



GEOMET
GEOTECHNIEK

**Rapport betreffende
funderingsherstel en
uitdiepen kelder
bij het bestaande gebouw
aan de Eerste Helmersstraat 113
te Amsterdam**

Opdracht nummer 2401421-1

Datum rapport 3 februari 2025

**Rapport betreffende
funderingsherstel en
uitdiepen kelder
bij het bestaande gebouw
aan de Eerste Helmersstraat 113
te Amsterdam**

Opdracht nr.	2401421-1
Datum rapport	3 februari 2025
Opdrachtgever	JPS architecten Prinseneiland 99H 1013 LN Amsterdam
Constructeur	De Ingenieursgroep BV Groenmarktkade 48 1016 TA Amsterdam

Bijlagen

- bepaling negatieve kleef	1.1 en 1.2
- bepaling negatieve kleef kelderwand	1.3
- berekening draagvermogen	2
- berekening trekpalen	3
- bepaling paalkopzakking	4
- sondeergrafieken met kleefmeting	01 en 02
- coördinatentabel	1 blad
- situatie sondeerpunten	T01

rapportcontrole: 5.1, 2, e

dd. 3 februari 2025

opgesteld door: 5.1, 2, e



GEOMET
GEOTECHNIEK

INLEIDING

Op 7 januari 2025 ontving ABO van JPS architecten de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek en het uitbrengen van een funderingsadvies betreffende het uitvoeren van funderingsherstel en het uitdiepen van de kelder bij het bestaande gebouw aan de Eerste Helmersstraat 113 te Amsterdam.

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

GRONDONDERZOEK

Uitgevoerd werden 2 diepsonderingen met een elektrische conus, waarbij tevens de plaatselijke mantelwrijving is gemeten. Het resultaat is gepresenteerd op de sondeergrafieken 01 en 02. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. 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

De projectlocatie betreft het bestaande gebouw aan de Eerste Helmersstraat 113. Het niveau ter plaatse van de sondeerpunten varieerde tijdens het grondonderzoek van 0,63 m+ NAP tot 0,72 m+ NAP. De dorpel van het gebouw is ingemeten op een niveau van 0,72 m+ NAP.

Op basis van gegevens van peilbuizen van het grondwatermeetnetwerk van de Gemeente Amsterdam/Waternet wordt verwacht dat de grondwaterstand op de projectlocatie varieert tussen de 0,4 m- NAP en 1,0 m- NAP. 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:

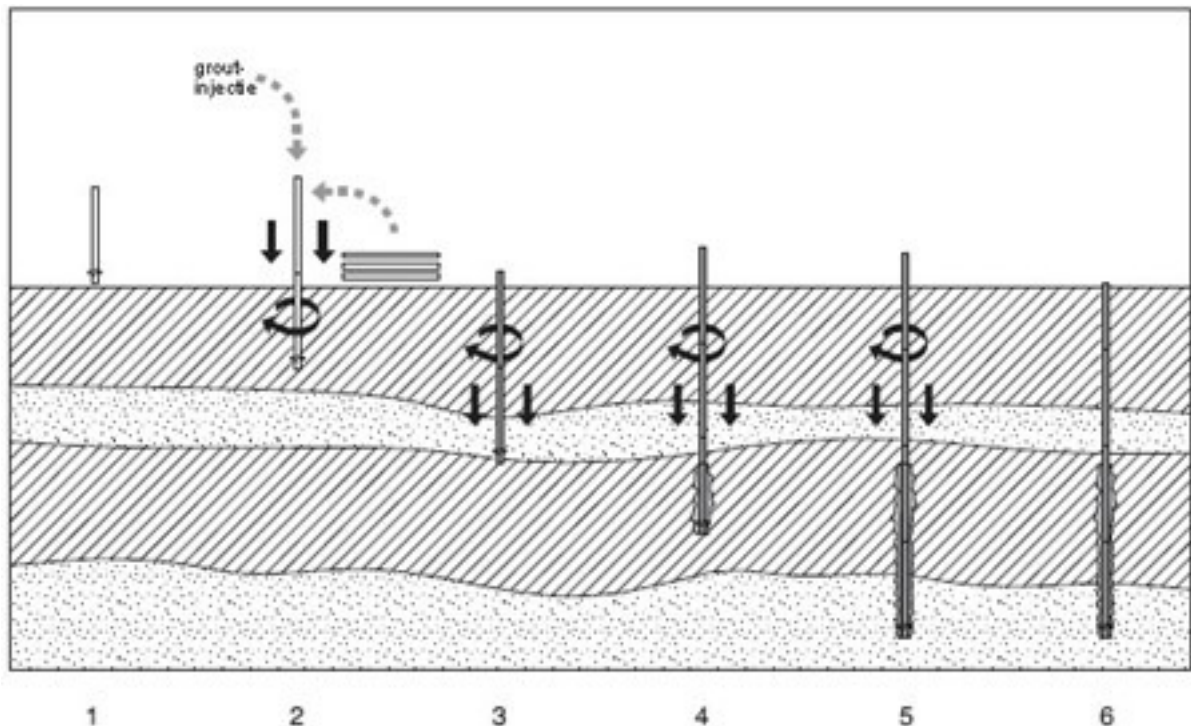
<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- ca. 0,75	<u>ZAND</u> , los gepakt, aangebracht
ca. 0,75	- ca. 2,0	<u>KLEI</u> , slap, bovenzijde oude uitgedroogde toplaag
ca. 2,0	- ca. 4,5	<u>VEEN</u> , slap, weinig kleihoudend
ca. 4,5	- 5,25 à 7,5	<u>KLEI</u> , slap
5,25 à 7,5	- ca. 10,0	<u>ZAND</u> , los tot matig vastgepakt, doorsneden door silt- en kleilagen, Wadzandlaag
ca. 10,0	- ca. 12,5	<u>KLEI</u> , slap, afgesloten met holocene basisveenlaag
ca. 12,5	- ca. 27,5	<u>ZAND</u> , matig vast tot zeer vastgepakt, in het interval tussen ca. 16,5 en 18,0 m- NAP sterk doorsneden door siltlagen, Pleistoceen
ca. 27,5		<u>maximaal verkende diepte</u>

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

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 schroefinjectiepalen nader uit te werken.

