

**Grondonderzoek en Funderingsadvies
t.b.v. nieuwbouw 8 woongebouwen
Park Glana
Aan de Lienaertstraat te Geleen
In de gemeente Sittard-Geleen**

Opdrachtnummer: GA160419
Rapportage: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 2 maart 2017

Opdrachtgever: Zuyderland Zorgcentrum B.V.
Dr. H. van der Hoffplein 1
6162 BG Geleen

Contactpersoon: Dhr. ing. P. Sonnemans

Architect: Coonen Metz Architecten
Houtstraat 34h
6102 BJ Echt

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
geotechnisch adviseur	Ing. M. Vankan	
Controle	Ir. NPAW Kelleners	



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	Boring.....	4
4.4	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	FUNDERINGSADVIES.....	8
7.1	Algemeen	8
7.2	Fundering op palen	8
7.3	Vloeren	11
8.0	UITVOERING	12
8.1	Ontgravingen	12
8.2	Mortelschroefpalen.....	12

Bijlagen:

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



1.0 INLEIDING

Door Zuyderland Zorgcentra BV te Geleen werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch en geohydrologisch onderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen voor de nieuwbouw van 8 woongebouwen welke onderdeel uitmaken van Park Glana aan de Liennaertstraat te Geleen. Het onderzoek voor de 2 meest zuidelijke woongebouwen (blok 9 en 10) maakte geen onderdeel uit van deze opdracht.

Tevens is in dit kader een verkennend milieukundig onderzoek uitgevoerd. Voor de resultaten en adviezen wordt verwezen naar het rapport MA160292.R01.v1.0 van Geonius Milieu bv.

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.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Op het terrein gelegen tussen de Spaubeeklaan en de Liennaertstraat in Geleen is de nieuwbouw gepland van een 8-tal woongebouwen bestaande uit 1 bouwlaag. Ten tijde van het opstellen van dit rapport zijn enkel nog beperkte uitgangspunten bekend. Definitieve bouwpeilen en gedetailleerde gegevens van de geplande constructies zijn bij ons niet bekend.

Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande mede door de architect verstrekte uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 1 bovengrondse bouwlaag en wordt niet van kelders voorzien. Het is niet bekend of er kruipruimtes worden toegepast.
- Het voorlopige bouwpeil is door de architect opgegeven op niveaus variërend van ca. NAP +60,0 m voor de blokken 1, 2, 7 en 8 en ca. NAP +61,25 m voor de overige blokken. De definitieve bouwpeilen dienen nog te worden vastgesteld. De tekening met de gebouwnummering en voorlopige bouwpeilen is opgenomen in de bijlage 1.
- Het aanlegniveau is door ons geschat op ca. 0,9 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. NAP +59,1 m voor de blokken 1, 2, 7 en 8 en ca. NAP +60,35 m voor de overige blokken.
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn op dit moment nog niet bekend en derhalve door ons aangenomen op lijnlasten q_d van ca. 100 kN/m¹ en puntlasten F_d van ca. 300 kN;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn in deze rapportage buiten beschouwing gelaten. Hiervoor wordt verwezen naar de rapportage van Geonius Milieu BV, met kenmerk MA160292.R01.v1.0

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.

Het ontwerp van een funderingsconstructie op palen dient getoetst te worden aan de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 7 van NEN 9997-1.



4.0 GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Ten behoeve van het geotechnisch en hydrologisch grondonderzoek zijn in februari 2017 in totaal 47 diepsonderingen, 2 machinale boringen en 3 handboringen uitgevoerd. Vanwege bomen en struiken was 1 sondering niet bereikbaar, dit betreft sondering SW01 (gebouw 1). Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

4.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA160419 SW02 t/m SW48. 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 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 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 en bruinkool

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 Boring

Om de toplagen nader te verkennen alsmede het infiltratieonderzoek te kunnen uitvoeren zijn op de locatie tevens een 3-tal handboringen (genummerd GA160419 DB02, DB03 en DB05) tot ca. 3,5 m- maaiveld uitgevoerd. Voor het bepalen van de doorlatendheid van de diepere ondergrond zijn twee machinale boringen uitgevoerd tot ca. 12 m- maaiveld. Dit betreft de boringen DB01 en DB04.

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 zijn opgenomen in de bijlagen.



4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA160419.T01 en T02 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-gps ingemeten tov het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,05 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

Ten tijde van het grondonderzoek was het terrein ingericht als park en voorzien van asfaltpaden en gras. Aan de zijde van de Liennaertstraat, ter plaatse van het toekomstige gebouw 7 en 8, was een geasfalteerde parkeerplaats aanwezig. Ten tijde van het grondonderzoek werd het maaiveld aangetroffen op een niveau van ca. NAP +61,9 m tot +59,8 m. Het terrein kent hiermee ter plaatse van de sondeerpunten een hoogteverschil van ca. 2,1 m.

In het verleden heeft op de locatie bebouwing bestaan, bestaande uit een hoogbouw (deels ter plaatse van het geplande gebouw 7) en laagbouw (in het gebied van de geplande nieuwbouw 4, 5 en 6). Op de situatietekeningen in bijlage 1 zijn de globale contouren van de voormalige bebouwing, op basis van de aangeleverde gegevens, geprojecteerd in het nieuwbouwplan.

5.2 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld tot ca. NAP +57,0 m à +56,0 m wordt een toplaag aangetroffen bestaande uit weke tot matig vaste leemlagen. Plaatselijk is de toplaag over enkele meters diepte geroerd. In de bovenste meter worden daarnaast bijmengingen van zand- en/of puinhoudend materiaal aangetroffen. De conusweerstand in dit pakket variëren van ca. 0,5 MPa voor de zeer weke sterk zettingsgevoelige leemlagen en lopen op tot ca. 2,0 MPa in de matig vaste leemlagen. In de zand- en/of puinhoudende toplagen worden over het algemeen hoger conusweerstand geregistreerd van ca. 3,0 tot 10,0 MPa.

Bij de sonderingen SW31/SW31a en SW19 wordt op een diepte van ca. 2,0 à 3,0 m- maaiveld een dunne zeer vaste laag aangetoond. Sondering SW31/SW31a is in deze laag gestrand vanwege het bereiken van de maximale sondeerdruk. De bij sondering SW19 aangetroffen laag op NAP +58,0 m kan duiden op de aanwezigheid van puin.

Tussenlaag 1

Onder de toplaag wordt tot ca. NAP +55,5 m à +51,0 m een matig vaste tot vaste lösslaag aangetroffen waarin de conusweerstand oploopt tot gemiddeld ca. 4,0 MPa. Lokaal worden met het toenemen van de diepte hogere conusweerstand gemeten, als gevolg van meer zandige lagen.

Tussenlaag 2

Vervolgens wordt een matig vaste tot vaste zandgrindlaag aangetoond tot een diepte van ca. NAP +45,0 m bij sondering SW02. Meer richting het zuiden van de projectlocatie wordt de onderzijde van het zandgrindpakket steeds hoger aangetroffen, bijvoorbeeld bij sondering SW43 op een niveau van ca. NAP +51,0 m. Dit zandgrindpakket kent een grillig beeld qua verloop van conusweerstand, mede het gevolg van insluitingen van klei- en of leemlaagjes in het pakket. De gemeten conusweerstand in deze laag variëren tussen ca. 4,0 MPa en meer dan 40 MPa. Vanwege het bereiken van de maximale sondeerdruk is een aantal sonderingen in de bovenzijde van dit pakket gestrand.

Onderlaag

Tenslotte wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +45,0 m, daar waar geen grind wordt aangetoond, een matig vast tot vast gepakt zandpakket gevonden waarbij de conusweerstand oplopen tot ca. 10,0 à 15,0 MPa.

6.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE

6.1 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen ca. NAP +54,5 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden.

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

Op de locatie zijn boringen uitgevoerd om de doorlatendheidsmetingen te kunnen uitvoeren. De metingen zijn 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. De resultaten van de doorlatendheidsmetingen zijn opgenomen in bijlage 4.

Tabel 6.2.1 Doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject (m- maaiveld)	Traject (m+ NAP)	Grondsoort	Doorlatendheid (m/d)
DM01	10,0 – 12,0	51,4 – 49,4	Zand, zwak siltig, matig grindig	13,6 – 22,4
DM02	2,5 – 3,4	59,2 - 58,3	Leem, sterk zandig	0,44 – 0,58
DM03	2,5 – 3,4	58,5 – 57,6	Leem, matig zandig	0,16 – 0,22
DM04	8,1 – 12,0	52,7 – 48,9	Zand, zwak siltig, matig grindig	5,63 – 9,93
DM05	2,5 – 3,4	57,7 – 56,8	Leem, sterk zandig	0,26 – 0,58

7.0 FUNDERINGSADVIES

7.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw kan voor de geplande nieuwbouw zowel een fundering op staal als een fundering op palen worden geadviseerd.

Voor een fundering op staal zijn vanwege de aangetroffen grondslag plaatselijk wel forse grondverbeteringen nodig om de zettingen en vooral zettingsverschillen te beperken. Hierbij dienen de geroerde delen vervangen te worden door een goed verdichte grondverbetering. Daar waar sprake is van een ongeroerde grondslag zal de dikte van de grondverbetering beperkt zijn, dit is bijvoorbeeld het geval bij sondering SW04 en SW27.

Voor het merendeel lijkt de toplaag te zijn geroerd. Enkele voorbeelden zijn de sonderingen SW08, SW10, SW33, SW38, SW42, SW43. Bij deze sonderingen is uitgaande van de in hoofdstuk 2 gedane aannames, onder de fundering een grondverbetering nodig van tenminste 1,3 m of dikker. Bij de voormalige hoogbouw zal een nog dikkere grondverbetering toegepast moeten worden.

Gezien het benodigde grondverzet wordt verwacht dat een paalfundering uit kostentechnisch oogpunt interessanter is dan een fundering op staal met grondverbeteringen. In onderstaand rapport is derhalve een fundering op palen verder uitgewerkt.

7.2 Fundering op palen

In verband met de aanwezige bebouwing in de directe omgeving en de aanwezigheid van enkele vaste tussenlagen komt een trillingsvrij funderingssysteem zoals in de grond gevormde mortelschroefpalen in aanmerking.

In voorliggend advies zijn de thans geldende paalklassefactoren gehanteerd. Indien de paalleverancier afwijkende paalklassefactoren moet hanteren, zal het advies opnieuw beschouwd moeten worden.

Voor de berekening van de draagkracht zijn de volgende factoren aangehouden:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| - paalklasse punt | $\alpha_p = 0,56$ |
| - paalvoetvorm | $\beta = 1,0$ |
| - paalvoetdwarsdoorsnede | $s = 1,0$ |
| - paalklasse schacht | $\alpha_s = 0,0060$ |

Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bij ons bekend, deze zijn daarom niet in rekening gebracht (conservatief).

In tabel 7.2.1 zijn de paalpuntniveau's sec ter plaatse van de sondeerpunten aangegeven ten opzichte van NAP. Tevens is de rekenwaarde voor de draagkracht $R_{C;net;d}$ aangegeven in kN bij toepassing van alleenstaande mortelschroefpalen met verschillende diameters. In dit advies is per gebouw 1 of 2 opties gegeven voor het te hanteren paalpuntniveau. Geadviseerd wordt per blok 1 uniform niveau te kiezen.

Vanwege de heterogeniteit van de bovenzijde van de zandgrindlaag moeten de palen plaatselijk tot enkele meters diepte in de zeer vaste laag geboord worden. Bij de keuze van de boorstelling moet rekening gehouden worden met de inzet van het juiste materieel, zodat de palen op diepte geboord kunnen worden. Dit is ter beoordeling van de palenleverancier.



Tabel 7.2.1: Paalpuntniveau's en draagkracht voor alleenstaande mortelschroefpalen

Sondering nr.	Maaiveld hoogte [m t.o.v. NAP]	Paalpunt- niveau [m t.o.v. NAP]	R _{c,net;d} bij toepassing van diameters [mm]				
			Ø 300	Ø 350	Ø 400	Ø 450	Ø 500
Gebouw 1							
SW01	--	+49,5	245	280	340	410	490
SW02	+59,89						
SW03*	+60,04						
SW04	+60,06						
SW05	+59,97						
SW01	--	+47,5	380	490	600	730	870
SW02	+59,89						
SW03*	+60,04						
SW04	+60,06						
SW05	+59,97						
Gebouw 2							
SW06	+60,00	+50,0	270	350	435	525	620
SW07	+59,90						
SW08	+60,20						
SW09*	+59,95						
SW10	+61,50						
SW11	+60,01						
SW12	+59,93						
SW06	+60,00	+47,0	480	610	755	--#	--#
SW07	+59,90						
SW08	+60,20						
SW09	+59,95						
SW10	+61,50						
SW11	+60,01						
SW12	+59,93						
Gebouw 3							
SW25*	+60,83	+52,0	235	300	380	465	555
SW26*	+61,15						
SW27	+60,96						
SW28	+60,80						
SW29	+60,58						
SW30	+60,90						
SW25*	+60,83	+50,5	300	380	475	580	695
SW26*	+61,15						
SW27	+60,96						
SW28	+60,80						
SW29	+60,58						
SW30	+60,90						

Sondering nr.	Maaiveld hoogte [m t.o.v. NAP]	Paalpunt- niveau [m t.o.v. NAP]	R _{c;net;d} bij toepassing van diameters [mm]				
			Ø 300	Ø 350	Ø 400	Ø 450	Ø 500
Gebouw 4							
SW37*	+60,65	+50,5	305	390	485	590	710
SW38*	+61,18						
SW39	+61,11						
SW40	+61,11						
SW41	+60,97						
Gebouw 5							
SW42*	+61,18	+52,5	270	350	400	480	560
SW43	+61,37						
SW44*	+61,33						
SW45*	+61,27						
SW46	+61,26						
SW47	+61,68						
SW48*	+61,81						
SW42*	+61,18	+50,0	355	450	550	660	780
SW43	+61,37						
SW44*	+61,33						
SW45*	+61,27						
SW46	+61,26						
SW47	+61,68						
SW48*	+61,81						
Gebouw 6							
ivm stranden sonderingen advies mede gebaseerd op sonderingen van naastgelegen blokken, sonderingen SW23 en SW43							
SW31/ SW31a*	+61,47	+51,0	230	290	360	430	510
SW32*	+61,68						
SW33	+61,57						
SW34*	+61,33						
SW35*	+61,09						
SW36*	+61,43						
Gebouw 7							
ivm stranden sonderingen advies mede gebaseerd op sonderingen van naastgelegen blokken, sonderingen SW18 en SW23							
SW19*	+60,31	+50,0	325	370	460	560	665
SW20*	+61,76						
SW21*	+61,11						
SW22*	+61,11						
SW23	+61,31						
SW24*	+61,31						
Gebouw 8							
SW13*	+60,16	+50,0	325	370	460	560	665
SW14	+61,59						

Sondering nr.	Maaiveld hoogte [m t.o.v. NAP]	Paalpunt- niveau [m t.o.v. NAP]	R _{c;net;d} bij toepassing van diameters [mm]				
			Ø 300	Ø 350	Ø 400	Ø 450	Ø 500
Gebouw 8							
SW15	+ 60,85	+ 50,0	325	370	460	560	665
SW16	+ 60,86						
SW17	+ 60,70						
SW18	+ 61,43						

..* sondering gestrand vanwege het bereiken van de maximale weerstand. Paalpuntniveau en draagvermogen op basis van omliggende voldoende diepe sonderingen.

..# sonderingen niet voldoende diep om voor deze paalafmetingen het draagvermogen te bepalen.

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in de bijlage 4. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met negatieve kleeft als gevolg van zettingen door aanvullingen/ophogingen. Dit omdat er ten tijde van de rapportage geen noemenswaardige ophogingen zijn gepland.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

7.3 Vloeren

Wij adviseren om de begane grondvloeren vrijdragend uit te voeren. Voor een vloer op zandbed zal voor de begane grondvloer de geroerde toplaag verwijderd moeten worden en vervangen door een relatief dikke grondverbetering. Hierdoor zal een vrijdragend uitgevoerde begane grondvloer economisch aantrekkelijker zijn. Het grondverzet kan zodoende tot een minimum worden beperkt.

8.0 UITVOERING

8.1 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. Voor nadere informatie over de milieukundige kwaliteit van de locatie wordt verwezen naar de rapportage van Geonius Milieu bv met kenmerk MA160292.R01.v1.0.

8.2 Mortelschroefpalen

De werkzaamheden dienen conform de NVN6724:2001 te worden uitgevoerd. De belangrijkste punten zijn in de bijlage uitvoering mortelschroefpalen opgesomd.

In verband met de plaatselijk weke, drassige ondergrond is het aan te bevelen om voorzieningen te treffen voor het manoeuvreren met de boorstelling. Hiertoe kunnen bijvoorbeeld dragline-schotten worden gebruikt.

De palen zullen gezien de zeer weke grondslag in de toplaag ($q_c < 1 \text{ MPa}$) over voldoende lengte, zoals in de NEN-normen aangegeven, van wapening moeten worden voorzien. Dit is ter competentie van de constructeur.

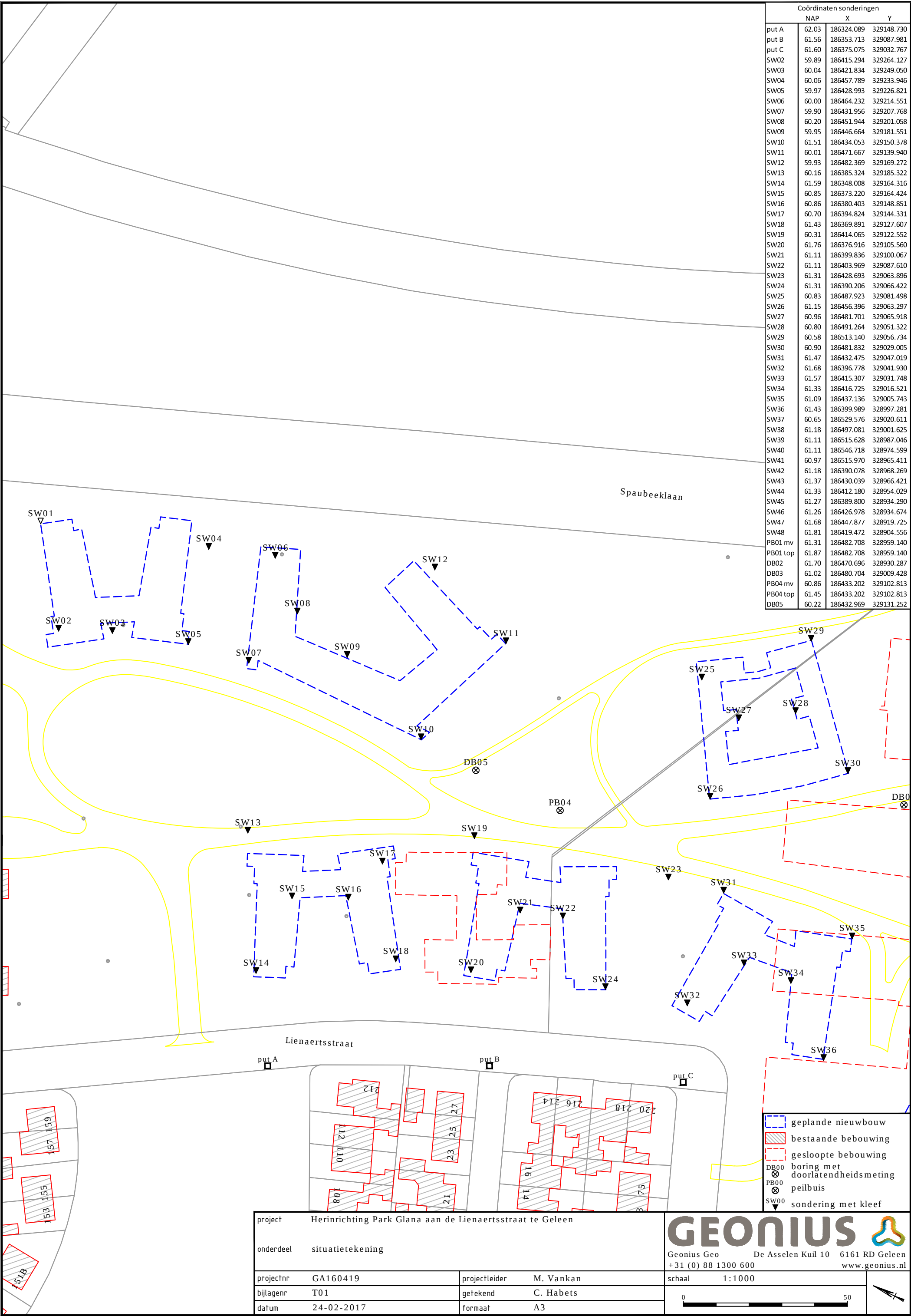
Gezien de plaatselijk weke grondslag adviseren wij een zorgvuldige controle op de betondruk te houden. Het gebruik van toeslagmaterialen in de beton zoals bijvoorbeeld spramex kan het regelen van de betondruk en daarmee een kwalitatief betere paal bevorderen en extra betonverbruik minimaliseren.

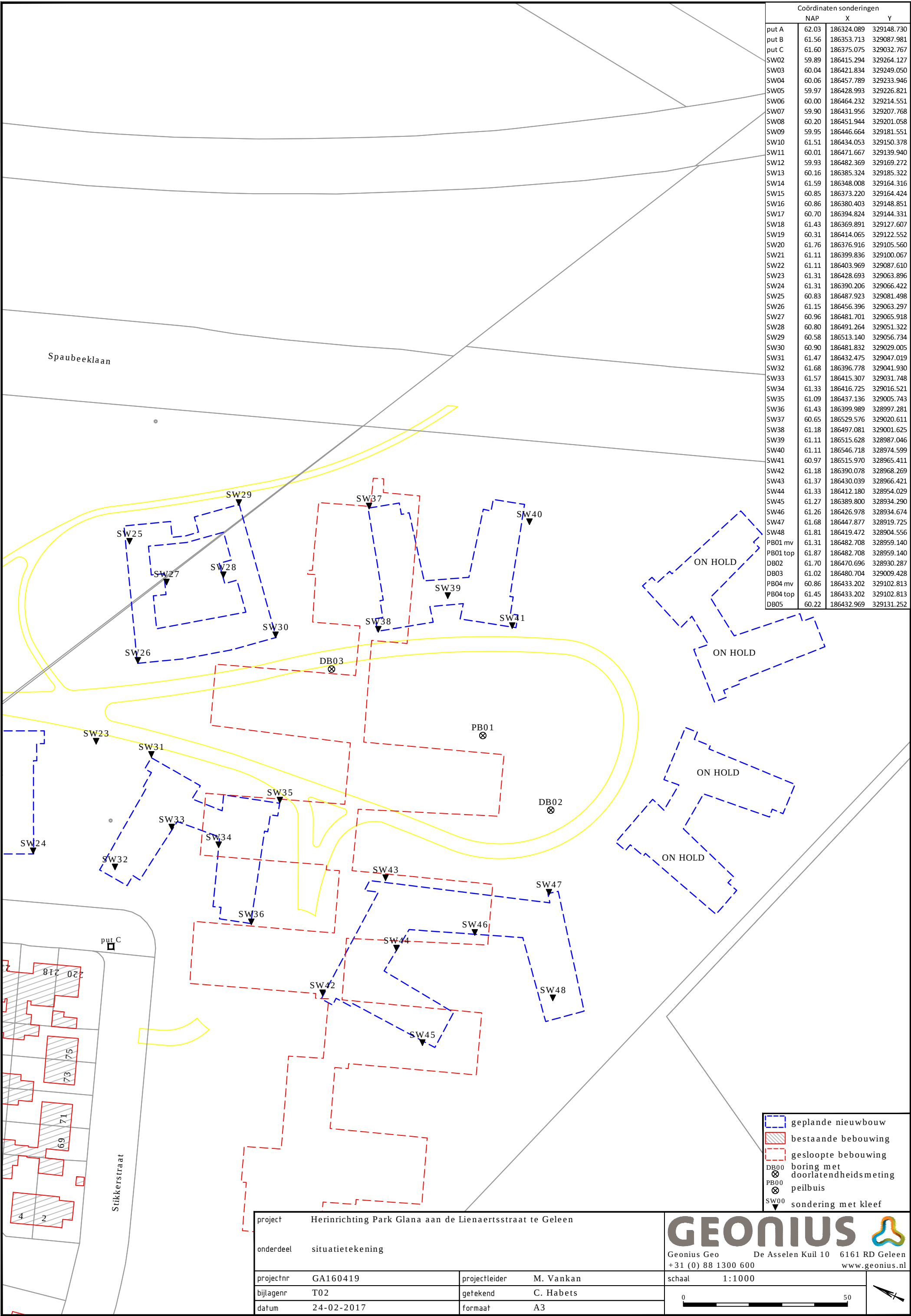
Vanwege de heterogeniteit van de bovenzijde van de zandgrindlaag moeten de palen plaatselijk tot enkele meters diepte in de zeer vaste laag geboord worden. Bij de keuze van de boorstelling moet rekening gehouden worden met de inzet van het juiste materieel, zodat de palen op diepte geboord kunnen worden. Dit is ter beoordeling van de palenleverancier.

Conform de NVN6724:2001, adviseren wij om minimaal 25 % (met een minimum van 5) van de funderingspalen akoestisch door te meten, zodat de palen op discontinuïteiten worden gecontroleerd. Door Geonius kunnen deze akoestische metingen (digitaal m.b.v. het SIT-systeem) voor U worden verzorgd. Indien het bestek conform BRL richtlijnen wordt opgesteld merken wij op dat 100% van de palen dient te worden doorgemeten.

Bijlage 1:

Situatietekening





	Coördinaten sonderingen		
	NAP	X	Y
put A	62.03	186324.089	329148.730
put B	61.56	186353.713	329087.981
put C	61.60	186375.075	329032.767
SW02	59.89	186415.294	329264.127
SW03	60.04	186421.834	329249.050
SW04	60.06	186457.789	329233.946
SW05	59.97	186428.993	329226.821
SW06	60.00	186464.232	329214.551
SW07	59.90	186431.956	329207.768
SW08	60.20	186451.944	329201.058
SW09	59.95	186446.664	329181.551
SW10	61.51	186434.053	329150.378
SW11	60.01	186471.667	329139.940
SW12	59.93	186482.369	329169.272
SW13	60.16	186385.324	329185.322
SW14	61.59	186348.008	329164.316
SW15	60.85	186373.220	329164.424
SW16	60.86	186380.403	329148.851
SW17	60.70	186394.824	329144.331
SW18	61.43	186369.891	329127.607
SW19	60.31	186414.065	329122.552
SW20	61.76	186376.916	329105.560
SW21	61.11	186399.836	329100.067
SW22	61.11	186403.969	329087.610
SW23	61.31	186428.693	329063.896
SW24	61.31	186390.206	329066.422
SW25	60.83	186487.923	329081.498
SW26	61.15	186456.396	329063.297
SW27	60.96	186481.701	329065.918
SW28	60.80	186491.264	329051.322
SW29	60.58	186513.140	329056.734
SW30	60.90	186481.832	329029.005
SW31	61.47	186432.475	329047.019
SW32	61.68	186396.778	329041.930
SW33	61.57	186415.307	329031.748
SW34	61.33	186416.725	329016.521
SW35	61.09	186437.136	329005.743
SW36	61.43	186399.989	328997.281
SW37	60.65	186529.576	329020.611
SW38	61.18	186497.081	329001.625
SW39	61.11	186515.628	328987.046
SW40	61.11	186546.718	328974.599
SW41	60.97	186515.970	328965.411
SW42	61.18	186390.078	328968.269
SW43	61.37	186430.039	328966.421
SW44	61.33	186412.180	328954.029
SW45	61.27	186389.800	328934.290
SW46	61.26	186426.978	328934.674
SW47	61.68	186447.877	328919.725
SW48	61.81	186419.472	328904.556
PB01 mv	61.31	186482.708	328959.140
PB01 top	61.87	186482.708	328959.140
DB02	61.70	186470.696	328930.287
DB03	61.02	186480.704	329009.428
PB04 mv	60.86	186433.202	329102.813
PB04 top	61.45	186433.202	329102.813
DB05	60.22	186432.969	329131.252

- geplande nieuwbouw
- bestaande bebouwing
- gesloopte bebouwing
- boring met doorlatendheidsmeting
- peilbuis
- sondering met kleef

project

Herinrichting Park Glana aan de Lienaertsstraat te Geleen

onderdeel

situatietekening

projectnr

GA160419

projectleider

M. Vankan

bijlagenr

T02

getekend

C. Habets

datum

24-02-2017

formaat

A3

GEONIUS

Geonius Geo De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen +31 (0) 88 1300 600 www.geonius.nl

