

**Aanvullend funderingsadvies en
zettingsanalyse
t.b.v. nieuwbouw activiteitencentrum
Aan de Midden Peelweg 5
Te Sevenum
In de gemeente Horst aan de Maas**

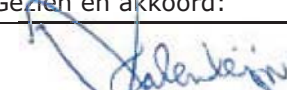
Opdrachtnummer: GB160509
Rapportage: R01
Versie: v1.0

Datum rapport: 30 mei 2017

Opdrachtgever: ABC Sevenum
Midden Peelweg 7
5975 MZ Sevenum

Architect: Janssen Wuts Architecten B.V.
Napoleonsbaan Zuid 28
5991 ND Baarlo

Constructeur: Ingenieursbureau Palte B.V.
Koningswinkelstraat 3
6301 WH Valkenburg a/d Geul

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. J.G. Valenteijn	
Controle	Ing. M. Vankan	



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	Handboringen	4
4.4	Inmeting	4
5.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	5
5.1	Terreingesteldheid	5
5.2	Bodemopbouw	5
5.3	Grondwater	5
6.0	FUNDERINGSADVIES.....	6
6.1	Algemeen	6
6.2	Fundering op staal	6
6.3	Vloeren	9
7.0	UITVOERING	11
7.1	Grondwater	11
7.2	Ontgraving	11

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafieken
Bijlage 3	Boringen
Bijlage 4	Belastingopgave stramienen 06 t/m 08
Bijlage 5	Funderingsdrukdiagram
Bijlage 6	D-Settlement zettingsberekening
Bijlage 7	Richtlijnen uitvoering



1.0 INLEIDING

Door ABC Sevenum werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een aanvullend geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een aanvullend funderingsadvies op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van een activiteitscentrum aan de Midden Peelweg 5 te Sevenum.

Voorliggend advies is een aanvulling op het eerder door ons bureau uitgebrachte (oriënterende) funderingsadvies, zie ons rapport GA160509.R01v1.0, d.d. 2 december 2016. Eind 2016 was het terrein nog niet volledig toegankelijk en konden 6 geplande sonderingen niet worden uitgevoerd. Tevens is er naar aanleiding van de resultaten van het destijds uitgebrachte advies door de opdrachtgever de voorkeur aangegeven voor een fundering op staal. Hiervoor hebben wij in overleg met de constructeur geadviseerd, naast de 6 resterende sonderingen, 7 aanvullende sonderingen uit te voeren om de plaatselijk grote verschillen in bodemopbouw inzichtelijk te maken.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en een 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

Aan de Midden Peelweg 5 te Sevenum is de nieuwbouw van een activiteitencentrum gepland.

Voor het funderingsadvies voor de geplande nieuwbouw zijn door ons, mede op basis van door de constructeur verstrekte gegevens, de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen. Het activiteitencentrum wordt niet voorzien van een kelder of kruipruimte;
- Het bouwpeil is door de opdrachtgever vastgesteld op NAP +30,23 m (5 cm boven de door ons ingemeten puthoogte bij put A, zie de situatietekening in bijlage GB160509.T01);
- Het aanlegniveau voor de fundering is aangenomen op ca. 0,8 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. NAP +29,4 m;
- De maximale rekenwaarden voor de belastingen op de fundering zijn door de constructeur gegeven en bedragen puntlasten (F_d) variërend van ca. 65 kN tot 1.400 kN. Voor de stramienen 06 t/m 08 zijn specifiekere belastingen opgegeven, zie bijlage 4;
- 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 resterende en aanvullende grondonderzoek zijn in mei 2017 nog 13 diepsonderingen en 4 handboringen uitgevoerd. In totaal zijn (samen met het onderzoek uit december 2016) 33 sonderingen en 4 handboringen uitgevoerd. Het aanvullend uitgevoerde onderzoek wordt hieronder nader beschreven. Voor de volledigheid is in de bijlagen al het uitgevoerde grondonderzoek samengevoegd.

4.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GB160509 SW03, SW14, SW20, SW23 t/m SW25 (resterend) en SW101 t/m SW107 (aanvullend). 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 Nederland 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)
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. Er zijn geen noemenswaardige afwijkingen vastgesteld.

4.3 Handboringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens 4 handboringen (genummerd GB160509 B01 t/m B04) tot ca. 2,2 m- 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 zijn opgenomen in bijlage 3.

4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GB160509.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd.

De onderzoekspunten zijn met behulp van GPS ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 5 centimeter. 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 in november 2016 lag het terrein deels braak, was het deels begroeid met gras en deels ontoegankelijk omdat het in een bos lag. Tevens lag er op de locatie een gronddepot ter plaatse van sonderingen SW08 en SW13. In mei 2017 lag het terrein ter plaatse van de resterende en aanvullende sonderingen ook braak.

Het maaiveld lag ter plaatse van de uitgevoerde sonderingen in november 2016 op een niveau van ca. NAP +30,9 tot NAP +29,3 m. Het terrein kende daarmee een hoogteverschil van ca. 1,6 m. Bij de sonderingen SW08 en SW13 lag het terrein hoger op maximaal ca. NAP +33,7 m als gevolg van een gronddepot. Voor een gelijk aanlegniveau zal het terrein derhalve gedeeltelijk opgehoogd en voor een deel ontgraven moeten worden.

In mei 2017 varieerde het maaiveldniveau ter plaatse van de uitgevoerde sondeerpunten van ca. NAP +30,2 tot NAP +29,9 m en kent nu dus nog een (gemeten) hoogteverschil van ca. 0,3 m. Hierbij dient opgemerkt te worden dat op een groot deel van het terrein nu geen onderzoek en dus geen inmeting is verricht. Het is derhalve bij ons niet bekend of de eerder aanwezige depots nog aanwezig zijn of dat het terrein inmiddels geëgaliseerd is.

5.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en handboringen als volgt worden beschreven:

Op de locatie wordt tot de maximaal verkende diepte van NAP +19,2 m overwegend zand aangetroffen in de ondergrond. Het zandpakket varieert van zeer los tot vast gepakt en wordt op verschillende niveaus doorsneden met een klei-/leemlaag. De conusweerstand varieert van ca. 3,0 tot 25,0 MPa in de zandlagen. Bovenin is de zandlaag plaatselijk verdicht en worden conusweerstand van meer dan 30,0 MPa geregistreerd. In de klei-/leemlagen valt de conusweerstand terug tot ca. 0,5 MPa. Een duidelijk verschil zit er tussen het noordoostelijk deel, met overwegend vast gepakt zand en het zuidwestelijk deel waar meer klei-/leemlagen bovenin zitten.

5.3 Grondwater

Tijdens de grondonderzoeken is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd in november 2016 aangetroffen op een diepte van ca. 0,7 à 1,7 m- maaiveld, wat overeenkomt met ca. NAP +29,0 à +29,2 m.

In mei 2017 werd de grondwaterstand aangetroffen op een diepte van ca. 0,9 à 1,5 m- maaiveld, wat overeenkomt met ca. NAP +28,7 à +29,0 m.

Deze opnamen zijn eenmalig en dienen als oriënterend gegeven te worden beschouwd. 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.

In het verdere ontwerp en tijdens de uitvoering van het grondwerk en funderingen dient rekening gehouden te worden met een hoge grondwaterstand.

6.0 FUNDERINGSADVIES

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw kan voor de geplande nieuwbouw zowel een fundering op staal als op palen worden toegepast. Vanwege de zettingsgevoelige toplagen zal voor een fundering op staal plaatselijk wel een forse grondverbetering toegepast moeten worden om de te verwachten zettingen en verschilzettingen te beperken. Vanwege de hoge grondwaterstand is dan tevens een bemaling nodig om het grondwerk in den droge te kunnen uitvoeren. Dit is met name van toepassing voor het gebied dat omsloten wordt door sonderingen SW14 t/m SW26.

In het funderingsadvies GA160509.R01v1.0, d.d. 2 december 2016 zijn zowel een fundering op staal als op palen uitgewerkt. Bij de fundering op staal hebben wij een plaatselijk forse grondverbetering geadviseerd (zie hierboven). Naar wens van de opdrachtgever is in voorliggend, aanvullend advies alleen een fundering op staal uitgewerkt, waarbij tevens is gevraagd de benodigde ontgravingsniveaus zoveel mogelijk te beperken. Met andere woorden: de dikte van de grondverbeteringen, en daarmee ook de bemaling, beperken. Ook uit het aanvullende grondonderzoek blijkt dat nog steeds lokaal een wat forsere grondverbetering (of verdiepte aanzet) noodzakelijk is. Maar indien de funderingsdruk plaatselijk wordt verlaagd zal op die locaties de benodigde ontgraving iets minder fors zijn, zie de volgende paragrafen.

Wel dient nog steeds rekening te worden gehouden met een bemaling op plaatsen met een dieper ontgravingsniveau en om ontgravingsniveaus in droge toestand te kunnen verdichten. Vanwege de (plaatselijk) zeer fijne fracties in de toplagen dient zowel bij een grondverbetering als bij een verdiepte aanzet te worden bemalen!

Vanwege de verschillen in maaiveldniveaus zal het terrein (gedeeltelijk) opgehoogd moeten worden. De ophogingen dienen als grondverbetering te worden uitgevoerd in verband met de vloer op zand. De benodigde terreinophogingen dienen in een zo vroeg mogelijk stadium gerealiseerd te worden. Zettingen uit de toplagen zullen dan grotendeels reeds zijn opgetreden alvorens wordt begonnen met de bouw.

6.2 Fundering op staal

In aanmerking komt een fundering op stroken en / of poeren. 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.

In tabel 6.2.1 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.

Tabel 6.2.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Aangenomen bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau ¹⁾ [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
SW01	+30,10 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW02	+30,54 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW03	+30,09	+30,23	+29,40	+29,40
SW04	+30,90 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW05	+30,56 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW06	+30,29 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW07	+29,65 in 2016	+30,23	+29,40	+28,30²⁾
SW08	+31,85 in 2016	+30,23	+29,40	+29,30
SW09	+30,50 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW10	+30,93 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW11	+30,94 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW12	+30,16 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW13	+33,74 in 2016	+30,23	+29,40	+29,40
SW14	+29,93	+30,23	+29,40	+29,10
SW15	+29,52 in 2016	+30,23	+29,40	+29,20
SW16	+29,53 in 2016	+30,23	+29,40	+29,10
SW17	+29,51 in 2016	+30,23	+29,40	+29,10
SW18	+29,27 in 2016	+30,23	+29,40	+28,50²⁾
SW19	+29,53 in 2016	+30,23	+29,40	+28,70²⁾
SW20	+29,92	+30,23	+29,40	+28,00²⁾
SW21	+29,87 in 2016	+30,23	+29,40	+28,50²⁾
SW22	+29,91 in 2016	+30,23	+29,40	+28,50²⁾
SW23	+30,24	+30,23	+29,40	+28,20²⁾
SW24	+30,13	+30,23	+29,40	+29,40
SW25	+30,23	+30,23	+29,40	+29,40
SW26	+29,66 in 2016	+30,23	+29,40	+28,50²⁾
SW101	+30,10	+30,23	+29,40	+29,40
SW102	+29,87	+30,23	+29,40	+29,30
SW103	+29,95	+30,23	+29,40	+29,20
SW104	+29,92	+30,23	+29,40	+29,10
SW105	+29,92	+30,23	+29,40	+28,50²⁾
SW106	+29,94	+30,23	+29,40	+29,40
SW107	+29,91	+30,23	+29,40	+29,40

¹⁾ Let op: het aanlegniveau is een aanname, dit dient door architect en constructeur geverifieerd te worden. Een afwijkend aanlegniveau, en daarmee afwijkend ontgravingsniveau, heeft gevolgen voor de verdere uitwerking van de fundering; met name de bemaling!

²⁾ niveau op of onder de laagst gemeten grondwaterstand.

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 redelijk schoon en vast zand 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 eveneens toegestaan enkel op voorwaarde dat dezelfde aanlegbreedte wordt aangehouden als voorgeschreven bij een grondverbetering (zie bijlage 7).

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in bijlage 5. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een hoge grondwaterstand. **In verband met zettingen in resterende kleilagen bij een hogere aanzet dient op sommige locaties de funderingsdruk te worden gemaximaliseerd op ca. 120 kN/m² (zie tabel 6.2.2).**

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. Een schatting voor de optredende maximale zettingen op basis van de maximale belasting wordt gegeven in tabel 6.2.2. Er wordt in de tabel onderscheid gemaakt tussen het noordoostelijk gelegen deel; betreffend de stramienen 01 t/m 04, en het zuidwestelijke deel stramienen 05 t/m 08. Dit onderscheid is gemaakt vanwege de verschillen in bodemopbouw.

Tabel 6.2.2: schatting optredende maximale zettingen

Sonde ring	Minimaal ontgr.niveau [m t.o.v. NAP]	Belasting (karak.) [kN]	Funderings-constructie	Maximale gronddruk [kN/m ²]	Schatting optredende maximale zetting [mm] ²⁾	Beddings-constante [kN/m ³]
Stramienen 01 t / m 04						
SW02	+29,40	1.075	Poer 2,2 x 2,2 m	225	15 tot 20	9.000
SW11	+29,40	1.075	Poer 2,2 x 2,2 m	225	5 tot 10	20.000
Stramienen 05 t / m 08						
SW14	+29,10	1.075	Poer 2,2 x 2,2 m	225	30 tot 35	5.300
SW17	+29,10	50	Strook 0,7 m	75	20 tot 25	2.300
SW17	+29,10	1.075	Poer 3,0 x 3,0 m	120¹⁾	35 tot 45	2.200
SW19	+28,70	1.075	Poer 2,2 x 2,2 m	225	30 tot 35	5.200
SW20	+28,00	570	Poer 2,0 x 2,0 m	145	10 tot 15	9.000
SW20	+28,00	1.075	Poer 2,2 x 2,2 m	225	15 tot 20	9.000
SW24	+29,40	1.075	Poer 3,0 x 3,0 m	120¹⁾	35 tot 40	2.500
SW26	+28,50	50	Strook 0,7 m	75	15 tot 20	3.400
SW26	+28,50	1.075	Poer 3,0 x 3,0 m	120¹⁾	35 tot 40	2.500

¹⁾ maximale funderingsdruk van 120 kN/m² geldt voor de gebieden rond de sonderingen:

SW16, SW17, SW18, SW24, SW25, SW26 en SW103 t / m SW107.

²⁾ ten gevolge van maaiveldophogingen t.b.v. de begane grondvloer zijn **additionele zettingen** te verwachten van ca. **30 tot 50 mm**, zie paragraaf 6.3.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een beddingsconstante zoals aangegeven in tabel 6.2.2. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

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

6.3 Vloeren

De vloeren kunnen in het noordoostelijk gebied, met uitzondering van sondering SW08, op de aanwezige grondslag worden aangelegd, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigdheden zijn verwijderd.

Bij sondering SW08 en het volledige zuidwestelijke gebied <vanaf stramien 04> dient voor de vloeren het ontgravingsniveau uit tabel 6.2.1. te worden aangehouden. Het terrein dient in dit gebied echter ook op veel plaatsen nog opgehoogd te worden alvorens de vloer kan worden aangelegd. Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen.

Bij het ophogen ten behoeve van de vloer en ten gevolge van het eigengewicht van de betonvloeren zullen zettingen optreden. Met behulp van het programma D-Settlement is een inschatting gemaakt van de orde grootte van deze zettingen. Tevens wordt een indicatie van de tijd gegeven waarin de zettingen (grotendeels) optreden. Theoretisch zijn na 30 jaar alle zettingen opgetreden; dit wordt in tabel 6.3.1 weergegeven in de kolom eindzetting. De in tabel 6.3.1 genoemde restzettingen zijn zettingen die nog zullen optreden na respectievelijk 1 maand en 2 maanden na ophogen en aanbrengen van de vloeren. De zettingen zijn berekend over een doorsnede van sondering SW17 naar SW12. Ter hoogte van sondering 13 ligt/lag een depot dat is/wordt afgegraven; hier zullen nauwelijks tot geen zettingen optreden omdat de voorbelasting reeds aanwezig is geweest. In de bijlage staan de volledige resultaten van de D-Settlement berekeningen weergegeven.

Tabel: 6.3.1: Berekende zettingen ten gevolge van ophoging en eigen gewicht begane grondvloeren

Verticaal	T.h.v. sondering	Max. ophoging [m]	Eindzetting [cm]	Restzetting* in [cm] na	
				1 mnd.	2 mnd.
1	SW17	ca. 0,7	4 à 5	1 à 2	< 1
2	SW16	ca. 0,7	2 à 3	ca. 1	< 1
3	SW15	ca. 0,7	3 à 4	ca. 1	< 1
4	SW14	ca. 0,5	3 à 4	ca. 1	< 1
5	SW12	ca. 0,1	1 à 2	< 1	< 1

* dit betreffen de nog resterende zettingen op het tijdstip van respectievelijk 1 maand en 2 maanden nadat de volledige ophoging en vloer is aangebracht.

De bij de berekeningen gehanteerde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen en boringen, onze ervaring met de aangetroffen grondsoorten en tabel 2.b van



NEN 9997 en gelden voor ongestoorde grond. Werkelijke parameters kunnen worden vastgesteld middels laboratoriumonderzoek.

Gezien de normale variaties in de bodemopbouw, de eigenschappen van de grondlagen en de onzekerheid met betrekking tot de geschiedenis van het terrein dient een onzekerheidspercentage van circa 30% op de zettingsberekeningen te worden gehanteerd.

Of en 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.



7.0 UITVOERING

7.1 Grondwater

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand ten minste 0,5 meter onder het ontgravingsvlak staat. Aangezien het grondwater in november 2016 op ca. NAP +29,2 m is aangetroffen en in mei 2017 plaatselijk nog rond NAP +29,0 m, is er bij een fundering op staal (plaatselijk) een bemaling noodzakelijk.

Een bemaling is nodig op plaatsen waar een (dikkere laag) grondverbetering of verdiepte aanzet moet worden toegepast. Plaatselijk betekent dit een benodigde verlaging tot ca. NAP +27,5 m, hetgeen overeenkomt met een grondwaterstandverlaging van ca. 1,7 m.

Wij adviseren om, alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen, de grondwaterstand te verifiëren. Dit kan middels het graven van één of meerdere proefgaten of het plaatsen van peilbuizen.

7.2 Ontgraving

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weinig cohesieve bovengrond.

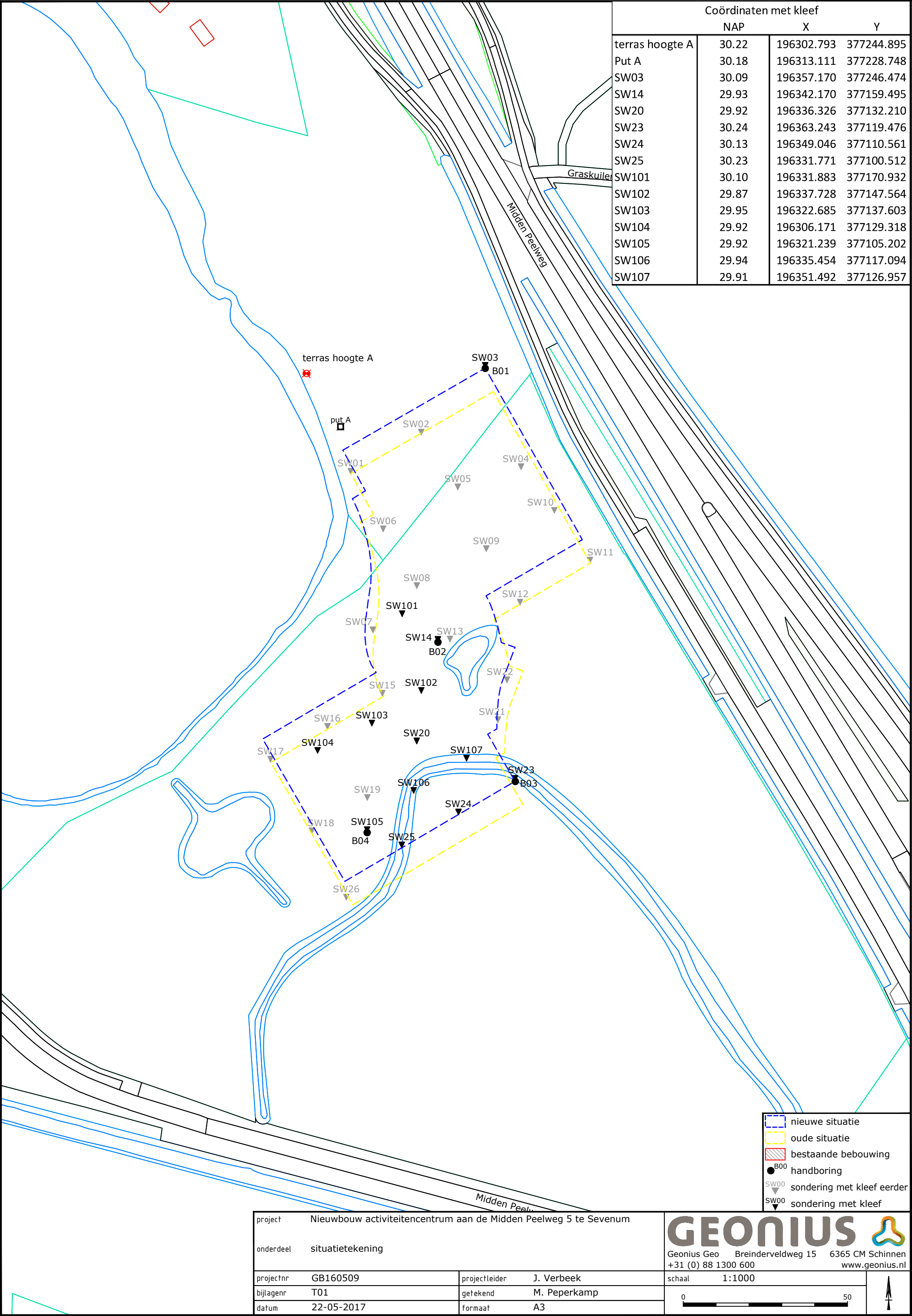
Wellicht dat het zand dat vrijkomt bij het ontgraven voor de funderingen elders hergebruikt kan worden als materiaal voor grondverbetering. Het verdient aanbeveling dit materiaal door Geonius te laten keuren alvorens het te gebruiken als materiaal voor grondverbetering. Zie ook de richtlijnen grondverbetering in de bijlagen.

