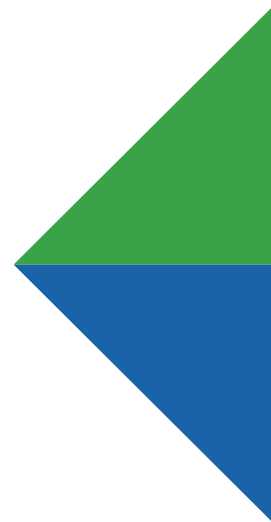




GEOMET
GEOTECHNIEK

**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw De Globe & Sonnevank
aan de Zwartewaalstraat
te Rotterdam**

Opdracht nummer	AA22367-1
Datum rapport	22 april 2025



**Rapport betreffende
fundering nieuwbouw De Globe & Sonnevanck
aan de Zwartewaalstraat
te Rotterdam**

Opdracht nr.	AA22367-1
Datum rapport	22 april 2025
Opdrachtgever	Stichting BOOR Postbus 23058 3001 KB Rotterdam tel: 010 254 08 00
Constructeur	IMD Raadgevende Ingenieurs Postbus 50521 3007 JA Rotterdam tel: 010 201 23 77
Projectbegeleiding	BBN Lichtenauerlaan 80 3062 ME Rotterdam
Architect	Spring Architecten Boompjes 550 3011 XZ Rotterdam

Bijlagen

- tabel paalpuntniveaus	1
- bepaling negatieve kleeft	2
- berekening draagvermogen	3.1 t/m 3.4
- bepaling paalkopzakking	4.1 en 4.2
- sondeergrafieken met kleeftmeting	01 t/m 06
- coördinatentabel	1 blad
- situatie sondeerpunten	T01



INLEIDING

Op 18 november 2024 ontving ABO-Geomet van Stichting BOOR de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek en het uitbrengen van een funderingsadvies betreffende de nieuwbouw van De Globe & Sonnevank aan de Zwartewaalstraat te Rotterdam.

In aansluiting op de reeds verstrekte gegevens bevat dit rapport de resultaten van het grondonderzoek alsmede het funderingsadvies.

GRONDONDERZOEK

Uitgevoerd werden uiteindelijk 6 diepsonderingen met meting van de plaatselijke mantelwrijving, namelijk de sonderingen 01 t/m 06. Aanvankelijk bestond de opdracht uit 4 sonderingen. Vanwege tussentijdse uitbreiding van het projectoppervlak nam het aantal benodigde sonderingen toe. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. Gelet op de beperkte toegankelijkheid van de locatie (zoals een hek met een doorgangsbreedte van 1,5 meter) vond de uitvoering plaats met een minirupsvoertuig, waarbij de noodzakelijke reactiekracht tijdens het sonderen werd ontleend aan in te boren grondankers of keilbouten.

De sondeerlocaties zijn uitgezet en ingemeten met dGPS-RTK. De uitzetgegevens zijn vermeld in de coördinatentabel en op situatietekening T01.

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 klefmantel. 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 niet vastgesteld.

BODEMGESTELDHEID

Het project ligt aan de Zwartewaalstraat nabij de Hoogvlietstraat te Rotterdam. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerpunten varieerde tijdens het grondonderzoek van 0,58 m+ NAP tot 0,89 m+ NAP. Het bestaande vloerpeil is ingemeten op 0,96 m+ NAP. Kolken zijn ingemeten op 0,48 m+ NAP tot 0,72 m+ NAP.

De grondwaterstand lag tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in januari 2025 op ca. 0,5 tot 0,7 m- NAP. Opgemerkt wordt dat dit een serie éénmalige waarnemingen betreft. De freatische grondwaterstand varieert en is afhankelijk van neerslagoverschot, bodemopbouw en afstand tot open water.

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

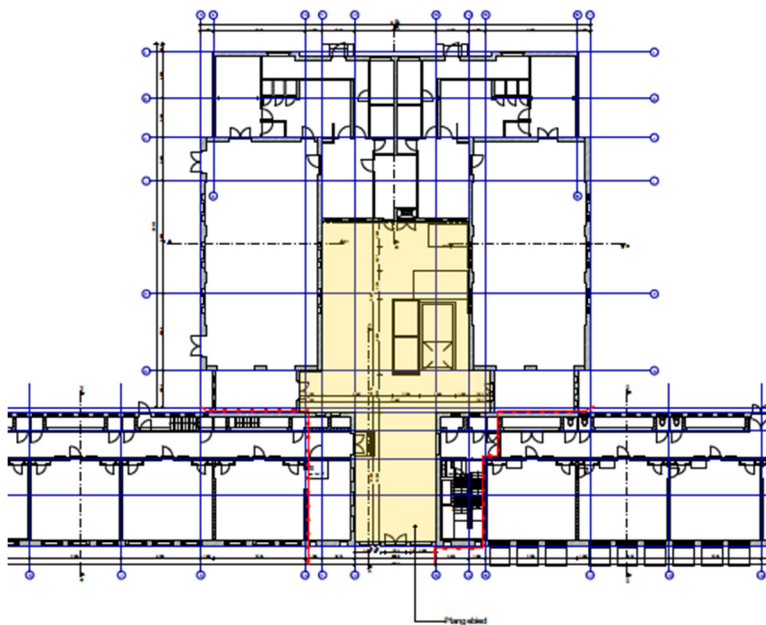
<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- 0,25+ à 0,5	<u>ZAND</u> , los tot matig vast gepakt, opgebracht
0,25+ à 0,5	- 4,5 à 5,25	<u>KLEI</u> , slap, silt- en lokaal veenhoudend
4,5 à 5,25	- 7,0 à 8,0	<u>VEEN</u> , slap
7,0 à 8,0	- 12,0 à 14,5	<u>KLEI</u> , slap, silthoudend
12,0 à 14,5	- 15,0 à 17,0	<u>ZAND</u> , matig vast tot vast gepakt, lokaal sterk kleihoudend
15,0 à 17,0	- 17,0 à 17,5	<u>KLEI</u> , lokaal zandhoudend
17,0 à 17,5	- 24,25 à 27,0	<u>ZAND</u> , vast tot zeer vast gepakt, lokaal met silthoudend laagje, Pleistoceen
24,25 à 27,0	- ca. 31,25	<u>KLEI, LEEM, ZAND, VEEN</u> , afwisselende overgeconsolideerde lagen, formatie van Waalre (voorheen: laag van Kedichem)
ca. 31,25		maximaal verkende diepte

Het project ligt in een oud geulengebied, waarin deels de oorspronkelijke holocene klei- en veenlagen zijn vervangen door matig vast tot vast gepakt zand (aanvang van ca. 12,0 tot 14,5 m- NAP).

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

Het project omvat een bestaand pand waar enkele constructieve ingrepen worden gedaan. Ter plaatse van de entreezone (geel gebied in figuur 1) wordt een nieuwe lichte staalconstructie met houten vloeren voorzien, welke op een nieuwe fundering afdraagt. Het oorspronkelijke uitgangspunt was de toepassing van stalen buispalen. Dit was voorzien vanwege de beperkte toegankelijkheid.



