

Gemeente Heerenveen
dhr. J. Boontjes
Het Meer 67
8448 GK Heerenveen

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Gemeente Heerenveen is door CRUX Engineering BV een variantenstudie opgesteld voor de bouwkuip van de parkeerkelder ter plaatse van de Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen.

In deze variantenstudie zijn verschillende typen bouwkuipwanden, onder-afdichtingen, ondersteuning en funderingen afgewogen en zijn de risico's en aandachtspunten van de verschillende varianten benoemd.

De projectlocatie ligt op het Kuperusplein te Heerenveen en is aangegeven in het rood in Figuur 1.



Figuur 1 Bovenaanzicht projectlocatie in het rood.

Onderwerp

Variantenstudie bouwkuip
parkeerkelder
Burgemeester
Kuperusplein te
Heerenveen

Projectnummer

24398

Ons kenmerk

NT24398a2

Versie

2

Datum

17 februari 2025

Pagina's

14

Opgesteld

ir. B.R. van Amsterdam

Gecontroleerd

ing. R.D. van der Kamp

Vrijgave

ing. A.T. Balder

Bijlagen

Aantal bijlagen: 1

Formulier

NT-010

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van de geotechnische beschouwingen samengevat. In hoofdstuk 3 zijn verschillende varianten tegen elkaar afgewogen. In hoofdstuk 0 zijn de conclusies en aandachtspunten samengevat.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT24398a2

2 Uitgangspunten

Pagina
2/14

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze memo:

- [1] Geonius, Geotechnisch onderzoek GA230004.013 *Sonderingen gecombineerd*, uitgevoerd d.d. 01-06-2023, 02-06-2023 en 30-08-2023
- [2] Geonius, Geotechnisch onderzoek GA230004.013 *Voorboringen*, uitgevoerd d.d. 01-06-2023, 02-06-2023 en 30-08-2023
- [3] Centrumplan Heerenveen, Tekening *Parkeergarage Burg. Kuperusplein Contour projectgebied*, ontvangen d.d. 14-11-2024
- [4] Centrumplan Heerenveen, KLIC Melding *Burgemeester Kuperusplein*, d.d. 12-12-2024
- [5] Centrumplan Heerenveen, Tekening *Situatie Vitens leiding*, d.d. 06-02-2024
- [6] CRUX Engineering BV, *Notitie Quicksan bemalingsadvies Burgemeester Kuperusplein Heerenveen*, kenmerk NT24398b, versie 2

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.2 Normen, richtlijnen en voorschriften

Voor de oriënterende berekeningen van de bouwkuip is gebruik gemaakt van de CUR166 en NEN9997-1+C2:2017.

2.3 Programmatuur

Voor de oriënterende bouwkuipberekeningen is gebruik van D-Sheet Piling. Daarnaast zijn intern gevalideerde Excel sheets gehanteerd.

2.4 Uitgevoerd grondonderzoek en bodemopbouw

Door Geonius zijn 1 juni, 2 juni en 30 augustus 2023 sonderingen [1] en voorboringen [2] uitgevoerd ten behoeve van de parkeerkelder aan de Burgemeester Kuperusplein. Voor de volledigheid is het grondonderzoek toegevoegd in Bijlage 1.

Het aangetroffen maaiveld ter plaatse van de sonderingen varieert van ca. NAP +0,3 tot NAP +0,1 m.

De sonderingen zijn allemaal 2 meter voorgeboord, in deze eerste 2 meter is overal zand aangetroffen. De sonderingen zijn gestaakt op ca. NAP -6,0 à -10,0 m vanwege het bereiken van de maximale totaaldruk. Vervolgens zijn de sondeerlocaties voorgeboord tot ca. NAP -15,0m à NAP -16,0 m en weer verder gesondeerd tot NAP -24,0 m. Van de tweede voorboring (tussen NAP -6 à -10m tot -16m) is de bodemopbouw niet beschreven. De uitzondering hierop is sondering S07 die is uitgevoerd van NAP -2,0 m tot NAP -24,0 m. Sondering S07 toont aan dat er over de hoogte van de tweede voorboring een zeer vast gepakte zandlaag aanwezig is, waarvan wordt opgemerkt dat dit dus één locatie binnen het gehele plangebied betreft.

Om toch informatie op deze diepte in te winnen zijn archiefsonderingen en archiefboringen op DINOloket verzameld. De archiefsondering is op ca. 80 meter van de projectlocatie uitgevoerd en geeft een vergelijkbaar beeld als sondering S07. De archiefboringen zijn uitgevoerd op een afstand van ca. 300 à 500 m en dienen derhalve alleen 'ter informatie' te worden gezien. Deze boringen geven over het algemeen ook een vergelijkbaar beeld. De archiefsondering is toegevoegd in Bijlage 2.

Het uitgevoerde grondonderzoek is hoofdzakelijk niet tot de benodigde diepte uitgevoerd. Er dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd om te voldoen aan de norm NEN9997-1. Hierbij is de voorkeur voor sonderingen, aangevuld met boringen. Indien de sonderingen niet op diepte komen kan ook gekozen worden voor slagsonderingen.

De algemene bodemopbouw is beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 Algemene bodemopbouw projectlocatie

Laag	b.k. laag [m NAP]
Zand, top laag	+0,3 à +0,1
Keileem, lokaal niet aanwezig	-2,2 à -3,5
Zand, uiterst vast gepakt	-4,2 à -5,0
Zand, los tot vast gepakt, lokaal doorsneden door één of enkele siltige laagjes	-15,0 à -16,0
Maximaal verkende diepte	-24,0

Op basis van de AHN5 en de hoogtes ter plaatse van de sonderingen wordt in de variantenstudie uitgegaan van een maaiveldhoogte van NAP +0,2 m.

Voor de bouwkuipberekeningen is in de toplagen uitgegaan van maatgevende sondering S11. Deze sondering wordt als maatgevend beschouwd vanwege de dikte van de keileemlaag. Voor de diepere lagen is uitgegaan van sondering S07 omdat dit de enige sondering is die volledig is uitgevoerd.

Hierbij zijn het soortelijk gewicht, de stijfheden en de sterkteparameters bepaald op basis van tabel 2b van NEN9997-1 en CUR166. De gehanteerde parameters zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2 Gehanteerde bodemopbouw en karakteristieke parameters o.b.v. sonderingen S07 en S11 [1].

Laag	b.k. laag [m NAP]	γ_d/γ_w [kN/m ³]	φ [deg]	c' [kPa]	δ [deg]	K_1 [kN/m ³]	K_2 [kN/m ³]	K_3 [kN/m ³]
Zand, top laag	+0,2	17/19	30	0	20	12.000	6.000	3.000
Keileem	-2,5	19/19	27,5	0	18,3	4.000	2.000	800
Zand, los gepakt	-4,8	17/19	30	0	20	12.000	6.000	3.000
Zand, vast gepakt	-5,5	19/21	35	0	23,3	40.000	20.000	10.000

In de quickscan bemalingsadvies [6] zijn de freatische grondwaterstanden en stijghoogten in het watervoerende pakket bepaald. Deze waarden zijn samengevat in Tabel 3.

Tabel 3 Overzicht waterstanden

Waterstanden	Waarde [m NAP]
Hoge grondwaterstand (GHG)	-0,5
Lage grondwaterstand (GLG)	-1,3
Hoge stijghoogte (GHS)	-1,0
Lage stijghoogte (GLS)	-1,5

2.5 Situatie en geometrie

In onderstaande figuur is de projectlocatie waarbij de contouren van de bouwkuip in het rood zijn aangegeven [3].



Figuur 2 Projectlocatie met bouwkuipcontouren in het rood [3].

Door de opdrachtgever is aangegeven dat in de bouwkuip tot ca. 7 à 8 meter onder maaiveld wordt ontgraven. Uitgaande van een maaiveld van NAP +0,2 m komt dit neer op een ontgravingsniveau van NAP -6,8 m à NAP -7,8 m. In voorliggende variantenstudie zijn beide ontgravingsniveaus beschouwd.

Deze uitgangspunten zijn indicatief en dienen in een later stadium te worden geverifieerd.

2.6 Omgeving

2.6.1 Belendende panden

In de omgeving is sprake van belendende panden rondom de bouwkuip. De afstand van deze belendingen tot de rand van de bouwkuip bedraagt 10 à 20

meter. De belendingen op 20 meter liggen buiten het invloedsgebied van de bouwkuip, de belendingen op ca. 10 meter liggen naar verwachting nog binnen het invloedsgebied van de bouwkuipvervormingen.

Uit archieftekeningen en documenten aangeleverd door de opdrachtgever volgt dat de panden Burgemeester Kuperusplein 48, 52, 60 t/m 95 en 131 t/m 177 gefundeerd zijn op korte palen met een paalpuntniveau van grofweg NAP - 5,0 m à NAP -6,0 m. Voor de overige belendingen is niet bekend hoe deze zijn gefundeerd. De verwachting is dat deze panden op dezelfde wijze zijn gefundeerd als de eerder genoemde panden, het is echter niet uit te sluiten dat er panden op staal zijn gefundeerd.

2.6.2 Kabels en leidingen

Door de opdrachtgever is een KLIC melding beschikbaar gesteld, uitgevoerd op 12 december 2024 [4]. Deze KLIC melding is weergegeven in Figuur 3. Voor de volledigheid is de KLIC melding toegevoegd in Bijlage 3. In de KLIC melding is te zien dat een hoge druk gasleiding en enkele kabels door de bouwkuipcontouren liggen. Deze dienen te worden verwijderd of verlegd voordat de bouwkuipwanden worden aangebracht.

Daarnaast zijn er kabels en leidingen aanwezig op korte afstanden van de bouwkuipcontouren die tijdens de bouw in functie blijven zoals een Vitens-leiding op minimaal 9,4m afstand die kwetsbaar is voor zakkingen. De Vitens leiding is weergegeven in Figuur 4.

Deze kabels en leidingen zullen zakken als gevolg van de ontgraving in de bouwkuip. In een nadere uitwerkingsfase dient te de zakking van deze kabels en leidingen te worden gekwantificeerd en ter acceptatie te worden voorgelegd aan de kabel- en leidingbeheerders. Nut en noodzaak voor eventuele maatregel is daarvan afhankelijk.



Figuur 3 KLIC Melding projectlocatie met bouwkuipcontouren indicatief in het geel [4].



Figuur 4 Situatie Vitens leiding [5].

2.6.3 Overige belendingen

Daarnaast is er sprake van de verhardingen van de Koornbeursweg en het Burgemeester Kuperusplein. Verzakking en beschadiging van de verhardingen is niet uit te sluiten en dient te worden hersteld indien deze optreden.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat de omliggende bomen worden gekapt voordat de bouwkuipwanden worden aangebracht.

3 Variantenstudie

In dit hoofdstuk zijn de verschillende varianten tegen elkaar afgewogen. Er zijn op 4 onderdelen verschillende varianten beschouwd, namelijk:

- Type bouwkuipwand;
- Type ondersteuning van de bouwkuipwand;
- Wijze van hydrologische onder-afdichting van de bouwkuip;
- Funderingswijze van de parkeerkelder.

In de navolgende paragrafen zijn de verschillende varianten uitgewerkt.

3.1 Type bouwkuipwand

In onderstaande opsomming zijn 4 varianten kwalitatief tegen elkaar afgewogen.

- Stalen damwanden: Gezien de uitermate hoge gemeten conusweerstand is de verwachting dat de damwanden zonder weerstand reducerende maatregelen niet tot de gewenste diepte aangebracht kunnen worden. In het geval van hoogfrequent trillen treden daarnaast ongewenste trillingen en geluid in de omgeving op, die mogelijk niet voldoen aan daaraan gestelde eisen.
- Stalen damwanden met weerstand reducerende maatregelen: Voor het inbrengen van damwanden kan gekozen worden voor voorboren met bentoniet en/of fluïderen om de damwanden op diepte te brengen om de grondweerstand te verminderen. Ook bij toepassing van deze methodes bestaat nog steeds het risico dat de damwanden niet op

diepte komen. Omdat nog steeds wordt getrild treden ongewenste trillingen en geluid in de omgeving op, die mogelijk niet voldoen aan daaraan gestelde eisen.

- Er dient rekening te worden gehouden dat voorboren en/of fluïderen een negatieve invloed heeft op de wandwrijving langs de damwanden en een negatieve invloed heeft op de nieuwe paalfundering in de bouwkuip.
- Het voorboren of fluïderen kan ongewenste kwelstromen en lekwegen veroorzaken.
- Aanvullende risico's van deze technieken met betrekking tot de bemaling zijn beschreven in NT24398b [6].
- Cutter Soil Mix (CSM-)wanden: De bodemgesteldheid is geschikt voor CSM-wanden. Dit is een techniek waarbij de lokale grond wordt gemengd met grout. CSM-wanden kunnen zonder zettingen in de omgeving aangebracht worden tot circa 20m minus maaiveld wat voldoende is voor de diepte die benodigd is voor de aanleg van de parkeerkelder.
- Diepwanden: Diepwanden zijn technisch gezien een geschikte oplossing voor deze bouwkuip. Dit is vanwege de benodigde voorzieningen op locatie de duurste variant zijn en heeft verder geen voordelen ten opzichte van de CSM-wanden, met uitzondering dat deze wand geschikter is als definitieve constructieve wand.

Alle bovengenoemde wanden kunnen als definitieve wand worden gebruikt waar dat bij damwanden en diepwanden gebruikelijke praktijk is en voor CSM-wanden minder vanwege een grotere doorlatendheid en lekkages die zichtbaar kunnen zijn. Lekwater moet in dat geval afgevoerd worden. De constructiebreedte is vergelijkbaar voor CSM-wanden en damwanden en bedraagt ca. 0,5 meter. Voor diepwanden is een constructiebreedte van 0,80 meter gebruikelijk. Indien gebruik wordt gemaakt van een constructieve en waterdichte voorzetwand dan moet dit bij de constructiebreedte te worden opgeteld.

Op basis van bovenstaande afwegingen is op het eerste oog een CSM-wand de meest economische oplossing waarbij de risico's ten aanzien van omgevingsbeïnvloeding en installeerbaarheid worden beperkt.

3.2 Type ondersteuning van de bouwkuipwand

Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat gezien de te keren hoogte van 7 à 8 meter de bouwkuipwand horizontaal gesteund dient te worden om buigende momenten en vervormingen van de bouwkuipwand te beperken.

Hiervoor zijn 2 varianten kwalitatief tegen elkaar afgewogen:

- Toepassing stempelraam: Het toepassen van een stempelraam heeft als voordeel dat dit een relatief stijve ondersteuning is en dat je binnen de eigen projectgrenzen blijft. Een bijkomend voordeel is dat het stempelraam geheel verwijderd kan worden nadat de parkeerkelder is gerealiseerd. Het nadeel is dat het stempelraam gedeeltelijk in de weg zit tijdens de werkzaamheden in de bouwkuip en invloed kan hebben op de bouwfasering. Daarnaast zal vanwege de grote overspanning naar verwachting knik-verkorting van de stempels noodzakelijk zijn.
- Toepassing (grout)ankers: (Grout)ankers hebben als grootste voordeel dat deze de werkzaamheden in de bouwkuip niet dwarszitten. Het nadeel van (grout)ankers is dat deze buiten de bouwkuip worden aangebracht waar toestemming van de betreffende eigenaren van de

grond voor noodzakelijk zijn. Tevens zijn er mogelijk raakvlakken met kabels en leidingen.

Beide varianten hebben hun voor- en nadelen afhankelijk van de voorkeuren van de aannemer. Uitgangspunt van de Gemeente Heerenveen in de uitwerking van het bouwplan is dat ankers niet worden toegestaan onder percelen van derden.

3.3 Wijze van onderafdichting van de bouwkuip

Voor de realisatie van de bouwkuip is, op een gegeven moment, een droge bouwkuip noodzakelijk. Een natuurlijke polderconstructie is met de lokale bodenopbouw niet mogelijk waardoor een kunstmatige polderconstructie noodzakelijk is. Dit kan op de volgende wijzen worden gerealiseerd:

- Toepassing van een bemaling zonder onderafdichting: Indien voldoende wordt bemaald kan de bouwkuip droog worden gepompt zonder waterremmende onderafdichting. Deze variant is beschouwd in de quickscan bemalingsadvies [6]. In deze quickscan wordt het risico op zeer hoge debieten en de omgevingsbeïnvloeding benoemd. Voor de verdere beschouwing van deze variant wordt verwezen naar de quickscan bemalingsinvloed [6].
- Toepassing onderwaterbetonvloer: Het voordeel van een onderwaterbetonvloer is dat dit in iedere grondslag mogelijk is en dat de hoeveelheid bemaling en de invloed van de bemaling op de omgeving verwaarloosbaar is. Bijkomend voordeel is dat de wanden en de horizontale ondersteuning minder belast worden en dus slanker kunnen worden uitgevoerd. De wanden buigen minder uit waardoor er minder vervormingsinvloed op de omgeving is. Ten opzichte van de andere twee varianten kan er bespaard worden op de installatiediepte van de bouwkuipwanden. Ook kan er mogelijk bespaard worden op een tweede stempelraam omdat de OWB-vloer deze functie vervult. Het nadeel van een onderwaterbetonvloer is dat dit een relatief dure oplossing is. Tevens is er sprake van nat grondtransport door de binnenstad.
- Toepassing waterglasinjectie: Bij een waterglasinjectie wordt op diepte een kunstmatige waterremmende laag gerealiseerd. Dit is echter alleen mogelijk bij een bepaalde korrelverdeling van de zandlagen, waarin de siltige bijmenging leidend is. Op de benodigde diepte van ca. NAP -15,25, conform de quickscan bemalingsadvies [6], zijn zandlagen aanwezig. Om de haalbaarheid van de waterglasinjectie te bepalen dienen boringen te worden uitgevoerd om monsters te verzamelen waar zeefproeven op worden uitgevoerd. Waterglas is een goedkopere variant dan de onderwaterbetonvloer echter met meer uitvoeringsrisico's met betrekking tot volledig dekkende onderafsluiting. Tevens komt er meer belasting op de wanden en de horizontale ondersteuning waardoor deze zwaarder worden dan bij de onderwaterbetonvloer variant. De bouwkuipwanden dienen tot aan de onderzijde van de waterglasinjectie uitgevoerd te worden. Dit kan betekenen dat ze dieper moeten worden aangebracht dan qua (geo)stabiliteit technisch noodzakelijk. De verwachting is dat de lansen voor de waterglasinjectie op diepte kunnen komen door sonisch te boren.

Op basis van bovenstaande afwegingen is een onderafdichting een onderwaterbetonvloer of een waterglasinjectie nodig om omgevingsrisico's en debieten te beperken. Hierbij wordt opgemerkt dat op basis van de huidige beschikbare gegevens niet kan worden bepaald of waterglasinjectie

toepasbaar is bodem op de projectlocatie, dit is afhankelijk van de korrelverdeling van de aangetroffen zandlagen op de diepte waar de waterglasinjectie is voorzien. De haalbaarheid van een waterglasinjectie dient te worden bepaald aan de hand van aanvullend laboratoriumonderzoek.

3.4 Funderingswijze van de parkeerkelder

De funderingswijze van de parkeerkelder is afhankelijk van de belastingen en de toelaatbare zettingen.

Gezien de diepe ontgraving zullen trekbelastingen optreden in de tijdelijke situatie en mogelijk in de definitieve situatie vanwege de opwaartse waterdruk en zwellende grond langs de paalschacht.

Voor de funderingswijze van de parkeerkelder zijn 4 varianten beschouwd:

- Fundering op ankerpalen: Voor het opnemen van trekbelastingen, en beperkte drukbelastingen, kunnen ankerpalen worden toegepast. De ankerpalen kunnen verdiept worden aangebracht voor zowel de variant onderwaterbetonvloer en de variant waterglasinjectie.
- Fundering op staal: Gezien de bodemgesteldheid onder de -2 vloer is een fundering op staal geschikt voor drukbelastingen en worden relatief beperkte zettingen onder fundering op staal verwacht. Een fundering op staal kan echter geen trekbelastingen opnemen. Hiervoor zijn (anker)palen noodzakelijk.
- Paal-plaatfundering: De trekbelastingen door opwaartse waterdruk en zwel langs de paalschacht dienen door de palen opgenomen te worden. Indien de ankerpalen niet de volledige drukkracht op kunnen nemen, kan een deel van de drukbelasting worden opgenomen in de plaatfundering. De (anker)palen werken hierbij als zettingsremmers voor de paal-plaatfundering.
- Fundering op palen: De trek- en drukbelasting kunnen ook door paalsystemen zoals schroefpalen met groutinjectie worden opgenomen. Deze optie is relatief duur ten opzichte van de bovengenoemde optie met ankerpalen.

Bij uitvoering met een onderwaterbetonvloer zullen ankerpalen in ieder geval noodzakelijk zijn voor het droogzetten van de bouwkuip. Bij de uitvoering met een waterglasinjectie zijn de ankerpalen niet noodzakelijk in de tijdelijke situatie omdat een bemaling onder het ontgravingsniveau zal worden toegepast. Naar verwachting zullen ankerpalen wel noodzakelijk zijn om trek op te nemen tussen de (kolom)steunpunten in de definitieve situatie.

Drukbelastingen kunnen opgenomen worden door de fundering op staal, de ankerpalen of een paal-plaatfundering.

Indien een constructieve quickscan wordt uitgevoerd en paalbelastingen vastgesteld kunnen oriënterende berekeningen worden uitgevoerd voor de haalbaarheid van de verschillende funderingswijzen van de parkeerkelder.

3.5 Overzicht risico's per uitvoeringswijze

In onderstaande tabel zijn de op dit moment geïdentificeerde risico's met betrekking tot geotechniek voor de verschillende uitvoeringswijzen samengevat. In een latere projectfase dient te worden herzien op basis van de inzichten die op dat moment aanwezig zijn.

Op hoofdlijnen zijn hierin ook de geohydrologische risico's in meegenomen, voor de uitgebreide invloed van de bemaling wordt verwezen naar NT24398b [6].

Tabel 4 samenvatting risico's

Constructie	Risico's	Globale inschatting optredingskans
<u>Type bouwkuipwand</u>		
Damwanden	- Damwanden komen niet op diepte - Ongewenste trillingen en geluid in de omgeving die niet voldoen aan eisen - Maaiveldzakking in omgeving door verdichting - Lekkages door damwandsloten.	- Hoog - Hoog - Hoog - Laag
Damwand met weerstandsreducerende maatregelen	- Damwanden komen niet op diepte - Ongewenste trillingen en geluid in de omgeving die niet voldoen aan eisen - Negatieve invloed op wandwrijving en naastgelegen palen - Maaiveldzakking in omgeving door verdichting - Lekkages door damwandsloten. - Risico op het creëren van een lekweg in de deklaag omdat deze plaatselijk wordt verwijderd door het voorboren of fluïderen.	- Gemiddeld - Gemiddeld - Hoog - Gemiddeld - Gemiddeld - Laag
CSM-wanden	- CSM-wanden komen niet op diepte - Ongewenste trillingen en geluid in de omgeving die niet voldoen aan eisen - Insluitingen in CSM-wanden met slechte eigenschappen - Lekkages in bouwkuip	- Laag - Laag - Laag - Laag
Diepwanden	- Diepwanden komen niet op diepte - Ongewenste trillingen en geluid in de omgeving die niet voldoen aan eisen - Sleuf diepwanden zijn instabiel - Lekkages in voegen	- Laag - Laag - Laag - Gemiddeld
<u>Type ondersteuning</u>		
Stempelraam	- Ongewenste raakvlakken met bouwlogistiek en fasering - Stempeluitval	- Gemiddeld - Gemiddeld
Groutankers	- Raakvlakken met omliggende panden en kabels en leidingen - Ankeruitval	- Hoog - Laag

<u>Wijze van onderafdichting</u>		
Bemaling zonder onderafdichting	- Onacceptabele omgevingsbeïnvloeding door bemaling - Groot te onttrekken debiet	- Hoog - Hoog
Onderwaterbetonvloer	- Onacceptabele omgevingsbeïnvloeding door bemaling - Groot te onttrekken debiet - Risico op lekkages - Welvorming bij slechte aansluiting met grondkering	- Laag - Laag - Laag - Laag
Waterglasinjectie	- Onacceptabele omgevingsbeïnvloeding door bemaling - Groot te onttrekken debiet - Risico op lekkages	- Gemiddeld - Laag - Gemiddeld
<u>Funderingswijze van kelder</u>		
Fundering op ankerpalen	- Palen komen niet op diepte - Onvoldoende capaciteit op druk	- Gemiddeld - Gemiddeld
Fundering op staal*	- Onvoldoende capaciteit op druk - Onacceptabele zetting van fundering - Geen mogelijkheid tot opnemen trek	- Gemiddeld - Gemiddeld - Hoog
Paal-plaat fundering	- Palen komen niet op diepte	- Gemiddeld
Fundering op palen	- Palen komen niet op diepte	- Gemiddeld

Opmerking bij tabel:

* De gepresenteerde risico's voor een fundering op staal zijn ontwerprisico's. Een groot deel hiervan zijn vanwege het gebrek aan uitgangspunten over het constructieve ontwerp en de belastingen. Mogelijk zijn de genoemde risico's niet van toepassing als gevolg van de uiteindelijke belastingen en is toepassing van een fundering op staal het minst risicovol in de uitvoering.

4 Aandachtspunten

Voor de verschillende varianten gelden de volgende aandachtspunten:

Algemeen:

- Het uitgevoerde grondonderzoek is hoofdzakelijk niet tot de benodigde diepte uitgevoerd. Er dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd om te voldoen aan de norm NEN9997-1. Hierbij is de voorkeur voor sonderingen, aangevuld met boringen. Indien de sonderingen niet op diepte komen kan ook gekozen worden voor slagsonderingen.

Type bouwkuipwand:

- Er dient rekening te worden gehouden dat voorboren en/of fluïderen een negatieve invloed heeft op de wandwrijving langs de damwanden en een negatieve invloed heeft op de naastgelegen paalfundering in de bouwkuip. Tevens bestaat bij het toepassen van deze technieken het risico op het creëren van een lekweg in de deklaag omdat deze plaatselijk wordt verwijderd. Aangezien de stijghoogte in het

watervoerend pakket lager is dan de freatische grondwaterstand is dit risico waarschijnlijk beheersbaar. Hierbij de opmerking dat dit beter beheersbaar is bij voorboren dan bij fluïderen.

- Bij het toepassen van CSM-wanden is een risico op lekwegen in de hoeken van de bouwkuip. Hiervoor worden de hoeken van de bouwkuip na ontgraven vaak behandeld om deze waterdicht te maken.
- Bij het toepassen van diepwanden bestaat het risico op een slechte aansluiting tussen verschillende secties. Dit kan leiden tot significante lekwegen welke lastig te repareren zijn. Gezien de veelal zandige bodemopbouw op de projectlocatie is dit risico relatief beperkt.

Type ondersteuning:

- Indien wordt gekozen voor de variant met groutankers moet er rekening worden gehouden met het raakvlak met omliggende grondeigenaren, funderingen en kabels en leidingen.
 - Bij de variant met onderwaterbetonvloer komen de eventuele ankers niet onder de belendende panden.
 - Bij de variant met zouden de groutankers aan de zijde met een afstand van de panden van 10 meter tot de bouwkuip wel onder de belendende panden komen, bij de grotere afstanden zouden de groutankers niet onder de belendende panden komen.

Wijze van onderafdichting:

- Voor de variant met waterglasinjectie dienen boringen en zeefproeven te worden uitgevoerd om de haalbaarheid te beschouwen. De toepasbaarheid van waterglasinjectie is afhankelijk van de korrelverdeling, waarin de siltige bijmenging leidend is, van de zandlagen en de kwaliteit van het grondwater. De hoeveelheid boringen en zeefanalyses is vastgesteld in het bemalingsadvies.
- Bij bodeminjectie is het risico aanwezig dat de injectie plaatselijk niet goed geïnjecteerd is of dat er gaten tussen de injectiepunten zitten. Dit risico is te monitoren middels de elektrische weerstand van de bodem, zo kunnen eventuele gaten worden opgespoord en kan hier nageïnjecteerd worden.
- Bij het toepassen van onderwaterbeton bestaan risico's op een slechte aansluiting tussen het onderwaterbeton en de verticale grondkeringen, waardoor een wel kan ontstaan. Dit risico is het grootste in combinatie met damwanden.

Funderingswijze:

- Aangezien er ten tijde van het opstellen van deze notitie geen funderingsbelastingen beschikbaar zijn is de fundering van de parkeerkelder is niet nader uitgewerkt. De lengtes van de ankerpalen dienen nader te worden bepaald aan de hand van de belastingen op de funderingen.
 - Indien een constructieve quickscan wordt uitgevoerd en paalbelastingen vastgesteld kunnen oriënterende berekeningen worden uitgevoerd voor de haalbaarheid van de verschillende funderingswijzen van de parkeerkelder.
 - Aanbevolen wordt de installeerbaarheid van palen met de uitvoerend aannemer te overleggen in verband met de zeer vast gepakte zandlagen.