Alle ontgravingsvlakken dienen, bij het toepassen van een grondverbetering, zorgvuldig en in droge toestand te worden afgetrild met een zware trilplaat of -wals. Indien de bovenste laag hierdoor wordt losgetrild, dient deze te worden nage-trild met een lichte trilplaat. Op deze wijze wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen. Bij het toepassen van een verdiepte aanzet met schrale beton is deze werkwijze niet aan de orde.

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



	Coördinaten met kleef		
	NAP	X	Y
terras hoogte A	30.22	196302.793	377244.895
Put A	30.18	196313.111	377228.748
SW03	30.09	196357.170	377246.474
SW14	29.93	196342.170	377159.495
SW20	29.92	196336.326	377132.210
SW23	30.24	196363.243	377119.476
SW24	30.13	196349.046	377110.561
SW25	30.23	196331.771	377100.512
SW101	30.10	196331.883	377170.932
SW102	29.87	196337.728	377147.564
SW103	29.95	196322.685	377137.603
SW104	29.92	196306.171	377129.318
SW105	29.92	196321.239	377105.202
SW106	29.94	196335.454	377117.094
SW107	29.91	196351.492	377126.957

project	Nieuwbouw activiteitencentrum aan de Midden Peelweg 5 te Sevenum		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GB160509	projectleider	J. Verbeek
bijlagenr	T01	getekend	M. Peperkamp
datum	22-05-2017	formaat	A3

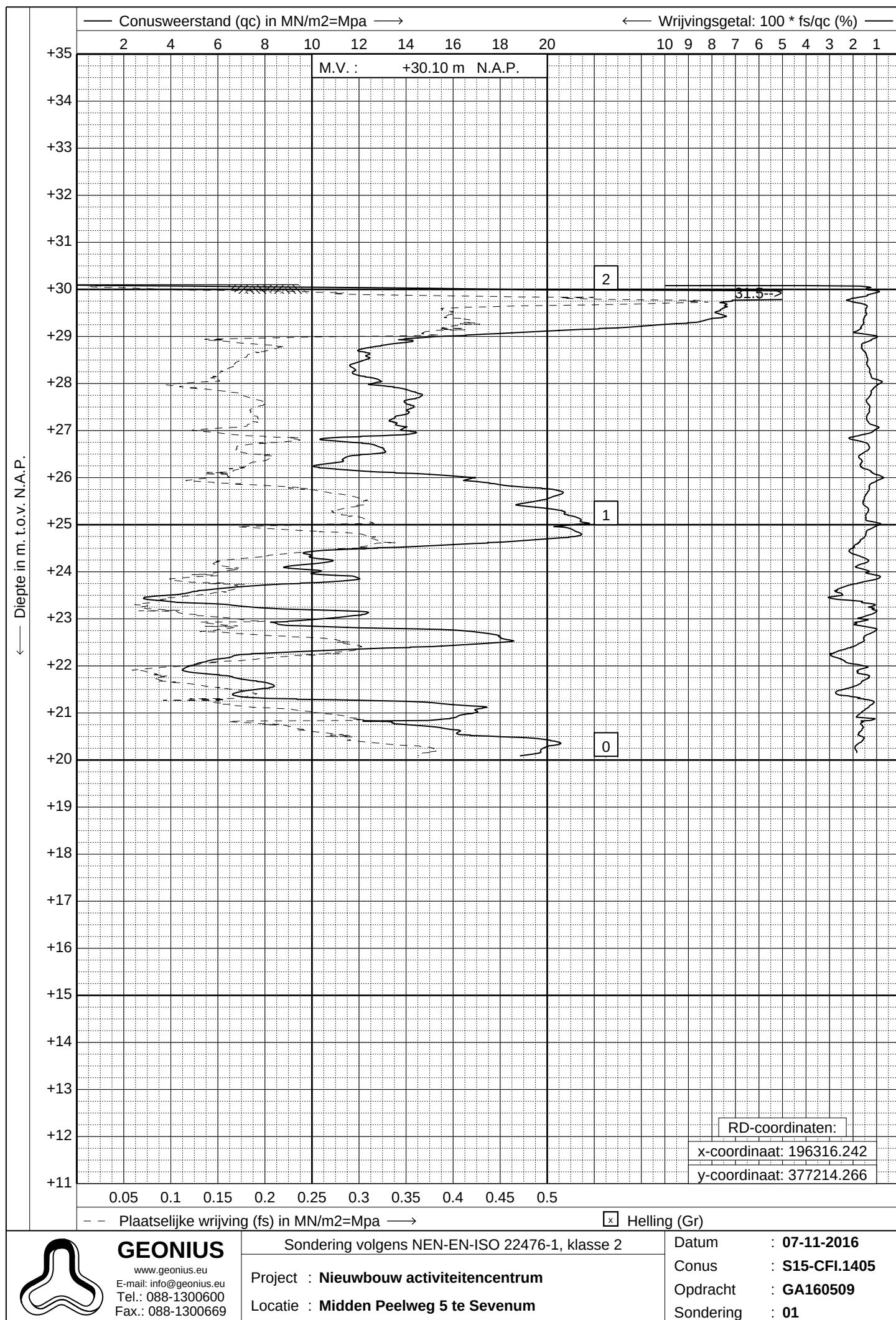
GEONIUS
Geonius Geo Breinderveldweg 15 6365 CM Schinnen
+31 (0) 88 1300 600
www.geonius.nl

050

↑

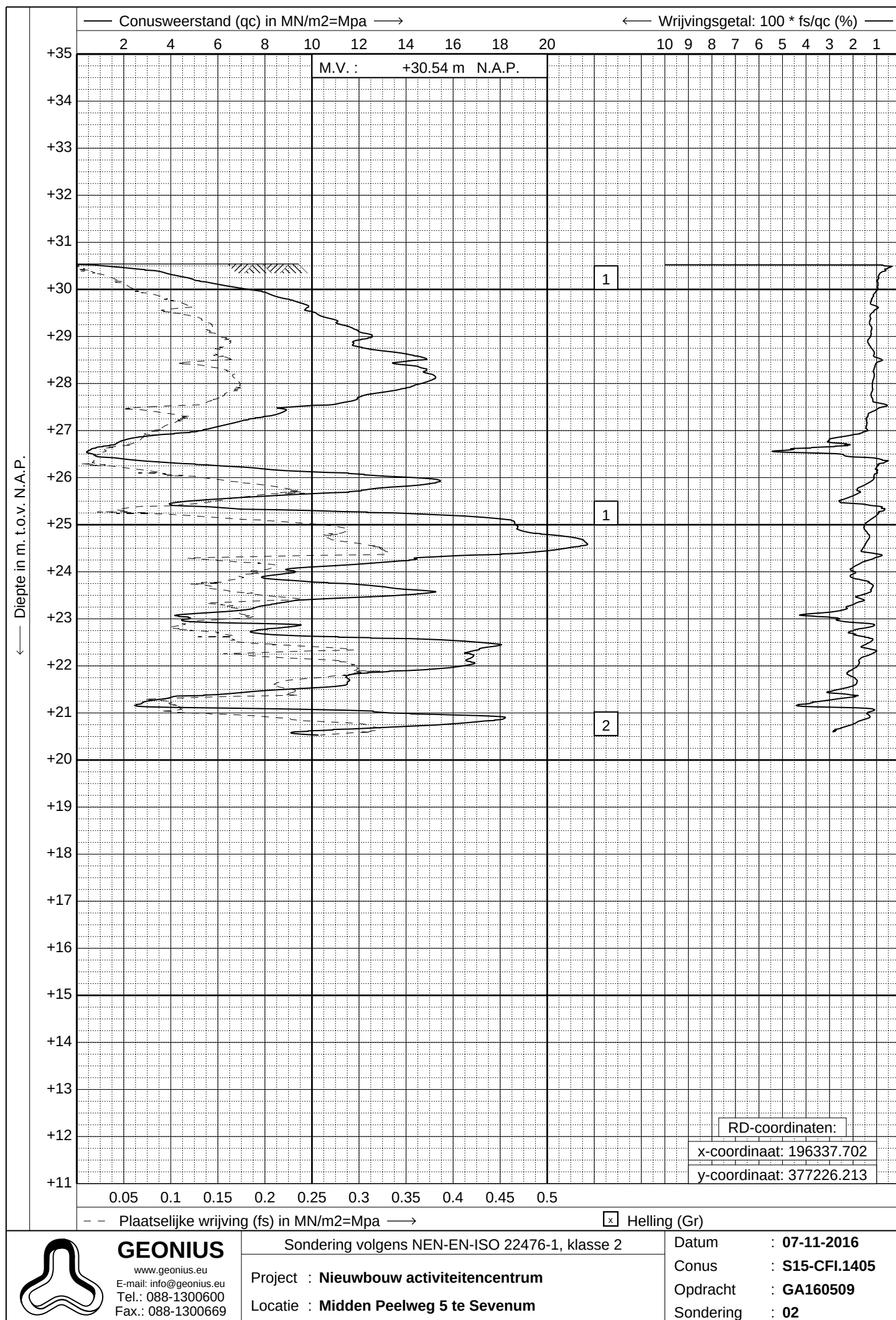
Bijlage 2

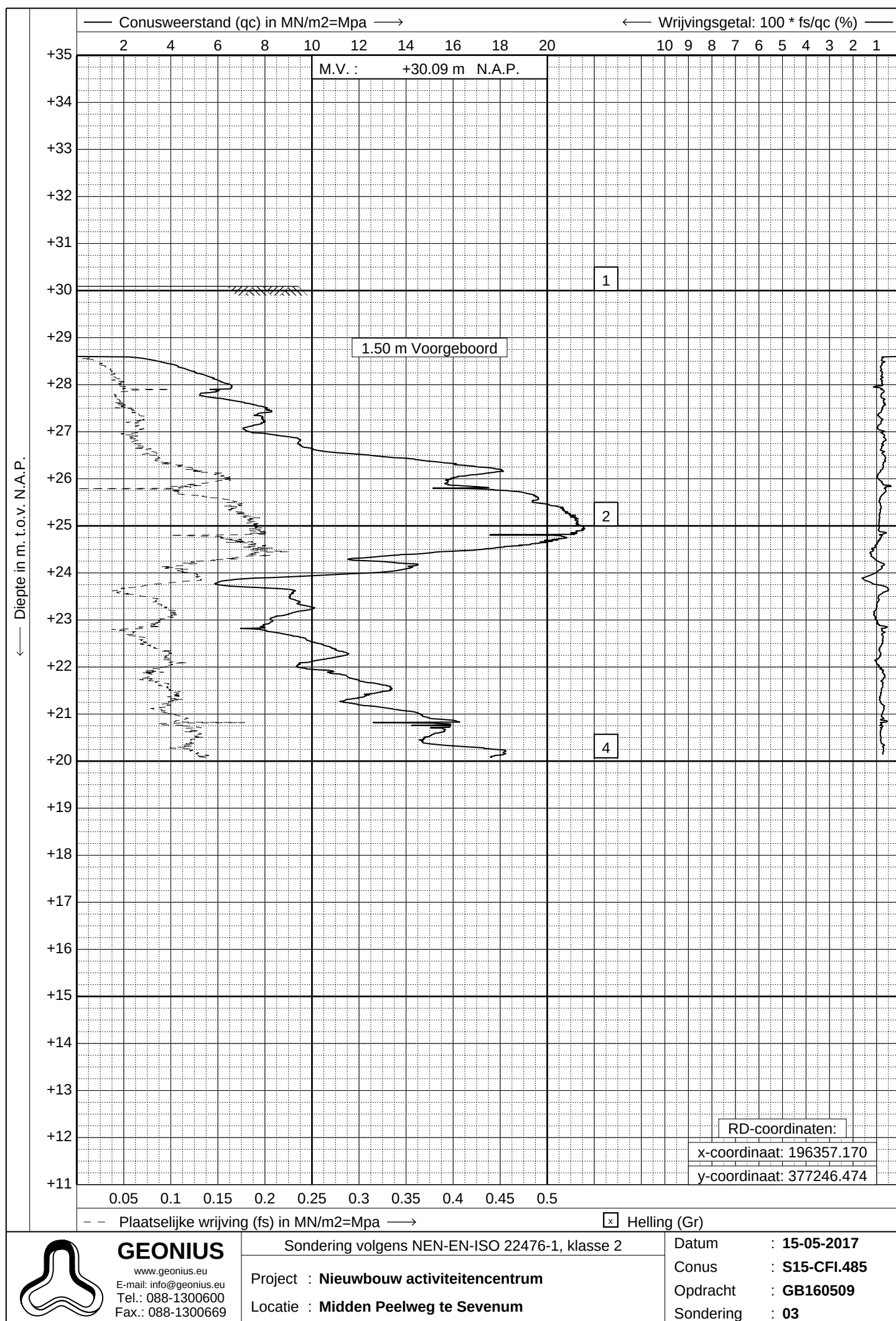
Sondeergrafieken

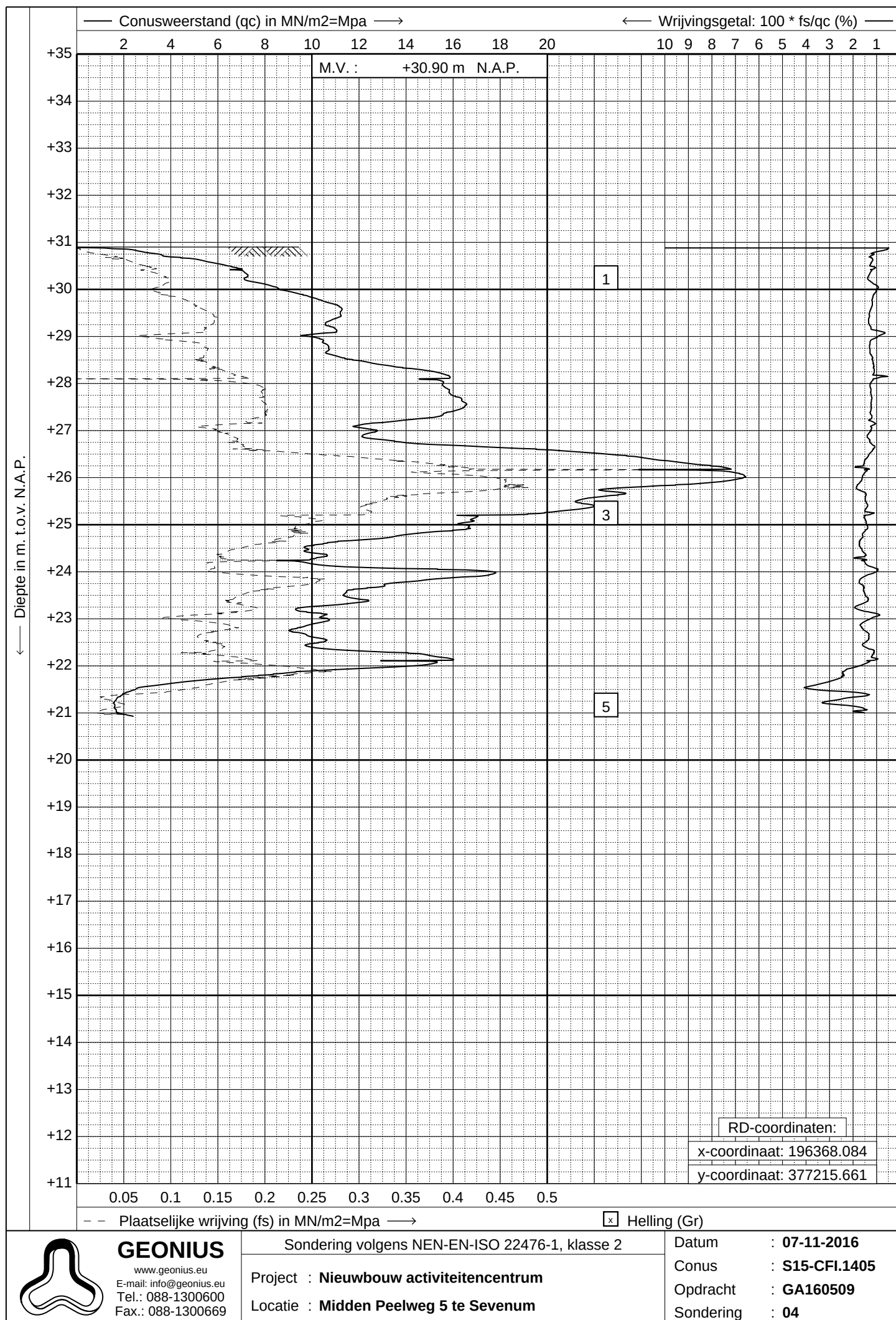


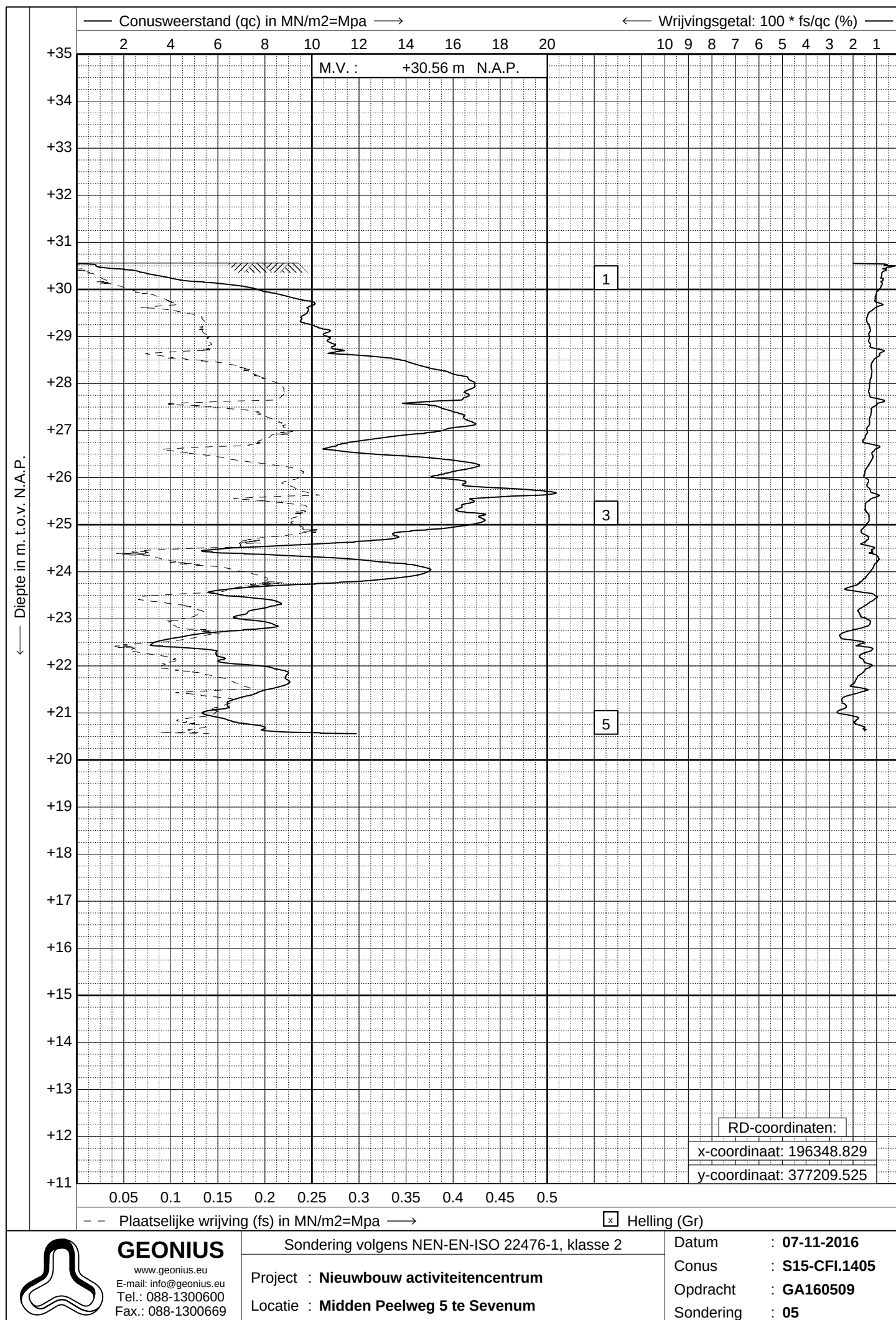
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

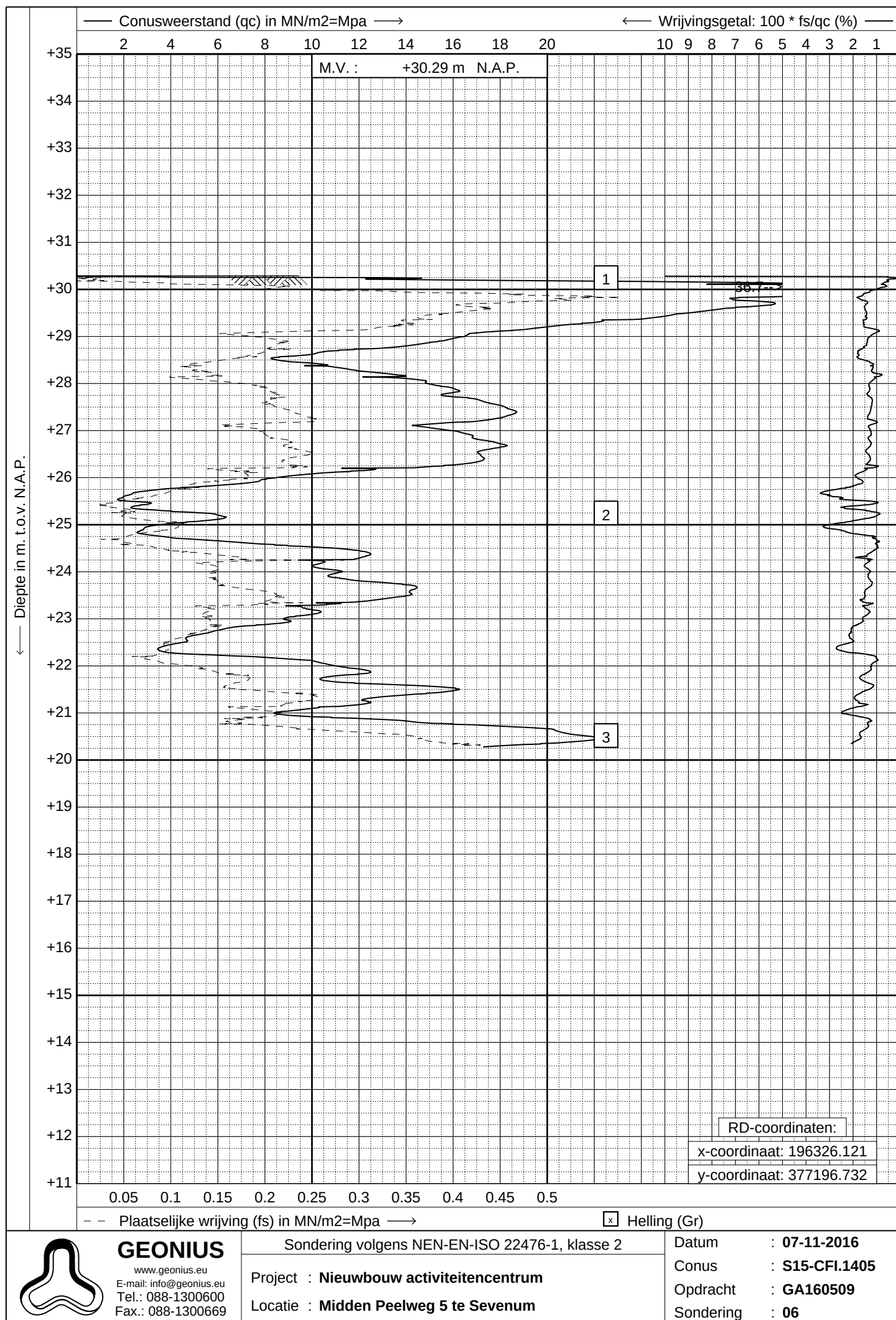
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2
Project : Nieuwbouw activiteitencentrum
Locatie : Midden Peelweg 5 te Sevenum

