
Funderingsadvies
Stadsboerderij Amsterdam



Gemeente Amsterdam
Mw. E. Brand
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

Amsterdam
Delft
Eindhoven

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

cruxbv.nl

Rapport

Opgesteld
ir. D. Hartman

Gecontroleerd
ing. H.M.H. Dieteren

Onderwerp
Funderingsadvies
Stadsboerderij Amsterdam

Vrijgave
ir. G. Meinhardt

Projectnummer
23253

Formulier
RA-01-v19.1204

Documentnummer
RA23253a1

Versie
1

Datum
14 augustus 2023

Status
-

© 2023 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentenlocatie

\\datastore\Projecten\231xx\23253 Gemeente Amsterdam
Funderingsadvies Stadsboerderij Rembrandtpark te Amsterdam\01
RAP\RA23253a1 Funderingsadvies Stadsboerderij Rembrandtpark
Amsterdam.docm

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Algemeen	4
1.2	Projectlocatie en omgeving	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Documenten	5
2.2	Programmatuur	5
2.3	Uitgevoerd grondonderzoek	5
2.4	Grondwaterstanden	7
2.5	Aanlegniveau's	7
2.6	Paalbelasting	7
2.7	Omgeving	7
3	Paalberekeringen	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Paalsysteem	10
3.3	Uitgangspunten berekening draagvermogen	10
3.4	Uitgangspunten berekening veerstijfheid	11
3.4.1	Vervormingen paalfundering (druk)	11
3.4.2	Drukveerstijfheid statische belasting	11
3.4.3	Drukveerstijfheid kortdurende belasting	11
3.4.4	s ₂ -zakking onder paalpunt	12
3.5	Resultaten drukpalen	12
3.5.1	Algemeen	12
3.5.2	Kinderboerderij	12
3.5.3	SWT-gebouw	13
3.5.4	Brug	13
4	Beoordeling rioolpersleiding i.r.t. heiwerkzaamheden	15
4.1	Trillingsschade aan leiding	15
4.2	Vervorming van de leiding	15
4.3	Conclusie	15
5	Conclusies en aandachtspunten	16
5.1	Conclusies	16
5.2	Aandachtspunten	16

5.3	Belendende panden	16
5.4	Rioolpersleiding	16

16	CRUX Engineering BV
16	cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA23253a1

Pagina
3/27

Lijst van Bijlagen

—	
Bijlage 1	Grondonderzoek
Bijlage 2	Paal draagvermogens per sondering
Bijlage 3	SBR-A toets trillingsgevoelige fundering

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van gemeente Amsterdam is door CRUX een funderingsadvies opgesteld ten behoeve van project Stadsboerderij te Amsterdam Rembrandtpark.

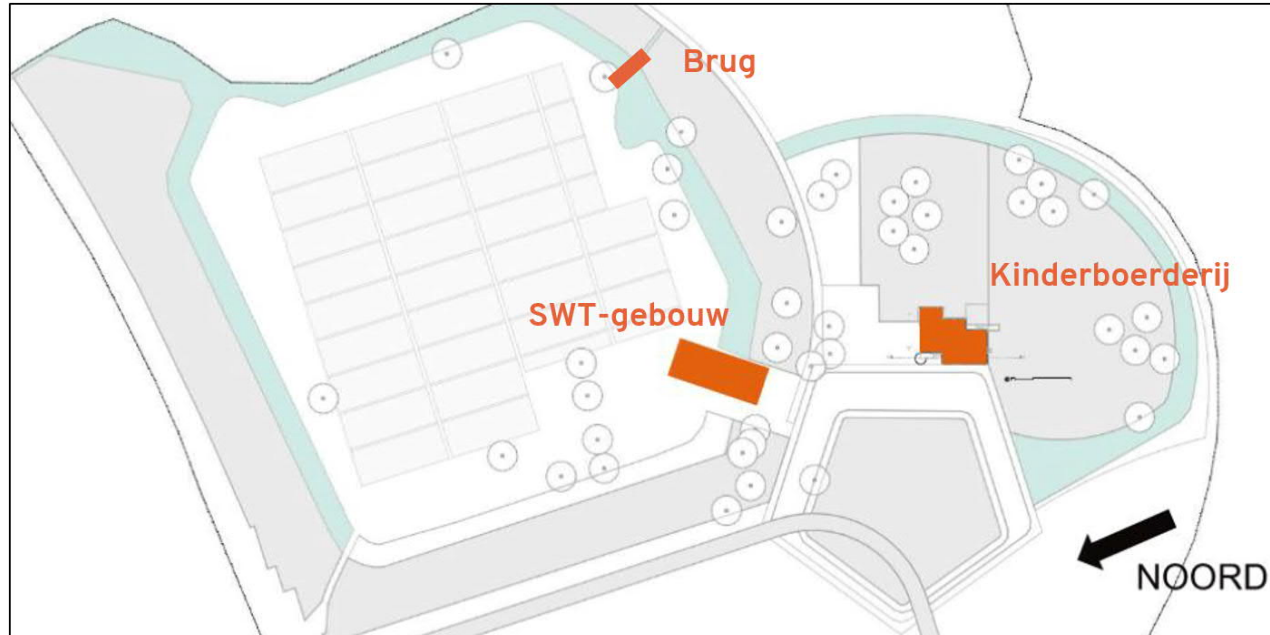
Het project omvat de realisatie van drie constructies:

- Schoolwerktuinen-gebouw (hierna SWT-gebouw)
- Kinderboerderij
- Brug

Het betreffen kleine gebouwen met maximaal twee bouwlagen die niet onderkelderd zijn. Het voorliggende advies heeft betrekking op de paalfundering van de nieuwbouwen. Naast de berekening van het geotechnische paal draagvermogen wordt kwalitatief ingegaan op de omgevingsbeïnvloeding door de paalinstallatie.

1.2 Projectlocatie en omgeving

De projectlocatie ligt in Amsterdam aan de noordelijke zijde van het Rembrandtpark. De projectlocatie wordt begrensd door de A10 aan de westzijde en door de Mercatorbuurt aan de oostzijde.



Figuur 1 Projectlocaties in Amsterdam Rembrandtpark

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gebruikt voor het maken van de rapportage:

- [1] BAM Infraconsult; rapport Geotechnisch bodemonderzoek ten behoeve van project “Stadsboerderij Rembrandtpark” Amsterdam; kenmerk MBO/COP.02537.01.65; d.d. 11 juli 2023
- [2] Arcadis; rapport Stadsboerderij Rembrandtpark Constructief Ontwerp – DO Gemeente Amsterdam; kenmerk A6WAKAYMDKPA-750773017-2395:1; d.d. 30 juni 2023
- [3] Arcadis; email (van Meint Smith) funderingsadvies Stadsboerderij Rembrandtpark; d.d. 1 augustus 2023
- [4] Arcadis; email (van Wouter Veugelers) Terugkoppeling overleg Waternet; d.d. 1 februari 2023

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

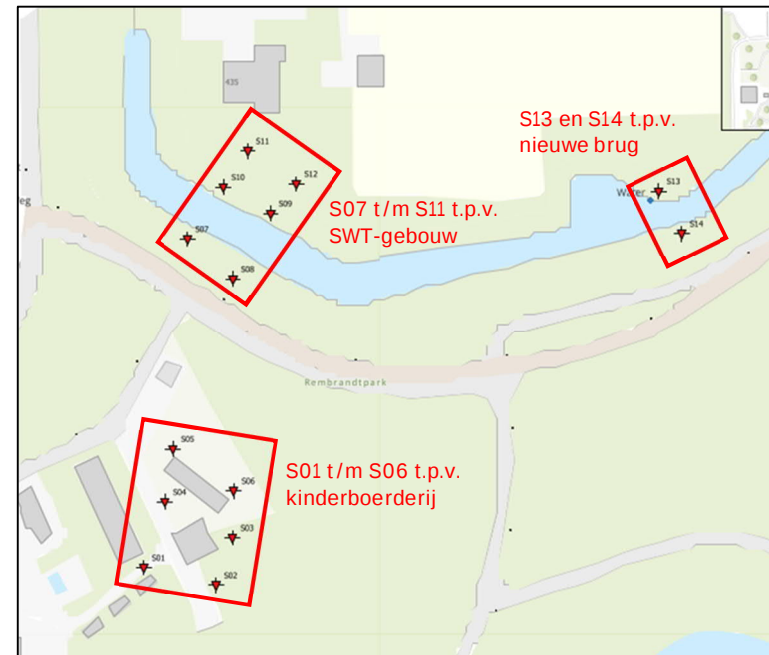
2.2 Programmatuur

Voor de paalberekeringen is gebruik gemaakt van D-Foundations 22.1.

2.3 Uitgevoerd grondonderzoek

Op de projectlocatie zijn in juli 2023 in opdracht van CRUX door BAM Infraconsult 14 sonderingen uitgevoerd met een klein sondeerrupsvoertuig. De sonderingen zijn uitgevoerd tot een diepte van circa NAP-26m met uitzondering van vier sonderingen die in verband met te hoge conusweerstand en het loskomen van de grondankers waaraan de stelling zijn reactievermogen ontleend, enkel tot een diepte van circa NAP-19m uitgevoerd konden worden.

Afhankelijk van de gekozen paalpuntniveaus wordt geadviseerd, om in de bouwfase nog extra sonderingen te maken en de uitkomsten uit het voorliggende funderingsadvies op basis daarvan te controleren.

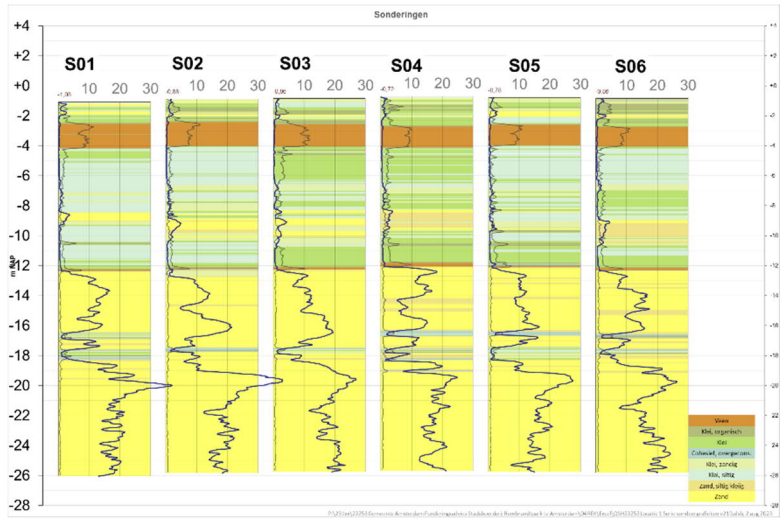


Figuur 2 Sondeerlocaties [1]

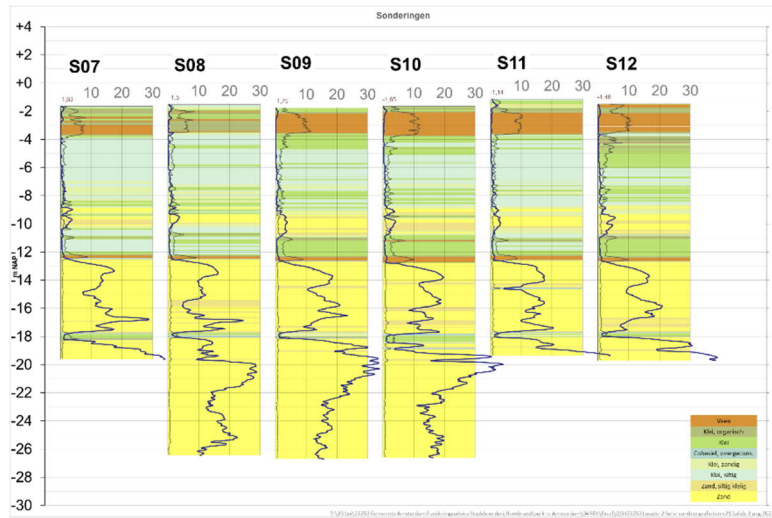
De op basis van het grondonderzoek bepaalde globale bodemopbouw is weergegeven in Tabel 1. De grondprofielen zijn gepresenteerd per locatie in Figuur 3 t/m Figuur 5. Het grondonderzoek is opgenomen in Bijlage 1.

Tabel 1 Globale bodemopbouw

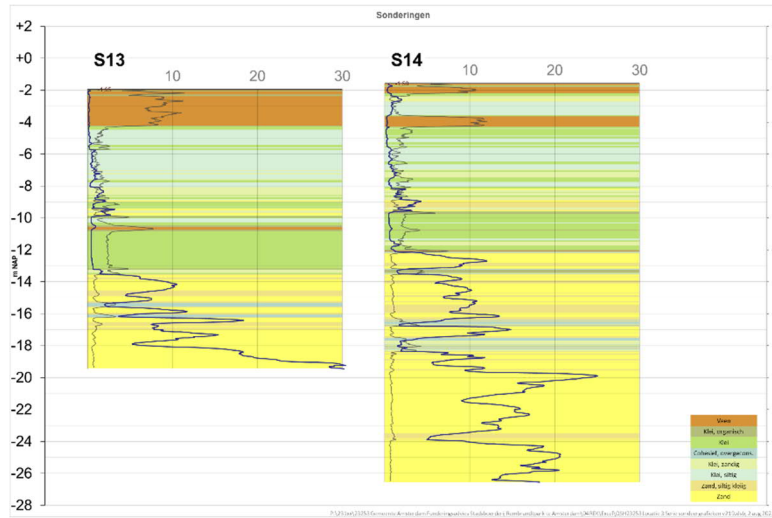
Grondlaag	Bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]
Ophoogzand	-0,7 à -2,0
Veen	-2,0 à -2,5
Klei	-3,5 à -4,0
Wadafzetting kleiig	-6,0 à -6,5
Wadafzetting zandig	-8,0 à -9,0
Klei	-9,5 à -11,0
Basisveen	-11,6 à -12,0
Eerste zandlaag	-12,0 à -13,5
Allerod	-16,5 à -18,0
Tweede zandlaag	-18,0 à -18,5



Figuur 3 Sonderingen S01 t/m S06 t.p.v. kinderboerderij



Figuur 4 Sonderingen S07 t/m S12 t.p.v. SWT-gebouw

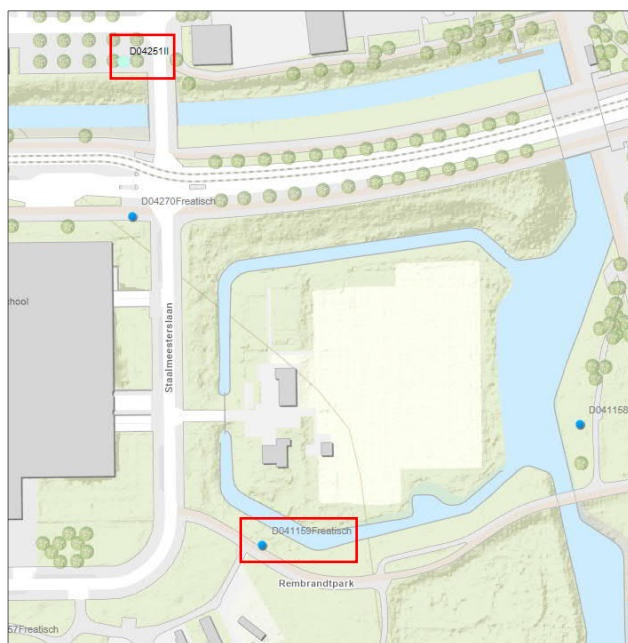


Figuur 5 Sonderingen S13 en S14 t.p.v. brug

2.4 Grondwaterstanden

Aan de hand van de Waternet peilbuizen, zie Figuur 6 zijn onderstaande grondwaterstanden/ stijghoogtes bepaald.

