

**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw RIVA
aan de Scheepmakershaven
te Rotterdam**

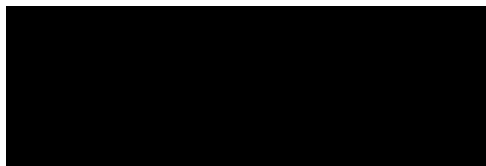
Opdracht nummer	AA17540-5
Datum rapport	29 maart 2022

**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw RIVA
aan de Scheepmakershaven
te Rotterdam**

Opdracht nr. AA17540-5

Datum rapport 29 maart 2022

Opdrachtgever



Constructeur Van Rossum Raadgevende Ingenieurs
Westblaak 5^E
3012 KC Rotterdam

Bijlagen

- tabel paalpuntniveaus 1.1 t/m 1.3
- bepaling negatieve kleeft 2
- berekening draagvermogen 3.1 t/m 3.8
- bepaling paalkopzakking 4.1 t/m 4.4
- sondeergrafieken met kleeftmeting 01 t/m 11 en 101 t/m 105
- handboorstaten S01 t/m S05
- situatie sondeerpunten T01c

rapportcontrole:

dd.

opgesteld door:



GEOMET
GEOTECHNIEK

INLEIDING

Op 19 juli 2018 ontving ABO-Geomet van Stebru Ontwikkeling de opdracht voor het uitvoeren van een oriënterend grondonderzoek en het uitbrengen van enkele indicatieve geotechnische adviezen. Het oriënterend grondonderzoek bestond uit 2 spoelsonderingen en is uitgevoerd in oktober 2018. Een voorlopig funderingsadvies is gepresenteerd in de memo AA17540-1mm1 dd 3 april 2020. Op 27 oktober 2021 werd de opdracht ontvangen voor het uitvoeren van het definitieve grondonderzoek, alsmede het uitwerken van het definitieve funderingsadvies en advies inzake de te verwachten zettingen in de formatie van Waalre (voorheen de laag van Kedichem). Na het verstrekken van de relevante belastinggegevens is de zettingsanalyse gepresenteerd in het rapport AA17540-2 dd 9 februari 2022. Op 25 januari 2022 werd ook nog de opdracht ontvangen om een bouwput- en bemalingsadvies op te stellen. Het funderingsadvies werd gepresenteerd in het rapport AA17540-1 dd 18 februari 2022. Het (concept) advies voor de bouwput en bemaling is gepresenteerd in het rapport AA17540-3 dd 24 februari 2022. Het advies inzake de invloed op de kadeconstructie is opgenomen in het briefrapport AA17540-4 dd 11 maart 2022.

In verband met plaatselijke afwijkingen in de bodemopbouw en dientengevolge lagere beschikbare paal draagvermogens bij enkele sonderingen is op 11 maart 2022 verzocht nog 5 extra inpandige sonderingen uit te voeren.

In aansluiting op de reeds verstrekte gegevens bevat dit rapport de resultaten van het gehele grondonderzoek alsmede het gehele funderingsadvies. Relevante aspecten uit de eerdere rapportages zijn overgenomen. Voorliggend rapport vervangt het eerder uitgebrachte rapport AA17540-1.

GRONDONDERZOEK

Uitgevoerd werden 16 diepsonderingen met meting van de plaatselijke mantelwrijving, namelijk de sonderingen 01 t/m 11 en 101 t/m 105. De sonderingen 01 en 02 zijn in 2018 uitgevoerd als zogenaamde spoelboringen tot een diepte van ca. 69,5 m- NAP. Tijdens de uitvoering wordt een spoelvloeistof toegepast, zodat de wrijving langs de schacht aanzienlijk wordt gereduceerd en een grotere diepte kan worden bereikt. De sonderingen 03 t/m 05 zijn uitgevoerd in december 2021, en net als bij sondering 01 en 02 aan straatzijde. De sonderingen 06 t/m 11 zijn gemaakt in februari 2022. In verband met de (zeer) beperkte toegang zijn deze sonderingen uitgevoerd met een demontabel apparaat, waarbij de noodzakelijke reactiekracht tijdens het sonderen wordt ontleend aan in te boren keilbouten in de betonvloeren (of grondankers). Sondering 10 en 11 zijn gemaakt in de nog bestaande kelder, waarbij een opzetstuk op de keldervloer is toegepast om de waterdruk tegen de keldervloer te kunnen opvangen. Bij de inpandige sonderingen moest worden geboord door beton met diktes oplopend tot ca. 0,3 meter. De 5 extra sonderingen 101 t/m 105 zijn in maart 2022 inpandig en ook deels in de kelder gemaakt. Ook hierbij is een demontabel apparaat toegepast.

De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. In verband met de aanwezigheid van kabels en leidingen aan de straatzijde zijn 5 sonderingen voorgeboord. De aangetroffen bodemopbouw is beschreven op de handboorstaten S01 t/m S05. De uitzetgegevens zijn vermeld op situatietekening T01c.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN-EN-ISO 22476-1. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit geldt niet alleen voor de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>wrijvingsgetal in %</u>	<u>grondsoort</u>
0,3 – 1,2	zand, grof tot fijn
1,5 – 2,0	silt
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.

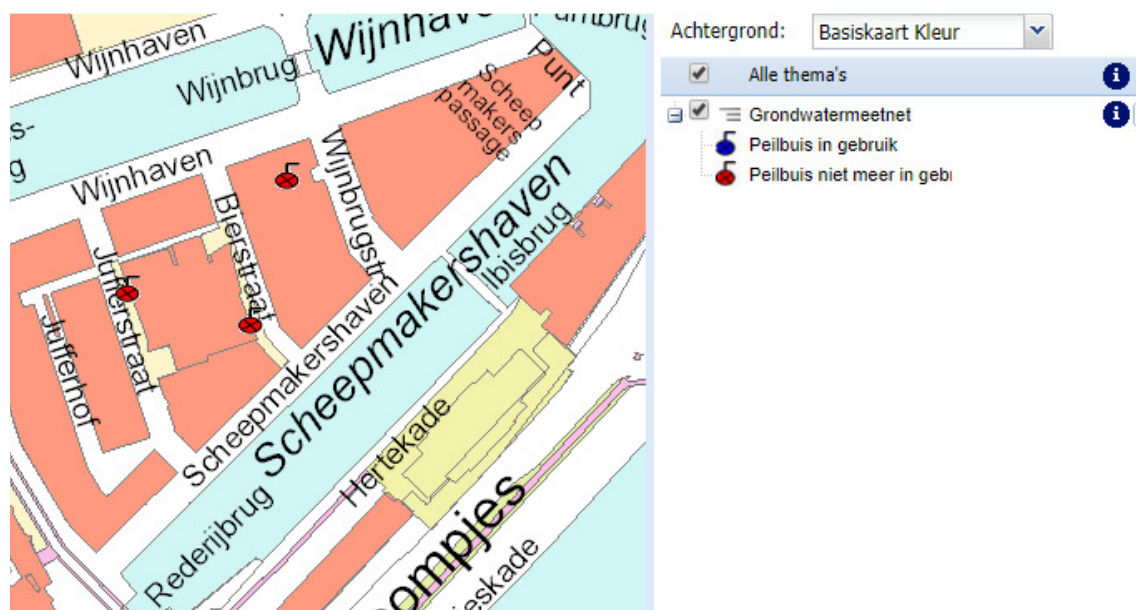
In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken. Bijzondere afwijkingen zijn in het algemeen niet vastgesteld. Bij sondering 02 liep de hellingafwijking op het diepste niveau van ca. 69 m- NAP op tot ruim 25°. Dit heeft geen consequenties voor het advies, omdat de diepte wordt gecorrigeerd voor de hellingafwijking.

BODEMGESTELDHEID

Het project ligt aan de Scheepmakershaven en de Bierstraat te Rotterdam. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerpunten varieerde tijdens het grondonderzoek van 2,50 m+ NAP tot 2,79 m+ NAP (straatzijde en binnenruimte). In de kelder lag bij de sonderingen 10, 101, 104 en 105 het maaiveld op 0,19 m- NAP en bij sondering 11 op 0,06 m- NAP.

Het open waterpeil in de haven (met getijde) werd vastgesteld op 0,31 m+ NAP. De grondwaterstand kon tijdens het grondonderzoek in oktober 2018 niet worden vastgesteld. Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in december 2021 lag de grondwaterstand op ca. 0,7 à 0,9 m+ NAP en in februari 2022 op ca. 0,8 m+ NAP. Opgemerkt wordt dat dit series van éénmalige waarnemingen betreft. De freatische grondwaterstand varieert en is afhankelijk van neerslagoverschot, bodemopbouw en afstand tot open water.

Aangezien tijdens het grondonderzoek in oktober 2018 de grondwaterstand in de sondeergaten niet vastgesteld kon worden is voor het voorlopige advies van 3 april 2020 gebruik gemaakt van het meetnetwerk van de gemeente Rotterdam / Prowat. Rondom de projectlocatie zijn de peilbuizen echter niet meer in gebruik.



Figuur 1 overzicht peilfilters gemeente Rotterdam

In de Bierstraat was een variatie van ca. 0,7 à 1,6 m+ NAP vastgesteld en in de Wijnbrugstraat van ca. 0,3 tot 1,5 m+ NAP.

Het plaatsen van een peilbuis en het monitoren van de grondwaterstand valt buiten de aan ABO-Geomet verstrekte opdracht en zou door derden worden verzorgd.

Uit de resultaten van het grondonderzoek kan de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- 0,25 à 0,75	<u>ZAND</u> , matig vast tot vast gepakt, deels kleihoudend, opgebracht
0,25 à 0,75	- 6,5 à 7,75	<u>KLEI</u> , zandhoudend
6,5 à 7,75	- 16,5 à 16,75	<u>VEEN en KLEI</u> , slap, afgesloten door de basislaag Holocene
16,5 à 16,75	- 32,0 à 34,5	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, lokaal met een klei- en/of silthoudend laagje, Pleistoceen
32,0 à 34,5	- ca. 69,5	<u>KLEI, LEEM en ZAND</u> , afwisselende overgeconsolideerde lagen, formatie van Waalre (voorheen: Laag van Kedichem)
ca. 69,5		maximaal verkende diepte

De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

FUNDERINGSADVIES

De huidige, grotendeels onderkelderde bebouwing wordt deels gesloopt om plaats te maken voor niet-onderkelderde nieuwbouw. In verband met de grote belastingen vanuit de hoogbouw worden wel poeren met een dikte tot 2,0 meter toegepast.

Gelet op de aangetroffen bodemopbouw komt alleen een fundering op palen in aanmerking. In overleg met de constructeur is besloten een fundering op trillingsvrij te installeren schroefpalen met verloren punt nader uit te werken. Dit zijn grondverdringende in de grond gevormde betonpalen, vervaardigd met schroevend ingebrachte stalen hulpbuis en verloren stalen schroefpunt. Bij de paalinstallatie wordt een constructieve groutinjectie uitgevoerd. Hierdoor wordt de inbrengweerstand beperkt en wordt in principe een paalschacht in de funderingszandlaag geformeerd ter grootte van de schroefpunt.

Nadere gegevens met betrekking tot paaltype:

- in het SBR handboek funderingen zijn onder B4430 merknamen vermeld die onder dit paaltype vallen
- de gehanteerde draagkrachtfactoren en vervormingen gelden voor een schroefpunt met tapse spiraalvorm of bij constructieve groutinjectie onder de punt
- bij een platte schroefpunt kan een reductie van het draagvermogen en/of toename van de vervormingen van toepassing zijn, afhankelijk van de vorm en hoogte van de opgelaste strips
- de draagkrachtfactoren en berekende vervormingen gelden voor gladde hulpbuizen zonder spiraalstrips

Voor locaties met bestaande palen in de grond moeten de nieuwe palen worden verschoven waarbij een tussenafstand van minimaal 0,5 meter wordt aanbevolen. Een kleinere tussenafstand is mogelijk, maar geeft een risico van verplaatsing van de voetplaat waardoor de paal kan mislukken. Voor kritische delen van de hoogbouw kan worden overwogen om geschroefde stalen palen met aangelaste voetplaat en groutinjectie toe te passen.

Binnen het te handhaven gedeelte wordt (vanwege beperkte werkhoogte) gedacht aan een fundering op stalen schroefpalen met groutinjectie. Dit zijn grondverdringende, schroevend ingebrachte stalen buispalen met aangelaste stalen schroefpunt. Bij de paalinstallatie wordt tevens een constructieve groutinjectie uitgevoerd. Hierdoor wordt de inbrengweerstand beperkt en wordt een paalschacht in de funderingszandlaag geformeerd ter grootte van de schroefpunt. De paal wordt in delen ingebracht en opgelast waarbij de groutinjectie alleen tijdens het laatste deel wordt uitgevoerd. De minimale lengte van het buisdeel met groutinjectie is op dit moment niet bekend. Beschouwd zijn een traject van 2 en 4 meter. In het Handboek Funderingen is dit paaltype onder B4800 vermeld.

De uit de constructie bepaalde rekenwaarde van de optredende belasting volgens NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991 was conform de oorspronkelijke opgave 4000 kN (gewenst). Voor de geschroefde palen met verloren punt en groutinjectie is de maximale standaard afmeting $\varnothing 540/670$ mm beschouwd en voor de stalen schroefpalen met groutinjectie $\varnothing 508/670$ mm.

Gelet op de aangetroffen bodemopbouw werd in het voorlopige advies geadviseerd de palen niet dieper in te brengen dan 26,0 m- NAP. Het beschikbare paal draagvermogen was dan ca. 3400 kN voor de sonderingen 01 en 02. Uitgaande van voldoende ruimte om voldoende lange segmenten in 1 beweging in te brengen zou ook de stalen schoefpaal $\varnothing 508/670$ mm op een paalpuntniveau van 26,0 m- NAP gebruikt kunnen worden om eveneens ca. 3400 kN draagvermogen te verkrijgen bij deze sonderingen 01 en 02.

Echter bij de later gemaakte sonderingen 03 t/m 11 alsmede de extra sonderingen 101 t/m 105 zijn op of onder het paalpuntniveau van ca. 26,0 m- NAP meerdere stoorlaagjes aanwezig, zodat met name nabij de sonderingen 05, 06, 07, 102 en 105 een aanzienlijke reductie in het beschikbare paal draagvermogen aan de orde is, zie ook bijlage 1.1. Een alternatief is een paalpuntniveau van 24,5 m- NAP. De beschikbare draagvermogens zijn 2810 kN à 2875 kN, zie bijlage 1.3.

Is met de paal $\varnothing 508/670$ mm vanwege beperkte werkhoogte slechts een segment van 2 meter te injecteren (ca. 19 m- NAP) dan is ca. 800 kN haalbaar (maatgevende sondering 04). Bij een te injecteren traject van 4 meter (ca. 21 m- NAP), dan kan een draagvermogen van ca. 1720 kN worden verkregen (maatgevende sondering 10). Op bijlage 1.2 is per sondering aangegeven wat op 19,0 m- NAP en 21,0 m- NAP haalbaar is.

Verder was verzocht om aan te geven welke paalpuntniveaus minimaal benodigd zijn om met de afmeting $\varnothing 508/670$ mm minimaal 2000 kN te verkrijgen. Dit is ook aangegeven op bijlage 1.2.

Bij een uniforme bodemopbouw mag het draagvermogen worden gelijkgesteld aan de gemiddelde waarde op basis van ξ_3 , waarbij tevens geldt dat deze niet hoger mag zijn dan de laagste waarde met ξ_4 in de betreffende groep. Bij toepassing van een gemiddelde waarde van de draagkracht mag de variatiecoëfficiënt maximaal 12% zijn. Voor dit project kan (in afwijking van het eerdere rapport met alleen de sonderingen 01 t/m 11) op basis van de sonderingen 01 t/m 11 en 101 t/m 105 alleen op 24,5 m- NAP worden gerekend met een draagvermogen op basis van een gemiddelde. De resultaten hiervan zijn vermeld in de overzichtstabel in bijlage 1.3. Op de overige paalpuntniveaus kan niet gerekend worden met gemiddelde draagvermogens mede vanwege de aanwezigheid van stoorlaagjes.

Het paal draagvermogen is bepaald conform NEN 9997-1:2016. In deze norm is vastgelegd dat vanaf 1 januari 2017 de paalklassefactor α_p voor de paalpunt verlaagd wordt met 30%.

Voor geschroefde palen geldt dat er slechts in beperkte mate controle mogelijk is op de vastheid van de bodemopbouw tijdens de installatie van de paal. Daarom is getracht zoveel mogelijk een gelijk paalpuntniveau aan te houden.

afstand tot belendingen

Om het risico voor de bestaande belendende funderingen te minimaliseren, is een h.o.h. afstand van $2,0 \cdot D_{\text{bestaand}} + 2,0 \cdot D_{\text{nieuw}}$ of meer noodzakelijk. Hierbij is D de equivalente diameter van de paalvoet.

berekeningen

Berekeningen zijn uitgevoerd volgens NEN 9997-1:2016. Hierin zijn NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016+ NB:2016 opgenomen zodat berekeningen voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit 2012.

De constructie is als een stijf bouwwerk beschouwd. Ten aanzien van het grondonderzoek wordt gesteld dat 4 representatieve sonderingen zijn uitgevoerd. Bij bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht zijn op basis van de bovengenoemde randvoorwaarden correlatiefactoren $\xi_3 = 1,17$ en $\xi_4 = 0,93$ vastgesteld.

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D methode van Koppejan. Voor de berekening van het puntdraagvermogen van de schroefpalen met verloren punt en groutinjectie geldt een paalklassefactor α_p van 0,63 en verder zijn β en s gelijk aan 1,0 uitgaande van een verhouding tussen de oppervlakten van paalpunt en paalschacht kleiner dan 1,5 en volledige betondruk op de grond tijdens het trekken van de buis. De maximale schachtwrijvingskracht is bepaald aan de hand van een percentage van de gemiddelde conusweerstand. De aan te houden paalklassefactor α_s is 0,009. Voor de schachtwrijving is uitgegaan van een gemiddelde diameter $D_{\text{schacht}} = (\varnothing_{\text{paalvoet}} + \varnothing_{\text{onderkant boorbuis}})/2$, uitgaande van toepassing van een constructieve groutinjectie.

Voor de berekening van het puntdraagvermogen van de stalen schroefpalen met groutinjectie geldt een paalklassefactor α_p van 0,63 en verder zijn β en s gelijk aan 1,0. De aan te houden paalklassefactor α_s is 0,009. Voor de schachtwrijving is uitgegaan van een diameter ter grootte van de paalvoet, uitgaande van toepassing van een constructieve groutinjectie.

De betrouwbaarheidsklasse RC1 t/m RC3 volgens NEN-EN 1990/NB heeft geen invloed op de berekende draagkracht van de paalfundering, maar bepaalt wel de rekenwaarde van de optredende belasting uit de constructie.

Iedere sondering is in principe als een afzonderlijk rekenelement te beschouwen, maar bij de bepaling van het paalpuntniveau wordt ook rekening gehouden met de resultaten van omliggende sonderingen. Op bijlage 3.1 t/m 3.8 zijn de berekeningsresultaten gepresenteerd. Voor de tabellen geldt dat de berekening plaatsvindt op basis van de door de adviseur geïnterpreteerde waarden vanuit de sonderingen. Praktische aspecten van paalinstallatie zijn deels meegewogen bij bepaling van het draagvermogen.

Bij een uniforme bodemopbouw mag het draagvermogen worden gelijkgesteld aan de gemiddelde waarde op basis van ξ_3 , waarbij tevens geldt dat deze niet hoger mag zijn dan de laagste waarde met ξ_4 in de betreffende groep. Bij toepassing van een gemiddelde waarde van de draagkracht mag de variatiecoëfficiënt maximaal 12% zijn. Voor dit project kan (in afwijking van het eerdere rapport met alleen de sonderingen 01 t/m 11) op basis van de sonderingen 01 t/m 11 en 101 t/m 105 alleen op 24,5 m- NAP worden gerekend met een draagvermogen op basis van een gemiddelde. De resultaten hiervan zijn vermeld in de overzichtstabel in bijlage 1.3. Op de overige paalpuntniveaus kan niet gerekend worden met gemiddelde draagvermogens.

Bij het bepalen van de benodigde paalpuntniveaus is rekening gehouden met het ontstaan van negatieve kleef langs de paalschacht. De samendrukbare lagen boven de vaste zandlaag kunnen hierdoor een zetting ondergaan die groter is dan de paalverplaatsing welke nodig is voor het ontwikkelen van het draagvermogen. Een berekening van de negatieve kleefbelasting volgens NEN 9997-1 is op bijlage 2 gepresenteerd.

paalwapening en betonkwaliteit**schroefpalen met verloren punt:**

De wapening en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase. Eisen voor de wapening zijn vermeld in paragraaf 7.8.2 van NEN-EN 12699:2001. Bij de dimensionering dient rekening te worden gehouden met horizontale grondverplaatsingen en trekbelastingen ten gevolge van ontgravingen na paalinstallatie, het gewicht van de boorstelling en grondverdringing door installatie van omliggende palen. Alle palen moeten worden voorzien van een wapeningskorf tot in de funderingszandlaag.

De schroefpalen worden voorzien van een constructieve groutschil. De water/cementverhouding moet worden afgestemd op de bodemgesteldheid en heeft vaak een waarde van ca. 1,5. Een te lage waarde moet worden voorkomen omdat dit tot stagnatie van de retourstroom kan leiden. De groutschil heeft een relatief lage sterkte. Deze is in principe voldoende om de maximale schachtwrijvingkracht over te brengen van buitenkant groutschil naar de paalkern. Bij een hogere water/cementverhouding dan ca. 1,5 zal deze overdracht mogelijk niet meer kunnen plaatsvinden. De water/cementverhouding dient bij tenminste 5% van de palen en minimaal 1 keer per dag gecontroleerd te worden door middel van bepaling van het volumegewicht van het groutmengsel. Cement-bentoniet mengsels zijn niet toegestaan voor dit paaltype.

stalen schroefpaal met groutinjectie:

De wapening en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase. De wapening en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase. Bij de dimensionering dient rekening te worden gehouden met horizontale grondverplaatsingen en trekbelastingen ten gevolge van ontgravingen na paalinstallatie, het gewicht van de boorstelling en grondverdringing door installatie van omliggende palen.

De stalen buispalen worden in de funderingszandlaag voorzien van een groutschil. De water/cementverhouding moet worden afgestemd op de bodemgesteldheid en heeft vaak een waarde van ca. 1,5. Een te lage waarde moet worden voorkomen omdat dit tot stagnatie van de retourstroom kan leiden. De groutschil heeft een relatief lage sterkte. Deze is in principe voldoende om de maximale schachtwrijvingkracht over te brengen van buitenkant groutschil naar de paalkern. Bij een hogere water/cementverhouding dan ca. 1,5 zal deze overdracht mogelijk niet meer kunnen plaatsvinden. De water/cementverhouding dient bij tenminste 5% van de palen gecontroleerd te worden door middel van bepaling van het volumegewicht van het groutmengsel. Cement-bentoniet mengsels zijn niet toegestaan voor dit paaltype.

algemeen:

Bij ophogingen of aanvullingen boven het oorspronkelijk maaiveldniveau kunnen palen worden belast door horizontale grondverplaatsingen. In voorkomende gevallen kan hiervoor een aanvullend grondmechanisch advies worden opgesteld.

vervormingen

De zakking voor het ontwikkelen van het grondmechanisch draagvermogen is bepaald op ca. 33 mm voor een paalafmeting $\varnothing 540/670$ mm en ca. 30 mm voor de afmeting $\varnothing 508/670$ mm. Het betreft de paalkopzakking s van een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1 in de bruikbaarheidsgrenstoestand. De berekening is gepresenteerd op bijlage 4.1 en 4.2. De maximale waarde van de representatieve paalkopbelasting $F_{c;rep}$ is bepaald voor een partiële factor $\gamma_F = 1,3$ uit de constructieve berekening. De berekende zakking is inclusief de elastische verkorting van de paal, waarbij een E-modulus van 20.000 N/mm^2 is aangehouden.

Op bijlage 4.1 en 4.2 is op basis van bovengenoemde uitgangspunten de relatie tussen de representatieve waarde van de paalbelasting en de paalpuntzakking s_b gegeven. De grafiek geeft de mogelijk optredende waarde van de paalpuntzakking voor statische belasting, rekening houdend met enige variatie in de vastheid van het zandpakket. Op bijlage 4.1 en 4.2 is tevens de veerstijfheid van de paal vermeld. Voor kortdurende belastingen zoals wind zijn hogere veerstijfheden toepasbaar. Bij de bepaling van de veerstijfheid in de uiterste grenstoestand is een partiële factor voor vervormingen $\gamma_{m;k} = 1,30$ gehanteerd.

Voor paalgroepen kan een geringe toename s_2 van de maximale paalzakking optreden ten gevolge van samendrukking in dieper gelegen lagen. De gemiddelde zetting s_2 in de pleistocene zandlaag door het gewicht van de hoogbouwtoeren is ca. 12 mm.

Voor palen met windbelasting is een paalkopvervorming s van ca. 17 mm berekend voor de afmeting $\varnothing 540/670$ mm en ca. 15 mm voor de afmeting $\varnothing 508/670$ mm, uitgaande van volledig dynamische belasting, zie bijlage 4.3 en 4.4. De berekende zakking is inclusief de elastische verkorting van de paal, waarbij voor de herhaald kortdurende windbelasting een E-modulus van 31.000 N/mm^2 is aangehouden.

INSTALLATIE SCHROEFPALEN MET VERLOREN PUNT EN GROUTINJECTIE

De schroefpalen dienen te worden geïnstalleerd door een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd bedrijf. De keuze van het boormoment is erg belangrijk. Door toepassing van een voldoende zwaar boormoment wordt voorkomen dat de maximale capaciteit wordt bereikt en de boorbuis vastslaat, voordat de noodzakelijke diepte is gehaald.

De schroefpalen dienen te worden geïnstalleerd door een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd bedrijf. De keuze van het boormoment is erg belangrijk. Door toepassing van een voldoende zwaar boormoment en groutinjectie wordt voorkomen dat de maximale capaciteit wordt bereikt en de boorbuis vastslaat, voordat de noodzakelijke diepte is gehaald. Tijdens het inboren in de funderingszandlaag mogen geen onderbrekingen van de groutinjectie plaatsvinden.

Als het basisniveau is bereikt moet bij iedere paal een controle plaatsvinden op waterindringing in de buis. De wapeningskorf moet voldoende sterkte en stijfheid hebben zodat hij zonder blijvende vervorming kan worden getransporteerd en ingehangen. De buis dient tot boven het maaiveld te worden gevuld met plastische beton. Tijdens het trekken maakt de boorbuis een oscillerende beweging. Vooral bij langere wapeningskorven moet rekening worden gehouden met een afname van de betondruk aan de onderzijde van de buis. Tijdens het trekken is een voldoende uitstroomdruk in de funderingszandlaag belangrijk om te voldoen aan de uitgangspunten van het grondmechanisch draagvermogen. Maatregelen om de uitstroomdruk te verhogen zijn toepassing van een zeer plastisch betonmengsel met fijn toeslagmateriaal, het ophangen van de wapeningskorf op minimaal 0,5 meter boven de punt en het in aanvang aanbrengen van overhoogte van het beton in de buis.

Het bijvullen van het beton mag alleen plaatsvinden zolang onderkant buis nog in de funderingszandlaag hangt. Het is van belang dat de treksnelheid is afgestemd op de uitstroomsnelheid van het beton, teneinde de kans op insnoeringen te beperken. Het lager afstorten dan tot het werkniveau is niet toegestaan.

Bij het lossen van de voetplaat en het trekken van de buis mogen geen stagnaties optreden in de betondoorstroming. De controle hierop wordt uitgevoerd door middel van het waarnemen van het betonniveau en de wapening in de boorbuis. In het geval dat het betonniveau en de wapening mee omhoog komt zal het noodzakelijk zijn de paal naast de eerste locatie opnieuw te maken, waarbij een dieper paalpuntniveau wordt gehanteerd. Hierbij kunnen ook controlesonderingen nodig zijn om vast te stellen of het draagvermogen is afgenomen door ontspanning.

Als beperkte referentie voor de controle van het draagvermogen van de paal geldt het optredende boormoment voor het bereiken van het basisniveau. De gegevens verkregen op de sonderingen vormen de mogelijke leidraad voor de beoordeling van het draagvermogen van de tussen sonderingen geïnstalleerde palen. In gebieden met overgangen in paalpuntniveau kan het inboren op het hogere niveau worden gestopt, indien een voldoende hoog boormoment wordt bereikt dat correspondeert met de betere sonderingsopbouw. Indien de oploop van het boormoment duidelijk afwijkt van het sondeerbeeld, kan een controle van de grondslag door middel van sonderingen noodzakelijk zijn.

