

Ontwerp advies fundering

KTN Holtum Radici Verloren van Themaatweg Born
GA200507.R01.V2.0

17 september 2020



VERLEEND o.v.

Behoort bij besluit van
Burgemeester en Wethouders

Zaaknummer : **Om20.0462**
Documentnummer : **20ink10336**
Datum besluit : **23 maart 2022**

 Gemeente
Sittard-Geleen
Born


GEONIUS

Ontwerp advies fundering

KTN Holtum Radici Verloren van Themaatweg Born

Documentnummer GA200507.R01.V2.0

17 september 2020

Opdrachtgever

Langen Holding B.V.

Business Park Stein

6181MA Elsloo

Constructeur

Adviesbureau Xtra

Sportlaan 8

6141 BR Limbricht

Auteurs

Projectleider Geotechniek ing. R.J.A. Huijts

Collegiale toets ir. N.P.A.W. Kelleners

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Projectleider Geotechniek	ing. R.J.A. Huijts	
Collegiale toets	ir. N.P.A.W. Kelleners	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Beschrijving	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten	5
3	Grondonderzoek	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Diepsonderingen	6
3.3	Boringen	6
3.4	Doorlatendheidsmetingen	7
3.5	Inmeting	7
4	Grondslag	8
4.1	Terreingesteldheid	8
4.2	Bodemopbouw	8
4.3	Grondwater	8
4.4	Doorlatendheid	9
5	Infiltratie hemelwater	10
5.1	Toetsing	10
5.2	Conclusie	11
6	Ontwerpadvies	12
6.1	Algemeen	12
6.2	Fundering op staal	12
7	Uitvoering	14
7.1	Ontgravingen	14

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Richtlijnen uitvoering

1 Inleiding

Door Langen Holding B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een geotechnisch en een infiltratie onderzoek uit te voeren en een ontwerpadvies voor de fundering op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van Silo's op het terrein van Katoen Natie aan de Verloren Themaatweg te Born.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en het ontwerpadvies voor de fundering. Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

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

2 Projectbeschrijving

2.1 Beschrijving

Aan de Verloren Themaatweg 9 is de nieuwbouw van 192 silo's gepland. De silo's zijn verdeeld in 2 batterijen. Silo batterij 1 voorziet in 64 silo's. Silo batterij 2 voorziet in 128 silo's. Daarnaast wordt het terrein opnieuw ingericht. Voor het ontwerpadvies voor de funderingen van de geplande silo's zijn door ons de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Het bouwpeil van de silo's is door de opdrachtgever aangegeven en bedragen:
 - Silo batterij 01: NAP +30,50 m;
 - Silo batterij 02: NAP +30,70 m;
- De silo's worden op een plaatfundering geplaatst met een plaatdikte van ca. 1,0 m. Het aanlegniveau van de fundering ligt derhalve ca. 1,0 m onder bovengenoemd peil;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door de constructeur opgegeven en bedragen puntlasten F_d van ca. 6.000 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.
- Voor meer informatie omtrent de milieukundige gesteldheid wordt verwezen naar de rapportage van Geonius Milieu bv. met kenmerk MA200412;

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

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

2.2 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.

3 Grondonderzoek

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in juli 2019 in totaal 19 diepsonderingen, 2 handboringen en 6 machinale boringen uitgevoerd. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

3.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA200507 SW01 t/m SW19. 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 ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 3.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

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

3.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en ten behoeve van het infiltratie onderzoek zijn op de locatie tevens een 8-tal boringen (genummerd GA200507 HB01, HB02 en MB01 t/m MB06) tot ca. 4,0 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geassocieerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

3.4 Doorlatendheidsmetingen

In de machinale boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA200507 DM01 t/m DM06 en zijn opgenomen in bijlagen. Omdat de doorlatendheidsproeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

3.5 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA200507.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Ter referentie is tevens de hoogte van vuilwaterput Put A meegenomen. Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

4 Grondslag

4.1 Terreingesteldheid

Het terrein is lag ten tijde van het onderzoek braak. Het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten lag op een niveau van ca. NAP +30,4 m tot NAP +30,8 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,4 m.

4.2 Bodemopbouw

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

Toplaag:

Vanaf maaiveld wordt tot ca. NAP +27,0 m à 28,7 m een week en zettingsgevoelig pakket aangetroffen. Het betreft hierbij een mixture van leem, klei en zandlagen. De conusweerstand in dit pakket variëren van minder dan 1,0 MPa voor de weke klei leemlagen en lopen op tot meer dan 6 MPa in de zandlagen. In de toplaag wordt plaatselijk nog een vast funderingspakket aangetroffen van de huidige verharding.

Onderlaag:

Tot de maximaal verkende diepte van NAP +23,5 m worden vaste tot zeer vaste zand/zandgrindlagen aangetroffen. De conusweerstand lopen in dit pakket op tot waarden van meer dan 30 à 40 MPa. De diepsonderingen zijn in dit pakket gestrand als gevolg van het bereiken van de totaal druk.

4.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 4,3 à 4,4 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +26,1 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

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.

4.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen zijn 6 proeven uitgevoerd. Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 4.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 4.1: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	Klei, zwak zandig	0,00 – 0,01
DM02	3,0 – 4,0	+26,4 - +27,4	Zand, zandgrind	2,4 – 5,4
DM03	3,0 – 4,0	+26,5 - +27,5	Zand, zandgrind	5,7 – 7,7
DM04	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	Grind, zeer grof	3,5 – 14,0
DM05	3,0 – 4,0	+26,6 - +27,6	Grind, zeer grof	6,5 – 8,0
DM06	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	Grind, zeer grof	23,9 -37,9

5 Infiltratie hemelwater

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

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

5.1 Toetsing

In Tabel 5.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1^{ste} eis voldoet.

Tabel 5.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevend doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	0,00	Zeer slecht	Nee
DM02	3,0 – 4,0	+26,4 - +27,4	2,4	Goed	Ja
DM03	3,0 – 4,0	+26,5 - +27,5	5,7	Goed	Ja
DM04	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	3,5	Goed	Ja
DM05	3,0 – 4,0	+26,6 - +27,6	6,5	Goed	Ja
DM06	3,0 – 4,0	+26,8 - +27,8	23,9	Zeer goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater is aangetroffen op een diepte van ca. 4,3 m- à 4,4 m- maaiveld ofwel NAP +26,15 m.

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

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort, met uitzondering van DM01, tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen silthoudende ondergrond). Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.

2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort, met uitzondering van DM01, tot de mogelijkheden, maar zal gecombineerd moeten worden met infiltratie elementen naar de diepere zandgrindlagen. Daarbij zal deze oplossing ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Dit behoort, met uitzondering van DB01, tot de mogelijkheden. Wij adviseren om de voorziening te allen tijde minimaal 0,5 m in de zandgrind te plaatsen.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar de diepere zand/zandgrindlagen. Dit behoort tot de mogelijkheden, echter gezien de grondwaterstand in de zandgrind, zal dit weinig effectief zijn.

5.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. Met uitzondering van DB01, is de doorlatendheid van de ondergrond voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten en/of grindkoffers. Het infiltratie systeem zal tenminste 0,5 m in de goed doorlatende zandgrind geplaatst moeten worden. Indien gewenst kan een infiltratievoorziening in het kader van een vervolgopdracht voor u worden uitgewerkt.

6 Ontwerpadvies

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw kan zowel een fundering op staal als een fundering op palen worden toegepast. Als gevolg van de hoge belastingen zal bij een fundering op palen lange palen noodzakelijk zijn om de belastingen te kunnen opnemen. De palen zullen echter diep in de vaste zand/zandgrindlagen geplaatst moeten worden om de benodigde draagkracht te kunnen genereren. Daarnaast is voor ene paalfundering aanvullend onderzoek noodzakelijk om de diepere ondergrond te verkennen.

Omdat de vaste zandgrind lagen op de locatie relatief ondiep onder maaiveld aanwezig zijn, is in overleg met de opdrachtgever en constructeur een fundering op staal verder uitgewerkt. Onderstaand is de fundering op staal verder uitgewerkt.

6.2 Fundering op staal

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

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 10,0 MN/m³ voor de belaste delen van de plaat. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In Tabel 6.1 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 6.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
Silo batterij 01				
SW03	+30,41	+30,50	+29,50	+28,50
SW04	+30,54	+30,50	+29,50	+28,50
SW08	+30,47	+30,50	+29,50	+28,40
SW09	+30,47	+30,50	+29,50	+28,40
SW13	+30,54	+30,50	+29,50	+28,50
SW14	+30,51	+30,50	+29,50	+28,25
SW18	+30,52	+30,50	+29,50	+28,90
SW19	+30,53	+30,50	+29,50	+28,70
Silo batterij 02				
SW01	+30,53	+30,70	+29,70	+26,90
SW02	+30,72	+30,70	+29,70	+28,20
SW05	+30,75	+30,70	+29,70	+28,20

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
SW06	+30,61	+30,70	+29,70	+27,20
SW07	+30,79	+30,70	+29,70	+28,40
SW10	+30,71	+30,70	+29,70	+28,50
SW11	+30,57	+30,70	+29,70	+27,70
SW12	+30,80	+30,70	+29,70	+28,50
SW15	+30,72	+30,70	+29,70	+28,75
SW16	+30,69	+30,70	+29,70	+28,25
SW17	+30,76	+30,70	+29,70	+28,90

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 het schone en vaste zand/zandgrind 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.

Bij bovenstaande wijze van funderen bedraagt de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak maximaal 500 kN/m². De afmeting van de plaat dient hierbij minimaal een afmeting te hebben ca. 3 x 3 m. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een permanente gronddekking van minimaal 1,0 m en een tijdelijke hoge grondwaterstand.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 30 tot 35 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient, na omrekening voor de funderingsbreedte, 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).

7 Uitvoering

7.1 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. Wel kan tijdens natte perioden wateroverlast in de bouwput ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit stagnerend regenwater kan echter worden afgepompt.

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.

Bij het ontgraven van de poeren/putringen dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing. Het is aanbevelenswaardig om vooraf de aard van de bestaande funderingen (op palen/op staal, aanlegdiepte) vast te stellen middels het graven van enkele (kleine) proefgaten vlak naast deze funderingen. In geen geval mag de gehele fundering worden vrij gegraven. Desgewenst kan ons bureau in dat stadium nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering om stabiliteitsverlies van de bestaande te voorkomen.

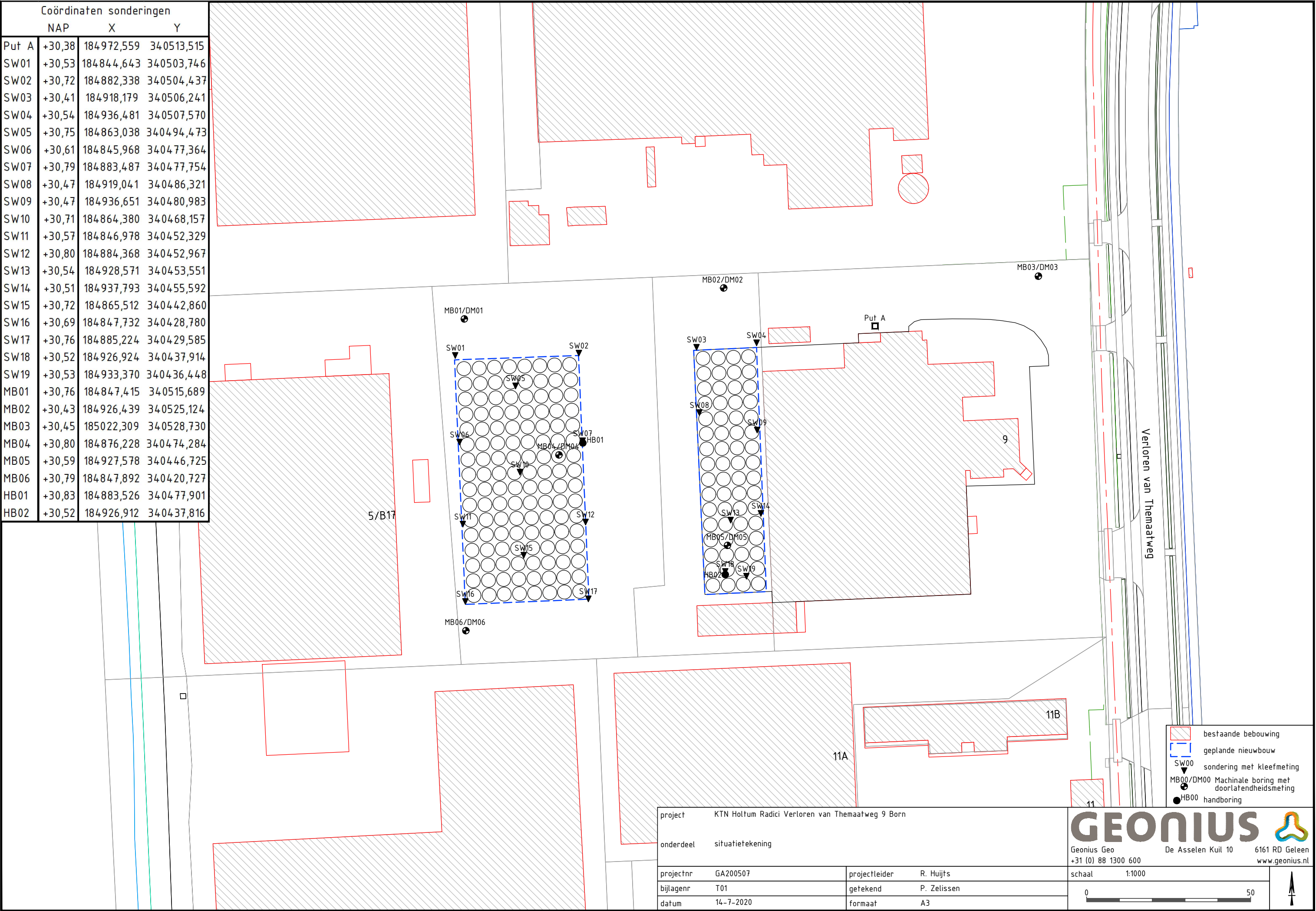
De ontgravingswerkzaamheden dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van de put moet na het ontgraven worden vermeden. Zie ook de richtlijnen grondverbeteringen in de bijlagen.