01000

050



concept hogtes 010317



Coenen Architecten
Houtweg 36
6125 BR Sint
T 0475 48 48 42
E info@coenenarchitecten.nl
W www.coenenarchitecten.nl

parc glana gelen
ontwerptekening
situatie

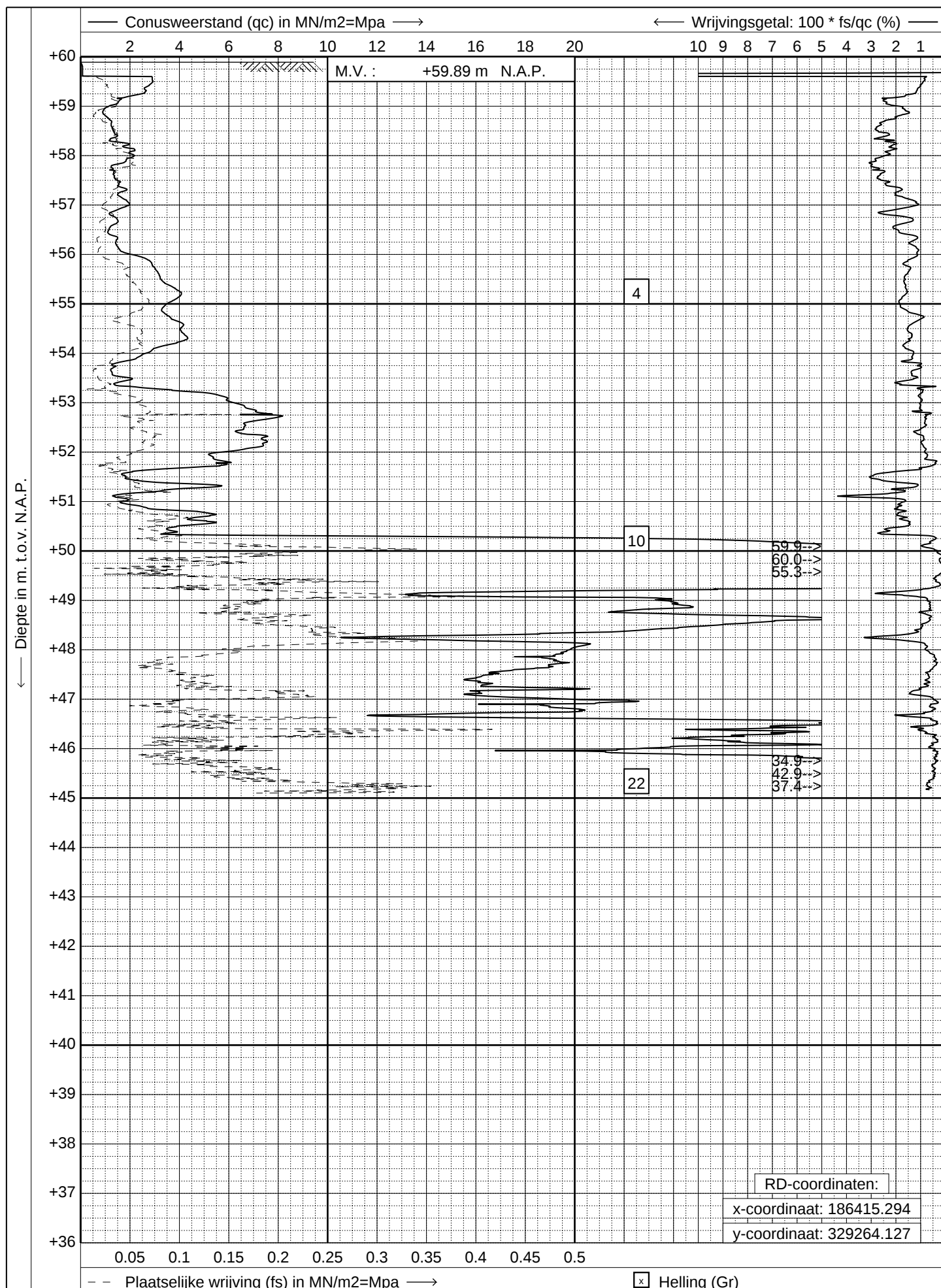
zuyderland zorgcentra bv
postbus 5500
6130 mb sittard

file 1360-000.dwg
scale 1:500
datum 2017

blad 000
plan 2860

Bijlage 2

Sondeergrafieken



GEONIUS

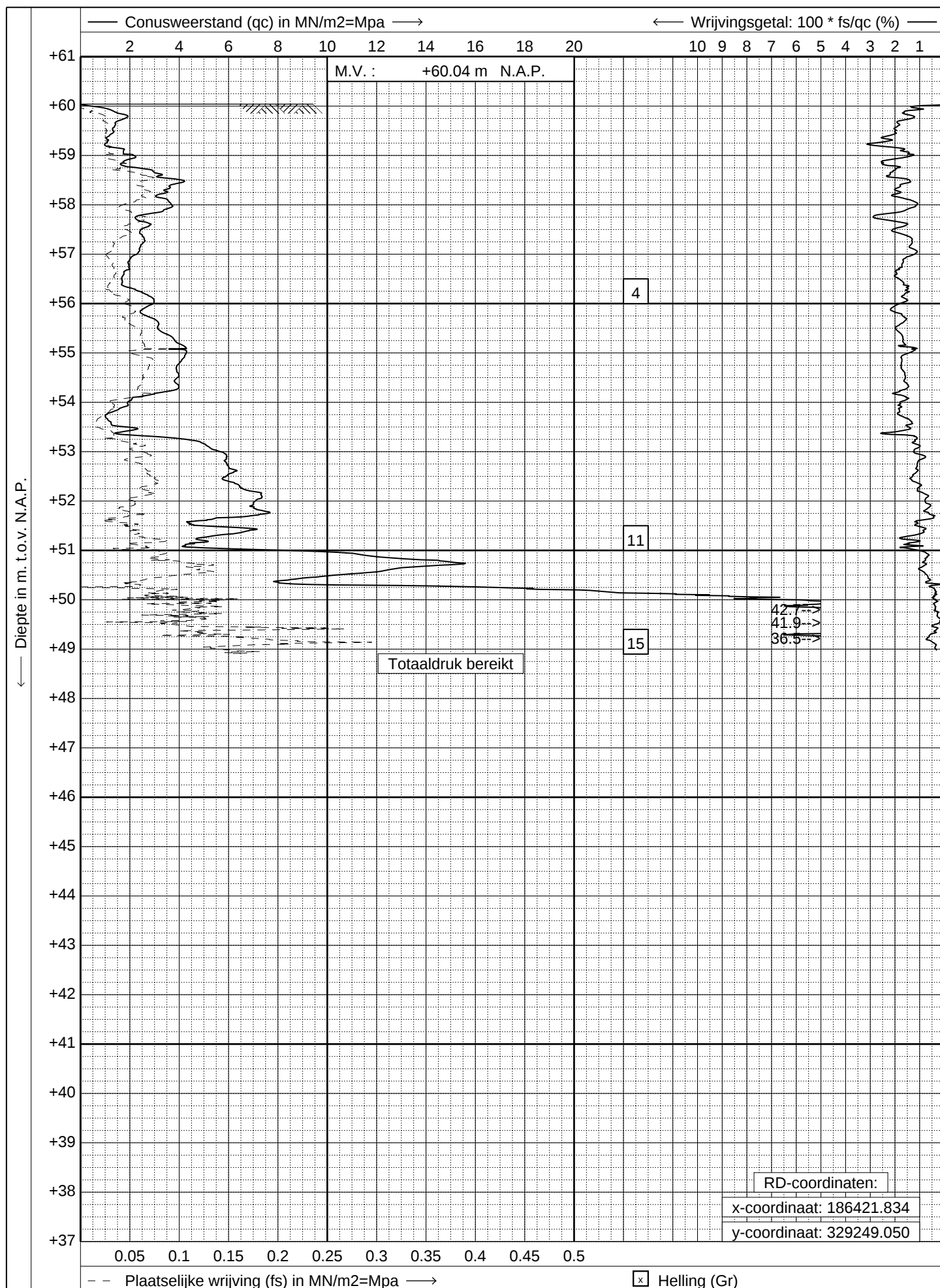
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Herinrichting Park Glana**

Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **21-02-2017**
Conus : **S15-CFI.1382**
Opdracht : **GA160419**
Sondering : **02**



GEONIUS

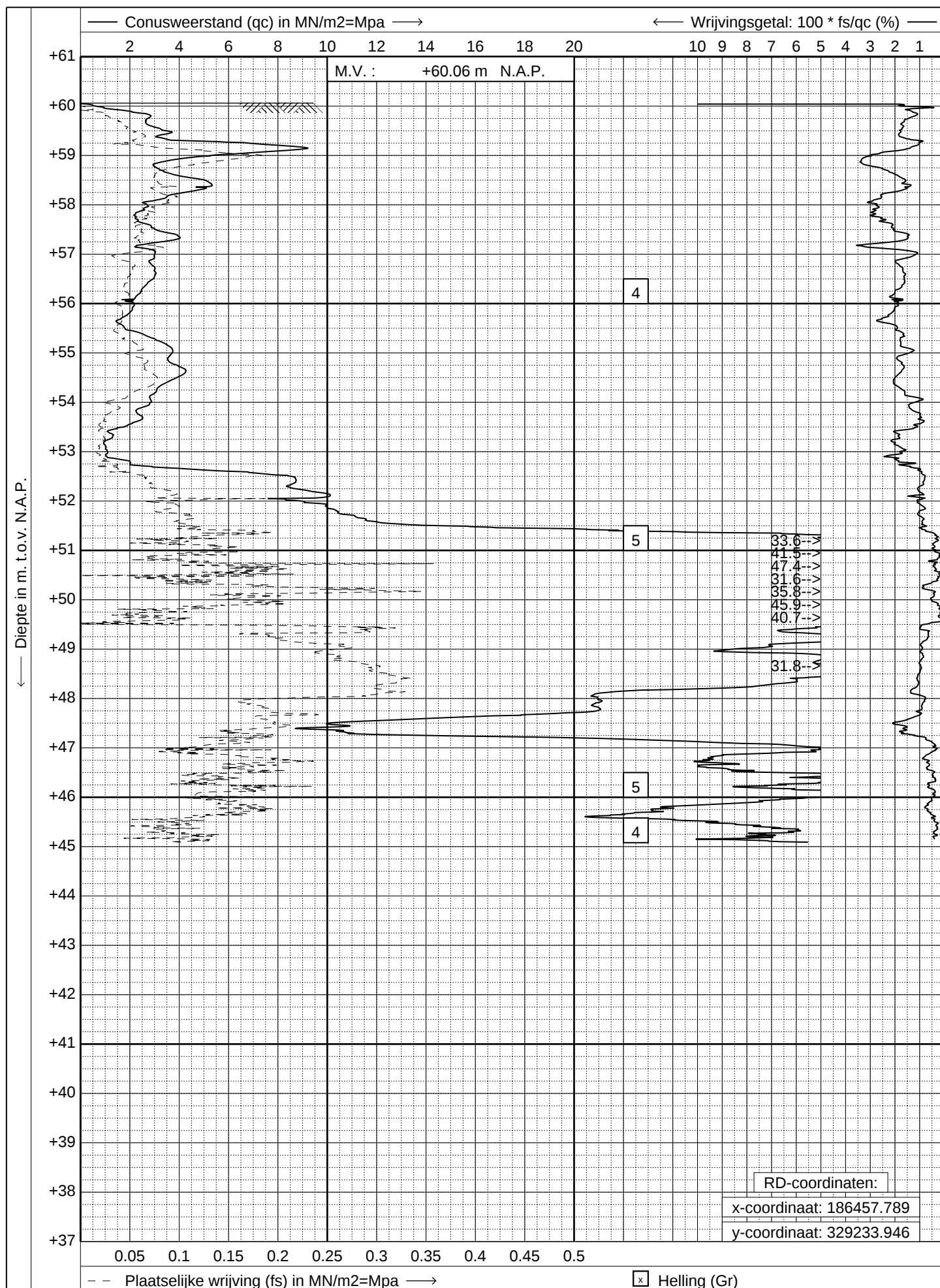
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
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 : Herinrichting Park Glana

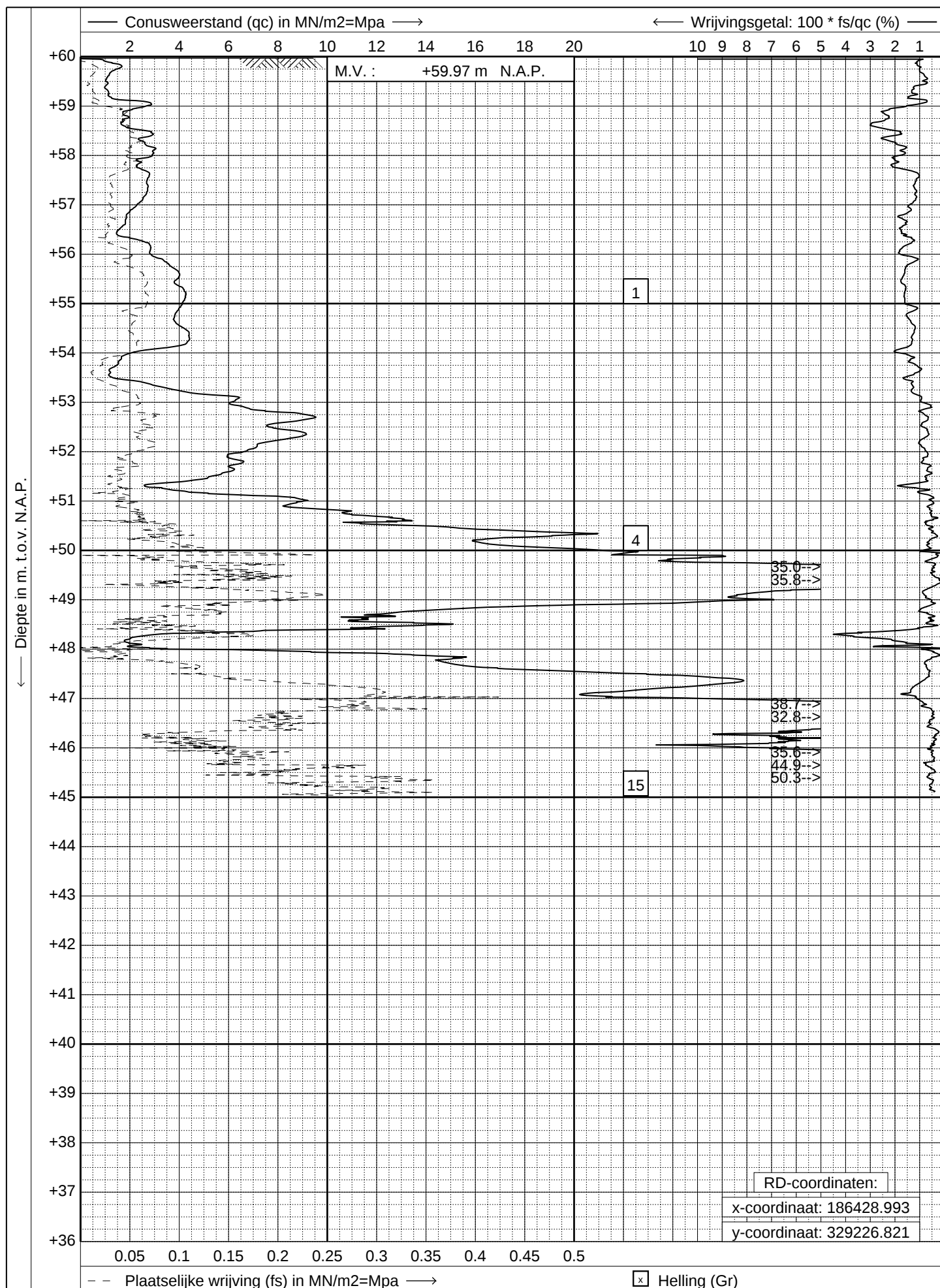
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 04



GEONIUS

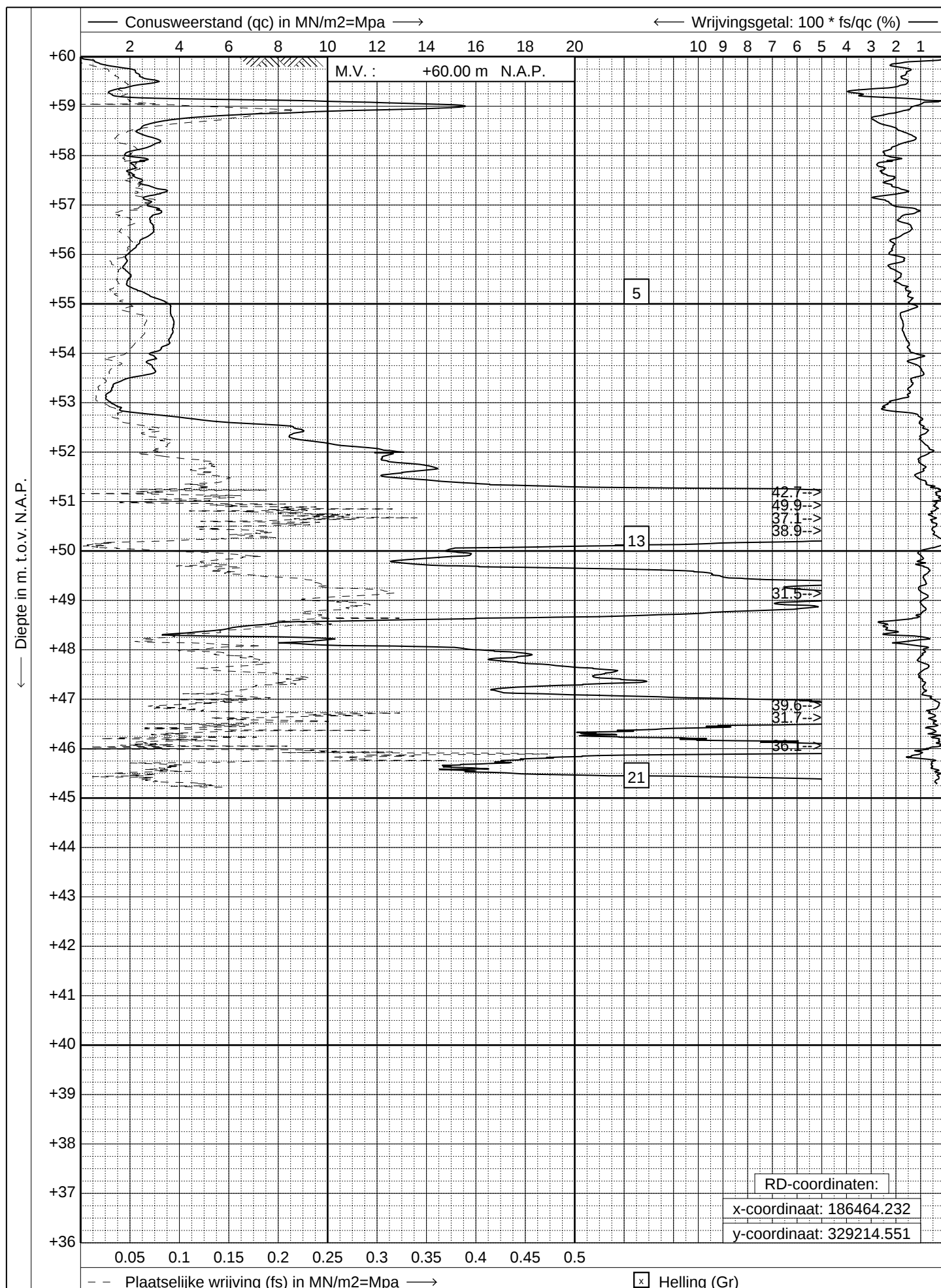
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Herinrichting Park Glana**

Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **21-02-2017**
Conus : **S15-CFI.1382**
Opdracht : **GA160419**
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 : Herinrichting Park Glana

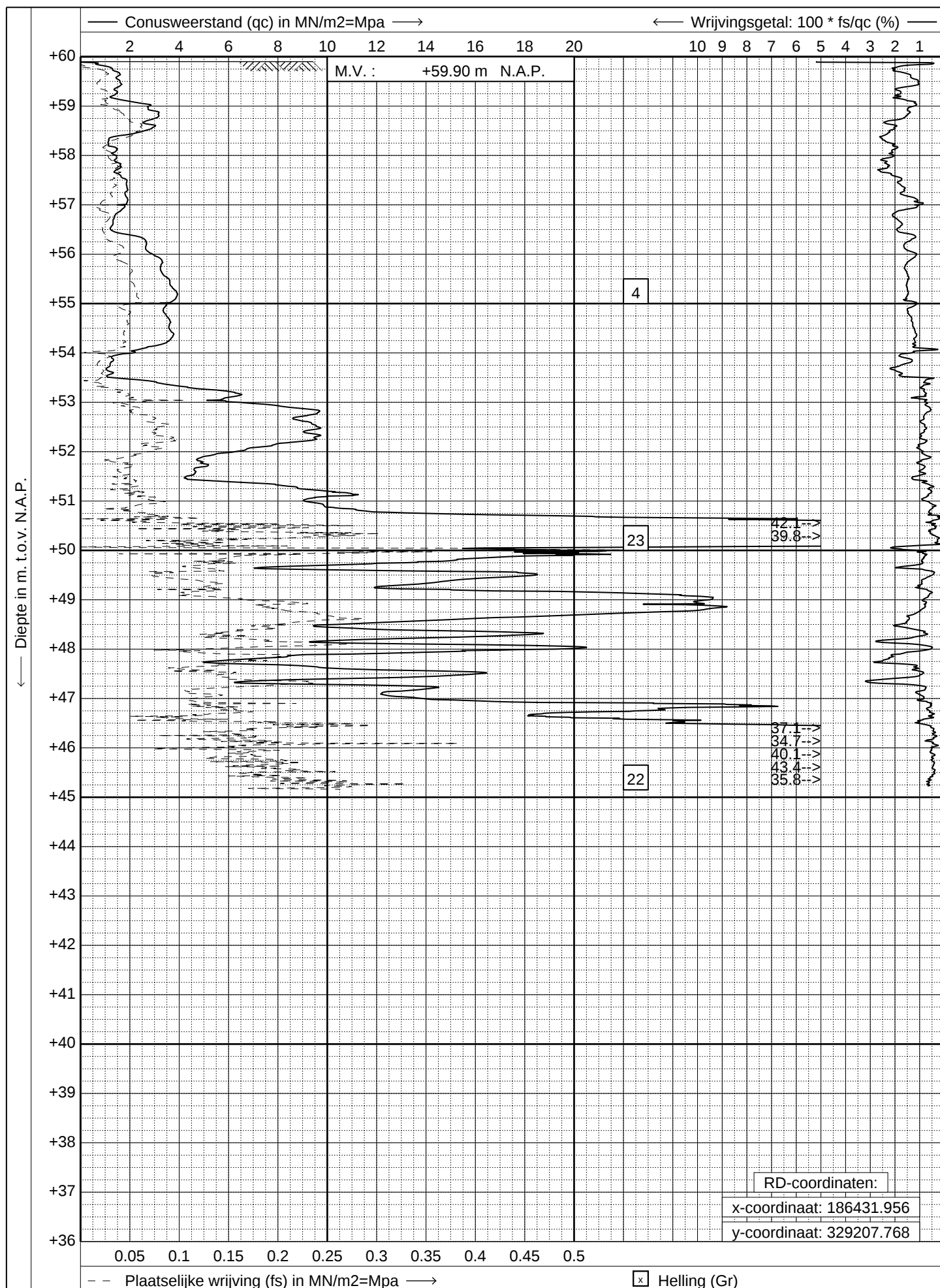
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 06



GEONIUS

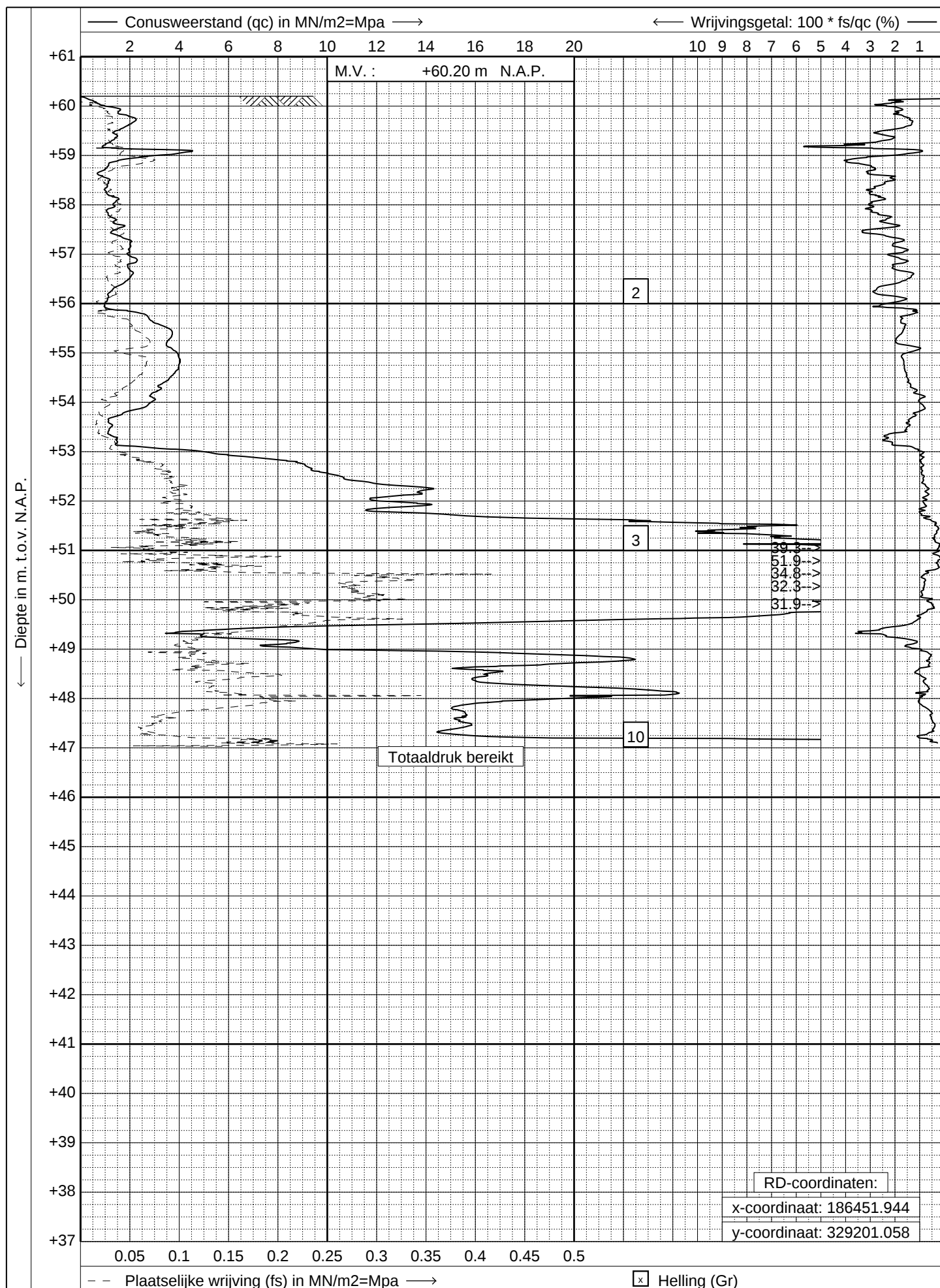
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 07



GEONIUS

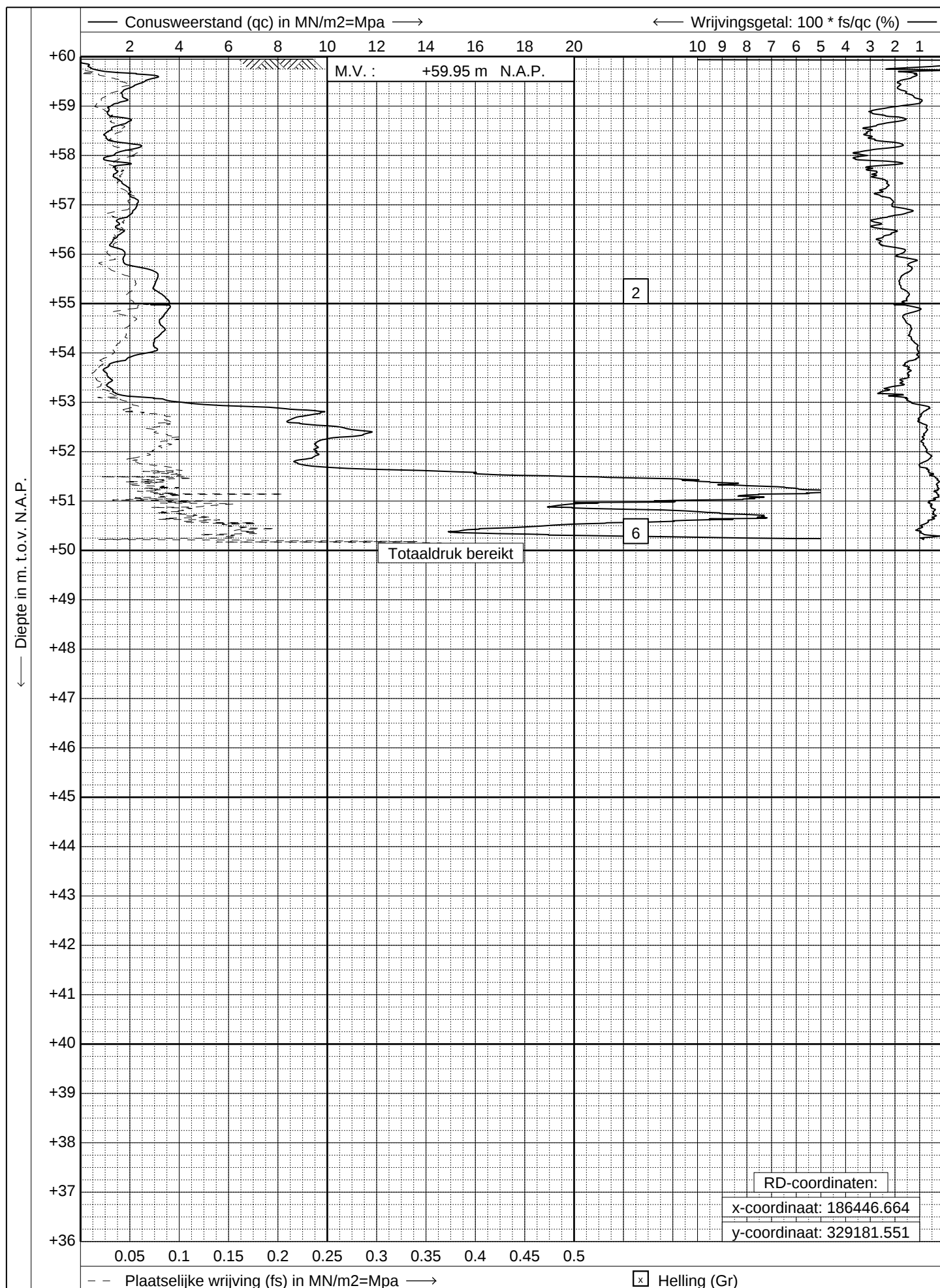
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Herinrichting Park Glana**

Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **21-02-2017**
Conus : **S15-CFI.1382**
Opdracht : **GA160419**
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 : **Herinrichting Park Glana**

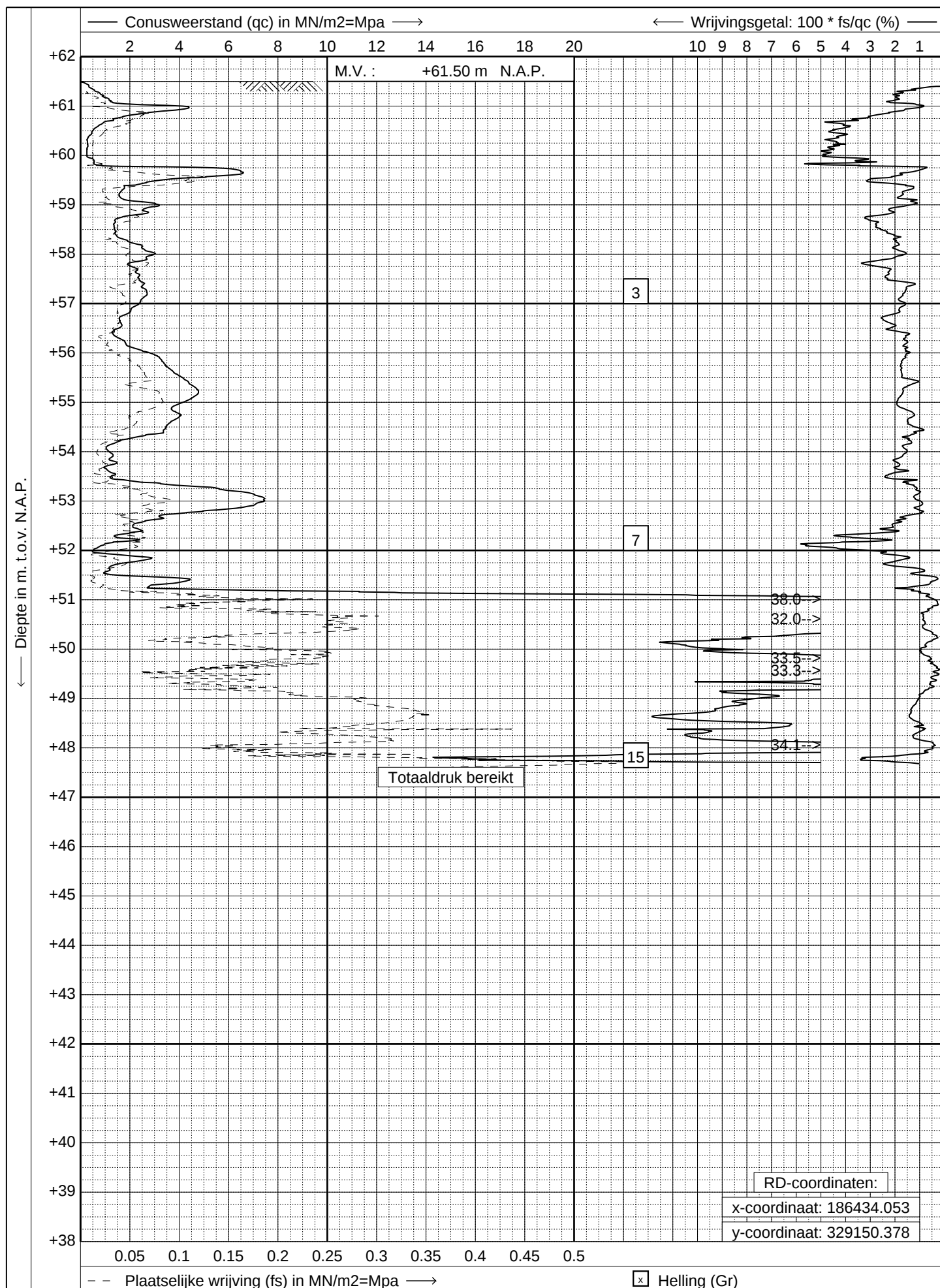
Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **21-02-2017**

