sondering met kleef  
**HB** ● Nieuw/huidig onderzoek  
**HB** ● Handboring  
**MP** ● Meetpunt  
**\*** Vloer  
**[Blue dashed box]** Geplande nieuwbouw  
**Ondergrond**  
**[Red hatched]** Bebouwing  
**[White box]** Percelen  
**Achtergrond**

Project	Woning met bijgebouwen aan De Doornweg 15a te Zwolle		
Locatie			
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA220944	Projectleider	██████████
Bijlagenr	T01	Getekend	██████████
Datum	7-7-2022	Formaat	A3

**GEONIUS**   
 Geonius Geotechniek +31 (0) 88 1300 600 De Asselen Kull 10 6161 RD Geleen www.geonius.nl  
 Schaal 1:200  
 0 2 4 6 8 10 m   


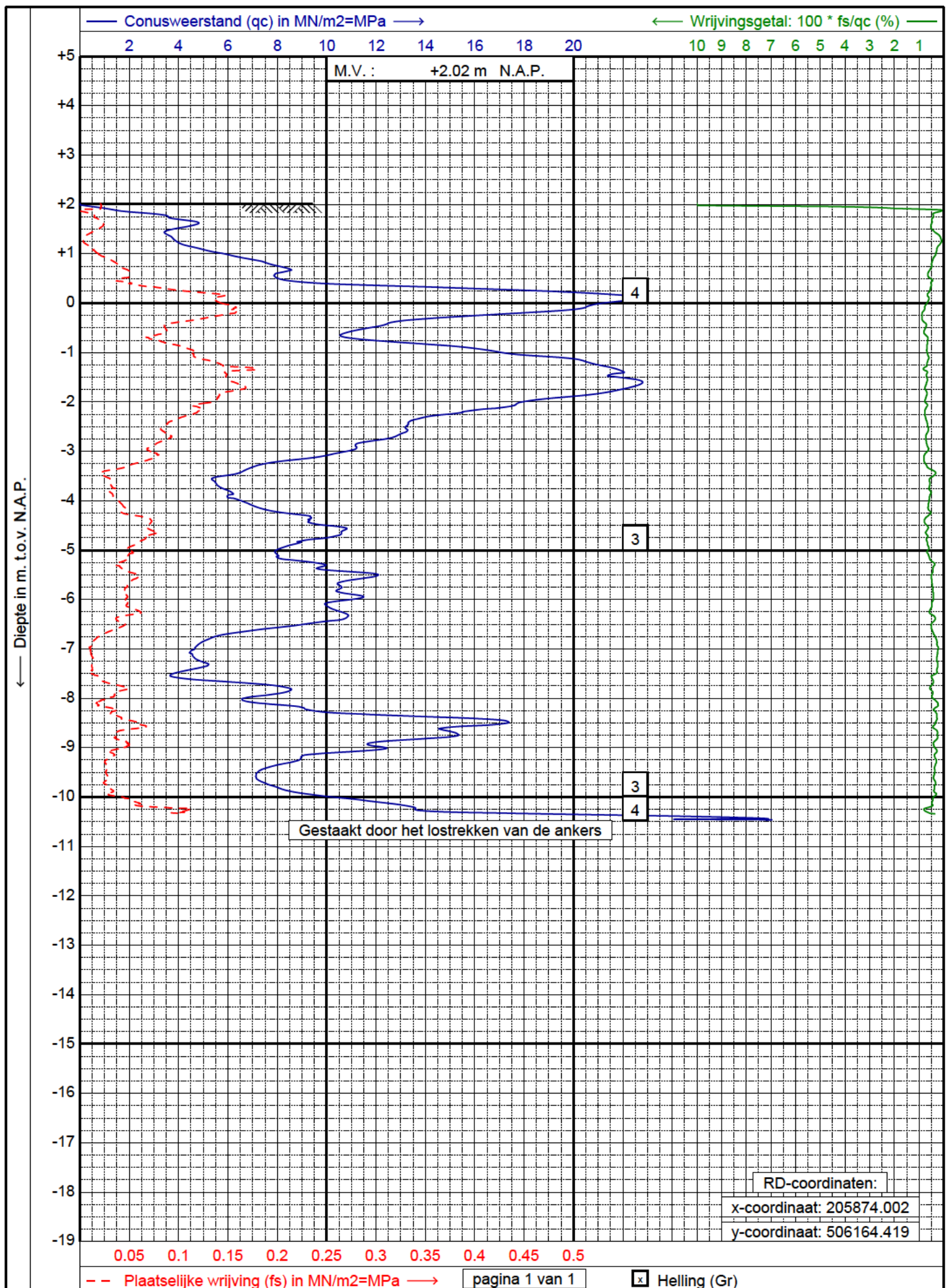
## Bijlage 2 Sondeergrafieken



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning met bijgebouwen aan  
 Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

