

Funderingsadvies
t.b.v. nieuwbouw 12 woningen
Aan de Ravelijn
Te Maastricht
In de gemeente Maastricht

Opdrachtnummer: GA170898
Rapportage: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 21 december 2017

Opdrachtgever: MVJ Ontwikkelingen BV
t.a.v. [REDACTED]
Nieuwe Markt 52
6101 CV Echt

Architect: BV Mathieu Bruls architect
Alexander Battalaan 51
6221 CB Maastricht

Constructeur: Adviesbureau Storms BV
Stationstraat 190
6361 BH Nuth

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	[REDACTED]	[REDACTED]
Controle	[REDACTED]	[REDACTED]



INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
3.0	GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN	3
4.0	GRONDONDERZOEK.....	4
4.1	Algemeen	4
4.2	Diepsonderingen	4
4.3	Boringen	4
4.4	Doorlatendheidsmetingen	5
4.5	Inmeting	5
5.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	6
5.1	Terreingesteldheid	6
5.2	Bodemopbouw	6
6.0	GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE	7
6.1	Grondwater	7
6.2	Doorlatendheid.....	7
7.0	Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie	8
7.1	Algemeen	8
7.2	Toetsing	8
7.3	Conclusie.....	8
8.0	FUNDERINGSADVIES.....	10
8.1	Algemeen	10
8.2	Fundering op staal	10
8.3	Vloeren	12
9.0	UITVOERING	13
9.1	Ontgravingen	13

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafieken
Bijlage 3	Boorstaten
Bijlage 4	Funderingsdrukdiagrammen
Bijlage 5	Doorlatendheidsmetingen
Bijlage 6	Richtlijnen uitvoering



1.0 INLEIDING

Door MVJ Ontwikkelingen BV werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Daarnaast is opdracht gegeven om de doorlatendheid voor neerslagwater van de aanwezige grondslag te toetsen middels een infiltratieonderzoek. De onderzoeken waren nodig voor de nieuwbouw van 12 woningen aan de Ravelijn, te Maastricht.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en het ontwerpadvies voor de fundering. Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 9997 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Roer en Overmaas.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Aan de Ravelijn is de nieuwbouw van 12 woningen gepland.

Door de architect zijn de volgende schetsplannen ter beschikking gesteld;

- Stedenbouwkundig ontwerp; d.d. 04-12-2017
- Ontwerp – Basis type A; d.d. 03-06-2017
- Ontwerp – Basis type B; d.d. 03-06-2017
- Ontwerp – Optie 01; d.d. 03-06-2017
 - o Zorgslaapkamer uitbouw begane grond.
- Ontwerp – Optie 02; d.d. 03-06-2017
 - o 3^{de} bovengrondse bouwlaag (dakterras en 2 kamers).
- Ontwerp – Optie 03; d.d. 03-06-2017
 - o Uitbouw opties (A-D) begane grond.

Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw zijn door ons in overleg met de constructeur de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw woning bestaat uit maximaal 2 à 3 (optie 02) bovengrondse bouwlagen en wordt niet voorzien van een kelder of kruipruimte;
- Bij zowel optie 01 als 03 kunnen toekomstige eigenaren kiezen voor een aantal uitbouwen op begane grond niveau;
- Het bouwpeil is door ons op basis van gemeten maaiveld aangenomen op ca. 0,4 m+ maaiveld, hetgeen overeenkomt met ca. NAP +65,6 m tot ca. NAP +64,4 m;
- Het aanlegniveau voor de fundering is door ons geschat op ca. 0,8 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. NAP +64,8 tot ca. NAP +63,6 m;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door de constructeur opgegeven als lijnlasten q_d van ca. 200 kN/m¹;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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

Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.



3.0 GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

Gezien de belastingen als gevolg van de nieuwbouw en de te verwachten bodemopbouw is het project door ons bureau conform NEN 9997 ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2). Dit betekent dat het terrein- en bodemonderzoek moet worden uitgevoerd volgens hoofdstuk 3.2 van NEN 9997 en een onderzoeksrapport dient te worden overlegd conform hoofdstuk 3.4 van NEN 9997.

Het ontwerp van een funderingsconstructie op staal dient getoetst te worden aan de eisen, betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 6 van NEN 9997-1.



4.0 GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in november 2017 12 diepsonderingen uitgevoerd. Tevens zijn er 4 machinale boringen uitgevoerd om de samenstelling van de toplagen nader te verkennen en een infiltratie onderzoek uit te voeren. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

4.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA170898 SW01 t/m SW12. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

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 kleeftmantel 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 gronden in Limburg ongeveer de navolgende relaties:

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0.3 - 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.5	Silt (leem/löss)
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.

4.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens 4 machinale boringen (genummerd GA170898 B01, B02-1+2, B03 en B04) tot respectievelijk ca. 5,0 m- (B02-1+2), ca. 2,6 m- (B01) en ca. 2,5 m- (B03 en B04) maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn uitgetekend ten opzichte van maaiveld en NAP. en opgenomen in de bijlagen.

4.4 Doorlatendheidsmetingen

Met behulp van de uitgevoerde machinale boringen is tevens een infiltratie onderzoek uitgevoerd middels 4 doorlatendheidsmetingen (genummerd GA170898 DM01 t/m DM04) volgens de methode van Porchet. Voor de resultaten van dit onderzoek verwijzen wij graag naar hoofdstuk 6 en 7 en bijlage 5 van voorliggende rapportage.

4.5 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA170898.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van gps ingemeten tov het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,02 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.



5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

5.1 Terreingesteldheid

Het terrein was ten tijde van het onderzoek gedeeltelijk braakliggend (DM01 en DM02) en gedeeltelijk in gebruik als akkerland (DM03 en DM04). Het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten lag op een niveau van ca. NAP +65,1 à +64,0 m en kent hiermee een hoogteverschil van ca. 1,1 m.

5.2 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot een niveau van ca. NAP +60,9 m à +58,8 m een sterk heterogeen pakket aangetroffen, bestaande uit afwisselend weke tot matig vaste zandige leemlagen. De conusweerstand in dit pakket varieert van ca. 0,8 MPa tot maximaal ca. 8,9 MPa. Plaatselijk is dit pakket geroerd danwel aangevuld waarbij de conusweerstand teruglopen tot 0,2 MPa.

Tussenlaag

Vanaf bovengenoemd niveau wordt tot ca. NAP +59,2 m à +57,6 m een löss/leempakket aangetroffen. De conusweerstand varieert in dit pakket van ca. 0,5 MPa voor de matig vaste zones tot maximaal ca. 10,1 MPa voor de sterk zandige leemlagen.

Onderlaag

Hieronder wordt tot maximaal verkende diepte van ca. NAP +52,2 m een zeer draagkrachtig zand/grind pakket aangetroffen met incidenteel kleiige tussenzones. De conusweerstand in dit pakket varieert van ca. 2,0 MPa voor de kleiige tussenzones tot meer dan 30 MPa voor het zand/grind pakket.

6.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE

6.1 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Tot een diepte van ca. 12,0 m- maaiveld, ofwel ca. NAP +52,2 m, werd geen grondwater aangetroffen. Op dit niveau waren de sondeergaten ingestort waardoor niet dieper gepeild kon worden. Mogelijk zijn de sondeergaten ingestort als gevolg van de aanwezigheid van het grondwater net onder dit niveau.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen. De grondwaterstand heeft echter geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

6.2 Doorlatendheid

Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag 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 6.2.1.

Tabel 6.2.1, de doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	1,0 – 2,5	+63,9 tot +62,4	Sterk zandig leem	0,21 – 0,24
DM02	4,0 – 5,0	+60,8 tot +59,8	Sterk zandig leem	0,38 – 0,77
DM03	1,0 – 2,5	+63,1 tot +61,6	Sterk zandig leem	0,04 – 0,19
DM04	1,0 – 2,5	+63,1 tot +61,6	Sterk zandig leem	0,14 – 0,17

7.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

7.1 Algemeen

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

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden 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.

7.2 Toetsing

In tabel 7.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 7.2.1: toetsing doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem*	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,0 – 2,5	+63,9 tot +62,4	0,21	Matig	Nee
DM02	4,0 – 5,0	+60,8 tot +59,8	0,38	Matig	Ja
DM03	1,0 – 2,5	+63,1 tot +61,6	0,04	Slecht	Nee
DM04	1,0 – 2,5	+63,1 tot +61,6	0,14	Matig	Nee

* Conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 12,0 m- maaiveld ofwel NAP +52,2 m.

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

Gezien de bodemopbouw en gelet op de matige doorlatendheden is infiltratie van hemelwater naar de diepere ondergrond mogelijk. Dit kan middels grindpalen naar de diepere zand/grindlagen.

7.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater in de ondiepe ondergrond niet tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is overwegend matig en een infiltratievoorziening zal met deze doorlatendheden voornamelijk functioneren als buffer. Mogelijk kan er geïnfiltreerd worden indien de voorzieningen qua afmetingen voldoende zijn om de matige doorlatendheid te compenseren, maar dit heeft niet onze voorkeur. Voor het per kavel aanleggen van een voorziening met dergelijke afmetingen zal waarschijnlijk te weinig benodigd oppervlak beschikbaar zijn.



Een alternatief is het toepassen van grindpalen naar de diepere zandgrindlagen op ca. NAP +57,7 m à +53,7 m. Grindpalen per individuele kavel zijn financieel gezien niet wenselijk. Het toepassen van grindpalen zal financieel gezien pas interessant zijn indien er een centraal systeem zal worden aangelegd. Bij een centraal systeem dienen afspraken te zijn gemaakt over wie er verantwoordelijk is voor het onderhoud en instandhouding van deze voorziening.

Ten tijde van het schrijven van voorliggend advies was de opdrachtgever hierover nog in overleg met het bevoegd gezag. Derhalve zal de daadwerkelijke dimensionering van deze infiltratievoorziening in een later stadium plaatsvinden.



8.0 FUNDERINGSADVIES

8.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw, adviseren wij voor de geplande nieuwbouw een fundering op staal toe te passen. Er moet wel rekening gehouden worden met het aanbrengen van een goed verdichte grondverbetering om zettingen en zettingsverschillen te beperken.

Een fundering op palen toepassen is ook mogelijk, echter zijn hier de volgende kanttekeningen van toepassing:

- Voor een definitief palen advies is aanvullend grondonderzoek nodig, aangezien het uitgevoerde grondonderzoek sec niet voldoet aan de NEN9997. De sonderingen stranden namelijk in het grindpakket door het bereiken van de totaaldruk.
- De palen worden waarschijnlijk relatief lang, vanwege de grote heterogeniteit in het aanwezige grindpakket. Er moet vermeden worden dat palen in de wekere tussenzones geplaatst worden. Hierdoor zal een dieper paalpuntniveau noodzakelijk zijn.
- Door deze heterogeniteit zullen de palen ook een relatief beperkt draagvermogen hebben per paal.
 - o De palen zullen variërend tussen 10 en 15 meter lang uitgevoerd moeten worden. Als een indicatie van het draagvermogen op basis van de gegevens tot nog toe kan voor rond 400 mm palen een rekenwaarde $R_{t;d}$ voor het draagvermogens aangehouden worden van ca. 210 kN à 240 kN.

Ten tijde van het opstellen van voorliggende rapportage zijn geen definitieve gegevens bekend met betrekking tot bouwpeilen van de verschillende nieuwbouw woningen. Hierdoor zijn wij genooddaakt om hiervoor aannames te doen. Mochten de uiteindelijke bouwpeilen sterk afwijken van onze aannames gelieve ons kantoor dan te contacteren.

Een fundering op staal is in het funderingsadvies verder uitgewerkt.

8.2 Fundering op staal

In aanmerking komt een fundering op stroken. De funderingen zijn aan te leggen op een minimale vorstvrije diepte van ca. 0,8 m- toekomstig maaiveld. De minimale funderingsbreedte bedraagt 0,3 m.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 4,3 MN/m³ voor de stroken. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In tabel 8.2.1 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van NAP gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren. **In dit geval zal het verhogen van het bouwpeil van invloed zijn op de te nemen maatregelen. Het toepassen van een hoger bouwpeil, leidt direct tot een dikker pakket aan te brengen grondverbetering. Bij het verlagen van het bouwpeil dient het ontgravingsniveau overeenkomstig verlaagd te worden, om zodoende de dikte van het grondverbeteringspakket te handhaven.**

Tabel 8.2.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
SW01	+64,18	+64,60	+63,80	+63,00
SW02	+64,79	+65,20	+64,40	+63,20
SW03	+65,14	+65,55	+64,75	+63,55
SW04	+64,87	+65,30	+64,50	+63,75
SW05	+64,73	+65,25	+64,45	+64,00
SW06	+63,99	+64,40	+63,60	+62,55
SW07	+64,06	+64,40	+63,60	+62,40
SW08	+64,05	+64,45	+63,65	+62,90
SW09	+64,07	+64,45	+63,65	+62,90
SW10	+64,07	+64,45	+63,65	+62,75
SW11	+64,06	+64,45	+63,65	+62,90
SW12	+64,11	+64,50	+63,70	+62,50

In ieder geval zal, indien plaatselijk op de in de tabel aangegeven ontgravingsniveaus nog zeer sterk samendrukbare, humushoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, dieper moeten worden ontgraven tot de redelijk schone en vaste materiaal wordt gevonden. Bij twijfels of afwijkingen gelieve ons kantoor te waarschuwen.