Grondwaterstand/ stijghoogte [m NAP]	Freatisch Peilbuis D041159	Stijghoogte Peilbuis D04251II
Laag (5%)	-2,5	-2,6
Mediaan (50%)	-2,0	-2,4
Hoog (95%)	-1,9	-2,3



Figuur 6 Waternet peilbuizen

2.5 Aanlegniveau's

Uitgangspunt is dat de begane grondvloeren op maaiveldniveau worden aangebracht en geen noemenswaardige ontgravingen nodig zijn.

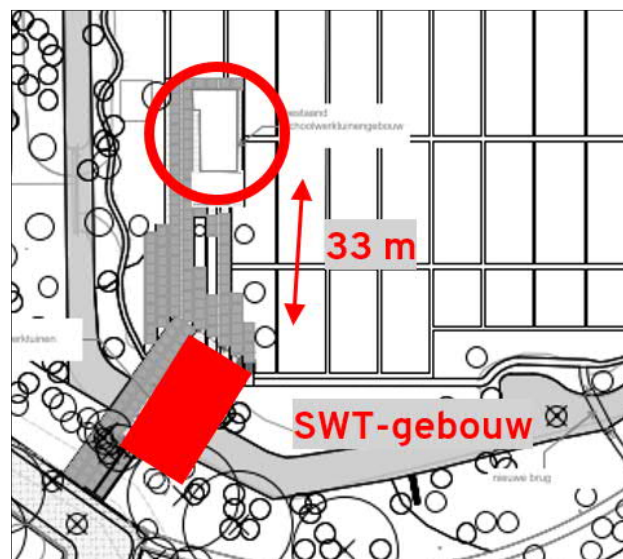
2.6 Paalbelasting

Door de constructeur zijn in [3] de benodigde drukdraagvermogens opgegeven. Deze bedragen 250 kN à 600 kN, waarbij in overleg met de constructeur voor de gebouwen als uitgangspunt gehanteerd wordt dat palen in de Eerste Zandlaag maximaal met 300 kN belast worden.

2.7 Omgeving

Het bestaande pand (bouwjaar 1972) op een afstand van circa 33m van het nieuwe SWT-gebouw blijft gehandhaafd, zie Figuur 1. Overige bebouwing in de directe omgeving wordt gesloopt. Dit pand wordt niet nader beschouwd in voorliggende analyse omdat trillingsschade niet verwacht wordt vanwege de grote afstand tot het heiwerk. De noodzaak van een geluidspredictie hangt af van de functie van het pand alsmede van de overige nabijgelegen gebouwen tijdens de installatie van de palen en dient nader door de opdrachtgever beoordeeld te worden.

De watergang ter plaatse van het nieuwe SWT-gebouw (zie Figuur 2) wordt voorafgaand aan de werkzaamheden gedempt.

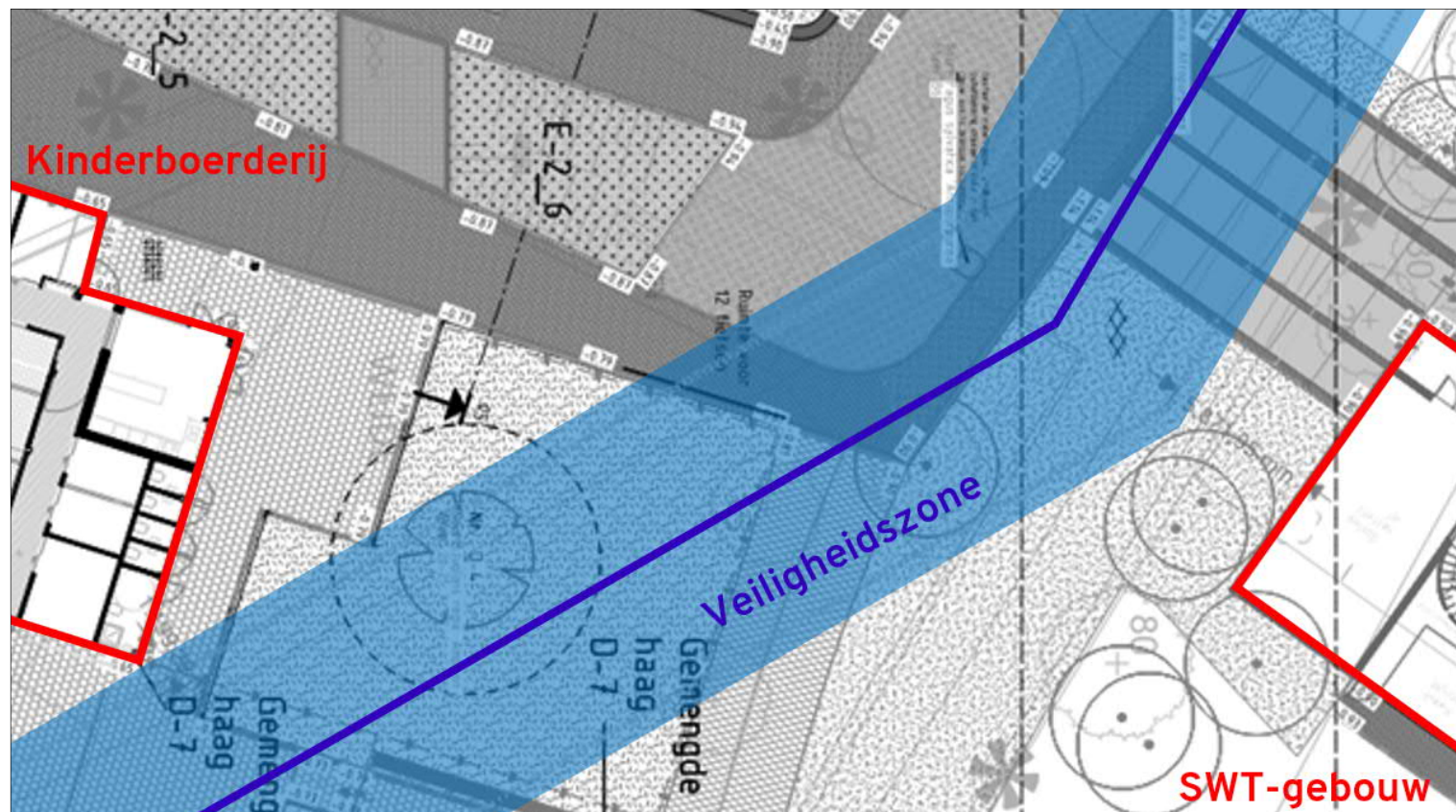


Figuur 7 Belendend pand

Op basis van [3][4] is in Figuur 8 de positie van de gebouwen ten opzichte van een aanwezige rioolpersleiding weergegeven, waarbij de positie van het SWT-gebouw nog niet definitief is en nog iets kan wijzigen. De leiding zelf heeft een diameter van 1,6m en ligt met de bovenzijde op NAP-3m.

Geschetst is een veiligheidszone aan weersijden van de leiding van vijf meter vanaf buitenkant leiding op basis van de info van Waternet. De kinderboerderij staat 0,4 m van deze zone af en het schoolwerktuinengebouw staat er 5,0 m vanaf. De kinderboerderij staat dus 5,4m vanaf zijkant buis en het SWT-gebouw staat 10m vanaf zijkant buis.

Door Waternet is voorgeschreven dat, indien heilwerkzaamheden binnen bovenbeschreven veiligheidszone plaatsvinden, aangetoond moet worden dat dit geen schadelijke invloed heeft op de leiding.



Figuur 8 Gebouwen t.o.v. door Waternet opgegeven veiligheidszone rioolpersleiding [3]

3 Paalberekeringen

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen van de paal draagkracht en -stijfheden gepresenteerd.

3.2 Paalsysteem

In Tabel 2 zijn de beschouwde paalsystemen inclusief gehanteerde paalklassefactoren weergegeven. Paalpuntniveaus dienen door een gespecialiseerde funderingsaannemer op heikbaarheid onderzocht worden aan de hand van de opgegeven tabellen en de beschikbare sonderingen.

Voor de inwendig geheide buispalen is de verwachting dat deze niet dieper dan enkele meters in de Eerste Zandlaag aangebracht kunnen worden.

Voor de prefab betonpalen worden ook diepere paalpuntniveaus berekend. In verband met de hoge conusweerstand dient rekening te worden gehouden met zwaar heiwerk.

3.3 Uitgangspunten berekening draagvermogen

Voor de berekening van het geotechnisch verticaal draagvermogen van de palen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekening volgens NEN 9997-1+C2:2017 op basis van de in [1] uitgevoerde sonderingen.
- Positieve schachtwrijving wordt ontleend aan de zandige lagen beneden circa NAP-12,5m voor de ondiepe palen met een PPN in de Eerste Zandlaag (boven Allerod). Voor de palen met een PPN in de Tweede Zandlaag is gerekend met positieve schachtwrijving vanaf NAP-14,0m i.v.m. een eventuele samendrukking van de Allerod laag door de lastafdracht in de Eerste Zandlaag.
- Negatieve kleef wordt in verband met de aangetroffen bodembouw in rekening gebracht tot circa NAP-12,5m.
- Aangehouden factoren ξ (ksi) en veiligheidsfactoren zijn conform de NEN 9997-1.
 - o De stijfheid van de constructie van de bovenbouw bepaalt mede de waarde van de factoren ξ (ksi) die de onzekerheid in het grondonderzoek en de mogelijkheid van herverdeling van belasting over meerdere palen in rekening brengt. In het ontwerp van de fundering is uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk.

Tabel 2 Beschouwd paalsysteem

Paalsysteem en afmetingen	Inbrengmethode	LZ-gedrag	Paalfactoren
Inwendig geheide stalen buispalen buis/voerplaat* Ø 324mm, Ø 356mm	Inwendig geheid	type 1	$\alpha_p = 0,70$ $\alpha_s = 0,010$ $\alpha_t = 0,010$ $s = 1,0$ $\beta = 1,0$
Prefab betonpalen 250x250mm, 290x290mm, 320x320mm	Geheid	type 1	$\alpha_p = 0,70$ $\alpha_s = 0,010$ $\alpha_t = 0,010$ $s = 1,0$ $\beta = 1,0$

* uitgangspunt is dat de voetplaat van de gesloten stalen buispaal niet significant (meer dan 10 à 15mm) groter is dan de buis

- o De factor ξ is verder mede afhankelijk van het aantal sonderingen dat als groep bij elkaar genomen kan worden. Hiervoor moet wel gelden dat de variatiecoëfficiënt van het draagvermogen van de groep sonderingen $\leq 12\%$ is. Anders moet gerekend worden met $\xi_3 = \xi_4 = 1,39$. Bij een variatiecoëfficiënt $\leq 12\%$ is uitgegaan van de factoren uit tabel A.10a in NEN 9997-1+C2:2017.
- o $\gamma_b, \gamma_s = 1,2$.

3.4 Uitgangspunten berekening veerstijfheid

3.4.1 Vervormingen paalfundering (druk)

De paalkopzakking (s) van een paalfundering is opgebouwd uit :

- $s = s_1 + s_2$, waarbij
- s_1 = rekenwaarde van de zakking van de bovenzijde van de paal, opgebouwd uit de zakking van de paalpunt (s_b) en de elastische verkorting van de paal (s_{el}).
- s_2 = de zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen.

3.4.2 Drukveerstijfheid statische belasting

De veerstijfheid bij statische belasting heeft betrekking op het eigen gewicht en het permanent aanwezige deel van de veranderlijke belasting. De paalkopzakking bestaat uit een gedeelte paalzakking ten gevolge van mobiliseren grondweerstand (s_b) en een gedeelte elastische verkorting (s_{el}) van de paal. De paalpuntzakking is berekend volgens de standaard last-zakkingsdiagrammen uit de Eurocode.

De elastische verkorting is bepaald voor een betonpaal. De aangehouden elasticiteitsmodulus van de palen voor de berekening van de elastische verkorting is $E_{\text{beton}} = 20.000 \text{ N/mm}^2$ (aanname dat de inwendig geheide stalen buizen gevuld worden met beton; wanddikte van de buis is daarnaast buiten beschouwing gelaten). De daadwerkelijke elasticiteitsmodulus van de palen moet door de constructeur bepaald worden.