Schroefinjectiepalen zijn schroevend ingebrachte stalen buispalen met aangelaste schroefbladen bij de punt. Tijdens het schroevend inbrengen van de paal wordt via de schroefbladen continu mortel of groutspecie geïnjecteerd aan de onderzijde. Hierdoor wordt de inbrengweerstand beperkt en wordt in de funderingszandlaag een paalschacht geformeerd ter grootte van de schroefbladen. Het kan bij schroefinjectiepalen noodzakelijk zijn om een op- en neerwaartse beweging van de boorbuis te maken als het schroefblad ronddraait zonder penetratie. Dit is alleen toegestaan als de opwaartse beweging langzaam en over een beperkte hoogte wordt uitgevoerd waarbij het grout onder de boorbuis onder druk wordt gehouden. Tevens dient de paal wanneer deze op diepte komt onder hoge druk te worden vastgedraaid.



figuur 1 Uitvoeringswijze schroefinjectiepalen

Er zijn meerdere paaltypen op de markt die werken volgens het principe van groutinjectie. De leverancier dient te garanderen dat de hierboven beschreven werkwijze wordt aangehouden.

De uit de constructie bepaalde rekenwaarden van de optredende belastingen volgens NEN-EN 1990 en NEN-EN 1991 zijn conform de constructeur een drukbelasting van 500 kN en een trekbelasting van 132 kN. In dit funderingsadvies wordt een schroefinjectiepaal met een afmeting van $\varnothing 114/250$ mm beschouwd.

Het paal draagvermogen is bepaald conform NEN 9997-1:2016+ C2:2017. In bijlage 2 zijn de berekeningsresultaten per sondering verwerkt. 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. Geadviseerd wordt daarom om zoveel mogelijk overal hetzelfde paalpuntniveau toe te passen.

bestaande paalfunderingen

Geadviseerd wordt een tussenafstand aan te houden van minimaal 0,75 meter tussen de oude palen onder de dragende muren en de nieuwe palen. Tussen palen die onbelast zijn tijdens het aanbrengen van de nieuwe palen en de nieuwe aan te brengen palen kan een tussenafstand van 0,25 meter worden gehanteerd. Tevens kunnen deze onbelaste palen worden afgekapt op het niveau van de onderkant van de fundering. Bij het trekken van eventuele aanwezige houten palen bestaat het risico dat de vastheid van de funderingszandlaag afneemt, hetgeen een negatieve invloed heeft op de draagkracht van de nieuwe palen.

Op termijn dient er rekening te worden gehouden met zettingsverschillen en mogelijk scheurvorming bij de belendende gebouwen wanneer er sprake is van een gedeelde tussenmuur. Dit komt doordat het gebouw aan de Eerste Helmersstraat 113 gefundeerd wordt op een degelijke fundering die niet zakt, terwijl de fundering van de naastgelegen gebouwen mogelijk verder zakt afhankelijk van de kwaliteit van de, indien aanwezig, houten palen. Vooral als de houten palen onder de naastgelegen gebouwen aangetast zijn/worden zal deze situatie optreden.

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 2 representatieve sonderingen zijn uitgevoerd. Bij bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht zijn op basis van de bovengenoemde randvoorwaarden correlatiefactoren $\xi_3 = 1,32$ en $\xi_4 = 1,32$ vastgesteld.

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D methode van Koppejan. De draagkrachtfactoren voor schroefinjectiepalen zijn deels afhankelijk van de uitvoeringswijze. Met name de mate waarin de boorbuis op en neer wordt bewogen in combinatie met de groutdruk bepalen het uiteindelijke draagvermogen.

Voor grondverdringend geschroefde palen met op- en neergaande beweging van de boorbuis geldt voor de berekening van het puntdraagvermogen een paalklassefactor α_p van 0,63 zonder verdere reducties en zijn β en s gelijk aan 1,0. De maximale schachtwrijvingskracht wordt bepaald aan de hand van een percentage van de gemiddelde conusweerstand met paalklassefactor α_s is 0,008. Indien geen op- en neergaande beweging van de boorbuis wordt toegepast, kunnen afhankelijk van de juiste wijze van uitvoering hogere waarden worden gerealiseerd. Een en ander dient door de leverancier te worden aangetoond en gegarandeerd.

In verband met het beperkt uitdiepen van de bestaande kelder met ca. 1,7 meter en de kleine afmeting van de kelder is er geen reductie toegepast op de conusweerstand. Verwacht wordt dat door de kleine afmeting van de kelder het effect van de ontgraving dusdanig minimaal is op de funderingszandlaag dat dit effect kan worden verwaarloosd. Bovendien is in de berekening voor de negatieve kleef het maaiveldniveau aangehouden en wordt de negatieve kleef op de wand van de kelder apart meegenomen.

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. In bijlage 2 staan de berekeningsresultaten.

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.

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 1 gepresenteerd. Hierop is tevens het gehanteerde toekomstig maaiveldniveau vermeld.

Vanwege de toepassing van groutinjectie is voor de negatieve kleef uitgegaan van een maximale schachtdiameter van 220 mm in de slappe lagen, inclusief dunne groutschil. Wanneer de diameter van de palen in de samendrukbare lagen groter is dan 220 mm heeft dit een negatief effect op de draagkracht van de palen.