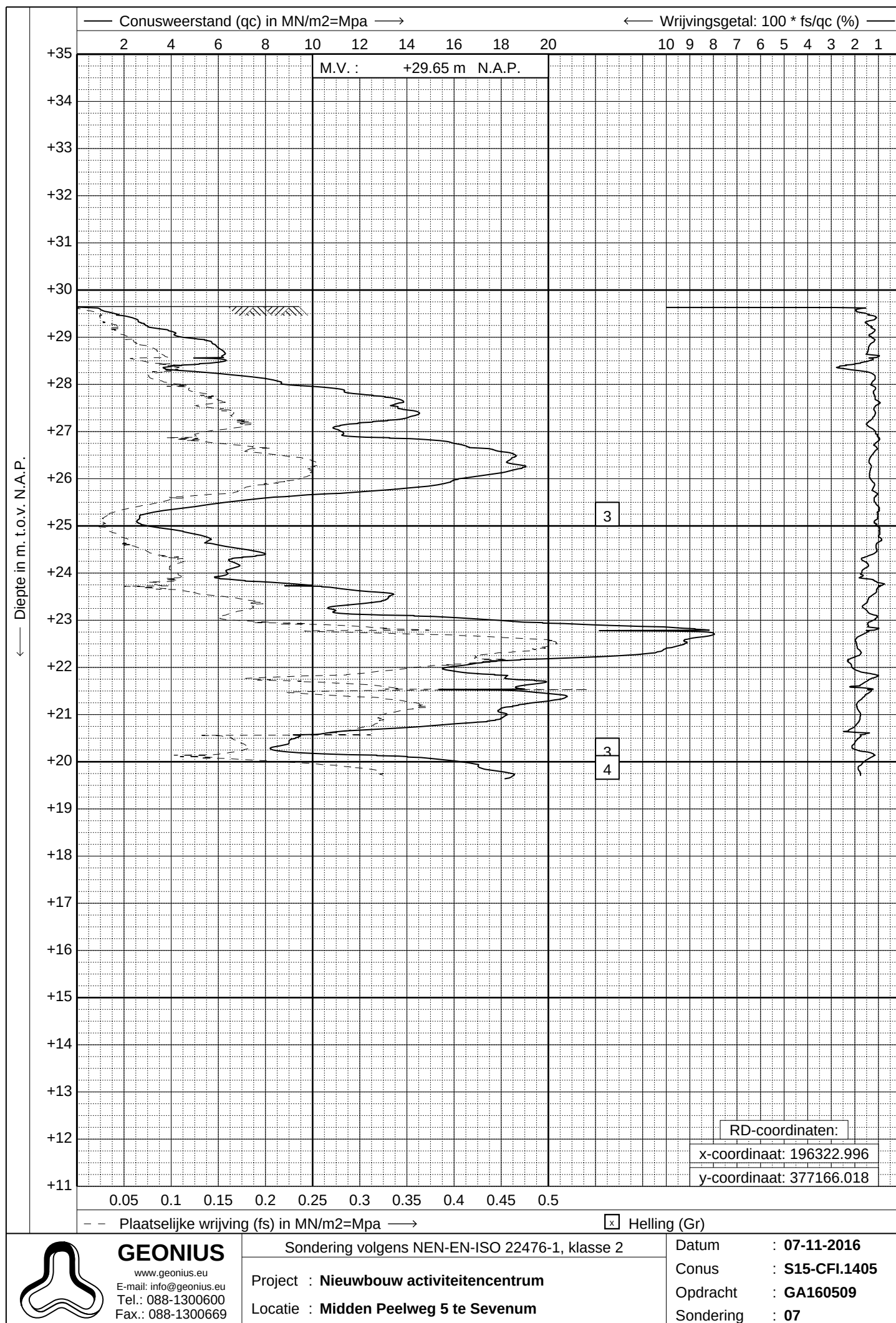


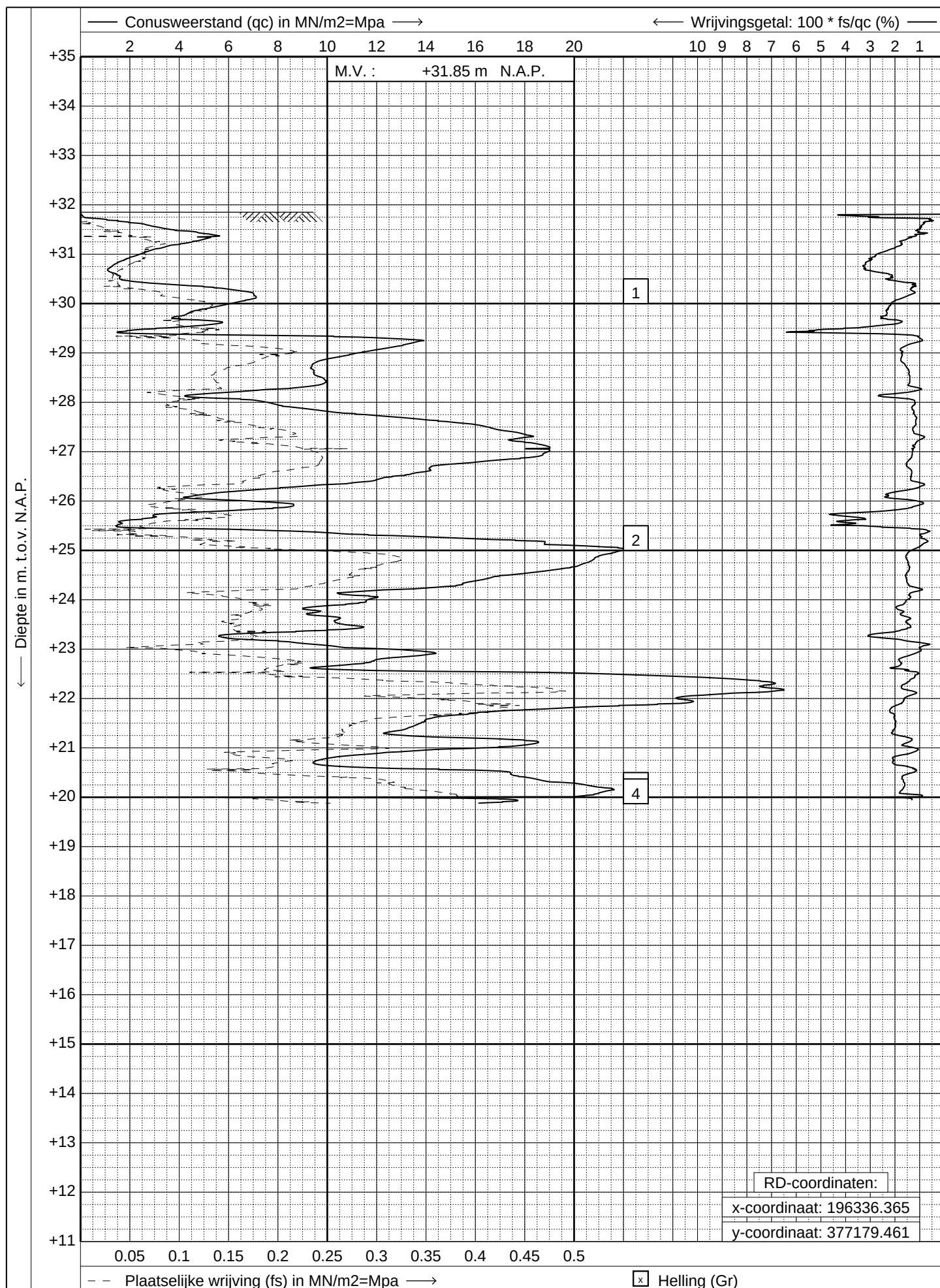












GEONIUS

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 activiteitencentrum**

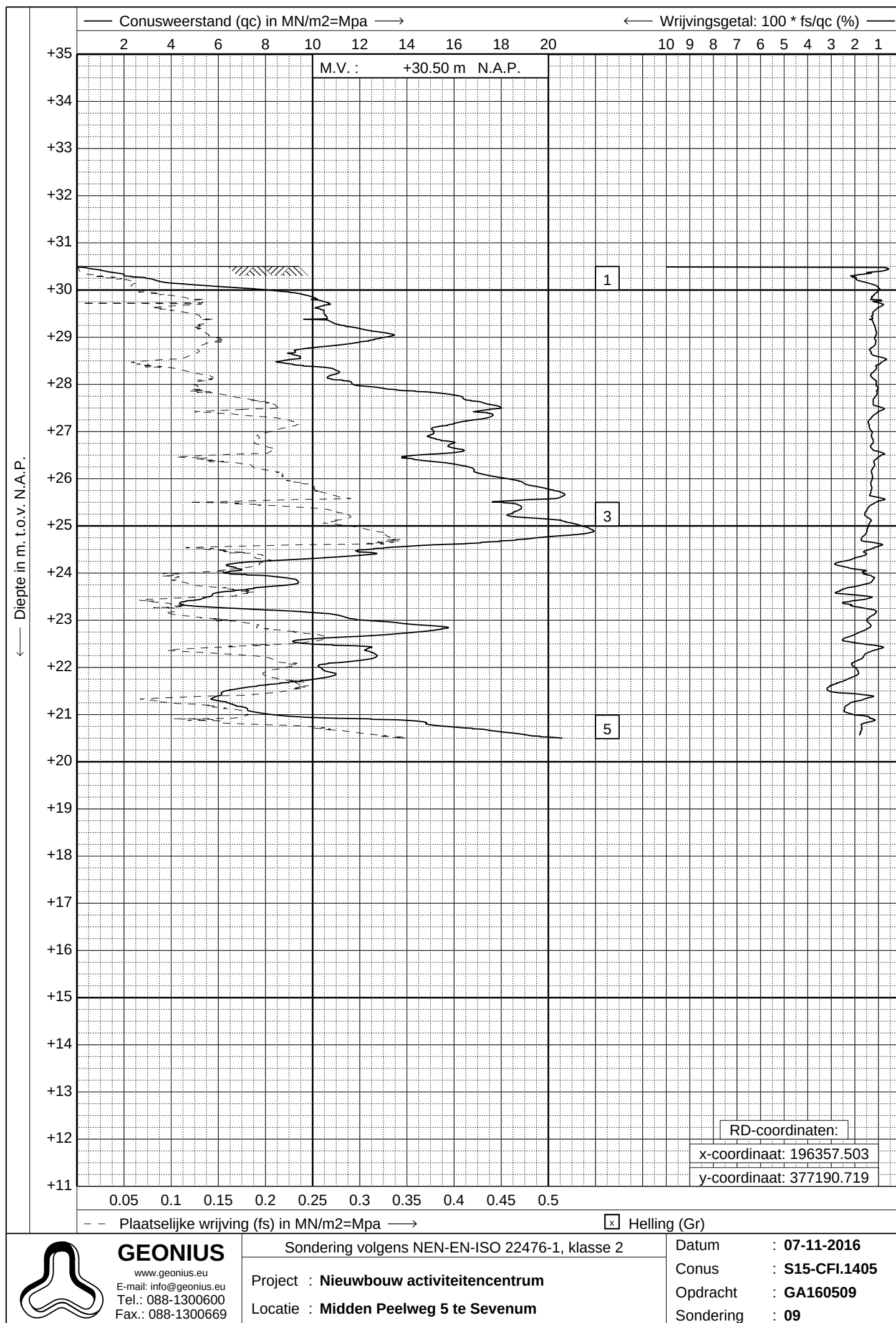
Locatie : **Midden Peelweg 5 te Sevenum**