Conus : **S15-CFI.1382**

Opdracht : **GA160419**

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 : Herinrichting Park Glana

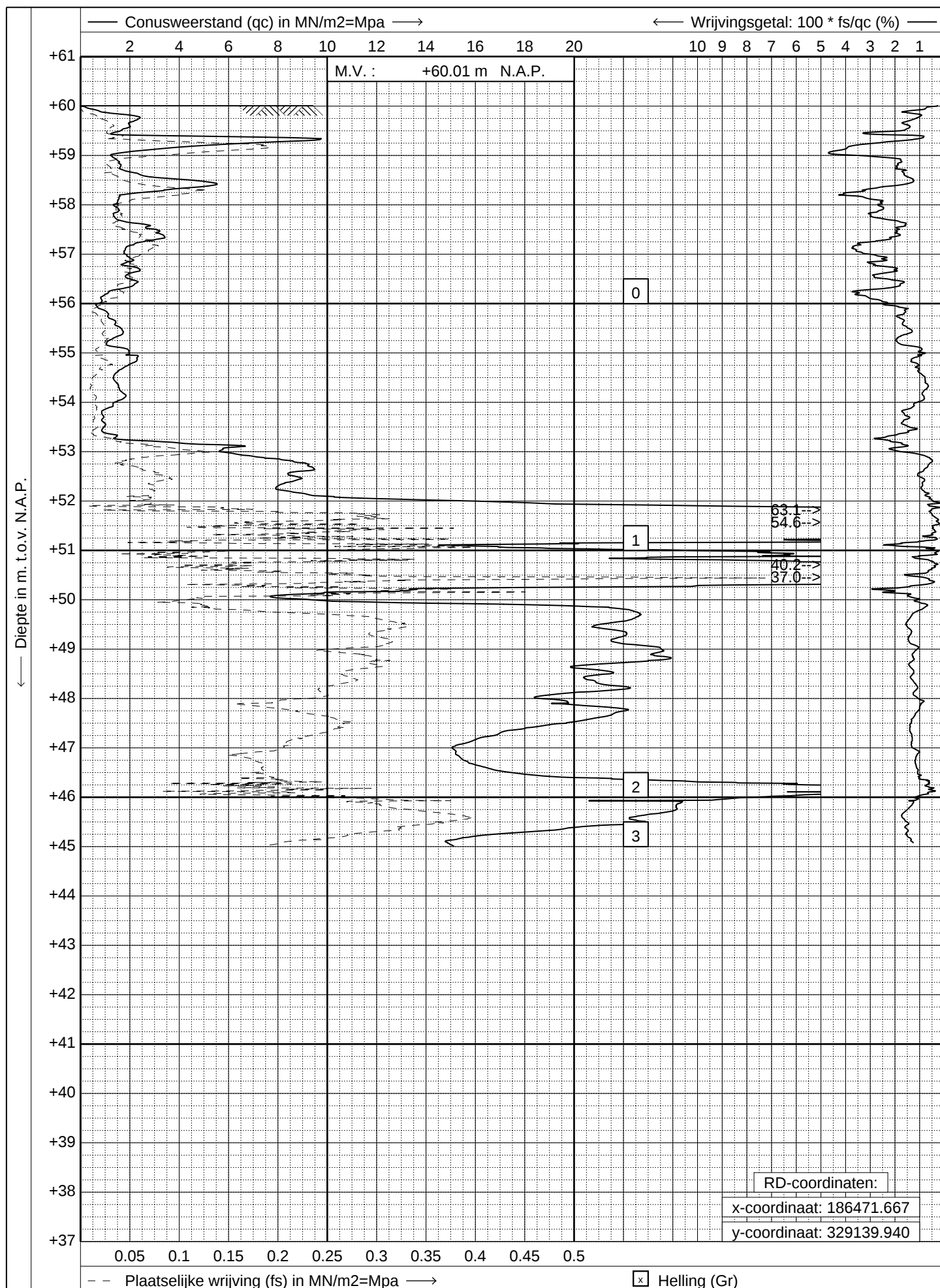
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 10



GEONIUS

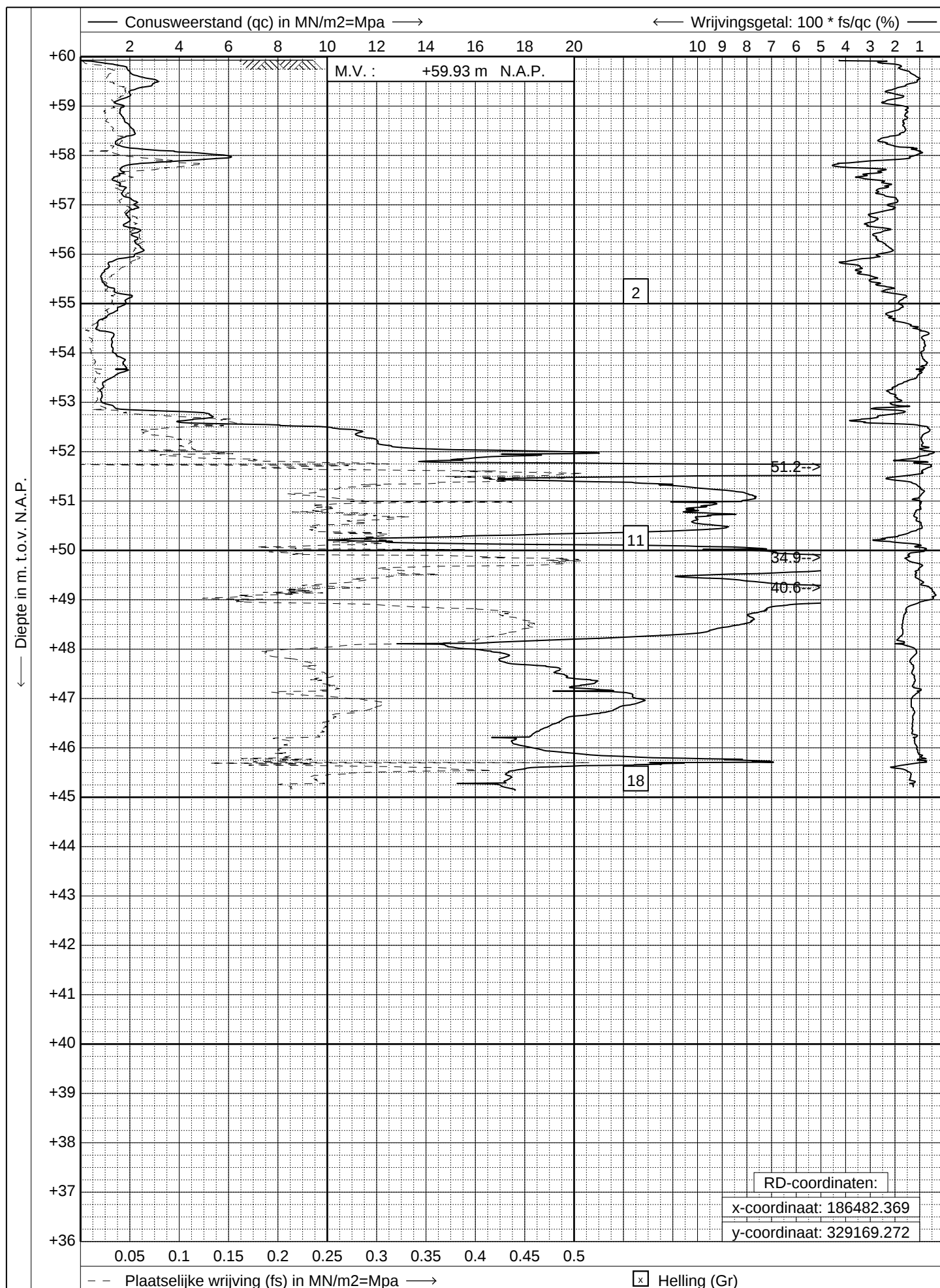
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
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 : **Herinrichting Park Glana**

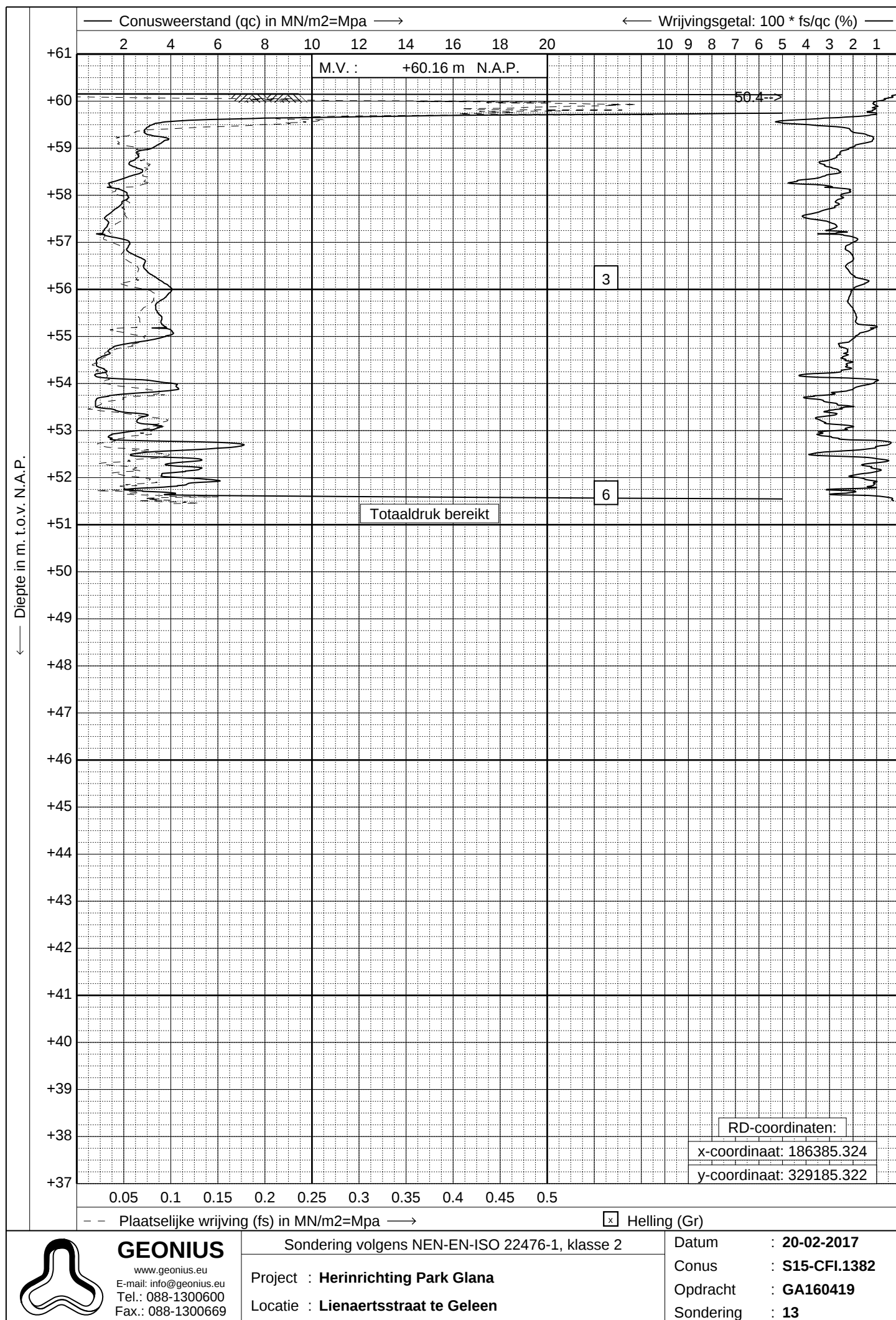
Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

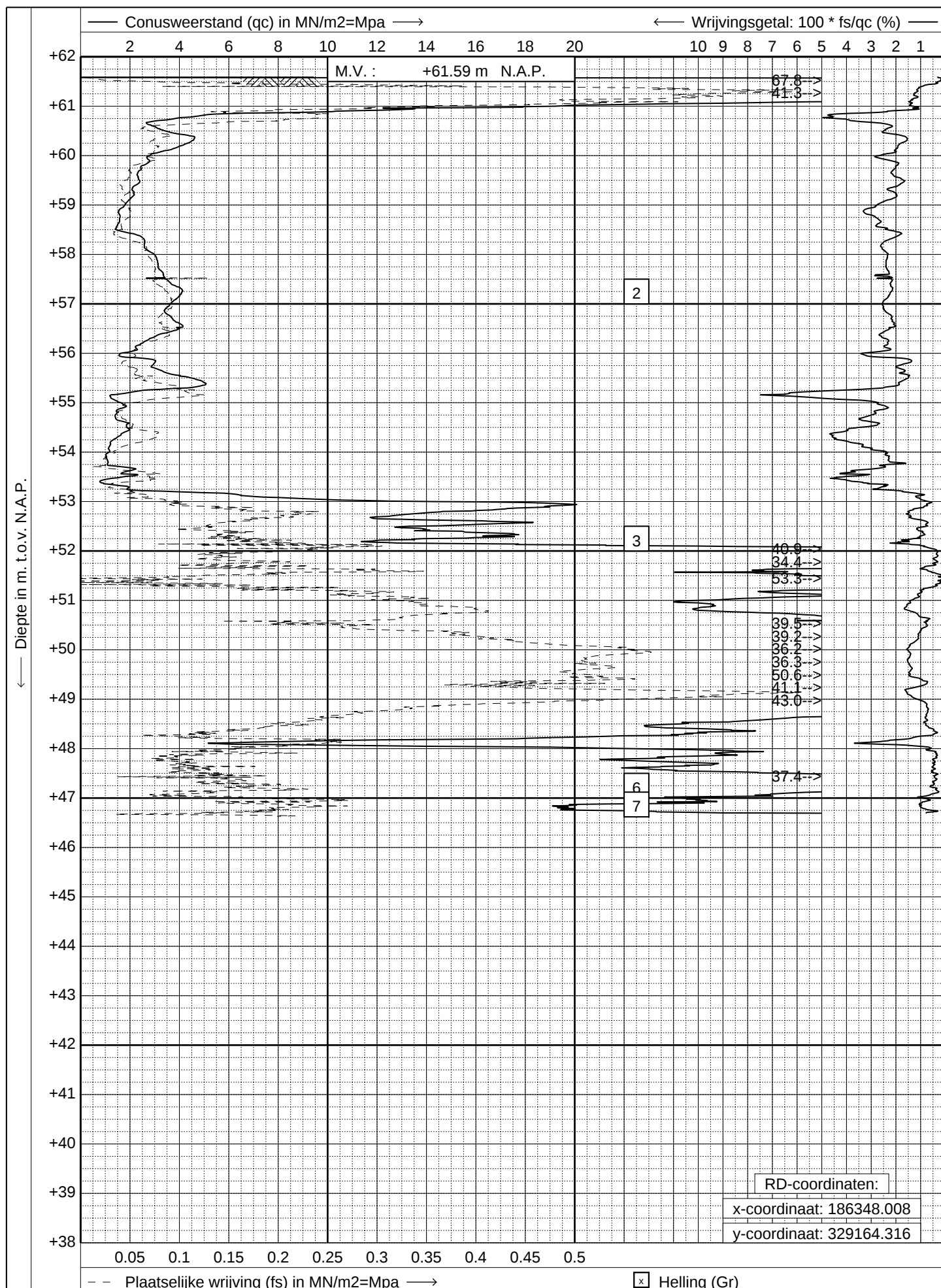
Datum : **21-02-2017**

Conus : **S15-CFI.1382**

Opdracht : **GA160419**

Sondering : **12**





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 : Herinrichting Park Glana

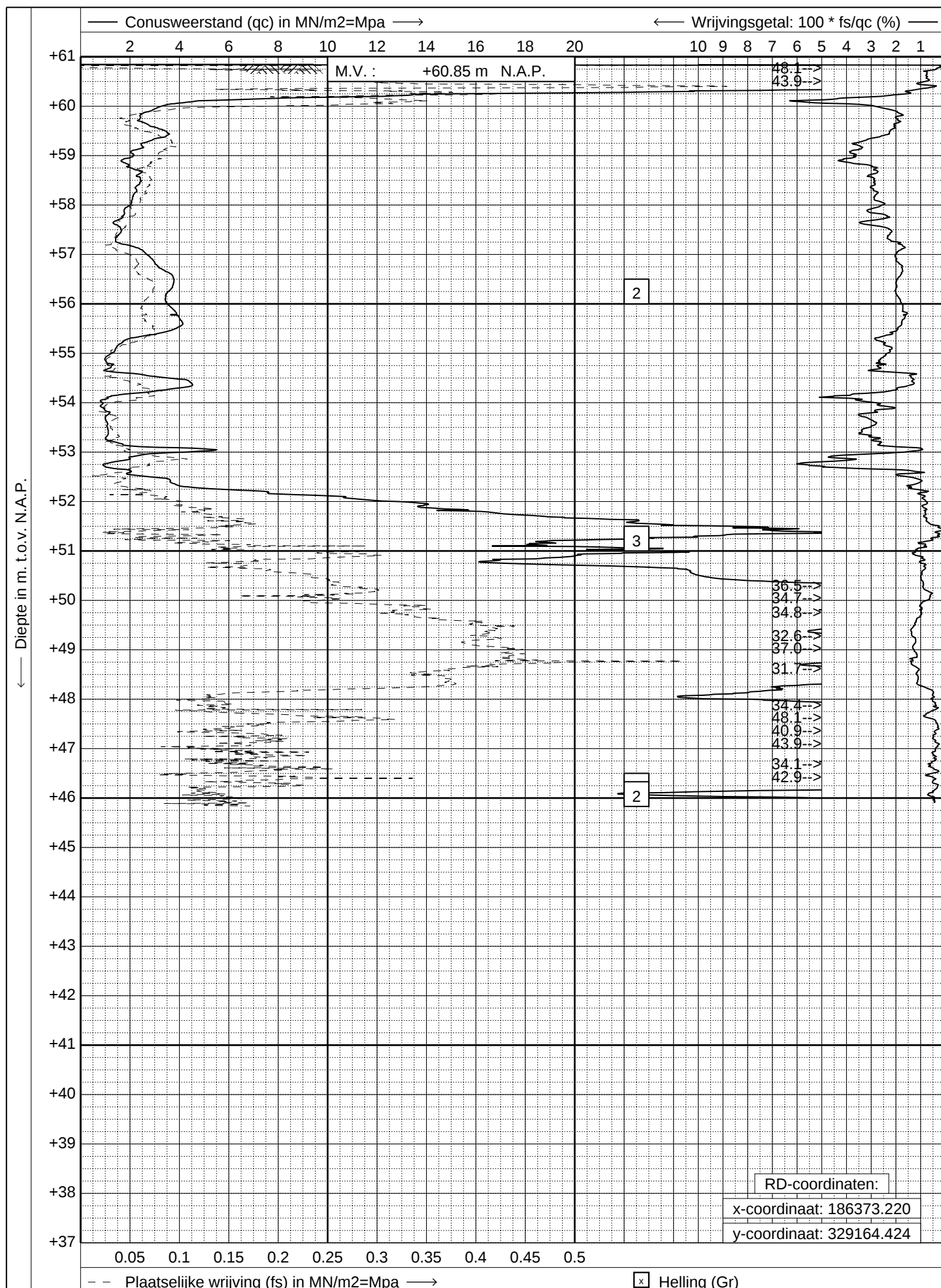
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 20-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 14



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 : Herinrichting Park Glana

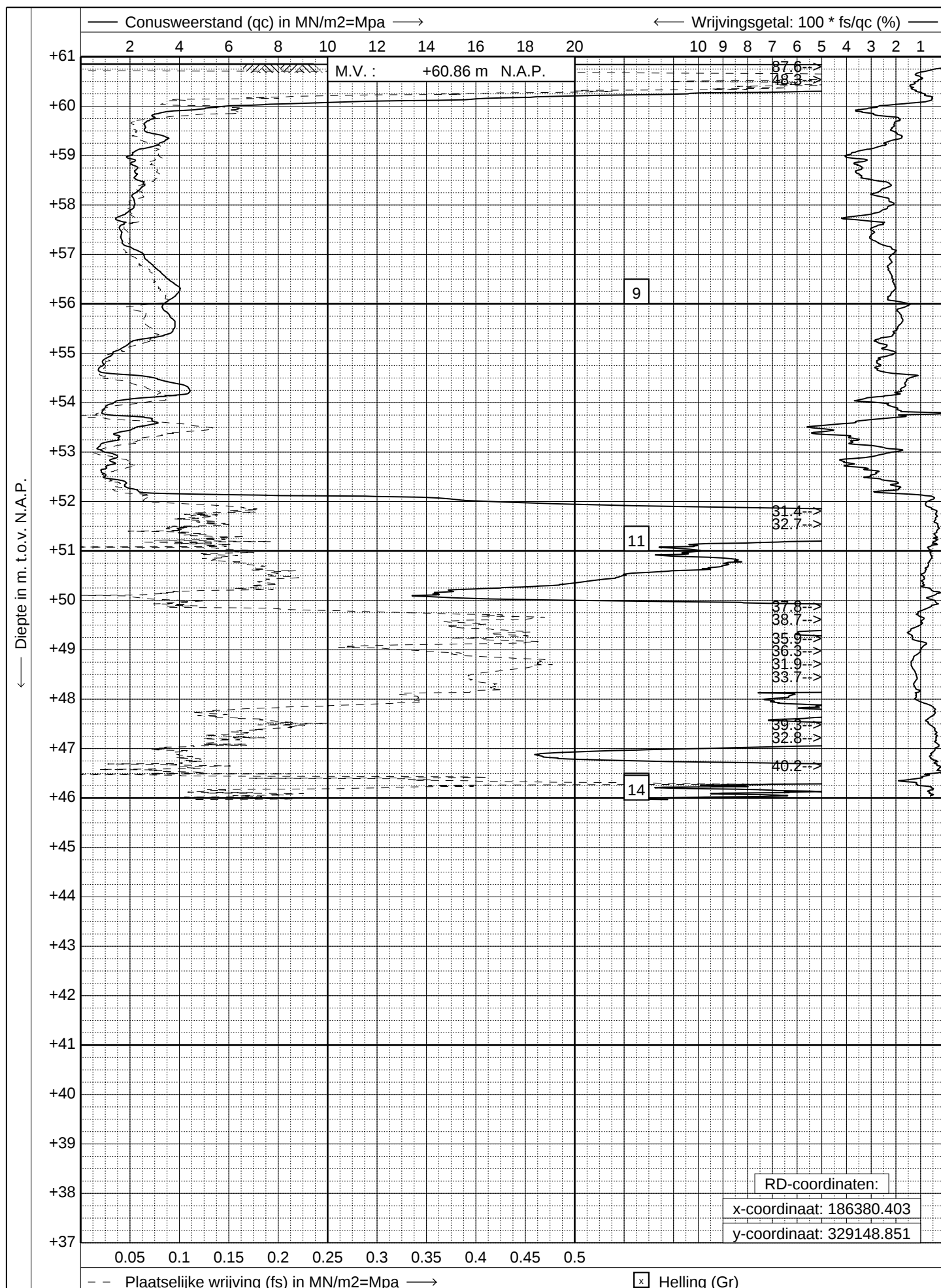
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 20-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 15



GEONIUS

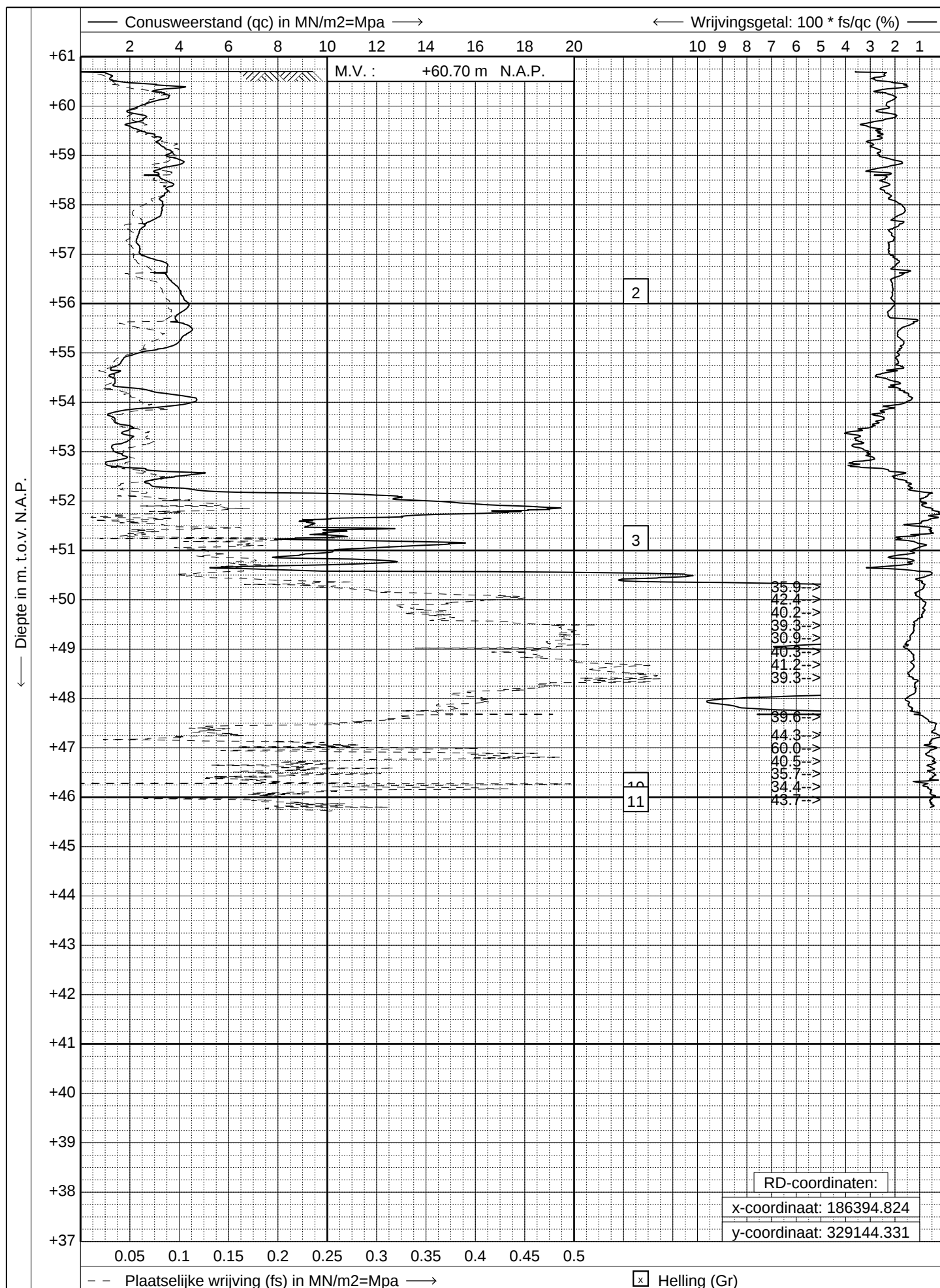
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 20-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 16



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 : **Herinrichting Park Glana**

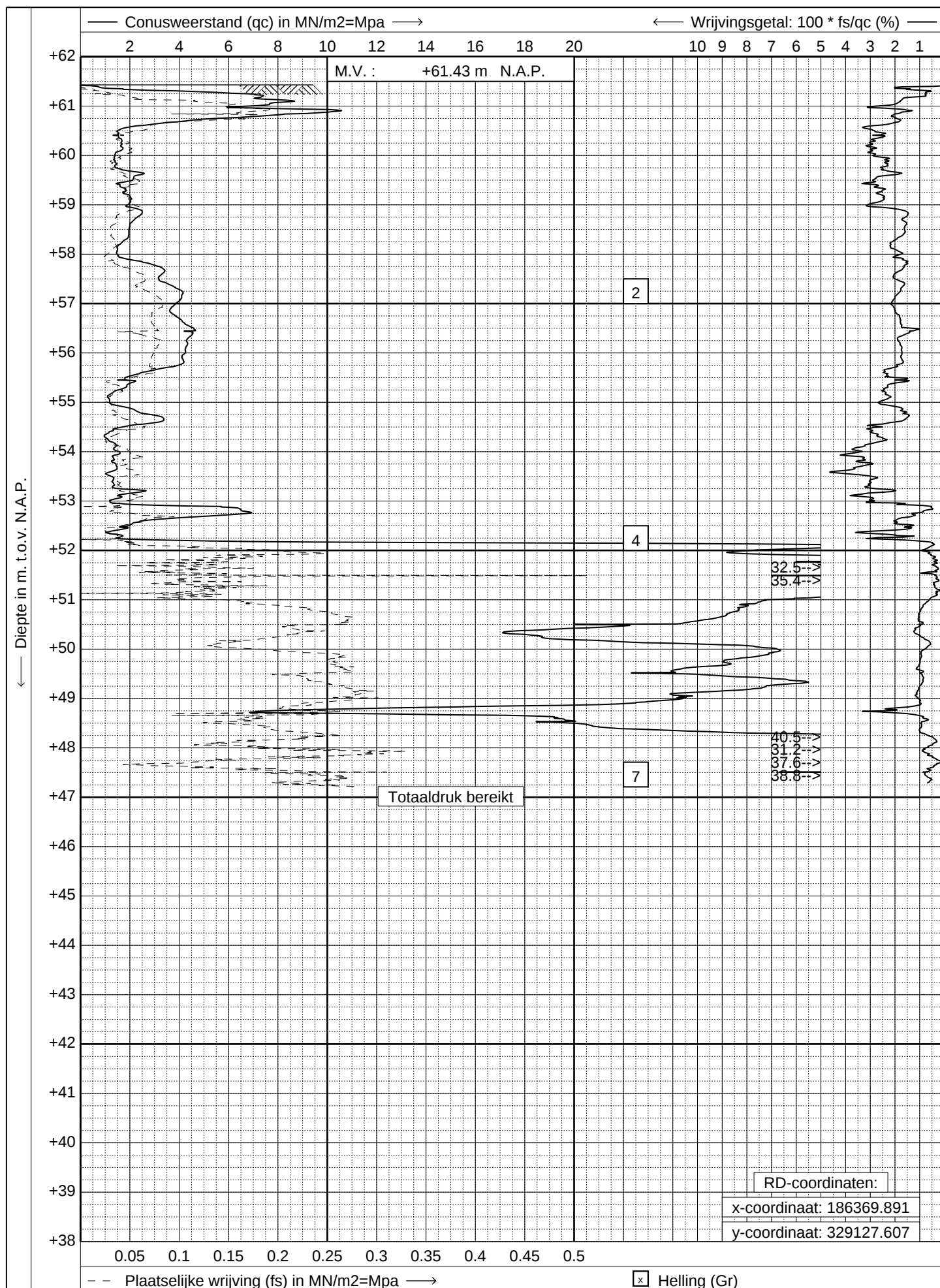
Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **20-02-2017**