Waar hoger wordt aangelegd dan het minimale ontgravingsvlak zal een grondverbetering moeten worden aangebracht. Richtlijnen betreffende het aanbrengen van grondverbeteringen worden gegeven in de bijlagen. **Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is niet toegestaan.**

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.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 15 tot 25 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

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).



8.3 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op een goed verdichte grondverbetering van minimaal ca. 0,5 m worden aangebracht. Praktisch gezien adviseren wij de grondverbetering onder de stroken door te zetten tot onderkant vloer. Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen.

In hoeverre de vloeren nog van wapening dienen te worden voorzien is ter competentie van de constructeur. Wij adviseren de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat de eventuele zettingen ongestoord kunnen optreden.

Uiteraard kunnen de vloeren ook vrijdragend worden uitgevoerd waarbij de belasting uit de vloer via de funderingsbalken op de ondergrond worden overgebracht.



9.0 UITVOERING

9.1 Ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter-het ontgravingsvlak staat. Aangezien er geen grondwater op de betreffende niveaus is aangetroffen, verwachten wij dat er normaliter geen bemaling nodig zal zijn.

Het verdient aanbeveling om het ontgravingsvlak, indien dit althans niet te veel leem- en/of klei bevat, zorgvuldig en in droge toestand af te trillen. Zodoende worden ontgravingsverstoringen teniet gedaan en wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

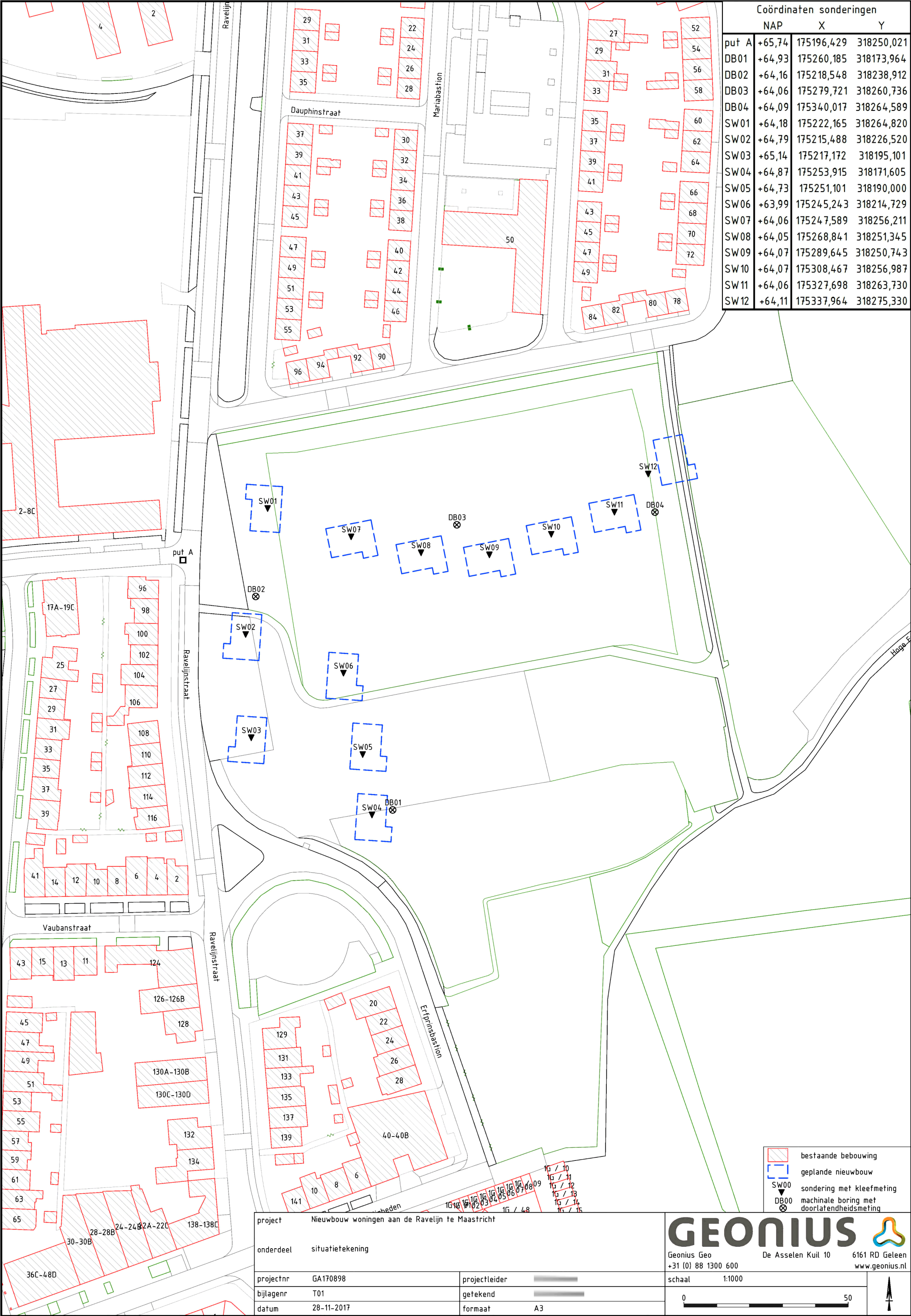
Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst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



Bijlage 1

Situatietekening

GA170898.T01

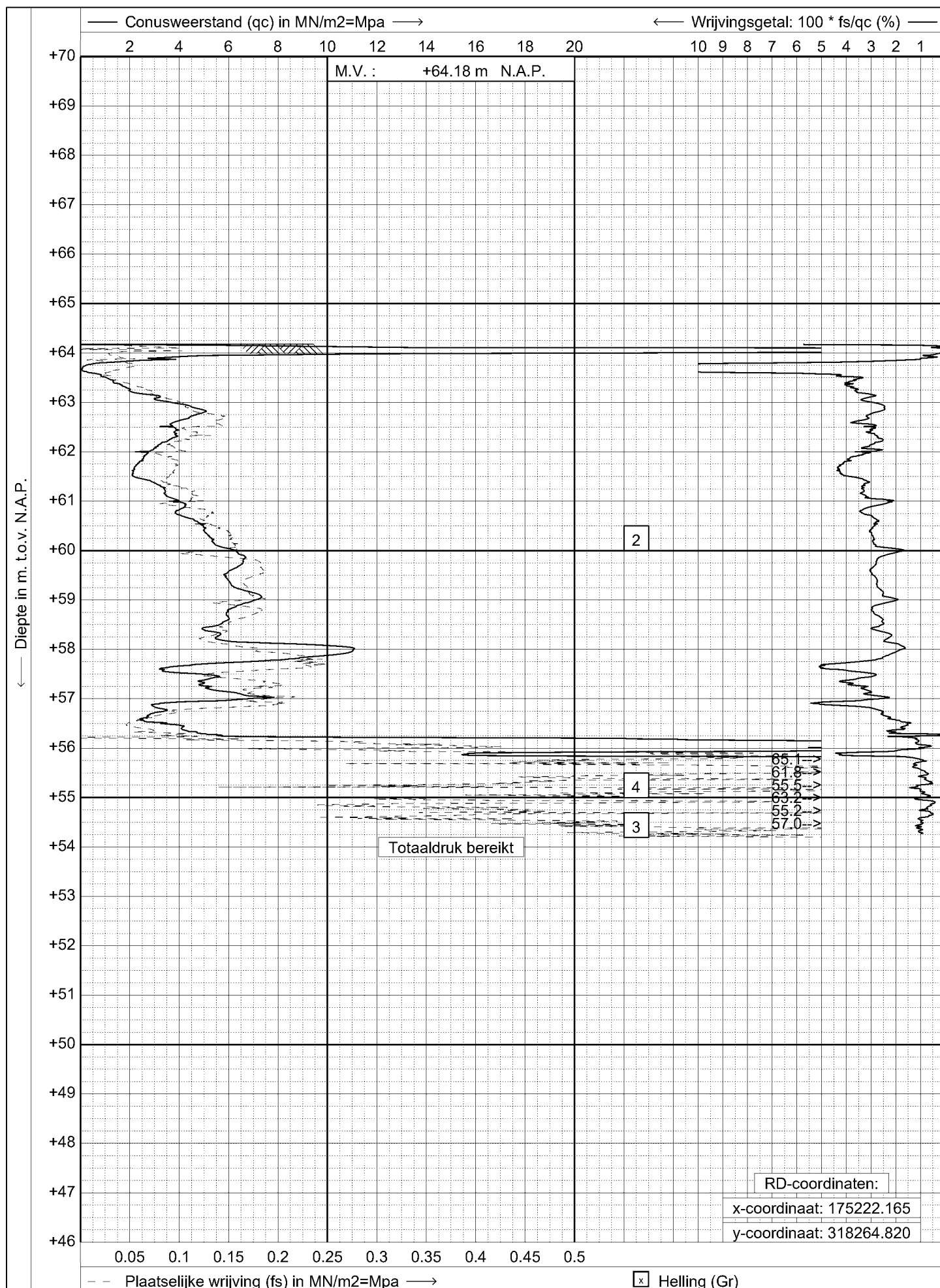


Bijlage 2

Sondeergrafieken

GA170898 SW01 t/m SW12





GEONIUS

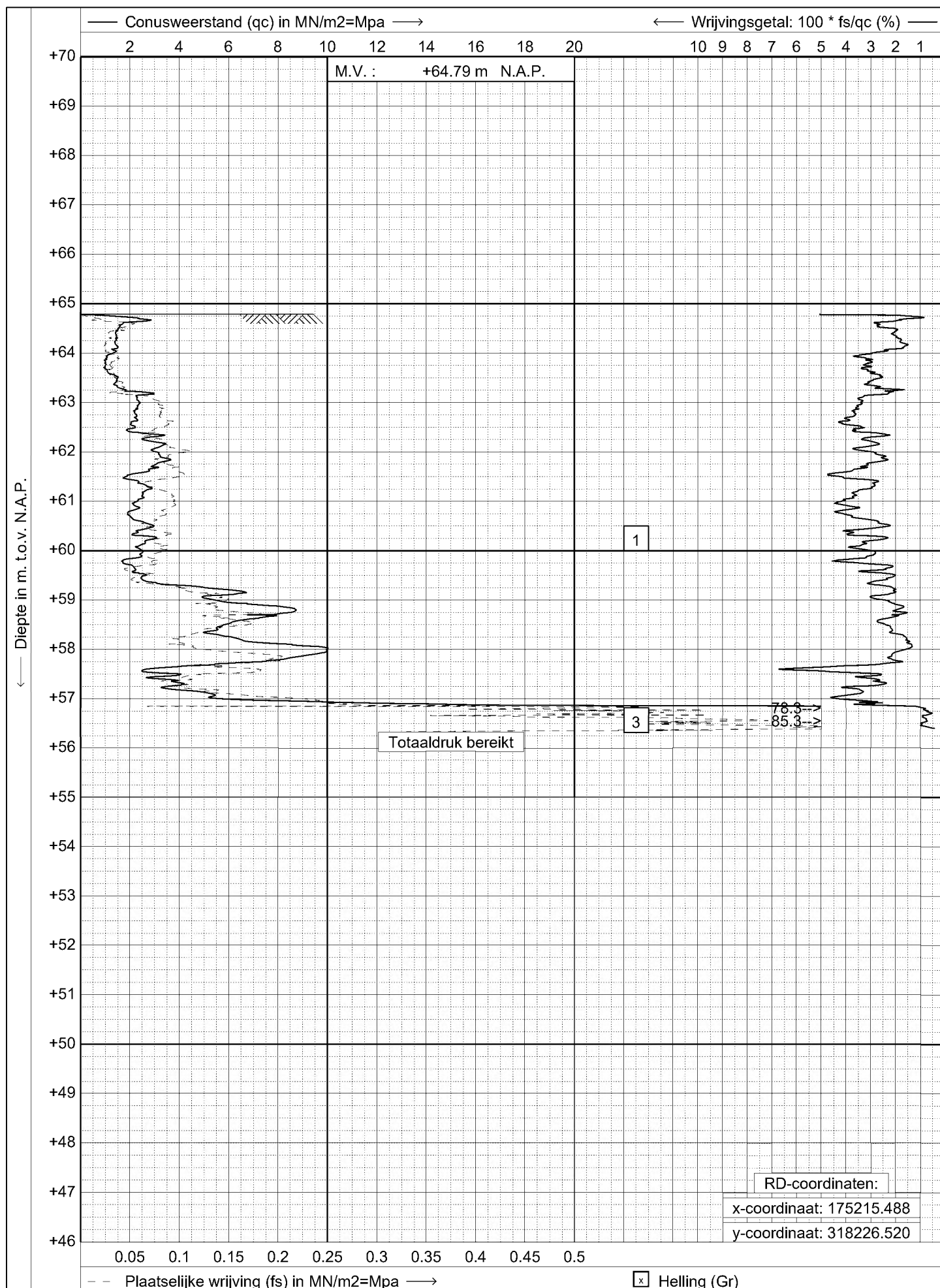
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **01**