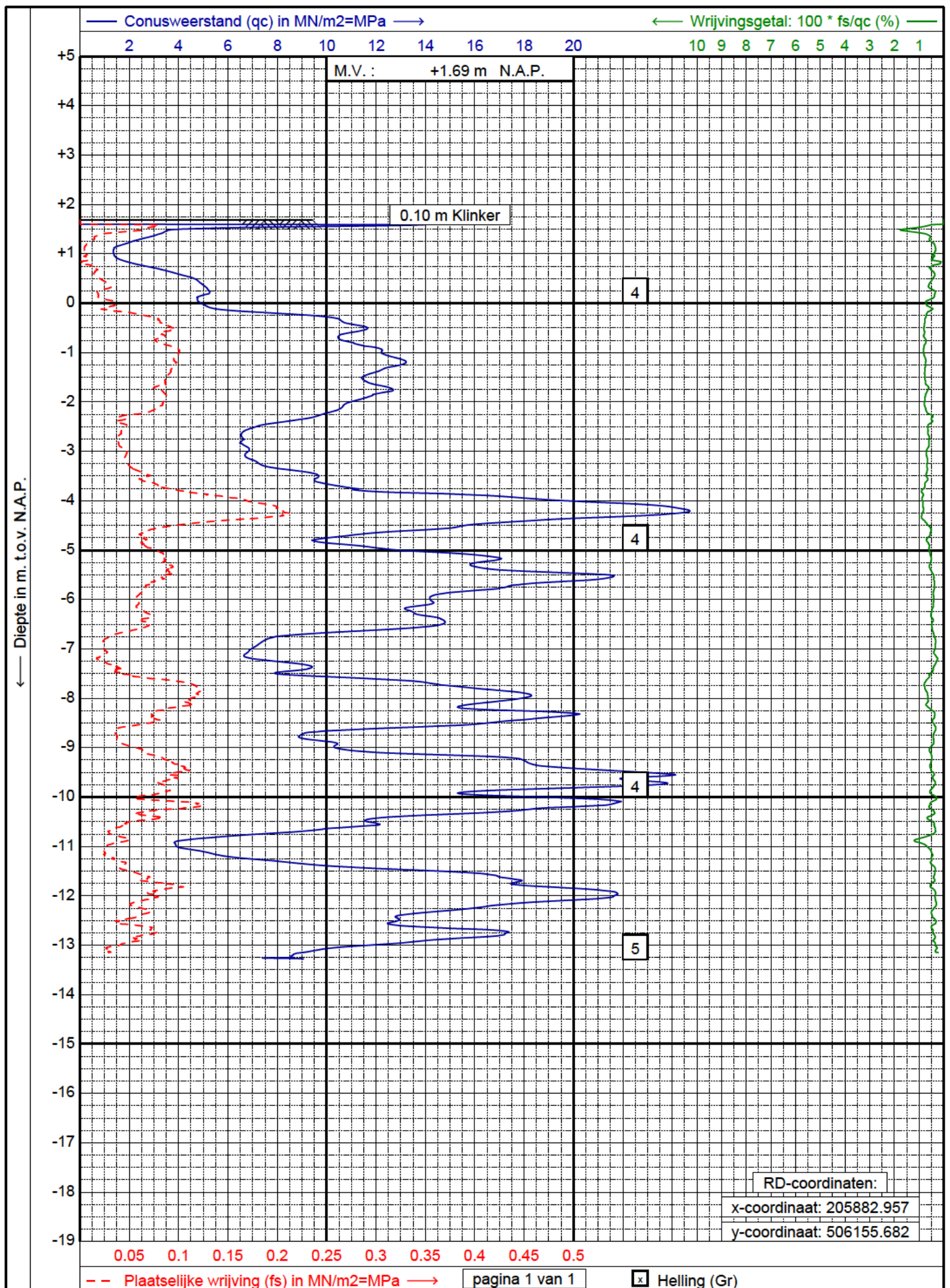
Datum : 30-06-2022  
 Conus : S15-CFIP.1836  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW02



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning & bijgebouwen aan de Doornweg 15a  
 Locatie : Zwolle

Datum : 08-06-2022  
 Conus : S15-CFI.1707  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW03



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

Project : Woning met bijgebouwen aan

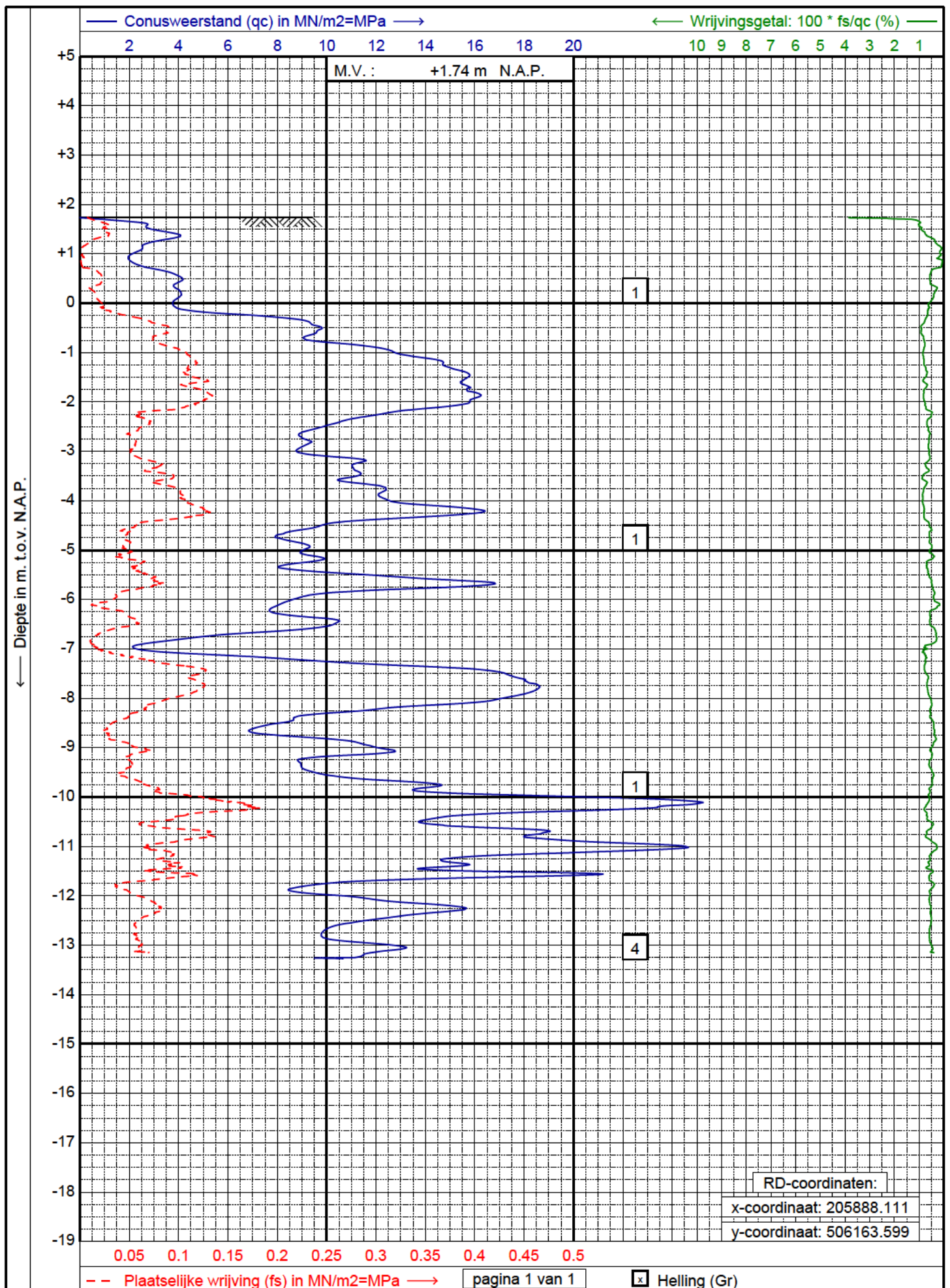
Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