Conus : **S15-CFI.1382**

Opdracht : **GA160419**

Sondering : **17**



GEONIUS

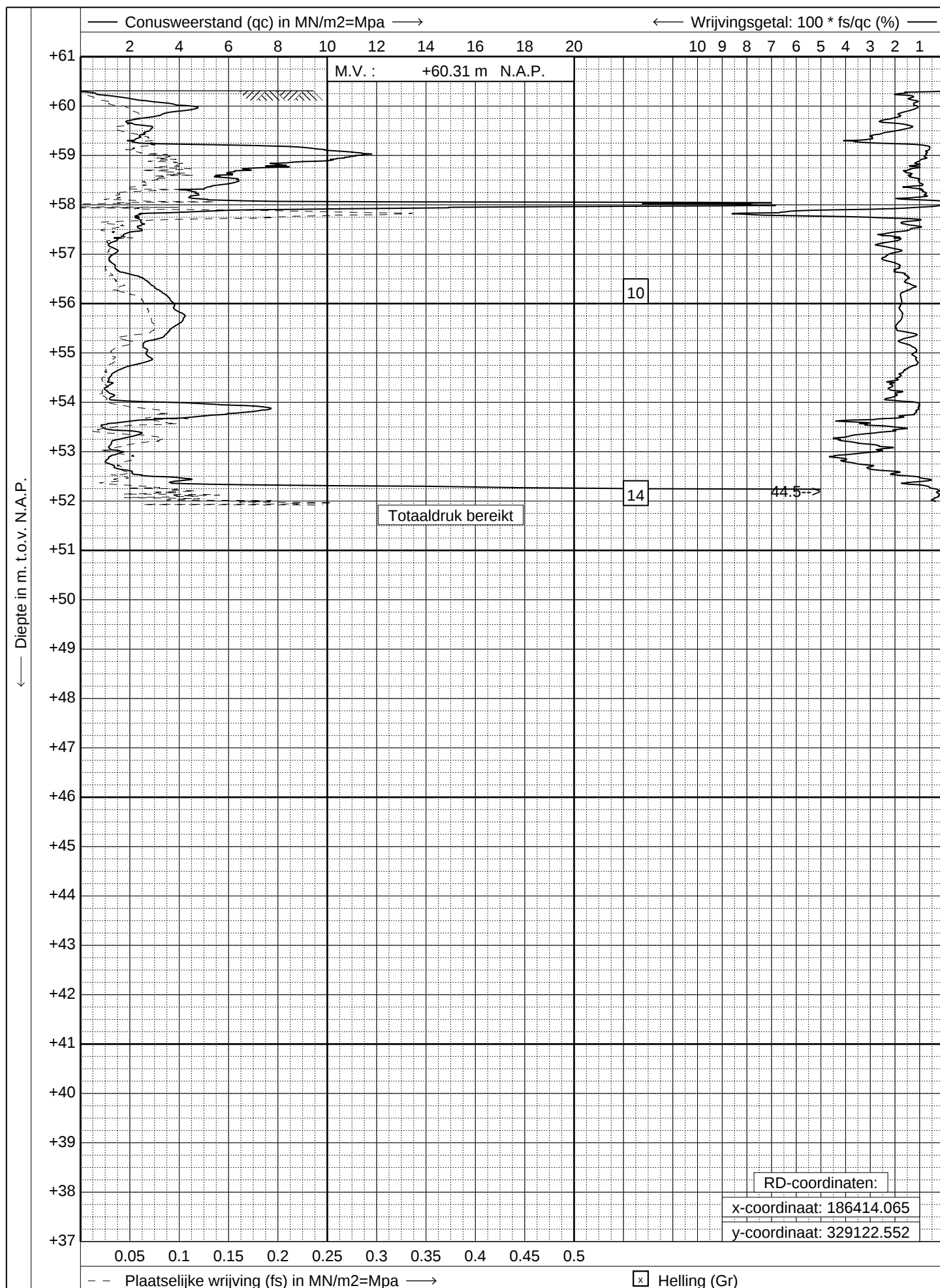
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 20-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 18



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 : Herinrichting Park Glana

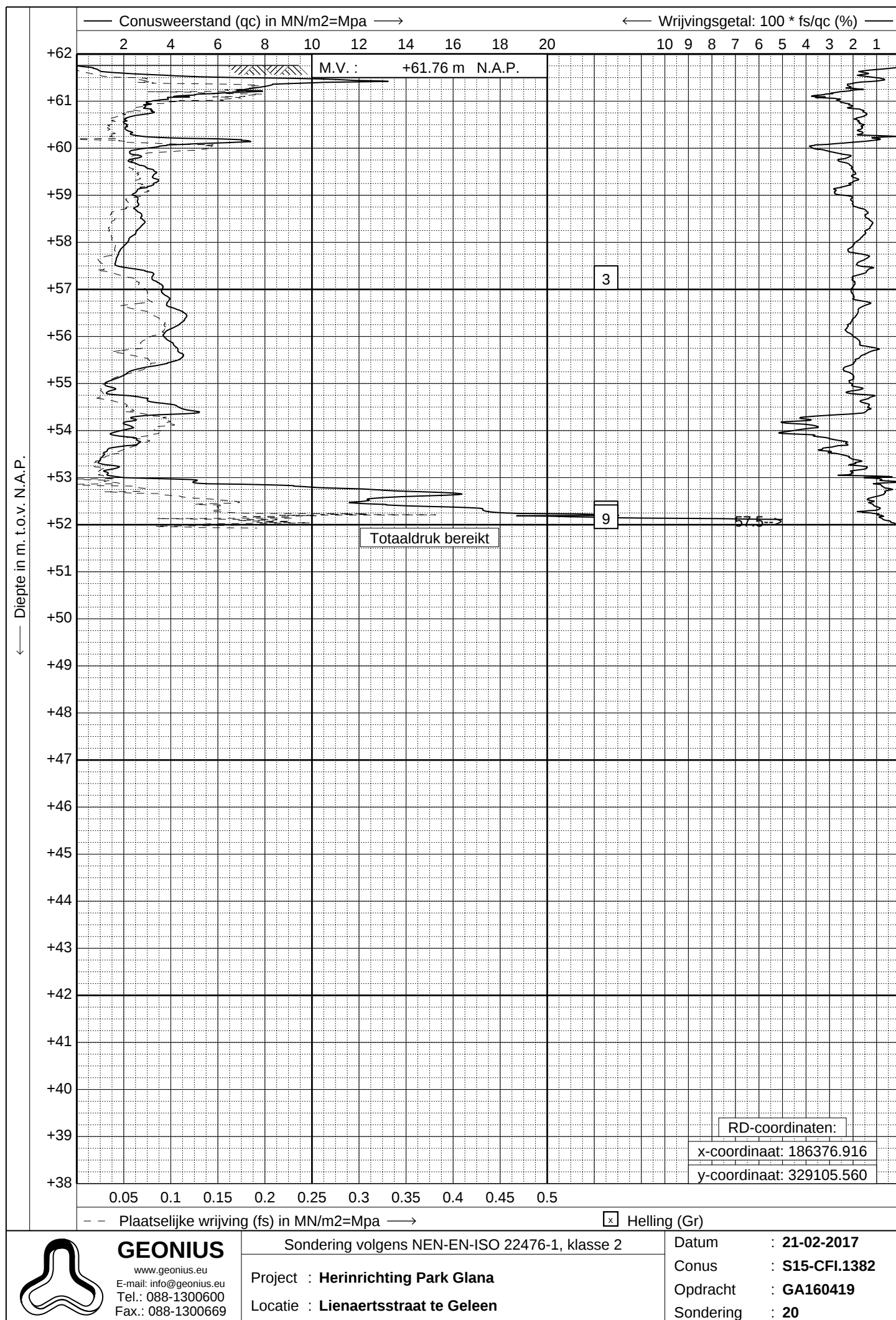
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

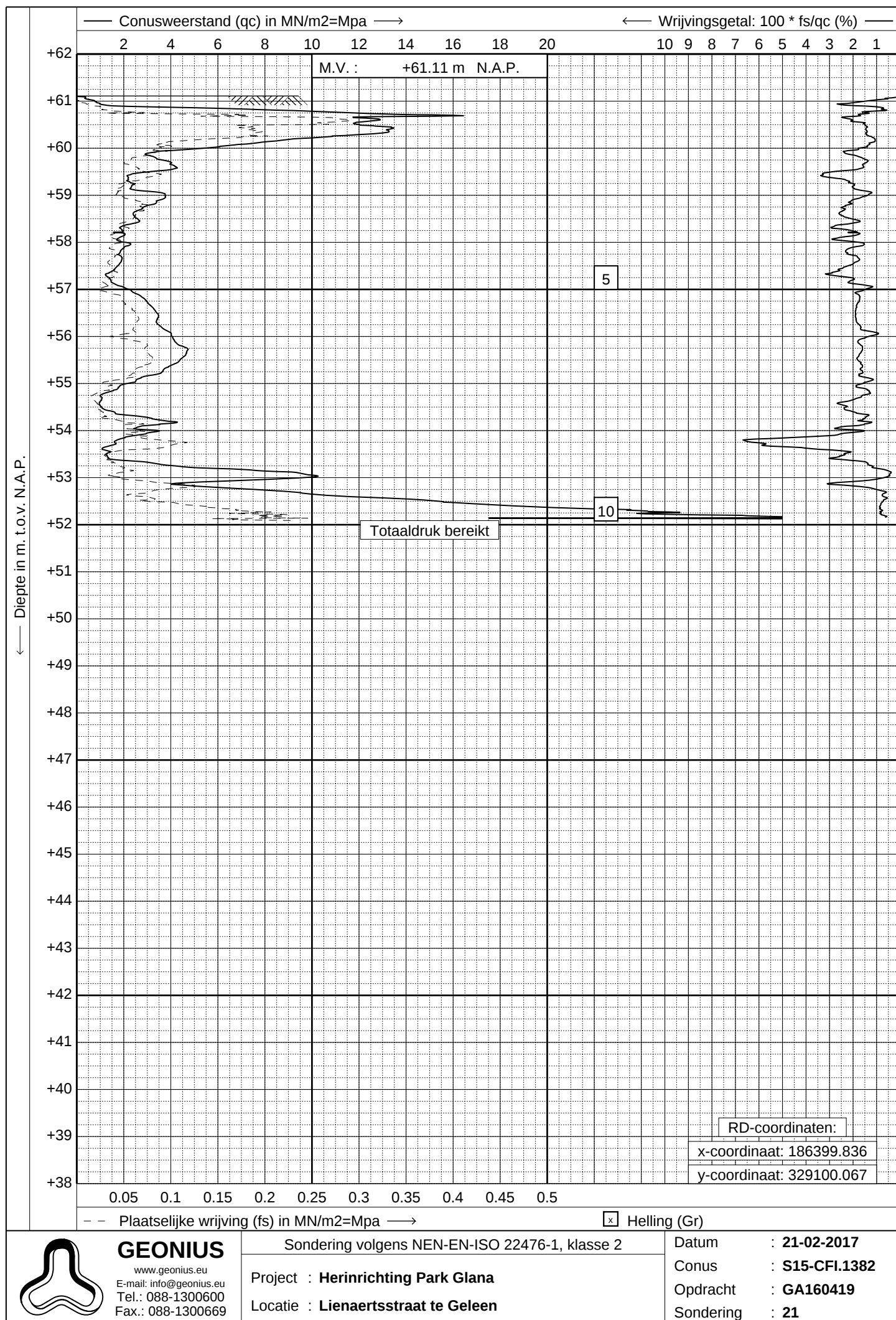
Datum : 20-02-2017

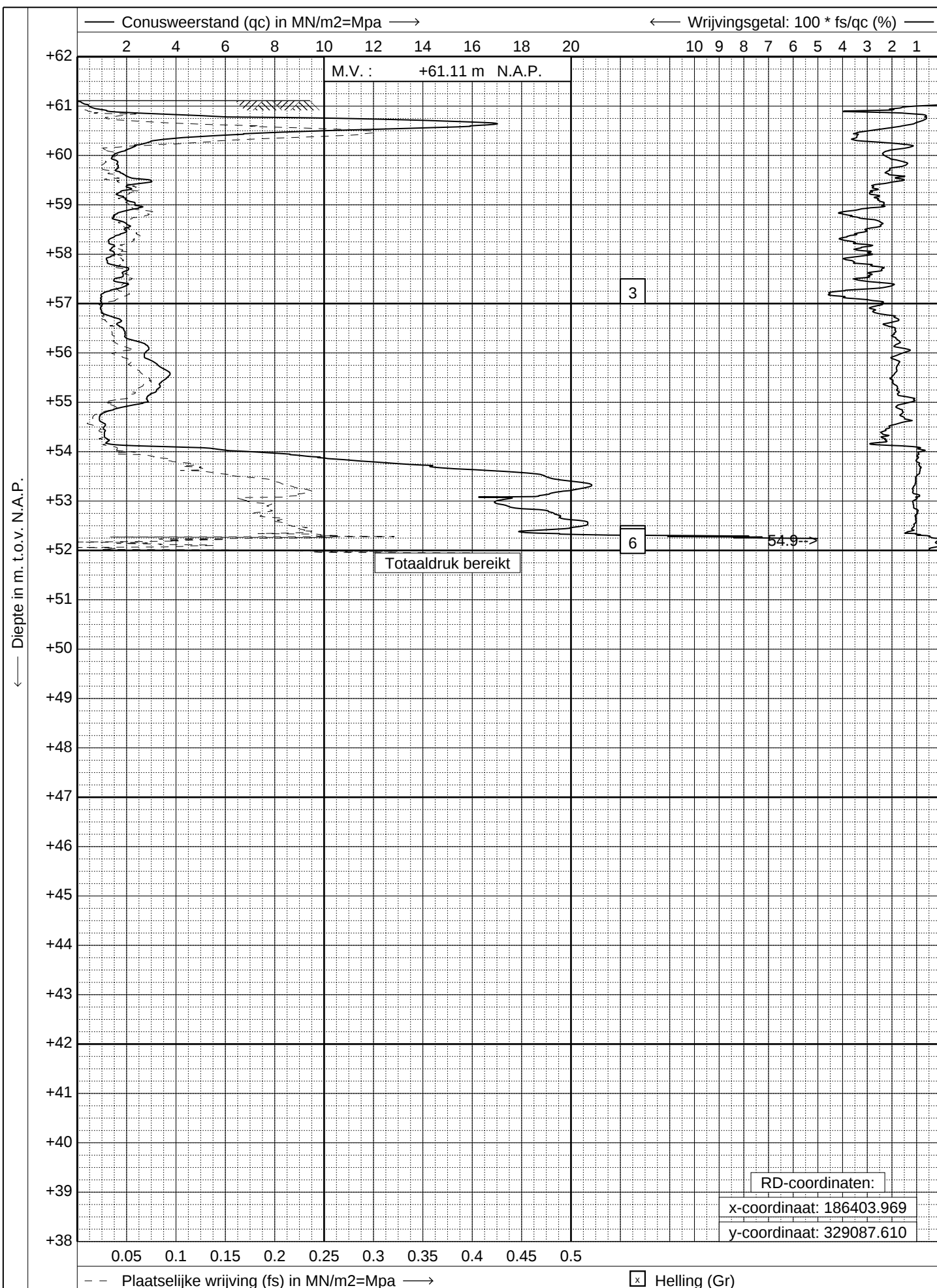
Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 19







GEONIUS

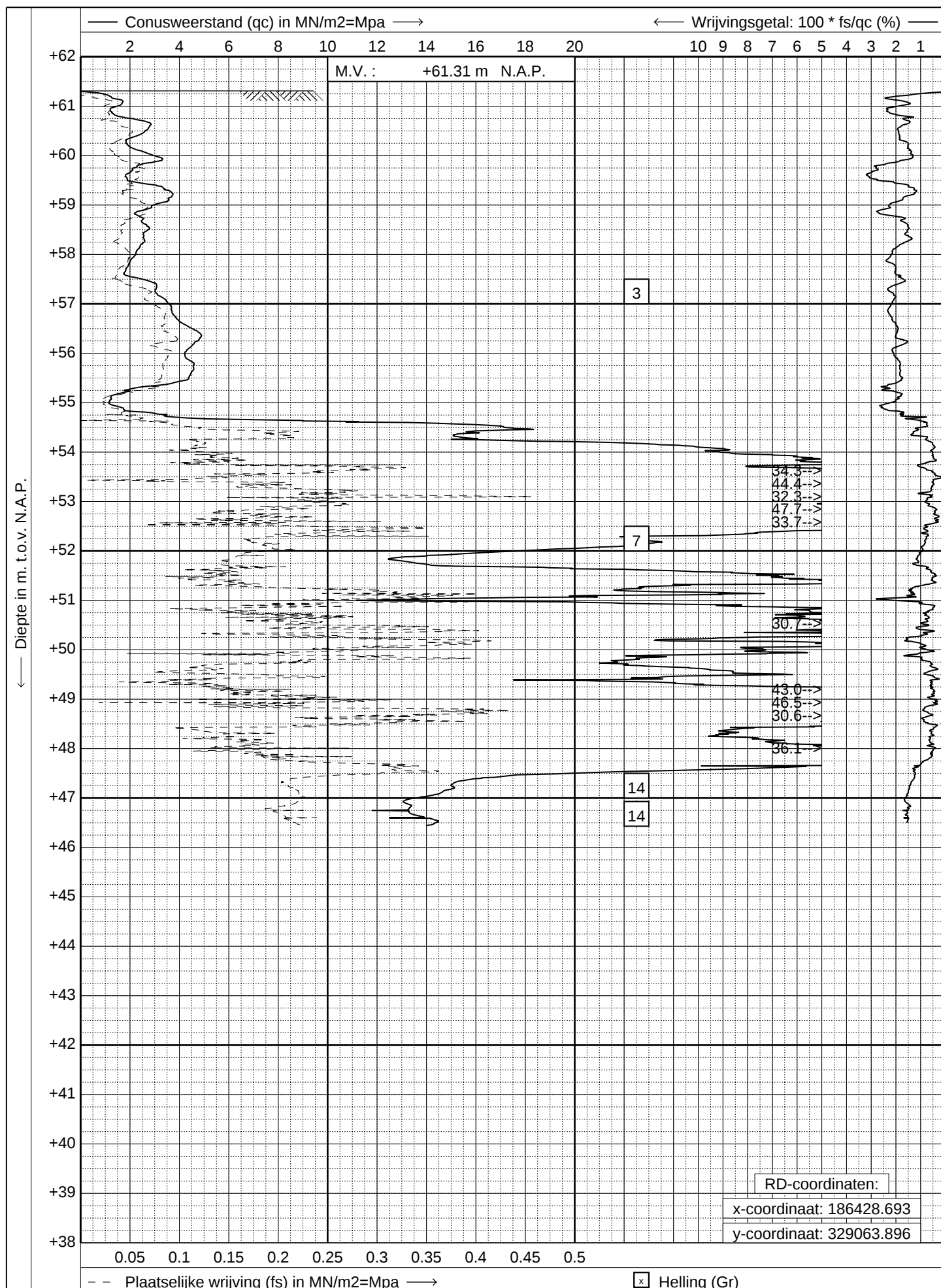
www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
 Conus : S15-CFI.1382
 Opdracht : GA160419
 Sondering : 22



GEONIUS

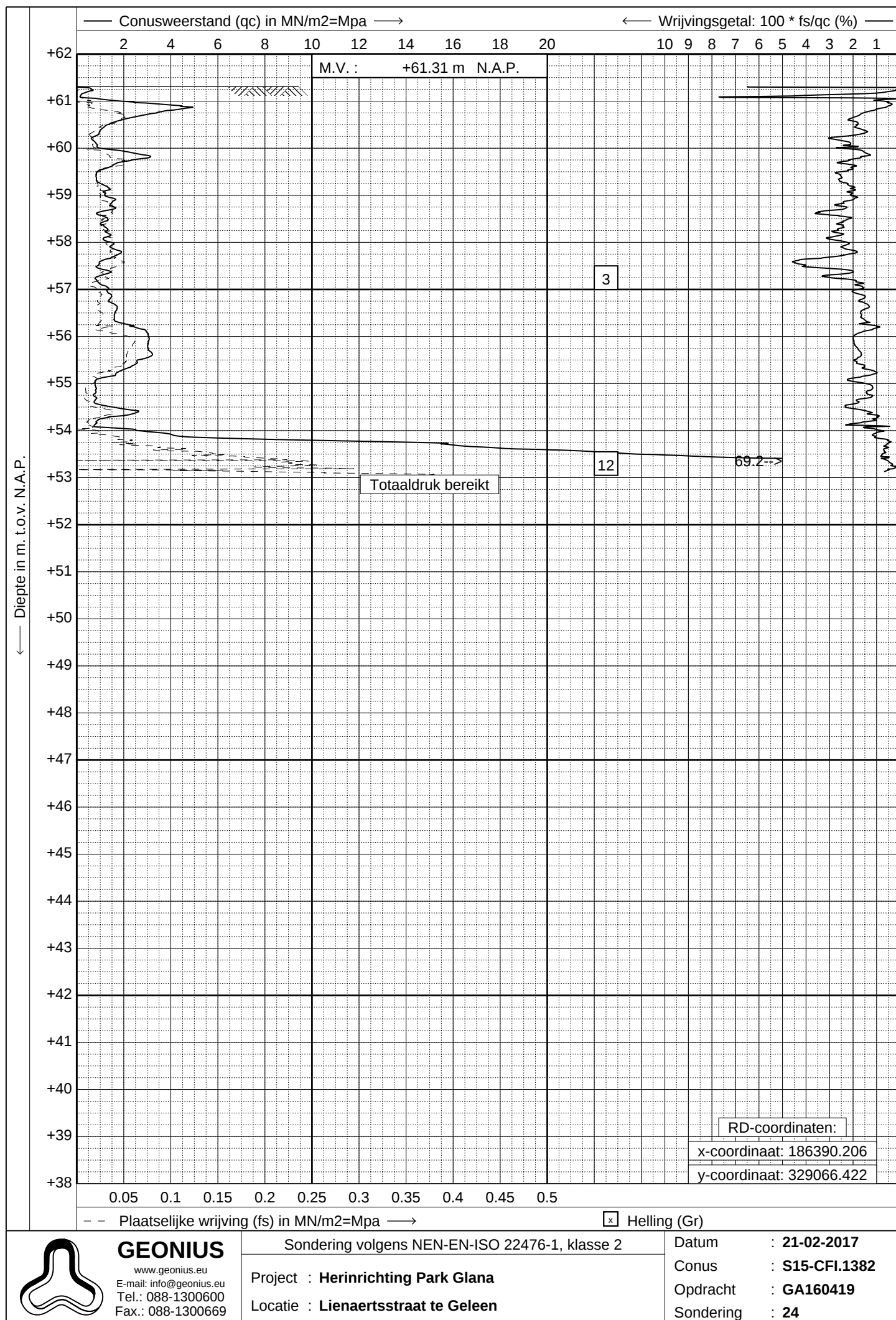
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

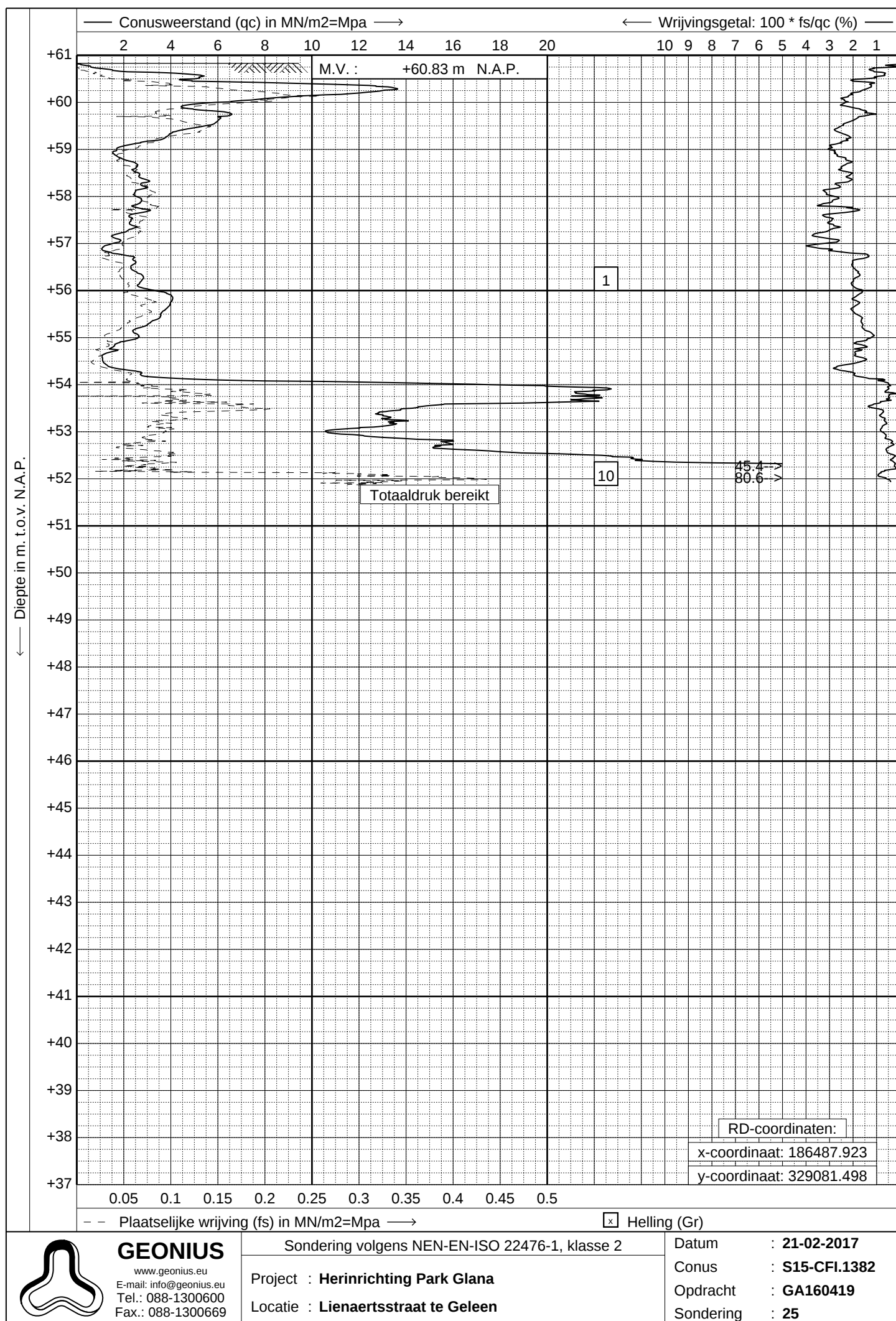
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

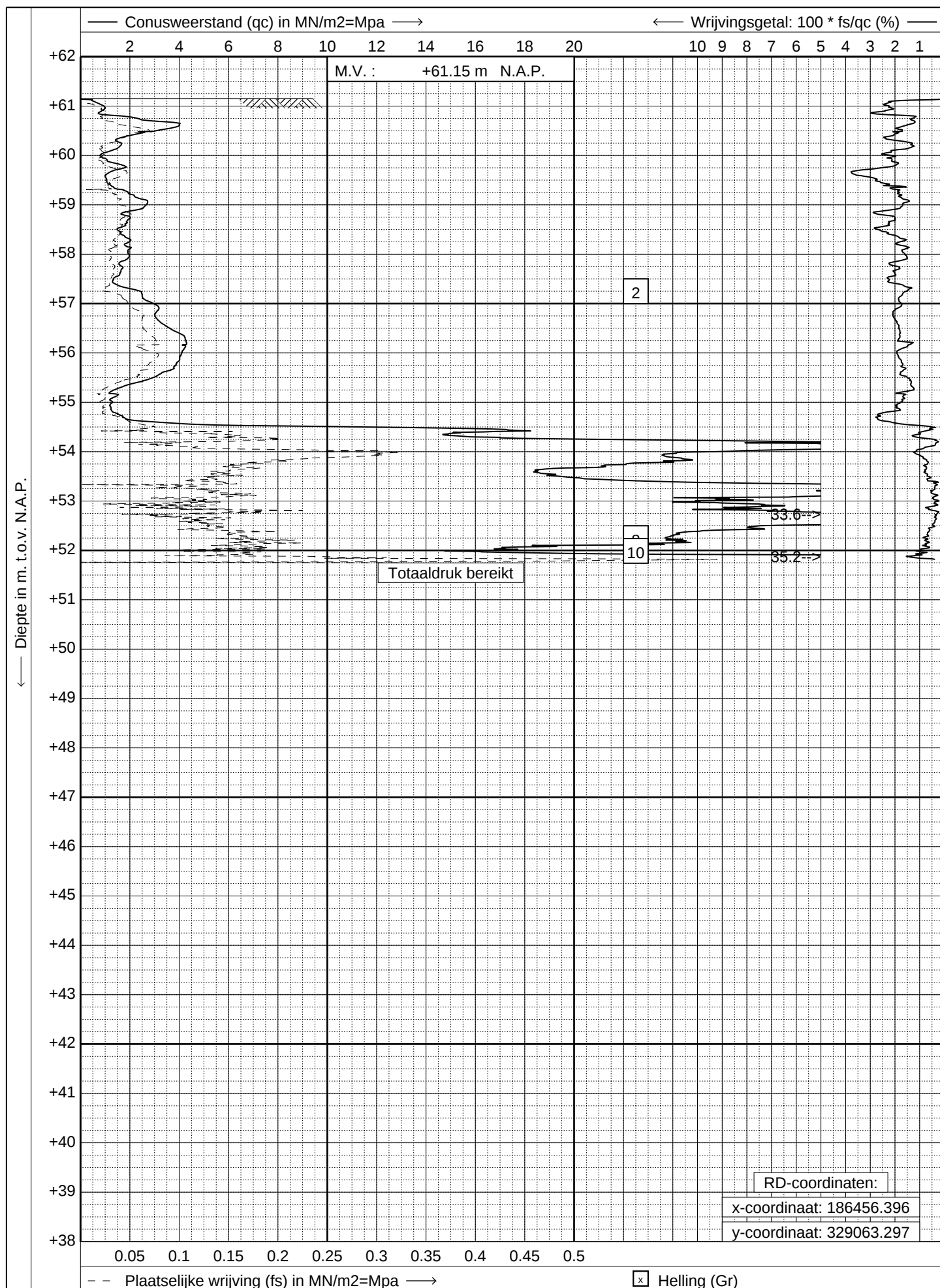
Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 23







GEONIUS

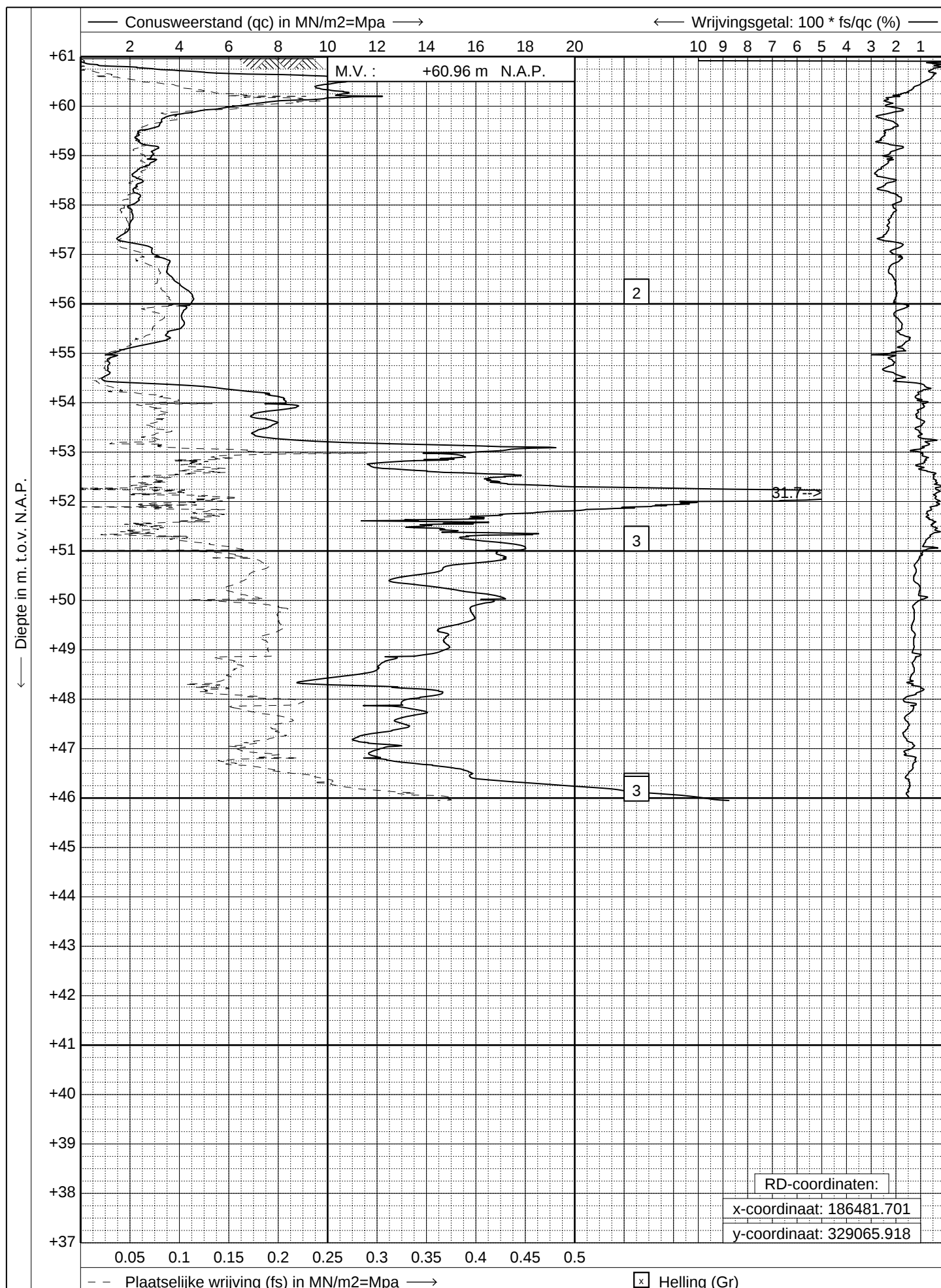
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 26