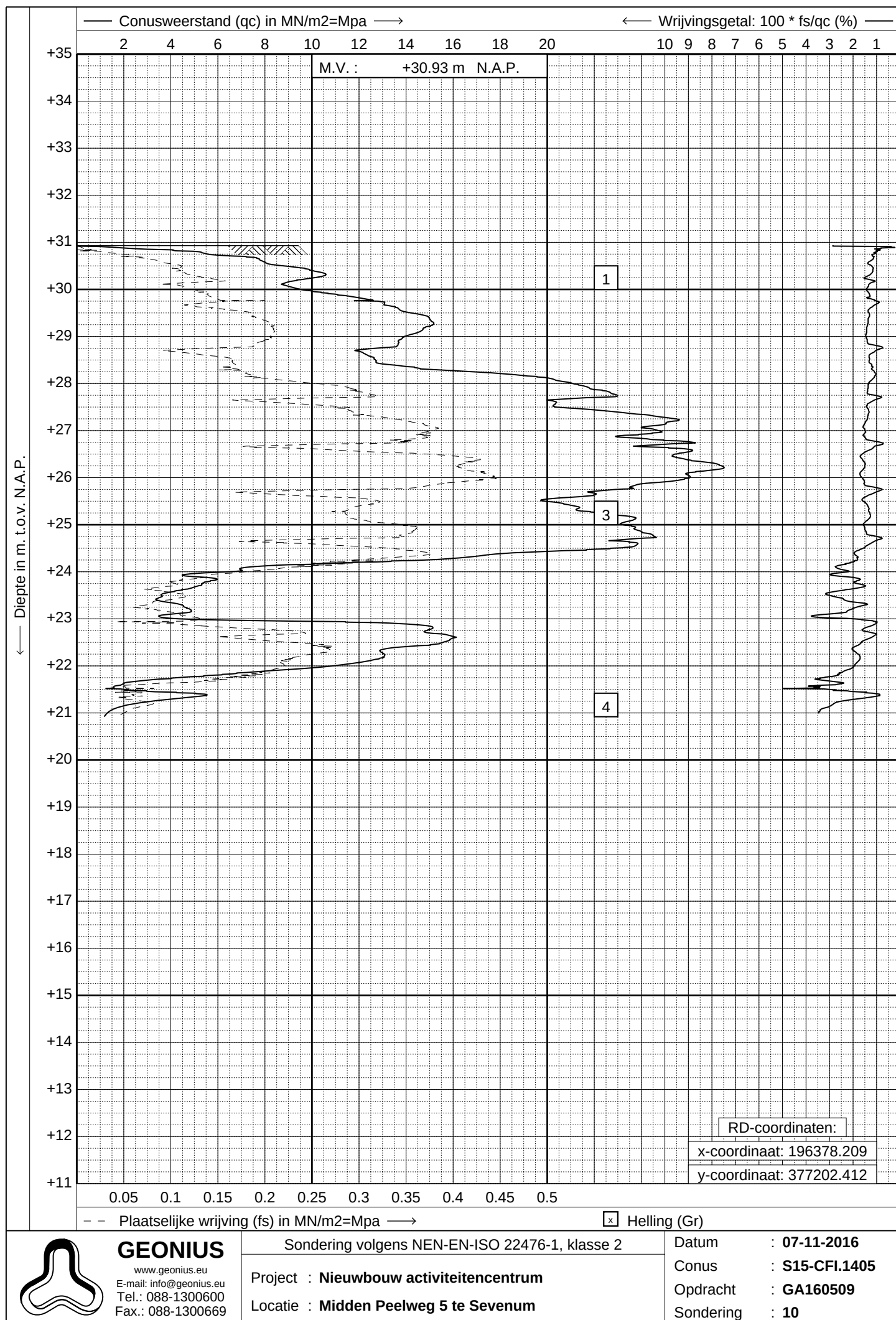
Datum : **07-11-2016**

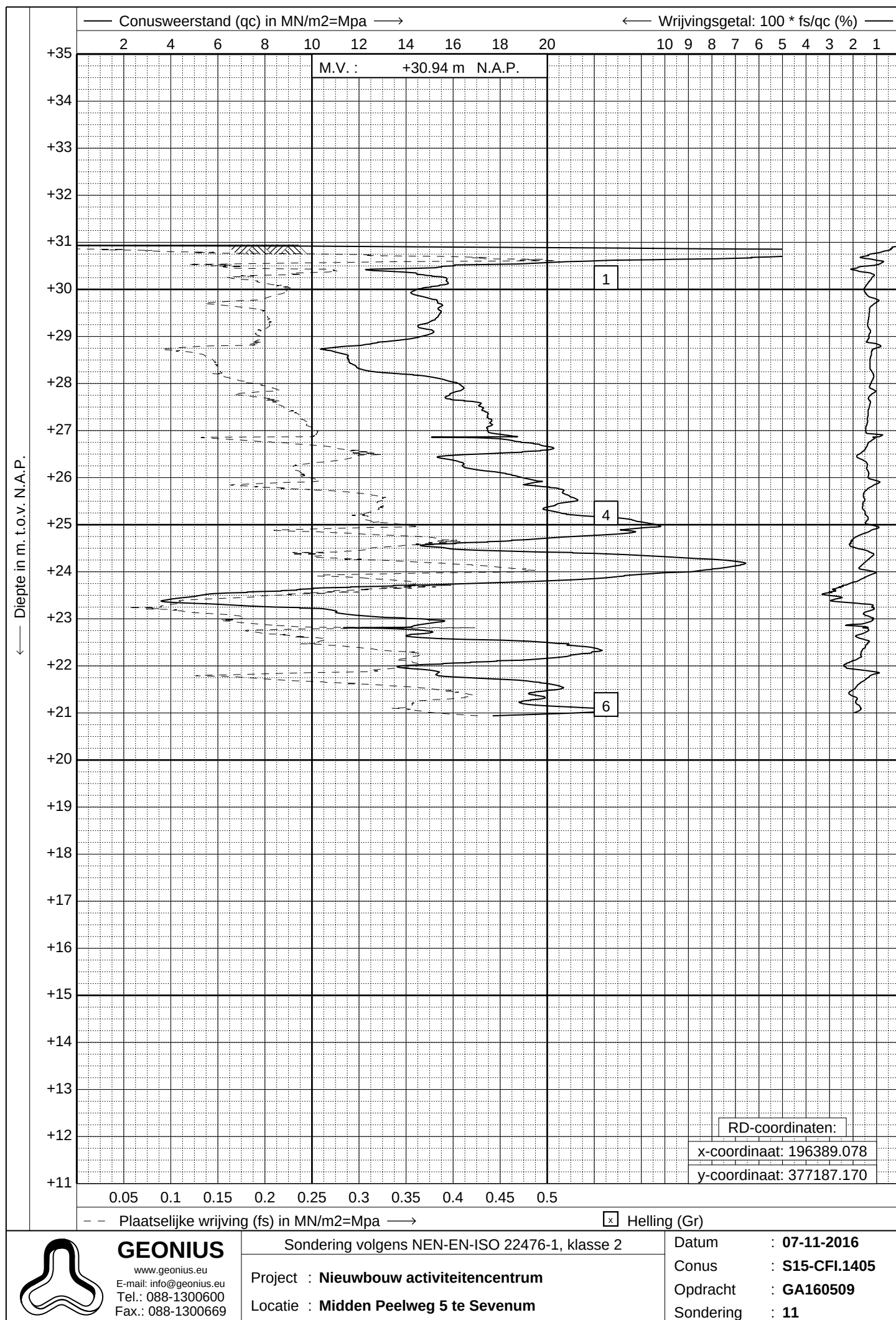
Conus : **S15-CFI.1405**

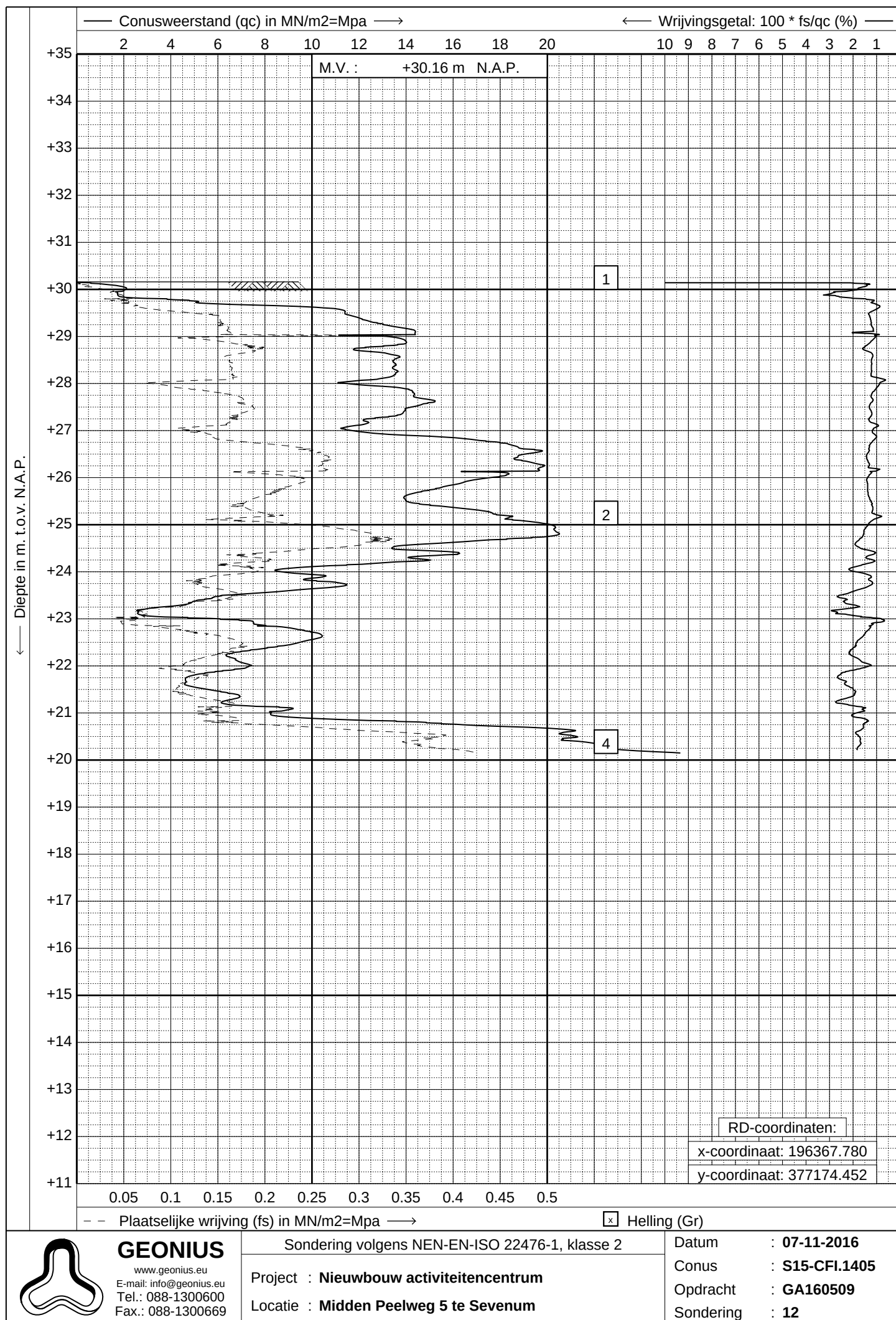
Opdracht : **GA160509**

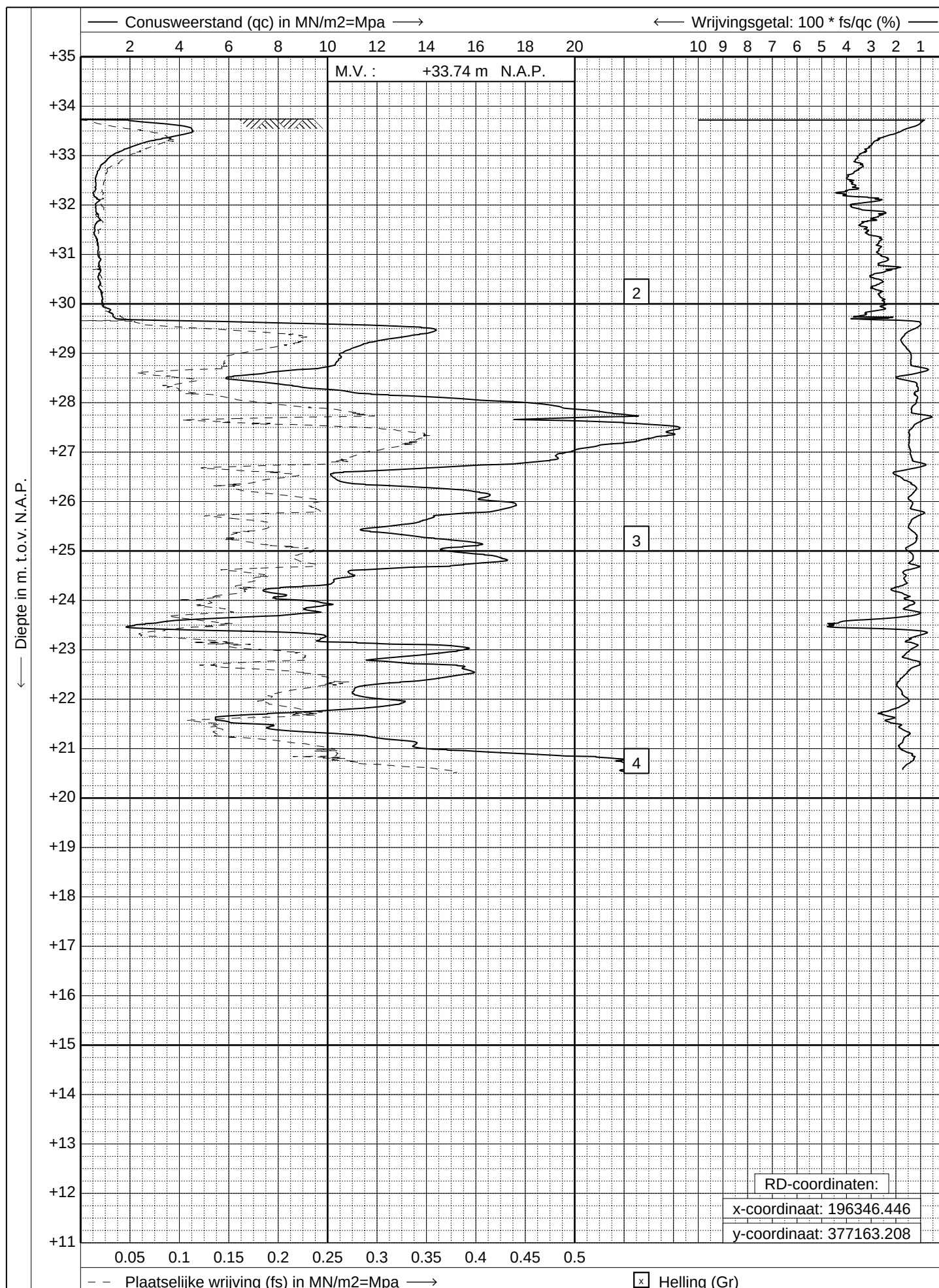
Sondering : **08**











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 activiteitencentrum**

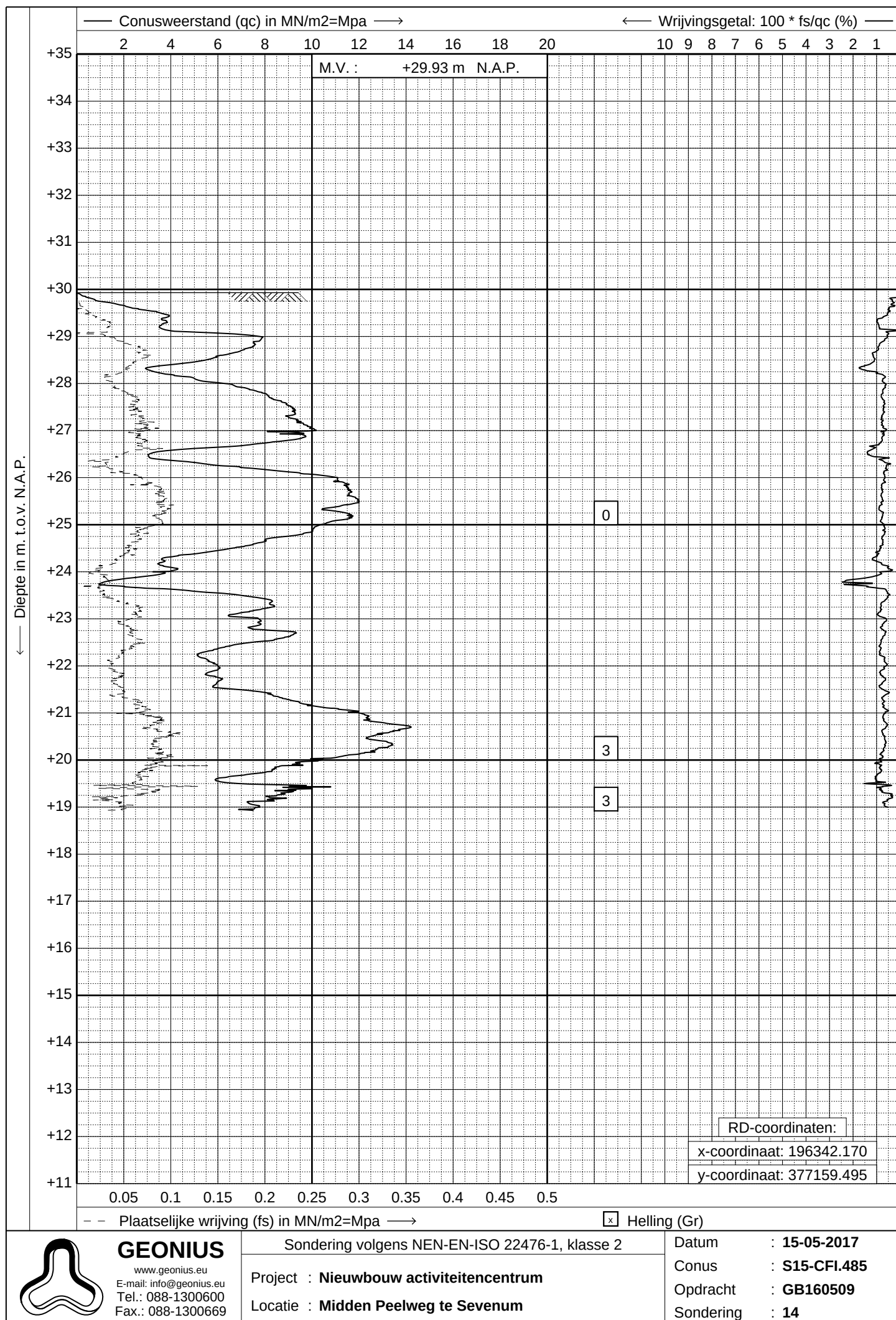
Locatie : **Midden Peelweg 5 te Sevenum**