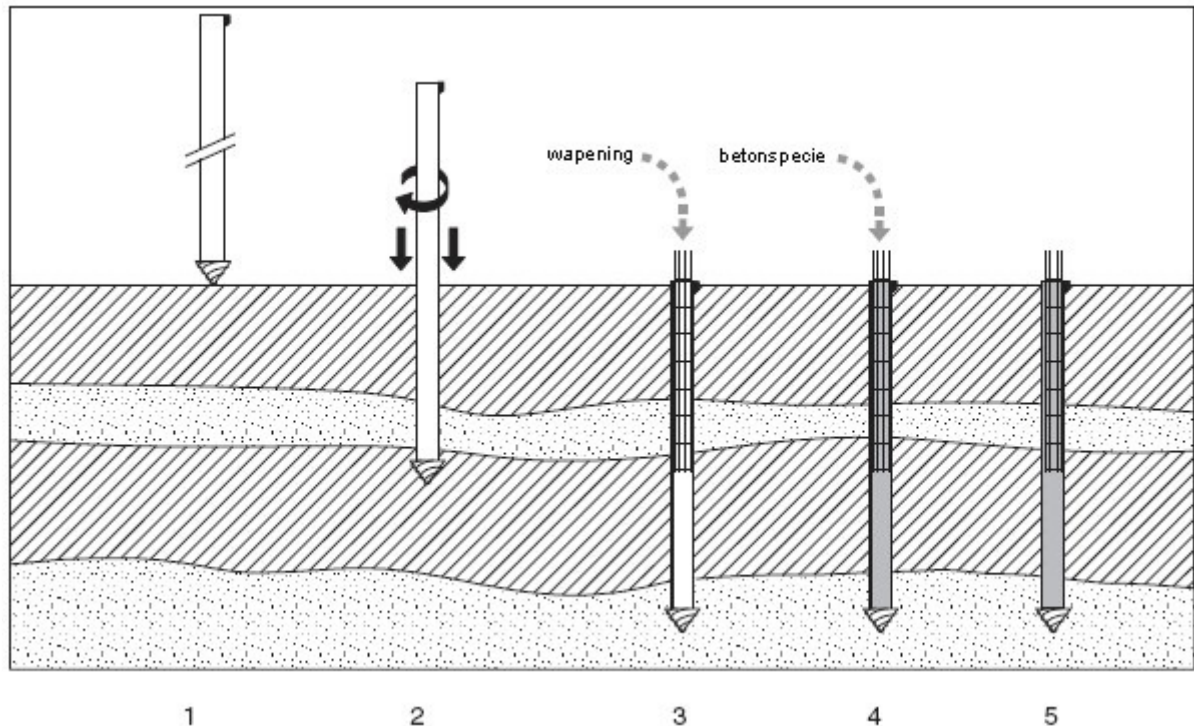
Figuur 1 detail projectlocatie (bron: IMD Raadgevende Ingenieurs)

Volgens de architect is het project een Rijksmonument (Zwartewaalstraat 28 en 38).

Gelet op de aangetroffen bodemopbouw komt alleen een fundering op palen in aanmerking. Vanwege de zeer korte afstand tussen de in te brengen palen en de bestaande constructie worden bij het inbrengen van geheide stalen buispalen ontoelaatbare trillingsniveaus verwacht.

Geadviseerd wordt daarom trillingsvrije stalen buispalen toe te passen, geschroefd met groutschil (stalen schroefpalen met groutinjectie). Dit zijn trillingsvrije, 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. In het Handboek Funderingen is dit paaltype onder B4800 vermeld.

De paal wordt, afhankelijk van de beschikbare werkruimte, mogelijk in delen ingebracht en opgelast waarbij de groutinjectie alleen tijdens het laatste deel wordt uitgevoerd. De minimale lengte van het buisdeel met groutinjectie bedraagt 5 meter.



Figuur 2 uitvoeringswijze geschroefde stalen buispaal met groutinjectie

De uit de constructie bepaalde rekenwaarden van de optredende belastingen volgens NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991 en aan te houden paalafmetingen zijn in principe als volgt:

<u>paalafmeting</u>	<u>rekenwaarde belasting $F_{c;d}$</u>
ø219/310 mm	300 kN
ø219/310 mm of ø355/450 mm	500 kN
ø355/450 mm	750 kN

Het paal draagvermogen is bepaald conform NEN 997-1:2016+ C2:2017. Het aan te houden paalpuntniveau is gegeven in de overzichtstabel in bijlage 1. 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 dient per deelgebied zoveel mogelijk een gelijk paalpuntniveau te worden aangehouden. Indien het gewenst is een gelijk paalpuntniveau te verkrijgen dan dient plaatselijk rekening te worden gehouden met een reductie van de paalbelasting, één en ander zoals aangegeven in de overzichtstabel.

Een mogelijk alternatief is de toepassing van schroefinjectiepalen. Een nadere uitwerking valt buiten het kader van de verstrekte opdracht (advies voor 1 paalttype).

afstand tot belendingen

Volgens opgave van de architect is de omliggende bebouwing een Rijksmonument. Er is door de constructeur een bestekstekening uit 1929 verstrekt, waarop in de direct omliggende stramienen veel palen zijn aangegeven. Paaltype, paalafmeting en paalpuntniveau zijn niet vermeld. Het meest waarschijnlijke is een fundering op houten palen, die op stuit in de funderingszandlaag zijn afgeheid. Als gevolg van de aanwezige tussenzandlagen wordt een raming van de uiteindelijke paalpuntniveaus lastig.

Om het risico voor de bestaande funderingen te minimaliseren, is een h.o.h. afstand van $3,0 \cdot D_{\text{bestaand}} + 3,0 \cdot D_{\text{nieuw}}$ wenselijk. Hierbij is D de diameter van de paalvoet.

berekeningen

Berekeningen zijn uitgevoerd volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017. 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 niet-stijf bouwwerk beschouwd. Ten aanzien van het grondonderzoek wordt gesteld dat voor ieder deelgebied tenminste 3 representatieve sonderingen zijn uitgevoerd. Bij bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht zijn op basis van de bovengenoemde randvoorwaarden correlatiefactoren $\xi_3 = 1,30$ en $\xi_4 = 1,30$ vastgesteld.

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D methode van Koppejan. Voor de berekening van het puntdraagvermogen geldt een paalklassefactor α_p van 0,63 en verder zijn β en s gelijk aan 1,0. 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 diameter ter grootte van de paalvoet, uitgaande van toepassing van een constructieve groutinjectie.

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 in bijlage 2 gepresenteerd.

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.

In bijlage 1 zijn de geadviseerde puntniveaus vermeld en in bijlage 3.1 t/m 3.4 de berekeningsresultaten. Per locatie moet worden gecontroleerd of bij de direct omliggende sonderingen voldoende draagkracht beschikbaar is. Indien het gewenst is een gelijk paalpuntniveau te verkrijgen dan dient plaatselijk rekening te worden gehouden met een reductie van de paalbelasting, één en ander zoals aangegeven in de overzichtstabel.

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. Bij dit project is niet gerekend met een draagvermogen op basis van een gemiddelde.

paalwapening en betonkwaliteit

De wapening en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase. Voor de bijdrage van de stalen buis moet rekening worden gehouden met corrosietoeslag volgens de richtlijnen in NEN 6766:2023.

De stalen buispalen worden in de funderingszandlaag voorzien van een grouterschil. De water/cementverhouding moet worden afgestemd op de bodemgesteldheid en heeft vaak een waarde van 1,5 à 2,0. Een te lage waarde moet worden voorkomen omdat dit tot stagnatie van de retourstroom kan leiden. De grouterschil heeft een relatief lage sterkte. Deze is in principe voldoende om de maximale schachtwrijvingkracht over te brengen van buitenkant grouterschil naar de paalkern. Bij een hogere water/cementverhouding dan 2,0 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.

vervormingen

De zakking voor het ontwikkelen van het grondmechanisch draagvermogen is gepresenteerd in onderstaande tabel en bijlage 4.1 en 4.2. Het betreft de paalkopzakking s van een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1 in de bruikbaarheidsgrenstoestand. De maximale waarde van de representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$ is bepaald voor een partiële factor $\gamma_F = 1,25$ uit de constructieve berekening. De berekende zakking is inclusief de elastische verkorting van de paal, waarbij een gewogen E-modulus van 47740 respectievelijk 36740 N/mm² is aangehouden.

Paalzakking en veerstijfheid geschroefde stalen buispalen voor statische drukbelasting				
Paalafmeting	paalpuntniveau	representatieve belasting $F_{c,rep}$	paalkopzakking s in BGT	veerstijfheid $k_{v,d}$ in UGT
ø219/310 mm	21,5 m- NAP	400 kN	11 mm	27.000 kN/m ¹
ø355/450 mm	21,0 m- NAP	600 kN	11 mm	40.700 kN/m ¹

In bijlage 4.1 en 4.2 is 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. 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. Bij de onderhavige bodemopbouw en paalopzet is de invloed van deze zetting niet significant of nagenoeg uniform. De extra zakking bij paalgroepen is derhalve niet of nauwelijks van belang bij de toetsing van de grenstostanden.