Alle ontgravingsvlakken dienen 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 nageatrild met een lichte trilplaat. Op deze wijze wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

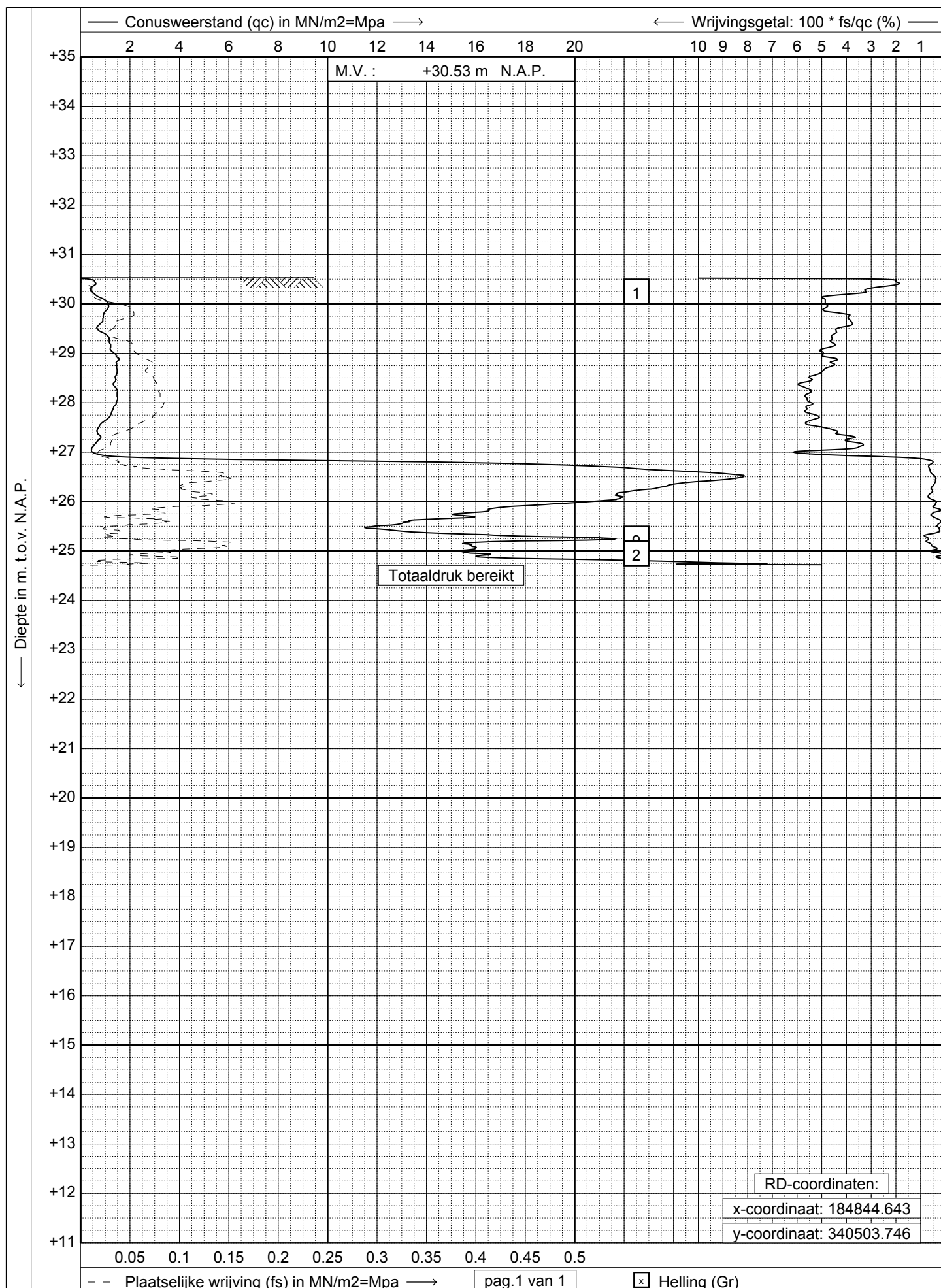
Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst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

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
Put A	+30,38	184972,559	340513,515
SW01	+30,53	184844,643	340503,746
SW02	+30,72	184882,338	340504,437
SW03	+30,41	184918,179	340506,241
SW04	+30,54	184936,481	340507,570
SW05	+30,75	184863,038	340494,473
SW06	+30,61	184845,968	340477,364
SW07	+30,79	184883,487	340477,754
SW08	+30,47	184919,041	340486,321
SW09	+30,47	184936,651	340480,983
SW10	+30,71	184864,380	340468,157
SW11	+30,57	184846,978	340452,329
SW12	+30,80	184884,368	340452,967
SW13	+30,54	184928,571	340453,551
SW14	+30,51	184937,793	340455,592
SW15	+30,72	184865,512	340442,860
SW16	+30,69	184847,732	340428,780
SW17	+30,76	184885,224	340429,585
SW18	+30,52	184926,924	340437,914
SW19	+30,53	184933,370	340436,448
MB01	+30,76	184847,415	340515,689
MB02	+30,43	184926,439	340525,124
MB03	+30,45	185022,309	340528,730
MB04	+30,80	184876,228	340474,284
MB05	+30,59	184927,578	340446,725
MB06	+30,79	184847,892	340420,727
HB01	+30,83	184883,526	340477,901
HB02	+30,52	184926,912	340437,816



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 : KTN Holtum Radici

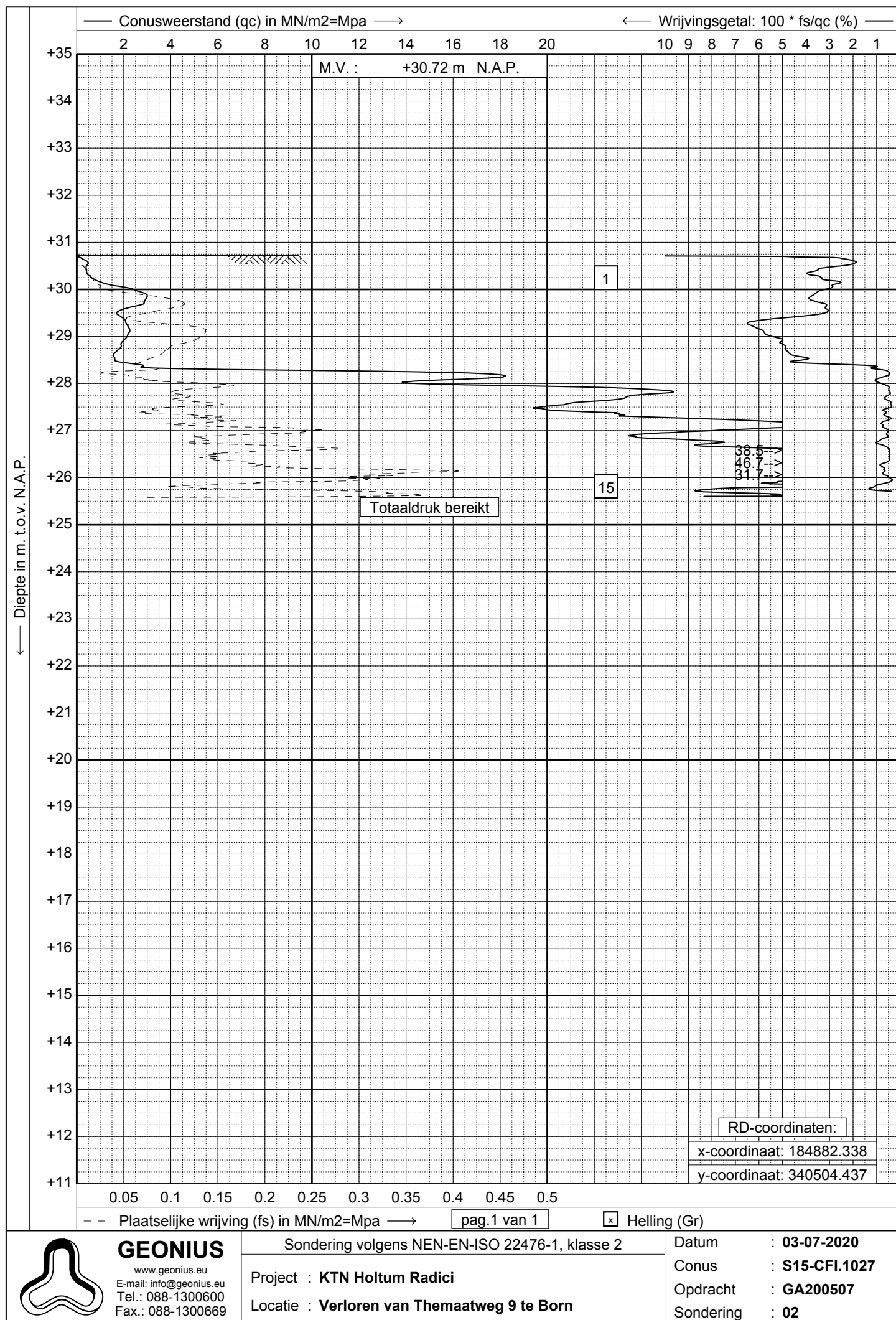
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

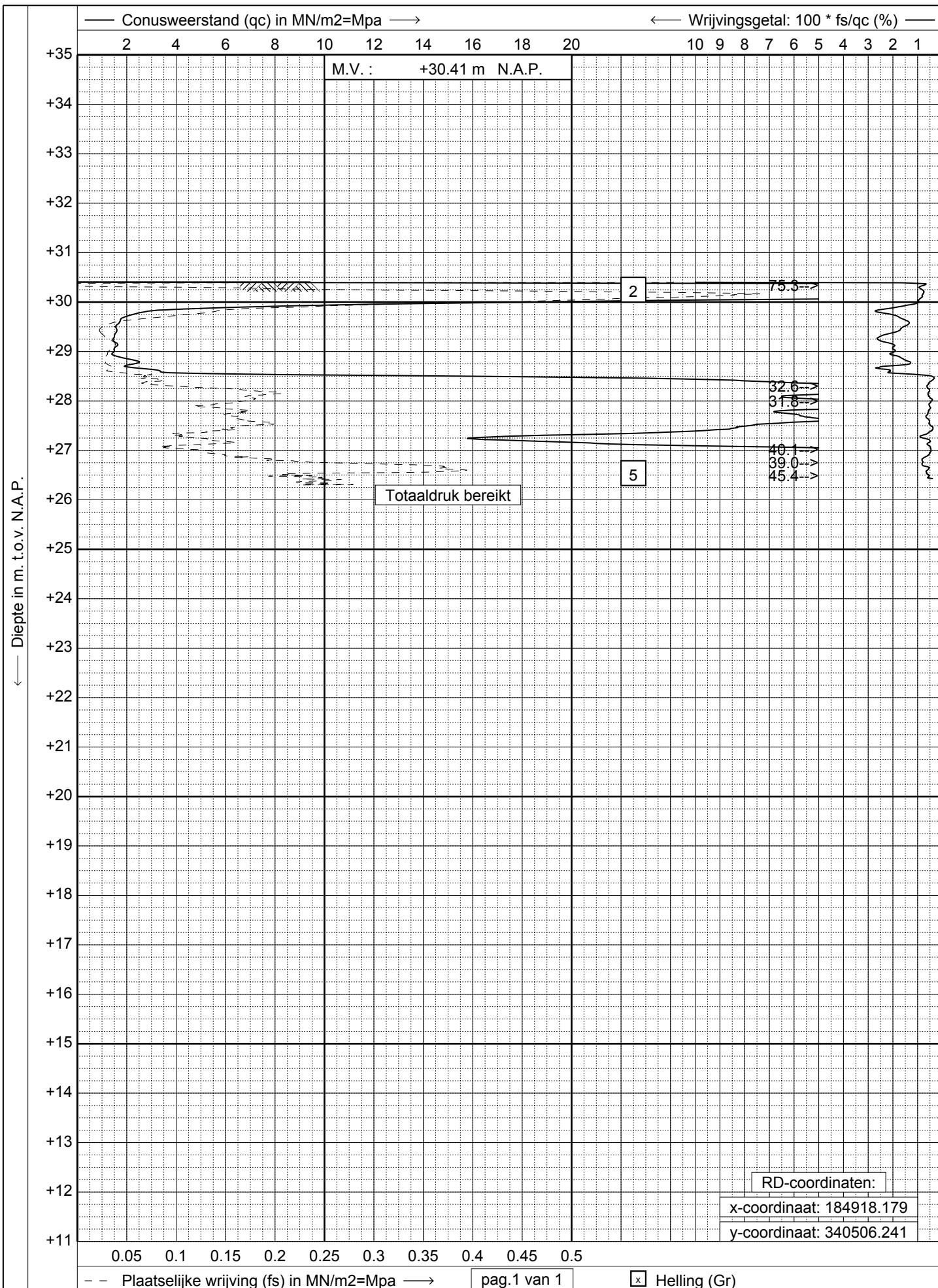
Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

Sondering : 01





GEONIUS

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

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

Project : KTN Holtum Radici

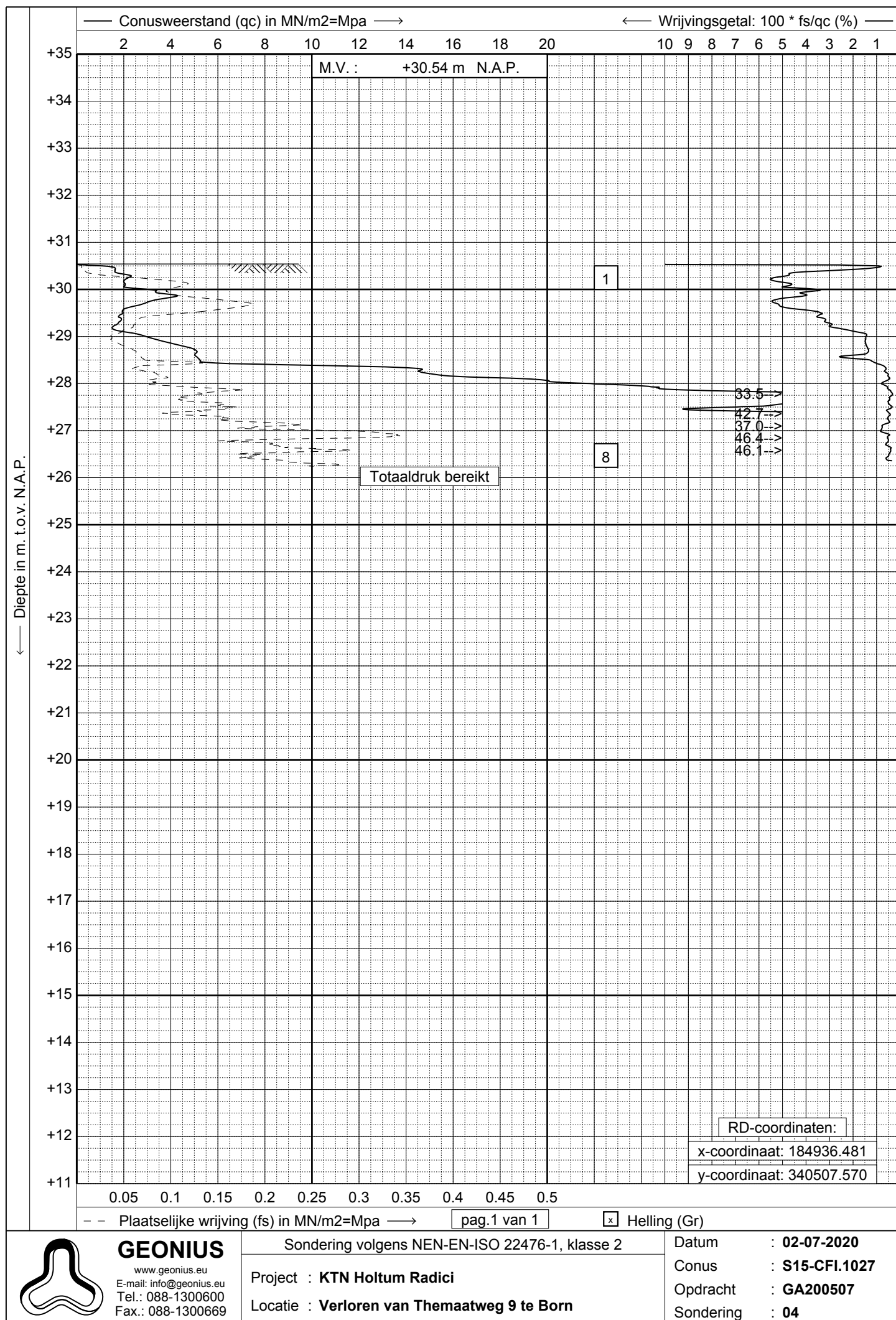
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