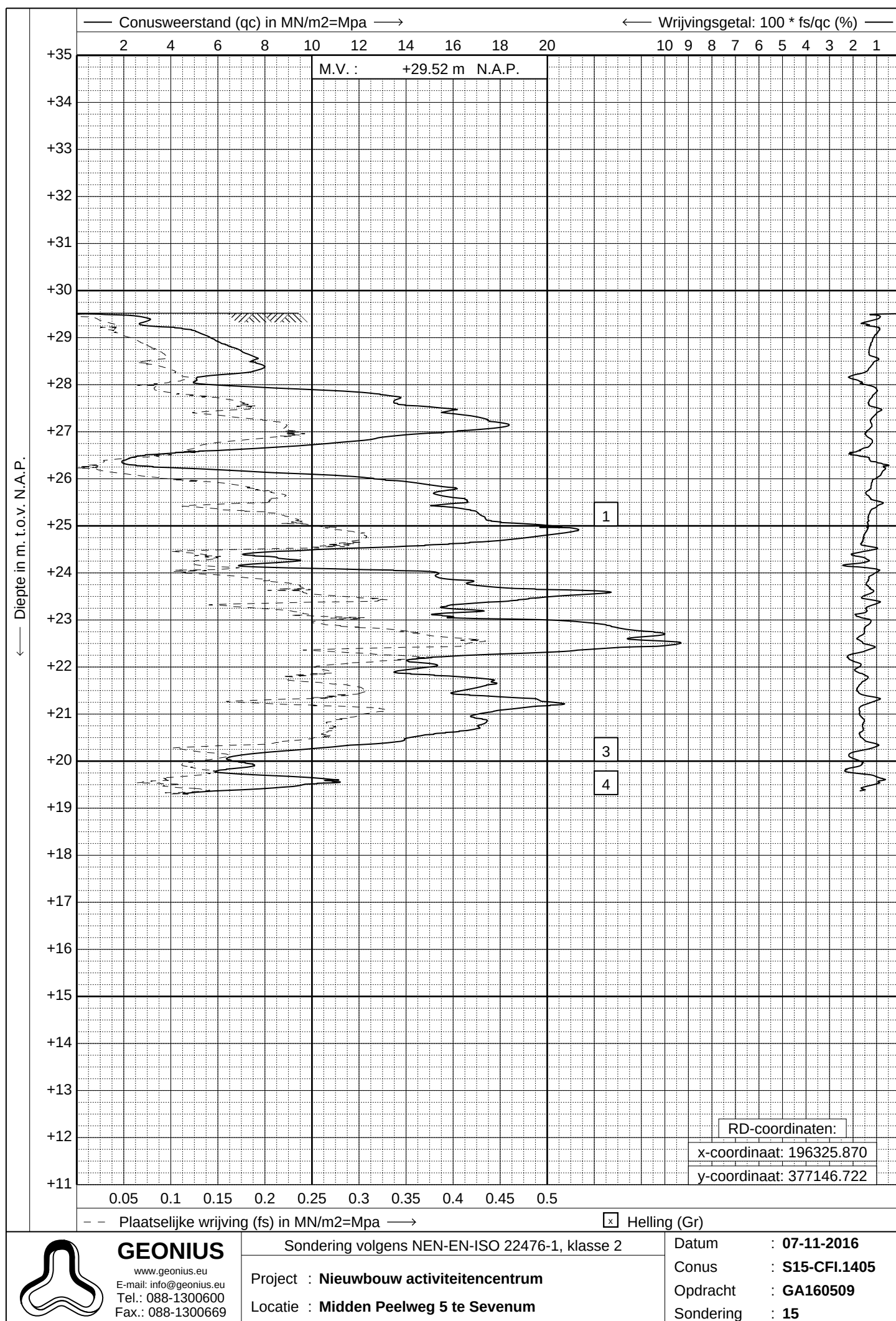
Datum : **07-11-2016**

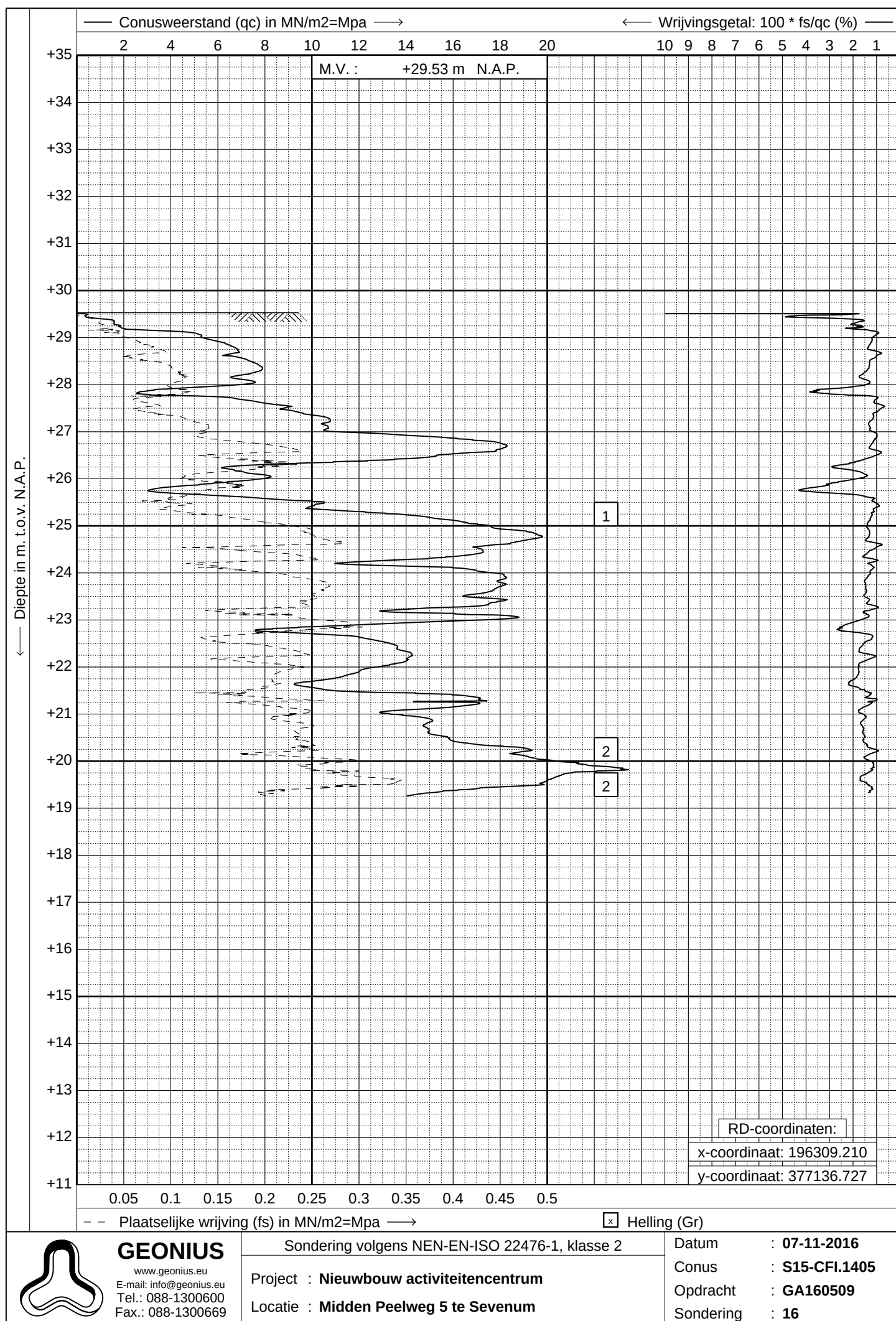
Conus : **S15-CFI.1405**

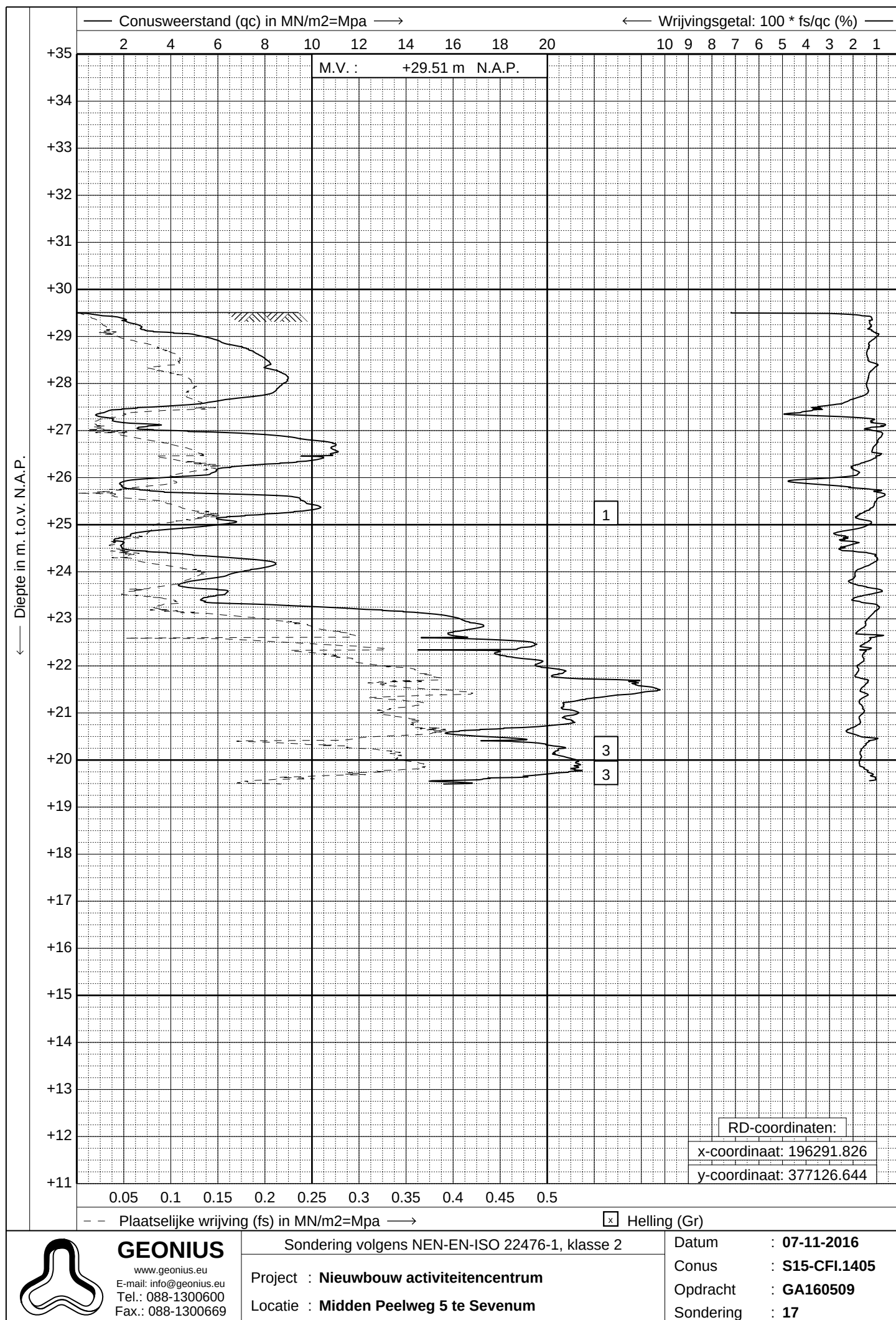
Opdracht : **GA160509**

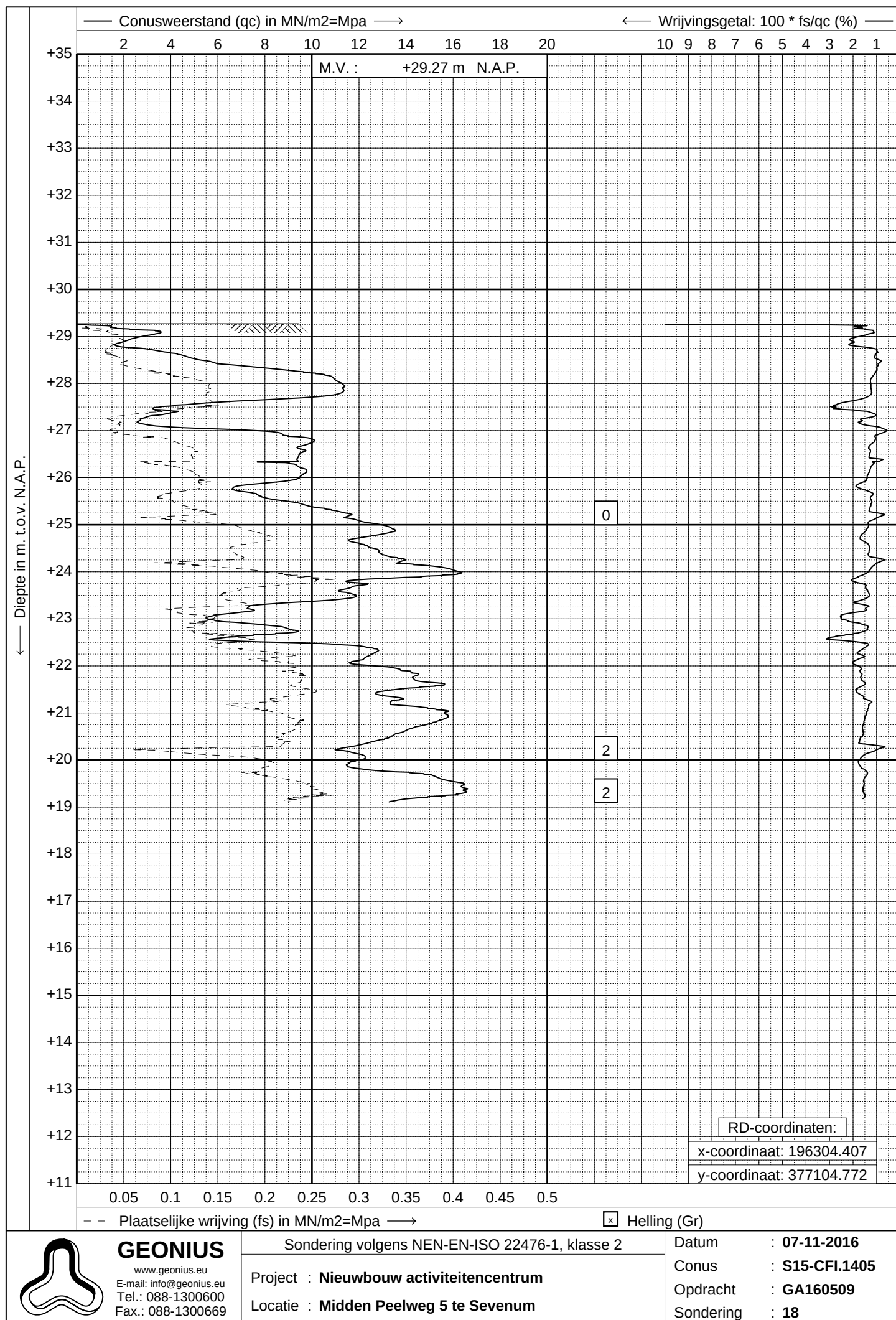
Sondering : **13**

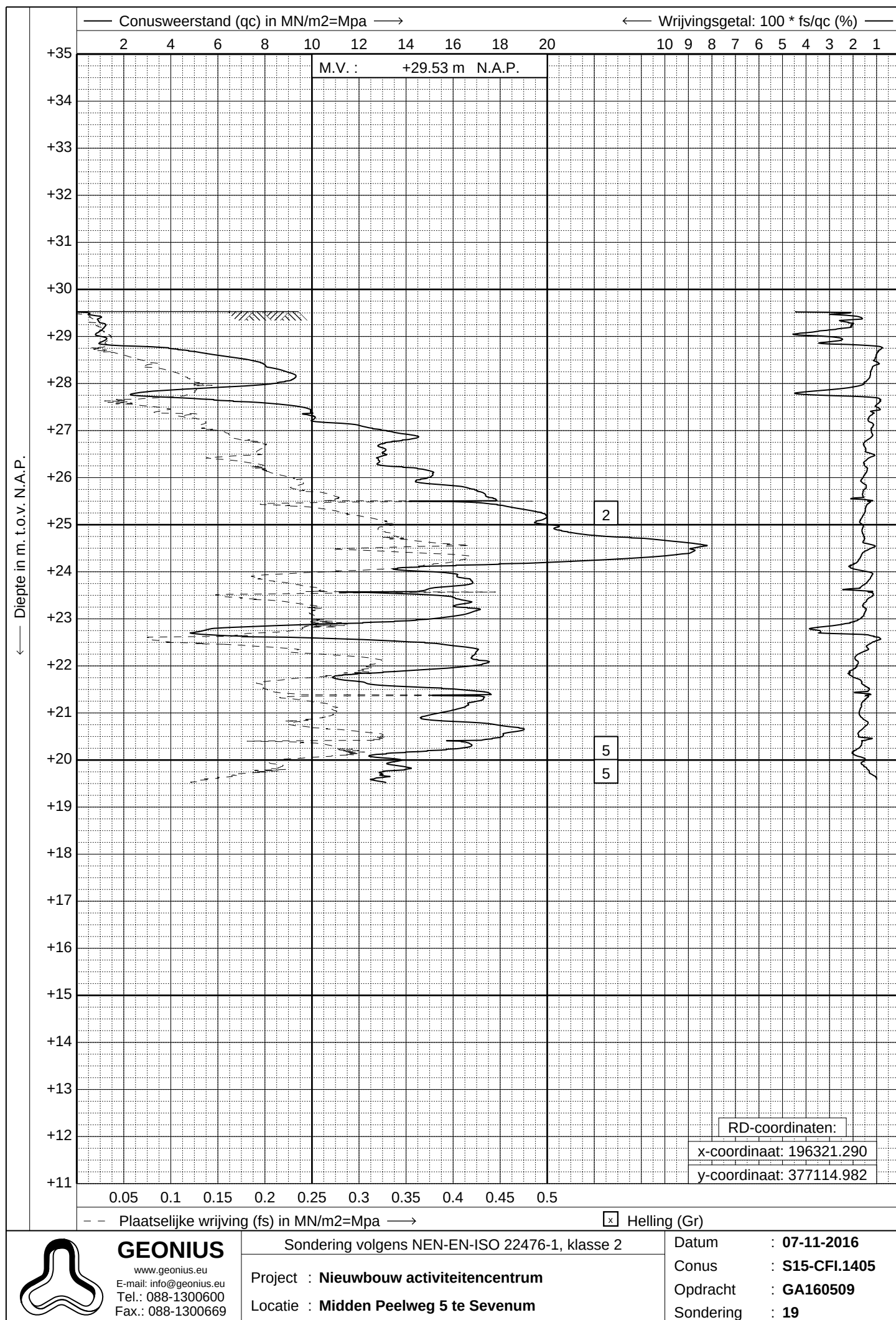


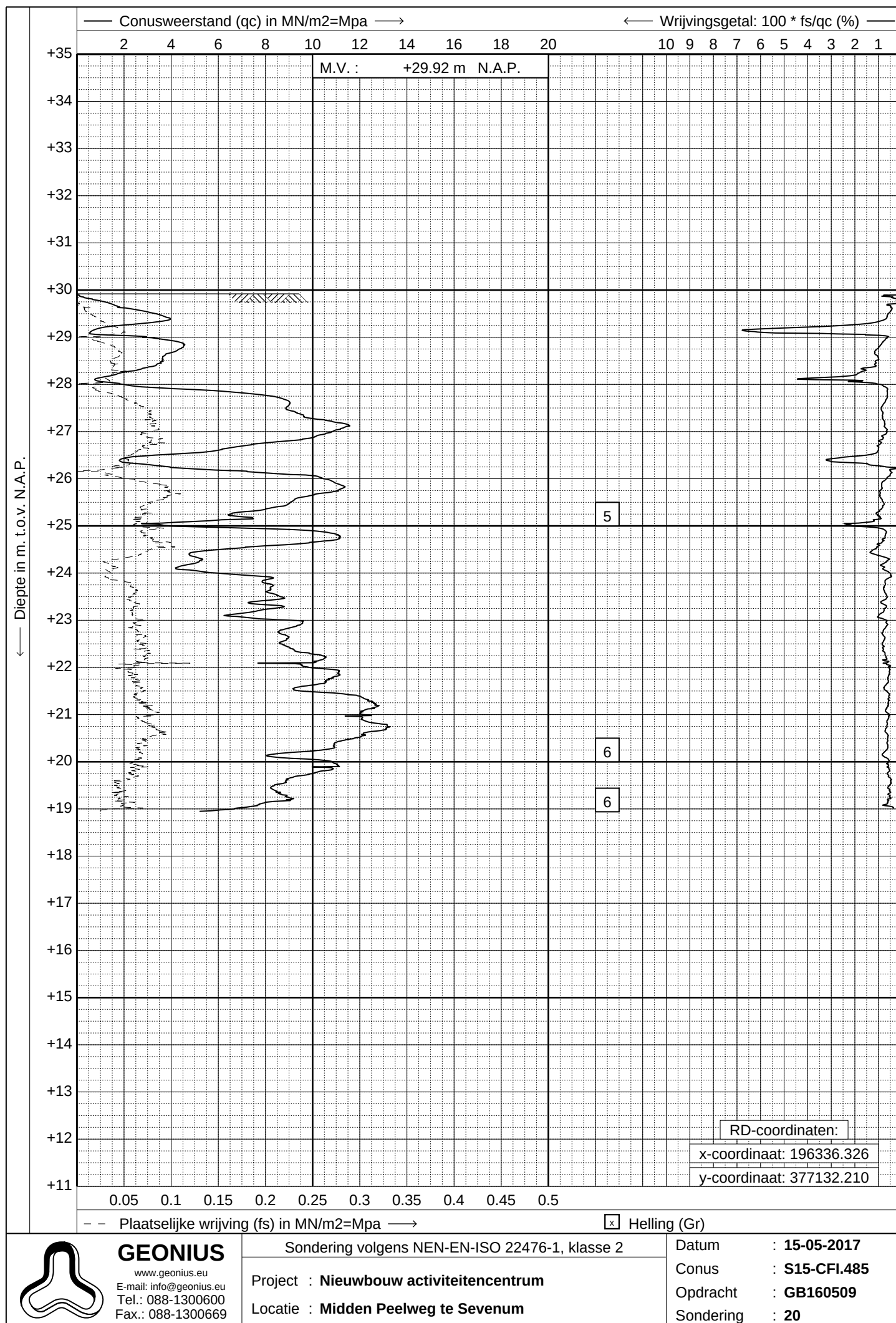


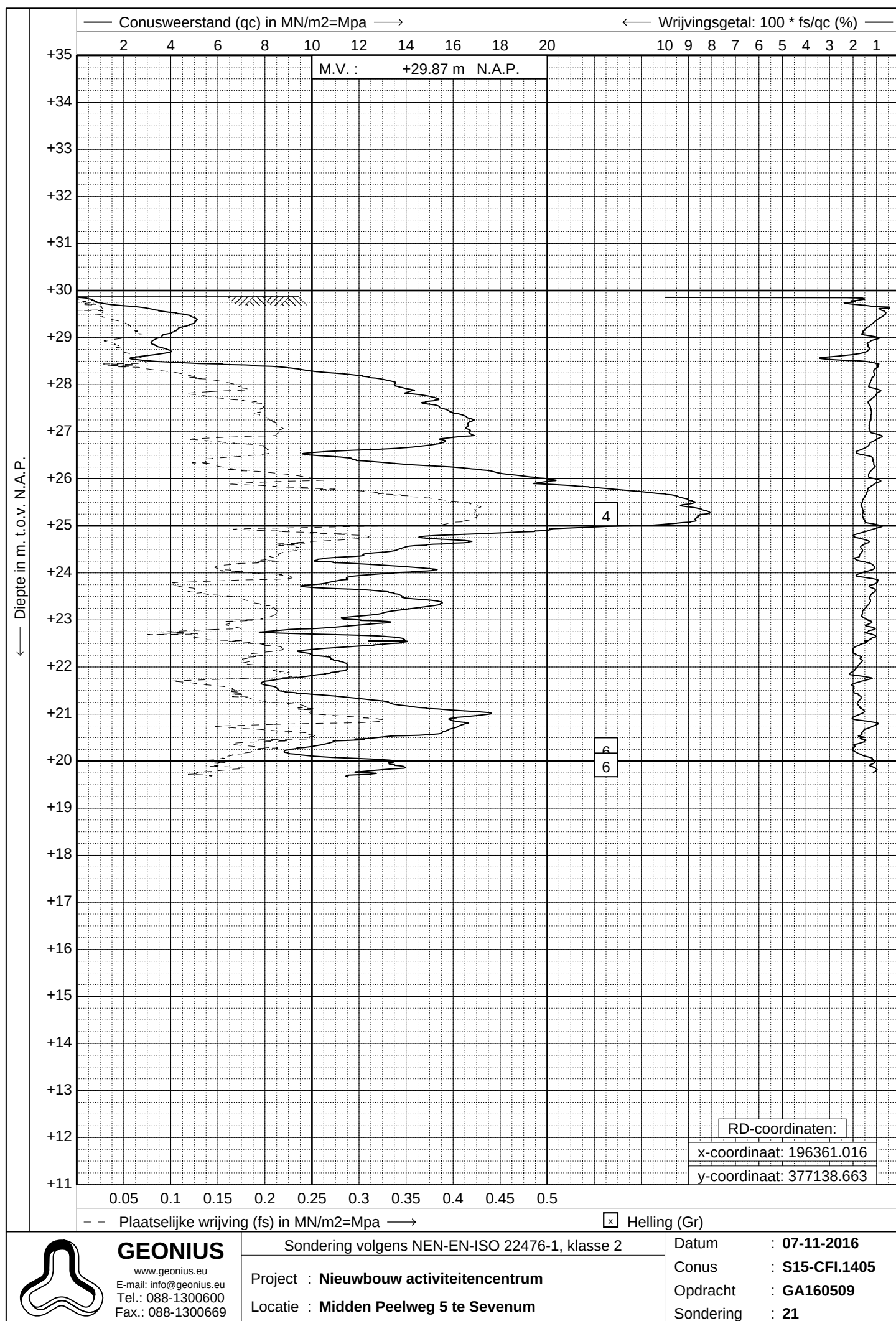


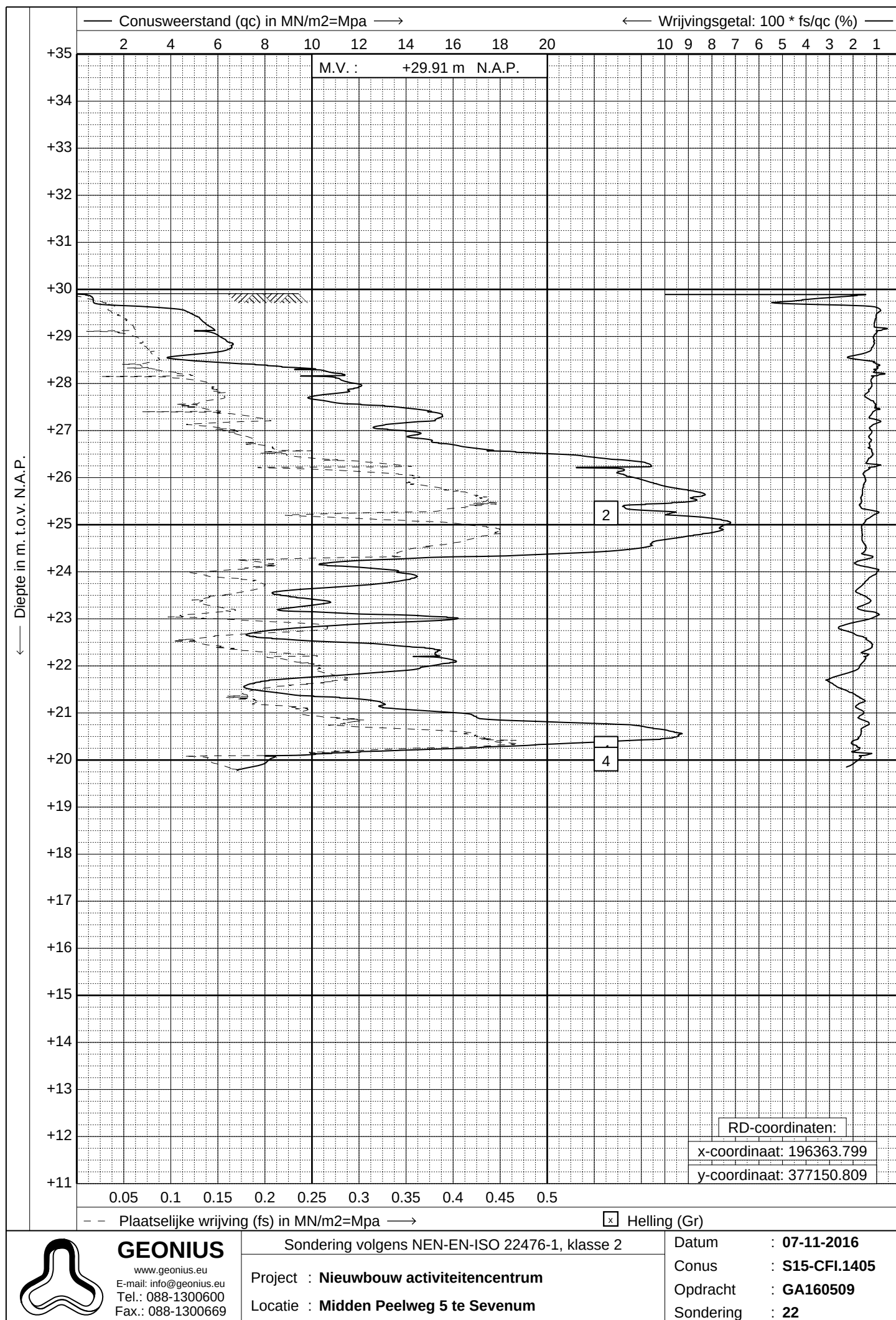


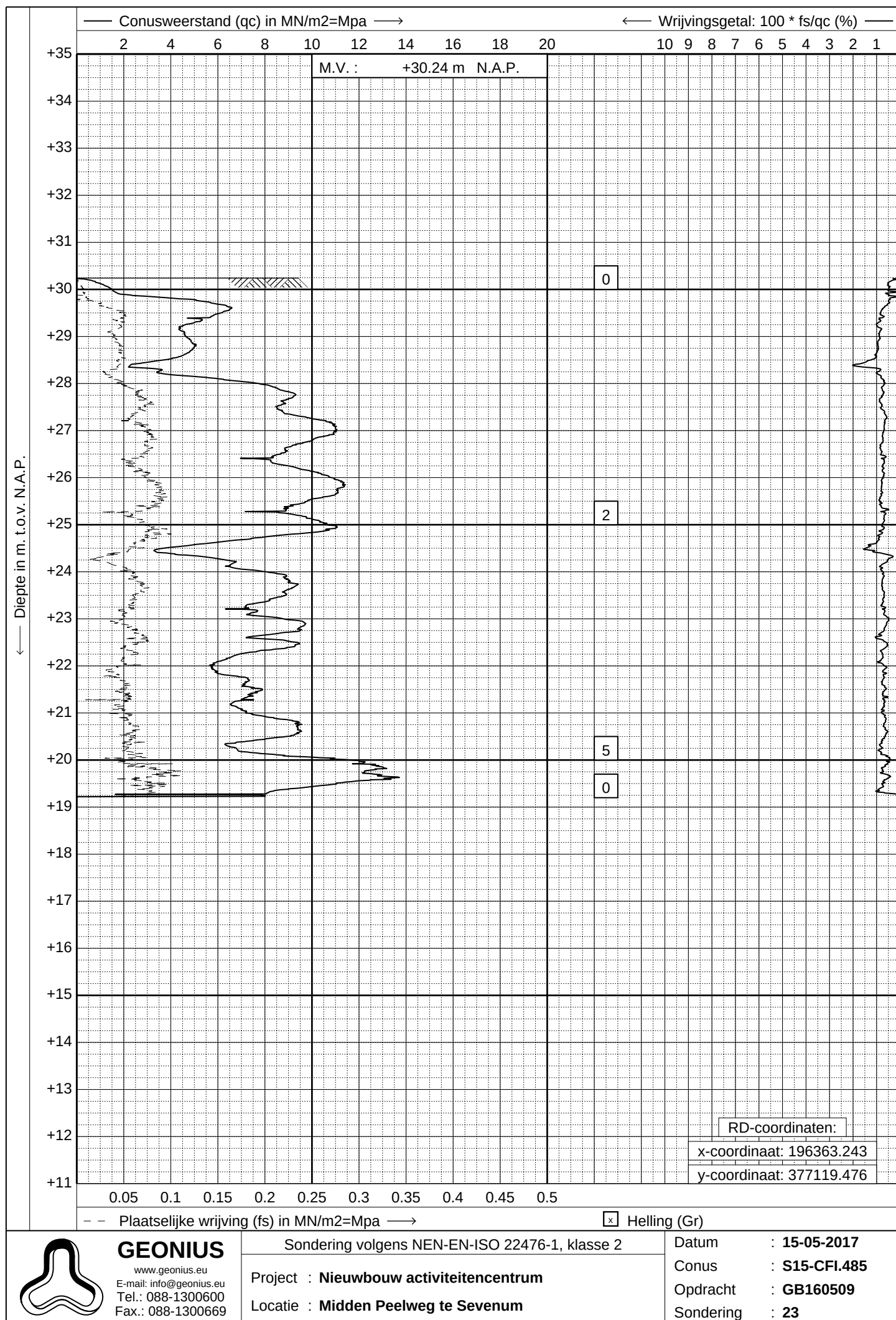


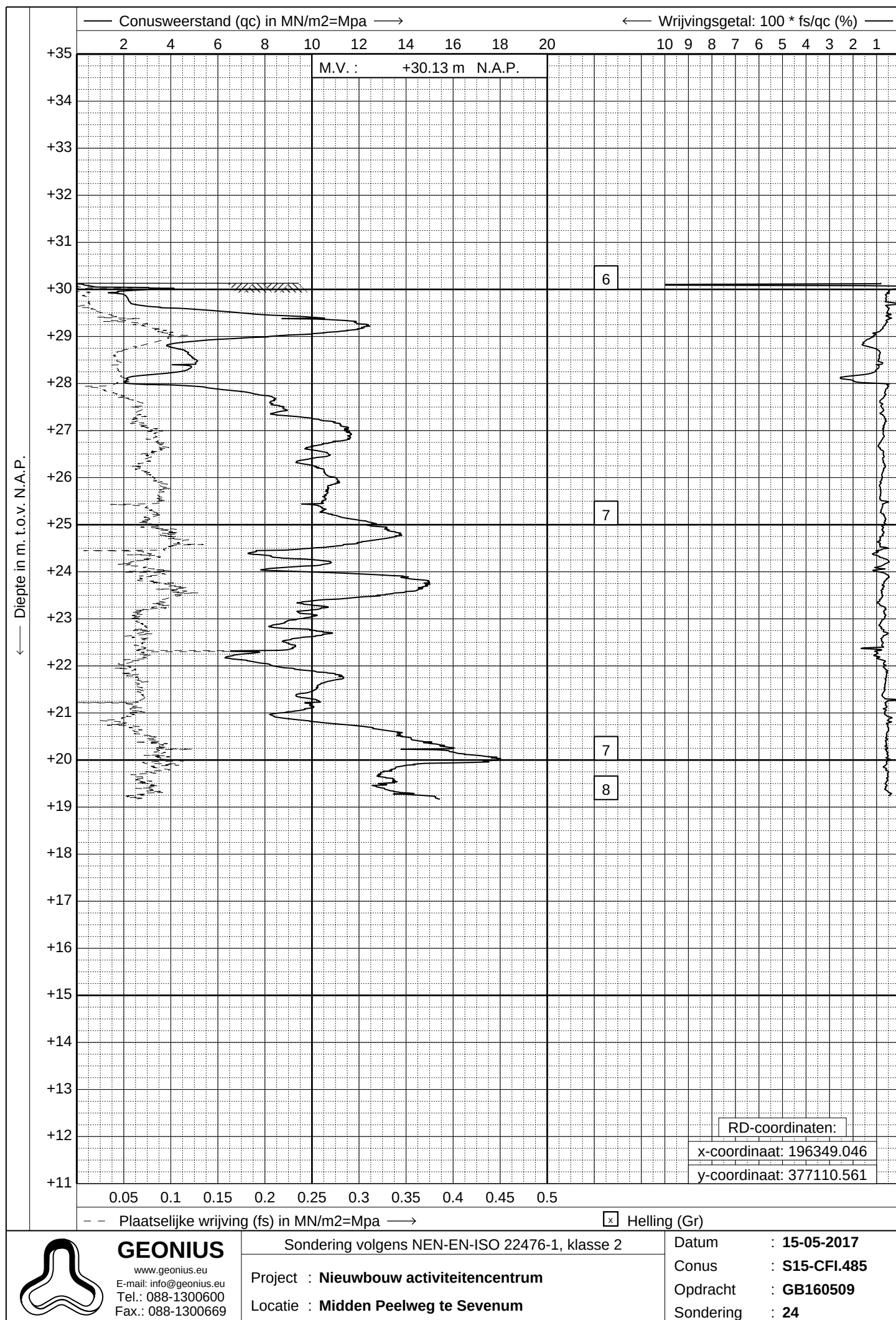


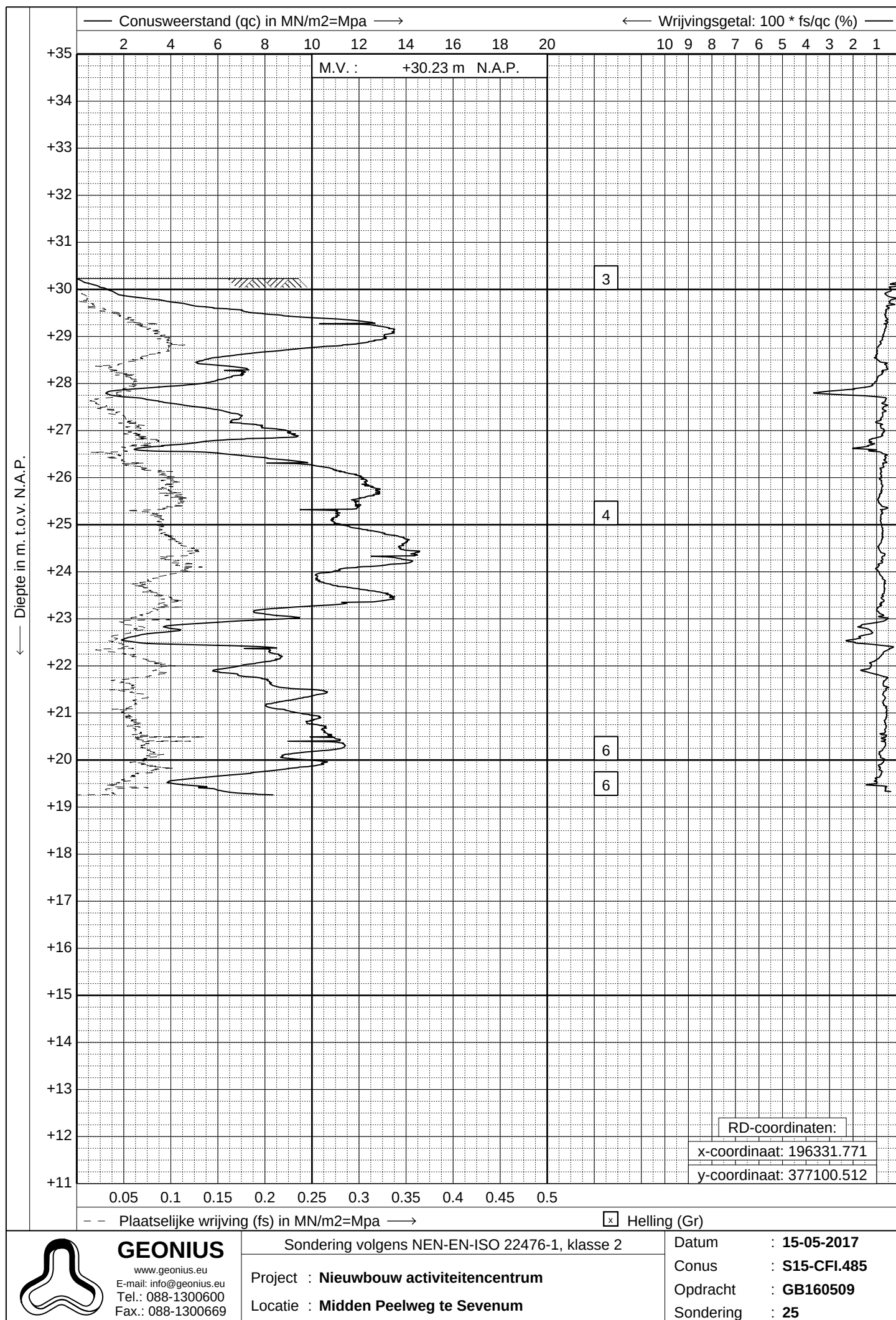


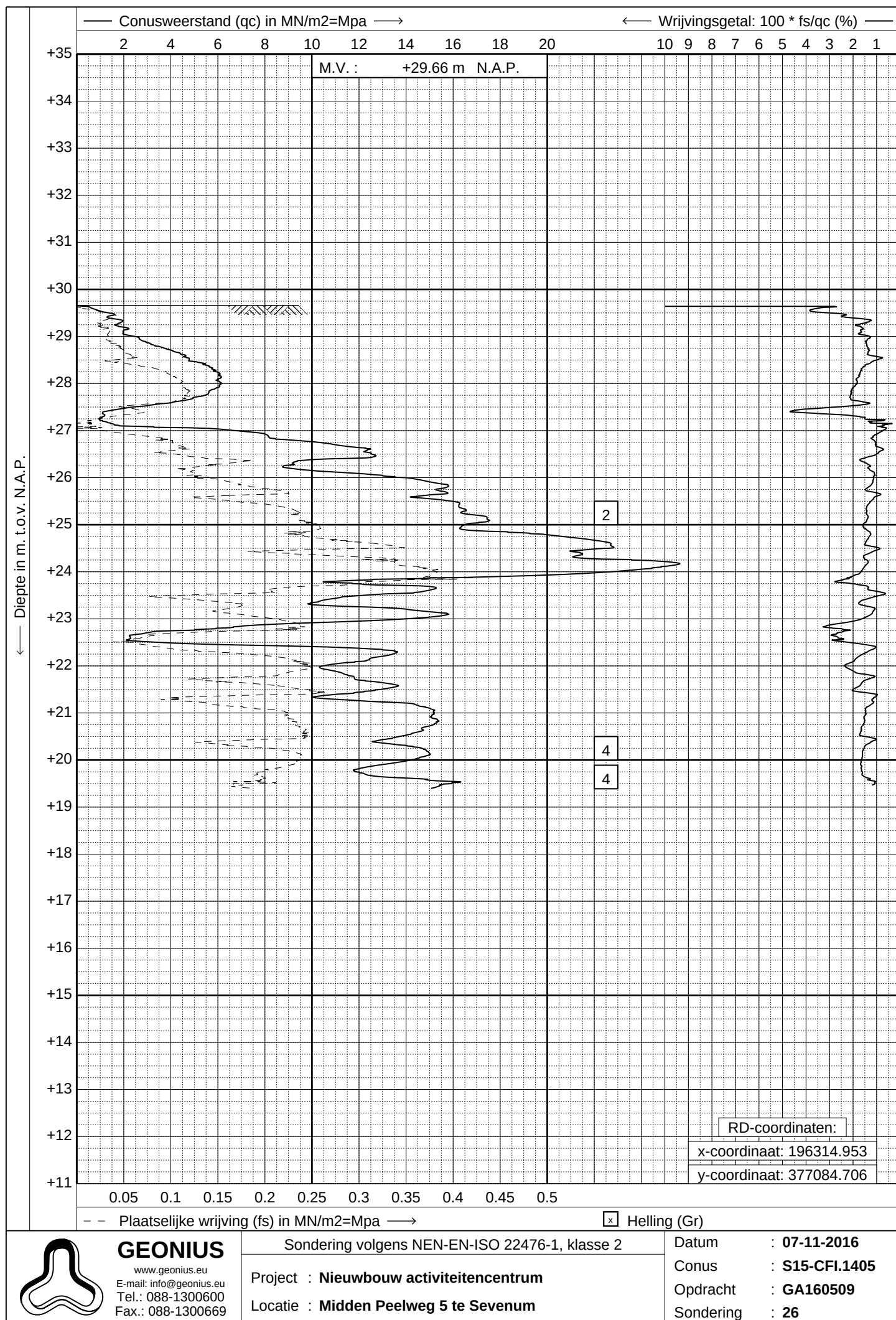


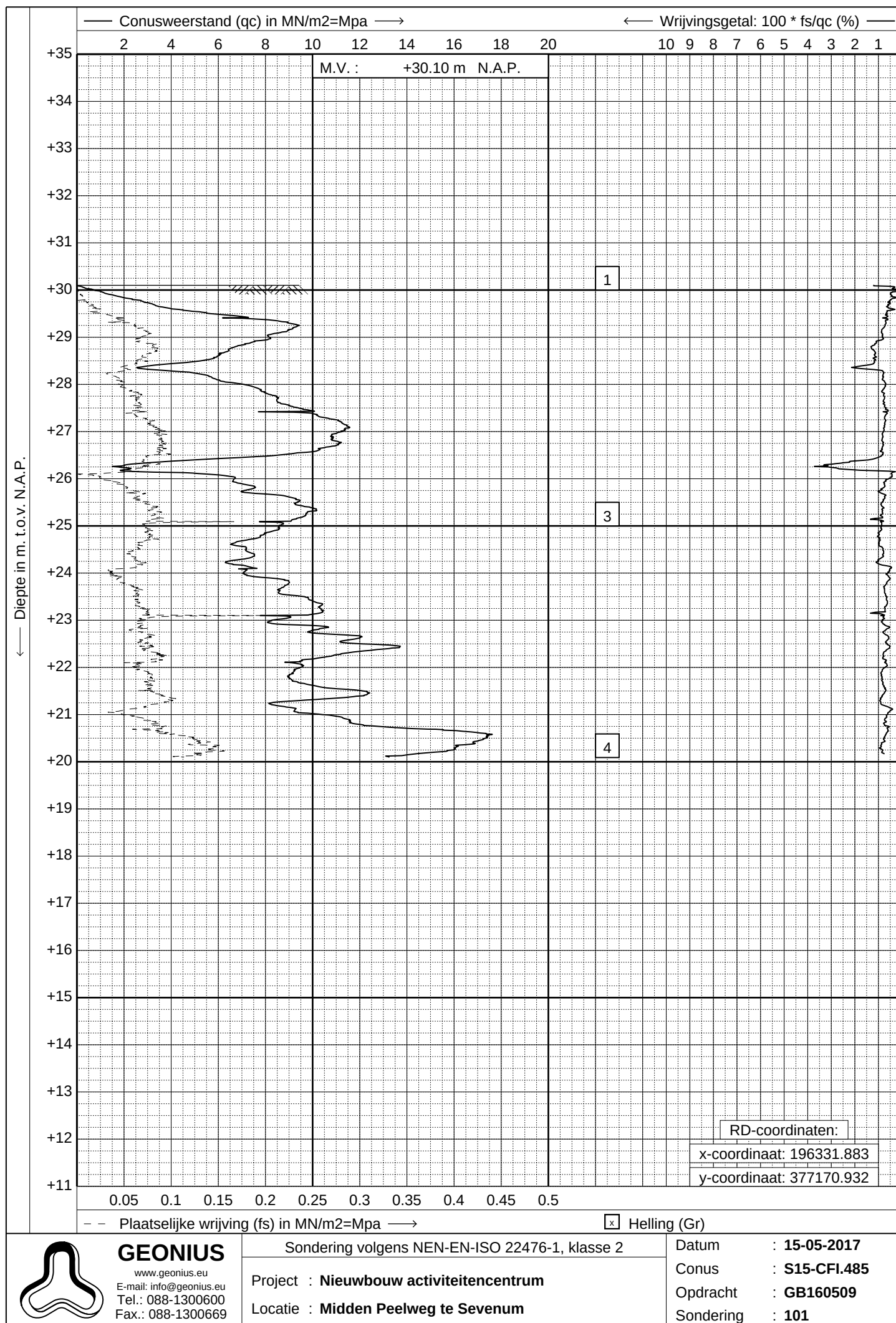


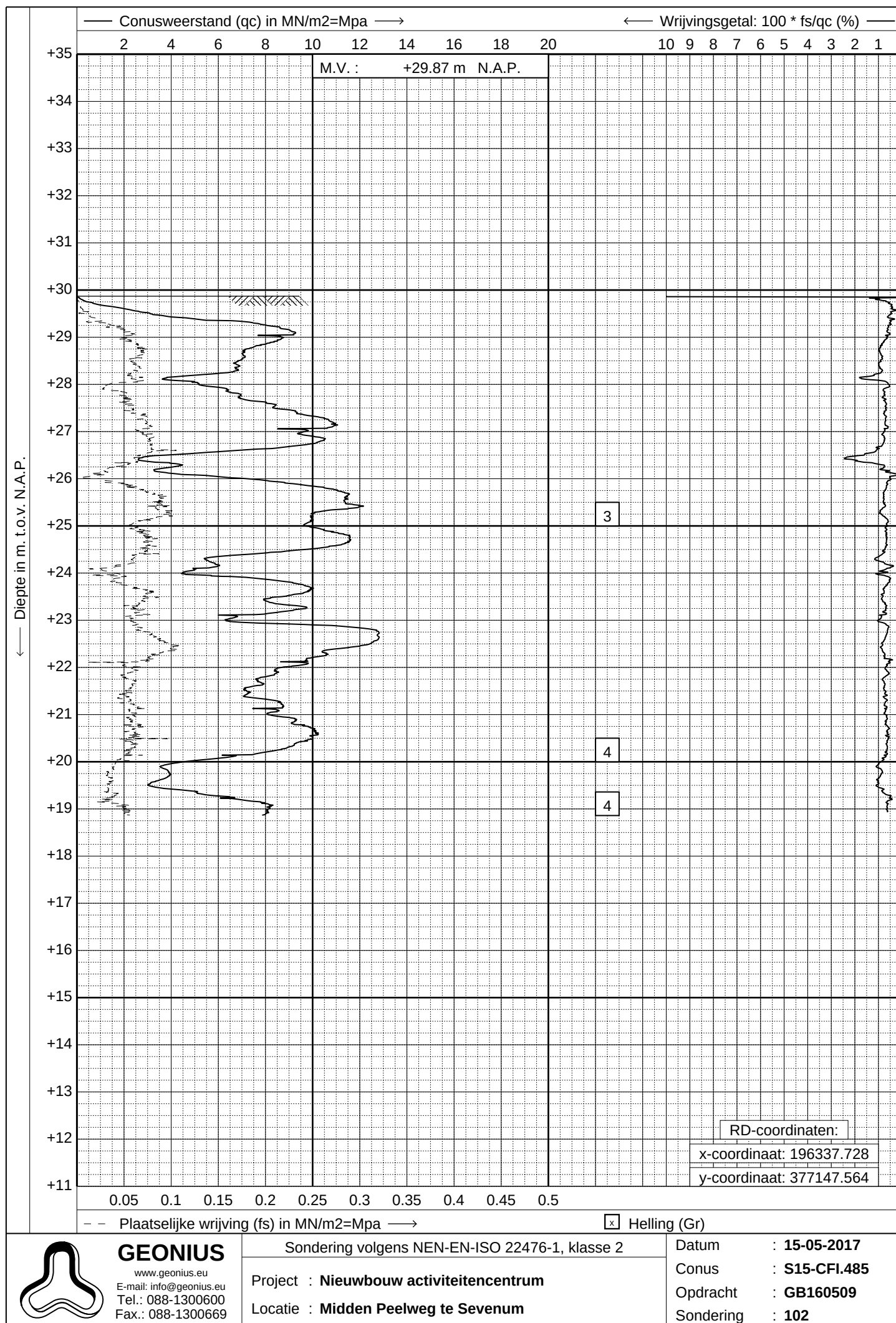


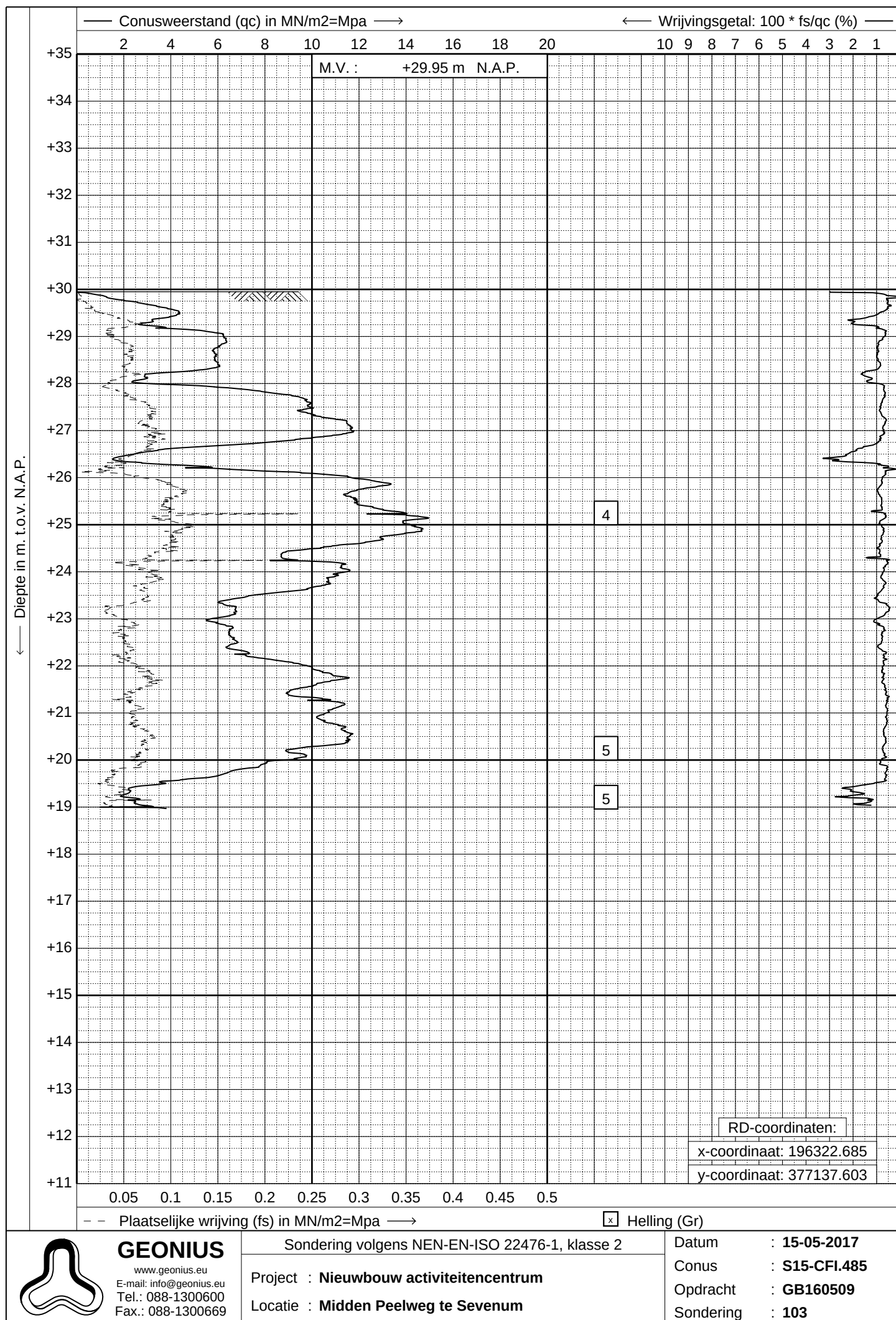


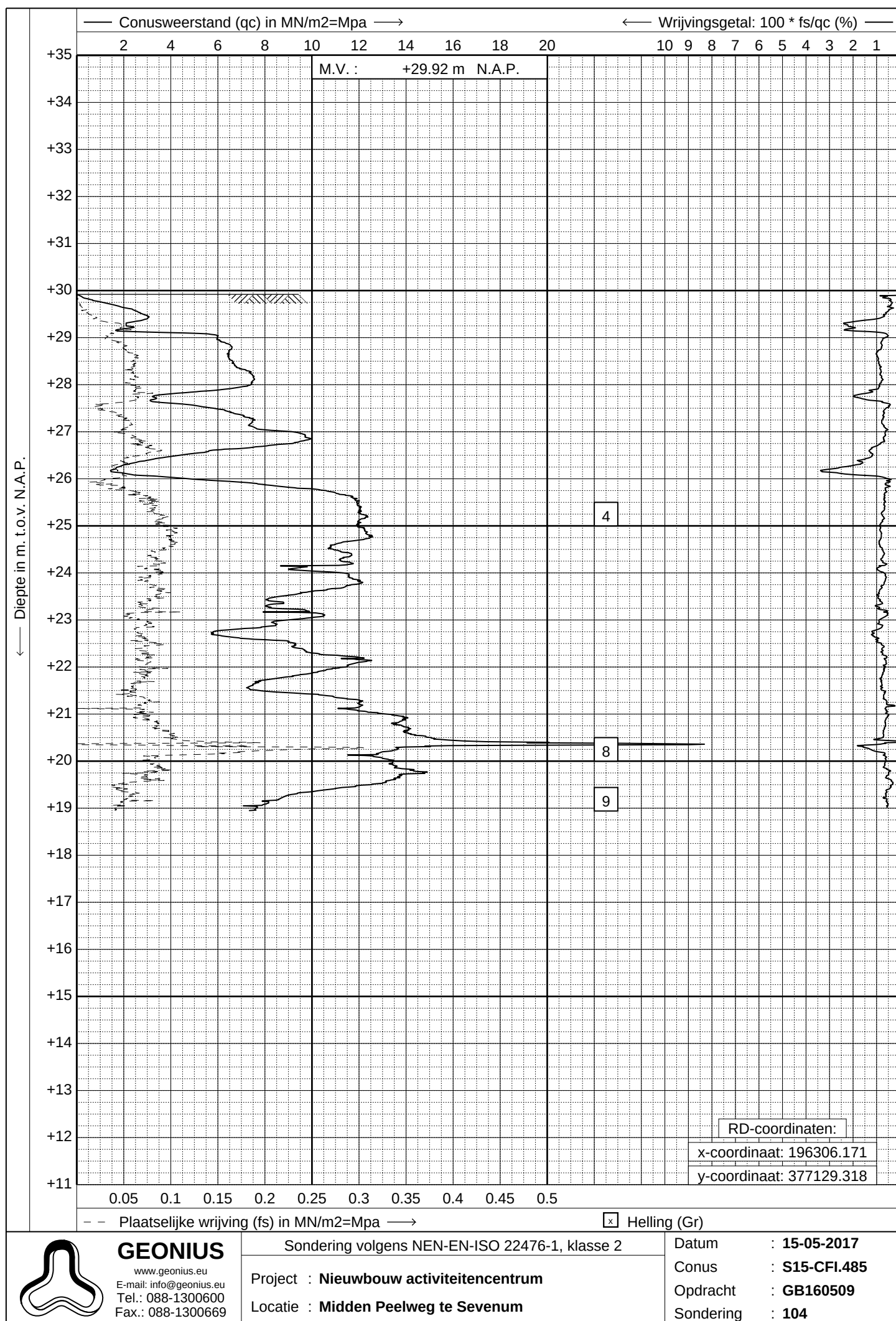