INSTALLATIE GESCHROEFDE STALEN BUISPALEN 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. Als het vullen van de stalen buispalen later wordt uitgevoerd moet een goed sluitend stalen deksel worden toegepast. 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.

Voor palen met een h.o.h. afstand kleiner dan 4 maal de voetplaatdiameter dient een wachttijd van minimaal 20 uur te worden aangehouden. Als tijdens het inboren van een paal grout of water langs een eerder gemaakte buispaal omhoogkomt dan dient een grotere afstand te worden gehanteerd.

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". ABO Geomet kan worden ingeschakeld voor toezicht en akoestische metingen.

Alphen a/d Rijn, 22 april 2025

ABO-GEOMET B.V.

opgesteld door:

■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■

■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■

OVERZICHTSTABEL PAALDRAAGVERMOGEN

(volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017)

Paalpuntniveau in m- NAP geschroefde stalen buispalen met constructieve groutschil				
sond nr	maaiveld in m+ NAP	ø219/310 mm F _{c;d} = 300 kN	ø219/310 mm F _{c;d} = 500 kN	ø355/450 mm F _{c;d} = 750 kN
01	0,82	19,5↓	22,5	21,0-21,5 (ND 23,0)
02	0,81	19,5↓	22,5	21,0↓ (ND 23,0)
03	0,82	19,5↓	21,0-21,5 ND of 22,5 F=410	21,0 ND of 21,5 F=700 of 22,5 F=710
04	0,89	19,5↓	21,5↓ (ND 23,0)	21,0↓ (ND 23,0)
05	0,83	21,0 of 19,5 F=100	22,5 F=430	22,5 ND F=730 of 21,5 F=695
06	0,58	19,0↓	20,5↓	19,5↓

Paalpuntniveau in m- NAP geschroefde stalen buispalen met constructieve groutschil		
sond nr	maaiveld in m+ NAP	ø355/450 mm F _{c;d} = 500 kN
01	0,82	19,0-19,5↓
02	0,81	19,0-19,5↓
03	0,82	19,5↓
04	0,89	19,0-19,5↓
05	0,83	20,5 of 19,5 F=205
06	0,58	19,0↓

ND = niet dieper inbrengen
 ↓ = dieper inbrengen toegestaan
 19,0-19,5 = traject van mogelijke paalpuntniveaus.

BEPALING NEGATIEVE KLEEFBELASTING BODEMPROFIEL 1

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017
 Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.

Maaiveld: 0,75 m NAP
 Grondwaterstand: -0,50 m NAP
 Bovenbelasting: 0,00 kN/m²
 Paaltype: Stalen buispaal geschroefd en groutschil
 Schachtdiameter d_s: 450 mm
 Paaloppervlak: 2 in de grond gevormd
 Grondoppervlak A: 0,00 m² (alleenstaande paal)
 Paalomtrek O_{s,gem}: 1,41 meter
 Partiële belastingsfactor γ_{f,nk}: 1,00 (-)

laag	o.k. laag m NAP	γ _{j,rep} kN/m ³	φ' _{j,rep} (°)	K ₀ *tan δ _j (-)	m _j (-)	σ' _{v,j,rep} kN/m ²	σ' _{v,j,sur,rep} kN/m ²	σ' _{v,j,m,rep} kN/m ²	F _{nk,rep} kN
0	0,75					0,00	0,00	0,00	0,00
1	-0,50	17,00	30,00	0,289	0,000	21,25	21,25	21,25	5,42
2	-5,00	14,00	20,00	0,250	0,000	39,25	39,25	39,25	53,53
3	-7,00	12,00	17,50	0,250	0,000	43,25	43,25	43,25	82,69
4	-14,50	14,00	20,00	0,250	0,000	73,25	73,25	73,25	237,09
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleef bedraagt:

$$F_{nk,rep} = 237 \text{ kN}$$

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

$$F_{nk;d} = 237 \text{ kN}$$

Negatieve kleef bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 168 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

Paaltype : Stalen buispaal geschroefd en groutschil
 Stijf bouwwerk: nee

d_s : Ø 219/310 mm
 D_n : Ø 310 mm

sond nr	punt m NAP	$q_{c,I,gem}$	$q_{c,II,gem}$ 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	-19,50	7,0	2,4	2,2	2,00	14,3	2,18	165	251	267	163	103	103
	-20,00	4,7	4,7	2,3	2,50	13,0	2,21	166	286	290	163	126	126
	-20,50	12,8	9,5	3,3	3,00	12,3	4,56	344	323	427	163	264	264
	-21,00	12,6	9,5	4,8	3,50	12,3	4,99	377	377	483	163	320	320
	-21,50	10,6	10,6	6,2	4,00	12,3	5,29	399	433	533	163	370	370
	-22,00	13,4	9,9	7,7	4,50	12,4	6,09	460	490	609	163	446	446
	-22,50	10,3	7,2	7,0	5,00	12,7	4,96	374	555	596	163	432	432
	-23,00	8,8	7,3	7,2	5,50	12,6	4,79	361	609	622	163	458	458
	-19,00	14,6	13,8	7,7	2,00	10,4	6,91	522	182	451	128	323	323
	-19,50	18,8	16,4	10,4	2,50	11,2	8,81	665	246	584	128	456	456
6	-20,00	17,6	14,3	11,9	3,00	11,9	8,78	663	312	625	128	497	497
	-20,50	16,0	14,3	13,0	3,50	12,3	8,88	671	377	672	128	544	544
	-21,00	15,0	14,3	14,1	4,00	12,6	9,05	683	443	722	128	594	594
	-21,50	16,5	13,4	13,3	4,50	12,9	8,91	673	508	756	128	629	629
	-22,00	15,0	13,4	13,3	5,00	13,1	8,69	656	573	788	128	660	660
	-22,50	13,4	13,4	13,3	5,50	13,2	8,43	637	639	817	128	690	690
	-23,00	14,5	10,1	10,1	6,00	13,3	7,07	534	701	791	128	663	663

BEPALING REKENWAARDE MAXIMALE DRAAGKRACHT

Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017

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

$$R_{b,cal,max;i} = A_{punt} * \alpha_p * \beta * s * (1/2 * (q_{c,i,gem} + q_{c,i,II,gem}) + q_{c,i,III,gem}) * 1/2$$

Maximale schachtwrijvingskracht

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

Paaltype : Stalen buispaal geschroefd en grouterschil

Constructieve schachtafmeting d_s : Ø 355 mmSchachtafmeting in funderingslagen d_s : Ø 450 mmPuntafmeting D_p : Ø 450 mm H_{voet} : 0 mmPaalklassefactor punt α_p : 0,630

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 : nee

Correctiefactor ontgraving $q_{c,z;a}$: 1,00Aantal sonderingen n : 3Correctiefactor verdichting $q_{c,III}$ en $q_{c,z;a}$: 1,00Correlatiefactor $R_{c,cal,gem}$ ξ_3 : 1,30