Aan de hand van de berekende puntzakking onder invloed van de opgelegde karakteristieke paalbelasting is de puntveerstijfheid bepaald volgens vergelijking 1:

$$k_{v,punt} = F_{s,tot,k} / s_b \quad (1)$$

Wanneer ook de elastische verkorting van de paal meegenomen wordt, dan wordt de veerstijfheid van de paalkop met vergelijking 2 bepaald:

$$k_{v,1} = F_{s,tot,k} / (s_b + s_{el}) \quad (2)$$

Opgemerkt wordt dat de puntzakking t.g.v. mobilisatie van de grondweerstand niet lineair verloopt. Bij toenemende belasting neemt de zakking meer dan evenredig toe en de veerstijfheid neemt dus af.

Het last-zakkingsgedrag van de palen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS) is bepaald met de rekenregels gegeven in NEN 9997-1. De zakking van de paalpunt (s_b) en de elastische verkorting van de paal (s_{el}) zijn bepaald met de daarin gegeven last-zakkings-diagrammen en formules.

In de volgende paragraaf zijn de aan te houden veerconstanten voor een statische belasting op de drukpalen samengevat. Afhankelijk van de berekeningsmethode van de constructeur kan de stijfheid zonder ($k_{v,punt}$) of met ($k_{v,kop}$) elastische verkorting gehanteerd worden.

De bepaling van de rekenwaarde van de lage en hoge veerstijfheid dient bepaald te worden door respectievelijk deling en vermenigvuldiging met $\sqrt{2}$.

3.4.3 Drukveerstijfheid kortdurende belasting

De veerstijfheid bij kortdurende belasting heeft betrekking op het windaandeel van de belasting op de stabiliteitsconstructie met uitzondering van piekbelastingen door zeer korte windvlagen.

Bij de bepaling van de veerstijfheid voor kortdurende belastingen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de stijfheid wordt afgeleid uit het last-zakkingsdiagram in SLS;
- de veerstijfheid wordt met een factor 1,5 vergroot i.v.m. het kortdurende karakter;
- vanwege het kortdurende effect hoeft s_2 niet meegenomen te worden in de bepaling van de veerstijfheid.

Bij de bepaling van deze veerstijfheid dient er rekening mee gehouden te worden dat deze belasting optreedt aanvullend op de statische belasting. Deze veerstijfheid geldt dus voor de aanvullende kortdurende belasting. Het bepalen van de veerstijfheid is in vergelijking 3 weergegeven.

$$k_{v,kort} = 1,5 * \frac{F_{rep,stat}}{s_{F,stat}} = 1,5 * k_{v,1} \quad (3)$$

3.4.4 s2-zakking onder paalpunt

Worden palen boven de Allerod laag gefundeerd, dan dient rekening te worden gehouden met zakkingen onder paalpuntniveau in de ordergrootte van 5 à 15 mm. Bij een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag zijn de te verwachten s₂ zakkingen verwaarloosbaar.

3.5 Resultaten drukpalen

3.5.1 Algemeen

De resultaten van de berekeningen van het verticaal uitwendig geotechnische drukdraagvermogen van de inwendig geheide stalen buispalen en de prefab betonpalen zijn per locatie gepresenteerd in de hiernavolgende tabellen. Resultaten zijn gepresenteerd voor paalpuntniveaus in de Eerste en Tweede Zandlaag.

Voor de inwendig geheide buispalen is de verwachting dat deze niet dieper dan enkele meters in de Eerste Zandlaag aangebracht kunnen worden. Voor de prefab betonpalen is uitgegaan van een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag. In verband met de lokaal hoge conusweerstand dient rekening te worden gehouden met zwaar heiwerk.

De paalpuntniveaus dienen door een gespecialiseerde funderingsaannemer op heibaarheid onderzocht te worden aan de hand van de opgegeven tabellen en de beschikbare sonderingen. Het inwendige constructieve draagvermogen van alle in dit rapport vermelde paaltypen dient door de constructeur te worden gecontroleerd.

3.5.2 Kinderboerderij

Volgens opgave constructeur zijn bij de kinderboerderij in verband met de aanwezigheid van bomen beperkingen met betrekking tot de werkhoogte. Om deze reden en ook in verband met de beperkte paalbelastingen is hier uitgegaan van inwendig geheide buispalen met een paalpuntniveau in de Eerste Zandlaag (prefab betonpalen zijn niet beschouwd, omdat het toepassen van twee verschillende systemen niet wenselijk wordt geacht).

Verder wordt opgemerkt dat op deze locatie de gemeten conusweerstand in de Eerste Zandlaag per sondering sterk varieert, waardoor ook het drukdraagvermogen per sondering wisselend is. Zoals te zien in Figuur 3 hebbend de sonderingen S02 en S04 op circa NAP-14,0m teruggangen, waardoor het op basis van deze sonderingen berekende draagvermogen boven in de Eerste Zandlaag duidelijk lager is dan van de overige sonderingen. Dit is duidelijk gemaakt in Bijlage 2 waar de draagvermogens per sondering zijn toegevoegd voor een diameter van Ø324mm en Ø356mm. In verband met de grilligheid is gezocht is naar één paalpuntniveau voor de hele locatie van de kinderboerderij. Uit de berekeningen blijkt dat een draagvermogen van 300 kN gehaald kan worden bij een paalpuntniveau op NAP-15,0m met een diameter van Ø356mm op basis van alle sonderingen (S01 t/m S06).

Tabel 3 Drukdraagvermogen en veerstijfheden - Inwendig geheide buispalen Ø356mm – PPN in Eerste Zandlaag - Kinderboerderij

PPN	Inwendig geheide buispalen Ø356mm		
	[m t.o.v. NAP]	R _{c,net,d} [kN]	k _{v,punt} [MN/m]
			k _{v,1} [MN/m]
-14,50	193 ¹⁾	79	51
-14,75	206 ¹⁾	91	55
-15,00	399	84	52
-15,25	224 ²⁾	88	54
-15,50	221 ²⁾	97	57

¹⁾ variatiecoëfficiënt > 12%, maatgevende sondering S02

²⁾ variatiecoëfficiënt > 12%, maatgevende sondering S01

3.5.3 SWT-gebouw

Uit de berekeningen blijkt dat een draagvermogen van 300 kN gehaald kan worden bij een paalpuntniveau op NAP-14,0m uitgaande van inwendig geheide buispalen Ø356mm en prefab betonpalen 320x320mm (op basis van alle sonderingen S07 t/m S12). De draagvermogens per sondering zijn toegevoegd in Bijlage 2 voor inwendig geheide buispalen met een diameter van Ø324mm en Ø356mm en voor prefab palen met de afmetingen 250x250mm, 290x290mm en 320x320mm.

Tabel 4 Drukdraagvermogen en veerstijfheden - Inwendig geheide buispalen Ø356mm – PPN in Eerste Zandlaag - SWT-gebouw

PPN	Inwendig geheide buispalen Ø356mm		
[m t.o.v. NAP]	R _{c,net,d} [kN]	k _{v,punt} [MN/m]	k _{v,1} [MN/m]
-13,50	265	45	35
-13,75	297	53	39
-14,00	318	60	43
-14,25	221 ¹⁾	67	46
-14,50	234 ¹⁾	78	50

¹⁾ variatiecoëfficiënt > 12%, maatgevende sondering S08

Tabel 5 Drukdraagvermogen en verstijfheden – Prefab betonpalen 320x320mm – PPN in Eerste Zandlaag - SWT-gebouw

PPN	Prefab palen 320x320mm		
[m t.o.v. NAP]	R _{c,net,d} [kN]	k _{v,punt} [MN/m]	k _{v,1} [MN/m]
-13,50	265	57	35
-13,75	301	67	39
-14,00	324	76	41
-14,25	230 ¹⁾	84	44
-14,50	241 ¹⁾	97	46

¹⁾ variatiecoëfficiënt > 12%, maatgevende sondering S08

Voor de draagvermogens tot 600 kN zijn prefab betonpalen 290x290mm met een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag beschouwd (i.v.m. risico op paalschade zijn prefab palen 250x250mm met PPN in de Tweede Zandlaag niet beschouwd). Opgemerkt wordt hierbij, dat enkel drie sonderingen (S08, S09 en S10) voldoende diep zijn uitgevoerd om als basis voor de berekening te dienen.

Uit de berekeningen blijkt dat een draagvermogen van 600 kN gehaald kan worden bij een paalpuntniveau op NAP-20,0m met de afmetingen 290x290mm. De draagvermogens per sondering zijn toegevoegd in Bijlage 2 (ook voor de afmeting 320x320mm). Geadviseerd wordt voorafgaande aan de bouw om minimaal 2 aanvullende sonderingen uit te voeren om het paalpuntniveau te verifiëren.

Tabel 6 Drukdraagvermogen en veerstijfheden – Prefab betonpalen 290mmx290mm – PPN in Tweede Zandlaag - SWT-gebouw

PPN	Prefab palen 290x290mm		
[m t.o.v. NAP]	R _{c,net,d} [kN]	k _{v,punt} [MN/m]	k _{v,1} [MN/m]
-19,0	464 ¹⁾	202	65
-19,5	538 ¹⁾	282	71
-20,0	959	274	69
-20,5	909 ¹⁾	298	69
-21,0	898 ¹⁾	325	70

¹⁾ variatiecoëfficiënt > 12%, maatgevende sondering S08

3.5.4 Brug

Ten behoeve van de brug is aan elke kant van de watergang één sondering uitgevoerd (S13 en S14). Het sondeerbeeld van deze sonderingen verschilt sterk. Om deze reden wordt per zijde naar de betreffende sondering gekeken. De draagvermogens zijn om deze reden voor een paalpuntniveau in de Eerste Zandlaag per sondering opgegeven. Voor een beschouwing van een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag is enkel sondering S14 voldoende diep uitgevoerd.

Tabel 7 Drukdraagvermogen en veerstijfheden o.b.v. S13 - Inwendig geheide buispalen Ø356mm – PPN in Eerste Zandlaag - brug

PPN	Inwendig geheide buispalen Ø356mm Sondering S13		
[m t.o.v. NAP]	$R_{c,net,d}$ [kN]	$k_{v,punt}$ [MN/m]	$k_{v,1}$ [MN/m]
-16,50	248	60	41
-16,75	267	66	43
-17,00	291	71	46
-17,25	313	78	48
-17,50	318	83	50
-17,75	322	88	51
-18,00	480	106	56

Tabel 8 Drukdraagvermogen en verstijfheden o.b.v. S13 – Prefab betonpalen 320x320mm – PPN in Eerste Zandlaag - brug

PPN	Prefab palen 320x320mm Sondering S13		
[m t.o.v. NAP]	$R_{c,net,d}$ [kN]	$k_{v,punt}$ [MN/m]	$k_{v,1}$ [MN/m]
-16,50	257	66	44
-16,75	280	72	46
-17,00	306	78	49
-17,25	331	85	51
-17,50	338	92	54
-17,75	345	97	55
-18,00	511	117	60

Indien de paalbelasting groter is dan het berekende draagvermogen op basis van S13, dan dient aan deze zijde van de watergang aanvullend gesondeerd te worden om draagvermogens op diepere paalpuntniveaus te kunnen berekenen.

Tabel 9 Drukdraagvermogen en veerstijfheden o.b.v. S14 - Inwendig geheide buispalen Ø356mm – PPN in Eerste Zandlaag - brug

PPN	Inwendig geheide buispalen Ø356mm Sondering S14		
[m t.o.v. NAP]	$R_{c,net,d}$ [kN]	$k_{v,punt}$ [MN/m]	$k_{v,1}$ [MN/m]
-14,00	136	31	25
-14,25	179	38	30
-14,50	203	44	33
-14,75	222	49	36
-15,00	262	57	40
-15,25	168	50	37
-15,50	176	54	39

Tabel 10 Drukdraagvermogen en veerstijfheden o.b.v. S14 – Prefab betonpalen 320x320mm – PPN in Eerste Zandlaag - brug

PPN	Prefab palen 320x320mm Sondering S14		
[m t.o.v. NAP]	$R_{c,net,d}$ [kN]	$k_{v,punt}$ [MN/m]	$k_{v,1}$ [MN/m]
-14,00	135	33	27
-14,25	179	40	32
-14,50	206	47	35
-14,75	228	53	39
-15,00	269	61	43
-15,25	174	54	39
-15,50	186	60	42

Tabel 11 Drukdraagvermogen en veerstijfheden o.b.v. S14 – Prefab betonpalen 290mmx290mm – PPN in Tweede Zandlaag - brug

PPN	Prefab palen 290x290mm Sondering S14		
[m t.o.v. NAP]	$R_{c,net,d}$ [kN]	$k_{v,punt}$ [MN/m]	$k_{v,1}$ [MN/m]
-19,0	287	95	48
-19,5	444	119	53
-20,0	542	141	56
-20,5	583	159	58
-21,0	635	178	60
-21,5	711	196	61
-22,0	797	216	62

4 Beoordeling rioolpersleiding i.r.t. heiwerkzaamheden

4.1 Trillingsschade aan leiding

Leidingen zijn in het algemeen niet trillingsgevoelig en wordt bij heiwerkzaamheden zoals verwacht voor de installatie van de in deze rapportage berekende palen voldaan aan de SBR-A-grenswaarden bij afstanden van 1 à 2 m tussen heiwerkzaamheden en buitenkant leiding (afhankelijk van materiaal leiding).

4.2 Vervorming van de leiding

Vervormingen van de leiding kunnen plaatsvinden door inklinken van los tot matig gepakte zandlagen onder de leiding ten gevolge van trillingen. Op basis van de ontvangen informatie ligt de onderkant van de leiding op NAP-4,6m. Op dit niveau wordt volgens het grondonderzoek klei aangetroffen. Het kan echter niet worden uitgesloten dat een slecht tot matig verdicht zandbed onder de leiding aanwezig is, waarvan de pakking beïnvloed kan worden door trillingen. In voorliggende rapportage is de trillingssnelheid getoetst aan de SBR-A-richtlijn uitgaande van een zettingsgevoelige laag met 1m dikte onder de leiding waarbij de leiding beschouwd is als een trillingsgevoelige fundering, zie Bijlage 3. Uit deze toets blijkt dat de minimaal benodigde afstand 3m bedraagt bij het heien van prefab palen tot de Tweede Zandlaag (te overwinnen conusweerstand 40 MPa). Bij het heien van prefab palen of inwendig geheide buispalen tot de Eerste Zandlaag (te overwinnen conusweerstand 20 MPa) bedraagt de minimaal aan te houden afstand 2m.