GEONIUS

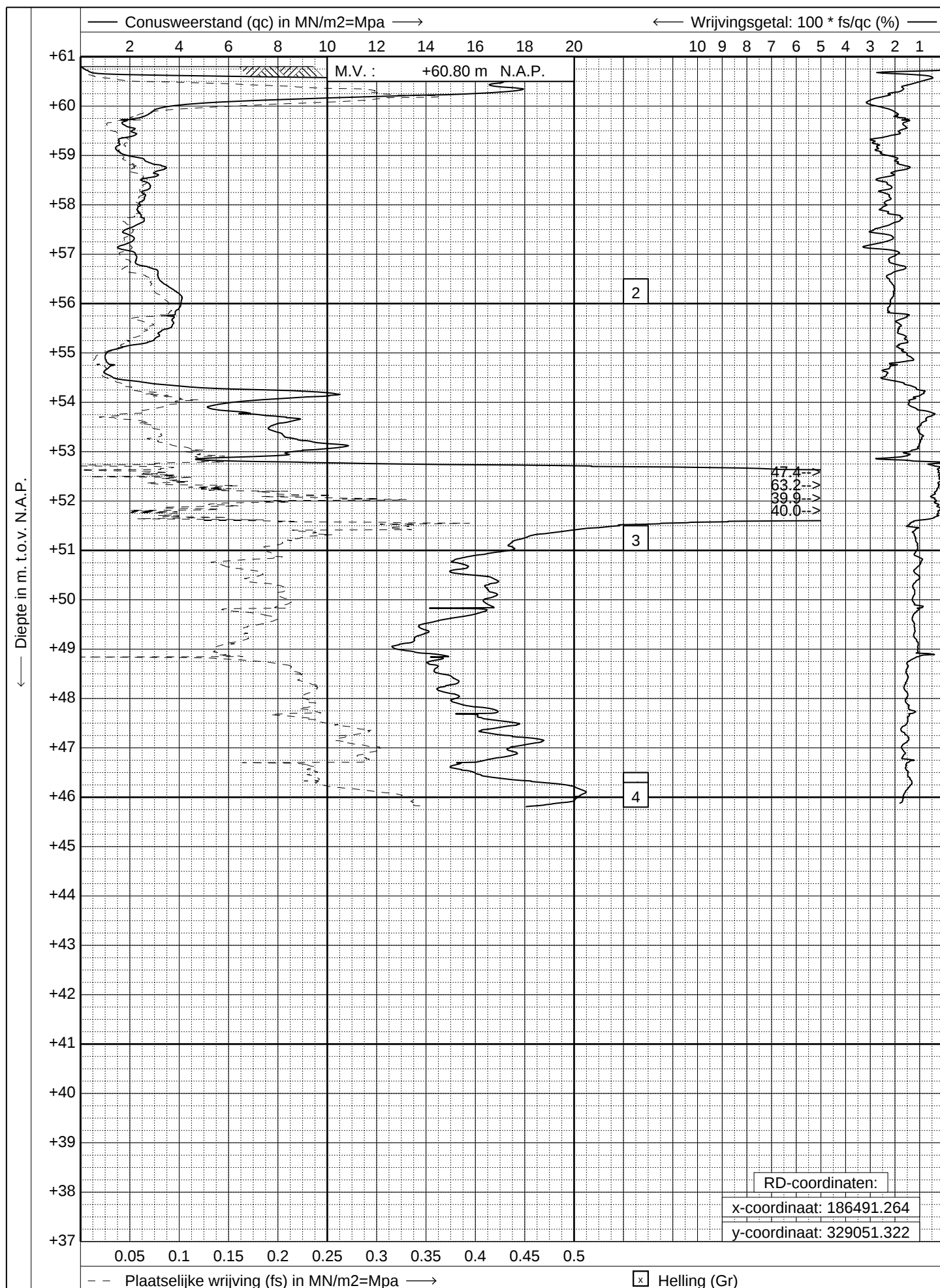
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum	: 21-02-2017
Conus	: S15-CFI.1382
Opdracht	: GA160419
Sondering	: 27



GEONIUS

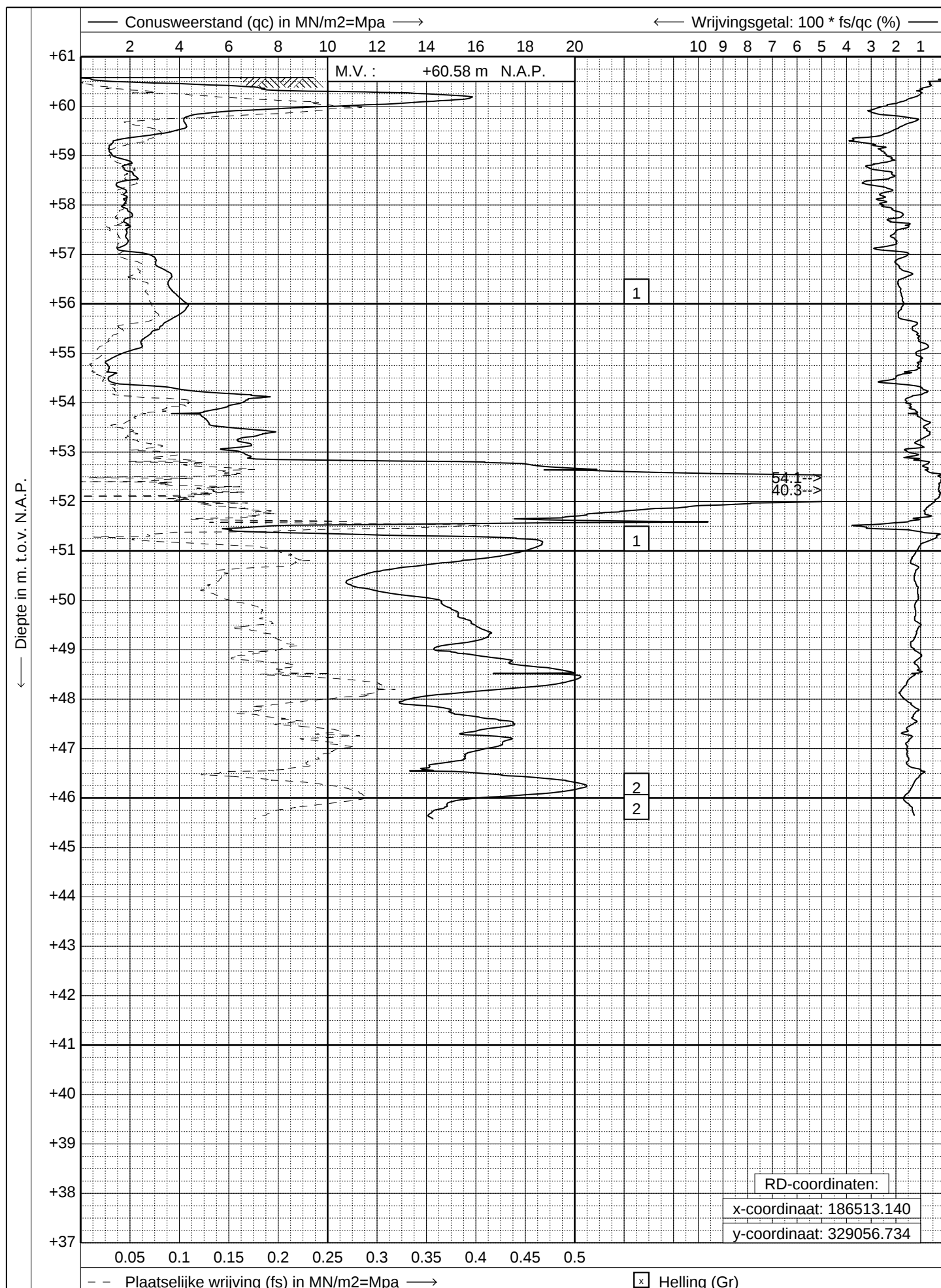
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 28



GEONIUS

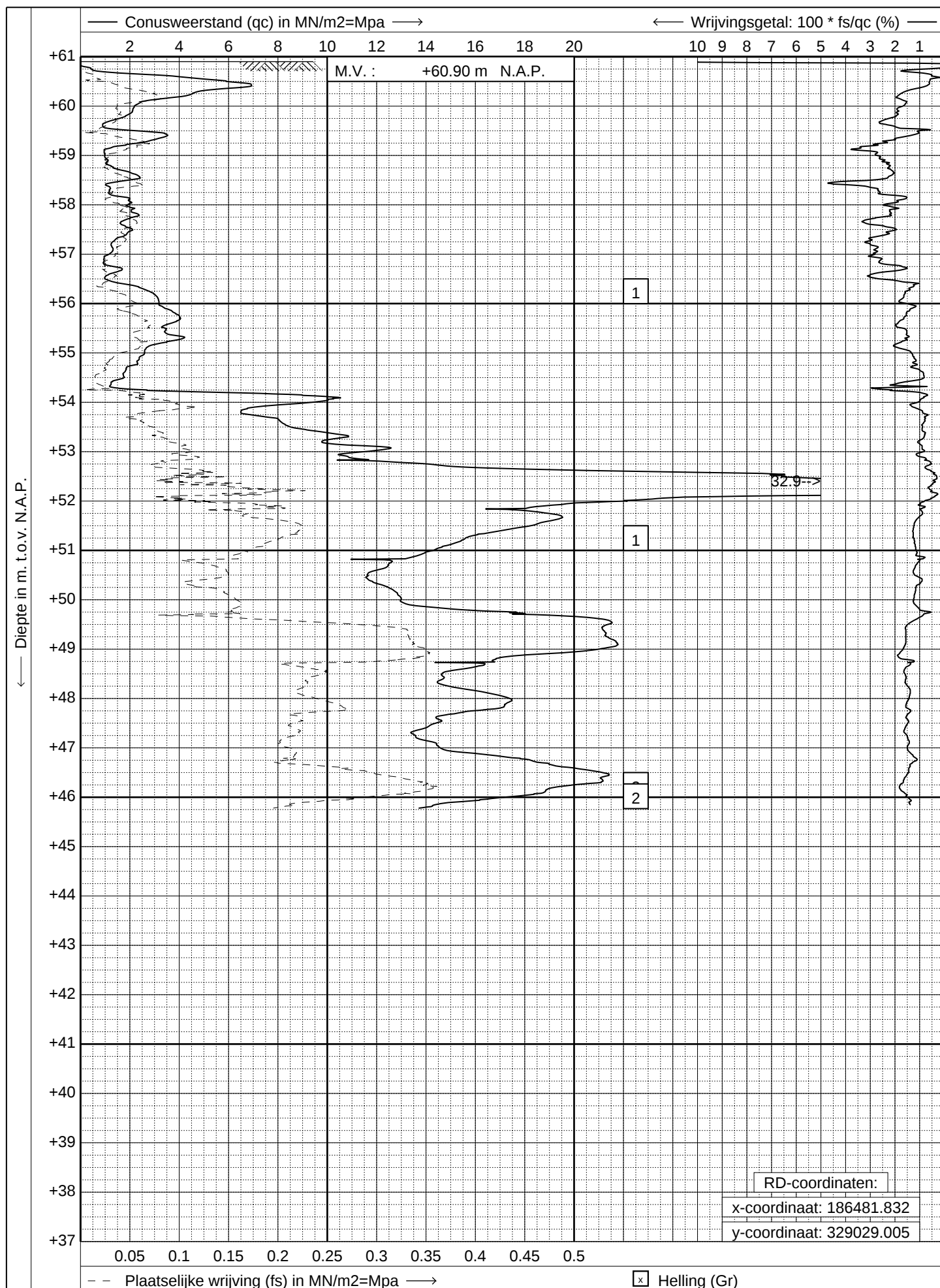
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Herinrichting Park Glana**

Locatie : **Lienaertsstraat te Geleen**

Datum : **21-02-2017**
Conus : **S15-CFI.1382**
Opdracht : **GA160419**
Sondering : **29**



GEONIUS

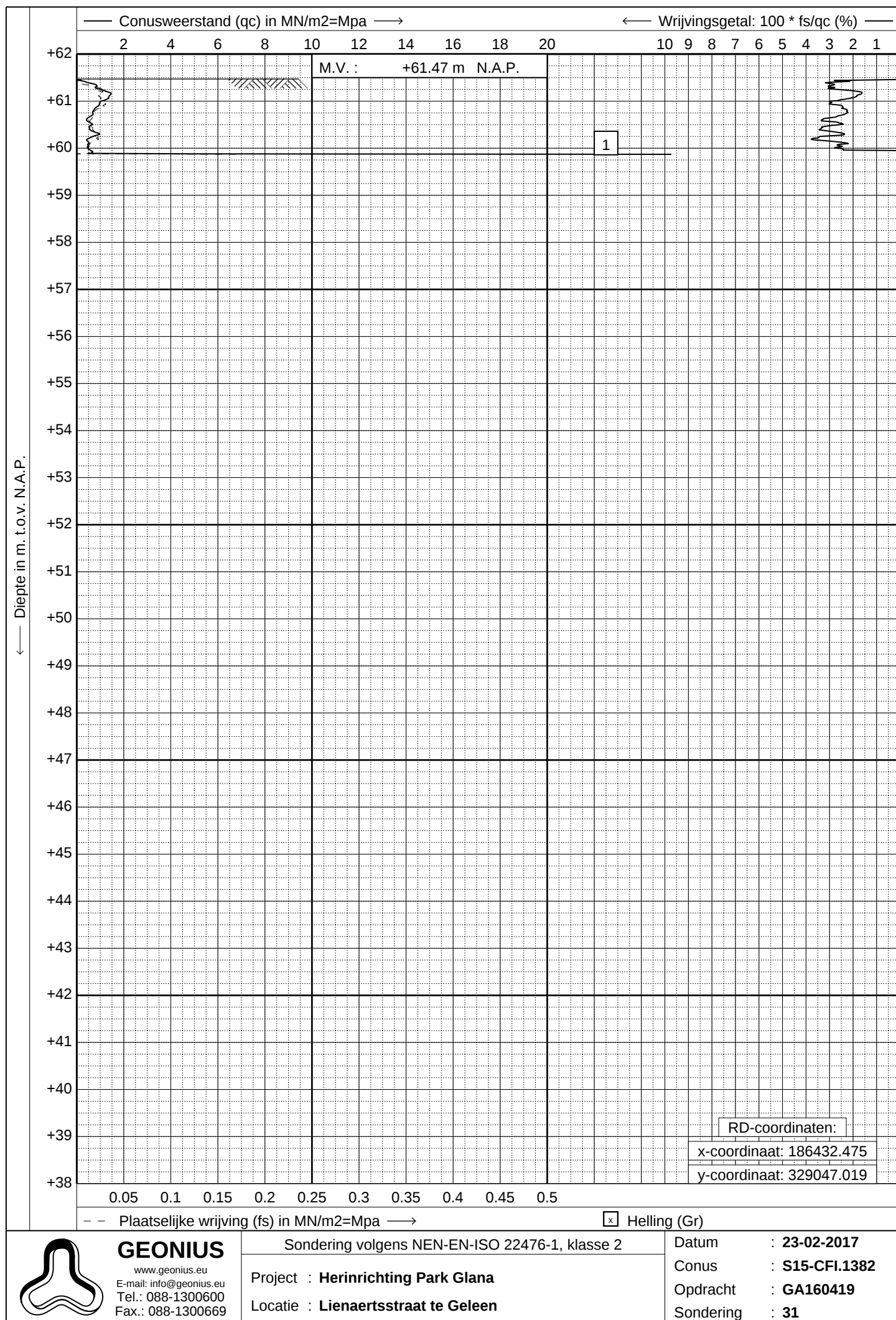
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

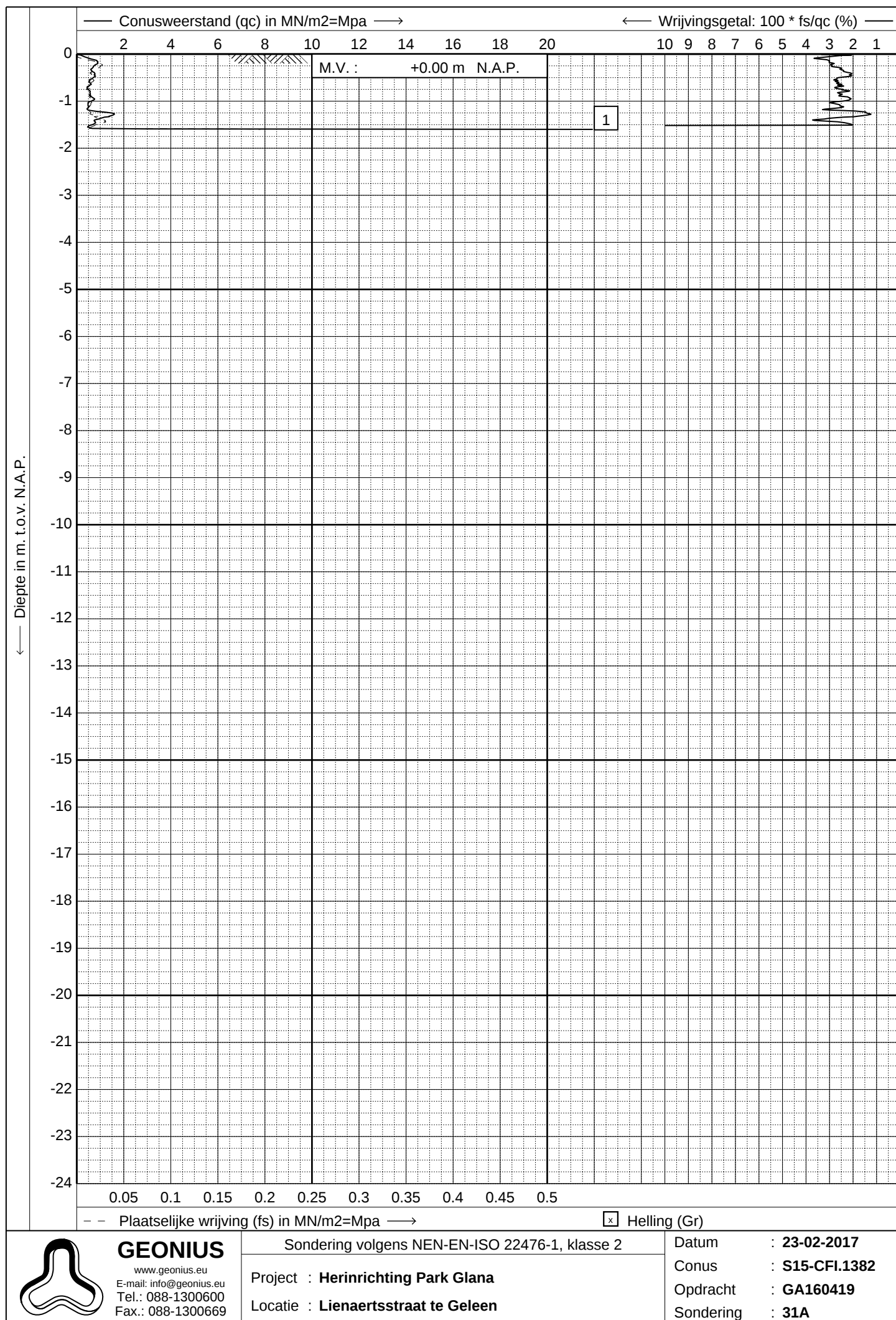
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

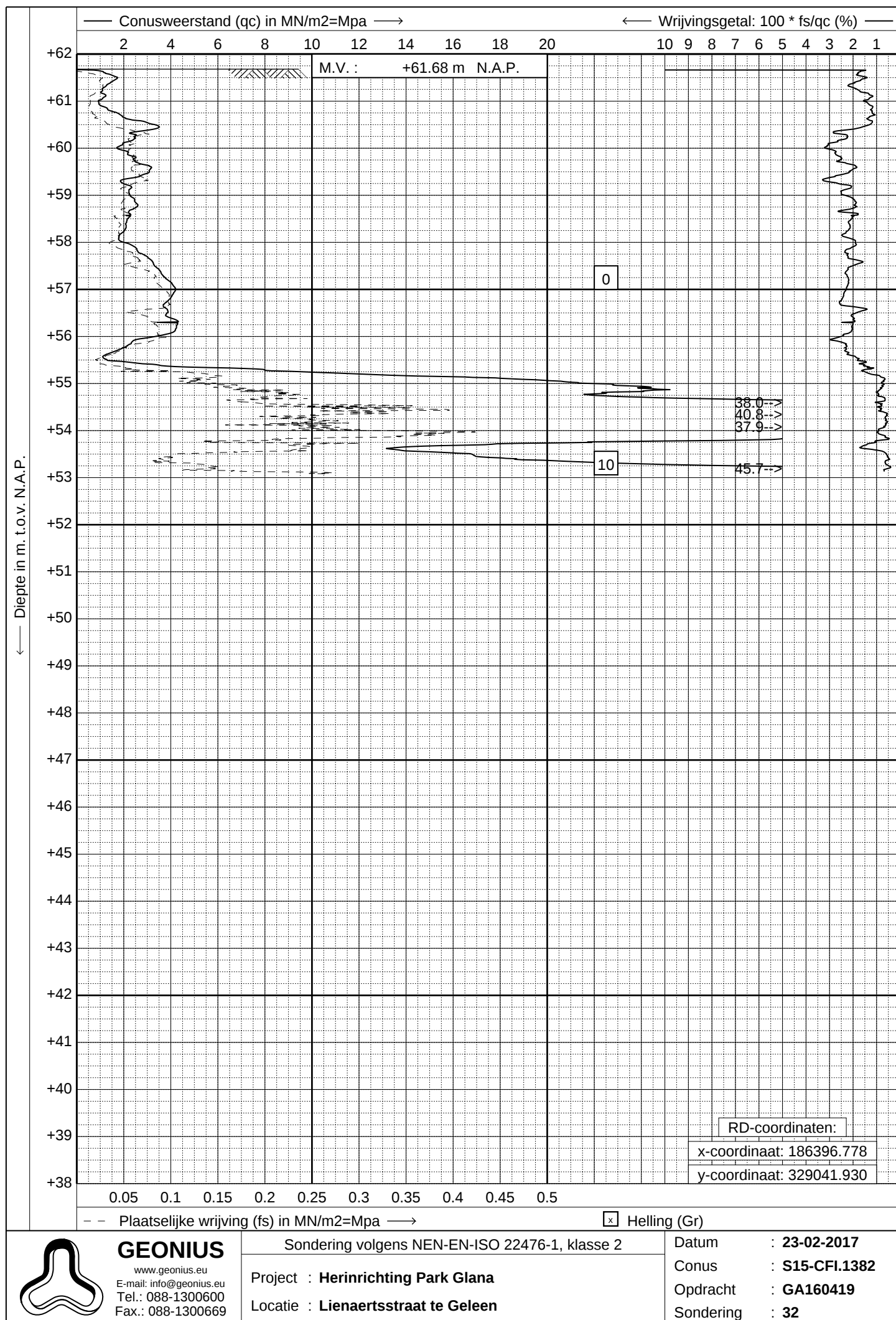
Project : Herinrichting Park Glana

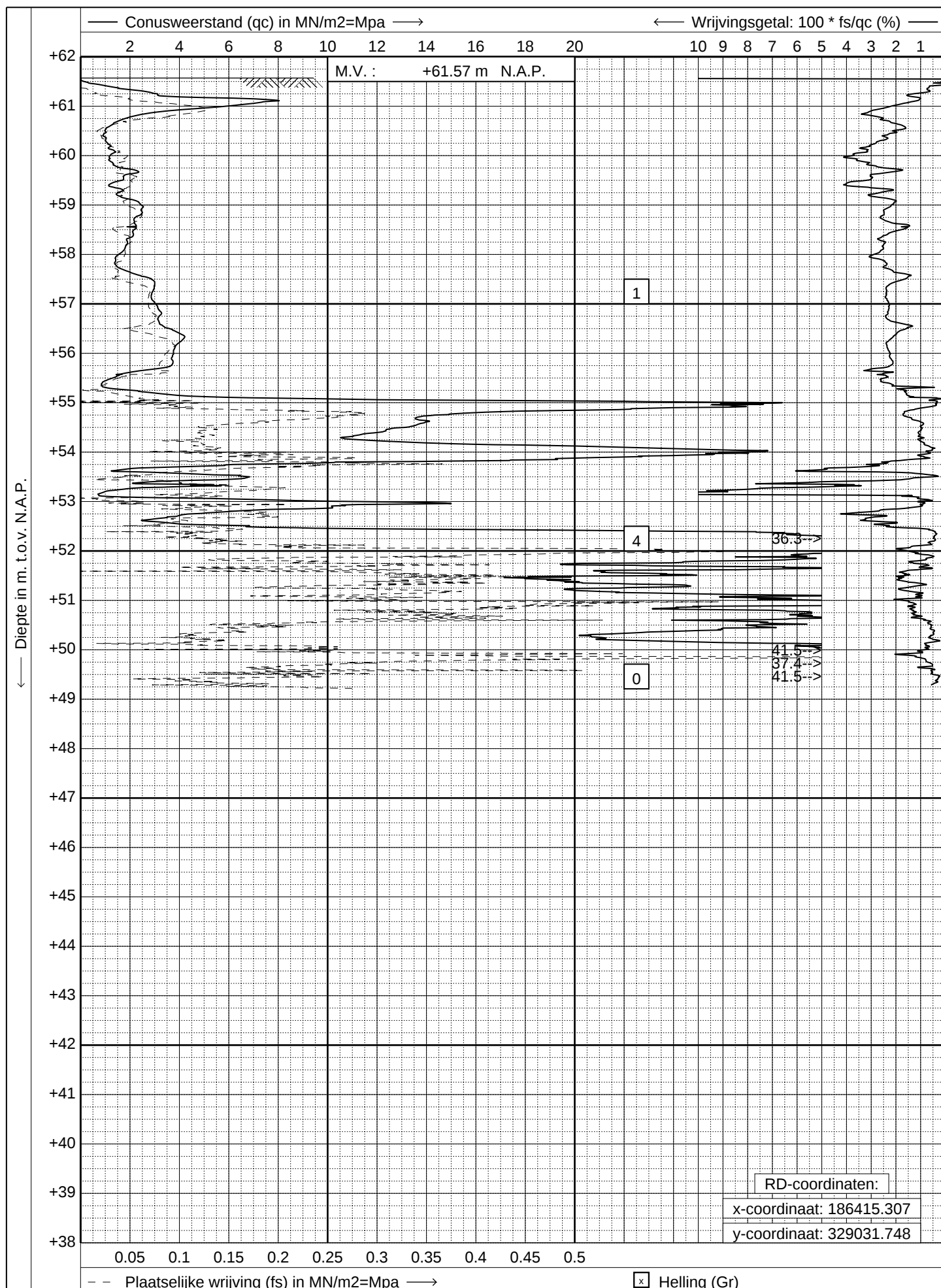
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 21-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 30









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 : Herinrichting Park Glana

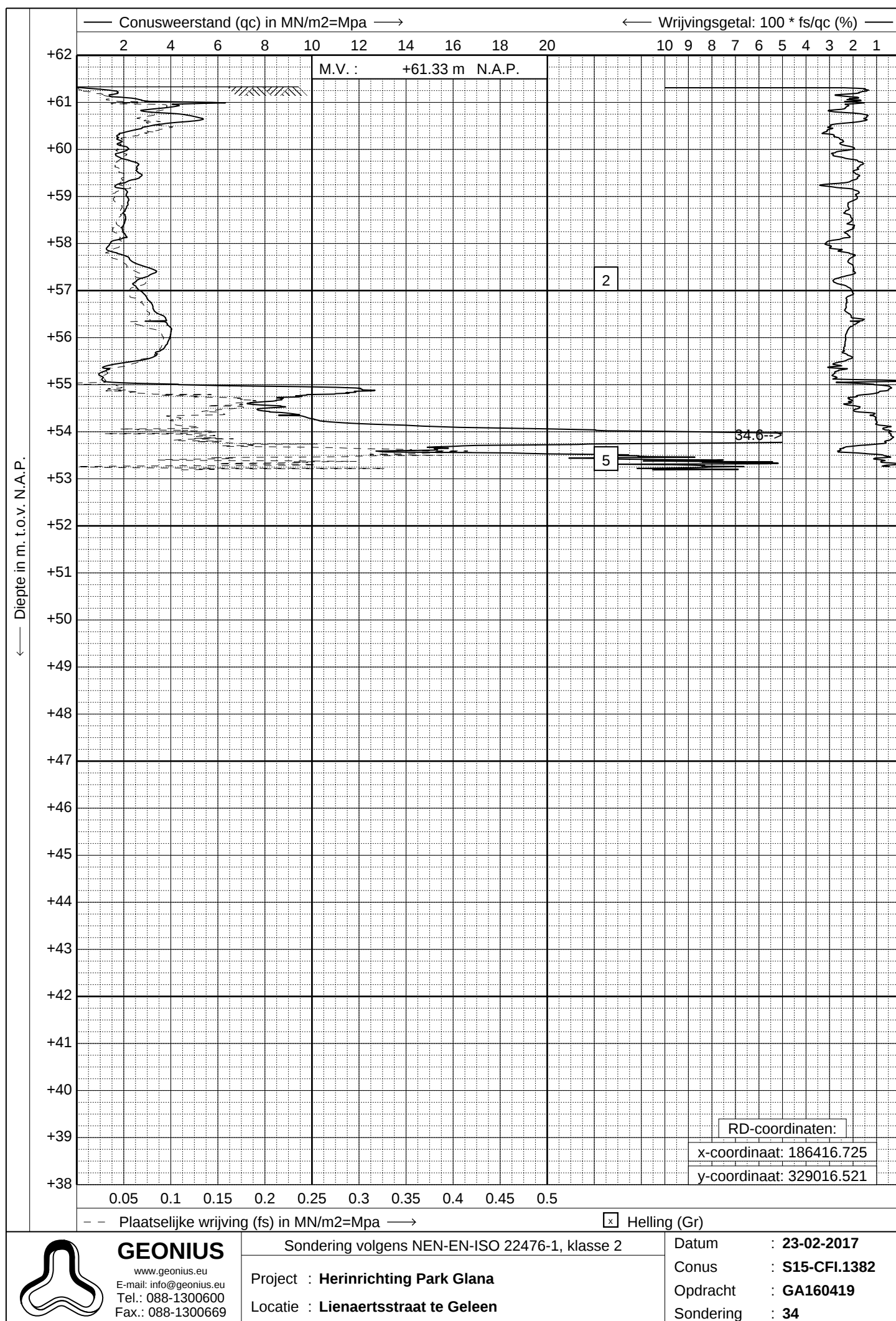
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