Correctiefactor verdichting 4D onder punt : 1,00

Correlatiefactor $R_{c,cal,min}$ ξ_4 : 1,30Negatieve kleef $F_{nk,max;d}$ bodemprofiel 1 : 168 kN/m¹Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,20bodemprofiel 2 : 0 kN/m¹Belastingvariëfactoor $\gamma_{m,var;q_c}$: 1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c,i,gem}$	$q_{c,i,II,gem}$ MPa	$q_{c,i,III,gem}$	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	13,1	13,0	5,7	1,50	13,0	5,92	941	248	763	237	525	525
	-19,50	19,2	15,9	7,4	2,00	13,2	7,86	1251	336	1017	237	780	780
	-20,00	19,5	12,2	8,6	2,50	13,6	7,70	1225	432	1062	237	825	825
	-20,50	16,0	7,8	6,8	3,00	13,8	5,89	938	527	939	237	702	702
	-21,00	13,6	7,8	7,6	3,50	14,0	5,76	916	623	986	237	749	749
	-21,50	10,7	7,9	7,7	4,00	14,1	5,35	851	718	1006	237	769	769
	-22,00	8,6	8,1	7,7	4,50	13,9	5,06	805	794	1025	237	788	788
	-22,50	12,7	8,4	7,8	5,00	13,6	5,76	916	864	1141	237	904	904
	-23,00	10,4	8,4	7,8	5,50	13,7	5,43	864	956	1166	237	929	929
	-23,50	10,4	8,4	7,8	5,50	13,7	5,43	864	956	1166	237	929	929
2	-19,00	13,8	9,6	5,3	2,00	12,9	5,33	848	327	753	237	516	516
	-19,50	11,4	9,5	6,5	2,50	13,3	5,33	848	423	814	237	577	577
	-20,00	11,0	8,7	7,1	3,00	13,1	5,33	847	501	865	237	628	628
	-20,50	11,0	8,7	8,2	3,50	12,7	5,69	905	567	944	237	707	707
	-21,00	10,7	8,8	8,7	4,00	12,6	5,80	923	644	1004	237	767	767
	-21,50	9,3	8,7	8,7	4,50	12,5	5,57	886	718	1028	237	791	791
	-22,00	9,5	9,2	8,7	5,00	12,3	5,70	907	783	1083	237	846	846
	-22,50	12,1	10,4	8,9	5,50	12,2	6,32	1006	855	1193	237	956	956
	-23,00	11,9	3,8	3,8	6,00	12,2	3,68	586	935	975	237	738	738
	-23,50	11,9	3,8	3,8	6,00	12,2	3,68	586	935	975	237	738	738
3	-19,00	13,9	9,7	5,1	1,50	15,0	5,32	847	286	726	237	489	489
	-19,50	12,2	9,7	6,3	2,00	15,0	5,43	864	382	798	237	561	561
	-20,00	11,3	9,6	7,5	2,50	14,7	5,66	901	467	877	237	640	640
	-20,50	10,7	10,7	8,7	3,00	14,2	6,11	972	541	970	237	733	733
	-21,00	18,8	10,6	9,7	3,50	13,9	7,69	1223	618	1180	237	943	943
	-21,50	16,8	4,4	4,4	4,00	14,0	4,74	754	714	941	237	704	704
	-22,00	13,9	4,4	4,4	4,50	14,1	4,29	683	809	956	237	719	719
	-22,50	9,7	4,4	4,4	5,00	14,2	3,62	576	904	949	237	712	712
	-23,00	11,5	10,1	4,4	5,50	13,8	4,80	764	966	1109	237	872	872
	-23,50	11,5	10,1	4,4	5,50	13,8	4,80	764	966	1109	237	872	872
4	-19,00	13,9	11,1	5,3	1,50	14,3	5,60	891	274	747	237	509	509
	-19,50	12,7	9,3	5,8	2,00	14,5	5,28	840	368	774	237	537	537
	-20,00	12,1	9,3	6,9	2,50	14,1	5,54	882	450	853	237	616	616
	-20,50	11,4	9,3	8,0	3,00	13,9	5,78	920	532	931	237	693	693
	-21,00	9,7	9,4	9,1	3,50	13,8	5,86	932	613	990	237	753	753
	-21,50	16,7	14,2	9,4	4,00	13,3	7,81	1242	676	1229	237	992	992
	-22,00	14,8	14,2	10,0	4,50	13,5	7,73	1230	772	1283	237	1046	1046
	-22,50	17,4	8,5	8,3	5,00	13,6	6,71	1067	865	1238	237	1001	1001
	-23,00	16,4	8,5	8,3	5,50	13,7	6,56	1043	961	1285	237	1047	1047
	-23,50	16,4	8,5	8,3	5,50	13,7	6,56	1043	961	1285	237	1047	1047
5	-19,00	9,9	2,4	1,6	1,50	14,8	2,46	391	282	432	237	194	194
	-19,00	9,9	2,4	1,6	1,50	14,8	2,46	391	282	432	237	194	194

Paaltype : Stalen buispaal geschroefd en groutschil
 Stijf bouwwerk: nee

d_s : Ø 355/450 mm
 D_n : Ø 450 mm

sond nr	punt m NAP	$q_{c,I, \text{gem}}$	$q_{c,II, \text{gem}}$ MPa	$q_{c,III, \text{gem}}$	ΔL m	$q_{c,z,a}$ MPa	$q_{b, \text{max}}$ MPa	$R_{b, \text{cal; max}}$	$R_{s, \text{cal; max}}$	$R_{c,d}$ ξ_3 kN	$F_{nk,d}$ kN	$R_{c, \text{netto; d}}$ ξ_4 kN	$R_{c, \text{netto; d}}$ ξ_3 kN
5	-19,50	7,0	2,4	1,8	2,00	14,3	2,06	328	365	444	237	207	207
	-20,00	6,0	6,0	2,0	2,50	13,0	2,52	401	414	523	237	286	286
	-20,50	12,8	9,5	2,9	3,00	12,3	4,43	704	468	751	237	514	514
	-21,00	12,6	9,5	4,0	3,50	12,3	4,76	756	548	836	237	599	599
	-21,50	13,2	9,8	5,0	4,00	12,3	5,21	828	628	934	237	697	697
	-22,00	11,7	7,2	4,9	4,50	12,4	4,51	717	712	916	237	679	679
	-22,50	10,1	7,2	5,6	5,00	12,7	4,48	713	806	974	237	737	737
	-23,00	10,7	2,6	2,5	5,50	12,6	2,89	460	883	861	237	624	624
	-19,00	14,6	13,8	5,6	2,00	10,4	6,24	993	264	806	186	620	620
	-19,50	17,9	14,4	7,5	2,50	11,2	7,44	1183	357	987	186	802	802
6	-20,00	16,9	14,3	9,3	3,00	11,9	7,85	1249	452	1091	186	905	905
	-20,50	16,0	14,3	11,2	3,50	12,3	8,30	1320	548	1198	186	1012	1012
	-21,00	15,9	13,4	11,9	4,00	12,6	8,37	1331	643	1266	186	1080	1080
	-21,50	16,3	13,4	12,6	4,50	12,9	8,64	1374	737	1353	186	1168	1168
	-22,00	15,2	10,7	10,6	5,00	13,1	7,43	1181	832	1291	186	1105	1105
	-22,50	14,6	10,1	10,1	5,50	13,2	7,08	1126	927	1316	186	1130	1130
	-23,00	14,5	10,1	10,1	6,00	13,3	7,07	1125	1017	1373	186	1187	1187

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

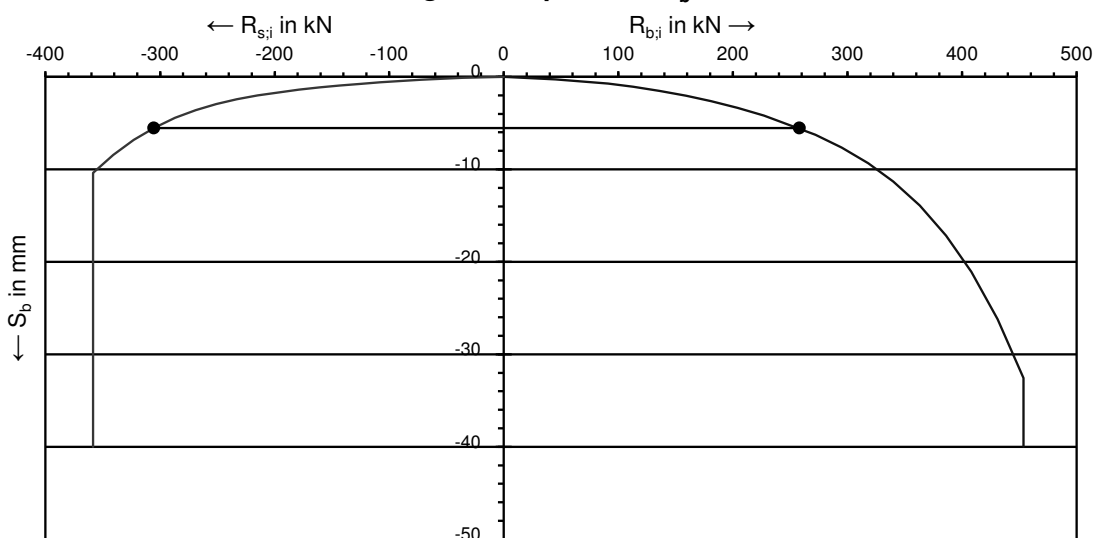
Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017