GEONIUS

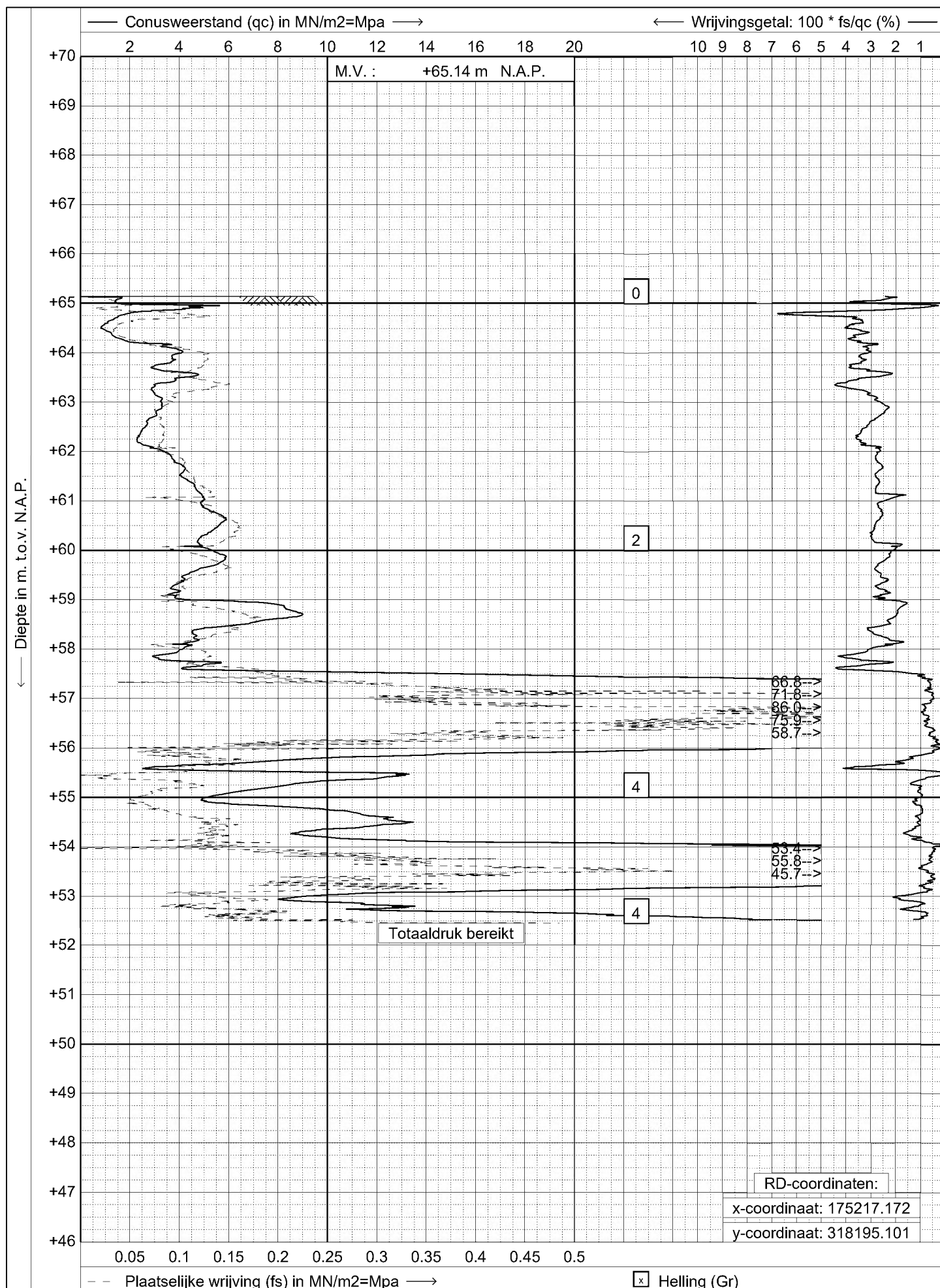
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **02**



GEONIUS

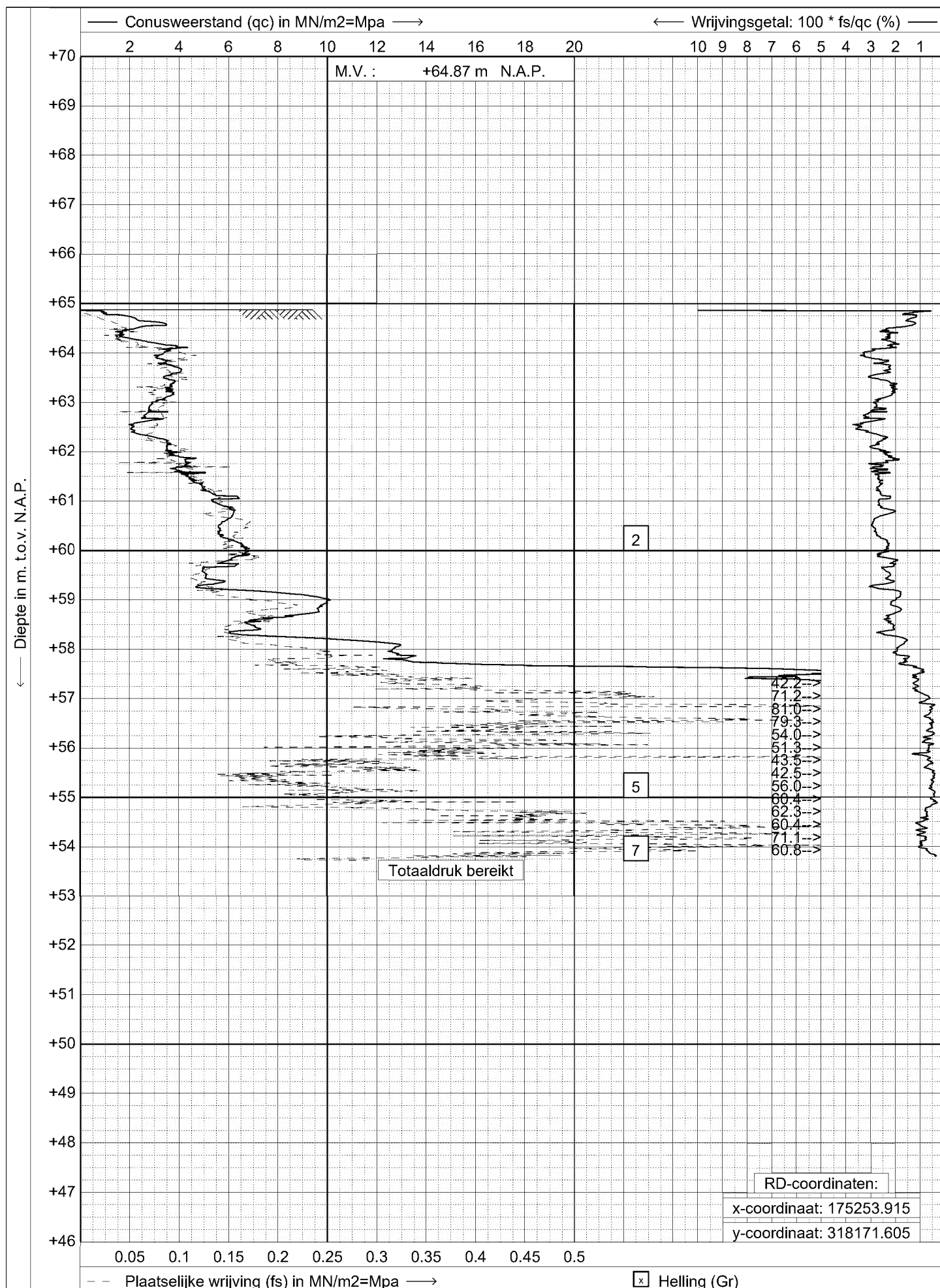
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **03**



GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

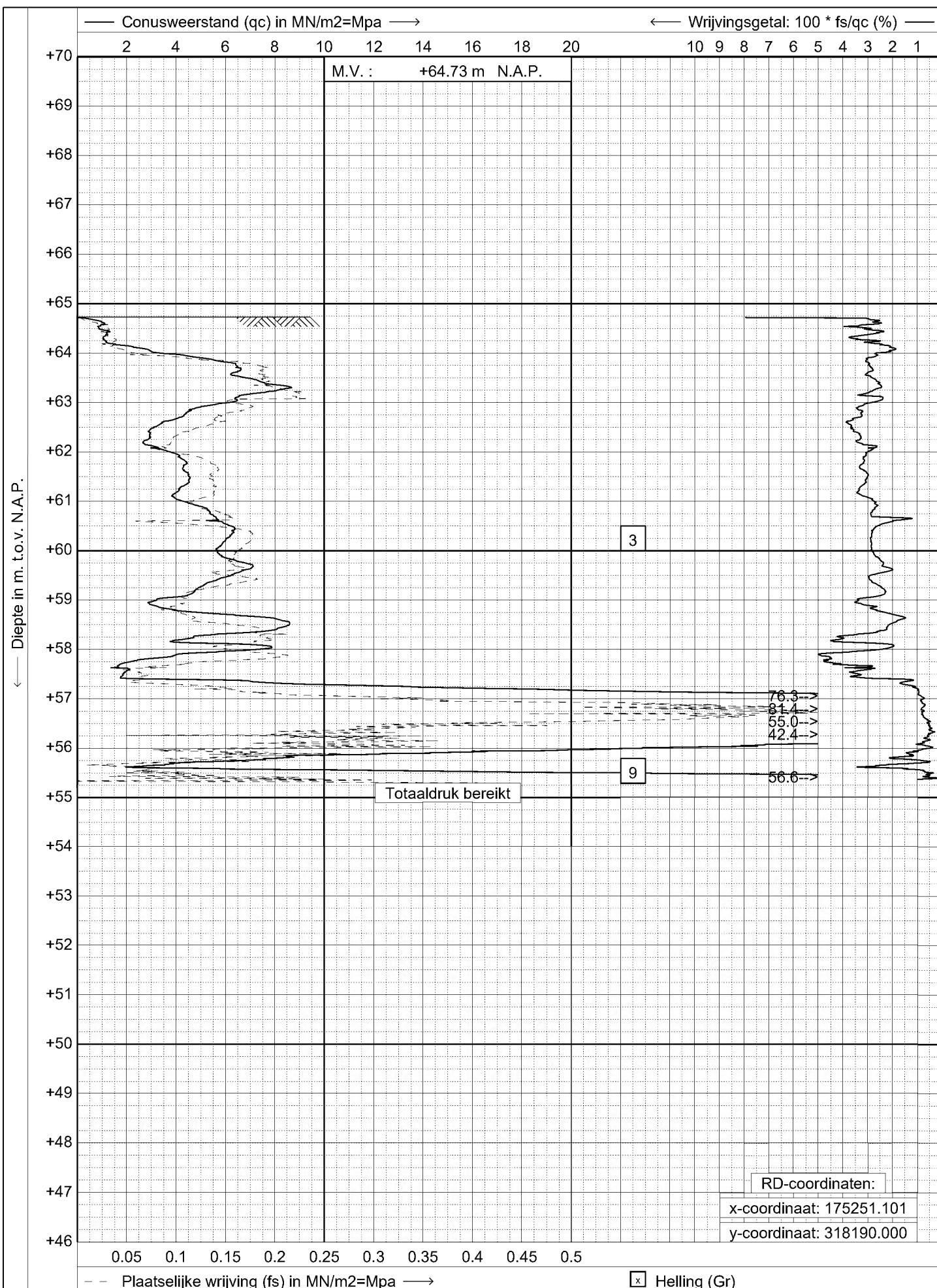
Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**