Omgevingsbeïnvloeding:

- In de omgeving is sprake van belendende panden rondom de bouwkuip. De afstand van deze belendingen tot de rand van de bouwkuip bedraagt 10 à 20 meter. De belendingen op 20 meter liggen buiten het invloedsgebied van de bouwkuip, de belendingen op ca. 10

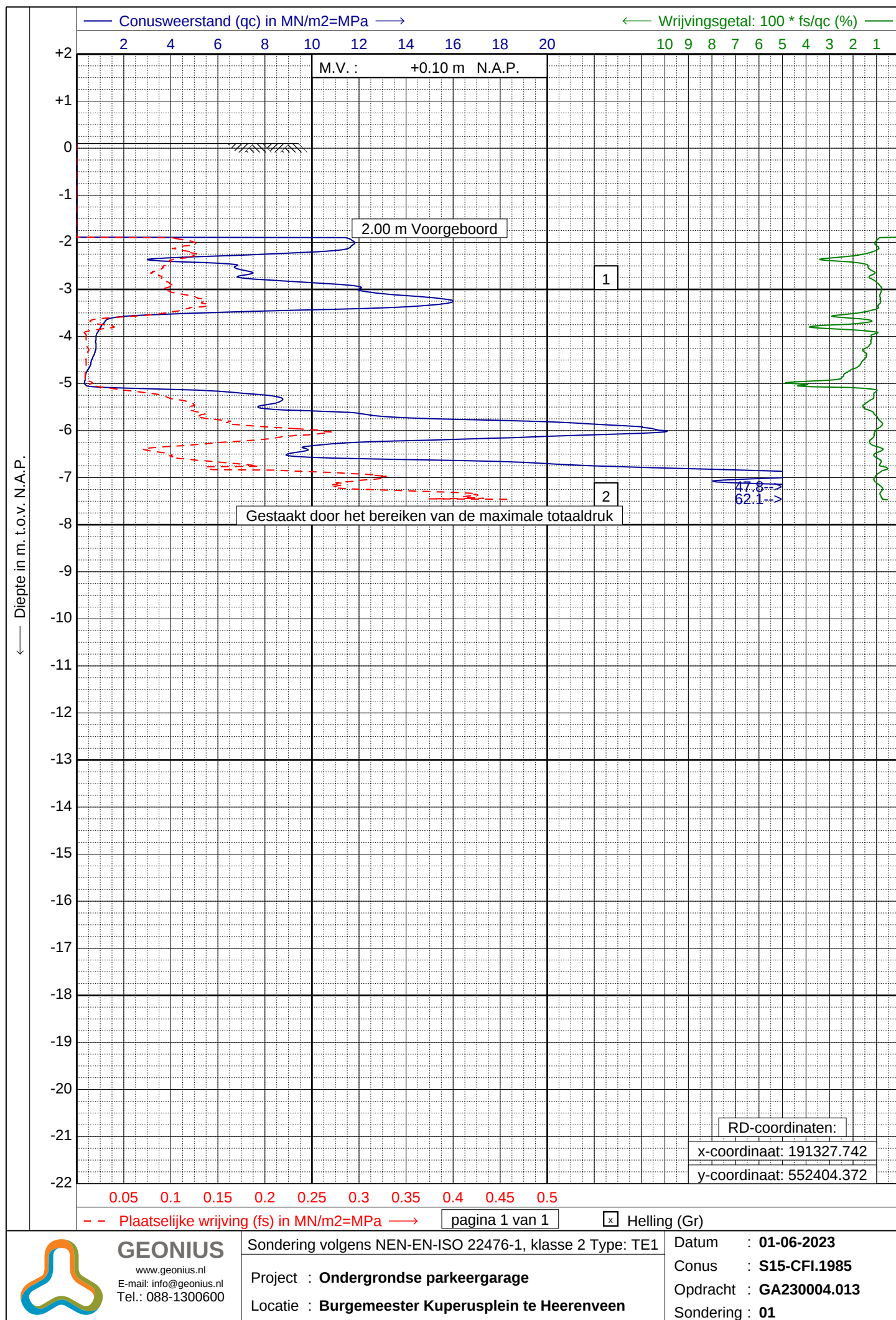
meter liggen naar verwachting nog binnen het invloedsgebied van de bouwkuipvervormingen.

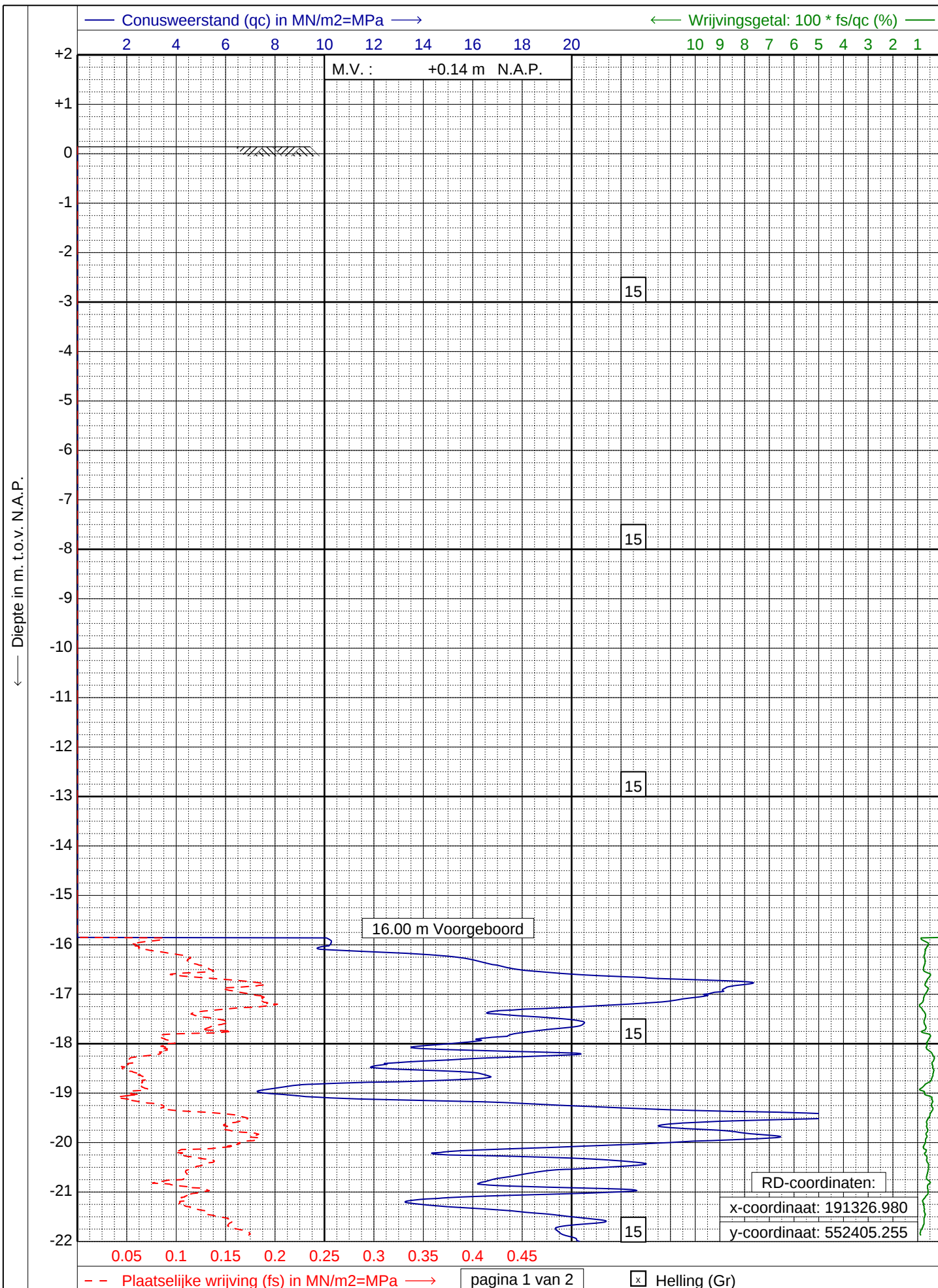
- De invloed van trillingen en geluid door installatie van trillend inbrengen van de damwanden op de omgeving dient te worden getoetst.
- Door de opdrachtgever is een KLIC melding beschikbaar gesteld, uitgevoerd op 12 december 2024 [4]. Deze KLIC melding is weergegeven in Figuur 3. Voor de volledigheid is de KLIC melding toegevoegd in Bijlage 3. In de KLIC melding is te zien dat een hoge druk gasleiding en enkele kabels door de bouwkuipcontouren liggen. Deze dienen te worden verwijderd of verlegd voordat de bouwkuipwanden worden aangebracht. Daarnaast zijn er kabels en leidingen aanwezig op korte afstanden van de bouwkuipcontouren. Deze kabels en leidingen zullen zakken als gevolg van de ontgraving in de bouwkuip.
- Het wordt aanbevolen om een risicoanalyse met betrekking tot schade aan belendingen van derden uit te voeren als gevolg van de werkzaamheden. De vervormingsinvloed op de omgeving dient te worden getoetst. Op basis van de berekende wandvervormingen wordt ca. 5 cm maaiveldzakking verwachting achter de bouwkuipwanden, waarbij tevens een beperkte zetting te verwachten is bij de panden op 10 meter van de bouwkuipwanden. Het is niet uitgesloten dat de invloed op de omgeving (belendingen en/of kabels en leidingen) bepalend zal zijn voor het ontwerp van de bouwkuip (wanden en stempelraam/ankers).

Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Grondonderzoek
Bijlage 2	Archiefsondering DINOloket
Bijlage 3	KLIC Melding Burgemeester Kuperusplein [4]

Bijlage 1 Grondonderzoek





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

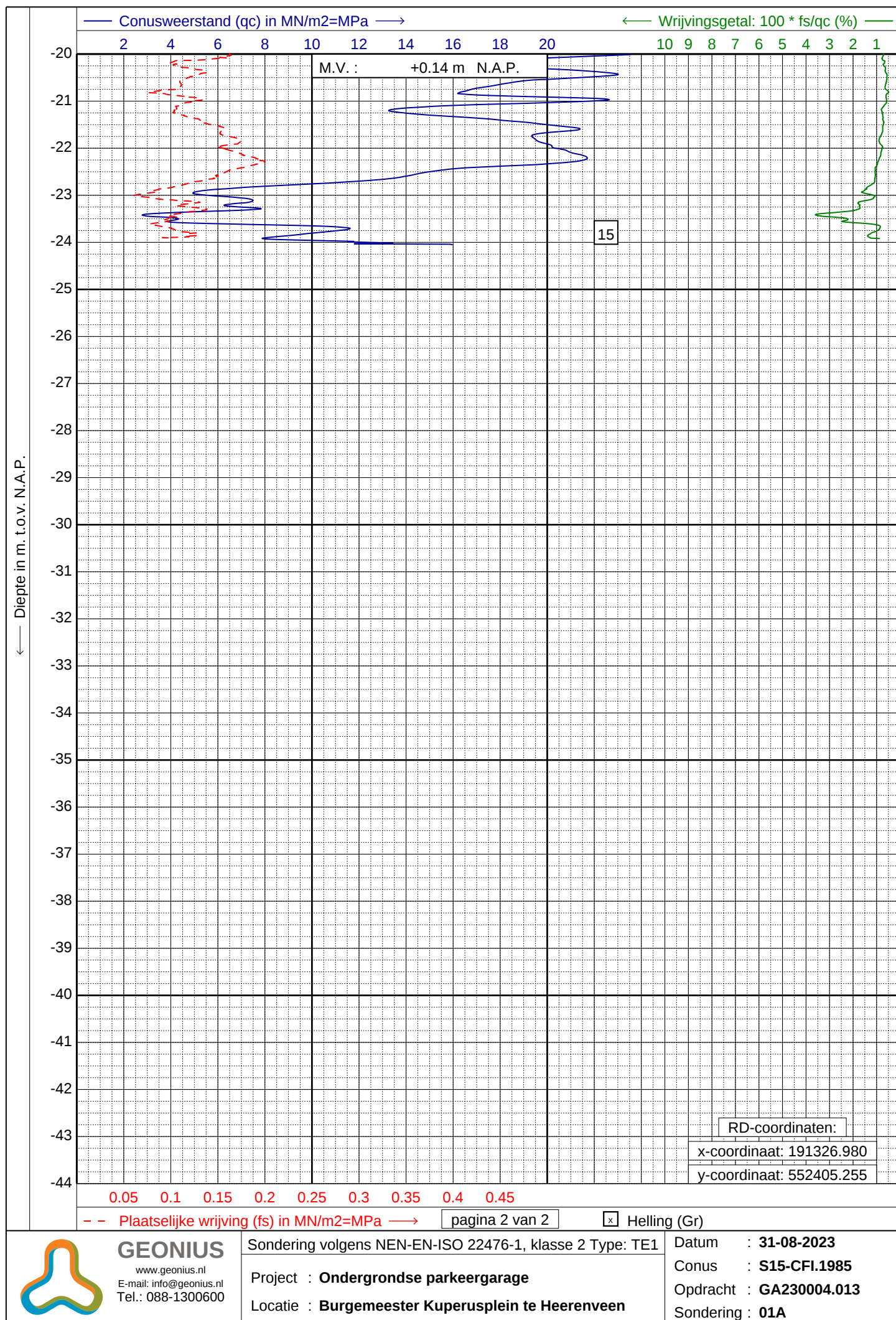
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

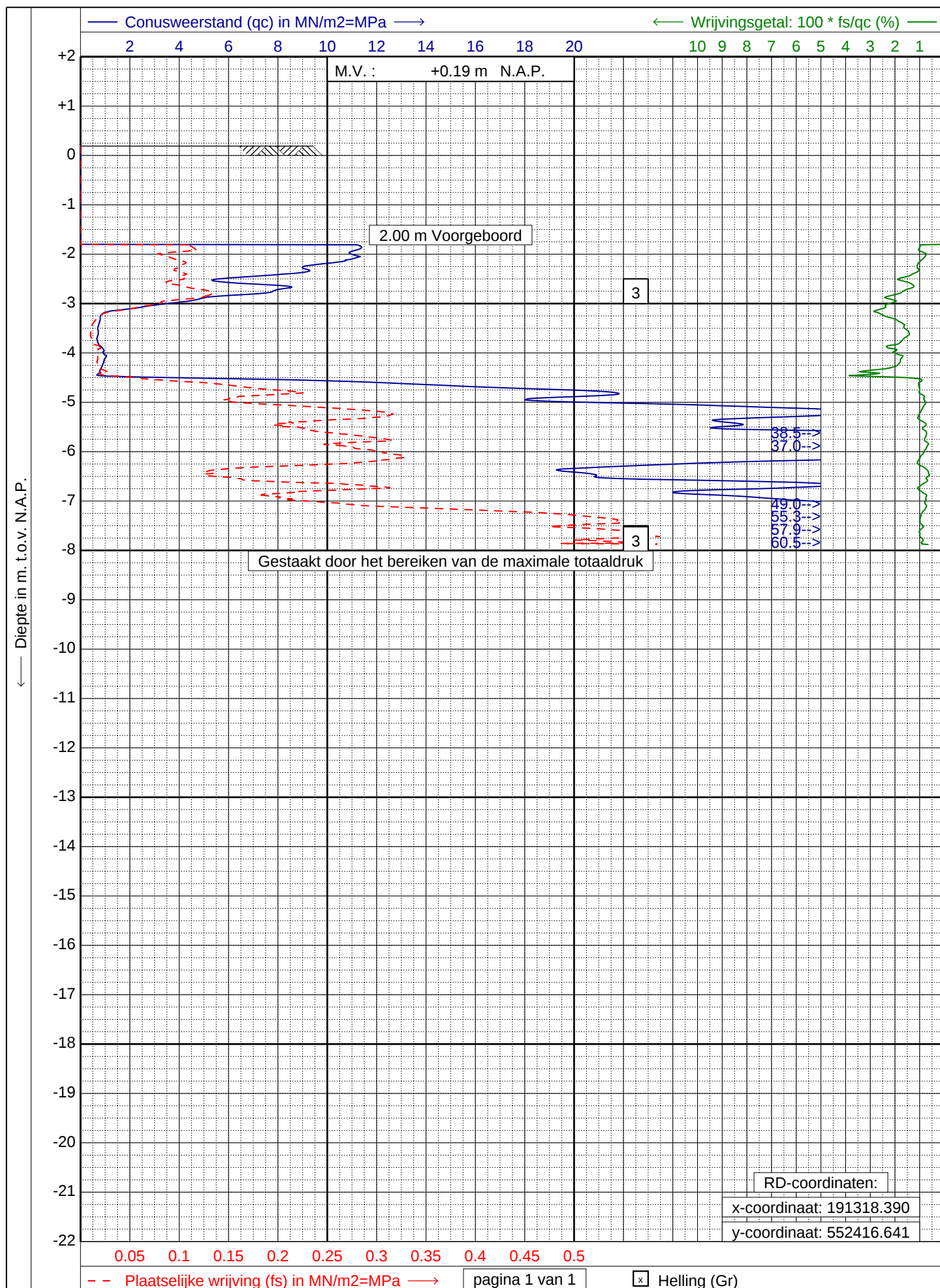
Datum : **31-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **01A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

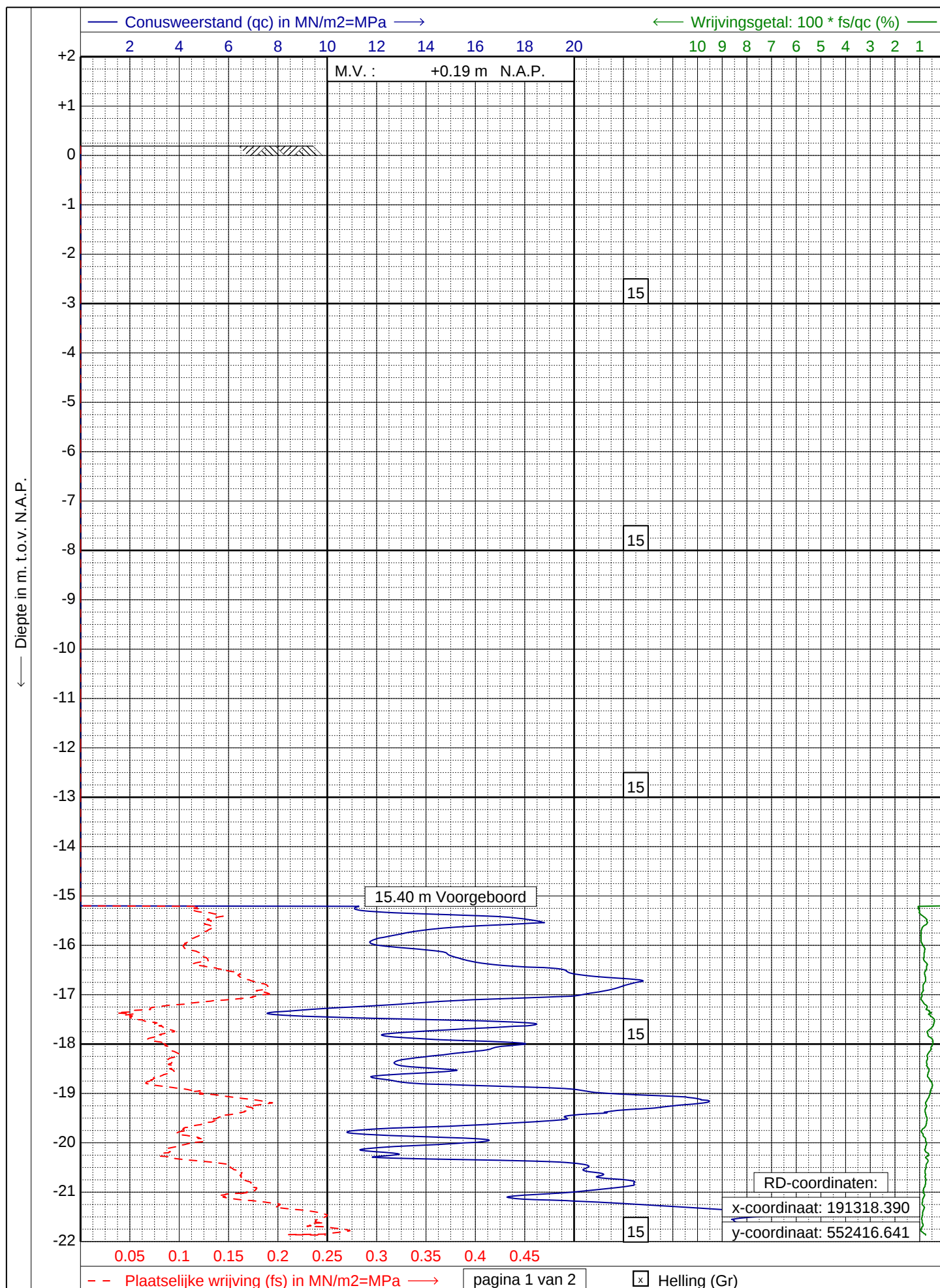
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **02**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

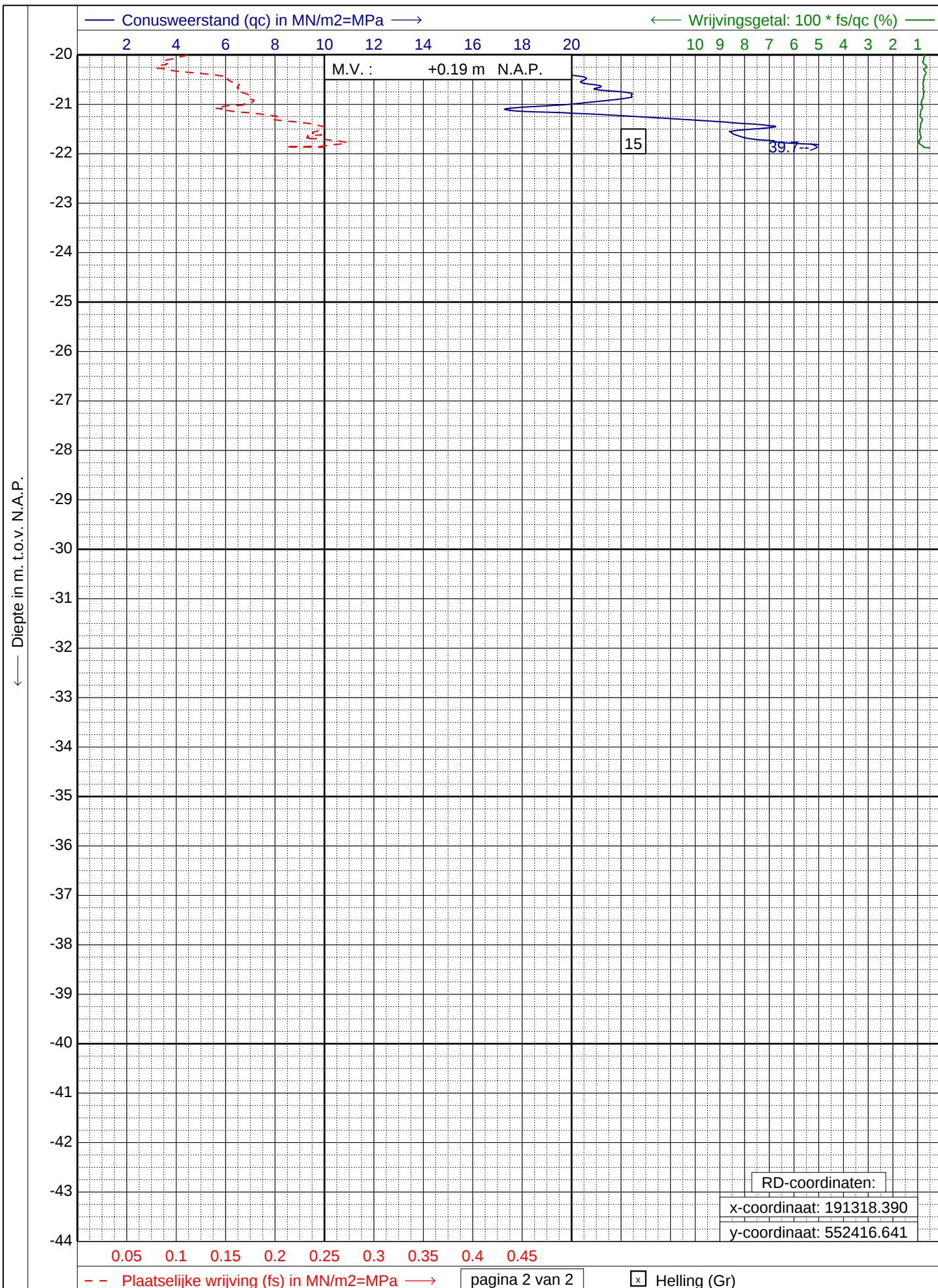
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **02A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

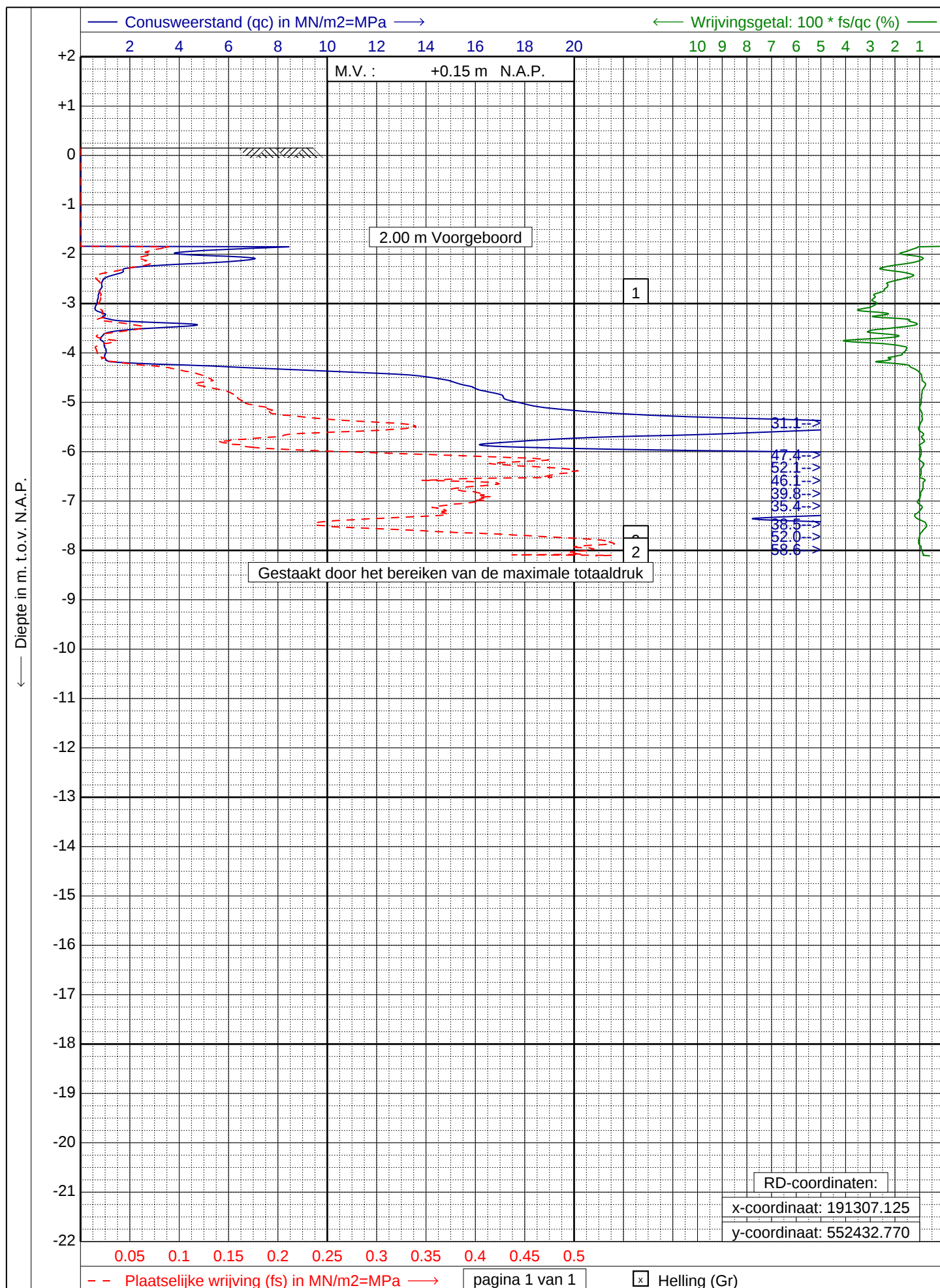
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **02A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