Tijdens het maken van nieuwe palen en het manoeuvreren met de heistelling moet het betonniveau van nog niet uitgeharde palen in de omgeving goed worden bewaakt. Beïnvloeding tijdens het maken van nieuwe palen kan in het algemeen worden voorkomen door het handhaven van een afstand van 4 maal de paalvoetdiameter, maar in specifieke gevallen kan een grotere afstand nodig zijn. Indien nazakking, oppersing of een opwaartse waterstroom door de verse paalschacht wordt vastgesteld dan dient een uitgebreidere controle van de paalschacht plaats te vinden en moet de onderlinge afstand bij de paalvervaardiging worden vergroot.

De hoeveelheid gebruikte beton dient te worden bijgehouden. Afwijkingen hierin kunnen optreden als gevolg van het ontstaan van insnoeringen en verdikkingen tijdens dan wel na het trekken van de buis. In verband hiermee verdient het aanbeveling de kwaliteit van alle palen na de verhardingstijd te controleren door middel van akoestisch doormeten, uitgevoerd volgens CUR aanbeveling 109. In geval van twijfel over de kwaliteit van de paalkop dient het bovenste deel van de paal te worden blootgegraven. Als na de akoestische meting nog ontgravingen of horizontale belastingen optreden kan het wenselijk zijn om een nieuwe meting uit te voeren.

De grout- en betonsamenstelling dient zodanig gekozen te worden dat rekening wordt gehouden met de specifieke bodemomstandigheden alsook de paalconfiguratie wat betreft diameter en wapening. Na het maken van de paal mag niet worden gepord of getrild in de verse paalkop. Na uitharding moet de paalkop worden gesneld over een lengte die tenminste zodanig is dat de vereiste betonsterkte en betonddoorsnede worden bereikt. Het snellen van paalkoppen dient op een zodanige wijze te worden uitgevoerd dat geen bezwijken van wapeningsstaven of scheurvorming mogelijk is. De betonkwaliteit in het bovenste deel van de palen moet worden gecontroleerd door middel van het boren en beproeven van betoncilinders bij tenminste 5% van de palen.

Een te hoge injectiedruk kan ontspanning in de funderingszandlaag veroorzaken. Daarom dient tijdens de uitvoering te worden gecontroleerd of een continue retourstroom naar maaiveldniveau plaatsvindt. De hoeveelheid groutinjectie dient per paal te worden geregistreerd. Na het op diepte boren dient te worden gecontroleerd of het groutmengsel niet is gelekt in de boorbuis. In geval van afwijkingen tijdens de uitvoering van de groutinjectie kunnen ter controle op ontspanning sonderingen worden uitgevoerd naast de paalschacht.

Alle verzamelde gegevens moeten worden vastgelegd. Dit geldt niet alleen voor het uiteindelijk bereikte puntniveau en betonverbruik, maar ook boormoment, boortijd, groutverbruik en -samenstelling, eventuele onregelmatigheden, installatievolgorde, wapening en overige bijzonderheden.

Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke bebouwing te waarborgen. Richtlijnen hiervoor zijn vastgelegd in CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

INSTALLATIE STALEN SCHROEFPALEN MET GROUTINJECTIE

De stalen schroefpalen met groutinjectie dienen te worden geïnstalleerd door een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd bedrijf. De keuze van het boormoment is erg belangrijk. Door toepassing van een voldoende zwaar boormoment en groutinjectie wordt voorkomen dat de maximale capaciteit wordt bereikt en de boorbuis vastslaat, voordat de noodzakelijke diepte is gehaald. Tijdens het inboren in de funderingszandlaag mogen geen onderbrekingen van de groutinjectie plaatsvinden.

Na het bereiken van het puntniveau wordt de wapening afgehangen en wordt de boorbuis gevuld met plastische beton. Bij inboren van de stalen buis in segmenten is het toegestaan om de bovenste segmenten met water te injecteren, mits deze segmenten zich boven de funderingszandlaag bevinden waaraan de paal zijn draagvermogen ontleent.

Als beperkte referentie voor de controle van het draagvermogen van de paal geldt het optredende boormoment voor het bereiken van het basisniveau. De gegevens verkregen op de sonderingen vormen de mogelijke leidraad voor de beoordeling van het draagvermogen van de tussen sonderingen geïnstalleerde palen. In gebieden met overgangen in paalpuntniveau kan het inboren op het hogere niveau worden gestopt, indien een voldoende hoog boormoment wordt bereikt dat correspondeert met de betere sonderingsopbouw. Indien de oploop van het boormoment duidelijk afwijkt van het sondeerbeeld, kan een controle van de grondslag door middel van sonderingen noodzakelijk zijn.

De grout- en betonsamenstelling dient zodanig gekozen te worden dat rekening wordt gehouden met de specifieke bodemomstandigheden alsook de paalconfiguratie wat betreft diameter en wapening. Na het maken van de paal mag niet worden gepord of getrild in de verse paalkop. Na uitharding moet de paalkop worden gesneld over een lengte die tenminste zodanig is dat de vereiste betonsterkte en betondoorsnede worden bereikt. Het snellen van paalkoppen dient op een zodanige wijze te worden uitgevoerd dat geen bezwijken van wapeningsstaven of scheurvorming mogelijk is. De betonkwaliteit in het bovenste deel van de palen moet worden gecontroleerd door middel van het boren en beproeven van betoncilinders bij tenminste 5% van de palen.

Een te hoge injectiedruk kan ontspanning in de funderingszandlaag veroorzaken. Daarom dient tijdens de uitvoering te worden gecontroleerd of een continue retourstroom naar maaiveldniveau plaatsvindt. De hoeveelheid groutinjectie dient per paal te worden geregistreerd. Na het op diepte boren dient te worden gecontroleerd of het groutmengsel niet is gelekt in de boorbuis. In geval van afwijkingen tijdens de uitvoering van de groutinjectie kunnen ter controle op ontspanning sonderingen worden uitgevoerd naast de paalschacht.

Alle verzamelde gegevens moeten worden vastgelegd. Dit geldt niet alleen voor het uiteindelijk bereikte puntniveau en betonverbruik, maar ook boormoment, boortijd, groutverbruik en -samenstelling, eventuele onregelmatigheden, installatievolgorde, wapening en overige bijzonderheden.

Alle verzamelde gegevens moeten worden vastgelegd. Dit geldt niet alleen voor het uiteindelijk bereikte puntniveau en betonverbruik, maar ook boormoment, boortijd, groutverbruik en -samenstelling, eventuele onregelmatigheden, installatievolgorde, wapening en overige bijzonderheden.

Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke bebouwing te waarborgen. Richtlijnen hiervoor zijn vastgelegd in CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Alphen a/d Rijn, 29 maart 2022

ABO GEOMET B.V.

opgesteld door:

ir. [REDACTED]
Senior Consultant

ing. [REDACTED]
Hoofd Adviesafdeling

OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN

(volgens NEN 9997-1:2016)

Paalpuntniveau in m- NAP
schroefpalen met verloren punt en groutinjectie
stijf bouwdeel

sond nr	maaiveld in m+ NAP	----- ø540/670 mm F _{c;d} = 3400 kN
01	2,65	26,0↓
02	2,50	26,0 ND of 27,0 F=3245
03	2,56	27,0 of 26,0 F=2880
04	2,67	26,5 (ND 27,0) of 26,0 F=3345
05	2,67	26,0 F=2475 of 27,0 ND F=2570
06	2,79	26,0 F=1860 of 27,0 ND F=1850
07	2,79	26,0 F=2450 of 27,0 ND F=2570
08	2,79	25,0↓
09	2,79	27,0 of 26,0 F=3205
10	0,19-	26,5↓ of 26,0 F=3360
11	0,06-	26,0↓
101	0,19-	26,0↓
102	2,79	26,0 F=2320 of 27,0 F=2360
103	2,79	26,5↓ of 26,0 F=3375
104	0,19-	27,0 of 26,0 F=3160
105	0,19-	27,0 F=3180 of 26,0 F=2590

Paalpuntniveau in m- NAP
stalen buispaal geschroefd met groutinjectie
stijf bouwdeel

sond nr	maaiveld in m+ NAP	----- ø508/670 mm F _{c;d} = 3400 kN
01	2,65	26,0↓
02	2,50	26,0 ND of 27,0 F=3355
03	2,56	27,0 of 26,0 F=2975
04	2,67	26,0 (ND 27,0)
05	2,67	26,0 F=2570 of 27,0 ND F=2680
06	2,79	26,0 F=1960 of 27,0 ND F=1970
07	2,79	26,0 F=2545 of 27,0 ND F=2685
08	2,79	25,0↓
09	2,79	27,0 of 26,0 F=3300
10	0,19-	26,0↓
11	0,06-	26,0↓
101	0,19-	26,0↓
102	2,79	26,0 F=2420 of 27,0 F=2485
103	2,79	26,0↓
104	0,19-	27,0 of 26,0 F=3255
105	0,19-	27,0 F=3290 of 26,0 F=2690

ND = niet dieper inbrengen
↓ = dieper inbrengen toegestaan
25,5-26,0 = traject van mogelijke paalpuntniveaus.



VERVOLG OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN

(volgens NEN 9997-1:2016)

Paal draagvermogen in kN
 stalen buispaal geschroefd met groutinjectie
 stijf bouwdeel

sond nr	maaiveld in m+ NAP	-----	
		ø508/670 mm F _{c;d} = VAR kN 19,0 m- NAP	ø508/670 mm F _{c;d} = VAR kN 21,0 m- NAP
01	2,65	1640	2785
02	2,50	900	2250
03	2,56	1410	2515
04	2,67	800	2080
05	2,67	1220	2650
06	2,79	1285	2295
07	2,79	1380	1990
08	2,79	1620	2780
09	2,79	1370	2545
10	0,19-	1291	1720
11	0,06-	1290	2740
101	0,19-	1510	2570
102	2,79	1675	2300
103	2,79	1430	1875
104	0,19-	1715	2875
105	0,19-	1565	2205

Paalpuntniveau in m- NAP
 stalen buispaal geschroefd met groutinjectie
 stijf bouwdeel

sond nr	maaiveld in m+ NAP	-----	
		ø508/670 mm F _{c;d} = 2000 kN	
01	2,65	20,0↓	
02	2,50	21,0↓	
03	2,56	21,0↓	
04	2,67	21,0↓	
05	2,67	20,0↓	
06	2,79	21,0↓	
07	2,79	21,0↓	
08	2,79	20,0↓	
09	2,79	20,5↓	
10	0,19-	22,0	
11	0,06-	21,0↓	
101	0,19-	21,0↓	
102	2,79	21,0↓	
103	2,79	20,0 (ND 20,5) of 24,5 of 21,0 F=1875	
104	0,19-	20,0↓	
105	0,19-	21,0↓	

↓ = dieper inbrengen toegestaan

VERVOLG OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN
(volgens NEN 9997-1:2016)

schroefpalen met verloren punt en groutinjectie stijf bouwdeel	
paalafmeting	ø540/670 mm
rekenwaarde paalbelasting	$F_{c,d} = 2810 \text{ kN}$
paalpuntniveau	24,5 m- NAP
sonderingen	01 t/m 11 en 101 t/m 105
$R_{c,netto;d}$ minimum met ξ_4	3086 kN
$R_{c,netto;d}$ gemiddeld met ξ_3	2813 kN
standaarddeviatie	285 kN
variatiecoëfficiënt	10,1 %
$R_{c,netto;d}$	2813 kN
Het paal draagvermogen is bepaald op basis van een gemiddelde conform NEN 9997-1.	

stalen buispaal geschroefd met groutinjectie stijf bouwdeel	
paalafmeting	ø508/670 mm
rekenwaarde paalbelasting	$F_{c,d} = 2875 \text{ kN}$
paalpuntniveau	24,5 m- NAP
sonderingen	01 t/m 11 en 101 t/m 105
$R_{c,netto;d}$ minimum met ξ_4	3181 kN
$R_{c,netto;d}$ gemiddeld met ξ_3	2879 kN
standaarddeviatie	286 kN
variatiecoëfficiënt	9,9 %
$R_{c,netto;d}$	2879 kN
Het paal draagvermogen is bepaald op basis van een gemiddelde conform NEN 9997-1.	

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE NEGATIEVE KLEEFBELASTING

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016, geldig vanaf 1 januari 2017
 Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.
 De ingevoerde volumegewichten van de grond zijn effectieve waarden.

Maaiveld: 2,50 m NAP
 Grondwaterstand: 0,00 m NAP
 Bovenbelasting: 0,00 kN/m²
 Paaltype: 9 Schroefpaal met verloren punt
 Schachtdiameter d_s : 605 mm
 Paaloppervlak: 2 in de grond gevormd
 Grondoppervlak A: 0,00 m² (alleenstaande paal)
 Paalomtrek $O_{s;gem}$: 1,90 meter
 Partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$: 1,00 (-)

laag	o.k. laag m NAP	$\gamma_{j;rep}$ kN/m ³	$\phi'_{j;rep}$ (°)	$K_0 \cdot \tan \delta_j$ (-)	m_j (-)	$\sigma'_{v,j;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v,j;sur;rep}$ kN/m ²	$\sigma'_{v,j;m;rep}$ kN/m ²	$F_{nk;rep}$ kN
0	2,50					0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	17,00	30,00	0,289	0,000	42,50	42,50	42,50	29,15
2	-1,00	19,00	30,00	0,289	0,000	51,50	51,50	51,50	54,94
3	-8,00	16,00	20,00	0,250	0,000	93,50	93,50	93,50	296,08
4	-9,50	12,00	17,50	0,250	0,000	96,50	96,50	96,50	363,79
5	-15,50	15,00	20,00	0,250	0,000	126,50	126,50	126,50	681,68
6	-16,75	13,00	17,50	0,250	0,000	130,25	130,25	130,25	757,93
7									
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleef bedraagt:

$$F_{nk;rep} = 758 \text{ kN}$$

De rekenwaarde voor de maximale negatieve kleef wordt dan $F_{nk;d} = F_{nk;rep} / \gamma_{f,nk}$:

$$F_{nk;d} = 758 \text{ kN}$$

Negatieve kleef bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 399 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016, geldig vanaf 1 januari 2017

Netto rekenwaarde maximale draagkracht	$R_{c,netto,d} = R_{c,d} - F_{nk,d}$
Rekenwaarde maximale draagkracht	$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$
Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal	$R_{c,k} = \text{Min} \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max,i} = A_{punt} * q_{b,max,i}$
Maximale schachtwrijvingskracht	$R_{s,cal,max,i} = O_{s,\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$
Maximale puntweerstand	$q_{b,max,i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,ill,gem})$

Paaltype	: Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie				
Schachtafmeting	d_s : Ø 605 mm				
Puntafmeting	D_p : Ø 670 mm			H_{voet} :	0 mm
Paalklassefactor punt	α_p :	0,63		grondsoort :	zand
Paalklassefactor schacht	α_s :	0,009		OCR :	1,00
Paalvoetvormfactor	β :	1,00		D^2_{eq} / d^2_{eq} :	1,23
Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede	s :	1,00		H_v / D_{eq} :	0,00
Correctiefactor ontgraving q_b	:	1,00	Stijf bouwwerk	:	ja
Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$	:	1,00	Aantal sonderingen	n :	4
Correctiefactor verdichting $q_{c,III}$ en $q_{c,z;a}$	:	1,00	Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$	ξ_3 :	1,17
Correctiefactor verdichting 4D onder punt	:	1,00	Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$	ξ_4 :	0,93
Negatieve kleef $F_{nk,d}$	Waarde 1 :	399 kN/m ¹	Materiaalfactoren	γ_b, γ_s :	1,20
	Waarde 2 :	0 kN/m ¹	Belastingvariatiefactor	$\gamma_{m,var;q_c}$:	1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c,l,gem}$	$q_{c,ll,gem}$ MPa	$q_{c,ill,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$ kN	$R_{s,cal,max}$ kN	$R_{c,d}$ kN	$F_{nk,d}$ kN	$R_{c,netto,d}$ kN	$R_{c,netto,d}$ kN
1	-18,00	21,8	17,1	4,2	1,00	15,0	7,44	2622	257	2050	758	1821	1292
	-19,00	21,0	17,1	7,2	2,00	15,0	8,28	2918	513	2444	758	2317	1686
	-20,00	19,7	17,3	10,2	3,00	15,0	9,05	3191	770	2821	758	2791	2063
	-21,00	24,8	19,6	13,4	4,00	15,0	11,21	3953	1026	3547	758	3704	2789
	-22,00	26,5	15,6	14,8	5,00	15,0	11,29	3982	1283	3750	758	3960	2992
	-23,00	22,6	13,5	13,4	6,00	15,0	9,93	3500	1540	3589	758	3758	2832
	-24,00	16,1	13,5	13,4	7,00	15,0	8,89	3135	1796	3512	758	3661	2754
	-25,00	18,4	18,4	13,4	8,00	15,0	10,03	3536	2048	3977	758	4246	3220
	-26,00	21,1	18,1	14,1	9,00	15,0	10,62	3745	2302	4307	758	4661	3549
	-26,50	24,2	17,1	14,4	9,50	15,0	11,04	3892	2430	4503	758	4907	3745
	-27,00	23,1	17,1	14,7	10,00	15,0	10,97	3868	2559	4578	758	5001	3820
	-21,00	20,0	19,8	9,4	4,00	14,3	9,23	3255	982	3017	758	3038	2259
2	-22,00	24,0	14,9	11,8	5,00	14,5	9,85	3474	1238	3356	758	3464	2598
	-23,00	20,6	15,0	12,9	6,00	14,6	9,65	3403	1495	3489	758	3631	2731
	-24,00	15,7	14,8	13,6	7,00	14,6	9,10	3207	1751	3532	758	3685	2774
	-25,00	20,8	15,7	14,4	8,00	14,7	10,29	3629	2008	4015	758	4293	3257
	-26,00	20,0	17,3	15,0	9,00	14,7	10,60	3737	2264	4275	758	4620	3517
	-26,50	20,7	11,7	11,7	9,50	14,7	8,80	3101	2392	3913	758	4165	3155
	-27,00	20,7	11,7	11,7	10,00	14,7	8,79	3099	2521	4003	758	4278	3245
	-21,00	23,5	16,6	12,2	4,00	15,0	10,14	3576	1026	3278	758	3366	2520
	-22,00	26,7	17,8	15,0	5,00	15,0	11,75	4142	1283	3864	758	4103	3106
	-23,00	22,3	15,7	15,5	6,00	15,0	10,85	3827	1540	3822	758	4051	3064
	-24,00	20,7	11,3	11,3	7,00	15,0	8,59	3028	1796	3436	758	3565	2678
	-25,00	18,9	11,7	11,3	8,00	15,0	8,37	2953	2053	3565	758	3727	2807
3	-26,00	16,6	11,3	11,3	9,00	15,0	7,95	2801	2309	3640	758	3822	2882
	-27,00	21,0	16,0	11,5	10,00	14,9	9,45	3333	2554	4193	758	4517	3435
	-21,00	18,5	18,2	8,2	4,50	13,6	8,36	2946	1046	2843	758	2819	2085
	-22,00	30,0	14,9	10,4	5,50	13,8	10,33	3643	1303	3522	758	3673	2764
	-23,00	18,2	11,7	9,9	6,50	14,0	7,84	2763	1559	3079	758	3115	2321
	-24,00	15,4	11,6	10,5	7,50	14,2	7,57	2668	1816	3194	758	3260	2436
	-25,00	11,9	11,6	11,1	8,50	14,2	7,18	2531	2065	3273	758	3360	2515
	-26,00	22,8	16,3	11,7	9,50	14,1	9,86	3475	2290	4106	758	4407	3348
	-27,00	21,6	16,8	12,6	10,50	14,2	10,01	3529	2546	4327	758	4686	3569
	-21,00	24,7	18,8	12,2	4,00	15,0	10,69	3768	1023	3412	758	3535	2654
	-22,00	24,4	15,7	14,2	5,00	15,0	10,78	3801	1280	3619	758	3795	2861
	-23,00	20,6	12,4	12,4	6,00	15,0	9,11	3214	1536	3383	758	3498	2625
	-24,00	15,5	12,5	12,4	7,00	15,0	8,34	2940	1793	3371	758	3483	2613

Paalttype (*) : Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie

dschacht :

Ø 605 mm

Dpunt :

Ø 670 mm

sond nr	punt m NAP	q _{c,II,gem}	q _{c,III,gem} MPa	q _{c,III,gem}	ΔL m	q _{c,z,a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b,cal,max}	R _{s,cal,max}	R _{c,d} ξ ₃ kN	F _{nk,d} kN	R _{c,netto,d} ξ ₄ kN	R _{c,netto,d} ξ ₃ kN
5	-25,00	19,0	9,8	9,8	8,00	15,0	7,64	2694	2047	3377	758	3491	2619
	-26,00	18,9	7,3	7,2	9,00	14,8	6,40	2255	2286	3234	758	3311	2476
	-27,00	16,6	7,4	7,2	10,00	14,9	6,04	2131	2542	3329	758	3430	2571
6	-21,00	21,1	15,3	10,7	4,50	14,0	9,09	3206	1080	3053	758	3083	2295
	-22,00	20,1	14,3	13,1	5,50	14,2	9,55	3366	1335	3348	758	3454	2590
	-23,00	18,3	14,2	13,7	6,50	14,3	9,42	3320	1591	3498	758	3643	2740
	-24,00	20,3	13,4	13,3	7,50	14,4	9,49	3347	1848	3700	758	3897	2942
	-25,00	14,9	4,0	4,0	8,50	14,5	4,23	1492	2103	2561	758	2464	1803
	-26,00	12,5	3,8	3,7	9,50	14,5	3,75	1322	2357	2620	758	2539	1862
	-27,00	7,7	4,0	3,7	10,50	14,5	3,02	1065	2601	2611	758	2527	1853
7	-21,00	18,3	13,1	9,9	4,00	14,9	8,06	2843	1020	2752	758	2704	1994
	-22,00	16,1	11,5	10,8	5,00	14,9	7,77	2738	1277	2860	758	2840	2102
	-23,00	14,0	11,5	11,5	6,00	14,9	7,63	2691	1532	3008	758	3026	2250
	-24,00	13,1	11,6	11,5	7,00	14,8	7,51	2647	1774	3149	758	3203	2391
	-25,00	20,1	16,8	11,9	8,00	14,7	9,57	3374	2013	3837	758	4069	3079
	-26,00	17,4	7,9	7,6	9,00	14,7	6,35	2240	2270	3212	758	3283	2454
	-27,00	15,5	8,1	7,6	10,00	14,8	6,10	2152	2526	3332	758	3434	2574
8	-21,00	22,6	22,6	12,9	4,00	15,0	11,19	3946	1026	3542	758	3698	2784
	-22,00	26,0	19,4	16,3	5,00	15,0	12,28	4329	1283	3997	758	4271	3239
	-23,00	23,0	16,0	15,9	6,00	15,0	11,17	3937	1540	3901	758	4150	3143
	-24,00	21,7	16,1	15,9	7,00	15,0	10,97	3869	1796	4035	758	4318	3277
	-25,00	19,1	18,5	15,9	8,00	15,0	10,94	3858	2053	4210	758	4538	3452
	-26,00	22,8	17,5	16,1	9,00	15,0	11,44	4033	2309	4517	758	4925	3759
	-27,00	21,9	21,5	16,4	10,00	15,0	12,01	4233	2566	4843	758	5334	4085
9	-21,00	24,3	16,6	12,1	4,00	15,0	10,26	3617	1026	3307	758	3403	2549
	-22,00	24,8	14,2	13,7	5,00	15,0	10,47	3691	1283	3542	758	3698	2784
	-23,00	23,7	13,9	13,8	6,00	15,0	10,28	3624	1539	3678	758	3869	2920
	-24,00	16,7	13,9	13,8	7,00	15,0	9,18	3237	1796	3585	758	3752	2827
	-25,00	18,2	14,7	13,8	8,00	15,0	9,55	3367	2050	3858	758	4096	3100
	-26,00	15,5	15,3	13,9	9,00	15,0	9,25	3261	2303	3963	758	4227	3205
	-27,00	20,4	20,3	14,6	10,00	15,0	11,00	3878	2558	4584	758	5010	3826
10	-21,00	16,7	10,6	8,5	4,00	15,0	6,98	2462	1026	2484	758	2368	1726
	-22,00	22,6	16,4	10,2	5,00	14,7	9,36	3301	1254	3244	758	3323	2486
	-23,00	19,3	13,0	10,9	6,00	14,7	8,54	3009	1504	3215	758	3287	2457
	-24,00	18,4	13,3	11,4	7,00	14,7	8,58	3026	1761	3409	758	3531	2651
	-25,00	15,5	13,0	11,9	8,00	14,7	8,23	2900	2017	3502	758	3648	2745
	-26,00	21,1	17,1	12,6	9,00	14,7	9,98	3519	2267	4121	758	4427	3363
	-27,00	20,4	19,3	13,8	10,00	14,8	10,60	3736	2523	4458	758	4851	3700
11	-21,00	29,8	18,4	11,0	4,00	14,9	11,07	3903	1017	3504	758	3651	2746
	-22,00	28,5	18,5	14,2	5,00	14,9	11,89	4192	1274	3893	758	4140	3135
	-23,00	24,2	14,3	13,7	6,00	14,9	10,38	3660	1531	3697	758	3894	2939
	-24,00	22,2	14,1	13,8	7,00	14,9	10,09	3556	1787	3805	758	4030	3047
	-25,00	16,7	16,6	13,9	8,00	14,9	9,64	3397	2044	3875	758	4117	3117
	-26,00	21,5	18,6	14,4	9,00	14,9	10,86	3830	2297	4364	758	4733	3606
	-27,00	25,5	19,9	15,4	10,00	14,9	12,00	4229	2554	4831	758	5320	4073
1	-24,50	15,4	13,5	13,4	7,50	15,0	8,78	3095	1924	3575	758	3740	2817
2	-24,50	16,5	15,6	14,0	7,50	14,6	9,48	3341	1879	3718	758	3919	2960
3	-24,50	20,2	11,6	11,3	7,50	15,0	8,56	3017	1924	3520	758	3670	2762
4	-24,50	13,1	11,5	10,8	8,00	14,2	7,28	2567	1944	3213	758	3284	2455
5	-24,50	14,8	12,5	12,4	7,50	15,0	8,21	2894	1921	3430	758	3557	2672
6	-24,50	18,9	10,6	10,6	8,00	14,4	7,97	2810	1975	3408	758	3530	2650
7	-24,50	21,6	16,7	11,5	7,50	14,7	9,66	3405	1885	3767	758	3982	3009
8	-24,50	21,4	16,2	15,9	7,50	15,0	10,94	3856	1924	4117	758	4421	3359
9	-24,50	15,0	13,8	13,8	7,50	15,0	8,91	3140	1923	3606	758	3778	2848
10	-24,50	17,7	13,1	11,6	7,50	14,7	8,52	3003	1889	3484	758	3626	2726
11	-24,50	17,0	14,2	13,9	7,50	14,9	9,28	3272	1915	3695	758	3890	2937
101	-24,50	21,0	15,1	14,7	7,50	15,0	10,32	3637	1923	3960	758	4224	3202
102	-24,50	18,7	13,5	13,2	8,00	14,8	9,22	3252	2026	3759	758	3971	3001
103	-24,50	18,9	13,1	6,0	7,50	14,3	6,95	2449	1840	3055	758	3086	2297
104	-24,50	19,1	13,3	13,2	7,50	15,0	9,26	3263	1924	3695	758	3891	2937
105	-24,50	14,8	10,0	9,9	7,50	15,0	7,02	2476	1922	3133	758	3183	2375

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016, geldig vanaf 1 januari 2017

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto,d} = R_{c,d} - F_{nk,d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c,k} = \text{Min} \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max,i} = A_{punt} * q_{b,max,i}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max,i} = O_{s,\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z,a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max,i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,ill,gem})$$

Paaltype : Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie

Schachtafmeting d_s : Ø 605 mmPuntafmeting D_p : Ø 670 mm H_{voet} : 0 mmPaalklassefactor punt α_p : 0,63

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,009

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00 D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,23Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00 H_v / D_{eq} : 0,00Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Stijf bouwwerk : ja

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z,a}$: 1,00Aantal sonderingen n : 4Correctiefactor verdichting $q_{c,ill}$ en $q_{c,z,a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$ ξ_3 : 1,17