Conus : **S15-CFI.1307**

Opdracht : **GA170898**

Sondering : **04**



GEONIUS

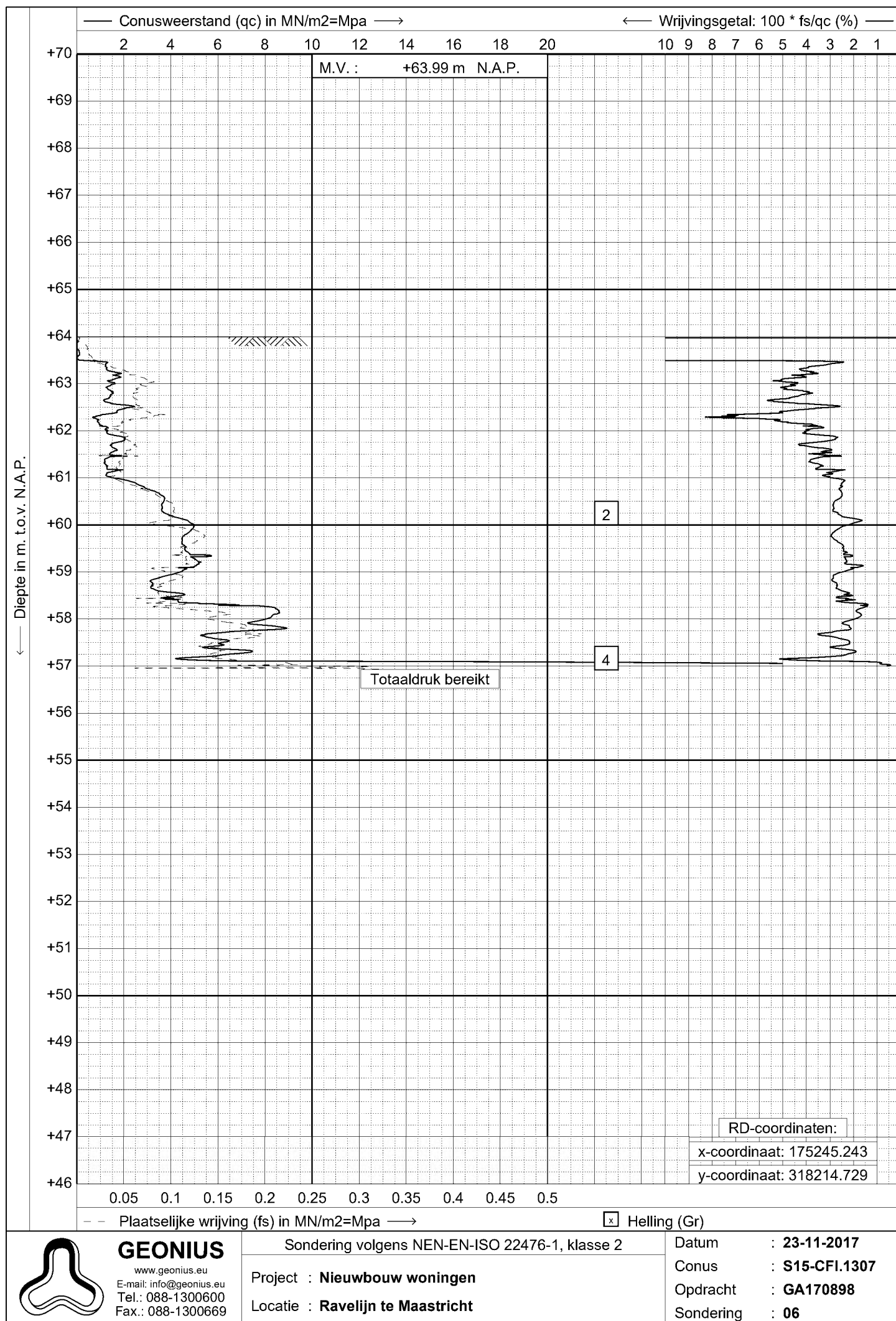
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

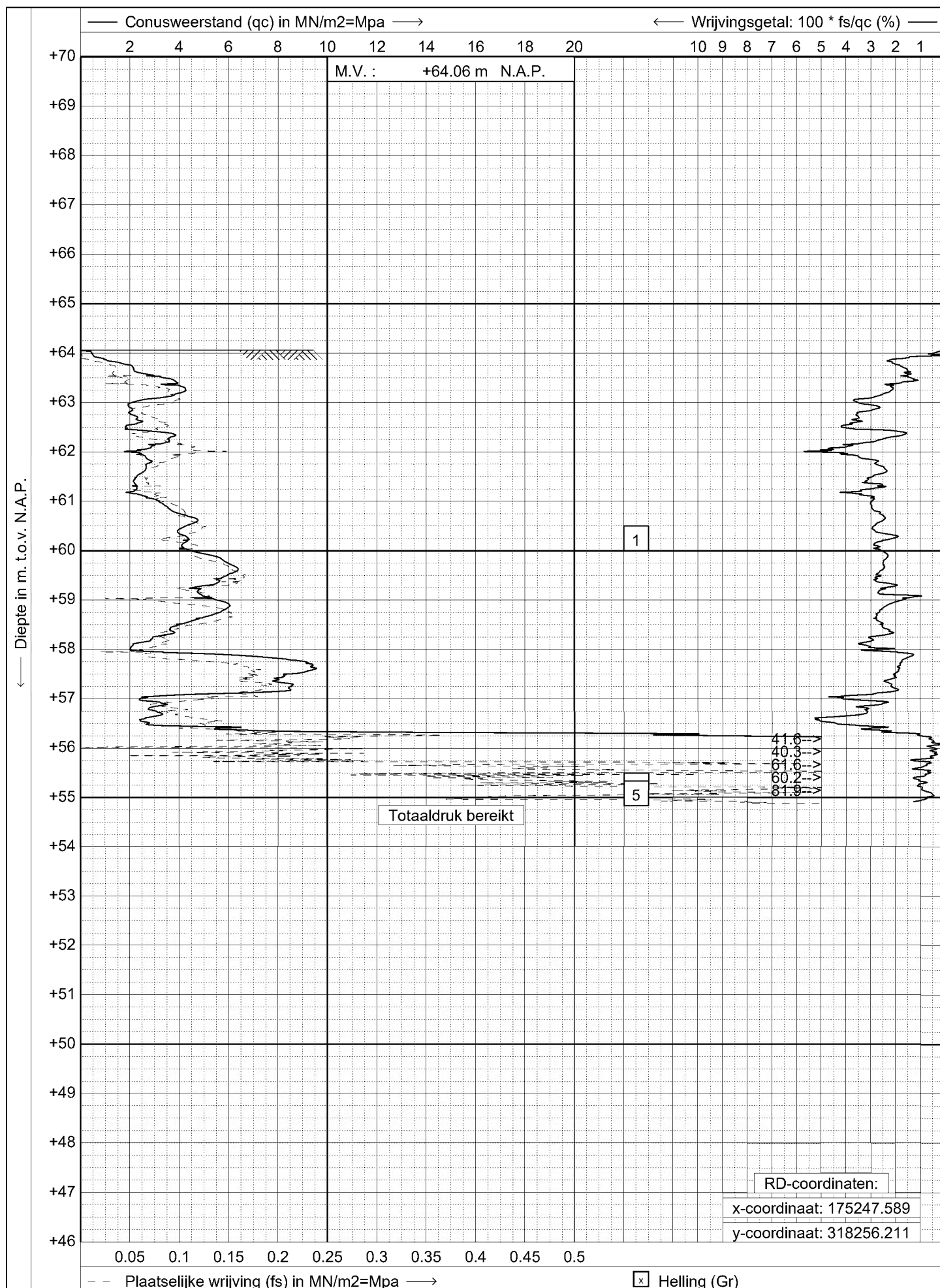
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **05**





GEONIUS

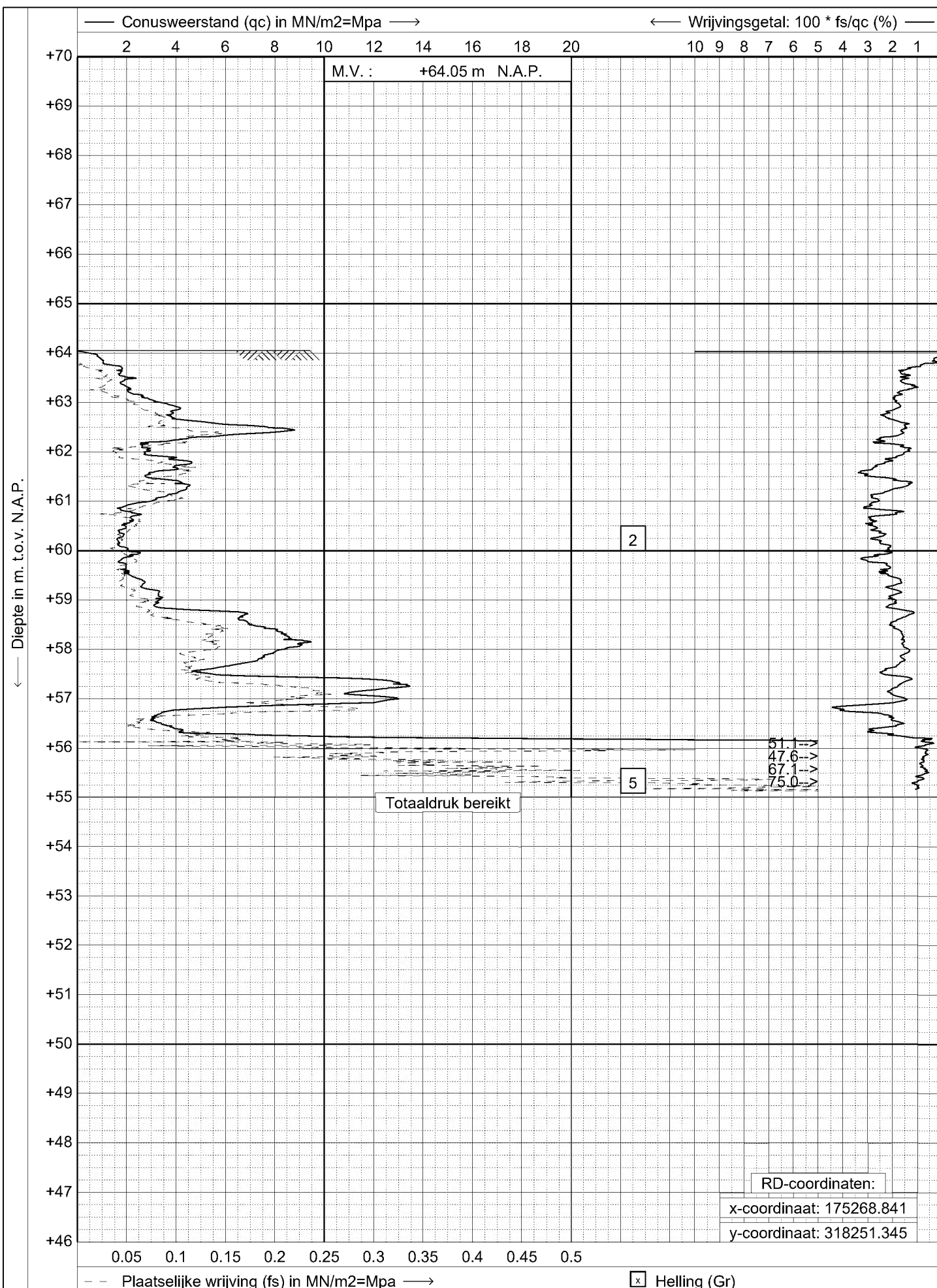
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **07**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

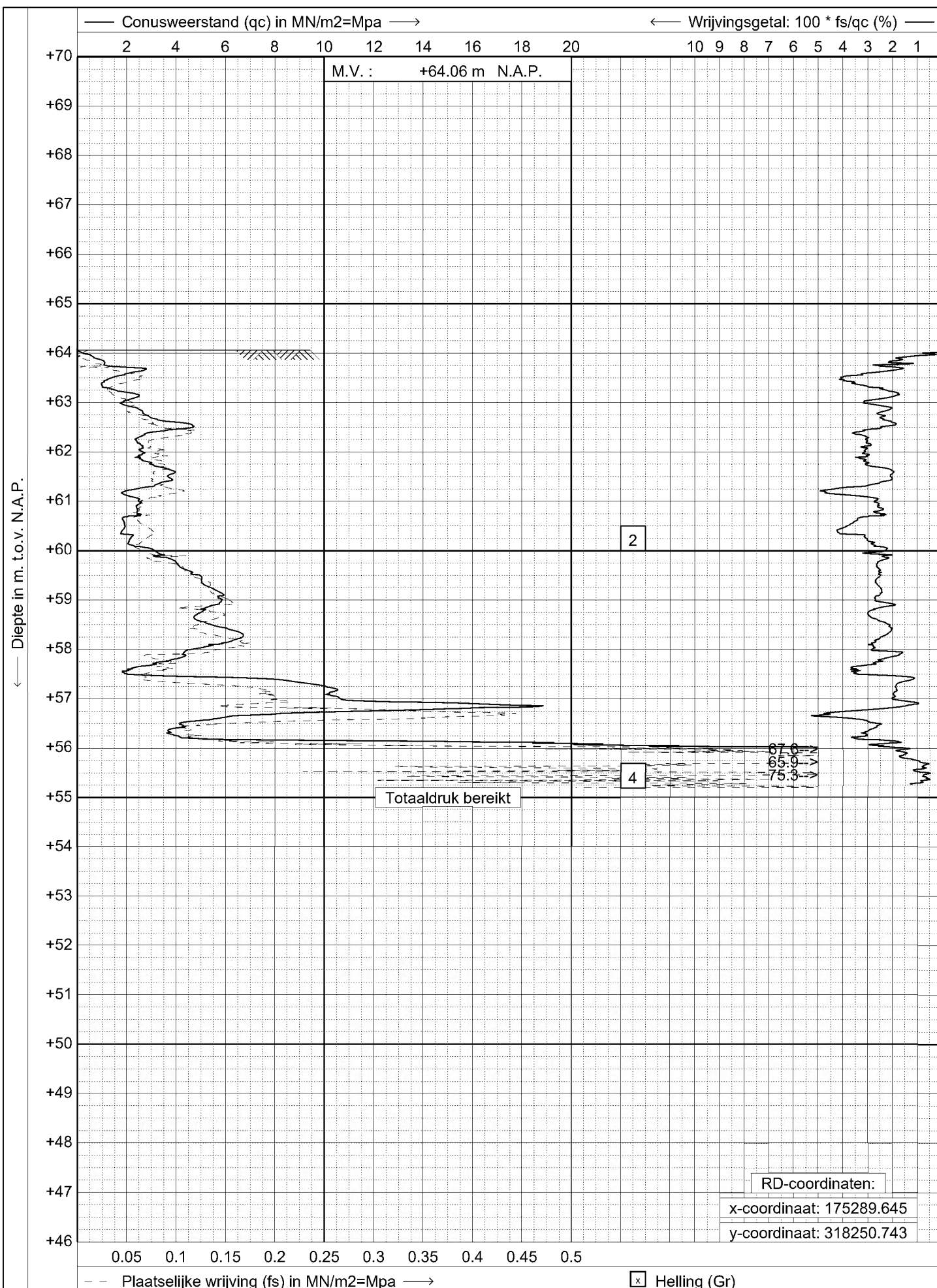
Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**