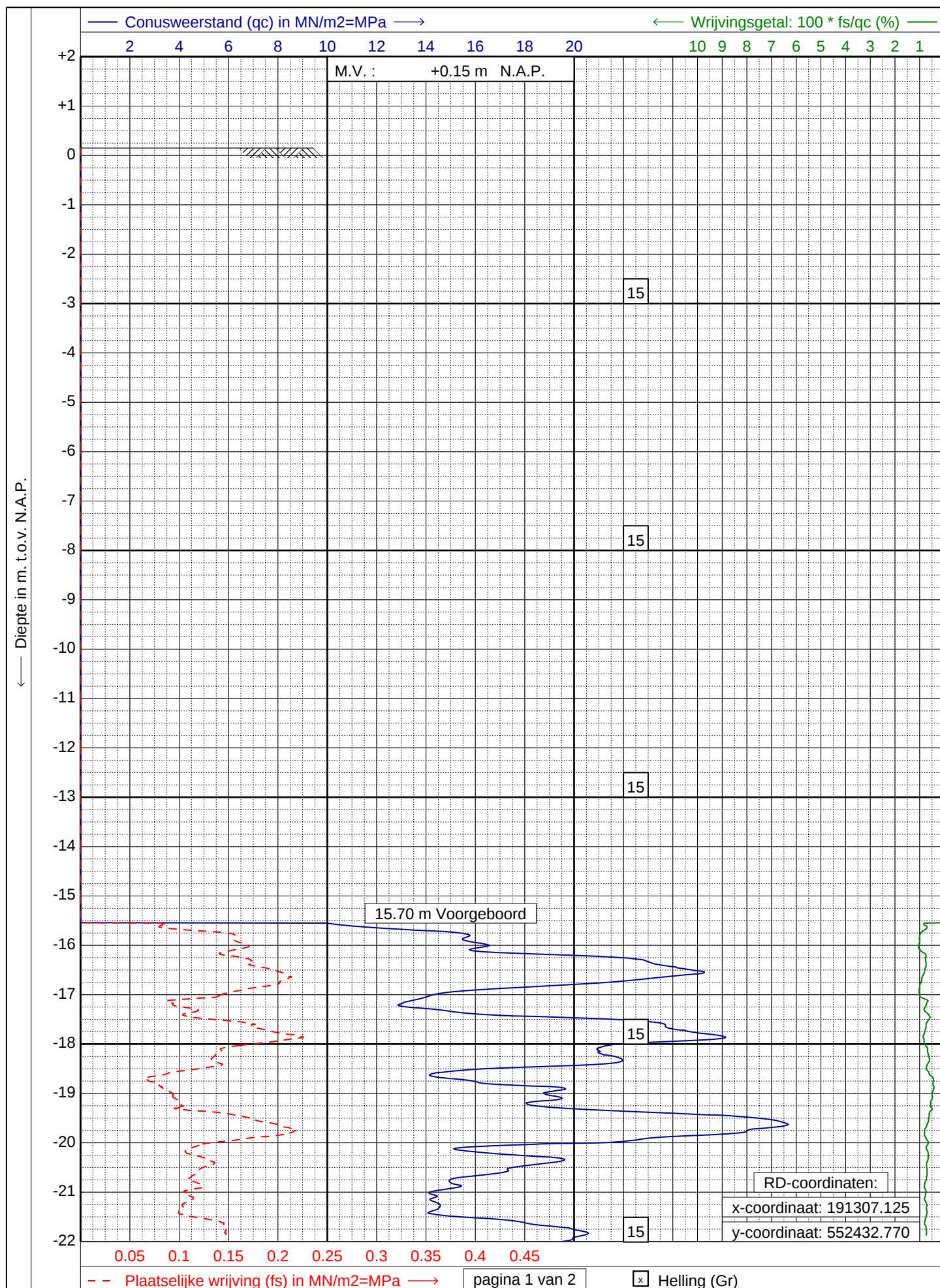
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **03**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

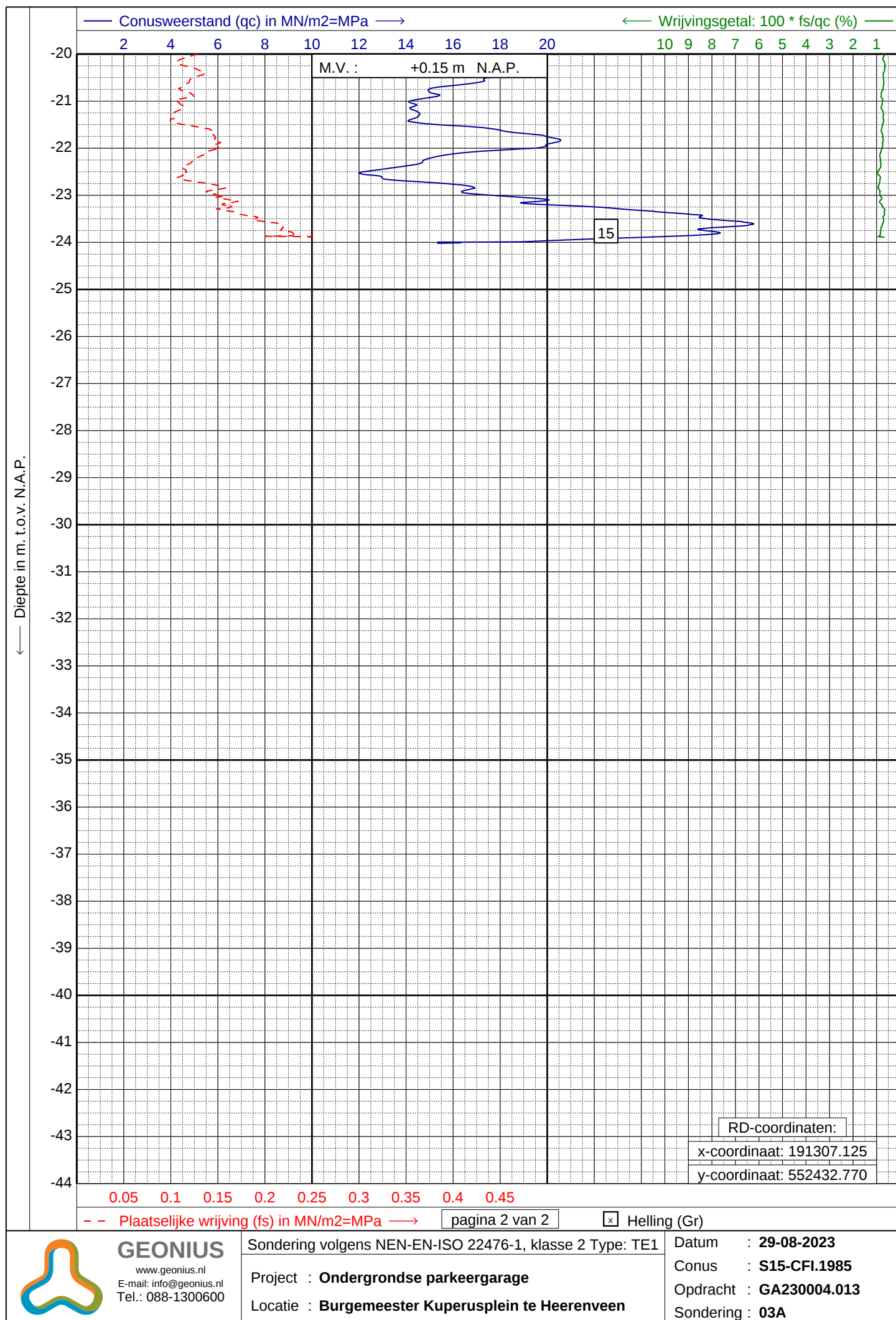
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

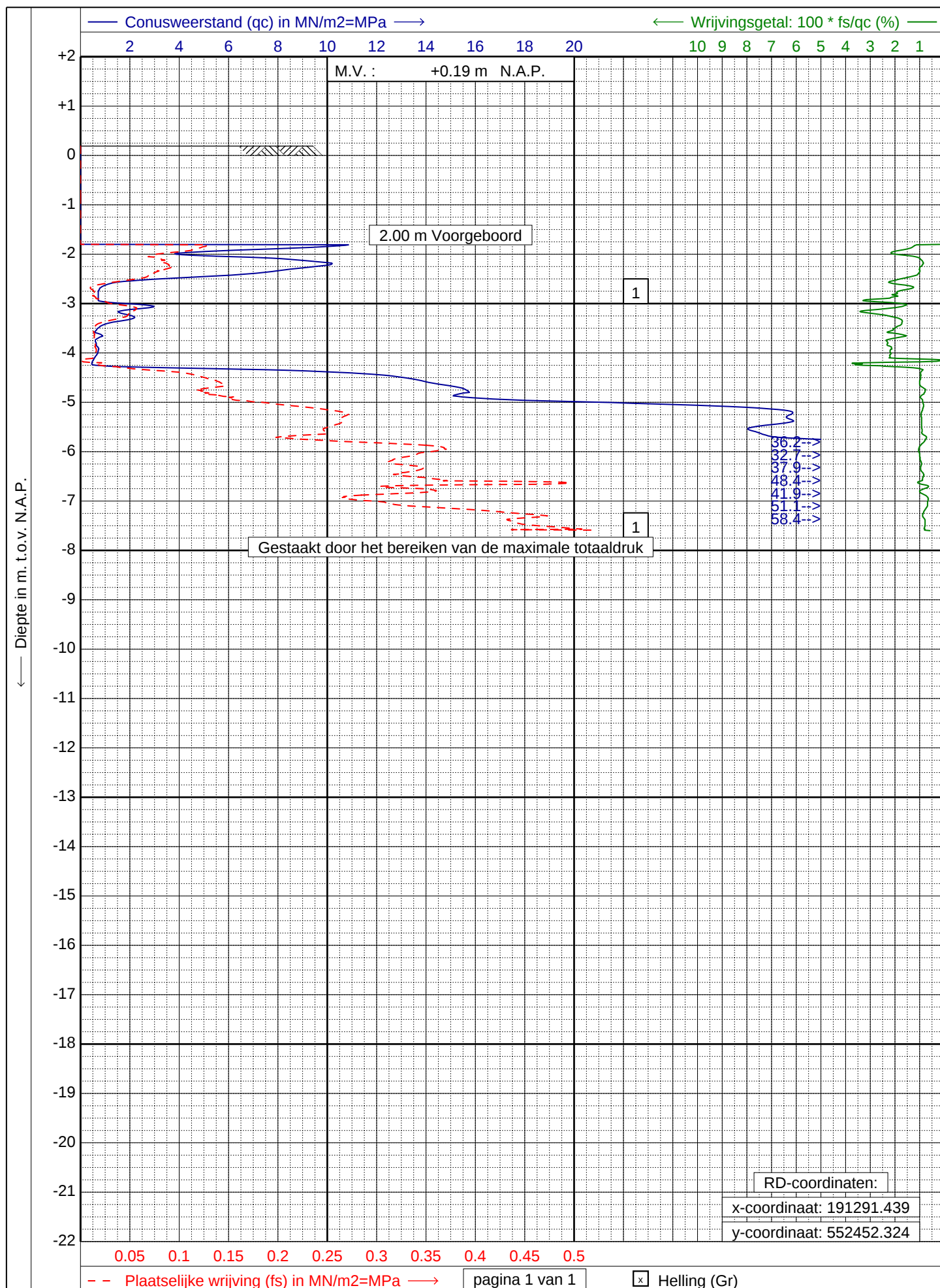
Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **03A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

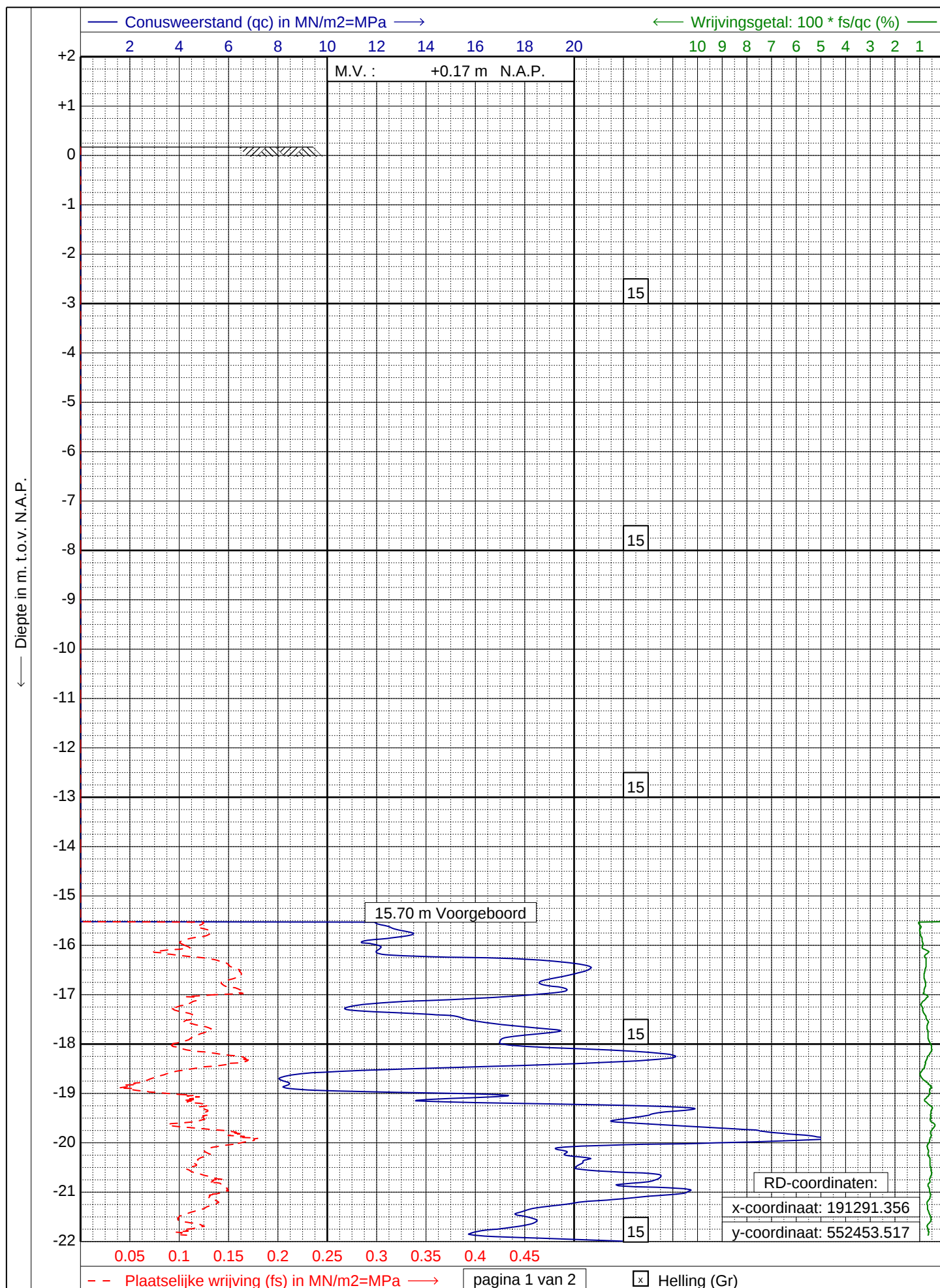
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **04**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

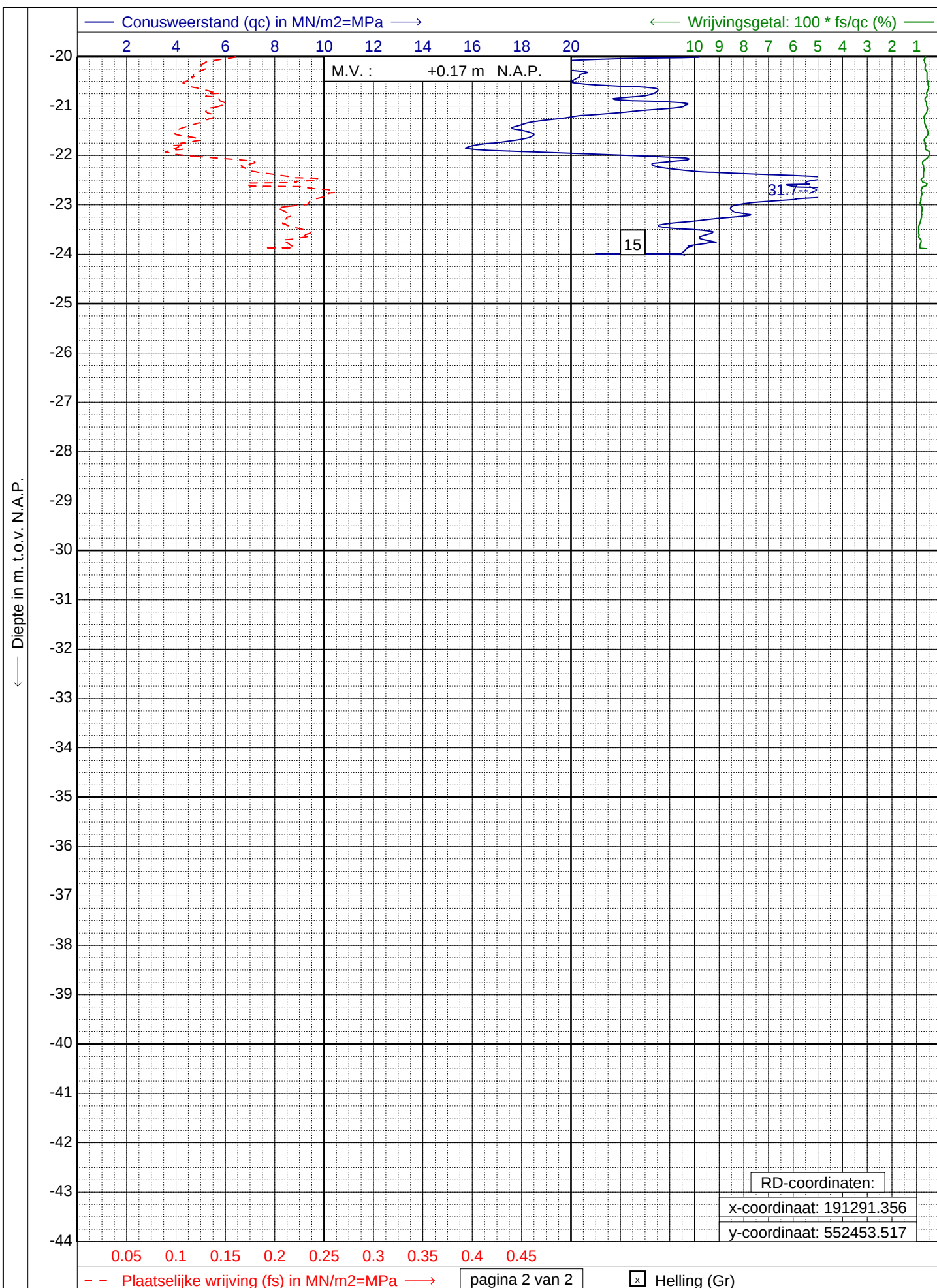
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **31-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **04A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

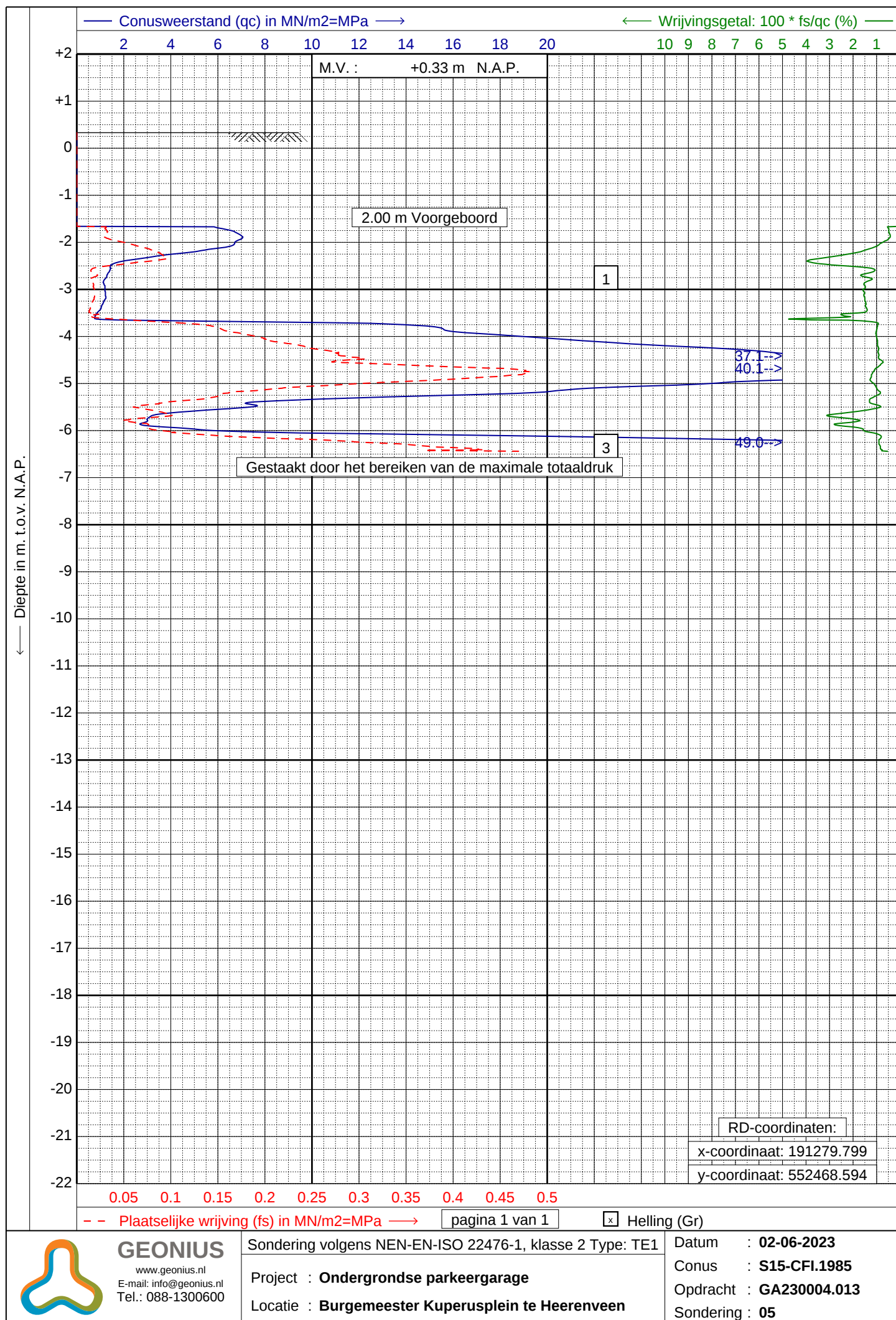
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

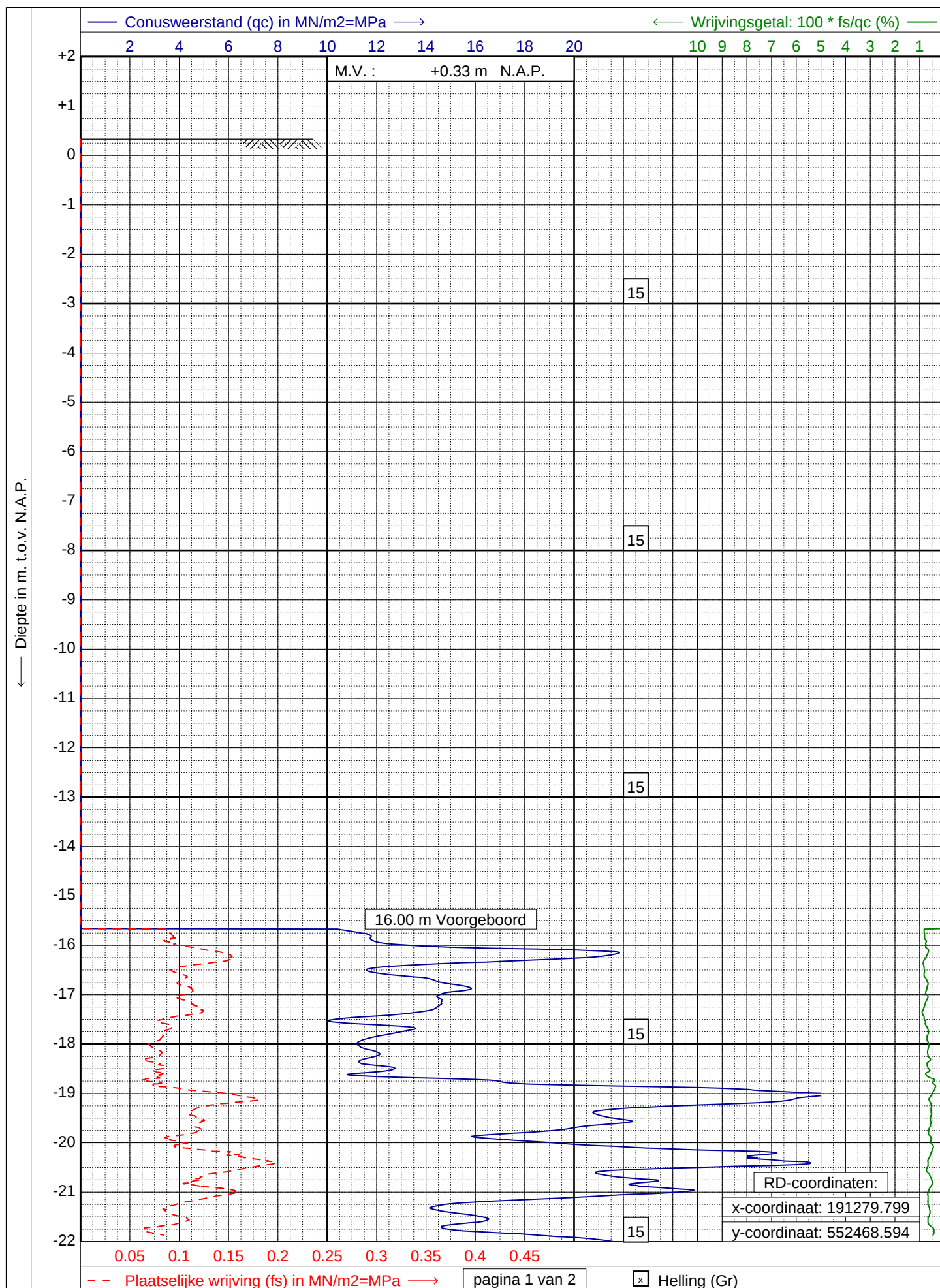
Datum : **31-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **04A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

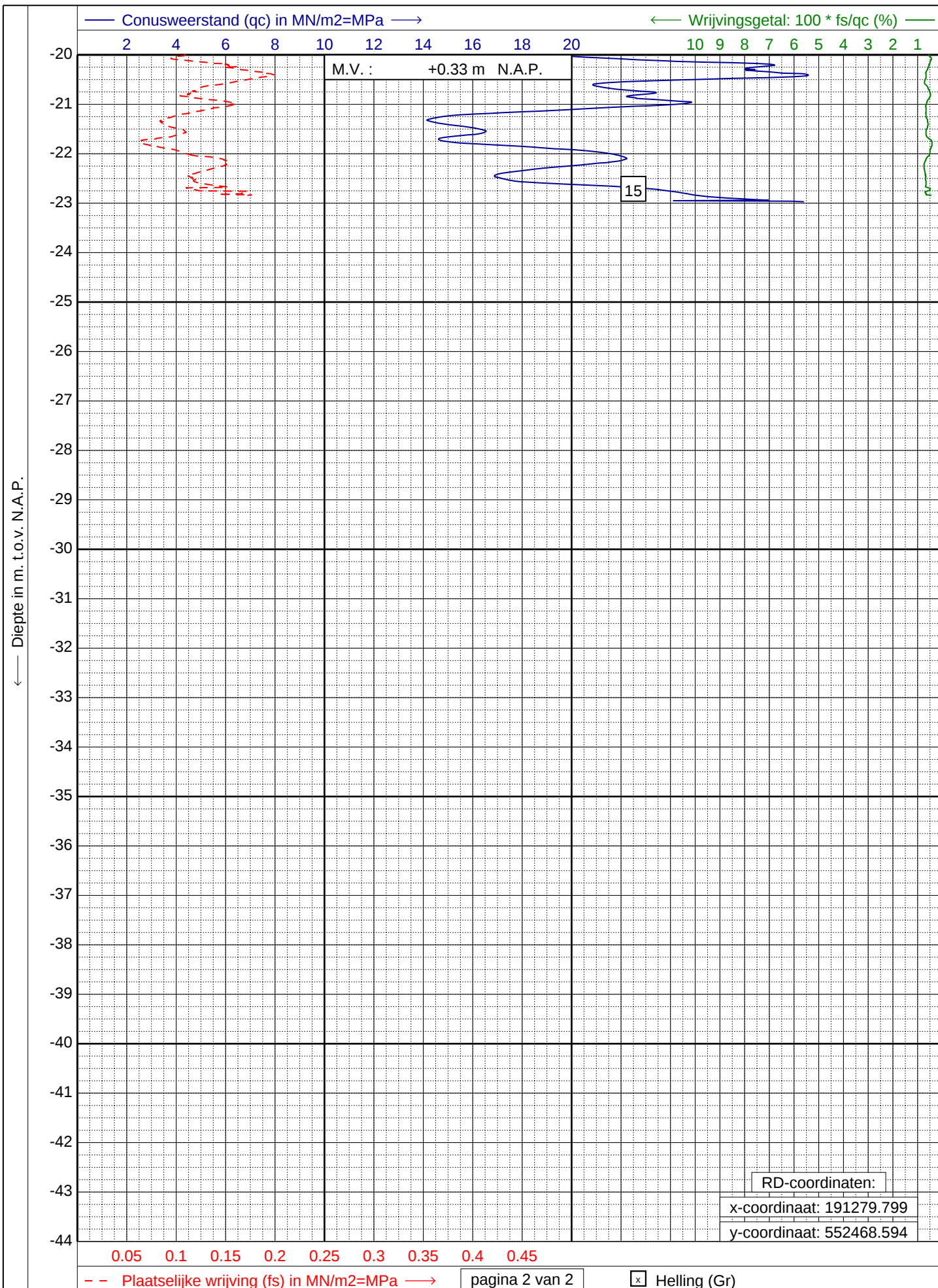
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-09-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **05A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