Daarnaast bestaat de kans dat door de grondverdringende palen de grond rondom de palen op zij wordt gedrukt. Hierbij kan worden uitgegaan van een invloedzone van 6x de voetdiameter vanuit de palen. Afhankelijk van het gehanteerde paalsysteem zal dit resulteren in afstanden van 2 à 3m. Dit effect kan worden beperkt door de paalpositie voor te boren tot iets onder het niveau van de onderkant van de leiding. Er mag niet dieper voorgeboord worden dan tot de bovenkant van de Eerste zandlaag op circa NAP-12,5m om een negatieve beïnvloeding van het paal draagvermogen te voorkomen.

4.3 Conclusie

Geadviseerd wordt om minimaal een afstand van 3m aan te houden tussen de heiwerkzaamheden en de buitenkant van de rioolpersleiding. De verwachte invloed is dan verwaarloosbaar. Om de beïnvloeding door grondverdringing te beperken kan worden gekozen voor het voorboren van de paalposities.

De palen ten behoeve van de kinderboerderij en het SWT-gebouw staan in principe op een afstand van respectievelijk minimaal 5,4m vanaf zijkant buis en minimaal 10m vanaf zijkant buis. De verwachte invloed van het heiwerk op de persleiding is dus verwaarloosbaar.

5 Conclusies en aandachtspunten

5.1 Conclusies

In de voorliggende rapportage zijn de funderingsberekeningen ten behoeve van project Stadsboerderij te Amsterdam Rembrandtpark gerapporteerd. Het project omvat de realisatie van drie constructies:

- Schoolwerktuinen-gebouw (SWT-gebouw)
- Kinderboerderij
- Nieuwe brug

De paalberekeningen zijn uitgevoerd voor inwendig geheide stalen buispalen en prefab betonpalen. Draagvermogens en veerstijfheden zijn per locatie samengevat in paragraaf 3.5.

Zowel paalpuntniveaus in de Eerste Zandlaag als in de Tweede Zandlaag zijn beschouwd. Bij het toepassen van palen op de Eerste Zandlaag dient rekening te worden gehouden met 5 à 15mm zakkingen (s_2 -zakkingen) ten gevolge van het samendrukken van de kleiige lagen onder paalpuntniveau. Bij een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag zijn de s_2 -zakkingen verwaarloosbaar.

5.2 Aandachtspunten

Voor de inwendig geheide buispalen is de verwachting dat deze niet dieper dan enkele meters in de Eerste Zandlaag aangebracht kunnen worden. Voor de prefab betonpalen is ook uitgegaan van een paalpuntniveau in de Tweede Zandlaag. In verband met de hoge conusweerstand dient rekening te worden gehouden met lokaal zwaar heiwerk.

De paalpuntniveaus dienen door een gespecialiseerde funderingsaannemer op heibaarheid onderzocht te worden aan de hand van de opgegeven tabellen en de beschikbare sonderingen.

Het inwendige constructieve draagvermogen van alle in dit rapport vermelde paaltypen dient door de constructeur te worden gecontroleerd.

Bij het SWT-gebouw zijn slechts 3 van de 6 sonderingen voldoende diep uitgevoerd om als basis voor de berekening van paal draagvermogens in de Tweede Zandlaag te dienen. In verband hiermee wordt geadviseerd om voorafgaande aan de bouw minimaal 2 aanvullende sonderingen uit te voeren om het paalpuntniveau van NAP-20m te verifiëren.

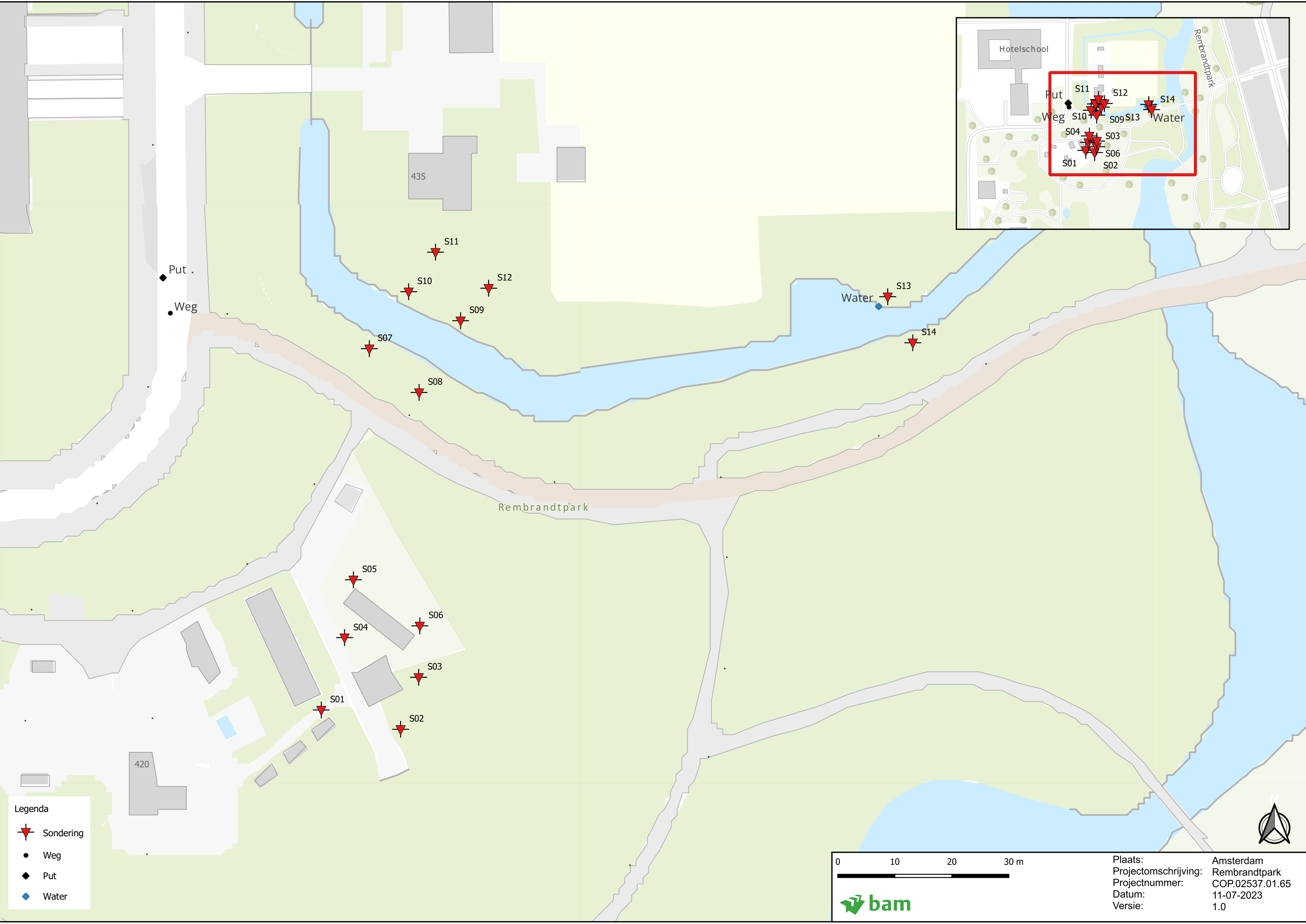
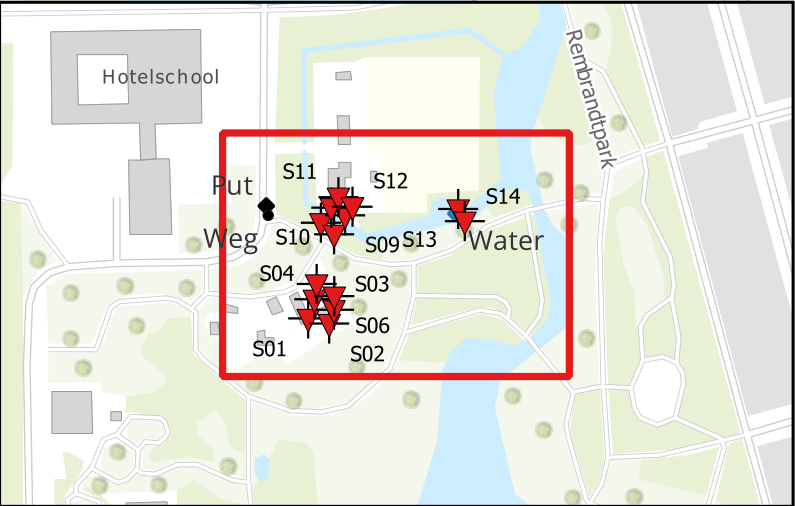
Ook de plaatse van de brug kon aan één zijde van de brug niet tot de gewenste diepe gesondeerd worden (betreft S13). Indien de paalbelasting groter is dan het berekende draagvermogen op basis van S13, dan dient ook aan deze zijde van de watergang voorafgaande aan de bouw aanvullend gesondeerd te worden om draagvermogens op diepere paalpuntniveaus te kunnen berekenen.

5.3 Belendende panden

Het bestaande pand (bouwjaar 1972) op een afstand van circa 33m van het nieuwe SWT-gebouw blijft gehandhaafd, zie Figuur 1. Overige bebouwing in de directe omgeving wordt gesloopt. Trillingsschade aan dit pand wordt niet verwacht. De noodzaak van een geluidspredictie hangt af van de functie van het pand alsmede van de overige nabijgelegen gebouwen tijdens de installatie van de palen en dient nader door de opdrachtgever beoordeeld te worden.

5.4 Rioolpersleiding

Mogelijke effecten van de heiwerkzaamheden op de rioolpersleiding zijn beschouwd in hoofdstuk 4. Geadviseerd wordt om minimaal een afstand van 3m aan te houden tussen de heiwerkzaamheden en de buitenkant van de rioolpersleiding. De verwachte invloed door het heien is dan verwaarloosbaar. Om de beïnvloeding door grondverdringing te beperken kan worden gekozen voor het voorboren van de paallocaties. Er mag niet dieper voorgeboord worden dan tot de bovenkant van de Eerste zandlaag op circa NAP-12,5m om een negatieve beïnvloeding van het paal draagvermogen te voorkomen.