De rekenwaarde van de negatieve kleef op de kelderwand bedraagt 21 kN/m¹, uitgaande van een maaiveldniveau van 0,3 m+ NAP en onderkant constructie op 2,9 m- NAP en een opvulling met los gepakt zand.

berekening trekpalen

Bij de dimensionering van de trekpalen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- berekening op basis van percentage van de conusweerstand
- bepaling rekenwaarde is conform NEN 9997-1:2016+ C2:2017
- palen zijn beschouwd als alleenstaande paal
- $\alpha_t = 0,008$ voor schroefinjectiepalen
- correlatiefactor $\xi_3 = 1,32$
- $\gamma_{s;t} = 1,35$
- maximale trekbelasting is als quasi-statische belasting door waterdruk beschouwd, waarbij is uitgegaan van $\gamma_{m;var;q;c} = 1,10$ in verband met natuurlijke grondwaterfluctuaties
- als bovenkant grondpakket is de onderkant van de keldervloer aangehouden.
- positieve bijdrage paalgewicht is meegenomen bij bepaling trekdraagvermogen

De berekeningsresultaten voor de trekpalen zijn in bijlage 3 gepresenteerd.

paalwapening en betonkwaliteit

De sterkte van de stalen kernbuis en betonkwaliteit moeten door de constructeur of leverancier worden bepaald op basis van optredende belastingen in gebruiksfase en uitvoeringsfase.

De schroefinjectiepalen worden in de funderingszandlaag voorzien van een constructieve groutschil ter grootte van de voetplaatdiameter. Het geïnjecteerde cementgrout moet voldoen aan de eisen van NEN-EN 1536 en NEN-EN 14199. De water/cementverhouding moet zijn afgestemd op de grondgesteldheid en mag volgens NEN-EN 14199 niet hoger zijn dan 0,55. Om uitvoeringstechnische redenen wordt soms een hogere waarde toegepast. Dit is alleen toegestaan als vooraf wordt aangetoond dat het toegepaste groutmengsel de vereiste sterkte heeft. 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 bepaald op ca. 14 mm voor paalafmeting $\varnothing 114/250$ mm. Het betreft de paalkopzakking s van een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1 in de bruikbaarheidsgrenstoestand. De berekening is gepresenteerd in bijlage 4. 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 E-modulus van 70.000 N/mm^2 is aangehouden.

In bijlage 4 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. In bijlage 4 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. 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 grenstoelstanden.

INSTALLATIE SCHROEFINJECTIEPALEN

De schroefinjectiepalen dienen te worden geïnstalleerd door een hierin gespecialiseerd en gerenommeerd bedrijf.

De keuze van het boormoment is bij schroefinjectiepalen erg belangrijk. Door toepassing van een voldoende zwaar boormoment wordt voorkomen dat de noodzakelijke diepte niet wordt gehaald. Bij het op en neer bewegen van de boorbuis moet ontspanning onder de boor zoveel mogelijk worden beperkt. De mate van ontspanning is afhankelijk van de hoogte en snelheid waarmee de boorbuis wordt opgetrokken en de manier van injecteren. Tijdens het inboren in de funderingszandlaag mogen geen onderbrekingen van de groutinjectie plaatsvinden. Bij de laatste slag van het inboren dient de injectiedruk te worden verhoogd. Na het bereiken van het puntniveau wordt de paalkop afgewerkt en is de paal gereed.

Als beperkte referentie voor de controle van het draagvermogen van de paal geldt het optredende boormoment voor het bereiken van het basisniveau. Indien de oploop van het boormoment duidelijk afwijkt van het sondeerbeeld, kan een controle van de grondslag door middel van sonderingen noodzakelijk zijn.

De groutsamenstelling dient zodanig gekozen te worden dat rekening wordt gehouden met de specifieke bodemomstandigheden alsook de paalconfiguratie wat betreft diameter en wapening. De sterkte van het grout dient te worden gecontroleerd door middel van proefcilinders bij tenminste 5% van de palen.

Alle verzamelde gegevens moeten worden vastgelegd. Dit geldt niet alleen voor het uiteindelijk bereikte puntniveau en specieverbruik, maar ook het boormoment, boortijd, 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, 3 februari 2025

ABO Geomet B.V.

opgesteld door:

ir. 5.1, 2, e
Consultant Geotechniek

ing. 5.1, 2, e
General Business Unit Manager

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:	0,30 m NAP
Grondwaterstand:	-1,00 m NAP
Bovenbelasting:	0,00 kN/m ²
Paaltype:	Schroef injectiepaal
Schachtdiameter d _s :	250 mm
Paaloppervlak:	2 in de grond gevormd
Grondoppervlak A:	0,00 m ² (alleenstaande paal)
Paalomtrek O _{s,gem} :	0,79 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	0,30					0,00	0,00	0,00	0,00
1	-1,00	17,00	30,00	0,289	0,000	22,10	22,10	22,10	3,26
2	-2,90	19,00	30,00	0,289	0,000	39,20	39,20	39,20	16,46
3	-4,50	10,00	20,00	0,250	0,000	39,20	39,20	39,20	28,78
4	-7,50	14,00	20,00	0,250	0,000	51,20	51,20	51,20	55,40
5	-10,00	19,00	30,00	0,289	0,000	73,70	73,70	73,70	90,80
6	-12,00	14,00	20,00	0,250	0,000	81,70	81,70	81,70	121,31
7	-12,25	13,00	20,00	0,250	0,000	82,45	82,45	82,45	125,34
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleef bedraagt:

$$F_{nk;rep} = 125 \text{ kN}$$

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

$$F_{nk;d} = 125 \text{ kN}$$

Negatieve kleef bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk;d} = 160 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING NEGATIEVE KLEEFBELASTING BODEMPROFIEL 2