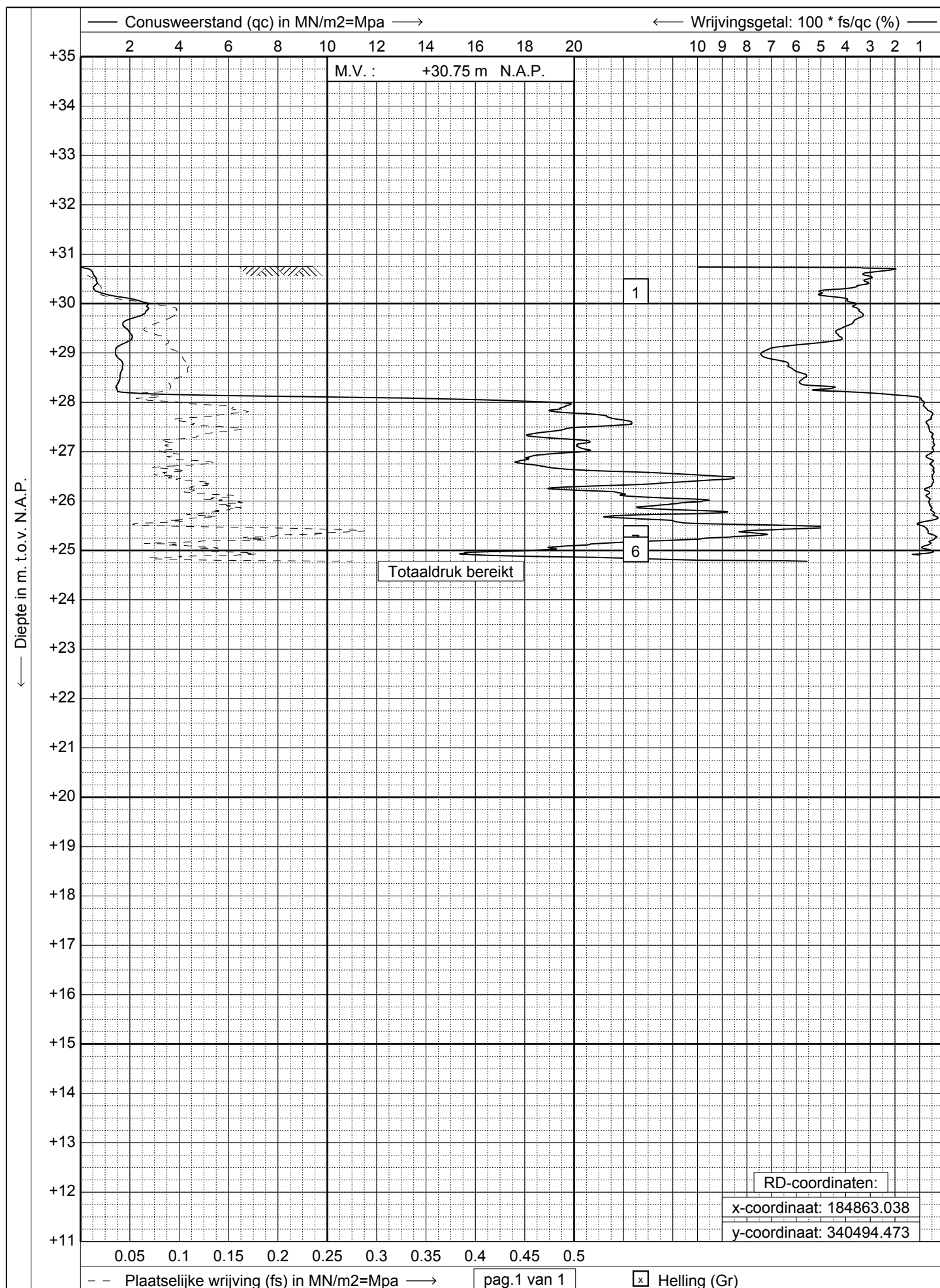
Datum : 02-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

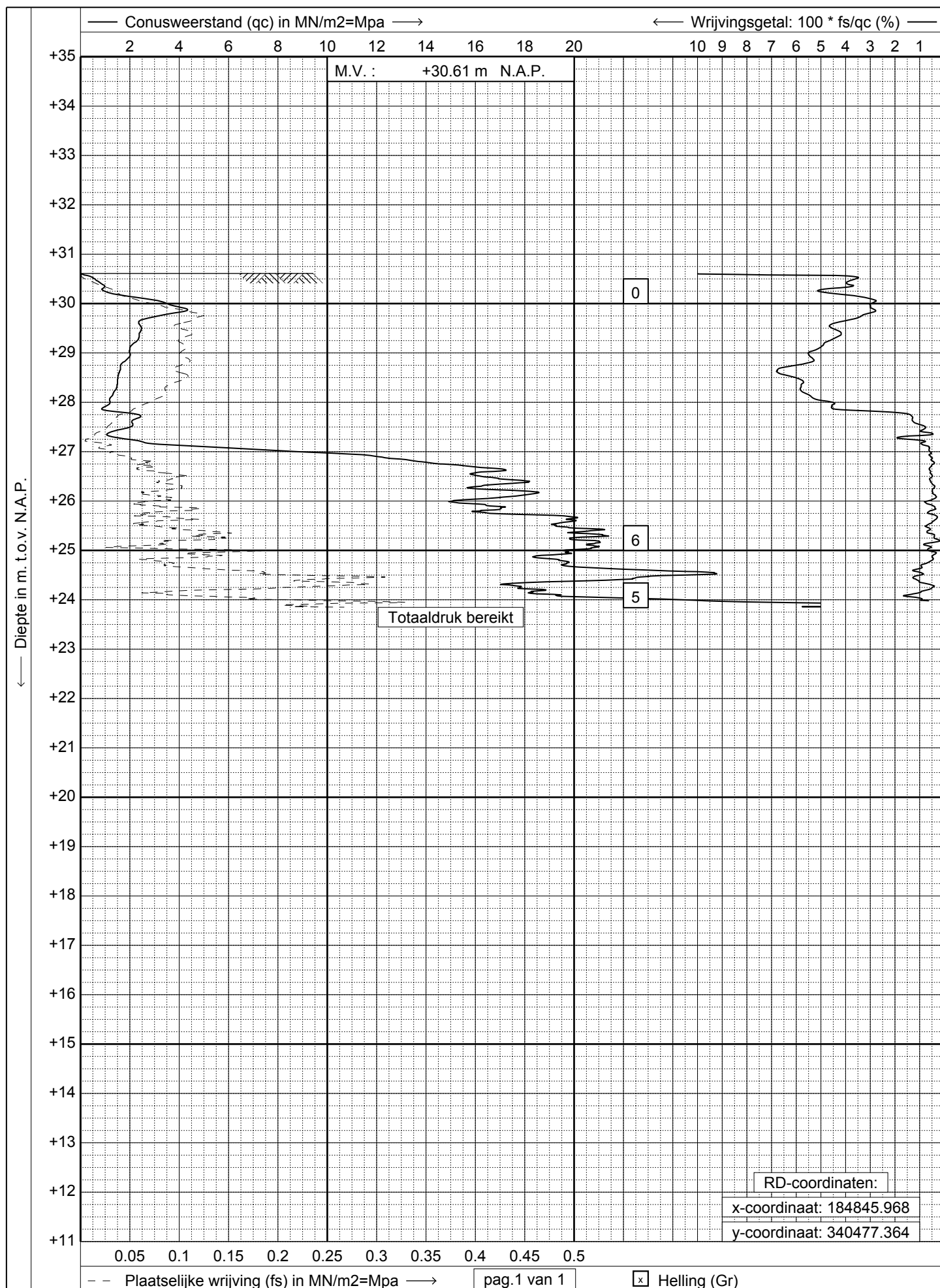
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

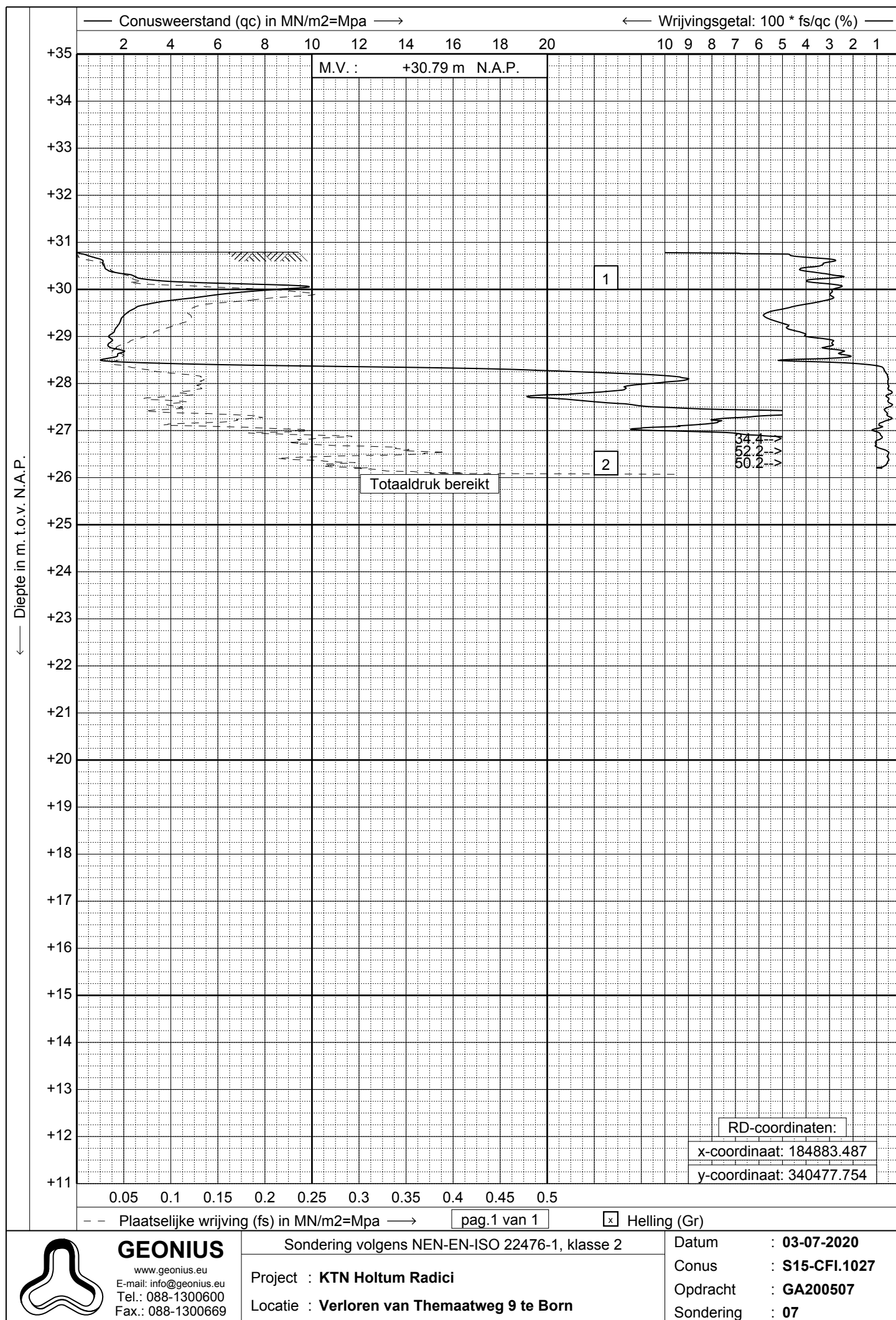
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