Paalkopzakking $s = s_1 + s_2$

$s_1 = s_b + s_{el}$

Paaltype	:	Stalen buispaal geschroefd en groutschil		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 219 mm	d_{eq}	: 219 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 310 mm	D_{eq}	: 310 mm
Schachtdoorsnede	:	0,038 m ²		
E-modulus paalschacht	:	46.740 N/mm ²	alleenstaande paal	
Sondering	:	4	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	0,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 0 kPa
Paalpuntniveau	:	-21,50 m NAP	A_{4D}	: 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleef	:	-17,50 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	400 kN		
Representatieve negatieve kleef $F_{nk,rep}$	:	163 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 590 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,30 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 466 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



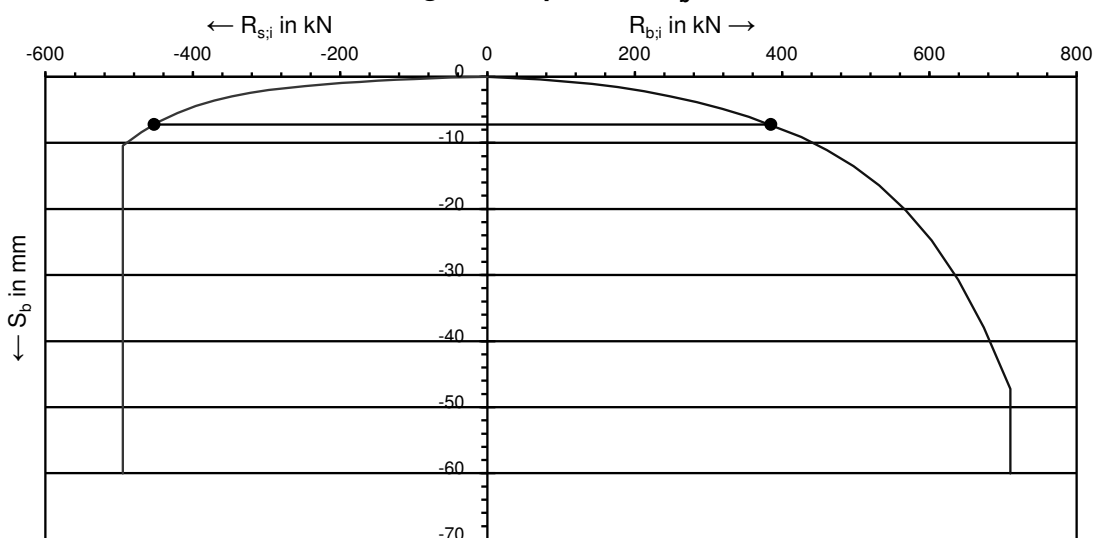
$R_{b,max,i}$	:	454 kN
$R_{s,max,i}$	:	358 kN
$R_{b,i}$	:	258 kN
$R_{s,i}$	:	305 kN
s_b	:	5,54 mm
s_{el}	:	5,86 mm
s_1	:	11,39 mm
s_2	:	0,00 mm
s	:	11,39 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	35.100 kN/m1
$\gamma_{m,k}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	27.000 kN/m1

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

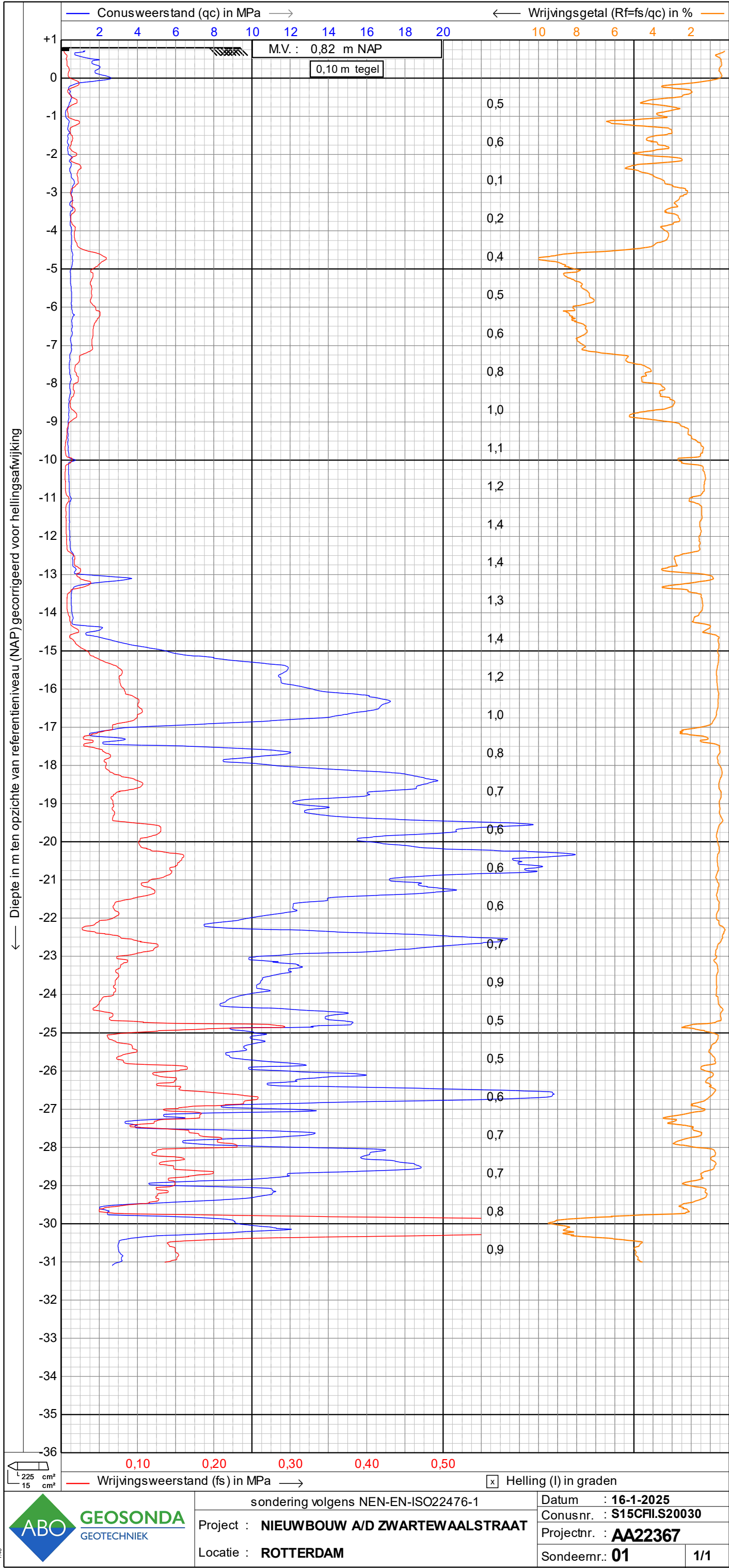
Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017