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

Maaiveld:	0,30 m NAP
Grondwaterstand:	-1,00 m NAP
Bovenbelasting:	0,00 kN/m ²
Paaltype:	Schroef injectiepaal
Schachtdiameter d_s :	250 mm
Paaloppervlak:	2 in de grond gevormd
Grondoppervlak A:	0,00 m ² (alleenstaande paal)
Paalomtrek $O_{s,gem}$:	0,79 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	0,30					0,00	0,00	0,00	0,00
1	-1,00	17,00	30,00	0,289	0,000	22,10	22,10	22,10	3,26
2	-2,90	19,00	30,00	0,289	0,000	39,20	39,20	39,20	16,46
3	-4,50	10,00	20,00	0,250	0,000	39,20	39,20	39,20	28,78
4	-5,25	14,00	20,00	0,250	0,000	42,20	42,20	42,20	34,77
5	-10,00	20,00	30,00	0,289	0,000	89,70	89,70	89,70	105,79
6	-12,25	14,00	20,00	0,250	0,000	98,70	98,70	98,70	147,41
7	-12,50	13,00	20,00	0,250	0,000	99,45	99,45	99,45	152,27
8									
9									
10									
11									
12									

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleef bedraagt:

$$F_{nk,rep} = 152 \text{ kN}$$

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

$$F_{nk,d} = 152 \text{ kN}$$

Negatieve kleef bij overige paalafmetingen:

$$F_{nk,d} = 194 \text{ kN/m}^1 \text{ paalomtrek}$$

BEPALING NEGATIEVE KLEEFBELASTING KELDERWAND

Basis: Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017
 Berekening wrijving tussen paal en grond is gebaseerd op verticale korrelspanningen.
 De ingevoerde volumegewichten van de grond zijn effectieve waarden.

Maaiveld:	0,30 m NAP
Grondwaterstand:	-1,00 m NAP
Onderkant constructie:	-2,90 m NAP
Bovenbelasting:	0,00 kN/m ²
Wandoppervlak A _s :	1,00 m ² per m ¹ wand
Structuur oppervlak:	beton ruw
Partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$:	1,00 (-)

laag	o.k. laag m NAP	$\gamma_{j,rep}$ kN/m ³	$\phi'_{j,rep}$ (°)	$K_0 * \tan \delta_j$ (-)	$\sigma'_{v,j,rep}$ kN/m ²	$F_{nk,rep}$ kN/m ¹
0	0,30				0,00	0,00
1	-1,00	17,00	30,00	0,289	22,10	4,15
2	-2,90	19,00	30,00	0,289	39,20	20,96
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleef bedraagt:

$$F_{nk,rep} = 21 \text{ kN/m}^1$$

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

$$F_{nk;d} = 21 \text{ kN/m}^1$$

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

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

Maximale schachtwrijvingskracht

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

Paaltype	:	Schroef injectiepaal			
Constructieve schachtafmeting	d_s :	Ø 114 mm			
Schachtafmeting in funderingslagen	d_s :	Ø 250 mm	Schachtafmeting neg kleef :Ø	220 mm	
Puntafmeting	D_p :	Ø 250 mm	H_{voet} :	0 mm	
Paalklassefactor punt	α_p :	0,630	grondsoort :	zand	
Paalklassefactor schacht	α_s :	0,008	OCR :	1,00	
Paalvoetvormfactor	β :	1,00	D_{eq}^2 / d_{eq}^2 :	1,00	
Vormfactor paalvoetdwarsdoorsnede	s :	1,00	H_v / D_{eq} :	0,00	
Correctiefactor ontgraving q_b	:	1,00	Stijf bouwwerk	:	nee
Correctiefactor ontgraving $q_{c;z;a}$:	1,00	Aantal sonderingen	n :	2
Correctiefactor verdichting $q_{c;ll}$ en $q_{c;z;a}$:	1,00	Correlatiefactor $R_{c;cal;gem}$	ξ_3 :	1,32
Correctiefactor verdichting 4D onder punt	:	1,00	Correlatiefactor $R_{c;cal;min}$	ξ_4 :	1,32
Negatieve kleef $F_{nk;max;d}$	bodemprofiel 1 :	160 kN/m ¹	Materiaalfactoren	γ_b, γ_s :	1,20
	bodemprofiel 2 :	194 kN/m ¹	Belastingvariëfactiefactor	$\gamma_{m;var;qc}$:	1,00

sond nr	punt m NAP	$q_{c;i;gem}$	$q_{c;ll;gem}$ MPa	$q_{c;ll;gem}$	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	-14,00	19,1	18,1	8,2	1,75	11,4	8,45	415	125	341	110	230	230
	-14,50	19,2	18,1	12,2	2,25	12,1	9,71	477	172	409	110	299	299
	-15,00	20,6	13,8	12,1	2,75	12,7	9,23	453	219	424	110	314	314
	-15,50	15,8	11,0	10,9	3,25	13,0	7,67	376	266	405	110	295	295
	-19,00	29,6	29,6	10,7	6,75	11,7	12,70	623	494	706	110	595	595
	-19,50	33,1	28,4	17,4	7,25	11,9	15,00	736	541	807	110	696	696
	-20,00	29,9	28,4	23,9	7,75	12,1	15,00	736	588	836	110	726	726
	-20,50	28,0	26,2	26,0	8,25	12,3	15,00	736	635	866	110	756	756
	-21,00	25,5	23,1	23,0	8,75	12,4	14,90	732	682	893	110	782	782
	2	-14,00	11,9	8,3	6,2	1,50	10,3	5,12	251	97	220	134	86
-14,50		8,6	7,6	7,4	2,00	11,2	4,88	240	141	240	134	106	106
-15,00		7,7	7,2	7,2	2,50	10,8	4,62	227	170	251	134	117	117
-15,50		7,4	7,2	7,2	3,00	10,3	4,59	225	195	265	134	131	131
-19,00		28,6	20,8	9,9	6,50	10,2	10,88	534	415	599	134	465	465
-19,50		24,1	20,3	14,1	7,00	10,5	11,41	560	462	645	134	511	511
-20,00		20,4	20,4	18,2	7,50	10,8	12,18	598	509	699	134	565	565
-20,50		26,9	20,3	20,1	8,00	11,1	13,78	676	556	778	134	644	644
-21,00		19,3	7,2	7,2	8,50	11,3	6,47	318	603	581	134	447	447