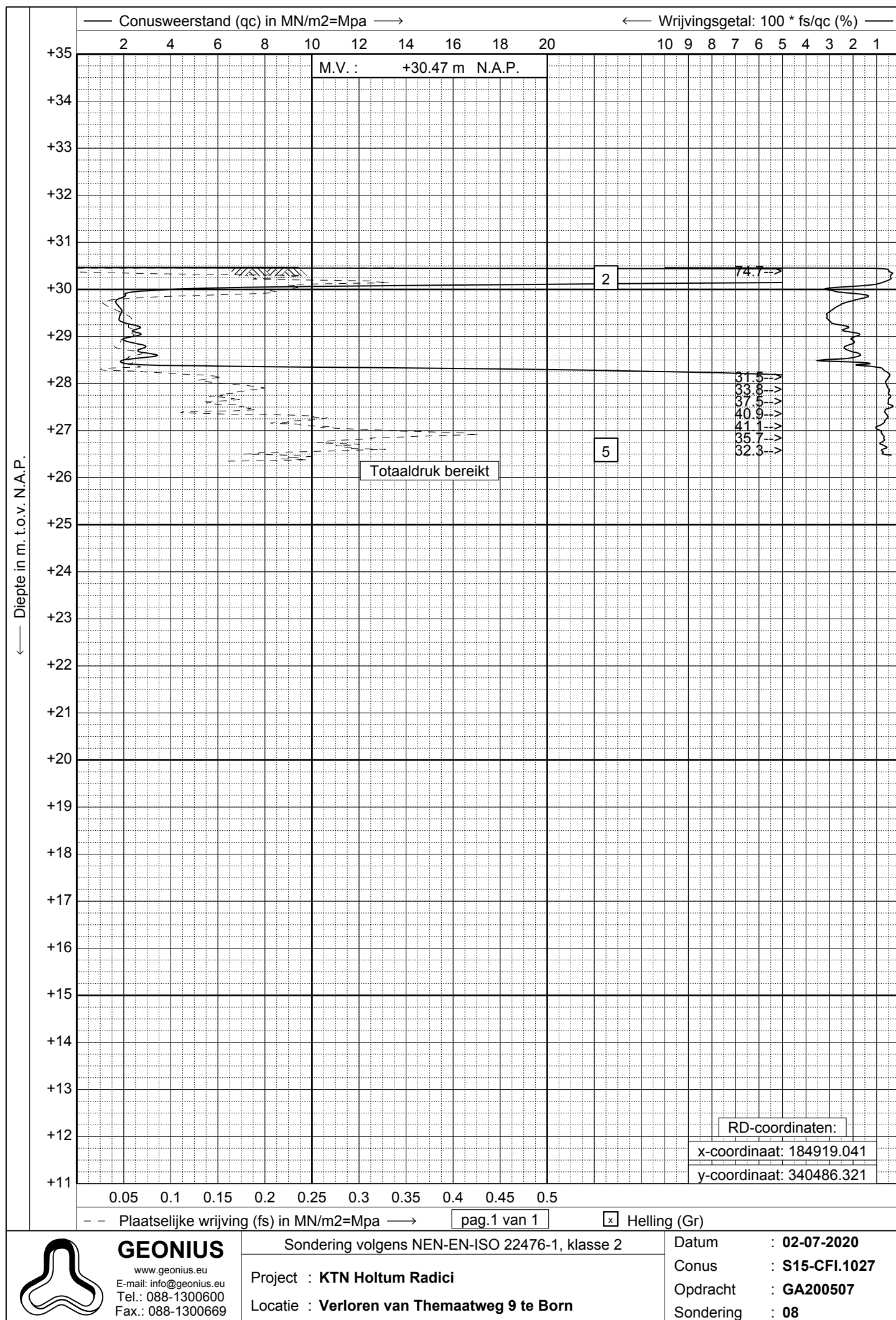
Datum : 03-07-2020

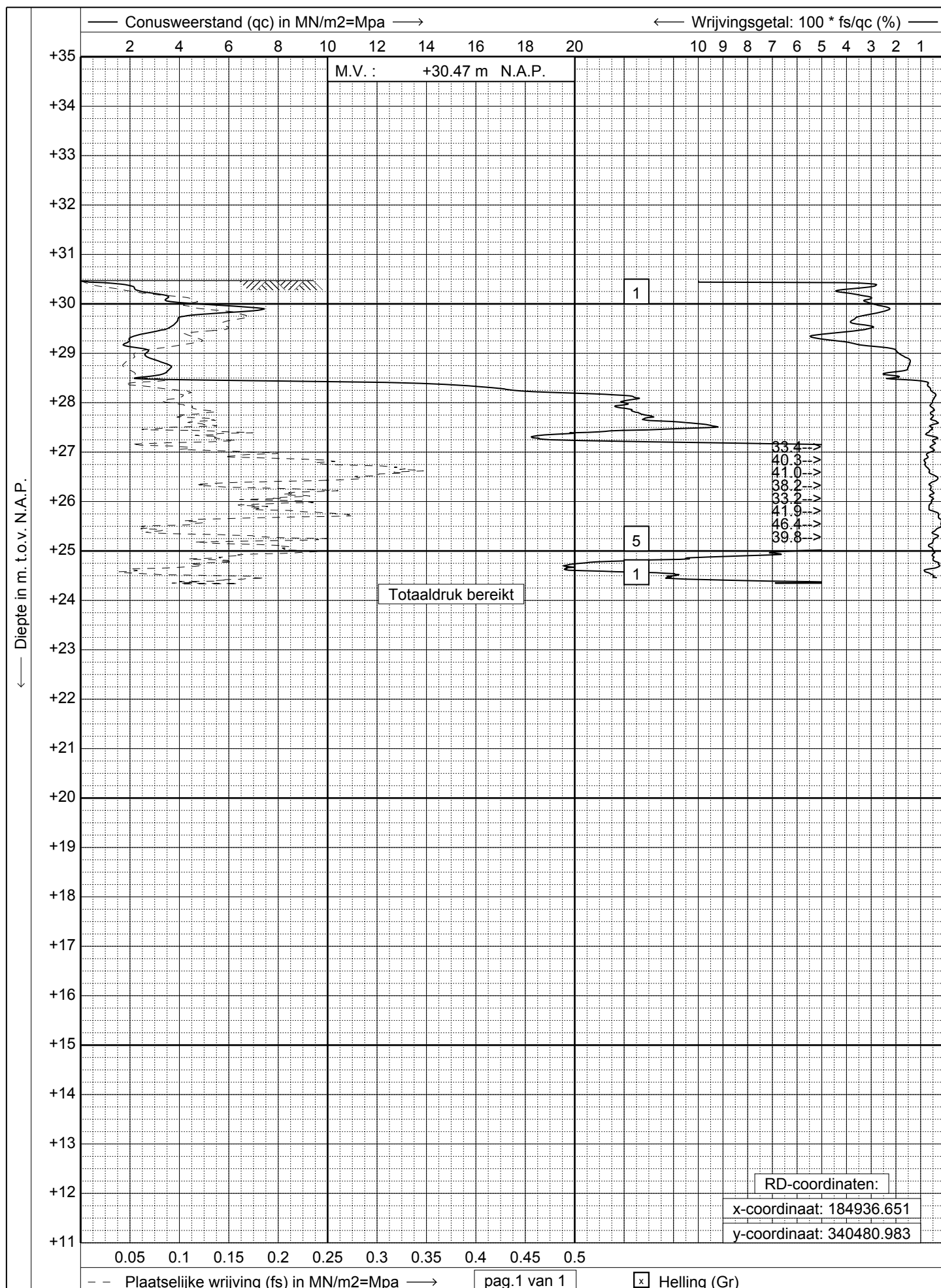
Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

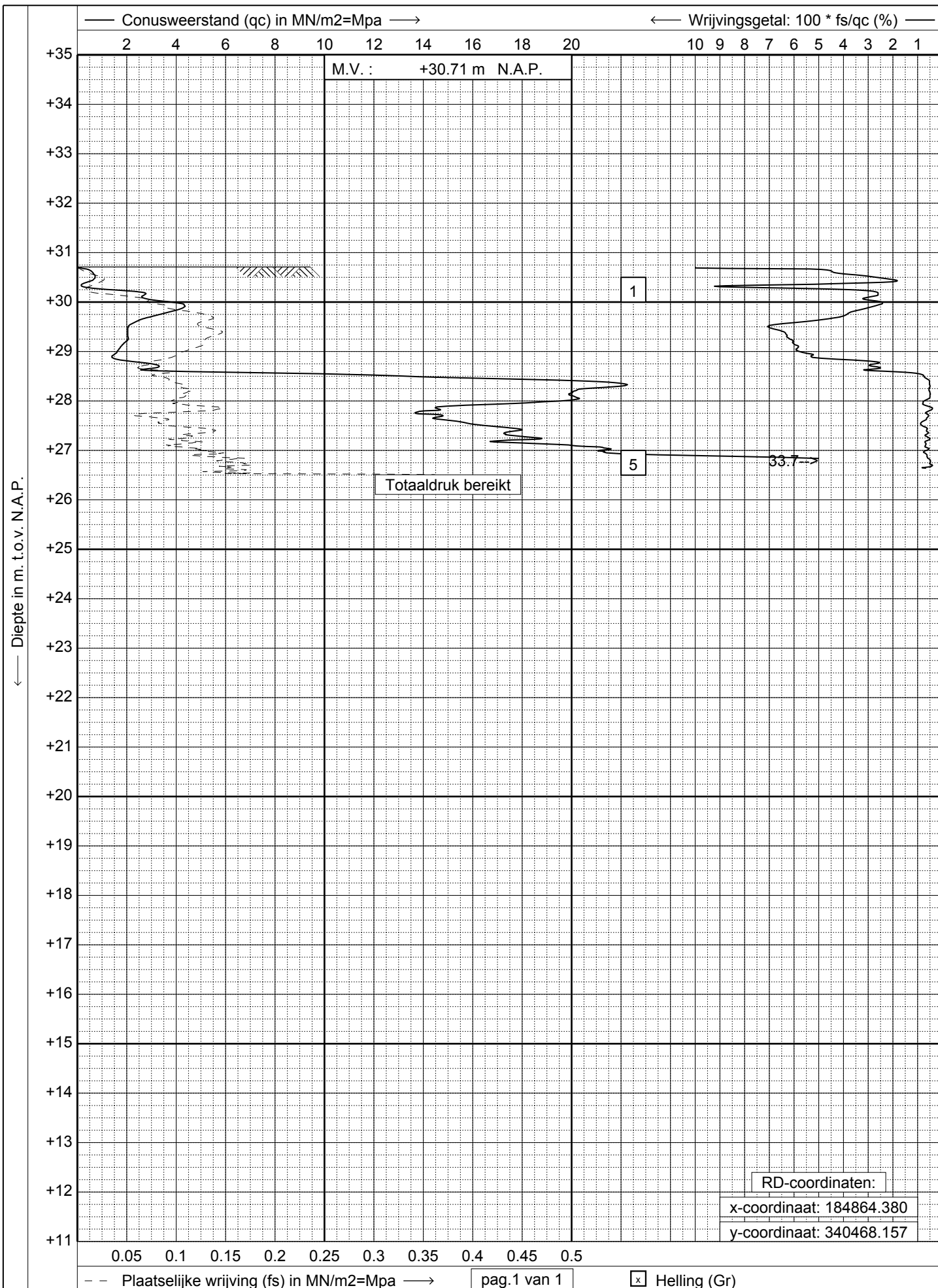
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 02-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

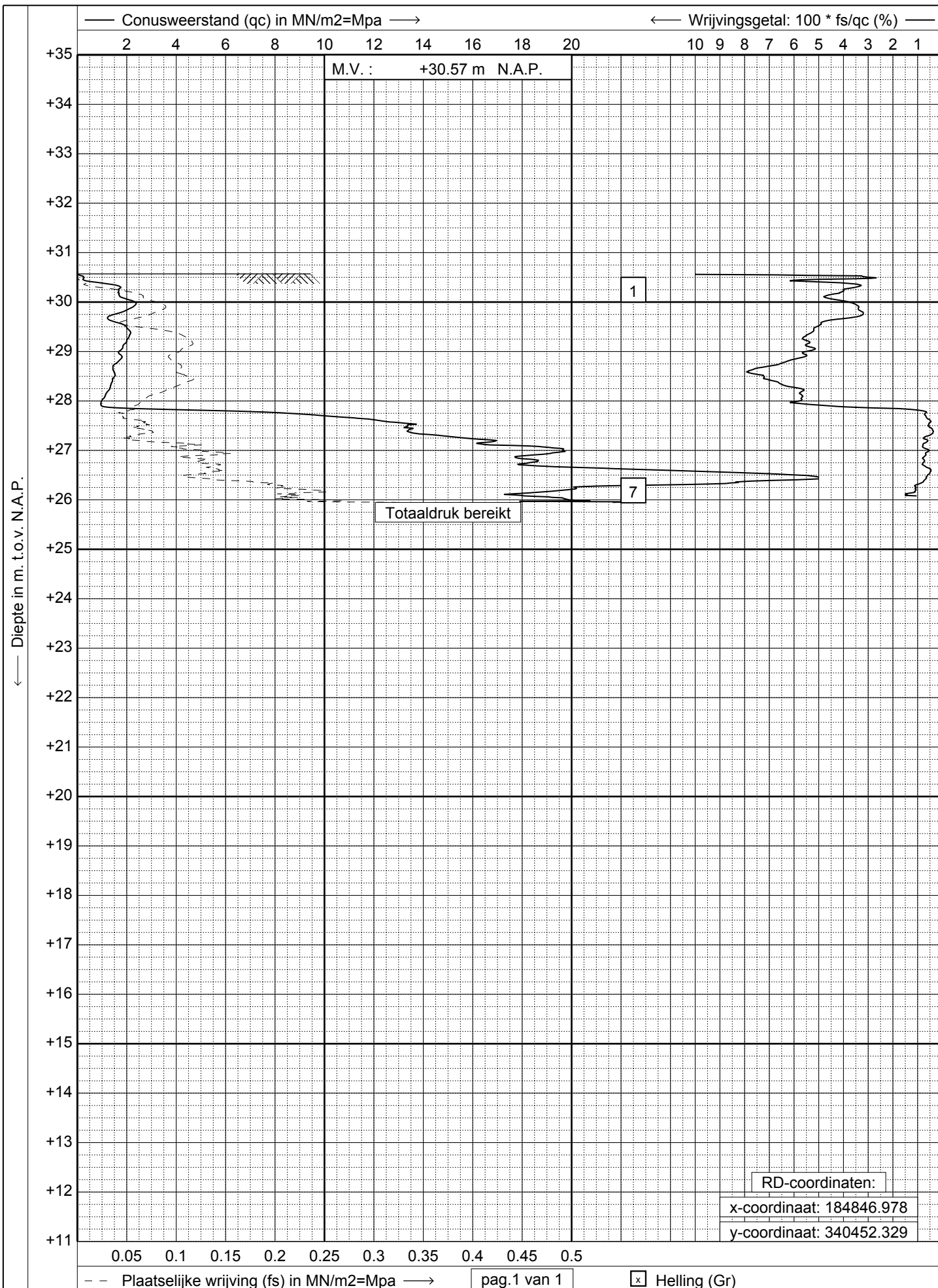
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

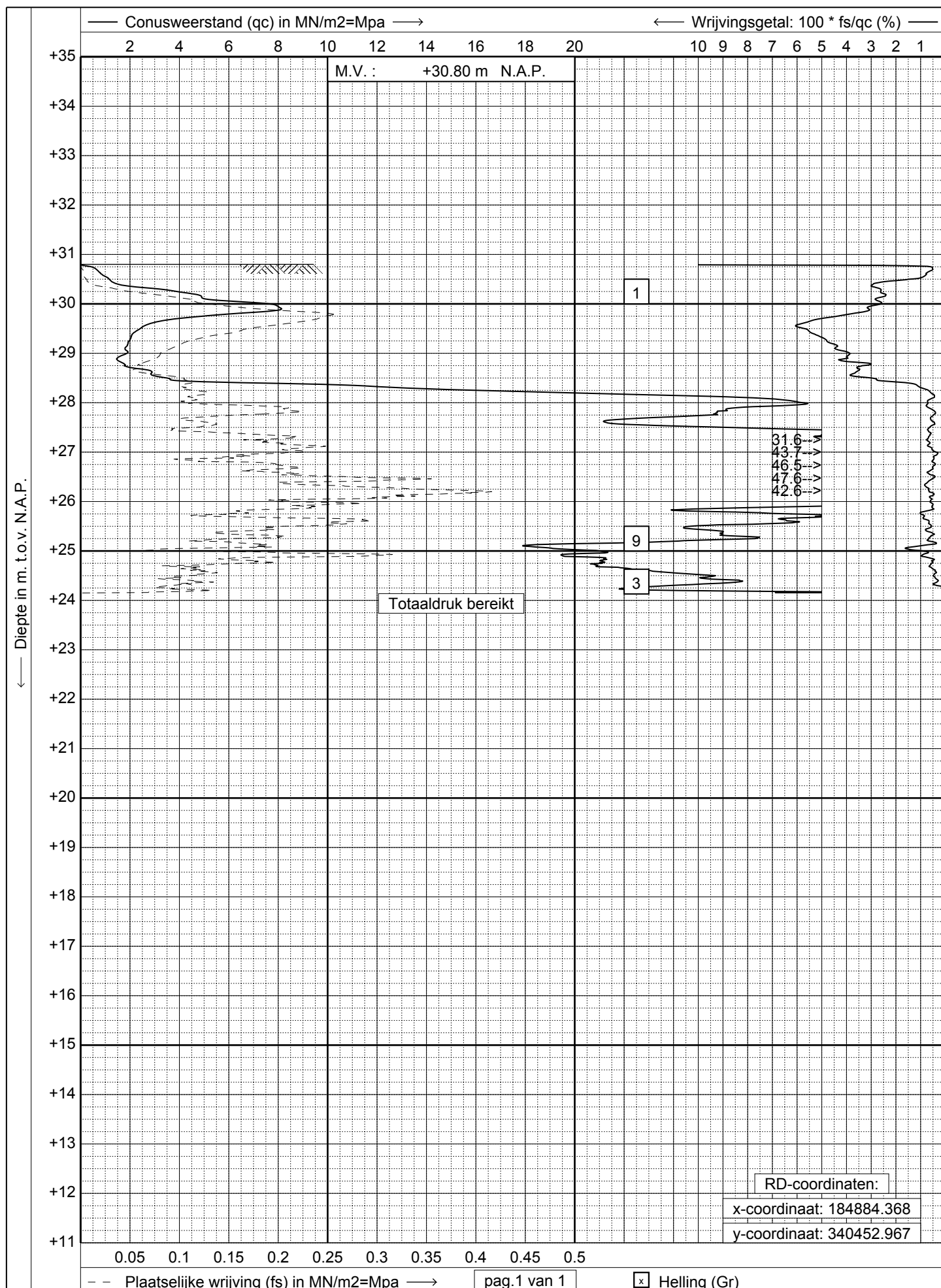
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