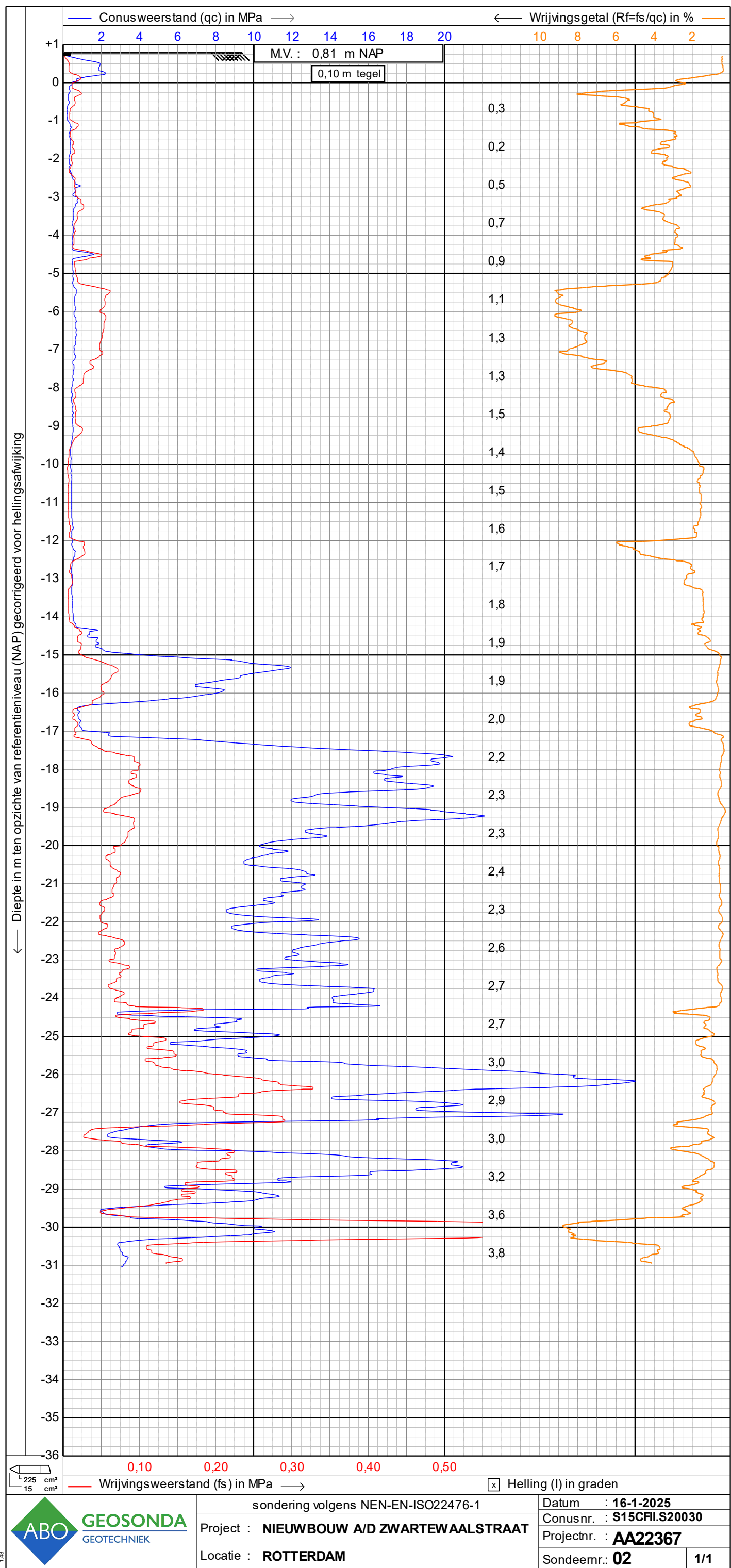
Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$ $s_1 = s_b + s_{el}$

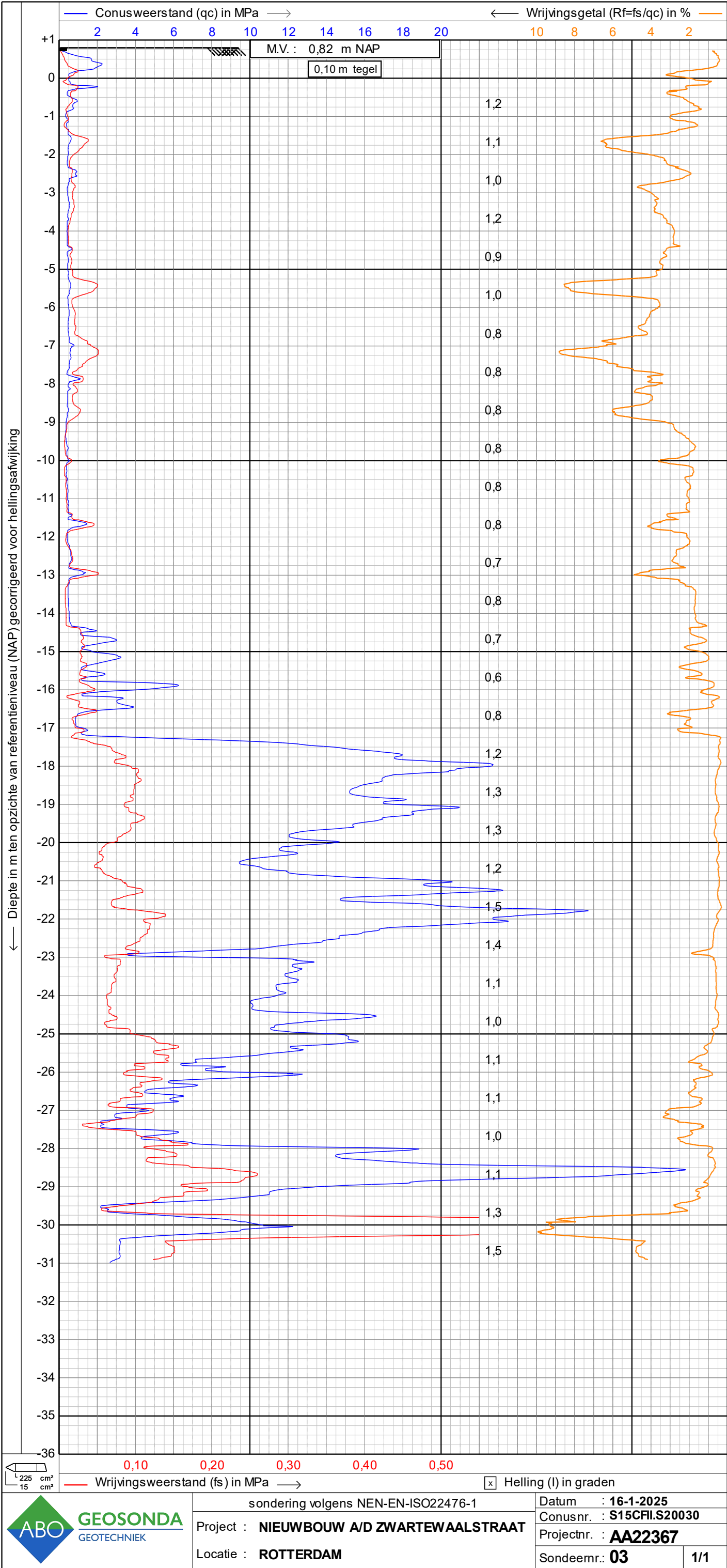
Paaltype	:	Stalen buispaal geschroefd en groutschil		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 355 mm	d_{eq}	: 355 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 450 mm	D_{eq}	: 450 mm
Schachtdoorsnede	:	0,099 m ²		
E-modulus paalschacht	:	36.740 N/mm ²	alleenstaande paal	
Sondering	:	2	m	: 0,96 (-)
Paalkopniveau	:	0,50 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$	: 0 kPa
Paalpuntniveau	:	-21,00 m NAP	A_{4D}	: 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleef	:	-17,00 m NAP	$E_{ea,gem}$	: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$	:	600 kN		
Representatieve negatieve kleef $F_{nk,rep}$	:	237 kN		
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$	: 923 kN	Correlatiefactor ξ_3	: 1,30 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$	: 644 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s	: 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$	: 0 kN		