BEREKENING TREKDRAAGVERMOGEN ALLEENSTAANDE PAAL

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

Bepaling conusweerstand $q_{c,z;a}$ volgens artikel 7.6.2.3 (j) en (k) met $q_{c,z;a} \leq 15$ MPa

$R_{t;d} = A_{\text{netto}} \cdot \Sigma q_{t;d;i} + G_{\text{stb;paal;d}} = \Sigma [f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c,z;d} \cdot O_{p;gem}] \cdot d_i + G_{\text{stb;paal;d}}$ met $q_{c,z;d} = q_{c,z;a} / (\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m;var;q;c} \cdot \xi)$

factoren f_1 voor verdichting en M_i , $\Sigma q_{t;d;i}$ en f_2 voor groepseffect volgens artikel 7.6.3.3 (c) stap 2 t/m 4

kluitcriterium $R_{t;d} \leq R_{t;kluit;d} + G_{\text{stb;paal;d}}$ met $R_{t;kluit;d} = (V_{\text{kegel}} + V_{\text{cilinder}}) \cdot \gamma_d'$ volgens artikel 7.6.3.3 (c) stap 5

Paaltype	: Schroef injectiepaal	
Configuratie palen met trekbelasting	: veldpaal $e_{\min} : 0,40$	
Constructieve schachtafmeting	$d_s : \emptyset 114$ mm	$e_{\max} : 0,80$
Schachtafmeting in funderingslagen	$d_s : \emptyset 250$ mm	OCR : 1,00
Invloedsoppervlak paal	$A_{\text{tot}} : 8,00$ m ²	Sondering : 2
H.o.h. afstand palen in paalgroep	$r_{\text{gem}} : 0,00$ meter	Paalklassefactor $\alpha_t : 0,008$
Volumiek gewicht paalschacht	$\gamma_{\text{paal}} : 24,00$ kN/m ³	Aantal palen op $\leq 6 \cdot d_{\text{eq}}$ voor $f_1 : 0$
Volumiek gewicht water	$\gamma_{\text{paal}} : 9,81$ kN/m ³	Halve tophoek binnen paalgroep : 30,0 °
Rekenwaarde effectief paalgewicht	$G'_{p;d} : 0,12$ kN/m ¹	Halve tophoek buiten paalgroep : 15,0 °
Paalinstallatie	: voor ontgraving of trillingsvrij Grondsoort : zand	
Paalkopniveau	: -2,90 m NAP	Stijf bouwwerk : nee
Niveau begin kleefafdracht:	: -12,50 m NAP	Aantal sonderingen $n : 2$
$\sigma'_{v,z}$ bovenzijde kleeftraject tijdens sonderen	: 60,3 kN/m ²	Variatiefactor gemiddelde $\xi_3 : 1,32$
$\sigma'_{v,z}$ bovenzijde kleeftraject gebruiksfase	: 60,3 kN/m ²	Materiaalfactor $\gamma_{s;t} : 1,35$
$\sigma'_{v,z;d}$ bovenzijde kleeftraject gebruiksfase	: 51,3 kN/m ²	Belastingsvariatiefactor $\gamma_{m;var;q;c} : 1,50$

Traject m NAP	$\gamma'_{i;rep}$ kN/m ³	$\sigma'_{v,z;0}$ kN/m ²	$\sigma'_{v,z;ontgr}$ kN/m ²	$q_{c,z;rep}$	$q_{c,z;ontgr}$ MPa	$q_{c,z;a}$	$R_{e;i}$	$e_{o;i}$	$\Sigma \Delta e$ (-)	$e_{1;i}$	$\Delta R_{e;i}$
-13,00	10,00	62,80	62,80	11,5	11,5	11,5	0,78	0,488	0,000	0,488	0,000
-13,50	10,00	67,80	67,80	10,3	10,3	10,3	0,73	0,509	0,000	0,509	0,000
-14,00	10,00	72,80	72,80	9,0	9,0	9,0	0,66	0,534	0,000	0,534	0,000
-14,50	10,00	77,80	77,80	14,3	14,3	14,0	0,81	0,478	0,000	0,478	0,000
-15,00	10,00	82,80	82,80	9,4	9,4	9,4	0,65	0,542	0,000	0,542	0,000
-15,50	10,00	87,80	87,80	7,8	7,8	7,8	0,57	0,573	0,000	0,573	0,000
-16,00	10,00	92,80	92,80	8,6	8,6	8,6	0,59	0,564	0,000	0,564	0,000
-16,50	10,00	97,80	97,80	12,9	12,9	12,0	0,71	0,515	0,000	0,515	0,000
-17,00	10,00	102,80	102,80	3,6	3,6	3,6	0,26	0,695	0,000	0,695	0,000
-17,50	10,00	107,80	107,80	12,3	12,3	8,5	0,68	0,530	0,000	0,530	0,000
-18,00	10,00	112,80	112,80	11,0	11,0	9,2	0,63	0,550	0,000	0,550	0,000
-18,50	10,00	117,80	117,80	13,2	13,2	13,2	0,68	0,530	0,000	0,530	0,000
-19,00	10,00	122,80	122,80	26,0	26,0	15,0	0,90	0,441	0,000	0,441	0,000
-19,50	10,00	127,80	127,80	31,1	31,1	15,0	0,95	0,420	0,000	0,420	0,000
-20,00	10,00	132,80	132,80	26,0	26,0	15,0	0,88	0,448	0,000	0,448	0,000
-20,50	10,00	137,80	137,80	21,5	21,5	15,0	0,80	0,478	0,000	0,478	0,000
-21,00	10,00	142,80	142,80	28,6	28,6	15,0	0,89	0,442	0,000	0,442	0,000