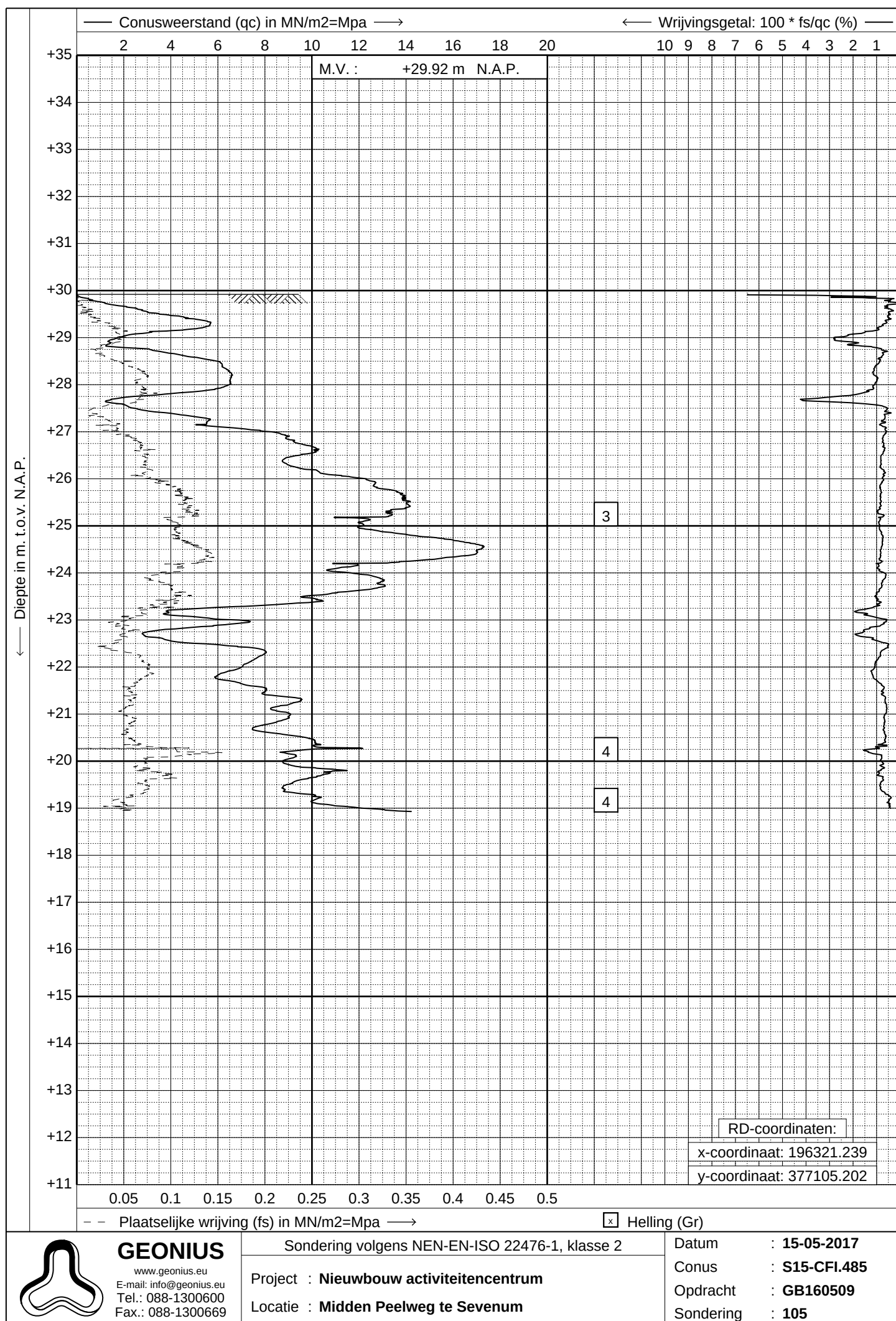


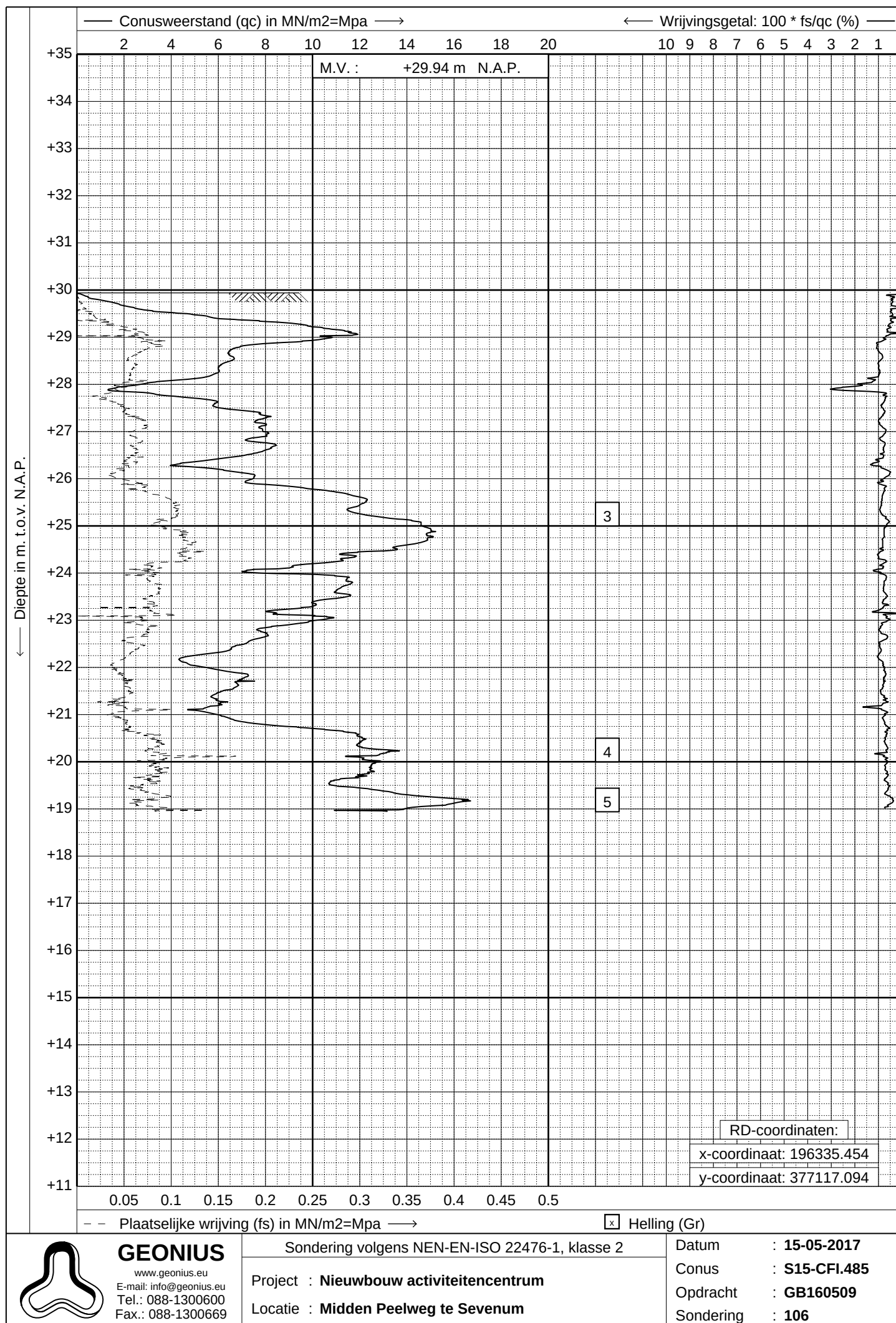


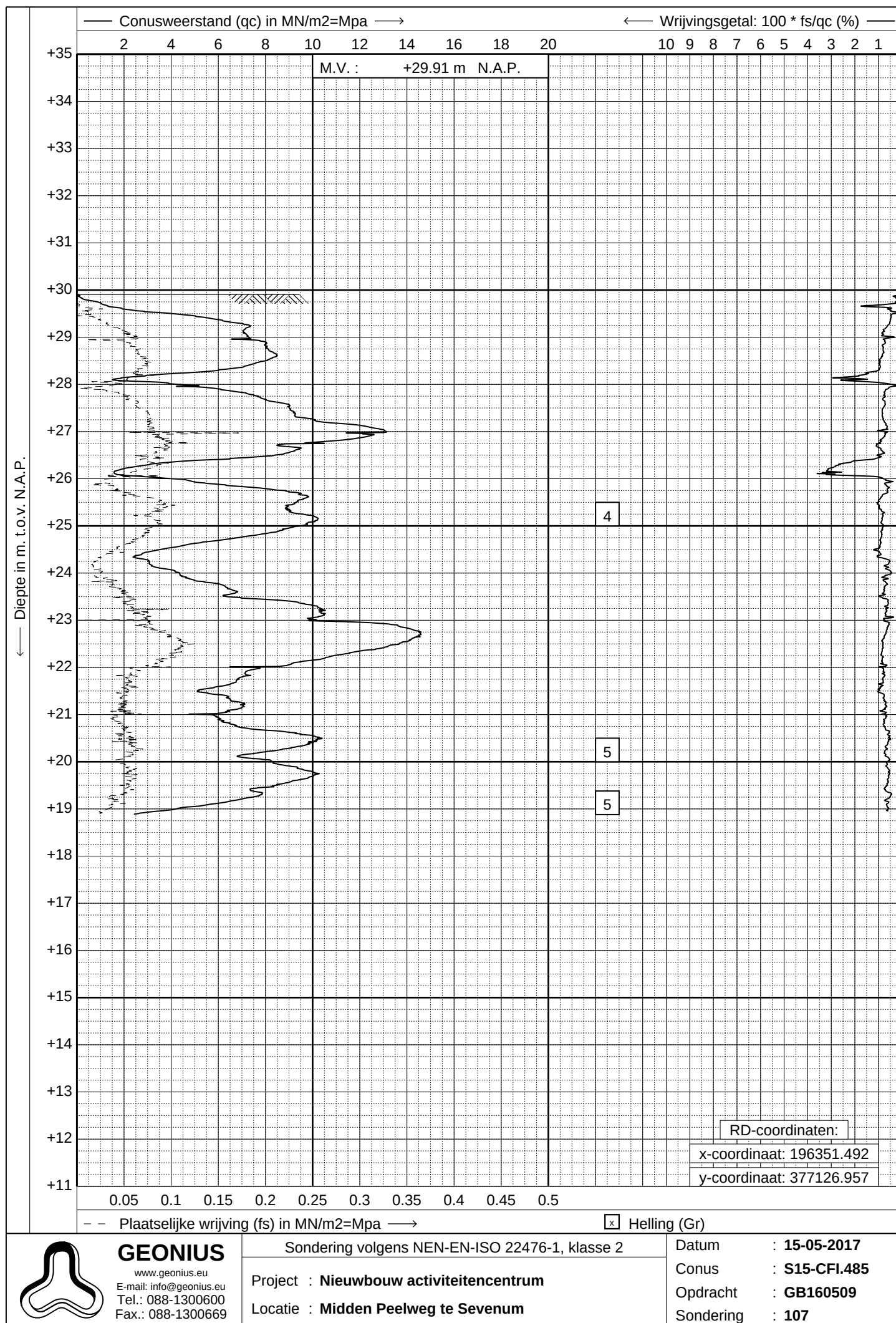










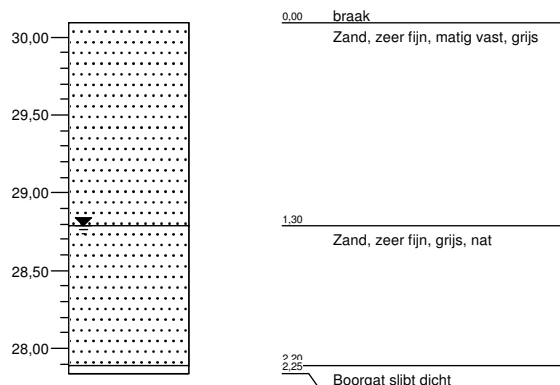


Bijlage 3

Boringen

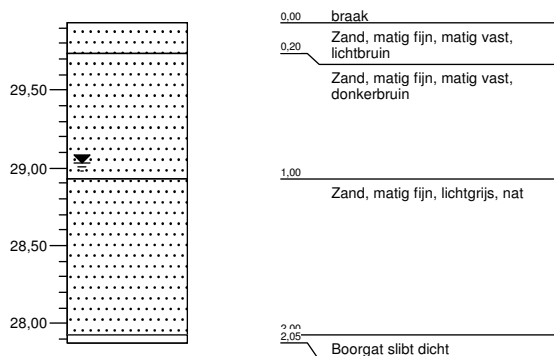
boring: B01

Maaiveldhoogte : 30,09 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat196357,17
 GWS : 130 cm. - mv. Y:coördinaat377246,47
 Datum : 15-05-2017
 Opmerking: Bij SW03



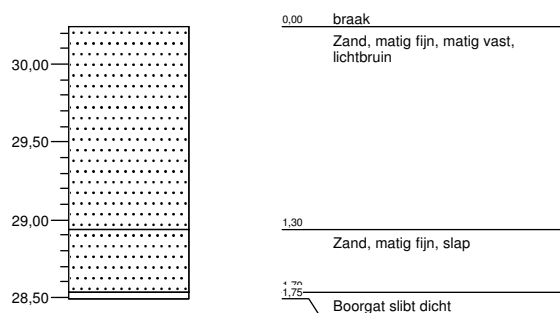
boring: B02

Maaiveldhoogte : 29,93 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat196342,17
 GWS : 90 cm. - mv. Y:coördinaat377159,50
 Datum : 15-05-2017
 Opmerking: Bij SW14



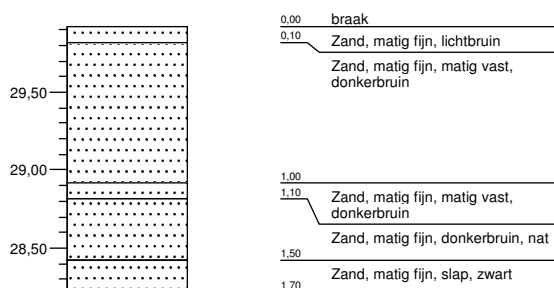
boring: B03

Maaiveldhoogte : 30,24 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat196363,24