Correctiefactor verdichting 4D onder punt : 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$ ξ_4 : 0,93Negatieve kleef $F_{nk,d}$ Waarde 1 : 399 kN/m¹Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,20Waarde 2 : 0 kN/m¹Belastingvariatiiefactor $\gamma_{m,var,qc}$: 1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c,l,gem}$	$q_{c,ll,gem}$ MPa	$q_{c,ill,gem}$	ΔL m	$q_{c,z,a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$	$R_{s,cal,max}$ kN	$R_{c,d}$ ξ_3 kN	$F_{nk,d}$ kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_4 kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_3 kN
101	-18,00	26,5	14,4	3,7	1,00	15,0	7,59	2677	257	2089	758	1870	1331
	-19,00	22,7	14,2	6,1	2,00	15,0	7,75	2733	513	2312	758	2151	1554
	-20,00	18,5	14,4	8,6	3,00	15,0	7,90	2787	770	2533	758	2429	1775
	-21,00	22,7	20,1	11,5	4,00	15,0	10,37	3656	1025	3334	758	3436	2576
	-22,00	27,4	19,4	14,8	5,00	15,0	12,03	4242	1281	3934	758	4191	3176
	-23,00	23,2	15,0	14,5	6,00	15,0	10,56	3725	1538	3748	758	3958	2990
	-24,00	22,5	15,0	14,6	7,00	15,0	10,52	3708	1795	3919	758	4173	3162
	-25,00	17,5	17,0	14,8	8,00	15,0	10,07	3552	2051	3991	758	4263	3233
	-26,00	23,8	17,8	15,2	9,00	15,0	11,33	3993	2308	4488	758	4888	3730
	-26,50	21,7	17,8	15,4	9,50	15,0	11,06	3898	2436	4511	758	4917	3753
	-27,00	17,5	17,0	15,5	10,00	15,0	10,33	3643	2564	4421	758	4804	3663
102	-18,00	19,7	16,7	5,2	1,50	14,4	7,37	2600	370	2115	758	1903	1357
	-19,00	18,1	16,7	8,1	2,50	14,7	8,05	2838	627	2467	758	2346	1710
	-20,00	21,0	13,9	9,4	3,50	14,8	8,47	2985	883	2755	758	2709	1997
	-21,00	21,0	13,2	11,2	4,50	14,8	8,92	3146	1140	3053	758	3082	2295
	-22,00	18,1	13,3	13,1	5,50	14,8	9,08	3202	1397	3275	758	3362	2517
	-23,00	23,7	16,2	13,2	6,50	14,8	10,42	3674	1642	3787	758	4006	3029
	-24,00	20,7	13,4	13,2	7,50	14,8	9,53	3360	1897	3744	758	3953	2986
	-25,00	18,2	9,8	9,8	8,50	14,8	7,48	2637	2154	3412	758	3535	2654
	-26,00	16,6	6,1	5,9	9,50	14,8	5,45	1920	2404	3080	758	3117	2322
	-26,50	15,3	6,2	5,9	10,00	14,8	5,25	1852	2532	3122	758	3170	2364
103	-27,00	13,2	6,0	5,9	10,50	14,8	4,89	1723	2660	3121	758	3169	2364
	-18,00	22,6	14,8	4,2	1,00	15,0	7,22	2546	257	1996	758	1754	1238
	-19,00	18,6	14,9	6,8	2,00	15,0	7,43	2620	513	2231	758	2049	1473
	-20,00	24,2	16,2	9,4	3,00	15,0	9,32	3287	769	2889	758	2877	2131
	-21,00	20,9	10,5	8,4	4,00	15,0	7,59	2676	1026	2637	758	2559	1879
	-22,00	15,4	5,9	5,7	5,00	15,0	5,14	1812	1282	2204	758	2015	1446
	-23,00	11,8	5,7	5,7	6,00	14,9	4,55	1604	1531	2233	758	2051	1475
	-24,00	13,0	12,5	5,7	7,00	14,6	5,79	2042	1748	2700	758	2639	1942
	-25,00	15,5	15,3	6,7	8,00	14,4	6,96	2455	1968	3150	758	3205	2392
	-26,00	27,5	19,4	8,9	9,00	14,4	10,17	3587	2217	4134	758	4443	3376
	-26,50	26,2	21,8	10,1	9,50	14,4	10,74	3787	2345	4368	758	4737	3610
	-27,00	27,2	21,6	11,6	10,00	14,5	11,33	3996	2473	4608	758	5039	3850

Paaltype (*) : Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie

dschacht :
Dpunt :Ø 605 mm
Ø 670 mm

sond nr	punt m NAP	q _{c,II,gem}	q _{c,III,gem} MPa	q _{c,III,gem}	ΔL m	q _{c,z;a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b,cal,max}	R _{s,cal,max}	R _{c,d} ξ ₃ kN	F _{nk,d} kN	R _{c,netto,d} ξ ₄ kN	R _{c,netto,d} ξ ₃ kN
104	-18,00	26,3	20,8	4,7	1,00	15,0	8,88	3131	257	2413	758	2277	1655
	-19,00	22,9	17,3	7,1	2,00	15,0	8,57	3021	513	2517	758	2409	1759
	-20,00	21,6	17,2	10,1	3,00	15,0	9,30	3278	770	2883	758	2870	2125
	-21,00	27,6	19,6	13,1	4,00	15,0	11,57	4080	1026	3637	758	3818	2879
	-22,00	25,4	20,7	16,5	5,00	15,0	12,46	4394	1283	4043	758	4329	3285
	-23,00	22,0	17,3	17,2	6,00	15,0	11,60	4089	1540	4009	758	4286	3251
	-24,00	21,0	16,9	16,9	7,00	15,0	11,30	3985	1796	4118	758	4423	3360
	-25,00	18,5	13,4	13,2	8,00	15,0	9,17	3232	2053	3764	758	3977	3006
	-26,00	17,6	13,6	13,2	9,00	15,0	9,05	3192	2309	3918	758	4171	3160
	-26,50	16,4	13,4	13,2	9,50	15,0	8,84	3115	2438	3955	758	4218	3197
	-27,00	22,2	15,6	13,2	10,00	15,0	10,10	3560	2560	4359	758	4726	3601
105	-18,00	22,5	19,5	4,4	1,00	15,0	8,03	2830	257	2198	758	2007	1440
	-19,00	24,5	14,3	5,9	2,00	15,0	7,98	2813	513	2369	758	2223	1611
	-20,00	21,8	14,4	8,3	3,00	15,0	8,33	2938	770	2641	758	2565	1883
	-21,00	20,2	14,8	10,8	4,00	15,0	8,91	3140	1025	2966	758	2974	2208
	-22,00	27,0	16,2	13,4	5,00	15,0	11,01	3883	1281	3678	758	3869	2920
	-23,00	21,4	10,6	10,6	6,00	15,0	8,36	2948	1537	3195	758	3261	2437
	-24,00	15,4	10,0	9,9	7,00	15,0	7,12	2511	1794	3066	758	3099	2308
	-25,00	13,8	9,9	9,9	8,00	15,0	6,85	2415	2051	3180	758	3243	2422
	-26,00	12,1	12,1	9,9	9,00	14,7	6,92	2438	2263	3349	758	3455	2591
	-26,50	18,4	15,2	10,1	9,50	14,6	8,46	2984	2367	3811	758	4036	3053
	-27,00	18,3	15,2	10,6	10,00	14,6	8,61	3035	2495	3939	758	4197	3181

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016, geldig vanaf 1 januari 2017

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto,d} = R_{c,d} - F_{nk,d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c,k} = \text{Min} \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max,i} = A_{punt} * q_{b,max,i}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max,i} = O_{s,\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z;a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max,i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,ill,gem})$$

Paaltype : Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie

Schachtafmeting d_s : Ø 670 mmPuntafmeting D_p : Ø 670 mm H_{voet} : 0 mmPaalklassefactor punt α_p : 0,63

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,009

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00 D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00 H_v/D_{eq} : 0,00Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Stijf bouwwerk : ja

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00Aantal sonderingen n : 4Correctiefactor verdichting $q_{c,ill}$ en $q_{c,z;a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$ ξ_3 : 1,17

Correctiefactor verdichting 4D onder punt : 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$ ξ_4 : 0,93Negatieve kleef $F_{nk,d}$ Waarde 1 : 399 kN/m¹Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,20Waarde 2 : 0 kN/m¹Belastingvariatiiefactor $\gamma_{m,var;q_c}$: 1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c,l,gem}$	$q_{c,ll,gem}$ MPa	$q_{c,ill,gem}$	ΔL m	$q_{c,z;a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$ kN	$R_{s,cal,max}$ kN	$R_{c,d}$ ξ_3 kN	$F_{nk,d}$ kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_4 kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_3 kN
1	-19,00	21,0	17,1	7,2	2,00	15,0	8,28	2918	568	2483	839	2285	1644
	-20,00	19,7	17,3	10,2	3,00	15,0	9,05	3191	852	2880	839	2784	2040
	-21,00	24,8	19,6	13,4	4,00	15,0	11,21	3953	1137	3625	839	3721	2786
	-21,50	28,1	17,6	14,8	4,50	15,0	11,86	4183	1279	3890	839	4055	3051
	-22,00	26,5	15,6	14,8	5,00	15,0	11,29	3982	1421	3848	839	4002	3009
	-23,00	22,6	13,5	13,4	6,00	15,0	9,93	3500	1705	3707	839	3825	2868
	-24,00	16,1	13,5	13,4	7,00	15,0	8,89	3135	1989	3650	839	3752	2810
	-25,00	18,4	18,4	13,4	8,00	15,0	10,03	3536	2268	4134	839	4362	3295
	-26,00	21,1	18,1	14,1	9,00	15,0	10,62	3745	2549	4483	839	4801	3644
	-26,50	24,2	17,1	14,4	9,50	15,0	11,04	3892	2692	4689	839	5060	3850
	-27,00	23,1	17,1	14,7	10,00	15,0	10,97	3868	2834	4773	839	5166	3934
2	-19,00	13,3	10,8	4,9	2,00	14,8	5,35	1885	561	1742	839	1353	903
	-20,00	15,9	15,1	6,8	3,00	14,2	7,01	2473	809	2337	839	2101	1498
	-21,00	20,0	19,8	9,4	4,00	14,3	9,23	3255	1087	3093	839	3051	2253
	-21,50	26,2	16,3	10,8	4,50	14,4	10,09	3558	1229	3410	839	3451	2571
	-22,00	24,0	14,9	11,8	5,00	14,5	9,85	3474	1371	3451	839	3502	2611
	-23,00	20,6	15,0	12,9	6,00	14,6	9,65	3403	1655	3603	839	3694	2764
	-24,00	15,7	14,8	13,6	7,00	14,6	9,10	3207	1940	3666	839	3773	2827
	-25,00	20,8	15,7	14,4	8,00	14,7	10,29	3629	2223	4169	839	4405	3329
	-26,00	20,0	17,3	15,0	9,00	14,7	10,60	3737	2507	4448	839	4756	3608
	-26,50	20,7	11,7	11,7	9,50	14,7	8,80	3101	2649	4096	839	4314	3257
	-27,00	20,7	11,7	11,7	10,00	14,7	8,79	3099	2792	4196	839	4439	3356
3	-19,00	17,9	15,3	6,7	2,00	15,0	7,34	2589	568	2249	839	1990	1410
	-20,00	18,0	15,7	9,4	3,00	15,0	8,26	2914	852	2683	839	2535	1843
	-21,00	23,5	16,6	12,2	4,00	15,0	10,14	3576	1137	3356	839	3383	2517
	-22,00	26,7	17,8	15,0	5,00	15,0	11,75	4142	1421	3962	839	4145	3123
	-23,00	22,3	15,7	15,5	6,00	15,0	10,85	3827	1705	3940	839	4117	3101
	-24,00	20,7	11,3	11,3	7,00	15,0	8,59	3028	1989	3574	839	3656	2734
	-25,00	18,9	11,7	11,3	8,00	15,0	8,37	2953	2273	3722	839	3843	2883
	-26,00	16,6	11,3	11,3	9,00	15,0	7,95	2801	2557	3817	839	3962	2977
	-27,00	21,0	16,0	11,5	10,00	14,9	9,45	3333	2828	4389	839	4682	3549
4	-19,00	12,7	8,4	4,3	2,50	13,9	4,68	1650	656	1643	839	1227	803
	-20,00	11,1	11,0	5,7	3,50	13,8	5,27	1859	915	1976	839	1646	1137
	-21,00	18,5	18,2	8,2	4,50	13,6	8,36	2946	1159	2923	839	2838	2084
	-22,00	30,0	14,9	10,4	5,50	13,8	10,33	3643	1443	3622	839	3717	2783
	-23,00	18,2	11,7	9,9	6,50	14,0	7,84	2763	1727	3198	839	3184	2359
	-24,00	15,4	11,6	10,5	7,50	14,2	7,57	2668	2011	3333	839	3353	2493

Paaltype (*) : Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie

dschacht :

Ø 670 mm

Dpunt :

Ø 670 mm

sond nr	punt m NAP	q _{c,II,gem}	q _{c,III,gem} MPa	q _{c,III,gem}	ΔL m	q _{c,z,a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b,cal,max}	R _{s,cal,max}	R _{c,d} ξ ₃ kN	F _{nk,d} kN	R _{c,netto,d} ξ ₄ kN	R _{c,netto,d} ξ ₃ kN
4	-25,00	11,9	11,6	11,1	8,50	14,2	7,18	2531	2286	3431	839	3477	2592
	-26,00	22,8	16,3	11,7	9,50	14,1	9,86	3475	2536	4281	839	4546	3442
	-27,00	21,6	16,8	12,6	10,50	14,2	10,01	3529	2820	4522	839	4849	3682
5	-19,00	15,4	14,1	6,2	2,00	15,0	6,59	2324	568	2060	839	1752	1221
	-20,00	24,7	18,7	8,9	3,00	14,9	9,63	3394	849	3022	839	2963	2183
	-21,00	24,7	18,8	12,2	4,00	15,0	10,69	3768	1133	3491	839	3552	2651
6	-22,00	24,4	15,7	14,2	5,00	15,0	10,78	3801	1417	3717	839	3837	2878
	-23,00	20,6	12,4	12,4	6,00	15,0	9,11	3214	1701	3501	839	3565	2661
	-24,00	15,5	12,5	12,4	7,00	15,0	8,34	2940	1986	3508	839	3574	2669
7	-25,00	19,0	9,8	9,8	8,00	15,0	7,64	2694	2267	3534	839	3607	2695
	-26,00	18,9	7,3	7,2	9,00	14,8	6,40	2255	2531	3409	839	3450	2570
	-27,00	16,6	7,4	7,2	10,00	14,9	6,04	2131	2816	3523	839	3593	2684
8	-19,00	17,2	13,2	6,0	2,50	13,5	6,66	2348	639	2127	839	1837	1288
	-20,00	17,2	14,0	8,3	3,50	13,8	7,51	2648	913	2536	839	2351	1697
	-21,00	21,1	15,3	10,7	4,50	14,0	9,09	3206	1196	3135	839	3105	2296
9	-22,00	20,1	14,3	13,1	5,50	14,2	9,55	3366	1478	3450	839	3501	2611
	-23,00	18,3	14,2	13,7	6,50	14,3	9,42	3320	1762	3620	839	3715	2781
	-24,00	20,3	13,4	13,3	7,50	14,4	9,49	3347	2046	3842	839	3994	3002
10	-25,00	14,9	4,0	4,0	8,50	14,5	4,23	1492	2329	2722	839	2585	1882
	-26,00	12,5	3,8	3,7	9,50	14,5	3,75	1322	2610	2801	839	2684	1961
	-27,00	7,7	4,0	3,7	10,50	14,5	3,02	1065	2880	2810	839	2696	1971
11	-19,00	18,8	15,0	6,1	2,00	14,8	7,25	2555	562	2221	839	1954	1381
	-20,00	15,9	15,9	8,7	3,00	14,9	7,75	2732	846	2549	839	2367	1709
	-21,00	18,3	13,1	9,9	4,00	14,9	8,06	2843	1130	2830	839	2721	1991
12	-22,00	16,1	11,5	10,8	5,00	14,9	7,77	2738	1414	2957	839	2881	2118
	-23,00	14,0	11,5	11,5	6,00	14,9	7,63	2691	1697	3125	839	3092	2286
	-24,00	13,1	11,6	11,5	7,00	14,8	7,51	2647	1964	3284	839	3292	2445
13	-25,00	20,1	16,8	11,9	8,00	14,7	9,57	3374	2229	3991	839	4181	3151
	-26,00	17,4	7,9	7,6	9,00	14,7	6,35	2240	2513	3386	839	3420	2547
	-27,00	15,5	8,1	7,6	10,00	14,8	6,10	2152	2798	3525	839	3596	2686
14	-19,00	21,2	16,6	7,1	2,00	15,0	8,18	2886	568	2460	839	2256	1621
	-20,00	21,0	16,8	10,0	3,00	15,0	9,09	3206	852	2891	839	2797	2051
	-21,00	22,6	22,6	12,9	4,00	15,0	11,19	3946	1137	3620	839	3715	2781
15	-22,00	26,0	19,4	16,3	5,00	15,0	12,28	4329	1421	4095	839	4313	3256
	-23,00	23,0	16,0	15,9	6,00	15,0	11,17	3937	1705	4019	839	4217	3179
	-24,00	21,7	16,1	15,9	7,00	15,0	10,97	3869	1989	4172	839	4410	3333
16	-25,00	19,1	18,5	15,9	8,00	15,0	10,94	3858	2273	4367	839	4654	3528
	-26,00	22,8	17,5	16,1	9,00	15,0	11,44	4033	2557	4694	839	5066	3855
	-27,00	21,9	21,5	16,4	10,00	15,0	12,01	4233	2842	5039	839	5500	4200
17	-19,00	17,6	14,9	6,6	2,00	15,0	7,19	2536	568	2211	839	1942	1372
	-20,00	19,5	18,0	9,3	3,00	15,0	8,83	3112	852	2824	839	2713	1984
	-21,00	24,3	16,6	12,1	4,00	15,0	10,26	3617	1136	3386	839	3420	2547
18	-22,00	24,8	14,2	13,7	5,00	15,0	10,47	3691	1421	3640	839	3741	2801
	-23,00	23,7	13,9	13,8	6,00	15,0	10,28	3624	1705	3795	839	3935	2956
	-24,00	16,7	13,9	13,8	7,00	15,0	9,18	3237	1989	3722	839	3843	2883
19	-25,00	18,2	14,7	13,8	8,00	15,0	9,55	3367	2270	4015	839	4212	3176
	-26,00	15,5	15,3	13,9	9,00	15,0	9,25	3261	2550	4139	839	4368	3300
	-27,00	20,4	20,3	14,6	10,00	15,0	11,00	3878	2833	4780	839	5174	3941
20	-19,00	21,3	11,6	5,4	2,00	15,0	6,87	2423	568	2131	839	1841	1291
	-20,00	18,3	10,6	6,7	3,00	15,0	6,66	2348	852	2280	839	2028	1440
	-21,00	16,7	10,6	8,5	4,00	15,0	6,98	2462	1137	2563	839	2385	1724
21	-22,00	22,6	16,4	10,2	5,00	14,7	9,36	3301	1388	3340	839	3362	2501
	-23,00	19,3	13,0	10,9	6,00	14,7	8,54	3009	1666	3330	839	3350	2491
	-24,00	18,4	13,3	11,4	7,00	14,7	8,58	3026	1950	3544	839	3619	2705
22	-25,00	15,5	13,0	11,9	8,00	14,7	8,23	2900	2234	3657	839	3761	2818
	-26,00	21,1	17,1	12,6	9,00	14,7	9,98	3519	2510	4295	839	4563	3455
	-27,00	20,4	19,3	13,8	10,00	14,8	10,60	3736	2795	4651	839	5012	3812
23	-19,00	17,8	13,5	6,1	2,00	15,0	6,87	2422	568	2130	839	1840	1291
	-20,00	14,1	13,5	8,5	3,00	15,0	7,01	2470	852	2367	839	2138	1527
	-21,00	29,8	18,4	11,0	4,00	14,9	11,07	3903	1127	3582	839	3667	2743
24	-22,00	28,5	18,5	14,2	5,00	14,9	11,89	4192	1411	3990	839	4181	3151
	-23,00	24,2	14,3	13,7	6,00	14,9	10,38	3660	1695	3814	839	3959	2975
	-24,00	22,2	14,1	13,8	7,00	14,9	10,09	3556	1979	3942	839	4120	3103
25	-25,00	16,7	16,6	13,9	8,00	14,9	9,64	3397	2263	4032	839	4233	3192
	-26,00	21,5	18,6	14,4	9,00	14,9	10,86	3830	2544	4540	839	4872	3701
	-27,00	25,5	19,9	15,4	10,00	14,9	12,00	4229	2828	5027	839	5484	4187

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016, geldig vanaf 1 januari 2017

Netto rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,netto,d} = R_{c,d} - F_{nk,d}$$

Rekenwaarde maximale draagkracht

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

Karakteristieke draagkracht alleenstaande paal

$$R_{c,k} = \text{Min} \{ (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{gem} / \xi_3; (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{min} / \xi_4 \}$$

Maximale draagkracht paalpunt

$$R_{b,cal,max,i} = A_{punt} * q_{b,max,i}$$

Maximale schachtwrijvingskracht

$$R_{s,cal,max,i} = O_{s,\Delta L,gem} * \Delta L * \alpha_s * q_{c,z,a}$$

Maximale puntweerstand

$$q_{b,max,i} = 1/2 * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c,l,gem} + q_{c,ll,gem}) + q_{c,ill,gem})$$

Paaltype : Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie

Schachtafmeting d_s : Ø 670 mmPuntafmeting D_p : Ø 670 mm H_{voet} : 0 mmPaalklassefactor punt α_p : 0,63

grondsoort : zand

Paalklassefactor schacht α_s : 0,009

OCR : 1,00

Paalvoetvormfactor β : 1,00 D_{eq}^2 / d_{eq}^2 : 1,00Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede s : 1,00 H_v / D_{eq} : 0,00Correctiefactor ontgraving q_b : 1,00

Stijf bouwwerk : ja

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z,a}$: 1,00Aantal sonderingen n : 4Correctiefactor verdichting $q_{c,ill}$ en $q_{c,z,a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$ ξ_3 : 1,17

Correctiefactor verdichting 4D onder punt : 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$ ξ_4 : 0,93Negatieve kleef $F_{nk,d}$ Waarde 1 : 399 kN/m¹Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,20Waarde 2 : 0 kN/m¹Belastingvariatiëfactor $\gamma_{m,var,qc}$: 1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c,l,gem}$	$q_{c,ll,gem}$ MPa	$q_{c,ill,gem}$	ΔL m	$q_{c,z,a}$ MPa	$q_{b,max}$ MPa	$R_{b,cal,max}$ kN	$R_{s,cal,max}$ kN	$R_{c,d}$ ξ_3 kN	$F_{nk,d}$ kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_4 kN	$R_{c,netto,d}$ ξ_3 kN
1	-24,50	15,4	13,5	13,4	7,50	15,0	8,78	3095	2131	3722	839	3843	2883
2	-24,50	16,5	15,6	14,0	7,50	14,6	9,48	3341	2081	3862	839	4019	3022
3	-24,50	20,2	11,6	11,3	7,50	15,0	8,56	3017	2131	3667	839	3774	2827
4	-24,50	13,1	11,5	10,8	8,00	14,2	7,28	2567	2153	3362	839	3390	2522
5	-24,50	14,8	12,5	12,4	7,50	15,0	8,21	2894	2128	3577	839	3660	2737
6	-24,50	18,9	10,6	10,6	8,00	14,4	7,97	2810	2187	3559	839	3639	2720
7	-24,50	21,6	16,7	11,5	7,50	14,7	9,66	3405	2087	3912	839	4082	3072
8	-24,50	21,4	16,2	15,9	7,50	15,0	10,94	3856	2131	4264	839	4525	3425
9	-24,50	15,0	13,8	13,8	7,50	15,0	8,91	3140	2130	3753	839	3882	2914
10	-24,50	17,7	13,1	11,6	7,50	14,7	8,52	3003	2092	3629	839	3726	2790
11	-24,50	17,0	14,2	13,9	7,50	14,9	9,28	3272	2121	3841	839	3993	3002
101	-24,50	21,0	15,1	14,7	7,50	15,0	10,32	3637	2129	4107	839	4328	3268
102	-24,50	18,7	13,5	13,2	8,00	14,8	9,22	3252	2243	3914	839	4085	3075
103	-24,50	18,9	13,1	6,0	7,50	14,3	6,95	2449	2038	3196	839	3181	2357
104	-24,50	19,1	13,3	13,2	7,50	15,0	9,26	3263	2131	3842	839	3994	3003
105	-24,50	14,8	10,0	9,9	7,50	15,0	7,02	2476	2129	3280	839	3287	2440
101	-18,00	26,5	14,4	3,7	1,00	15,0	7,59	2677	284	2109	839	1814	1269
	-19,00	22,7	14,2	6,1	2,00	15,0	7,75	2733	568	2351	839	2119	1512
	-20,00	18,5	14,4	8,6	3,00	15,0	7,90	2787	852	2592	839	2422	1753
	-21,00	22,7	20,1	11,5	4,00	15,0	10,37	3656	1135	3412	839	3453	2573
	-22,00	27,4	19,4	14,8	5,00	15,0	12,03	4242	1419	4032	839	4233	3193
	-23,00	23,2	15,0	14,5	6,00	15,0	10,56	3725	1703	3866	839	4024	3027
	-24,00	22,5	15,0	14,6	7,00	15,0	10,52	3708	1987	4057	839	4264	3217
	-25,00	17,5	17,0	14,8	8,00	15,0	10,07	3552	2272	4148	839	4379	3308
	-26,00	23,8	17,8	15,2	9,00	15,0	11,33	3993	2556	4664	839	5028	3825
	-27,00	17,5	17,0	15,5	10,00	15,0	10,33	3643	2840	4617	839	4969	3778
102	-18,00	19,7	16,7	5,2	1,50	14,4	7,37	2600	410	2144	839	1857	1304
	-19,00	18,1	16,7	8,1	2,50	14,7	8,05	2838	694	2515	839	2325	1676
	-20,00	21,0	13,9	9,4	3,50	14,8	8,47	2985	978	2823	839	2712	1984
	-21,00	21,0	13,2	11,2	4,50	14,8	8,92	3146	1262	3140	839	3111	2300
	-22,00	18,1	13,3	13,1	5,50	14,8	9,08	3202	1547	3382	839	3415	2543
	-23,00	23,7	16,2	13,2	6,50	14,8	10,42	3674	1819	3912	839	4083	3073
	-24,00	20,7	13,4	13,2	7,50	14,8	9,53	3360	2101	3890	839	4054	3050
	-25,00	18,2	9,8	9,8	8,50	14,8	7,48	2637	2385	3577	839	3661	2738
	-26,00	16,6	6,1	5,9	9,50	14,8	5,45	1920	2662	3264	839	3267	2424
	-27,00	13,2	6,0	5,9	10,50	14,8	4,89	1723	2946	3325	839	3344	2486

Paaltype (*) : Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie

dschacht :

Ø 670 mm

Dpunt :

Ø 670 mm

sond nr	punt m NAP	q _{c,II,gem}	q _{c,III,gem} MPa	q _{c,III,gem}	ΔL m	q _{c,z,a} MPa	q _{b,max} MPa	R _{b,cal,max}	R _{s,cal,max}	R _{c,d} ξ ₃ kN	F _{nk,d} kN	R _{c,netto,d} ξ ₄ kN	R _{c,netto,d} ξ ₃ kN
103	-18,00	22,6	14,8	4,2	1,00	15,0	7,22	2546	284	2016	839	1697	1177
	-19,00	18,6	14,9	6,8	2,00	15,0	7,43	2620	568	2271	839	2017	1431
	-20,00	24,2	16,2	9,4	3,00	15,0	9,32	3287	852	2948	839	2869	2108
	-21,00	20,9	10,5	8,4	4,00	15,0	7,59	2676	1136	2715	839	2576	1876
	-22,00	15,4	5,9	5,7	5,00	15,0	5,14	1812	1420	2302	839	2057	1463
	-23,00	11,8	5,7	5,7	6,00	14,9	4,55	1604	1695	2350	839	2117	1511
	-24,00	13,0	12,5	5,7	7,00	14,6	5,79	2042	1936	2834	839	2726	1994
	-25,00	15,5	15,3	6,7	8,00	14,4	6,96	2455	2179	3301	839	3313	2461
	-26,00	27,5	19,4	8,9	9,00	14,4	10,17	3587	2455	4304	839	4575	3464
	-27,00	27,2	21,6	11,6	10,00	14,5	11,33	3996	2739	4797	839	5196	3958
104	-18,00	26,3	20,8	4,7	1,00	15,0	8,88	3131	284	2432	839	2221	1593
	-19,00	22,9	17,3	7,1	2,00	15,0	8,57	3021	568	2556	839	2377	1717
	-20,00	21,6	17,2	10,1	3,00	15,0	9,30	3278	852	2942	839	2862	2103
	-21,00	27,6	19,6	13,1	4,00	15,0	11,57	4080	1137	3716	839	3835	2876
	-22,00	25,4	20,7	16,5	5,00	15,0	12,46	4394	1421	4142	839	4371	3302
	-23,00	22,0	17,3	17,2	6,00	15,0	11,60	4089	1705	4127	839	4353	3288
	-24,00	21,0	16,9	16,9	7,00	15,0	11,30	3985	1989	4255	839	4514	3416
	-25,00	18,5	13,4	13,2	8,00	15,0	9,17	3232	2273	3921	839	4093	3081
	-26,00	17,6	13,6	13,2	9,00	15,0	9,05	3192	2557	4095	839	4312	3256
	-27,00	22,2	15,6	13,2	10,00	15,0	10,10	3560	2835	4555	839	4891	3716
105	-18,00	22,5	19,5	4,4	1,00	15,0	8,03	2830	284	2218	839	1951	1378
	-19,00	24,5	14,3	5,9	2,00	15,0	7,98	2813	568	2409	839	2191	1569
	-20,00	21,8	14,4	8,3	3,00	15,0	8,33	2938	852	2700	839	2557	1860
	-21,00	20,2	14,8	10,8	4,00	15,0	8,91	3140	1135	3045	839	2991	2205
	-22,00	27,0	16,2	13,4	5,00	15,0	11,01	3883	1418	3776	839	3911	2937
	-23,00	21,4	10,6	10,6	6,00	15,0	8,36	2948	1702	3312	839	3328	2473
	-24,00	15,4	10,0	9,9	7,00	15,0	7,12	2511	1987	3203	839	3191	2364
	-25,00	13,8	9,9	9,9	8,00	15,0	6,85	2415	2271	3337	839	3359	2498
	-26,00	12,1	12,1	9,9	9,00	14,7	6,92	2438	2507	3522	839	3591	2682
	-27,00	18,3	15,2	10,6	10,00	14,6	8,61	3035	2763	4130	839	4356	3290
104	-20,50	20,3	17,2	11,6	3,50	15,0	9,56	3371	995	3109	839	3072	2270
105	-20,50	19,3	14,5	9,6	3,50	15,0	8,33	2936	995	2799	839	2683	1960
104	-26,50	16,4	13,4	13,2	9,50	15,0	8,84	3115	2699	4142	839	4371	3302
105	-26,50	18,4	15,2	10,1	9,50	14,6	8,46	2984	2621	3992	839	4183	3152
102	-26,50	15,3	6,2	5,9	10,00	14,8	5,25	1852	2804	3316	839	3332	2477