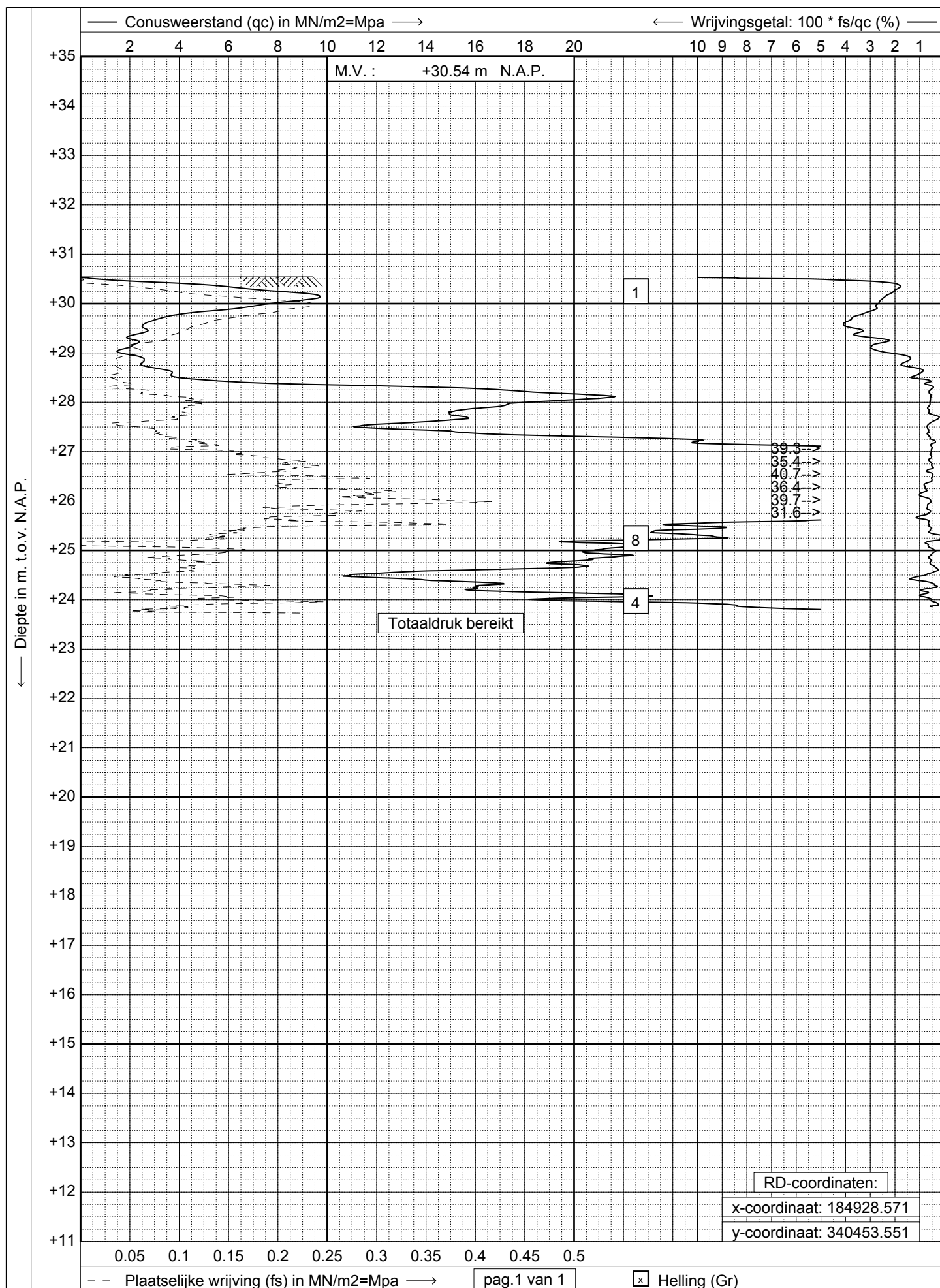
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

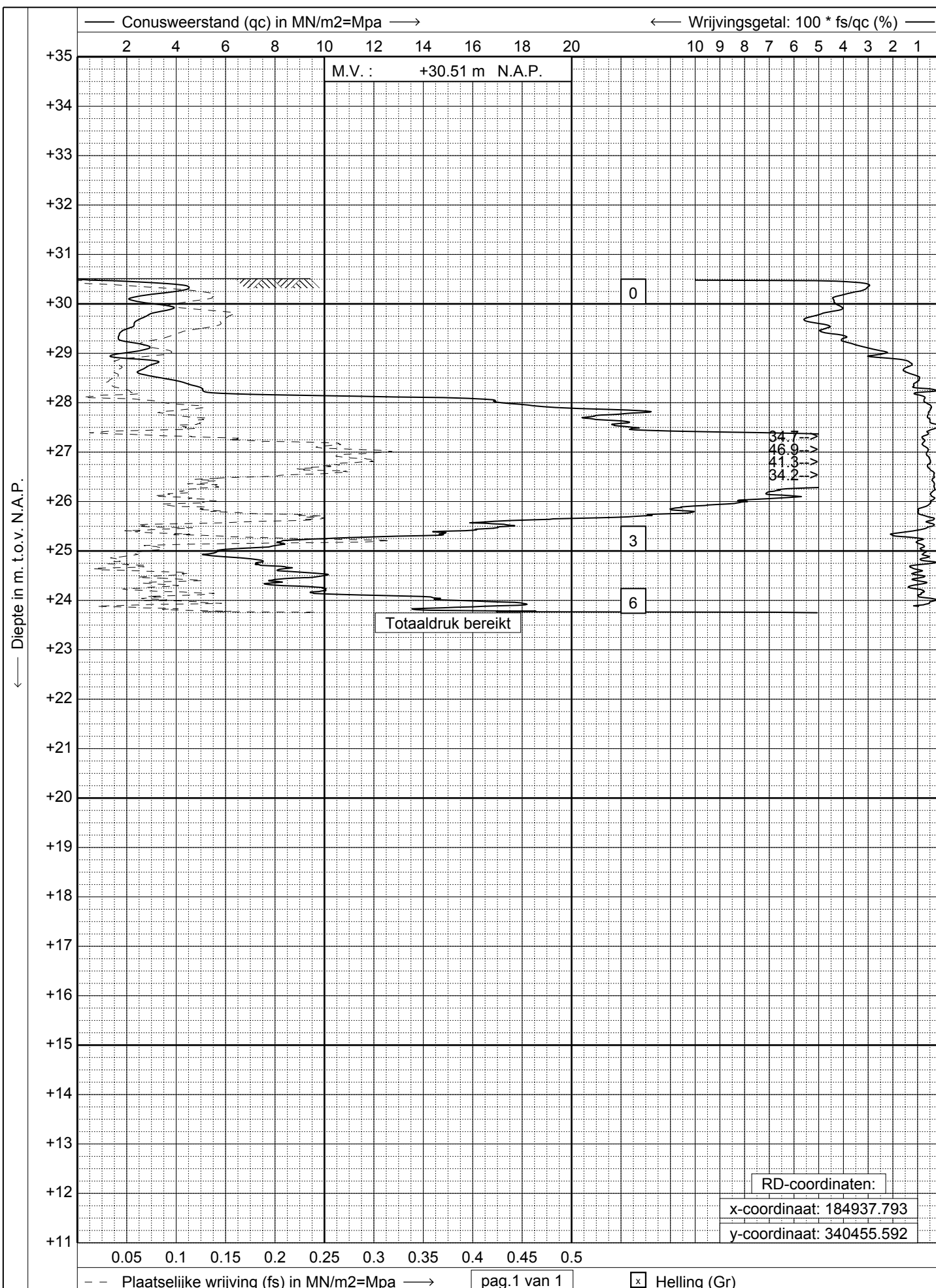
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 02-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

Sondering : 13



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 : KTN Holtum Radici

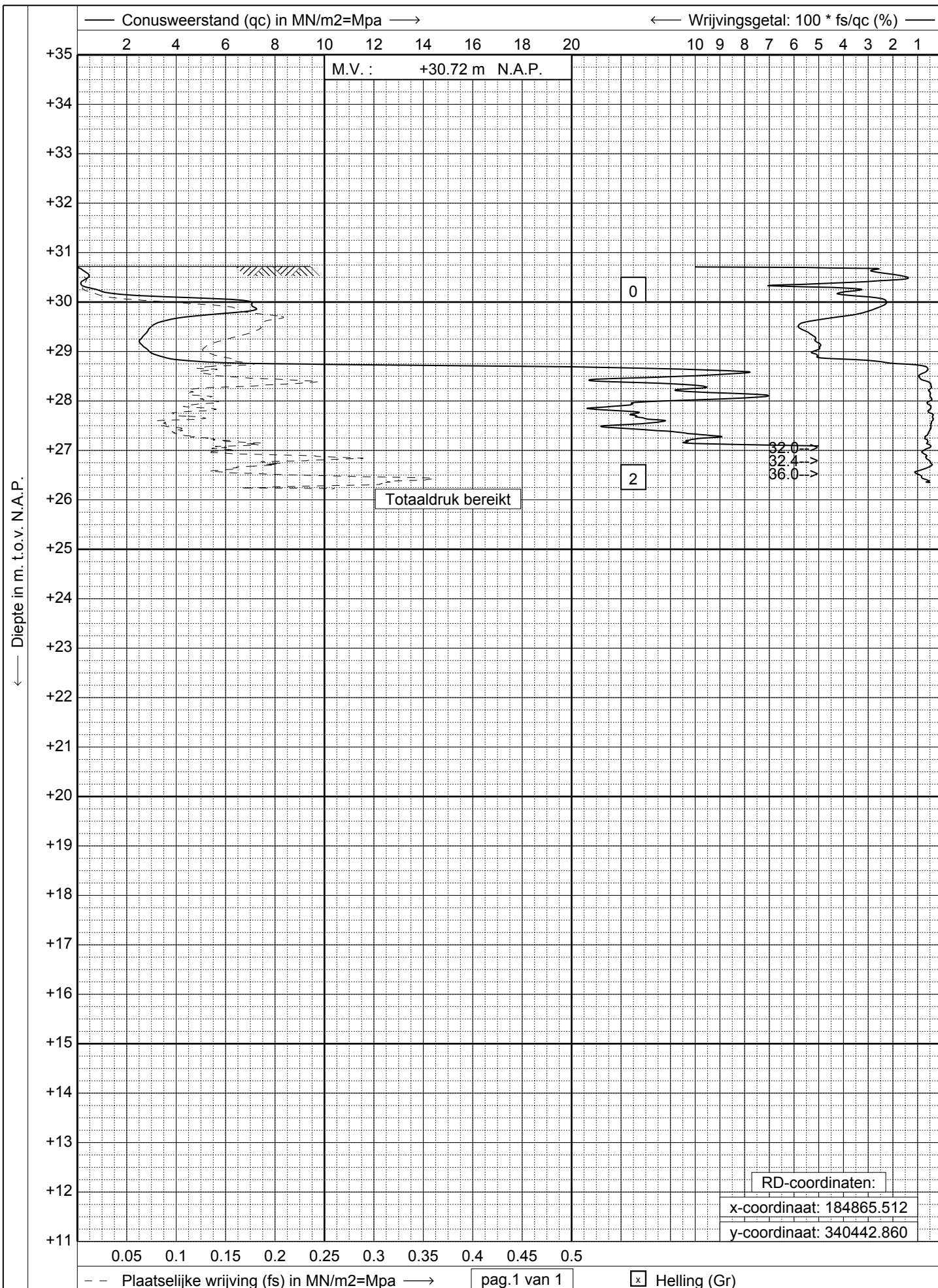
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 02-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

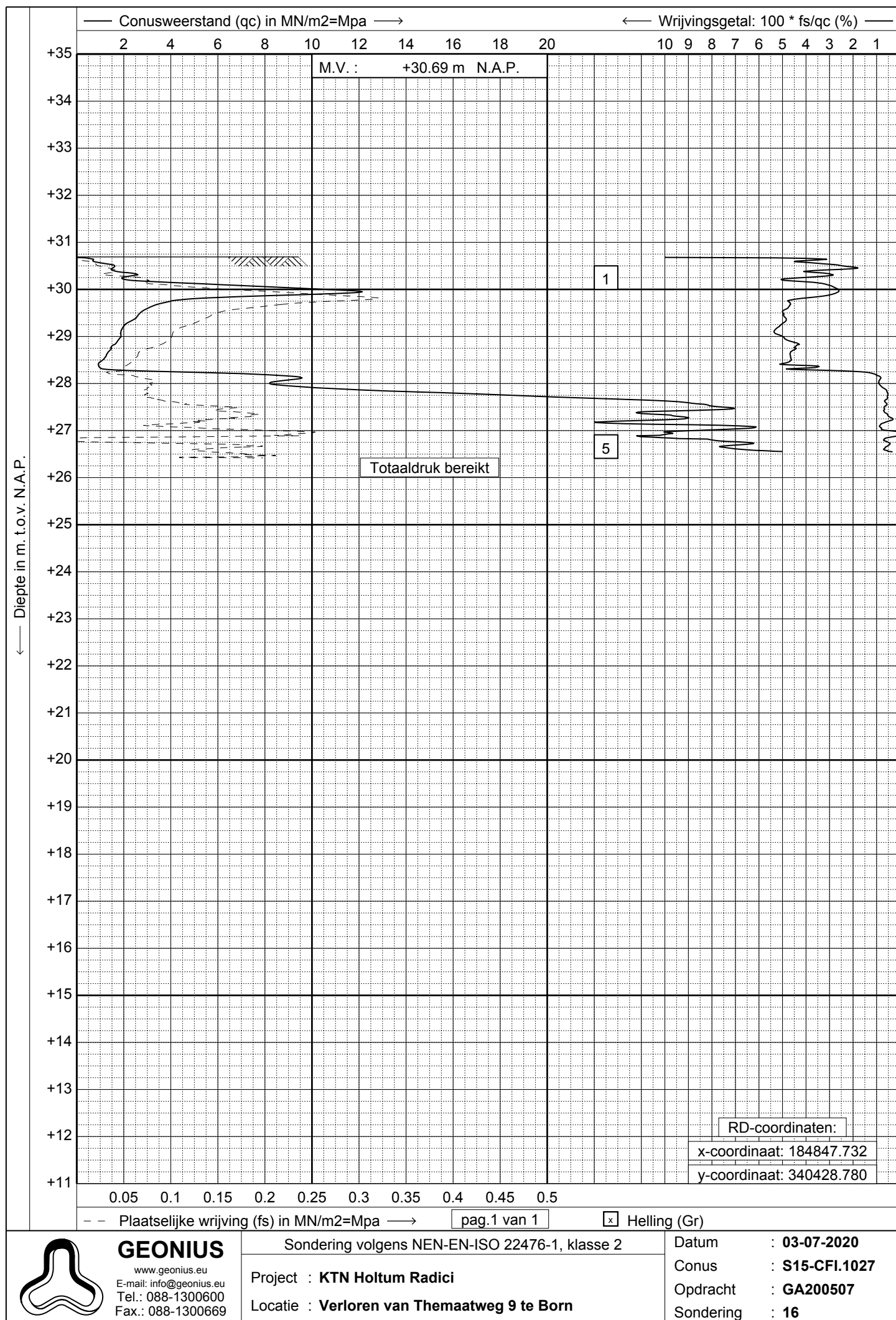
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