 GWS : cm. - mv. Y:coördinaat377119,48
 Datum : 15-05-2017
 Opmerking: Bij SW23



boring: B04

Maaiveldhoogte : 29,92 m. t.o.v. N.A.P. X:coördinaat196321,24
 GWS : cm. - mv. Y:coördinaat377105,20
 Datum : 15-05-2017
 Opmerking: Bij SW105



Bijlage 4

Belastingopgave stramienen 06 t/m 08

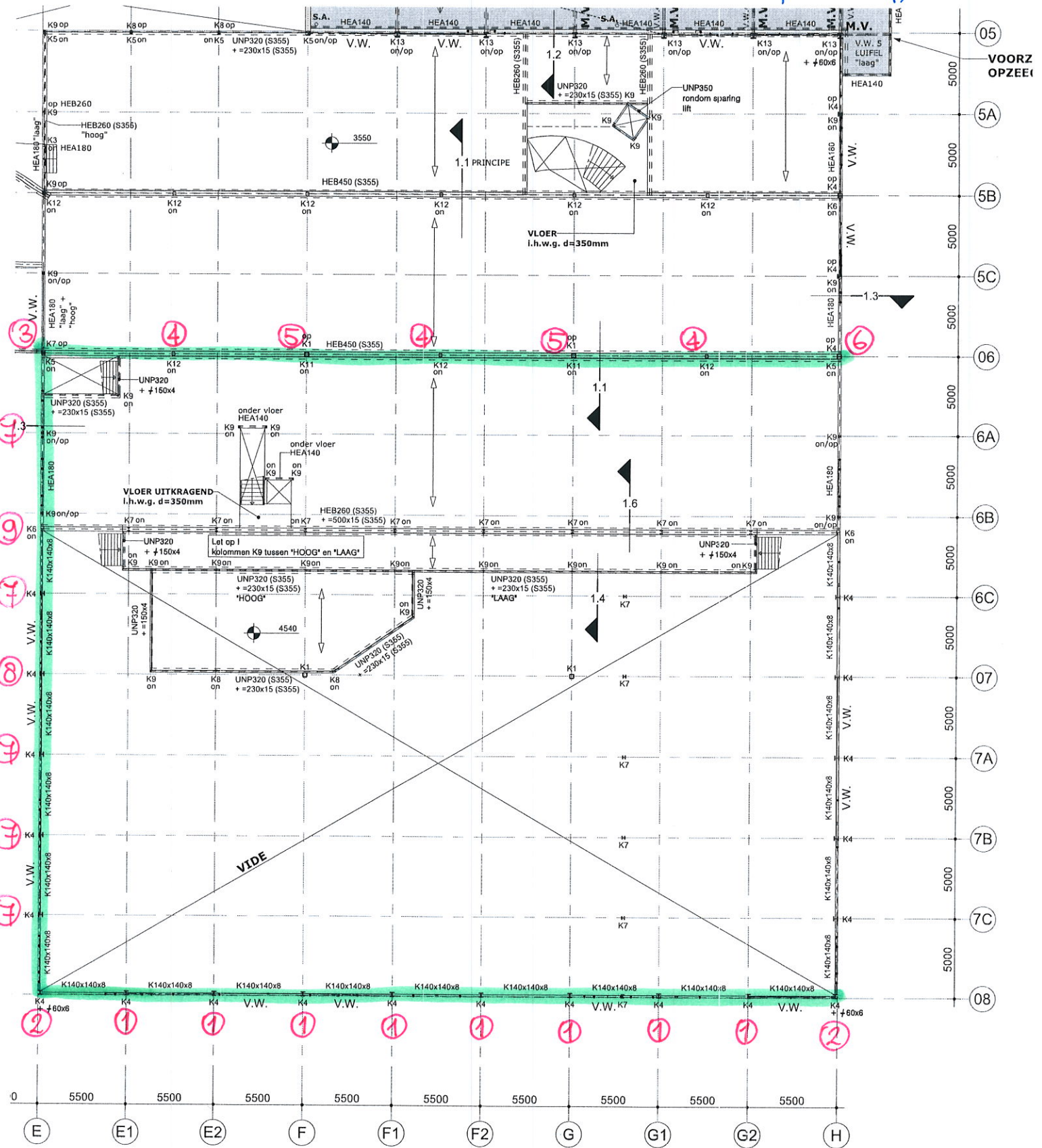
Alle waarden karakteristiek in kN

460518

Blaauw = permanent

Rood = veranderlijk

Belastingopgave 1^{ste}
Geonius b.v. fundering
(2014-05-24)



① $G = 80$

$Q = 40$

③ $G = 440$

$Q = 320$

⑤ $G = 720$

$Q = 420$

⑦ $G = 40$

$Q = 20$

⑨ $G = 100$

$Q = 20$

② $G = 40$

$Q = 10$

④ $G = 520$

$Q = 420$

⑥ $G = 360$

$Q = 220$

⑧ $G = 150$

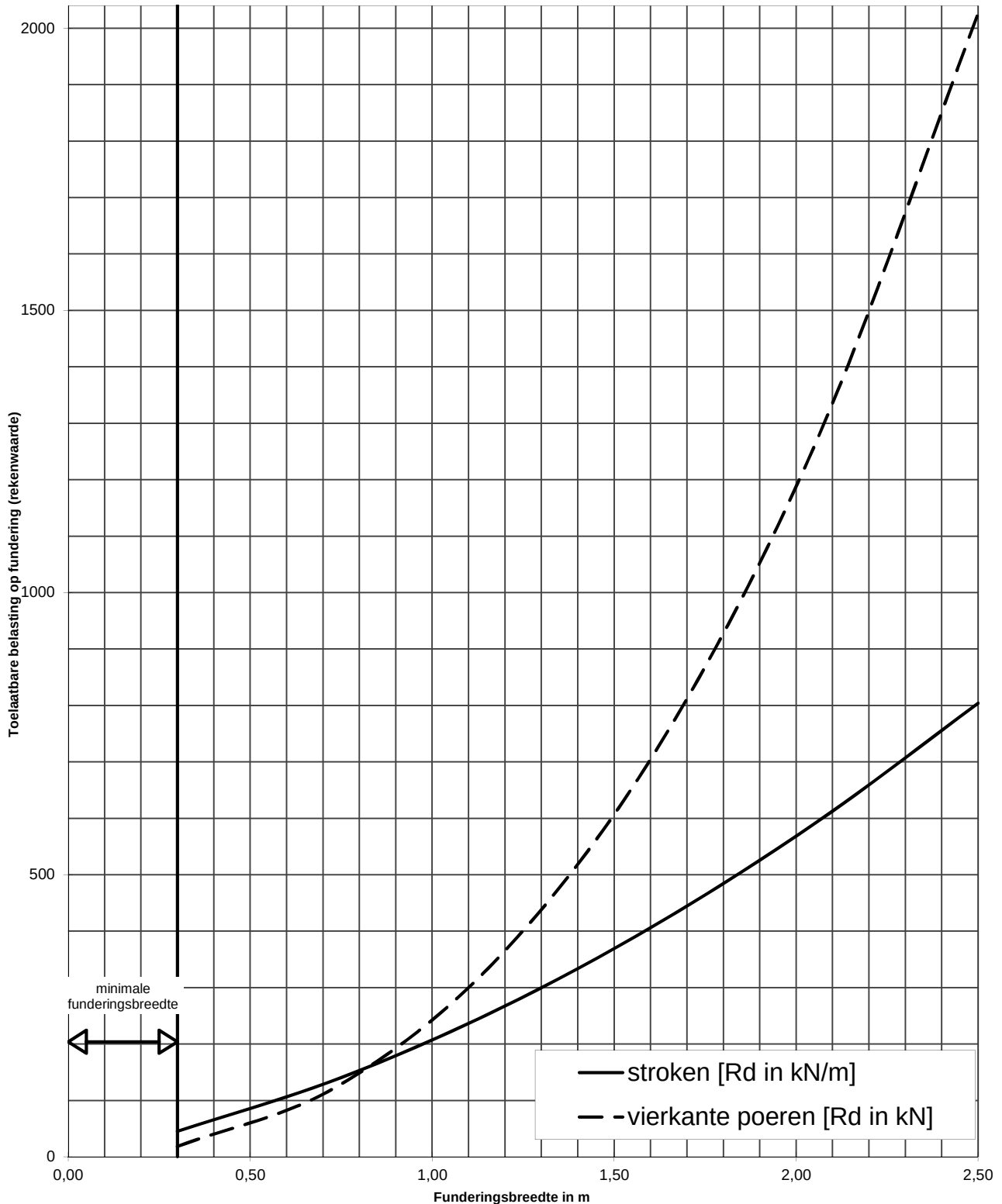
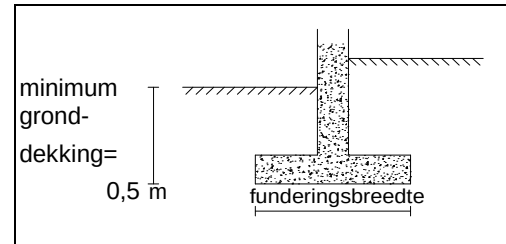
$Q = 80$