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

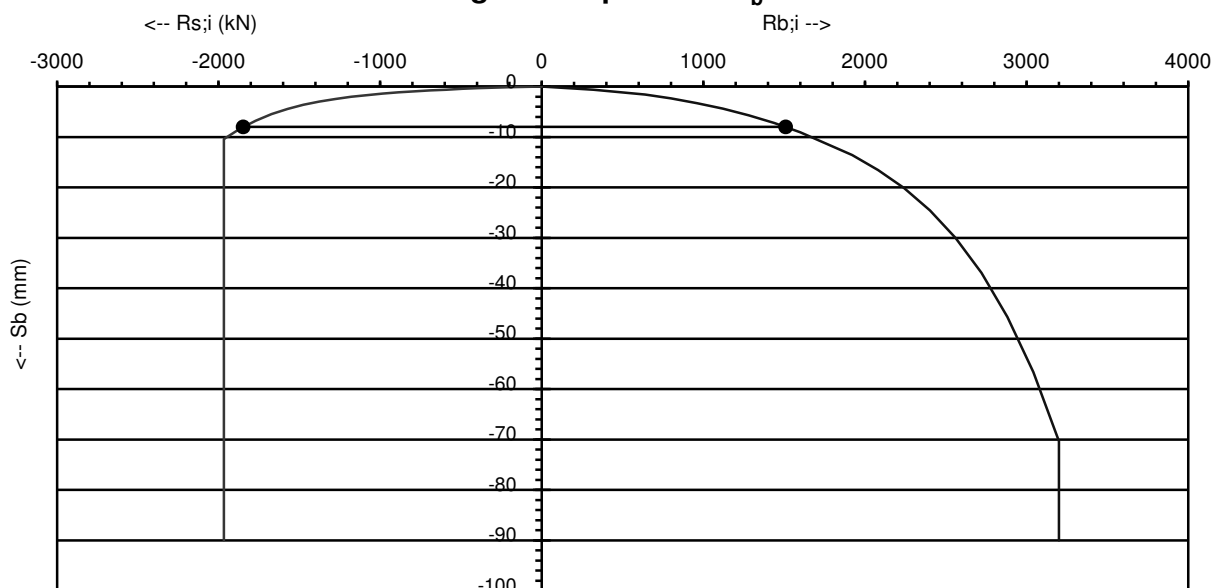
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, geldig tot 31 december 2016

Paalkopzakking $s = s_1 + s_2$

$s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 605 mm	d_{eq}	: 605 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 670 mm	D_{eq}	: 670 mm
Schachtdoorsnede	:	0,287 m ²		
E-modulus paalschacht	:	20.000 N/mm ²	groepspaal	
Sondering	:	1	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	1,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 433 kPa
Paalpuntniveau	:	-26,00 m NAP	A_{4D}	: 6,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-17,00 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 80 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	2600 kN		
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk,rep}$	:	758 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 3745 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,17 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 2302 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s	: 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$	: 0 kN		

zakking van de paalvoet s_b



$R_{b,max,i}$	:	3201 kN
$R_{s,max,i}$	:	1968 kN
$R_{b,i}$	:	1510 kN
$R_{s,i}$	:	1848 kN
$R_{s,korte\ duur,i}$	:	0 kN
s_b	:	8,0 mm
s_{el}	:	13,4 mm
s_1	:	21,4 mm
s_2	:	11,5 mm
s	:	32,9 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	79.100 kN/m1
$\gamma_{m,kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	60.900 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

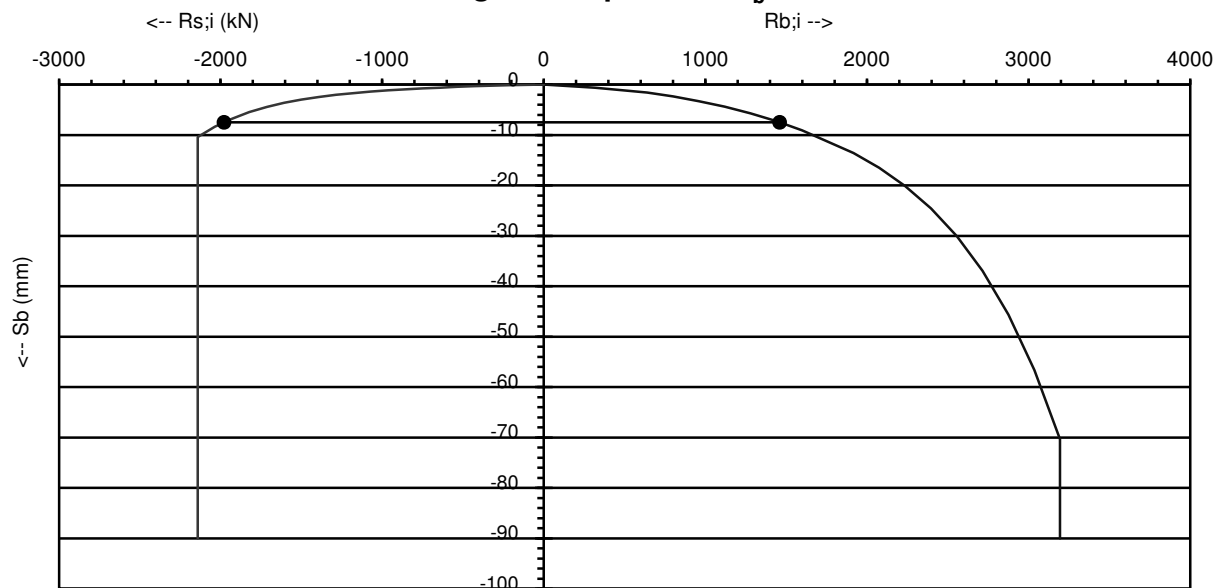
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, geldig tot 31 december 2016

Paalkopzakking $s = s_1 + s_2$

$s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 670 mm	d_{eq}	: 670 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 670 mm	D_{eq}	: 670 mm
Schachtdoorsnede	:	0,353 m ²		
E-modulus paalschacht	:	20.000 N/mm ²	groepspaal	
Sondering	:	2	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	1,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 433 kPa
Paalpuntniveau	:	-26,00 m NAP	A_{4D}	: 6,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-17,00 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 80 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	2600 kN		
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk,rep}$	:	839 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 3737 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,17 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 2507 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s	: 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$	: 0 kN		

zakking van de paalvoet s_b



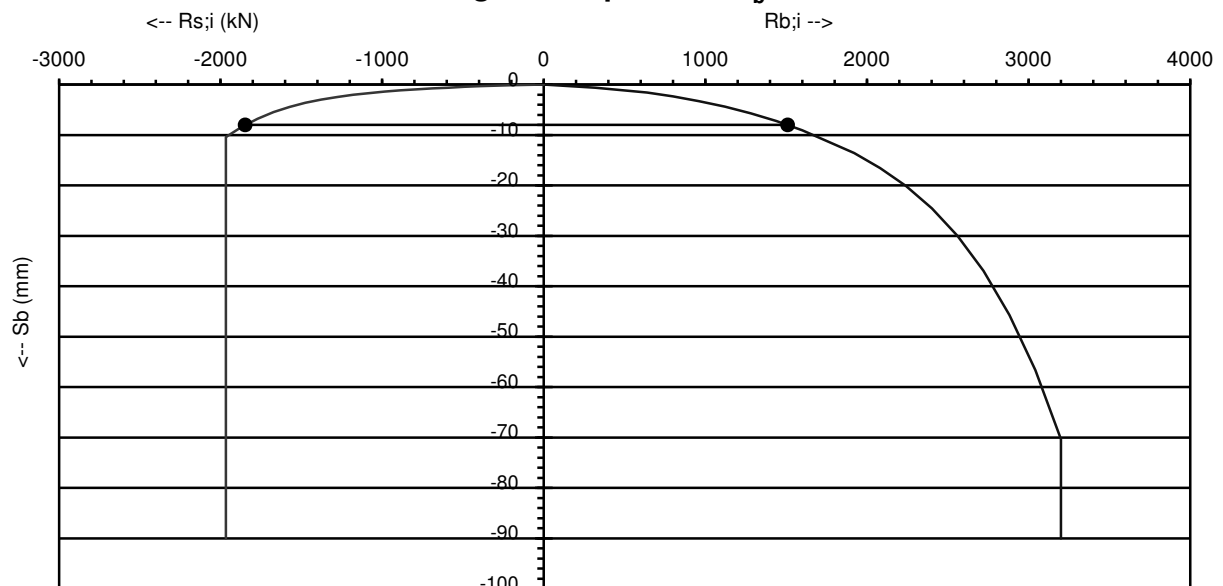
$R_{b,max,i}$	:	3194 kN
$R_{s,max,i}$	:	2143 kN
$R_{b,i}$	:	1460 kN
$R_{s,i}$	:	1979 kN
$R_{s,korte\ duur,i}$	:	0 kN
s_b	:	7,5 mm
s_{el}	:	11,0 mm
s_1	:	18,5 mm
s_2	:	11,5 mm
s	:	30,0 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	86.700 kN/m1
$\gamma_{m,kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	66.700 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR KORTDURENDE BELASTING

Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, geldig tot 31 december 2016

Paalkopzakking $s = s_1 + s_2$ $s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Schroefpaal met verloren punt en grout-injectie		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 605 mm	d_{eq}	: 605 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 670 mm	D_{eq}	: 670 mm
Schachtdoorsnede	:	0,287 m ²		
E-modulus paalschacht	:	31.000 N/mm ²	groepspaal	
Sondering	:	1	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	1,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 433 kPa
Paalpuntniveau	:	-26,00 m NAP	A_{4D}	: 6,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-17,00 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 80 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	2600 kN		
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk,rep}$	:	758 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 3745 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,17 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 2302 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s	: 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$	: 0 kN		

zakking van de paalvoet s_b 

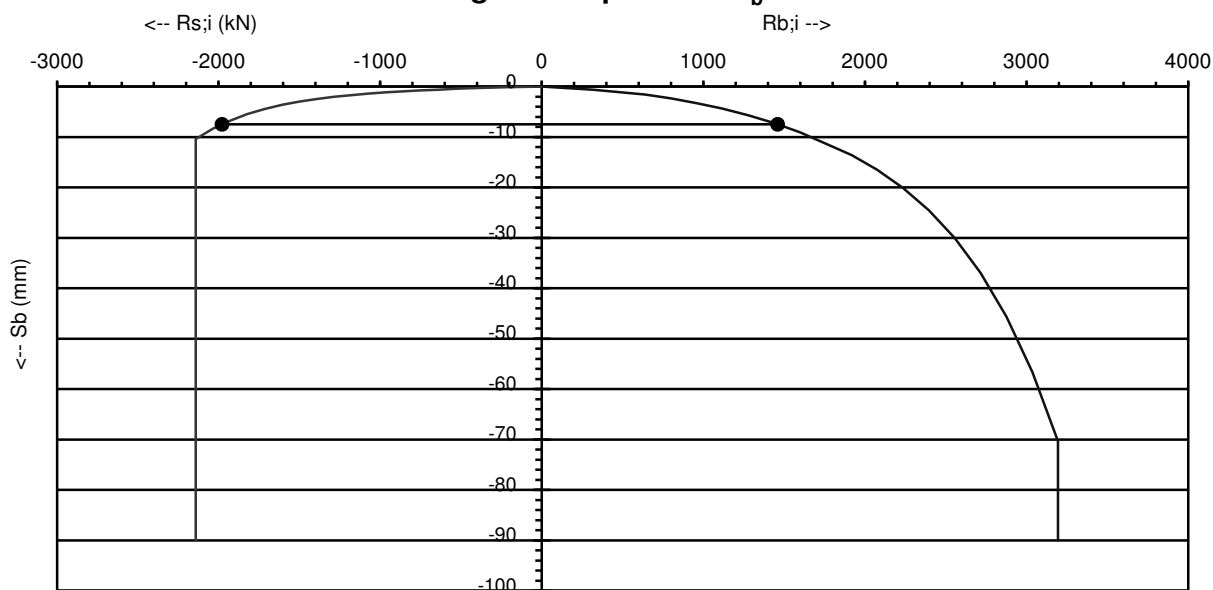
$R_{b,max,i}$	:	3201 kN
$R_{s,max,i}$	:	1968 kN
$R_{b,i}$	:	1510 kN
$R_{s,i}$	:	1848 kN
$R_{s,korte\ duur,i}$	:	0 kN
s_b	:	8,0 mm
s_{el}	:	8,6 mm
s_1	:	16,6 mm
s_2	:	0,0 mm
s	:	16,6 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	156.200 kN/m1
$\gamma_{m,kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	120.200 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR KORTDURENDE BELASTING

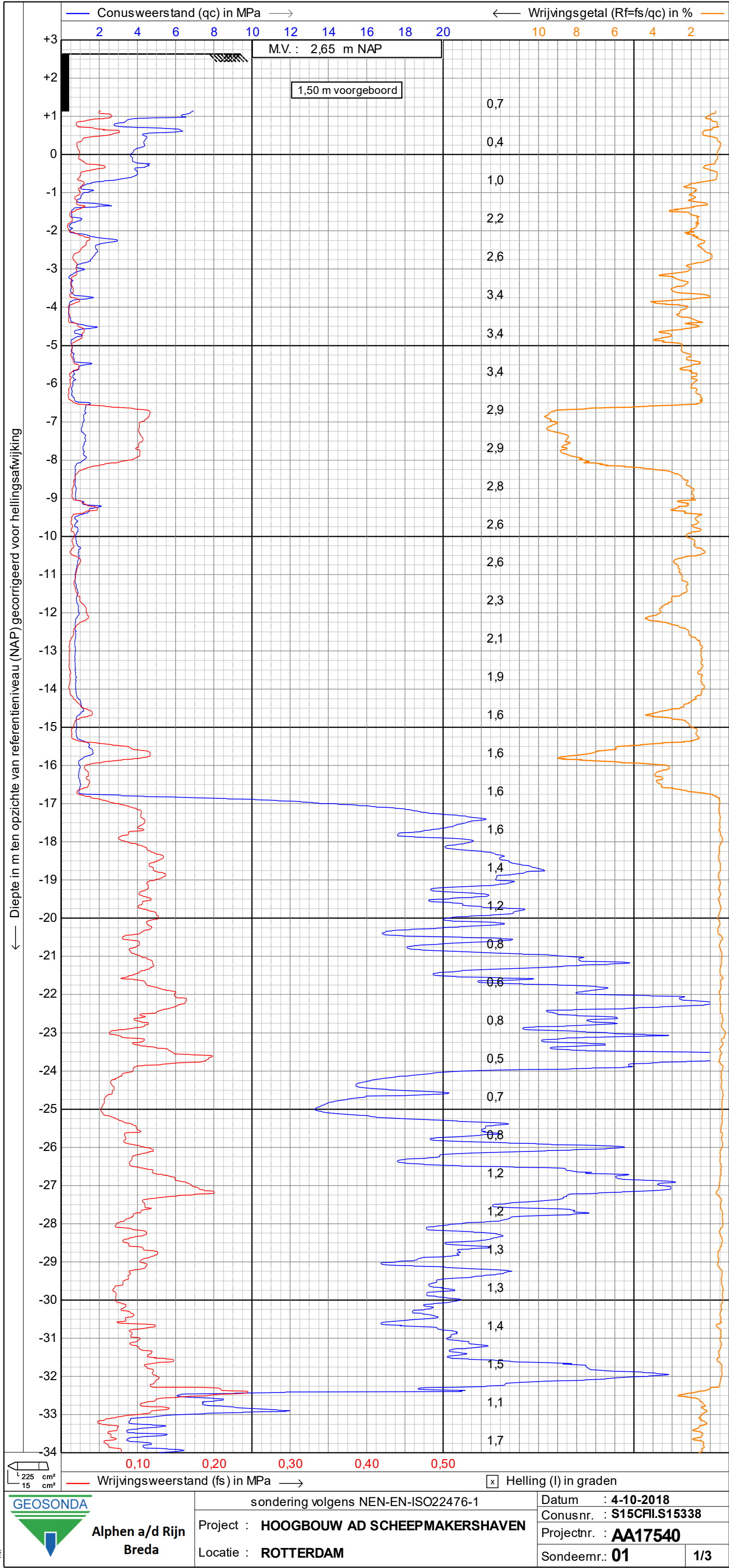
Rekenmethode volgens NEN 9997-1+ C1:2012, geldig tot 31 december 2016

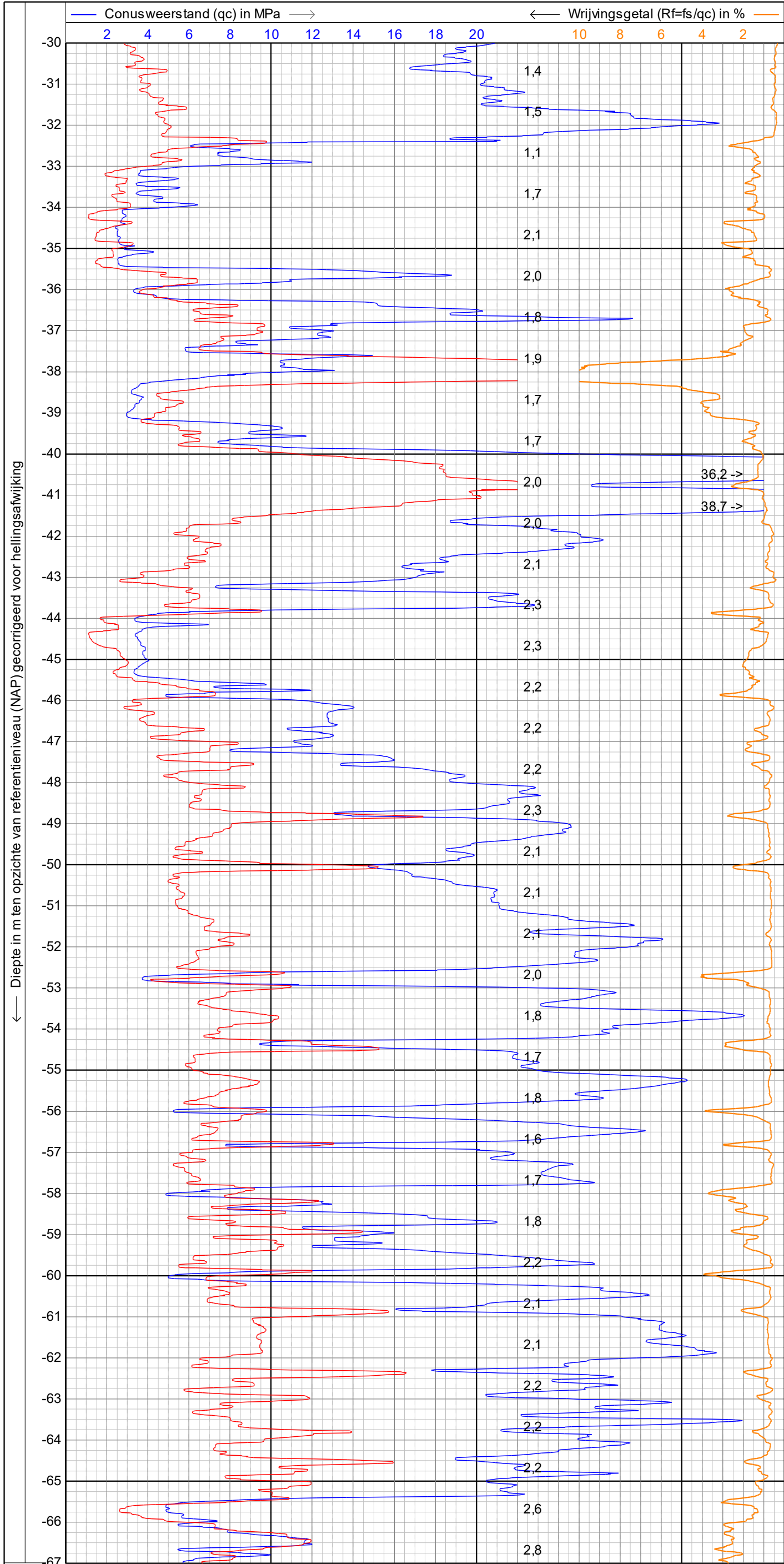
Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$ $s_1 = s_b + s_{el}$

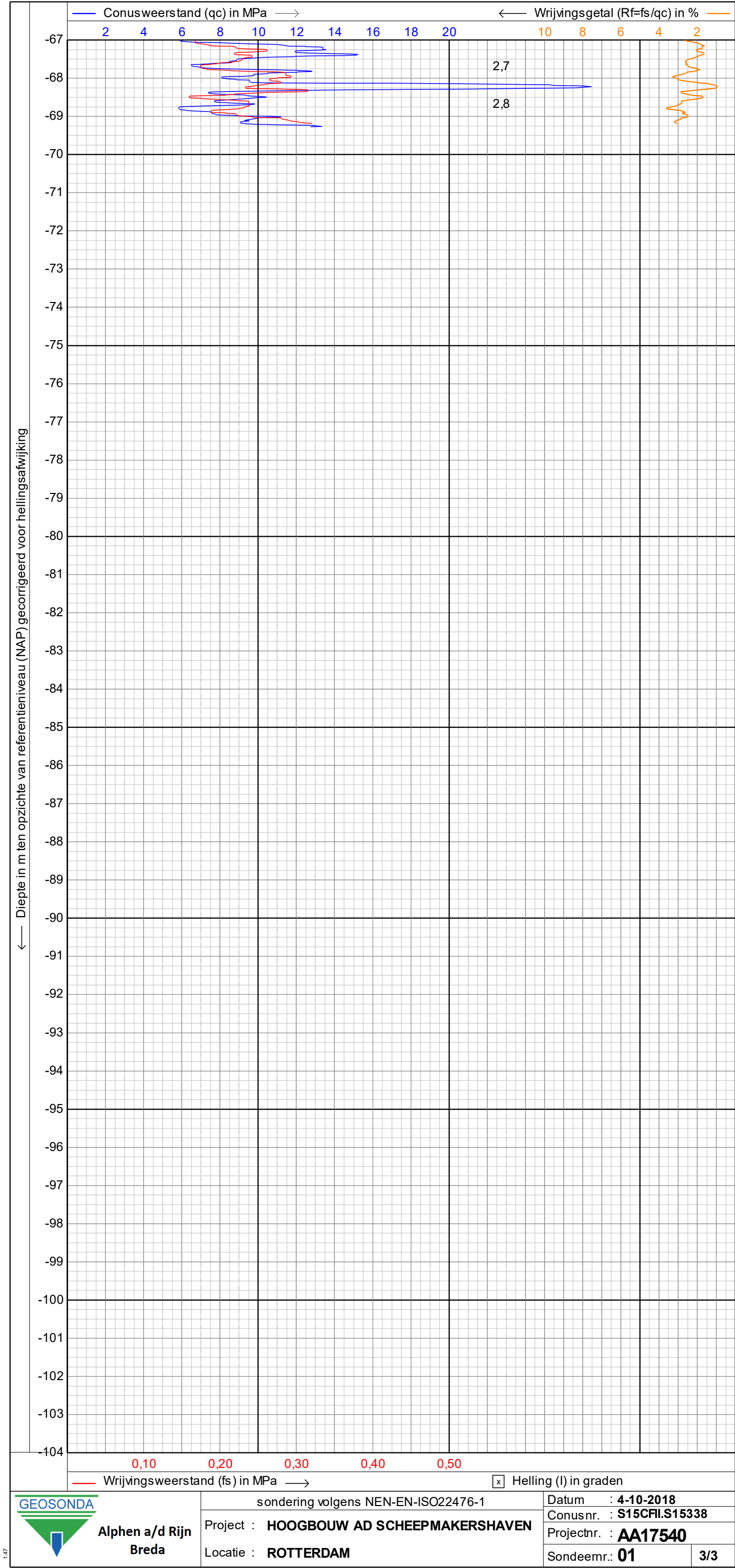
Paaltype	:	Stalen buispaal geschroefd met grout-injectie		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 670 mm	d_{eq}	: 670 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 670 mm	D_{eq}	: 670 mm
Schachtdoorsnede	:	0,353 m ²		
E-modulus paalschacht	:	31.000 N/mm ²	groepspaal	
Sondering	:	2	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	1,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 433 kPa
Paalpuntniveau	:	-26,00 m NAP	A_{4D}	: 6,0 m ²
Begin afdracht positieve kleeft	:	-17,00 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 80 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	2600 kN		
Representatieve negatieve kleeft $F_{nk,rep}$	:	839 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 3737 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,17 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 2507 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s	: 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$	: 0 kN		