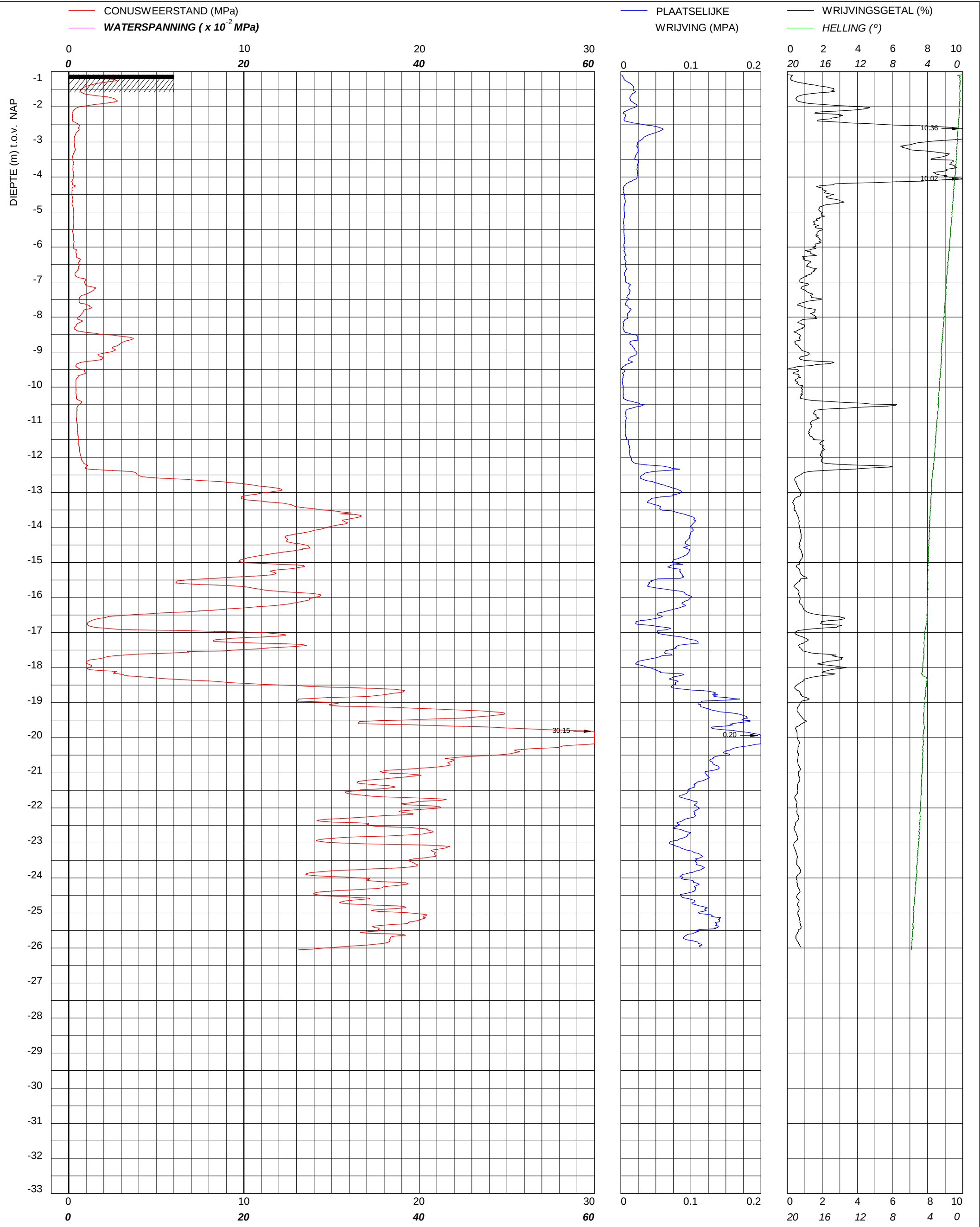
Legenda

- Sondering
- Weg
- Put
- Water

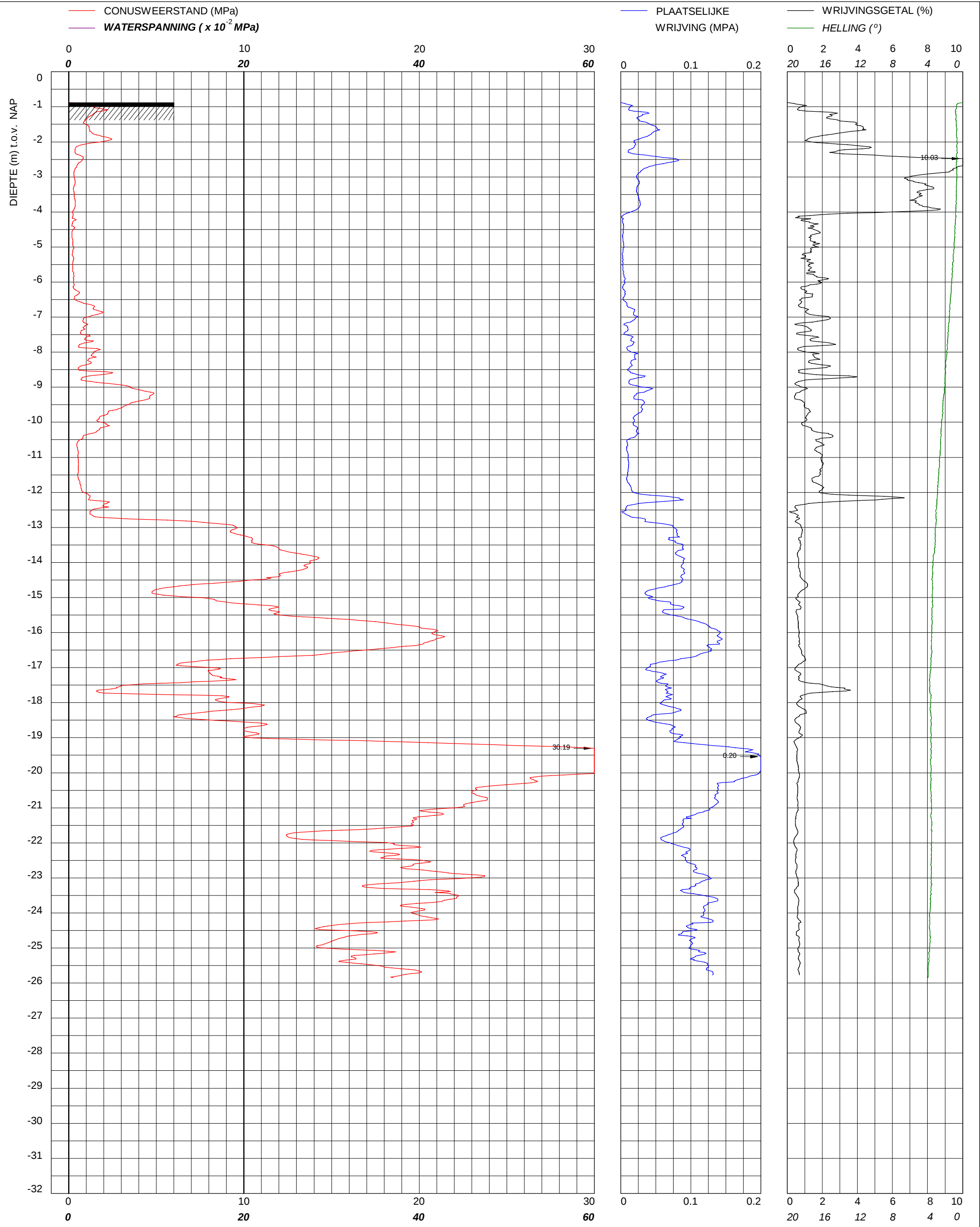
0 10 20 30 m

Plaats:	Amsterdam
Projectomschrijving:	Rembrandtpark
Projectnummer:	COP.02537.01.65
Datum:	11-07-2023
Versie:	1.0

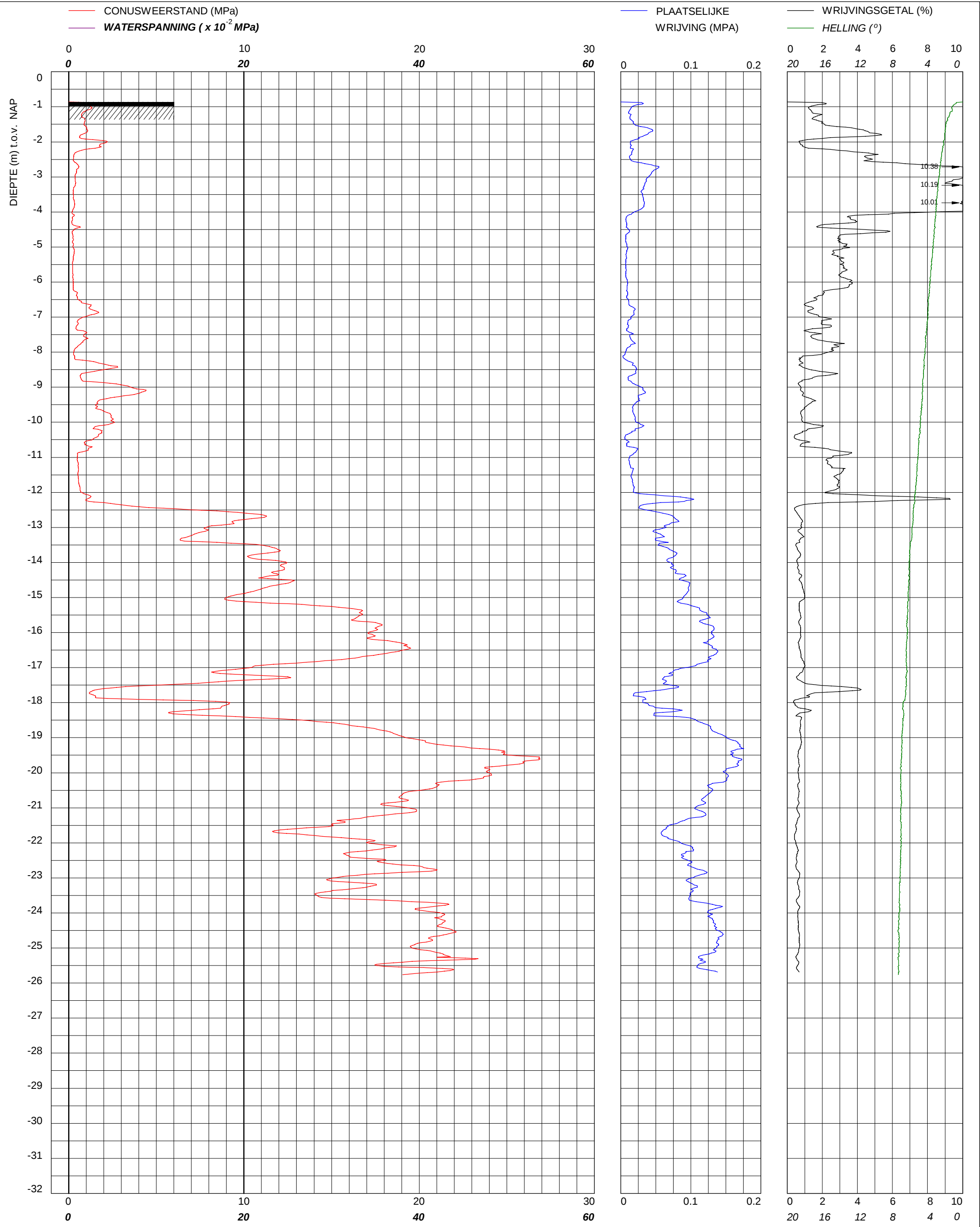




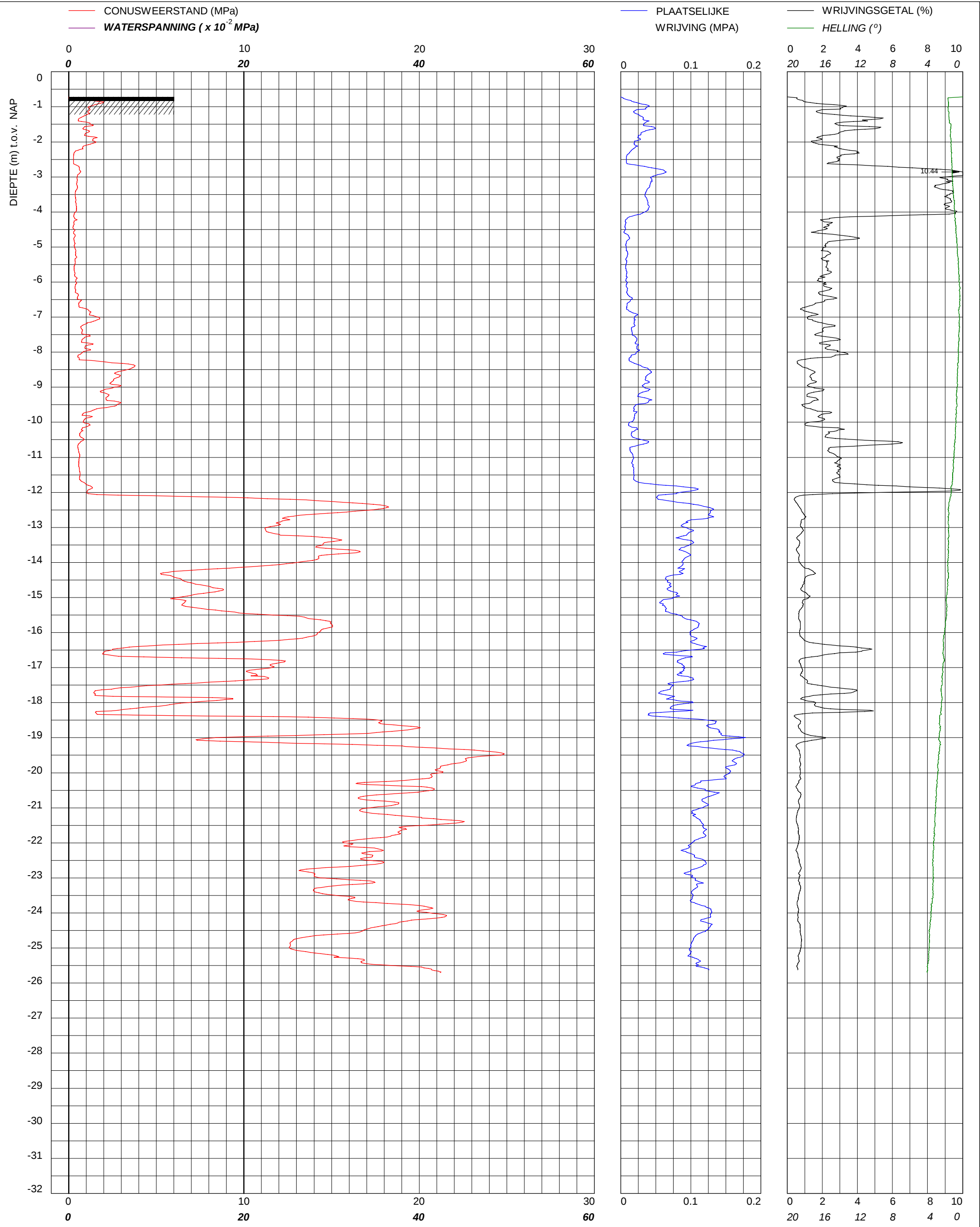
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2 CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	MV	-1.08	m NAP	X	118109	Opdrachtnummer :
		Km			Y	486752	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		7-7-2023		Locatiecode :	
		Printdatum		10-7-2023		S01	



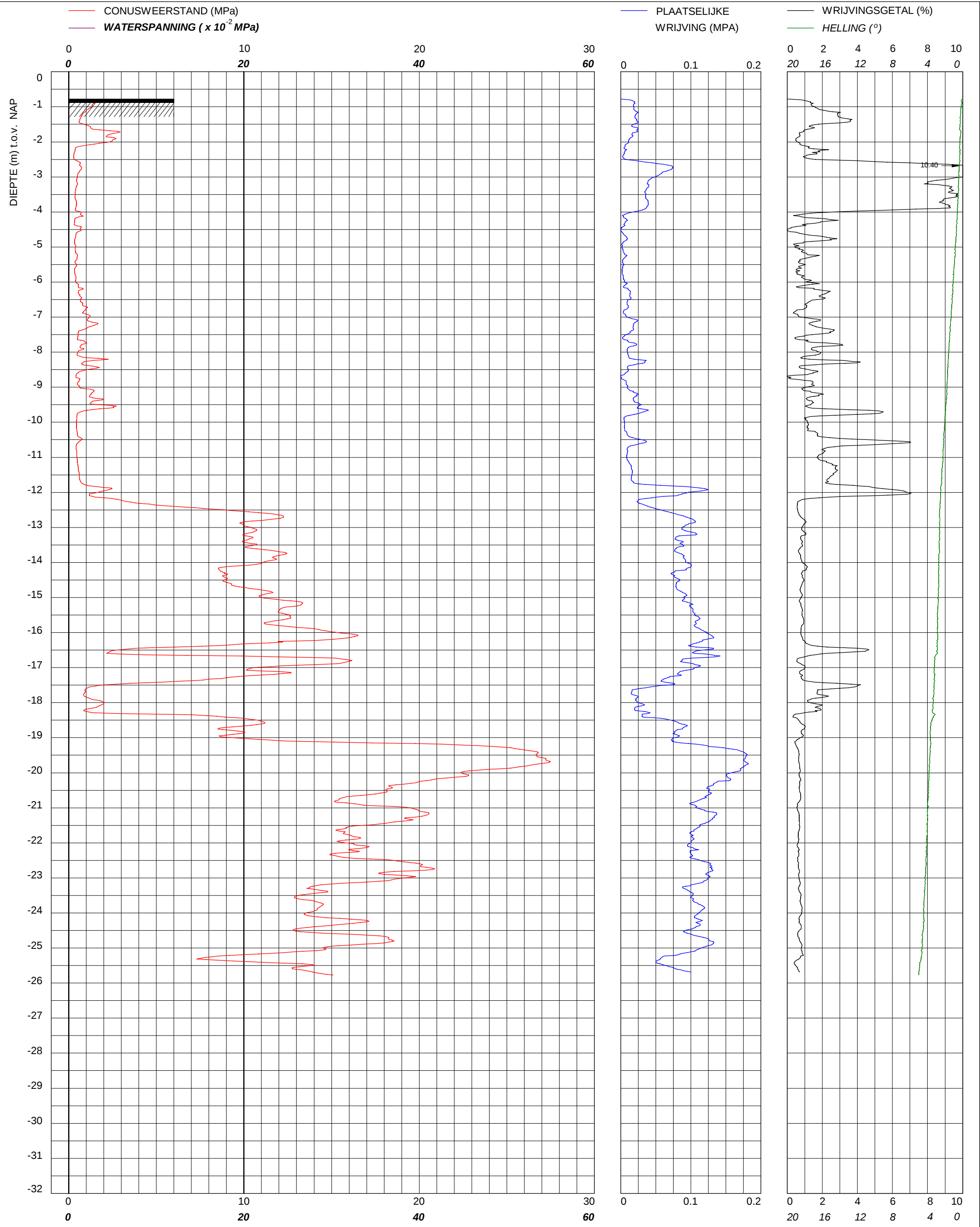
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-0.88 m NAP	X	118123	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486749	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		7-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		10-7-2023		S02