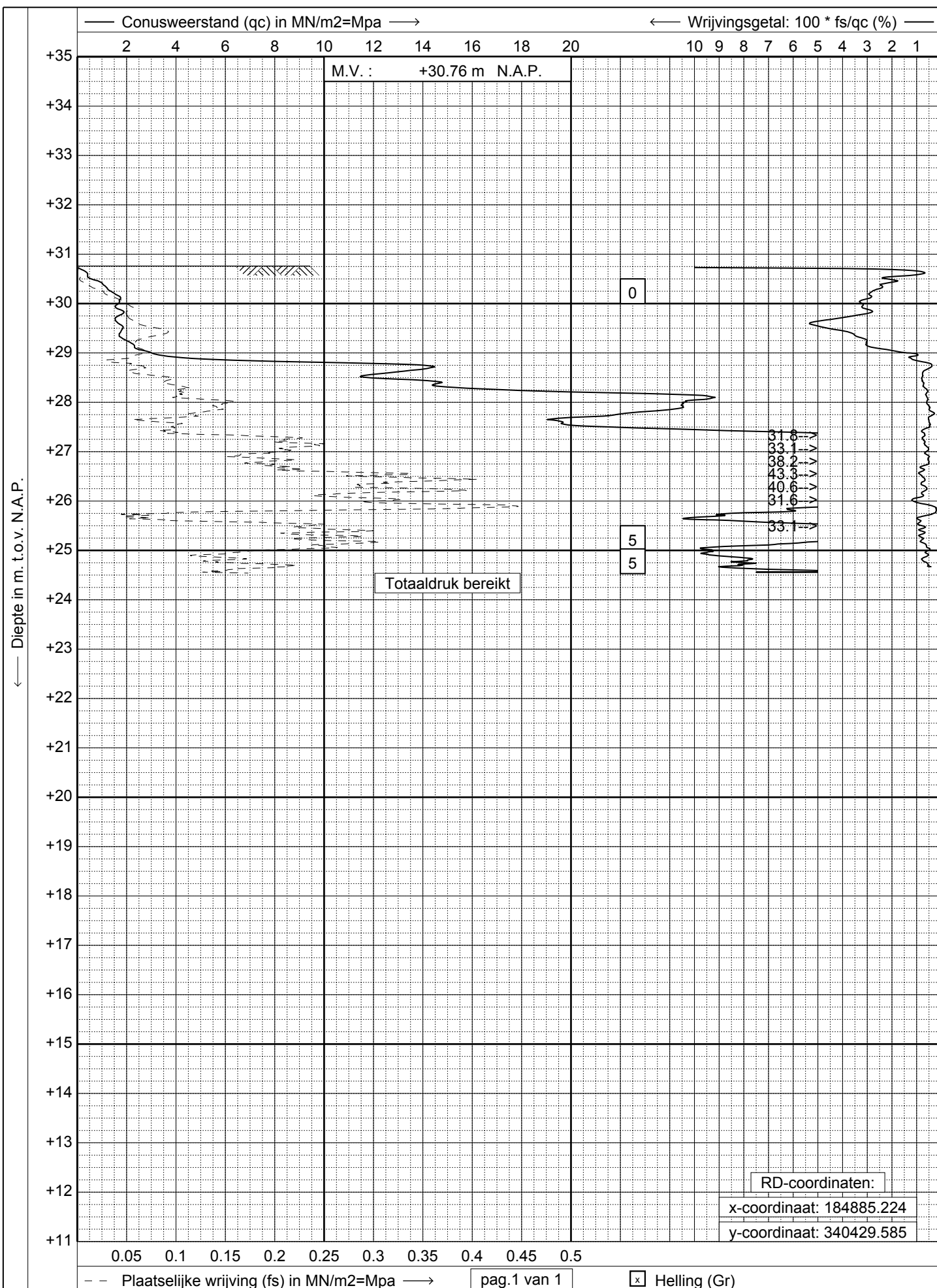
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

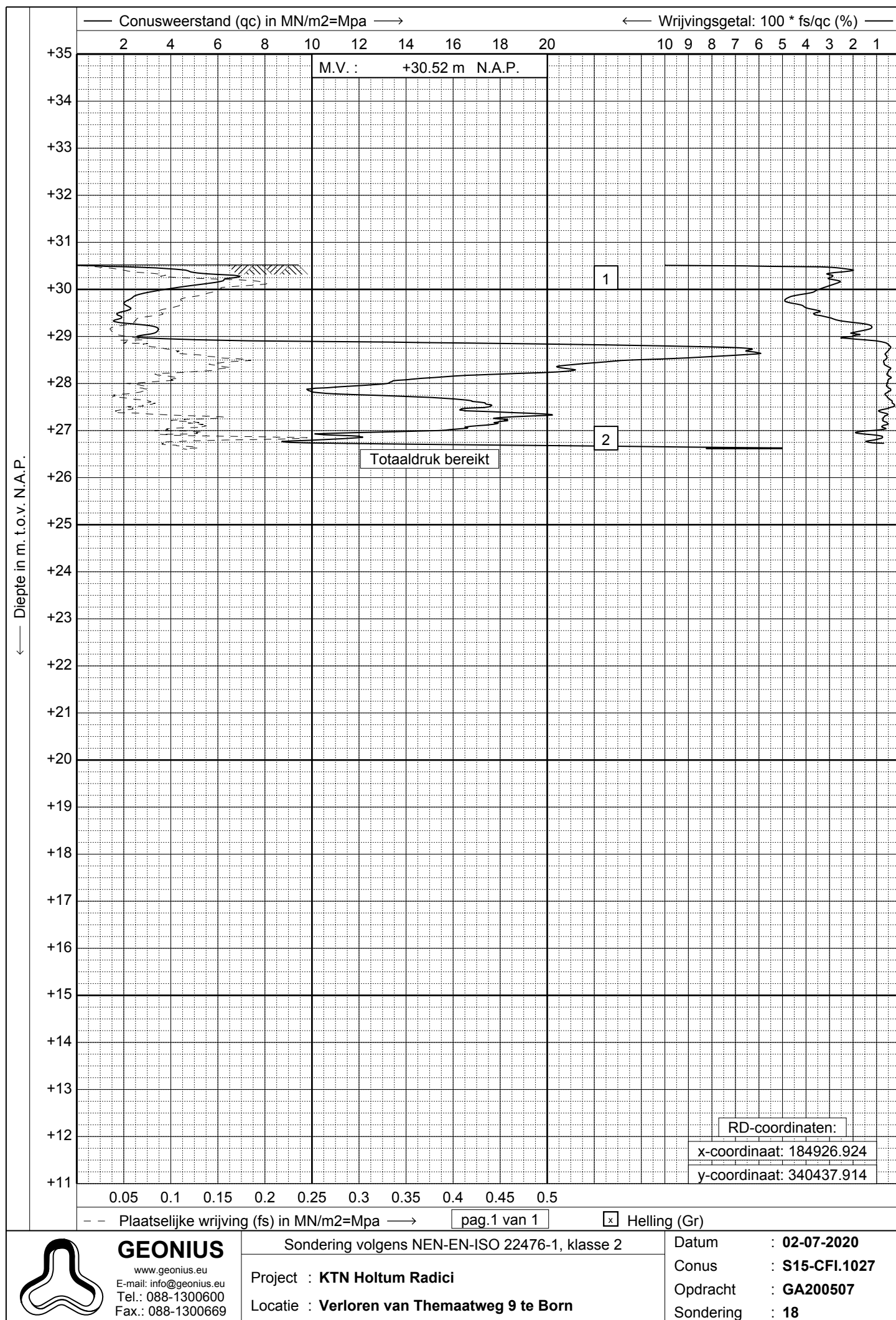
Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

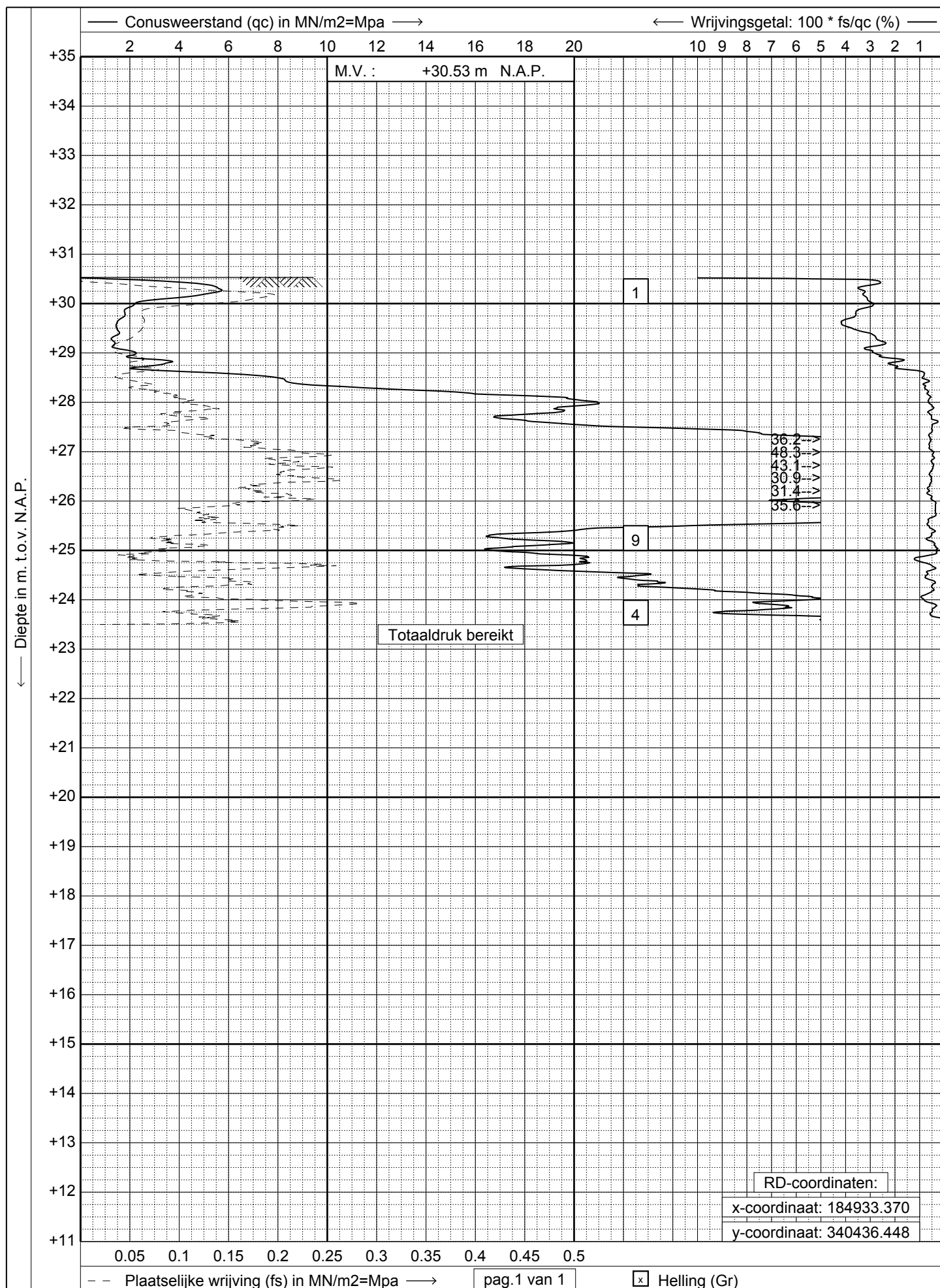
Datum : 03-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

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 : KTN Holtum Radici

Locatie : Verloren van Themaatweg 9 te Born

Datum : 02-07-2020

Conus : S15-CFI.1027

Opdracht : GA200507

Sondering : 19

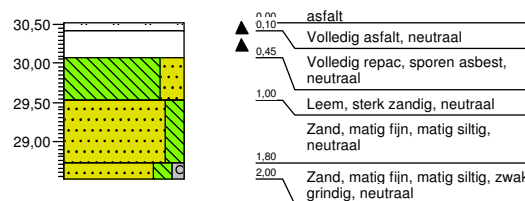
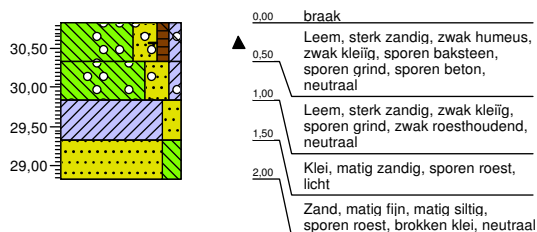
Bijlage 3 Boringen

boring: HB01
 Maaiveldhoogte : 30,83 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum : 08-07-2020

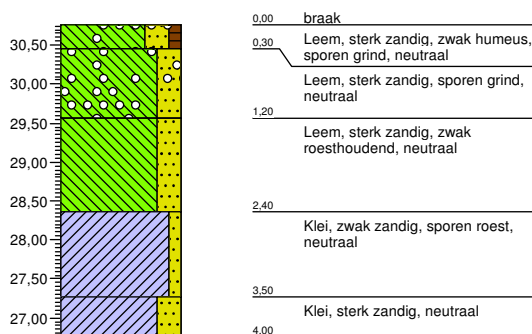
X-coördin184886,71
 Y-coördin340435,76

boring: HB02
 Maaiveldhoogte : 30,52 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum : 06-07-2020

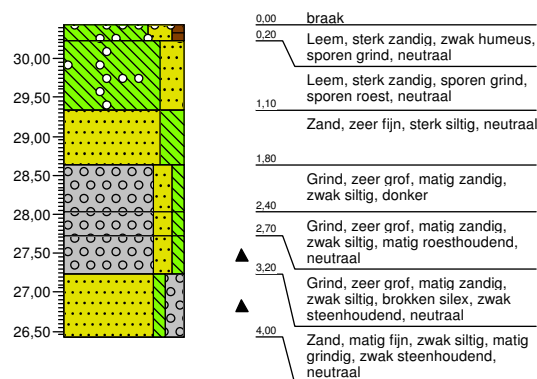
X-coördin184927,83
 Y-coördin340517,24



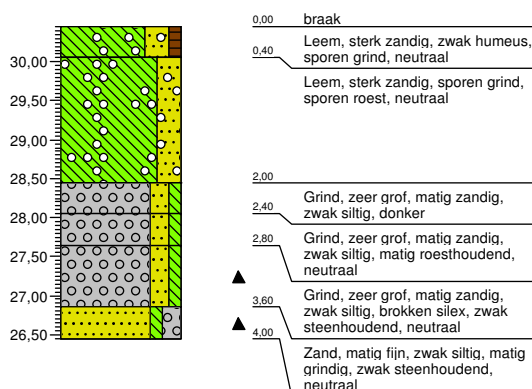
boring: MB01
Maaiveldhoogte : 30,76 m. t.o.v. N.A.P.
cm. - mv.
Datum : 14-07-2020



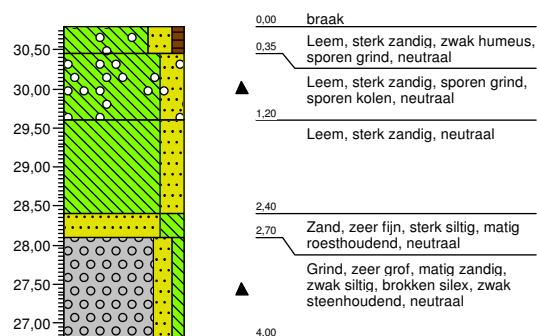
boring: MB02
Maaiveldhoogte : 30,43 m. t.o.v. N.A.P.
cm. - mv.
Datum : 14-07-2020