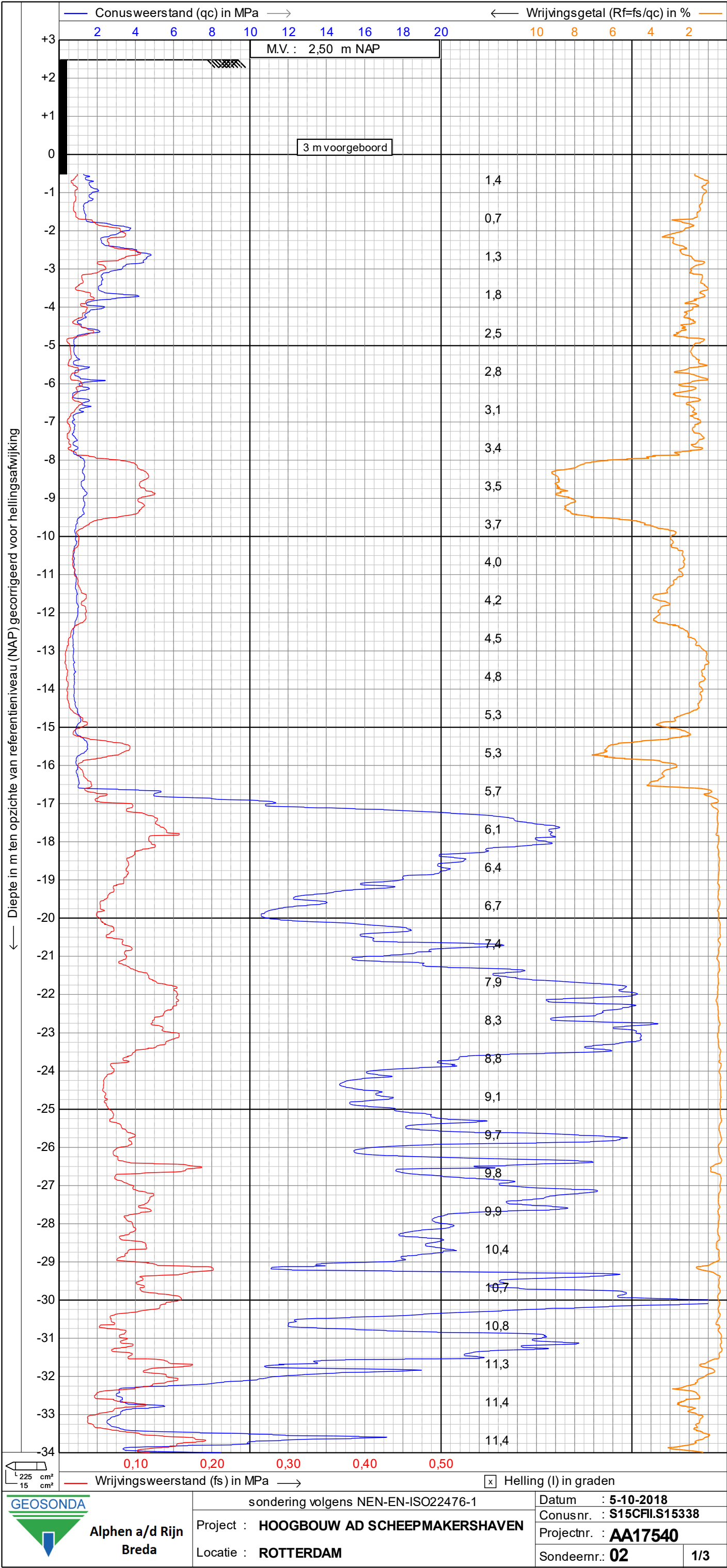
zakking van de paalvoet s_b 

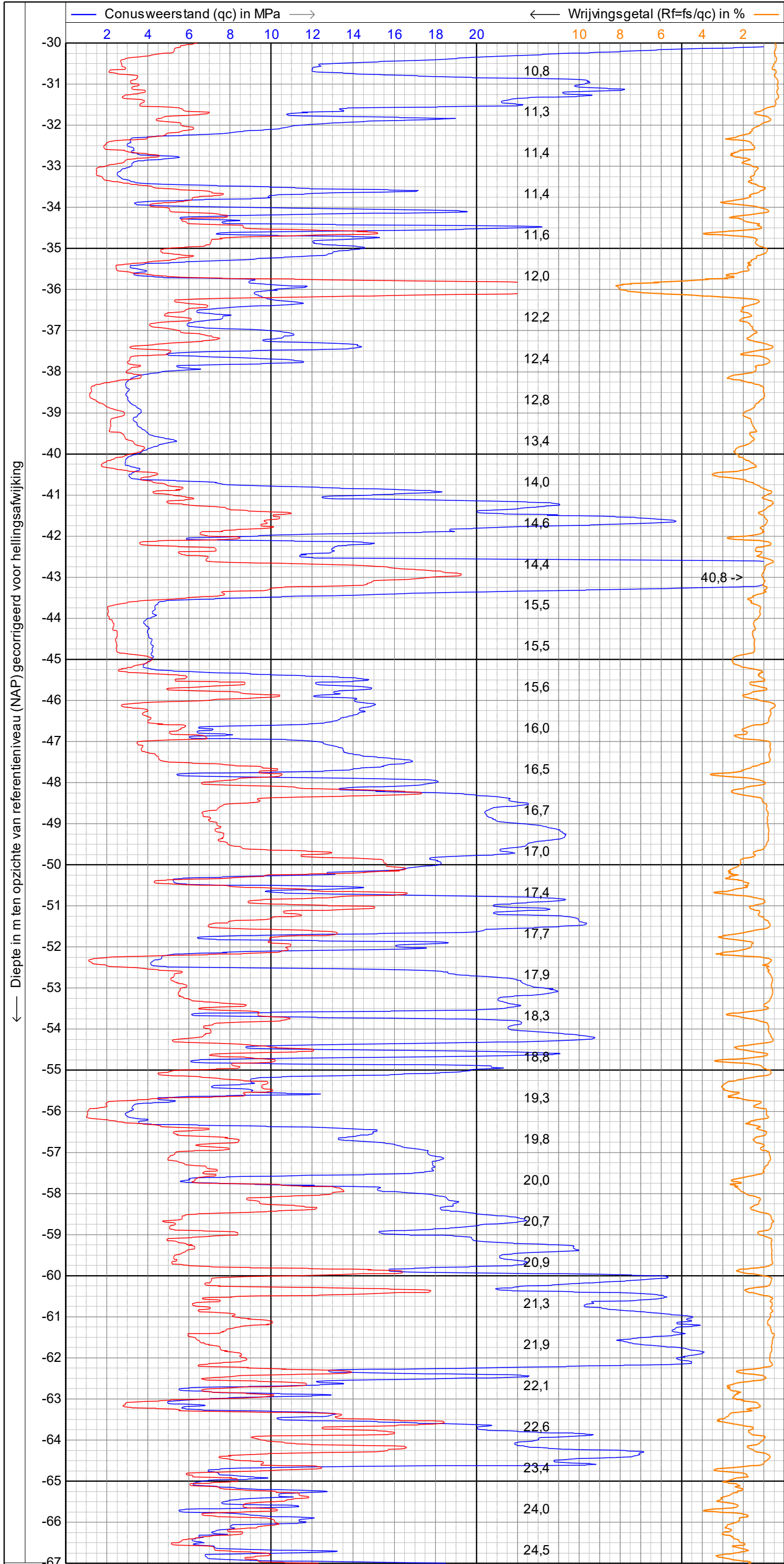
$R_{b,max,i}$	:	3194 kN
$R_{s,max,i}$	:	2143 kN
$R_{b,i}$	:	1460 kN
$R_{s,i}$	:	1979 kN
$R_{s,korte\ duur,i}$	:	0 kN
s_b	:	7,5 mm
s_{el}	:	7,1 mm
s_1	:	14,6 mm
s_2	:	0,0 mm
s	:	14,6 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	177.700 kN/m1
$\gamma_{m,kh}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	136.700 kN/m1









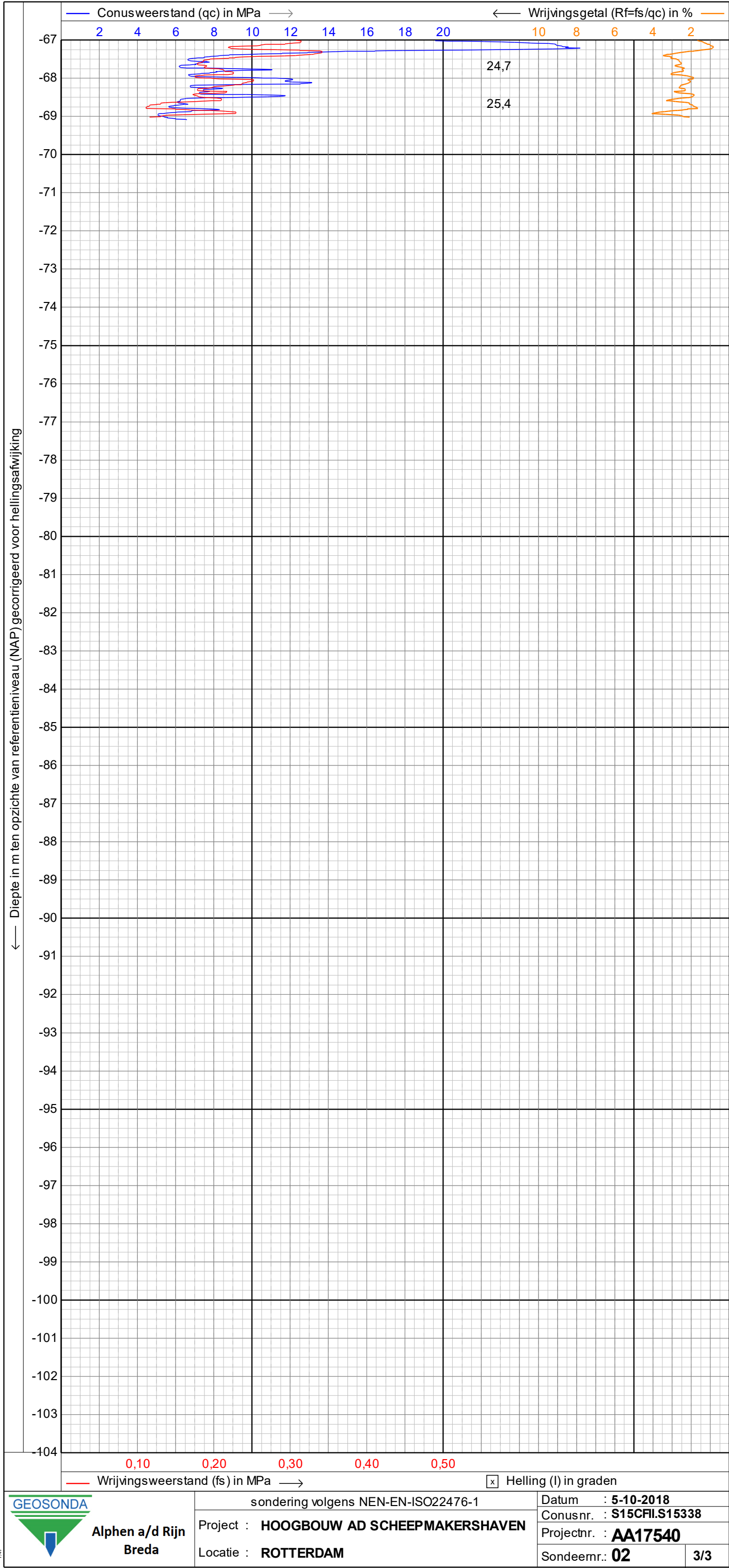


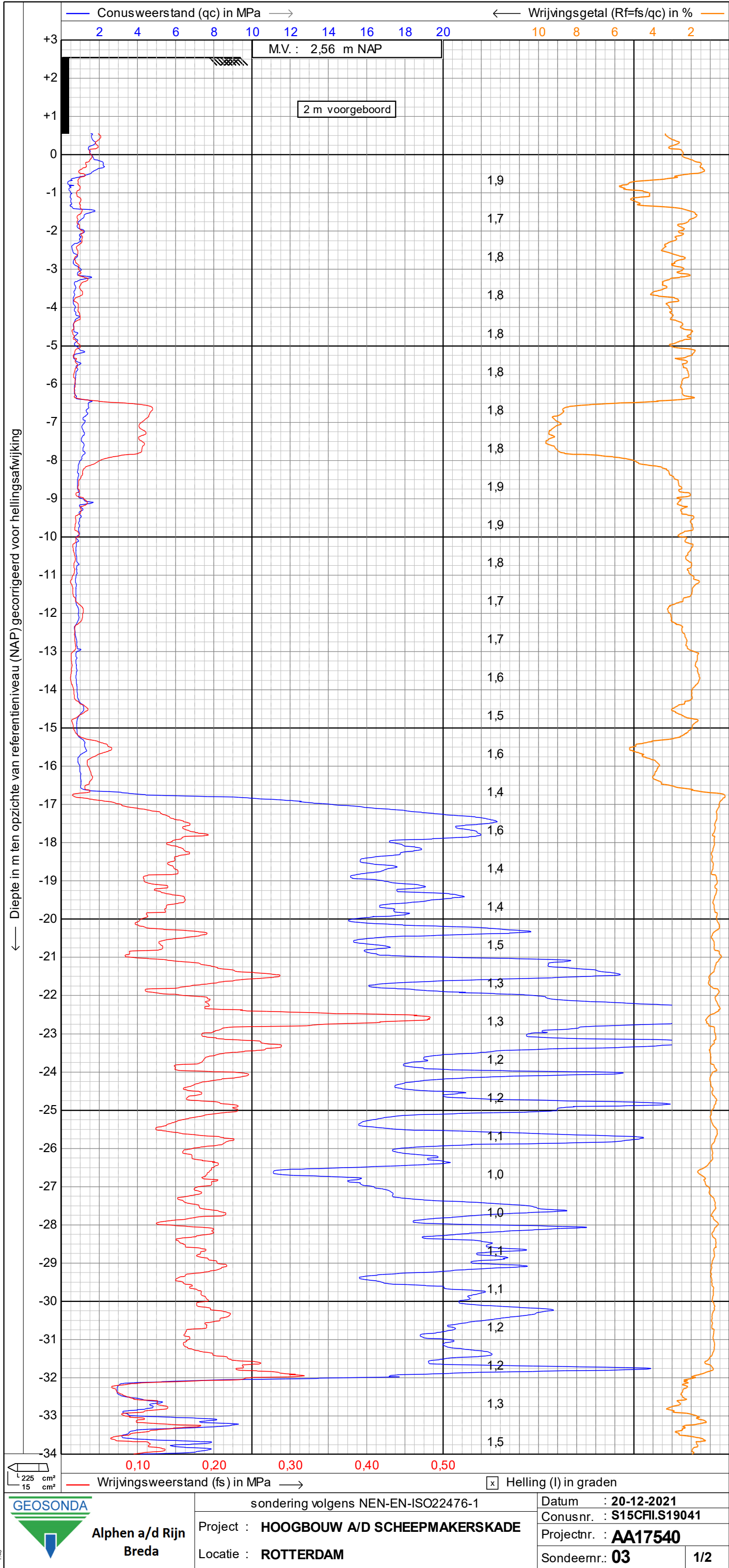
Alphen a/d Rijn
Breda

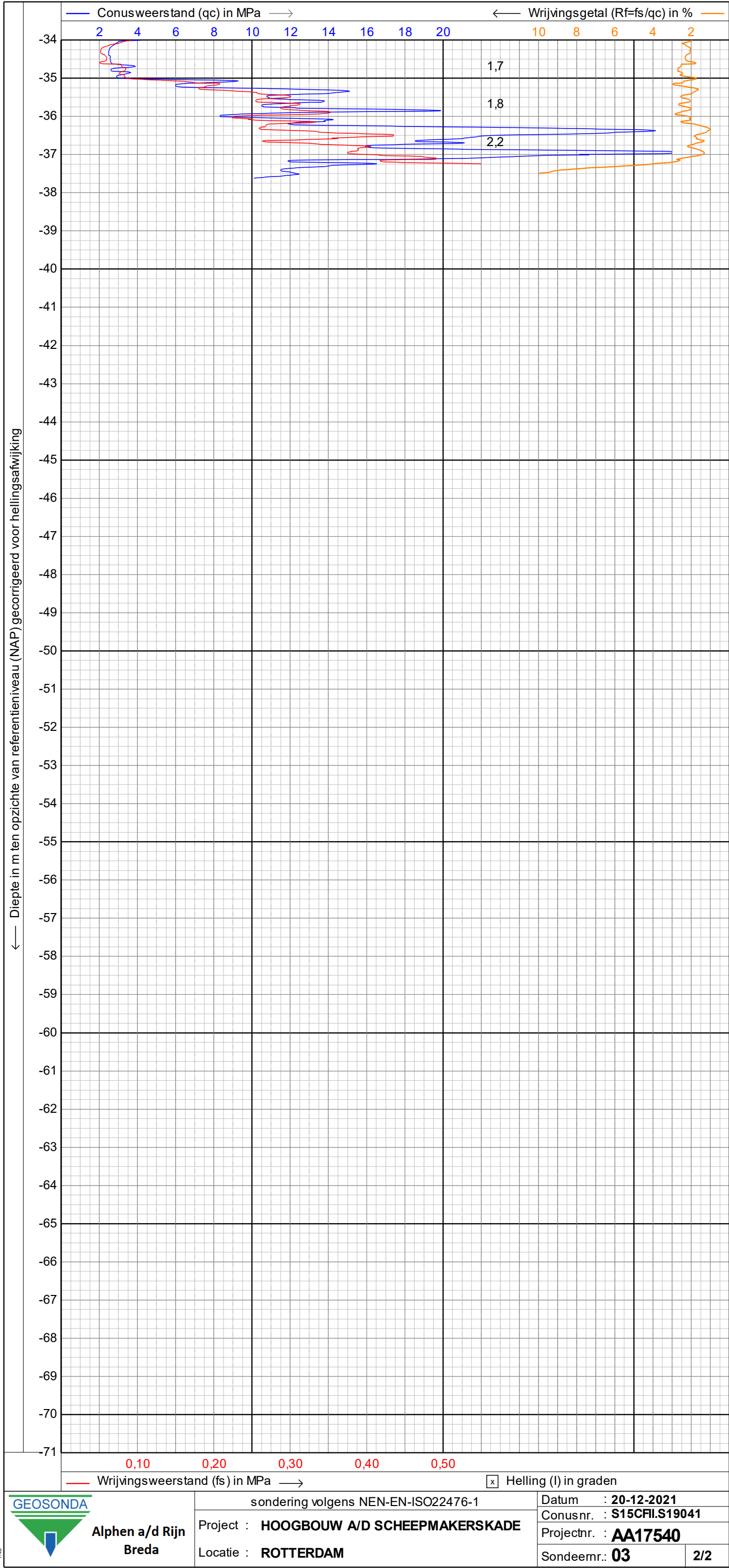
sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

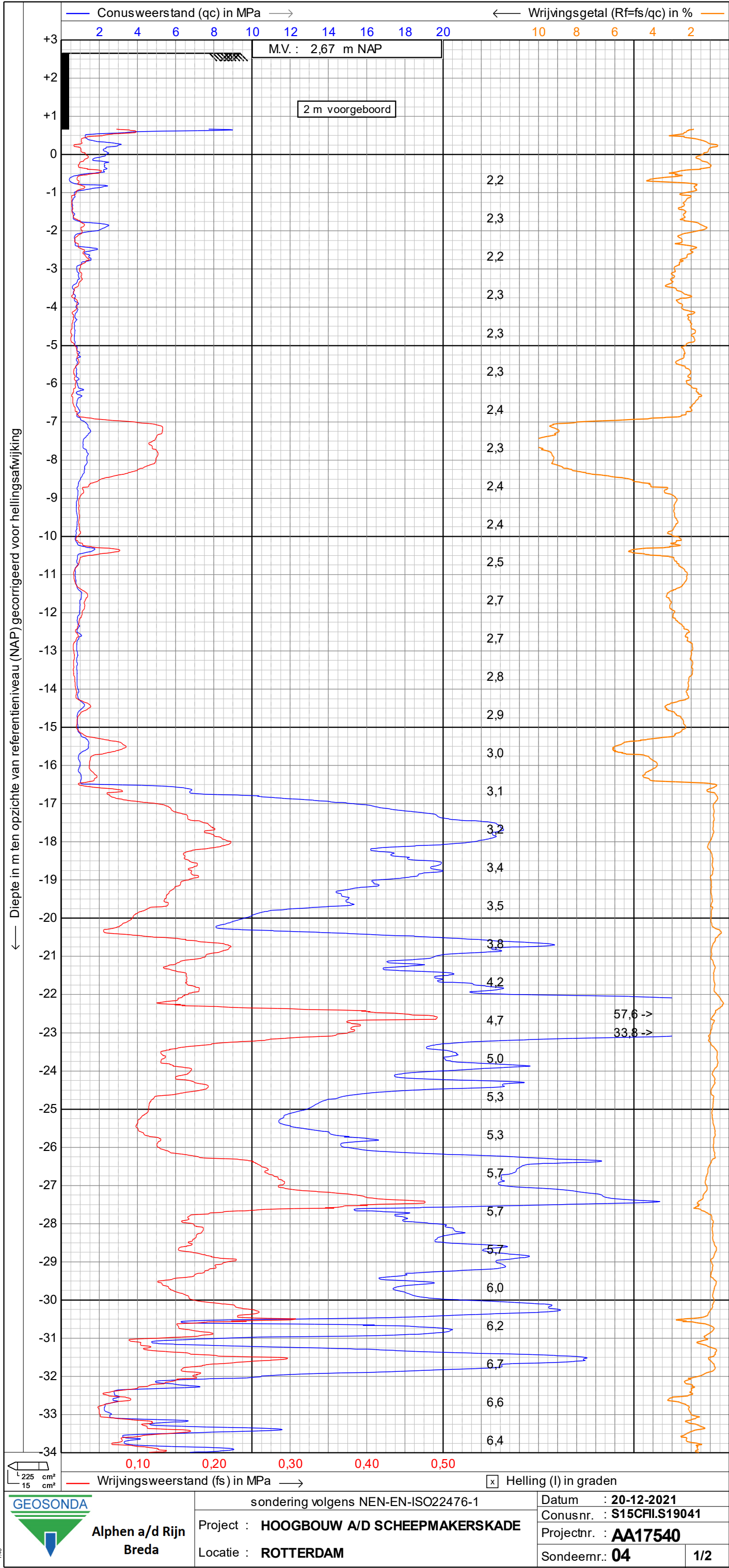
Project : **HOOGBOUW AD SCHEEPMAKERSHAVEN**
Locatie : **ROTTERDAM**

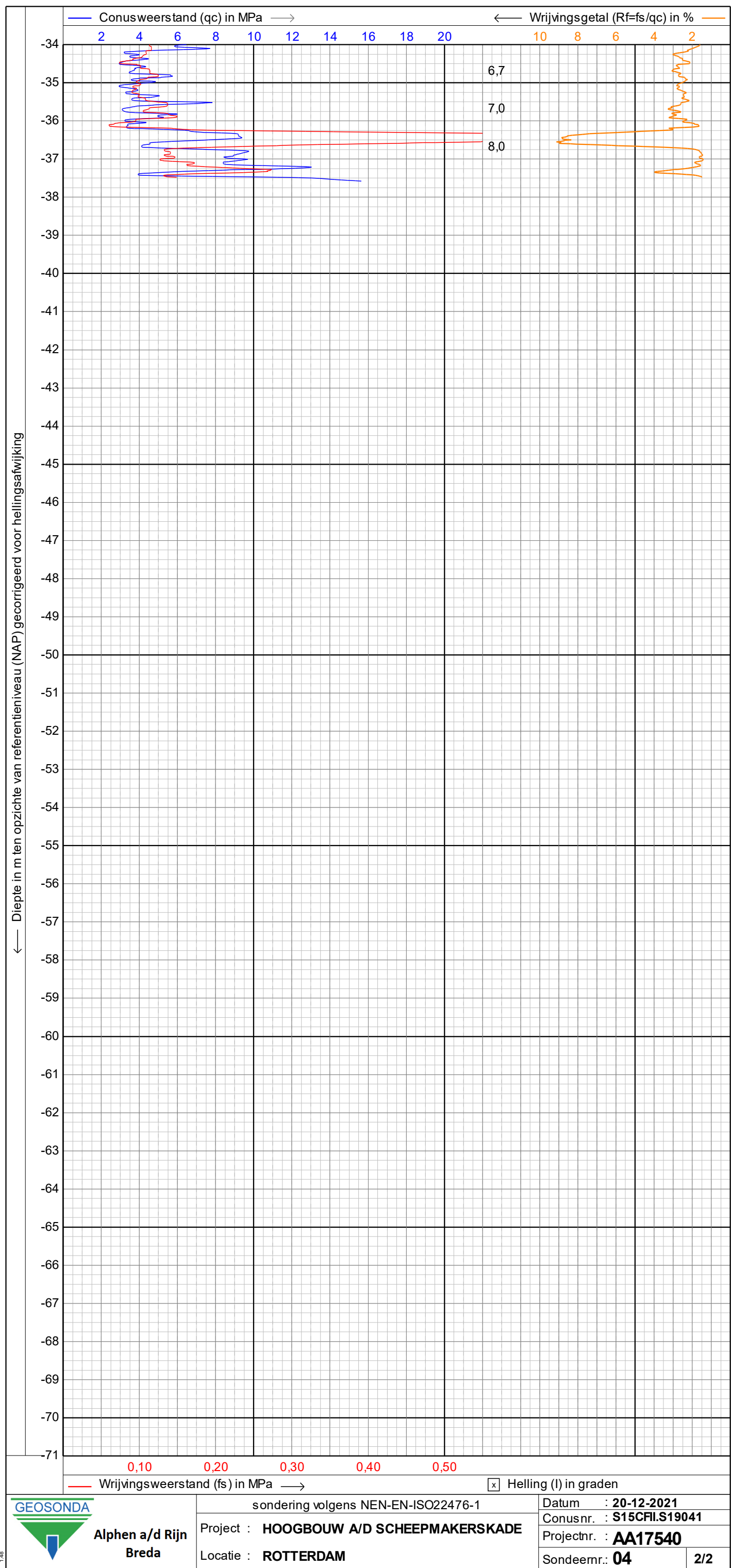
Datum : **5-10-2018**
Conusnr. : **S15CFIL.S15338**
Projectnr. : **AA17540**
Sondeemr.: **02**