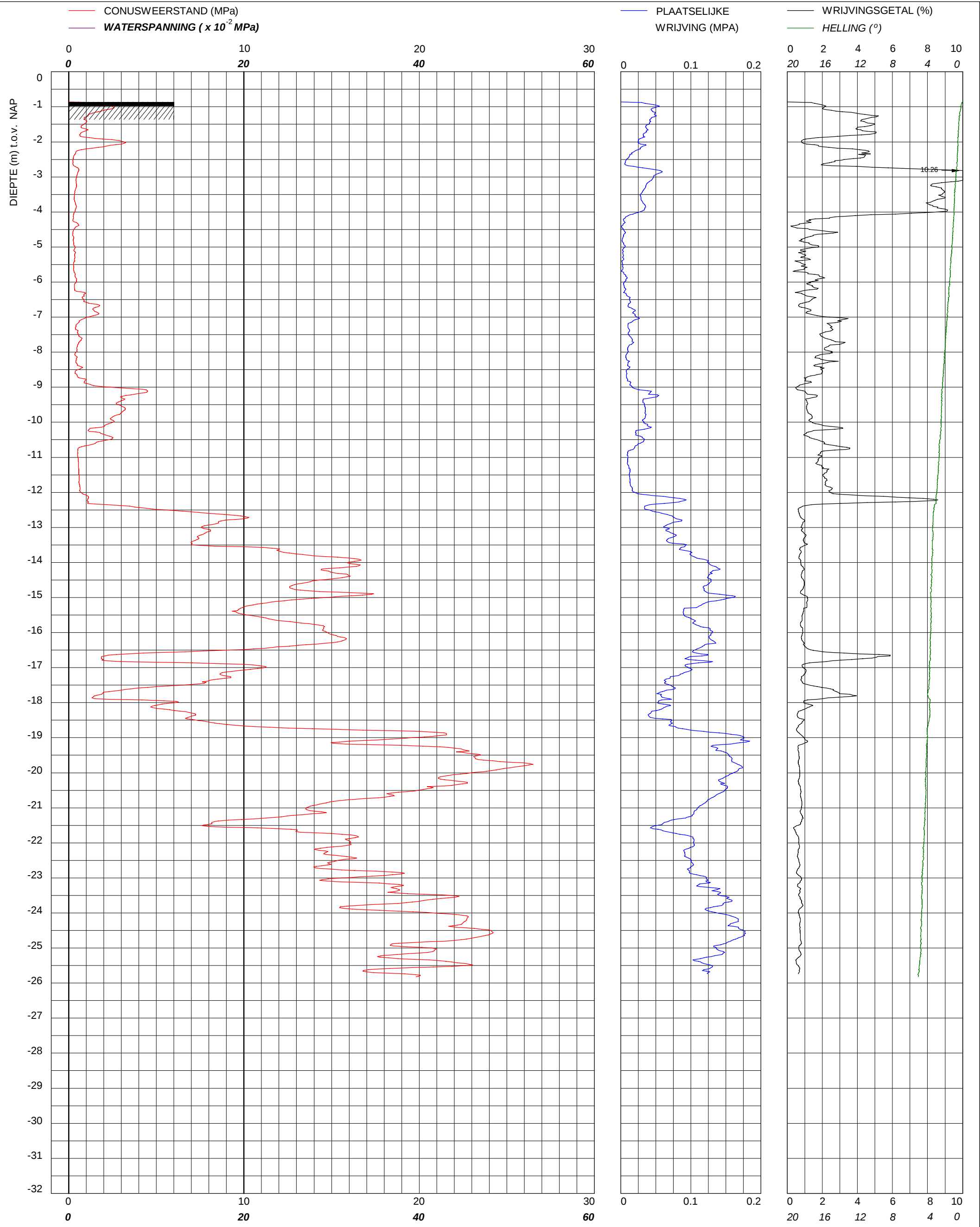
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-0.86 m NAP	X	118126	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486758	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		7-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		10-7-2023		S03



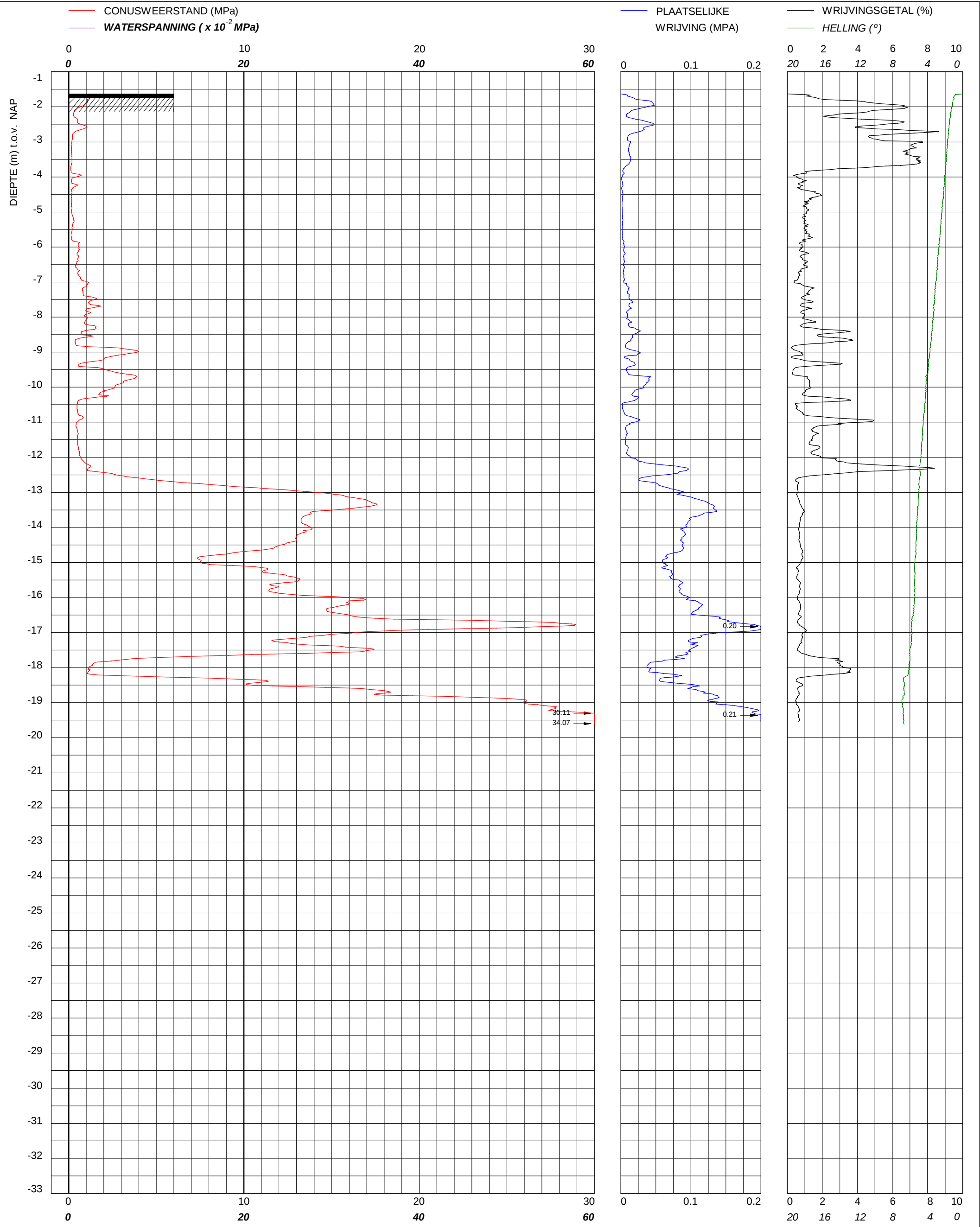
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-0.72 m NAP	X	118113	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486765	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		5-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		6-7-2023		S04



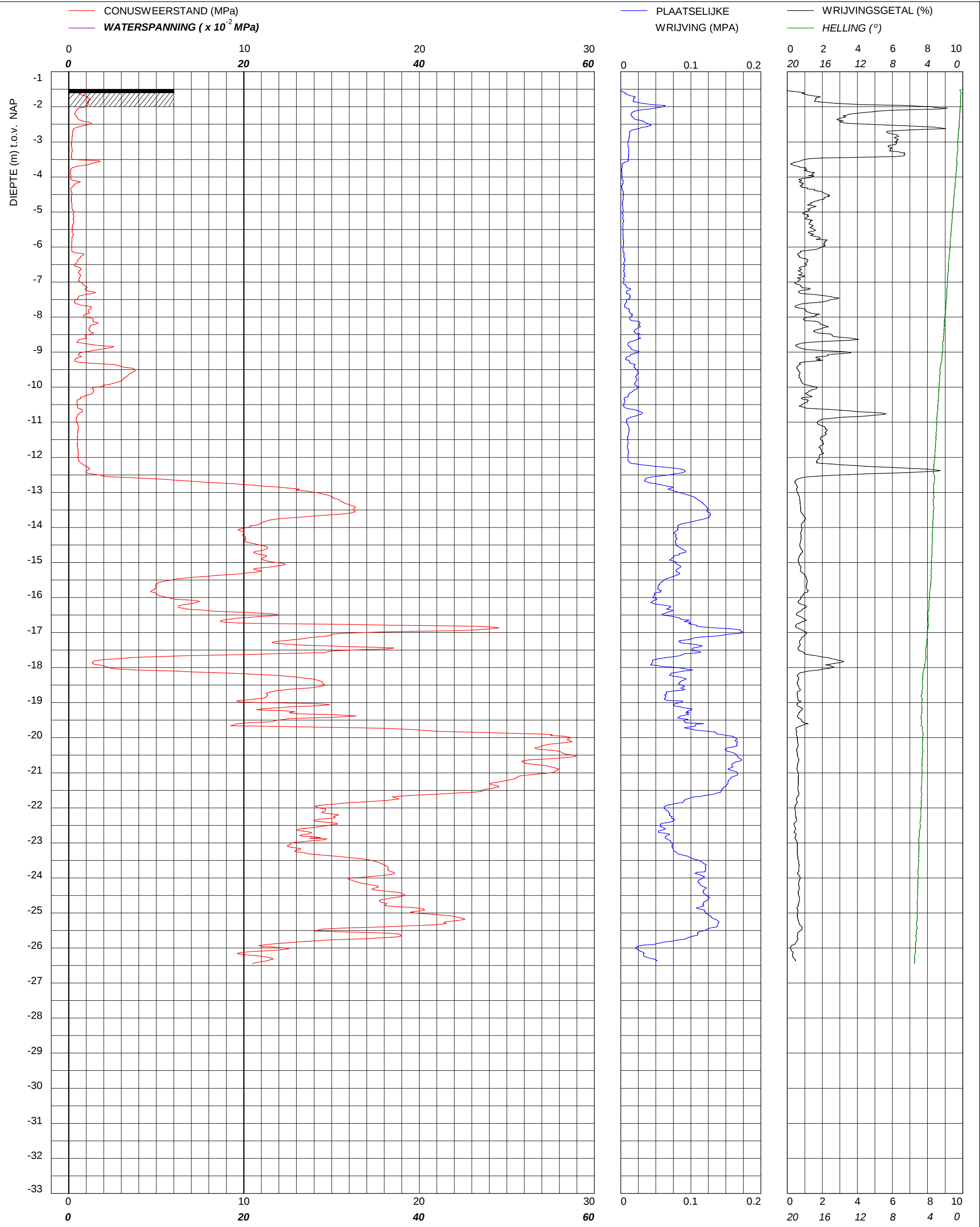
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2		MV	-0.78 m NAP	X	118114	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam		Km		Y	486775	02537.01.65
			Uitvoeringsdatum		5-7-2023		Locatiecode :
			Printdatum		6-7-2023		S05