Datum : 30-06-2022

Conus : S15-CFIP.1836

Opdracht : GA220944

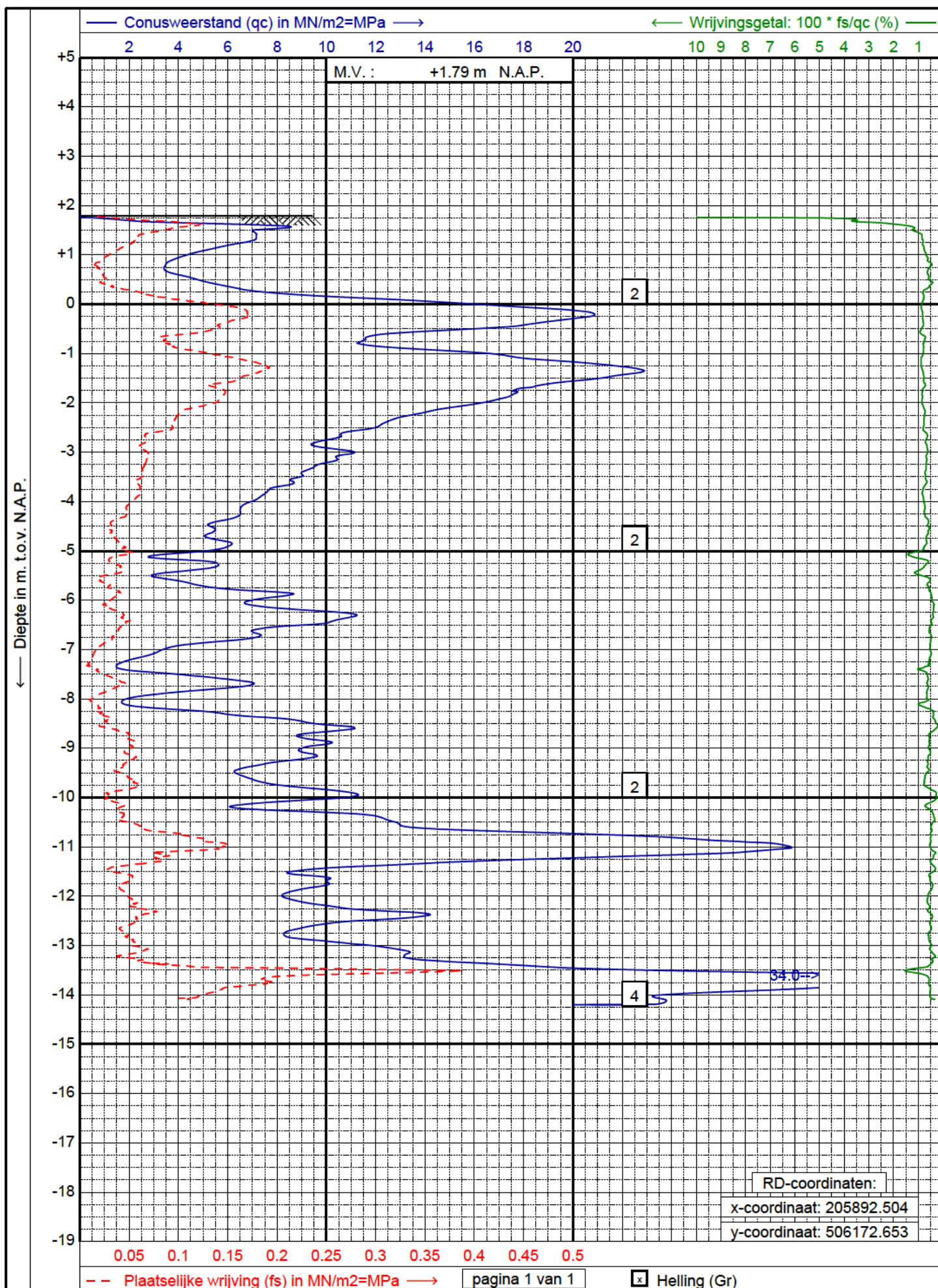
Sondering : SW04



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning met bijgebouwen aan  
 Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