Traject m NAP	γ'_d kN/m ³	$\sigma'_{v,z;d}$ kN/m ²	f_1 (-)	$q_{c,z;d}$ Mpa	M_i kN/m ²	$\Sigma q_{t;d;i}$	f_2 (-)	$R_{t;d} \cdot G_{\text{spd}}$ kN	$R_{t;kluit;d}$ kN	$G_{\text{stb;paal;d}}$ kN	$R_{t;d}$ kN
-12,50		51,26			0,00	0,0		0	331	1	1
-13,00	8,20	55,35	1,00	4,3	1,69	1,7	0,98	13	367	1	15
-13,50	8,20	59,45	1,00	3,9	1,52	3,1	0,97	25	403	1	26
-14,00	8,20	63,55	1,00	3,4	1,33	4,4	0,96	35	439	1	37
-14,50	8,20	67,65	1,00	5,2	2,06	6,4	0,95	51	475	1	52
-15,00	8,20	71,75	1,00	3,5	1,38	7,7	0,94	61	511	1	63
-15,50	8,20	75,85	1,00	2,9	1,15	8,8	0,94	70	546	2	71
-16,00	8,20	79,95	1,00	3,2	1,27	9,9	0,93	79	578	2	81
-16,50	8,20	84,05	1,00	4,5	1,76	11,6	0,93	92	611	2	94
-17,00	8,20	88,15	1,00	1,3	0,52	12,1	0,93	96	644	2	98
-17,50	8,20	92,25	1,00	3,2	1,25	13,2	0,92	106	677	2	107
-18,00	8,20	96,35	1,00	3,4	1,35	14,5	0,92	115	709	2	117
-18,50	8,20	100,45	1,00	4,9	1,94	16,2	0,91	130	742	2	132
-19,00	8,20	104,55	1,00	5,6	2,21	18,2	0,91	146	775	2	148
-19,50	8,20	108,65	1,00	5,6	2,21	20,2	0,90	161	808	2	164
-20,00	8,20	112,75	1,00	5,6	2,21	22,2	0,89	177	841	2	179
-20,50	8,20	116,85	1,00	5,6	2,21	24,1	0,89	193	873	2	195
-21,00	8,20	120,95	1,00	5,6	2,21	26,1	0,88	208	906	2	211

BEPALING PAALKOPZAKKING VOOR STATISCHE BELASTING

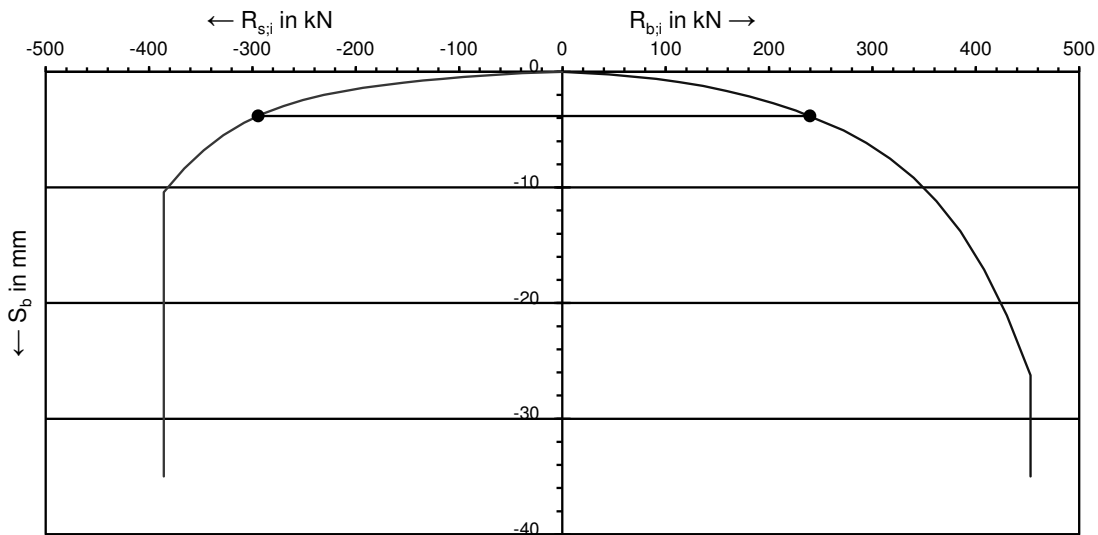
Rekenmethode volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017