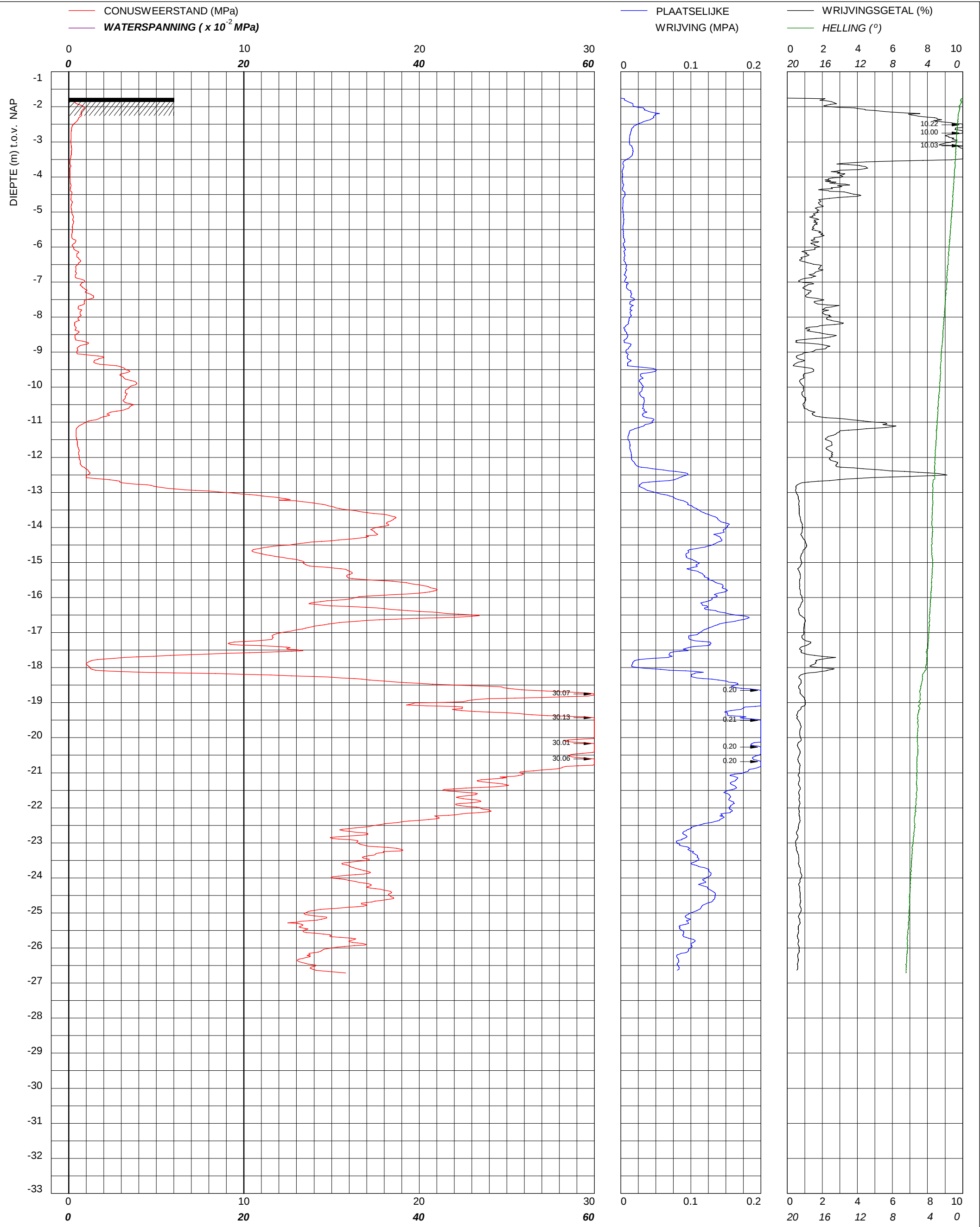
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-0.86 m NAP	X	118126	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486767	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		5-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		6-7-2023		S06



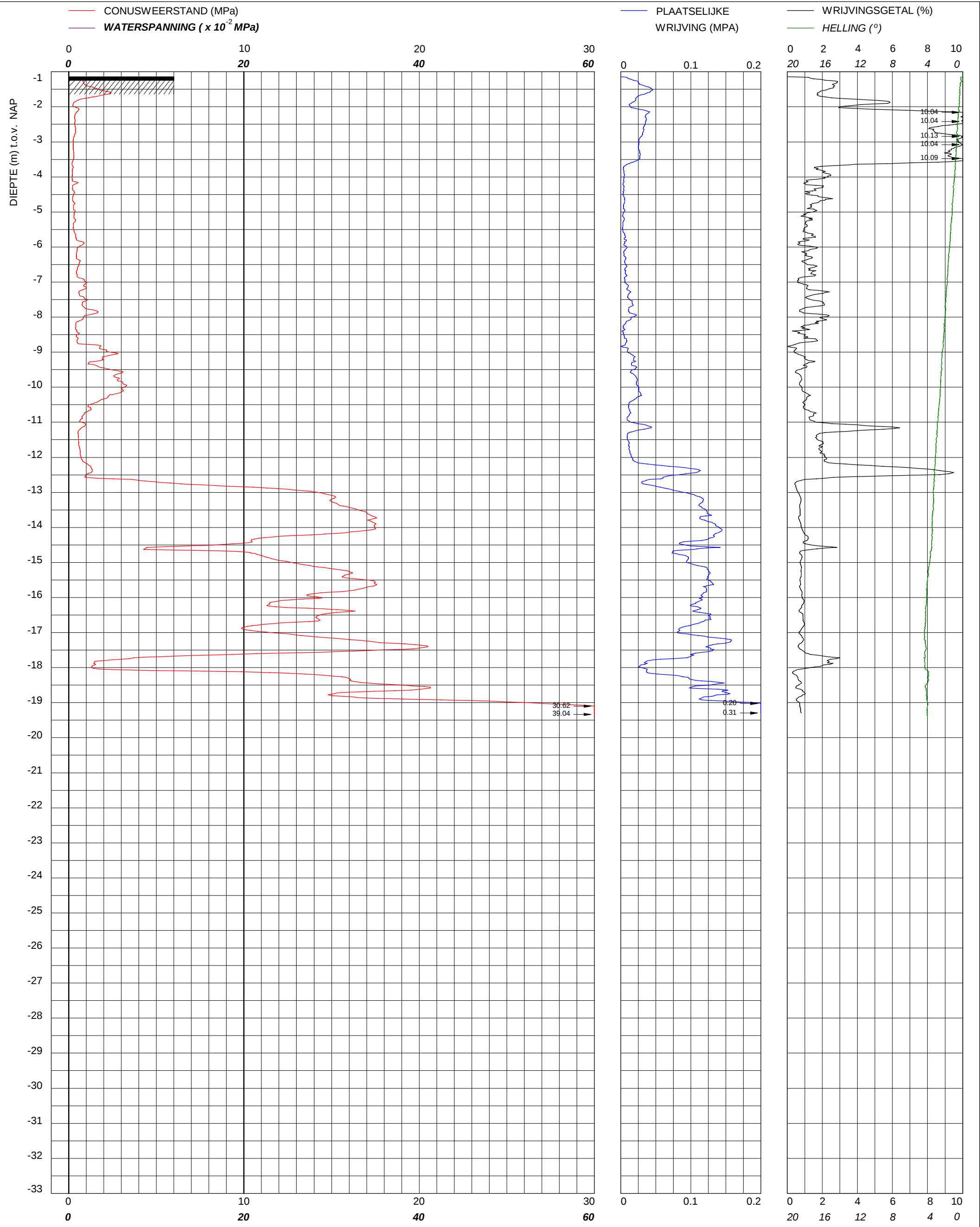
bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-1.63 m NAP	X	118117	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486816	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		10-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		10-7-2023		S07



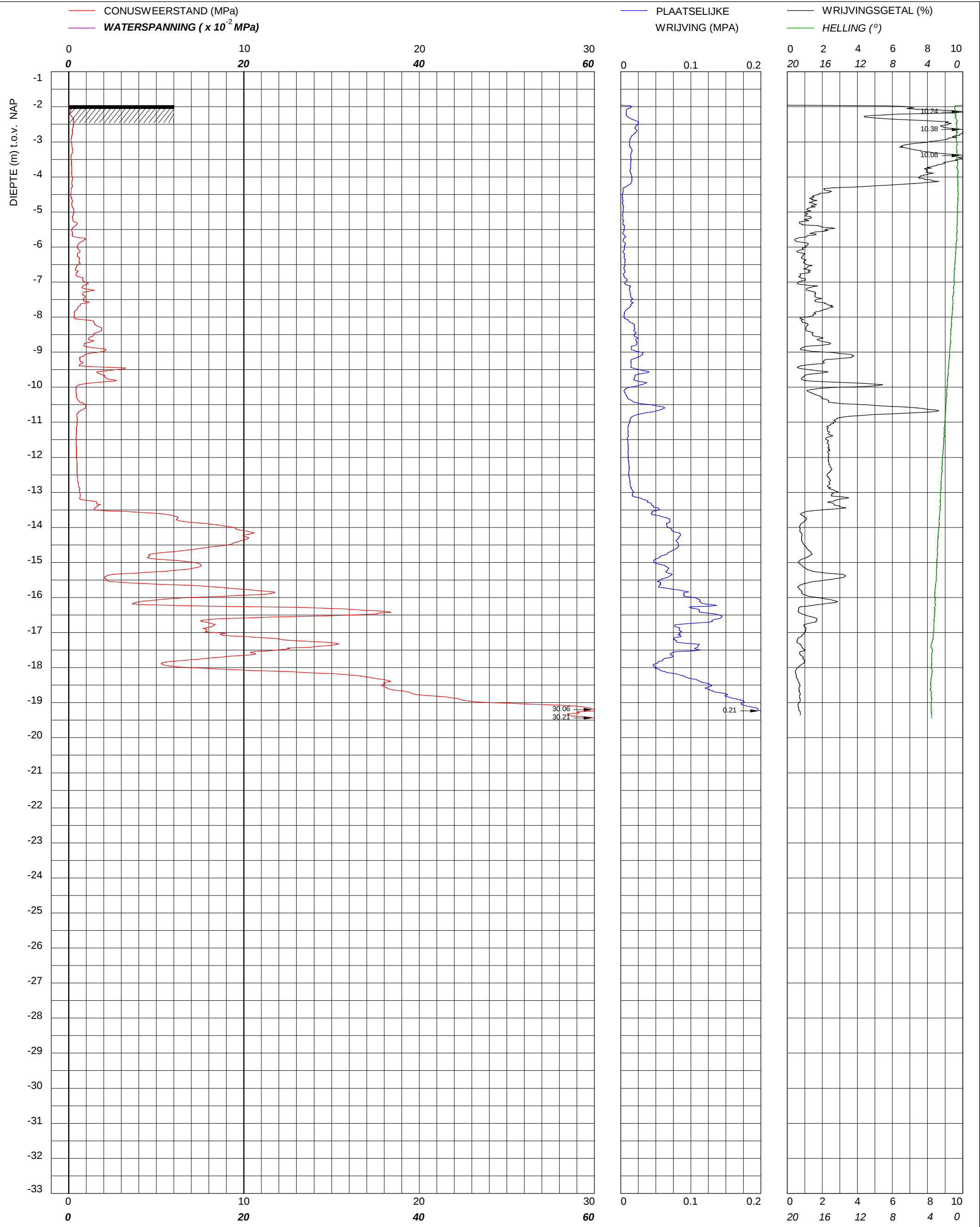
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-1.5	m NAP	X	118126	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km			Y	486808	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum			10-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum			10-7-2023		S08



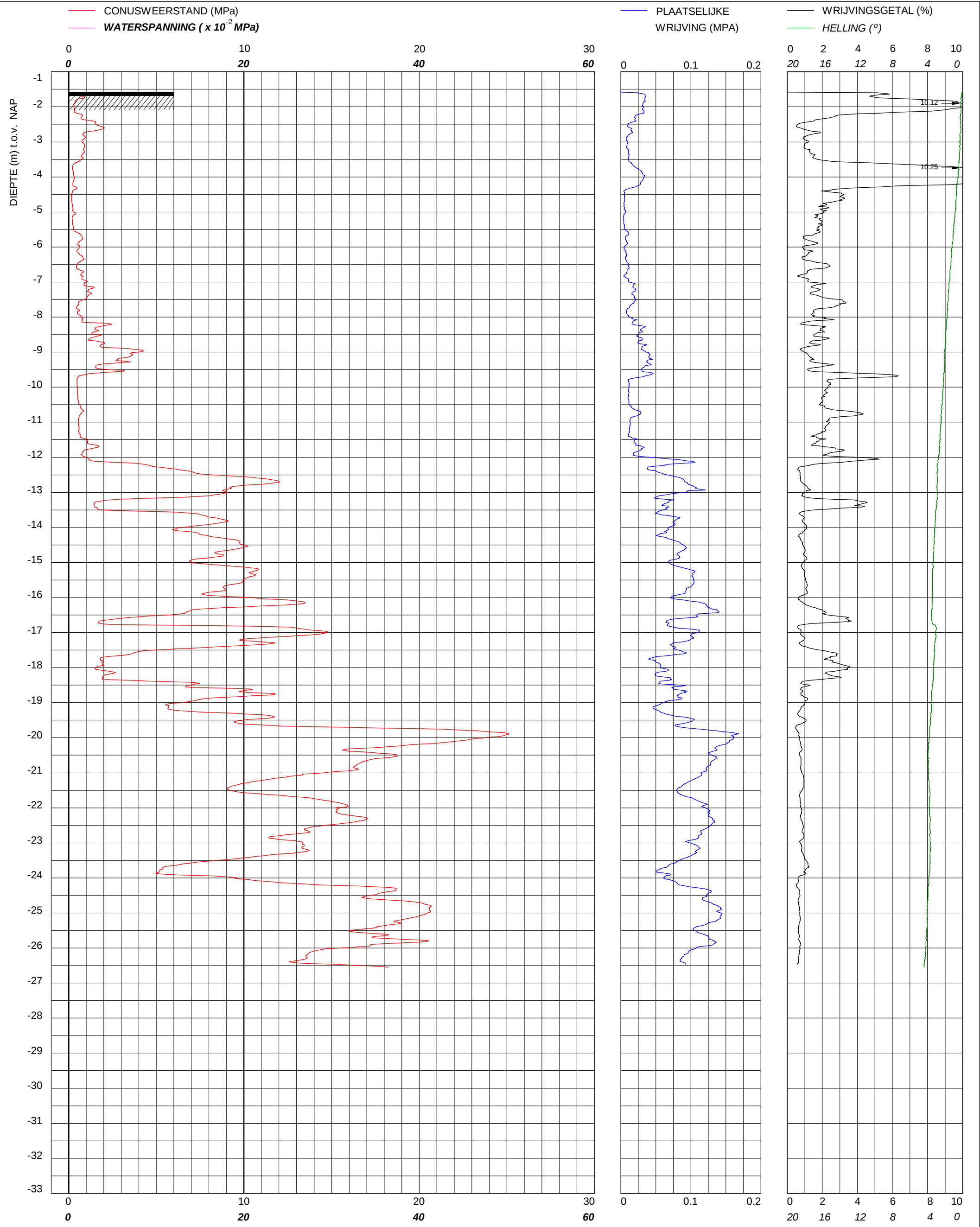
 infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-1.75 m NAP	X	118133	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486820	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		6-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		7-7-2023		S09