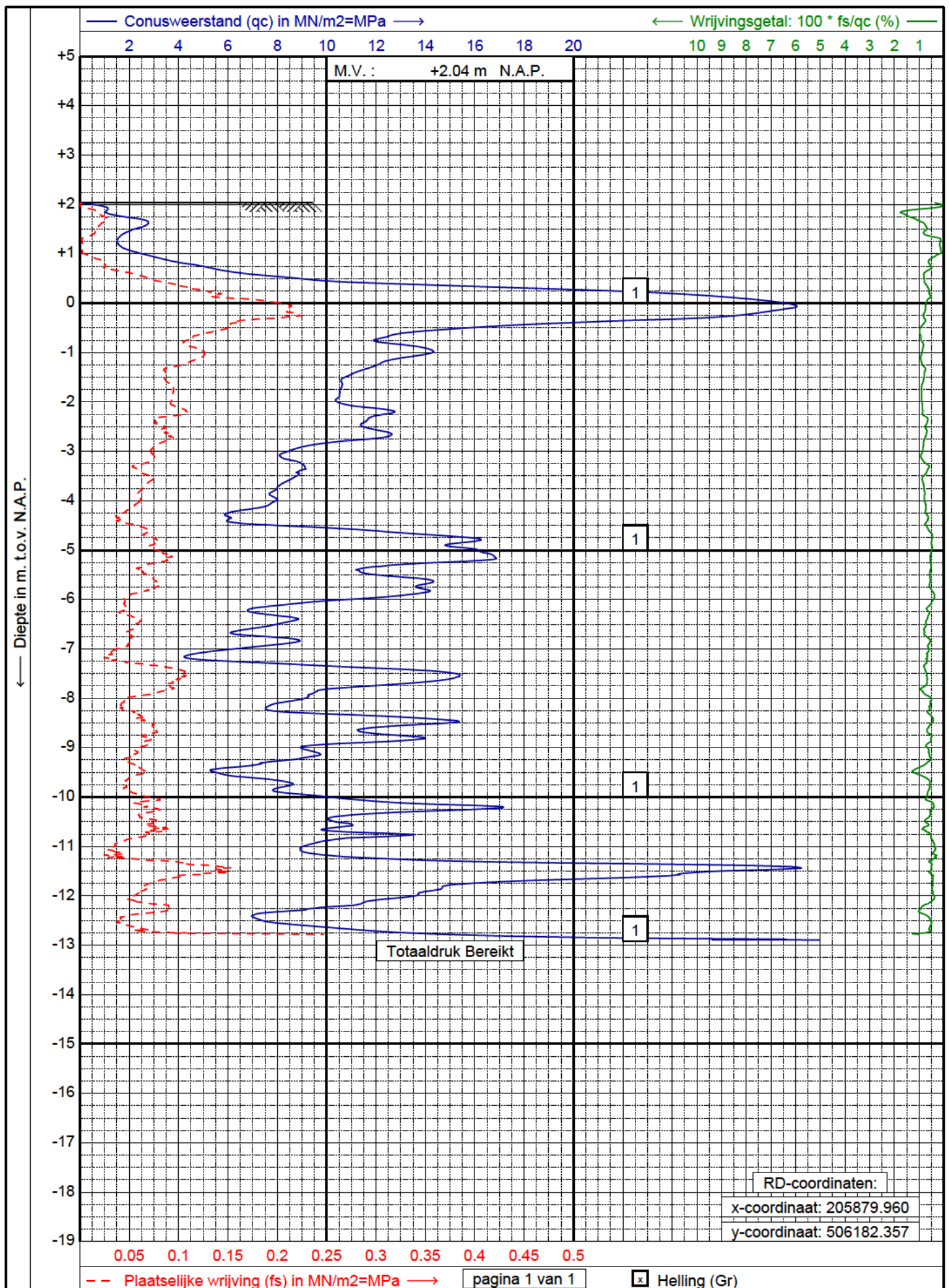
Datum : 30-06-2022  
 Conus : S15-CFIP.1836  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW05



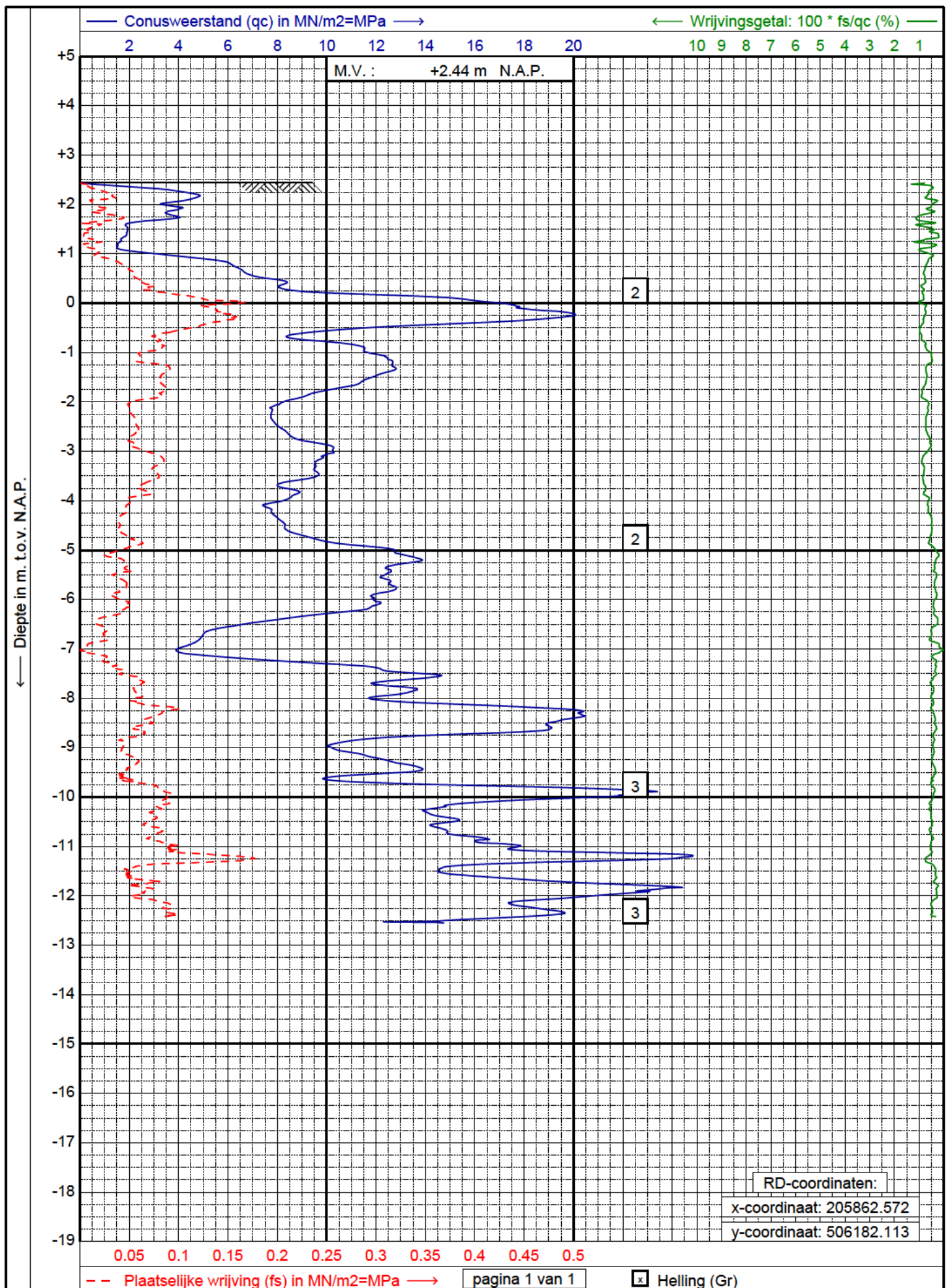
**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning met bijgebouwen aan  
 Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