Paalkopzакking $s = s_1 + s_2$

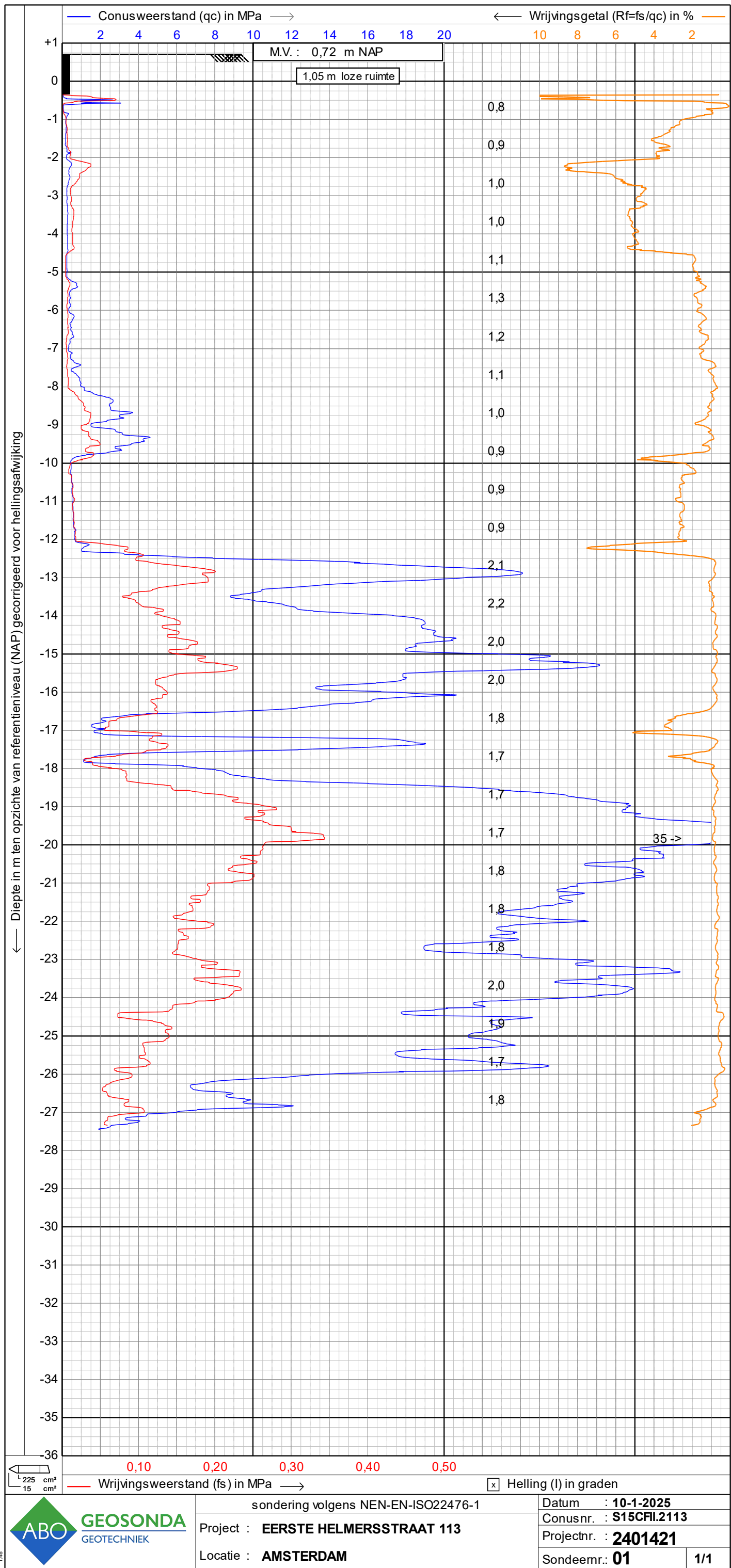
$s_1 = s_b + s_{el}$

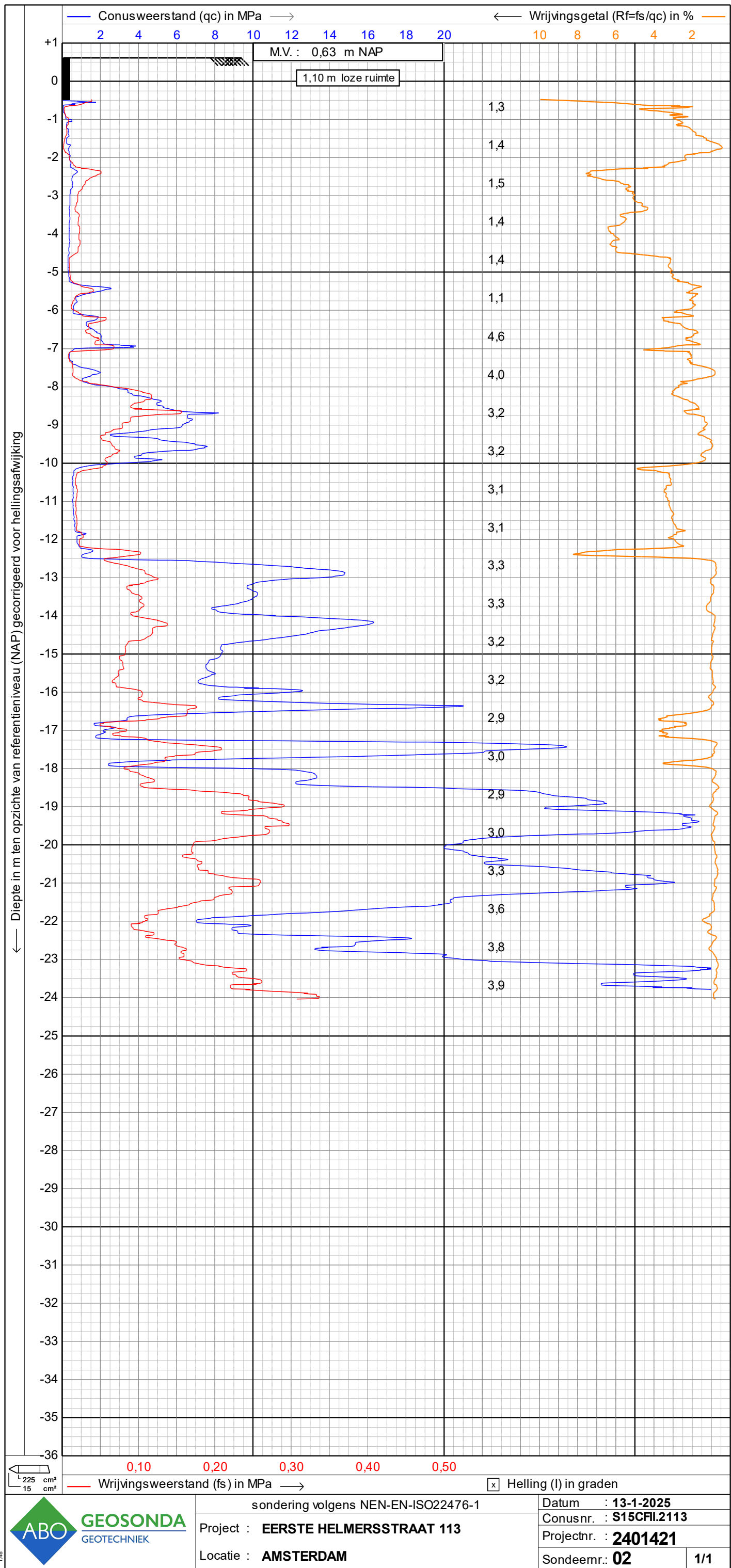
Paaltype	: Schroef injectiepaal		
Schachtafmeting	d_s	: Ø 114 mm	d_{eq} : 114 mm
Puntafmeting	D_p	: Ø 250 mm	D_{eq} : 250 mm
Schachtdoorsnede		: 0,010 m ²	
E-modulus paalschacht		: 70.000 N/mm ²	alleenstaande paal
Sondering		: 2	m : 0,96 (-)
Paalkopniveau		: -2,90 m NAP	$\sigma'_{v,4D}$: 0 kPa
Paalpuntniveau		: -20,00 m NAP	A_{4D} : 0,0 m ²
Begin afdracht positieve kleef		: -12,50 m NAP	$E_{ea,gem}$: 60 MPa
Representatieve paalkopbelasting $F_{c,rep}$: 400 kN	
Representatieve negatieve kleef $F_{nk,rep}$: 134 kN	
Maximale draagkracht paalpunt	$R_{b,cal,max}$: 598 kN	Correlatiefactor ξ_3 : 1,32 (-)
Maximale schachtwrijving statisch	$R_{s,cal,max}$: 509 kN	Materiaalfactoren γ_b, γ_s : 1,00 (-)
Extra schachtwrijving bij korte duur	$R_{s,cal,max}$: 0 kN	