Conus : **S15-CFI.1307**

Opdracht : **GA170898**

Sondering : **08**



GEONIUS

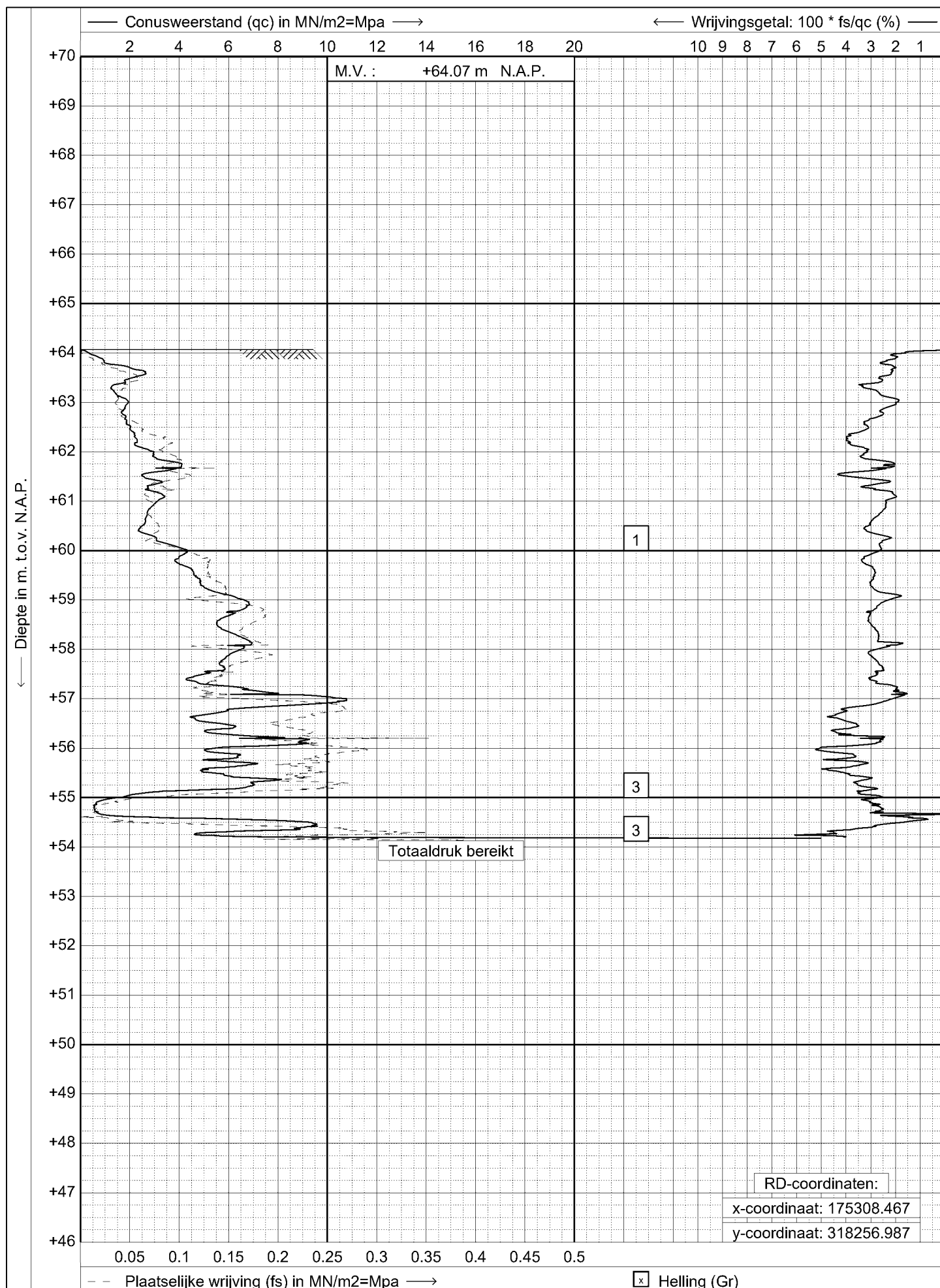
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **09**



GEONIUS

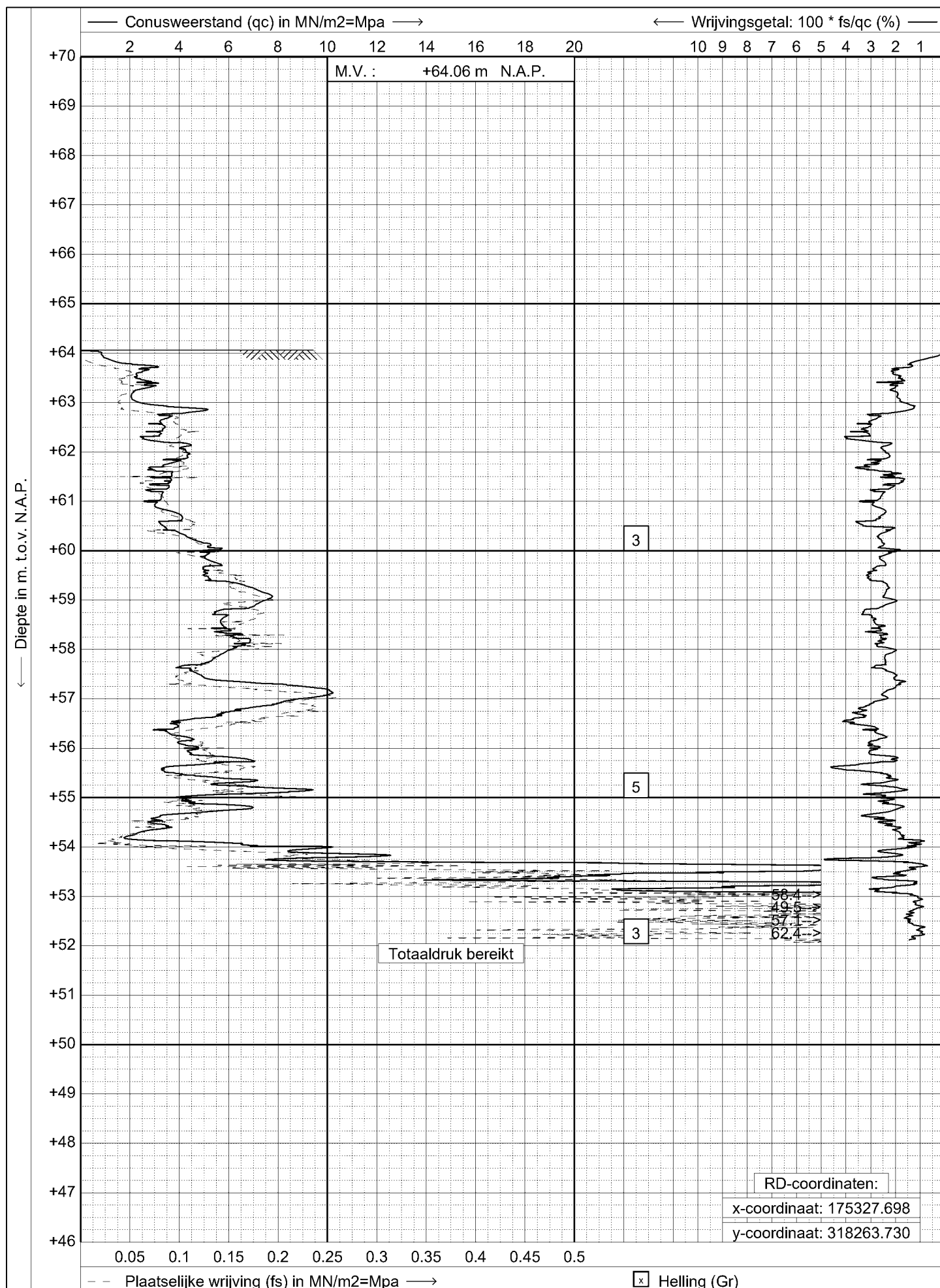
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **10**



GEONIUS

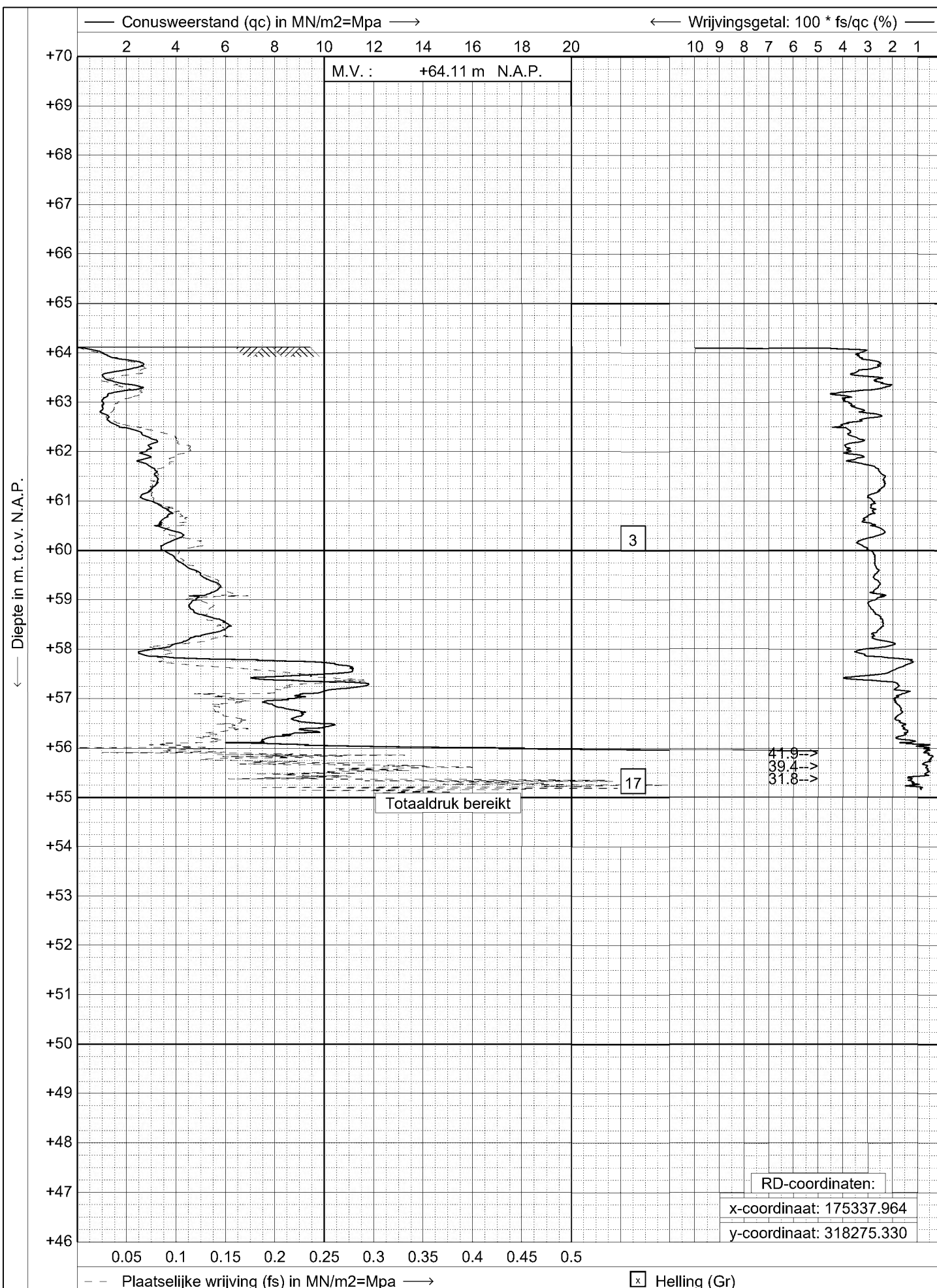
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **11**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : **Nieuwbouw woningen**

Locatie : **Ravelijn te Maastricht**

Datum : **23-11-2017**
Conus : **S15-CFI.1307**
Opdracht : **GA170898**
Sondering : **12**

Bijlage 3

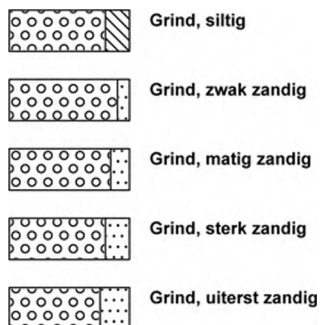
Boringen

GA170898 B01 t/m B04

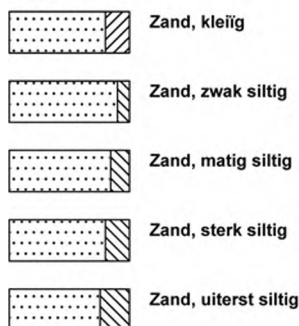


Legenda (conform NEN 5104)