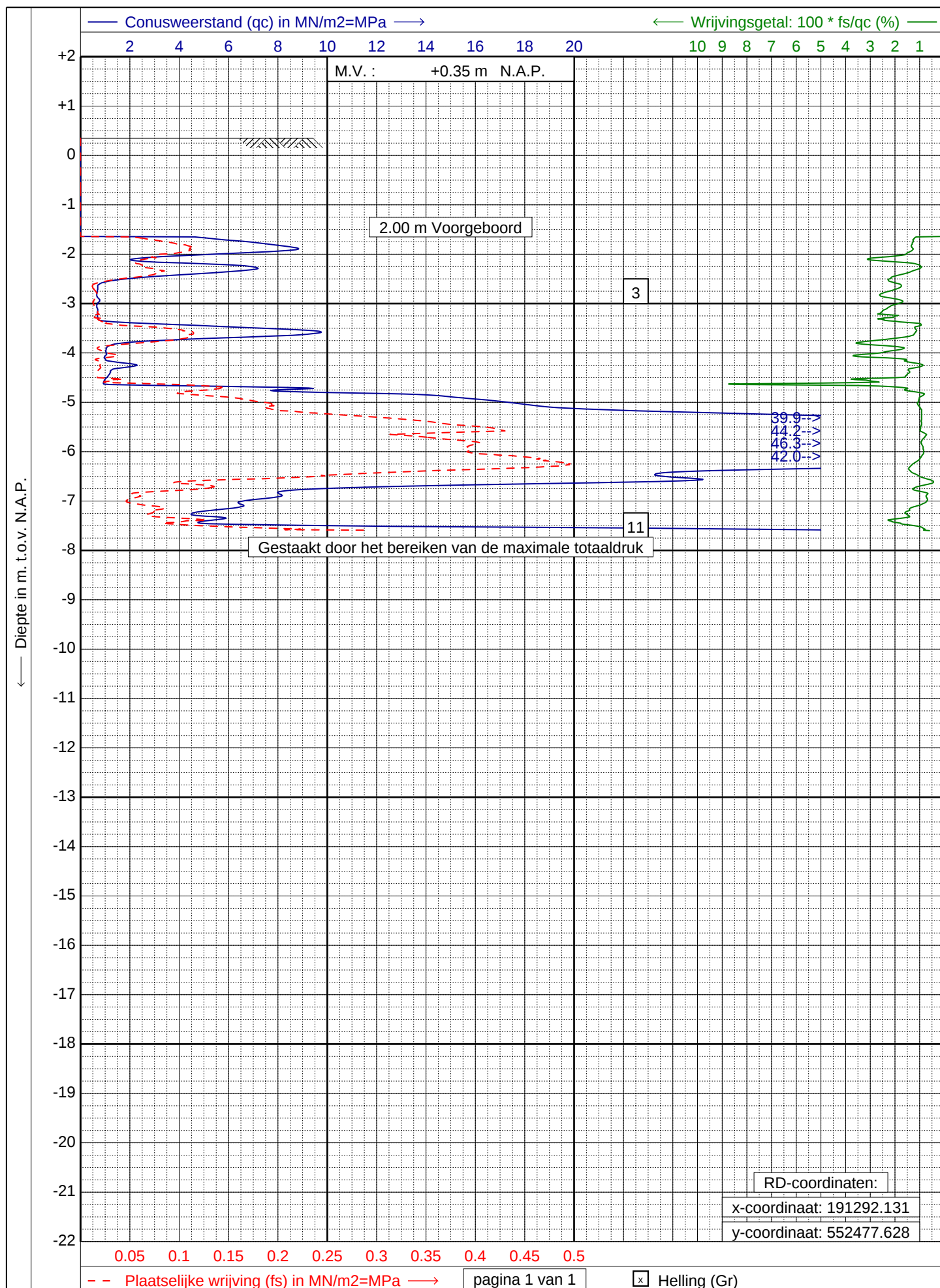
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-09-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **05A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

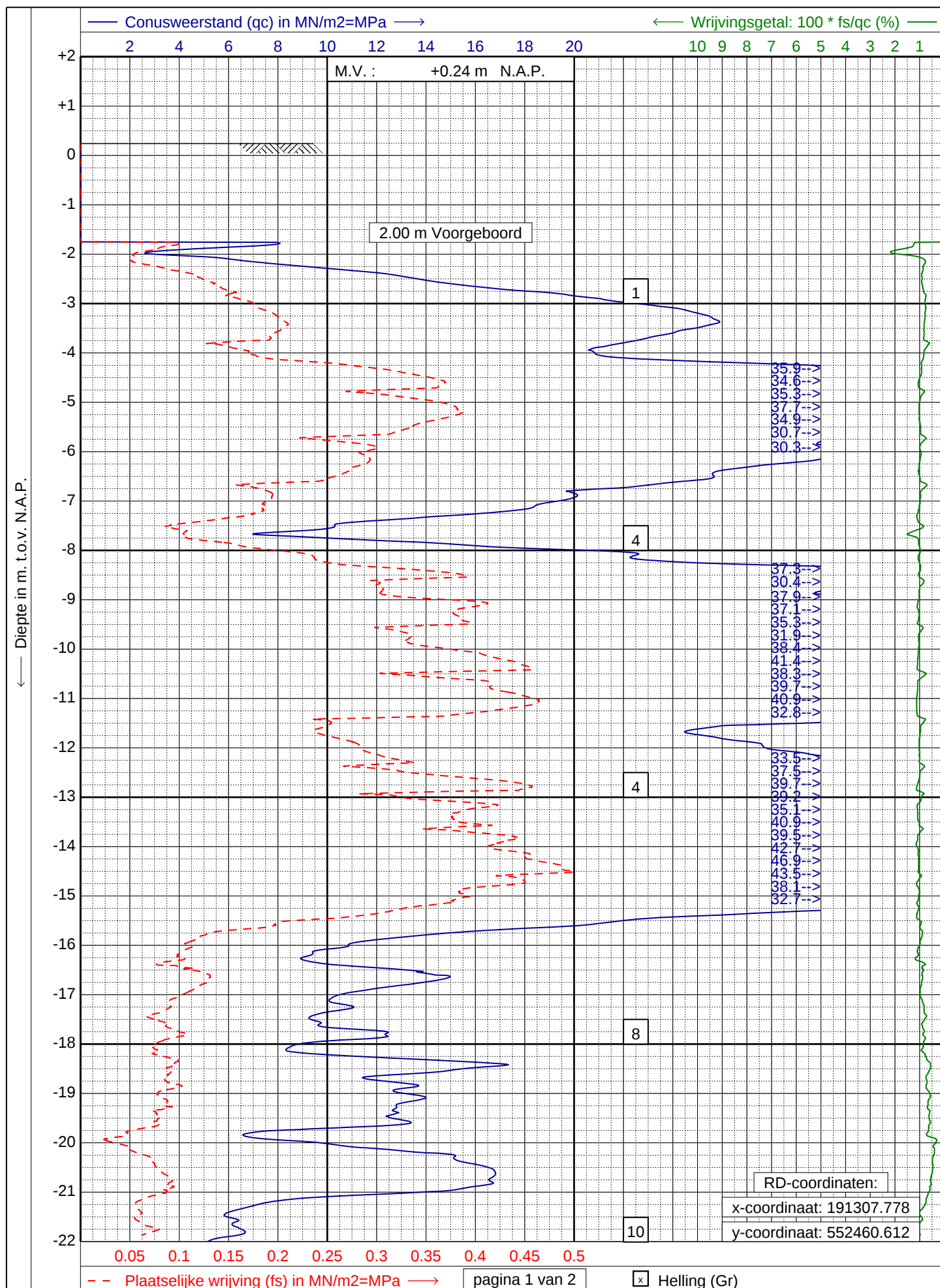
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **06**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

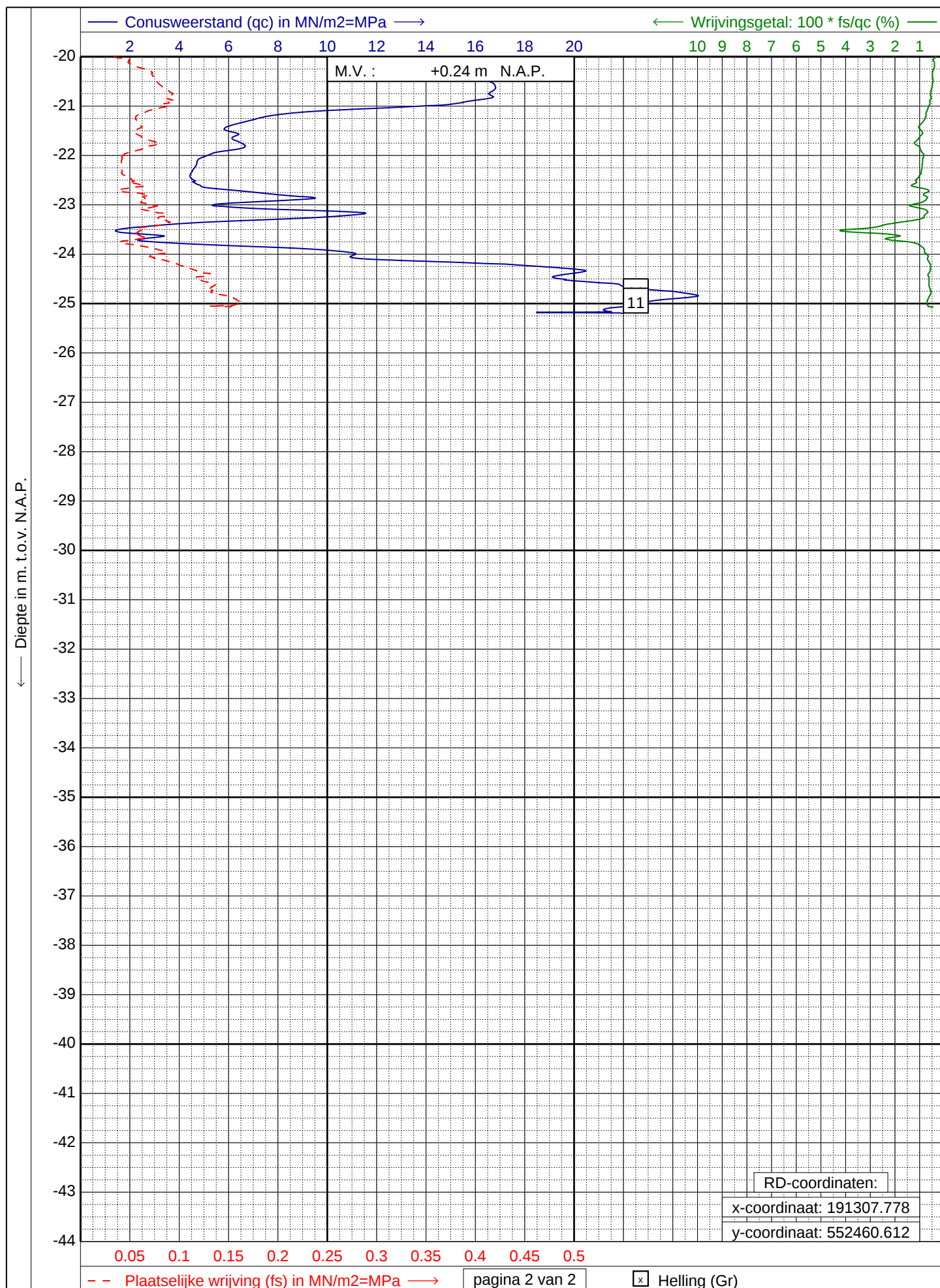
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **07**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

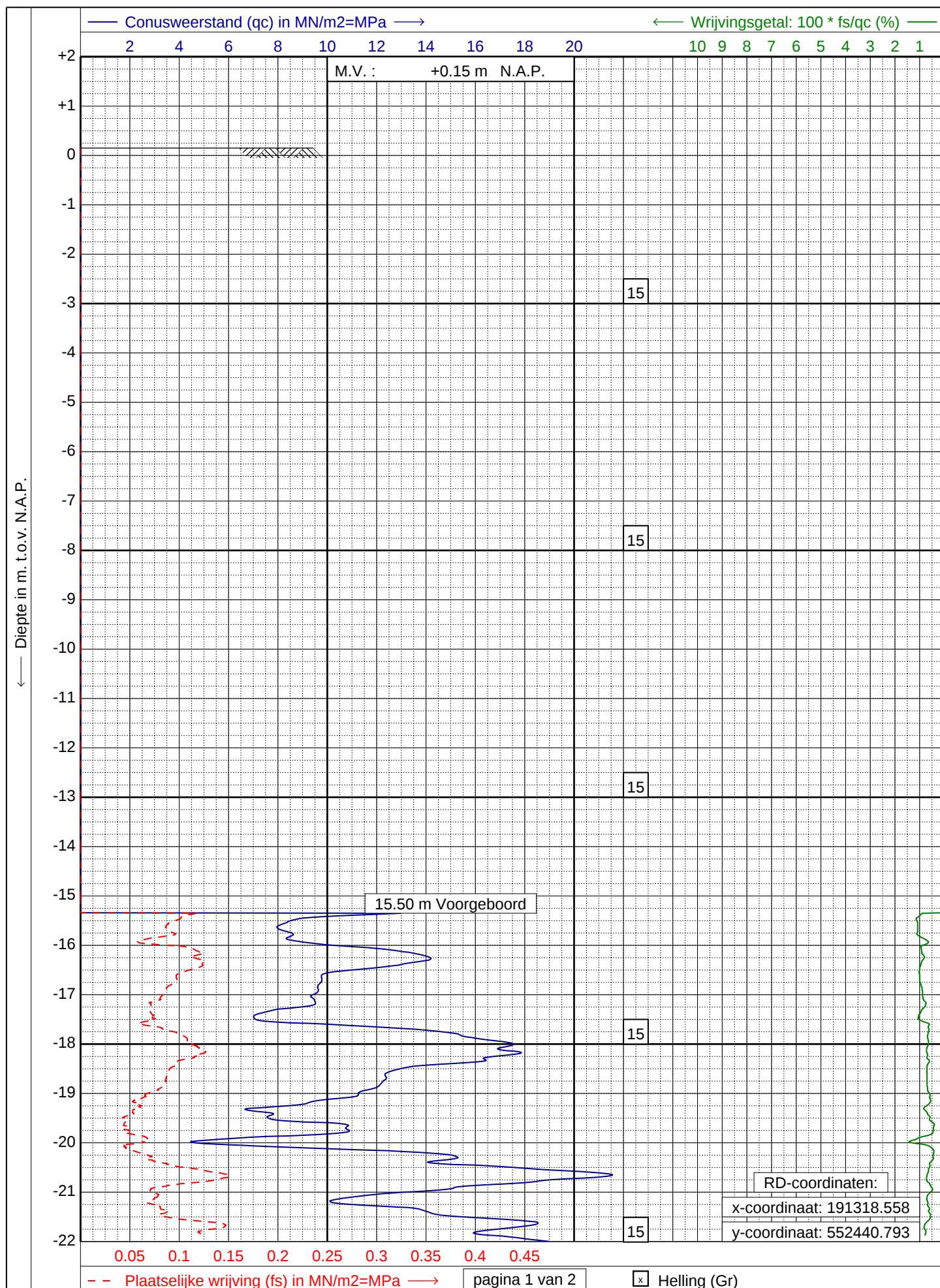
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **07**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

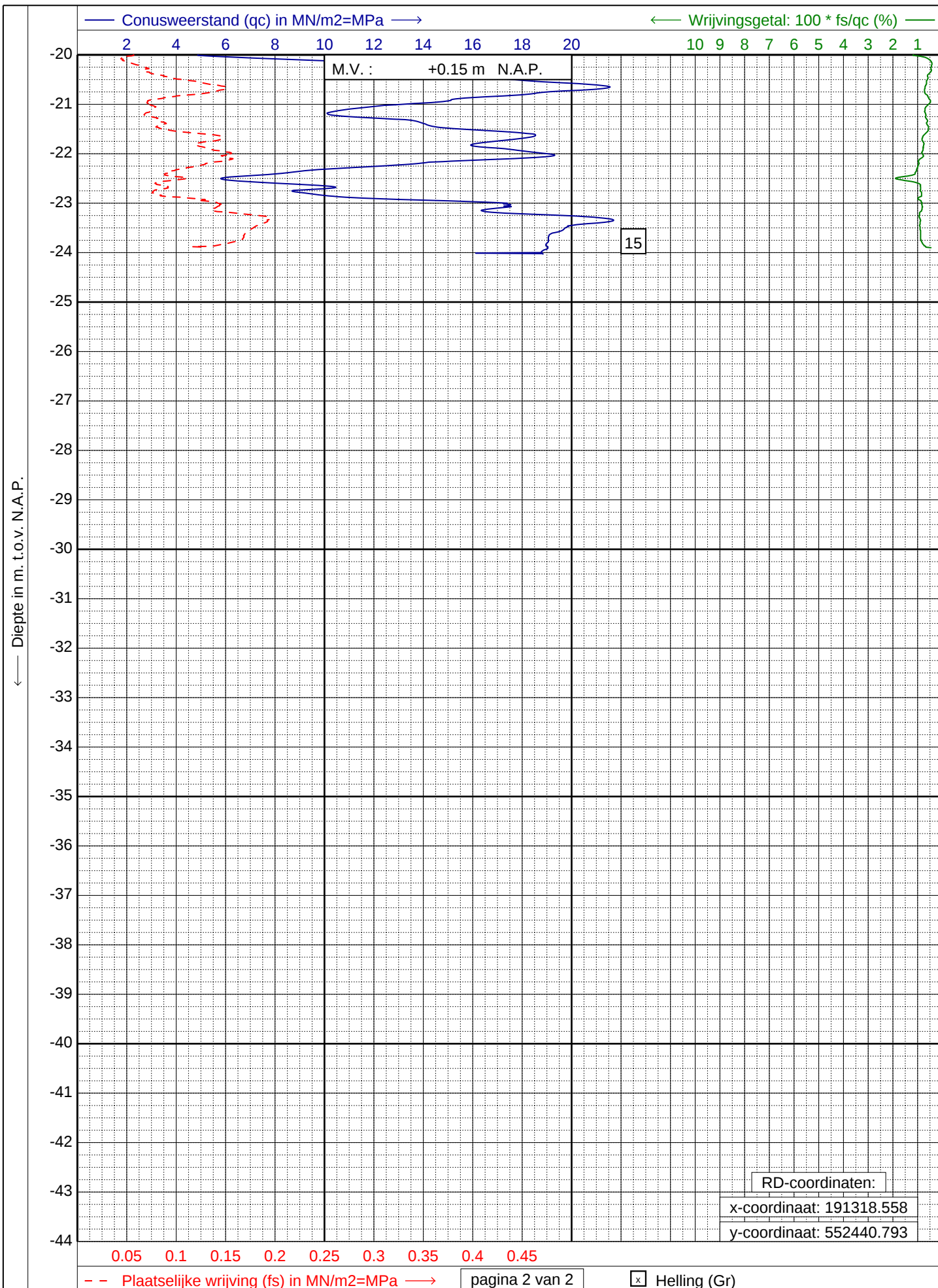
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **08A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

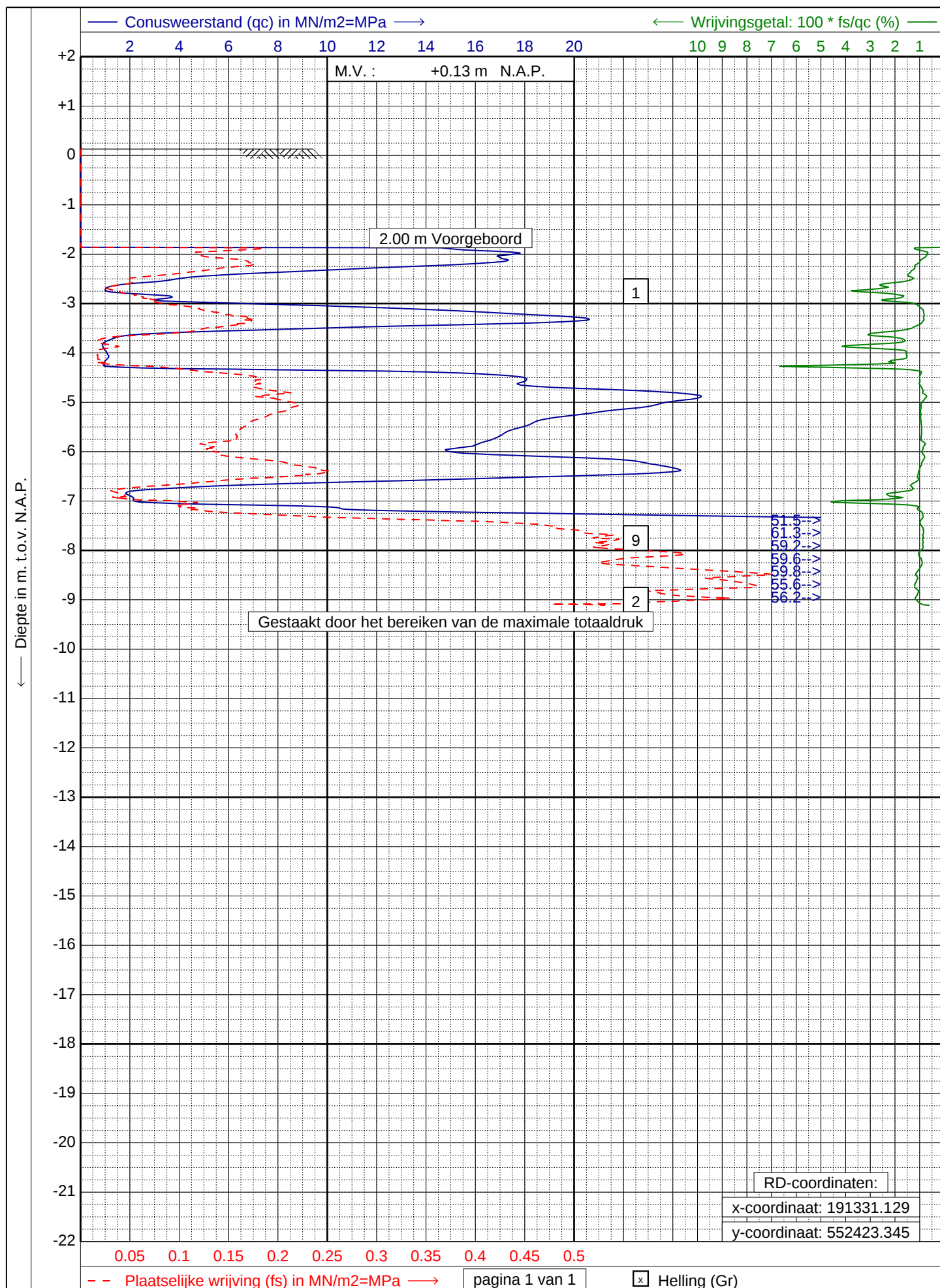
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **08A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

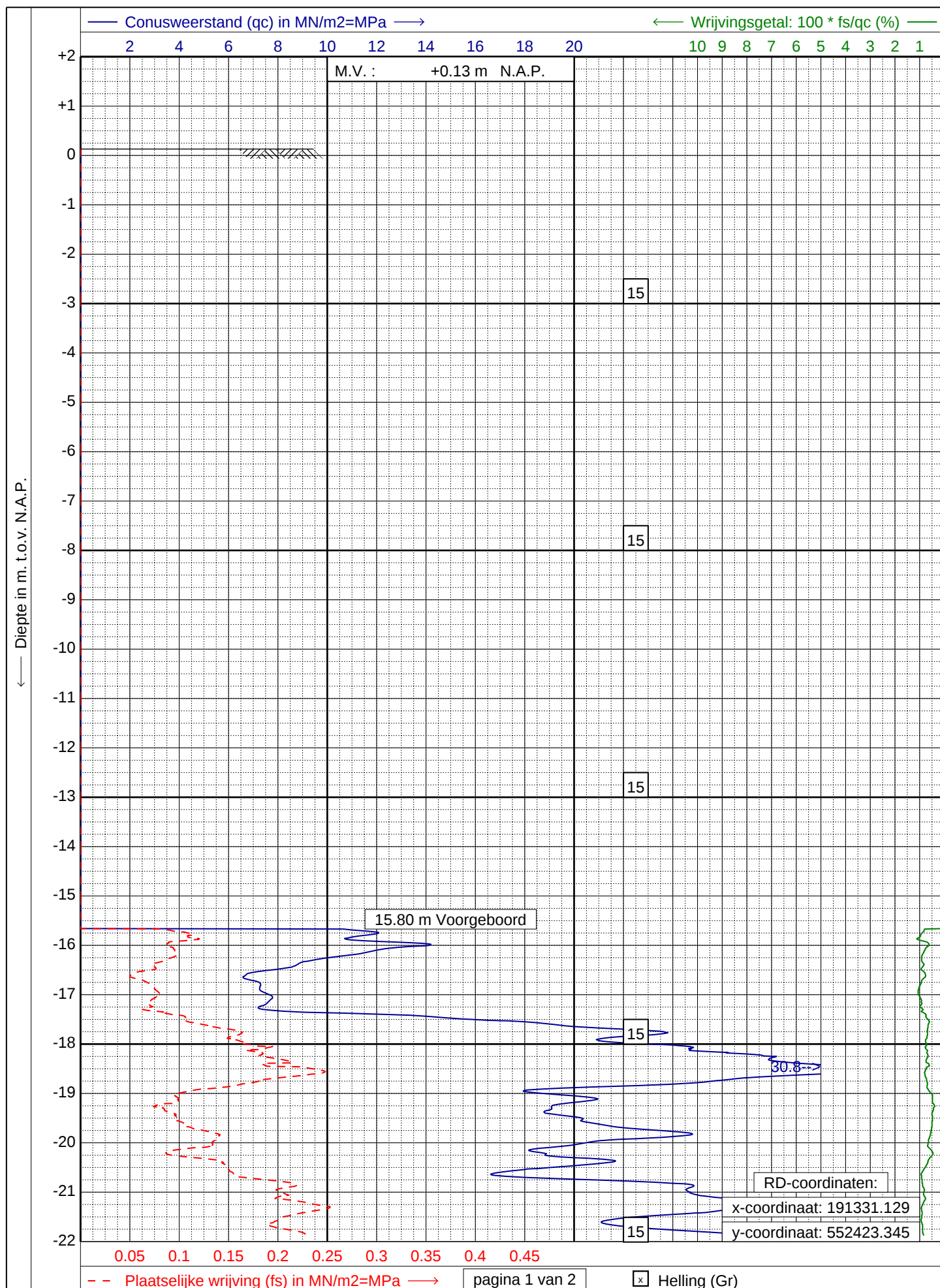
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **09**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