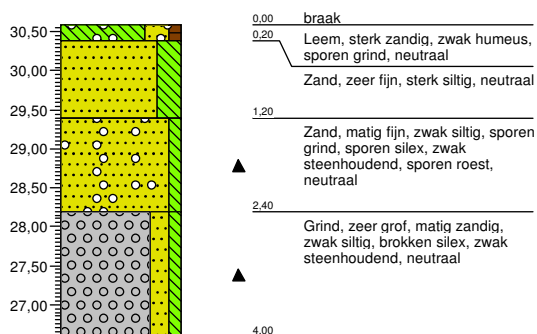
boring: MB03
Maaiveldhoogte : 30,45 m. t.o.v. N.A.P.
cm. - mv.
Datum : 14-07-2020



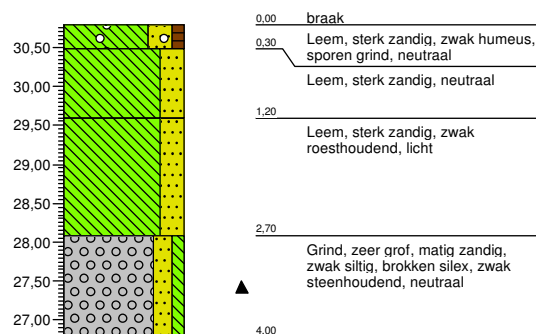
boring: MB04
Maaiveldhoogte : 30,8 m. t.o.v. N.A.P.
cm. - mv.
Datum : 14-07-2020



boring: MB05
 Maaiveldhoogte : 30,59 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 14-07-2020



boring: MB06
 Maaiveldhoogte : 30,79 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 14-07-2020



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 $t = t_0$

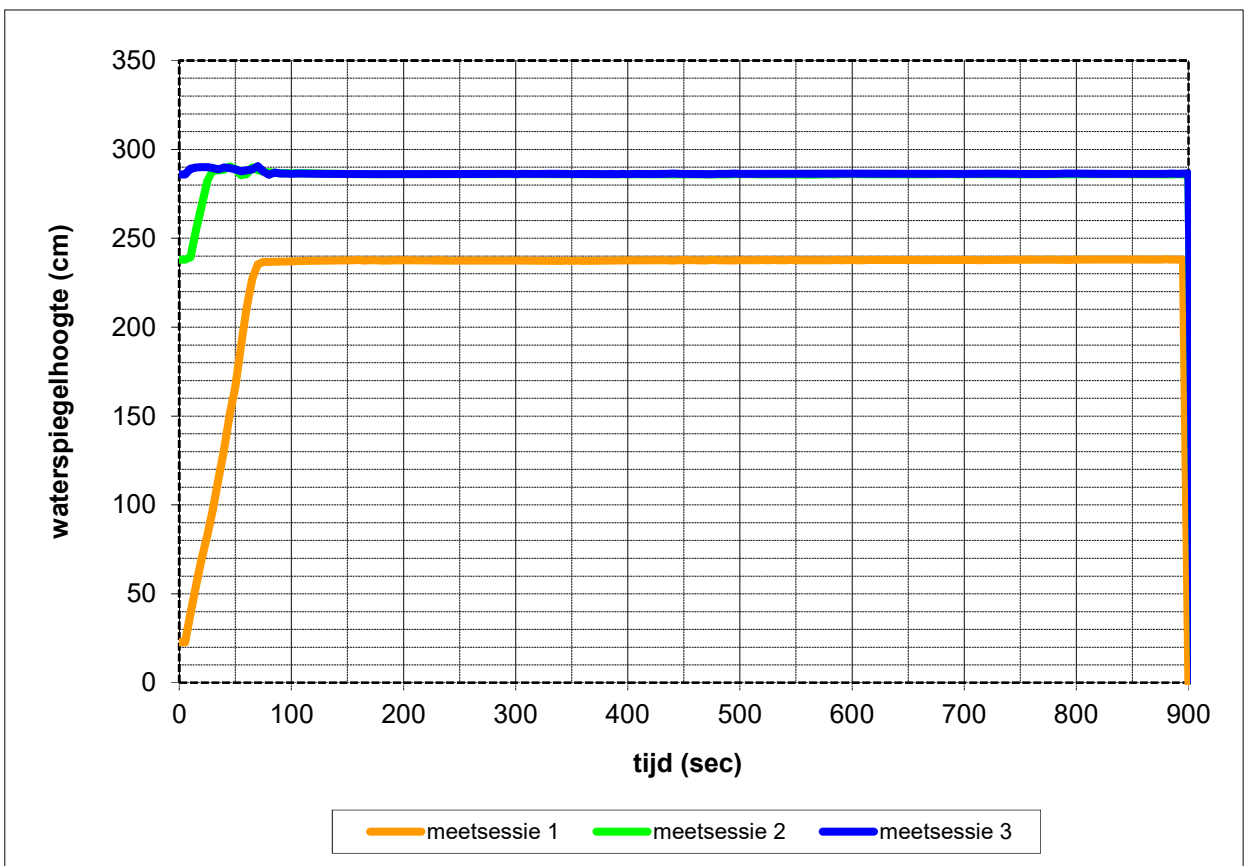
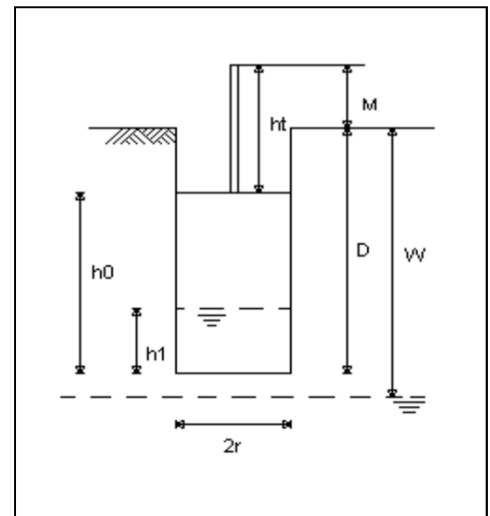
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	650	sec
h_0 =	237,80	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	237,74	cm
k_f =	1,03E-07	m/s
k_f =	0,01	m/dag
rc =	-1,16E-05	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	200	sec
h_0 =	286,16	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	285,98	cm
k_f =	2,15E-08	m/s
k_f =	0,00	m/dag
rc =	-2,92E-06	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	600	sec
h_0 =	286,45	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	286,39	cm
k_f =	2,13E-08	m/s
k_f =	0,00	m/dag
rc =	-2,90E-06	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

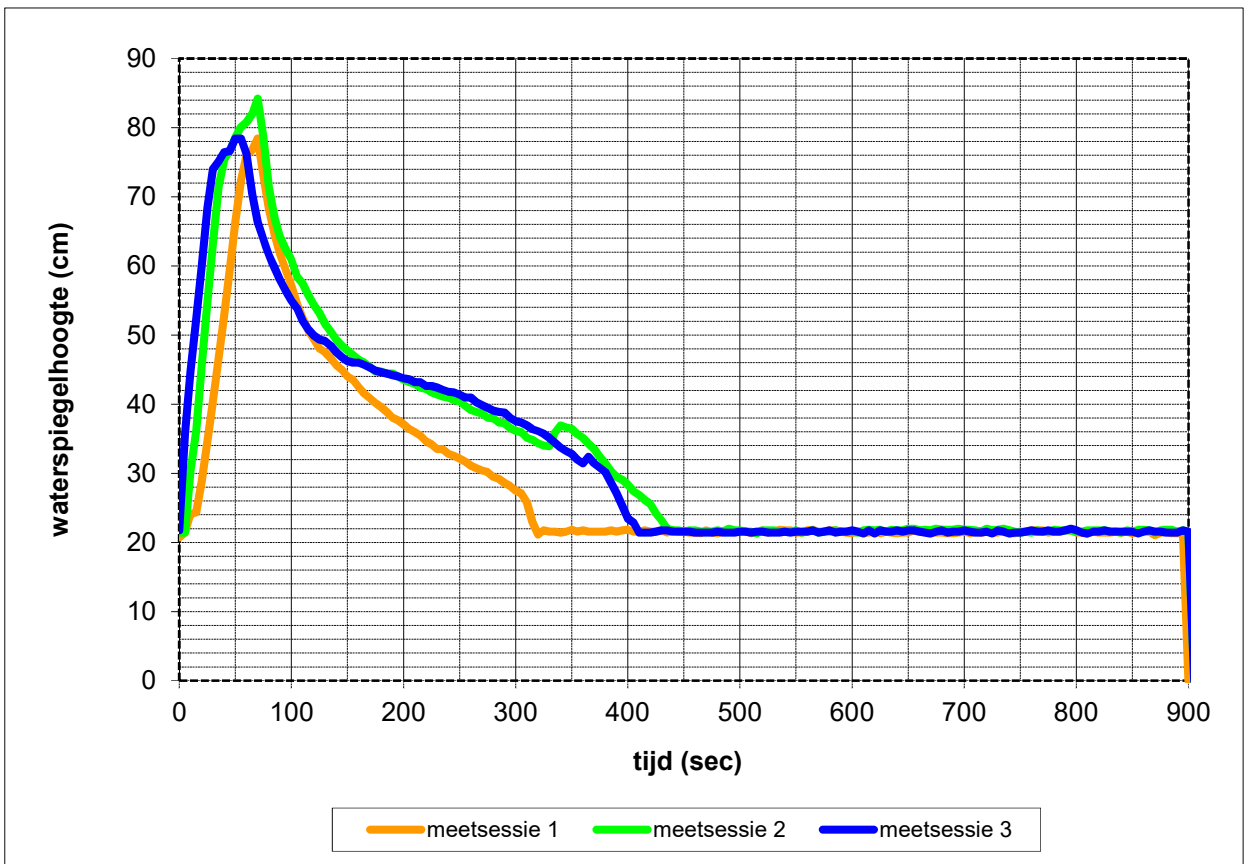
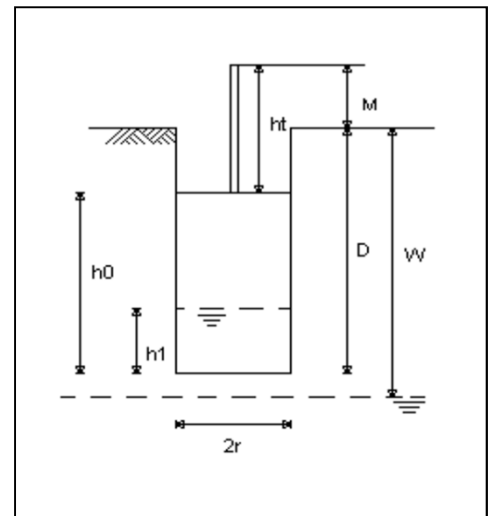
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	150	sec
h_0 =	44,02	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	27,51	cm
k_f =	6,27E-05	m/s
k_f =	5,41	m/dag
rc =	-1,10E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	150	sec
h_0 =	47,75	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	36,14	cm
k_f =	3,75E-05	m/s
k_f =	3,24	m/dag
rc =	-7,74E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	150	sec
h_0 =	46,23	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	37,54	cm
k_f =	2,80E-05	m/s
k_f =	2,42	m/dag
rc =	-5,79E-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 $t = t_0$

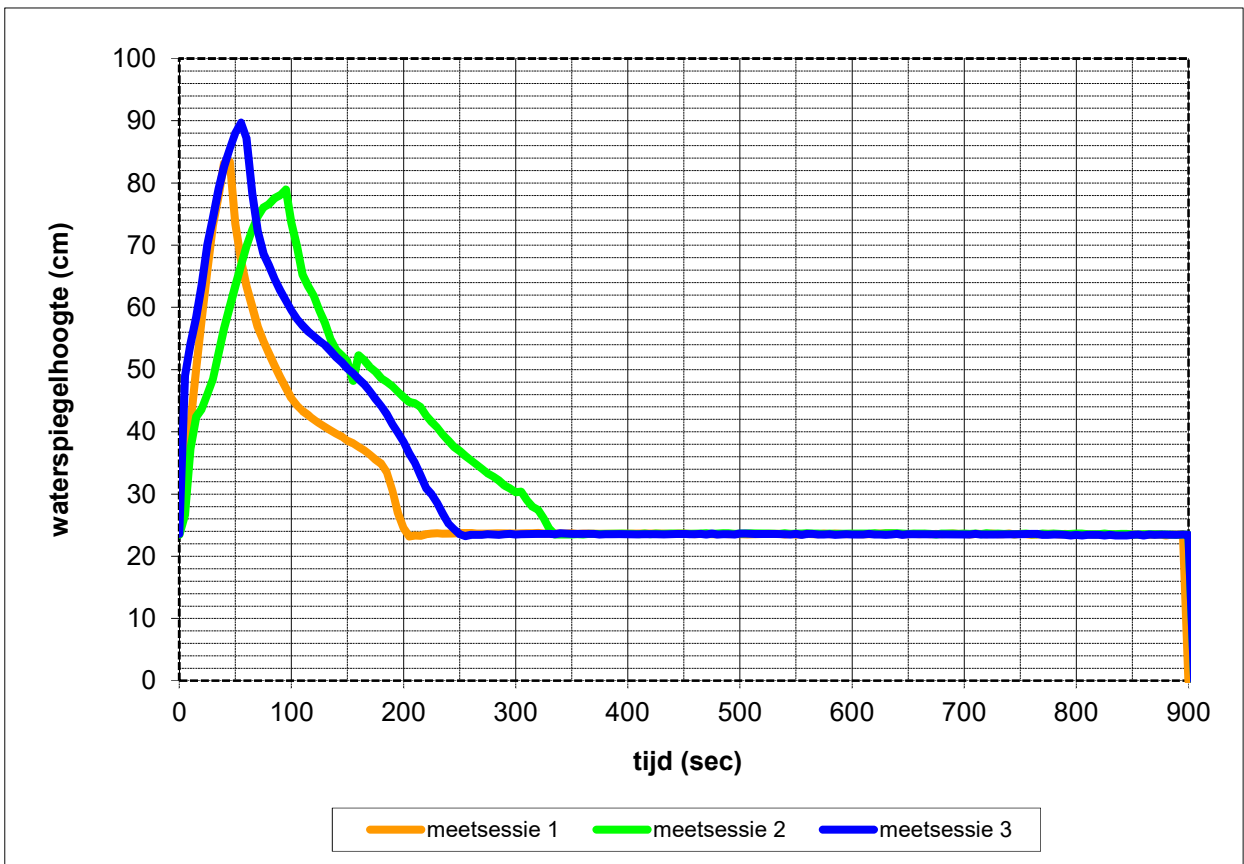
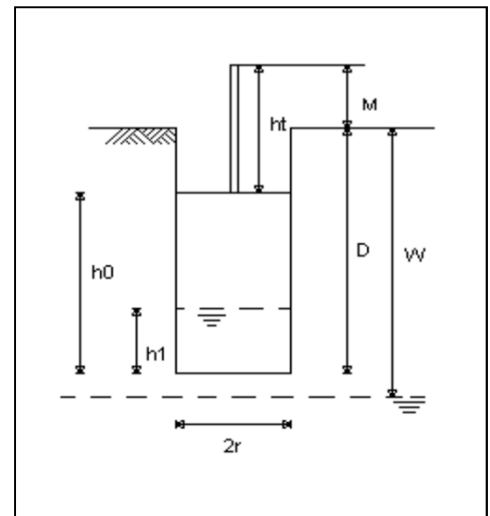
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	45,42	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	38,59	cm
k_f =	6,58E-05	m/s
k_f =	5,68	m/dag
rc =	-1,36E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	150	sec
h_0 =	51,37	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	30,31	cm
k_f =	7,08E-05	m/s
k_f =	6,12	m/dag
rc =	-1,40E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	59,53	cm
t_1 =	200	sec
h_1 =	38,36	cm
k_f =	8,93E-05	m/s
k_f =	7,72	m/dag
rc =	-2,12E-03	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 $t = t_0$