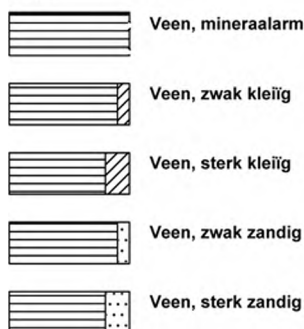
grind



zand



veen



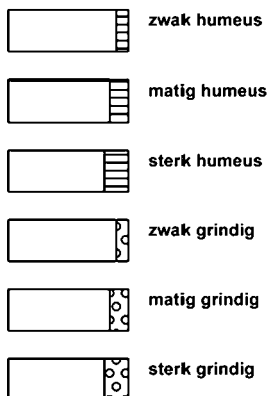
klei



leem



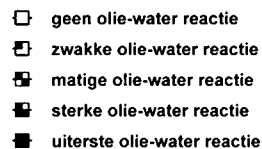
overige toevoegingen



geur



olie



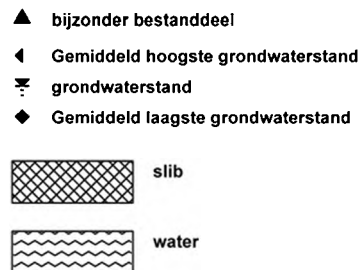
p.i.d.-waarde



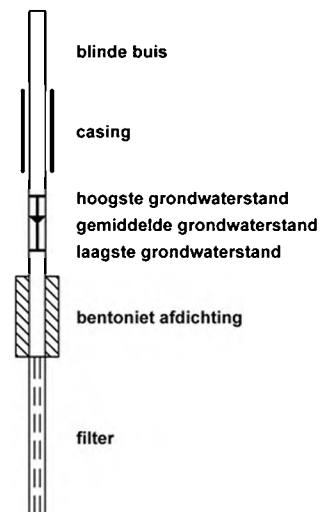
monsters



overig

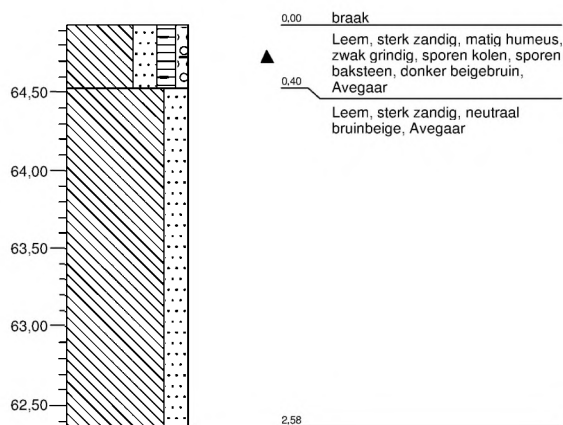


peilbuis



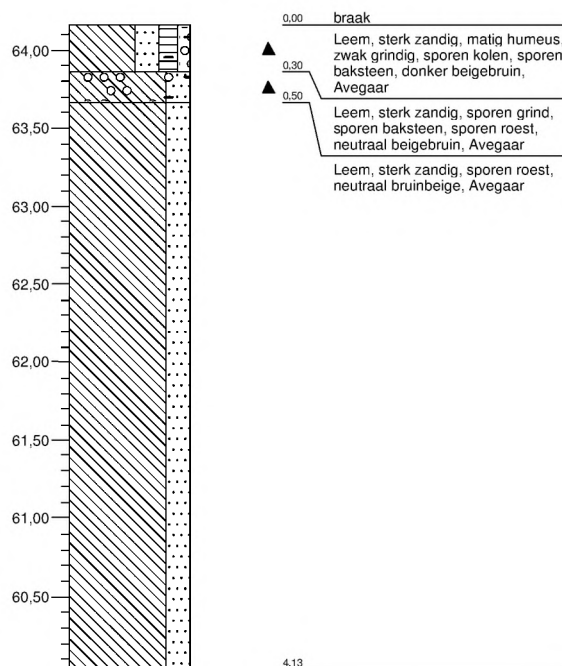
boring: B01

Maaiveldhoogte : 64.93 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 175260.19
 cm. - mv. Y:coördinaat : 318173.96
 Datum : 06-12-2017



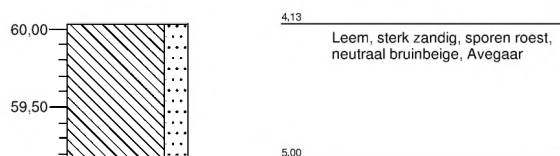
boring: B02-1

Maaiveldhoogte : 64.16 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 175218.55
 cm. - mv. Y:coördinaat : 318238.91
 Datum : 06-12-2017



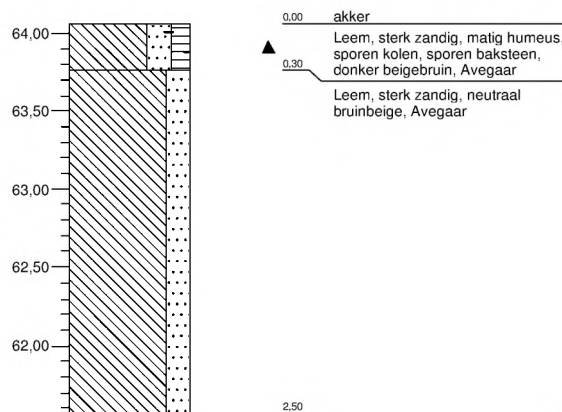
boring: B02-2

Maaiveldhoogte : 64.16 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 175218.55
 cm. - mv. Y:coördinaat : 318238.91
 Datum : 06-12-2017



boring: B03

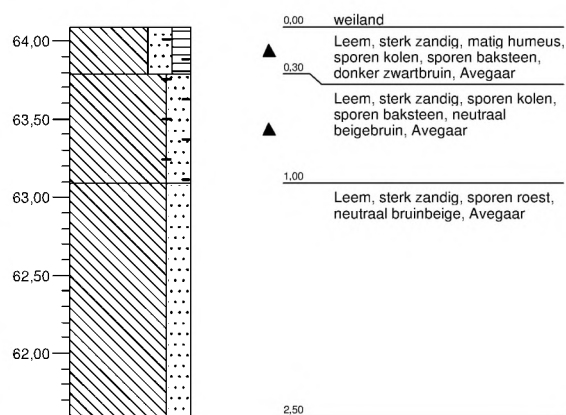
Maaiveldhoogte : 64.06 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 175279.72
 cm. - mv. Y:coördinaat : 318260.74
 Datum : 06-12-2017



opdrachtnummer : GA170898
projectomschrijving : Ravelijn Maastricht

boring: B04

Maaiveldhoogte : 64.09 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 175340.02
cm. - mv. Y:coördinaat : 318264.59
Datum : 06-12-2017



Bijlage 4

Funderingsdrukdiagrammen

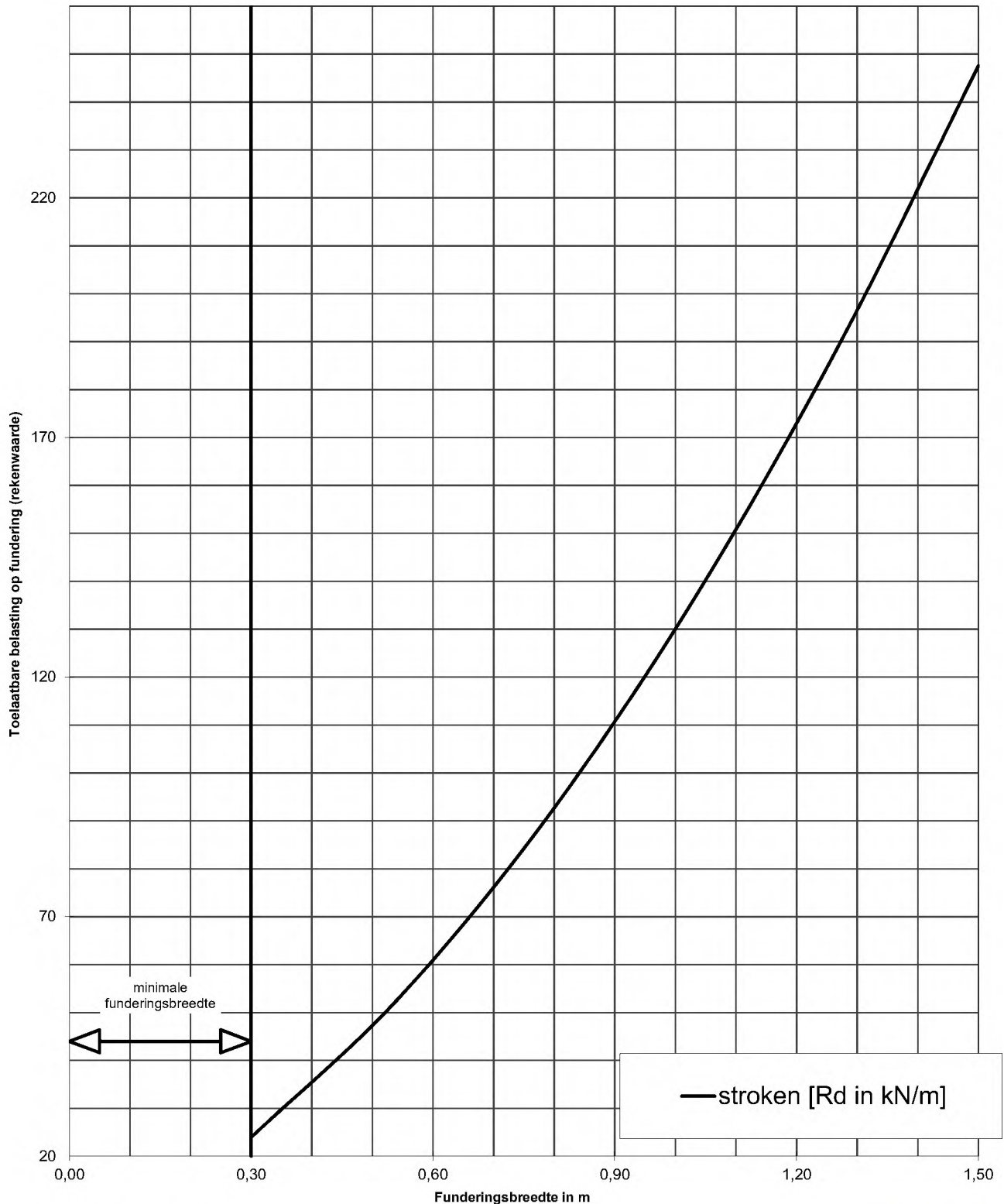
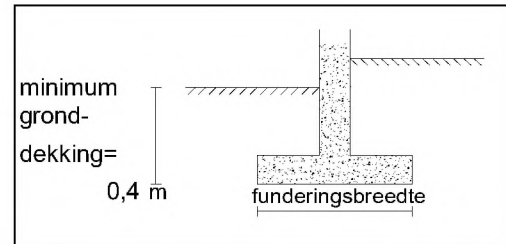
GA170898 FDD 0,4 m

GA170898 FDD 0,5 m

GA170898 FDD 0,6 m

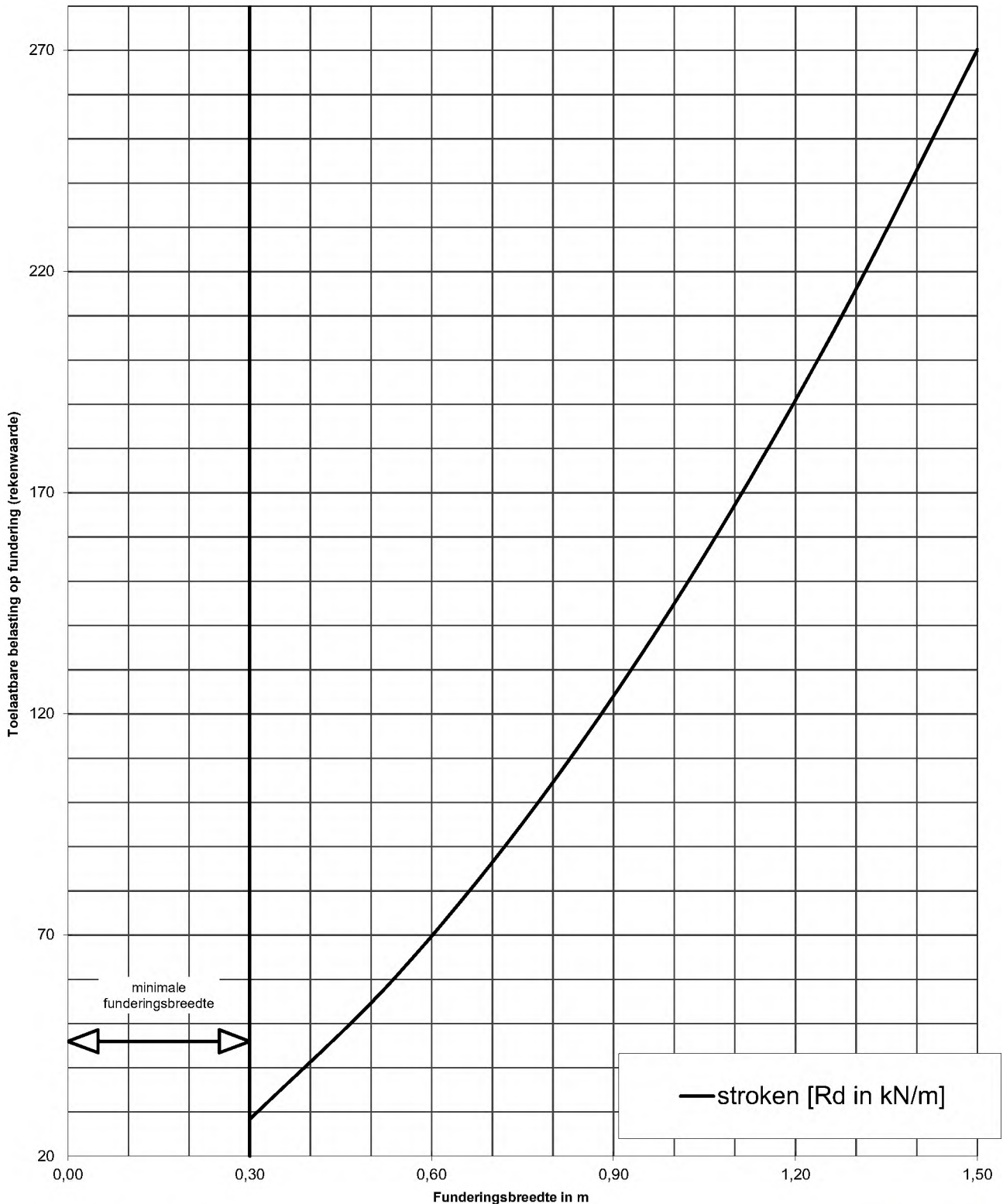
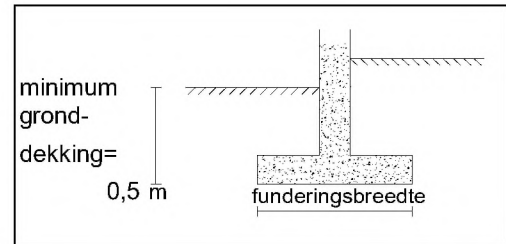
Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016
bij verticaal centrisk belaste funderingen