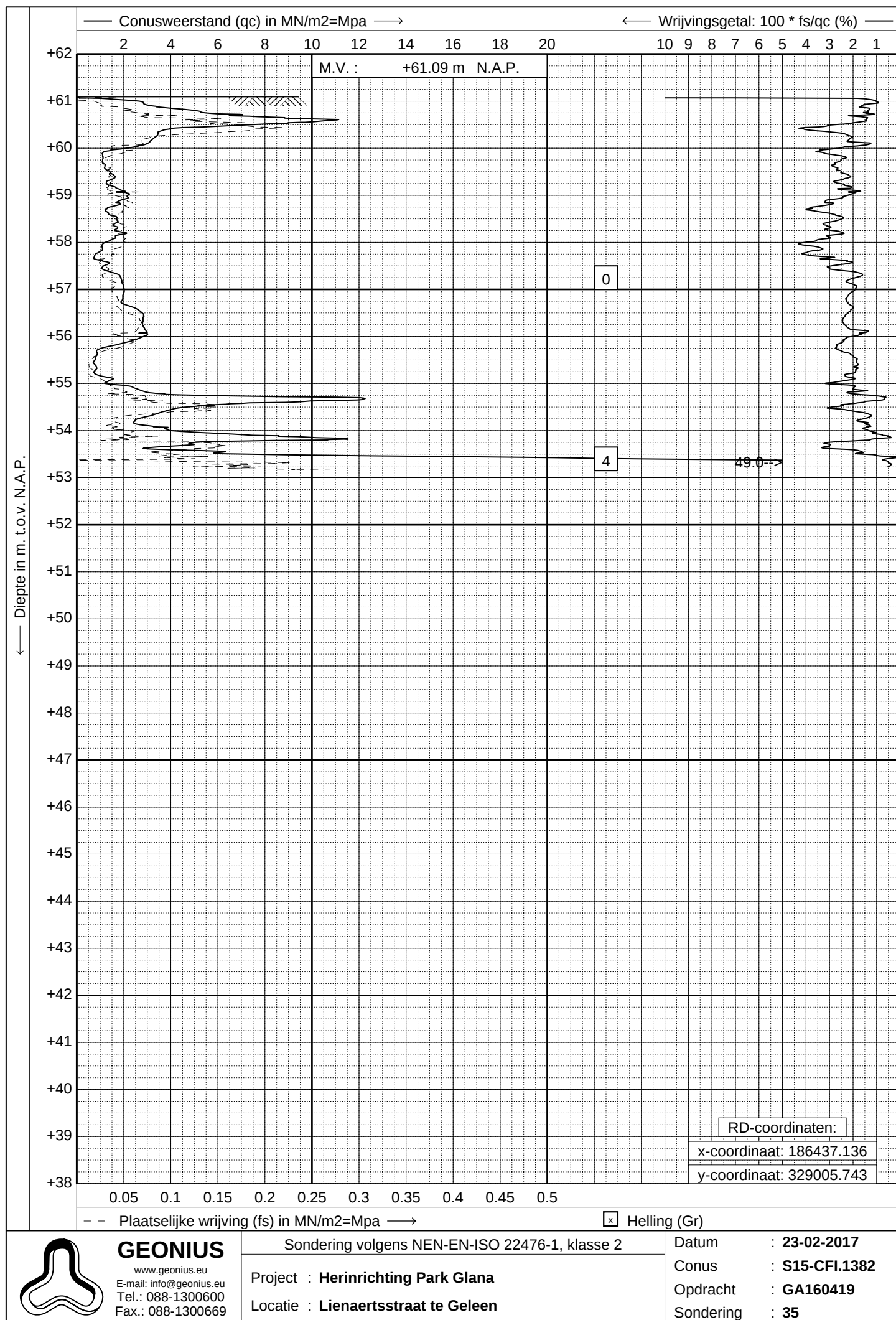
Datum : 23-02-2017

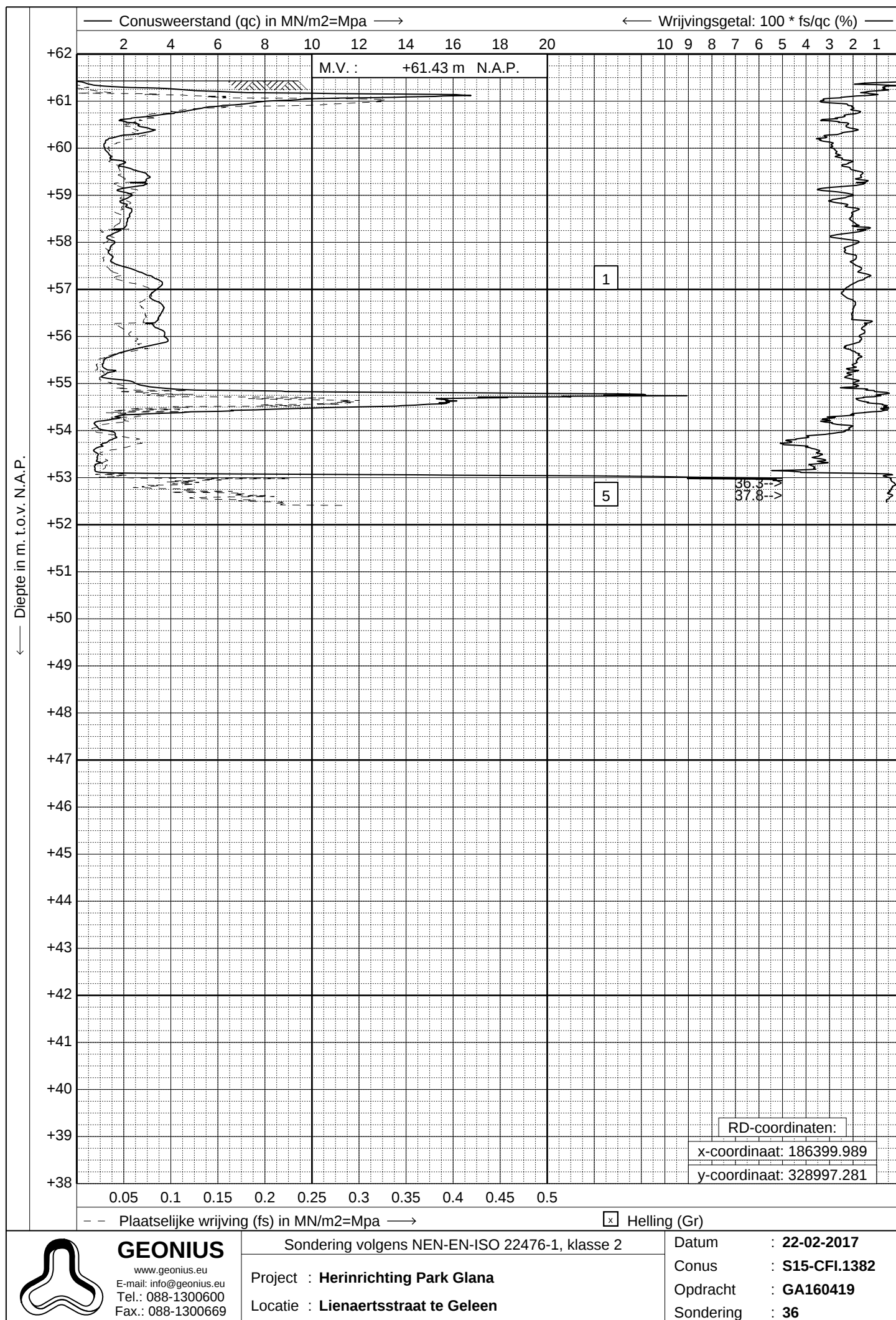
Conus : S15-CFI.1382

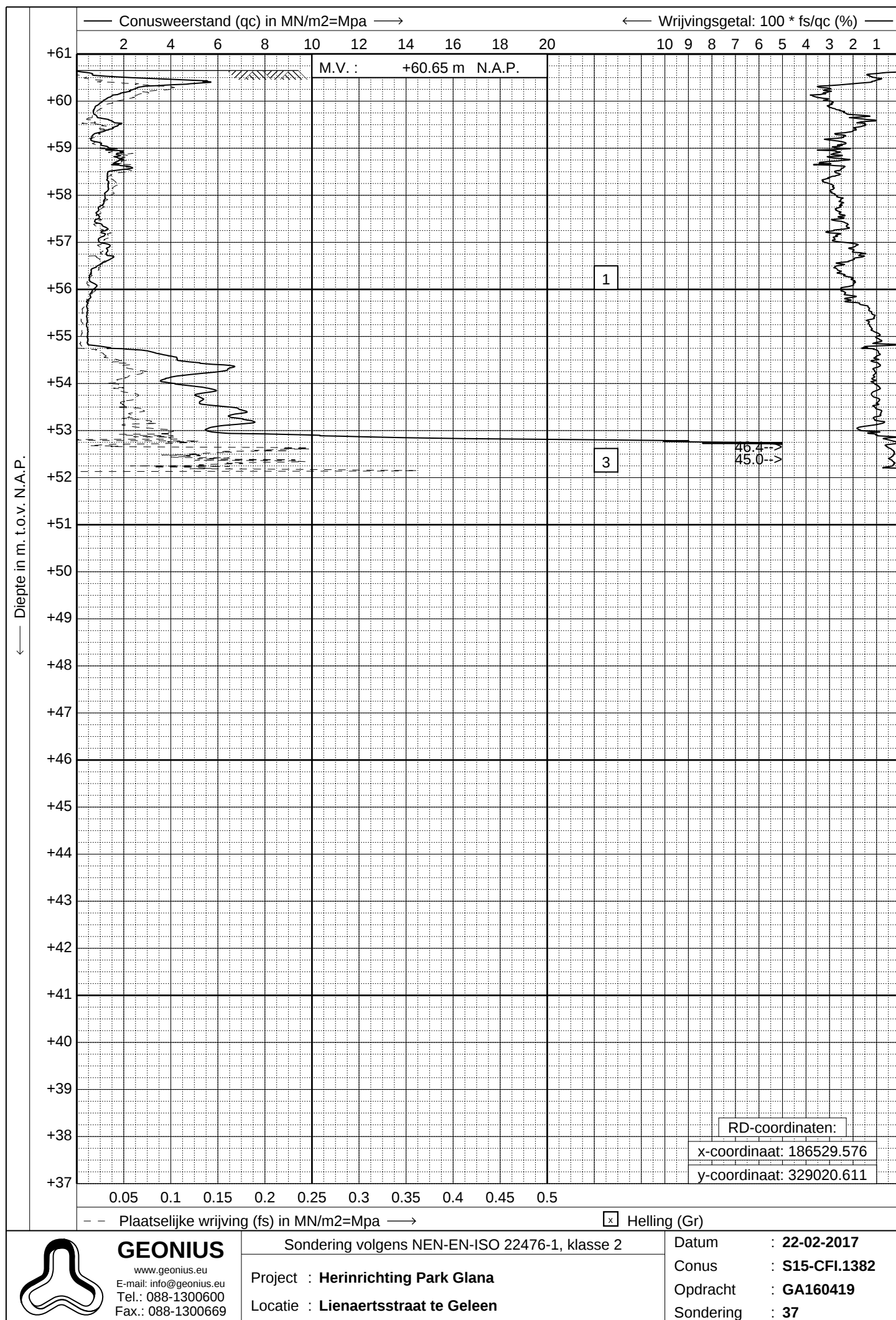
Opdracht : GA160419

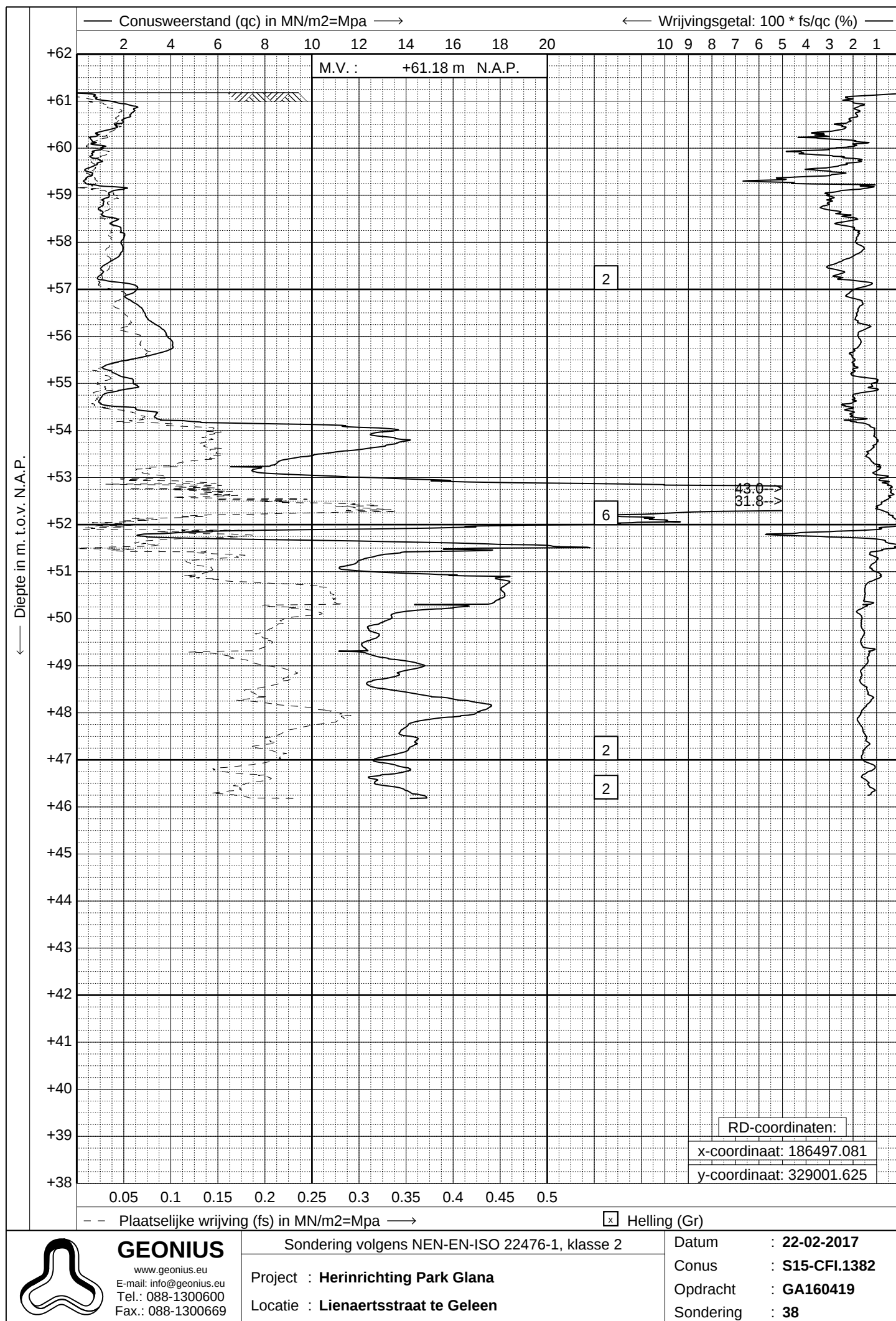
Sondering : 33







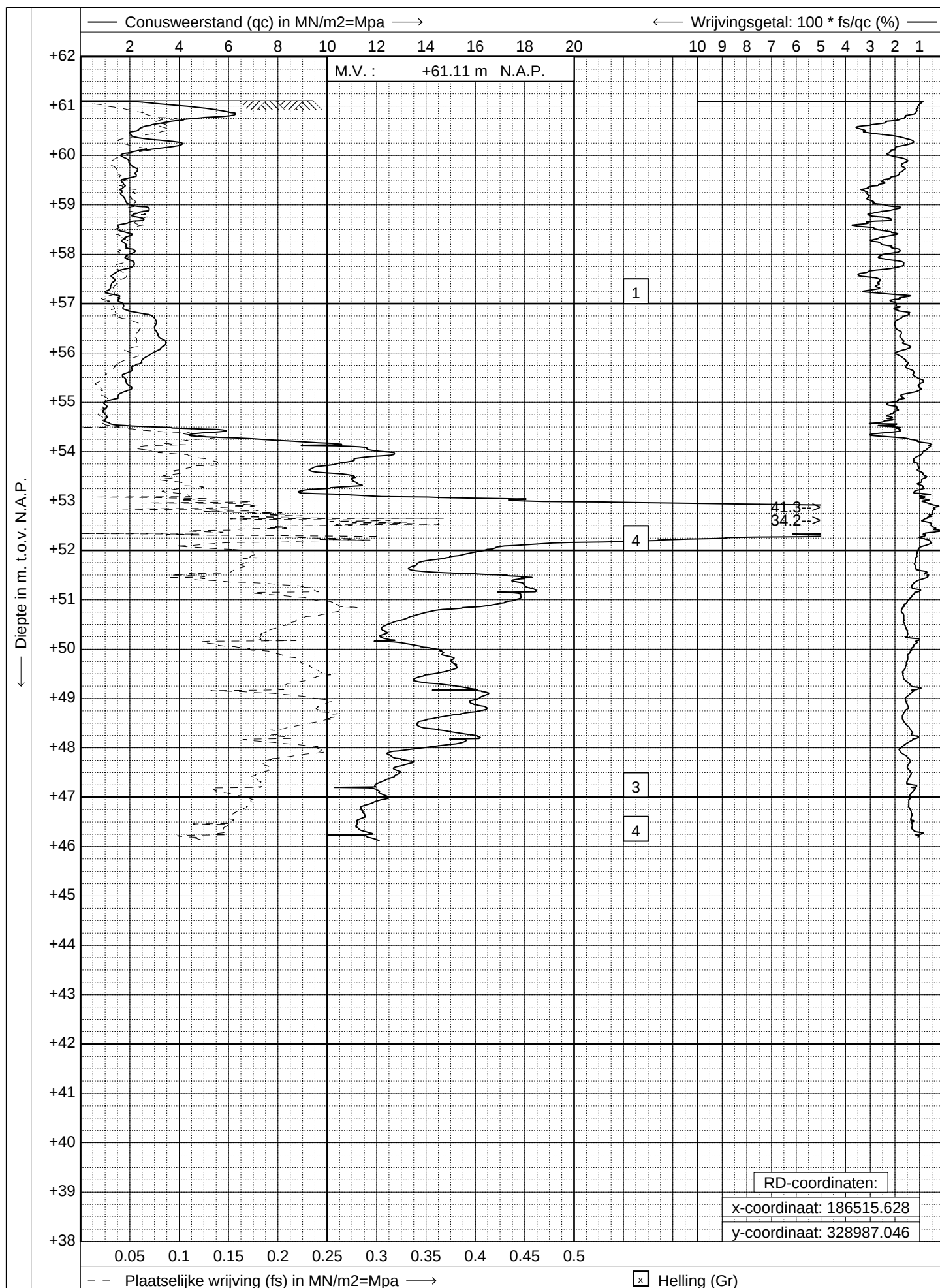




GEONIUS

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

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



GEONIUS

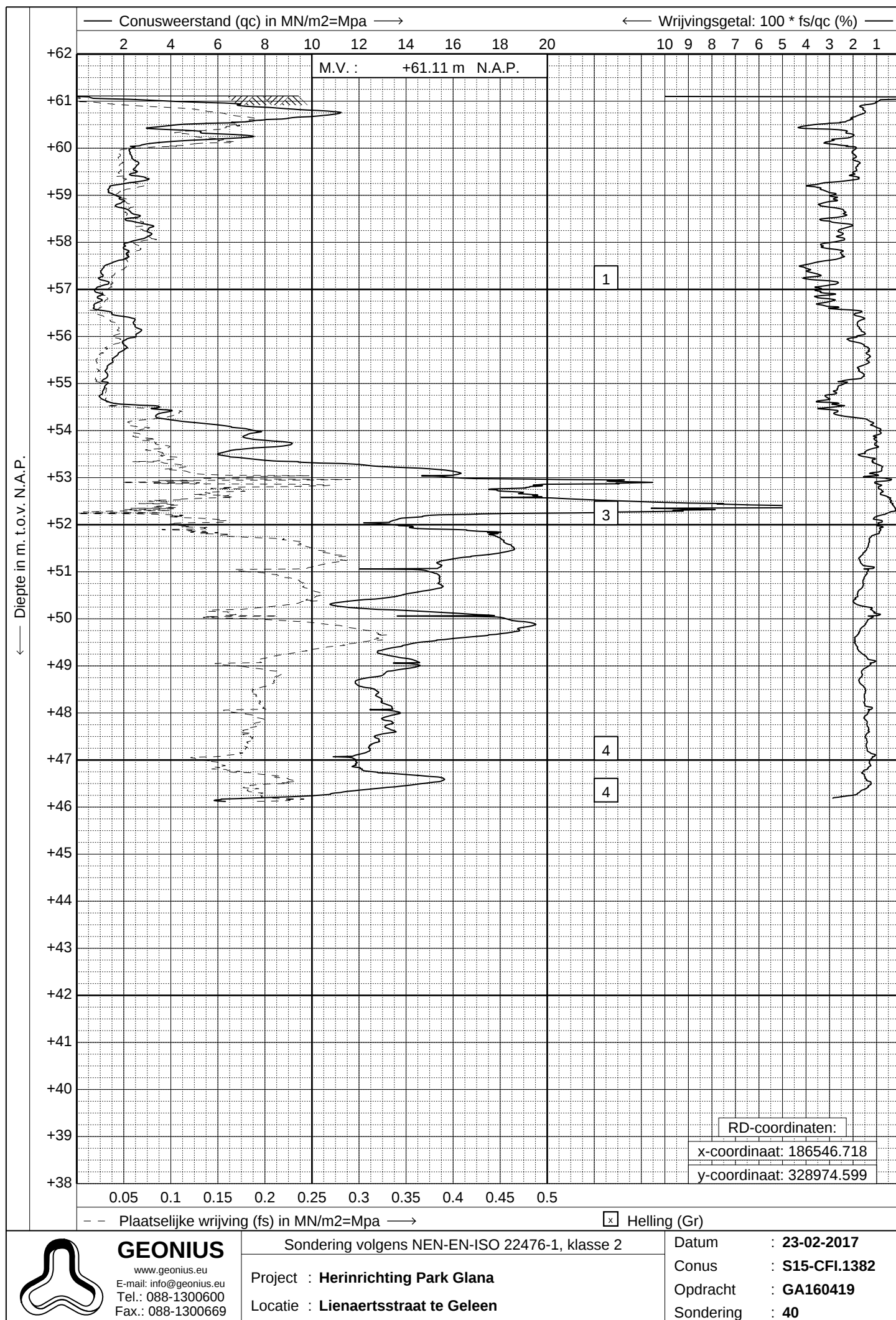
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

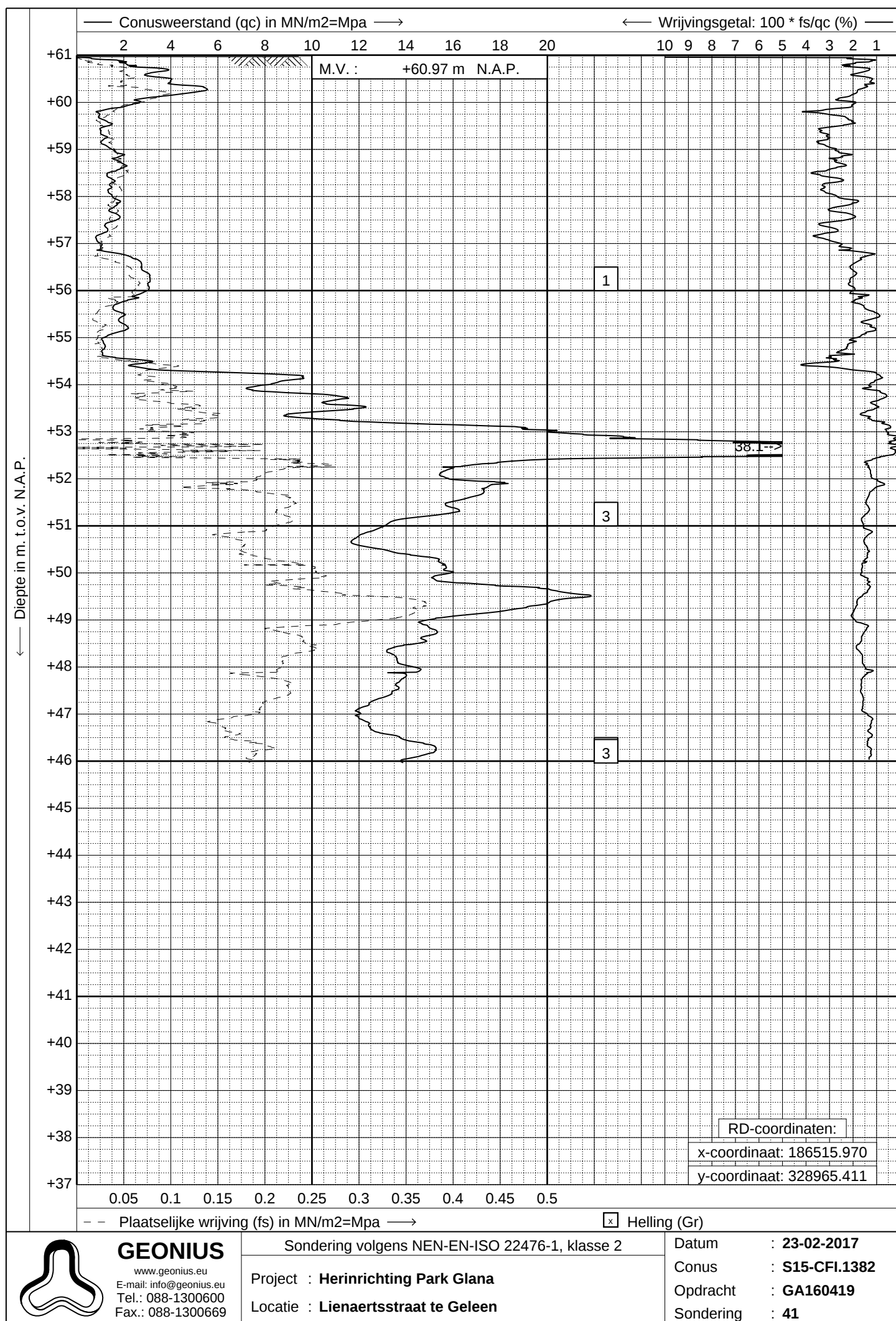
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

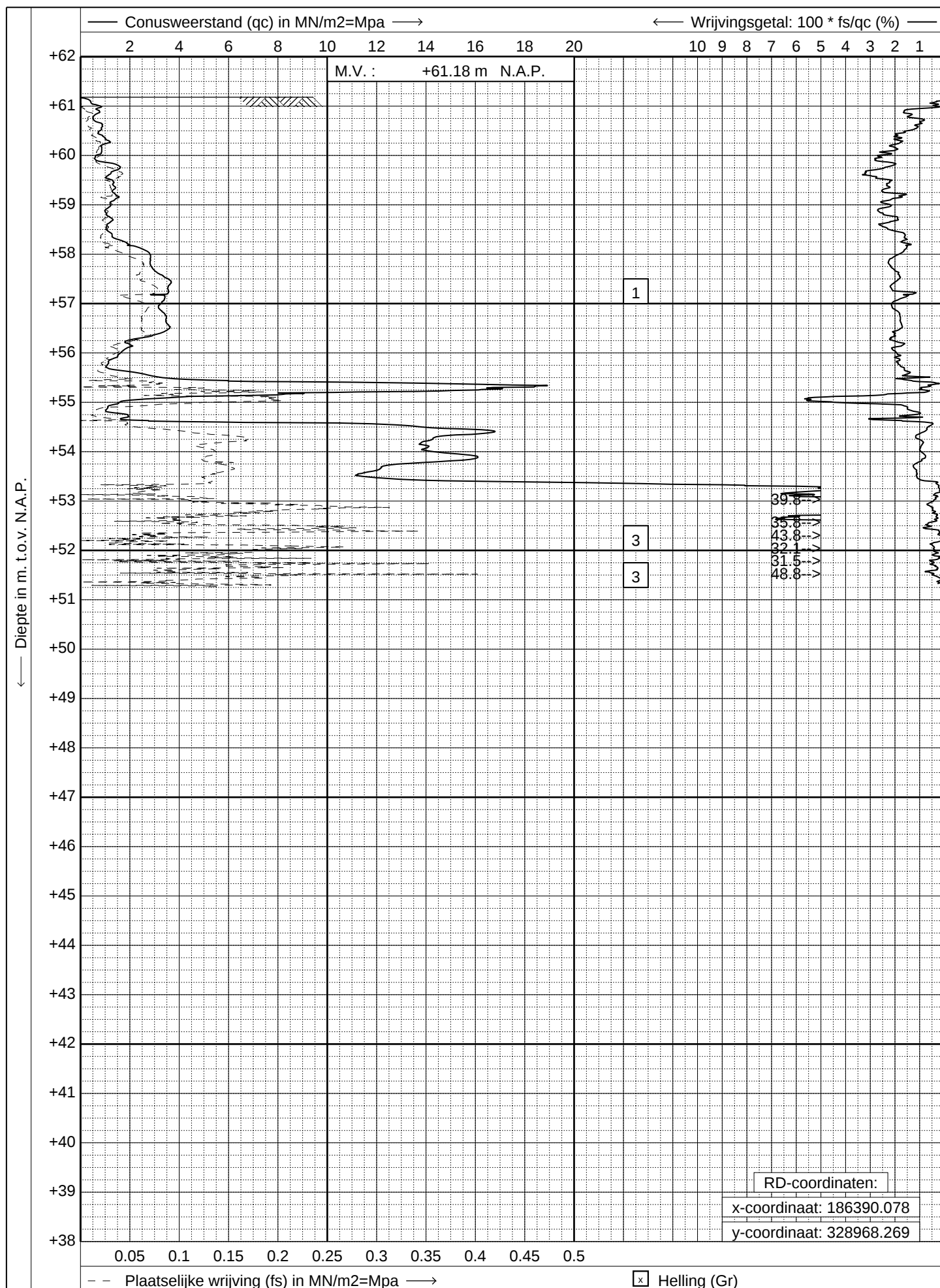
Project : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 22-02-2017
Conus : S15-CFI.1382
Opdracht : GA160419
Sondering : 39







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 : Herinrichting Park Glana

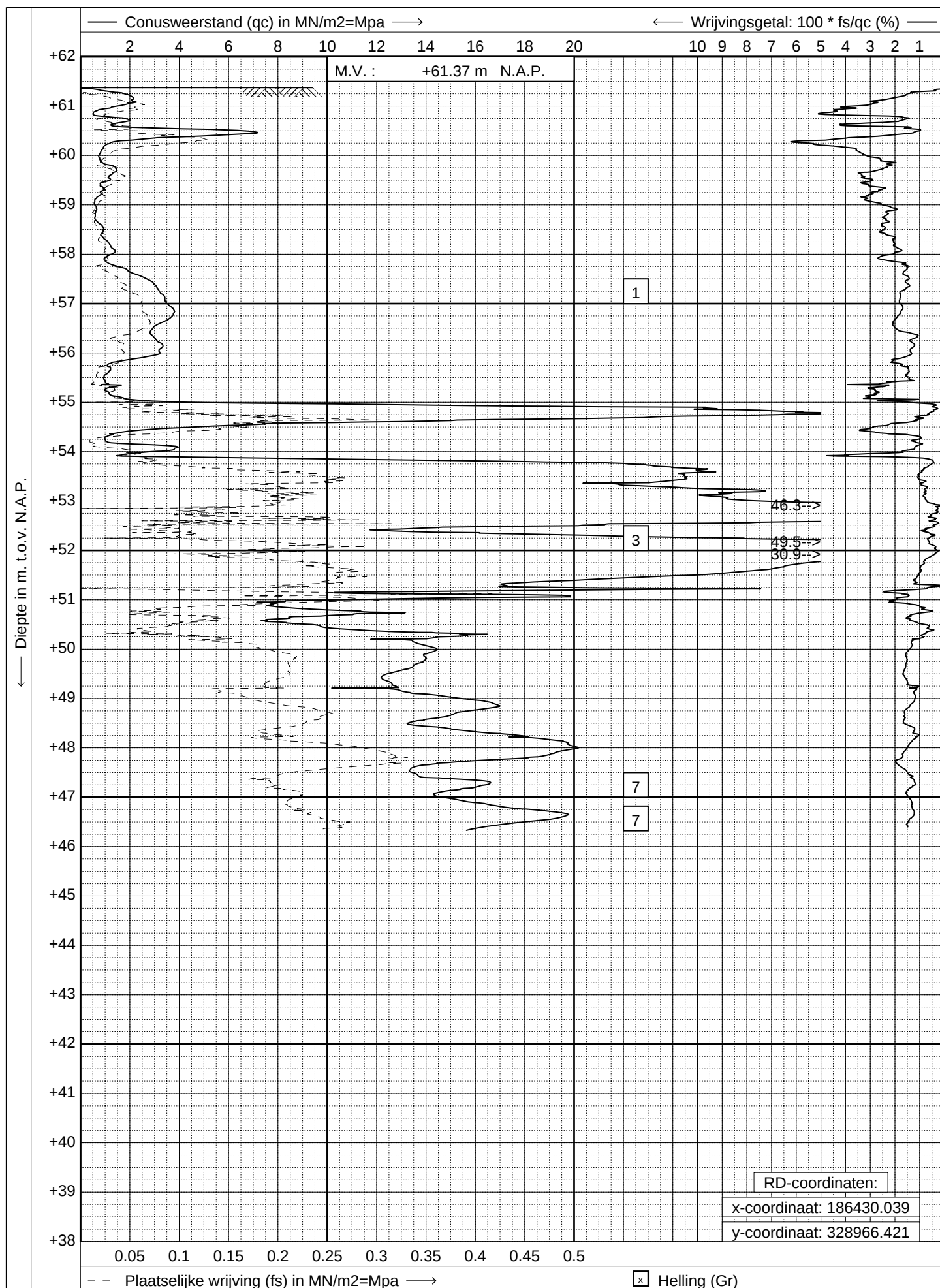
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 22-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 42