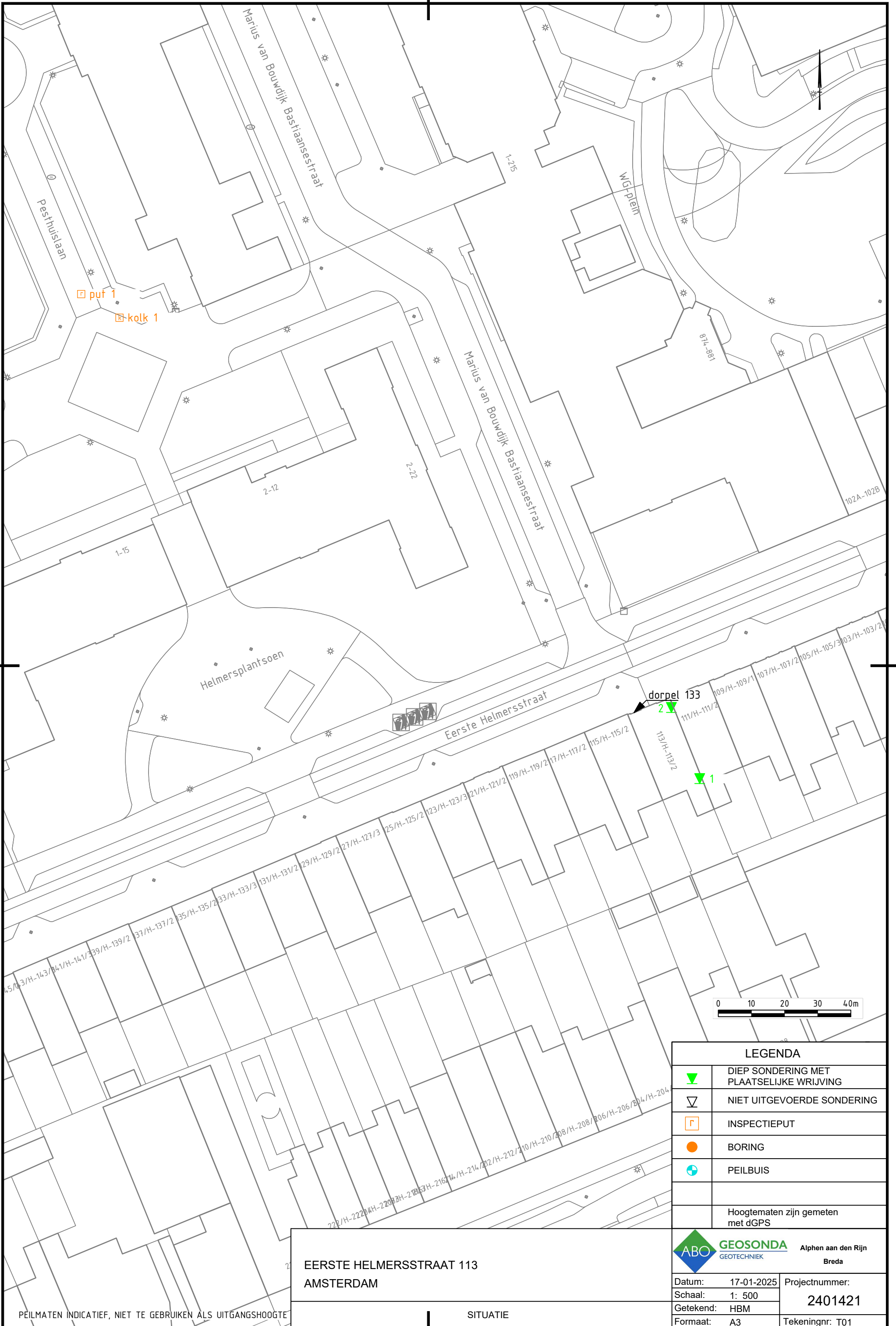
zakking van de paalvoet s_b



$R_{b,max,i}$: 453 kN
$R_{s,max,i}$: 386 kN
$R_{b,i}$: 240 kN
$R_{s,i}$: 294 kN
s_b	: 3,81 mm
s_{el}	: 10,34 mm
s_1	: 14,15 mm
s_2	: 0,00 mm
s	: 14,15 mm
veerstijfheid paalkop $k_{v,rep}$: 28.300 kN/m1
$\gamma_{m,k}$: 1,3 (-)
rekenwaarde veerstijfheid $k_{v,d}$: 21.800 kN/m1







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

**EERSTE HELMERSSTRAAT 113
AMSTERDAM**

		Alphen aan den Rijn Breda	
Datum:	17-01-2025	Projectnummer:	2401421
Schaal:	1: 500		
Getekend:	HBM	Tekeningnr: T01	
Formaat:	A3		

PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBRUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

SITUATIE