 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-1.14 m NAP	X	118129	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486832	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		6-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		7-7-2023		S11



 bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2	MV	-1.95 m NAP	X	118208	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam	Km		Y	486825	02537.01.65
		Uitvoeringsdatum		6-7-2023		Locatiecode :
		Printdatum		7-7-2023		S13



bam infra BAM Infraconsult bv © copyright Toetsenbordweg 11 1033 MZ AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info.infra@bam.com	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2 Conus: 230101, Ac: 1.500 mm2		MV	-1.58 m NAP	X	118212	Opdrachtnummer :
	CRUX Engineering BV Rembrandtpark te Amsterdam		Km		Y	486817	02537.01.65
			Uitvoeringsdatum		5-7-2023		Locatiecode : S14
			Printdatum		6-7-2023		

Kinderboerderij – PPN Eerste Zandlaag – inwendig geheide buispalen

Round 324							Round 356						
Rc;net;d							Rc;net;d						
PPN	S01	S02	S03	S04	S05	S06	PPN	S01	S02	S03	S04	S05	S06
(Fs;nk =)	(109)	(109)	(109)	(109)	(109)	(109)	(Fs;nk =)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)
-13	131	91	70	122	133	76	-13	165	119	90	143	162	97
-13,25	208	137	101	137	160	95	-13,25	255	135	131	165	193	119
-13,5	242	110	182	155	188	184	-13,5	271	129	216	185	224	226
-13,75	252	125	202	166	216	265	-13,75	298	152	240	195	255	297
-14	281	143	233	181	241	267	-14	319	171	275	213	281	305
-14,25	240	157	262	188	266	285	-14,25	276	186	307	220	310	335
-14,5	261	166	291	220	300	314	-14,5	304	193	339	255	351	366
-14,75	283	175	314	236	357	345	-14,75	328	206	364	276	414	400
-15	307	257	365	245	397	365	-15	355	305	431	291	343	423
-15,25	226	329	483	202	227	379	-15,25	224	385	572	225	255	260
-15,5	196	369	521	206	235	229	-15,5	221	403	564	242	274	264

SWT-gebouw – PPN Eerste Zandlaag – inwendig geheide buispalen

Round 324							Round 356						
Rc;net;d							Rc;net;d						
PPN	S07	S08	S09	S10	S11	S12	PPN	S07	S08	S09	S10	S11	S12
(Fs;nk =)	(109)	(109)	(109)	(109)	(109)	(109)	(Fs;nk =)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)
-13	188	148	115	118	178	103	-13	228	181	151	156	207	138
-13,25	212	175	201	195	146	165	-13,25	235	213	229	240	152	197
-13,5	193	201	223	231	148	186	-13,5	213	241	268	280	180	222
-13,75	202	225	257	263	169	211	-13,75	240	266	307	315	203	252
-14	230	253	288	284	184	238	-14	270	253	340	337	218	282
-14,25	256	203	316	313	189	262	-14,25	297	224	370	369	221	306
-14,5	276	206	338	372	212	285	-14,5	321	234	393	435	252	332
-14,75	291	218	398	387	318	315	-14,75	336	253	464	412	373	366
-15	353	236	473	389	380	382	-15	410	271	550	451	444	445
-15,25	413	246	535	422	418	459	-15,25	481	285	620	487	487	536
-15,5	437	248	577	445	435	497	-15,5	515	290	661	516	493	554

SWT-gebouw – PPN Eerste Zandlaag – prefab betonpalen

Bijlage(n) RA23253a1

Rect 250x250							Rect 290x290						
Rc;net;d							Rc;net;d						
PPN	S07	S08	S09	S10	S11	S12	PPN	S07	S08	S09	S10	S11	S12
(Fs;nk =)	(107)	(107)	(107)	(107)	(107)	(107)	(Fs;nk =)	(124)	(124)	(124)	(124)	(124)	(124)
-13	130	99	66	64	136	54	-13	181	140	106	109	167	95
-13,25	162	123	144	135	148	129	-13,25	207	170	192	190	130	158
-13,5	177	148	167	167	106	141	-13,5	186	199	220	228	145	181
-13,75	158	171	194	196	127	159	-13,75	203	225	257	262	170	209
-14	181	198	225	219	145	183	-14	234	255	291	286	188	240
-14,25	205	210	252	246	153	207	-14,25	261	204	323	317	195	266
-14,5	227	174	275	297	168	231	-14,5	285	211	347	379	220	292
-14,75	242	182	323	353	256	257	-14,75	303	227	411	391	330	324
-15	286	193	385	324	314	310	-15	367	246	489	402	396	395
-15,25	332	202	436	345	340	368	-15,25	430	259	555	438	437	474
-15,5	354	206	465	361	368	437	-15,5	458	263	601	466	453	513

Rect 320x320						
Rc;net;d						
PPN	S07	S08	S09	S10	S11	S12
(Fs;nk =)	(137)	(137)	(137)	(137)	(137)	(137)
-13	221	175	145	151	197	130
-13,25	226	210	225	236	148	189
-13,5	213	242	268	280	180	220
-13,75	244	269	310	317	206	254
-14	277	246	347	342	224	286
-14,25	307	230	380	377	230	314
-14,5	332	241	406	447	268	342
-14,75	350	264	481	425	391	380
-15	430	286	573	469	465	462
-15,25	504	301	646	509	511	560
-15,5	541	308	687	541	521	574

Rect 290x290				Rect 320x320			
Rc;net;d				Rc;net;d			
PPN	S08	S09	S10	PPN	S08	S09	S10
(Fs;nk =)	(124)	(124)	(124)	(Fs;nk =)	(137)	(137)	(137)
-19	464	788	485	-19	536	920	579
-19,5	538	1073	714	-19,5	632	1219	829
-20	889	1126	971	-20	1033	1277	1124
-20,5	909	1195	995	-20,5	982	1364	1101
-21	898	1261	1011	-21	1036	1384	1156
-21,5	907	1154	1065	-21,5	1047	1319	1092
-22	941	1176	1002	-22	1084	1362	1149
-22,5	992	1205	1040	-22,5	1145	1391	1197
-23	1034	1263	1082	-23	1192	1455	1242
-23,5	1157	1309	1146	-23,5	1335	1475	1315

Brug – PPN Eerste Zandlaag – inwendig geheide buispalen

Bijlage(n) RA23253a1

Round 324				Round 356			
Rc;net;d				Rc;net;d			
PPN		S13	S14	PPN		S13	S14
(Fs;nk =)		(109)	(109)	(Fs;nk =)		(120)	(120)
-13		0	0	-13		0	0
-13,25		0	0	-13,25		0	0
-13,5		0	64	-13,5		0	84
-13,75		28	88	-13,75		43	110
-14		38	109	-14		21	136
-14,25		20	148	-14,25		30	179
-14,5		30	170	-14,5		41	203
-14,75		39	188	-14,75		50	222
-15		48	229	-15		60	262
-15,25		45	195	-15,25		55	168
-15,5		100	149	-15,5		122	176
-15,75		121	161	-15,75		145	189
-16		118	173	-16		144	200

Rect 250x250				Rect 290x290				Rect 320x320			
Rc;net;d				Rc;net;d				Rc;net;d			
PPN		S13	S14	PPN		S13	S14	PPN		S13	S14
(Fs;nk =)		(107)	(107)	(Fs;nk =)		(124)	(124)	(Fs;nk =)		(137)	(137)
-13		0	0	-13		0	0	-13		0	0
-13,25		0	0	-13,25		0	0	-13,25		0	0
-13,5		0	32	-13,5		0	58	-13,5		0	78
-13,75		2	56	-13,75		17	83	-13,75		33	106
-14		19	73	-14		23	106	-14		10	135
-14,25		6	108	-14,25		12	147	-14,25		22	179
-14,5		12	129	-14,5		24	171	-14,5		34	206
-14,75		22	146	-14,75		35	191	-14,75		46	228
-15		30	181	-15		45	235	-15		57	269
-15,25		31	202	-15,25		43	193	-15,25		53	174
-15,5		68	141	-15,5		100	158	-15,5		123	186
-15,75		91	135	-15,75		122	172	-15,75		148	201
-16		88	145	-16		120	184	-16		154	215

Rect 290x290			Rect 320x320		
Rc;net;d			Rc;net;d		
PPN		S14	PPN		S14
(Fs;nk =)		(124)	(Fs;nk =)		(137)
-19		287	-19		334
-19,5		444	-19,5		531
-20		542	-20		608
-20,5		583	-20,5		669
-21		635	-21		725
-21,5		711	-21,5		824
-22		797	-22		889
-22,5		683	-22,5		769
-23		707	-23		804
-23,5		716	-23,5		811

Sheet	Trillingspredictie heien paal methode PREPAL, toets SBR-A			CRUX		
Project	Stadsboerderij					
Projectnummer	23253				versie	v051
Fase / onderdeel	Prefab 320x320mm -- PPN 2e ZL					
Locatie	Rembrandtpark Amsterdam					
Datum	9-8-2023					
Opsteller	har				datum	29-10-2021

253 Gemeente Amsterdam Funderingsadvies Stadsboerderij Rembrandtpark te Amsterdam\04 REK\Excel\QSH23253 Trillingspredictie heipaal Prepal v051.xlsb]prefab, 9 aug 2023

Trillingsbron

Paalvorm		rond	
Paalpunt diameter	D	361	[mm]
Factor heireductie		1	
Soort trilling		kortdurend	
Equivalente paaldiameter	Deq	0,361	[m]
Golf lengte in de grond	Lg (=40Deq)	14,4	[m]

Grondgegevens

Conusweerstand	qc	40	[MPa]
Elast.modulus	E	1000	[MPa]
Volumegewicht	γ	18	[kN/m³]
Dwarscontractie	ν	0,2	[-]
Demping	α	1	
Dichtheid grond	ρ	1800	[kg/m³]
Voortplantingssnelh. compressiegolf	$c_c = \sqrt{E/\rho}$	745	[m/s]

Belendend object en grenswaarden SBR-A

Type	L_{min}	Hoogte pand H	Afstand R	Dom. freq.	Kar. grensw. V_{kar}	Factor staat/status pand, γ_s	Factor type trilling, γ_t	Rekenw. grensw. V_r	γ_v	Grensw. V_r / γ_v
	[m]	[m]	[m]	[Hz]	[mm/s]	[-]	[-]	[mm/s]	[-]	[mm/s]
Trillingsgevoelige fundering										
Snelheid V	0,5		3	-	20,0	1,0	1,0	20,0	1	20,0
Versn. a=1,0 m/s²	0,5		3	15	10,6	-	-	10,6	1	10,6

Trillingsgevoelige fundering? Ja Let op: bij trillingsgevoelige fundering ook cat. 1 en/of cat. 2 uit bovenstaande tabel toetsen
Dikte zettingsgevoelige laag 1 [m]

Toets trillingsnelheid verticaal aan SBR-A

Belendend object	L_{min}	H	Afstand R	Reductiefactoren		V_{fund}	Grensw. V_r / γ_v	Toets	Benod. afstand	Red.fac.
	[m]	[m]	[m]	R_{afs}	R_b	[mm/s]	[mm/s]		[m]	[-]
trillingsg.fund. V	0,5		3	0,05	0,98	5,3	20,0	OK	3,0	0,05
trillingsg.fund. a	0,5		3	0,05	0,98	5,3	10,6	OK	3,0	0,05

Sheet	Trillingspredictie heien paal methode PREPAL, toets SBR-A		
Project	Stadsboerderij		
Projectnummer	23253		
Fase / onderdeel	Inwendig geheid Ø356mm -- PPN 1e ZL		
Locatie	Rembrandtpark Amsterdam		
Datum	9-8-2023	versie	v051
Opsteller	har	datum	29-10-2021

ente Amsterdam Funderingsadvies Stadsboerderij Rembrandtpark te Amsterdam\04 REK\Excel\QSH23253 Trillingspredictie heipaai Prepal v051.xlsb]inwendig geheid, 9 aug 2023

Trillingsbron

Paalvorm		rond	
Paalpunt diameter	D	356	[mm]
Factor heireductie		0,5	
Soort trilling		kortdurend	
Equivalente paaldiameter	Deq	0,356	[m]
Golf lengte in de grond	Lg (=40Deq)	14,2	[m]

Grondgegevens

Conus weerstand	qc	20	[MPa]
Elast. modulus	E	1000	[MPa]
Volumegewicht	γ	18	[kN/m³]
Dwarscontractie	ν	0,2	[-]
Damping	α	1	
Dichtheid grond	ρ	1800	[kg/m³]
Voortplantingssnelh. compressiegolf	c _c = √(E/ρ) =	745	[m/s]

Belendend object en grenswaarden SBR-A

Type	L _{min} [m]	Hoogte pand H [m]	Afstand R [m]	Dom. freq. [Hz]	Kar. grensw. V _{kar} [mm/s]	Factor staat/ status pand, γ _s [-]	Factor type trilling, γ _t [-]	Rekenw. grensw. V _r [mm/s]	γ _v [-]	Grensw. V _r / γ _v [mm/s]
Trillingsgevoelige fundering										
Snelheid V	0,5		3	-	20,0	1,0	1,0	20,0	1	20,0
Versn. a=1,0 m/s²	0,5		3	15	10,6	-	-	10,6	1	10,6

Trillingsgevoelige fundering? Ja
 Dikte zettingsgevoelige laag 1 [m] Let op: bij trillingsgevoelige fundering ook cat. 1 en/of cat. 2 uit bovenstaande tabel toetsen

Toets trillingssnelheid verticaal aan SBR-A

Belendend object	L _{min} [m]	H [m]	Afstand R [m]	Reductiefactoren		V _{fund} [mm/s]	Grensw. V _r / γ _v [mm/s]	Toets	Benod. afstand [m]	Red.fac. R _{afs} [-]
				R _{afs} [-]	R _b [-]					
trillingsg.fund. V	0,5		3	0,05	0,98	1,3	20,0	OK	2,0	0,14
trillingsg.fund. a	0,5		3	0,05	0,98	1,3	10,6	OK	2,0	0,14