Bijlagenr. : GA170898
Project : Nieuwbouw 12 woningen
Locatie : Ravelijn, te Maastricht
Grondsoort : Zandig Leem
Volumiek gewicht : 19,5 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 27,5 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



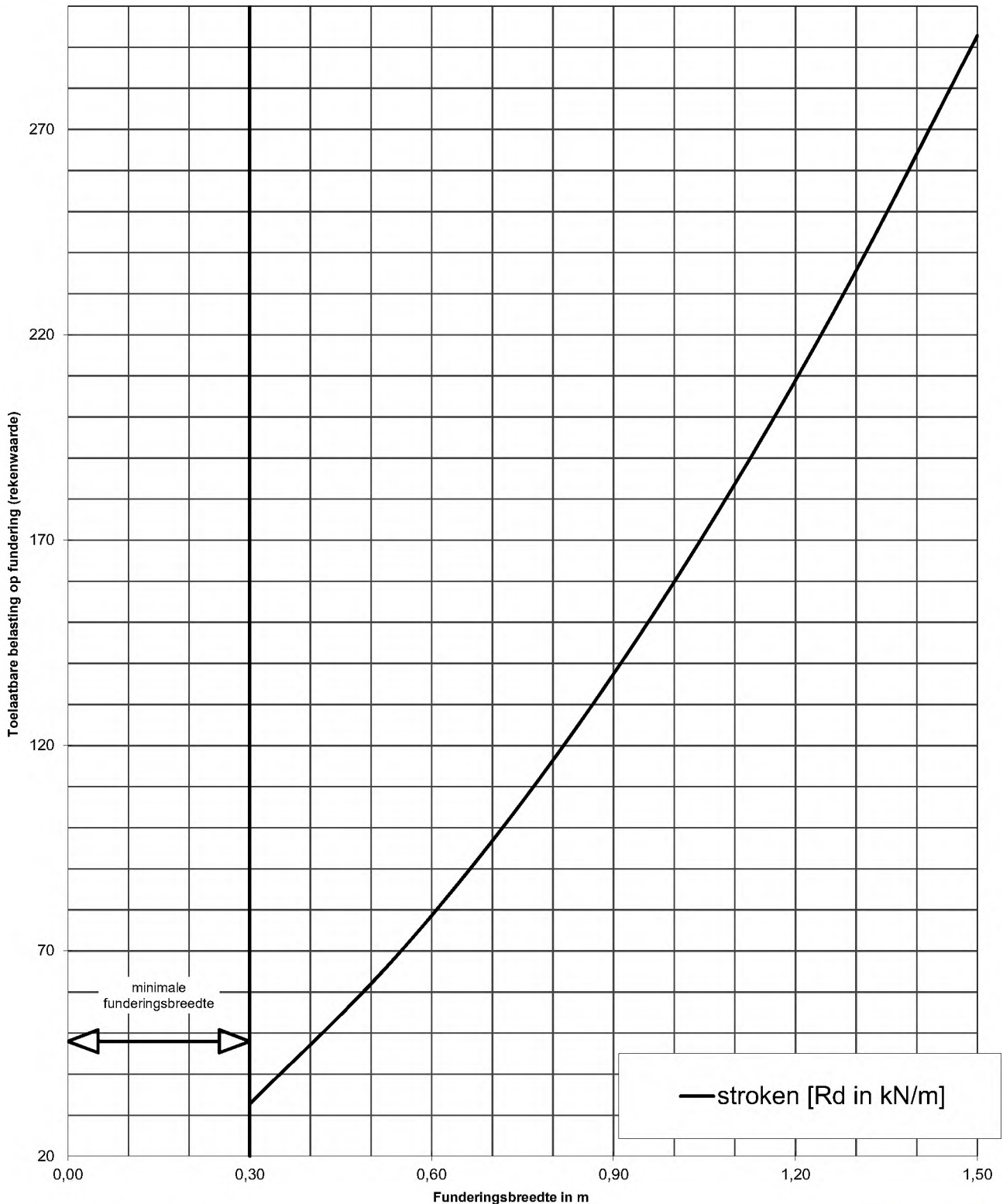
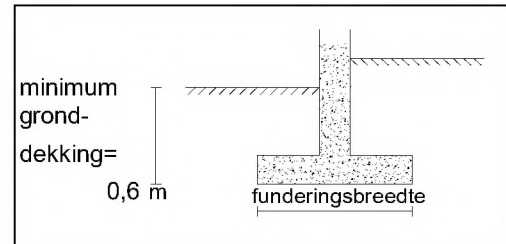
Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016 bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA170898
Project : Nieuwbouw 12 woningen
Locatie : Ravelijn, te Maastricht
Grondsoort : Zandig Leem
Volumiek gewicht : $19,5 \text{ kN/m}^3$
Hoek inw. wrijving : $27,5 \text{ graden}$
Cohesie : $0,0 \text{ kN/m}^2$



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

Bijlagenr. : GA170898
Project : Nieuwbouw 12 woningen
Locatie : Ravelijn, te Maastricht
Grondsoort : Zandig Leem
Volumiek gewicht : 19,5 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 27,5 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 5

Doorlatendheidsmetingen

GA170898 DM01 t/m DM04

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

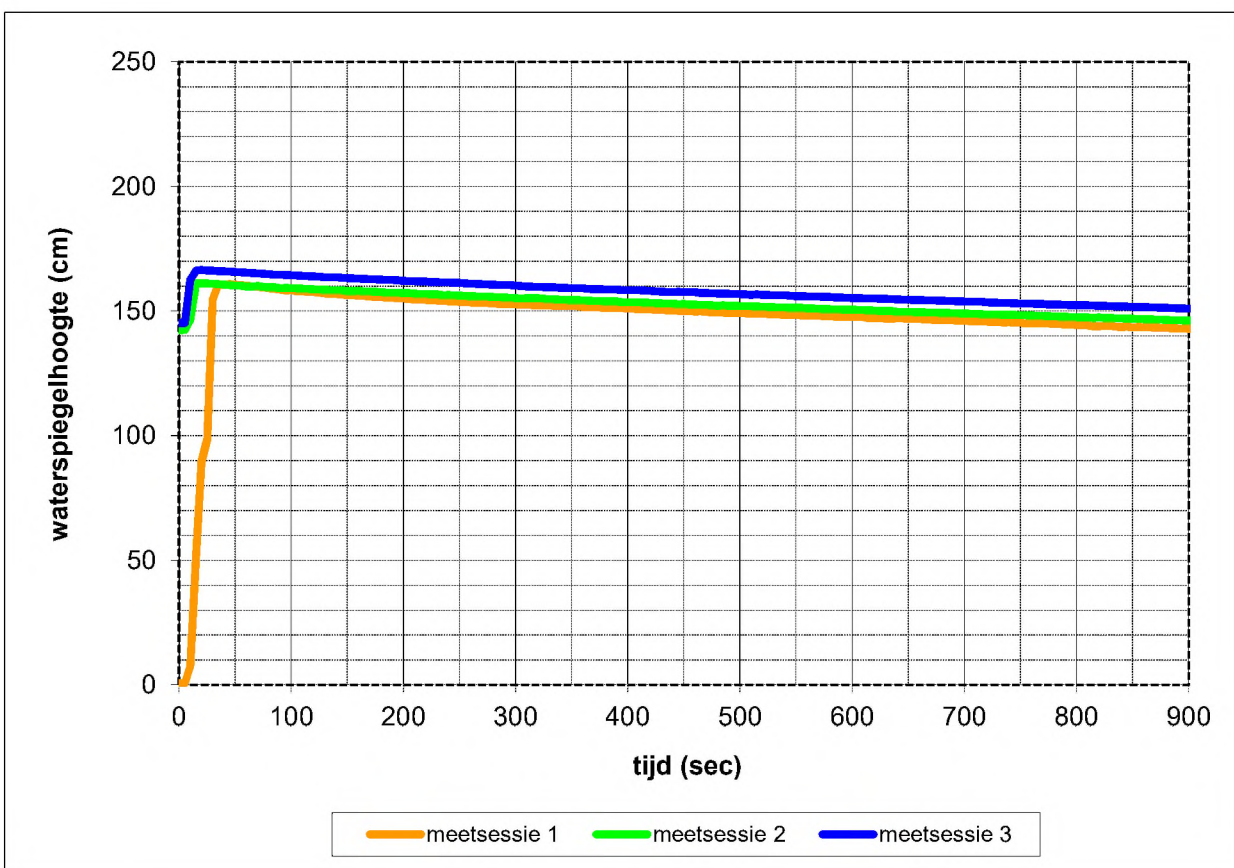
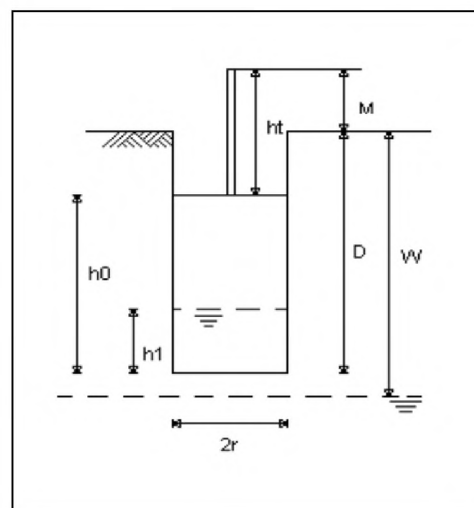
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	151,12	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	143,53	cm
k_f =	2,81E-06	m/s
k_f =	0,24	m/dag
rc =	-1,69E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	152,11	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	146,92	cm
k_f =	2,44E-06	m/s
k_f =	0,21	m/dag
rc =	-1,48E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	158,47	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	151,64	cm
k_f =	2,40E-06	m/s
k_f =	0,21	m/dag
rc =	-1,52E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