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 : Herinrichting Park Glana

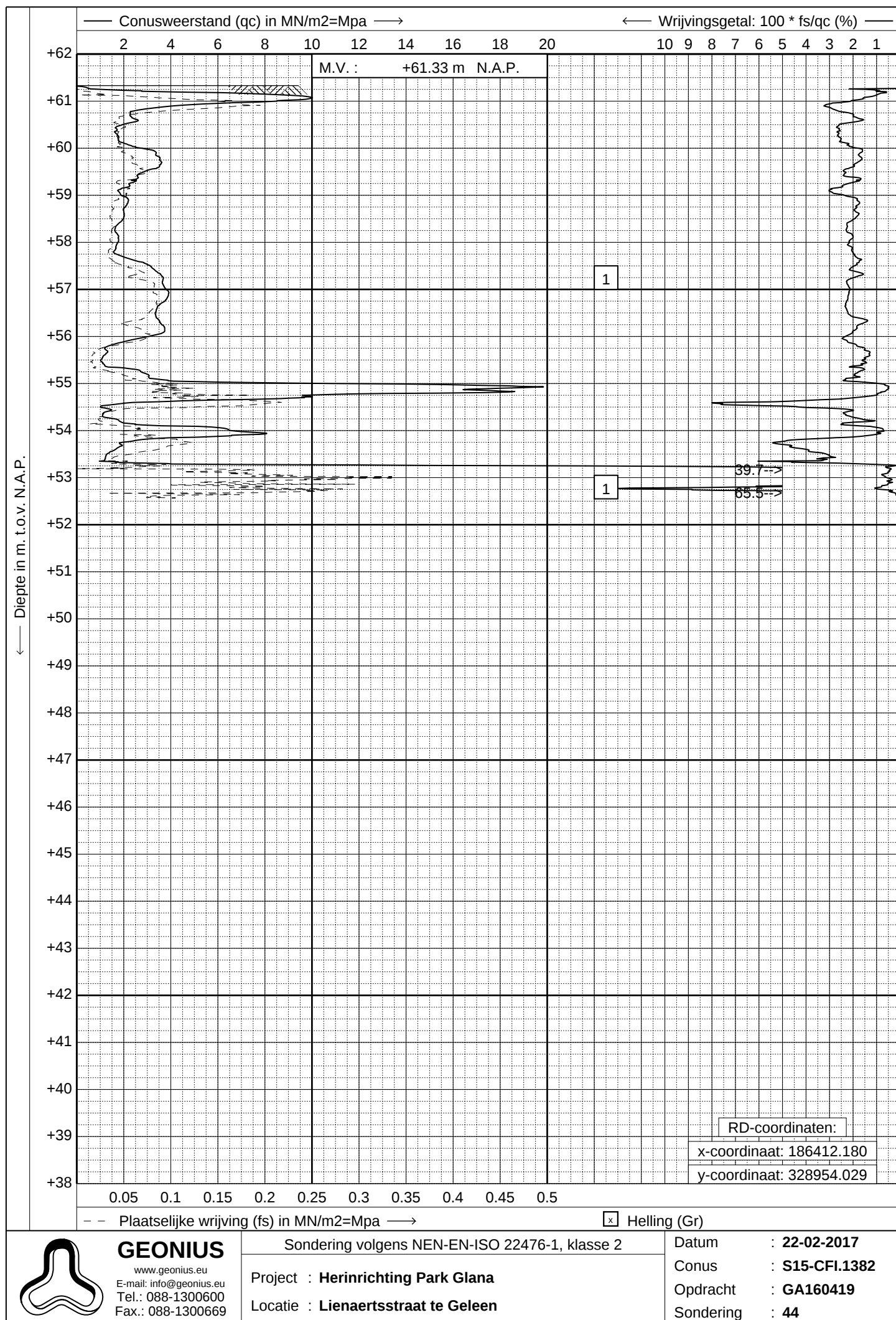
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

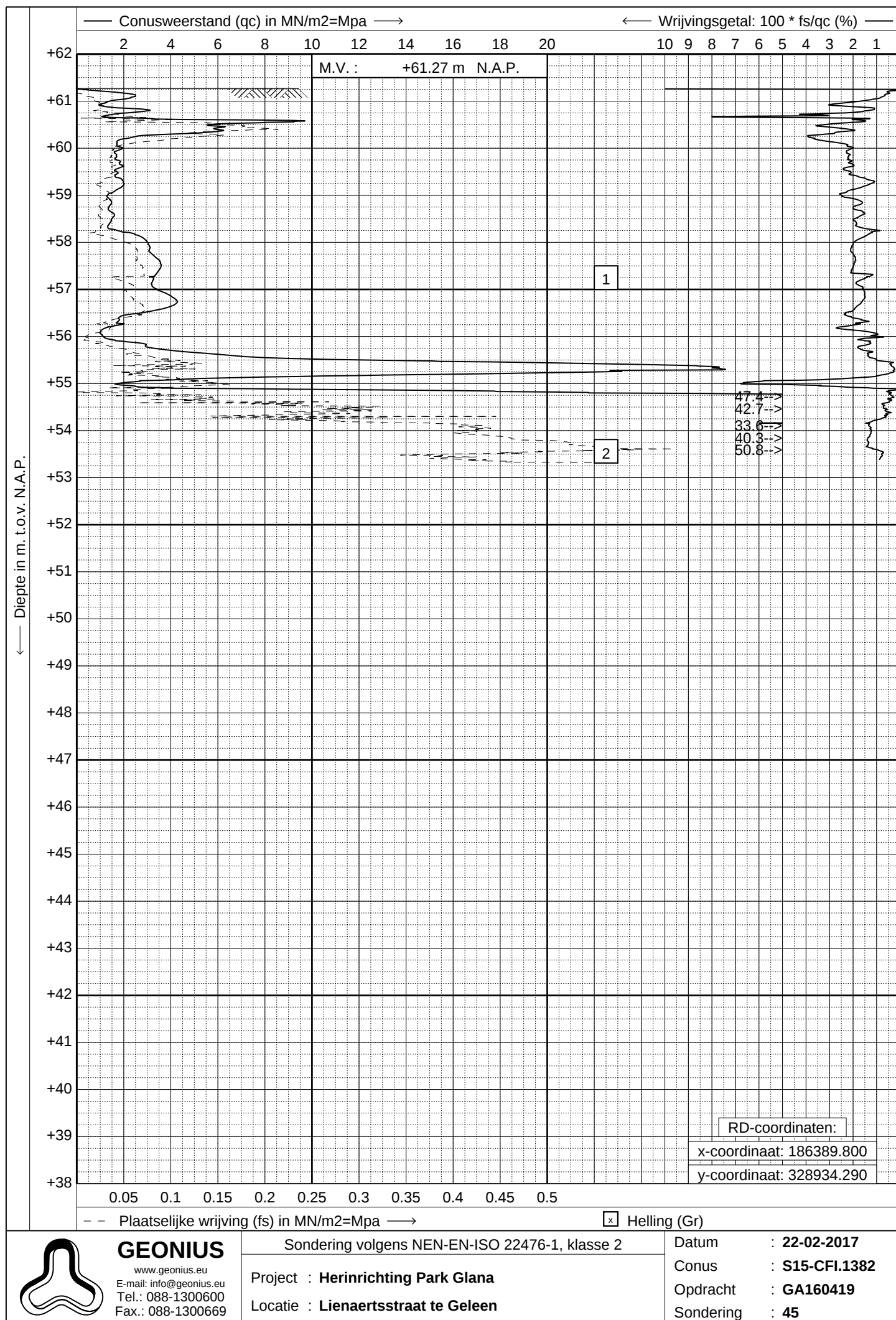
Datum : 22-02-2017

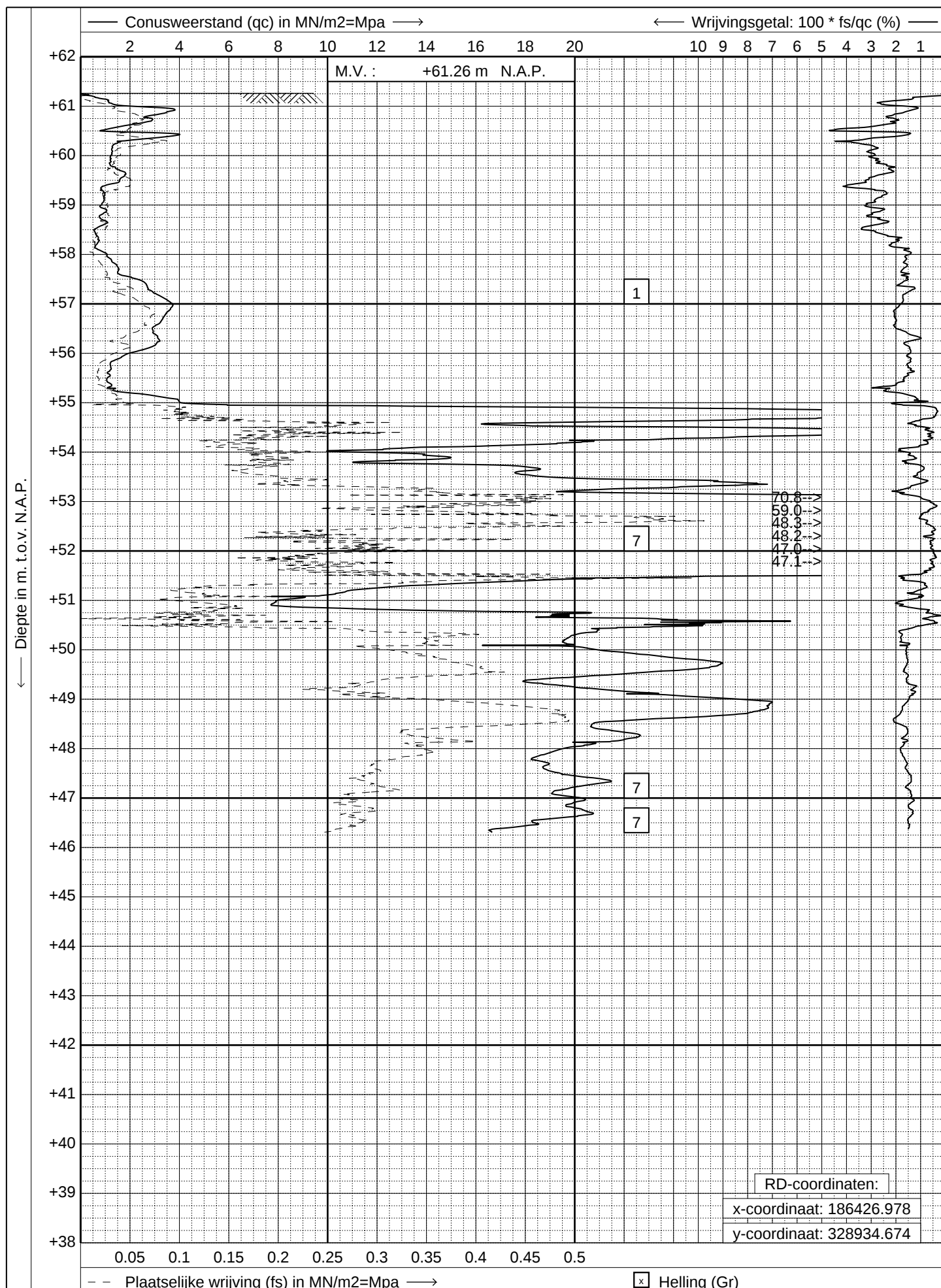
Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 43







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 : Herinrichting Park Glana

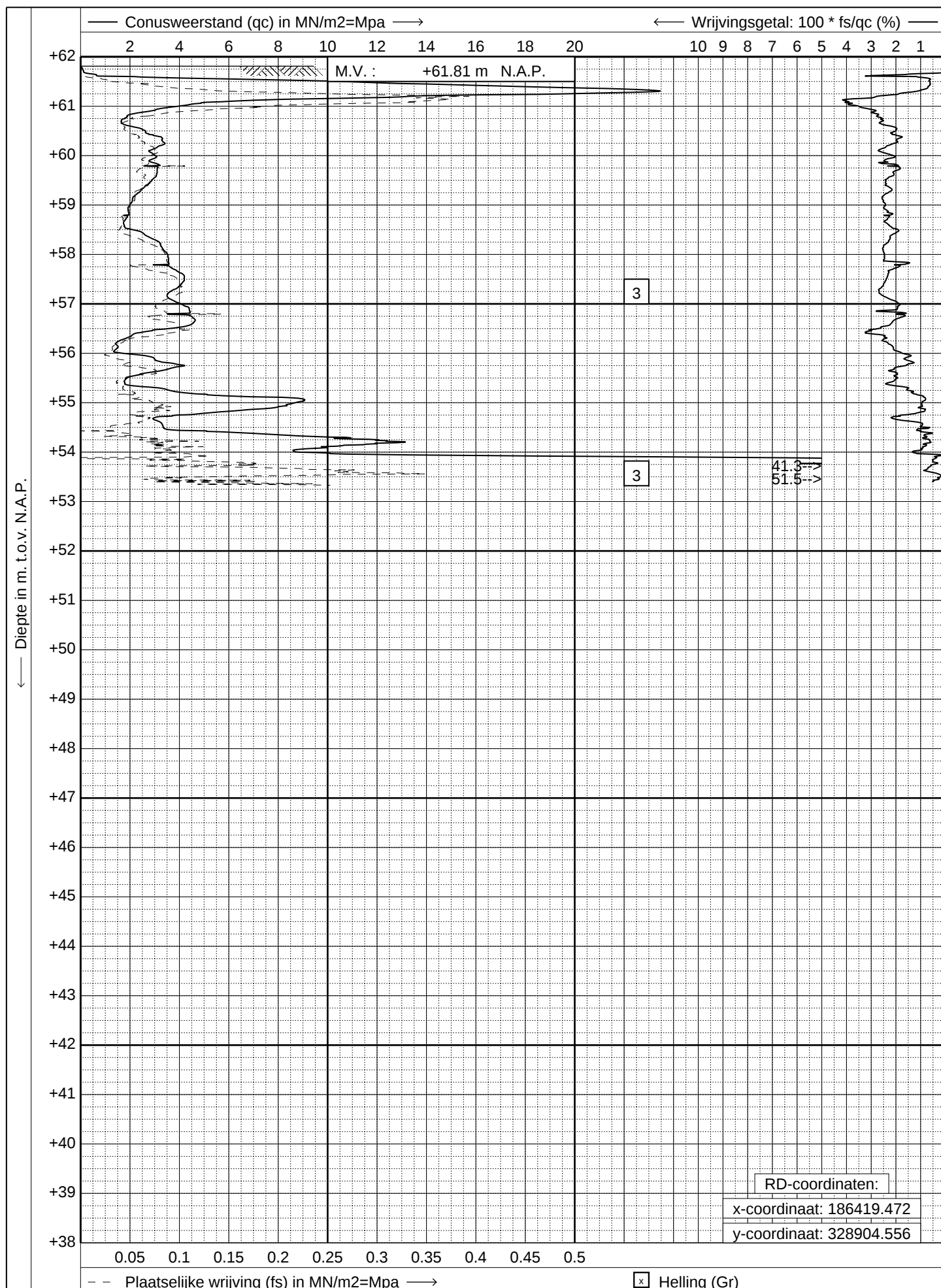
Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 22-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 46



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 : Herinrichting Park Glana

Locatie : Lienaertsstraat te Geleen

Datum : 22-02-2017

Conus : S15-CFI.1382

Opdracht : GA160419

Sondering : 48

Bijlage 3

Boringen

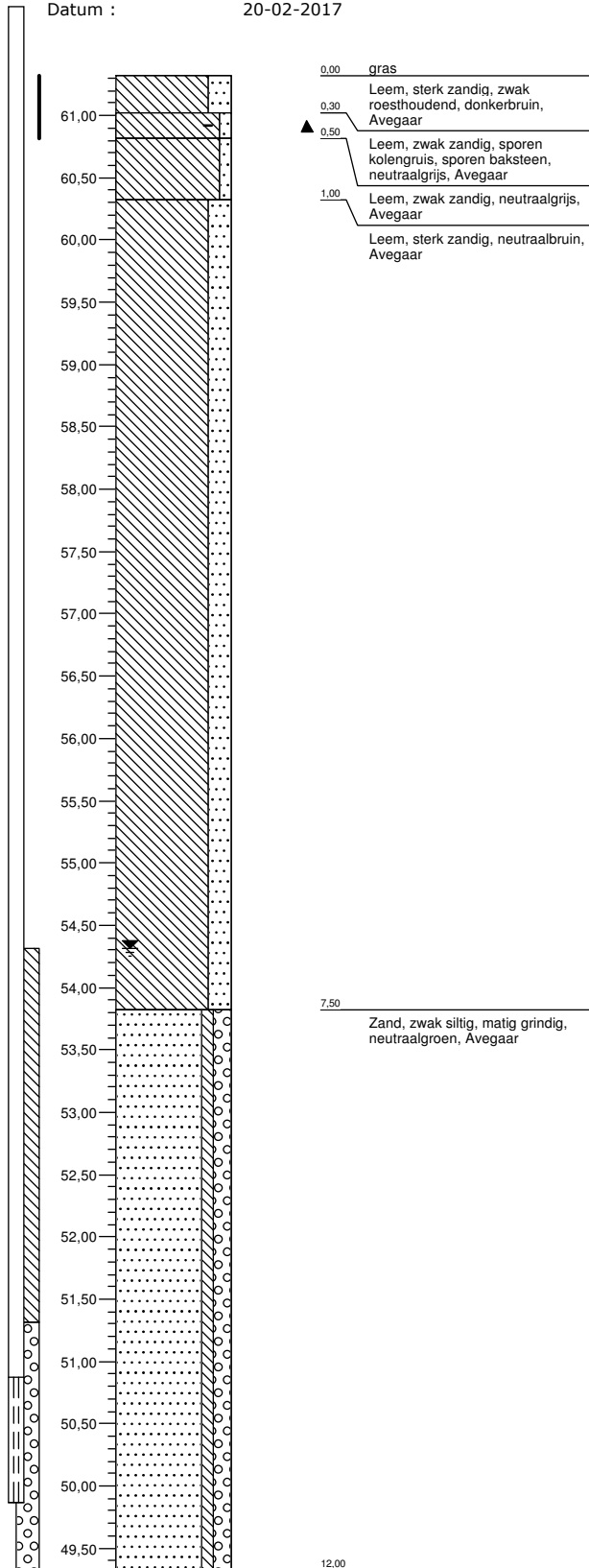
opdrachtnummer : GA160419

projectomschrijving : Herinrichting Park Glana aan de Lienaertsstraat te Geleen

boring:

PB01

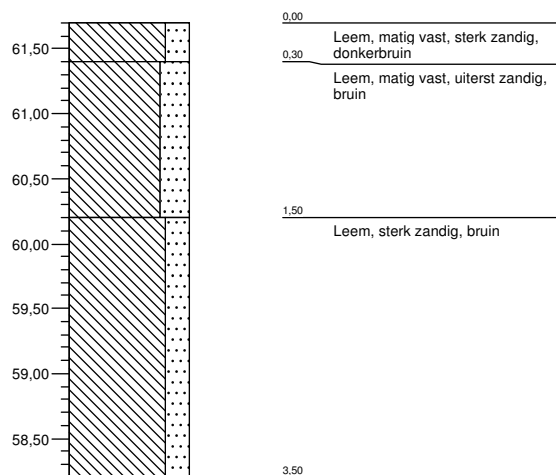
Maaiveldhoogte : 61,32 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 186482,71
GWS : 700 cm. - mv. Y:coördinaat : 328959,14
Datum : 20-02-2017



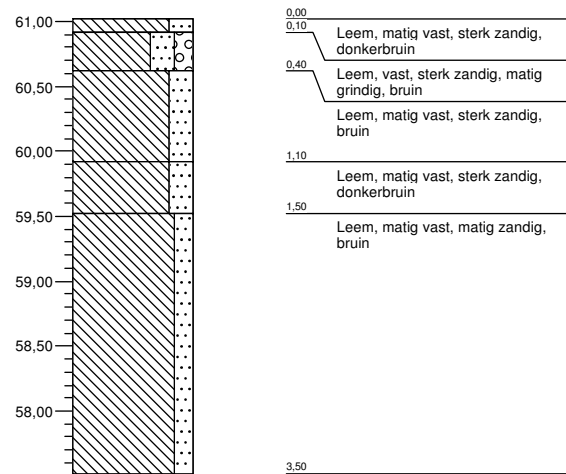
boring:

DB02

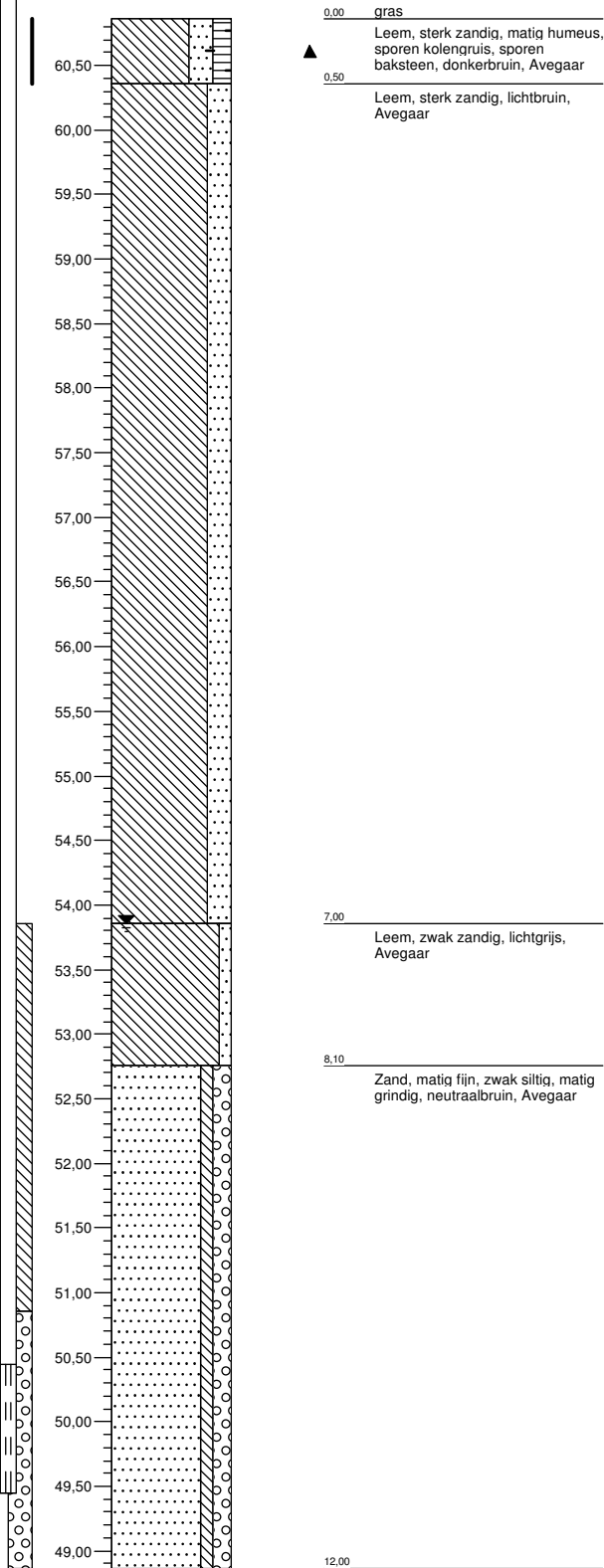
Maaiveldhoogte : 61,7 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 186470,70
cm. - mv. Y:coördinaat : 328930,29



boring: DB03
Maaiveldhoogte : 61,02 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 186480,70
cm. - mv. Y:coördinaat : 329009,43

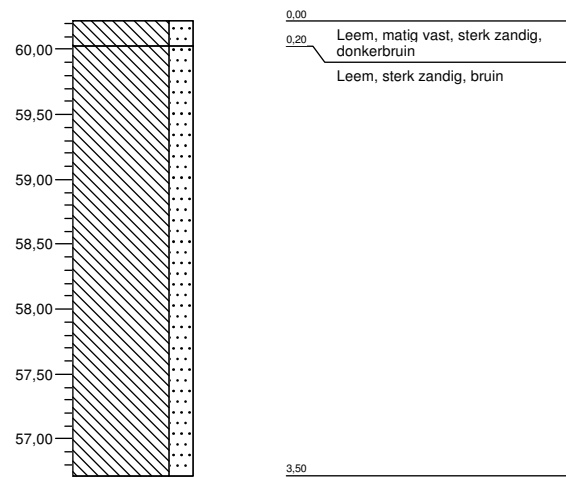


boring: PB04
Maaiveldhoogte : 60,86 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 186433,20
GWS : 700 cm. - mv. Y:coördinaat : 329102,81
Datum : 20-02-2017



boring: DB05

Maaiveldhoogte : 60,22 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat : 186432,97
cm. - mv. Y:coördinaat : 329131,25



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 $t = t_0$

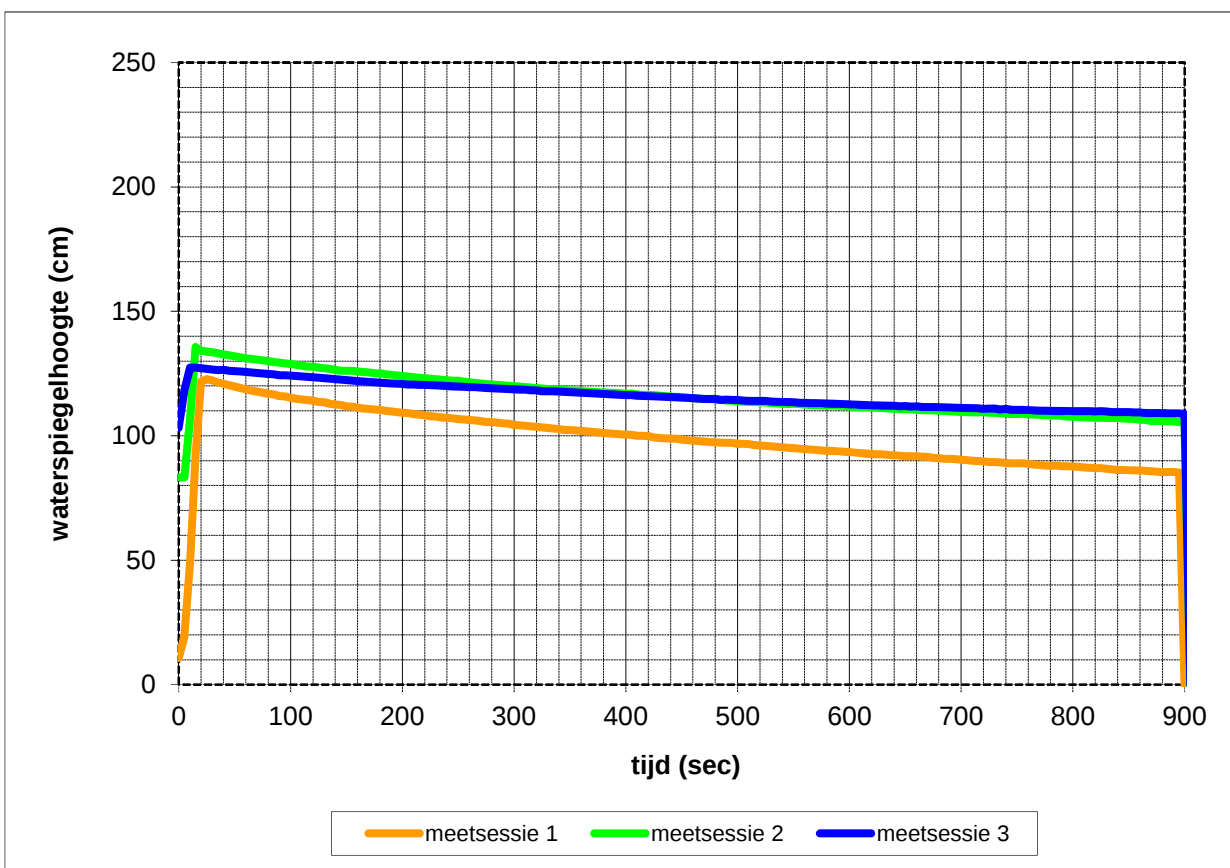
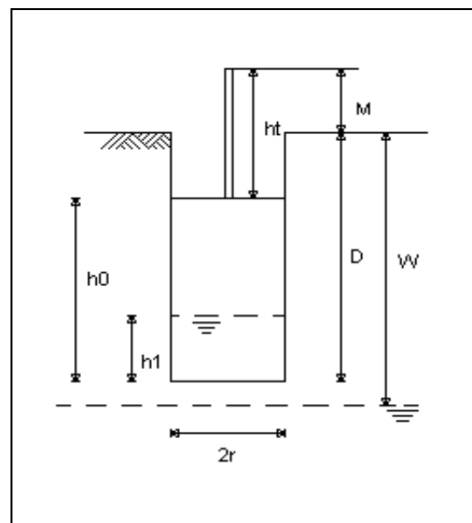
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	115,25	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	87,66	cm
k_f =	6,72E-06	m/s
k_f =	0,58	m/dag
rc =	-3,94E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	128,84	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	107,73	cm
k_f =	4,40E-06	m/s
k_f =	0,38	m/dag
rc =	-3,02E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	124,18	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	109,88	cm
k_f =	3,01E-06	m/s
k_f =	0,26	m/dag
rc =	-2,04E-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 $t = t_0$