Datum : 30-06-2022  
 Conus : S15-CFIP.1836  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW06



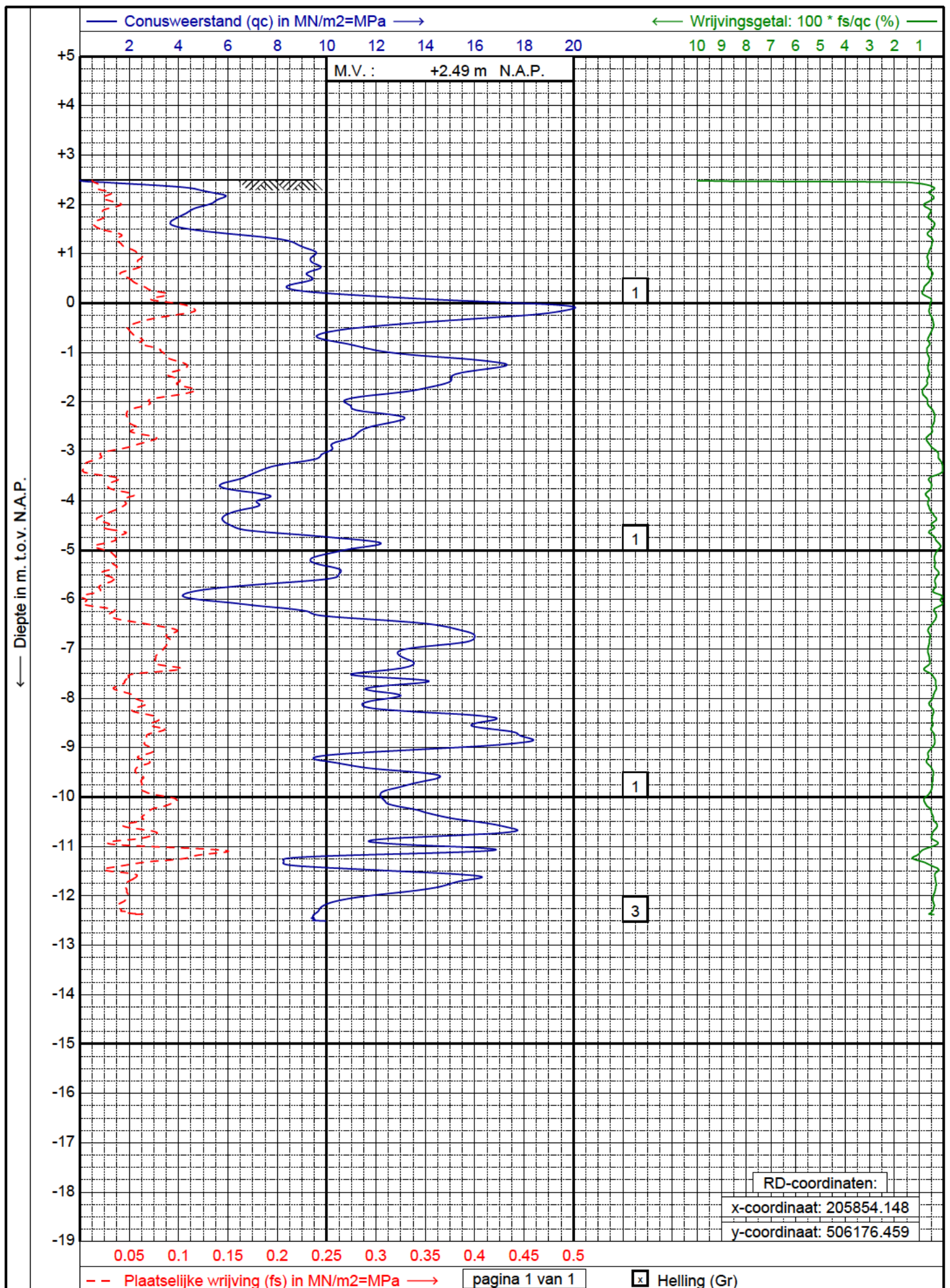




**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning met bijgebouwen aan  
 Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