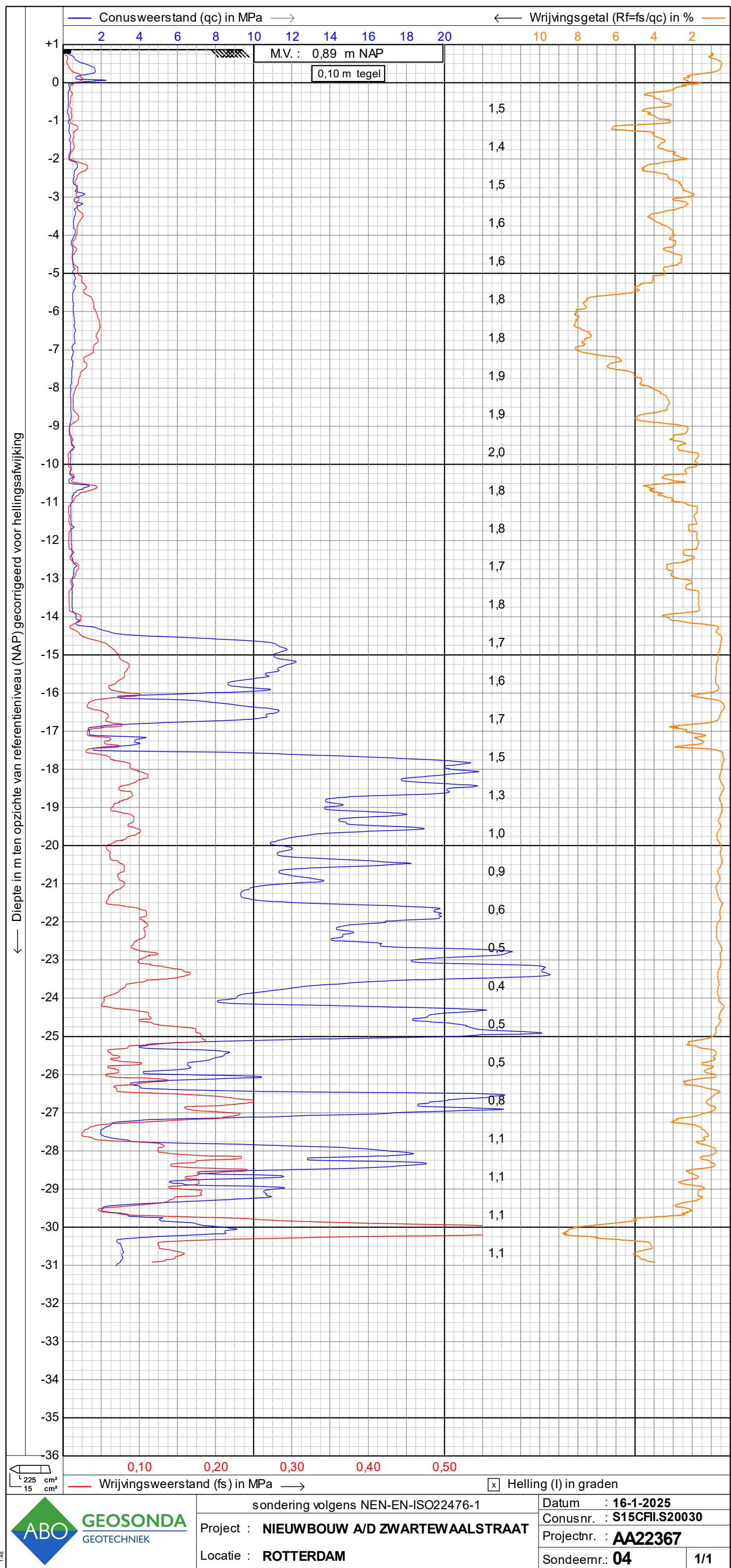
zakking van de paalvoet s_b 

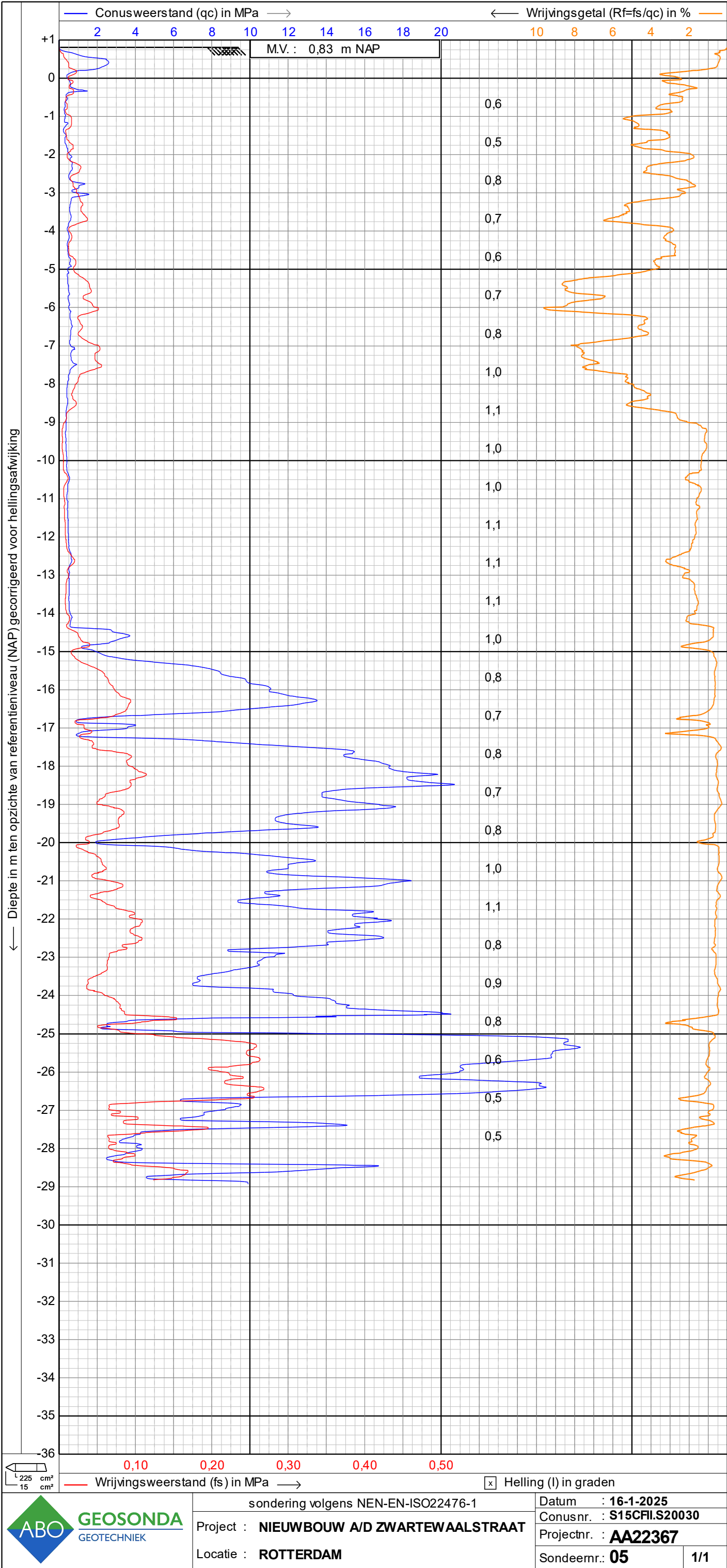
$R_{b,max,i}$	:	710 kN
$R_{s,max,i}$	:	495 kN
$R_{b,i}$	:	385 kN
$R_{s,i}$	:	452 kN
s_b	:	7,22 mm
s_{el}	:	4,13 mm
s_1	:	11,35 mm
s_2	:	0,00 mm
s	:	11,35 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$	:	52.900 kN/m1
$\gamma_{m,k}$	:	1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$	:	40.700 kN/m1