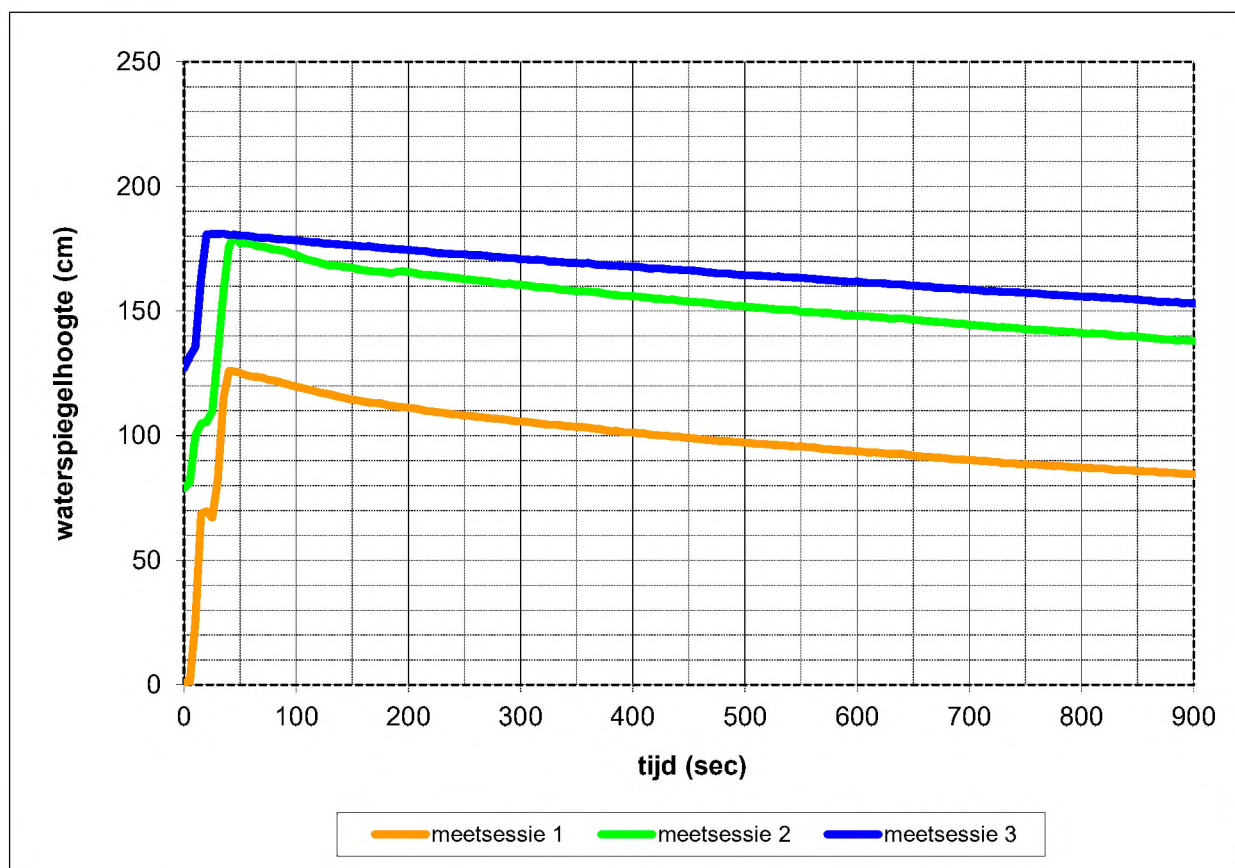
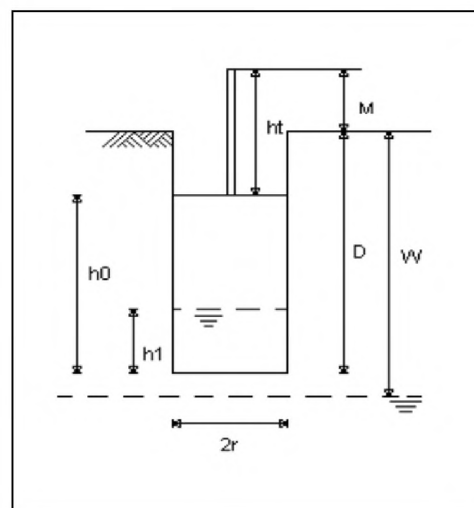
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	500	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meet sessie 1		
$t_0 =$	400	sec
$h_0 =$	101,28	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	85,88	cm
$k_f =$	8,91E-06	m/s
$k_f =$	0,77	m/dag
$rc =$	-3,42E-04	m/s

Meet sessie 2		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	151,92	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	139,78	cm
$k_f =$	5,84E-06	m/s
$k_f =$	0,50	m/dag
$rc =$	-3,47E-04	m/s

Meet sessie 3		
$t_0 =$	400	sec
$h_0 =$	167,78	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	154,66	cm
$k_f =$	4,45E-06	m/s
$k_f =$	0,38	m/dag
$rc =$	-2,92E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

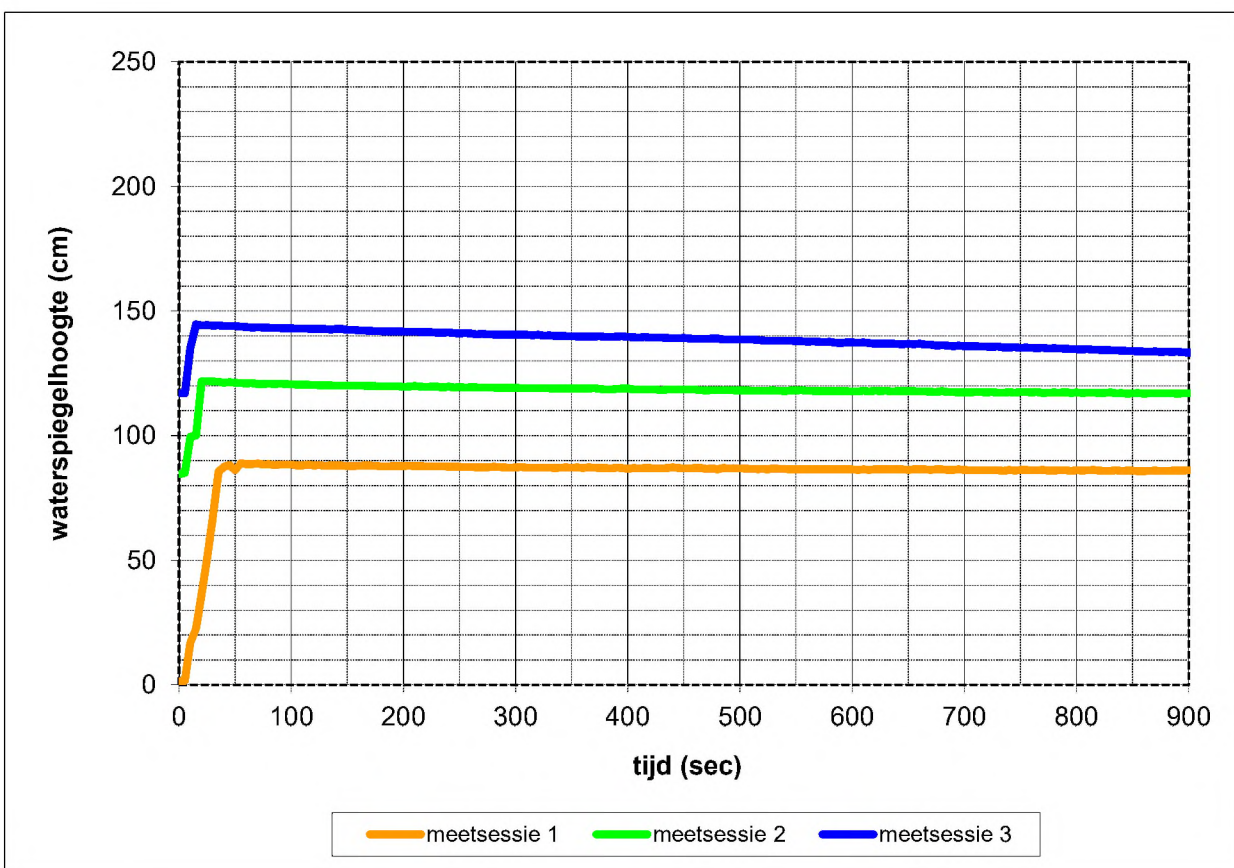
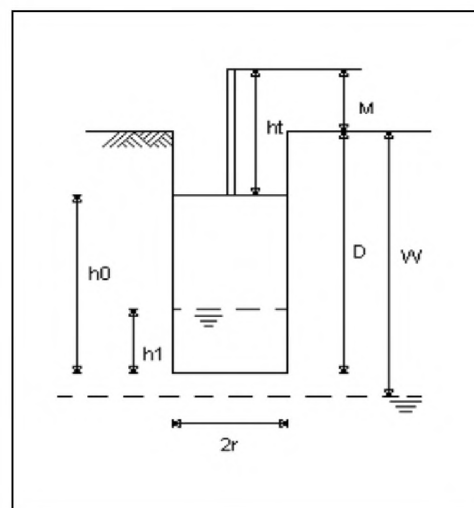
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

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



Meetsessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	86,70	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	86,00	cm
k_f =	4,37E-07	m/s
k_f =	0,04	m/dag
rc =	-1,56E-05	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	118,20	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	116,98	cm
k_f =	7,28E-07	m/s
k_f =	0,06	m/dag
rc =	-3,50E-05	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	139,67	cm
t_1 =	850	sec
h_1 =	134,01	cm
k_f =	2,25E-06	m/s
k_f =	0,19	m/dag
rc =	-1,26E-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 $t = t_0$

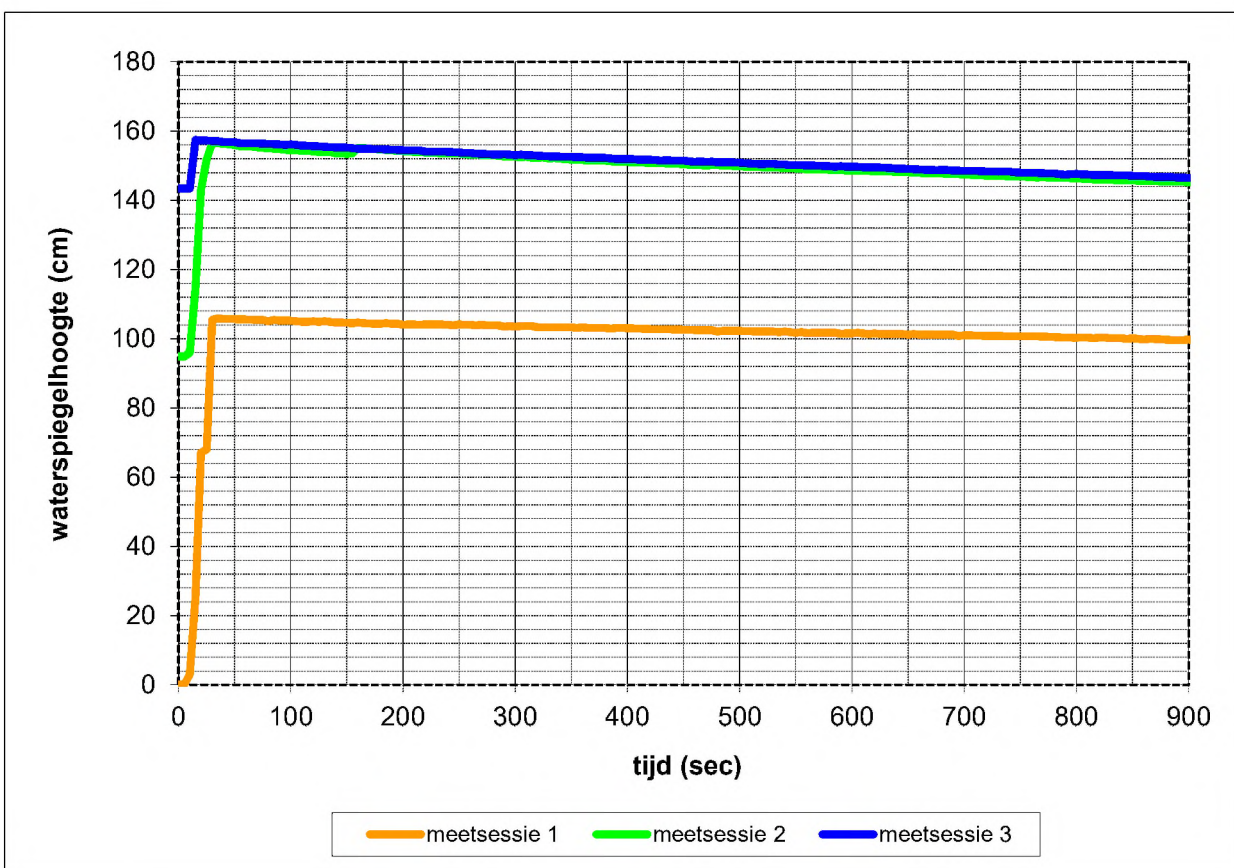
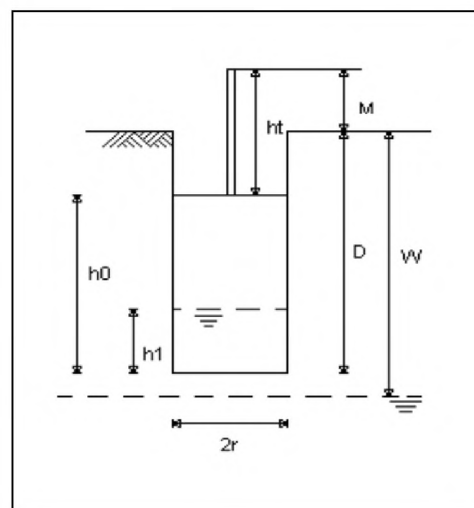
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meet sessie 1		
$t_0 =$	400	sec
$h_0 =$	103,14	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	100,17	cm
$k_f =$	1,59E-06	m/s
$k_f =$	0,14	m/dag
$rc =$	-6,61E-05	m/s

Meet sessie 2		
$t_0 =$	500	sec
$h_0 =$	149,87	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	145,84	cm
$k_f =$	1,91E-06	m/s
$k_f =$	0,17	m/dag
$rc =$	-1,15E-04	m/s

Meet sessie 3		
$t_0 =$	400	sec
$h_0 =$	151,97	cm
$t_1 =$	850	sec
$h_1 =$	147,01	cm
$k_f =$	1,81E-06	m/s
$k_f =$	0,16	m/dag
$rc =$	-1,10E-04	m/s

Bijlage 6

Richtlijnen uitvoering

Bijlage Grondverbeteringen





RICHTLIJNEN VOOR HET UITVOEREN VAN GRONDVERBETERINGEN

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 μm (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 μm 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.

Het 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 tril-apparatuur, drijfzand-condities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45^0 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. In het volgend 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. 50 cm 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/m² bij hydraulische of hand-sonderingen 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/m² 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.