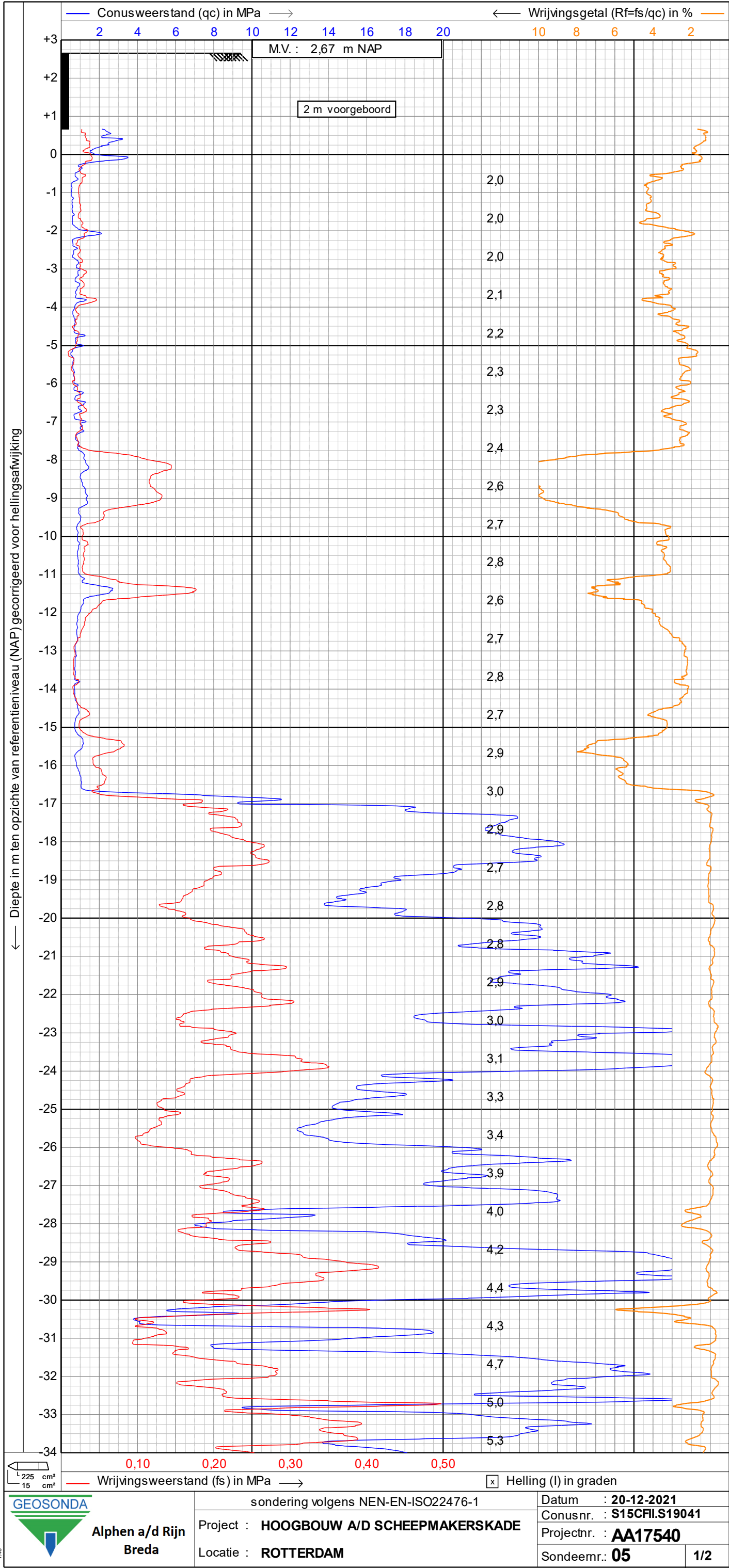


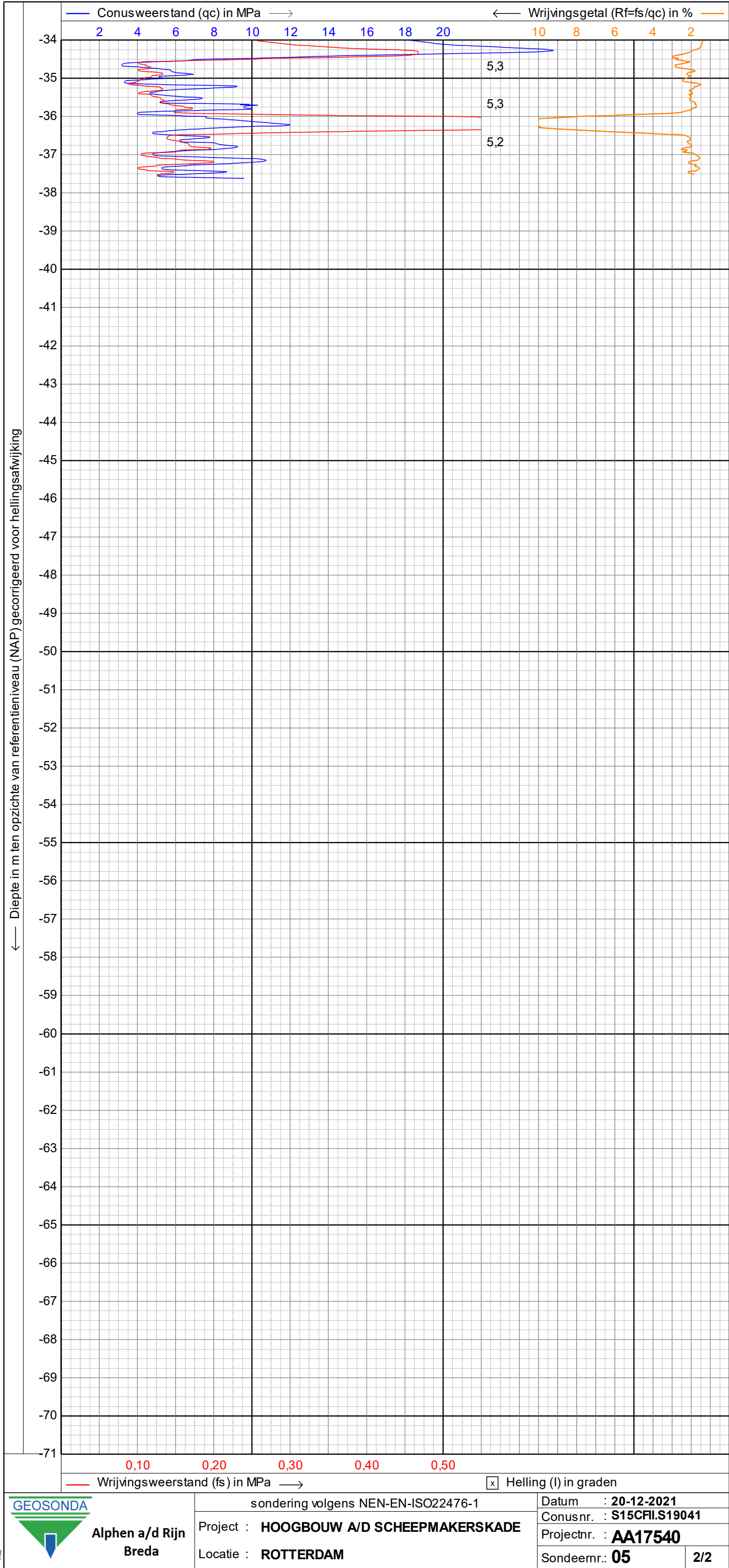


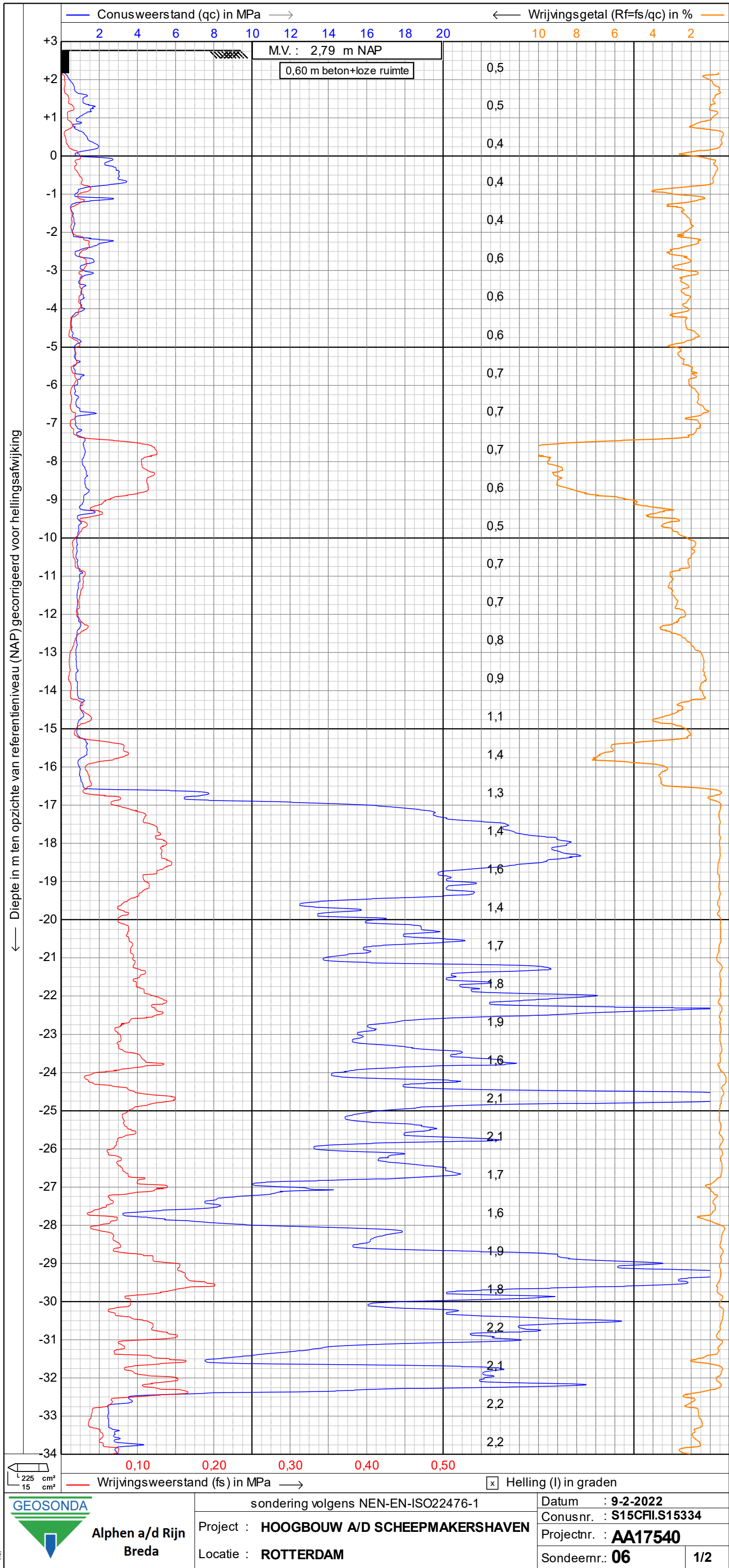


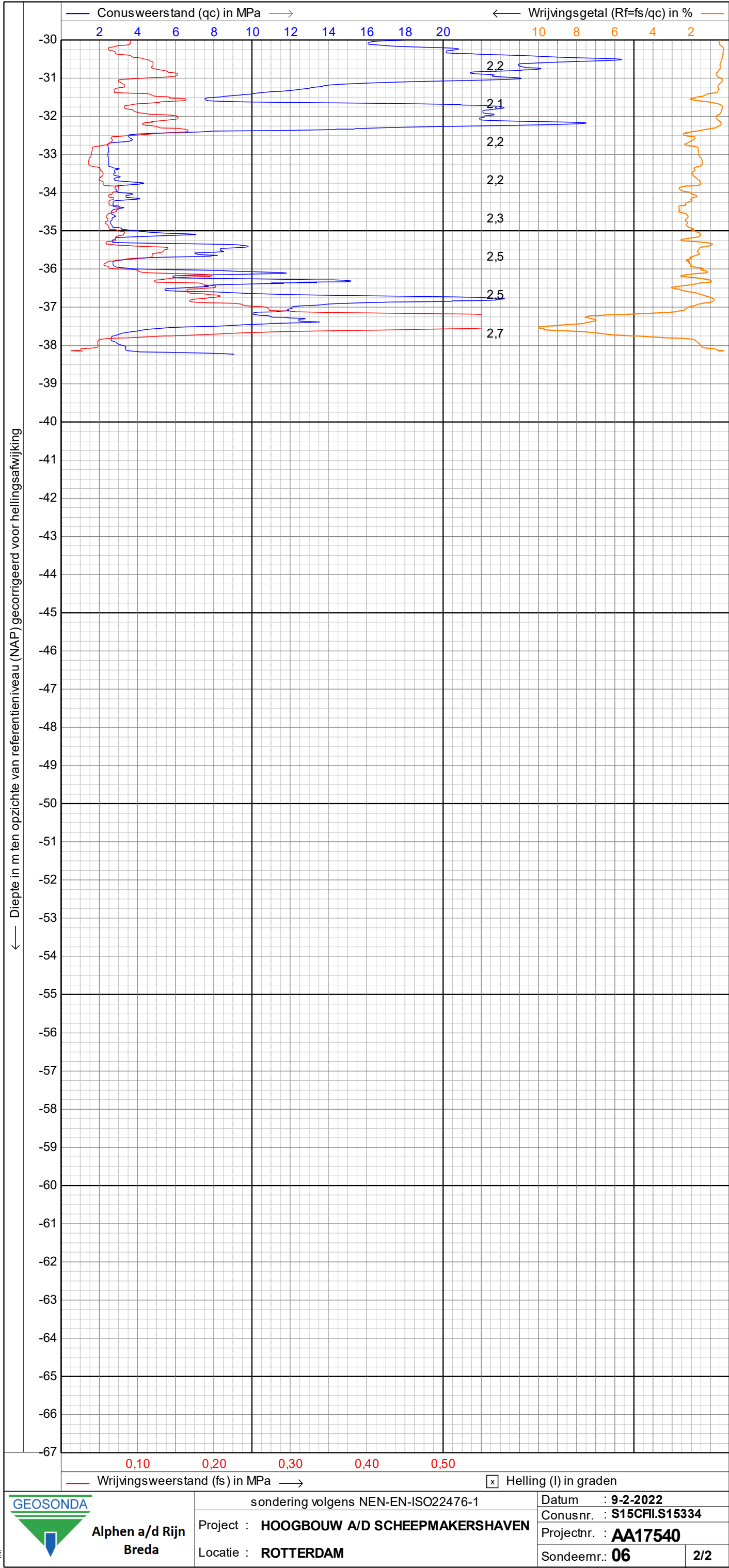


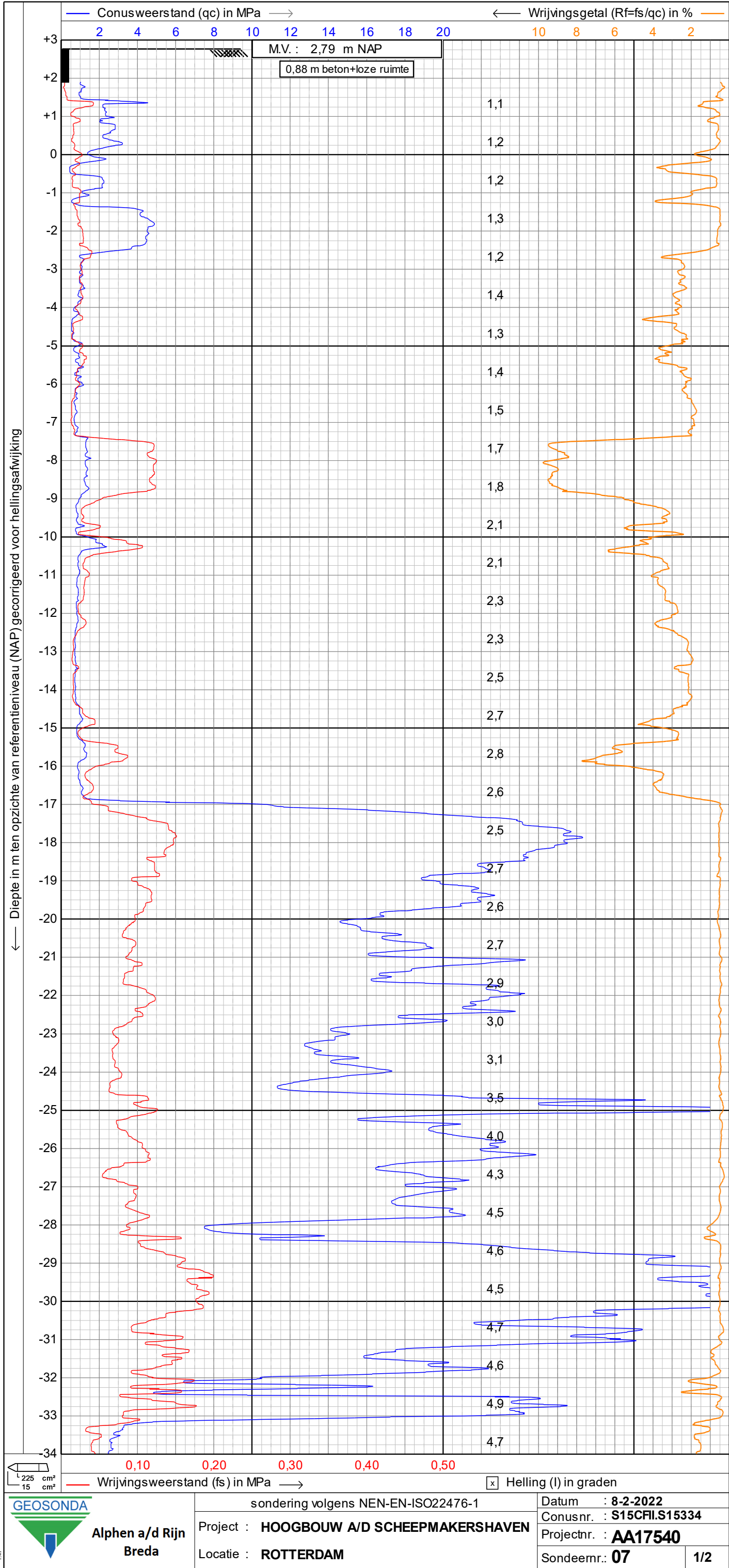


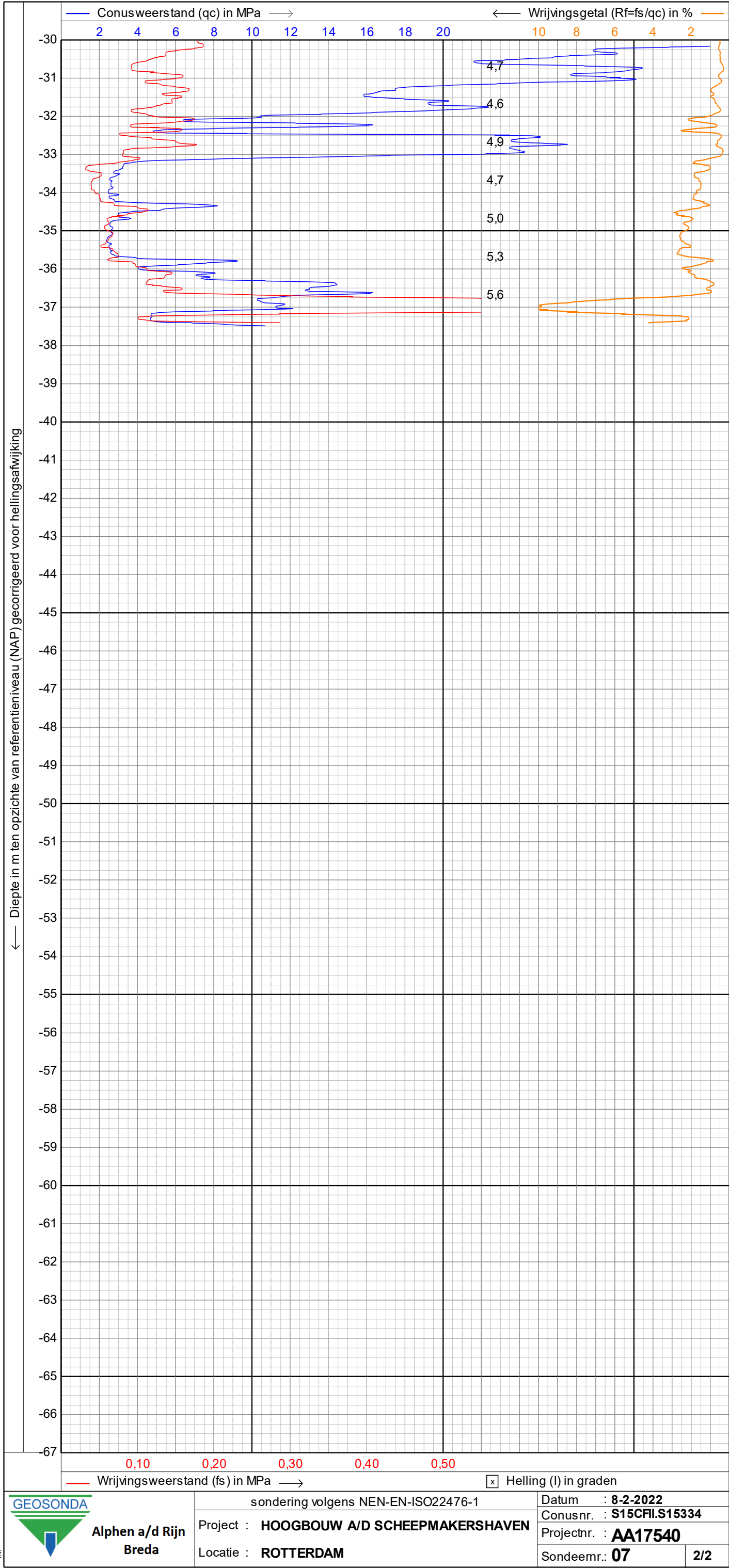


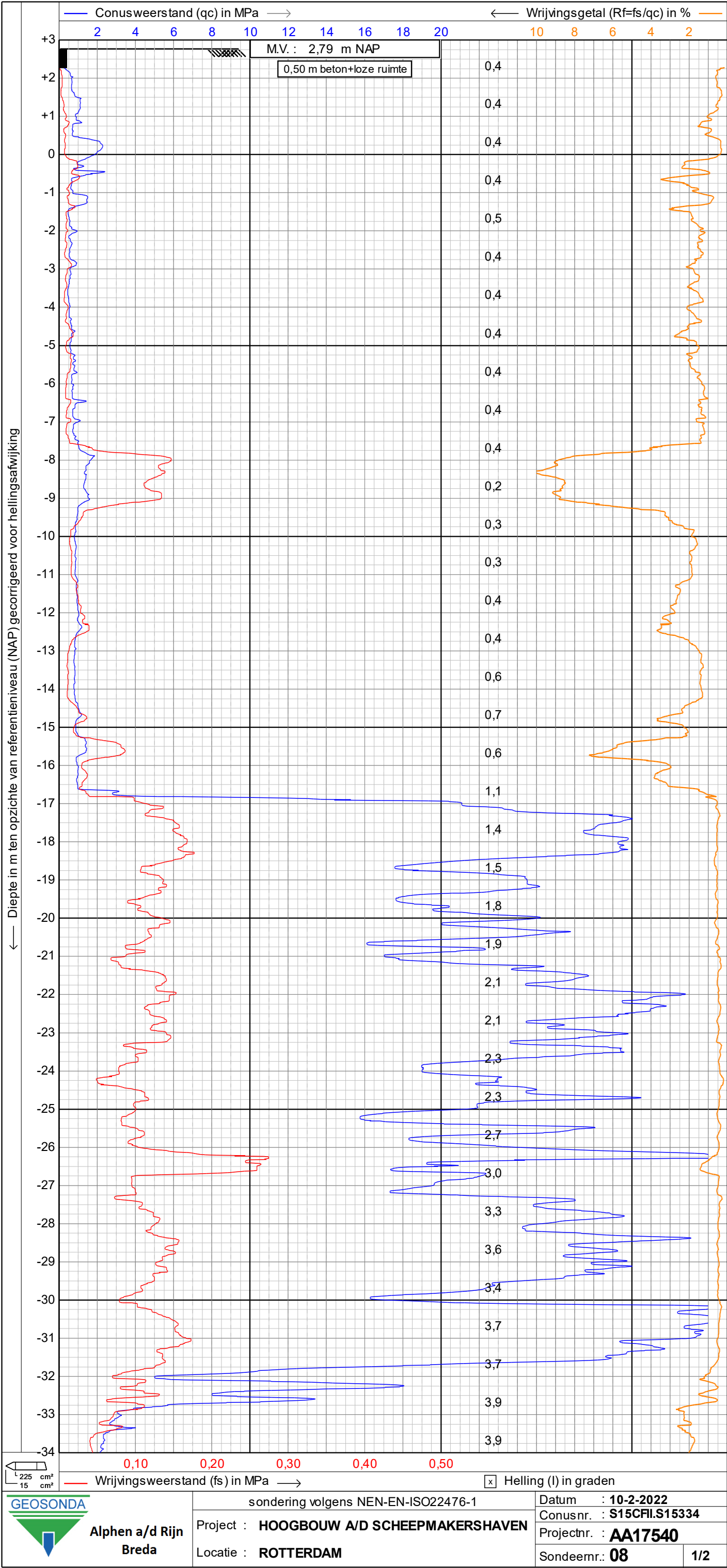


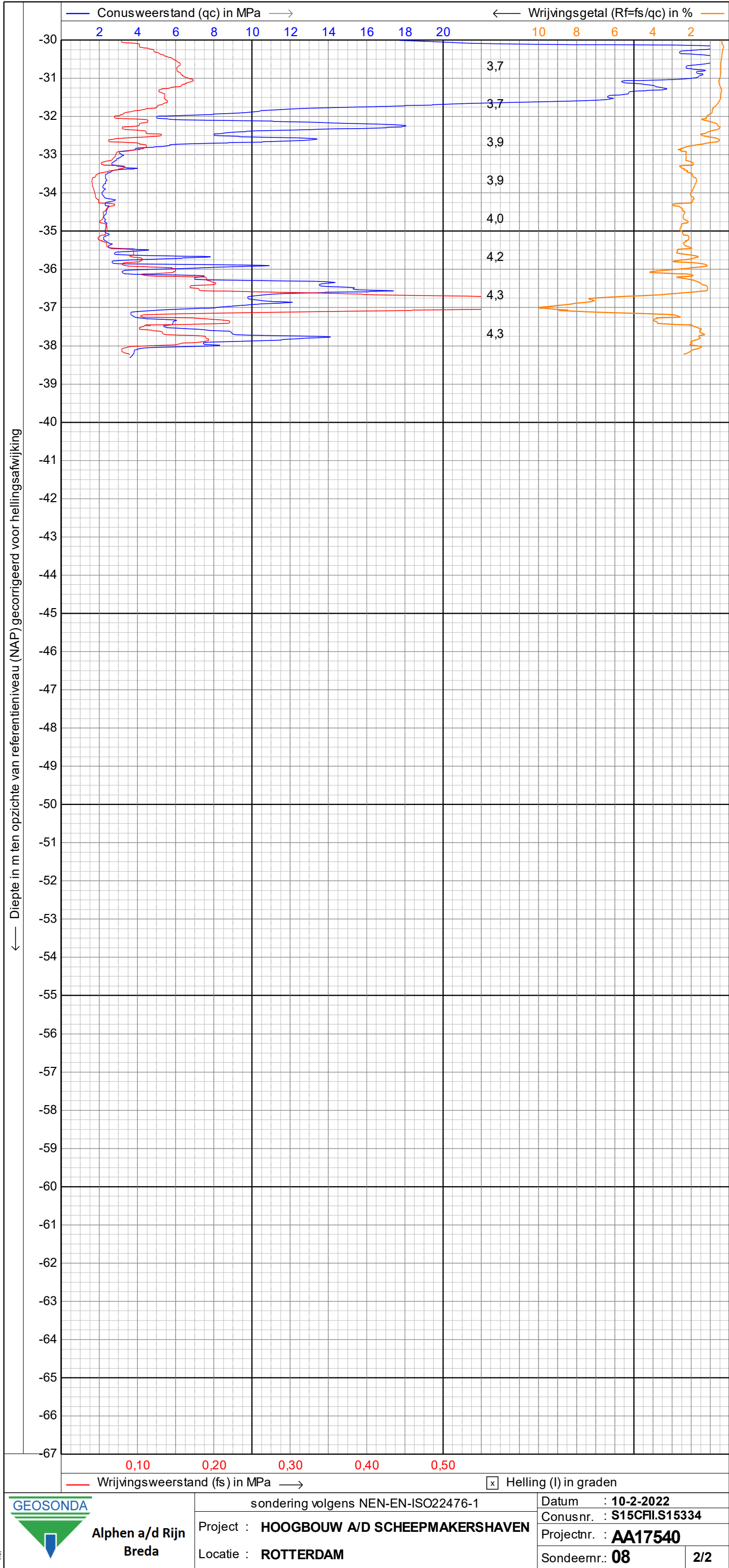


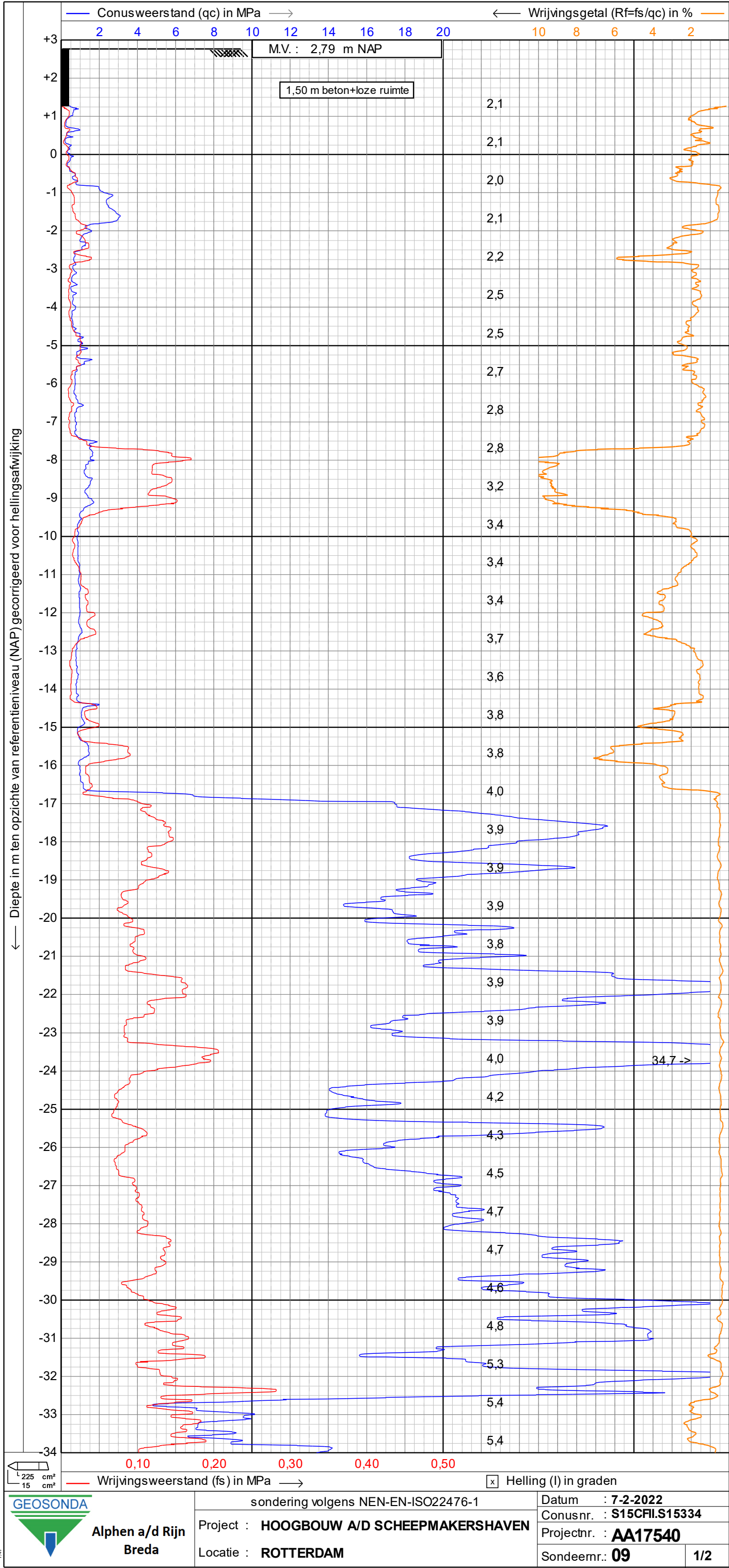


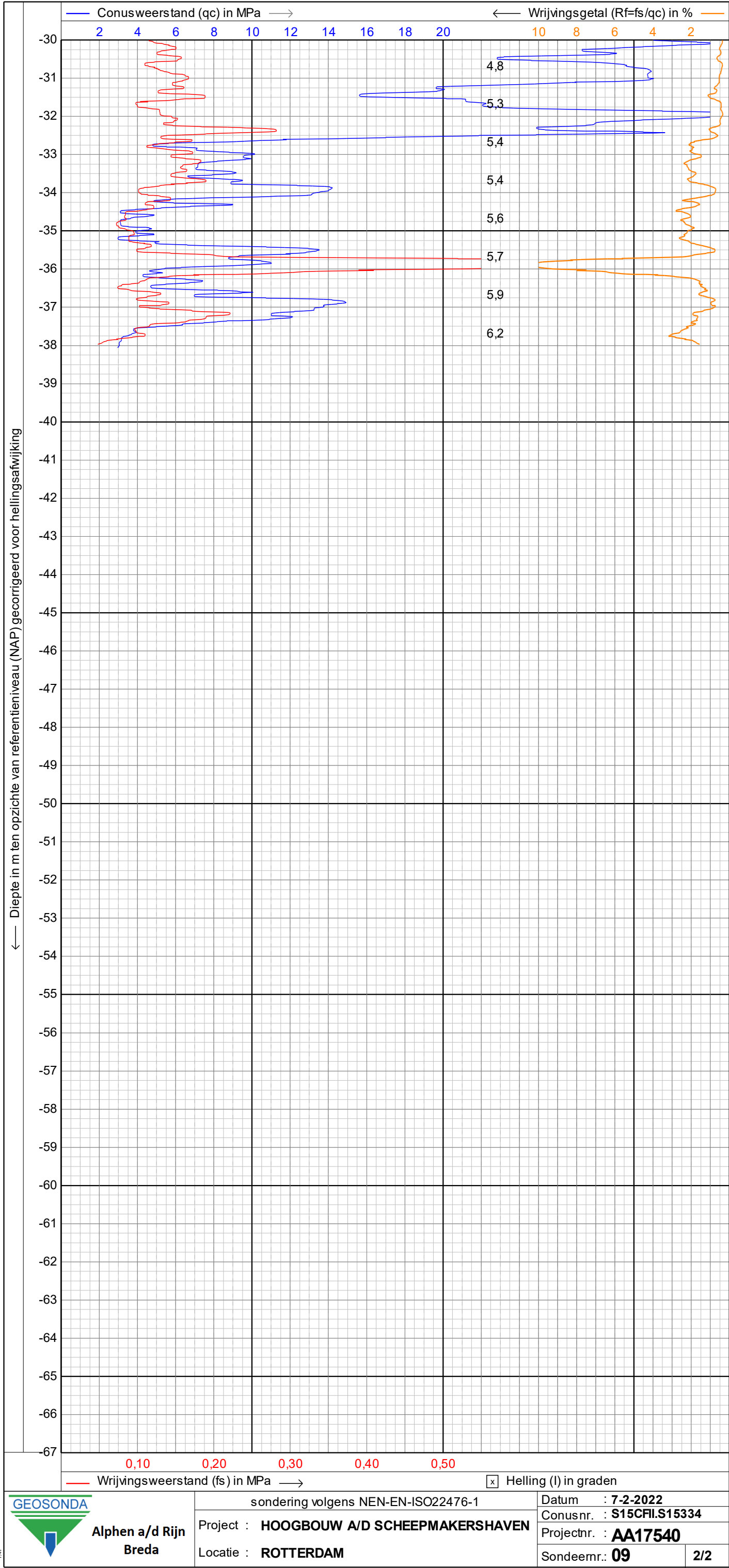


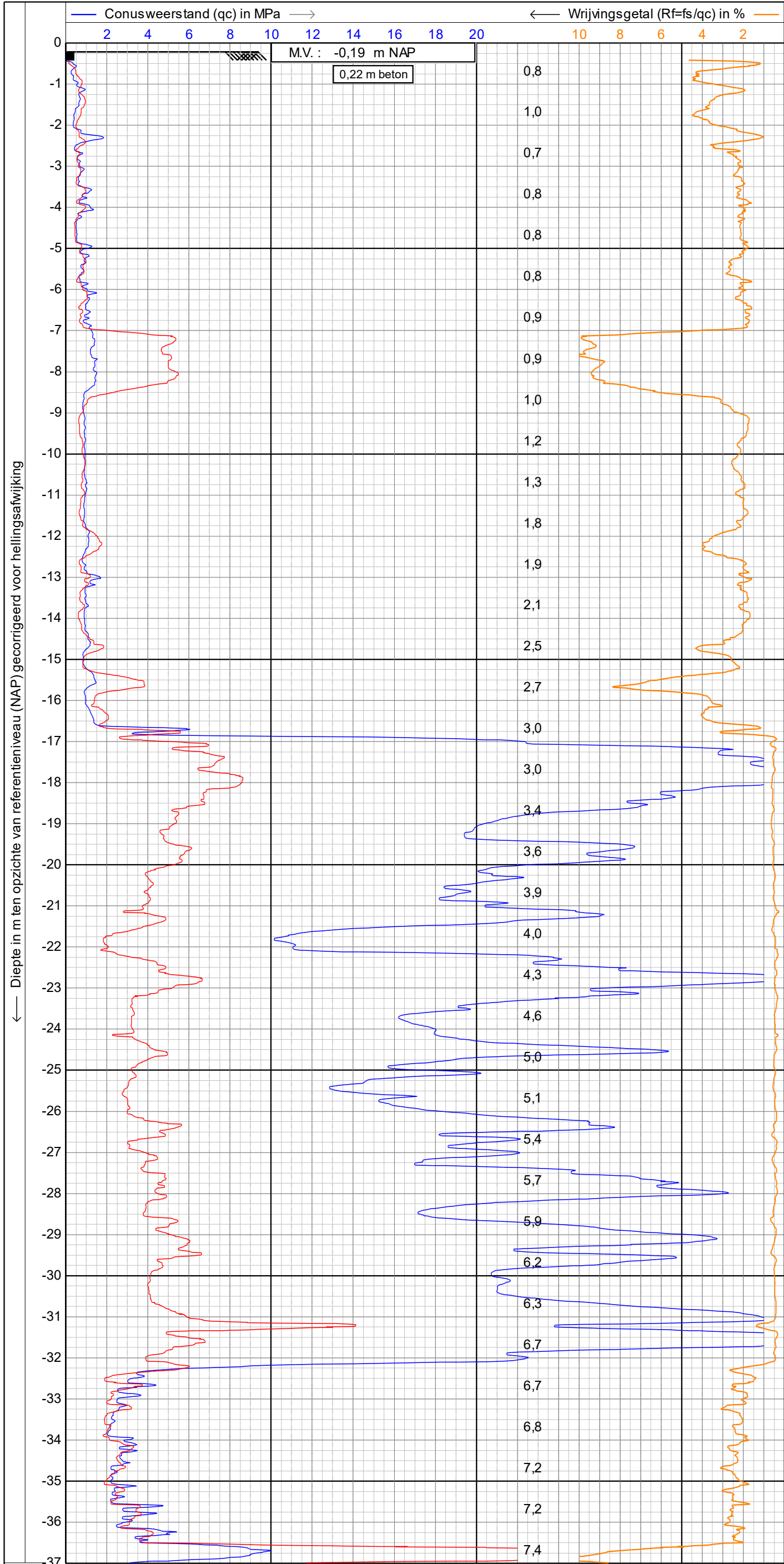


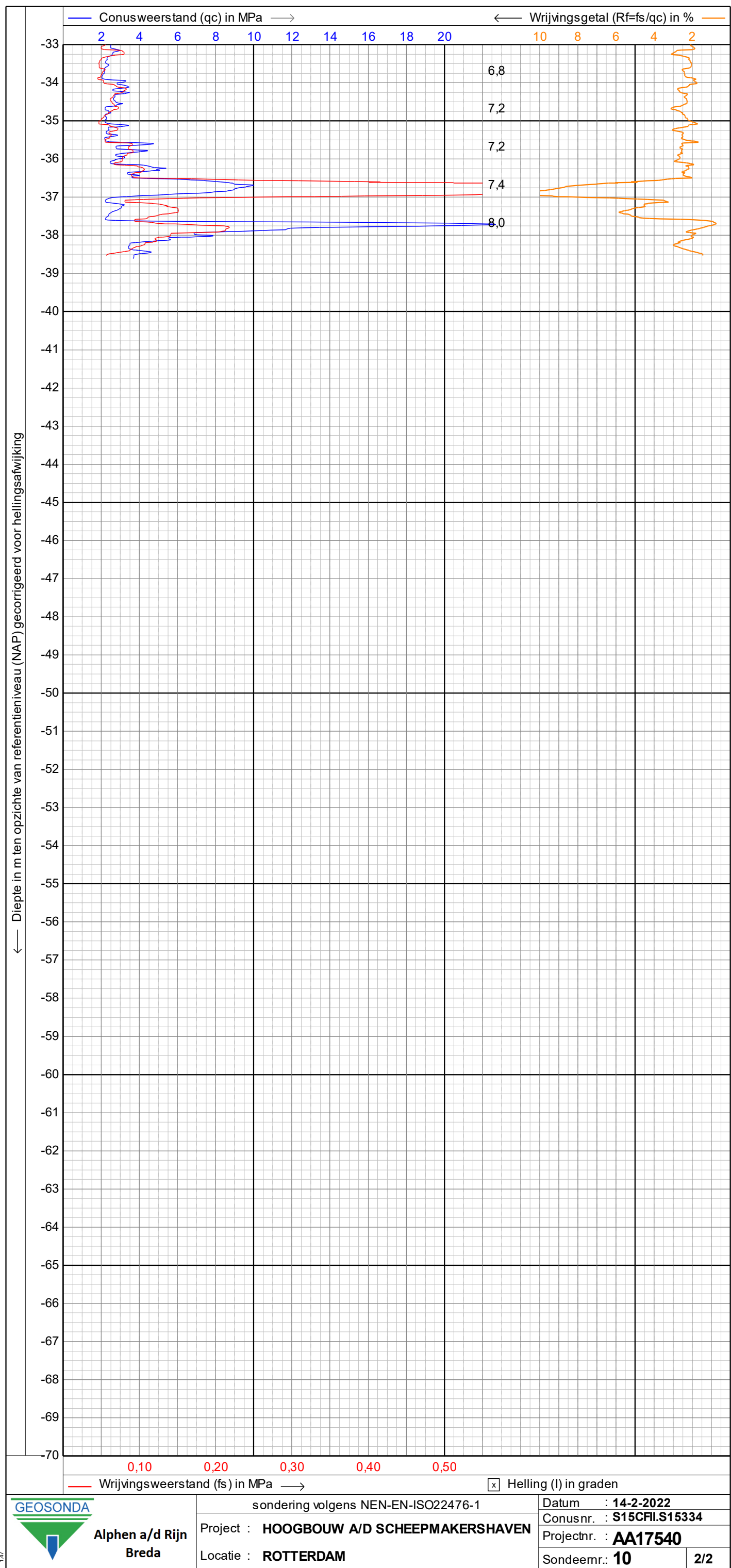


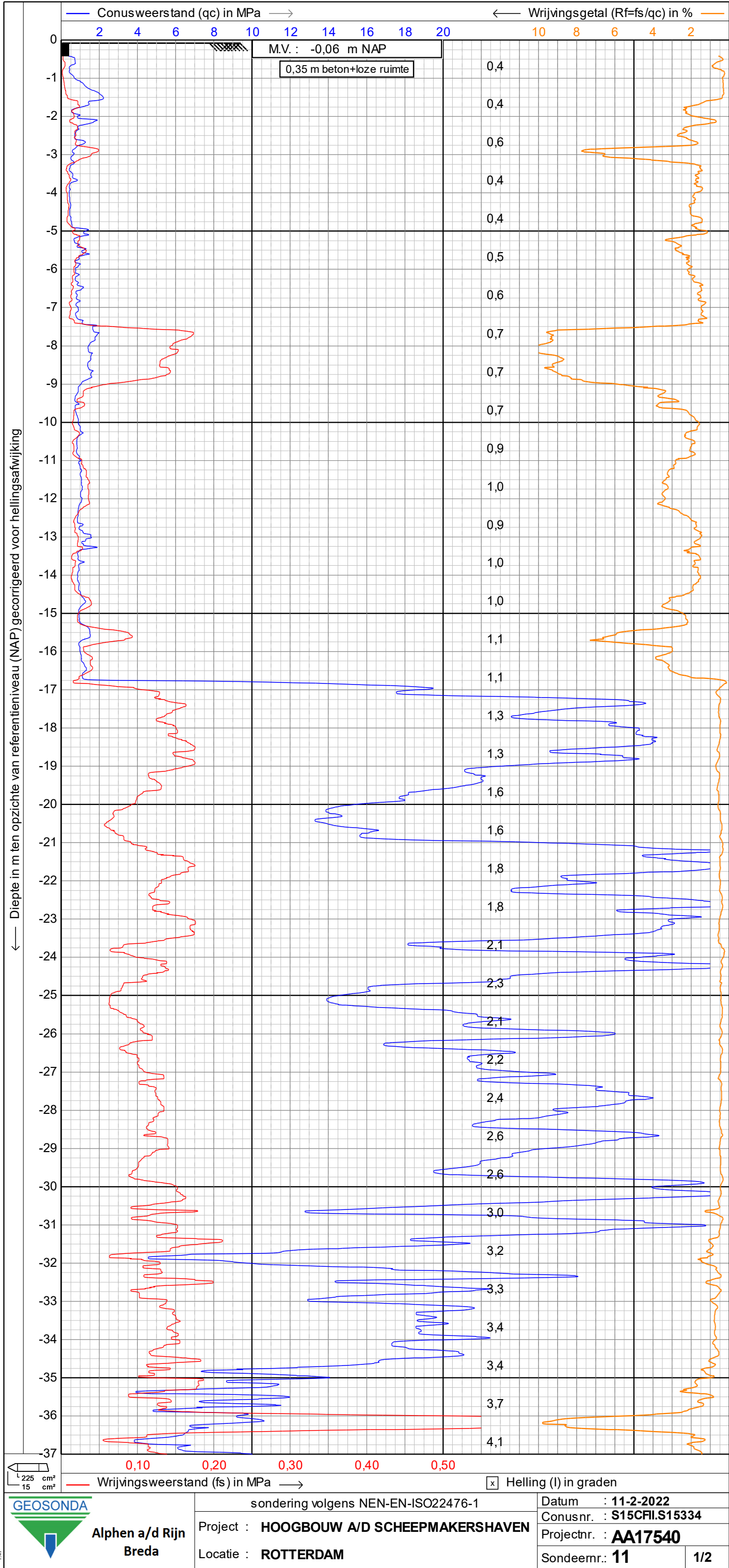


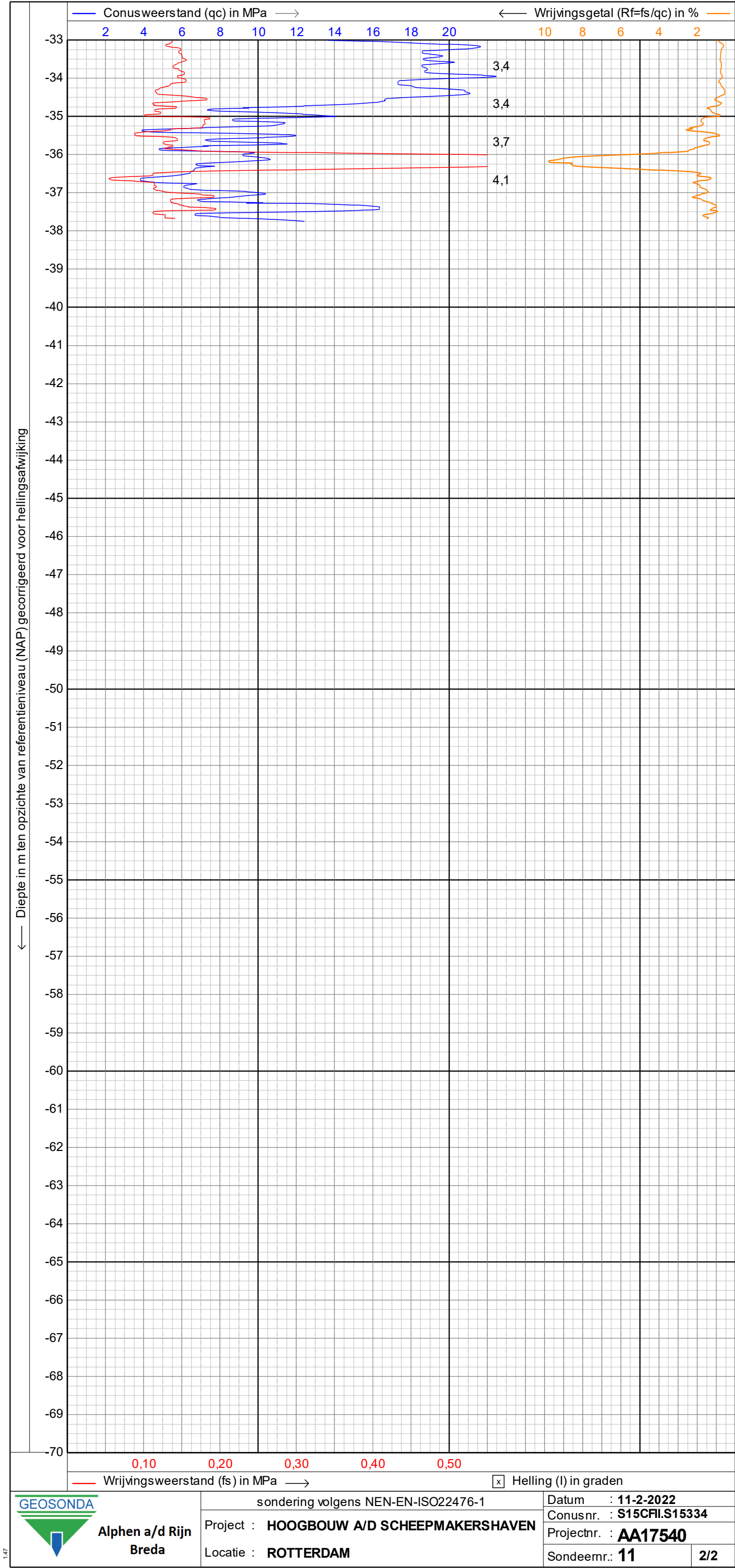


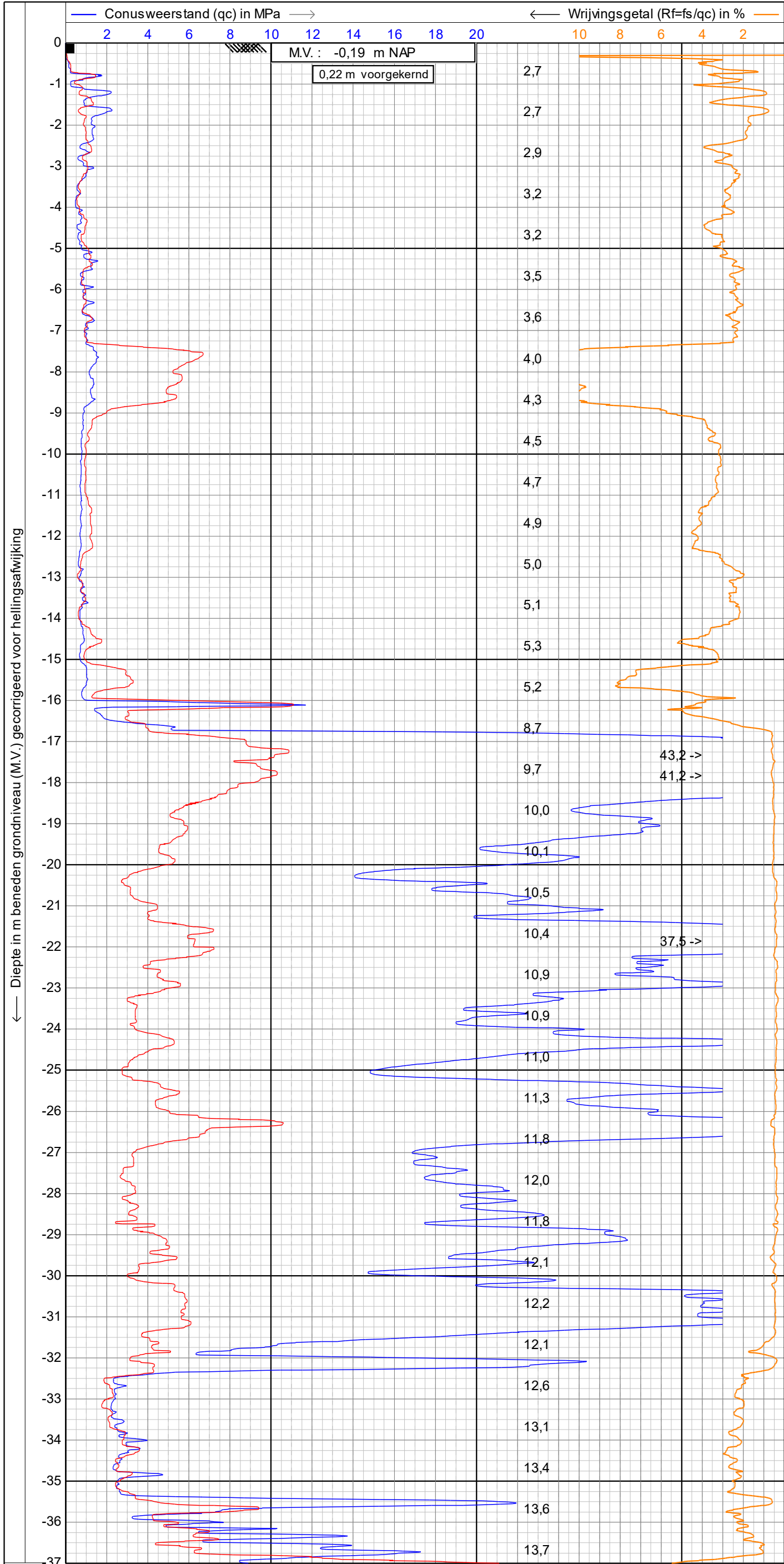


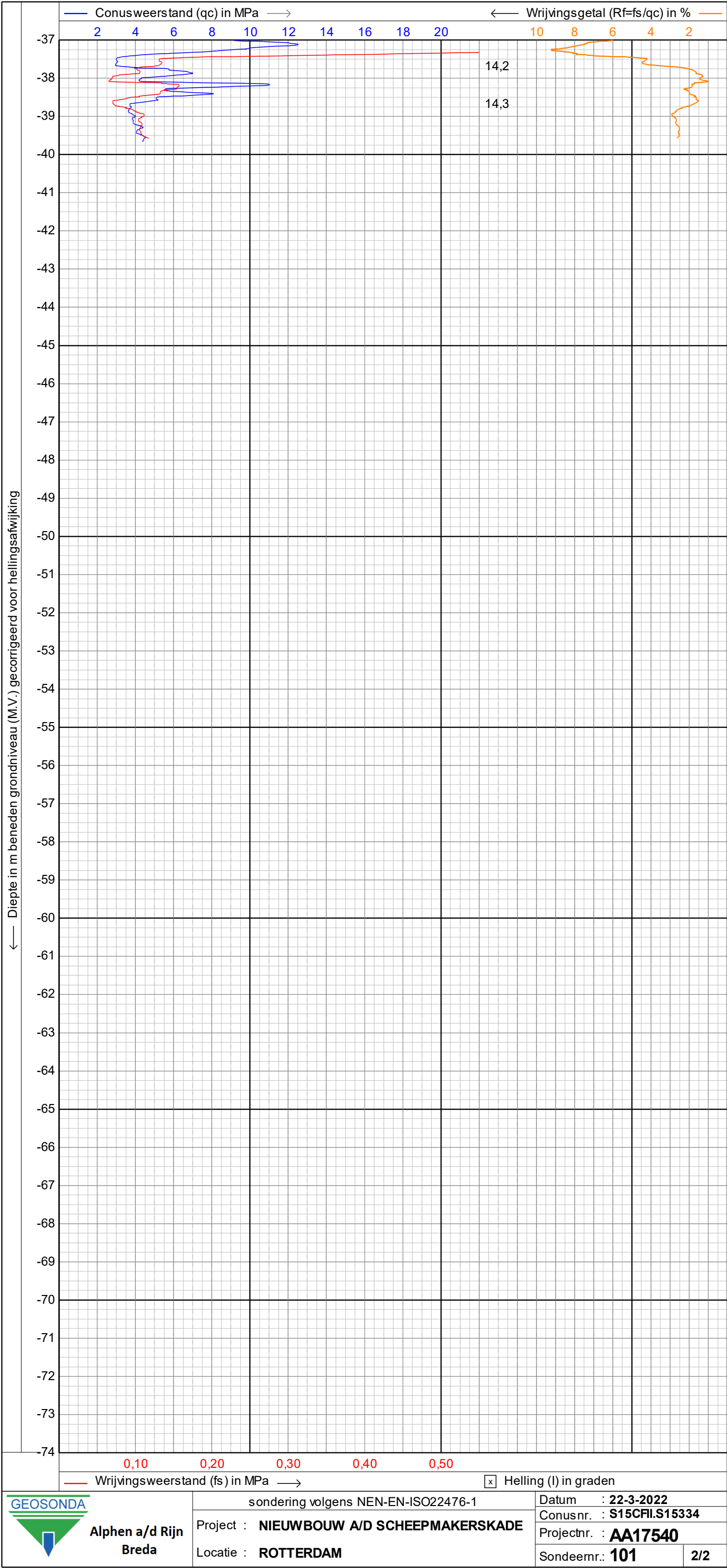


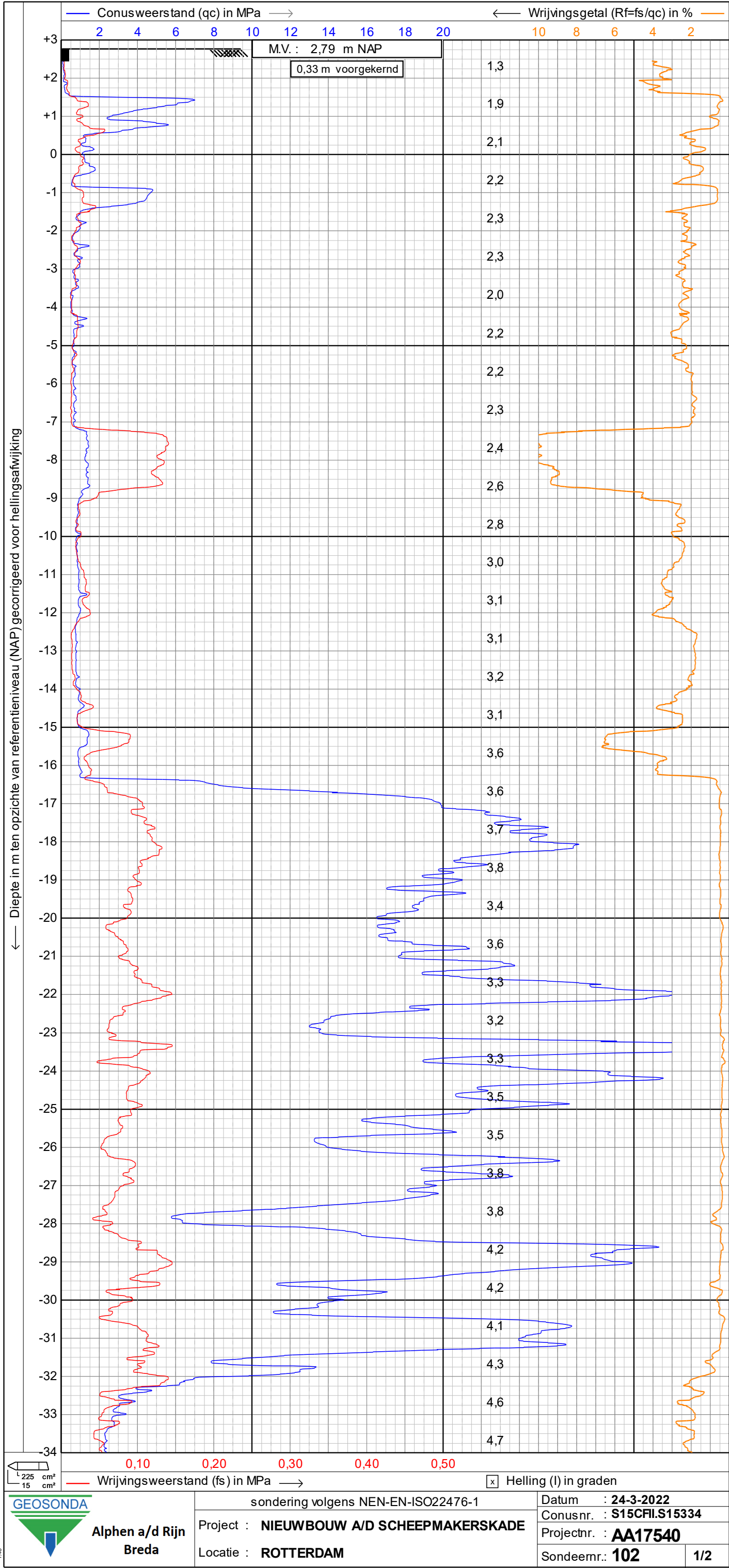


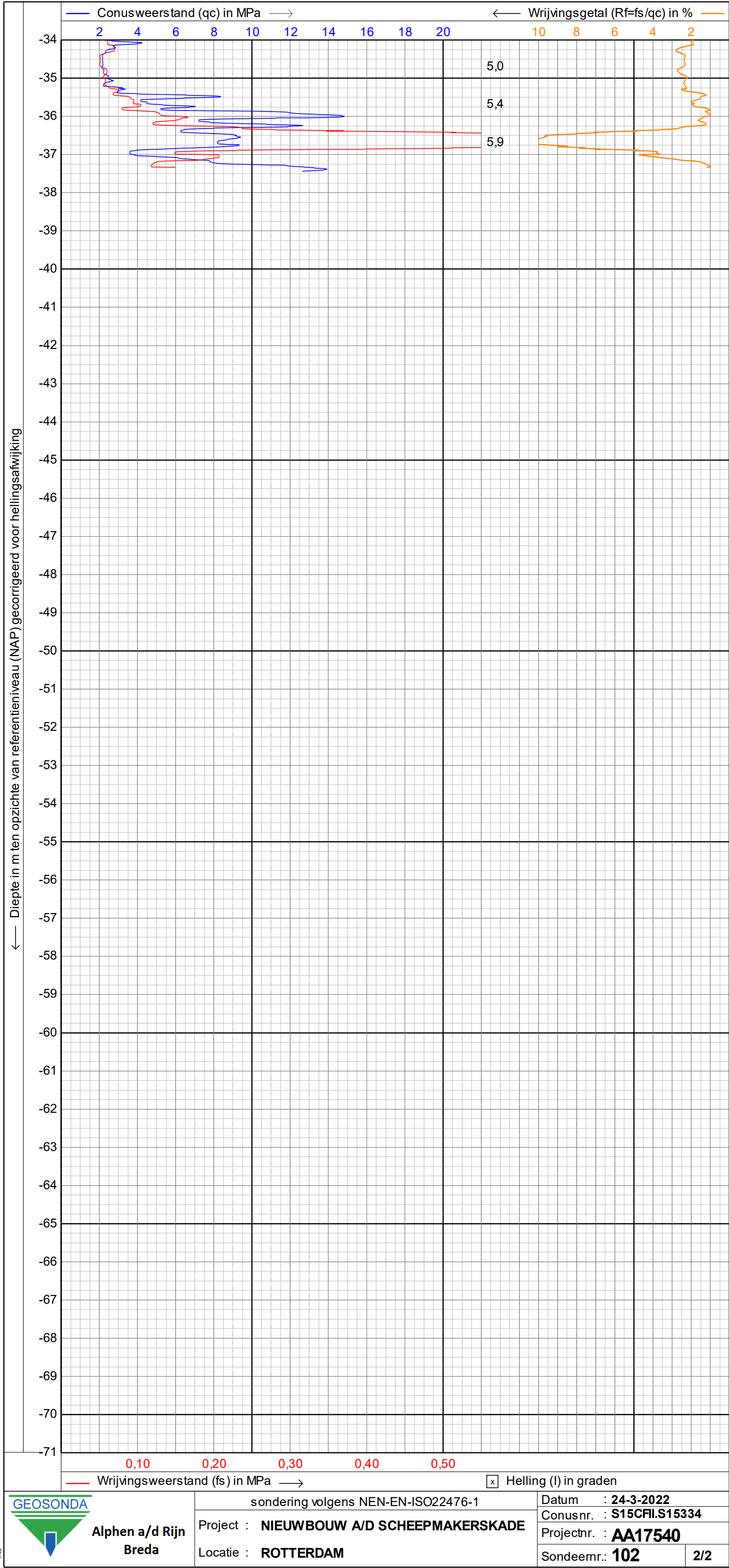


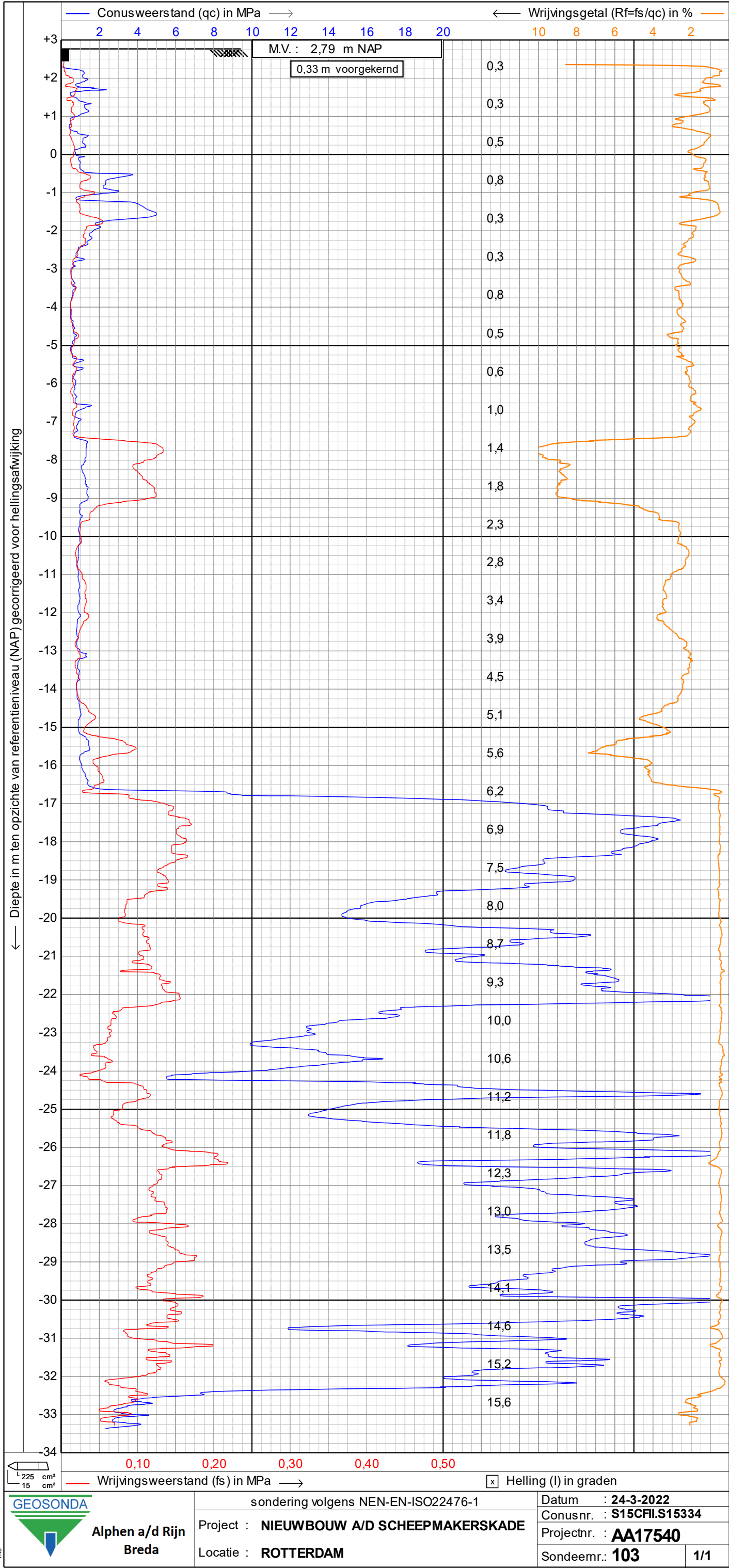


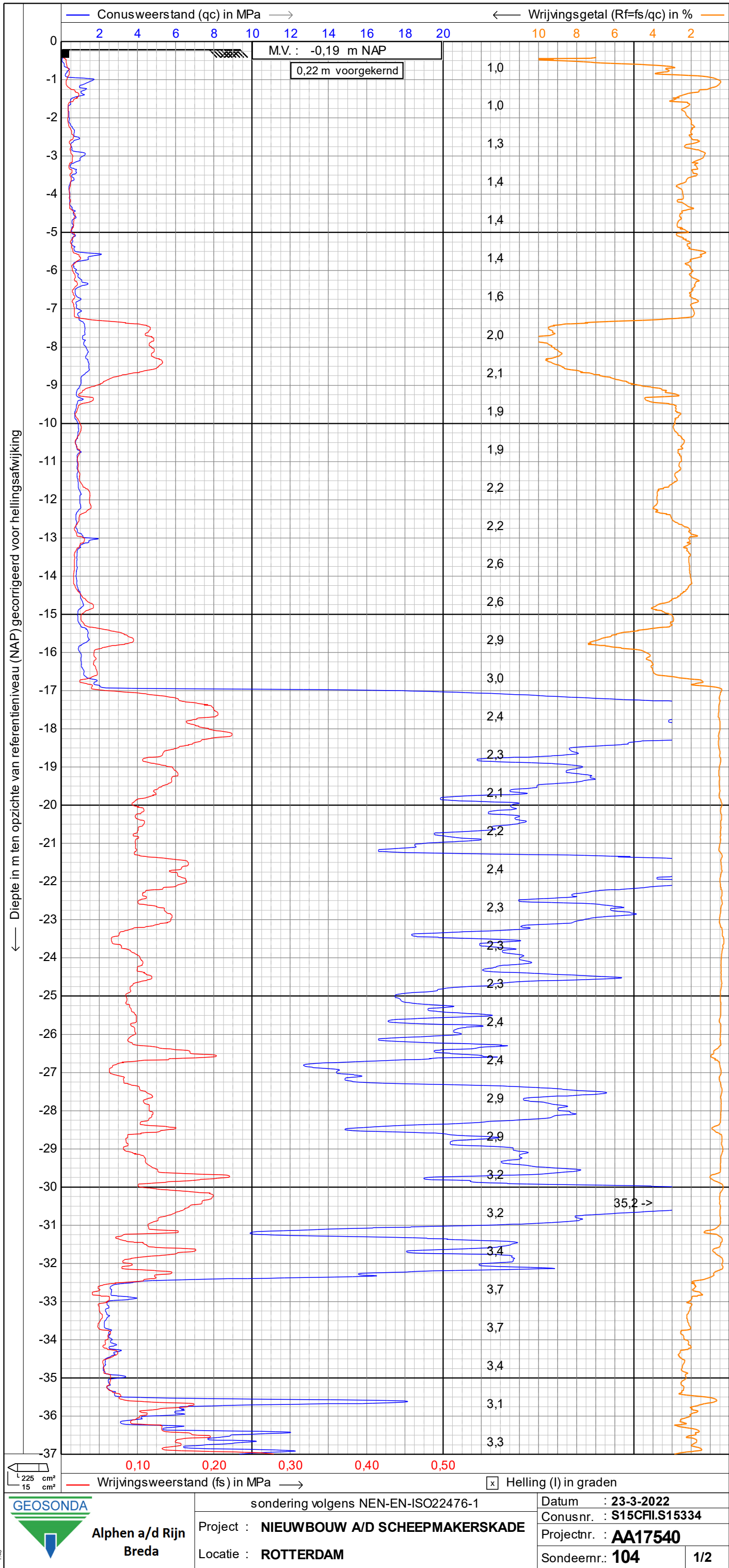


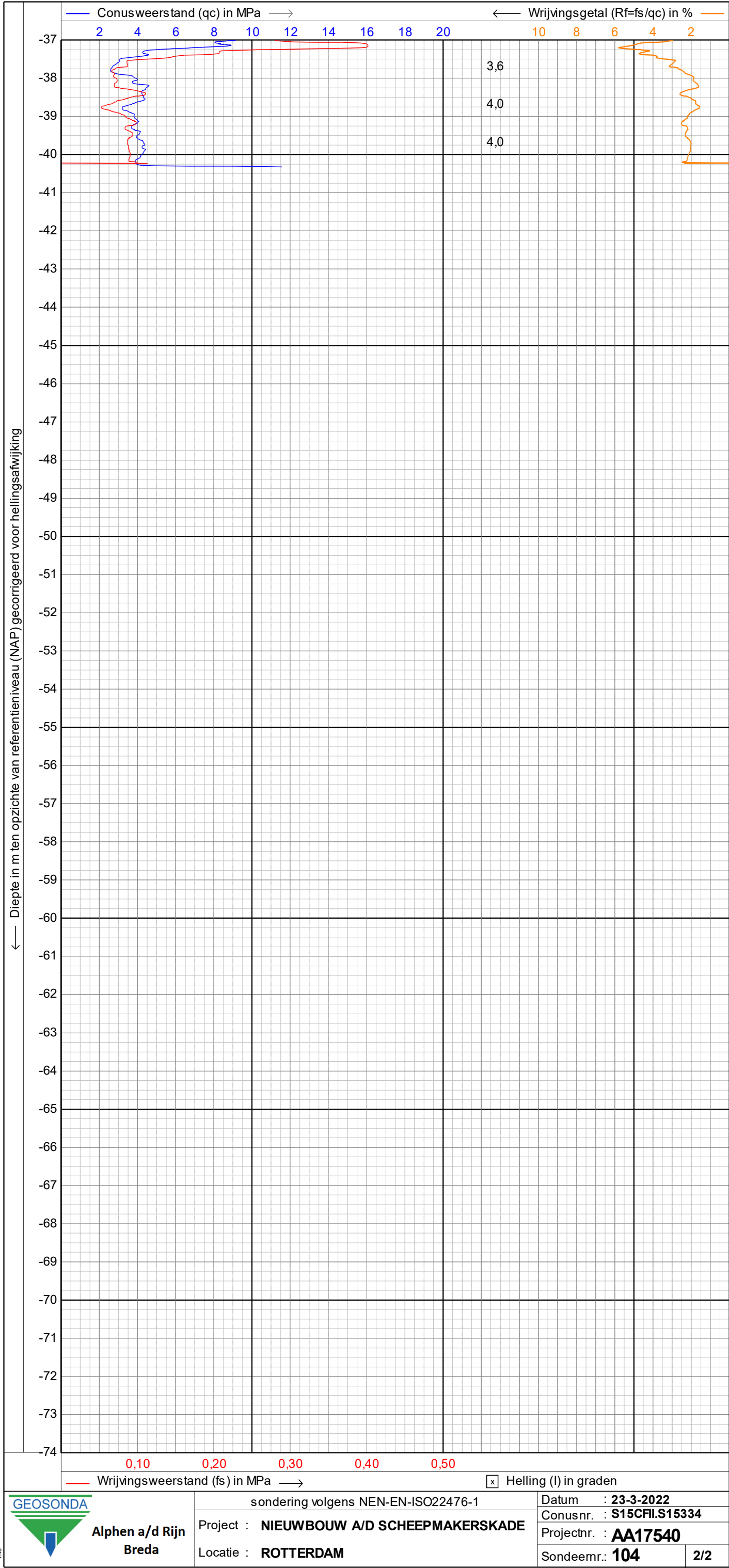


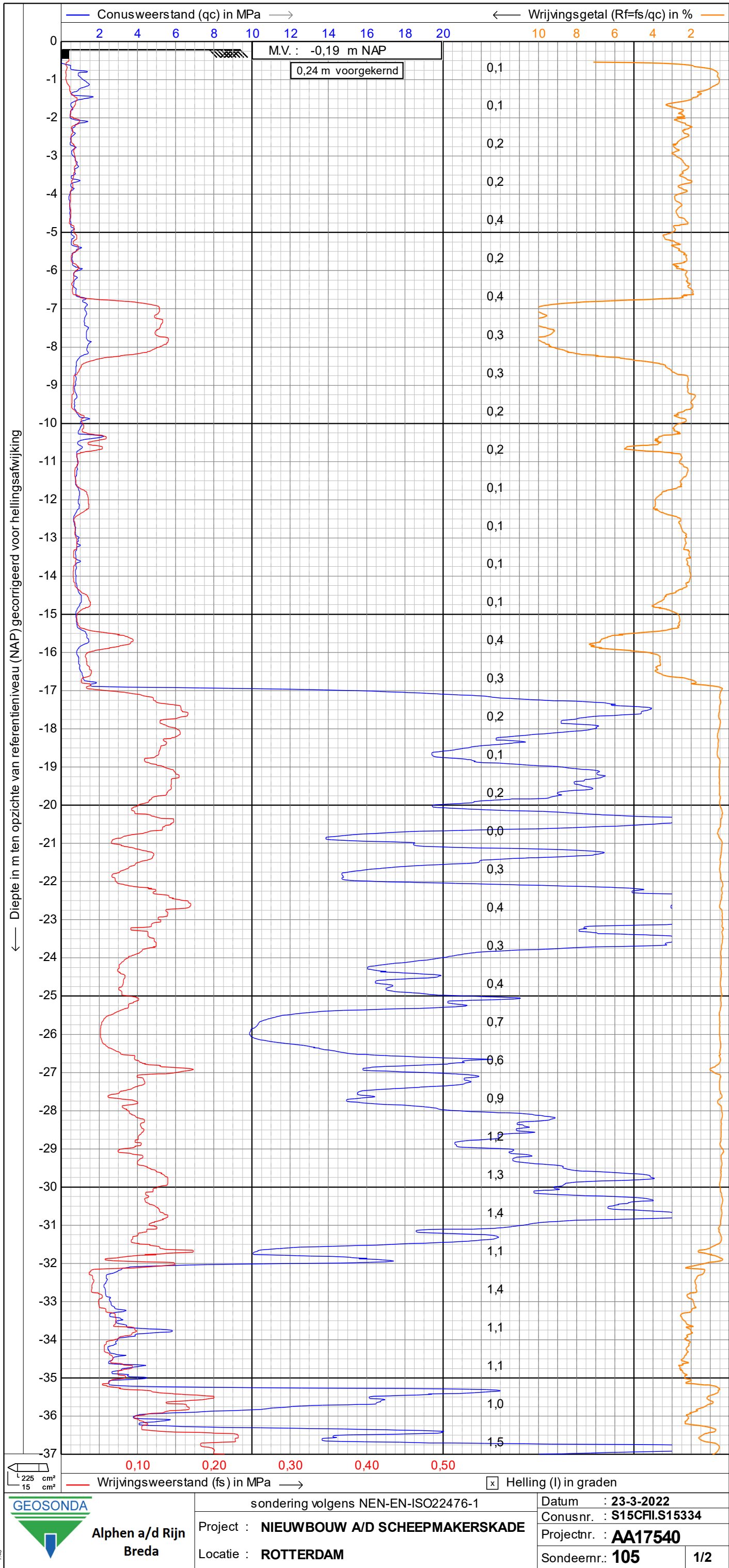


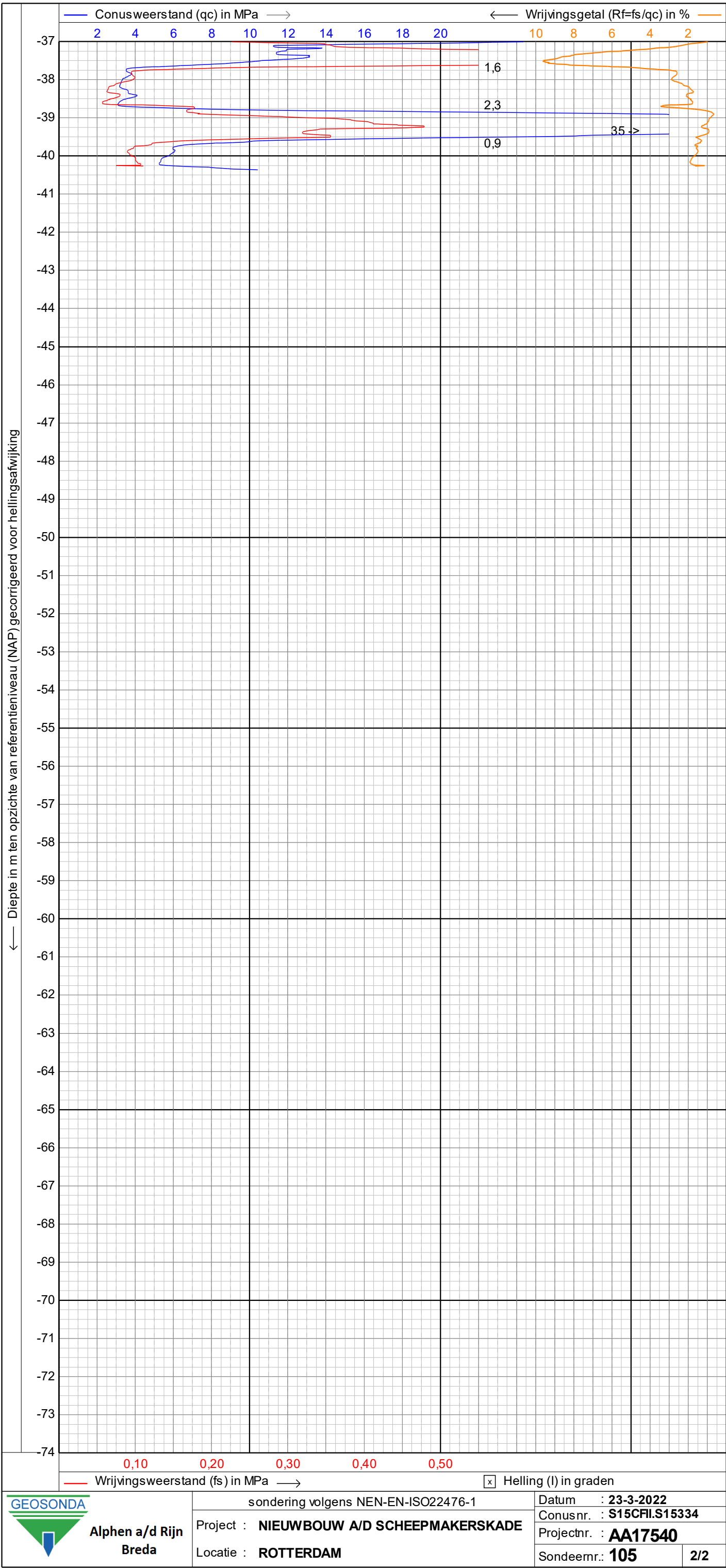










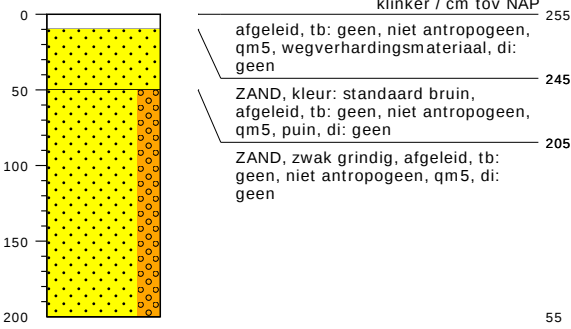


S01 4-10-2018 Handboring			Maaiveldhoogte: 2.65 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: --- t.o.v.				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel		Opmerkingen