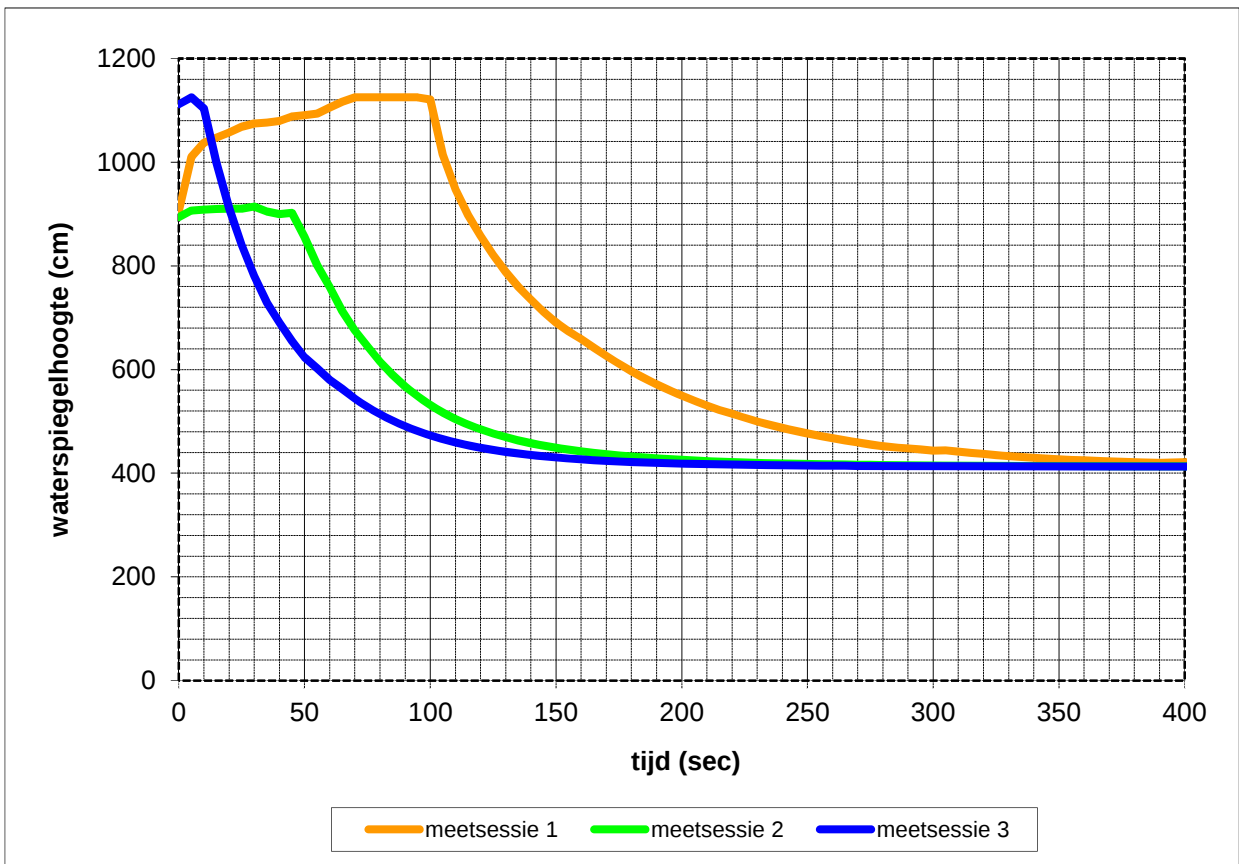
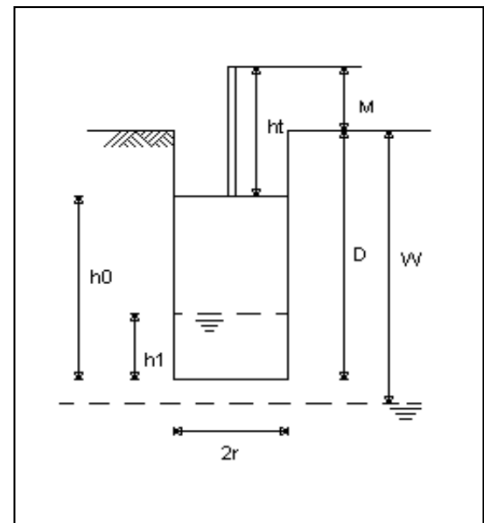
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1245	cm
Standaardhoogte	M :	45	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	880	cm



Meetsessie 1

t_0 =	155	sec
h_0 =	674,14	cm
t_1 =	320	sec
h_1 =	437,31	cm
k_f =	6,52E-05	m/s
k_f =	5,63	m/dag
rc =	-1,44E-02	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	85	sec
h_0 =	589,62	cm
t_1 =	170	sec
h_1 =	436,73	cm
k_f =	8,78E-05	m/s
k_f =	7,58	m/dag
rc =	-1,80E-02	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	40	sec
h_0 =	690,77	cm
t_1 =	140	sec
h_1 =	435,09	cm
k_f =	1,15E-04	m/s
k_f =	9,93	m/dag
rc =	-2,56E-02	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 $t = t_0$

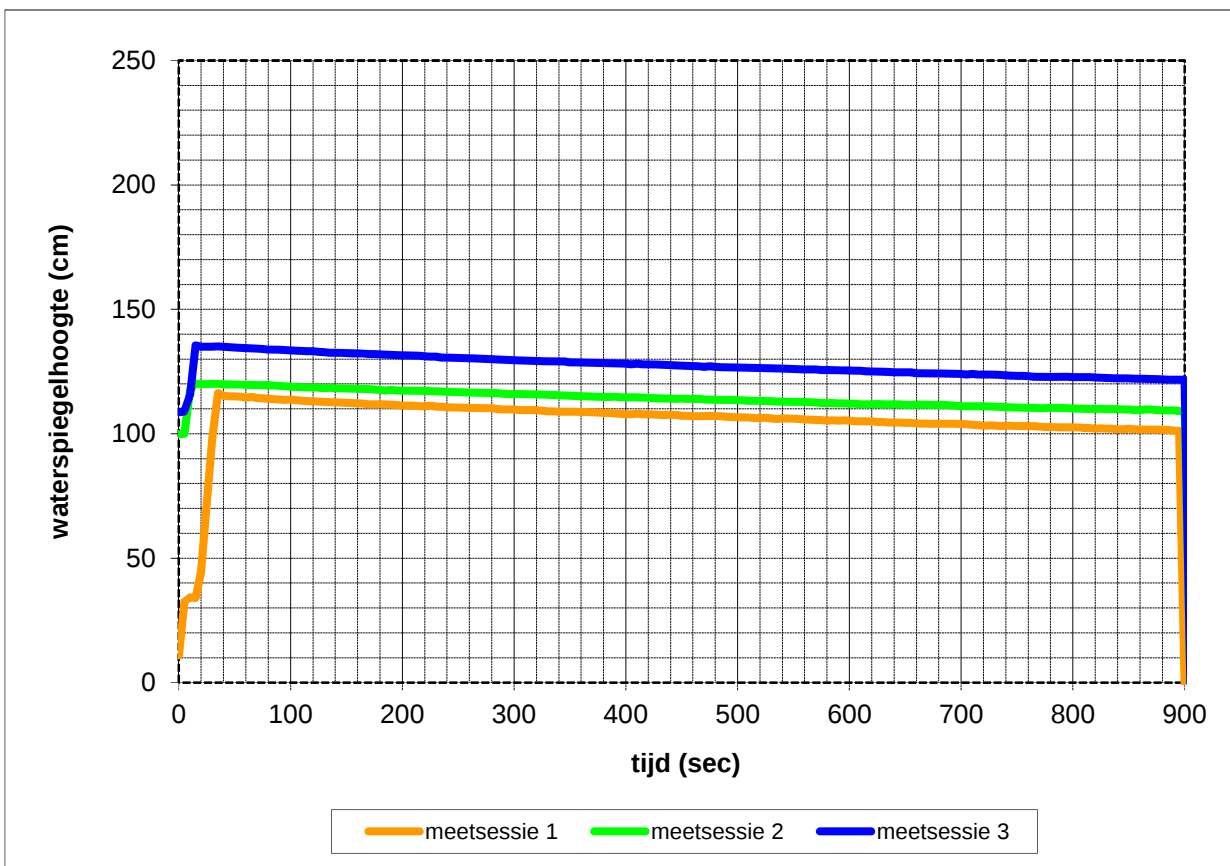
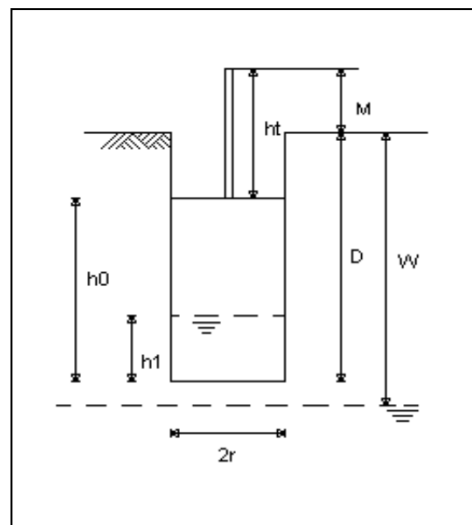
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	113,79	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	102,53	cm
k_f =	2,56E-06	m/s
k_f =	0,22	m/dag
rc =	-1,61E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	118,98	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	110,23	cm
k_f =	1,88E-06	m/s
k_f =	0,16	m/dag
rc =	-1,25E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	133,51	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	122,78	cm
k_f =	2,06E-06	m/s
k_f =	0,18	m/dag
rc =	-1,53E-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 $t = t_0$

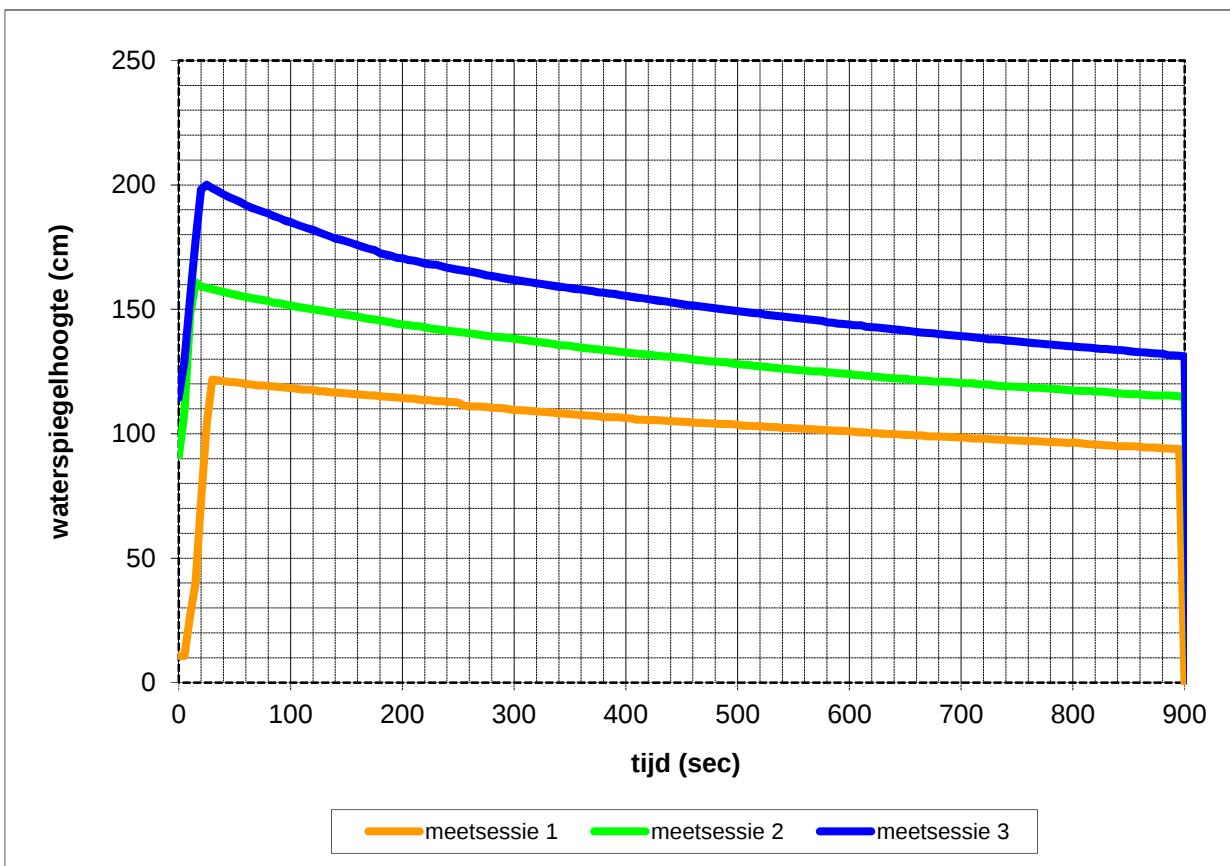
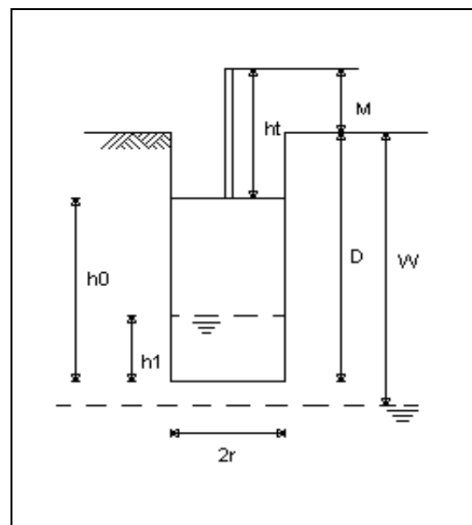
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	350	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	60	sec
h_0 =	119,92	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	96,47	cm
k_f =	5,06E-06	m/s
k_f =	0,44	m/dag
rc =	-3,17E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	151,59	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	117,41	cm
k_f =	6,30E-06	m/s
k_f =	0,54	m/dag
rc =	-4,88E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	170,43	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	135,08	cm
k_f =	6,69E-06	m/s
k_f =	0,58	m/dag
rc =	-5,89E-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 $t = t_0$

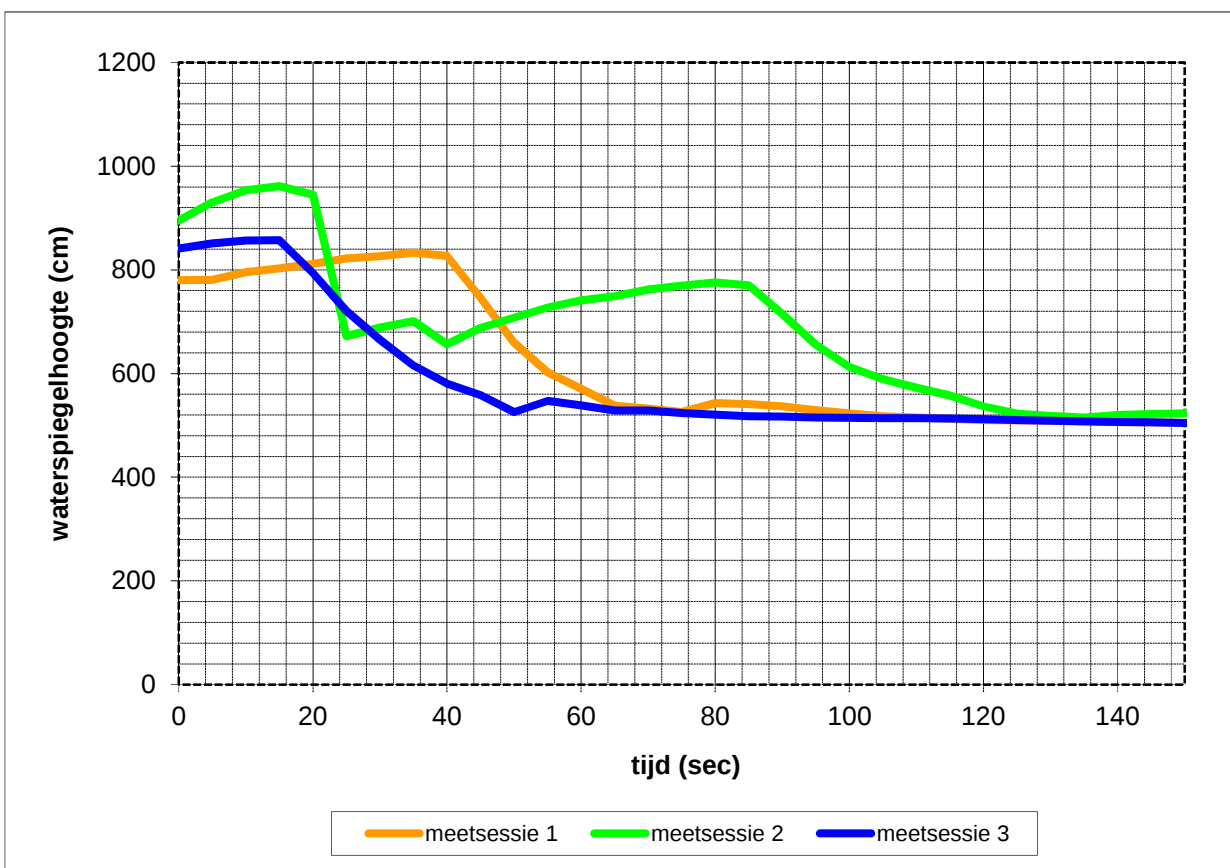
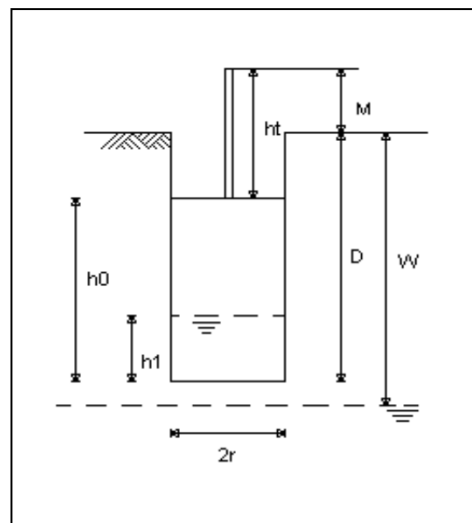
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	1220	cm
Standaardhoogte	M :	40	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	761	cm



Meetsessie 1

t_0 =	55	sec
h_0 =	601,95	cm
t_1 =	65	sec
h_1 =	538,31	cm
k_f =	2,78E-04	m/s
k_f =	24,00	m/dag
rc =	-6,36E-02	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	612,86	cm
t_1 =	125	sec
h_1 =	522,73	cm
k_f =	1,58E-04	m/s
k_f =	13,67	m/dag
rc =	-3,61E-02	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	35	sec
h_0 =	614,90	cm
t_1 =	50	sec
h_1 =	525,77	cm
k_f =	2,60E-04	m/s
k_f =	22,43	m/dag
rc =	-5,94E-02	m/s

Bijlage 5:

Paalberekeningen

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	49.50	59,89	896	174	1070	697	0	0
04	49.50	60,06	913	334	1247	812	0	0
05	49.50	59,97	512	244	756	492	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	49.50	59,89	727	156	884	575	0	0
04	49.50	60,06	965	301	1266	824	0	0
05	49.50	59,97	415	220	634	413	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	49.50	59,89	576	139	715	465	0	0
04	49.50	60,06	774	267	1041	678	0	0
05	49.50	59,97	328	195	523	340	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	49.50	59,89	442	122	564	367	0	0
04	49.50	60,06	593	234	826	538	0	0
05	49.50	59,97	261	171	432	281	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	49.50	59,89	350	104	454	296	0	0
04	49.50	60,06	435	200	636	414	0	0
05	49.50	59,97	229	147	375	244	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	47.50	59,89	901	438	1340	872	0	0
04	47.50	60,06	803	612	1416	922	0	0
05	47.50	59,97	1199	463	1662	1082	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	47.50	59,89	733	395	1128	734	0	0
04	47.50	60,06	620	551	1171	763	0	0
05	47.50	59,97	971	417	1388	904	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	47.50	59,89	580	351	931	606	0	0
04	47.50	60,06	452	490	942	613	0	0
05	47.50	59,97	768	370	1138	741	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	47.50	59,89	444	307	751	489	0	0
04	47.50	60,06	329	429	758	493	0	0
05	47.50	59,97	588	324	912	594	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
02	47.50	59,89	326	263	589	384	0	0
04	47.50	60,06	234	367	601	392	0	0
05	47.50	59,97	432	278	710	462	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	50,00	60,00	627	329	956	622	0	0
07	50,00	59,90	696	275	971	632	0	0
08	50,00	60,20	587	370	957	623	0	0
10	50,00	61,50	1082	213	1295	843	0	0
11	50,00	60,01	1079	326	1405	915	0	0
12	50,00	59,93	987	346	1333	868	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	50,00	60,00	514	296	811	528	0	0
07	50,00	59,90	568	248	815	531	0	0
08	50,00	60,20	479	333	812	528	0	0
10	50,00	61,50	879	192	1071	697	0	0
11	50,00	60,01	870	293	1163	757	0	0
12	50,00	59,93	964	311	1276	831	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	50,00	60,00	466	264	730	475	0	0
07	50,00	59,90	450	220	670	436	0	0
08	50,00	60,20	381	296	677	441	0	0
10	50,00	61,50	698	170	868	565	0	0
11	50,00	60,01	679	261	939	612	0	0
12	50,00	59,93	770	277	1047	682	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	50,00	60,00	416	231	647	421	0	0
07	50,00	59,90	344	193	537	349	0	0
08	50,00	60,20	292	259	551	359	0	0
10	50,00	61,50	537	149	686	447	0	0
11	50,00	60,01	511	228	739	481	0	0
12	50,00	59,93	593	242	835	544	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	50.00	60,00	306	198	503	328	0	0
07	50.00	59,90	253	165	418	272	0	0
08	50.00	60,20	215	222	437	284	0	0
10	50.00	61,50	397	128	525	342	0	0
11	50.00	60,01	364	196	559	364	0	0
12	50.00	59,93	435	208	643	419	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	47.00	60,00	665	567	1232	802	0	0
07	47.00	59,90	711	455	1166	759	0	0
11	47.00	60,01	609	598	1207	786	0	0
12	47.00	59,93	702	616	1318	858	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	47.00	60,00	513	496	1009	657	0	0
07	47.00	59,90	544	398	942	613	0	0
11	47.00	60,01	465	523	988	643	0	0
12	47.00	59,93	537	539	1076	701	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
06	47.00	60,00	419	425	844	549	0	0
07	47.00	59,90	400	341	741	482	0	0
11	47.00	60,01	341	448	789	514	0	0
12	47.00	59,93	395	462	857	558	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	52.00	60,96	825	210	1034	674	0	0
28	52.00	60,80	957	198	1155	752	0	0
29	52.00	60,58	672	185	857	558	0	0
30	52.00	60,90	781	214	994	647	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	52.00	60,96	672	189	860	560	0	0
28	52.00	60,80	779	178	957	623	0	0
29	52.00	60,58	547	167	714	465	0	0
30	52.00	60,90	636	192	828	539	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	52.00	60,96	536	168	704	458	0	0
28	52.00	60,80	618	158	777	506	0	0
29	52.00	60,58	435	148	583	380	0	0
30	52.00	60,90	509	171	680	443	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	52.00	60,96	420	147	567	369	0	0
28	52.00	60,80	480	139	618	402	0	0
29	52.00	60,58	336	130	466	303	0	0
30	52.00	60,90	399	150	548	357	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	52.00	60,96	312	126	437	285	0	0
28	52.00	60,80	360	119	479	312	0	0
29	52.00	60,58	249	111	360	235	0	0
30	52.00	60,90	300	128	428	279	0	0

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	50,50	60,96	782	366	1149	748	0	0
28	50,50	60,80	846	409	1255	817	0	0
29	50,50	60,58	709	358	1067	694	0	0
30	50,50	60,90	743	406	1150	748	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	50,50	60,96	661	330	991	645	0	0
28	50,50	60,80	685	368	1053	686	0	0
29	50,50	60,58	569	322	891	580	0	0
30	50,50	60,90	601	366	966	629	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	50,50	60,96	516	293	810	527	0	0
28	50,50	60,80	542	327	869	566	0	0
29	50,50	60,58	447	286	733	477	0	0
30	50,50	60,90	472	325	797	519	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	50,50	60,96	391	257	647	421	0	0
28	50,50	60,80	422	286	708	461	0	0
29	50,50	60,58	339	250	590	384	0	0
30	50,50	60,90	359	284	644	419	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
27	50,50	60,96	282	220	502	327	0	0
28	50,50	60,80	320	245	566	368	0	0
29	50,50	60,58	248	215	463	301	0	0
30	50,50	60,90	263	244	506	330	0	0

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
38	50.50	61,18	756	391	1147	747	0	0
39	50.50	61,11	736	414	1150	749	0	0
40	50.50	61,11	723	371	1095	713	0	0
41	50.50	60,97	877	424	1301	847	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
38	50.50	61,18	613	352	964	628	0	0
39	50.50	61,11	596	372	968	630	0	0
40	50.50	61,11	576	334	910	592	0	0
41	50.50	60,97	706	381	1087	708	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
38	50.50	61,18	484	313	797	519	0	0
39	50.50	61,11	471	331	802	522	0	0
40	50.50	61,11	449	297	746	485	0	0
41	50.50	60,97	554	339	893	581	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
38	50.50	61,18	371	274	644	419	0	0
39	50.50	61,11	361	290	650	423	0	0
40	50.50	61,11	342	260	602	392	0	0
41	50.50	60,97	420	296	717	467	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
38	50.50	61,18	273	234	507	330	0	0
39	50.50	61,11	265	248	513	334	0	0
40	50.50	61,11	252	223	474	309	0	0
41	50.50	60,97	306	254	560	365	0	0

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	50.00	61,37	708	490	1198	780	0	0
46	50.00	61,26	1078	529	1606	1046	0	0
47	50.00	61,68	911	565	1476	961	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	50.00	61,37	574	441	1015	661	0	0
46	50.00	61,26	873	476	1349	878	0	0
47	50.00	61,68	789	509	1298	845	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	50.00	61,37	454	392	845	550	0	0
46	50.00	61,26	690	423	1113	724	0	0
47	50.00	61,68	653	452	1105	719	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	50.00	61,37	347	343	690	449	0	0
46	50.00	61,26	528	370	898	585	0	0
47	50.00	61,68	537	396	933	607	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	50.00	61,37	255	294	549	357	0	0
46	50.00	61,26	388	317	705	459	0	0
47	50.00	61,68	401	339	741	482	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	51.00	61,37	512	273	785	511	0	0
33	51.00	61,57	808	239	1047	682	0	0
23	51.00	61,31	1067	256	1322	861	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	51.00	61,37	419	246	664	433	0	0
33	51.00	61,57	678	215	893	582	0	0
23	51.00	61,31	865	230	1095	713	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	51.00	61,37	335	218	553	360	0	0
33	51.00	61,57	698	191	889	579	0	0
23	51.00	61,31	707	205	911	593	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	51.00	61,37	258	191	449	292	0	0
33	51.00	61,57	538	167	705	459	0	0
23	51.00	61,31	539	179	718	467	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
43	51.00	61,37	189	164	353	230	0	0
33	51.00	61,57	398	143	541	352	0	0
23	51.00	61,31	394	153	548	357	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
18	50.00	61,43	744	283	1027	668	0	0
23	50.00	61,31	1072	397	1469	956	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
18	50.00	61,43	605	254	860	560	0	0
23	50.00	61,31	869	357	1226	798	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
18	50.00	61,43	481	226	707	460	0	0
23	50.00	61,31	686	317	1004	653	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
18	50.00	61,43	371	198	569	370	0	0
23	50.00	61,31	525	278	803	523	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
18	50.00	61,43	329	170	499	325	0	0
23	50.00	61,31	386	238	624	406	0	0

Einde data

Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's**Overzicht bij paaltype :****Round 500**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
14	50.00	61,59	731	405	1135	739	0	0
15	50.00	60,85	1141	280	1421	925	0	0
16	50.00	60,86	1133	281	1414	921	0	0
17	50.00	60,70	1151	219	1370	892	0	0
18	50.00	61,43	744	283	1027	668	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 450**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
14	50.00	61,59	873	364	1237	806	0	0
15	50.00	60,85	928	252	1180	768	0	0
16	50.00	60,86	922	253	1175	765	0	0
17	50.00	60,70	936	197	1133	738	0	0
18	50.00	61,43	605	254	860	560	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 400**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
14	50.00	61,59	718	324	1041	678	0	0
15	50.00	60,85	737	224	960	625	0	0
16	50.00	60,86	733	225	957	623	0	0
17	50.00	60,70	743	175	918	598	0	0
18	50.00	61,43	481	226	707	460	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 350**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
14	50.00	61,59	549	283	833	542	0	0
15	50.00	60,85	567	196	763	497	0	0
16	50.00	60,86	565	197	761	496	0	0
17	50.00	60,70	572	153	725	472	0	0
18	50.00	61,43	371	198	569	370	0	0

Overzicht bij paaltype :**Round 300**

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;rep [kN]	Fnk;d [kN]
-----------	-----------------	----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------	------------------	---------------

14	50.00	61,59	404	243	646	421	0	0
15	50.00	60,85	418	168	586	381	0	0
16	50.00	60,86	418	169	586	382	0	0
17	50.00	60,70	421	131	552	360	0	0
18	50.00	61,43	329	170	499	325	0	0

Einde data

Bijlage 6:

Richtlijnen uitvoering

Bijlage Grondverbeteringen

Bijlage Mortelschroefpalen



RICHTLIJNEN VOOR HET UITVOEREN VAN MORTELSCHROEFPALEN

Uitvoering

De uitvoering van de palen dient te geschieden conform NVN 6724:2001. Hieronder worden nog enkele relevante punten gegeven.

- Palen dienen op een afstand van tenminste 2 m van een bestaande op staal gefundeerde fundering te worden geboord. Een kleinere afstand is toelaatbaar, mits vooraf is vast komen te staan dat door de werkzaamheden geen schade kan ontstaan aan de bestaande fundering en zonodig ondervangende maatregelen zijn genomen.
- Om beïnvloeding van het draagvermogen van een bestaande paalfundering te voorkomen adviseren wij, bij toepassing van avegapalen met een gelijk of een hoger paalpuntniveau een minimale h.o.h. afstand van 4,5 x de nominale diameter van de bestaande palen vermeerderd met 1,5 x de nominale diameter van de nieuwe palen te hanteren. Indien de nieuwe palen een lager paalpuntniveau hebben adviseren wij een h.o.h. afstand van 6 x de nominale diameter van de bestaande paal vermeerderd met 1,5 x de nominale diameter van de nieuwe paal aan te houden.
- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij een sondering worden gemaakt met het diepste inboorniveau. Indien de opgeboorde grond bedenkingen geeft ten aanzien van het gekozen paalpuntniveau dient onmiddellijk contact te worden opgenomen met de constructeur of het grondmechanisch bureau.
- Indien de palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd dient de onderlinge hart op hart afstand tenminste 4x de paaldiameter te bedragen. Een kleinere afstand is toegestaan indien de specie is verhard. Na een periode van ca. 24 uur is de specie voldoende opgehard dat voor deformaties of een doorbraak niet meer behoeft te worden gevreesd.
- De boormotor dient, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken.
- De inboorsnelheid en de spoed van de avegaar dienen zodanig op elkaar te zijn afgestemd dat de boor zo min mogelijk grond omhoog zal brengen. Opvoer die minimaal gelijk is aan het volume van de avegaar is echter niet te vermijden.
- De grond die tijdens het inboren naar boven komt dient direct te worden verwijderd. De reeds gemaakte palen dienen op een doelmatige wijze te worden afgedekt, om verontreiniging van de onverharde mortel in de kop te voorkomen.
- De draairichting moet tijdens het boren steeds neerwaarts gericht zijn.
- Als de avegaar op diepte is dient gestopt te worden met het draaien van de avegaar. Alvorens met het trekken wordt begonnen dient de specie het puntniveau bereikt te hebben en onder overdruk te staan. Tijdens het trekken van de avegaar dient men er op toe te zien dat een continue overdruk op de mortel gehandhaafd blijft. De avegaar mag tijdens het trekken nimmer worden teruggedraaid.
- Het boren in een reeds geheel of gedeeltelijk vervaardigde paal is, behoudens bijzondere omstandigheden niet toegestaan. Bij onderbrekingen van het trekken, b.v. bij onderbreking van de mortelaanvoer, moet voor de hervatting van het trekken de avegaar eerst ca. 0.25 à 0.50 m naar beneden in de verse specie worden geboord.

Controle op de uitvoering

Een deskundige controle tijdens het inbrengen van de palen is gewenst. De controle dient betrekking te hebben op :

- vertikaal stelling van de boorstelling
- inboorsnelheid
- soort uitkomende grond, met name aan de punt
- snelheid van het trekken
- morteldruk
- vertikaal stelling van de wapening
- nabehandeling



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.