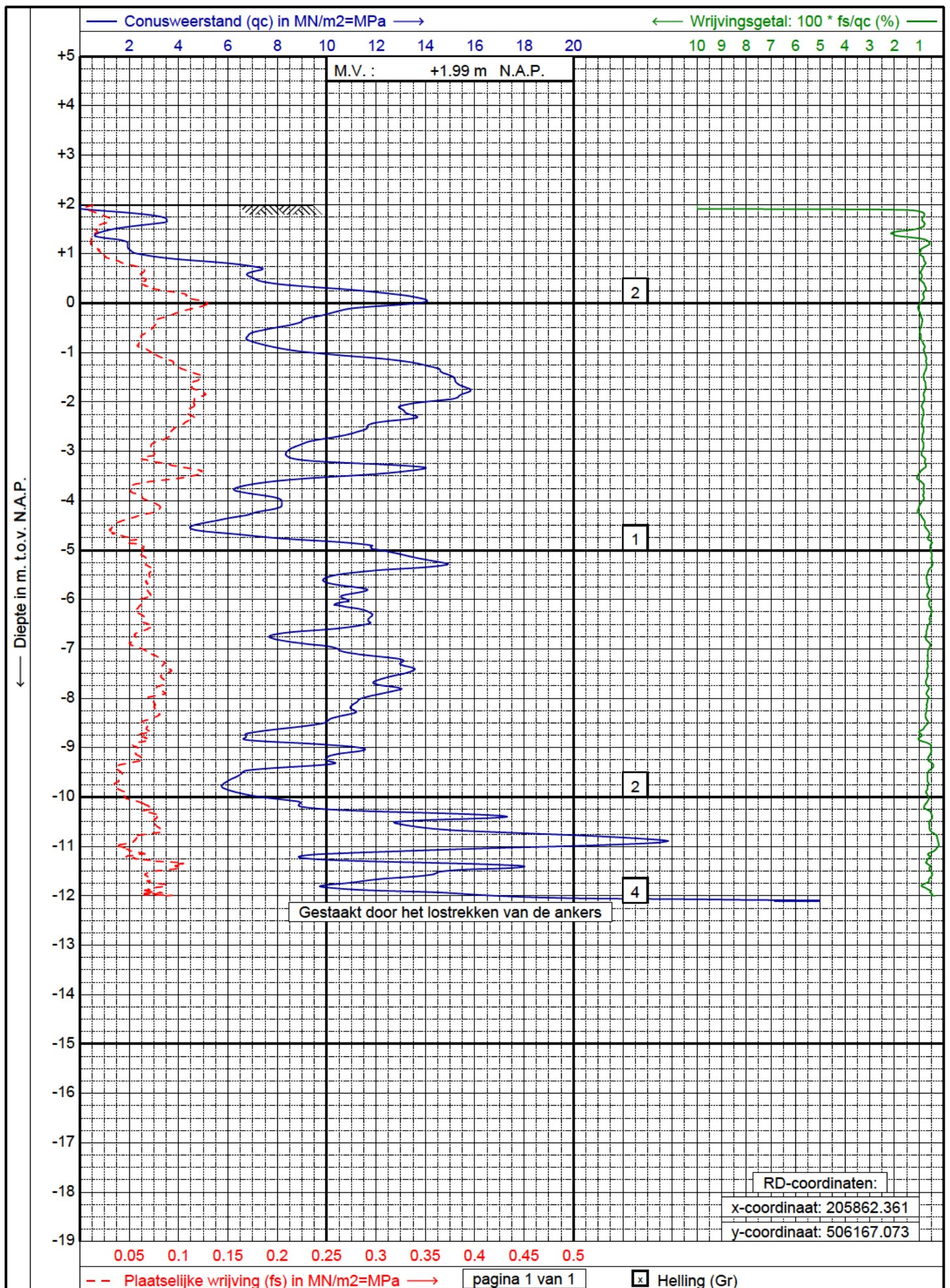
Datum : 30-06-2022  
 Conus : S15-CFIP.1836  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW08



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning met bijgebouwen aan  
 Locatie : De Doornweg 15a Zwolle

Datum : 30-06-2022  
 Conus : S15-CFIP.1836  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW09



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

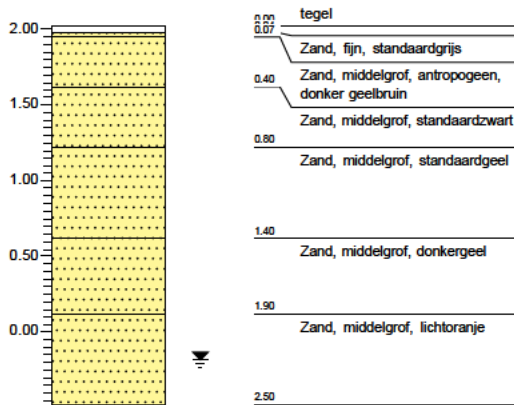
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1  
 Project : Woning & bijgebouwen aan de Doornweg 15a  
 Locatie : Zwolle

Datum : 08-06-2022  
 Conus : S15-CFI.1707  
 Opdracht : GA220944  
 Sondering : SW10

## Bijlage 3 Boorstaten

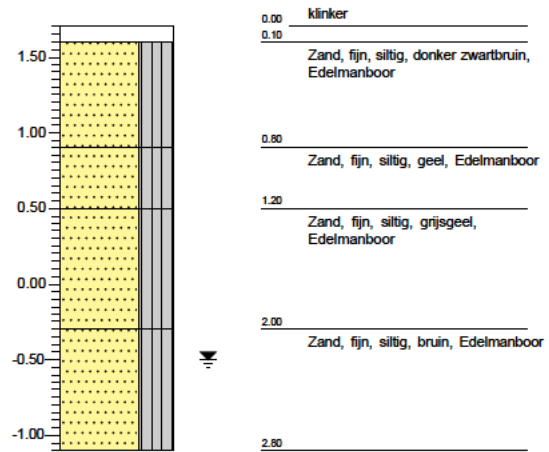
Boring: HB01

Maaiveldhoogte: 2.02 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 205873.97  
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 220 Y-coördinaat: 506164.38  
 Datum: 8-6-2022  
 Opmerking: T.p.v. SW03