+2.0					0.00m Verharding, (tegel). 0.10m Zand, matig fijn, grijs. 1.50m Einde boring.			
-1.0								
+1.0								
-2.0								

S02 4-10-2018 Handboring			Maaiveldhoogte: 2.50 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: --- t.o.v.				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel		Opmerkingen
+2.0					0.00m Verharding, (tegel). 0.10m Zand, matig fijn, grijs. 1.50m Zand, grof, lichtbruin. 2.50m Klei, donkerbruin, sterk silthoudend. 3.00m Einde boring.			
-1.0								
+1.0								
-2.0								
+0.0								
-3.0								
-1.0								
-4.0								

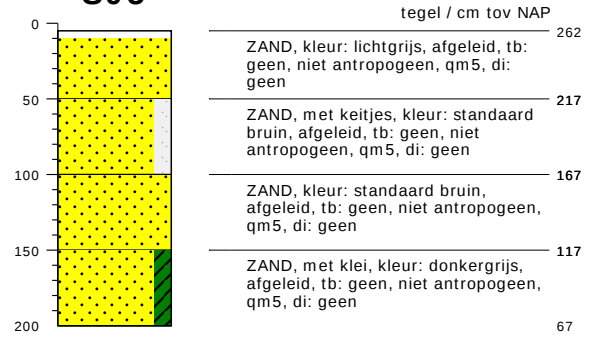
	GEOMET B.V. Alphen a/d Rijn 0172-449822	Project: HOOGBOUW A/D SCHEEPMAKERSHAVEN 27-29	Rapportnr: AA17540
		Locatie: ROTTERDAM	Proj. datum:

S03



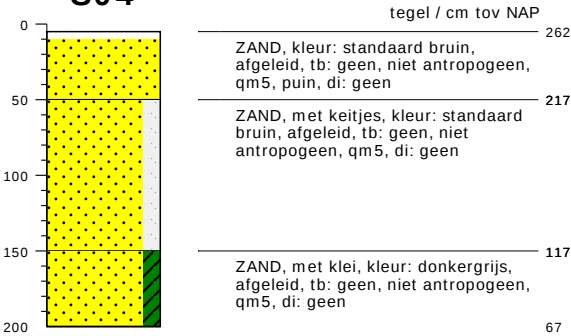
type **grondboring**
datum **20-12-2021**
boormeester **w22**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
type maaiveld **grasland**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
tijdelijke verbruizing gebruikt **nee**

S05



type **grondboring**
datum **20-12-2021**
boormeester **w22**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