Bijlage 5

Funderingsdrukdiagram

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

Bijlagenr. : GB160509
Project : Nieuwbouw activiteitencentrum
Locatie : Midden Peelweg 5 te Sevenum
Grondsoort : Zand
Volumiek gewicht : $10,0 \text{ kN/m}^3$
Hoek inw. wrijving : $32,5 \text{ graden}$
Cohesie : $0,0 \text{ kN/m}^2$



Bijlage 6

D-Settlement berekening

Report for D-Settlement 15.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Geonius Geotechniek BV

Date of report: 24-5-2017
Time of report: 13:55:44

Date of calculation: 24-5-2017
Time of calculation: 13:51:07

Filename: C:\...\GB160509 Sevenum De Schatberg\zettingen ophoging tbv vloer

Project identification: Nieuwbouw activiteitencentrum De Schatberg
Midden Peelweg 5 te Sevenum
doorsnede zuidwest - noordoost



1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 2 (X = 30,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.3 Results for Vertical 3 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.4 Results for Vertical 4 (X = 70,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.5 Results for Vertical 5 (X = 90,00 m; Z = 0,00 m)	10
4 Settlements	12
4.1 Settlements	12
4.2 Residual Times	12



2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,155
8 - Y -	29,500	29,510	29,530	29,520	29,775
8 - X -	73,294	76,526	80,155	83,000	86,396
8 - Y -	31,768	33,311	33,585	33,388	32,156
8 - X -	90,000	95,000	100,000		
8 - Y -	30,160	30,900	30,900		
7 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,155
7 - Y -	29,500	29,510	29,530	29,520	29,775
7 - X -	90,000	95,000	100,000		
7 - Y -	30,160	30,900	30,900		
6 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
6 - Y -	27,500	27,500	28,000	28,250	28,500
6 - X -	80,000	84,925	90,000	95,000	100,000
6 - Y -	28,700	28,683	30,160	30,900	30,900
5 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
5 - Y -	27,000	27,000	27,750	28,000	28,250
5 - X -	80,000	84,925	90,000	95,000	100,000
5 - Y -	28,400	28,683	30,160	30,900	30,900
4 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
4 - Y -	26,000	26,000	26,000	26,500	26,600
4 - X -	79,936	80,000	84,925	90,000	95,000
4 - Y -	28,177	28,400	28,683	30,160	30,900
4 - X -	100,000				
4 - Y -	30,900				
3 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
3 - Y -	25,700	25,700	25,700	26,200	26,300
3 - X -	79,936	80,000	84,925	90,000	95,000
3 - Y -	28,177	28,400	28,683	30,160	30,900
3 - X -	100,000				
3 - Y -	30,900				
2 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
2 - Y -	25,000	25,000	24,250	24,500	24,250
2 - X -	80,000	90,000	100,000		
2 - Y -	23,750	23,500	23,500		
1 - X -	0,000	10,000	30,000	50,000	70,000
1 - Y -	24,400	24,400	24,200	24,000	23,700
1 - X -	80,000	90,000	100,000		
1 - Y -	23,300	23,000	23,000		
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	20,000	20,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	28,700	28,700			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman



- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
With maintain profile (only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	31,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	18,00 [kN/m³]
- Unit weight below phreatic:	20,00 [kN/m³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
No imaginary surface With submerging (only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
8	depot	1	1
7	zand 1	1	1
6	klei 1	1	1
5	zand 2	1	1
4	klei 2	1	1
3	zand 3	1	1
2	klei 3	1	1
1	zand 4	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	No	16,00	16,00
7	Yes	17,00	19,00
6	No	15,00	15,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	18,00	18,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	18,00	18,00
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]
8	1,00E-06
7	-
6	1,00E-08
5	-
4	1,00E-07
3	-
2	1,00E-06
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
8	-	-	1,00
7	-	-	1,00
6	-	-	1,00
5	-	-	1,00
4	-	-	1,00
3	-	-	1,00



Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
2	-	-	1,00
1	-	-	1,00

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
8	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	1,00E+00	1,00E+00
7	8,00E+02	2,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+00	1,00E+00
6	4,00E+01	1,00E+01	4,40E+02	1,10E+02	1,00E+00	1,00E+00
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+00	1,00E+00
4	8,00E+01	2,00E+01	9,60E+02	2,40E+02	1,00E+00	1,00E+00
3	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+00	1,00E+00
2	1,20E+02	3,00E+01	1,60E+03	4,00E+02	1,00E+00	1,00E+00
1	4,00E+03	1,00E+03	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+00	1,00E+00

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18,00	20,00
2	31	5,00	5,00

Load number	Co-ordinates [m]						
1 - X -	4,00	5,00	70,00	90,00	95,00	95,60	
1 - Y -	29,50	30,08	30,08	30,08	30,08	30,90	
2 - X -	4,00	5,00	70,00	90,00	95,00	95,60	
2 - Y -	29,50	30,23	30,23	30,23	30,23	30,90	

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	10,000	30,000	50,000	70,000	90,000



3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
29,51	0,001	0,000	0,001	11,820	0,000	11,820
29,41	1,700	0,000	1,700	13,523	0,000	13,523
29,31	3,400	0,000	3,400	15,223	0,000	15,223
29,21	5,100	0,000	5,100	16,922	0,000	16,922
29,11	6,800	0,000	6,800	18,622	0,000	18,622
29,01	8,500	0,000	8,500	20,321	0,000	20,321
28,91	10,200	0,000	10,200	22,021	0,000	22,021
28,81	11,900	0,000	11,900	23,720	0,000	23,720
28,71	13,600	0,000	13,600	25,419	0,296	25,419
28,70	13,770	0,000	13,770	25,982	0,394	25,589
28,61	15,480	0,883	14,597	27,688	1,274	26,415
28,51	17,380	1,864	15,516	29,584	2,252	27,332
28,50	17,475	1,913	15,562	29,678	2,301	27,378
28,00	27,070	6,867	20,203	39,246	7,241	32,005
27,50	36,570	11,772	24,798	48,708	12,135	36,573
Layer 6						
27,50	36,570	11,772	24,798	48,708	12,135	36,573
27,25	40,320	14,225	26,096	52,314	14,464	37,851
27,00	44,070	16,677	27,393	55,921	16,797	39,123
Layer 5						
27,00	44,070	16,677	27,393	55,921	16,797	39,124
26,50	54,070	21,582	32,488	65,852	21,699	44,153
26,00	64,070	26,487	37,583	75,763	26,601	49,162
Layer 4						
26,00	64,070	26,487	37,583	75,763	26,601	49,162
25,85	66,770	27,959	38,811	78,408	28,047	50,361
25,70	69,470	29,430	40,040	81,051	29,493	51,558
Layer 3						
25,70	69,470	29,430	40,040	81,052	29,493	51,558
25,35	76,470	32,864	43,606	87,971	32,925	55,046
25,00	83,470	36,297	47,173	94,883	36,357	58,526
Layer 2						
25,00	83,470	36,297	47,173	94,883	36,357	58,526
24,70	88,870	39,240	49,630	100,177	39,273	60,904
24,40	94,270	42,183	52,087	105,469	42,191	63,278
Layer 1						
24,40	94,270	42,183	52,087	105,470	42,191	63,278
23,60	111,070	50,031	61,039	122,034	50,037	71,997
22,60	132,070	59,841	72,229	142,729	59,845	82,884
22,20	140,470	63,765	76,705	151,007	63,768	87,239
21,40	157,270	71,613	85,657	167,568	71,615	95,953
20,40	178,270	81,423	96,847	188,284	81,424	106,861
20,00	186,670	85,347	101,323	196,576	85,347	111,229

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0079	0,0002
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0017
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,0003
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0003
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001



Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0359	0,0026

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
29,51	27,50	7	0,0079	0,0002	0,0085	0,43
27,50	27,00	6	0,0186	0,0017	0,0247	4,95
27,00	26,00	5	0,0005	0,0000	0,0006	0,06
26,00	25,70	4	0,0039	0,0003	0,0052	1,72
25,70	25,00	3	0,0003	0,0000	0,0003	0,05
25,00	24,40	2	0,0041	0,0003	0,0053	0,88
24,40	20,00	1	0,0006	0,0001	0,0008	0,02
Total			0,0359	0,0026	0,0455	

3.2 Results for Vertical 2 (X = 30,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
29,53	0,001	0,000	0,001	11,178	0,000	11,178
29,43	1,700	0,000	1,700	12,883	0,000	12,883
29,33	3,400	0,000	3,400	14,584	0,000	14,584
29,23	5,100	0,000	5,100	16,284	0,000	16,284
29,13	6,800	0,000	6,800	17,984	0,000	17,984
29,03	8,500	0,000	8,500	19,684	0,000	19,684
28,93	10,200	0,000	10,200	21,384	0,000	21,384
28,83	11,900	0,000	11,900	23,085	0,000	23,085
28,77	13,005	0,000	13,005	24,190	0,000	24,190
28,73	13,600	0,000	13,600	24,785	0,000	24,785
28,70	14,110	0,000	14,110	25,527	0,232	25,295
28,63	15,440	0,687	14,753	26,856	0,917	25,939
28,53	17,340	1,668	15,672	28,753	1,895	26,858
28,00	27,410	6,867	20,543	38,814	7,081	31,734
Layer 6						
28,00	27,410	6,867	20,543	38,814	7,081	31,734
27,88	29,285	8,093	21,192	40,621	8,237	32,384
27,75	31,160	9,319	21,840	42,429	9,395	33,034
Layer 5						
27,75	31,160	9,320	21,841	42,429	9,395	33,034
26,88	48,660	17,903	30,757	59,932	17,973	41,959
26,00	66,160	26,487	39,673	77,437	26,552	50,885
Layer 4						
26,00	66,160	26,487	39,673	77,437	26,552	50,885
25,85	68,860	27,959	40,901	80,114	27,999	52,115
25,70	71,560	29,430	42,130	82,793	29,448	53,345
Layer 3						
25,70	71,560	29,430	42,130	82,793	29,448	53,345
24,98	86,060	36,542	49,518	97,297	36,557	60,740
24,25	100,560	43,654	56,906	111,801	43,666	68,135
Layer 2						
24,25	100,560	43,655	56,906	111,801	43,666	68,135
24,23	101,010	43,900	57,110	112,249	43,909	68,340
24,20	101,460	44,145	57,315	112,698	44,153	68,545
Layer 1						
24,20	101,460	44,145	57,315	112,698	44,153	68,545
23,50	116,160	51,012	65,148	127,402	51,018	76,384
22,50	137,160	60,822	76,338	148,407	60,826	87,581
22,10	145,560	64,746	80,814	156,809	64,749	92,060
21,40	160,260	71,613	88,647	171,511	71,615	99,896



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
20,40	181,260	81,423	99,837	192,512	81,424	111,088
20,00	189,660	85,347	104,313	200,912	85,347	115,565

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0067	0,0001
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0106	0,0010
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0001
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0003
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0232	0,0016

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
29,53	28,00	7	0,0067	0,0001	0,0072	0,47
28,00	27,75	6	0,0106	0,0010	0,0140	5,62
27,75	26,00	5	0,0009	0,0001	0,0011	0,07
26,00	25,70	4	0,0036	0,0003	0,0048	1,60
25,70	24,25	3	0,0005	0,0000	0,0006	0,04
24,25	24,20	2	0,0003	0,0000	0,0004	0,77
24,20	20,00	1	0,0006	0,0001	0,0008	0,02
Total			0,0232	0,0016	0,0290	

3.3 Results for Vertical 3 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
29,52	0,001	0,000	0,001	11,385	0,000	11,385
29,42	1,700	0,000	1,700	13,084	0,000	13,084
29,32	3,400	0,000	3,400	14,784	0,000	14,784
29,22	5,100	0,000	5,100	16,486	0,000	16,486
29,12	6,800	0,000	6,800	18,187	0,000	18,187
29,02	8,500	0,000	8,500	19,889	0,000	19,889
28,92	10,200	0,000	10,200	21,590	0,000	21,590
28,89	10,795	0,000	10,795	22,186	0,000	22,186
28,82	11,900	0,000	11,900	23,291	0,000	23,291
28,72	13,600	0,000	13,600	25,079	0,088	24,991
28,70	13,940	0,000	13,940	25,614	0,284	25,331
28,62	15,460	0,785	14,675	27,131	1,066	26,065
28,52	17,360	1,766	15,594	29,026	2,044	26,982
28,25	22,490	4,415	18,075	34,140	4,685	29,454
Layer 6						
28,25	22,490	4,415	18,076	34,140	4,685	29,454
28,13	24,365	5,641	18,724	35,931	5,834	30,098
28,00	26,240	6,867	19,373	37,725	6,984	30,741
Layer 5						
28,00	26,240	6,867	19,373	37,725	6,984	30,741
27,25	41,240	14,225	27,016	52,679	14,335	38,344
26,50	56,240	21,582	34,658	67,633	21,688	45,945
Layer 4						
26,50	56,240	21,582	34,658	67,633	21,688	45,945
26,35	58,940	23,053	35,886	70,297	23,133	47,165
26,20	61,640	24,525	37,115	72,963	24,578	48,385
Layer 3						



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
26,20	61,640	24,525	37,115	72,963	24,578	48,385
25,35	78,640	32,864	45,776	89,914	32,912	57,002
24,50	95,640	41,202	54,438	106,871	41,247	65,623
Layer 2						
24,50	95,640	41,202	54,438	106,871	41,248	65,623
24,25	100,140	43,654	56,486	111,340	43,681	67,660
24,00	104,640	46,107	58,533	115,811	46,114	69,697
Layer 1						
24,00	104,640	46,107	58,533	115,811	46,114	69,697
23,00	125,640	55,917	69,723	136,774	55,922	80,852
22,00	146,640	65,727	80,913	157,749	65,730	92,019
21,00	167,640	75,537	92,103	178,737	75,538	103,199
20,00	188,640	85,347	103,293	199,740	85,347	114,393

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0062	0,0001
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0119	0,0011
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0001
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0003
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0002
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0272	0,0019

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
29,52	28,25	7	0,0062	0,0001	0,0066	0,52
28,25	28,00	6	0,0119	0,0011	0,0157	6,27
28,00	26,50	5	0,0009	0,0001	0,0011	0,07
26,50	26,20	4	0,0041	0,0003	0,0054	1,81
26,20	24,50	3	0,0006	0,0000	0,0008	0,05
24,50	24,00	2	0,0030	0,0002	0,0039	0,78
24,00	20,00	1	0,0005	0,0001	0,0007	0,02
Total			0,0272	0,0019	0,0342	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 70,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
29,77	0,001	0,000	0,001	7,147	0,000	7,147
29,67	1,700	0,000	1,700	9,317	0,000	9,317
29,57	3,400	0,000	3,400	11,009	0,000	11,009
29,47	5,100	0,000	5,100	12,594	0,000	12,594
29,37	6,800	0,000	6,800	14,229	0,000	14,229
29,27	8,500	0,000	8,500	15,919	0,000	15,919
29,17	10,200	0,000	10,200	17,651	0,000	17,651
29,14	10,821	0,000	10,821	18,292	0,000	18,292
29,07	11,900	0,000	11,900	19,413	0,000	19,413
28,97	13,600	0,000	13,600	21,198	0,000	21,198
28,87	15,300	0,000	15,300	23,000	0,000	23,000
28,77	17,000	0,000	17,000	24,816	0,000	24,816
28,70	18,242	0,000	18,242	26,399	0,249	26,150
28,50	22,042	1,962	20,080	30,475	2,208	28,267
Layer 6						
28,50	22,042	1,962	20,080	30,475	2,208	28,267



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
28,38	23,917	3,188	20,728	32,485	3,378	29,107
28,25	25,792	4,415	21,377	34,506	4,549	29,957
Layer 5						
28,25	25,792	4,415	21,377	34,506	4,549	29,957
27,43	42,292	12,508	29,784	52,492	12,637	39,855
26,60	58,792	20,601	38,191	70,594	20,726	49,867
Layer 4						
26,60	58,792	20,601	38,191	70,594	20,726	49,868
26,45	61,492	22,073	39,419	73,559	22,172	51,388
26,30	64,192	23,544	40,648	76,524	23,617	52,907
Layer 3						
26,30	64,192	23,544	40,648	76,524	23,617	52,907
25,77	74,692	28,694	45,997	88,018	28,765	59,253
25,27	84,692	33,599	51,092	98,927	33,667	65,260
24,75	95,192	38,749	56,442	110,334	38,815	71,519
24,25	105,192	43,654	61,537	121,146	43,718	77,428
Layer 2						
24,25	105,192	43,655	61,537	121,146	43,718	77,429
23,98	110,142	46,352	63,789	126,495	46,389	80,106
23,70	115,092	49,050	66,042	131,828	49,060	82,768
Layer 1						
23,70	115,092	49,050	66,042	131,829	49,060	82,768
22,75	135,042	58,370	76,672	153,066	58,377	94,689
21,85	153,942	67,198	86,743	173,013	67,203	105,810
20,90	173,892	76,518	97,374	193,896	76,520	117,375
20,00	192,792	85,347	107,445	213,530	85,347	128,183

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0001
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0085	0,0008
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0040	0,0003
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,0003
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0001
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0238	0,0017

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
29,77	28,50	7	0,0048	0,0001	0,0051	0,40
28,50	28,25	6	0,0085	0,0008	0,0113	4,52
28,25	26,60	5	0,0008	0,0000	0,0010	0,06
26,60	26,30	4	0,0040	0,0003	0,0053	1,75
26,30	24,25	3	0,0008	0,0001	0,0010	0,05
24,25	23,70	2	0,0042	0,0003	0,0054	0,98
23,70	20,00	1	0,0007	0,0001	0,0010	0,03
Total			0,0238	0,0017	0,0302	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 90,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 3						
30,16	0,001	0,000	0,001	0,165	0,000	0,165
30,06	1,800	0,000	1,800	6,326	0,000	6,326
29,96	3,600	0,000	3,600	8,128	0,000	8,128



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
29,86	5,400	0,000	5,400	9,949	0,000	9,949
29,76	7,200	0,000	7,200	11,813	0,000	11,813
29,66	9,000	0,000	9,000	13,730	0,000	13,730
29,56	10,800	0,000	10,800	15,699	0,000	15,699
29,46	12,600	0,000	12,600	17,708	0,000	17,708
29,36	14,400	0,000	14,400	19,746	0,000	19,746
29,26	16,200	0,000	16,200	21,803	0,000	21,803
29,16	18,000	0,000	18,000	23,872	0,000	23,872
28,70	26,280	0,000	26,280	33,515	0,074	33,441
27,73	45,680	9,516	36,164	55,600	9,585	46,015
26,83	63,680	18,345	45,335	75,865	18,410	57,455
25,90	82,280	27,468	54,812	96,482	27,529	68,954
24,90	102,280	37,278	65,002	118,280	37,334	80,946
23,90	122,280	47,088	75,192	139,733	47,140	92,593
23,50	130,280	51,012	79,268	148,229	51,062	97,167
Layer 2						
23,50	130,280	51,012	79,268	148,229	51,062	97,167
23,25	134,780	53,465	81,316	152,996	53,493	99,503
23,00	139,280	55,917	83,363	157,748	55,924	101,823
Layer 1						
23,00	139,280	55,917	83,363	157,748	55,925	101,823
22,20	156,080	63,765	92,315	175,315	63,770	111,544
21,50	170,780	70,632	100,148	190,570	70,636	119,935
20,80	185,480	77,499	107,981	205,731	77,501	128,230
20,00	202,280	85,347	116,933	222,954	85,347	137,607

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0002
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,0003
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070	0,0005

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
30,16	23,50	3	0,0031	0,0002	0,0039	0,06
23,50	23,00	2	0,0034	0,0003	0,0044	0,87
23,00	20,00	1	0,0005	0,0001	0,0008	0,03
Total			0,0070	0,0005	0,0090	



4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	10,00	0,00	29,51	0,046
2	30,00	0,00	29,53	0,029
3	50,00	0,00	29,52	0,034
4	70,00	0,00	29,77	0,030
5	90,00	0,00	30,16	0,009

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,030	66,742	0,015
	60	0,038	82,646	0,008
	90	0,040	86,860	0,006
2	30	0,023	78,649	0,006
	60	0,026	88,255	0,003
	90	0,026	89,286	0,003
3	30	0,027	77,862	0,008
	60	0,030	87,854	0,004
	90	0,030	88,918	0,004
4	30	0,023	76,857	0,007
	60	0,026	87,691	0,004
	90	0,027	88,777	0,003
5	30	0,007	80,632	0,002
	60	0,008	87,769	0,001
	90	0,008	88,763	0,001

End of Report

Bijlage 7

Richtlijnen uitvoering



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.