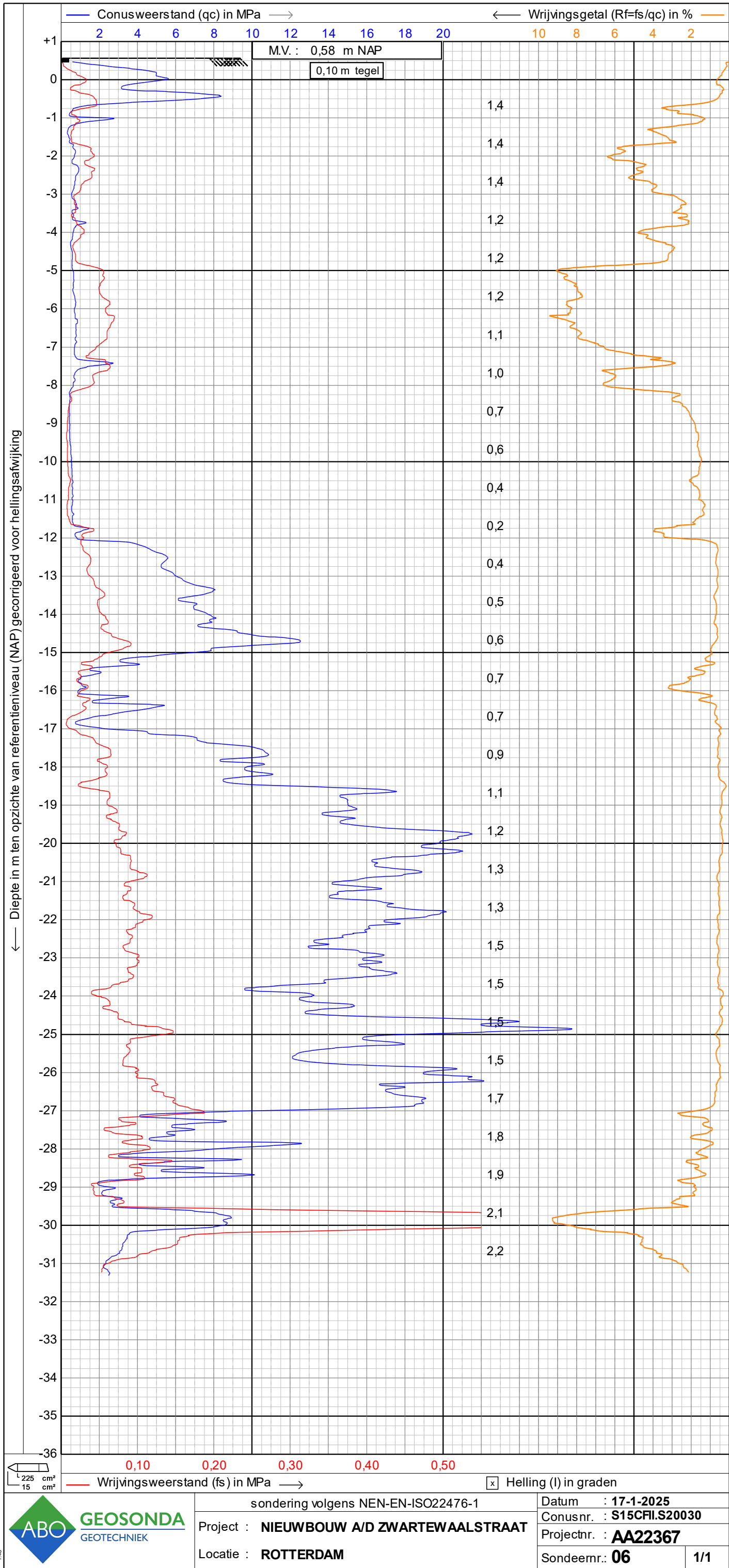


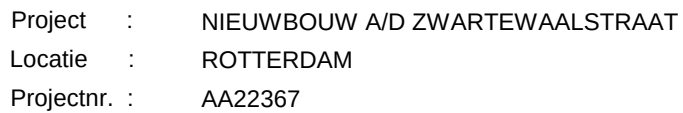


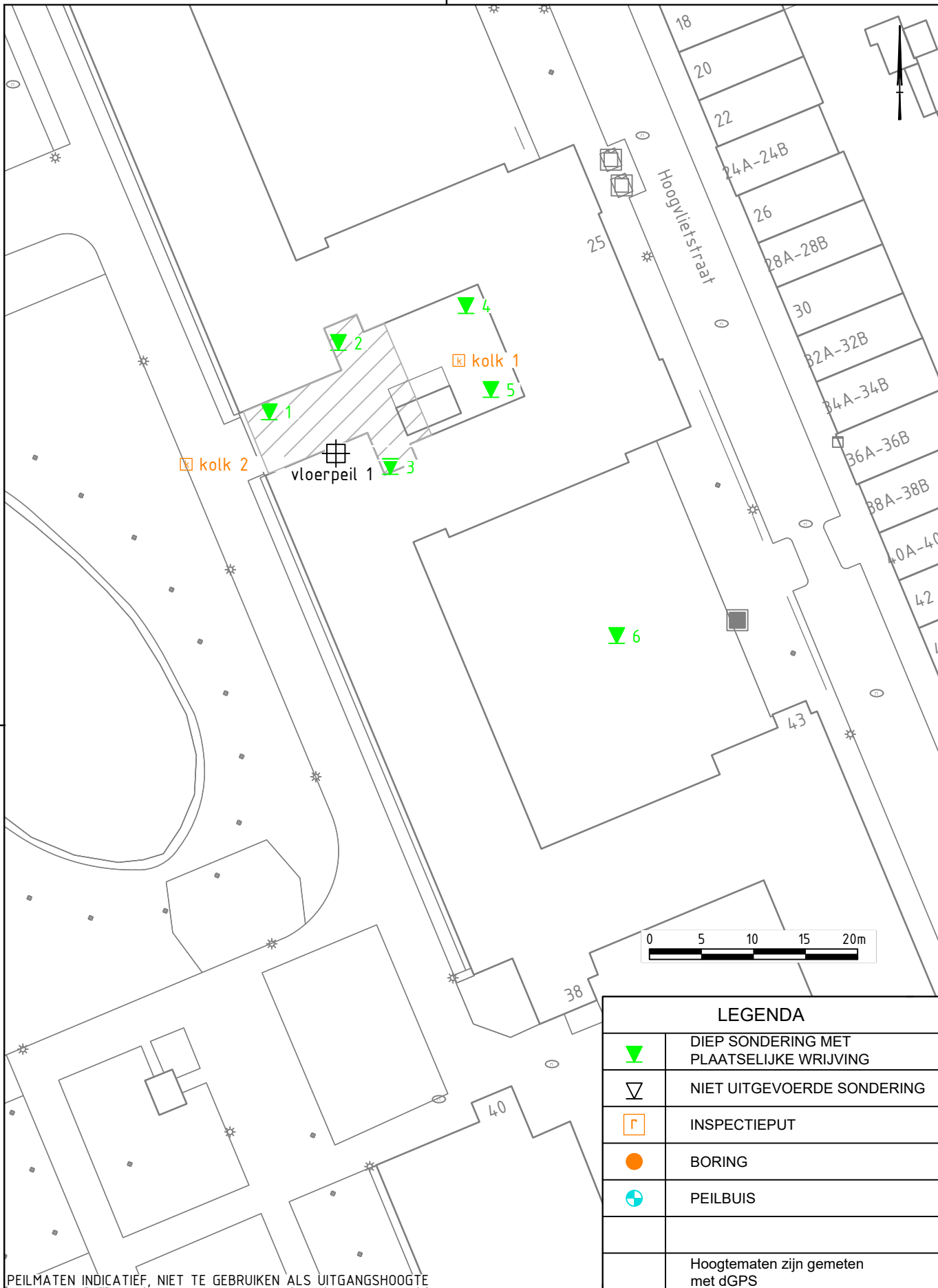








[illegible]



NIEUWBOUW A/D ZWARTEWAALSTRAAT
ROTTERDAM

SITUATIE

LEGENDA	
	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING
	NIET UITGEVOERDE SONDERING
	INSPECTIEPUT
	BORING
	PEILBUIS
	Hoogtematen zijn gemeten met dGPS

	GEOSONDA GEOTECHNIEK		Alphen aan den Rijn Breda
	Datum:	22-01-2025	
	Schaal:	1: 500	
	Getekend:		
Formaat:		A4	Tekeningnr: T01

Projectnummer: AA22367