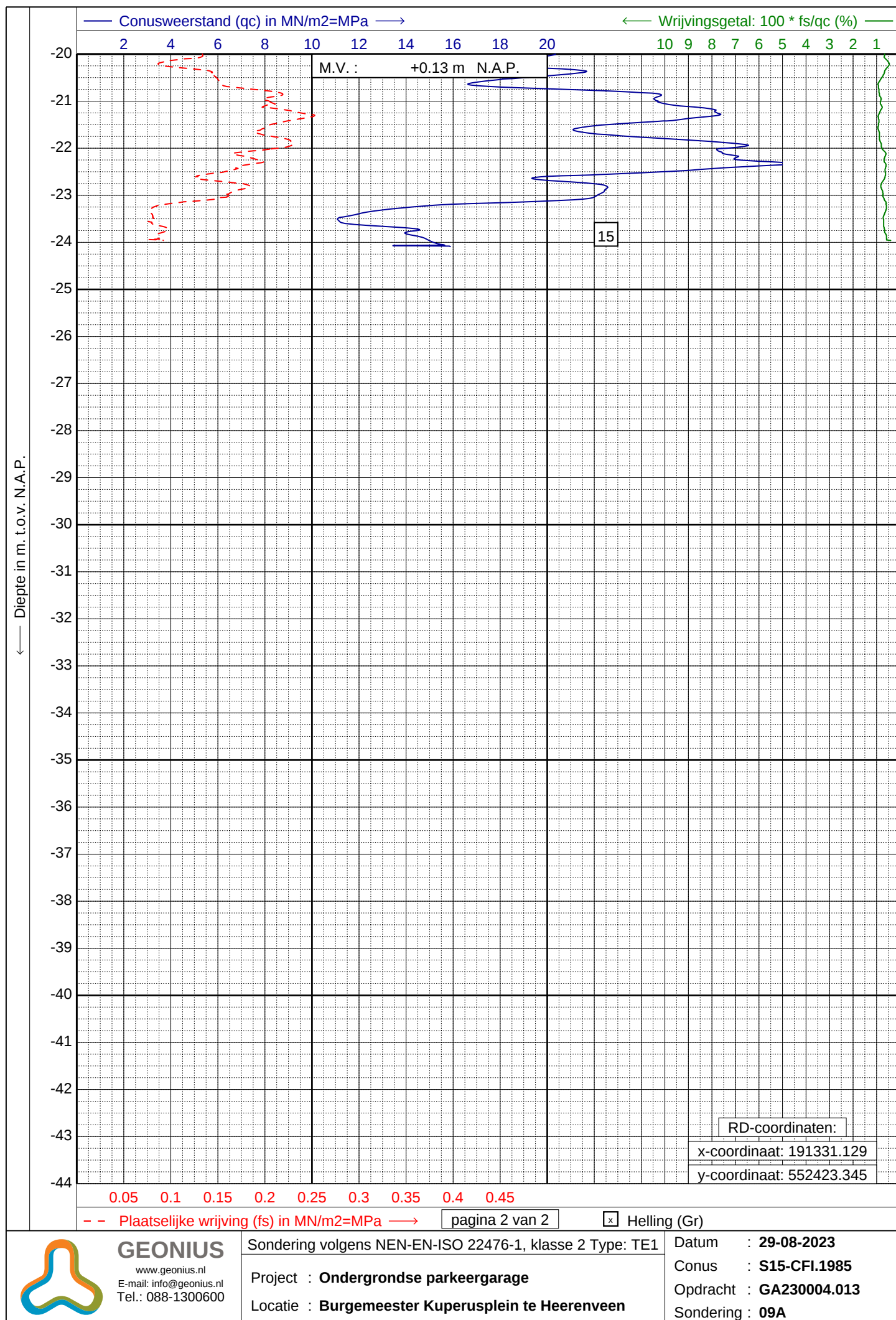
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

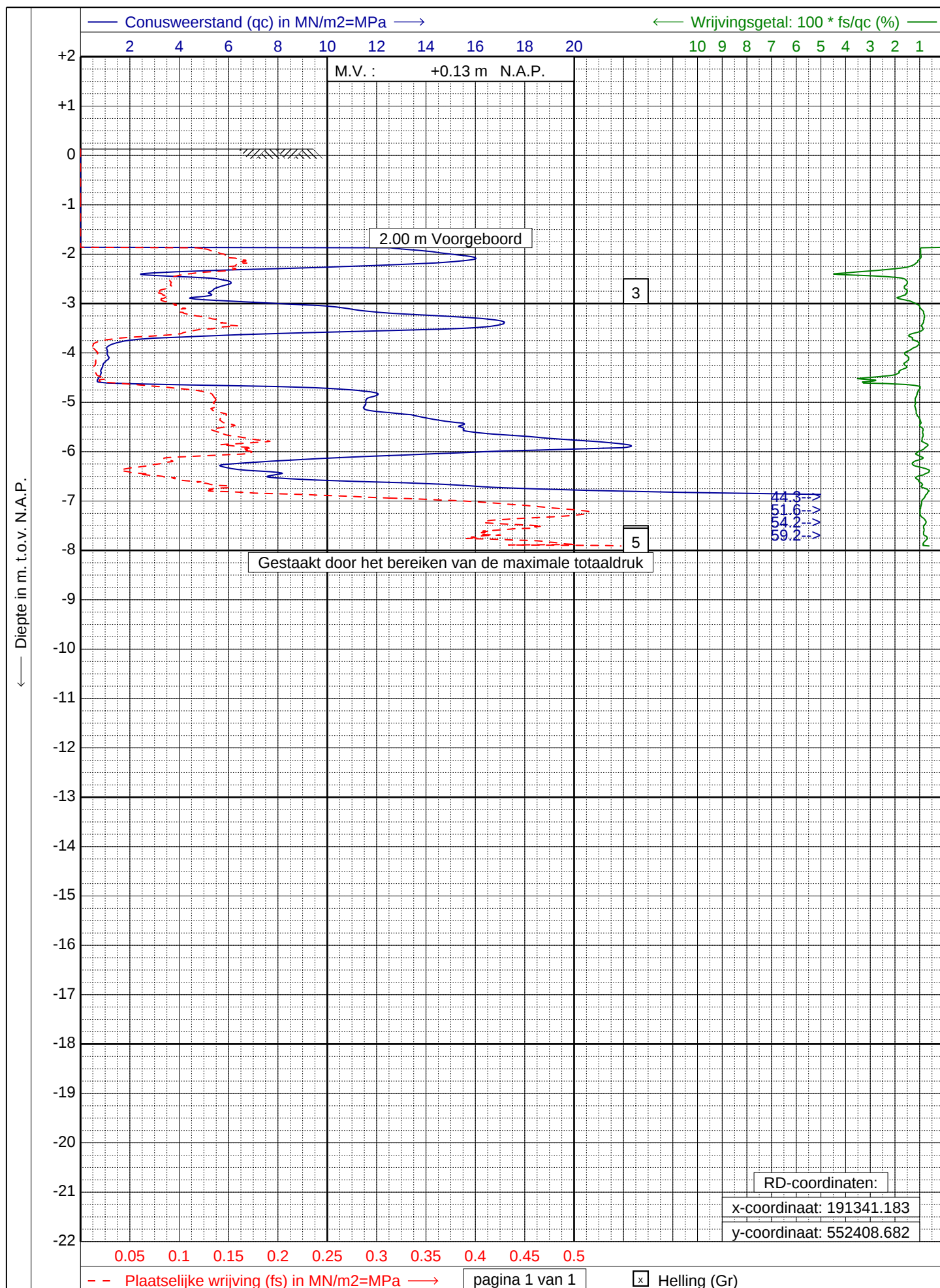
Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **09A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

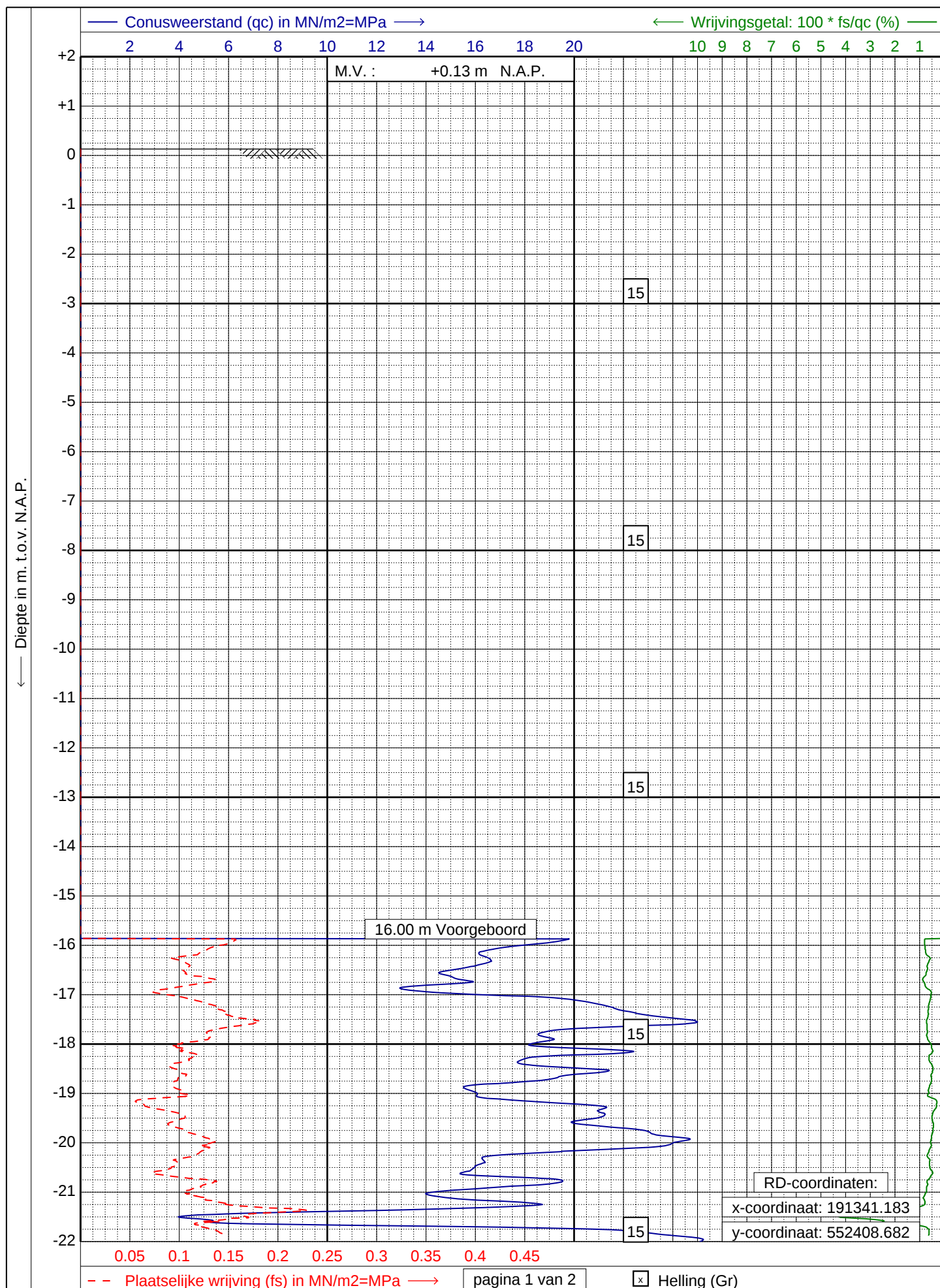
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **10**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

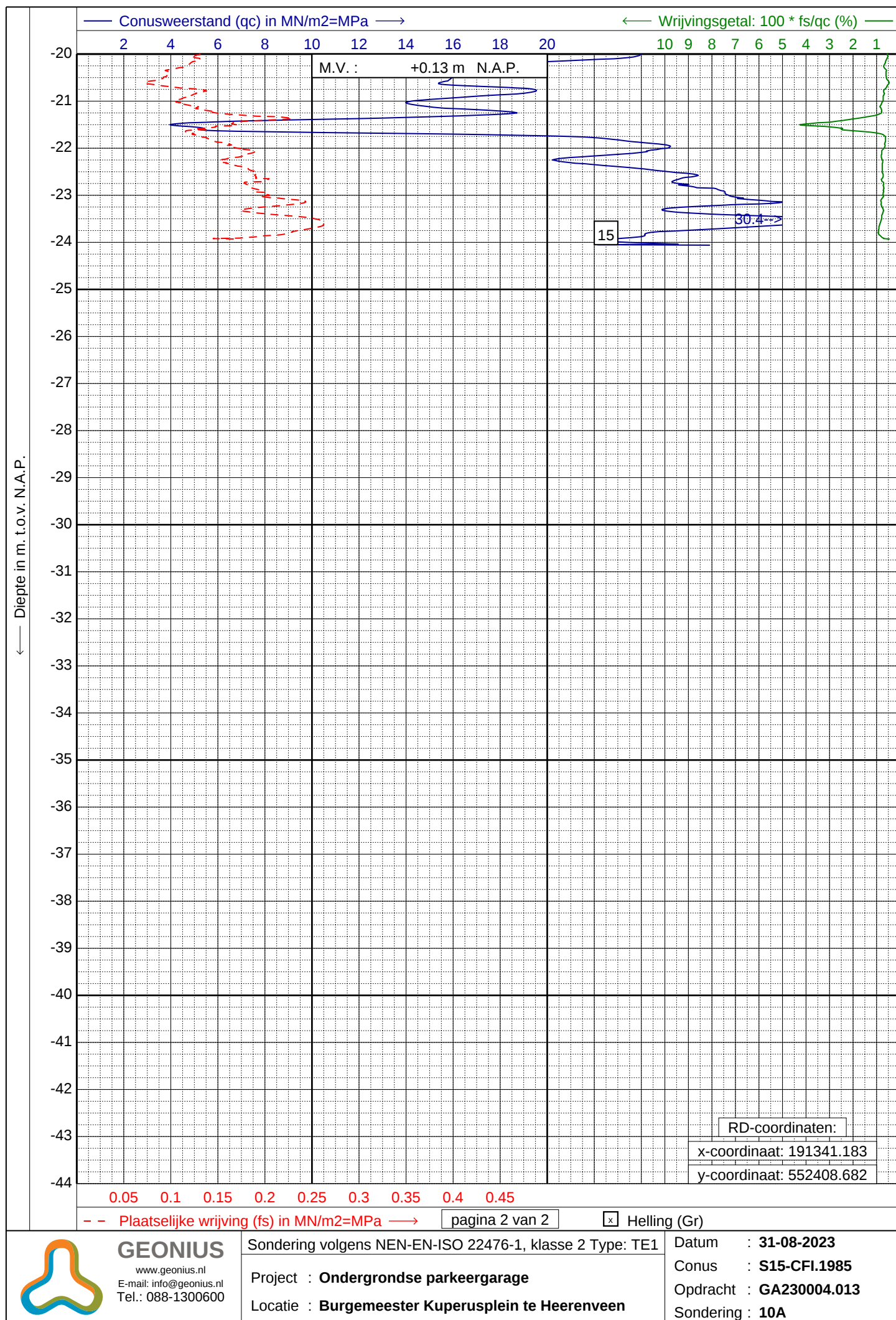
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

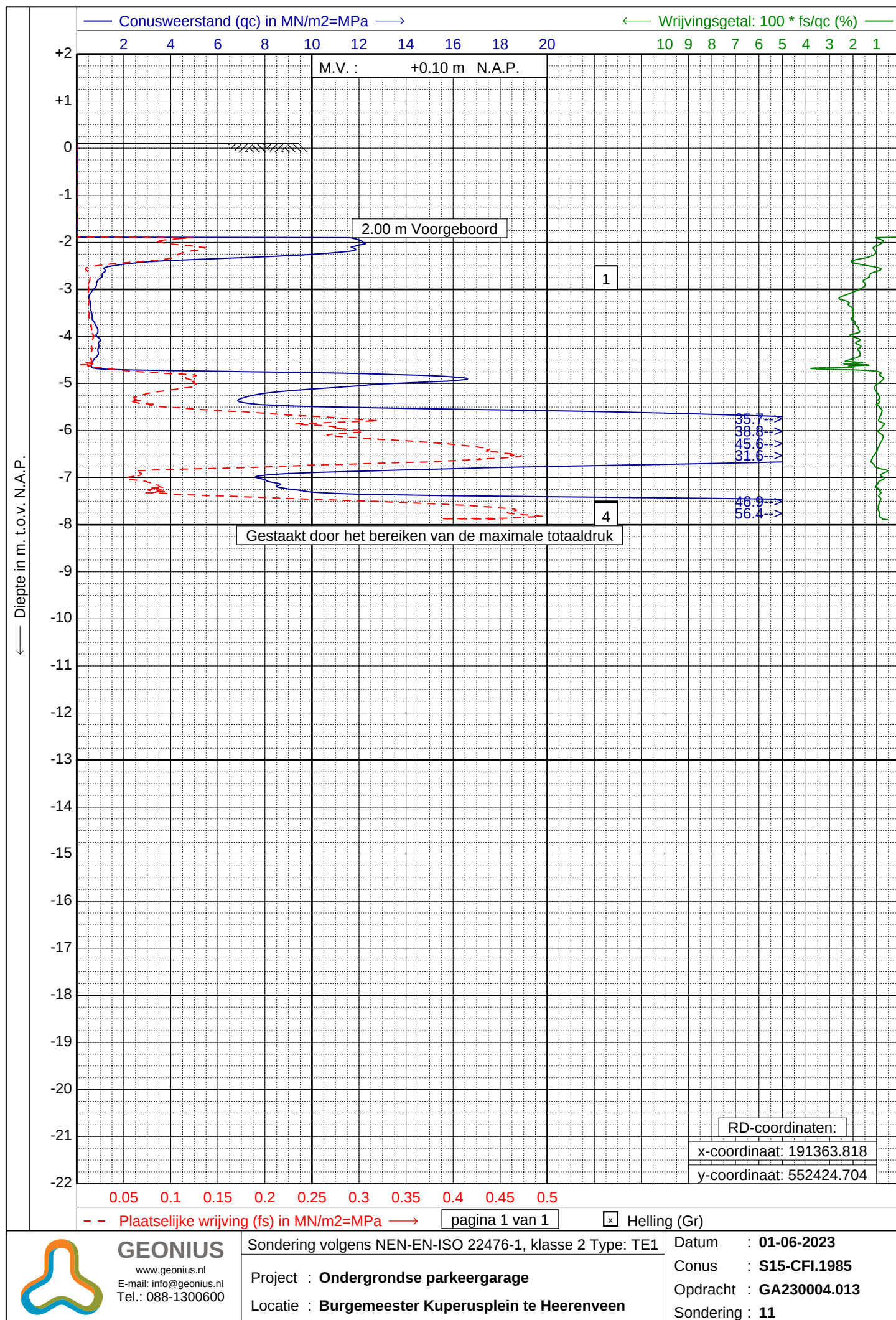
Datum : **31-08-2023**

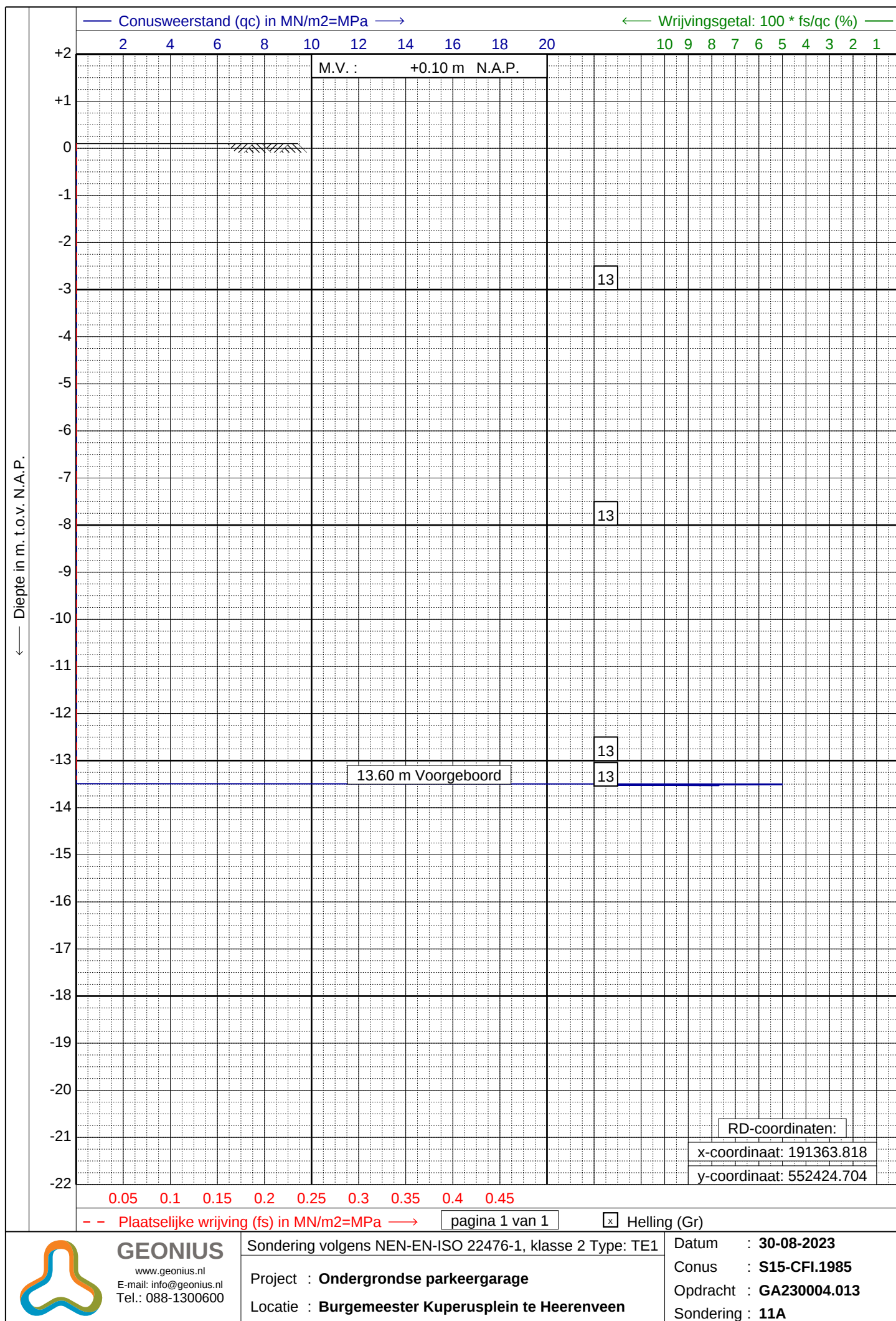
Conus : **S15-CFI.1985**

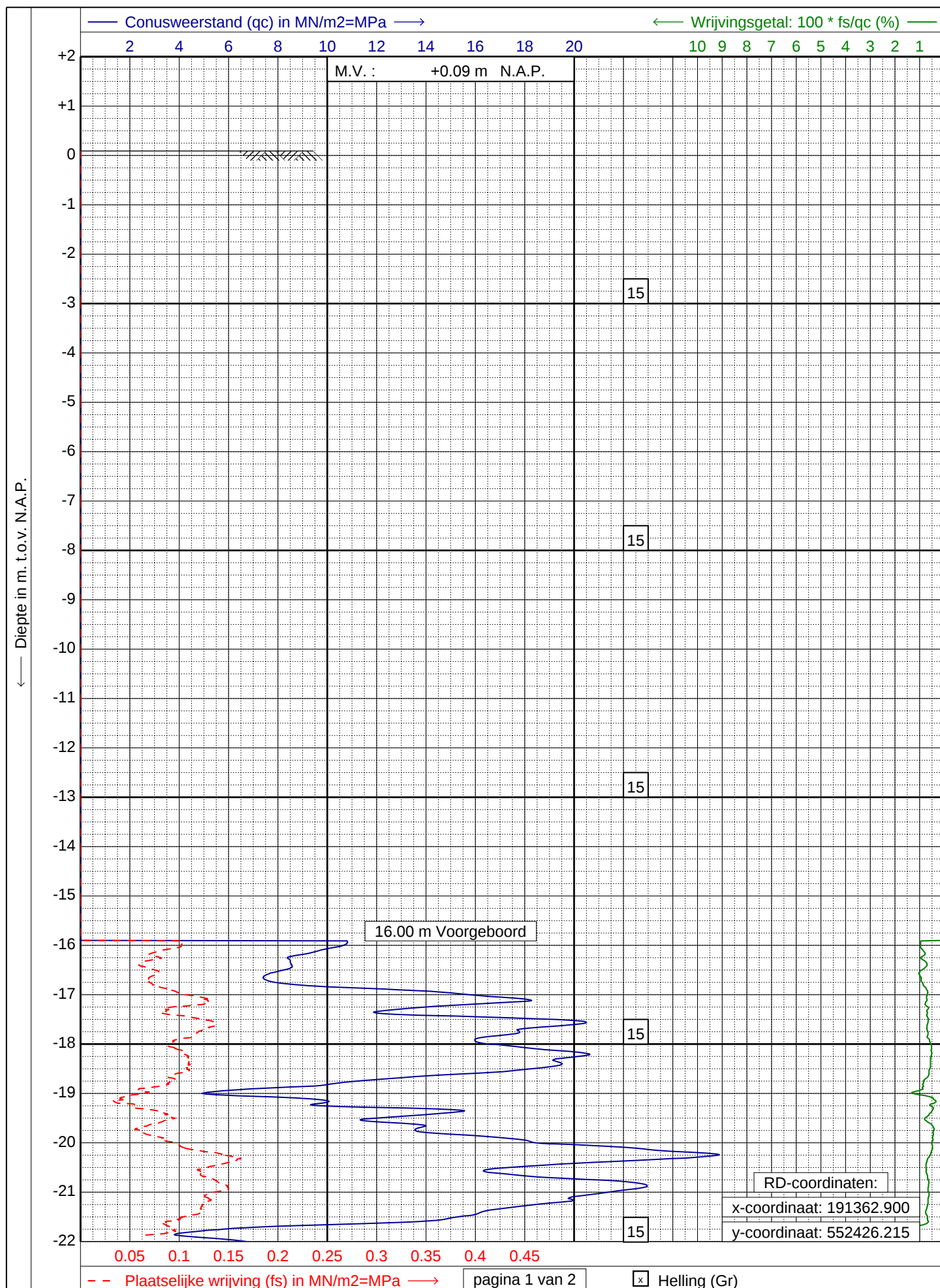
Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **10A**









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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

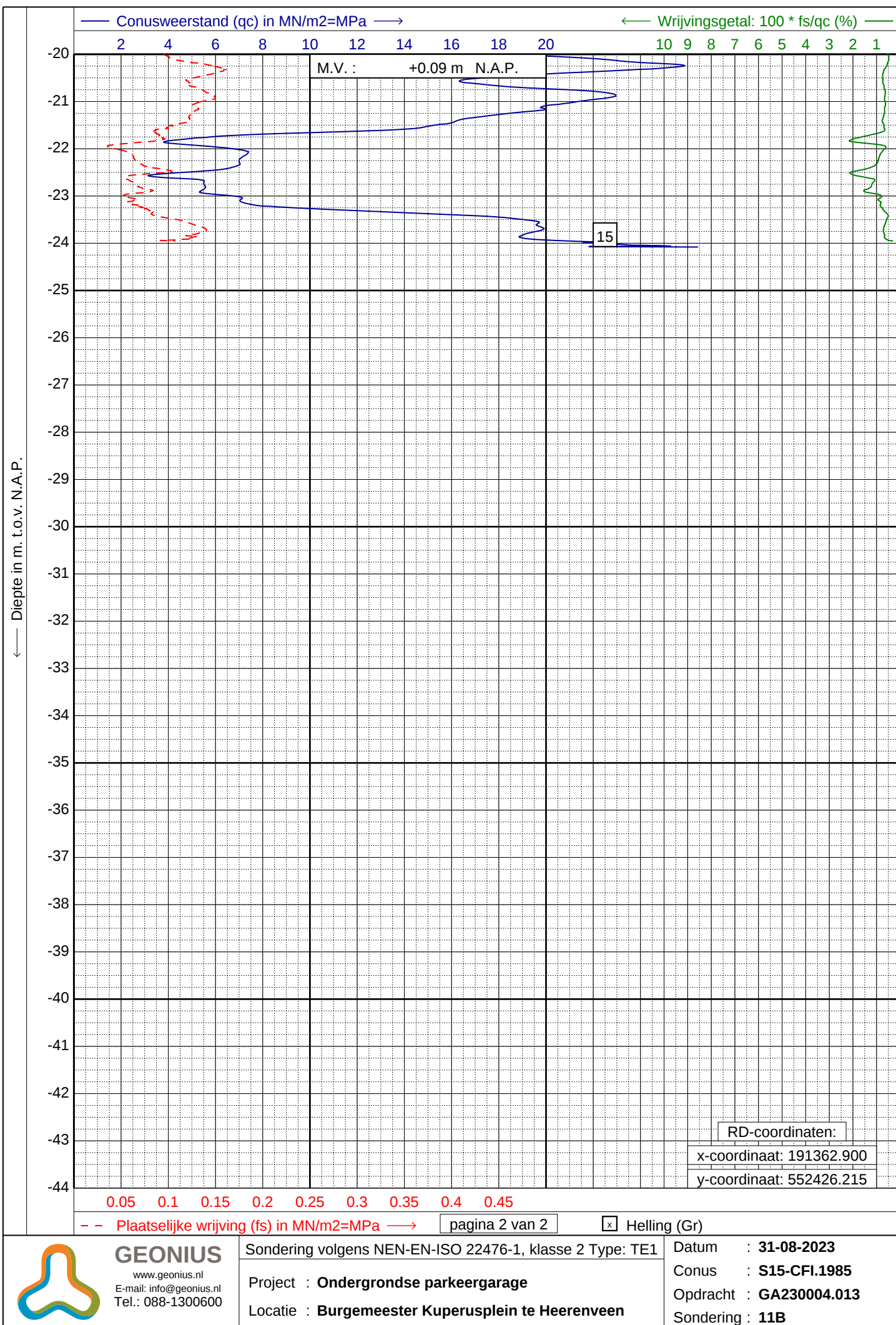
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

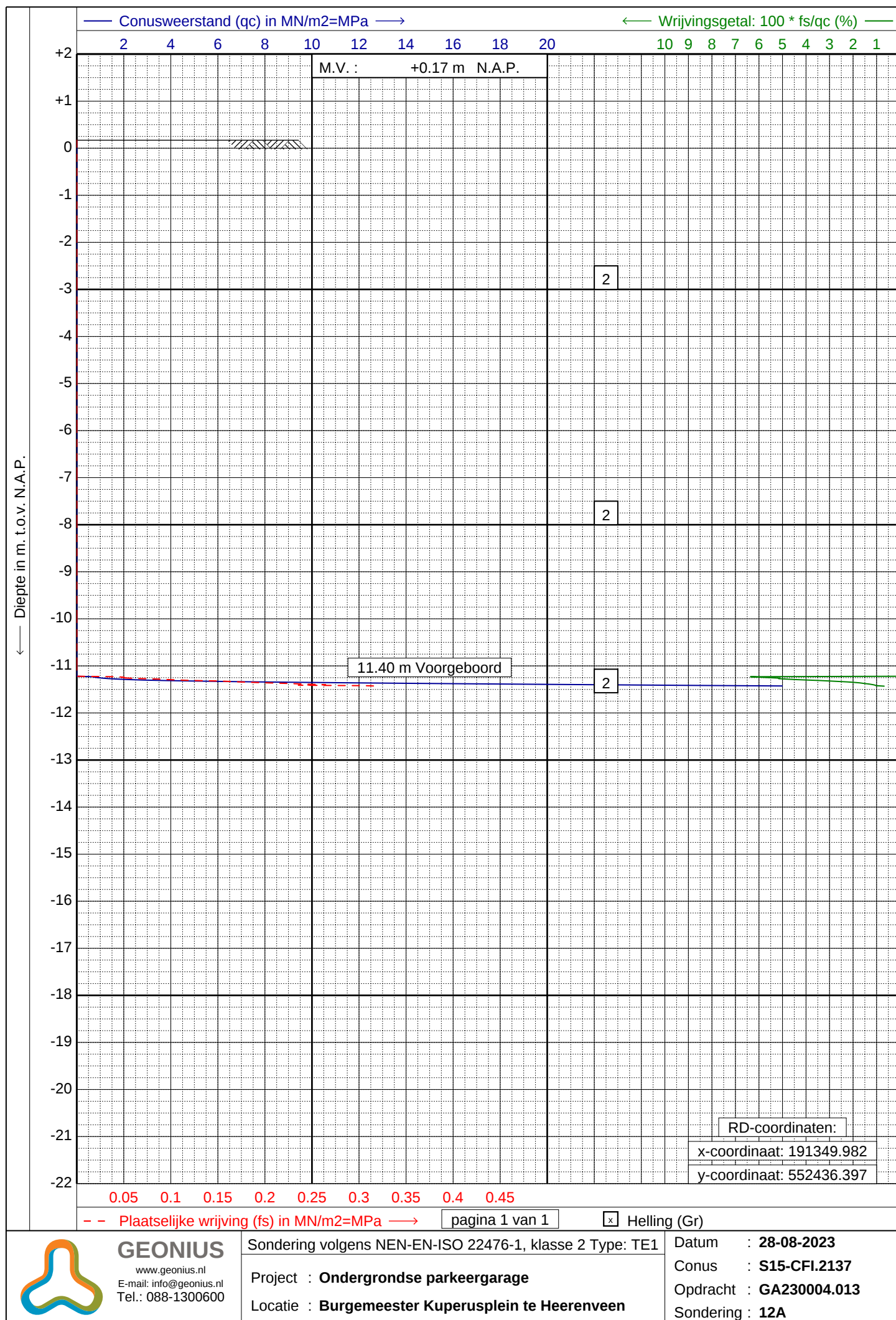
Datum : **31-08-2023**

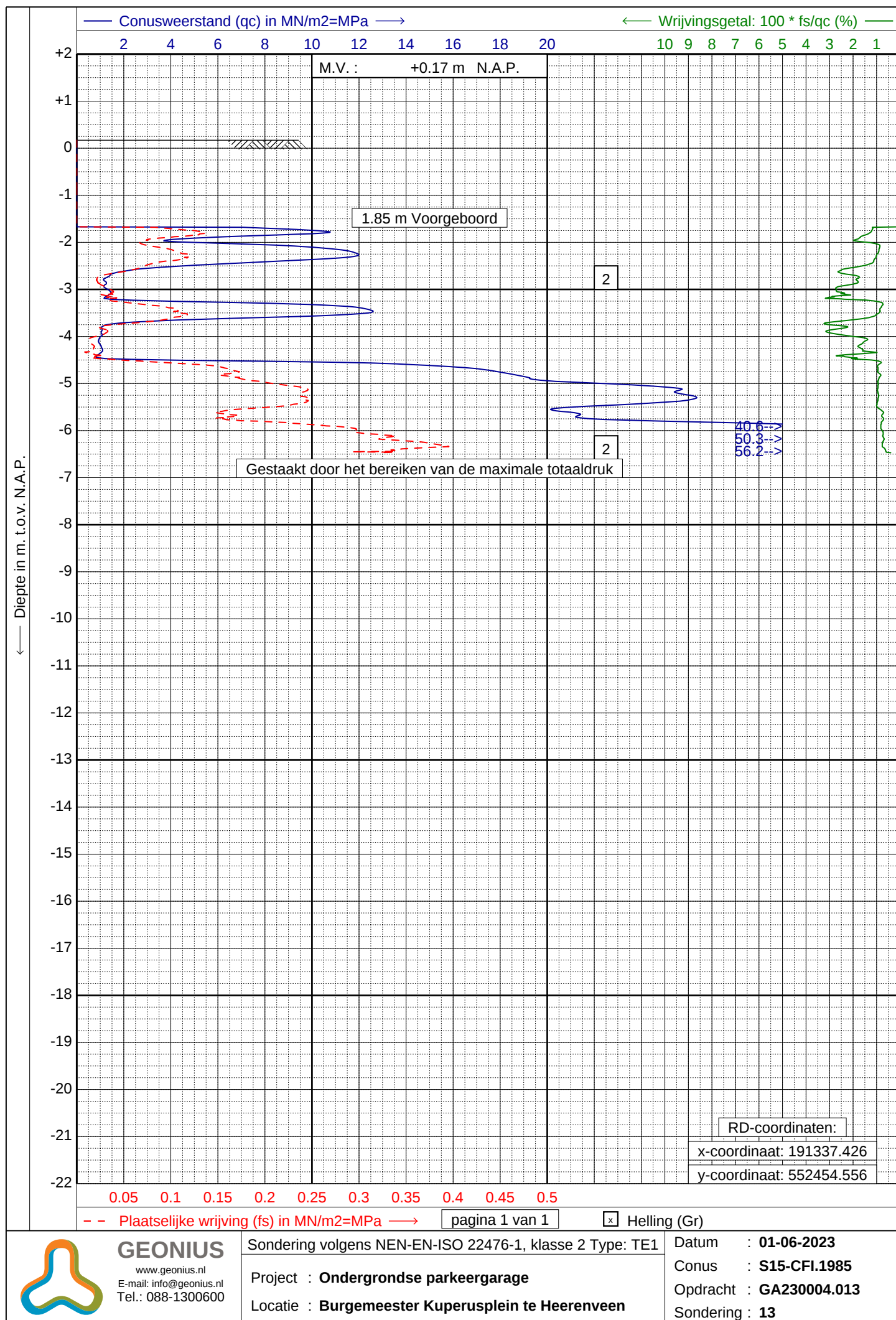
Conus : **S15-CFI.1985**

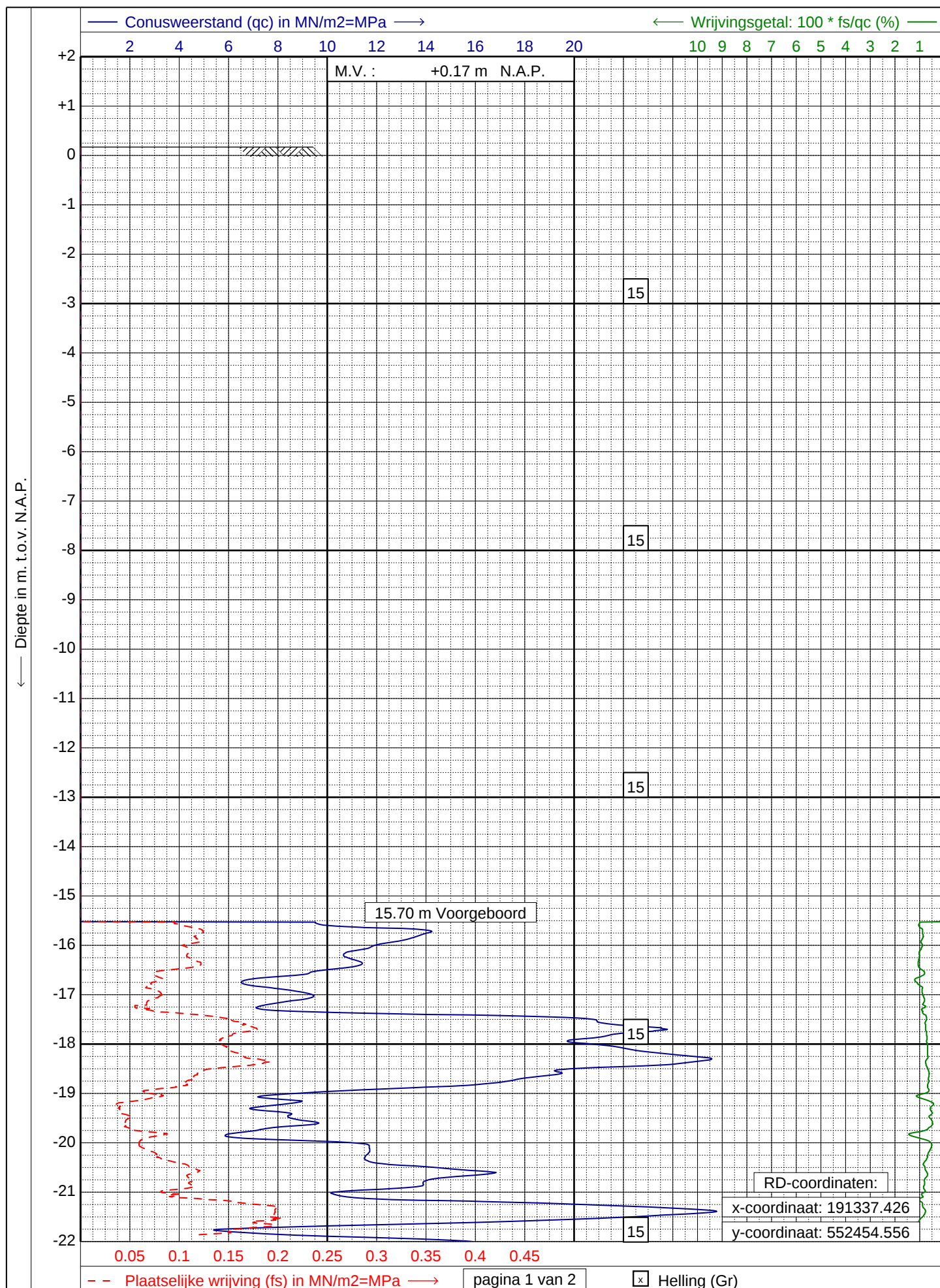
Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **11B**









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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

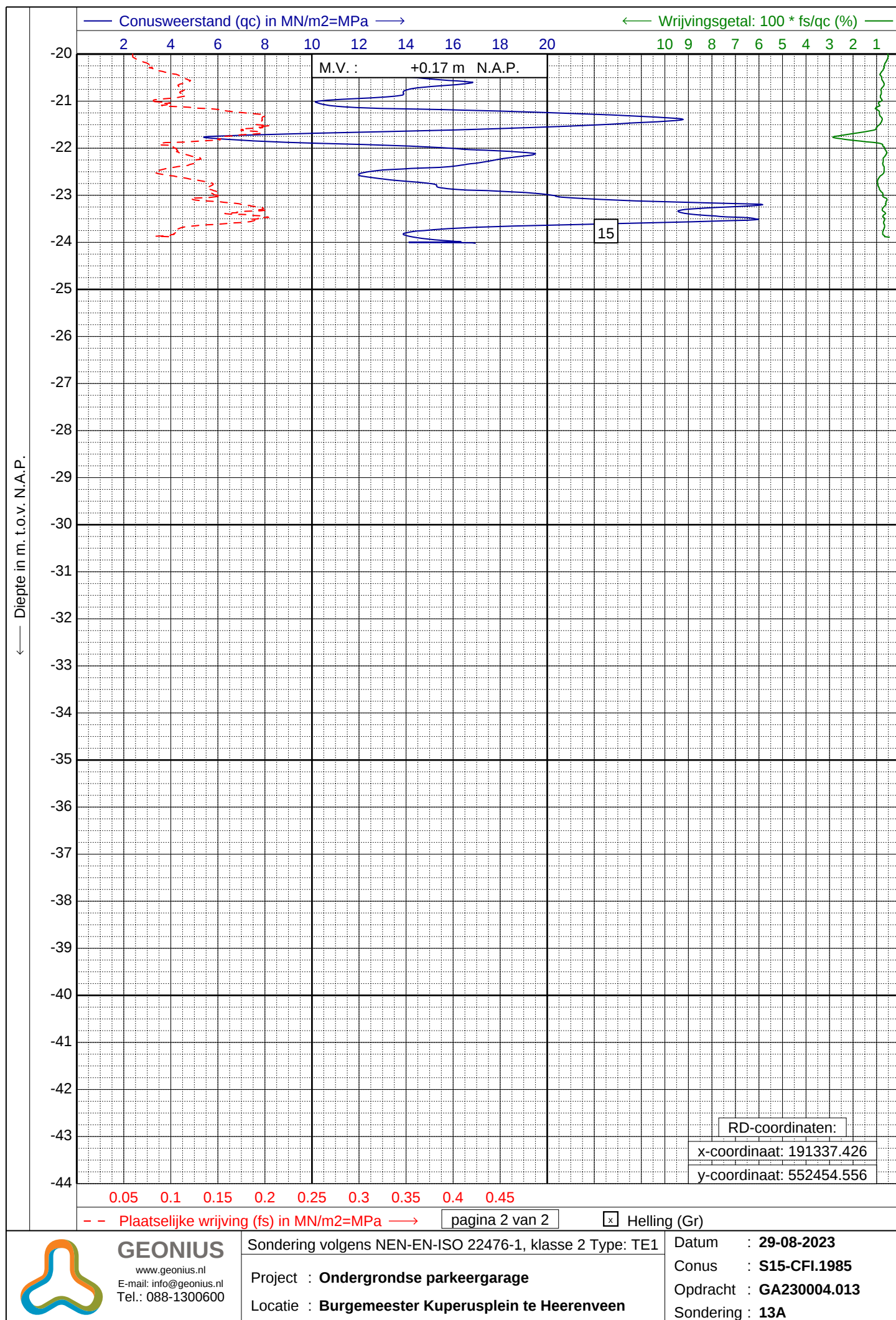
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

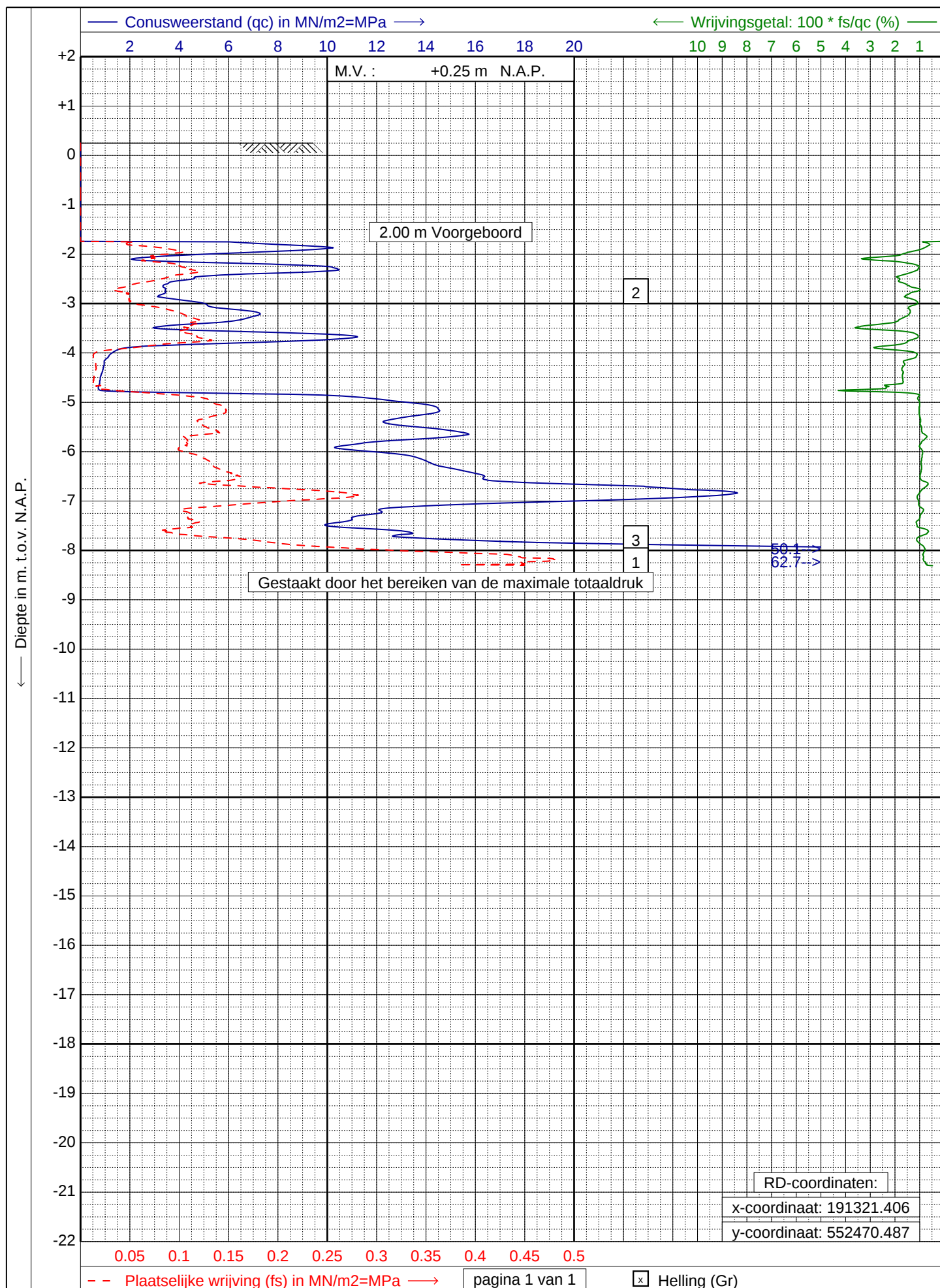
Datum : **29-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **13A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

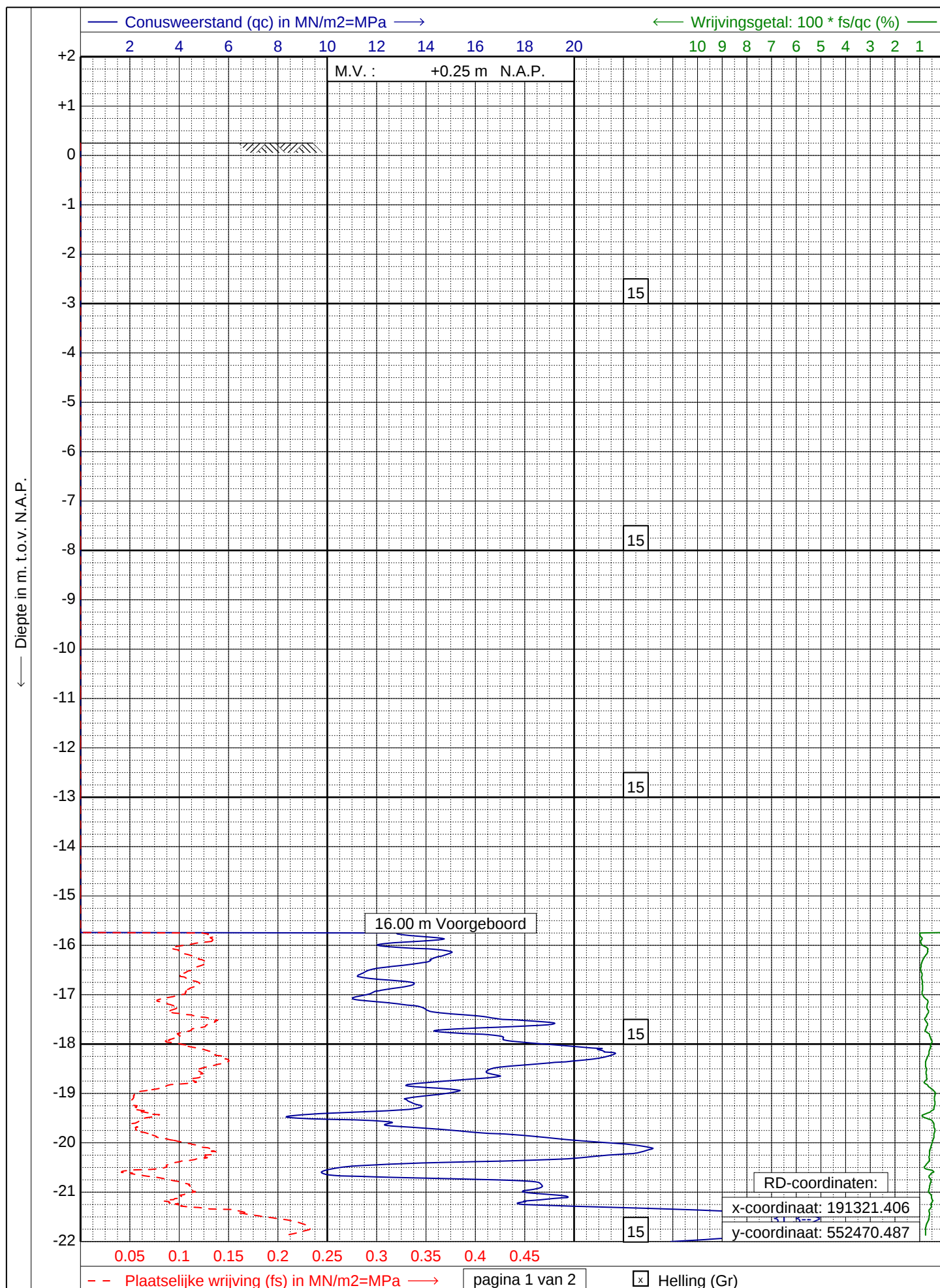
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **14**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

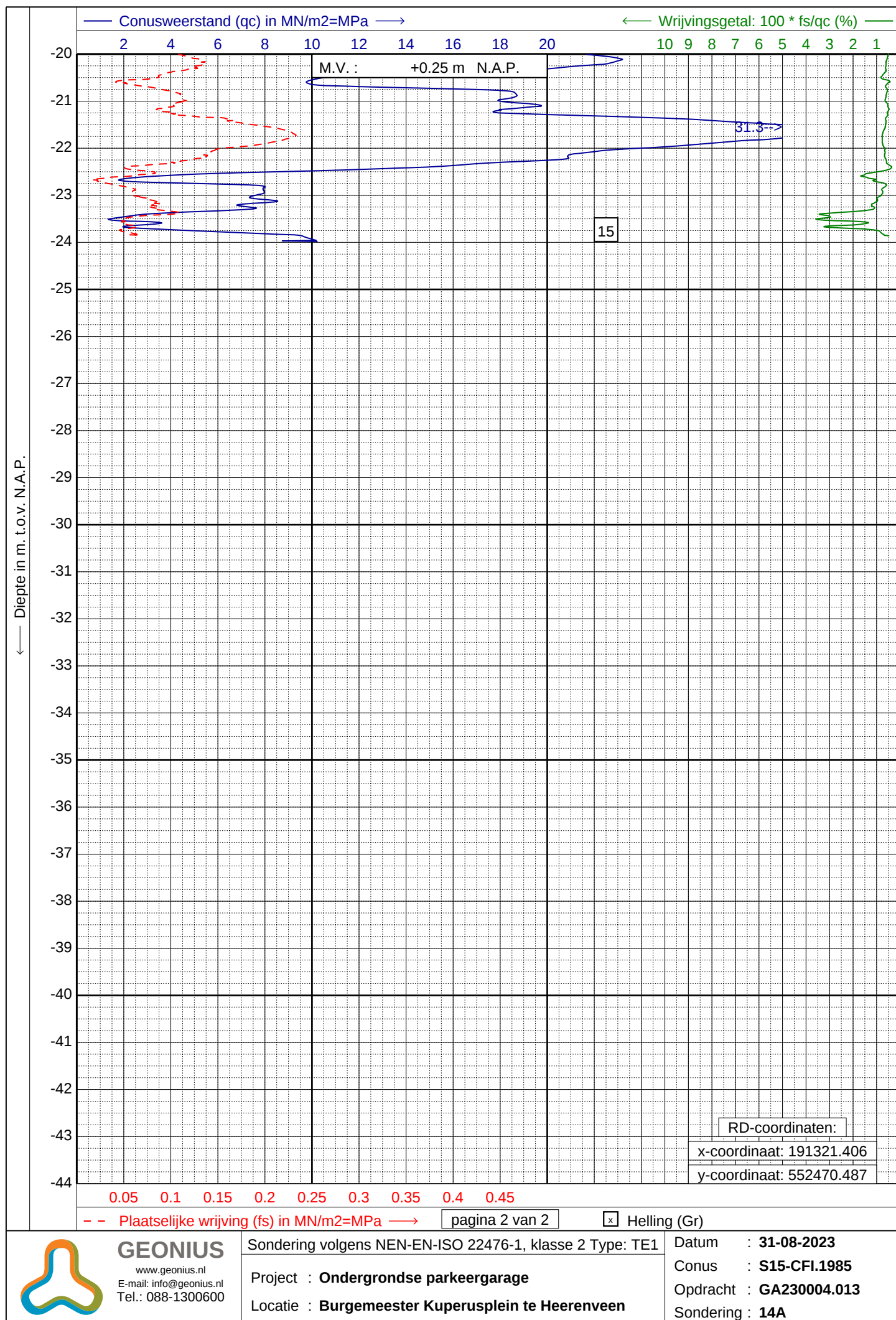
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

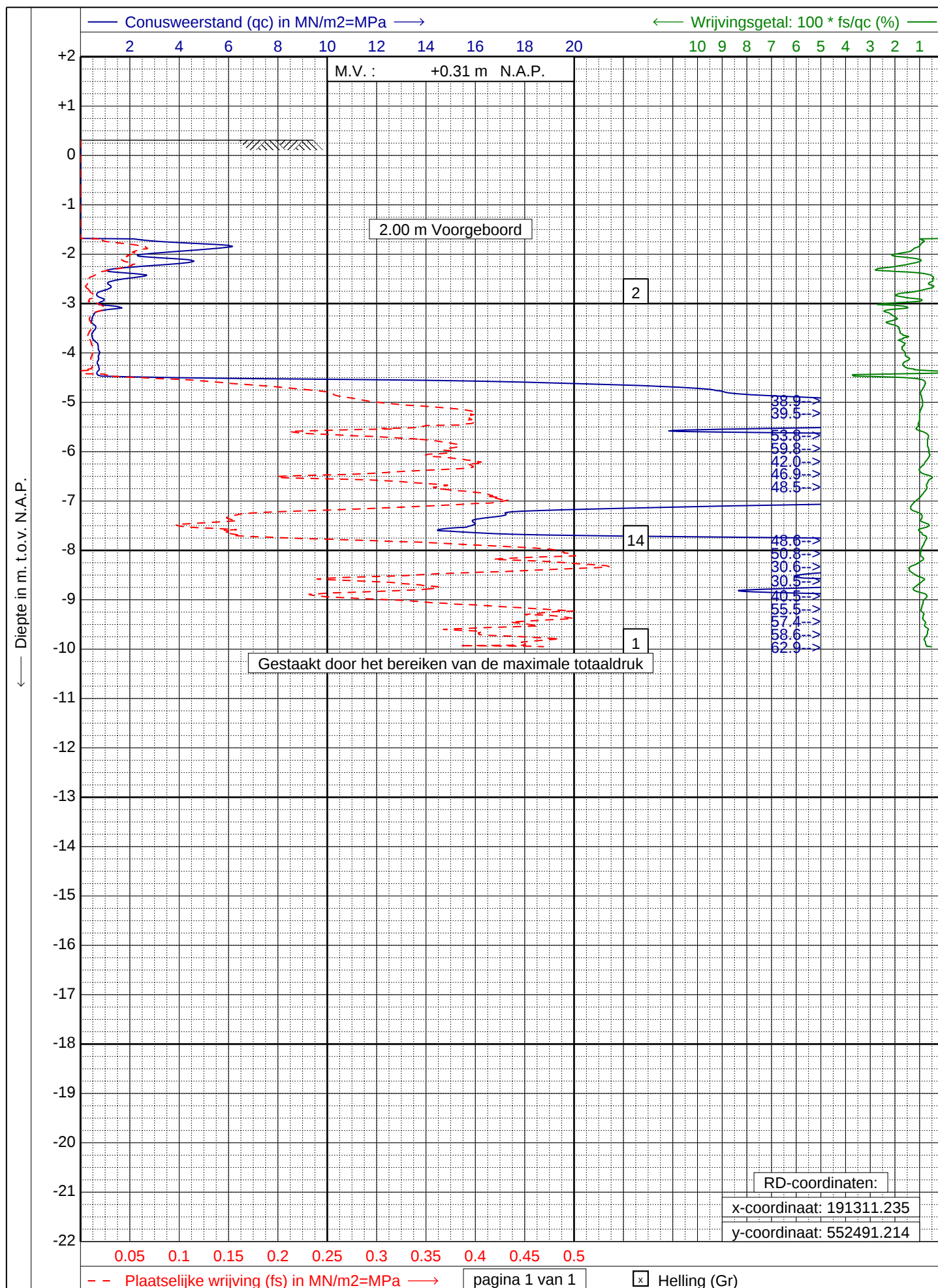
Datum : **31-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **14A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

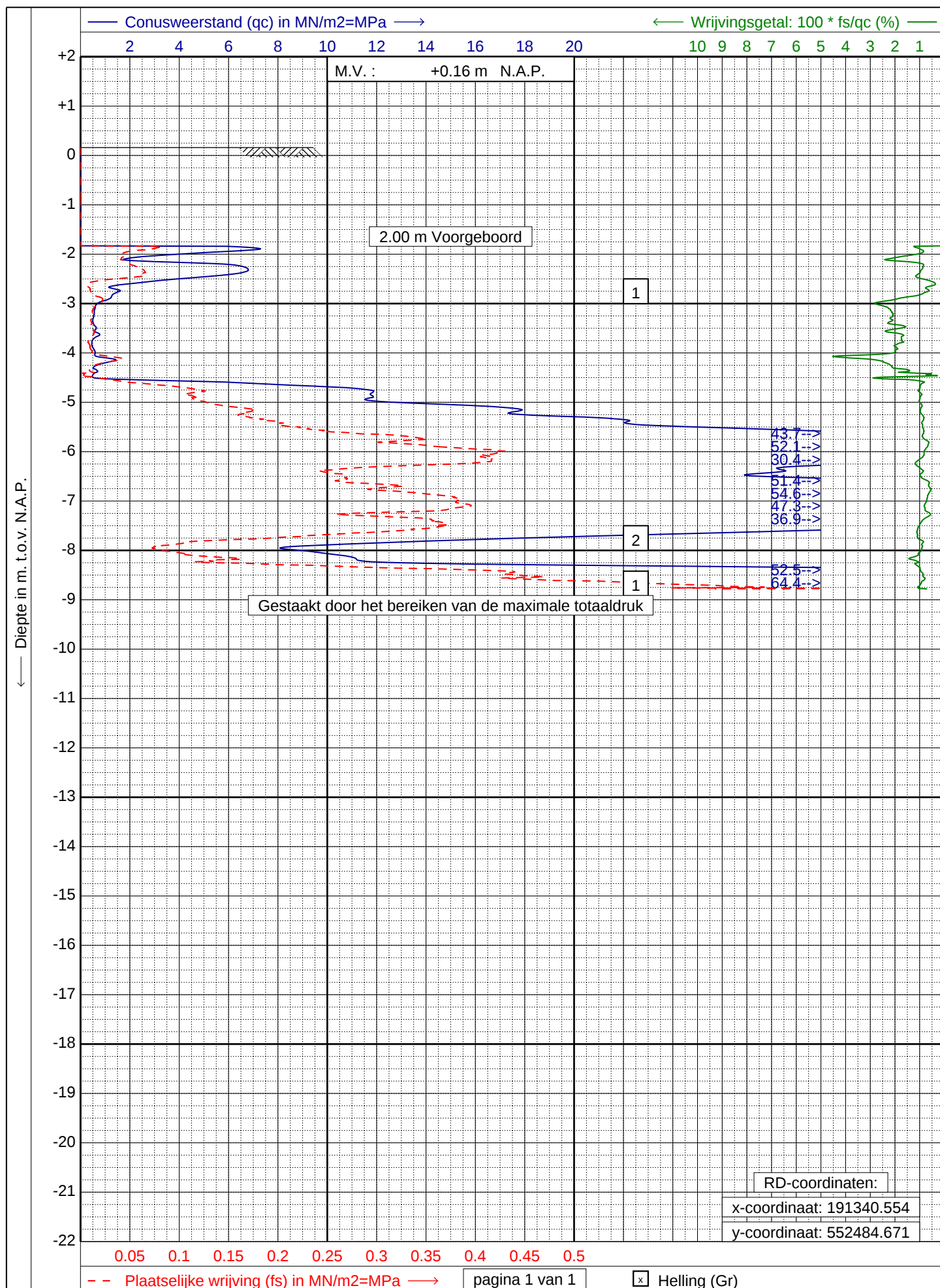
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **15**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

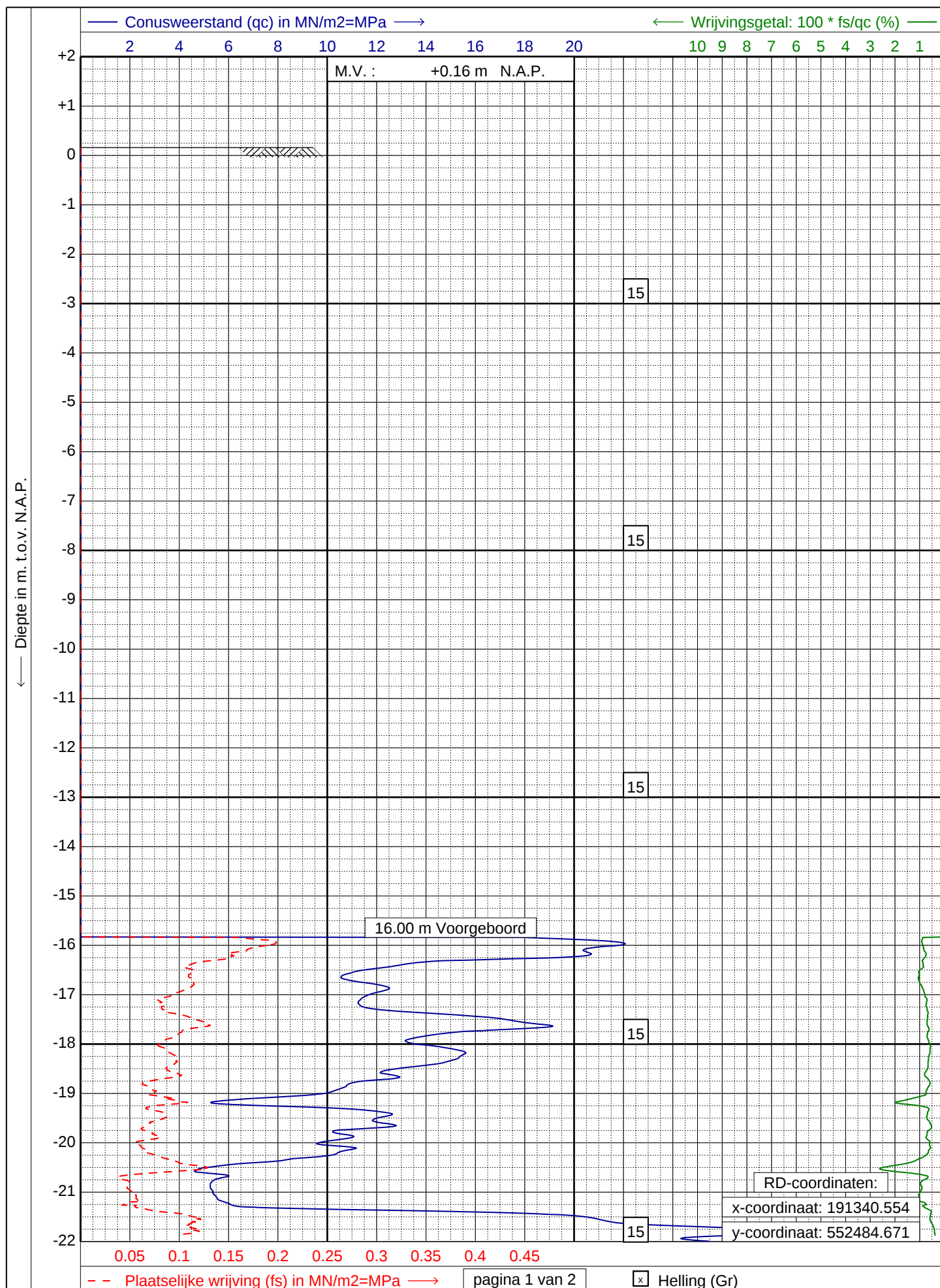
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **02-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **17**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

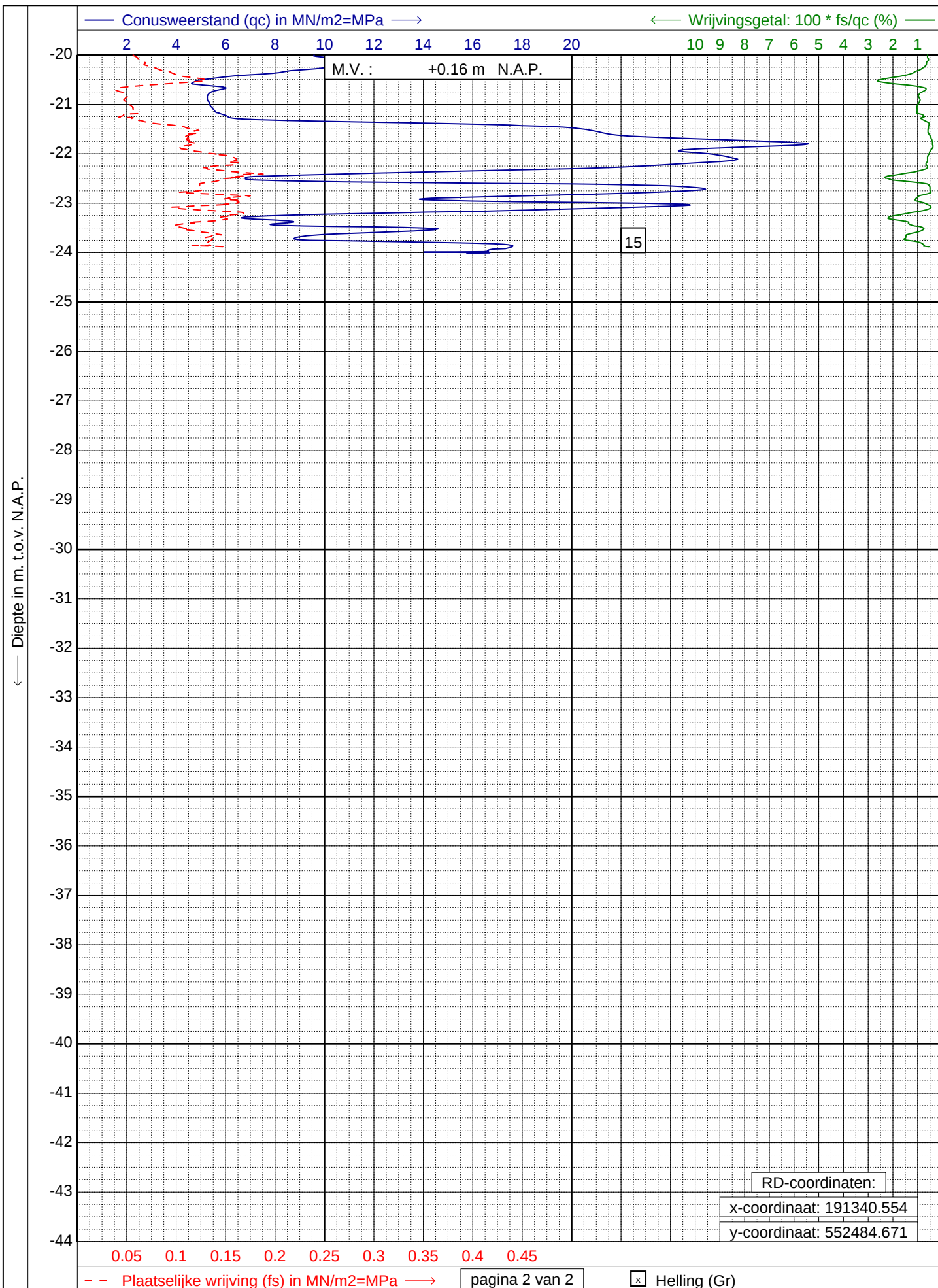
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **31-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **17A**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

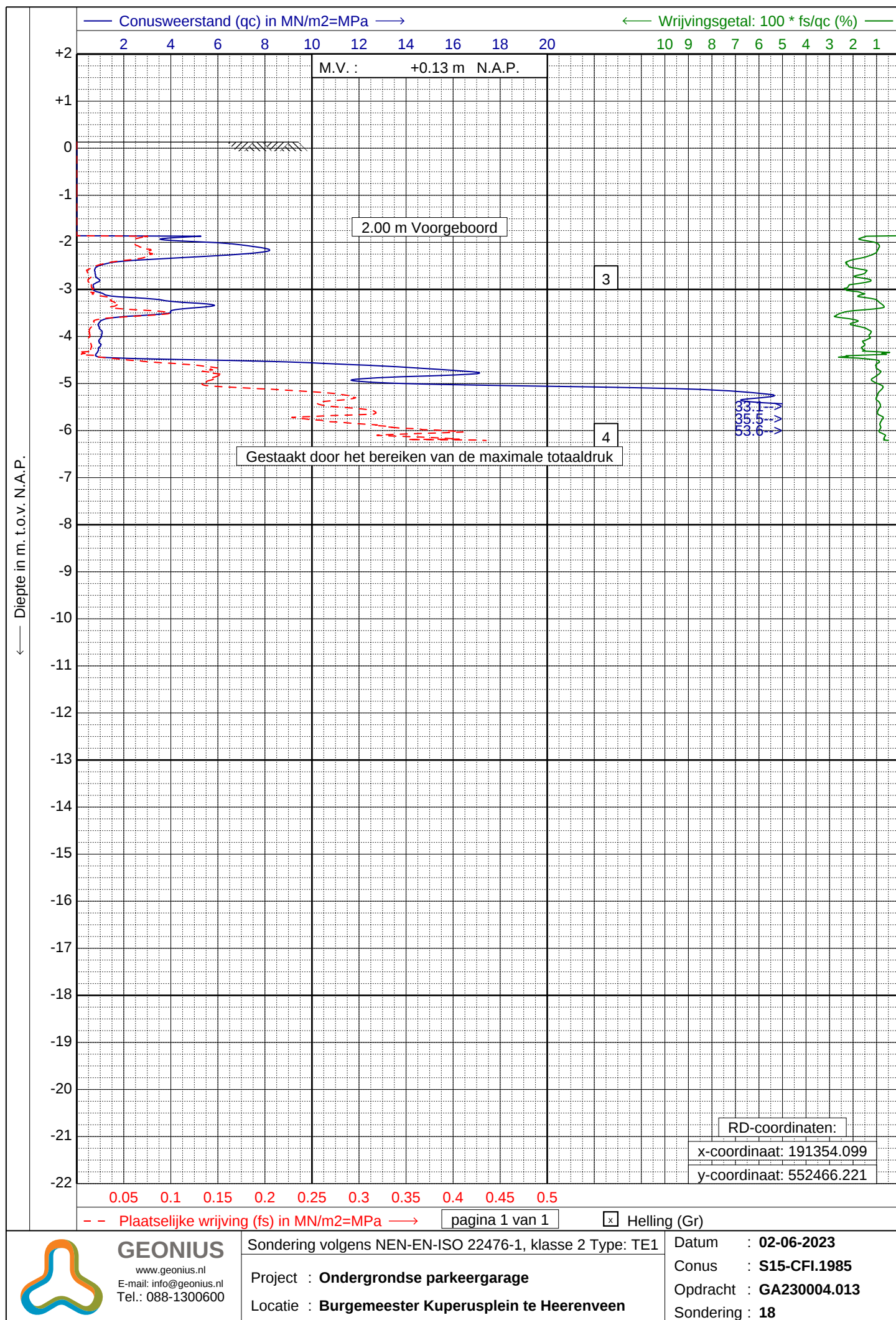
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

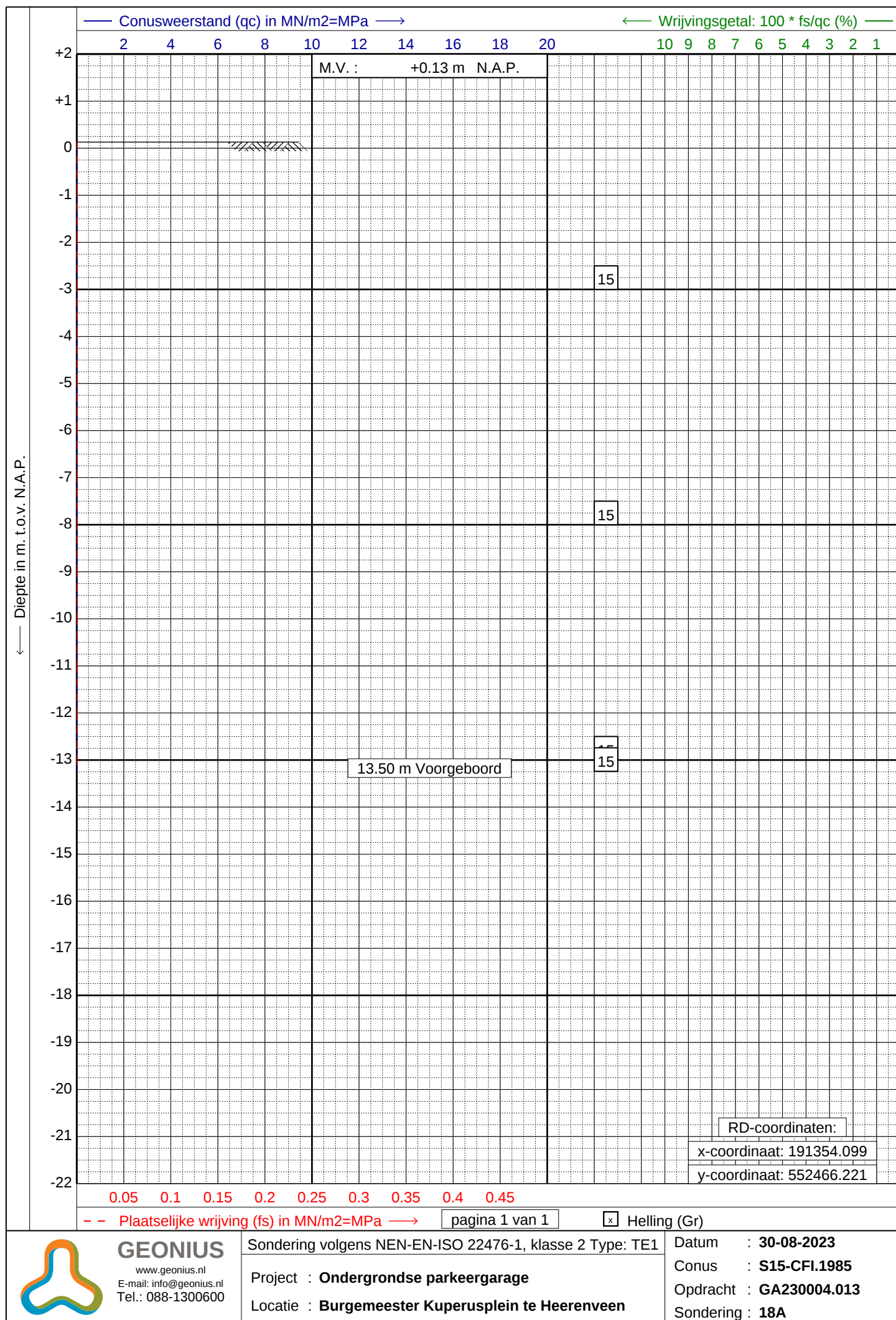
Datum : **31-08-2023**

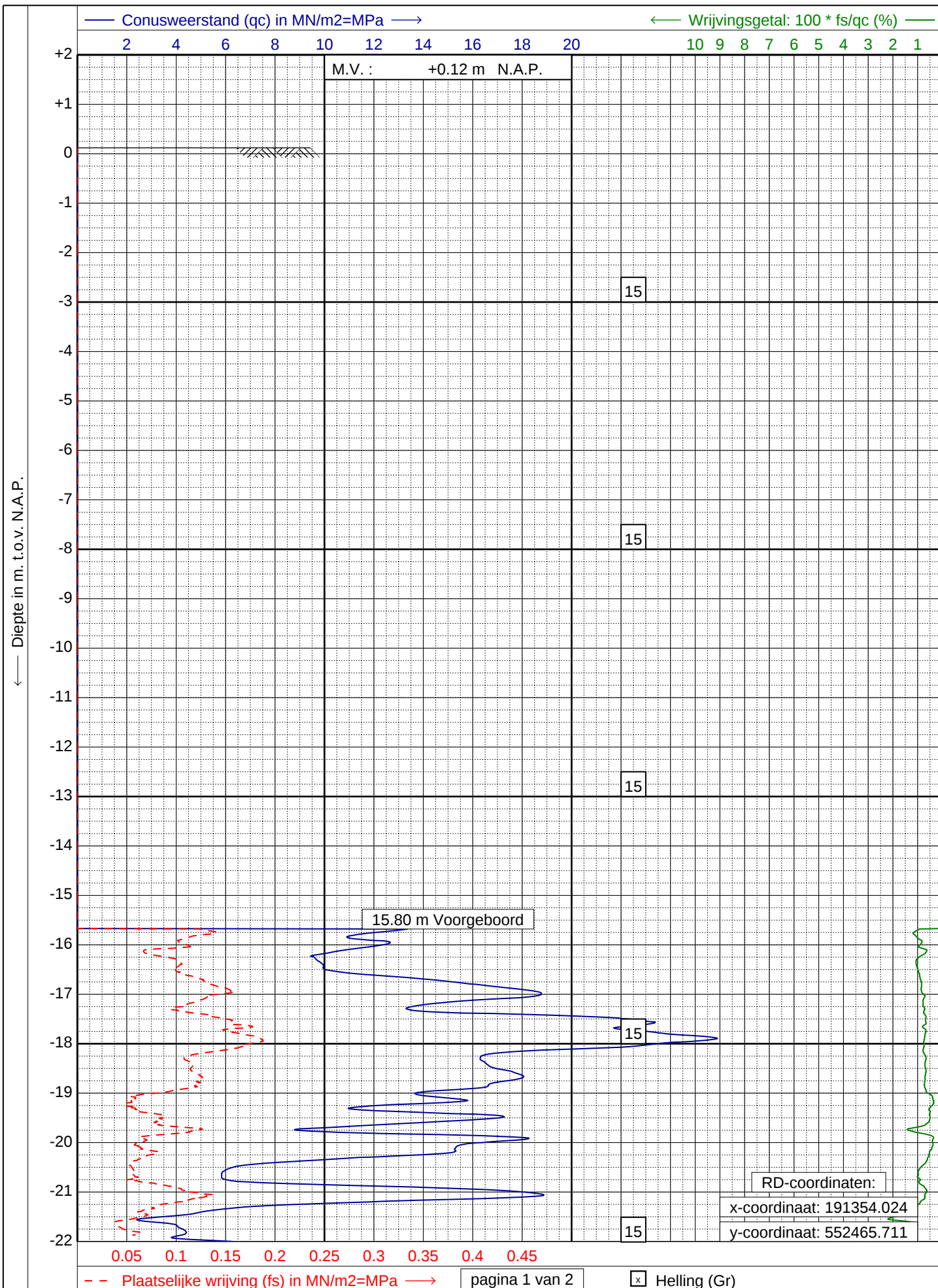
Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **17A**







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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

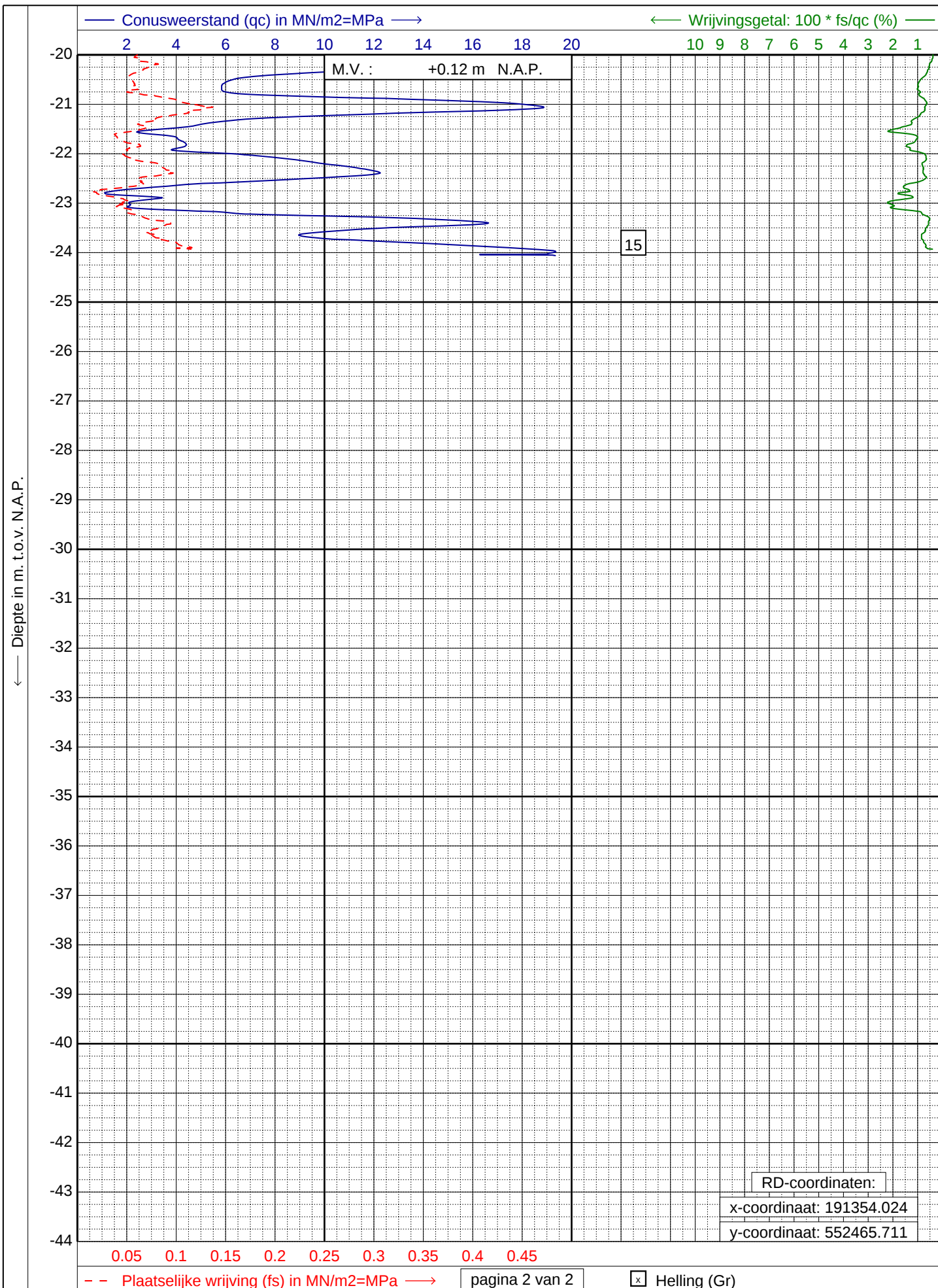
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **30-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **18B**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

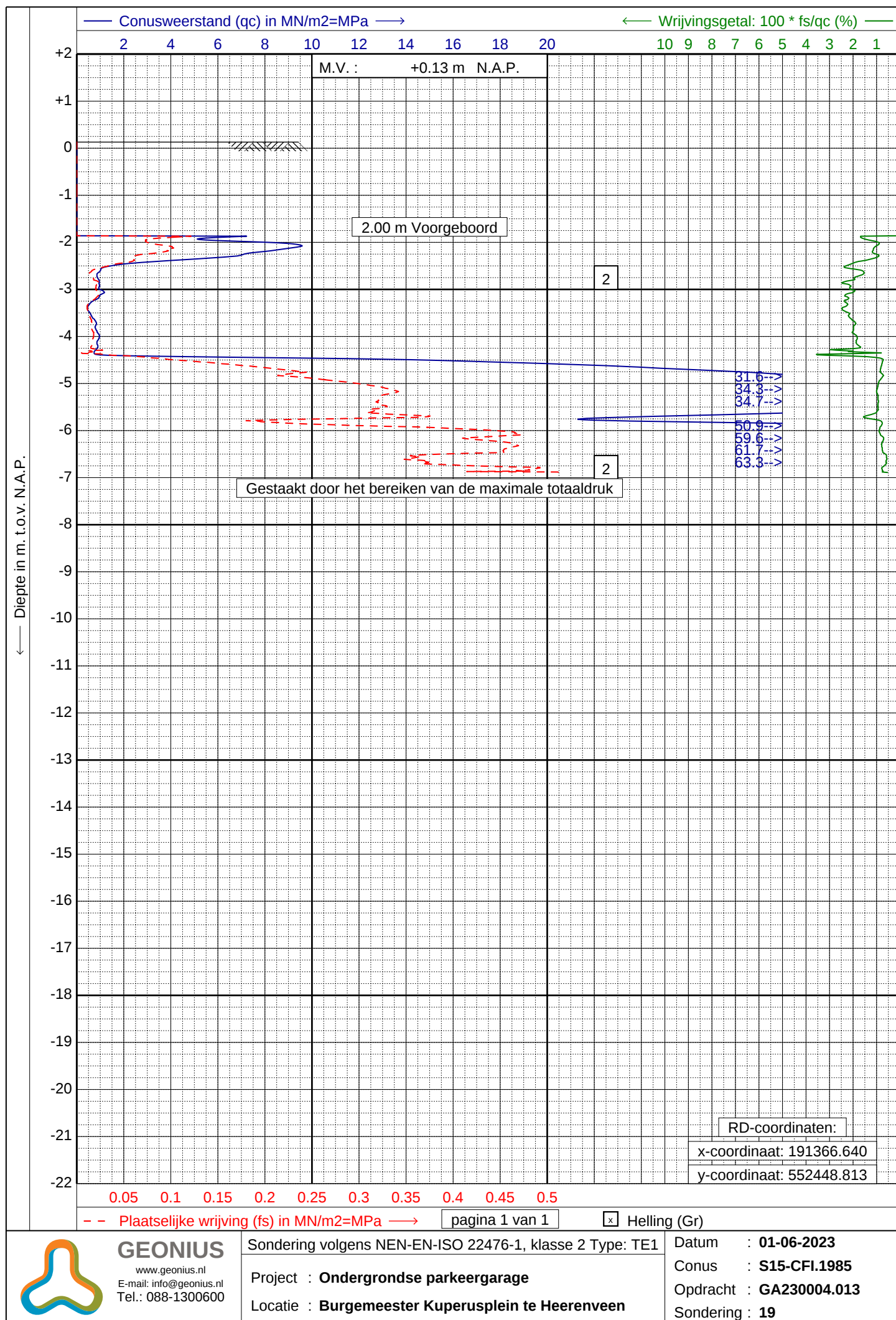
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

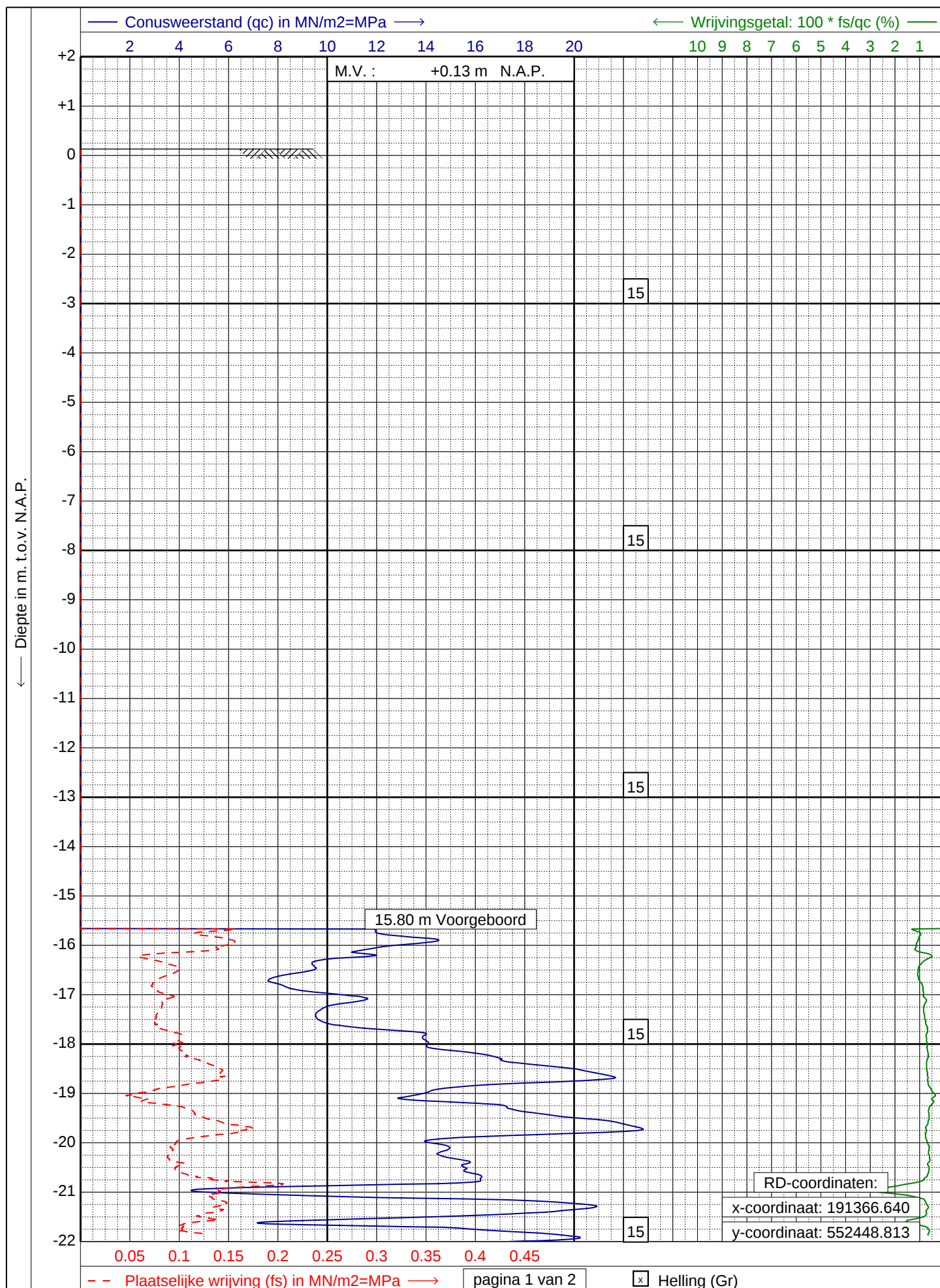
Datum : **30-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **18B**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

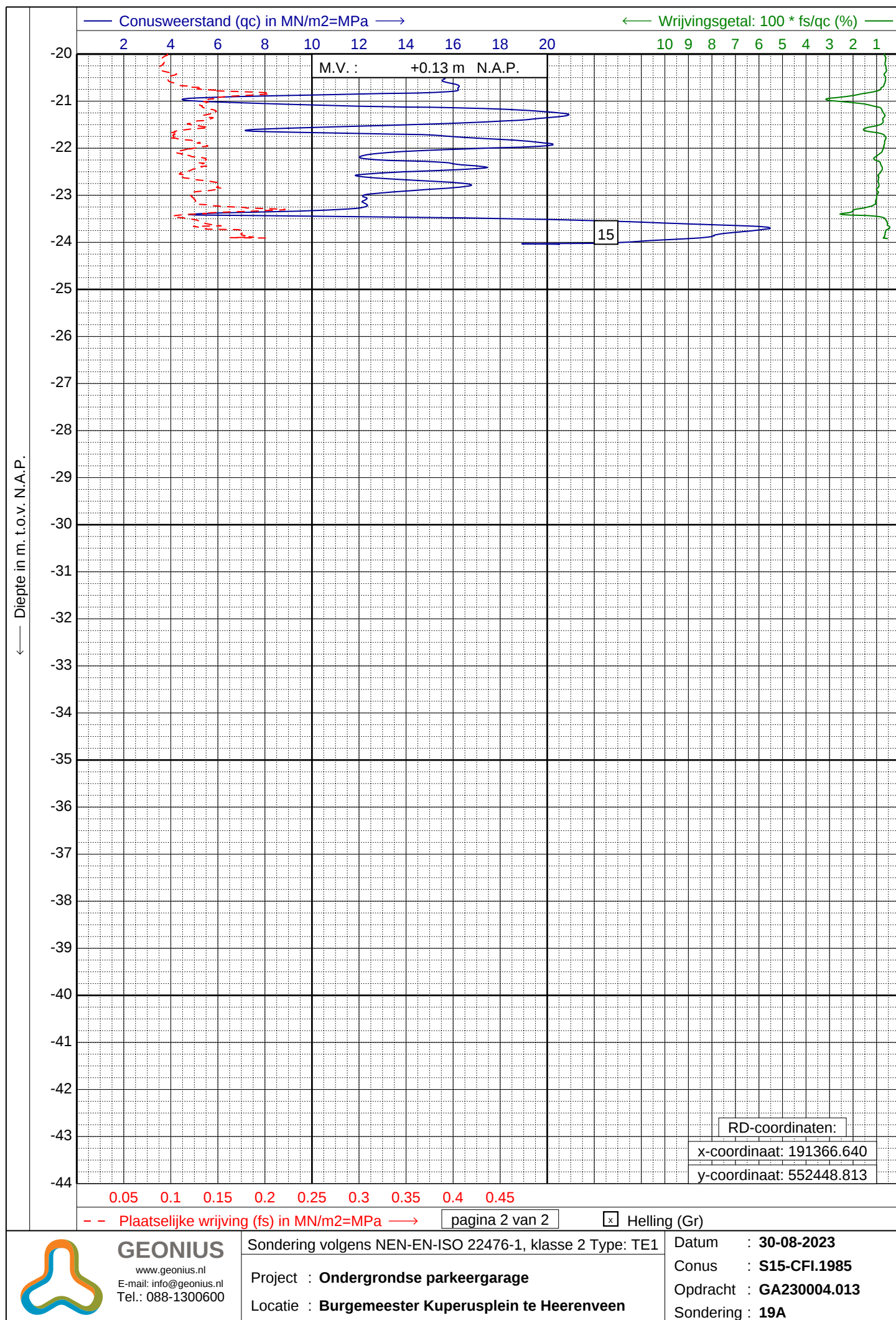
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

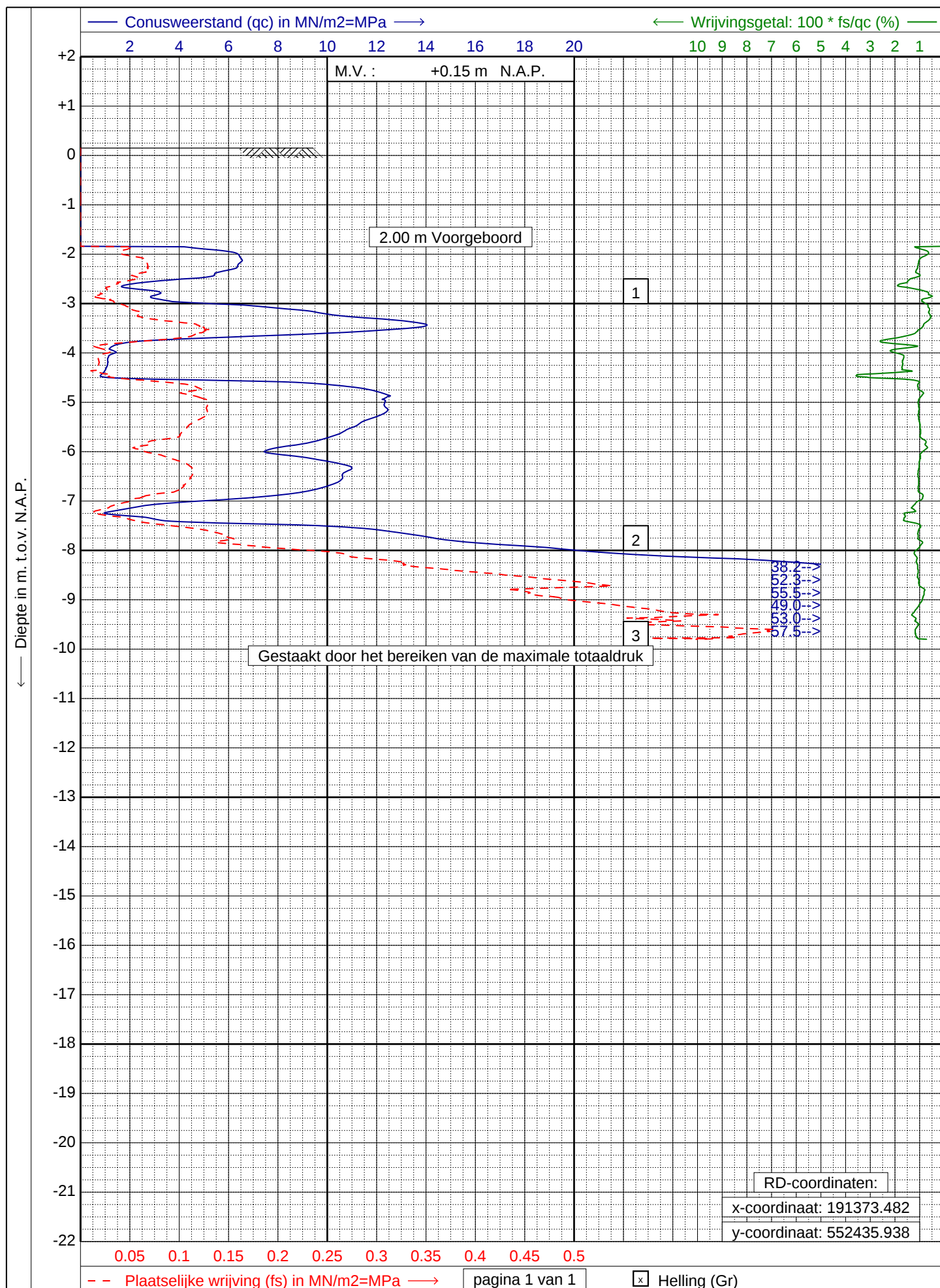
Datum : **30-08-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **19A**





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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

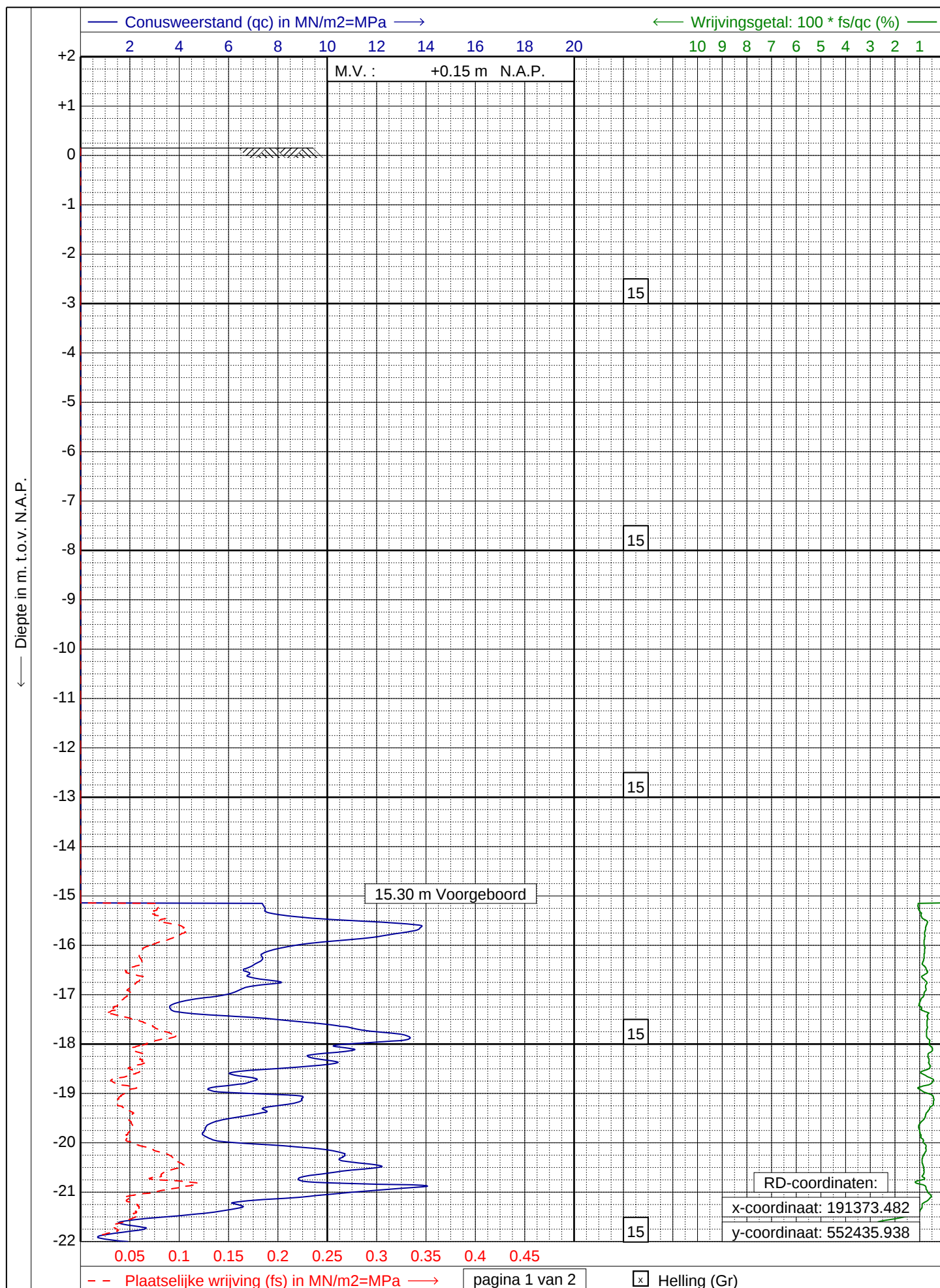
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **01-06-2023**

Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

Sondering : **20**



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

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

Project : **Ondergrondse parkeergarage**

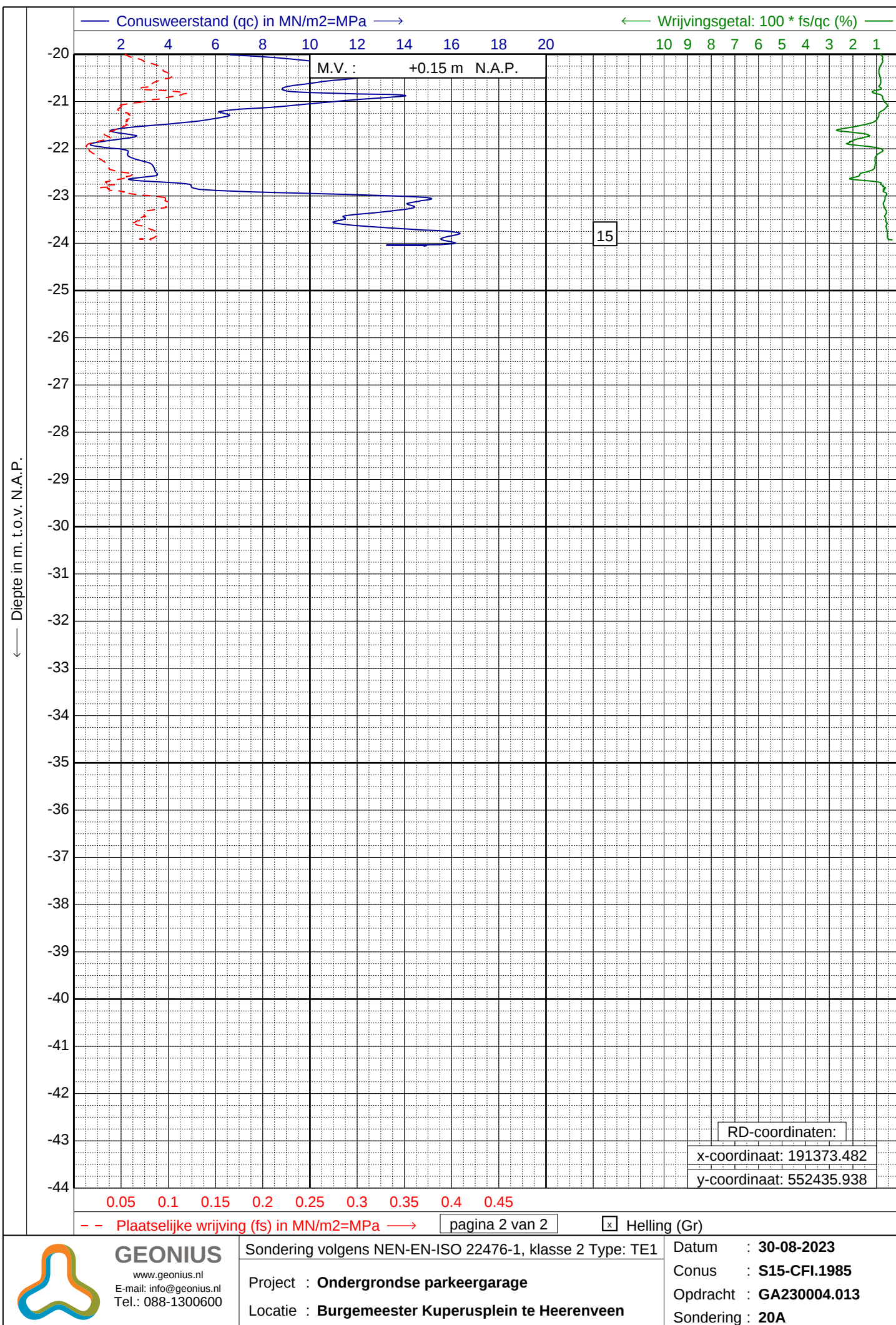
Locatie : **Burgemeester Kuperusplein te Heerenveen**

Datum : **30-08-2023**

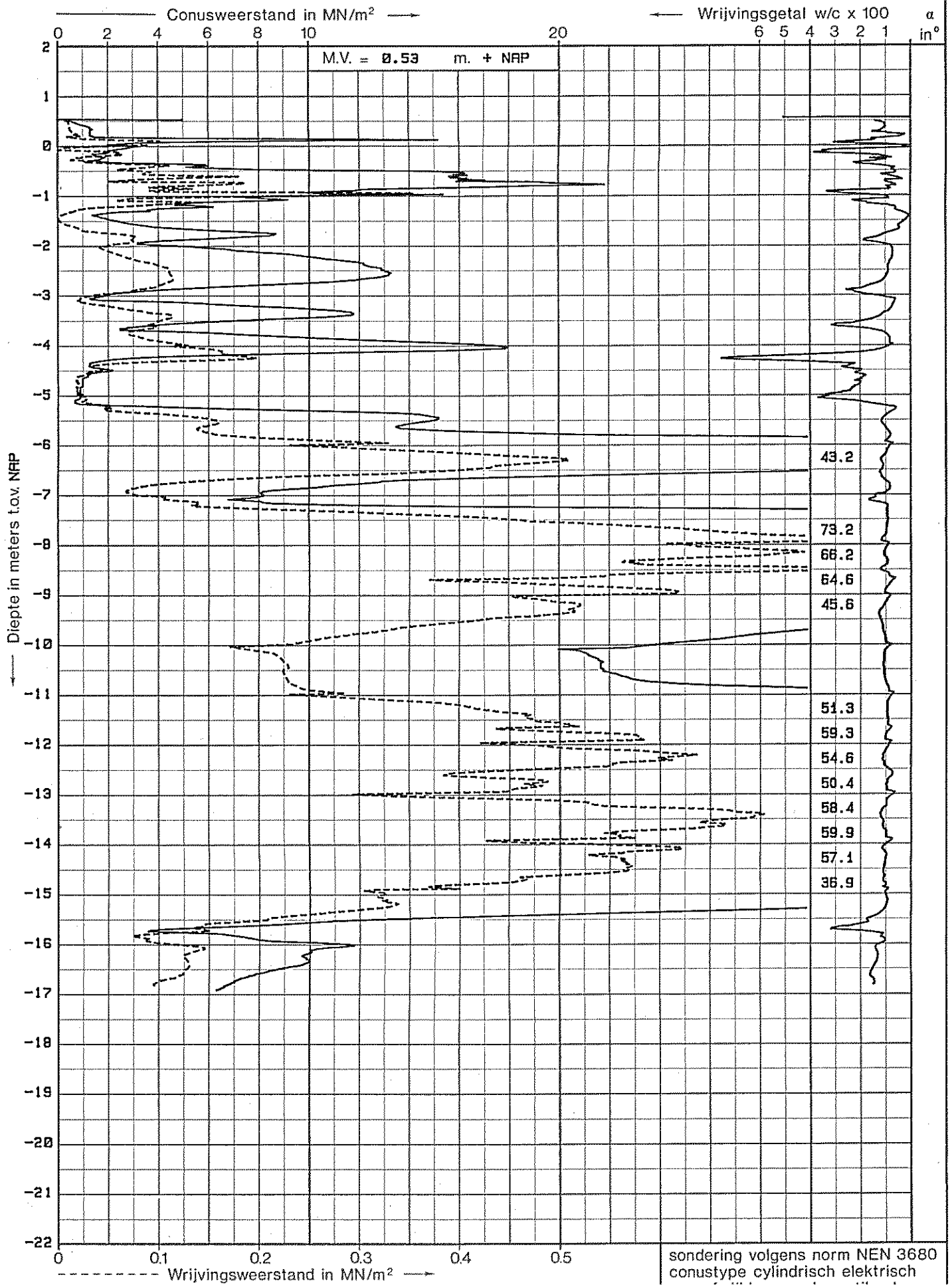
Conus : **S15-CFI.1985**

Opdracht : **GA230004.013**

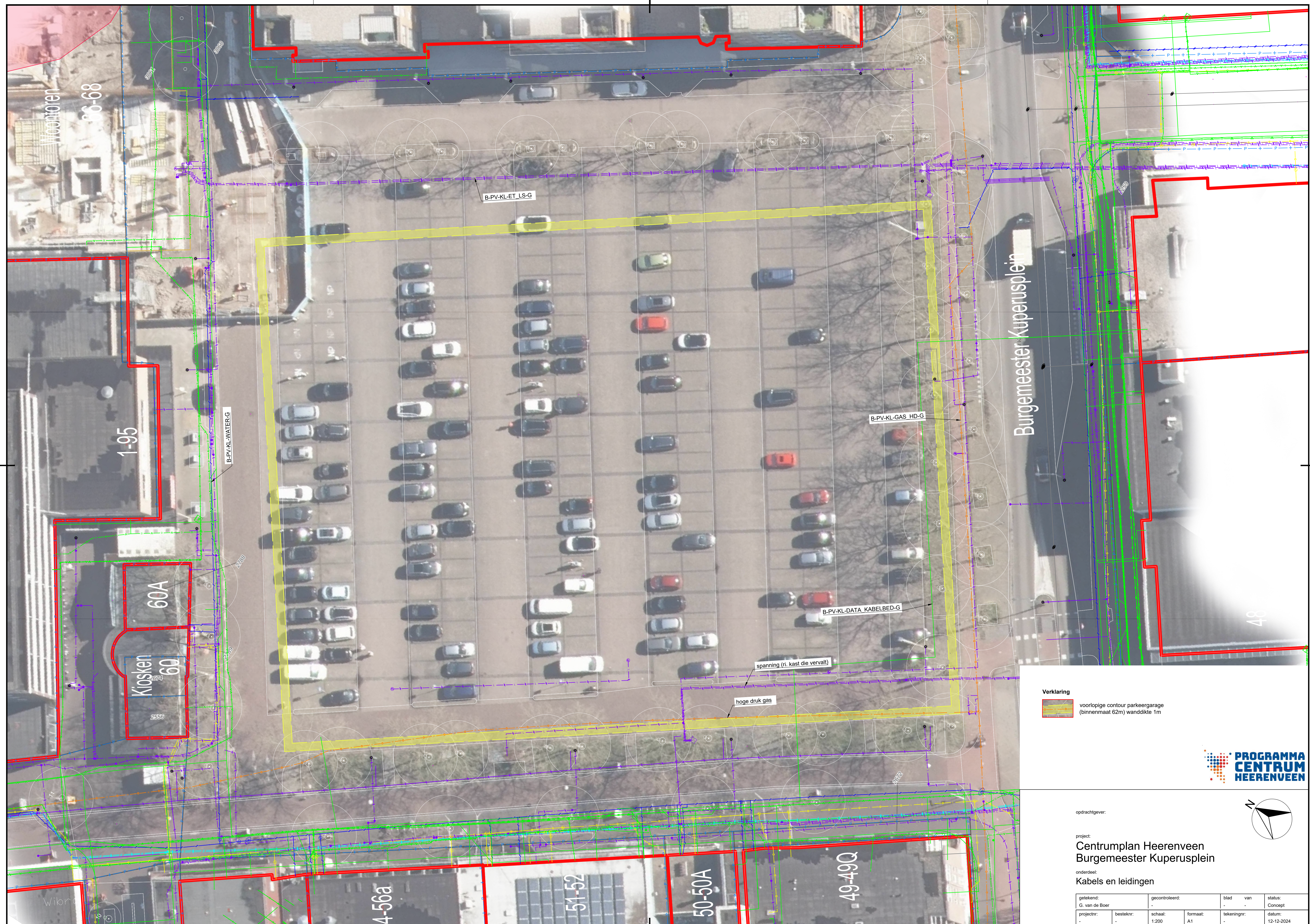
Sondering : **20A**



Bijlage 2 Archiefsondering DINOloket



Bijlage 3 KLIC Melding Burgemeester Kuperusplein [4]



Verklaring

 voorlopige contour parkeergarage
(binnenmaat 62m) wanddikte 1m



opdrachtgever:

project:
Centrumplan Heerenveen
Burgemeester Kuperusplein

onderdeel:
Kabels en leidingen

getekend: G. van de Boer		gecontroleerd: -		blad van - -	status: Concept
projectnr: -	besteknr: -	schaal: 1:200	formaat: A1	tekeningnr: -	datum: 12-12-2024