Boring: HB02

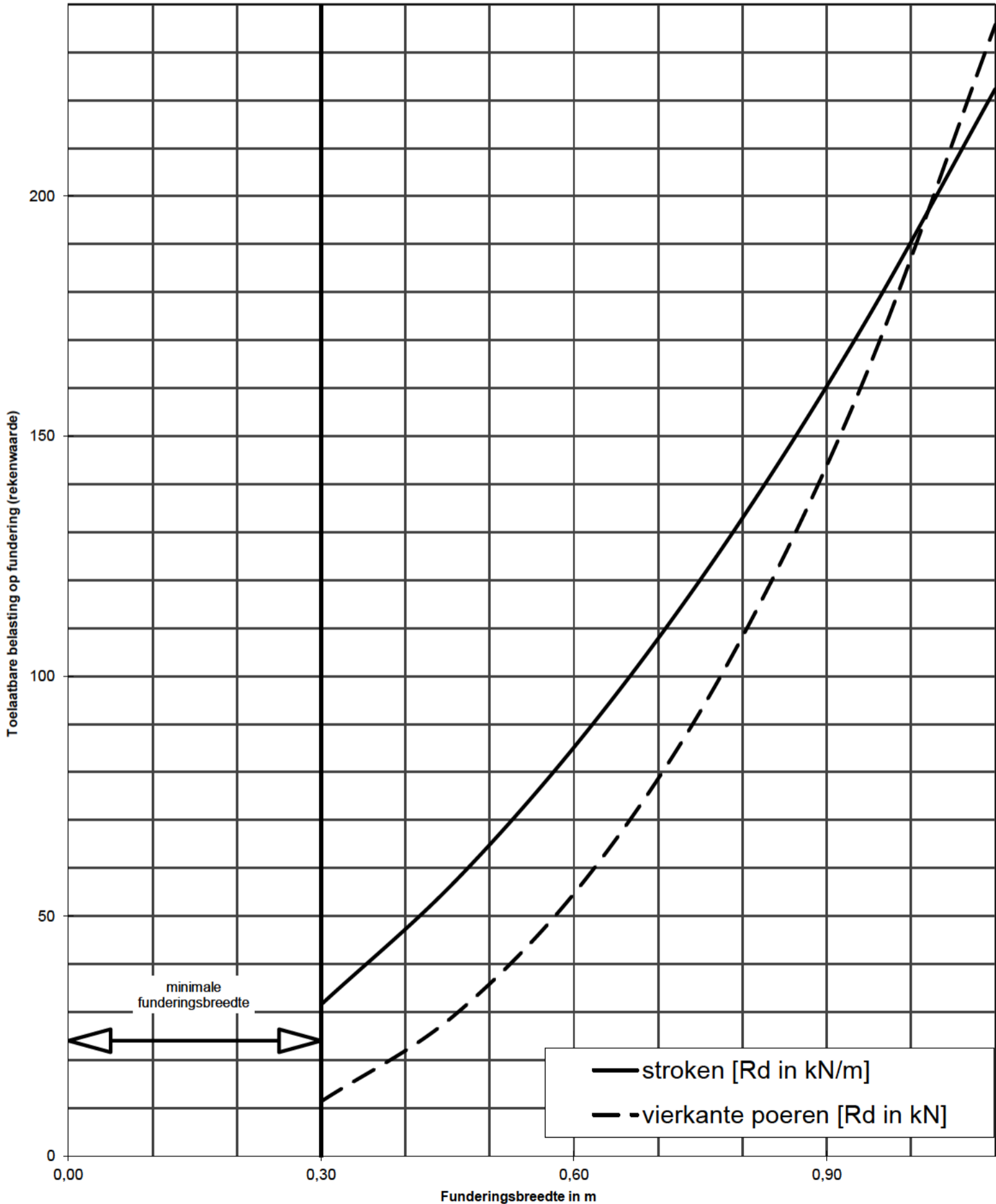
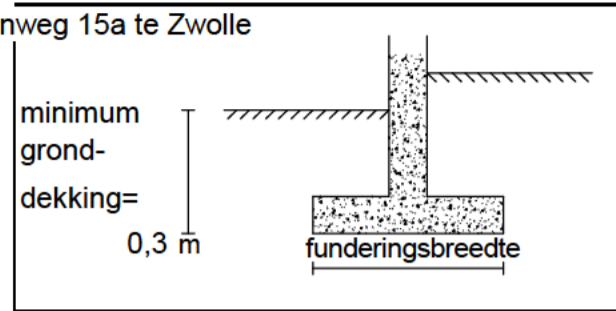
Maaiveldhoogte: 1.701 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 205883.13  
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 220 Y-coördinaat: 506155.67  
 Datum: 30-6-2022



# Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

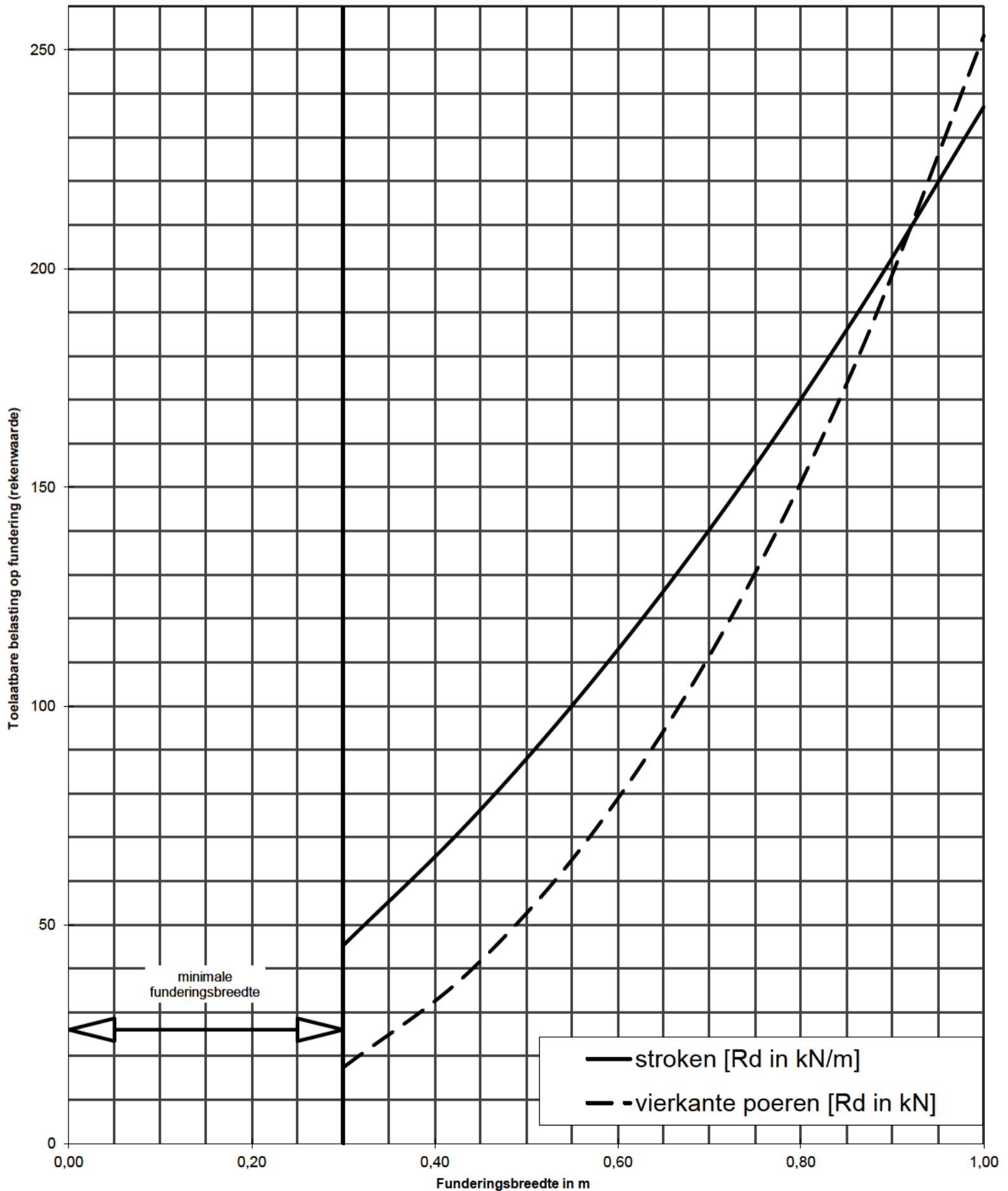
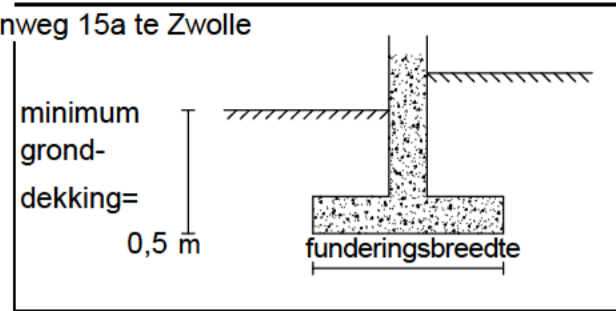
**Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016  
bij verticaal centrish belaste funderingen**

Bijlagenr. : GA220944  
 Project : Nieuwbouw woning met bijgebouwen aan De Doornweg 15a te Zwolle  
 Locatie : Gemeente Zwolle  
 Grondsoort : Zand  
 Volumiek gewicht : 17,0 kN/m<sup>3</sup>  
 Hoek inw. wrijving : 32,0 graden  
 Cohesie : 0,0 kN/m<sup>2</sup>



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

Bijlagenr. : GA220944  
 Project : Nieuwbouw woning met bijgebouwen aan De Doornweg 15a te Zwolle  
 Locatie : Gemeente Zwolle  
 Grondsoort : Zand  
 Volumiek gewicht : 17,0 kN/m<sup>3</sup>  
 Hoek inw. wrijving : 32,0 graden  
 Cohesie : 0,0 kN/m<sup>2</sup>





## Bijlage 5 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

## Het te gebruiken materiaal

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt. De genoemde percentages zijn gewichtspercentages.

- Het materiaal moet bestaan uit schoon en goed gegradeerd zand en/of grind. Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn.
- De uniformiteitscoëfficiënt  $U = D_{60} / D_{10}$  dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is  $D_{10}$  de korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % en  $D_{60}$  de korreldiameter met een zeefdoorval van 60%.
- De korrelfractie kleiner dan  $63 \mu\text{m}$  (silt en klei) mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van  $10 \% < 63 \mu\text{m}$  toelaatbaar.
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 % bedragen.
- De korrelvorm is bij voorkeur hoekig.
- 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.

## Controle op het te gebruiken materiaal

Voordat met de uitvoering wordt begonnen zal, afhankelijk van de te stellen eisen aan de grondverbetering, het te gebruiken materiaal moeten worden onderzocht op korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid.

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

- Voor het aanbrengen van de grondverbetering dient de grondwaterstand minimaal ca. **50 cm** onder het ontgravingsvlak te staan. Zonodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond en het te gebruiken materiaal, alsmede van de trilapparatuur, drijfzandcondities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van  $45^{\circ}$  met de horizontaal vanaf de onderste randen van de fundering.
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of grind (met een laag leemgehalte) bestaat, dient het ontgravingsvlak met een lichte trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht.

- 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 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 de verdichtingsapparatuur. Het volgende schema geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten :

Centrifugaal- kracht (kN)	Gewicht (kg)	Laagdikte (cm)
-----	-----	-----
10 - 20	< 100	20
25 - 40	150 - 300	30
50 - 80	400 - 600	40
> 100	> 650	50 - 60

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 de apparatuur 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 van het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.

Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, dient het funderingsniveau nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 15 cm) niet verdicht of losschudt.

## Controle op het aanbrengen en verdichten

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

- Verkenning met het visiteerijzer. Hiermee kan een indruk worden verkregen van de bovenste laag van het grondverbeteringspakket.
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd.
- Hydraulische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een pakket van maximaal ca. 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd.
  
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit.

## Te stellen eisen aan de aangebrachte grondverbetering

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

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer bedragen dan 10 à 15 cm.
- De conusweerstand moeten tot een diepte van 60 cm gelijkmatig oplopen tot ca. 6 MN/m<sup>2</sup> bij hydraulische of handsonderingen of 25 à 30 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen (10 kg). Hieronder moeten de conusweerstand een waarde bereiken van minimaal ca. 10 MN/m<sup>2</sup> of 45 à 50 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen.
- De dichtheid moet ca. 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