type maaiveld **geen bodemgebruik**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
tijdelijke verbruizing gebruikt **nee**

S04



type **grondboring**
datum **20-12-2021**
boormeester **w22**
beschrijflocatie **veld**
beschrijfprocedure **iso14688d1v2019c2020**
beschrijfkwaliteit **klasse2geroerd**
boorprocedure **sikb2001vanaf v6.0**
type maaiveld **geen bodemgebruik**
bemonsteringsprocedure **iso22475d1v2006**
tijdelijke verbruizing gebruikt **nee**

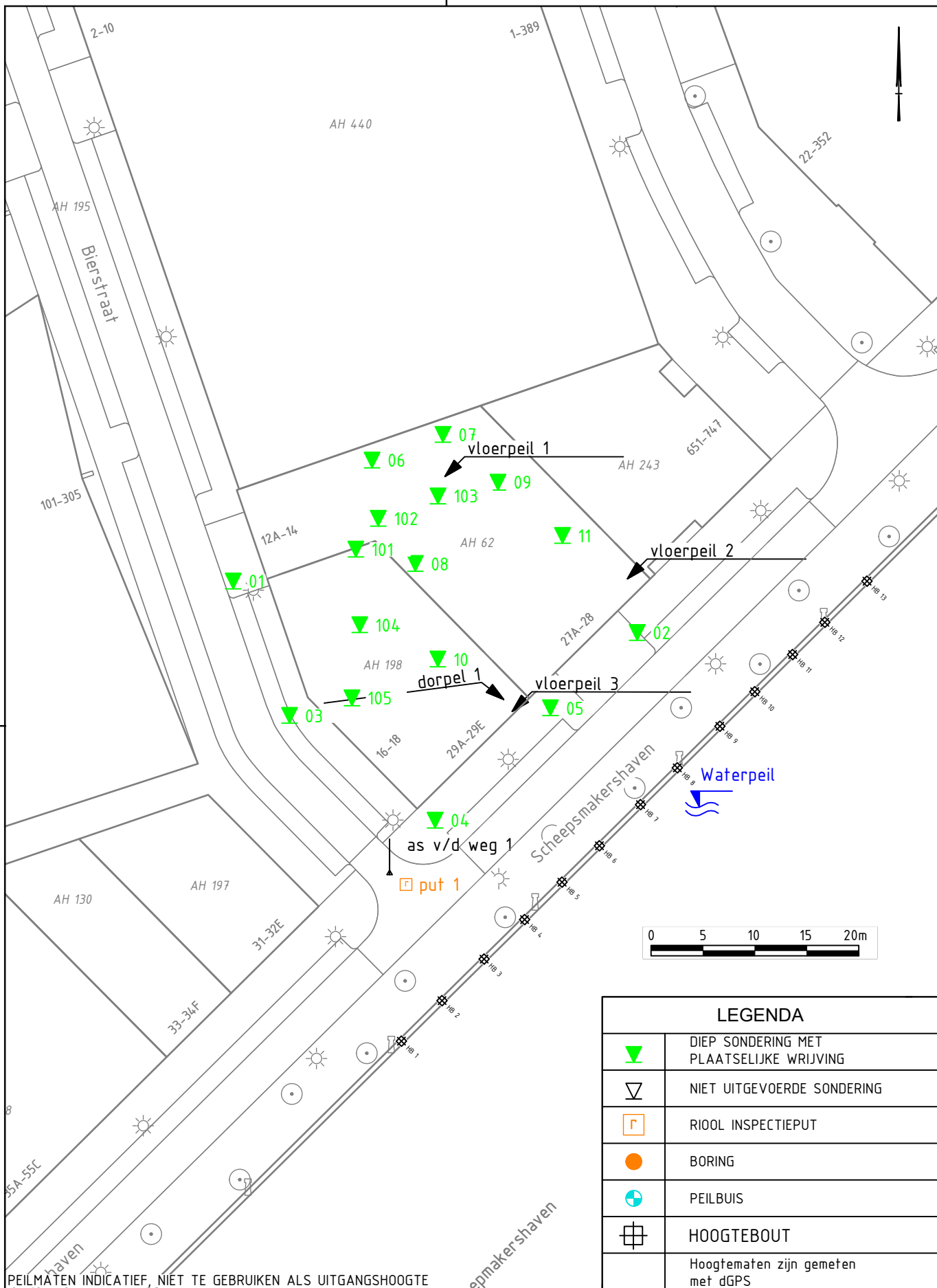
bodemprofielen

onderzoek **NIEUWBOUW A/D SCHEEPMAKERSKADE TE ROTTERDAM**
projectcode **AA17540**
getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**
vakgebied **geotechniek**
kader aanlevering **publieke taak**
kader inwinning **verkennd onderzoek**
kaderstellende procedure **en1997d2v2007**



COÖRDINATEN TABEL

[illegible]



PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBRUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

HOOGBOUW A/D SCHEEPMAKERSHAVEN ROTTERDAM

LOCATIE HOOGTEBOUTJES KADE



Alphen aan den Rijn
Breda

Datum: 28-03-2022

Schaal: 1: 500

Getekend: WJA

Formaat: A4

Projectnummer:

AA17540

Tekeningnr: T01c