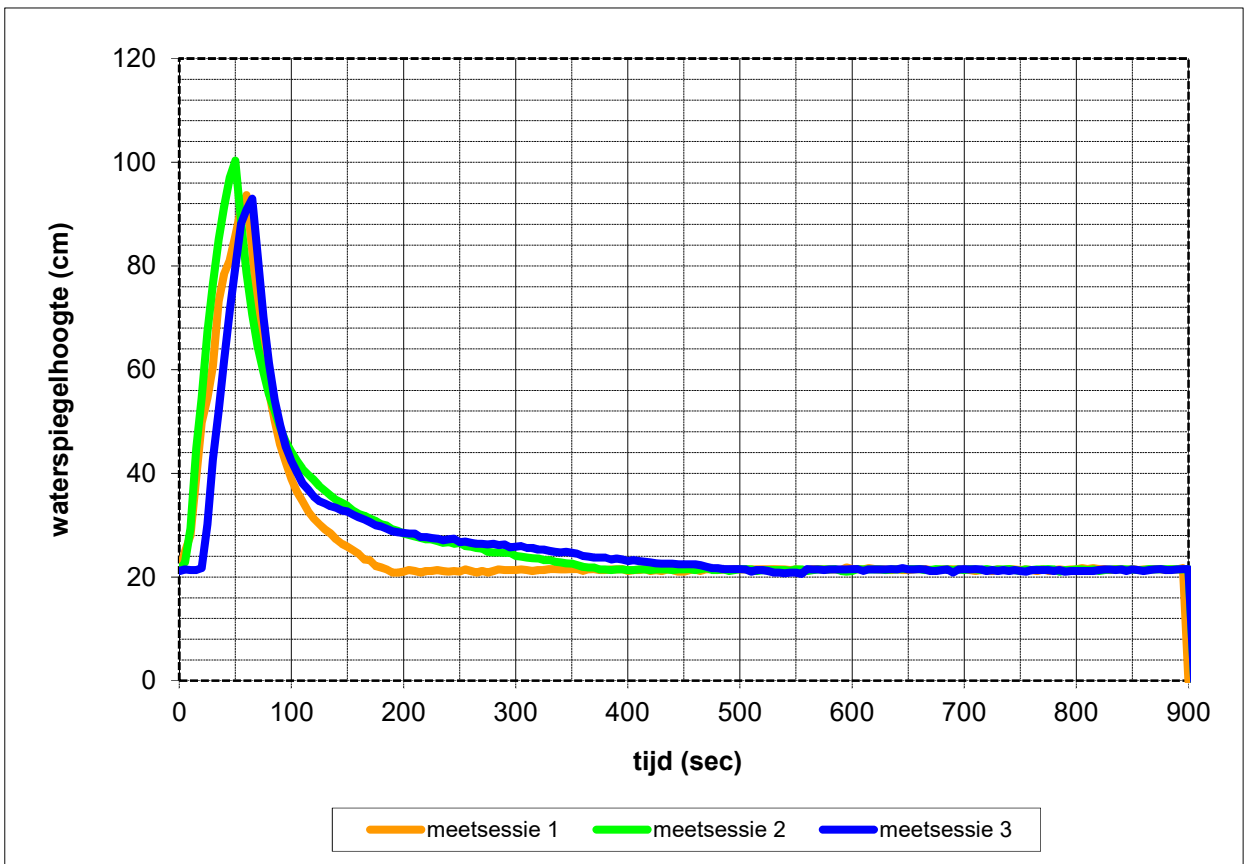
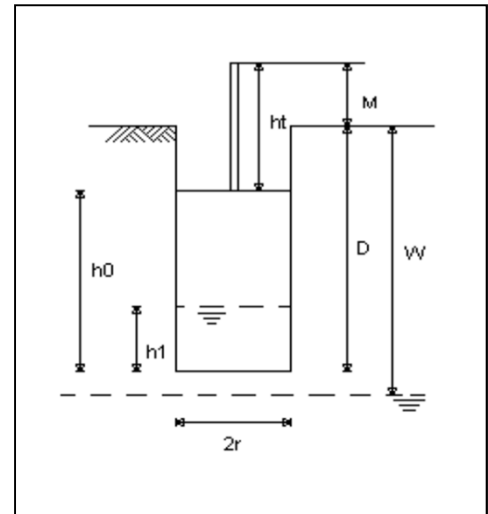
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	38,88	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	25,88	cm
k_f =	1,62E-04	m/s
k_f =	14,00	m/dag
rc =	-2,60E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	100	sec
h_0 =	44,19	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	24,07	cm
k_f =	6,05E-05	m/s
k_f =	5,23	m/dag
rc =	-1,01E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	42,38	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	23,08	cm
k_f =	4,02E-05	m/s
k_f =	3,48	m/dag
rc =	-6,44E-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 $t = t_0$

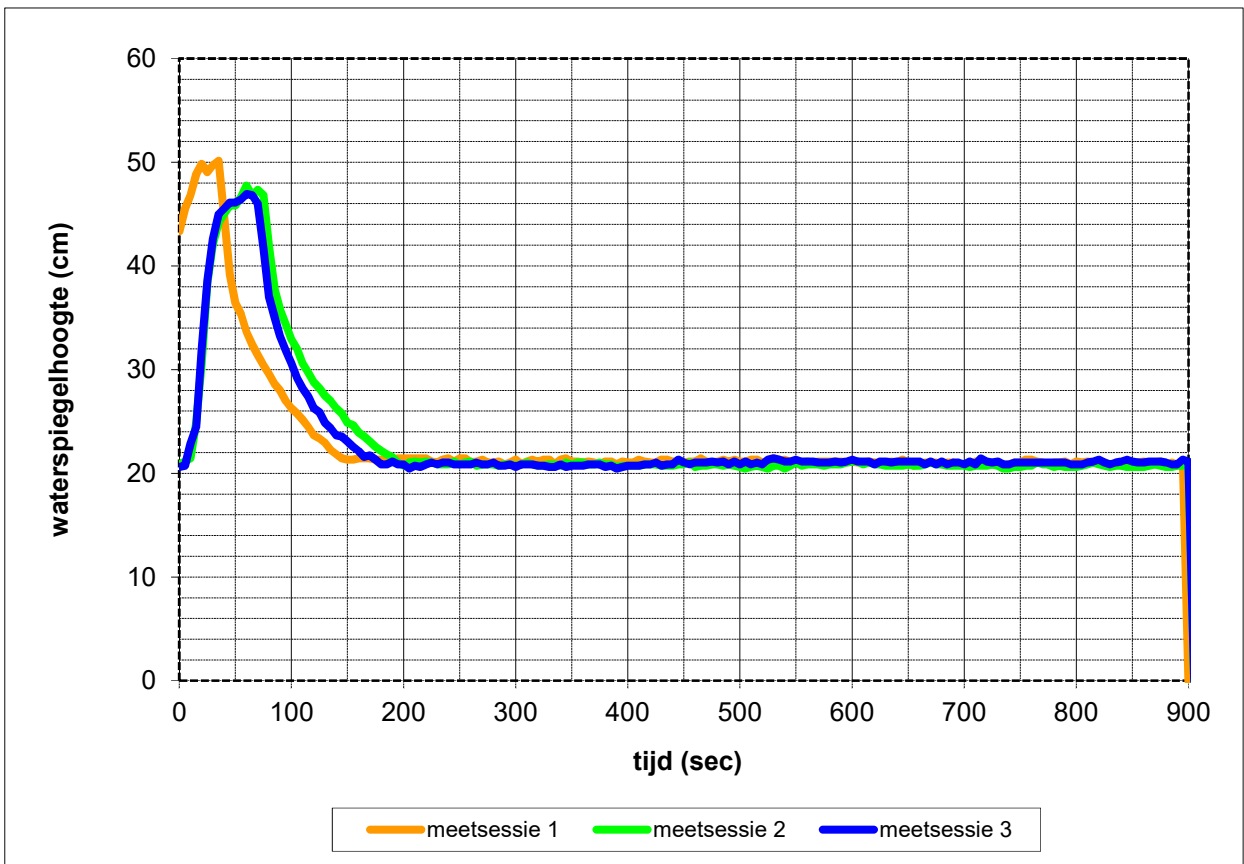
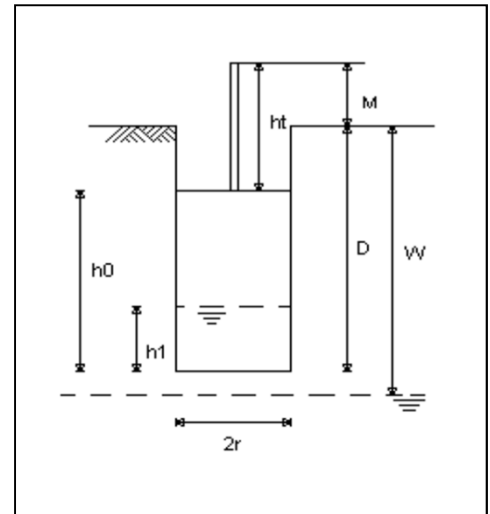
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	75	sec
h_0 =	30,43	cm
t_1 =	150	sec
h_1 =	21,33	cm
k_f =	9,28E-05	m/s
k_f =	8,02	m/dag
rc =	-1,21E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	45,83	cm
t_1 =	230	sec
h_1 =	20,86	cm
k_f =	8,67E-05	m/s
k_f =	7,49	m/dag
rc =	-1,39E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	100	sec
h_0 =	30,60	cm
t_1 =	200	sec
h_1 =	20,86	cm
k_f =	7,50E-05	m/s
k_f =	6,48	m/dag
rc =	-9,74E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

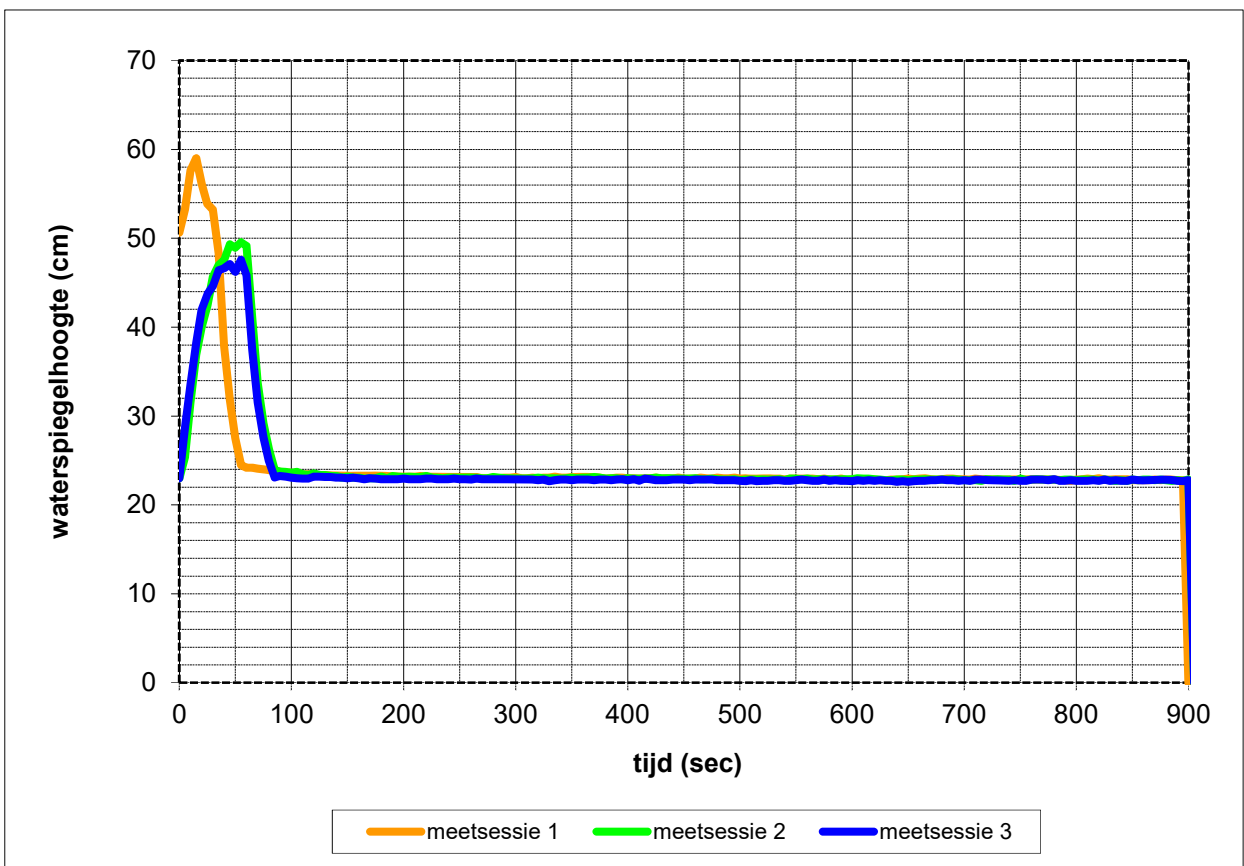
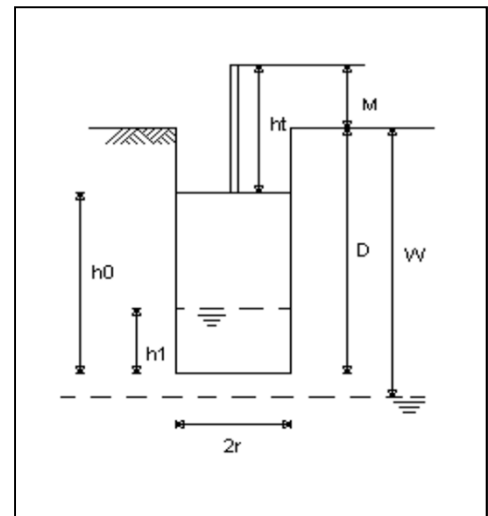
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	410	cm
Standaardhoogte	M :	92	cm
Radius boorgat	R :	4,25	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meet sessie 1

t_0 =	15	sec
h_0 =	59,01	cm
t_1 =	50	sec
h_1 =	27,51	cm
k_f =	4,39E-04	m/s
k_f =	37,94	m/dag
rc =	-9,00E-03	m/s

Meet sessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	48,92	cm
t_1 =	100	sec
h_1 =	23,60	cm
k_f =	2,91E-04	m/s
k_f =	25,13	m/dag
rc =	-5,06E-03	m/s

Meet sessie 3

t_0 =	50	sec
h_0 =	46,23	cm
t_1 =	100	sec
h_1 =	23,08	cm
k_f =	2,77E-04	m/s
k_f =	23,91	m/dag
rc =	-4,63E-03	m/s

Bijlage 5 Richtlijnen uitvoering

Het te gebruiken materiaal

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

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

Aanbrengen en verdichten

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

- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en 15 % moeten bedragen. **Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.**
- De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met de verdichtingsapparatuur. Het volgende schema geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten :

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

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van de apparatuur zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee van het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.

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

Controle op het aanbrengen en verdichten

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

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

Te stellen eisen aan de aangebrachte grondverbetering

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

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer bedragen dan 10 à 15 cm.
- De conusweerstand moeten tot een diepte van 60 cm gelijkmatig oplopen tot ca. 6 MN/m² bij hydraulische of handsonderingen of 25 à 30 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen (10 kg). Hieronder moeten de conusweerstand een waarde bereiken van minimaal ca. 10 MN/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.

Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie